



中国电建
POWERCHINA

产品文件编号：ZNY2022(咨)-0240 号

云南省普洱市黄草坝水库工程

环境影响报告书

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司
POWERCHINA ZHONGNAN ENGINEERING CORPORATION LIMITED

2024 年 1 月

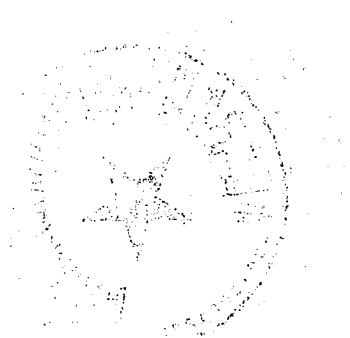


打印编号: 1666333660000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	600hkq		
建设项目名称	云南省普洱市黄草坝水库工程		
建设项目类别	51--124水库		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	普洱市黄草坝水库工程建设管理局		
统一社会信用代码	12532700MB1J2022X4		
法定代表人 (签章)	杨洁		
主要负责人 (签字)	杨洁		
直接负责的主管人员 (签字)	杨胜贤		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司		
统一社会信用代码	91430000444885356Q		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
李璜	2013035430350000003511430065	BH016345	李璜
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
颜剑波	环境概况、环境影响预测与评价	BH016353	颜剑波
李翔	工程概况、工程分析	BH016342	李翔
胡佳伟	环境保护措施及其可行性论证、环境监测与环境管理、环境保护投资、环境影响经济效益分析	BH053623	胡佳伟
周鹏	环境影响预测与评价、环境风险分析	BH038654	周鹏

李璜	概述、总则、环境影响预测与评价、 环境影响评价结论及建议	BH016345	李璜
----	---------------------------------	----------	----





目 录

概 述	1
一、项目背景和特点	1
二、分析判定相关情况	2
三、环境影响评价工作过程	3
四、环境影响评价主要结论	5
五、致谢	6
1 总 则	7
1.1 编制目的	7
1.2 编制依据	7
1.3 评价标准	13
1.4 评价工作等级	22
1.5 评价范围	25
1.6 环境保护目标	26
1.7 评价时段和评价重点	35
1.8 评价程序	35
2 工程概况	37
2.1 流域概况	37
2.2 工程概况	54
2.3 工程施工	96
2.4 工程征地	124
2.5 移民安置规划	133
2.6 工程调度运行方式	139
2.7 工程投资	146
3 工程分析	147
3.1 工程与法规、规划符合性分析	147

3.2	工程方案环境合理性分析	170
3.3	工程影响源分析	176
3.4	环境影响因素分析	191
3.5	源强统计	193
3.6	工程分析结论	194
4	环境概况	195
4.1	自然环境	195
4.2	生态环境	204
4.3	社会环境	334
4.4	环境质量现状分析与评价	352
4.5	评价区存在的主要环境问题	401
5	环境影响预测与评价	404
5.1	水资源配置的影响分析	404
5.2	水文情势影响分析	409
5.3	水环境影响预测与评价	459
5.4	生态环境影响预测与评价	560
5.5	大气环境影响预测与评价	610
5.6	声环境影响预测与评价	612
5.7	土壤环境影响分析	615
5.8	固体废物影响预测与评价	619
5.9	水土流失影响预测与分析	619
5.10	移民安置环境影响分析	626
5.11	其他环境影响分析	628
6	环境保护措施及其可行性论证	630
6.1	设计原则、任务、目标	630
6.2	水环境保护措施	632
6.3	生态环境保护措施	664
6.4	环境空气保护措施	720

6.5 噪声防治措施	721
6.6 土壤保护措施	723
6.7 固体废物处置措施	724
6.8 水土保持措施	726
6.9 移民安置环境保护对策措施	746
6.10 社会环境保护措施	747
6.11 环境保护措施进度安排	748
6.12 环境保护措施效果分析	750
7 环境监测与环境管理	753
7.1 环境监理	753
7.2 环境监测	756
7.3 环境管理	767
7.4 环境保护工程验收计划	768
8 环境风险分析	772
8.1 环境风险评价目的	772
8.2 环境风险潜势初判	773
8.3 环境风险评价等级	774
8.4 风险事故情形分析与预测评价	774
8.5 风险防范措施	777
8.6 应急预案	779
8.7 风险防范与应急措施的合理性和有效性分析	785
8.8 风险评价结论	785
9 环境保护投资	786
9.1 编制原则	786
9.2 编制依据	786
9.3 价格水平年	786
9.4 投资项目划分	787
9.5 基础资料	787

9.6 环境保护投资估算	788
10 环境影响经济损益分析	795
10.1 环境效益分析	795
10.2 环境损失计算	796
10.3 损益比较分析	798
11 环境影响评价结论及建议	799
11.1 流域及工程简况	799
11.2 环境现状评价结论	801
11.3 环境影响预测评价结论	805
11.4 环境保护措施及其可行性论证	811
11.5 环境监测与管理	813
11.6 环境风险	813
11.7 环境保护投资	814
11.8 公众参与	814
11.9 综合评价结论	814
11.10 建议	815

附件：

1. 《关于委托开展云南省黄草坝水利枢纽工程环境影响评价工作的函》
2. 《普洱市人民政府关于<威远江流域综合规划>的批复》(普政复〔2019〕289号)
3. 《普洱市生态环境局关于<威远江流域综合规划环境影响报告书>审查意见的函》(普环函〔2019〕84号)

附表：

1. 地表水环境影响评价自查表
2. 大气环境影响评级自查表
3. 声环境影响评级自查表
4. 土壤环境影响评价自查表
5. 生态环境影响评价自查表
6. 环境风险评价自查表

附图：

1. 黄草坝水库工程地理位置图
2. 黄草坝水库工程评价区地表水系图
3. 黄草坝水库工程总平面布置图
4. 黄草坝水库工程枢纽工程平面布置图

概 述

一、项目背景和特点

威远江为澜沧江主要支流之一，干流发源于镇沅县境内朝阳山，介于东经 $100^{\circ}20' \sim 101^{\circ}11'$ ，北纬 $22^{\circ}48' \sim 24^{\circ}20'$ 之间，源地高程 2752m，河流上游河谷相对开阔，水流平缓，下游河谷狭窄，水流湍急。干流由北向南流经镇沅县里崮，称靛坑河，向南流经勐大镇和按板镇，改称勐统河，至景谷县凤山镇哨排村接纳按板河后始称威远江，至景谷县威远镇蛮冷村和景谷河汇合后流入钟山坝子，后流经威远镇、益智乡，在益智乡岔江村与小黑江汇合，之后向西南方向流动，在思茅区龙潭乡南宋，接纳普洱大河后转西直奔澜沧江，于思茅区、景谷县、澜沧县交界的腊撒渡口汇入澜沧江，汇口地高程 610m。威远江干流全长 316.6km，落差 2152m，平均比降 6.8‰，流域面积 8847km²。威远江自上而下流经镇沅、景谷、思茅等县(区)，在小黑江汇入口以下为景谷县和思茅区的界河。威远江流域支流众多，流域面积 500km²~2000km² 支流有景谷河、小黑江、普洱大河；100km²~500km² 支流有西山河、按板河、恩垦河、曼免河、蛮哈河、蛮东河和习蛾河。

小黑江为威远江支流，其源头分东、北两源，东源南板河主源发源于镇沅县田坝乡干坝子大山，源地高程 2851.1m；北源海庆河发源于景谷县凤山镇大营头山，源地高程 2625.8m。南板河自东北向西南流，于口牲寨下游约 1km 处与自北向南流的海庆河交汇，再流经老彭、丫口寨等村寨，于丁家寨附近纳南埂河后始称小黑江。沿途经勐乃、高桥、正兴等地，先后接纳通达河、暖里河、独达河、勐烈河等较大支流，在益智乡岔江村附近汇入威远江，汇口高程 720m。小黑江主河道长 110.7km，落差 2131.1m，河道平均比降 3.3‰，流域面积 1980km²。黄草坝水库拟建坝址位于小黑江上游，坝址以上集水面积 188km²，多年平均径流量为 1.67 亿 m³。

2018 年 9 月，主体设计单位中水北方勘测设计研究有限责任公司启动工程可行性研究阶段勘测设计工作，并同步启动了流域规划和规划环评的编制工作；2019 年 6 月，普洱市生态环境局批复《威远江流域综合规划环境影响评价报告书》(普环函〔2019〕84 号)；2019 年 7 月，普洱市人民政府批复《威远江流域综合规划》(普政复〔2019〕289 号)；2020 年 9 月，水利部水利水电规划设计总院在北京组织召开了《云南省普洱市黄草坝水库工程可行性研究报告》审查会，提出了报告审查意见(水

总函〔2020〕438号)；2022年4月，中水北方勘测设计研究有限责任公司修编完成了《云南省普洱市黄草坝水库工程可行性研究报告(审定稿)》；2022年6月，水利部将黄草坝水库工程可行性研究报告审查意见正式报送国家发展改革委(水规计〔2022〕258号)。

根据可行性研究报告，黄草坝水库工程任务为以城乡生活和工业供水为主，结合灌溉，兼顾防洪、发电。工程等别为II等大(2)型，水库正常蓄水位1338m，死水位1262m，总库容11440万 m^3 ，兴利库容9350万 m^3 ，干流南板河水库回水长度5.55km，支流海庆河水库回水长度4.24km。设计水平年2035年，水库多年平均供水量6610万 m^3 ，其中思茅区和宁洱县城工业和城镇生活供水量为5370万 m^3 ；景谷县正兴镇生活和工业供水量460万 m^3 ；向输水沿线农村人畜饮水供水115万 m^3 ；灌溉供水量665万 m^3 ，新增灌溉面积3.62万亩。枢纽工程建筑物主要包括拦河坝、溢洪洞、取水兼发电引水隧洞、水库泄洪放空洞、过鱼设施、生态电站、鱼类增殖放流站等，其中拦河坝为砾石土心墙坝(最大坝高163.5m)、引水隧洞设岸塔式进水口(叠梁门分层取水)、生态电站装机4.2MW(额定流量1.86 m^3/s)、过鱼设施采用“短鱼道+升鱼机转运过坝”的型式、鱼类增殖放流站规模21.5万尾。输水工程主要建筑物包括谦岗扬水泵站(设计提水流量2.0 m^3/s ，最大扬程160m)、输水管线(水平投影长度99.095km，采用钢管和球墨铸铁管)、输水隧洞(全长7275m)、调压井、高位水池、交叉建筑物(管桥、倒虹管和隧洞)、管道终点蓄水池(共9座)等。

二、分析判定相关情况

普洱市是《滇西南城镇群规划(2012-2030)》中的核心城市，是人口的主要承载区。根据《普洱市城市总体规划(修改)》，普洱市作为云南省建设中国面向西南开放的桥头堡，已逐步成为滇西南区域经济的中心城市。目前，普洱城区思茅街道、南屏镇和倚象镇现有8个中小型水库供水，现状水平年95%年份缺水量达2321万 m^3 ，宁洱县城现有3个小型水库供水，现状水平年95%年份缺水量达1082万 m^3 ，遭遇特枯干旱年份时，甚至出现居民用水困难，城乡供水安全得不到保障，也制约着普洱市社会经济的发展。同时，各供水水库现状均未泄放生态流量，挤占河道生态用水，导致河流环境质量一直难以改善，因此也急需各水库释放生态水量，退还河道。

《澜沧江流域综合规划》中提出：“抓紧推进一批骨干水源工程建设，新建西藏自治区宗通卡、云南省黄草坝等大型水库”。《威远江流域综合规划》(普政复〔2019〕

289 号)中提出:“在小黑江建设黄草坝水库及配套引水工程,为普洱城区、宁洱县城及沿线村庄供水,提高区域供水保障能力”。

黄草坝水库是《澜沧江流域综合规划》明确的解决普洱城区、宁洱县供水安全问题的水资源利用工程,同时也是列入《威远江流域综合规划》、《“十四五”水安全保障规划》、《云南省水利发展规划(2016-2020 年)》、《云南省“十四五”兴水润滇工程规划》、《云南省供水安全保障网规划》的重点水源工程。其建成可以向受水区多年平均提供 6610 万 m^3 的优质水源,退还 2173 万 m^3 生态用水,对保障供水安全、促进社会经济发展、改善水环境质量能够起到重要的作用。

《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》于 2016 年取得原环境保护部的审查意见,审查意见中提出:“……将干流源头至囊谦、古水和托巴库尾,以及支流色曲、麦曲、德庆河、基独河、罗闸河、小黑江(左右两支)、南班河、南腊河、南阿河、阿东河、永春河、通甸河、黑惠江、威远江、洱海等纳入栖息地保护……”。意见中所指左支小黑江,在《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》中明确为“左支威远江小黑江汇口~河口 36km 河段”,黄草坝水库工程位于威远江支流小黑江上游河段,该河段不在《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》及审查意见中所提出的栖息地和重要生境保护范围。

《澜沧江干流水电梯级开发环境影响及对策研究报告(审定稿)》(2012 年 10 月)中提出:“左支小黑江(威远江)是澜沧江在云南境内的最大支流,于思茅区汇入澜沧江。澜沧江水生态保护从生境保护角度出发,根据鱼类资源的分布特点,统筹干、支流保护,形成干流上下游、干支流系统保护的格局,其中把德庆河、基独河、罗闸河、右支小黑江、左支小黑江等支流划为栖息地保护”。《澜沧江干流水电梯级开发环境影响及对策研究报告(审定稿)》规划的栖息地保护范围中所指“左支小黑江”,与《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》及审查意见中所提出的左支小黑江范围一致。本工程所在小黑江不在《澜沧江干流水电梯级开发环境影响及对策研究报告(审定稿)》规划的栖息地保护范围。

三、环境影响评价工作过程

2019 年 3 月,受建设单位普洱市水务局(2020 年 5 月批复成立普洱市黄草坝水库工程建设管理局)委托,我公司(中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司)开展黄草坝水库工程环境影响评价工作。接受委托后,我公司成立了项目组,开展了现

场调查和资料收集工作，并联合西南林业大学、云南大学、国家林业和草原局西南调查规划院开展了评价区陆生生态现状调查与影响研究(其中包括评价区绿孔雀、亚洲象现场观测和枢纽工程区陆生生态详细调查等 2 个专题)，联合中国科学院昆明动物研究所开展了水生生态现状调查与影响研究，委托云南华测检测认证有限公司、云南天博环境检测有限公司开展了环境质量现状监测。在以上环境现状调查工作的基础上，依据现行的法律法规、导则规范要求，采用数学模型预测了工程水资源配置所导致的河流水文情势、水温、水质变化的影响，并重点关注了工程实施对小黑江水生生态及鱼类的影响，以及各类生态用水的满足程度，同时有针对性地提出了各类环境影响的减缓措施，开展了公众参与工作。

黄草坝水库坝址下游小黑江 8.5km 处为小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区(实验区)上边界。该保护区河道总长度 35.7km，其中核心区河道长约 20km，主要保护对象为中国结鱼、云南吻孔鲃(云南四须鲃)、后背鲈鲤、野结鱼(大鳞结鱼)等。本工程的建设运行，对保护区河道的水文情势、水环境、水生生态环境均会带来一定影响，进而影响到这些鱼类的生活繁殖。为研究论证黄草坝水库建设对保护区的影响，制定可行有效的水生生态保护措施，建设单位委托编制了《云南省黄草坝水库工程对小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区影响专题论证报告》，2021 年 12 月 3 日，云南省农业农村厅在昆明组织召开了报告评审会，专家组一致同意通过对专题报告的评审。2022 年 5 月 13 日，云南省农业农村厅以云农渔〔2022〕6 号《云南省农业农村厅关于黄草坝水库工程对小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区影响专题论证报告的审查意见》同意工程所提出的水生生态保护措施。

2022 年 11 月 15 日，云南省自然资源厅办公室印发《关于正式应用“三区三线”划定成果数据作为报批建设项目用地依据的通知》(云自然资办便笺〔2022〕1054 号)，正式应用“三区三线”划定成果，经核实，黄草坝水库枢纽工程不涉及云南省“三区三线”成果启用后的生态保护红线。

根据引调水工程“先节水后调水，先治污后通水，先环保后用水”的“三先三后”原则，落实有关节水、治污和生态环境保护的政策和措施，保证供水水质，确保供水安全，实现项目“增水不增污”的供水环保目标。针对受退水区水环境问题，建设单位委托编制了《云南省普洱市黄草坝水库工程受水区水污染防治规划(2021-2035 年)》，2021 年 5 月，普洱市水务局组织对规划报告进行了审查。2021 年 12 月 2 日，经普洱

市人民政府第 63 次常务会议研究同意，普洱市人民政府以普政复〔2021〕222 号文批复了本工程受水区水污染防治规划。

在以上相关工作开展的基础上，我公司编制了《云南省普洱市黄草坝水库工程环境影响报告书》，2021 年 7 月 20 日，水利部水利水电规划设计总院在普洱市组织召开了报告书技术讨论会，2021 年 8 月 2 日，水规总院以水总函〔2021〕292 号印发了报告书技术讨论会议纪要。2023 年 12 月，形成了《云南省普洱市黄草坝水库工程环境影响报告书(送审稿)》。

四、环境影响评价主要结论

黄草坝水库工程任务为以城乡生活和工业供水为主，结合灌溉，兼顾防洪、发电。供水对象主要为普洱城区、宁洱县城、景谷县正兴镇；灌溉及农村人畜用水主要供给输水线路沿线的 8 个村。黄草坝水库建成后，设计水平年，多年平均可向受水区年供水 6610 万 m^3 ，可以为普洱市城镇化发展建设提供有力的安全水源保障，并为当地农村地区巩固扶贫成果创造条件，是普洱市“生态立市、绿色发展”的重要水利支撑。

工程实施的不利环境影响主要包括对陆生生态的影响、对水生生态的影响和对水环境的影响等三方面。枢纽工程区及周边人为干扰较少，原生植被保存较多，分布有山地雨林、季风常绿阔叶林等地带性植被，国家和地方珍稀保护动植物也分布较多，但枢纽工程占地面积相对较小，通过采取施工管理、生态修复、迁地保护、专项监测与预警、动物救护等措施，工程建设带来的陆生生态影响可以接受。枢纽工程下游分布有小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区，水环境和水生态环境敏感，通过泄放生态流量、开展生态调度和栖息地保护、建设鱼类增殖放流站和过鱼设施，工程建设对水产种质资源保护区带来的影响可以得到减缓。受水区各退水受纳水体总体水质较好，但思茅河普洱城区段现状水质超标，普洱市人民政府在持续实施水环境综合整治措施的基础上，批复了本项目受水区水污染防治规划，通过实施规划中的水环境综合整治项目，预期规划水平年思茅河水质可以达到水功能标准要求。

综合工程建设对环境的有利影响与不利影响程度，工程布置与施工布置方案的环境合理性分析，在落实好各项生态环境保护措施与环境风险防范措施的前提下，本项目实施带来的环境影响可以控制在可接受的范围内。从环境保护的角度分析，黄草坝水库工程建设是可行的。

五、致谢

在云南省普洱市黄草坝水库工程环境影响报告书编制过程中，得到了生态环境部、生态环境部环境工程评估中心、水利部水利水电规划设计总院、云南省生态环境厅、水利厅、农业农村厅的指导和帮助，得到了普洱市及思茅区、景谷县、宁洱县水务局、生态环境局、林业和草原局、农业农村局、自然资源和规划局、住房和城乡建设局，思茅产业园管委会，专题报告编制单位中国科学院昆明动物研究所、云南大学、国家林业和草原局西南调查规划院、西南林业大学、云南华测检测认证有限公司、云南天博环境检测有限公司等单位的支持与协助，在此一并表示衷心感谢！

1 总则

1.1 编制目的

a) 通过工程建设及其影响区域环境现状调查，明确工程建设及其影响区域环境现状及发展趋势，提出存在的主要环境问题，确定环境保护目标。

b) 从环境保护角度出发，论证工程布置及建设规模的环境可行性、环境合理性，为项目决策和工程环境管理提供科学的依据。

c) 依据相关环境保护法律法规、技术规程规范的要求，结合拟定的工程施工、运行方案，全面系统地分析工程建设及运行对环境可能产生的影响。

d) 针对工程建设可能引发的不利环境影响，提出有针对性的环保措施，保证工程顺利施工和正常运行，使工程兴建尽量不降低区域的环境质量，环境敏感对象和目标得到保护，生态系统和生物多样性不被破坏，充分发挥工程的环境效益、经济效益和社会效益。

e) 拟定环境管理计划，明确施工期及运行期建设、施工方环境保护职责与义务，为环境保护措施实施提供制度保证。

f) 进行环保费用概算，将环保投资纳入工程总投资，落实工程环境保护工作费用，为环保措施的顺利实施提供资金保证。

1.2 编制依据

1.2.1 法律、法规、条例

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年 4 月 24 日修订)
- 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日修正)
- 3) 《中华人民共和国水法》(2016 年 7 月 2 日修改)
- 4) 《中华人民共和国水污染防治法》(2017 年 6 月 27 日修正)
- 5) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2018 年 10 月 26 日修正)
- 6) 《中华人民共和国噪声污染防治法》(2022 年 6 月 5 日)
- 7) 《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019 年 1 月 1 日)
- 8) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020 年 4 月 29 日修订)
- 9) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2022 年 12 月 30 日修订)

- 10) 《中华人民共和国渔业法》(2013 年 12 月 28 日修正)
- 11) 《中华人民共和国湿地保护法》(2022 年 6 月 1 日)
- 12) 《中华人民共和国水土保持法》(2010 年 12 月 25 日修订)
- 13) 《中华人民共和国森林法》(2019 年 12 月 28 日修订)
- 14) 《中华人民共和国防洪法》(2016 年 7 月 2 日修改)
- 15) 《中华人民共和国土地管理法》(2019 年 8 月 26 日修订)
- 16) 《中华人民共和国农业法》(2012 年 12 月 28 日修正)
- 17) 《中华人民共和国文物保护法》(2017 年 11 月 4 日修正)
- 18) 《中华人民共和国矿产资源法》(2009 年 8 月 27 日修正)
- 19) 《中华人民共和国传染病防治法》(2013 年 6 月 29 日修正)
- 20) 《中华人民共和国突发事件应对法》(2007 年 8 月 30 日)
- 21) 《中华人民共和国河道管理条例》(2018 年 3 月 19 日修订)
- 22) 《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017 年 10 月 7 日修订)
- 23) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》(2016 年 2 月 6 日修订)
- 24) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》(2013 年 12 月 7 日修订)
- 25) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年 7 月 16 日修订)
- 26) 《地下水管理条例》(2021 年 12 月 1 日)
- 27) 《中华人民共和国自然保护区管理条例》(2017 年 10 月 7 日修订)
- 28) 《基本农田保护条例》(2011 年 1 月 8 日修订)
- 29) 《中华人民共和国森林法实施条例》(2018 年 3 月 19 日修订)
- 30) 《中华人民共和国文物保护法实施条例》(2017 年 10 月 7 日修订)
- 31) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》(2011 年 1 月 8 日修订)
- 32) 《土地复垦条例》(2011 年 3 月 5 日)
- 33) 《水污染防治行动计划》(国发〔2015〕17 号)
- 34) 《土壤污染防治行动计划》(国发〔2016〕31 号)
- 35) 《大气污染防治行动计划》(国发〔2013〕37 号)
- 36) 《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》(国发〔2010〕46 号)
- 37) 《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》(中共中央办公厅、国务院办公厅)
- 38) 《中共中央 国务院关于加快推进生态文明建设的意见》(2015 年 3 月)

1.2.2 部委规章

- 1) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(2021 年 1 月 1 日)
- 2) 《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部第 4 号令)
- 3) 《国家重点保护野生动物名录》(2021 年 2 月 1 日)
- 4) 《国家重点保护野生植物名录》(2021 年 9 月 7 日)
- 5) 《全国生态功能区划(修编版)》(国家环境保护部、中国科学院公告 2015 年第 61 号, 2015 年 11 月 23 日)
- 6) 《关于加强资源开发生态环境保护监管工作的意见》(环发〔2004〕24 号)
- 7) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2012〕98 号)
- 8) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发〔2012〕77 号)
- 9) 《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2013〕86 号)
- 10) 《关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》(环办〔2012〕4 号)
- 11) 《关于加强规划环境影响评价与建设项目环境影响评价联动工作的意见》(环发〔2015〕178 号)
- 12) 《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》(环发〔2014〕65 号)
- 13) 《关于印发<地表水环境质量评价办法(试行)>的通知》(环办〔2011〕22 号)
- 14) 《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》(环评〔2016〕150 号)
- 15) 《建设项目环境保护事中事后监督管理办法(试行)》(环发〔2015〕163 号)
- 16) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评〔2017〕4 号)
- 17) 《关于强化建设项目环境影响评价事中事后监管的实施意见》(环环评〔2018〕11 号)
- 18) 《关于加强西部地区环境影响评价工作的通知》(环发〔2011〕150 号)
- 19) 《国家级公益林管理办法》(林资发〔2017〕34 号)
- 20) 《突发环境事件应急管理办法》(环境保护部令第 34 号, 2015 年 4 月 16 日)
- 21) 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》(2010 年 12 月 22 日修正)
- 22) 《关于印发〈水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南(试行)〉的函》(环评函〔2006〕4 号, 2006 年 1 月 16 日)

- 23) 《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》(环办函〔2006〕11号, 2006年1月9日)
- 24) 《水生生物增殖放流管理规定》(农业部令第20号, 2009年5月1日)
- 25) 《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知(试行)》(自然资发〔2022〕142号)
- 26) 《关于加强水利工程建设生态环境保护工作的通知》(水规计〔2017〕315号)
- 27) 《水利建设项目(引调水工程)环境影响评价文件审批原则(试行)》
- 28) 《水利建设项目(灌区工程)环境影响评价文件审批原则(试行)》
- 29) 《水电建设项目环境影响评价文件审批原则(试行)》
- 30) 《生态保护红线生态环境监督办法(试行)》(国环规生态〔2022〕2号)

1.2.3 地方性法规

- 1) 《云南省建设项目环境保护管理规定》(云南省政府令第105号, 2002年1月1日)
- 2) 《云南省环境保护条例》(2004年6月29日修正)
- 3) 《云南省风景名胜区管理条例》(2012年1月1日)
- 4) 《云南省湿地保护条例》(2014年1月1日)
- 5) 《云南省林地管理条例》(2010年10月1日)
- 6) 《云南省生物多样性保护条例》(2019年1月1日)
- 7) 《云南省大气污染防治条例》(2019年1月1日)
- 8) 《云南省陆生野生动物保护条例》(1997年1月1日)
- 9) 《普洱市思茅城区河道管理条例》(2022年11月30日)
- 10) 《云南省人民政府关于实行最严格水资源管理制度的意见》(云政发〔2012〕126号)
- 11) 《云南省人民政府关于全省重点城市主要集中式饮用水水源保护区划分方案的批复》(云政复〔2011〕41号)
- 12) 《普洱市人民政府关于全市集中式饮用水水源保护区划分的批复》(普政复〔2012〕62号)
- 13) 《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》(云政

发〔2020〕29号)

14)《普洱市人民政府关于印发普洱市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》(普政发〔2021〕25号)

15)《云南省生态环境厅关于印发云南省“十四五”生态环境保护规划的通知》(云环发〔2022〕13号)

16)《云南省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》(云政发〔2007〕165号)

17)《云南省水污染防治工作方案》(云政发〔2016〕3号)

18)《云南省城市节约用水管理实施办法》(2015年7月17日修正)

19)《云南省第一批省级重点保护野生植物名录》(1989年)

20)《云南省珍稀保护动物名录》(1989年10月20日)

21)《全国重要江河湖泊水功能区划》(2011-2035年)

22)《云南省水功能区划(第二版)》(2014年修订)

23)《云南省主体功能区规划》(云政发〔2014〕1号)

24)《云南省生态功能区划》(2009年9月7日)

25)《云南省自然资源厅办公室关于正式应用“三区三线”划定成果数据作为报批建设项目用地依据的通知》(云自然资办便笺〔2022〕1054号)

1.2.4 技术规范

1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)

2)《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)

3)《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)

4)《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)

5)《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021)

6)《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)

7)《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ 964-2018)

8)《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T 88-2003)

9)《水利水电工程环境保护设计规范》(SL 492-2011)

10)《水域纳污能力计算规程》(SL 348-2006)

- 11) 《河湖生态环境需水计算规范》(SL/Z 712-2021)
- 12) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T 169-2018)
- 13) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)
- 14) 《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)
- 15) 《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)
- 16) 《大气污染物无组织排放监测技术导则》(HJ/T 55-2000)
- 17) 《污水监测技术规范》(HJ 91.1-2019)
- 18) 《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164-2004)
- 19) 《开发建设项目水土保持 技术规范》(GB 50433-2008)
- 20) 《开发建设项目水土保持 防治标准》(GB 50434-2008)
- 21) 《水土保持综合治理 技术规范》(GB/T 16453.1-6-2008)
- 22) 《生态环境状况评价技术规范》(HJ/T 192-2015)
- 23) 《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ 338-2018)
- 24) 《内陆水域渔业自然资源调查手册》(张觉民、何志辉, 农业出版社, 1991)
- 25) 《水利水电工程水文计算规范》(SL/T 278-2020)
- 26) 《水利水电工程环境保护概估算编制规程》(SL 359-2006)
- 27) 《水利水电工程可行性研究报告编制规程》(SL/T 618-2021)
- 28) 《水利水电工程库底清理设计规范》(SL 664-2014)
- 29) 《水电工程水生生态调查与评价技术规范》(NB/T 10079-2018)
- 30) 《水电工程鱼类增殖放流站设计规范》(NB/T 35037-2014)
- 31) 《水电工程过鱼设施设计规范》(NB/T 35054-2015)
- 32) 《水电站分层取水进水口设计规范》(NB/T 35053-2015)
- 33) 《地表水资源质量评价技术规程》(SL 395-2007)

1.2.5 技术报告

- 1) 《澜沧江干流水电梯级开发环境影响及对策研究报告(审定稿)》(2012 年 10 月)及审查意见
- 2) 《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》及审查意见
- 3) 《威远江流域综合规划环境影响报告书》(2019 年 6 月)及审查意见(普环函〔2019〕84 号)

- 4) 《云南省普洱市黄草坝水库工程可行性研究报告(审定稿)》(2022 年 4 月, 中水北方勘测设计研究有限责任公司)及审查意见(水规计〔2022〕258 号)
- 5) 《云南省普洱市黄草坝水库工程受水区水污染防治规划(2021-2035 年)》(2021 年 12 月)及批复(普政复〔2021〕222 号)
- 6) 《云南省黄草坝水库工程对小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区影响专题论证报告》(2022 年 5 月)及审查意见(云农渔〔2022〕6 号)
- 7) 《云南省普洱市黄草坝水库工程水资源论证报告书(送审稿)》(2022 年 7 月)
- 8) 《思茅河水质达标方案(报批稿)》(2020 年 8 月, 普政办函〔2020〕67 号)
- 9) 《云南省普洱市黄草坝水库工程水土保持方案报告书》及批复意见(水许可决〔2022〕83 号)

1.3 评价标准

1.3.1 环境质量标准

a) 地表水环境

1) 水环境功能区划

根据《云南省地表水水环境功能区划(2010-2020 年)》(云环发〔2014〕34 号), 威远江流域地表水水环境功能区划见表 1.3.1-1~2。

表 1.3.1-1 威远江流域地表水水环境功能区划(河流)

流域	干流	一级支流	二级及以下支流	河段名称	水环境功能	类别	流经地区
澜沧江	澜沧江	威远江	小黑江(左)	源头-入威远江口	饮用二级	III	景谷县、宁洱县、思茅区
澜沧江	澜沧江	威远江	普洱大河	源头-入小黑江(左)	工业用水	IV	宁洱县、思茅区
澜沧江	澜沧江	威远江	东洱河	源头-普洱大河口	工业用水	IV	宁洱县
澜沧江	澜沧江	威远江	思茅河	源头-思茅城区入口	一般鱼类保护	III	思茅区
澜沧江	澜沧江	威远江	思茅河	思茅城区-入普洱大河口	工业用水, 农业用水、景观用水	IV	思茅区
澜沧江	澜沧江	补远江	木乃河	源头-入普文河口	工业用水	IV	思茅区

表 1.3.1-2 威远江流域地表水水环境功能区划(水库)

水系名称	湖泊(水库)	水面名称	水环境功能	类别	流经地区
澜沧江	东洱河水库	全库	饮用二级	III	宁洱县
澜沧江	东洱河水库	全库	饮用二级	III	宁洱县
澜沧江	菁门口水库	全库	饮用一级	II	思茅区
澜沧江	纳贺水库	全库	饮用一级	II	思茅区
澜沧江	木乃河水库	全库	饮用一级	II	思茅区
澜沧江	大菁河水库	全库	饮用一级	II	思茅区
澜沧江	大寨水库	全库	饮用一级	II	思茅区
澜沧江	大中河水库	全库	饮用一级	II	思茅区
澜沧江	五里河水库	全库	饮用一级	II	思茅区
澜沧江	团山水库	全库	饮用一级	II	思茅区
澜沧江	信房水库	全库	饮用一级	II	思茅区
澜沧江	松山水库	全库	饮用一级	II	宁洱县
澜沧江	泡木果水库	全库	饮用一级	II	宁洱县
澜沧江	温泉水库	全库	饮用一级	II	宁洱县

根据《云南省水功能区划(第二版)》(2014 年修订), 威远江流域地表水水环境功能区划见表 1.3.1-3~4。

表 1.3.1-3 威远江流域地表水功能一级区划

功能区名称	涉及州市	流域	水系	河流、湖泊	范围				代表断面	水质现状	水质目标		区划依据
					起	止	长度(km)	面积(km ²)			2020 年	2030 年	
威远江景谷-思茅保留区	普洱	西南诸河	澜沧江	威远江	小黑江汇口	入澜沧江口	60.0		大新山水文站	III	III	III	开发利用程度较低
小黑江景谷-思茅保留区	普洱	西南诸河	澜沧江	小黑江	源头	入威远江口	113.0		小黑江汇口	II	II	II	开发利用程度较低
普洱大河宁洱源头水保护区	普洱	西南诸河	澜沧江	普洱大河	源头	东洱河水库库区起始	9.0		东洱河水库	II	II	II	源头水
普洱大河宁洱开发利用区	普洱	西南诸河	澜沧江	普洱大河	东洱河水库库区起始	箐门口电站	19.5		宁洱太达	IV	按二级区划执行	按二级区划执行	开发利用程度较高
普洱大河宁洱-思茅保留区	普洱	西南诸河	澜沧江	普洱大河	箐门口电站	入小黑江口	64.9		漫海	III	III	III	开发利用程度较低
思茅河思茅开发利用区	普洱	西南诸河	澜沧江	思茅河	源头	思茅莲花	28.5			II~>V	按二级区划执行	按二级区划执行	开发利用程度较高
思茅河思茅保留区	普洱	西南诸河	澜沧江	思茅河	思茅莲花	入普洱河口	24.2		莲花村	III~IV	III	III	开发利用程度较低

表 1.3.1-4 威远江流域地表水功能二级区划

功能区名称(一级)	功能区名称(二级)	涉及州市	流域	水系	河流	范围				水质代表断面	水质现状	水质目标		功能排序	区划依据
						起始断面	终止断面	长度(km)	面积(km ²)			2020年	2030年		
普洱大河宁洱开发利用区	普洱大河宁洱农业、工业用水区	普洱	西南诸河	澜沧江	普洱大河	东洱河水库库区起始	箐门口电站	19.5		宁洱太达	IV	III	III	农业、工业	农灌、工业
思茅河思茅开发利用区	信房水库思茅饮用水源区	普洱	西南诸河	澜沧江	思茅河	源头	信房水库坝址	9.1	1.01	信房水库	II	II	II	饮用	饮用水源
	梅子湖水库思茅饮用、景观用水区	普洱	西南诸河	澜沧江	思茅河	源头	梅子湖水库坝址		0.4	梅子湖水库	II	II	II	饮用、景观、农业	饮用水源、景观、农灌
	洗马河水库思茅饮用水源区	普洱	西南诸河	澜沧江	思茅河	源头	洗马河水库坝址		0.4	洗马河水库	III	II	II	饮用	饮用水源
	纳贺水库思茅饮用水源区	普洱	西南诸河	澜沧江	思茅河	库区起始	纳贺水库坝址		0.28	纳贺水库	II	II	II	饮用	饮用水源
	思茅河思茅景观、渔业用水区	普洱	西南诸河	澜沧江	思茅河	信房水库坝址	思茅莲花	19.4		飞机场(思茅河水文站)	>V	IV	III	景观、渔业、农业	景观、渔业、农灌

2) 饮用水源保护区

根据《云南省地表水环境功能区划(2010-2020年)》(云环发〔2014〕34号)、《云南省人民政府关于全省重点城市主要集中式饮用水水源保护区划分方案的批复》(云政复〔2011〕41号)、《普洱市人民政府关于全市集中式饮用水水源保护区划分的批复》(普政复〔2012〕62号)、《普洱市集中式饮用水水源保护区划分报告》(2012年6月)、《普洱市箐门口、纳贺、木乃河、大箐河水库饮用水源保护办法》(普洱市人民政府公告第11号)等文件,威远江流域饮用水源保护区包括景谷县曼转河水库饮用水源保护区(湖库型)、龙洞河饮用水源保护区(河流型),宁洱县松山水库饮用水源保护区(湖库型)、温泉河水库饮用水源保护区(湖库型),思茅区箐门口水库饮用水源保护区(湖库型)、纳贺水库饮用水源保护区(湖库型)、木乃河水库饮用水源保护区(湖库型)、大箐河水库水库饮用水源保护区(湖库型)。

3) 水质执行标准

由于《云南省地表水环境功能区划(2010-2020年)》(云环发〔2014〕34号)已过期,新的水环境功能区划正在编制过程中,本次环评依据《云南省水功能区划(第二版)》(2014年修订)确定地表水环境执行标准。如下:

小黑江干流执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II类水质标准;小黑江主要支流执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类水质标准;项目受水区所涉及的普洱大河河段执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类水质标准;思茅河现状年执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)IV类水质标准,规划水平年2030年执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类水质标准。

表 1.3.1-5 地表水环境质量标准(摘录)

序号	水质参数	II类标准 (mg/L)	III类标准 (mg/L)	IV类标准 (mg/L)	序号	水质参数	II类标准 (mg/L)	III类标准 (mg/L)	IV类标准 (mg/L)
1	pH(无量纲)	6~9	6~9	6~9	14	汞	≤0.00005	≤0.0001	≤0.001
2	溶解氧	≥6	≥5	≥3	15	镉	≤0.005	≤0.005	≤0.005
3	高锰酸盐指数	≤4	≤6	≤10	16	铬(六价)	≤0.05	≤0.05	≤0.05
4	化学耗氧量	≤15	≤20	≤30	17	铅	≤0.01	≤0.05	≤0.05
5	五日生化需氧量	≤3	≤4	≤6	18	氰化物	≤0.05	≤0.2	≤0.2

表 1.3.1-5(续)

序号	水质参数	II类标准 (mg/L)	III类标准 (mg/L)	IV类标准 (mg/L)	序号	水质参数	II类标准 (mg/L)	III类标准 (mg/L)	IV类标准 (mg/L)
6	氨氮 (NH ₃ -N)	≤0.5	≤1.0	≤1.5	19	挥发酚	≤0.002	≤0.005	≤0.01
7	总磷(以 P 计)	≤0.1(湖 、库 0.025)	≤0.2(湖 、库 0.05)	≤0.3(湖 、库 0.1)	20	石油类	≤0.05	≤0.05	≤0.5
8	总氮 (湖、库, 以 N 计)	≤0.5	≤1.0	≤1.5	21	阴离子 表面活 性剂	≤0.2	≤0.2	≤0.3
9	铜	≤1.0	≤1.0	≤1.0	22	硫化物	≤0.1	≤0.2	≤0.5
10	锌	≤1.0	≤1.0	≤2.0	23	粪大肠 菌群	≤2000	≤10000	≤20000
11	氟化物 (以 F ⁻ 计)	≤1.0	≤1.0	≤1.5	24	硫酸盐 (以 SO ₄ ²⁻ 计)	≤250		
12	硒	≤0.01	≤0.01	≤0.02	25	铁	≤0.3		
13	砷	≤0.05	≤0.05	≤0.1	26	锰	≤0.1		

b) 地下水环境

工程区域地下水适用于集中式生活饮用水水源及工农业用水，满足人体健康需求，执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III类标准。

表 1.3.1-6 地下水质量标准(摘录)

序号	水质参数	III类标准	序号	水质参数	III类标准
1	pH	6.5~8.5	15	铅(mg/L)	≤0.01
2	耗氧量(COD _{Mn} 法, 以 O ₂ 计) (mg/L)	≤3.0	16	镉(mg/L)	≤0.005
3	总硬度(以 CaCO ₃ 计) (mg/L)	≤450	17	氟化物(mg/L)	≤1.0
4	氨氮(mg/L)	≤0.5	18	氰化物(mg/L)	≤0.05
5	硝酸盐(以 N 计) (mg/L)	≤20.0	19	挥发性酚类(mg/L)	≤0.002
6	亚硝酸盐(以 N 计) (mg/L)	≤1.00	20	总 大 肠 菌 群 (CFU/100mL)	≤3.0
7	钠(mg/L)	≤200	21	细菌总数(CFU/mL)	≤100
8	硫酸盐(mg/L)	≤250	22	铜(mg/L)	≤1.00
9	氯化物(mg/L)	≤250	23	硒(mg/L)	≤0.01

表 1.3.1-6(续)

序号	水质参数	III类标准	序号	水质参数	III类标准
10	铁(mg/L)	≤0.3	24	锌(mg/L)	≤1.00
11	锰(mg/L)	≤0.10	25	镍(mg/L)	≤0.02
12	汞(mg/L)	≤0.001	26	钡(mg/L)	≤0.70
13	砷(mg/L)	≤0.01	27	铍(mg/L)	≤0.002
14	铬(六价)(mg/L)	≤0.05			

c) 环境空气

工程所在区域为农村，其环境空气质量功能分区为二类区，执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准。

表 1.3.1-7 环境空气质量标准(摘录)

 单位: mg/m³

标准等级		TSP	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	SO ₂
二级标准	年平均	0.20	0.07	0.035	0.04	0.06
	24 小时平均	0.30	0.15	0.075	0.08	0.15
	1 小时平均	-	-	-	0.20	0.50

d) 声环境

枢纽工程区所在区域为农村，执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 1 类标准；输水工程经过城镇区域执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)2 类标准；交通干线两侧 50m 范围执行 4a 类标准。

表 1.3.1-8 声环境质量标准(摘录)

单位: dB(A)

《声环境质量标准》(GB3096-2008)			
项目	1 类	2 类	4a 类
LAeq: 昼间	55	60	70
LAeq: 夜间	45	50	55

e) 土壤环境

农用地土壤执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)，建设用地土壤执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中第二类用地筛选值标准。

表 1.3.1-9 建设用土壤环境质量标准(摘录) 单位: mg/kg

污染物项目	筛选值(第二类用地)	污染物项目	筛选值(第二类用地)
重金属和无机物			
砷	60	铅	800
镉	65	汞	38
铬(六价)	5.7	镍	900
铜	18000		
挥发性有机物			
四氯化碳	2.8	1, 1, 2-三氯乙烷	2.8
氯仿	0.9	三氯乙烯	2.8
氯甲烷	37	1, 2, 3-三氯丙烷	0.5
1, 1-二氯乙烷	9	氯乙烯	0.43
1, 2-二氯乙烷	5	苯	4
1, 1-二氯乙烯	66	氯苯	270
顺-1, 2-二氯乙烯	596	1, 2-二氯苯	560
反-1, 2-二氯乙烯	54	1, 4-二氯苯	20
二氯甲烷	616	乙苯	28
1, 2-二氯丙烷	5	苯乙烯	1290
1, 1, 1, 2-四氯乙烷	10	甲苯	1200
1, 1, 2, 2-四氯乙烷	6.8	间二甲苯+对二甲苯	570
四氯乙烯	53	邻二甲苯	640
1, 1, 1-三氯乙烷	840		
半挥发性有机物			
硝基苯	76	苯并(k)荧蒽	151
苯胺	260	蒽	1293
2-氯酚	2256	二苯并(a, h)蒽	1.5
苯并(a)蒽	15	茚并(1, 2, 3-cd)芘	15
苯并(a)芘	1.5	萘	70
苯并(b)荧蒽	15		

表 1.3.1-10 农用地土壤环境质量标准

单位: mg/kg

污染物项目		风险筛选值			
		pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
	其他	0.3	0.3	0.3	0.6
汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
	其他	1.3	1.8	2.4	3.4
砷	水田	30	30	25	20
	其他	40	40	30	25
铅	水田	80	100	140	240
	其他	70	90	120	170
铬	水田	250	250	300	350
	其他	150	150	200	250
铜	果园	150	150	200	200
	其他	50	50	100	100
镍		60	70	100	190
锌		200	200	250	300

1.3.2 污染物排放标准

a) 水污染物

枢纽工程区施工废(污)水处理达标后全部回收利用,不外排;输水工程区临近小黑江施工段施工废(污)水处理达标后全部回收利用,不外排;其余施工段施工废(污)水排放执行《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)表 4(二类污染物)一级标准。

枢纽工程施工期施工营地生活污水处理后回用执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)相应标准;混凝土冲洗废水处理后回用执行《水电工程施工组织设计规范》(NB/T 10491-2021)的要求;其他废(污)水处理后回用执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)相应标准。

运行期水库管理区生活污水处理后用于管理区绿化,执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)标准。

表 1.3.2-1 水污染物排放及回用标准(摘录)

项目	排放、回用标准	主要指标及其标准值
废(污)水排放、回用	《水电工程施工组织设计规范》(NB/T 10491-2021)中的回用水标准	SS≤100mg/L
	《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)标准	车辆冲洗: 6≤pH≤9、浊度≤5NTU、BOD ₅ ≤10mg/L、NH ₃ -N≤5mg/L; 绿化与道路清扫: 6≤pH≤9、浊度≤10NTU、BOD ₅ ≤10mg/L、NH ₃ -N≤8mg/L
	《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)一级标准	6≤pH≤9、SS≤70mg/L、BOD ₅ ≤20mg/L、COD≤60mg/L、石油类≤5mg/L

b) 大气污染物

工程仅施工期产生大气污染物,执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 中的无组织排放监控浓度限值。

表 1.3.2-2 大气污染物排放标准(摘录)

项目	排放标准	主要指标及其标准值
大气污染物排放	《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996) 无组织排放监控浓度限值	颗粒物≤1.0mg/m ³

c) 噪声

施工噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)。运行期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)1 类标准。

表 1.3.2-3 建筑施工场界环境噪声排放标准

项目	排放标准	主要指标及其标准值
噪声控制	施工期 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)	L _{Aeq} (昼间)≤75dB, L _{Aeq} (夜间)≤55dB
	运行期 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)1 类标准	L _{Aeq} (昼间)≤55dB, L _{Aeq} (夜间)≤45B

d) 固体废物

一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)相关要求; 危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及其修改单的标准; 生活垃圾收集、处置执行《生活垃圾填埋污染控制标准》(GB16889-2008)。

1.4 评价工作等级

根据相关技术导则中关于评价等级的判别依据,结合工程环境影响源、影响因子及当地的环境功能要求,确定本工程地表水影响评价工作等级为一级,地下水评价等级为三级,生态环境评价等级为一级,环境空气评价等级为三级,声环境评价等级为

二级，土壤环境评价等级为二级。

1.4.1 地表水环境

本工程施工期将会产生一定量的废污水，主要为施工生产废水和施工人员生活污水；运行期水库蓄水运行后，主要对河道水文情势产生一定影响。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)，施工期参照水污染型建设项目等级判定依据进行评价，运行期按照水文要素影响型建设项目进行评价。

施工期生产废水主要来自混凝土拌和系统冲洗、机械修配系统冲洗等，生活污水主要来自施工人员日常生活。枢纽工程施工废污水按要求经收集处理后综合回用，不外排；输水工程施工废污水处理后应优先回用或综合利用，不能回用部分达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的一级标准排放。经估算，输水工程施工高峰期生产废(污)水排放量小于 $200\text{m}^3/\text{d}$ ，水污染物当量数 W 小于 6000，废水中主要污染物为 pH、SS，废水水质复杂程度为简单，输水工程施工期地表水评价等级参照水污染影响型建设项目三级 A 进行评价；枢纽工程区施工废污水禁止排放，施工期地表水评价等级参照水污染影响型建设项目三级 B 进行评价。

水库运行期主要为水文要素的影响。黄草坝水库总库容 11440万 m^3 ，兴利库容 9350万 m^3 ，设计水平年多年平均供水量 6610万 m^3 。水库具有多年调节性能，对小黑江径流分配有很强的调节作用，工程建设水文情势变化较大。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)水文要素影响型建设项目评价等级确定标准， $\alpha=1.46$ ，小于 10； $\beta=56$ ，大于 20； $\gamma=39.6$ ，大于 30，由此确定运行期地表水评价等级按水文要素影响型建设项目一级进行评价。

1.4.2 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016) 中地下水环境影响评价行业分类表，黄草坝水库项目组成中，枢纽工程属于地下水环境影响评价的Ⅲ类建设项目，灌溉工程不涉及再生水灌溉，属于 IV 类建设项目。工程区不涉及集中式地下水饮用水源保护区等地下水环境敏感区，但目前在庫区仍有取用地下水作为生活和牲畜饮水的情况，工程所在区域地下水敏感程度为“较敏感”。按照评价工作等级分级表，本工程地下水环境评价等级为三级。

1.4.3 生态环境

黄草坝水库工程建设征地面积共计约 7.71km^2 (包括枢纽工程区和输水工程区)，小

于 20km²，涉及土地类型包括耕地、林地等；水库具有多年调节性能，对小黑江水文情势影响明显，进而影响到河道内水生生物及其生境。因此，本工程同时涉及陆生、水生生态影响，针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级。

陆生生态：枢纽工程不涉及云南省“三区三线”成果启用后的生态保护红线，输水工程距离普洱五湖国家湿地公园最近约 110m，距离小黑江森林公园最近约 56m；工程区及周边分布有多种国家珍稀保护动植物，评价范围涉及重要生境；此外，评价区涉及较多的云南西南部地带性植被—季风常绿阔叶林。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)，建设项目涉及经论证对保护生物多样性具有重要意义的区域时，可适当上调评价等级。因此，本次环评拟确定陆生生态影响评价等级为一级。

水生生态：根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)，工程运行期地表水按水文要素影响型评价等级为一级，水生生态影响评价等级不低于二级；工程拦河闸坝的建设将导致小黑江下游河段水文情势明显改变，评价等级上调一级；水库下游 8.5km 分布有小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区，评价范围涉及重要生境，评价等级为一级。因此，确定水生生态影响评价等级为一级。

1.4.4 环境空气

工程区位于环境空气二类功能区，工程大气环境影响源主要是施工期的爆破开挖、施工机械运作和交通车辆的行驶等，产生的大气污染物主要是粉尘和飘尘，且多为临时性的无组织排放，影响主要集中在枢纽施工区范围内及运输道路两侧，且规模较小、时间短；水库运行期无大气污染物排放。采用《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018) 附录 A 推荐模型中的 AERSCREEN 模式计算的 TSP 预测值小于 1%($P_{\max}=0.7652\%$)。根据导则有关评价等级判断标准，确定本工程大气环境影响评价等级为三级。

1.4.5 声环境

工程区位于声环境 1 类和 2 类功能区，工程施工期噪声源主要来自于爆破开挖、施工机械和交通车辆的运行等，且工程结束后影响随即消失；运行期噪声主要来自提水泵站运行，工程建设前后噪声级增加很小(噪声级加高量在 3dB~5dB(A)之间)，受影响人口数量增加很少；依据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)中评价等级划分标准，确定本工程声环境影响评价等级为二级。

1.4.6 土壤环境

本工程环境影响特征属于生态影响型建设项目；根据行业类别，库容大于 1 亿 m^3 的水库属于 I 类建设项目；库区土壤 pH 监测结果小于 5.5， $2\text{g/kg} < \text{土壤含盐量} \leq 4\text{g/kg}$ ，建设项目所在地土壤环境敏感程度为“较敏感”。结合《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)生态影响型评价工作等级划分表，本工程土壤环境影响评价工作等级为二级。

1.4.7 环境风险

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)附录 C，本工程危险物质数量与临界量的比值(Q)计算值为 0.508，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)评价工作等级划分要求，本工程环境风险潜势为 I 级，确定环境风险进行简要分析。

1.5 评价范围

1.5.1 地表水环境

枢纽工程评价范围为：黄草坝水库库尾以上的海庆河、南板河，库尾至坝址下游汇入威远江河口之间的小黑江，河段长约 87.8km，兼顾区间的主要支流南埂河、帕庄河、暖里河、勐烈河、芒费小河、独达河等。

输水工程评价范围为：输水线路沿线经过的南埂河、帕庄河、景南河、铁厂河、东洱河、普洱大河等地表水体。

受退水区评价范围为：灌溉退水接纳水体景南河、铁厂河、帕庄河；供水退水接纳水体普洱大河、思茅河、五里河、木乃河等。

1.5.2 地下水环境

枢纽工程为区域水文地质单元，按枢纽工程区及库区两侧第一山脊线以内的陆域范围；输水工程为施工边界两侧向外延伸 200m 范围。

1.5.3 生态环境

枢纽工程区陆生生态评价范围为水库库尾以上至下游南埂河汇合口下游之间的小黑江两岸一级分水岭以内的陆域范围，以及施工布置区和移民安置区范围；输水工程区陆生生态评价范围为工程两侧 300m 的范围。陆生生态重点调查区域为施工布置区、水库淹没区、输水工程区、移民安置区等。

枢纽工程区水生生态评价范围为黄草坝水库库尾以上的海庆河、南板河，库尾至坝址下游汇入威远江河口之间的小黑江，河段长约 87.8km，兼顾区间的主要支流南埂河、帕庄河、暖里河、勐烈河、芒费小河、独达河等。受退水区水生生态环境调查范围为灌溉退水接纳水体景南河、铁厂河、帕庄河；供水退水接纳水体普洱大河、思茅河、五里河、木乃河等。

1.5.4 环境空气

本工程大气环境影响评价等级为三级，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)中评价范围的确定原则，不需设置大气环境影响评价范围，仅对施工期间施工区、施工运输道路以外 200m 范围进行分析。

1.5.5 声环境

评价范围为各施工区以外 300m 范围；施工运输道路两侧 200m 范围；料场、渣场以外 300m 范围。

1.5.6 土壤环境

枢纽工程水库淹没区、施工占地区、输水工程区和移民安置区等工程占地范围，各区域外扩 1km 范围。

1.6 环境保护目标

1.6.1 环境敏感对象

通过对评价区环境现状现场调查和资料分析，本项目环境敏感区分布情况如下：

a) 生态保护红线

2022 年 11 月 15 日，云南省自然资源厅办公室印发《关于正式应用“三区三线”划定成果数据作为报批建设项目用地依据的通知》(云自然资办便笺〔2022〕1054 号)，正式应用“三区三线”划定成果，经核实，黄草坝水库枢纽工程不涉及云南省“三区三线”成果启用后的生态保护红线。

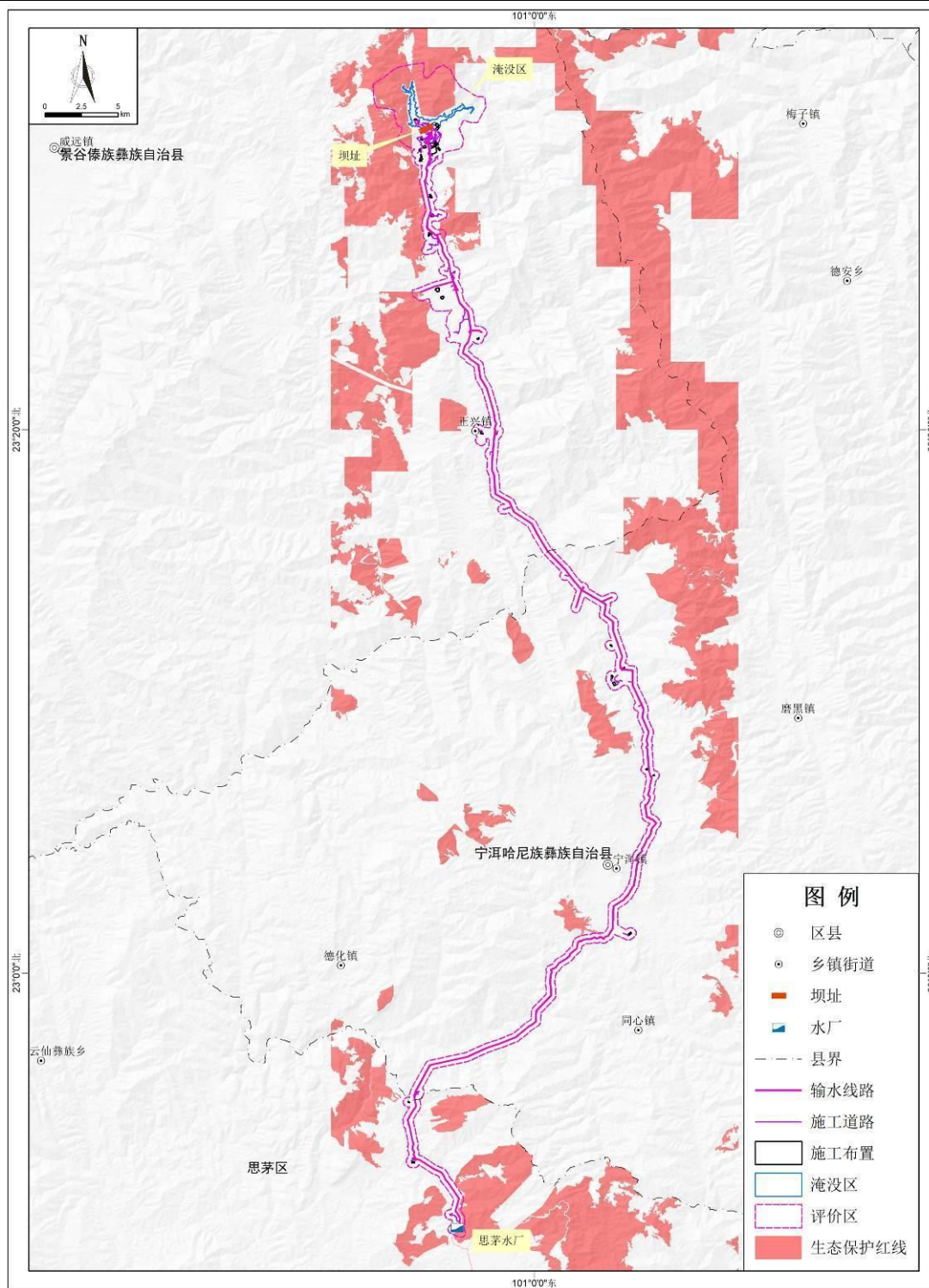


图 1.6.1-1 工程与现行生态保护红线位置关系图

b) 中国结鱼省级水产种质资源保护区

小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区位于澜沧江一级支流小黑江干流上,属普洱市景谷县正兴镇,起点坐标为 N23°26'29" E100°55'59"(麻栗坪岔河口),终点坐

标为 N23°12'44" 、 E100°55'35"(323 国道 2557+700k 二号桥)。保护区流域总面积 7773.4hm²，河道总长度约 35.7km。其中，核心区面积 4319.7hm²，河道长约 20km；实验区面积 3455.7hm²，河道长约 16km。坝址下游 8.5km 为中国结鱼省级水产种质资源保护区(实验区)的上边界。

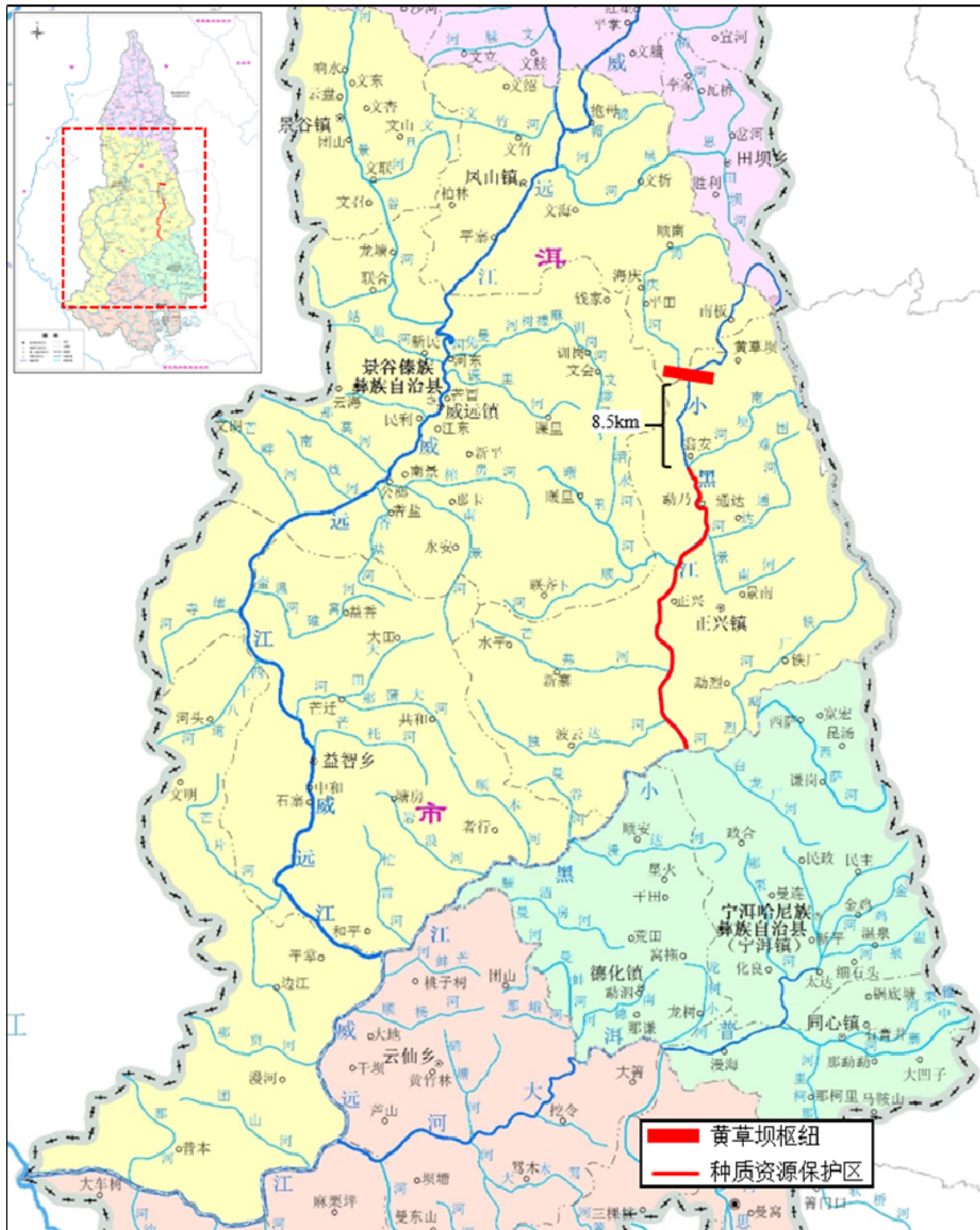


图 1.6.1-2 工程与小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区关系图

c) 饮用水源保护区

工程水源区、受水区、输水线路区附近分布的集中式饮用水源保护区有温泉河水库饮用水水源保护区、松山水库饮用水水源保护区、曼转河水库饮用水水源保护区等，那贺水库饮用水水源保护区和箐门口水库饮用水水源保护区。工程离温泉河水库、松山水库、曼转河水库和箐门口水库保护区边界均较远，最近距离为 3.9km。工程输水线路末端路线约 600m 位于那贺水库饮用水水源地二级保护区内，离一级保护区边界最近约 300m。工程与饮用水水源保护区的区位关系详见图 1.6.1-3。

d) 其它生态敏感区

本工程不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园等生态敏感区，工程输水路线距离普洱五湖国家湿地公园最近约 110m，距离小黑江森林公园最近约 56m，与其它敏感区均大于 1km 以上，相关位置关系见图 1.6.1-3。2022 年 8 月，普洱市林业和草原局以《普洱市林业和草原局确认关于黄草坝水库工程与普洱市自然保护地位置关系的函》明确了工程用地范围不涉及思茅区、宁洱县、景谷县的自然保护地。

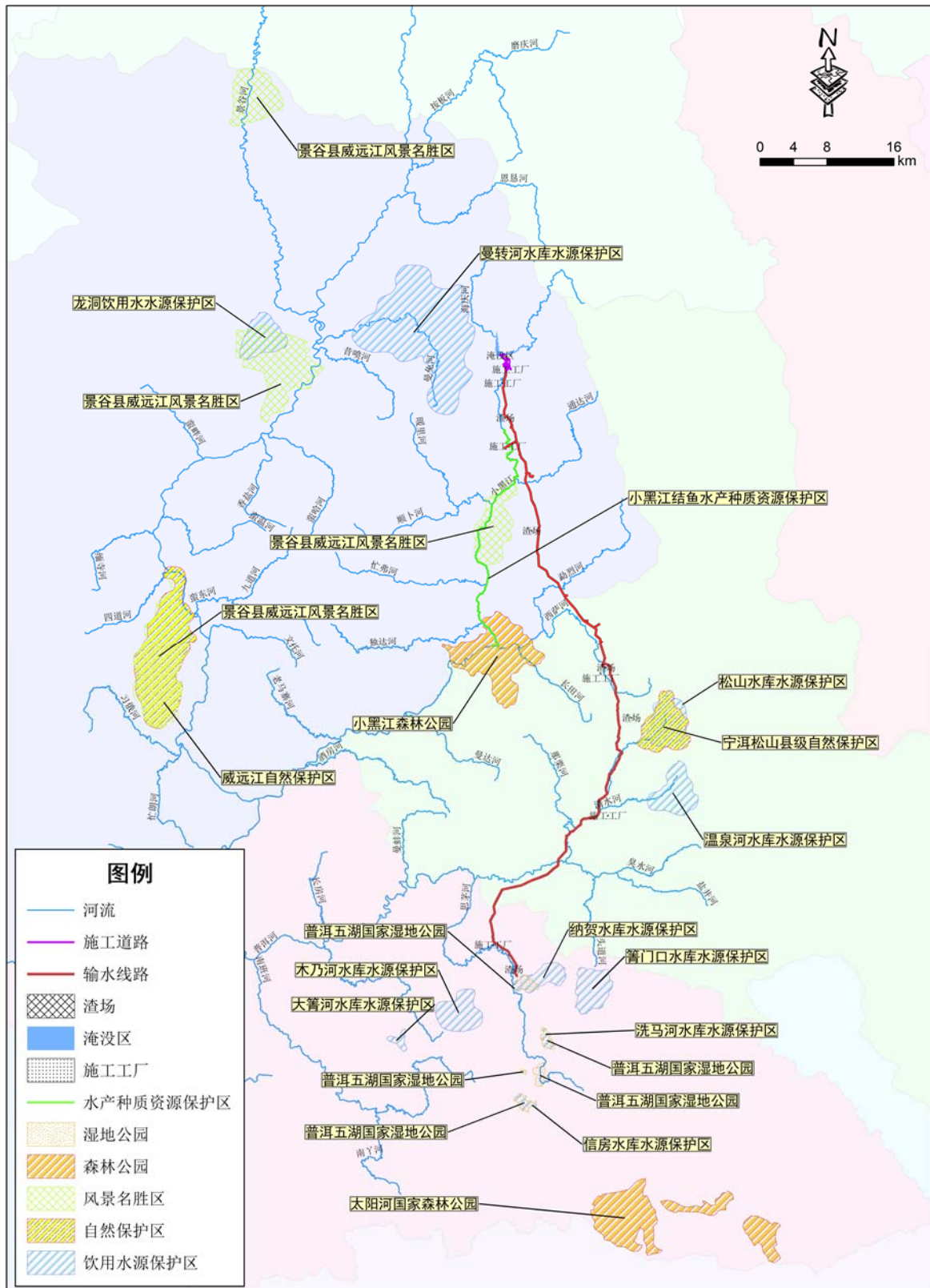


图 1.6.1-3 工程与其他生态敏感区位置关系示意图

表 1.6.1-1 黄草坝水库工程环境敏感对象一览表

环境要素	敏感保护对象	规模与特性	与工程的位置关系	主要影响因素	保护要求
水环境	南板河	南板河河道长度 27.9km，控制流域面积 108km ² ，多年平均流量 3.05m ³ /s，年径流量 0.96 亿 m ³ 。库尾以上现状水质基本达到《地表水环境质量标准》II类标准	左库尾至南板河与海庆河交汇口约 4.5km	工程运行改变水文情势	维持《地表水环境质量标准》II类水质，避免水体富营养化
	海庆河	海庆河河道长度 22km，控制流域面积 80km ² ，多年平均流量 2.26m ³ /s，年径流量 0.71 亿 m ³ 。库尾以上现状水质基本达到《地表水环境质量标准》II类标准	右库尾至海庆河与南板河交汇口约 3.2km	工程运行改变水文情势	维持《地表水环境质量标准》II类水质，避免水体富营养化
	小黑江	控制流域面积 188km ² ，多年平均流量 5.31m ³ /s，年径流量 1.67 亿 m ³ 。坝址处现状水质基本达到《地表水环境质量标准》II类标准	南板河与海庆河交汇口至汇入威远江约 78.7km，其中 0.5km 位于黄草坝库区。供水退水受纳河流	施工废污水污染地表水；工程运行改变水文情势	维持《地表水环境质量标准》II类水质；保证下游生态流量
	地下水	区内地下水类型主要包括松散堆积物孔隙水、碎屑岩孔隙裂隙水、基岩裂隙水、岩溶裂隙水四大类，以基岩裂隙水分布最为广泛	主要受大气降水补给，向邻近河溪排泄补给地表水，地下水位受地形起伏影响	水库蓄水后库区水位升高可能对库周产生渗漏、浸没等问题，洞室开挖可能对其周边地下水产生影响	预防地下水涌水，做好防护措施。隧洞排水处理后回用
	那贺水库饮用水水源地	位于普洱市中心城区北部，水库径流面积 11.4km ² ，设计库容 458m ³ ，年供水量 657m ³	约 600m 输水线路位于那贺水库饮用水水源地二级保护区内，离一级保护区边界最近约 300m	施工期对水质的污染	二级保护区内施工段废水禁止外排
	普洱大河	流域面积 1870km ² ，多年平均流量 52.8m ³ /s，年径流量 16.6 亿 m ³ 。主河道长 91.8km。现状水质达到《地表水环境质量标准》III类标准	供水退水受纳河流	供水量增加导致污水排放量增加，污染负荷加重	维持《地表水环境质量标准》III类水质
	思茅河	干流在思茅城区段全长 14.6km，现状水质为《地表水环境质量标准》V类标准及以下	供水退水受纳河流	供水量增加导致污水排放量增加，污染负荷加重	黄草坝水库通水运行前，水质恢复至《地表水环境质量标准》III类水质
生态环境	古树名木	一级古树 1 种 1 株，二级古树 4 种 4 株，三级古树 15 种 30 株	评价区内	施工破坏、施工活动干扰	保护古树名木正常生存环境

表 1.6.1-1(续)

环境要素	敏感保护对象	规模与特性	与工程的位置关系	主要影响因素	保护要求
生态环境	珍稀保护植物	20 种国家二级重点保护植物：福氏马尾杉、金毛狗蕨、苏铁蕨、合果木、金荞麦、千果榄仁、槽纹红豆、红椿、虎头兰、豆瓣兰、墨兰、美花卷瓣兰、矮石斛、长苏石斛、兜唇石斛、小黄花石斛、石斛、球花石斛、翅梗石斛、大苞鞘石斛；4 种云南省重点保护野生植物：长柄北油丹、红马银花、白柱万代兰、矮万代兰	评价区内	施工破坏、水库淹没	保护物种多样性和植被资源
	珍稀保护动物	国家一级重点保护野生动物 4 种：绿孔雀、黑颈长尾雉、林麝和亚洲象；国家二级重点保护野生动物 41 种：猕猴、黄喉貂、斑林狸、豹猫、凤头蜂鹰、蛇雕、凤头鹰、松雀鹰、雀鹰、普通鵟、红隼、原鸡、白鹇、针尾绿鸠、楔尾绿鸠、褐翅鸦鹃、领角鸮、鵞鸲、领鸮、斑头鸮、红头咬鹃、白胸翡翠、栗喉蜂虎、红喉歌鸲、画眉、银耳相思鸟、红嘴相思鸟、红胁绣眼鸟、大壁虎、红瘰疣螈、眼睛王蛇；云南省重点保护野生动物 2 种：孟加拉眼镜蛇	评价区内	施工活动干扰	保护动物栖息地不受破坏，加强管理
	普洱五湖国家湿地公园	保护对象为森林-湿地复合生态系统及其水禽栖息地，公园面积 1148.43hm ²	输水线路末端东侧，最近水平距离约 110m	施工活动干扰	保护湿地公园范围不受施工活动影响
	小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区	位于小黑江干流上，保护区流域总面积 7773.4hm ² ，河道总长度约 35.7km，主要保护对象：中国结鱼、野结鱼、后背鲈鲤(国家二级重点保护野生动物)、云南吻孔鲃	坝址下游 8.5km 为中国结鱼省级水产种质资源保护区(实验区)的上边界	运行期大坝阻隔、水文情势改变等	加强施工管理，建设过鱼设施、鱼类增殖放流站等
	生态保护红线	枢纽工程不涉及云南省“三区三线”成果启用后的现行生态保护红线，但距离红线边界较近		施工和运行引起的水土流失	采取水保措施，控制水土流失
大气和声环境	枢纽工程区施工工厂西南侧居民	5 户，土砖结构	20m~60m	工程区施工造成的噪声和大气污染	满足相应环境质量标准
	正兴镇至枢纽工程区道路两侧居民点	翁安村、麻栗坪、箐底村、勐乃村	30m 内		



表 1.6.1-1(续)

环境要素	敏感保护对象	规模与特性	与工程的位置关系	主要影响因素	保护要求
大气和声环境	谦岗泵站东北侧居民	1 户，土砖结构	92m	工程区施工造成的噪声和大气污染	满足相应的环境质量标准
社会环境	移民	规划水平年生产安置人口 487 人、搬迁安置人口 48 人		生产和搬迁安置对生产生活的影响	生活质量和生产生活水平不受影响
	专业项目	影响机耕道 4.235km，10kV 输电线路 8.258km，220V 低压线路 9.104km，通信线路 8.121km		工程征地	专业项目复建

1.6.2 环境保护目标

1.6.2.1 地表水环境

施工期：维持施工区现有水域功能，满足下游生态用水要求，保障施工区下游河道的水量和水质。

运行期：保证水库以及坝址以下河段水质标准不因本工程建设和运行而降低，维持河段现有水域功能，保护水质，达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准。确保下泄生态流量，满足下游河道生态需水要求，不影响工程涉及河段及两岸的水资源利用要求。

保证受水区退水受纳河流水质不因本工程的兴建而恶化，促进受水区地表水体水环境质量持续改善，逐步恢复河流水生态功能。

1.6.2.2 地下水环境

工程区地下水水质不因工程建设和运行而降低，地下水水质满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类标准。防止工程区附近的地下水位受到影响，将库区周围地下水位受库水位变幅影响控制在可接受范围内，避免因地下水位变化出现地陷、地裂等环境水文地质问题。

1.6.2.3 生态环境

通过合理布置施工场地、控制施工占地、加强施工管理，减轻工程对区域动植物的不利影响，维持区域生态系统的完整性和稳定性，使区域生态环境不因新建本工程而恶化。施工结束后，及时对各类临时施工场地实施植被恢复。

保护野生动植物生境，采取积极的野生动物保护措施，对国家及地方重点珍稀保护动植物妥善进行保护。

维护库区及坝下游河段水生生物多样性，保护鱼类资源，保证中国结鱼省级水产种质资源保护区内鱼类的正常生命活动。

1.6.2.4 环境空气及声环境

环境空气：保护施工区周边及沿线村庄或居民点不因工程施工、移民安置等活动造成环境空气质量下降，环境空气质量达到《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)中二级标准。

声环境：保护施工区周边及沿线村庄或居民点不因工程施工、移民安置等活动造成声环境质量下降，枢纽工程所在的农村地区声环境执行《声环境质量标准》

(GB3096-2008)1 类标准，输水工程经过城镇区域执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)2 类标准，交通干线两侧 50m 执行 4a 类标准。

1.6.2.4 土壤环境

合理利用土壤资源，防止破坏和浪费表土资源；加强施工管理，禁止随意扩大施工用地侵占土地；防止因本工程建设而影响周边土壤的理化性质。

1.6.2.5 社会环境

保障移民的生产条件、生活环境和生活质量。农村移民居住条件、住房质量和面积、生活水平不低于搬迁前的水平。

1.6.2.6 人群健康

做好工程施工期及运行期移民安置区的人群健康规划，落实各项保护措施，避免在施工期及运行期移民安置区出现各种流行病的暴发流行。

1.7 评价时段和评价重点

1.7.1 评价水平年

a) 现状评价水平年

水环境现状评价采用 2020 年~2022 年河流、水库等地表水体水质监测资料；生态环境现状评价以 2018 年的遥感解译和 2019 年~2022 年现场实地调查为背景值。

b) 预测水平年

工程施工期：评价时段为工程施工全过程。预测水平年为施工高峰年。

工程运行期：评价时段至工程运行并发挥全部效益后，设计水平年 2035 年。

1.7.2 评价重点

根据黄草坝水库工程的环境影响特点，确定水资源及水环境影响、生态环境影响、施工期环境影响等作为本次评价工作的重点内容。

1.8 评价程序

按照环境影响评价技术导则，本工程环境影响评价工作程序见图 1.8。

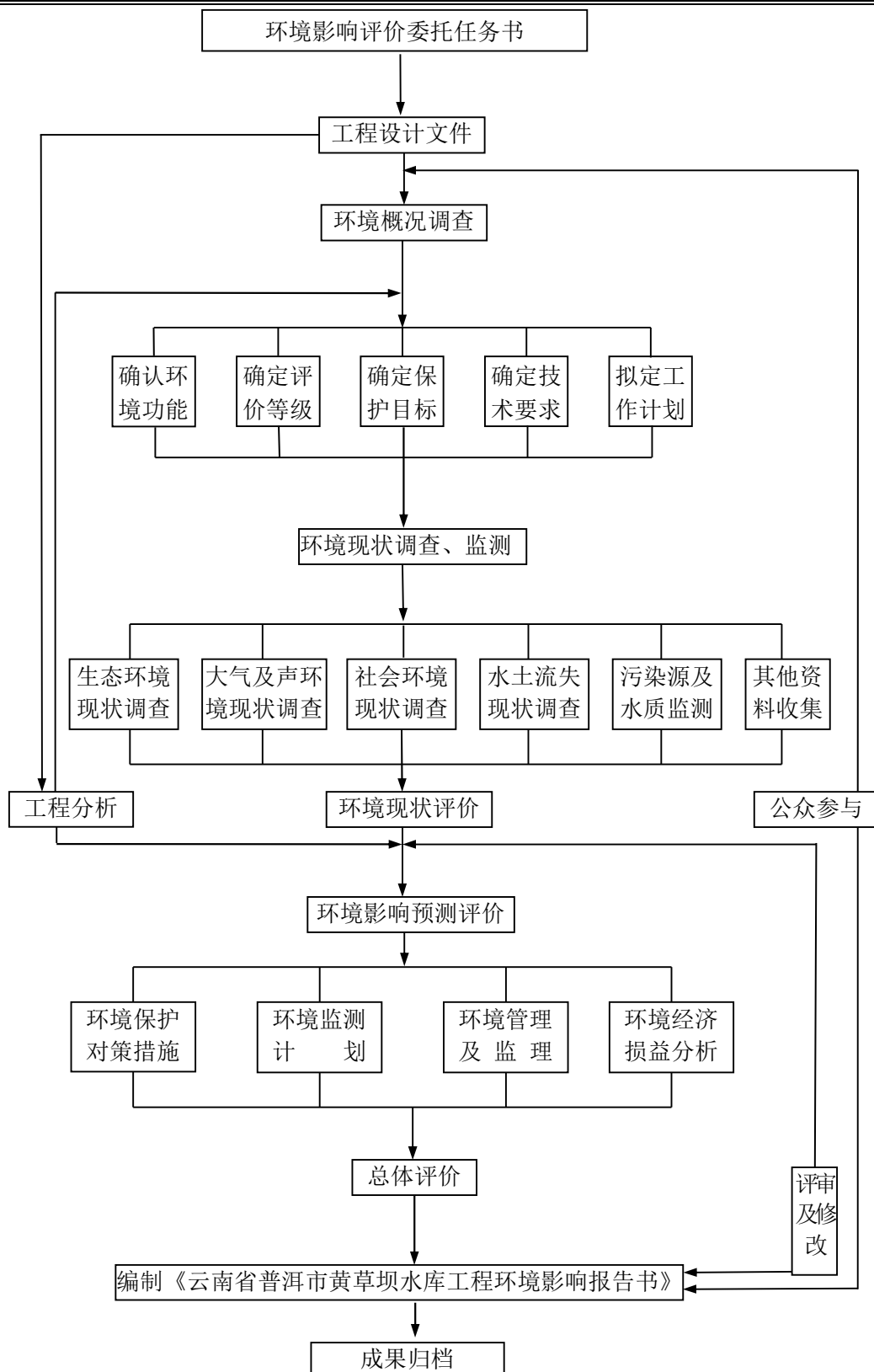


图 1.8 环境影响评价工作程序

2 工程概况

2.1 流域概况

2.1.1 澜沧江流域概况

澜沧江中国境内河段长约 2160km，平均比降 2.12‰，流域面积 17.4 万 km²。澜沧江青海省境内河段长 454km，区间流域面积 3.87 万 km²，落差 1548km，平均比降 3.4‰；西藏自治区境内河段长 480km，区间流域面积 3.85 万 km²，落差 1255m，平均比降 2.61‰；云南省境内河段长 1240km，区间流域面积 9.1 万 km²，落差 1780m，平均比降 1.45‰，出国境处多年平均径流量为 640 亿 m³，占湄公河河口多年平均径流总量的 13.47%。

澜沧江水系主要由干流和众多的支流组成。流域面积大于 100 km²的支流有 138 条，流域面积大于 1000km²的支流有 41 条，较大的支流一般分布在上游和下游。一般支流较短，多为 20km~50km，天然落差特别大，一般在 2000m~3000m。主要支流有：麦曲、色曲(金河)、永春河、通甸河(碧玉河)、泚江、永平河、黑惠河、罗闸河、小黑江、左支小黑江(威远江)、黑河、流沙河、补远江、南阿河和南腊河等。

澜沧江支流的特点是落差大、水资源丰富。上、中游降水量少，有雪水补给，水量稳定；下游地处热带、亚热带气候区，降水量大，水量充沛。

2.1.2 威远江流域概况

威远江为澜沧江左岸主要支流之一，发源于镇沅县朝阳山，干流由北向南流经镇沅县勐大镇，始称勐统河，至景谷县凤山镇哨排，接纳按板河后始称威远江，再经钟山乡、威远镇，在益智乡岔江与小黑江汇合后，经景谷县、思茅区、澜沧县交界的腊撒渡口汇入澜沧江。威远江流域面积 8847km²，主河道长 316.6km，河道平均比降 6.8‰，主要支流有景谷河、小黑江、普洱大河、按板河、曼转河等。

小黑江属威远江一级支流，源头分为东、北两源。其中，东源南板河为主源，发源于干坝子大山，源地高程 2851.1m；北源为海庆河，发源于大营头山，源地高程 2625.8m。南板河自东北向西南流，于口牲寨下游约 1km 处与自北向南流的海庆河交汇，再流经老彭、丫口寨等村寨，于丁家寨附近纳南埂河后始称小黑江。再经勐乃、高桥、正兴等地，先后接纳帕庄河、暖里河、南板河、勐烈河等较大支流，在益智乡岔江村附近汇入威远江。小黑江流域面积 1980km²，主河道长 110.7km，河道平均比

降 3.3‰。

景谷河属威远江一级支流，发源于普洱市镇沅县振太乡大光山，流经振太乡文平、太和、小寨，从塘房村白沙田入景谷县，归威远江，流域面积 634km²，主河道长 85.6km。

普洱大河属威远江一级支流，发源于普洱市宁洱县宁洱镇民主村聋子寨、梁子田、茶庵坡头一带的分水岭，由北向南流经宁洱县城、同心镇、德化镇、思茅区震东、云仙、龙潭等乡，在宁洱县城内主要接纳东洱河、西洱河、虾洞河、金鸡河、温泉河、柴河后，在困峨交汇为普洱大河，之后沿途接纳那栗河、那苏河、头道河等支流后转向西南，纳思茅河、南邦河，在麻栗坪汇入威远江；普洱大河流域面积 1870km²，主河道长 91.8km，河道平均比降 7.4‰。

思茅河被誉为普洱人民的“母亲河”，发源于城区南部的大尖山，由南向北流过思茅坝后在三棵桩下游汇入普洱大河，是澜沧江三级支流。思茅河干流全长 57.5km，流域面积 293km²，上游为信房河，源头建有信房水库，主要支流有石屏河、石龙河、洗马河、梅子河、曼连河、老杨箐河、机场左河等 8 条，支流上游建有洗马河水库、梅子湖水库、那贺水库，加上天然湖泊野鸭湖，与信房水库一起并称“五湖”。思茅河普洱市中心城区唯一一条贯穿南北，连接“五湖九河”的排水通道，也是城市防洪的主要承泄河道。

黄草坝水库工程位于云南省普洱市中部，水库位于普洱市景谷县正兴镇澜沧江流域威远江支流小黑江干流上游，输水线路由北至南纵跨普洱市景谷县、宁洱县和思茅区，工程地理位置坐标为东经 100°35′~101°10′，北纬 22°50′~23°35′。

黄草坝水库工程所在威远江流域水系分布情况，见图 2.1.2-1。

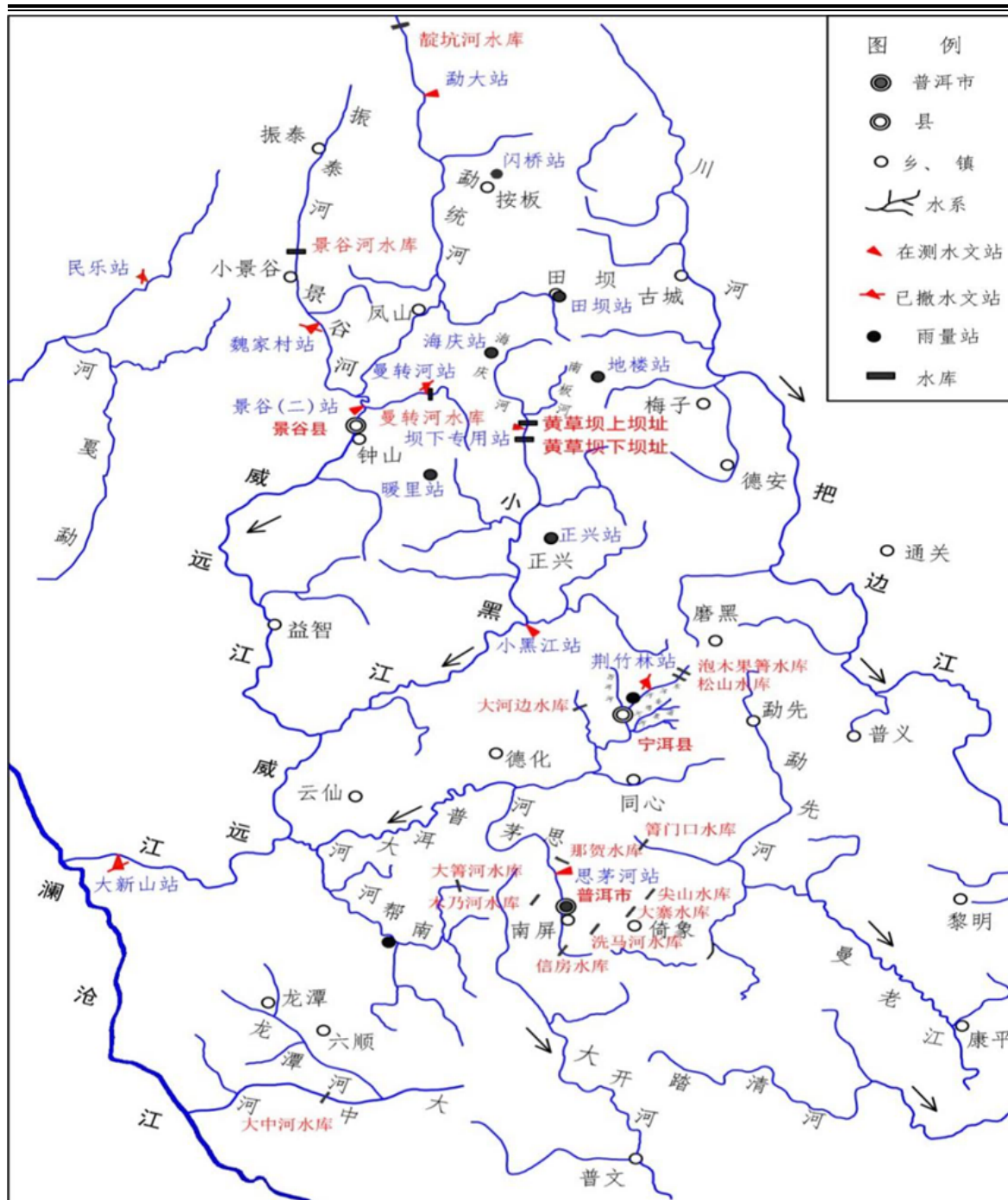


图 2.1.2-1 黄草坝水库所在威远江流域水系分布图

2.1.3 威远江流域功能定位

根据《全国主体功能区划规划》，威远江流域涉及“限制开发区域(重点生态功能区)”、“限制开发区域(农产品主产区)”以及“重点开发区域”。

根据《云南省主体功能区划》(云政发〔2014〕1号)划分成果，流域涉及国家级农产品主产区、省级重点生态功能区、重点开发区域、禁止开发区域。

根据《全国生态功能区划》，流域涉及“I-02-19 滇南生物多样性保护功能区”、

“I-02-21 澜沧江中游生物多样性保护功能区”、“I-02-24 无量山—哀牢山生物多样性保护功能区”。

根据《云南省生态功能区划》，流域涉及“II3-3 景谷威远江中山河谷林业生态功能区”，其功能定位为“思茅松原始林保护和人工林建设为主的生态林业建设”。

表 2.1.3-1 威远江流域功能定位一览表

国家级功能区类型		名称 (范围)	河段 位置	功能定位
限制开 发区域	国家级 农产品 主产区	主要分 布于景 谷县和 宁洱县	中游	保障粮食产品和主要农产品供给安全的基地，全省农业产业化的重要地区，现代农业的示范基地，农村居民安居乐业的美好家园，社会主义新农村建设的示范区。农产品主产区要以大力发展高原特色农业为重点，切实保护耕地，稳定粮食生产，发展现代农业，增强农业综合生产能力，增加农民收入，加快建设社会主义新农村。有效增强农产品供给保障能力，确保国家粮食安全和食品安全。
	省级重 点生态 功能区	主要分 布于镇 沅县	上游	重点生态功能区要以保护和修复生态环境提供生态产品为首要任务，因地制宜地发展不影响主体功能定位的适宜产业，引导超载人口逐步有序转移。禁止非保护性采伐，涵养水源，保护动植物生物多样性。
重点开 发区域	滇西南 地区	思茅区	下游	昆明至磨憨辐射泰国曼谷经济走廊的重要组成部分，中国与东南亚经济文化联系的纽带；重要的热带特色生物产业、可再生能源，出口商品加工基地；面向老挝、泰国的重要商贸集散地，澜沧江——湄公河国际旅游区。
禁止开 发区域	威远江 自然保 护区	位于景 谷县	中游	国家和云南省保护自然文化资源的重要区域及珍贵动植物基因资源保护地。

2.1.4 流域规划概况

2.1.4.1 澜沧江流域综合规划

《澜沧江流域综合规划报告》中 5.2.4 供水工程建设规划方案提出：“保障流域经济社会发展和生态文明建设对水资源的合理需求，合理开源，按照‘先挖潜、后扩大，先改建、后新建’的原则，在做好生态环境保护和移民安置的基础上，进一步增加水资源供给，重点推进一批骨干水源工程建设”。

《澜沧江流域综合规划》中提出：“抓紧推进一批骨干水源工程建设，新建西藏自治区宗通卡、云南省黄草坝等大型水库”。

2.1.4.2 威远江流域综合规划

a) 规划范围

规划范围为整个威远江流域，总面积 8847km²，流域全部隶属于普洱市，涉及思

茅区、宁洱县、景谷县、镇沅县，包括 20 个乡镇。

b) 规划水平年

近期规划水平年为 2025 年，远期规划水平年为 2035 年。

c) 规划目标

规划的总体目标是建立和完善流域水资源合理配置与高效利用调控体系、防汛抗旱减灾安全保障体系、民生水利惠民保障体系、水土保持与河湖生态修复保障体系、水务管理与发展保障体系五大体系。统筹协调水资源开发、利用、保护与防治水害的关系，以保障防洪安全、供水安全、生态安全 and 经济安全，提高流域管理水平，以水资源可持续利用支撑流域经济社会的可持续发展。

d) 规划布局

按照普洱市水安全保障和全面建成小康社会目标，结合云南省、普洱市发展总体战略和主体功能区划，根据流域地形特点、水土资源特点、水资源承载能力、水环境承载能力和经济社会发展布局等情况，以建设绿色普洱、生态普洱及保障水资源可持续利用为主线，围绕服务于普洱市“一核两翼三带”的经济社会空间发展格局，依托哀牢、无量两山经济带，结合流域实际需求，划分四大片区，分别是东南部思宁平坝区、西南部“大小芦山”区、威远江沿江片区、小黑江沿江片区四大片区，分别进行规划布局。

1) 东南部思宁平坝区

东南部思宁平坝区以普洱城区和宁洱县城为核心，主要包括思茅街道、南屏镇、宁洱镇、同心乡、德化乡。思茅区与宁洱县地缘相近，经济依存度高，随着普洱市城镇化发展及“思宁一体化”布局，未来将发展为地方性都市区。该区水系众多，丰洪旱枯，易洪易涝，是流域主要经济重心，人口密度大，工业发展迅速，由于处于河流的源头区，人均水资源量远低于全市平均水平，水资源供需矛盾突出，是普洱市典型的资源性缺水地区。

该区域人口、工业发展迅速，水资源供需矛盾突出，河湖生态需水长期被挤占、城区河流水污染问题突出。该区域应在保障河湖生态需水、加强节水力度、现有供水工程挖潜的基础上，适当“开源”，逐步提高城乡供水保障能力，支撑区域经济社会发展。规划布局以加大中小型蓄水工程建设力度，增强片区水源调蓄能力为主，形成以大型水库为骨干、中型水库为重点、小型水库和塘坝工程为辅的水利支撑保障体系。

规划在小黑江建设黄草坝水库及配套引水工程，为普洱城区、宁洱县城及沿线村庄供水，提高区域供水保障能力；规划在宁洱县新建曼海水库、锥栗河水库，解决水库下游沿河村庄用水问题。

推进城区水源联通、联调，加强城区水库调度，实施河流生态补水，保障河湖生态用水，促进水生态、水景观、水文化建设，规划五里河水库至信房水库引水连通工程，改善城区生态用水；规划以思茅河、普洱大河、东洱河、西洱河、温泉河等河段治理为核心，辅以分散河道治理，保障区域防洪安全，提高区域防洪能力；加强水污染防治，强化污染源治理，加大入河排污口整治力度。同时注重加强节水型社会建设，实行最严格的水资源管理制度。加强灌区续建配套及节水改造建设，发展茶叶、咖啡等特色高效节水农业。

2) 西南部“大小芦山”区

西南部“大小芦山”区主要包括思茅区西部云仙乡，龙潭乡及六顺镇的流域内部分，该区属于“大小芦山区”。该片区山地纵横，河流切割深，陡坡多，缓坡少，地势越高，陡坡越多，人高水低现象较为突出，属于典型的喀斯特地形地貌。该区水土资源较差，土地分散且主要分布在河流的源头区，水土资源开发利用困难，农村人畜饮水安全问题突出，民生水利设施明显不足。

规划建设小庙尖山水库、曼东山水库、南邦水库等骨干水源工程，提高水资源调蓄能力；规划普洱大河骂木段、南邦河、酒房河段中小河流治理，保障沿河两岸农田的防洪安全；建设六顺镇背阴山水库至高笕槽及嘎里引调水工程、云仙乡糯扎渡库区至芦山村引调水工程，推进水系连通工程建设，提高区域供水保障能力。通过实施农村饮水工程与因地制宜新建小水窖、小坝塘、小水池、小渠道、小泵站等“五小”水利工程，解决农村人畜饮水问题；发展旱地节水农业，发展高效节水灌溉，提高农业抗旱能力，保障区域基本粮食安全。

3) 威远江沿江片区

威远江片区主要包括景谷县景谷镇、凤山镇、威远镇、益智乡以及镇沅县勐大镇、按板镇，涉及勐统河、景谷河、威远江等。该区为无量山南延段峡谷带，形成了勐大～威远宽谷区。该区水资源丰富、土地资源集中，是流域农业生产的主产区，建成了以勐统河、钟山坝重点中型灌区为主以及其它小型灌区为辅的农业综合生产体系，同时也是普洱市工业发展确定的“两山经济带”和全市低碳经济示范区一部分。

区内以农业发展为主，规划布局以城镇供水和农业灌溉用水为主，规划新建中型那木河水库，小型豹子洞水库、十八道河水库、按板水库、英德水库、那敦水库等水库水源工程；乡镇供水以“五小水利”工程为主，因地制宜，提高各乡镇村的水源供给能力，解决片区内农村人畜饮水问题和农业灌溉问题；加大现有重点中型灌区续建配套与节水改造工程建设力度，增加保障灌溉面积，提高农田灌溉保证率。在高山旱作地区，根据生态保护的要求，合理配置水资源，建设塘坝及“五小水利”工程，在采取节水措施的同时，通过产业调整控制高耗水作物种植面积和适当压减灌溉面积。

此外，该区主要人口、农田均集中在狭窄河谷带，工程治理难度大，洪灾损失高，防洪压力较大，规划对威远江勐大镇段、凤山镇段、威远镇段等沿河村庄防洪工程，对支流景谷河振太镇段、按板河、恩垦河沿河村庄段进行治理。干流及支流沿岸加强坡耕地水土流失治理，干流上游要加强河道采砂管理。

4) 小黑江沿江片区

小黑江是威远江的一级支流，小黑江片区仅包括正兴镇和益智乡。片区内山高水低，耕地分散，多分布在小黑江支流上。现状灌溉多为山箐水，调蓄能力差，取水困难。根据区域社会经济发展和区内水土资源条件，小黑江沿江片区规划以乡镇供水和农业灌溉为主，规划新建那西河水库、石丫坡水库为主的小型水库。规划建设黄草坝水库，以小黑江为主水源进行长距离引水，为思茅区、宁洱县、景谷县及沿线乡镇供水；为保障防洪安全，规划对芒谷河正兴镇段进行治理；为提高各乡镇村的水源供给能力、解决片区内农村人畜饮水问题和农业灌溉问题，规划新建一批“五小水利”工程。

e) 主要规划内容

1) 防洪规划

威远江干流干流防洪布局以堤防挡水，护岸防冲为主，保证洪水安全下泄，保护沿河村镇及耕地。思茅河城区靠近思茅河流域上游，防洪布局依靠信房水库、洗马河水库、梅子湖水库拦蓄洪水，削减洪峰，城区内以河道泄洪、堤防挡水为主。宁洱县城防洪布局充分发挥东洱河水库、西洱河水库的调蓄作用，削减洪峰，下游河道以清淤扩挖、修筑堤防提高河道行洪能力为主，保障洪水安全下泄。山洪灾害治理以非工程措施为主，兼有部分山洪沟治理，工程措施以山洪沟治理护岸防冲为重点，形成以护岸及堤防工程、沟道清淤疏浚工程、排洪渠工程为主的综合防治体系。

2) 水资源配置规划

2025 年，威远江流域配置生活用水量 6107 万 m^3 ，工业用水量为 6364 万 m^3 ，农业用水量为 16492 万 m^3 ；2035 年配置生活用水量 8660 万 m^3 ，工业用水量为 9181 万 m^3 ，农业用水量为 14520 万 m^3 。

3) 水资源利用规划

(1) 水源规划

根据规划水平年 2035 年供需分析成果，普洱城区和宁洱县城有不同程度的缺水，总缺水量为 5595 万 m^3 。规划拟定三种水源区方案：方案一新建黄草坝水库工程从小黑江引水、方案二利用现有的糯扎渡水电站水库、方案三新建黄草坝+利用现有糯扎渡联合供水。

(2) 城市供水规划

普洱城区主要包括思茅街道、南屏镇和倚象镇，其中倚象镇位于威远江流域外，规划水平年 2035 年由大寨水库和黄草坝水库联合供水。现状普洱城区供水水源是箐门口水库(纳贺水库备用)、信房水库(洗马河水库备用)和大寨水库，规划水平年 2035 年在现有供水水源的基础上增加黄草坝水库。宁洱县城现状供水水源是大河边水库、泡木果箐水库、松山水库，规划供水水源在现有供水水源的基础上增加黄草坝水库。景谷县城现状供水水源是曼转河水库，规划水平年规划供水水源依然为曼转河水库。

(3) 乡镇供水规划

威远江流域现状各乡镇镇区用水主要以小型水库和河道引提水工程为主。规划到 2035 年，威远江上游区域的 6 个乡镇现状供水水源可满足镇区的用水要求，因此，仍维持现状水源；小黑江区域的正兴镇由河道引水工程改为黄草坝水库供水；普洱大河区域的 3 个乡镇现状供水水源均为水库，可满足 3 个镇区的用水需求，仍维持现状水源。

(4) 农村供水规划

流域内结合灌区供水水源情况，对于黄草坝灌区可覆盖到的周边农村由黄草坝水库解决。不在黄草坝水库灌区供水范围内的，仍然维持现状供水水源，适当挖潜扩建，增加供水能力，现状供水能力不足的，规划建设新的沿河引提水、地下水井等集中供水工程，不具备建设集中供水工程的农村，因地制宜建设分散式供水工程。

(5) 灌溉规划

威远江流域规划续建配套与节水改造 3 座中型灌区为镇沅县勐统河灌区、景谷县

钟山坝灌区及宁洱县宁洱灌区，规划新建 21 个小型灌区，规划新增有效灌溉面积 7.4 万亩，改善农田有效灌溉面积 13.7 万亩，发展高效节水灌溉面积 1.2 万亩。流域灌溉水利用系数提高至 0.65。规划对现有灌区进行改造，从恢复、改善灌区条件，提高管线水利用系数等方面着手，对输水渠道进行清淤、加固防渗、节水改造、续建配套建设，提高渠道的输水能力。

规划新建 1 座大型水库黄草坝水库，1 座中型水库那木河水库。同时规划新建一批小型蓄引提水工程，以保障农业用水，提高灌溉保证率。

4) 水资源保护规划

通过水源地保护、水污染防治以及入河排污口的整治保护地表水资源，加强水功能区管理，限制排污总量，到 2025 年和 2035 年，入河排污口登记率达到并保持 100%；彻底消灭劣 V 类水，使水功能区水质达标率达到并保持 100%。

(1) 强化城镇生活污染治理

强化城镇生活污染治理，对现有城镇污水处理设施，因地制宜进行改造。加强城区废污水收集和处理，逐步建立重要乡镇污水处理厂，到 2025 年，城镇生活污水集中处理率达到 70%。2035 年底前，基本实现城镇污水全收集、全处理，乡镇污水处理率达到 85%以上；新建城镇污水处理设施达到一级 A 排放标准，新建乡镇污水处理设施出水达到一级 B 排放标准以上，并且需要满足排放水域的水环境要求；中心城区污水再生利用率达到 20%，乡镇结合实际情况开展污水再生利用。提高污泥资源化水平，对污水处理设施产生的污泥进行稳定化、无害化和资源化处理，禁止处理不达标的污泥进入耕地，推进污泥规范化处理处置，各城镇污泥无害化处理率达到 90%以上。

(2) 全面加强配套管网建设

城镇新区建设应实行雨污分流，有条件的地区要推进初期雨水收集、处理和资源化利用。强化老旧城区和城乡结合部污水截流、收集。现有合流制排水系统应加快实施雨污分流改造，难以改造的，应采取截流、调蓄和治理等措施。新建污水处理设施的配套管网应同步设计、同步建设、同步投运。2035 年底前，普洱市思茅区、宁洱县、景谷县、镇沅县建成区(县)污水基本实现全部收集、全处理。基本实现雨污分流，解决生活污水直排/混排入河问题。

(3) 加强城区段水环境污染防治

对于工业污染源，在实施排污口截流并网的基础上，对违规排放企业严格处理，促使高污染、高能耗企业进行技术改造，实施清洁生产，遏制企业将治污成本转嫁给社会。同时要建立健全水环境保护法规，严格执法，做到以防为主，以治为辅。落实企业自行或委托第三方监测和信息公开制度。工业企业要履行自行监测、自证守法的基本责任，要建立环境管理台账。开展自行监测或委托第三方监测。到 2025 年，实现入河排污口登记率 100%，逐步实现工业污染源排放监测数据统一采集、公开发布，不断加强社会监督。

(4) 加强面源治理

农村面源污染控制以农村散养畜禽污染治理为主，同时加强农村生活污水治理，实施农村生活污水净化池覆盖工程。科学制定农村生活污水治理规划，采取分片集中建设微动力农村生活污水治理设施的方式，生态处理农村生活污水。到 2025 年，流域内农村生活垃圾无害化处理率 70%以上，规模畜禽养殖配套建设废弃物处理设施比例达 70%以上。

全面做好农业面源污染防治工作，推广测土配方，科学施肥用药，推广使用低毒、低残留农药和可降解的农用薄膜，加强废旧农药、化肥包装物和废旧农用薄膜的回收。加强对农产品基地的环境监督管理。到 2025 年，流域内测土配方施肥技术覆盖率达 80%以上。

(5) 明确河道垃圾清理责任

明确河道垃圾清理责任，减少多部门共管的现状。严格遵循“河长制”，分地区尽快清理河道垃圾。县(区)内应建设垃圾填埋场，乡级单位应有垃圾简易处理设施，禁止向河道内倾倒垃圾。

(6) 建立水污染应急预案

建立和完善水污染事故预警和应急处理体系，当发生水污染事故时，须立即采取措施，及时启动应急预案，提高对突发水污染事故的处理能力，及时减轻污染危害。

(7) 入河排污口整治

根据入河排污口现状，全面开展现有排污口整治，实施深度处理等措施，关停禁止设置排污口水域现有排污口，严格限制设置排污口水域的污染物入河量，并全面加强排污口规范化建设，为排污口监测与管理提供保障。对于现状水功能区水质超标，或入河污染物总量接近或纳污能力的水功能区，加快各排污口的整治，并通过合理规

划布局，减少该区的污染类项目的建设。

5) 水源地保护规划

威远江流域内共有 7 个集中式饮用水地表水水源地，其中思茅区 4 个，景谷县 2 个，宁洱县 1 个。

对东洱河水库、西洱河水库、大边河水库、松山河水库、何张田水库等水库库区周边生活污水入库量进行严格控制，新建水库环库污水收集管网及污水提升泵站，将库区生活污水全部纳入城市污水处理厂，实现库区居民点及小区、企事业单位的生活污水全收集、全处理，大幅削减库区生活污水污染负荷。在周边交通道路较为发达的东洱河水库、大河边水库、松山河水库库区周边新建钢筋混凝土结构道路防撞墙以及路面径流收集管线，完善径流收集系统，对路面径流集事故污水进行有效收集，并建设沉淀池用于储存路面初期雨水及危险化学品运输事故产生的污水。

6) 地下水保护规划

对工业园区、矿山开采区、矿山渣场、垃圾填埋场地以及危险废物堆放场等区域应进行必要的防渗处理。报废矿井、钻井以及取水井应实施封井回填。开展地下水污染状况调查，研究建立区域内环境风险大、严重影响公众健康的地下水污染场地清单，推进试点修复工作。

结合替代水源工程建设，分层次、分阶段关停地下水水源井，进一步加强地下水的涵养与保护，实行地下水取水总量控制和水位控制，加强地下水取水计量监测。控制地下水开采，逐步实现涵养地下水源。

7) 水生态保护规划

全面开展水生态空间管控、河湖水生态修复与保护、生物多样性保护、水资源保护等方面工作，多部门协同，实施山水林田湖系统治理，推进流域生态环境良好的发展，到 2035 年，初步建立生态良好、河湖健康的威远江水系生态廊道。

(1) 划定水生态空间保护红线

通过岸线空间保护利用规划，确定水域岸线空间的保护区、保留区、限制开发区、开发利用区。河湖水域岸线空间范围内的保护区划为红线，包括涉及到威远江自然保护区的河流岸线划定为红线；水功能区划中的明令禁止开发、具有重要生态功能，或对维护河势稳定等有重要作用的空间皆划为水域岸线空间保护红线。水域岸线空间中属于自然保护区等其它类型，按照高标准类型的空间红线进行严格管理。加强水生态

空间管控。

(2) 生态需水保障

河道内生态水量保障措施。加强威远江流域水资源管理，实行最严格的水资源管理制度，保证河流合理生态流量，防止水库蓄水、电站运行造成下游河道的脱流或断流；加强用水管理，实行严格的取用水管理制度，建设节水型社会，强化生活和工业节水，因地制宜发展节水农业，提高用水效率，保障生态用水。

对于控制断面有一定调节能力的水库，通过水库的蓄丰补枯调蓄作用，保障生态流量。开展以水库下游生态恢复为主要目标的调度管理，在控制断面加装下泄流量监测装置，确保最小下泄流量。

构建河流水系海绵体系，增加河道雨洪调蓄能力，保障河流生态水量。开展河流滨岸带修复工程，通过增加岸坡植被群落，营造具有良好透水性的植被缓冲带。修复因私垦农耕地等人为受损河滩地，恢复河滩地的水量存储功能。增加滨岸带生态湿地，提高雨洪资源利用率。

(4) 水生态保护与修复措施

坚持“保护优先、适度修复、综合治理”的原则，针对现状水系因水资源开发利用、水利工程运行所造成的水文情势变化、河流阻隔及形态改变、鱼类生境萎缩等问题，以保护重要水生生境、修复河湖生态破碎带、保护生物多样性为重点，开展拦河闸坝生态退出或改造，实施减水河段和采砂河段生态恢复，保护和修复鱼类“三场”及洄游通道、重要湿地等，实现生态水系廊道融合贯通，维护水生态系统良性循环。

梯级开发生态保护。在威远江主要干支流上的水电站安装流量监控装置，至 2025 年底，完成威远江流域主要干流水电站最小下泄流量监控设备安装工作，保障最小下泄流量，维持河道生态需水量。针对流域内支流上的农村小水电开发可能造成的减脱水河段，可根据下游河段的河床比降、区间径流、水文地质、植被、生物物种等情况，研究沿河生物群落对水环境的基本要求，选择一定间隔，拦截河床下潜水通道，并在河床上以天然材料(如山石)为主，砌筑拟自然化的阻水建筑物。

采砂河段生境修复。全面开展河道损毁状况的调查摸底，逐步实施重点河段的生态修复治理。对采砂形成的砂坑进行平整，恢复河床原貌，清理弃渣，结合河岸带景观绿化，通过对采砂微地形整理，建立河流湿地，对岸边带采取水土保持、水源涵养措施。

重要湿地保护与修复。大力开展湿地保护工程建设，划定重点建设的河湖湿地，以自然保育和恢复为主，以涵养水源、净化水质、保护生境为目标，兼顾湿地的科普教育、景观休闲、生态观光旅游等活动，通过退耕还林还草、污染治理、人工辅助等措施，恢复湿地生态环境和生物多样性，促进湿地生态系统健康优美。

(5) 加快河湖水系连通建设

以自然水系、调蓄工程和人工水系为依托，以存在淤塞阻隔的水系为重点，在保障生态安全的前提下，坚持恢复自然连通与人工连通相结合，通过新建必要的连通通道、河湖生态清淤、滨岸带治理、连通建筑物建设与改造、水系生态调度等措施，逐步构建“互联互通、丰枯调剂”的威远江流域生态水网格局，有效促进流域水系的完整性、水质的良好性、水体的流动性、生物的多样性，显著提升城乡宜居环境，同时增强流域内水资源统筹调配能力以增加生态补水。

8) 水土保持规划

(1) 上游中山保土减灾防治区

以保护现有植被为重点，强化水土流失预防，保护好现有森林植被。合理布置封禁保护及配套措施，依靠生态系统的自我修复能力恢复植被，营造水土保持与水源涵养林，严格实行 25°以上陡坡地退耕还林还草。

(2) 中下游中山保土蓄水防治区

开展坡耕地综合治理，配套截排水工程，加强雨水集蓄利用，对陡坡耕地实行退耕还林还草，在适宜治理地区建设经济林、水土保持高效林等。

(3) 下游中山深谷生态维护防治区

保护和恢复热带雨林，保护生物多样性，治理坡耕地及橡胶园等林下水土流失，实施退耕还林、封山育林和公益林、防护林建设，控制热带经济作物种植带来的水土流失影响。

9) 重要枢纽规划

本规划选择黄草坝水库作为流域的重要枢纽，是合理配置当地水资源，改善城镇供水水源条件的重要举措，对保障威远江流域经济社会可持续发展及供水安全和生态安全，促进普洱市发展具有重要意义，是迫切和必要的。

10) 水力发电规划

根据《普洱市“十三五”清洁能源产业发展规划》，重点抓好能源的转化和利用，

综合考虑生态环境的影响，威远江干流及各支流原则上不再开发 25 万 kW 以下装机的中小型水电站。

2.1.5 流域规划环评概况

2.1.5.1 澜沧江流域综合规划环评

《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》于 2016 年取得原环境保护部的审查意见，审查意见中提出：“加强栖息地和重要生境保护。将干流源头至囊谦、古水和托巴库尾，以及支流色曲、麦曲、德庆河、基独河、罗闸河、小黑江(左右两支)、南班河、南腊河、南阿河、阿东河、永春河、通甸河、黑惠江、威远江、洱海等纳入栖息地保护，研究设立西双版纳南班河珍稀鱼类等自然保护区，除必要的供水、灌溉等民生工程外，不再开发建设水利水电工程，完善栖息地保护措施”。意见中所指左支小黑江即为威远江，本河段在《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》中明确为“左支威远江小黑江汇口~河口 36km 河段”，与《澜沧江干流水电梯级开发环境影响及对策研究报告(审定稿)》规划的栖息地保护范围一致。黄草坝水库工程位于威远江支流小黑江上游河段，该河段不在《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》及审查意见中所提出的栖息地和重要生境保护范围，位于栖息地保护河段上游。

2.1.5.2 澜沧江干流水电梯级开发环境影响及对策研究报告

《澜沧江干流水电梯级开发环境影响及对策研究报告(审定稿)》中提出：“左支小黑江(威远江)是澜沧江在云南境内的最大支流，于思茅区汇入澜沧江。澜沧江水生态保护从生境保护角度出发，根据鱼类资源的分布特点，统筹干、支流保护，形成干流上下游、干支流系统保护的格局，其中把德庆河、基独河、罗闸河、右支小黑江、左支小黑江等支流划为栖息地保护”。本报告中所指左支小黑江即威远江，其栖息地保护河段为小黑江(即黄草坝水库所在澜沧江二级支流)汇入威远江河口至威远江汇入澜沧江河口的 36km 河段。黄草坝水库工程所在小黑江不在《澜沧江干流水电梯级开发环境影响及对策研究报告(审定稿)》规划的栖息地保护范围。澜沧江支流右支小黑江、左支小黑江、黑河、小黑江等河名类似的河流位置示意图 2.1.5-1。



图 2.1.5-1 左、右支小黑江、小黑江、黑河等河流位置示意图

2.1.5.3 威远江流域综合规划环评

2019 年 3 月，中水北方勘测设计研究有限责任公司编制完成了《威远江流域综合规划环境影响报告书》，2019 年 6 月，普洱市生态环境局以普环函〔2019〕84 号文下发了《威远江流域综合规划环境影响报告书》审查意见。主要意见摘录如下：

a) 严守生态保护空间：《规划》应进一步做好《澜沧江流域综合规划》的协调，坚持生态优先、绿色发展，加强流域生态环境的整体性保护。结合流(区)域规划的主体功能和生态功能定位，进一步明确环境目标和“三线一单”管理要求。落实优先保护水域、重点保护水域、治理修复水域，以及生态空间的保护和管控要求。严守生态保护空间，严控流域及重点河段入河污染物排放总量，严格环境准入要求，优化水力发电、供水、灌溉等各项开发任务规则，强化流域环境质量和生态系统的保护，推进流域生态环境质量改善。

b) 严格限制流域开发强度：优化开发方案，严格控制水资源的开发利用强度，保障流域及干流河段的生态保护目标实现。开展流域内已建水工程回顾性评价，并强化对水文情势、水质、水生生态等的跟踪监测，及时增补生态保护措施。采取环境友好的方式设置灌溉、供水以及防洪减灾工程，保障河流的连通性和重要断面的生态流量，减缓对流域内威远江省级自然保护区、宁洱松山县级自然保护区和普洱五湖国家

湿地公园等主要自然保护区，及湿地、鱼类“三场”等重要生态环境产生不良影响。

c) 加强流域生态保护和修复：加强电站、水库等相关工程以及重要控制断面必须保障的生态流量，制定相关规程并严格执行。对已有水利水电工程实施补救措施，减缓开发造成的脱减水等生态环境问题，确实履行流域生态环境修复任务和措施。

d) 优化流域鱼类资源保护措施体系。将威远江干流凤山镇段、勐大镇文夺村段干流江段，以及主要支流景谷河景谷镇以下河段、恩垦河和报母河作为威远江鱼类栖息地保护区域进行保护。

e) 强化流域水环境综合整治。切实保护流域水环境质量，保障饮用水的原水水质安全。充分研究城镇集中饮用水取水水源和取水方式进一步优化的可能性，处理好保护与开发的关系。合理规划入河排污口布局，严格纳污总量控制。根据水资源保护专项规划、一河一策成果和流域水质保护及污染源管控要求，采取污染源削减、污染物处理等措施，确保实现各河段水环境功能及水质目标，推进流域水环境质量改善。

f) 加强流域综合管理：加强流域监管能力建设，强化环境保护管理，落实干支流生境保护与修复任务，建立健全水文、水环境、生态流量、生态系统等监测体系。根据跟踪监测结果，落实和完善生态环境保护对策措施。

g) 对《规划》包含的近期建设项目环评的意见。规划中所包含的近期建设项目，在开展环境影响评价时，要认真落实规划环评提出的相关环境保护要求。应按照生态空间保护和管控要求，在落实流域保护、治理、修复方案基础上，深入论证项目建设可能产生的水生态、水环境影响及对环境敏感区的影响，针对项目实施可能对流域生态安全的影响和环境风险，严格环境准入要求，制定切实可行的水污染防治措施和生态保护、补偿方案，预防或者减缓项目实施可能产生的不良环境影响。

2.1.5.4 威远江流域规划环评及审查意见对本工程的要求

a) 水环境保护措施

1) 引水灌溉时应采取科学合理的方法，采用比较成熟又简单易行的节水灌溉技术，防止大水漫灌。在田间灌水技术方面，对旱作物推广沟灌、畦灌技术。同时，增施中性或偏酸性有机肥，不断改善土壤结构，可抑制土壤毛细管水上升速度。

2) 加强威远江流域的水资源管理，优化水库调度方式和水电站设计，在威远江流域拟建水库大坝预留生态放水管，保障河流生态环境用水量。为了保证枯期减水河段不断流和水生生态要求，须保证生态基流按不小于河道控制断面多年平均径流量的10%控制，并适当考虑汛期增加一定生态下泄流量，按断面多年平均径流量的30%控

制，以满足生态用水需求。

3) 黄草坝水库的输水管线末端涉及纳贺水库饮用水水源地。黄草坝水库工程管线末端进入纳贺水库，工程施工会对饮用水源保护区水质产生短期影响。水源地保护区内禁止使用农药化肥，禁止污染物直接排放；准保护区内实施入河污染物总量控制，禁止新建化工、电镀、造纸，制革、冶金、炼油、农药、染料、印染等重污染型建设项目。

4) 水库蓄水前须严格按有关规范要求开展库底清理，减轻库区水体污染影响。建立水库环境管理机构，对水库水质及库周污染源发展和污水排放等进行监控，组织安排水质定期监测工作，掌握水库水环境时空变化情况。沿河及支流沿线城镇生活污水应处理达标后才能排放，削减污染物排放量，城镇污水不宜直接排入威远江干支流。同时加强城镇规划和基础设施建设。

5) 加强灌区输水渠道水质保护管理和宣传教育工作，不得在渠道内淘洗、抛弃有毒有害和污秽物品，防止居民生产生活对沿渠水质污染。调整农业产业结构，大力发展生态农业，减少面源污染。大力推广有机肥，严禁使用剧毒、高残留农药和国家明令禁止使用的农药，控制使用有机氯农药，大力提倡农业防治和生物防治病虫害的综合防治措施，以减少灌溉对地下水水质的影响。

b) 陆生生态环境保护措施

按照生态保护优先的原则，尽量减少地表植被的砍伐与破坏，迁移保护物种到替代生境，对在规划实施过程中的不利影响，制定各种预防、减缓和恢复补救措施。

c) 水生生态保护措施

1) 工程施工期间，对噪声、振动、废水、废气和固体废弃物等进行全面控制，尽量减少这些污染排放所造成生态污染。

2) 工程建设期间合理调度施工班次，避开清晨和涨水等鱼类产卵高峰时间。在工区及营地设立警告标示碑牌，严禁在河谷范围内挖取砂石和倾倒废料。施工期应避开鱼类繁殖季节，在合适的位置设立“重要水体”警告标示，加强公众保护环境意识和行车安全。

3) 建设单位要加大对施工人员的环境意识的培训，严格按照要求进行施工尽最大的努力做好减少建筑工程对当地生态环境的破坏。

4) 编制环境风险应急规划和鱼类大量意外死亡紧急救护预案；应与环保管理部门建立紧急救护协调机制，一旦发生风险事故或鱼类大量意外死亡事故，立即启动紧

急救护机制，将水生野生动物的影响降到最低。

5) 栖息地保护：建议将威远江干流凤山镇段、勐大镇文夺村段干流江段，以及主要支流景谷河景谷镇以下河段、恩垦河和报母河作为威远江鱼类栖息地保护区域。

6) 发挥小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区保护职能。

7) 鱼类增殖放流。

8) 网捕过坝：考虑到水库坝址对上下游鱼类基因交流的阻隔作用，在落实栖息地保护的相关措施后，可以考虑网捕过坝作为辅助性的过鱼措施。

9) 预防外来物种的影响及保护对策。

10) 生态调度：制定科学合理的运行调度规程，尽量避免在鱼类繁殖季节大幅调整引水量，进行生态调度保证鱼类所需生态流量，如制造人工洪峰以及尽量维持下游流水江段水位稳定，以满足鱼类产卵、繁殖、生长生态要求。

11) 渔政管理：加强渔政队伍建设、严格执行禁渔期与禁渔区制度、加强环保宣传和鱼类监测。

12) 生态监测：通过对浮游生物、底栖动物、固着类生物、周丛生物、水生维管束植物、鱼类集合和种群动态、鱼类种质与遗传多样性、水域生态健康状况、人工增殖效果等方面的监测，及时反映工程运行前后水生生态变化趋势。

13) 科学研究：尽快开展流域土著特有鱼类的生物学和生态学研究、鱼类人工繁殖技术研究。

2.2 工程概况

2.2.1 工程地理位置

黄草坝水库工程位于云南省普洱市中部，水库位于普洱市景谷县正兴镇澜沧江流域威远江支流小黑江干流上游，输水线路由北至南纵跨普洱市景谷县、宁洱县和思茅区，工程地理位置坐标为东经 $100^{\circ}35' \sim 101^{\circ}10'$ ，北纬 $22^{\circ}50' \sim 23^{\circ}35'$ 。坝址距离正兴镇公路里程约 40km，距离景谷县城公路里程约 75km，距离宁洱县城公路里程约 69km，距离思茅区公路里程约 100km。

2.2.2 工程建设必要性

a) 建设黄草坝水库是解决两县一区供水的需要

1) 普洱城区用水需要

普洱市位于云南省西南部，是云南省土地面积最大的市级行政区，具有“一市连三国、一江通五邻”的独特地理区位。普洱市作为云南建设中国面向西南开放的桥头堡黄金前沿，与东盟中南半岛山水相连，民族相亲，文化相近，具有绿色经济、历史文化、沿边开发经济合作的优势条件和发展潜力，已成为云南最具发展潜力地区之一。随着昆曼公路、泛亚铁路玉溪至磨憨铁路的建设，以及澜沧江—湄公河次区域经济圈的协同发展，普洱市作为两条国际大通道交汇的重要节点，区域之间的经济协作越来越多并且越来越重要，已逐步成为云南省滇西南区域经济的中心城市。

思茅区作为普洱市的政治、经济和文化中心，地理位置优越，区位优势突出，丰富的生物、矿产、水能、旅游等资源蕴藏着巨大潜力，随着昆曼大通道全线贯通，思茅区由改革开放末端变成了前沿，开放优势更加凸显，对用水的需求增加也相应较快。然而，目前全区蓄水工程仅占总供水能力的 55.7%，蓄水量仅占水资源总量的 2.05%，全区目前 8 座水库调节库容 3294 万 m^3 ，平均供水量仅为 2464 万 m^3 ，工程性缺水严重，在特枯水年和连续枯水年，城区还会出现供水能力不足的问题。而且，供水全部用于城镇生活和工业，灌溉和生态用水被严重挤占，致使思茅河在普洱城区段水质为劣 V 类，水生态环境亟待改善。

根据需水预测，普洱城区现状水平年需水量为 4483 万 m^3 ，设计水平年需水量为 9015 万 m^3 ，目前已建、在建和规划的水源工程仍不能满足普洱城区需水要求。根据《澜沧江流域综合规划》：“抓紧推进一批骨干水源工程建设，新建西藏自治区宗通卡、云南省黄草坝等大型水库”。黄草坝水库位于小黑江流域上游，较糯扎渡调水工程解决普洱城区饮水安全和运行费用相对更有优势。黄草坝水库建成后多年平均可向普洱城区供水 2930 万 m^3 ，设计水平年可保证现有水库下泄生态流量，多年平均可退还生态水量 1541 万 m^3 ，退还挤占灌溉水量 382 万 m^3 ，退还地下水水量 190 万 m^3 。

2) 宁洱县城用水需要

宁洱县是驰名中外的普洱茶的故乡、普洱茶的核心原产地和集散中心、茶马古道的源头、昆明至曼谷国际大通道上的重镇，是云南面向东南亚开放的重要枢纽，是云南“桥头堡”建设中的前沿阵地。宁洱县是中国共产党滇西南地区早期革命活动根据

地，也是云南省革命老区，“名茶、名道、名碑、名人”是宁洱的四大文化品牌。

宁洱县水资源总量相对丰富，但时空分布不均匀，加之人口增长、人民生活水平逐年提高，人均用水量逐年加大，区域性、季节性和工程性缺水将是宁洱县工业化和城市化推进过程中的长期矛盾。目前，宁洱县蓄水工程占总供水能力的 15.7%，引提水工程占总供水量的 84.3%，蓄水量占水资源总量的 0.63%。宁洱县现有水利设施中，无大型蓄水工程，缺乏控制性骨干水源工程，中小型蓄水工程覆盖面小，调蓄能力有限，目前仅有 3 座小型水库，总调节库容仅 418 万 m^3 。目前大部分用水户的用水需求依靠点多面广的引提水工程解决，在枯季，经济社会用水需求得不到及时和充分的满足，城乡供水安全保障能力不足，工程性缺水明显，用水保证程度不高。

根据需水预测，宁洱县城现状水平年需水量为 1491 万 m^3 ，设计水平年需水量为 3115 万 m^3 。宁洱县周边支流上基本都有水库工程控制，干流段由于集镇、耕地集中无开发利用条件，宁洱县解决水资源开发利用的唯一途径是外流域调水。黄草坝水库建成后，多年平均可向宁洱县城供水 2440 万 m^3 ，设计水平年可保证现有水库下泄生态流量，多年平均可退还生态水量 632 万 m^3 ，退还挤占灌溉水量 56 万 m^3 ，退还地下水水量 265 万 m^3 。

3) 景谷县正兴镇用水需要

正兴镇位于景谷县东南部，距景谷县城 62km，总面积 883 km^2 。正兴镇为黄草坝水库所在集镇的镇政府所在地，处于景谷县和宁洱县交界处，是周边村镇的购物、交易集散地。当地径流多由降雨形成，由于降雨的不均匀，径流也极不均匀。正兴镇现状供水水源为正兴镇龙洞河供水工程，取水口引水规模为 0.01 m^3/s ，每年枯水期都出现供水紧张情况，日供水保证率在 72%，不能满足集镇生活用水需求。

黄草坝水库建成后多年平均可向正兴镇供水 460 万 m^3 ，可保障正兴镇生活和生产用水安全。

综上，随着我国“一带一路”战略的实施，普洱市昆曼高速公路的全线贯通、普洱新机场建设、泛亚铁路的修建，普洱作为面向西南开放桥头堡黄金前沿城市、昆曼大通道上重要节点城市、滇西南经济区中心，思宁城市一体化建设的快速发展，交通枢纽的地位、条件和优势更加突出和成熟。对当地水资源的水质、水量保证程度要求越来越高，黄草坝水库的建设可以为普洱市城镇化发展建设提供有力的安全水源保障。

b) 建设黄草坝水库可为两县一区提供有效抗旱水源

普洱市地处澜沧江与红河分水岭地带，区域气候温暖，雨量丰沛，但旱雨季分明，降雨和径流年际、年内变化较大。冬春两季干燥少雨，11月至次年4月降雨量仅占全年降雨量的15%；夏秋两季湿热多雨，5月至10月降雨量大且集中，占全年降雨量的85%。若夏秋降雨减少，则会造成较严重干旱。

普洱市2000年以来发生过2次较大干旱。2009年~2010年，普洱市发生了秋、冬、春、初夏四季连旱，全市降雨量与多年同期均值相比总体偏少11.2%，江河产水量与多年同期均值相比总体偏少29.9%，6000多个常流水水源点干枯，库塘蓄水急剧减少。此次旱灾共计造成全市10个县(区)103个乡镇994个村委会、1.2万个自然村202万人受灾；农作物受旱面积275.35万亩，成灾64.4万亩，绝收40.2万亩，小春损失粮食产量达4.33万吨，经济作物受灾363.15万亩，因旱造成农村人畜饮水困难最重时达48.7万人、大牲畜24.11万头，直接经济损失19.1亿元。2019年~2020年普洱市发生连续干旱，全市降雨量较历年同期偏少37.1%，平均气温较历年同期偏高1.2℃，在降雨持续偏少情况下，抗旱形势十分严峻，全市水库干涸9座，河流断流3条，受影响人口85.94万人，7.03万头大牲畜出现饮水困难，作物受旱面积110.37万亩，干旱造成全市工农业损失14.35亿元。

普洱市供水工程中无大型蓄水工程，以小型工程为主，蓄水工程仅占总供水能力的27.1%，引水工程占总供水量的72.9%，以引天然径流为主，供水受径流丰枯变化影响较大，水资源调控能力明显不足，严重缺乏抗旱库容，枯水时段各水库可供水量较P=95%频率可供水量还要减少1506万m³，急需新的水源补充特枯年份供水需求。

黄草坝作为解决普洱城区和宁洱县城抗旱需求的水源方案，可以提供550万m³抗旱库容，虽仍不能满足特别枯水期受水区用水需求，但可使破坏程度低于20%，有效改善受水区特别枯水期用水问题。

c) 建设黄草坝水库为巩固扶贫成果、实施乡村振兴战略创造条件

普洱市位于云南省西南部，处于低纬度，高海拔地区，北回归线穿境而过，属亚热带为主的山地季风气候。普洱市具有丰富的光、热等自然资源，高原特色农业发展突出。其中，咖啡面积、产量、产值均居全国第一，茶叶、石斛的种植面积、产量、产值等均居云南省第一。

黄草坝灌区位于普洱市中部的宁洱县和景谷县，包括景谷县正兴镇的翁安村、勐乃村、通达村、景南村、铁厂村，和宁洱县宁洱镇的西萨村、宽宏村、谦岗村。当地

光、热条件充沛，适合种植咖啡、茶叶、石斛、蔬菜等高经济附加值作物。但灌区范围降水时空变化大，年际、年内分布不均，加之灌区内水利设施较为薄弱，蓄水工程少，抵御干旱能力差，局部性的干旱灾害年年发生，遇到异常气候，即出现大灾。据统计，宁洱县冬旱约五年一遇，重冬旱约六年一遇，春旱约三年一遇，重春旱约十年一遇，旱灾给人民群众带来了巨大损失。1969 年、1978 年、1988 年和 2009 年，宁洱县均发生了比较严重的干旱灾害。

黄草坝灌区内的 8 个村现状饮用水水源均为无调蓄的引水工程，水源都在小沟、箐上取水，来水量有限，且丰枯变化大，到枯水期均存在取用水紧张的情况，急需有保障的水源解决农村人畜生活用水问题。宁洱县曾是国家级贫困县，景谷县曾是云南省贫困县，根据调查，灌区范围内当地农民除了种植作物，没有更好的经济来源，2017 年几个村庄人均收入仅 4640 元。随着脱贫攻坚工作的进行，宁洱县和景谷县贫困问题将逐步解决，但后续扶贫成果的巩固仍需要可靠的致富途径来解决。在改善当地灌溉条件的前提下，通过种植结构的调整，可达到亩均收入 5000 元~6000 元的经济效益，可为当地农民巩固扶贫成果、实施乡村振兴战略创造条件。

黄草坝水库建成后，可以向黄草坝灌区 3.62 万亩灌面多年平均供水 665 万 m^3 ，向农村人畜多年平均供水 115 万 m^3 ，以满足灌区和农村人畜需水要求。

d) 是普洱市“生态立市、绿色发展”的重要支撑

党的十八大把水利放在生态文明建设的突出位置。普洱市也确立了“生态立市、绿色发展”的发展思路，并在国民经济及社会发展相关规划、城市总体规划、水中长期发展规划、水务发展规划和水生态文明建设规划等多项规划中通过方案布局、重点工程实施、产业发展区划等方式确保这一发展思路的贯彻实施。

水资源供需矛盾已成为普洱市“生态立市、绿色发展”的重要瓶颈，若不能有效解决区域水资源需求，有限的水资源供给和不断增加的水资源需求之间的矛盾就有可能导致工程性缺水问题演变为水质性缺水问题。当前，思茅河、普洱大河挤占生态环境用水情况严重，由于生态流量不足造成河道水功能区水质严重超标，水环境恶化，其中，思茅河控制断面思茅站现状年废污水排污量约占枯水期径流量的 55.4%，导致思茅河总磷、五日生化需氧量、氨氮严重超标，为劣V类水质。

黄草坝水库的建成通水，可保证区域水利工程退还部分被挤占的生态环境用水，其中退还普洱城区 1541 万 m^3 ，退还宁洱县城 632 万 m^3 ，以改善水生态环境现状，是普洱市“生态立市、绿色发展”的重要水利支撑，是普洱市经济社会可持续发展的重

要保障。

e) 是支持“老、少、边、穷、山”地区开发建设的需要

普洱市是集“老、少、边、穷、山”为一体的特殊地区，“老”是革命老区，1927年中国共产党就在宁洱建立了中共普洱特支和中共宁洱县委，组织了拥有会员近千人的“互济会”及“青年读书会”。“少”是少数民族，普洱民族文化多姿多彩，普洱市有9个少数民族自治县，居住着汉族、哈尼族、彝族、傣族、拉祜族、佤族、布朗族、瑶族等14个世居民族，少数民族人口占61%。“边”是边疆地区，普洱市东南边界与越南、老挝接壤，西南边界与缅甸毗邻，国境线全长486km，是我国重要的西南门户。“穷”是贫穷，2018年，全市人均生产总值和居民可支配收入均低于全省和全国的平均水平；“山”是山区，普洱市境内群山起伏，全区山地面积占98.3%。

《中共中央办公厅国务院办公厅关于加大脱贫攻坚力度支持革命老区开发建设的指导意见》(中办发〔2015〕64号)指出：革命老区(以下简称老区)是党和人民军队的根，老区和老区人民为中国革命胜利和社会主义建设做出了重大的牺牲和重要贡献。文件强调：要更加注重共建共享发展，进一步加大扶持力度，实施精准扶贫、精准脱贫，着力破解区域发展瓶颈制约，着力解决民生领域突出困难和问题，推动老区全面建成小康社会，让老区人民共享改革发展成果。优先支持老区重大水利工程、中型水库、灌区续建配套与节水改造等项目建设，加快解决老区群众饮水安全问题，加大贫困老区抗旱水源建设。编制实施国民经济和社会发展规划等中长期规划时，对老区予以重点支持，积极谋划一批水利重大工程项目，优先纳入相关专项规划。

黄草坝水库建成后，可以解决普洱城区、宁洱县城和正兴镇城市生活、工业用水需求，为两县一区经济发展提供水源保障；可为普洱城区和宁洱县城提供有效的抗旱水源，有效改善受水区特别枯水期用水问题；可以满足宁洱县和景谷县沿供水线路灌区及人畜需水问题，为当地农民巩固扶贫成果创造条件。

综上所述，黄草坝水库的建设，是解决普洱城区、宁洱县城今后发展用水需求的最优水源点，是改善居民生活生产条件、提高农民收入、发展地方经济的重要前提，为当地农民巩固扶贫成果、实施乡村振兴战略创造条件。同时，黄草坝水库的建设还可改善普洱市水生态环境创造条件，是普洱市“生态立市、绿色发展”的重要水利支撑，是落实《中共中央办公厅国务院办公厅关于加大脱贫攻坚力度支持革命老区开发建设的指导意见》的体现，符合国家发展战略。黄草坝水库的建设是必要的。

2.2.3 工程任务

根据《澜沧江流域综合规划》、《威远江流域综合规划》(普政复〔2019〕289号)、《“十四五”水安全保障规划》、《云南省水利发展规划(2016-2020年)》、《云南省“十四五”兴水润滇工程规划》、《云南省供水安全保障网规划》等,结合受水区供需平衡分析,黄草坝水库工程任务拟定为城乡生活和工业供水为主,结合灌溉,兼顾防洪、发电。

2.2.3.1 工业、城镇生活供水

黄草坝水库建成后,设计水平年 2035 年多年平均工业、城镇生活供水量为 5830 万 m^3 ,其中向普洱城区提供城镇生活和工业水量 2930 万 m^3 ,向宁洱县城提供城镇生活和工业水量 2440 万 m^3 ,向景谷县正兴镇提供集镇生活水量 460 万 m^3 。

2.2.3.2 灌溉供水

黄草坝水库拟供灌区包括坝址下游景谷县正兴镇的翁安村、勐乃村、通达村、景南村、铁厂村等灌区,宁洱县的西萨村、宽宏村和谦岗村,共计 3.62 万亩。 $P=85\%$ 保证率年份灌溉需水量为 814 万 m^3 ,多年平均灌溉需水量 688 万 m^3 ,水库多年平均供水量 665 万 m^3 。

2.2.3.3 人畜生活供水

黄草坝水库建成后,多年平均向沿线农村人畜供水 115 万 m^3 。

2.2.3.4 发电

为了充分利用水能资源,结合泄放生态流量要求和弃水进行发电。装机容量 4.2MW,2035 年多年平均发电量为 1656 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$,装机利用小时数 3943h。

2.2.3.5 防洪

黄草坝水库建成后,预留 206 万 m^3 的防洪库容,可改善翁安、勐乃沿小黑江两岸耕地防洪能力。

2.2.4 工程规模

2.2.4.1 水资源配置

a) 设计保证率

根据工程任务,按照标准规范要求,黄草坝水库工程城镇生活及工业供水保证率取 $P=95\%$,农村生活供水保证率取 $P=95\%$,农业灌溉保证率取 $P=85\%$ 。现状基准年为 2018 年,设计水平年为 2035 年。

b) 城镇生活及工业需水

黄草坝水库城镇生活及工业供水范围为景谷县的正兴镇，宁洱县城和普洱城区(思茅镇、南屏镇和倚象镇)。城区用水量一般包括居民生活、工业、建筑业、第三产业和河道外生态环境用水量。

1) 居民生活需水量

现状基准年 2018 年，普洱城区常住人口 25.6 万人；设计水平年 2035 年，普洱城区预测常住人口达 34 万人。现状基准年 2018 年，宁洱县城常住人口 6.5 万人；设计水平年 2035 年，普洱城区预测常住人口达 10 万人。

现状基准年，普洱城区和宁洱县城城镇居民用水定额分别为 130L/人·d 和 125L/人·d。设计水平年，普洱城区和宁洱县城城镇居民用水定额取 150L/人·d。

经预测，现状基准年，普洱城区和宁洱县城居民生活需水量分别为 1476 万 m³ 和 357 万 m³，设计水平年，居民生活需水量分别为 2115 万 m³ 和 622 万 m³。

2) 第三产业需水量

现状基准年，普洱城区第三产业增加值 101 亿元，宁洱县城第三产业增加值 20.7 亿元。经预测，设计水平年普洱城区第三产业增加值 426 亿元，宁洱县城第三产业增加值 108 亿元。

现状基准年，普洱城区和宁洱县城第三产业万元增加值用水净定额均为 7.5m³，预测设计水平年第三产业万元增加值用水净定额均降低为 6.5m³，比 2018 年降低约 13.3%。

经计算，现状基准年，普洱城区和宁洱县城第三产业需水量分别为 923 万 m³ 和 186 万 m³，预测设计水平年普洱城区和宁洱县城第三产业需水量分别为 3146 万 m³ 和 798 万 m³。

3) 河道外环境需水量

现状基准年，普洱城区和宁洱县城河道外环境用水量分别为 218 万 m³ 和 135 万 m³，根据《普洱市城市总体规划修改(2011-2030)》和《宁洱县城市总体规划修改(2015-2030)》，按照云南省地方标准《用水定额》(DB53/T168-2019)，道路浇洒需水定额为 2L/(m²·次)，园林绿化需水定额为 3L/(m²·次)。经预测，设计水平年普洱城区河道外环境用水量为 613 万 m³，宁洱县城河道外环境用水量为 191 万 m³。

4) 城镇生活及工业需水合计

普洱城区和宁洱县城现状基准年、设计水平年需水预测成果见表 2.2.4-1。

表 2.2.4-1 城镇生活及工业需水预测成果表

 单位：万 m³

区域	2018 年				2035 年			
	居民生活	第三产业	河道外环境	合计	居民生活	第三产业	河道外环境	合计
普洱城区	1476	923	218	2617	2115	3146	613	5875
宁洱县城	357	186	135	677	622	798	191	1611
合计	1833	1109	353	3295	2737	3944	805	7486

c) 工业园区需水

1) 云南思茅产业园需水

(1) 工业增加值预测

云南思茅产业园区是云南省 40 个重点工业园区之一，2020 年被认定为省级绿色工业园区和省级知识产权示范园区。目前已有 203 家企业入驻，企业集中度较强，主要以木乃河片区为龙头，初步形成了以普洱茶加工、咖啡加工、绿色食品生产和生物制药为主的绿色产业集群，木乃河片区、宁洱片区、莲花片区基础设施建设较为完善，招商引资不断取得较大成绩，产业发展基础较好。

云南思茅产业园区工业增加值从 2009 年的 15.2 亿元增加到 2018 年的 58.0 亿元，年均增长 16.2%，历史增长速度较快。预测 2018 年~2035 年云南思茅产业园工业增加值年增长率为 8%，2035 年工业增加值达到 205 亿元，其中思茅片区工业增加值为 153 亿元，宁洱片区工业增加值为 62 亿元。

(2) 工业需水预测

设计水平年，云南思茅产业园思茅园和宁洱园万元工业增加值用水净定额分别降低到 18.8m³/万元和 21.0m³/万元，采用万元工业增加值用水量法预测的 2035 年需水量为 4741 万 m³，其中思茅片区需水量为 3268 万 m³，宁洱片区需水量为 1473 万 m³。

设计水平年，根据典型企业调查及《云南省用水定额》，采用产品产量法预测的 2035 年需水量为 4644 万 m³，其中思茅片区需水量为 3140 万 m³，宁洱片区需水量为 1504 万 m³。

相比较，万元工业增加值法预测成果稍大，两片区产业结构基本确定，产品类型相对明确，采用产品产量法预测的工业需水量成果相对准确。因此，采用产品产量法预测成果，见表 2.2.4-2。

表 2.2.4-2 云南思茅产业园 2035 年工业需水量预测表 单位: 万 m³

用水户	万元工业增加值法	产品产量法	采用值
思茅片	3268	3140	3140
宁洱片	1473	1504	1504
合计	4741	4644	4644

2) 正兴镇工业需水(景谷林产工业园)

(1) 工业发展情况

景谷林产工业园位于普洱市景谷县, 成立于 2004 年, 以林、浆、纸一体化工业园区列为特色, 是云南省 8 个特色工业园区之一、10 个重点产业循环经济示范园区之一。目前有 2 个企业入驻正兴片区, 为景谷泰毓建材有限公司和景谷佳晋建材有限公司, 设计水平年新增企业为云南金博矿业开发有限公司和景谷红狮水泥有限公司。

(2) 工业需水预测

设计水平年, 采用产品产量法预测正兴镇工业需水。正兴片区现状年用水量为 270 万 m³, 2035 年考虑现状企业产量增长 60%, 新入驻企业投产运行, 生产工艺升级, 用水定额下降, 考虑水厂及管网损失 12%后, 计算得毛需水量为 428 万 m³。

3) 工业需水合计

设计水平年, 云南思茅产业园区和景谷林产工业园区正兴片区工业需水量为 5072 万 m³, 较现状基准年增加 2123 万 m³, 用水年增长率为 3.2%。见表 2.2.4-3。

 表 2.2.4-3 工业需水预测成果表 单位: 万 m³

工业园	地区	2018 年需水量	2035 年需水量	2018 年~2035 年	
				增加水量	年增长率
云南思茅产业园	思茅片	1866	3140	1274	3.1%
	宁洱片	814	1504	691	3.7%
	合计	2679	4644	1964	3.3%
景谷林产工业园	正兴片区	270	428	158	2.8%
合计		2949	5072	2123	3.2%

d) 集镇需水

正兴镇位于景谷县东南部，为黄草坝水库所在集镇的镇政府所在地，正兴集镇2018年集镇人口为3008人，集镇用水量为15万 m^3 ，考虑水厂及管网损失18%，集镇居民生活人均净用水量为80L/人 \cdot d，集镇公共和三产人均净用水量为30L/人 \cdot d。

根据景谷县县城总规，按0.8%人口增长率，预测正兴镇2035年人口为3444人，2035年集镇居民生活用水净定额取100L/人 \cdot d，集镇公共和三产用水净定额取40L/人 \cdot d。设计水平年，正兴镇集镇生活净需水量为18万 m^3 。考虑管网水量损失取8%，集镇水厂水损取4%，正兴镇集镇生活毛需水量为20万 m^3 。

e) 工业、城镇生活需水预测成果汇总

设计水平年，受水区工业、城镇生活总需水量12578万 m^3 ，其中普洱城区需水量9015万 m^3 ，宁洱县城需水量为3115万 m^3 ，景谷县正兴镇需水量为448万 m^3 。需水预测成果见表2.2.4-4。

表 2.2.4-4 工业、城镇生活需水预测成果表 单位：万 m^3

用水户	2018年用水量					2035年需水量				
	城镇生活	第三产业	环境	工业	合计	居民生活	第三产业	环境	工业	合计
普洱城区	1476	923	218	1866	4483	2115	3146	613	3140	9015
宁洱县城	357	186	135	814	1491	622	798	191	1504	3115
正兴镇	15			270	285	20			428	448
合计	1848	1109	353	2949	6258	2757	3944	805	5072	12578

f) 灌溉需水预测

1) 灌溉面积

黄草坝水库灌溉范围考虑景谷县正兴镇的翁安村、勐乃村、通达村、景南村和铁厂村，宁洱县宁洱镇的西萨村、宽宏村、谦岗村等8个村组，灌面均采用自流灌溉，经计算，设计灌溉面积3.62万亩。

2) 种植结构

现状基准年，黄草坝水库灌溉范围主要种植玉米、小麦、薯类、豆类、烤烟、蔬菜、药材等粮食作物及经济作物。其中宁洱县复种指数1.72，景谷县复种指数1.80。

结合《普洱市国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要》、《普洱市“十三五”高原特色农业发展规划》、《景谷傣族彝族自治县“十三五”农业发展规划(2016—2020

年)》等规划,预测 2035 年设计水平年黄草坝水库灌溉范围种植结构见表 2.2.4-5。

表 2.2.4-5 2035 年黄草坝水库灌溉范围作物种植比例

乡镇	计算单元	大春	小春	常年				合计
		烤烟	玉米	蔬菜	药材	茶叶	咖啡	
正兴镇	翁安村单元	24%	24%	48%	24%	4%	0%	124%
	勐乃村单元	24%	24%	48%	24%	4%	0%	124%
	通达村单元	24%	24%	49%	25%	1%	0%	124%
	正兴村单元	21%	21%	42%	27%	11%	0%	121%
	铁厂村单元	25%	25%	50%	25%	0%	0%	125%
宁洱镇	西萨村单元	15%	15%	36%	9%	25%	15%	115%
	宽宏村单元	14%	14%	33%	8%	28%	18%	114%
	谦岗村单元	16%	16%	40%	10%	33%	1%	116%

3) 灌溉定额

根据预测的作物种植结构,拟定在设计水平年种植烤烟、玉米、蔬菜、药材(主要为石斛)、茶叶、咖啡等旱作物。根据云南省景谷县各种作物生长周期和需水要求,参考曼转河水库、五里河水库灌区作物灌溉制度,结合当地作物需水量的相关试验研究成果,拟定黄草坝水库灌溉范围灌溉定额见表 2.2.4-6。

表 2.2.4-6 各作物灌溉定额年系列

单位: m³/亩

年份	大春	小春	常年			
	烤烟	冬玉米	蔬菜	药材	茶叶	咖啡
1979-1980	108	140	184	199	128	132
1980-1981	26	112	141	132	61	62
1981-1982	79	94	135	122	51	28
1982-1983	95	94	159	155	64	56
1983-1984	93	118	165	180	95	89
1984-1985	3	158	116	143	94	85
1985-1986	48	141	142	142	80	69

表 2.2.4-6(续)

年份	大春	小春	常年			
	烤烟	冬玉米	蔬菜	药材	茶叶	咖啡
1986-1987	116	87	167	180	82	74
1987-1988	37	140	141	147	85	76
1988-1989	111	116	190	183	92	87
1989-1990	58	93	137	133	69	66
1990-1991	60	141	166	163	87	74
1991-1992	73	69	144	136	59	51
1992-1993	66	120	144	137	58	37
1993-1994	90	111	187	164	79	73
1994-1995	97	94	155	175	96	86
1995-1996	66	94	140	141	64	58
1996-1997	81	112	176	174	81	78
1997-1998	81	117	160	151	45	48
1998-1999	71	119	184	173	75	83
1999-2000	36	93	132	99	28	19
2000-2001	52	117	139	137	75	73
2001-2002	37	117	133	134	77	73
2002-2003	106	70	186	181	70	56
2003-2004	48	136	174	179	94	94
2004-2005	102	117	197	180	96	101
2005-2006	46	119	177	164	86	79
2006-2007	82	110	174	151	62	53
2007-2008	123	112	165	162	67	61
2008-2009	76	119	154	140	67	54
2009-2010	89	159	203	211	106	99
2010-2011	54	72	141	135	41	14
2011-2012	130	164	213	218	117	115

表 2.2.4-6(续)

年份	大春	小春	常年			
	烤烟	冬玉米	蔬菜	药材	茶叶	咖啡
2012-2013	71	159	187	188	101	104
2013-2014	117	136	220	208	101	85
2014-2015	87	114	167	152	61	32
2015-2016	110	93	153	150	58	48
2016-2017	71	113	154	142	62	54
多年平均	76	116	163	160	77	69

4) 灌溉水利用系数

根据《节水灌溉工程技术标准》(GB/T50363-2018)要求,按照各支管控制灌溉面积的不同种植结构,逐级计算灌溉水利用系数,经计算全灌区综合灌溉水利用系数为 0.806,见表 2.2.4-7。

表 2.2.4-7 黄草坝水库灌溉水利用系数表

支管名称	设计灌溉面积(亩)	高效节水灌溉面积(亩)	灌溉水利用系数
翁安支管	3782	2879	0.802
勐乃 1 支管	4340	3298	0.802
勐乃 2 支管	2775	2109	0.802
通达支管	4647	3513	0.802
正兴支管	5188	4109	0.807
铁厂支管	2891	2170	0.801
西萨支管	6417	5452	0.812
宽宏支管	3961	3424	0.814
谦岗支管	2179	1820	0.810
灌区综合	36179	28775	0.806

5) 灌溉需水量

黄草坝水库灌区设计灌溉面积 36179 亩,其中节水灌溉的面积为 28775 亩,常规灌溉面积 7404 亩。经计算, $P=85\%$ 保证率年份灌溉需水量为 814 万 m^3 , $P=95\%$ 保证率年份灌溉需水量为 914 万 m^3 , 多年平均灌溉需水量 688 万 m^3 。

6) 农村人畜需水量

根据 2018 年各村委统计数据, 考虑 2018 年~2035 年农村人口不增长, 猪、牛、羊年均增长率取 1%。根据《云南省用水定额》(DB53T 168-2019), 2035 年农村用水定额取 90 L/人·d, 猪、牛、羊用水定额分别取 35L/头·d、55L/头·d 和 8L/只·d, 管网水量损失取 6%, 水厂损失 4%, 输水损失取 5%, 计算得农村人畜总需水量为 120 万 m³, 见表 2.2.4-8。

表 2.2.4-8 设计水平年黄草坝水库人畜数量及需水量

乡镇	村名	人口(人)	猪(头)	牛(头)	羊(只)	需水量 (万 m ³)	设计流量 (m ³ /s)
景谷县	翁安村	1476	2970	1355	761	13	0.004
	勐乃村	2000	4081	1056	648	17	0.005
	通达村	1942	4103	1244	1010	17	0.005
	景南村	2799	7263	734	1087	24	0.008
	铁厂村	2046	4134	745	565	15	0.005
	小计	10263	22551	5135	4070	87	0.028
宁洱镇	西萨村	1845	3642	451	390	13	0.004
	宽宏村	1018	2184	270	233	8	0.003
	谦岗村	1330	2870	355	307	10	0.003
	小计	4193	8696	1077	931	32	0.010
合计		14456	31247	6212	5001	120	0.075

7) 灌区需水量

根据灌溉需水及农村人畜需水预测成果, 黄草坝水库灌区 2035 年多年平均需水量为 808 万 m³。

表 2.2.4-9 设计水平年黄草坝水库灌区需水量

乡镇	计算单元	支管名称	灌溉面积 (万亩)	供水农村 人口(人)	灌区需水		
					灌溉	农村 人畜	合计
正兴镇	翁安村单元	翁安支管	3782	1476	78	13	91
	勐乃村单元	勐乃 1 支管	4340		90	17	107
		勐乃 2 支管	2775	2000	57		57
	通达村单元	通达支管	4647	1942	97	17	114
	正兴村单元	正兴支管	5188	2799	102	24	126
	铁厂村单元	铁厂支管	2891	2046	61	15	76

表 2.2.4-9(续)

乡镇	计算单元	支管名称	灌溉面积 (万亩)	供水农村 人口(人)	灌区需水		
					灌溉	农村 人畜	合计
宁洱	西萨村单元	西萨支管	6417	1845	104	13	117
	宽宏村单元	宽宏支管	3961	1018	61	8	69
	谦岗村单元	谦岗支管	2179	1330	37	10	47
合计			36179	14456	688	120	808

e) 水资源配置推荐方案

1) 设计水平年水资源配置成果

设计水平年，受水区多年平均需水量 13346 万 m³，其中工业和城镇生活需水量 12578 万 m³，灌区需水量 768 万 m³。当地水源多年平均可供水量 7000 万 m³，黄草坝水库多年平均可供水量 6281 万 m³。

设计水平年，受水区 P=95%年份需水量为 13560 万 m³，其中工业和城镇生活需水量 12578 万 m³，灌区需水量 982 万 m³。当地水源 P=95%可供水量 6823 万 m³，黄草坝水库 P=95%可供水量 6520 万 m³。

设计水平年，受水区 P=85%年份需水量为 13465 万 m³，其中工业和城镇生活需水量 12578 万 m³，灌区需水量 773 万 m³。当地水源 P=85%可供水量 7025 万 m³，黄草坝水库 P=85%可供水量 6441 万 m³。

2) 设计水平年黄草坝水库工程新增供水量分配

设计水平年黄草坝水库工程输水工程末端多年平均供水量为 6281 万 m³，其中普洱城区供水量 2873 万 m³、宁洱县城供水量 2319 万 m³、正兴镇集镇供水量 437 万 m³，农村人饮供水量 111 万 m³，灌溉供水量 632 万 m³；考虑 5%的骨干工程(水厂进口之前)输水损失，水库多年平均出库水量 6610 万 m³，其中普洱城区供水量 2930 万 m³、宁洱县城供水量 2440 万 m³、正兴镇集镇供水量 460 万 m³，农村人饮供水量 115 万 m³，灌溉供水量 665 万 m³。设计水平年供水量成果见表 2.2.4-10。

表 2.2.4-10 设计水平年黄草坝水库供水量成果 单位：万 m³

项目		输水工程末端			出库断面		
		P=85%	P=95%	多年平均	P=85%	P=95%	多年平均
普洱城区	城镇生活	455	574	466	479	604	492
	工业	2328	2381	2317	2450	2506	2438
宁洱县城	城镇生活	908	938	913	956	987	960
	工业	1414	1414	1406	1489	1489	1480
正兴镇		448	448	437	472	472	460
农村人畜		114	114	111	120	120	115
灌溉		773	651	632	814	686	665
合计		6441	6520	6281	6780	6864	6610

2.2.4.2 水库规模

按照城镇生活及工业供水保证率取 P=95%，农村生活供水保证率取 P=95%，农业灌溉保证率取 P=85%，采用历时法破坏月份控制调节计算。工程拟在优先保证生态需水量的前提下，按城镇生活及工业需水、灌溉需水顺序满足。灌溉供水破坏深度按 25%控制，城镇生活及工业供水按 15%控制。考虑水库淤积 20 年库容，经调节计算，黄草坝水库工程总库容 1.144 亿 m³，正常蓄水位 1338m，对应库容 0.11 亿 m³，调节库容 0.94 亿 m³，死水位 1262m，对应库容 0.13 亿 m³。水库为多年调节特性。

2.2.4.2 输水工程规模

本工程从黄草坝水库引水，通过供水管道供水，供水管线沿途分别设置翁安村分水口、勐乃村分水口、通达村分水口、正兴分水口、铁厂村分水口、西萨村分水口、宽宏村分水口、谦岗村分水口、宁洱二水厂分水口和思茅水厂分水口，前 8 个分水口为灌溉、人饮分水口，宁洱二水厂分水口为宁洱县城供水，输水线路末端进入思茅水厂为普洱城区供水。

主要分水口设计流量为：黄草坝首部取水设计流量为 3.0m³/s。以下分水口设计流量分别为：翁安分水口设计流量 0.09m³/s、勐乃分水口设计流量 0.17m³/s、通达分水口设计流量 0.11m³/s、正兴分水口设计流量 0.32m³/s、铁厂分水口设计流量 0.08m³/s、西萨分水口设计流量 0.13m³/s、宽宏分水口设计流量 0.08m³/s、谦岗分水口设计流量 0.05m³/s、宁洱二水厂分水口设计流量 0.97m³/s、入思茅水厂设计流量为 1.03m³/s。

2.2.4.3 泵站工程规模

a) 谦岗泵站

工程自黄草坝水库取水，出库后沿小黑江左岸经 44.2km 输水干线自流输水到达谦岗村，沿途设 8 个分水口向正兴镇及其它农村人饮和灌溉供水，到达谦岗村后，最低水位高程仅为 1225.33m，不足以自流到宁洱、思茅受水区。设计在谦岗村设置谦岗加压泵站，提水至 1414m 高位水池，输水线路继续向南 11.8km 输水至宁洱二水厂，后向西南跨普洱大河经 41.0km 向思茅万掌山受水点输水，提水线路总长 52.8km。谦岗泵站前全线有压输水，泵站后隧洞为无压、管线为有压输水。

谦岗泵站设计规模见表 2.2.4-11。

表 2.2.4-11 谦岗泵站规模指标表

项目		单位	指标	备注
谦岗 泵站	设计流量/考虑抗旱流量	m ³ /s	2.0/2.3	
	水库 水位	设计洪水位(最高运行水位)	m	1339.46
		正常蓄水位	m	1338.0
		平均水位	m	1325.6
		死水位	m	1262.0
		供水最低运行水位	m	1250.0
	调压 井 (前池)	最低水位	m	1225.8 水库最低运行水位-抗旱流量水损
		设计水位	m	1232.2 水库死水位-设计流量水损
		最高水位	m	1324.7 水库最高运行水位-最小流量水损
		平均水位	m	1302.8 水库平均水位-平均流量水损
	出水 池水 位	最高水位	m	1416.0
		设计水位	m	1415.5/1414.0 抗旱/设计
		平均水位	m	1415.5/1414.0 抗旱/设计
		最低水位	m	1414.0/1412.5 抗旱/设计
	泵站 扬程	最大净扬程	m	160.0 出水池最高水位(抗旱)-水库死水位
		设计净扬程	m	159.5 出水池设计水位(抗旱)-水库死水位
		平均净扬程	m	88.4 出水池平均水位(设计)-水库平均水位
		最小净扬程	m	73.2 出水池最低水位(设计)-设计洪水位
	装机容量		MW	12.2 高扬程 1.8×4；低扬程 1.25×4

b) 局部灌溉人饮泵站

各支管控制分区中，通达村和谦岗村所在位置较高，需配置小型泵站提水至饮用水点。输水线路设计增加通达泵站和谦岗村泵站，设计规模见表 2.2.4-12。

表 2.2.4-12 灌区泵站设计流量及扬程

项目			单位	指标
通达村泵站	设计流量		m ³ /s	0.11
	进水池水位	设计水位	m	1243.0
		最高水位	m	1243.5
		最低水位	m	1242.5
	出水水位	设计水位	m	1293.0
		最高水位	m	1293.5
		最低水位	m	1292.5
	泵站净扬程	最大扬程	m	51.0
		设计扬程	m	50.0
		最小扬程	m	49.0
	装机容量		kW	90
谦岗村泵站	设计流量		m ³ /s	0.05
	进水池水位	设计水位	m	1222.0
		最高水位	m	1222.5
		最低水位	m	1221.5
	出水水位	设计水位	m	1272.0
		最高水位	m	1272.5
		最低水位	m	1271.5
	泵站净扬程	最大扬程	m	51.0
		设计扬程	m	50.0
		最小扬程	m	49.0
	装机容量		kW	60

2.2.4.4 工程规模特性表

表 2.2.4-13 工程规模特性表

项目		单位	特性参数值
黄草坝 水库工程	校核洪水位(P=0.05%)	m	1341.68
	设计洪水位(P=1%)	m	1339.46
	防洪高水位	m	1338.5
	正常蓄水位	m	1338.0
	汛限水位	m	1337.5
	死水位	m	1262.0
	供水最低运行水位	m	1250.0
	库容	总库容	万 m ³
		正常蓄水位对应库容	万 m ³
		死库容	万 m ³
		其中：抗旱库容	万 m ³
		调节库容	万 m ³
		防洪库容	万 m ³
		蓄满率	%
		库容系数	
	电站	装机容量	MW
		多年平均发电量	万 kWh
		装机利用小时数	h
		最低发电水位	m
		最大净水头	m
		加权平均水头	m
		额定水头	m
		最小发电水头	m
	泵站	最大净扬程	m
		装机	kW

表 2.2.4-13(续)

项目		单位	特性参数值		
供水量	供水对象		多年平均	P=85%	P=95%
	普洱城区	万 m ³	2930	2935	3110
	宁洱县城	万 m ³	2440	2450	2480
	正兴镇	万 m ³	460	470	470
	农村人畜	万 m ³	115	120	120
	灌溉	万 m ³	665	814	680
	小计	万 m ³	6610	6790	6860

2.2.5 工程项目组成

黄草坝水库工程主要由主体工程、辅助工程、公用工程、储运工程、移民安置工程、环保工程部分组成。工程项目组成见表 2.2.5。

表 2.2.5 黄草坝水库工程项目组成表

工程 项目	工 程 组 成	
主体工程	挡水建筑物	砾石土心墙堆石坝，坝顶高程 1342.5m，最大坝高 163.5m，坝顶宽度 12.0m，坝长 522.0m。坝体从上游至下游依次分为上游护坡、上游堆石区、上游过渡区、上游反滤料区、砾石土心墙、下游反滤料区、下游过渡区、下游堆石区和下游护坡。砾石土心墙底部设 3.0m×3.5m 灌浆廊道，基础底部设置防渗帷幕。
	泄水建筑物	右坝肩布置开敞式泄流溢洪洞，采用弧型工作闸门、液压启闭机控制。溢洪洞由进水渠段、控制段、渐变段、洞身段、泄槽段、挑流段组成，全长 860m。其中溢洪洞段长 565m，断面尺寸 8m×11m(宽×高)，泄槽段长 135.00m，泄槽净宽 8.0m。溢洪洞最大泄量 1079m ³ /s，采用挑流消能方式。 右岸布置泄洪放空洞，施工期导流，后期由导流洞改造而成。由进口引渠段、进口有压段、闸井控制段、龙抬头段、导流洞结合段、泄槽段、挑流消能段及护坦段组成。进口引渠段到护坦末端总长 1094.50m，与导流洞结合段长度为 634.18m。
	取水发电系统	左岸布置取水兼发电引水隧洞。设计引水流量 6.72m ³ /s，最大引水流量 16.6m ³ /s。引渠段底板高程 1251.0m。设岸塔式进水口，采用叠梁门分层取水，自上游依次布置拦污栅、叠梁门、事故门。叠梁门顶最高顶高程 1334.0m，高 83.0m，每节高 5.0m，共 16 节。进水口后设有压圆形隧洞，上平段长 415m，斜井段 54.24m，下平段长 188.6m，直径均为 2.8m。隧洞后设岔管，一支管进入生态电站，另一支接输水管道，发电支管管径 2.0m，引水支管管径 1.8m，均为有压钢管。
	生态电站	在坝下游110m河道转弯处设生态电站，厂区高程1178.40m，由原地势开挖而成，布置有主厂房、安装场、副厂房、尾水渠、附属用房、进场路等建筑物。厂房内布置2台冲击式水轮发电机组，单机容量2.1MW，总容量4.2MW。单机额定流量均为1.86m ³ /s，机组安装高程1179.40m。厂房左侧安装生态流量管，由直径1.6m的生态放水总管分岔出直径1.5m和0.6m的两根支管，设计流量分别为9.88m ³ /s和0.79m ³ /s，经锥阀消能后，排入尾水渠。

表 2.2.5(续)

工程 项目	工 程 组 成	
主体工程	过鱼设施	<p>过鱼设施采用“短鱼道+升鱼机转运过坝”的型式，主要由下游诱、集鱼道段、下游鱼斗运送系统、水平轨道运送系统、上游鱼斗运送系统以及库区投放系统组成。下游诱、集鱼段全长49.70m，后接分鱼暂养系统；厂区水平运鱼轨道长50.72m；上坡段轨道运鱼系统长221.04m；水平轨道吊运系统长293.82m，高程1342.5m，采用回转吊接力过坝；下坡段轨道运鱼系统长199.84m。</p> <p>短鱼道进口布置在尾水渠下游50m，进口底板高程1175.0m，设水平的诱鱼池；短鱼道长36.7m，采用矩形断面池室，净宽2.0m，净长2.5m；鱼道设0.3m宽竖缝，尾部设赶鱼栅池，长12.0m，后接集鱼池。短鱼道进口临河道侧至河左岸布置横向拦鱼电栅，采用悬索悬挂式，长25m。</p>
	谦岗泵站	<p>谦岗村北侧、谦岗河右岸坡地布置谦岗泵站，最大净扬程160m，设计提水流量2.00m³/s，抗旱提水流量2.30m³/s。泵站厂区地面高程1223.7m，主要建筑物包括主泵房、副厂房、生活用房、车库仓库、消防泵房、设备用房等。主泵房地面以上为单层排架结构，地面以下为开敞式布置，水泵层高程为1219.50m，共布置8台泵组，其中4台高扬程卧式双吸双级离心泵机组和4台低扬程卧式双吸单级离心泵机组，单台机组的设计流量为0.7m³/s，总装机容量12.2MW。</p> <p>泵站将供水加压提至高位水池，有效容积为750m³，水池底板顶高程1409.0m，挡墙顶高程1418.00m。</p>
	调压井	<p>谦岗泵站前布置调压井，井筒高134m，竖井直径由3m变为5m，采用阻抗式，变截面型式。竖井顶高程1354.0m，底板高程1220.0m，竖井底部与3#隧洞连接。</p>
	输水管线	<p>输水线路水平投影总长约 99.095km，其中：干线水平投影总长 92.125km，实际长度为 96.973km；支线水平投影总长为 6.97km，实际长度为 7.02km。水库-正兴分水口的管径为 1.8m，正兴分水口-宽宏分水口的管径为 1.6m，宽宏分水口-谦岗泵站-宁洱的管径为 1.5m，以上管段采用钢管；宁洱到思茅的输水管道管径为 1.2m，除局部高压段为钢管外，其余均为球墨铸铁管。管沟断面采用梯形断面。弯管处均采用混凝土镇墩止推。</p>
	输水隧洞	<p>有压隧洞段位于泵站与水库之间的穿山段，包括取水兼发电引水隧洞和输水线路 1#、2#、3#隧洞，长度分别为 0.705km、1.928km、0.325km 和 1.30km，除取水兼发电引水隧洞洞径为 2.8m 外，其余均为 2m。无压隧洞段位于输水线路谦岗泵站出水池与思茅之间，包括 4#、5#、6#和 7#隧洞，长度分别为 1.263km、0.469km、0.447km 和 0.838km，为 2×2.5m 城门洞型隧洞。隧洞出口布置出水池。</p>
	交叉建筑物	<p>输水线路跨河交叉建筑物主要有管桥和倒虹吸，其中管桥40座，总面积10735m²，倒虹吸4座，长409.8m。</p>
	通达村、谦岗村小泵站	<p>通达村小泵站位于通达村公路边的山坡上，设计扬程 50.0m，布置 2 台立式离心泵，单机设计流量 0.055m³/s，总装机 90kW，主要建筑物包括主泵房、进水池、阀井等。谦岗村小泵站位于风雨桥北部的蚂口山上，设计扬程 50.0m，布置 2 台立式离心泵，单机设计流量 0.025m³/s，总装机 60kW，主要建筑物包括主泵房、进水池、阀井等。</p>

表 2.2.5(续)

工程 项目	工 程 组 成	
施工 辅助 工程	施工 导流	枢纽工程上下游围堰一次性拦断河床，右岸布置导流隧洞，进口底板高程1198.0m，出口底板高程1182.0m，隧洞长1066.0m，底坡1.5%，为直墙圆拱型断面。导流洞与放空洞相结合，结合段长度693.6m。导流洞进口明渠底板高程1198.0m，长 10.0m，梯形断面。上游围堰为坝体一部分，堰顶高程1235.50m，最大堰高41.50m；下游围堰设计水位1171.15m，堰顶高程1172.50m，最大堰高13.5m。
	施工 企业	枢纽工程区和输水工程区共布置6个工区。枢纽工程区不设砂石加工系统；坝址左岸下游布置1座混凝土生产系统，铭牌生产能力75m³/h，占地15000m²；枢纽工程区设钢木加工厂1座，占地3000m²，设机械修配保养厂1座，占地2500m²，设混凝土构件预制厂1座，占地5000m²，设压力钢管及钢结构拼装厂1座，占地5000m²。 输水工程区在各工区分别布置1座小型混凝土搅拌站；各工区设钢木加工厂、综合保修厂等施工工厂设施。
公用 工程	水、电、 风系统	枢纽工程区在坝址左岸下游岸边设取水泵站，抽取小黑江河水作为施工用水，取水规模180m³/h，扬程203m，布置一级水池、加压泵站和高位水池各1座，保证自流向施工区供水，泵站扬程163m。输水工程区各工区就近从村镇拉水解决，供水能力160m³/h。 枢纽工程区设4台固定式空压机供风；输水工程区采取移动式空压机供风，共10台。 枢纽工程区自正兴镇110kV变电站接35kV线路至工区，临时变电站布置在溢洪洞出口附近；输水工程区各工区就近接电。
储运 工程	渣、料场	枢纽工程区混凝土骨料、反滤料、过渡层料均外购自距坝址40km的正兴镇砂石料场；心墙料主要利用大坝左坝肩上部山体覆盖层开挖料；坝壳料、块石料除部分利用开挖料外，主要自左坝肩上部石料场开采。输水线路所需砂石料和骨料沿线购买。 枢纽工程区设弃渣场4处，总弃渣量130.72万m³，占地12.96万m²；输水工程区沿线工区设弃渣场7处，总弃渣量22.02万m³，占地6.45万m²。
	施工交 通	枢纽工程区改建黄草公路24.6km，对路面进行加宽，新建桥梁2座；新建黄草公路至坝下之字路的进场道路4.27km；新建6条场内施工永久道路，长6.77km，新建场内施工临时道路10.85km，永久交通桥1座。 输水工程区新建场内施工辅路89.5km，新建场内施工永久道路4.4km，临时道路23.9km。
	其它	枢纽工程区不设油库，不设炸药库。
办公生活设施		枢纽工程区设工程永久办公生活区和施工生产生活区。
移民 安置	移民安 置	规划水平年生产安置总人口487人，其中农业安置20人，一次性货币补偿安置467人。搬迁安置总人口48人，其中集中安置32人，分散安置16人。
	专项设施 复改建	无专项设施复建，无文物古迹及重要矿产压覆。
环保 工程	生态流 量泄放 设施	生态电站，单机引用流量1.86m³/s；2根生态流量支管，管径分别为1.5m和0.6m。
	栖息地 保护	将河源区、坝址下游至威远江河口的小黑江作为栖息地保护河段。
	鱼类增 殖站	业主营地征地范围内建设鱼类增殖放流站1座，近期放流规模21.5万尾。
	业主营 地生活 污水处 理设施	设置一体化钢板模块式污水处理设备，处理能力3.0m³/h，占地300m²。

2.2.6 工程特性

工程特性详见表 2.2.6。

表 2.2.6 黄草坝水库工程特性表

序号及名称	单位	数量	备注
一、水文			
1. 流域面积			
小黑江全流域	km ²	1980	
工程坝址以上	km ²	188	
2. 利用的水文系列年限	年	38	1979~2017
3. 多年平均年径流量	10 ⁸ m ³	1.67	
4. 代表性流量			
多年平均流量	m ³ /s	5.28	
正常运用(设计)洪水标准 P 相应流量	% m ³ /s	1 1590	
非常运用(校核)洪水标准 P 相应流量	% m ³ /s	0.05 2250	
施工导流标准 P 相应流量	% m ³ /s	5 1190	
5. 洪量			
实测最大洪量(1d)	亿 m ³	0.196	小黑江站(2016 年 8 月)
设计洪水洪量(24h)	亿 m ³	0.3	
设计洪水洪量(次洪)	亿 m ³	0.367	
校核洪水洪量(24h)	亿 m ³	0.433	
校核洪水洪量(次洪)	亿 m ³	0.538	
6. 泥沙			
多年平均悬移质年输沙量	万 t	24	
多年平均含沙量	kg/m ³	1.43	
多年平均推移质年输沙量	万 t	4.8	
二、工程规模			
1. 水库			

表 2.2.6(续)

序号及名称	单位	数量	备注
校核洪水位(P= 0.05%)	m	1341.68	
设计洪水位(P= 1%)	m	1339.46	
正常蓄水位	m	1338.00	
汛限水位	m	1337.50	
死水位	m	1262.00	
取水口最低运行水位	m	1256.00	
总库容(校核水位以下库容)	万 m ³	11440	
正常蓄水位以下库容	万 m ³	10642	
调节库容(正常蓄水位至死水位)	万 m ³	9350	
死库容(死水位以下)	万 m ³	1292	
抗旱库容	万 m ³	550	
正常蓄水位时水库面积	km ²	2.14	
回水长度	km	5.55/ 4.24	干流/支流
库容系数		0.56	
调节特性		多年调节	
校核洪水位时最大泄量 相应下游水位	m ³ /s m	1377 1166.70	溢洪洞出口下游
设计洪水位时最大泄量 相应下游水位	m ³ /s m	1132 1165.29	溢洪洞出口下游
最小下泄生态泄量 相应下游水位	m ³ /s m	0.79 1176.05	电站尾水位
2. 灌溉工程			
设计灌溉面积	万亩	3.62	
灌溉设计保证率 P	%	85	
多年平均年引水量	万 m ³	665	
设计引水流量	m ³ /s	0.76	
3. 供水工程			
多年平均供水量	万 m ³	5945	

表 2.2.6(续)

序号及名称	单位	数量	备注
其中：普洱城区	万 m ³	2930	
宁洱县城	万 m ³	2440	
集镇(景谷县正兴镇)	万 m ³	460	
农村人畜	万 m ³	115	
改善农村供水人口	人	14456	
城市供水人口	万人	44.5	
牲畜供水数量	头/只	42460	
设计引水流量(不含灌溉)	m ³ /s	2.24	
供水保证率 P	%	95	
年引水时间	d		
引水线路长度	km	99.095	其中，干管长 92.125km，支管长 6.97km
泵站总装机容量	kW	12200	
泵站引水流量	m ³ /s	2.0 / 2.3	设计/抗旱
最大净扬程	m	160	
4. 水力发电工程			
装机容量	MW	4.2	
保证出力	MW		
多年平均年发电量	万 kW·h	1656	
年利用小时数	h	3943	
发电引水流量	m ³ /s	3.72	
三、淹没损失及工程建设永久征地			
1. 淹没土地(P=20%)	亩	2801.67	
其中：耕地	亩	350.08	
园地	亩	25.88	
林地	亩	2370.44	

表 2.2.6(续)

序号及名称	单位	数量	备注
2. 迁移人口	人	43	现状基准年
3. 涉及房屋面积	m ²	1753.32	
4. 工程建设永久征地	亩	2565.66	
其中：耕地	亩	419.96	
园地	亩	79.97	
林地	亩	1851.22	
四、主要建筑物及设备			
1、拦河坝			
型式			砾石土心墙坝
地震设计烈度		VIII	
坝顶高程 / 防浪墙顶高程	m	1342.50/1343.70	
最大坝高	m	163.5	
坝顶长度	m	522	
坝顶宽度	m	12	
2. 泄水建筑物			
2.1 表孔溢洪洞			开敞进口，明流隧洞
型式		WES	
堰顶高程	m	1327.00	
洞身尺寸(宽×高)	m	8×11	城门洞型
设计泄洪流量	m ³ /s	821	
校核泄洪流量	m ³ /s	1079	
消能方式			挑流消能
工作闸门型式			弧形门
2.2 泄洪放空洞			龙抬头式，导流洞改建
进水口型式			竖井式进水口

表 2.2.6(续)

序号及名称	单位	数量	备注
最大泄洪流量	m ³ /s	298	
底板高程	m	1251.00	
工作闸门型式			弧形门
3. 引水建筑物			
设计引用流量	m ³ /s	6.72	其中, 供水流量 3, 发电引水流量 3.72
进水口型式			岸塔式进水口
底板高程	m	1251.00	
工作闸门型式			叠梁门
闸门数量及尺寸(宽×高)	节-m×m	20-5.0×4.0	
引水道型式			有压隧洞
断面尺寸	m	D2.8	圆形
4. 输水建筑物			
设计流量	m ³ /s	3~1.03	干管
输水道型式			隧洞、埋管、倒虹吸 管、管桥等
主/支管长度	km	96.973 / 7.02	实际长度
其中: 隧洞	段/m	8 / 7275	无压洞断面 2×2.5m 有压洞内径 2.0m 和 2.8m
埋管断面尺寸	m	1.8~1.2	
交叉建筑物型式			管桥、倒虹吸
其中: 管桥	段/m	40 / 2364	
倒虹吸管	座/m	4 / 476	
5. 厂房			生态电站
型式			岸边式地面厂房
主厂房尺寸(长×宽)	m×m	40.12×18.4	
水轮机安装高程	m	1179.40	

表 2.2.6(续)

序号及名称		单位	数量	备注
6. 开关站				
型式				GIS 户内式
面积(长×宽)		m×m	38.92×6.0	
7. 主要机电设备				
7.1 生态电站				
水轮机台数		台	2	
单机容量		MW	2.1	
额定流量		m ³ /s	1.86	
7.2 泵站				地面式
台数		台	4+4	高、低扬程泵各 4 台， 6 用 2 备
流量		m ³ /s	2	
设计净扬程		m	160	
装机容量		kW	7200 / 5000	高扬程泵/低扬程泵
8. 过鱼建筑物				
型式				短诱鱼道与轨道升 鱼机相结合
主要尺寸		m	49.70	集诱鱼段
短鱼道进口底板高程		m	1175.0	
常规池室尺寸		m×m	2.5×2.0	净长×净宽
升鱼机形式				斜坡轨道式
五、施工				
1、主体工程数量				
明挖	土方	万 m ³	319.90	
	石方	万 m ³	174.05	
洞挖石方		万 m ³	26.04	
填筑	土方	万 m ³	396.90	

表 2.2.6(续)

序号及名称		单位	数量	备注
	石方	万 m ³	755.66	
混凝土和钢筋混凝土		万 m ³	42.88	
金属结构安装		t	2308	
2. 主要建筑材料数量				
水泥		万 t	22.5	
钢材		万 t	12.30	
炸药		t	4331	
3. 所需劳动力				
总工日		万工日	441	
高峰工人数		人	3050	
4. 对外交通				
公路距离		km	55.29	
运量		万 t	354	
5. 施工导流				
导流方式 / 断面尺寸		m	7×8	一次性拦断河床，隧洞导流
导流时段			全年	
导流设计标准 P		%	20	
导流设计流量		m ³ /s	1190	
7. 施工期限				
准备工期		月	22	与主体工程施工期重叠 5 个月
投产工期				
其中：蓄水工期		月	58	
通水工期		月	59	
第一台机组发电工期		月	59	
总工期		月	60	主体 42 个月

表 2.2.6(续)

序号及名称	单位	数量	备注
六、经济指标			
1. 工程部分			
静态总投资	万元	447452	
其中：基本预备费	万元	40677	
2. 建设征地移民补偿			
静态总投资	万元	34183	
3. 环境保护工程			
静态总投资	万元	12211/24155.02	可研阶段/环评阶段
4. 水土保持工程			
静态总投资	万元	11890	
5. 投资合计			
静态总投资	万元	505736	可研报告环保总投资 12211 万元
建设期融资利息	万元	4304	
总投资	万元	510040	

2.2.7 工程等别与设计标准

2.2.7.1 工程等别

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》，黄草坝水库总库容为 11440 万 m^3 ，处于 1 亿 $\text{m}^3 \sim 10$ 亿 m^3 之间，水库对应的工程等别为 II 等，工程规模属大(2)型；工程多年平均供水量为 6610 万 m^3 ，处于 0.3 亿 $\text{m}^3 \sim 1$ 亿 m^3 之间，供水对象重要性为“比较重要”，农村人畜饮年供水量 115 万 m^3 ，供水对象重要性为“一般”，供水对应的工程等别为 III 等或 IV 等，工程规模属中型或小(1)型；灌溉面积为 3.62 万亩，处于 0.5 万亩 ~ 5 万亩之间，灌溉对应的工程等别为 IV 等，工程规模属小(1)型；生态电站装机容量为 4.2MW，小于 10MW，发电对应的工程等别为 V 等，工程规模属小(2)型。

对综合利用的水利水电工程，其工程等别应按其中最高等别确定，因此，确定本工程等别为 II 等，工程规模为大(2)型。

2.2.7.2 建筑物级别

黄草坝水库枢纽工程主要建筑物拦河坝为 1 级，溢洪洞、泄洪放空洞为 2 级。取水兼发电引水隧洞承担供水、灌溉和生态放水任务，设计流量 $16.6\text{m}^3/\text{s}$ ，但供水及灌溉设计流量为 $3.00\text{m}^3/\text{s}$ ，在 $3\text{m}^3/\text{s}\sim 10\text{m}^3/\text{s}$ 之间，主要建筑物级别应为 3 级；水库拟供灌区 3.62 万亩，在 0.5 万亩~5 万亩之间，主要建筑物级别为 4 级，综合以上，考虑工程供水和灌溉的重要性，确定取水兼发电引水隧洞为 3 级建筑物。

生态电站位于坝后，装机容量为 4.2MW，容量较小，按照电站装机容量小于 10MW，主要建筑物级别应为 5 级，但考虑到本工程等别为 II 等，且作为动能回收生态电站，承担下游生态放水，对保证下游河道生态功能具有重要作用，因此提高生态电站级别，确定生态电站及生态流量管以及电站上游引水压力管道为 3 级建筑物；考虑过鱼设施的生态重要性，确定过鱼设施为 3 级建筑物。

取水兼发电引水隧洞进水口为岸塔式，布置于小黑江的支流南板河上，独立于坝体布置，考虑其后取水兼发电引水隧洞和生态电站级别均为 3 级建筑物，确定取水兼发电引水隧洞进水口建筑物级别确定为 3 级。

输水工程设计流量 $3.00\text{m}^3/\text{s}$ ，主要建筑物等级为 3 级；考虑泵站设计流量 $2.0\text{m}^3/\text{s}$ ，高、低扬程泵组装机功率分别为 7.2MW、5.0MW，且高、低扬程泵组不同时运行，泵站等级为 3 级；按照规范规定，供水工程承担县级市及以上城市主要供水任务的供水工程，永久建筑物级别不宜低于 3 级，输水干线上的埋管、隧洞、管桥、倒虹管以及交叉建筑物按 3 级建筑物设计。谦岗泵站、调压井、高位水池按照 3 级建筑物设计。向灌区供水的分水支管等相关建筑物按 4 级建筑物设计。

2.2.8 工程总体布置及主要建筑物

黄草坝水库工程主要包括枢纽工程和输水工程两部分。水库枢纽建筑物主要包括拦河坝、溢洪洞、取水兼发电引水隧洞、水库泄洪放空洞、过鱼设施、生态电站、鱼类增殖放流站等；输水工程主要建筑物包括谦岗泵站、输水管线、输水隧洞、调压井、高位水池、交叉建筑物、提水小泵站、管道终点蓄水池等。

2.2.8.1 枢纽工程

a) 拦河坝

拦河坝为砾石土心墙坝，坝顶长 522.0m，坝顶高程 1342.50m，防浪墙顶高程

1343.70m，坝顶宽 12.0m，最大坝高 163.5m。坝体从上游至下游依次分为上游护坡、上游堆石区、上游过渡区、上游反滤料区、砾石土心墙、下游反滤料区、下游过渡区、下游堆石区和下游护坡。大坝最低建基面高程为 1179.00m，上游坝坡为 1:2.2；下游坝坡坡比 1:2.0。设坝后公路，路宽 9.0m。砾石土心墙底部设 3.0m×3.5m 灌浆廊道，基础底部设置防渗帷幕，帷幕灌浆深入相对不透水层($q=3Lu$)以下 5.0m。

b) 溢洪洞

溢洪洞布置于右坝肩，采用弧型工作闸门、液压启闭机控制，由进水渠、控制段、渐变段、洞身段、泄槽段、挑流段及护坦段组成。溢洪洞全长 860.0m，其中溢洪洞段长 565.0m，断面尺寸 8m×11m(宽×高)。溢洪洞出口通过竖向曲线与泄槽相接，泄槽段长 135.0m，泄槽净宽 8.0m。溢洪洞最大泄量 1079.0m³/s，消能方式采用挑流消能，挑射角 27°，反弧半径 27.1m。

c) 泄洪放空洞

泄洪放空洞承担放空水库和参与泄洪任务，洞身分为有压进口段、闸井控制段、龙抬头段和导流洞结合段。进口底板高程为 1251.0m，检修闸门采用平板门，工作闸门采用弧形门，闸门前为有压隧洞(圆形断面)，闸门后为无压隧洞(城门洞型断面)。闸门后通过渐变段与龙抬头段相接，龙抬头段断面尺寸 7.0m×8.0m(宽×高)，反弧段后接导流洞结合段。导流洞结合段断面尺寸为 7.0m×8.0m(宽×高)。泄洪放空洞出口采用挑流消能，校核洪水位参与泄洪泄量为 298m³/s，最大泄量过流能力为 720m³/s。

d) 取水兼发电引水隧洞

取水兼发电隧洞布置在左岸，设置岸塔式进水口，采用叠梁门分层取水，自上游依次布置拦污栅、叠梁门、事故门。岸塔式进水口顶设门机操作平台，高程 1342.50m，与大坝坝顶同高。岸塔式进水口设置一道事故闸门，卷扬机启闭，采用下游侧止水，设通气管。分层取水叠梁门和拦污栅由双向抓斗控制，实现闸门在门槽和门库间运行。门机位于塔顶 1342.50m 操作平台，与大坝坝顶同高。

进口渐变段位于隧洞进口，长 5.0m，由 2.8m×2.8m 方形孔口变为内径 D2.8m 圆形孔口。渐变段后接取水发电隧洞，隧洞上平段总长 415.0m，直径 2.8m，为有压圆形断面，底坡 $i=0.005$ ；斜井段长 54.24m，下平段总长 188.6m，均为直径 2.8m 有压圆形断面。隧洞后设岔管，一支管进入生态电站，另一支接输水管道，发电支管管径

2.0m，引水支管管径 1.8m，均为有压钢管。

叠梁门顶最高顶高程 1334.0m，底板高程 1251.0m，高 83.0m，每节高 5.0m，共 16 节。门顶最小过流水深取 2.0m、最大取表层水水深为 7.0m，即门顶水深在低于 2.0m 时，需提出 1 节叠梁门；门顶水深在高于 7.0m 时，需放下 1 节叠梁门。叠梁门库的底高程 1270.50m，至塔顶高程 1342.50m，库深 72.0m。

e) 生态电站

生态电站布置在坝下游 110m 河道转弯处，电站厂区室外地坪由原地势开挖而成，厂区高程 1178.40m，布置有主厂房、安装场、副厂房、尾水渠、附属用房、警卫室及水处理用房、进场路等建筑物。主厂房与安装场“一”字布置，副厂房布置于主厂房及安装场上游。进场路位于厂房右侧，附属用房位于厂房右侧，警卫室及水处理用房位于过鱼设施暂养箱下游侧。厂房内布置 2 台冲击式水轮发电机组，单机容量 2.1MW，总容量 4.2MW。单机额定流量均为 $1.86\text{m}^3/\text{s}$ ，机组安装高程 1179.40m。

厂房左侧安装生态流量管。考虑到生态流量及生态调度水量泄放要求跨度较大，不利于阀门的控制，因此设计由直径 1.6m 的生态流量总管分岔出直径 1.5m 和 0.6m 的两根支管。管道中心线高程为 1176.21m，两根支管共用一个检修阀井，在管道出口处设置锥阀进行消能，后直接排入尾水渠中。

f) 过鱼设施

过鱼设施采用“短鱼道+升鱼机转运过坝”的型式，主要由下游诱、集鱼道段、下游鱼斗运送系统、水平轨道运送系统、上游鱼斗运送系统以及库区投放系统组成。下游诱、集鱼段全长 49.70m，后接分鱼暂养系统；厂区水平运鱼轨道长 50.72m；上坡段轨道运鱼系统长 221.04m；水平轨道吊运系统长 293.82m，高程 1342.5m，采用回转吊接力过坝；下坡段轨道运鱼系统长 199.84m。集鱼斗经下游运送系统运至左岸坝肩，经坝顶钢桁架转运至大坝上游；根据过鱼季节的库区水位变化情况，再由上游运送系统将鱼斗放至库区的投放系统中，库区运鱼船行驶到库尾地势开阔、饵料丰富的位置将鱼投放。

短鱼道进口布置在尾水渠下游 50m，进口底板高程 1175.0m，设水平的诱鱼池；短鱼道长 36.7m，采用矩形断面池室，净宽 2.0m，净长 2.5m；鱼道设 0.3m 宽竖缝，尾部设赶鱼栅池，长 12.0m，后接集鱼池。短鱼道进口临河道侧至河左岸布置横向拦

鱼电栅，采用悬索悬挂式，长 25m。

2.2.8.2 输水工程

a) 总体布置

输水工程主线路从黄草坝水库取水，大致沿小黑江左岸布置，途经正兴镇后，基本上沿县道 XJ85 布置，穿过宁洱县城后，转向西南方向，基本沿普洱大河左岸铺设，在宁洱县的老陈寨村附近向南至思茅河，沿该河右岸逆流而上，至思茅区万掌山上的新建水厂。主线路全长约 96.973km，多沿山坡布置，线路建筑物形式以埋管为主，沿途布置倒虹埋管、管桥等交叉建筑物和隧洞，以及调压井、泵站和高位水池等。

库水经输水线路前段自流至部分高程较低的受水区分水口，分别经过翁安村、勐乃村、通达村、正兴镇(景南村)、铁厂村、西萨村、宽宏村和谦岗村等 8 个分水口，分水口处设置分水阀井，水流通过分水阀调压后送入各个支管，流向各受水区，该部分水量主要包括灌溉及人畜用水。

输水干线到达谦岗村，水头已经基本耗尽，水流靠自重已无法满足供水要求，且后继供水区为宁洱县城和思茅区，要求的受水高程相对较高。因此在谦岗村处设扬水泵站，将水流加压提至高位水池，再输送 52.760km 至地势较高的受水区—宁洱镇及思茅区，满足两地区的城镇生活及工业用水要求。为保证系统安全运行，泵站前布置调压井。

整个线路布置基本沿等高线敷设，控制压头在 200m 水头以内。局部地势较高处，设置隧洞。过河段设置倒虹管或者管桥，因沿线河谷狭窄陡峭，多采用管桥型式。线路布置尽可能靠近河边公路，为施工和未来维修便利。

线路水平投影总长约 99.095km，其中：干线总长 92.125km，支线总长为 6.97km。沿输水线路主要有埋管、隧洞、加压泵站、调压井、交叉建筑物、排水阀井、排气阀井、流量计井、分水阀井、检修阀井、调流阀井等。输水线路交叉建筑物主要有管桥、倒虹管和隧洞，其中隧洞 8 段，管桥 40 座，倒虹管 4 座。隧洞总长 7.275km(其中有压段 4 段，共长 4.258km，断面为圆形，直径分别为 2.8m、2.0m；无压段 4 段，共长 3.017km，断面为城门洞形，尺寸 2.0m×2.5m)；40 座管桥共长 2364m，管径 1.8m~1.2m；4 座倒虹管共长 476m，管径分别为 1.6m、1.5m、1.5m、1.2m。

首部取水设计流量 16.6m³/s，经生态流量泄放后，输水干管设计流量 3.00m³/s~

1.03m³/s, 管径 1.8m~1.2m, 其中 1.5m 以上为钢管, 其它除高深峡谷段为钢管外均为球管。库水经过谦岗泵站扬水到高位水池, 向宁洱和思茅供水, 泵站采用高低泵布置, 均为 4 台, 总装机 12.2MW, 最大净扬程为 160.0m, 最低扬程为 74.0m。

b) 输水线路建筑物

1) 取水口

取水建筑物布置在大坝左岸, 设计引水流量 16.6m³/s, 由引渠段、岸塔式进水口、进水口渐变段、取水隧洞和出口岔管组成。进水口采用岸塔式进水口, 隧洞为有压隧洞, 隧洞出口设岔管, 一支管作为生态电站供水压力埋管, 另一支管后接输水管道。由于水库主要任务为供水与灌溉, 为保证灌溉用水水温与取水水质要求, 取水口采用叠梁门分层取水型式。

2) 谦岗泵站

谦岗泵站位于谦岗村北侧, 谦岗河右侧的一处坡地上, 西侧紧靠县道 XJ85, 地表高程 1220m~1270m, 地形坡度 10°~25°, 为中山斜坡地貌。泵站最大净扬程 160m, 设计提水流量 2.00m³/s, 抗旱提水流量 2.30m³/s。通过泵站扬水至高位水池, 供水至宁洱第二水厂和思茅区新建水厂。泵站由南面进入厂区, 厂区地面高程 1223.70m。泵站厂区内主要建筑物包括泵站主厂房、泵站副厂房、水处理设备用房、仓库、警卫室等; 泵站主要水工建筑物包括主泵房、副厂房、进出水管(含支管)和出水池。

主泵房内布置 8 台泵组, 其中 4 台高扬程卧式双吸双级离心泵机组和 4 台低扬程卧式双吸单级离心泵机组, 单台机组的设计流量为 0.7m³/s, 配套电动机功率分别为 1.8MW(高扬程泵组)和 1.25MW(低扬程泵组), 总装机容量 12.2MW。主泵房呈“一”字布置, 自左至右依次为安装间段和主机组段。泵站采用正向进水, 进水管一端与 3#隧洞相连, 另一端与进水支管相连, 进水管内径 1.5m; 进水支管采用一机一管布置, 连接进水管和泵房, 管道内径 0.7m; 泵站采用正向对称出水, 出水支管内径 0.6m, 出水支管与主管线均平行布置出主泵房。

管线引水经泵房机组加压扬水到高位水池后, 采用重力自流方式供水。高位水池净尺寸 25.0m×20.0m×9.0m(长×宽×高), 有效容积 750m³。抗旱工况下正常水位和最低水位分别为 1415.50m 和 1414.0m, 设计工况下正常水位和最低水位分别为 1414.0m 和 1412.50m, 水池底板顶高程 1409.0m, 厚 1.0m, 池外回填平台高程 1412.0m。在

高位水池左侧墙顶设底宽 2.0m 的溢流道导入排水沟，溢流道顶高程 1416.0m。

3) 谦岗泵站调压井

谦岗泵站前布置调压井，井筒高 134m。竖井采用阻抗式，断面为圆形，变截面型式，直径由 3m 变为 5m，1312.0m 以上直径为 5.0m，以下直径为 3.0m。竖井顶高程 1354.0m，底板高程 1220.0m，竖井底部与 3#隧洞连接。

4) 输水管线

输水线路水平投影总长约 99.095km，其中：干线水平投影总长 92.125km，实际长度为 96.973km；支线水平投影总长为 6.97km，实际长度为 7.02km。

表 2.2.8-1 输水工程线路布置工程特性表

位置	流量 (m ³ /s)	建筑物	长度 (m)	材料	管(洞)径 (m)	备注
取水口~翁安分水口	3.00	取水兼发电隧洞	705	混凝土衬砌	Ø2.8	有压
		埋管	5347.6	钢管	Ø1.8	
		隧洞(1#、2#)	1928、325	混凝土衬砌	Ø2.0	有压
		管桥(1#~4#)	214	钢管	Ø1.8	
翁安~勐乃分水口	2.91	埋管	3530.0	钢管	Ø1.8	
		管桥(5#)	56	钢管	Ø1.8	
		管桥(6#~7#)	89	钢管	Ø1.8	
勐乃分水口~通达	2.75	埋管	3675.7	钢管	Ø1.8	
		管桥(8#~9#)	125	钢管	Ø1.8	9#厚18mm
		管桥(10#~11#)	97	钢管	Ø1.8	
		通达小泵站	设计扬程 50m，提水流量 0.11m ³ /s，装机 2 台，共 90kW。			
通达~正兴镇(景南)	2.64	埋管	7274.9	钢管	Ø1.8	
		管桥(12#~14#)	226	钢管	Ø1.8	12#厚20mm
正兴镇(景南)~铁厂	2.32	埋管	8984.4	钢管	Ø1.6	
		管桥(15#~18#)	336	钢管	Ø1.6	18#厚18mm
		1#倒虹管	292	钢管	Ø1.6	

表 2.2.8-1(续)

位置	流量 (m ³ /s)	建筑物	长度 (m)	材料	管(洞)径 (m)	备注
铁厂～西萨	2.25	埋管	4208.3	钢管	Ø1.6	
		管桥(19#)	36	钢管	Ø1.6	
西萨～宽宏	2.13	埋管	1505	钢管	Ø1.6	
		管桥(20#)	70	钢管	Ø1.6	
宽宏～谦岗	2.05	埋管	3755.7	钢管	Ø1.5	
		隧洞(3#)	1300	混凝土衬砌	Ø2.0	有压
		管桥(21#)	37	钢管	Ø1.5	
		调压井	最高涌浪 1342.71m, 井深 124m, 高程 1312m 以下内径 3m、以上 5m。			
		谦岗泵站	最大净扬程 160m, 提水流量 2.00m ³ /s, 装机 8 台, 共 12200kW。			
		谦岗村小泵站	设计扬程 50m, 提水流量 0.05m ³ /s, 装机 2 台, 共 60kW。			
谦岗～宁洱	2.00	埋管	9853.9	钢管	Ø1.5	
		隧洞(4#、5#)	1263、469	混凝土衬砌	2×2.5	无压
		管桥(22#～24#)	178	钢管	Ø1.5	
		2#倒虹管	36	钢管	Ø1.5	
宁洱～思茅新建水厂	1.03	埋管	38708.2	球墨铸铁管	Ø1.2	
		埋管	167	钢管	Ø1.2	普洱大河两岸
		隧洞(6#、7#)	447、838	混凝土衬砌	2×2.5	无压
		管桥(25#～31#、33#、34#、37#～40#)	876	球墨铸铁管	Ø1.2	35#、36#K10
		管桥(32#、35#、36#)	106	钢管	Ø1.2	穿普洱大河
		3#、4#倒虹管	44、104	球管、钢管	Ø1.2	

表 2.2.8-2 支管线路布置工程特性表

支管名	水平投影长度 (m)	设计流量 (m ³ /s)	管径 (m)	备注
生态电站	见电站布置	13.6	2.0	钢管
翁安村支管	258	0.09	0.35	球墨 DIP

表 2.2.8-2(续)

支管名	水平投影长度 (m)	设计流量 (m ³ /s)	管径 (m)	备注
勐乃村支管 1	1949	0.10	0.35	球墨 DIP
勐乃村支管 2	208	0.07	0.35	球墨 DIP
通达村支管	1155	0.11	0.35	球墨 DIP、钢管
正兴支管	259	0.32	0.5	球墨 DIP
铁厂支管	326	0.08	0.35	球墨 DIP
西萨村支管右	1513	0.11	0.35	球墨 DIP
宽宏村支管	704	0.08	0.35	球墨 DIP
谦岗村支管	549	0.05	0.35	球墨 DIP、钢管
宁洱分水口	50	0.97	0.8	球墨 DIP
思茅新建水厂	0	1.03	/	/
合计	6970			

本工程灌区主要分布在翁安村、勐乃村、通达村、正兴镇、铁厂村、西萨村、宽宏村和谦岗村，该段线路长 44.209km，占比整个输水线路的 46%。谦岗村附近高程约 1230.0m，该段管径的大小需考虑在经济流速的基础上，同时满足供水最低运行水位时水流靠自重输送。谦岗村后的供水点是宁洱和思茅，均为城镇供水，且两点地势较高，需要泵站提水，管径大小应与泵站装机同时考虑。

在输水流量一定的情况下，管内流速与管径的平方成反比，管径越大，管内流速越小，水头损失也越小，在设计流量下，输水管道流速控制在 0.6m/s~1.4m/s。对于泵站前输水管道，根据各段的输水流量，考虑到谦岗村的水头损失，库区-正兴分水口的管径为 1.8m，正兴分水口-宽宏分水口的管径为 1.6m，宽宏分水口-谦岗泵站的管径为 1.5m，泵站前总水头损失设计流量时为 29.79m，满足灌区自流要求。对于泵站后输水管道，从谦岗到宁洱，流量基本没变化，管道直径仍旧按前一段取 1.5m，从宁洱到思茅管道管径经经济比较取 1.2m。

表 2.2.8-3 泵站前输水管道直径计算成果表

区段	设计流量 Q(m ³ /s)	经济流速 V1(m/s)	计算管径 D(m)	经济流速 V2(m/s)	计算管径 D(m)	选择管径 D(m)
生态流量分口至翁安村分水口	3.00	0.9	2.07	1.4	1.66	1.8
翁安村分水口至勐乃村分水口	2.91	0.9	2.04	1.4	1.64	1.8
勐乃村分水口至通达村分水口	2.75	0.9	1.98	1.4	1.62	1.8
通达村分水口至正兴分水口	2.64	0.9	1.92	1.4	1.60	1.8
正兴分水口至铁厂分水口	2.32	0.9	1.80	1.4	1.46	1.6
铁厂分水口至西萨分水口	2.25	0.9	1.78	1.4	1.46	1.6
西萨分水口至宽宏分水口	2.13	0.9	1.74	1.4	1.43	1.6
宽宏分水口至谦岗泵站	2.05	0.9	1.69	1.4	1.38	1.5

输水线路管道基本位于山间林地内或沿路铺设，其中宁洱段部分经过农田，为减少或避免工程给农业生产带来不利影响，埋管段管顶最小覆土厚度取 1.25m，可满足不因动荷载的冲击而降低强度和抗浮要求。管沟断面采用梯形断面，弯管处均采用混凝土镇墩止推。

5) 输水隧洞

本工程有压隧洞段位于泵站与水库之间的穿山段，包括取水发电洞和 1#、2#、3#隧洞，长度分别为 0.705km、1.928km、0.325km 和 1.30km；无压隧洞段分别位于输水线路谦岗泵站出水池与思茅水厂之间，包括 4#、5#、6#和 7#隧洞，长度分别为 1.263km、0.469km、0.447km 和 0.838km。1#、2#、3#有压隧洞断面型式为圆形，洞径 2.0m。衬砌采用 C30 钢筋混凝土，4#、5#、6#和 7#无压隧洞断面型式为城门洞型，尺寸 2.0m×2.5m。衬砌采用 C30 钢筋混凝土。

4#、5#、6#和 7#无压隧洞进口布置进水池，进水池尺寸均为 16.2m×6.2m×6.2m(长×宽×高)，为防止突然断水时隧洞内水倒灌，同时保证水流平稳在进水池设置 2m 高 0.3m 厚溢流隔墙。隧洞出口布置隧洞出水池，出水池连接输水埋管与隧洞，出水池尺寸均为 16.2m×6.2m×8.4m(长×宽×高)。

表 2.2.8-4 输水隧洞设计成果表

位置	建筑物	桩号	流量 (m ³ /s)	长度(m)	断面(m)	衬砌 厚 (mm)
取水口~翁安	取水发电洞	YS0+000.00~ YS0+656.60	16.6	705	Ø2.8	500~ 600
	1#隧洞	YS4+220.00~ YS6+148.00	3.00	1928	Ø2	450~ 500
	2#隧洞	YS6+990.00~ YS7+315.00	3.00	325	Ø2	450~ 500
宽宏~谦岗	3#隧洞	YS40+112.00~ YS41+412.00	2.05	1300	Ø2	400~ 500
谦岗~宁洱	4#隧洞	YS48+221.00~ YS49+484.00	2.00	1263	2×2.5(城门洞)	350~ 450
谦岗~宁洱	5#隧洞	YS49+521.00~ YS49+990.00	2.00	469	2×2.5(城门洞)	350~ 450
宁洱~思茅新建水厂	6#隧洞	YS81+358.00~ YS81+805.00	1.03	447	2×2.5(城门洞)	350~ 450
宁洱~思茅新建水厂	7#隧洞	YS91+260.00~ YS92+098.00	1.03	838	2×2.5(城门洞)	350~ 450

6) 交叉建筑物

管道穿越河流、冲沟时，首先应考虑利用已有跨越设施的可能，如桥梁、堤坝、路基等。必须新建管道跨越设施时，应根据河道、冲沟断面特点、水文地质情况和施工条件等因素确定方案。对于河床纵、横断面较稳定的河谷，可以采用倒虹埋管跨越；对于山区涧溪，往往沟深岸陡且冲刷严重，宜采用管架桥跨越。

在山谷地段，一般是采用延长输水线路绕行、溪谷上方穿越或采用倒虹埋管穿越。溪谷上方穿越方法大多采用桥梁架管或专用管架桥。在山谷洪水流量不大的情况下，管道也可以直接在填起的路堤上通过，但在输水线路的下面设排洪涵洞，以排泄洪水。

管道穿越铁路和重要公路多采用套管和方涵。套管和方涵将管道保护起来，套管及方涵两端应设检查井，管涵内要留有检修通道。

输水线路交叉建筑物主要有管桥、倒虹管和隧洞。另外在输水线路过路、跨沟及其他局部建筑物位置均需做特殊处理。

输水线路跨河交叉建筑物主要有管桥和倒虹吸，其中管桥 40 座，总面积 10735m²，倒虹吸 4 座，长 409.8m。

7) 管道终点建筑物

黄草坝水库工程主要受水点宁洱、思茅均不考虑建设调蓄工程。灌区的灌溉保证率较低，停水检修期间只需保证灌区的人畜饮水，现有的人饮工程也可运用，只需原

有设施清洗、线路充水，按 2 天考虑蓄水池容积，其位置兼顾人饮及灌溉高程要求，以就近供水为原则进行布置。圆形水池受力条件较好，便于后期配套增设出水口。另外当地工程多用圆形水池，施工、运行管理经验丰富。

工程在翁安村、勐乃村 1、勐乃村 2、通达村、景南村、铁厂村、西萨村、宽宏村和谦岗村各修建一座小型蓄水池，共修建 9 座蓄水池，其中通达村、谦岗村蓄水池兼作小泵站的出水池使用。蓄水池均采用圆形水池，各水池的尺寸见表 2.2.8-5。

表 2.2.8-5 终点蓄水池特征尺寸表

乡镇	村名	设计流量	计算容积	水池内径	高度
		(m ³ /s)	(m ³)	(m)	(m)
景谷县	翁安村	0.006	230	7	6
	勐乃村 1	0.002	230	7	6
	勐乃村 2	0.003	346	8	7
	通达村	0.003	346	8	7
	景南村	0.007	806	11	9
	铁厂村	0.005	576	9	9
宁洱镇	西萨村	0.004	461	8	9
	宽宏村	0.002	230	7	6
	谦岗村	0.003	346	8	7

8) 通达村、谦岗村小泵站

输水线路经过通达村分水后，配置给该村的灌溉人饮用水由于部分灌面高程达 1290m，需要设置小泵站扬水。通达村小泵站位于帕庄河北侧、通达村公路边的山坡上，设计扬程 50.0m，共布置 2 台立式离心泵机组，单机设计流量 0.055m³/s，泵站总装机 90kW。泵站厂区地面高程 1240.70m。厂区内主要建筑物包括主泵房、进水池、阀井等。主泵房呈“一”字布置，自左至右依次布置 1#~2#机组，机组间距 2.0m；进水池中心线距离泵房机组中心线上游侧约 7.3m 处，池体为矩形，顶部设顶板；阀井中心线距离进水池中心线上游侧约 10.25m 处，设半球阀、流量计、活塞阀及蝶阀等。

输水线路到达谦岗村后，大部分库水通过谦岗泵站提水到宁洱和思茅，配置给谦岗村的灌溉人饮用水由于部分灌面高程达 1270m，需要设置小泵站扬水。谦岗村小泵

站位于谦岗河左岸、风雨桥北部的蚂口山上，设计扬程 50.0m，共布置 2 台立式离心泵机组，单机设计流量 $0.025\text{m}^3/\text{s}$ ，泵站总装机 60kW。泵站厂区地面高程 1222.70m。泵站厂区内主要建筑物包括主泵房、进水池、阀井等。主泵房单层布置，地面以上为单层排架结构，地面以下为开敞式，呈“一”字布置，自左至右依次布置 1#~2#机组，机组间距 2.0m；进水池中心线距离泵房机组中心线上游侧约 7.3m 处，池体为矩形，顶部设顶板；阀井中心线距离进水池中心线上游侧约 10.25m 处，设半球阀、流量计、活塞阀及蝶阀等。

2.3 工程施工

2.3.1 交通运输

2.3.1.1 对外交通

a) 枢纽工程

工程对外交通条件较好，从普洱市经 G8511(昆磨高速)或 G213 国道行约 45km 可至宁洱县城，从宁洱县城经 G323 国道行约 49km 至正兴镇，从正兴镇经 XJ85 县道行约 8km 至黄草坝公路路口，从黄草坝公路路口沿黄草坝公路行约 25km 可抵达坝址附近。工程施工进场拟利用黄草坝公路，该路长 24.6km，现为混凝土路面道路，路面宽度约 3.25m，共有桥梁 2 座。该混凝土路段路基下部有部分掏空，且有些部位边坡坍塌严重，施工时可进行局部加宽及加固处理。

枢纽工程区附近黄草坝公路位于左岸山顶，高程约 1524.0m，河底高程约 1174.0m，高差较大，故在需左岸修建公路至坝角，新建进场公路长度为 4.27km。

枢纽工程对外交通道路需改建、新建道路两段：

1) 改建黄草公路约 24.6km，对路面进行加宽，不低于原道路平、纵指标。道路前 10km 采用双车道，路面宽 6.5m，路基宽 7.5m；后 14.6km 采用单车道+错车道型式，路面宽 3.5m，路基宽 4.5m。路面为水泥混凝土路面，道路两侧设置土路肩和排水边沟。新建桥梁 2 座。

2) 新建黄草公路到坝下之字路的进场道路 4.27km，四级路标准，路基宽 7.5m，路面宽 6.5m，沥青混凝土路面。该路为永临结合道路，施工期部分路段路基宽 8.5m、路面宽 7.0m，泥结碎石路面；工程完建前按永久道路标志改造为沥青混凝土路面。

b) 输水工程

输水工程沿途经过正兴镇、宁洱县及思茅区，输水线路沿线有 XJ85 县道、XJ02 县道经过，可利用已有县道施工。

外来物资的交通运输主要包括工程用建筑材料、爆破材料、油料、施工机械、设备及生活物质，经过计算总运输量 354 万 t。

2.3.1.2 场内交通

a) 枢纽工程

场内施工道路结合建筑物的施工条件和天然建材分布情况，在坝址区新建部分临时施工道路，分别通往石料场、临时堆放场、混凝土拌和系统、施工附属企业区、生产生活区及各弃渣场等，以满足大坝、电站和导流工程的施工需要。

枢纽工程区场内永久交通主要包括：①坝后之字路；②左岸上坝路(简称为 R2 路)；③左岸进厂房路(简称为 R3 路)；④左岸管理区路(简称为 R4 路)；⑤左岸取水兼发电引水隧洞进水塔路(简称为 R5 路)；⑥右岸泄洪放空洞竖井式进水口路(简称为 R6 路)；⑦坝下交通桥至厂房。

道路标准：①永久道路，路基宽 6.5m，路面宽 6.0m，沥青混凝土路面；②临时道路，料场开采运输道路及进场道路路段料场到大坝之字路段，路基宽 8.5m，路面宽 7.0m，泥结碎石路面；其他临时道路路基宽 6.5m，路面宽 6.0m，泥结碎石路面。

枢纽工程区修建场内永久道路总长约 6.77km，修建临时施工道路总长约 10.85km，新建永久交通桥 1 座。

b) 输水工程

在谦岗泵站、通达村小泵站、谦岗村小泵站修建永久交通道路，作为泵站永久运行道路。谦岗泵站永久进场公路起点位于白沙水村南部 XJ85 县道附近，高程约 1251.5m，终点厂坪高程为 1223.7m，道路长约 400m。谦岗杠泵站出水池连接路起点位于白沙水村南部 XJ85 县道附近，高程约 1261.5m，终点厂坪高程为 1408.0m，道路长约 2300m。通达村小泵站永久进场公路起点位于通达村死马洞采石场东北部村村通公路，高程约 1246m，终点厂坪高程为 1240.7m，道路长约 300m。谦岗村小泵站永久进场公路起点位于谦岗村北部，高程约 1238m，终点厂坪高程为 1222.7m，道路长约 600m。

道路标准：①永久道路，路基宽 4.5m，路面宽 3.5m，沥青混凝土路面；②临时

道路，路基宽 4.5m，路面宽 3.5m，泥结碎石路面。

在闸室、高位水池等建筑物处修建永久检修便道，供永久检修巡视使用，检修便道宽 2m，连接附近村村通道路或其他高等级公路，长约 9.05km。

输水工程区内，新建主要施工辅路总长约 89.5km；新建永久道路 4.4km，临时道路 23.9km。

施工道路汇总见表 2.3.1-1。

表 2.3.1-1 施工道路汇总表

工程项目			起止点	单位	数量	路面	路基	路面	备注
						宽度	宽度	结构	
枢纽工区	对外交通	R1	黄草坝公路至坝后之字路	m	4270	7	8.5	沥青路面	永临结合，施工期路面宽 7.0m，路基宽 8.5m，泥结碎石路面；完工后路面宽 6.0m，路基宽 6.5m，沥青路面
		黄草坝公路	XJ85 县道至坝址山顶	km	24.6	6	6.5	混凝土路面	利用已有乡道改扩建
	场内交通	坝后之字路	河床至坝顶	m	2620	7	8.5	沥青路面	永临结合，前期泥结碎石路面
		R2	新建左岸进场路至左坝肩	m	800	6	6.5	沥青路面	永临结合，前期泥结碎石路面
		R3	新建左岸进场路至厂房	m	800	6	6.5	沥青路面	永临结合，前期泥结碎石路面
		R4	新建左岸进场路至管理区	m	500	7	8.5	沥青路面	永临结合，施工期路面宽 7.0m，路基宽 8.5m，泥结碎石路面；完工后路面宽 6.5m，路基宽 7.5m，沥青路面
		R5	左坝肩至至取水兼发电引水进水塔交通桥	m	300	6	6.5	沥青路面	永久
		R6	右坝肩至泄洪放空洞进水口	m	100	6	6.5	沥青路面	永久
		R7	右岸河床至右坝肩	m	1350	6	6.5	泥结碎石路面	临时
		R8	新建厂房至导流洞进口	m	900	6	6.5	泥结碎石路面	临时
		R9	导流洞进口至临时堆存场	m	700	6	6.5	泥结碎石路面	临时
		R10	右岸上坝路至放空洞进口	m	800	6	6.5	泥结碎石路面	临时
		R11	至溢洪洞出口	m	100	6	6.5	泥结碎石路面	临时

表 2.3.1-1(续)

工程项目			起止点	单位	数量	路面	路基	路面	备注
						宽度	宽度	结构	
枢纽工程	场内交通	R12	左坝肩至发电洞进口	m	1000	6	6.5	泥结碎石路面	临时
		R13	导流洞连接路	m	450	6	6.5	泥结碎石路面	临时
		R14	右岸上坝路至临时堆存场路	m	2500	6	6.5	泥结碎石路面	临时
		R15	左岸进厂路至料场	m	150	7	8.5	泥结碎石路面	临时
		R16	管理用房路至料场	m	750	7	8.5	泥结碎石路面	临时
		R17	左岸上坝路至土料场	m	800	6	6.5	泥结碎石路面	临时
		R18	坝顶至导流洞进口	m	1350	3.5	4.5	泥结碎石路面	临时
		坝下交通桥	至厂房	m	70	/	6.5	/	永久
		跨右岸溢洪洞桥	溢洪洞出口	m	40	/	6.5	/	临时
输水线路工程	线路1#施工区	通达村小泵站路	通达村小泵站至村村通	m	300	3.5	4.5	沥青路面	永临结合, 前期泥结碎石路面
		至建筑物施工路	建筑物至已有道路	m	11500	3.5	4.5	泥结碎石路面	临时, 其中2.4km改扩建
		至弃渣场路	建筑物至弃渣场	m	500	3.5	4.5	泥结碎石路面	临时
		施工工区路	施工工区至已有道路	m	500	3.5	4.5	泥结碎石路面	临时
	线路2#施工区	至建筑物施工道路	建筑物至已有道路	m	2100	3.5	4.5	泥结碎石路面	临时
		至施工工区道路	施工工区至已有道路	m	600	3.5	4.5	泥结碎石路面	临时
	线路3#施工区	至谦岗泵站	谦岗泵站至 XJ85 县道	m	400	3.5	4.5	沥青路面	永临结合, 前期泥结碎石路面
		至谦岗村泵站高位水池	高位水池至 XJ85 县道	m	2300	3.5	4.5	沥青路面	永临结合, 前期泥结碎石路面
		至谦岗村小泵站	谦岗村小泵站至村村通	m	600	3.5	4.5	沥青路面	永临结合, 前期泥结碎石路面
		至谦岗村小泵站高位水池	高位水池至村村通	m	800	3.5	4.5	沥青路面	永临结合, 前期泥结碎石路面
		至建筑物施工道路	建筑物至已有道路	m	300	3.5	4.5	泥结碎石路面	临时, 其中1.2km改扩建
		至弃渣场道路	建筑物至弃渣场	m	1200	3.5	4.5	泥结碎石路面	临时
		至施工工区道路	施工工区至 XJ85 县道	m	200	3.5	4.5	泥结碎石路面	临时

表 2.3.1-1(续)

工程项目			起止点	单位	数量	路面	路基	路面	备注
						宽度	宽度	结构	
输水线路施工区	线路4#施工区	至建筑物施工道路	建筑物至已有道路	m	1000	3.5	4.5	泥结碎石路面	临时
		至施工工区道路	施工工区至 Y004道路	m	500	3.5	4.5	泥结碎石路面	临时
	线路5#施工区	至建筑物施工道路	建筑物至已有道路	m	3400	3.5	4.5	泥结碎石路面	临时
		至弃渣场道路	建筑物至弃渣场	m	1200	3.5	4.5	泥结碎石路面	临时
		至施工工区道路	施工工区至 XJ02县道	m	900	3.5	4.5	泥结碎石路面	临时，利用已有乡道改扩建
	交通桥			座	3	/	/	/	利用已有交通桥，加固
	轻轨			m	10465	/	/	/	
	永久检修便道			m	9050	2	3	沥青路面	永久
施工辅路			km	89.5	5.0	/	/	泥结碎石路面	
交通道路合计			m	55290				不包括施工辅路和改扩建进场路	

2.3.2 施工导截流

2.3.2.1 导流方式及导流时段

a) 导流方式

坝址区为 V 形河谷, 河床狭窄, 谷底宽约 20m~30m, 河床高程约为 1188m, 无天然滩地、台地可以利用, 因此拦河坝施工导流采用上下游围堰一次性拦断河床, 隧洞导流方式。

根据坝址附近的地形质条件, 左右岸均具备布置导流隧洞的条件, 主坝位于河床转弯处, 导流洞布置在右岸比布置在左岸短, 因此导流隧洞选择布置在右岸。

b) 导流时段

自第二年 12 月上旬河道截流, 至第六年 5 月初导流洞下闸水库蓄水, 导流时段共 40 个月, 经历 3 个汛期。

2.3.2.2 导流程序

阶段一(第一年 7 月~第二年 11 月)。进行导流洞施工, 原河床过水。

阶段二(第二年 12 月~第四年 5 月)。第二年 12 月中旬河道截流。本阶段由上下

游围堰挡水,导流隧洞过流,导流设计洪水标准为 20 年一遇,入库洪峰流量 $1190\text{m}^3/\text{s}$ 。

本阶段进行大坝坝肩、坝基开挖,坝基处理,大坝帷幕灌浆,坝体填筑。5 月底前将大坝填筑至度汛水位 1240.87m 以上,并且具备挡水条件。根据施工总进度安排,本阶段大坝填至 1243m 高程。

阶段三(第四年 6 月~第五年 11 月)。坝体填筑高度超过上游围堰顶高程,由坝体挡水度汛,导流隧洞泄流。

本阶段共经历两个汛期,即第四年的汛期(6 月~11 月)和第五年汛期。

第四年汛期:坝体度汛标准为 50 年一遇洪水,相应洪峰流量 $1430\text{m}^3/\text{s}$,坝前度汛水位为 1240.87m 。

第五年汛期:汛期内坝体填筑至坝顶高程 1342.5m ,坝体拦洪库容超过 1 亿 m^3 ,度汛标准为 100 年一遇洪水,相应洪峰流量 $1590\text{m}^3/\text{s}$,坝前度汛水位为 1243.64m 。

阶段四(第五年 12 月~第六年 5 月)。第六年 5 月初导流洞下闸,水库蓄水。本阶段完成导流洞封堵,施工导流结束。

2.3.2.3 导流建筑物

a) 导流洞

导流洞选择布置在右岸。导流隧洞进口底板高程为 1198.00m ,出口底板高程 1182.01m ,导流隧洞长 1066.00m ,导流隧洞底坡 1.50%,导流洞为直墙圆拱型断面,衬砌后洞底宽度为 7.0m ,高 8.0m ,直墙高 5.98m 。导流洞与放空洞结合,放空洞进口高程为 1251m ,在桩号 D0+393.40 设置龙抬头接导流洞。导流洞与放空洞结合段长度 693.60m ,不结合段长度 393.40m 。导流洞进口明渠底板高程 1198.0m ,长 10.0m ,为梯形断面,底宽 13.0m 。

b) 围堰

大坝采用砾石土心墙坝,上游围堰与坝体结合,前期用上游围堰挡水,后期为坝体一部分。上游围堰距坝轴线约 255m ;下游围堰距坝轴线约 1000m 。

上游围堰为坝体一部分,设计水位 1233.76m ,围堰超高取 1.74m ,堰顶高程 1235.50m ,最大堰高 41.50m 。围堰顶宽 34.72m ,上游边坡 1:3.0、下游边坡 1:2.0,堰基采用高喷防渗墙防渗,堰身采用复合土工布+防渗土料及高喷防渗墙防渗。

下游围堰设计水位 1171.15m ,围堰超高取 1.35m ,堰顶高程 1172.50m ,最大堰高 13.5m 。围堰采用均质砂砾石结构,顶宽 8.0m ,堆石棱体上下游边坡 1:1.75、防渗土料上下游边坡 1:2.0,堰基采用高喷防渗墙防渗,堰身采用防渗土料及高喷防渗墙

防渗。

导流洞进口修筑枯、汛两期围堰，枯水期在闸室前护底外修筑草袋土围堰，在枯水期围堰的保护下第二年4月底前完成闸底板和闸室前护底施工，5月份在闸室前护底上修筑重力式浆砌石围堰，挡汛期洪水。枯期围堰顶高程为1199.0m，围堰顶宽2.0m，汛期围堰底高程1198.0m，顶宽2.0m，高8.0m。

2.3.2.4 截流

根据《水利水电工程施工组织设计规范》，截流标准为截流时段重现期5年~10年的月或旬平均流量。黄草坝水库工程枯水期为12月~5月，汛期为6月~11月。根据施工总进度安排，截流时段初定为第二年12月上旬，截流标准采用5年一遇12月份月平均流量，相应流量为 $2.64\text{m}^3/\text{s}$ 。

根据本工程的地形、地质和施工设备条件，截流方式选择单戗堤立堵，从右岸单向进占抛投。截流戗堤设计断面为梯形，堤顶宽10m，可满足进占施工时2辆~3辆15t以上自卸汽车同时抛投的要求。截流水位为1198.40m，堤顶高程1200.0m。

2.3.2.5 导流洞下闸、封堵

根据施工总进度安排，导流洞下闸时间拟安排在第六年5月初，下闸标准为10年一遇月平均洪水标准，相应流量为 $2.71\text{m}^3/\text{s}$ ，下闸水位为1198.50m，闸门挡水水头为140m。导流洞下闸后开始进行封堵，封堵时间安排为第六年1月至第六年3月底，封堵段长度为50m。

2.3.2.6 基坑排水

基坑排水分初期排水与经常性排水。初期排水主要包括基坑积水及围堰渗水。初期排水时，对基坑水位下降速度加以控制，以每昼夜不超过0.5m为宜，以免影响围堰边坡稳定。本工程河道纵坡较陡，基坑积水较少。经常性排水主要包括围堰渗水、基坑渗水、降水及施工弃水等，围堰渗水主要考虑围堰基础渗水。经常性排水时，为减少基坑外部雨水进入基坑，应在基坑以外坡地开挖截水沟，以拦截坡面汇水。基坑排水设备见表2.3.2-1。

表 2.3.2-1 基坑排水设备表

水泵型号	每台流量 (m^3/h)	水泵扬程 (m)	电机容量 (kW)	需要数量 (台)	备用台数 (台)	合计 (台)	备注
IS65-50-125	25	20	3	25	5	30	

2.3.2.7 输水工程施工导流

本工程沿线交叉建筑为主要为管桥和倒虹吸，其中管桥 39 座，倒虹吸 2 座。为减小施工导流工程规模，交叉建筑物施工均考虑安排在枯水期 12 月～次年 5 月(共 6 个月)施工。

输水线路沿线交叉建筑物较多，规模较小，导流挡水建筑物为土石结构，5 级导流建筑物洪水标准 5 年～10 年。根据规范，输水工程导流建筑物设计洪水标准采用枯水期 10 年一遇。

本工程占线长，施工点多，根据河道水文特性，受汛期河水影响较大的管桥及倒虹吸安排在枯水期施工，具体安排如下：

a) 管桥工程

输水工程共布置 39 座管桥。设计采用分期导流，一期在河道内一侧填筑围堰，束窄主河床，利用另外一侧河道过流，进行一期围堰内倒虹吸施工；二期在河道另一侧填筑围堰，利用已经施工完毕的河道过流，进行剩余倒虹吸施工。

b) 倒虹吸工程

倒虹吸工程导流方式与倒虹吸工程相同。

c) 隧洞工程

1#、2#、3#隧洞进出口、4#隧洞进口及 5#隧洞出口位置高程较高，施工不受洪水影响，无需施工导截流；4#隧洞出口及 5#隧洞进口位于地面线之下，故 4#隧洞及 5#隧洞采用另一侧洞口单头施工出渣的方式，在枯水期内完成 4#隧洞出口及 5#隧洞进口施工。

d) 围堰设计

管桥和倒虹吸施工主要采用枯水期分期施工，围堰采用土石围堰，围堰顶宽 5m，迎水面边坡 1:2.0，背水面边坡 1:1.75，为防止迎水面被水流冲刷，围堰迎水面采用抛石防护，束窄河床进口位置采用铅丝石笼护砌。导流结束后，拆除围堰至原地面高程。

输水线路导流工程量：围堰填筑(利用附近管线开挖料)119934m³，土石方开挖 147113m³，抛石护坡 29428m³，铅丝石笼 18536m³，围堰拆除 167899m³。

2.3.3 施工料场

2.3.3.1 天然建筑材料及料源规划

本工程主要由枢纽工程和输水工程两部分组成，水库拦河坝为砾石土心墙坝，输水线路主要为埋管。工程各部位土石方回填和围堰填筑均利用开挖料，外来天然建筑材料主要有混凝土骨料、反滤料、砂垫层、块石料、大坝心墙料和坝壳料。

a) 砂、砾(碎石)料

本工程坝址区所需混凝土约 27.0 万 m^3 ，反滤料 30.04 万 m^3 ；输水线路所需混凝土约 15.9 万 m^3 ，中粗砂 5.5 万 m^3 。

由于坝址区附近没有合适的混凝土骨料场，左岸坝肩开采的石料不能满足反滤层的质量要求，故坝址区混凝土骨料、反滤料均外购。输水线路工区较分散，所需砂石料和骨料均考虑沿线购买。

根据工程量并考虑毛料运输等过程中的损耗，估算坝址区砂砾石料需要量约 97.0 万 m^3 (成品方)，输水线路砂砾石料需要量约 39.0 万 m^3 (成品方)。

b) 大坝心墙和坝壳填筑料

大坝为砾石土心墙坝，砾石土心墙填筑 211.90 万 m^3 ，坝壳填筑 798.97 万 m^3 ，块石 10.44 万 m^3 (坝区)。其中砾石土心墙利用开挖料填筑 70.51 万 m^3 (压实方)，坝壳利用开挖料填筑 119.72 万 m^3 (压实方)，其余需自料场开采或购买。本工程需自料场开采砾石土心墙料 151.97 万 m^3 (压实方)、坝壳料 608.54 万 m^3 (压实方)、块石料 10.44 万 m^3 (砌方)，过渡料 26.80 万 m^3 (压实方)；反滤料 30.04 万 m^3 (压实方)需外购。

根据工程量并考虑开采、运输、坝面作业等过程中的损耗，估算坝址区石料需要量约 581.0 万 m^3 (自然方)，土料需要量约 198.0 万 m^3 (自然方)。

2.3.3.2 料场概况

a) 枢纽料场

本阶段石料场为左岸 A 料场，位于坝址左坝肩外坝顶高程以上，为 NW 走向的山梁，主要用于大坝坝壳填筑。区内高程 1300m~1580m，其北侧、东侧及南东侧分别为南板河及冲沟围限，地貌上呈现为单薄山脊。区内强风化层垂直厚度平均 8m~15m，山梁高处强风化层垂直厚度一般超过 20m，最大可达 46m；弱风化垂直厚度大多超过 45m，最大可达 105.6m。作为堆石料，弱风化~微新岩屑石英砂岩，软化系

数稍低于或与技术指标相持平，其余条件满足堆石料的技术要求。

b) 正兴灰岩石料场

正兴灰岩石料场位于正兴镇高桥村、南独村附近，目前主要有两个集中开采区，多个商业开采点。周围山体较陡立，表面植被发育，地貌单元以峰丛谷地为主。根据取样试验成果，经综合分析判断，正兴灰岩石料场灰岩能够满足用作混凝土人工骨料质量技术要求。该灰岩料源区，目前已开采料场范围长度大于 2km，灰岩条带宽度大于 500m，可开采高度 50m~150m，粗略估计可开采量大于 1 亿 m³。该料源区距坝址区直线距离约 16km，周围均有碎石路与正兴公路相连通，交通运输条件较好。

c) 输水工程料场

输水工程所需砂石料和骨料沿线购买。输水线路利用开挖土料填筑，多余摊铺在管顶开挖范围内。本阶段对输水线路沿线商业石料场调查，共调查石料场 10 个，各料场分布位置及概况分述如下：

1) 大风箱石料场

大风箱石料场位于宁洱县正和村曼肥村民组附近，该采石场已运行多年，有完整的破碎、筛分系统，年产量约 80 万 t，为周边工民建等工程主要的骨料料源。目前仍在生产运行，储量和质量均能满足输水工程的需要。

2) 宁洱公路局自建石料场

宁洱公路局自建石料场位于宁洱县正和村管种田村民组附近，该采石场已运行多年，主要是给当地公路工程提供骨料，有完整的破碎、筛分系统，年产量约 0.46 万 t。

3) 大箐石料场

大箐石料场位于宁洱县正和村管种田村民组附近，该采石场已运行多年，有完整的破碎、筛分系统，年产量约 5 万 t，为周边工民建等工程主要的骨料料源。目前仍在生产运行，储量和质量均能满足输水工程的需要。

4) 栏石房石料场

栏石房石料场位于宁洱县懒碓房村民组附近，该采石场已运行多年，有完整的破碎、筛分系统，年产量约 49 万 t，主要为西南水泥厂提供料源，也为周边工民建等工程提供的骨料料源。目前仍在生产运行，储量和质量均能满足输水工程的需要，只是距离输水线路较远。

5) 505 石料场

505 石料场位于宁洱县温泉村的上南温村北，该采石场已运行多年，没有破碎、筛分系统，只能提供块石。

6) 中铁十局自建石料场

中铁十局自建石料场位于宁洱县佛台山村北，紧邻正在兴建的玉磨铁路和平隧洞，该采石场为中铁十局自建石料场，主要给玉磨铁路供料。储量和质量均能满足输水工程的需要，可以作为采购料源。

7) 白草地石料场

白草地石料场位于宁洱县红土坡村东北方向，该采石场已运行多年，有完整的破碎、筛分系统，年产量约 3 万吨，主要给周边工民建工程供料。储量和质量均能满足输水工程的需要，可以作为采购料源。

8) 小干河石料场

小干河石料场位于宁洱县白沙水村南，县道 J85(老景普线)的 15 号公路里程碑附近，该采石场为才开始新建的石场，无完整的破碎、筛分系统，只能提供块石，年产量较小。该采石场距输水线路较近；储量和质量均能满足输水工程的需要，可以作为采购料源。

9) 国宇石料场

国宇石料场位于普洱市的莲花村的西北方向，该采石场已运行多年，有完整的破碎、筛分系统，主要给普洱市的工民建工程供料。储量和质量均能满足输水工程的需要，可以作为采购料源。

10) 芒果山石料场

芒果山石料场位于普洱市的莲花村的西北方向，该采石场已运行多年，有完整的破碎、筛分系统，主要给普洱市的工民建工程供料。储量和质量均能满足输水工程的需要，可以作为采购料源。

2.3.3.3 开挖料利用规划

a) 大坝心墙和坝壳填筑料

大坝为砾石土心墙坝，砾石土心墙填筑 211.90 万 m^3 ，坝壳填筑 798.97 万 m^3 ，块石 10.44 万 m^3 (坝区)。其中砾石土心墙利用开挖料填筑 70.51 万 m^3 (压实方)，坝壳利用

开挖料填筑 119.72 万 m^3 (压实方), 其余需自料场开采或购买。

b) 输水工程填筑料

输水线路埋管段土方开挖 190.0 万 m^3 (自然方), 石方开挖 40.79 万 m^3 (自然方), 填筑料 184.27 万 m^3 (压实方)。利用开挖土料填筑, 多余摊铺在管顶开挖范围内。其余建筑物填筑料均利用开挖料, 弃渣弃至弃渣场内。

2.3.3.4 料场开采规划

a) 枢纽工程

工程需从料场开采大坝心墙填筑料 151.97 万 m^3 , 上游坝壳料 266.45 万 m^3 , 下游坝壳料 355.95 万 m^3 (其中下游排水层 13.87 万 m^3), 块石料 10.44 万 m^3 (砌方), 过渡料 26.80 万 m^3 (压实方); 反滤料 30.04 万 m^3 。

大坝结构对各部位填筑材料的要求: ①块石料和排水褥垫层料、过渡料, 要求用质量相对较好的硬岩, 共需开采料场自然方约 39.02 万 m^3 ; ②下游I堆石区要求用质量相对较好的硬岩, 共需开采料场自然方约 45.03 万 m^3 ; ③上游坝壳料I堆石区, 采用除满足①②用量以外的尽可能好的硬岩, 需开采料场自然方约 156.90 万 m^3 ; ④上、下游坝壳料, 采用满足①②③用量以外的石方, 需采料场自然方约 262.61 万 m^3 ; ⑤大坝心墙料, 主要采用料场表层残坡积料, 需从料场自然方约 178.79 万 m^3 。

料场开采区选择在近左坝肩一侧, 开采底面高程 1420m, 开采区域左侧边坡高 50m, 右侧边坡高 165m。利用左岸至管理用房道路继续往前修建临时料场开采道路, 绕过左侧山梁至左侧山体背后, 料场从山体后侧开采, 采用立采方式, 料场剥离料临时堆存至下部较平坦区域。A 区料场剥离层弃料约 22.31 万 m^3 , 有用料储量约 609 万 m^3 。

b) 输水工程

输水线路商品料场拟选择正兴灰岩石料场、大风箱石料场、栏石房石料场、白草地石料场、国宇石料场和芒果山石料场等 6 处。其中正兴灰岩石料场位于线路首部, 大风箱石料场、栏石房石料场、白草地石料场位于线路中部以后, 国宇石料场和芒果山石料场位于线路尾部。考虑公路里程, 确定砂石料综合运距约 40km。

2.3.4 施工布置方案

2.3.4.1 工区划分

将大坝和输水线路划分 6 个工区。工区划分见表 2.3.4-1。

表 2.3.4-1 施工工区划分表

序号	施工区	干管始桩号(m)	干管末桩号(m)	支管长度(m)	总长度(m)	建筑物名称
1	大坝施工区					砾石土心墙坝, 溢洪洞、电站等
2	线路 1#施工区	YS0+000	YS17+026	3969	20995	输水埋管、1#~12#管桥、1#~2#隧洞等
3	线路 2#施工区	YS17+026	YS36+137	1334	20445	输水埋管、13#~19#管桥/1#倒虹吸等
4	线路 3#施工区	YS36+137	YS54+475	1166	19504	输水埋管、20#~24#管桥、2#~3#倒虹吸、调压井、泵站、3#~5#输水隧洞等
5	线路 4#施工区	YS54+475	YS72+367	0	17892	输水埋管、25#~32#管桥等
6	线路 5#施工区	YS72+367	YS92+128	0	19762	输水埋管、33#~38#管桥、6#~7#输水隧洞等

2.3.4.2 施工工厂设施

a) 砂石加工系统

水库枢纽共浇筑混凝土 27.0 万 m^3 , 需要混凝土骨料约 52.65 万 m^3 , 需要填筑反滤料等砂石料约 30.04 万 m^3 。输水线路共浇筑混凝土约 15.9 万 m^3 , 需要混凝土骨料约 31.0 万 m^3 , 需要中粗砂垫层约 5.5 万 m^3 。

由于枢纽工程区附近没有合适的混凝土骨料场, 左岸坝肩开采的石料不能满足反滤、过渡层的质量要求, 而且工程区周边有已开采的砂石料场并加工砂石料, 因此本阶段不考虑设置人工砂石加工系统, 工程用砂石骨料采用外购方式解决, 即从距离坝址区约 16km 的正兴灰岩石料场进行采购, 该料场的质量和储量均能满足要求。输水工程所需砂石料和骨料均考虑沿线就近购买。

b) 混凝土生产系统

枢纽工程区各施工项目较集中, 输水工程区则为线性分布, 因此, 结合本工程的特点, 施工期混凝土生产按大坝施工区和输水线路施工区分别考虑。

大坝施工区: 在坝区左岸下游布置 1 座混凝土生产系统, 承担坝区混凝土生产任务。根据施工总进度的安排, 混凝土高峰月浇筑强度约为 1.78 万 m^3 , 确定混凝土生产系统规模约为 55 m^3/h , 选用 1 座 HZS75 搅拌站, 单座楼的铭牌生产能力约为 75 m^3/h , 满足工程混凝土浇筑强度要求。

混凝土生产系统包括混凝土搅拌站、散装水泥罐、成品骨料堆、胶带输送机、骨

料二次筛分、压气站、外加剂间、试验室、维修间、值班室等生产设施。生产系统设 300t 散装水泥罐 3 个，水泥的储存量可以满足高峰期不小于 5 天的需用量，骨料堆储量约为 5000m³，满足高峰期 3 天的需用量。生产系统建筑面积 300m²，占地 15000m²，三班制生产。

输水线路施工区的管线施工混凝土浇筑量小品种少，而且呈线性分布。因此设置移动式搅拌机承担各工区混凝土生产任务。输水线路施工区的泵站、管桥及倒虹吸等施工相对较集中，在各施工点分别布置 1 座小型混凝土搅拌站，承担混凝土生产任务。

c) 施工供水系统

1) 坝区施工供水

依据现场实际情况，坝区施工点较集中，采用抽河水供应施工期用水。在坝下游左岸岸边设置取水泵站，抽取小黑江河水，提升至一级水池，取水规模为 180m³/h，扬程约 203m，配 5 台 45kW 多级离心泵，4 用 1 备，一级水池自流供水范围为坝区混凝土生产系统、混凝土预制件厂及坝区其他施工用水点等；在一级水池旁边设置加压泵站，将水提升至高位水池，取水规模为 60m³/h，扬程约 163m，配 3 台 30kW 单级单吸离心泵，2 用 1 备，高位水池自流供水钢木综合加工厂、仓库及施工营地等。

2) 输水线路施工供水

输水管线施工期用水量少，用水点分散而且不固定，各施工区采用就近从村镇拉水解决。供水能力为 160m³/h。

d) 施工供风系统

1) 坝区施工供风

坝区主要供风点在两岸坝肩、坝基、左岸溢洪洞进出口、左岸取水兼发电隧洞进出口、右岸导流洞进出口等处。空压机采用固定式的原则配置。

大坝左岸施工供风：依次承担左岸坝肩、部分坝基等的岩石开挖施工用风，供风能力为 40m³/min。确定采用 20m³/min 固定式空压机 2 台，单台功率 180kW，总功率 360kW。

大坝右岸施工供风：依次承担大坝右岸坝肩、部分坝基等的岩石开挖施工用风，供风能力为 40m³/min。确定采用 20m³/min 固定式空压机 2 台，单台功率 180kW，总功率 360kW。

大坝左岸溢洪洞施工供风：在溢洪洞进出口各布置 $9\text{m}^3/\text{min}$ 移动式空压机 2 台，单台功率 80kW，总功率 320kW。分别承担上下游段的石方开挖。

大坝左岸取水兼发电隧洞施工供风：在取水兼发电隧洞进出口各布置 $12\text{m}^3/\text{min}$ 移动式空压机 1 台，单台功率 85kW，总功率 170kW。承担上下游段的石方开挖。

导流洞进口施工供风：承担导流洞上游段等的岩石开挖施工用风，供风能力为 $12\text{m}^3/\text{min}$ 。确定 $9\text{m}^3/\text{min}$ 移动式空压机 2 台，单台功率 80kW，总功率 160kW。

导流洞出口施工供风：承担导流洞下游段的岩石开挖施工用风，供风能力为 $12\text{m}^3/\text{min}$ 。确定 $9\text{m}^3/\text{min}$ 移动式空压机 2 台，单台功率 80kW，总功率 160kW。

2) 输水线路施工供风

输水线路施工区主要供风点空压机采用移动式的原则配置。输水线路施工共有 5 个施工工区，每个工区布置 $6\text{m}^3/\text{min}$ 移动式空压机 2 台。共布置 10 台。

e) 施工供电系统

1) 枢纽工程区：坝址附近正兴镇有 110kV 变电站，施工时可自该变电站接 35kV 线路至坝址临时变电站。布置在左岸溢洪洞出口附近。

2) 输水工程区：输水工程施工用电较分散，考虑就近接 10kV 线路至施工工区或隧洞进出口施工变压器，沿线需架设 10kV 线路长约 16.5km。施工管线用电考虑使用 100kw 柴油发电机。

为确保施工期重要施工部位及施工管理中心的供电不致间断，还设置了必要的施工备用电源。自备电源采用 7 台柴油发电机组，总容量为 350kW，单机容量 50kW。

f) 其他主要施工工厂

1) 枢纽工程区

依据施工内容，枢纽工程区布置有钢木加工厂、综合保修厂、压力钢管及钢结构拼装厂、混凝土构件预制厂等其他工厂设施。主要施工工厂占地见表 2.3.4-3。

(1) 钢木加工厂

本工程布置 1 座钢木加工厂，其承担钢筋及木材加任务。

钢筋加工区采用一班制生产，加工能力为 10t/班。木材加工区只考虑少量异型模板及房建木材加工，采用一班制生产，综合加工厂建筑面积 600m^2 ，占地面积 3000m^2 。

(2) 机械修配保养厂

本工程布置 1 座机械修配厂，其承担施工机械及汽车保修工作，一班制生产。建筑面积 600m²，占地面积 2500m²。

(3) 混凝土构件预制厂

本工程布置 1 座混凝土构件预制厂，承担混凝土预制构件的生产及存放，建筑面积 100m²，占地面积 5500m²。

(4) 压力钢管及钢结构拼装厂

本工程布置 1 座压力钢管及钢结构拼装厂，承担电站压力钢管的制作，金属结构的存放及拼装任务。建筑面积 200m²，占地面积 5000m²。

表 2.3.4-3 枢纽工程区其他施工工厂一览表

序号	名 称	建筑面积(m ²)	占地面积(m ²)	备 注
1	钢木加工厂	600	3000	
2	机械修配保养厂	600	2500	
3	混凝土构件预制厂	100	5500	
4	压力钢管及钢结构拼装厂	200	5000	
合计		1500	16000	

2) 输水工程区

输水工程共分 5 个工区，分别为 1#~5#施工工区，为满足施工要求，各工区分别设置钢木加工厂、综合保修厂及施工供风供水等施工工厂设施，分别布置在输水线路各施工工区。

输水线路各工区的施工工厂占地面积见表 2.3.4-4

表 2.3.4-4 输水线路各施工工区一览表

序号	输水线路施工区名称	施工工厂占地面积(m ²)
1	线路 1#施工工区	11000
2	线路 2#施工工区	11000
3	线路 3#施工工区	18000
4	线路 4#施工工区	11000
5	线路 5#施工工区	9000
合计		60000

2.3.4.3 土石方平衡及弃渣规划

经土石方平衡规划，工程总弃渣量为 152.74 万 m^3 (松方)，其中大坝施工区弃渣 130.72 万 m^3 ，输水线路施工区弃渣 22.02 万 m^3 。大坝施工区弃渣包括大坝及其他建筑物开挖弃渣约 71.92 万 m^3 、进场路弃渣约 36.5 万 m^3 、料场剥离料弃渣 22.3 万 m^3 ；其中 27.18 万 m^3 弃渣用于大坝上游盖重料，8.7 万 m^3 弃渣用于下游坡脚盖重，大坝管理范围绿化用土 7 万 m^3 ，剩余 130.72 万 m^3 弃渣弃置于 1#~4#弃渣场。输水线路施工区弃渣包括输水线路埋管弃渣 15.07 万 m^3 、输水线路泵站、隧洞、调压井、高位水池等弃渣 22.02 万 m^3 ；输水线路埋管弃渣量较小，线路较长，不再规划弃渣场，将弃渣覆于管沟回填土之上；输水线路泵站、隧洞、调压井等弃渣分别弃置于线路 1#~7#弃渣场。

根据弃渣分布及地形条件，共规划弃渣场 11 处，弃渣场总占地面积约 291 亩，各弃渣场位置、渣量、占地见表 2.3.4-5。

表 2.3.4-5 弃渣场占地及堆渣量

序号	施工区域	编号	弃渣量 (万 m^3)	最大堆 高(m)	弃渣场占 地(万 m^2)	备注
1	坝址施工区	枢纽 1#弃渣场	37.95	6.0	2.80	料场开采区
2		枢纽 2#弃渣场	24.47	30.0	2.00	
3		枢纽 3#弃渣场	48.00	17.0	5.70	
4		枢纽 4#弃渣场	20.30	19.0	2.46	
5	线路 1#施工区	线路 1#弃渣场	3.02	13.0	1.65	
6		线路 2#弃渣场	2.39	4.0	0.65	
7	线路 3#施工区	线路 3#弃渣场	5.66	19.0	1.00	
8		线路 4#弃渣场	7.17	18.0	1.10	
9		线路 5#弃渣场	2.01	9.0	1.05	
12	线路 5#施工区	线路 6#弃渣场	0.64	18.0	0.35	
13		线路 7#弃渣场	1.12	16.0	0.65	
14	合计		152.74		19.41	291 亩

2.3.4.4 施工临时占地

本工程施工临时占地主要包括各施工布置分区内的施工工程设施、施工生活营

地、施工场地、施工交通等的临时用地，占地共 7931 亩，见表 2.3.4-6。施工总布置特性表见表 2.3.4-7。

表 2.3.4-6 施工临时占地汇总表

工程项目		单位	占地面积数量	备 注
坝址区	石料场	万 m ²	21.2	
	土料场	万 m ²	23.0	
	临时生产生活区	万 m ²	4.6	
	利用料临时堆放场	万 m ²	18.8	
	弃渣场	万 m ²	13.0	
	施工道路	万 m ²	75.8	包括黄草坝公路
线路 1#施工区	临时生产生活区	万 m ²	1.5	
	管线临时占地	万 m ²	67.5	
	隧洞口施工场地	万 m ²	0.8	
	弃渣场	万 m ²	2.3	
	施工道路	万 m ²	12.8	长度 12800m
线路 2#施工区	临时生产生活区	万 m ²	1.7	
	管线临时占地	万 m ²	73.6	
	施工道路	万 m ²	2.7	长度 2700m
线路 3#施工区	临时生产生活区	万 m ²	2.5	
	管线临时占地	万 m ²	58.6	
	隧洞口施工场地	万 m ²	1.2	
	弃渣场	万 m ²	3.2	
	施工道路	万 m ²	5.8	长度 5800m
线路 4#施工区	临时生产生活区	万 m ²	1.7	
	管线临时占地	万 m ²	60.1	
	施工道路	万 m ²	1.5	长度 1500m

表 2.3.4-6(续)

工程项目		单位	占地面积数量	备 注
线路 5#施工区	临时生产生活区	万 m ²	1.5	
	管线临时占地	万 m ²	57.3	
	隧洞口施工场地	万 m ²	0.8	
	弃渣场	万 m ²	1.0	
	施工道路	万 m ²	5.5	长度 5500m
永久检修便道占地		万 m ²	9.1	长度 9050m
合计		万 m ²	528.7	7931 亩

表 2.3.4-7 施工总布置特性表

序号	项目	单位	数量	备注
一	施工交通			
1	永久交通	km	20.5	
2	临时交通	km	34.75	
3	施工辅道	km	89.5	
二	临时房屋			
1	施工生产用房	m ²	89000	占地面积
2	办公、生活用房	m ²	27280	占地面积
3	施工仓库	m ²	18000	占地面积
三	弃渣场	万 m ²	19.41	
四	施工供电			
1	施工临时供电容量	kVA	4300	
五	施工供水	m ³ /h	340	
五	施工供风	m ³ /h	248	

2.3.5 主体工程施工

2.3.5.1 枢纽工程施工

枢纽工程包括砾石土心墙坝、坝后式生态电站、过鱼设施、导流泄洪放空洞及取

水兼发电引水隧洞等。

a) 砾石土心墙坝

砾石土心墙坝工程施工主要包括土方开挖、石方开挖、基础处理、大坝填筑和厂房常态混凝土浇筑、边坡喷混凝土防护、灌浆平洞及金属结构和机电设备安装等。生态电站和短鱼道与坝体为一体，施工方法一并考虑。

1) 土方开挖

主要是坝肩土方开挖及河床土方开挖，施工时应自上而下进行覆盖层剥离开挖。 3m^3 挖掘机挖装 30t 自卸汽车运输，需剥离上层植被和表层腐殖土，直接运至弃渣场，下层可利用土料运至临时堆存场。

2) 坝肩和基础石方开挖

坝肩两岸边坡开挖采用常规梯段爆破，梯段高度为 $8.0\text{m}\sim 10.0\text{m}$ 。采用 ROC-742 型液压履带钻机钻孔，手风钻辅助，边坡预裂爆破，108kw 推土机集渣， 2m^3 液压挖掘机装 20t 自卸汽车出渣。为提高爆破效率，减小爆破振动对开挖边坡的破坏，控制爆破后岩石的块度，以适合挖掘机装车，拟采用预裂爆破、光面爆破、松动爆破、小抵抗线爆破和基岩保护层一次爆破等控制爆破，进行边坡开挖。边坡石方爆破完成后，自然跌落至坡脚，辅以人工清理。石渣首先满足填筑利用，其余的运至弃渣场。

大坝基坑基础石方采用梯段爆破分层开挖，150 型潜孔钻机钻孔，人工装药预裂爆破。距设计开挖线底部预留 2m 左右的保护层，采用手风钻钻孔，小药量爆破。

边坡和基坑开挖料采用 3m^3 挖掘机挖装 30t 自卸汽车运至临时堆存场。

3) 坝基处理

坝基处理包括帷幕灌浆和固结灌浆。

帷幕灌浆采用 150 地质钻机钻孔，CZJ-200 灰浆搅拌机拌制浆液，在灌浆廊道内钻孔，自下而上循环灌浆，灌浆采用中压泥浆泵。

固结灌浆在坝基浇筑的混凝土垫层后进行，盖层混凝土必须达到 50% 设计强度。施工遵循分序加密原则，采用 150 地质钻机钻孔，CZJ-200 灰浆搅拌机拌制纯水泥浆，灌浆泵中压注浆。

4) 高边坡处理

由于两岸坝肩开挖边坡高，为保证开挖边坡稳定、施工安全和施工进度要求，喷混凝土、锚杆以及锚索施工安排与坝肩开挖平行作业，坝肩开挖一级立即进行边坡支

护。锚杆施工采用地质钻机钻孔；锚索施工采用锚索钻机钻孔，导槽人工下锚方式、分级张拉施工；喷混凝土采用 500P 型混凝土喷射机湿喷。

5) 大坝填筑

大坝填筑应从上下游低于心墙基础的低凹部位首先开始，待填筑到心墙高程后，坝体填筑以心墙先上，其它填筑料紧随其后，平起上升。

大坝堆石料填筑的工艺流程为：坝料开采、运输、洒水→卸料、铺料→碾压→质检→下一层坝料填筑。大坝堆石料应采用平行坝轴线方向按进退错距法进行来回碾压，堆石料摊铺厚度不大于 90cm。在靠近岸坡时，自行式振动碾可顺岸坡来回碾压。

大坝砾石土心墙主要取自大坝开挖土方和料场开采土方。2m³挖掘机装 15t 自卸汽车运输，132kW 推土机摊铺，羊角碾碾压，洒水车洒水。心墙料应采用进占法卸料，摊铺时采用推土机配合汽车边卸边推，汽车在已摊铺好的松土层上行走，碾压。

过渡料从料场取料，反滤料从正兴石料场购买成品料，3m³挖掘机装 30t 自卸汽车运输，采用后退法卸料，132kW 推土机平料，振动碾碾压，洒水车洒水。

坝体上游坡面干砌石护坡，石料利用运输上坝的超径石料和块石，由推土机在摊铺时集中推至上游坡面，人工配合长臂反铲砌筑。

b) 溢洪洞

进出口洞脸土方开挖采用 2m³挖掘机挖装 20t 自卸汽车运至临时堆渣场，石方开挖采用 80 型潜孔钻机钻孔，乳化炸药爆破，2m³正铲挖掘机装 20t 自卸汽车运至大坝填筑或临时堆料场暂存。进口开挖面采用喷锚混凝土保护，洞口布置锁口锚杆，喷混凝土采用大坝混凝土系统拌制，20t 自卸汽车运输。

溢洪洞采取双向掘进，分上下台阶开挖，上台阶(导洞)贯通后，再施工下台阶。上台阶开挖，采用自制钻架台车配合手风钻钻孔，周边光爆。2m³挖掘机装 20t 自卸汽车出渣；下台阶开挖采用边墙预裂爆破，梯段爆破。2m³挖掘机装 20t 自卸汽车出渣。溢洪洞一次支护采用喷锚结构，顶拱与边墙挂钢筋网，V类围岩加钢支撑。

混凝土施工采用人工立模，3m³混凝土搅拌车运至工作面，20 型混凝土泵送入仓，1.1kW 插入式振捣器振捣。

溢洪洞进口设弧形闸门。闸门采购后，分块运至工地，在金属结构加工厂焊接加工。采用平板车运输到现场，汽车吊进行安装。

c) 取水兼发电引水隧洞

取水兼发电引水隧洞衬砌后为圆形隧洞,进出口洞脸土方开挖采用 2m^3 挖掘机挖装 20t 自卸汽车运至临时堆渣场,石方开挖采用 80 型潜孔钻机钻孔,乳化炸药爆破, 2m^3 正铲挖掘机装 20t 自卸汽车运至大坝填筑或临时堆料场暂存。

进口开挖面采用喷锚混凝土保护,洞口布置锁口锚杆。喷混凝土采用大坝混凝土系统拌制, 3m^3 混凝土搅拌车运至工作面。进水塔混凝土浇筑采用塔机运输,卸入 1.6m^3 卧罐, 30 型混凝土泵入仓, 1kW 插入式振捣器振捣。出口混凝土浇筑采用 3m^3 混凝土搅拌车运至工作面, 转履带起重机(WD400 型)吊运 1.6m^3 卧罐入仓, 1kW 插入式振捣器振捣。

隧洞采取双向掘进,洞挖采用全断面光面爆破,喷锚支护。采用气腿风钻打孔,洞内出渣采用 0.3m^3 耙斗装岩机装 1t 机动翻斗出渣。隧洞一次支护采用喷锚结构,顶拱与边墙挂钢筋网, V 类围岩加钢支撑。混凝土施工采用人工立模, 6m^3 混凝土搅拌车运至工作面, 20 型混凝土泵送入仓, 1.1kW 插入式振捣器振捣。

d) 厂房

厂房土方开挖采用 2m^3 挖掘机挖装, 20t 自卸汽车运至临时堆存场。厂房石方开挖采用 100 型潜孔钻钻孔, 风钻辅助, 人工爆破, 2m^3 挖掘机装 20t 自卸汽车运至临时堆存渣场。

厂房下部混凝土水平运输采用 10t 自卸汽车, 入仓采用 12m 长溜槽, 平仓振捣采用 1.1kW 插入式振捣器。厂房上部混凝土水平运输采用 10t 自卸汽车, 入仓采用履带起重机(WD400 型)吊运 1.6m^3 卧罐, 平仓振捣采用 1.1kW 插入式振捣器。

电站厂房施工应先浇筑主安装场和机组段, 使主安装场桥式起重机提前投入运行, 为机组提早进场安装创造条件。机组安装采用 75/20t 单小车桥式起重机, 按平行流水作业施工。

2.3.5.2 输水工程施工

a) 输水隧洞

输水线路上有 8 条隧洞, 隧洞总长 7.275km(其中有压段 4 段, 长度分别为 705m、1928m、325m、1300m, 断面为圆形, 直径分别为 2.8、2.0m; 无压段 4 段, 长度分别为 1263m、469m、447m、838m, 断面为城门洞形, 尺寸 $2.0\times 2.5\text{m}$), 采用进出口

同时开挖的方式。

隧洞进出口土方明挖 1m^3 挖掘机挖装 8t 自卸汽车运至弃渣场。隧洞进出口石方开挖用 80 型潜孔钻机钻孔，乳化炸药，非电雷管起爆， 1.0m^3 挖掘机装 8t 自卸汽车运至弃渣场。

隧洞石方洞挖采用全断面光面爆破，喷锚支护。洞内采用(单轨)有轨运输，出渣采用 0.3m^3 耙斗装岩机装 1.0m^3 斗车出渣，5t 电瓶机车牵引矿车。

隧洞进口开挖面采用喷锚混凝土保护，洞口布置锁口锚杆。喷混凝土采用 0.8m^3 混凝土拌合机拌制，1t 机动翻斗车运输；锚杆孔采用支架式钻机造孔，注浆机注砂浆。隧洞一次支护采用喷锚结构，顶拱与边墙挂钢筋网，V类围岩加钢支撑。

隧洞混凝土衬砌采用 0.8m^3 拌合机拌和， 1m^3 轨道式搅拌罐车运输，5t 电瓶机车牵引。隧洞采用钢模板，人工绑扎钢筋，20 型混凝土泵入仓。

b) 埋管、镇墩

本工程输水管道长约 99.095km，埋管采用钢管，管径为 1.8m、1.6m、1.5m、1.2m、0.35m。施工包括土石方开挖、垫层铺设、镇墩浇筑、钢管安装和土石方回填等几个主要工序。

管道土方开挖主要采用 1m^3 挖掘机挖土，74kW 推土机推土至临时堆料处，将弃土堆至线路一侧，堆高不大于 3.5m。管道石方开挖采用风钻打孔，保护层爆破， 1m^3 反铲挖掘机开挖，74kW 推土机推土至临时堆料处。

混凝土采用 0.4m^3 拌和机生产，机动翻斗车水平运输，溜槽入仓浇筑。混凝土采用人工平仓，2.2kW 插入式振捣器振捣。

管道采用 20t 平板车运输，50t 汽车起重机吊装。

回填分为管道垫层铺设、垫层回填、初步回填、沟槽带回填及表土回填五个部分。

c) 调压井

调压井开挖采用反井钻机施工导井，导井直径 1.2m，导井贯通后自上而下扩挖，施工采用风钻打孔爆破，人工扒碴至井底。石渣采用 0.3m^3 耙斗装岩机装 1.0m^3 斗车出渣，5t 电瓶机车牵引矿车至输水隧洞洞口转渣场， 2m^3 装载机装 20t 自卸汽车，直接运输至弃渣场。调压井混凝土衬砌采用泵站混凝土拌和系统，搅拌车运输至井口，经受料斗经震动式下料软管送料至衬砌工作面，滑模自下而上衬砌施工。

d) 泵站

土方开挖采用 2m^3 挖掘机挖土，部分 74kW 推土机推土至临时堆料处，用于回填；部分用 15t 自卸汽车运输至弃渣场。石方开挖采用风钻打孔，保护层爆破。 1m^3 反铲挖掘机开挖，部分 74kW 推土机推土至临时堆料处，用于回填；部分用 15t 自卸汽车运输至弃渣场。

土石方回填利用土方开挖料， 74kW 推土机平料，拖拉机压实。

泵站混凝土采用 0.8m^3 混凝土拌合机拌和， 1t 机动翻斗车运至工作面。厂房底板直接入仓脚趾振捣，边墙、上部结构卸入 1.6m^3 混凝土罐，履带起重机(WD400 型)吊至仓面，插入式振捣器振捣。

e) 高位水池

土方开挖采用 2m^3 挖掘机挖土，部分 74kW 推土机推土至临时堆料处，用于回填；部分用 15t 自卸汽车运输至弃渣场。石方开挖采用风钻打孔，保护层爆破。 1m^3 反铲挖掘机开挖，部分 74kW 推土机推土至临时堆料处，用于回填；部分用 15t 自卸汽车运输至弃渣场。

土石方回填利用土方开挖料， 74kW 推土机平料，拖拉机压实。

混凝土采用 0.8m^3 混凝土搅拌机拌和， 1t 机动翻斗车水平运输混凝土，垫层及底板混凝土直接入仓浇筑；墙、池壁混凝土采用 30 型混凝土泵泵送入仓浇筑。

2.3.6 下闸蓄水

根据施工总进度安排，导流洞下闸时间拟安排在第六年 5 月初，导流洞下闸标准为 10 年一遇月平均洪水标准，相应流量 $2.71\text{m}^3/\text{s}$ ，下闸水位 1198.50m ，闸门挡水水头 140m 。导流洞下闸后开始进行封堵，封堵时间安排为第六年 1 月至第六年 3 月底，导流洞封堵段位于桩号 $\text{D0}+343.40\sim\text{D0}+393.40$ ，封堵段长度为 50m 。

在保证生态流量泄放的前提下，按 50%保证率蓄水至放空洞进口(1251.0m)和取水兼发电引水洞进口(1251.0m)约需 55 天，蓄水至水库死水位(1262.0m)大约需 64 天，蓄水至最低发电水位(1280.7m)的时间约需 76 天。

导流洞下闸至水库蓄水至取水兼发电引水洞进口启用永久生态流量泄放设施期间需满足生态基流下泄要求，采取以下措施：在导流洞进口至封堵堵头后导流洞洞底混凝土衬砌外埋设 $\text{DN}600\text{mm}$ 的钢管；钢管进口设至在闸室外侧底板顶面高程以上

6.0m 处，管口外设矩形拦污栅罩；钢管出口处在放空洞泄流水位以上设置旁洞旁洞高 2.7m，宽 4.5m，长 5m，钢管出口接引至旁洞内，旁洞内设置控制球阀，在球阀前设封堵灌浆管及阀门。导流洞泄流期间将旁洞口用钢板临时封堵，导流洞下闸后拆掉封口钢板，将放水管出口自旁洞引接至放空洞洞底附近，临时生态流量经钢管至旁洞后通过放空洞下泄。钢管封堵时自放空洞出口经放空洞到旁洞位置，关闭控制球阀，自灌浆管灌入砂浆或细石混凝土，将导流洞封堵堵头起点至控制球阀之间的钢管填充封堵。

下闸水位为 1198.50m，临时生态流量孔口高程为 1204.0m，临时生态流量孔能正常下泄 $1.58\text{m}^3/\text{s}$ 流量的水位为 1205.60m。下闸后在孔口设泵临时抽水，待水位涨至 1205.60m 后，停止抽水。利用 5 年一遇 5 月月平均流量 $2.71\text{m}^3/\text{s}$ 计算蓄水时间，扣除生态流量需求，蓄水至 1205.6m 约需 44h。

2.3.7 施工总进度

2.3.7.1 施工总工期

工程建设全过程可划分为工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期和工程完建期四个施工时段，工程施工总工期为后三项工期之和。

工程筹建期安排 12 个月，需开工建设场外交通、施工用电、施工通讯以及移民、征地、招标外，还需同时开始坝下交通桥、左岸上坝公路和右岸上坝公路等的施工。

根据工程所在地区施工条件，基本确定施工总工期 60 个月，其中施工准备 22 个月(与主体工程施工期重叠 5 个月)，主体工程施工期 42 个月，完建期 1 个月。

施工进度控制性工程为水库枢纽工程，其施工关键线路为：工程开工→导流洞施工→截流、坝基开挖及处理→坝体填筑→导流洞下闸→水库蓄水→电站调试发电(输水线路试通水)→尾工。

工程控制性进度节点如下：

第一年 7 月 1 日 工程开工；

第二年 12 月上旬 河道截流；

第六年 5 月初 完成大坝施工，水库下闸蓄水；

第六年 6 月底 电站试运行；

第六年 6 月底 工程竣工。

2.3.7.2 施工进度安排

a) 水库枢纽工程

1) 施工准备工期

从第一年7月初工程开工至第三年4月底，共22个月。第一年8月初至第二年10月底进行导流隧洞施工，在该时段同时进行取水兼发电引水隧洞及放空洞洞口开挖，第二年12月上旬截流，第三年4月底完成上游围堰填筑。在该时间段，完成溢洪洞出口部分土石方开挖及隧洞开挖、支护。

2) 主体工程施工期

第二年12月初开始至第五年12月底，完成大坝填筑，大坝填筑共37个月。

第四年9月初至第五年12月底完成溢洪洞进出口开挖及支护及进口闸室浇筑和出口混凝土浇筑。第五年8月初完成闸门启闭机安装。

第三年10月初至第五年3月底，完成取水兼发电引水隧洞进出口开挖支护和混凝土浇筑，第五年4月底完成闸门启闭机安装。

第四年12月至第六年1月完成生态电站土建及机组安装。

第六年5月初，导流隧洞下闸封堵、水库蓄水，导流洞进行封堵。

第六年5月初至第六年6月底进行输水线路试通水和机组调试运行。

3) 完建期：

第六年6月进行场地清理和退场。第六年6月底工程完工。

b) 输水工程

输水工程施工从第二年1月开始至第六年2月，共50个月。由于线路长，可开展多工作面施工。

输水工程隧洞部分施工工序：土方明挖→石方明挖→石方洞挖→混凝土衬砌→回填灌浆。

输水工程施工工序：工程开工→土方明挖→石方明挖→管道敷设→管道区砂料回填→管道区开挖料回填→试通水→尾工→完工。

调压井施工从第二年12月开始至第三年5月，共6个月。

泵站施工从第三年6月开始至第三年12月，共7个月。

2.3.7.3 施工特性指标

工程土方开挖月高峰强度 22.48 万 m³/月，石方开挖月高峰强度 18.99 万 m³/月，

坝体心墙填筑月高峰强度 5.97 万 m³/月，坝体堆石区填筑月高峰强度 22.96 万 m³/月，混凝土浇筑月高峰强度 1.78 万 m³/月。

2.3.7.4 主要技术供应

工程主要施工技术供应指标见表 2.3.7-1。主要施工技术指标见表 2.3.7-2。主要施工机械设备见表 2.3.7-3。

表 2.3.7-1 主要材料消耗汇总表

序号	材料	单位	数量
1	水泥	万 t	22.5
2	钢材	万 t	12.30
3	炸药	t	4331
4	油料	万 t	2.57
5	砂料	万 m ³	50.48
6	碎石	万 m ³	75.98
7	块石	万 m ³	23.44

表 2.3.7-2 主要施工进度技术指标表

项目	单位	指标
工程施工总工期	月	60
大坝心墙填筑强度	万 m ³ /月	5.97
大坝堆石区填筑强度	万 m ³ /月	22.96
土方开挖强度	万 m ³ /月	22.48
石方开挖强度	万 m ³ /月	18.99
混凝土浇筑强度	万 m ³ /月	1.78
高峰人数	人	3050
总工日	万工日	441
生产建筑	m ²	107000
生活建筑	m ²	27280
进场及场内公路	km	55.29
施工占地	亩	7931

表 2.3.7-3 主要施工机械设备汇总表

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	备 注
1	自卸汽车	8~30t	辆	138	
2	平板拖车	50~80t	辆	20	
3	洒水车		辆	15	
4	机动翻斗车	1t	辆	30	
5	混凝土罐车	6m ³	辆	9	
6	推土机	59~132kW	台	50	
7	装载机	2~3m ³	台	20	
8	挖掘机	1~3m ³	台	60	
9	拖拉机	74kw	台	40	
10	装岩机	立爪装岩机	台	16	
11	履带式起重机	30~50t	台	3	
12	汽车起重机	50~100t	辆	12	
13	潜孔钻	80 型	台	8	
14	风钻	气腿式	台	41	
15	风钻	手持式	台	55	
16	地质钻机	150 型	台	10	
17	混凝土泵	30m ³ /h 型	台	8	
18	羊角碾		台	10	
19	振动碾	13t	台	30	
20	内燃机车	5t	132kW	14	
21	材料运输车		辆	12	
22	V 型斗车	1.0 m ³	辆	42	
23	振捣器		台	40	
24	混凝土喷射机		台	8	
25	混凝土拌和站	25m ³ /h	座	5	

表 2.3.7-3(续)

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	备 注
26	混凝土拌和机	0.4m ³	座	40	
27	混凝土拌和机	0.8m ³	座	14	
28	沥青混凝土摊铺机		台	2	
29	空压机	4L-20/8	台	19	
30	空压机(移动式)	9m ³ /min	台	20	
31	轴流通风机	dGAL 12-550/550	台	14	
32	电焊机		台	30	
33	灌浆设备		套	12	
34	水泵		台	22	
35	柴油发电机	50kW	台	15	
36	钢筋加工设备		套	6	
37	木材加工设备		套	6	

2.4 工程征地

2.4.1 建设征地实物指标

黄草坝水库工程建设征地分为枢纽工程水库区、枢纽工程建设区和输水工程区，共涉及 1 市 3 县(区)1 国有林场 5 乡镇 21 个行政村 74 个村民小组，建设征地总面积为 11567.71 亩，其中永久征地面积 5367.33 亩(其中耕地 770.04 亩、园地 105.85 亩、林地 4221.66 亩、交通运输用地 171.47 亩、住宅用地 0.3 亩、水域及水利设施用地 98.01 亩)，临时用地面积 6200.38 亩(其中耕地 2057.11 亩、园地 201.73 亩、林地 3922.84 亩、住宅用地 0.18 亩、水域及水利设施用地 18.52 亩)，涉及人口 12 户 43 人，各类房屋面积 1753.32m²，涉及 0.9km 机耕路及 1 座过水桥。

a) 水库淹没影响区

黄草坝水库工程枢纽工程水库区涉及普洱市景谷县正兴镇和凤山镇共 1 市 1 县 1 国有林场 2 镇 3 个行政村 11 个村民小组。水库淹没影响区涉及土地面积 2801.67 亩(其中耕地 350.08 亩，园地 25.88 亩，林地 2370.44 亩，水域及水利设施用地 54.97 亩，农村住宅用地 0.3 亩)。涉及人口 10 户 33 人，各类房屋 1290.89m²；涉及 0.9km 机耕

路及 1 座过水桥(长 25m)。

b) 枢纽工程建设区

枢纽工程建设区涉及普洱市景谷县正兴镇,共 1 市 1 县 1 国有林场 1 镇 3 个行政村 9 个村民小组。枢纽工程建设区涉及土地面积 3196.95 亩,其中永久征地面积 2069.4 亩(其中耕地 240.57 亩、园地 58.84 亩、林地 1556.9 亩、交通运输用地 171.47 亩、水域及水利设施用地 41.62 亩),临时用地面积 1127.55 亩(其中耕地 195.28 亩、园地 45.19 亩、林地 886.9 亩、住宅用地 0.18 亩)。涉及 1 户 6 人,房屋 150.6m²。

c) 输水线路建设区

输水工程区涉及普洱市思茅区、宁洱县和景谷县,共 1 市 3 县(区)5 乡镇 20 个行政村 62 个村民小组。输水工程区涉及土地面积 5569.09 亩,其中永久征地面积 496.26 亩,临时用地面积 5072.83 亩。涉及 1 户 4 人,房屋 311.83m²。

表 2.4.1-1 黄草坝水库工程建设征地实物调查成果汇总表

序号	项目	单位	合计	水库淹没影响区			枢纽工程区			输水工程区				
				小计	景谷县	卫国林 业局	小计	景谷县	卫国林 业局	小计	景谷县	卫国林 业局	宁洱县	思茅区
一	汇总													
	涉及省级行政区	个	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	涉及县级行政区	个	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
	涉及乡级行政区	个	5	2	2		1	1		4	1		2	1
	涉及村民委	个	22	3	3		2	2		19	5		13	1
	涉及村民小组	个	74	11	11		8	8		62	20		38	4
二	农村部分													
	土地面积	亩	11567.71	2801.67	1857.94	943.73	3196.95	945.44	2251.51	5569.09	1829.21	365.88	2842.11	531.89
(一)	征收土地	亩	5367.33	2801.67	1857.94	943.73	2069.4	626.92	1442.48	496.26	174.51	19.84	274.74	27.17
1	耕地	亩	770.04	350.08	350.08		240.57	240.57		179.39	64.46		108.65	6.28
	水田	亩	246.07	165.64	165.64		48.47	48.47		31.96	4.15		23.44	4.37
	其中基本农田	亩	154.8	77.28	77.28		48.47	48.47		29.05	2.91		23.44	2.7
	旱地	亩	523.97	184.44	184.44		192.1	192.1		147.43	60.31		85.21	1.91
	其中基本农田	亩	343.21	21.66	21.66		191.1	191.1		130.45	45.24		85.21	

表 2.4.1-1(续)

序号	项目	单位	合计	水库淹没影响区			枢纽工程区			输水工程区				
				小计	景谷县	卫国林 业局	小计	景谷县	卫国林 业局	小计	景谷县	卫国林 业局	宁洱县	思茅区
2	园地	亩	105.85	25.88	25.88		58.84	58.84		21.13	1.96		19.17	
	茶园	亩	105.85	25.88	25.88		58.84	58.84		21.13	1.96		19.17	
3	林地	亩	4221.66	2370.44	1426.71	943.73	1556.9	114.42	1442.48	294.32	107.16	19.84	146.43	20.89
3.1	乔木林地	亩	4058.17	2370.44	1426.71	943.73	1472.71	114.42	1358.29	215.02	93.29	19.84	83.87	18.02
	其中公益林	亩	3005.25	1884.17	940.44	943.73	1070.38		1070.38	50.7	18.65	1.87	16.77	13.41
3.2	灌木林地	亩	163.49				84.19		84.19	79.3	13.87		62.56	2.87
	其中公益林	亩	15.29							15.29	2.78		12.51	
4	交通运输用地	亩	171.47				171.47	171.47						
	农村道路	亩	171.47				171.47	171.47						
5	住宅用地	亩	0.3	0.3	0.3									
	农村宅基地	亩	0.3	0.3	0.3									
6	水域及水利设施用 地	亩	98.01	54.97	54.97		41.62	41.62		1.42	0.93		0.49	
	河流水面	亩	98.01	54.97	54.97		41.62	41.62		1.42	0.93		0.49	
(二)	征用土地	亩	6200.38				1127.55	318.52	809.03	5072.83	1654.7	346.04	2567.37	504.72

表 2.4.1-1(续)

序号	项目	单位	合计	水库淹没影响区			枢纽工程区			输水工程区				
				小计	景谷县	卫国林 业局	小计	景谷县	卫国林 业局	小计	景谷县	卫国林 业局	宁洱县	思茅区
1	耕地	亩	2057.11				195.28	195.28		1861.83	691.45		1022.63	147.75
	水田	亩	610.79				120.37	120.37		490.42	65.59		315.35	109.48
	其中基本农田	亩	507.97				102.31	102.31		405.66	52.47		299.59	53.6
	旱地	亩	1446.32				74.91	74.91		1371.41	625.86		707.28	38.27
	其中基本农田	亩	1298.86				63.67	63.67		1235.19	563.28		671.91	
2	园地	亩	201.73				45.19	45.19		156.54	20.86		108.51	27.17
	茶园	亩	201.73				45.19	45.19		156.54	20.86		108.51	27.17
3	林地	亩	3922.84				886.9	77.87	809.03	3035.94	938.59	346.04	1421.51	329.8
3.1	乔木林地	亩	3363.54				866.11	77.87	788.24	2497.43	722.18	346.04	1130.87	298.34
	其中公益林	亩	1128.19				623.13	76.82	546.31	505.06	144.44	51.11	226.17	83.34
3.2	灌木林地	亩	559.3				20.79		20.79	538.51	216.41		290.64	31.46
	其中公益林	亩	107.7							107.7	43.28		58.13	6.29
4	住宅用地	亩	0.18				0.18	0.18						
	农村宅基地	亩	0.18				0.18	0.18						

表 2.4.1-1(续)

序号	项目	单位	合计	水库淹没影响区			枢纽工程区			输水工程区				
				小计	景谷县	卫国林 业局	小计	景谷县	卫国林 业局	小计	景谷县	卫国林 业局	宁洱县	思茅区
5	水域及水利设施用地	亩	18.52							18.52	3.8		14.72	
	河流水面	亩	18.52							18.52	3.8		14.72	
(三)	人口													
1	户数	户	12	10	10		1	1		1			1	
2	人数	人	43	33	33		6	6		4			4	
(四)	房屋	m ²	1753.32	1290.89	1290.89		150.6	150.6		311.83			311.83	
1	主房	m ²	1002.34	729.57	729.57		59.36	59.36		213.41			213.41	
2	杂房	m ²	750.98	561.32	561.32		91.24	91.24		98.42			98.42	
(五)	附属建筑物													
1	空心砖围墙	m ²	32.8							32.8			32.8	
2	晒场	m ²	2564.43	2149.39	2149.39		41	41		374.04			374.04	
3	水池	m ³	4.5	3	3					1.5			1.5	
4	水窖	m ³	15.04	13.16	13.16		1.88	1.88						
5	粪池	个	18	16	16		1	1		1			1	

表 2.4.1-1(续)

序号	项目	单位	合计	水库淹没影响区			枢纽工程区			输水工程区				
				小计	景谷县	卫国林 业局	小计	景谷县	卫国林 业局	小计	景谷县	卫国林 业局	宁洱县	思茅区
6	灶台	个	12	9	9		1	1		2			2	
7	卫星接收器	个	13	11	11					2			2	
8	太阳能	个	10	9	9					1			1	
9	砌体	m ³	34.94	34.94	34.94									
	砖石	m ³	33.42	33.42	33.42									
	空心砖	m ³	1.52	1.52	1.52									
(七)	零星树木	棵	28861	365	365		6498	6498		21998	3361		15808	2829
1	用材树	棵	9858	167	167		2387	2387		7304	783		5532	989
2	经济树	棵	11193	10	10		2537	2537		8646	1198		6318	1130
3	果树	棵	7810	188	188		1574	1574		6048	1380		3958	710
(八)	坟墓	个	330				20	20		310	95		195	20
三	专业项目													
1	道路工程	km	0.9	0.9	0.9									
	机耕路	km	0.9	0.9	0.9									
2	过水桥	座	1	1	1									

2.4.2 工程征地

2.4.2.1 枢纽工程

枢纽工程建设区永久征地和临时用地范围, 主要根据枢纽工程布置和管理范围及施工总体布置方案, 本着节约用地、尽量少占耕地、减少移民安置难度的原则, 综合确定枢纽工程建设区范围。

a) 永久征地

永久征地包括大坝、溢洪洞、发电取水洞、导流泄洪放空洞进出口, 过鱼设施、坝后生态电站等水工建筑物占地及管理范围占地, 永久道路等占地。枢纽工程水库淹没区和枢纽工程建设区重叠部分按照用地时序要求, 纳入枢纽工程建设区。根据本阶段工程设计成果, 枢纽工程建设区工程管理范围永久征地为 2069.4 亩, 其中大坝枢纽区管理范围 957.23 亩(与库区重叠部分为 397.55 亩)。

b) 临时用地

枢纽工程建设区临时用地主要包括施工道路、生产生活区、料场、弃渣场等, 临时用地与永久征地重叠部分纳入永久征地范围。根据本阶段工程设计成果, 枢纽工程建设区临时用地为 1127.55 亩。枢纽工程永久和临时用地范围见表 2.4.2-1。

表 2.4.2-1 枢纽工程区用地汇总表

序号	项目	占地面积(亩)	备注
枢纽区永久用地	大坝枢纽管理范围	559.68	
	库区与枢纽区重合范围	397.55	与淹没区重合部分
	首部枢纽及电站管理处	24.3	
	导流洞出口	84.42	
	枢纽区上坝路	395.38	5.57km
	枢纽区进场路	608.07	24.6km
	小计	2069.4	
枢纽区临时占地	石料厂	123.68	另有 24.3 亩与首部枢纽及电站管理处重合, 42 亩与枢纽区 1#弃渣场重合, 重合部分未计入
	枢纽区土料场	344.43	2 个土料场
	枢纽区弃渣场	194.4	4 个弃渣场

表 2.4.2-1(续)

序号	项目	占地面积(亩)	备注
枢纽区临时占地	枢纽区临时堆存场	245.26	7 个临时堆存场
	枢纽区施工生活区	25.53	
	枢纽区混凝土系统临时	21.41	另有 1.22 亩与永久道路重合，重合部分未计入
	枢纽区施工综合工厂	21.01	
	施工临时道路	151.83	10.85km
	小计	1127.55	
枢纽区合计		3196.95	

2.4.2.2 输水工程建设区

输水线路水平投影总长约 99.095km，其中：干线水平投影总长 92.125km，实际长度为 96.973km；支线水平投影总长为 6.97km，实际长度为 7.02km。输水线路建筑物主要有埋管管道、管桥、倒虹管和隧洞，以埋管为主。

黄草坝水库工程输水管线最小埋深为 1.5m，因此管线开挖用地考虑为临时用地。输水工程永久征地包括泵站、管桥、阀井、隧洞进出口、高位水池及工程管理范围，永久征地面积为 365.08 亩。输水线路临时占地包括管道临时开挖用地、临时施工道路、临时堆渣场、施工生产生活区、隧洞进出口施工场地、渣场等，临时用地面积为 5099 亩，占地范围见表 2.4.2-2。

表 2.4.2-2 输水工程区用地汇总表

序号	项目	面积(亩)	备注
一	永久用地	496.26	
1	管桥、倒虹吸	122.24	管桥 40 段、倒虹吸 4 座
2	隧洞进出口	65.84	隧洞 8 段
3	阀井	65.94	446 座阀井
4	永久道路	204.66	
5	高位水池	6.89	
6	谦岗泵站	21.79	包括谦岗泵站和谦岗小泵站
7	通达泵站	5.64	
8	调压井占地	3.26	

表 2.4.2-2(续)

序号	项目	面积(亩)	备注
二	临时用地	5072.83	
1	管线开挖	4501.6	99.095km
2	临时道路	317.08	28.3km
3	生产生活区	157.12	5 个生产生活区
4	弃渣场	97.03	7 个弃渣场

2.5 移民安置规划

2.5.1 人口安置

a) 生产安置

根据移民生产安置意愿,结合地方政府意见,黄草坝水库工程农村移民生产安置采取农业安置和一次性货币补偿相结合的生产安置方式,至规划水平年涉及生产安置人口 487 人,其中农业安置 20 人,一次性货币补偿安置 467 人。详见表 2.5.1-1。

b) 搬迁安置

根据移民意愿和地方政府意见,结合各村民小组需搬迁安置的人口规模,确定本工程涉及会扎山组、大河边组、白沙水组采取本组分散后靠安置,黄草坝村半坡组采取集中安置。至规划水平年,涉及搬迁安置总人口 48 人,其中集中安置 32 人,分散安置 16 人。详见表 2.5.1-2。

黄草坝村半坡组 9 户 30 人(现状基准年)规划在正兴镇景南村集中安置点进行集中安置,集中安置点占地规模为 4.76 亩,人均建设用地 99.16m²。

表 2.5.1-1 黄草坝水库工程生产安置人口平衡表

项目	行政区域				安置区域			安置方式		
	县(市)	乡镇	村委	组	本组(人)	出村本镇(人)	合计	农业安置(人)	一次性货币补偿(人)	小计
建设征地区合计					467	20	487	20	467	487
水库淹没影响区	景谷县	凤山镇	平田	大箐头	10		10		10	10
		凤山镇	平田	会扎山	122		122		122	122
		凤山镇	平田	团山	8		8		8	8
		正兴镇	黄草坝	半坡		20	20	20		20
		正兴镇	黄草坝	洼子	9		9		9	9
		正兴镇	黄草坝	河西边	8		8		8	8
		正兴镇	黄草坝	汇合	35		35		35	35
		正兴镇	翁安	转山	4		4		4	4
	小计				196	20	216	20	196	216
枢纽工程	景谷县	正兴镇	翁安	转山	45		45		45	45
			翁安	麻栗树	12		12		12	12
			翁安	团山	14		14		14	14
			翁安	坡头	13		13		13	13

表 2.5.1-1(续)

项目	行政区域				安置区域			安置方式		
	县(市)	乡镇	村委	组	本组(人)	出村本镇(人)	合计	农业安置(人)	一次性货币补偿(人)	小计
枢纽工程	景谷县	正兴镇	翁安	箐底	16		16		16	16
			勐乃	小扣右	14		14		14	14
			勐乃	大扣右	12		12		12	12
			勐乃	大寨	32		32		32	32
	小计				158		158		158	158
输水工程	景谷县	正兴镇	翁安		11		11		11	11
			勐乃		14		14		14	14
			通达		11		11		11	11
			景南		6		6		6	6
			铁厂		2		2		2	2
		小计			44		44		44	44
	宁洱县	宁洱镇	西萨		9		9		9	9
			宽宏		2		2		2	2
			谦岗		24		24		24	24

表 2.5.1-1(续)

项目	行政区域				安置区域			安置方式		
	县(市)	乡镇	村委	组	本组(人)	出村本镇(人)	合计	农业安置(人)	一次性货币补偿(人)	小计
输水工程	宁洱县	宁洱镇	硝井		3		3		3	3
			民安		12		12		12	12
			民主		4		4		4	4
			太达		5		5		5	5
			化良		2		2		2	2
		同心镇	曼海		3		3		3	3
		小计			64		64		64	64
	思茅区	思茅镇	莲花		5		5		5	5
		小计			5		5		5	5
	合计					113		113		113

表 2.5.1-2 黄草坝水库工程移民安置去向表

县	乡镇	行政村	规划设计水平年 搬迁安置人口	所在区域	安置方案	安置村组
景谷县	正兴镇	黄草坝	32	淹没影响区	集中安置	半坡组
景谷县	凤山镇	平田村	4	淹没区	分散安置	会扎山组
景谷县	正兴镇	翁安村	7	枢纽区	分散安置	大河边组
宁洱县	宁洱镇	谦岗村	5	输水线路	分散安置	白沙水组

2.5.2 交通设施复建

建设征地淹没影响涉及景谷县机耕道 0.9km，路面宽 2.0m，为砂砾石路面，属于当地通村道路，位于黄草坝库区半坡组位置，是黄草坝村半坡组村民出行道路。水库淹没过水桥 1 座，为混凝土结构，为黄草坝村半坡组车辆出行的桥梁。半坡组居民搬迁后，以上设施失去原服务对象，因此考虑采取一次性补偿的方式，不再进行复建。

2.5.3 库底清理规划

a) 清理范围

根据规范要求，水库库底清理分为一般清理和特殊清理，一般清理范围：

1) 各类建筑物清理范围为居民迁移线以下区域，各种构筑物清理范围为居民迁移线至死水位以下 3m 范围内。

2) 林木清理范围为正常蓄水位以下区域。

3) 地面上各种易漂浮物清理范围为居民迁移线以下区域。

4) 卫生清理、固体废弃物清理范围为居民迁移线以下区域。

特殊清理范围为水库淹没处理范围内选定的水产养殖、捕捞场、供水工程取水口等所在区域。

b) 清理方法

1) 建(构)筑物清理

清理范围内的各种建筑物、构筑物应拆除，并推倒摊平，对易漂浮物的废旧材料按有关要求进行处理。

清理范围内的各种基础设施，凡属于妨碍水库运行安全和开发利用的必须拆除，设备和旧料应运至库外。清理范围内残留的较大障碍物要拆除，其残留高度不宜超过

地面 0.5m。对确难清除的较大障碍物，应设置蓄水后可见的明显标志，并在库区地形图上注明其位置与标高。

水库消落区的各种地下建(构)筑物，应结合水库区地质情况和水库水域利用要求，采取填塞、封堵、覆盖或其他措施进行处理。

2) 卫生防疫清理

应在建(构)筑物拆除之前，在地方卫生防疫部门指导下进行卫生防疫清理工作。

库区内的污染源及污染物应进行卫生清除或消毒。厕所、粪坑(池)、垃圾等均应进行卫生防疫清理，将其污物尽量运至库区以外，或薄摊于地面曝晒消毒，对其坑穴应进行消毒处理，污水坑以净土填塞；对无法运至库区以外的污物、垃圾等，则应在消毒后就地填埋，然后覆盖净土，净土厚度应在 1m 以上且应夯实。

对埋葬 15 年以内的坟墓，应迁出库外；15 年以上的坟墓，是否迁移可按当地民政部门规定，并尊重当地习俗处理；对无主坟墓压实处理。

3) 林木清理

林地清理按林业部门有关规定进行。

森林及零星树木应尽可能齐地面砍伐并清理外运，残留树桩不得高出地面 0.3m；

林木砍伐残余的枝桠、枯木、灌木丛以及秸秆等易漂浮物质，在水库蓄水前，应运出库外或采取防漂措施。

农作物秸秆及泥炭等其他各种易漂浮物，在蓄水前采取防漂措施进行处理。

c) 库底清理主要工程量

为保证水库运行安全，防止水库水质污染，满足生产、生活和工农业用水要求，保护库周及下游人群健康，在水库蓄水前，需要进行建(构)筑物清理、林木清理、卫生清理。根据《水利水电工程水库库底清理设计规范》(SL644-2014)，结合黄草坝水库工程开发任务和淹没的实物特性，本工程库底清理为一般清理，无特殊清理的项目。

各类建筑物清理和卫生清理范围为库区居民迁移线以下的区域，各种构筑物清理范围为居民迁移线至死水位(含极限死水位，下同)以下 3m 范围内；林木清理按正常蓄水位以下范围确定。根据实物调查成果，本工程库底清理的主要任务见表 2.5.3-1。

表 2.5.3-1 黄草坝水库工程库底清理工程量表

序号	项目	单位	清理工程量	备注
1	建(构)筑物清理			
1.1	房屋	m ²	1290.89	
1.2	桥梁	座	1	
2	林木清理			
2.1	乔木林地	亩	2370.44	
2.2	园地林木	亩	25.88	
2.3	零星树木清理	棵	365	
3	卫生清理			
3.1	一般性污染源			
3.1.1	粪便清掏	m ³	32	
3.1.2	坑穴消毒	m ²	32	
3.1.3	坑穴覆土	m ³	32	
3.2	生物类污染源	亩		
3.2.1	居民区灭鼠	万 m ²	0.14	
3.2.2	耕作区灭鼠	万 m ²	25.06	
3.2.3	林地区灭鼠	万 m ²	158.03	

2.6 工程调度运行方式

2.6.1 水库调度运行方式

2.6.1.1 供水调度

黄草坝水库任务为以城乡生活和工业供水为主，结合灌溉，兼顾防洪、发电。供水对象主要为：普洱城区、宁洱县城区、正兴镇集镇的生活和工业；灌溉用水主要供给小黑江沿线的景谷县的翁安村、勐乃村、通达村、景南村、铁厂村，宁洱县的西萨村、宽宏村、谦岗村等村庄除水田外的耕、园地。水库下放生态流量后，根据所承担供水对象不同依次供水，不同供水对象的供水次序依次为：生活、工业、灌溉。

当水库蓄水至正常蓄水位时，满足供水灌溉后的富余水量首先用于电站机组发电，其次通过泄流设施下放至河道；黄草坝水库工程城乡生活和工业供水设计保证率为

95%，农业灌溉设计保证率为 85%，当遇到保证率以外的枯水年，首先减少农业灌溉供水量，灌溉破坏深度为 25%，再减少生活供水供水量，供水破坏深度为 15%。

当水库运行水位较低，入库水量和蓄存水量有限，正常供水灌溉可能被破坏时，应及时向下游缺水地区发出供水告急预警信号，并结合水情预报资料，适时采取应急措施，尽可能做到均匀减少供水量，避免供水和灌溉集中破坏。

2.6.1.2 防洪调度

黄草坝水库以下游翁安、勐乃沿小黑江两岸耕地为防洪保护对象，水库在 7 月初～9 月末最高运行水位降至汛限水位 1337.5m 运行。主汛期，当入库流量小于 $500\text{m}^3/\text{s}$ 时，按来水下泄；当入库流量大于 $500\text{m}^3/\text{s}$ 时，按 $500\text{m}^3/\text{s}$ 控泄，水库水位上升，当水库水位到达 1338.50m 后水库敞泄，按照泄流能力及不大于入库流量下泄。黄草坝水库防洪库容为 206 万 m^3 。在非主汛期，水库最高运行水位为正常蓄水位 1338.0m。

泄洪建筑物调度方式：总体为先使用溢洪洞，再使用泄洪放空洞。汛期，当入库洪水流量小于溢洪洞在 1337.5m 以下最大泄洪(即敞泄)能力时，通过调整控制溢洪洞闸门开度，使泄流量等于入库洪水流量，维持坝前水位不变；当入库洪水流量大于溢洪洞在 1337.5m 时的最大泄洪(即敞泄)能力而小于溢洪洞与泄洪放空洞泄流能力之和时，泄洪放空洞按 $500\text{m}^3/\text{s}$ 控泄，水库水位抬高；当水位到达 1338.5m 时，泄洪放空洞敞泄，水库水位继续上升，则调整溢洪洞闸门直至敞泄，水库滞洪；退水段，泄流设施敞泄至水库水位降至 1338.5m 时，泄洪放空洞闸门全部关闭，调整溢洪洞闸门控泄，当水库水位降至 1337.5m 时完全关闭溢洪洞闸门。

非汛期，当入库洪水流量小于溢洪洞在正常蓄水位时的最大泄洪(即敞泄)能力时，通过调整控制溢洪洞闸门开度，使泄流量等于入库洪水流量，维持坝前水位不变；当入库洪水流量大于溢洪洞在正常蓄水位时的最大泄洪(即敞泄)能力而小于溢洪洞与泄洪放空洞泄流能力之和时，泄洪放空洞敞泄，通过调整溢洪洞闸门开度，使总泄流量等于入库洪水流量，维持坝前水位为正常蓄水位不变；当入库洪水流量大于溢洪洞与泄洪放空洞在正常蓄水位时的最大泄洪能力之和时，溢洪洞和泄洪放空洞敞泄，水库滞洪，水库水位上升；当坝前水位回落至正常蓄水位时，根据入库洪水流量，调整溢洪洞闸门控泄维持水库水位为正常蓄水位，当入库洪水流量小于溢洪洞在正常蓄水位时的最大泄洪(即敞泄)能力时，泄洪放空洞闸门全部关闭，调整溢洪洞闸门控泄，且开度逐步减小直至全部关闭。

2.6.1.3 抗旱调度

抗旱调度按普洱城区常规蓄水水源(含洗马河水库)总库容达 1200 万 m^3 为控制条件,当总库容降低至 1200 万 m^3 时,备用水库那贺水库和梅子湖水库开始供水,黄草坝水库、箐门口水库和大中河水库的备用库容开始加大供水,以保障城区用水需求;随着降雨增多,当总库容增加至 1500 万 m^3 时,备用水源停止供水,黄草坝水库、箐门口水库和大中河水库恢复正常供水。

2.6.1.4 最低发电运行水位

黄草坝水电站为岸边引水式水电站,利用生态水量和弃水量发电。电站装机容量 4.2MW,最大净水头 162m,最小净水头 78.4m,水头变幅较大,考虑机组运行稳定性要求,机组最小净水头需提高到 100.0m 左右,经计算,电站加权平均水头 150.8m,水库最低发电运行水位为 1280.7m。当水库水位高于 1280.7m 时,通过电站机组下放生态流量,当水位低于 1280.7m 或机组检修时,水库生态流量通过生态流量管下泄。

2.6.1.5 泵站运行水位

黄草坝水库正常运行水位范围为 1262.0m~1339.46m,水库平均水位为 1325.6m;在供水区特殊干旱年份水库运行水位范围为 1250.0m~1338.0m。水库水位变幅较大,需谦岗泵站扬程范围为 76.2m~191.8m,水库在高水位区域运行的概率较高,兼顾高、低扬程泵运行区间,确定水库分界水位为 1315.0m/1320.0m,当水库水位从高水位向低水位变化时,切换水位为 1315.0m,当水库水位从低水位向高水位变化时,切换水位为 1320.0m。

2.6.2 水库多年运行特性

a) 水库长系列运行调度

黄草坝水库水位、下泄流量变化过程线示意图见图 2.6.2-1~3。为满足 2011 年~2014 年枯水系列用水要求,水库按维持高水位运行方式调度,水库蓄满时间较多,经统计在 1979 年~2017 年 38 年系列中共有 27 年蓄至正常蓄水位,蓄满率为 71.0%。

根据黄草坝水库的综合利用要求和水库的调节能力,供水调度图基本分为供水降低供水区(I区)、灌溉降低供水区(II区)、生态降低供水区(III区)、保证供水区(IV区)四个主要调度范围。黄草坝水库的供水调度图见图 2.6.2-4。

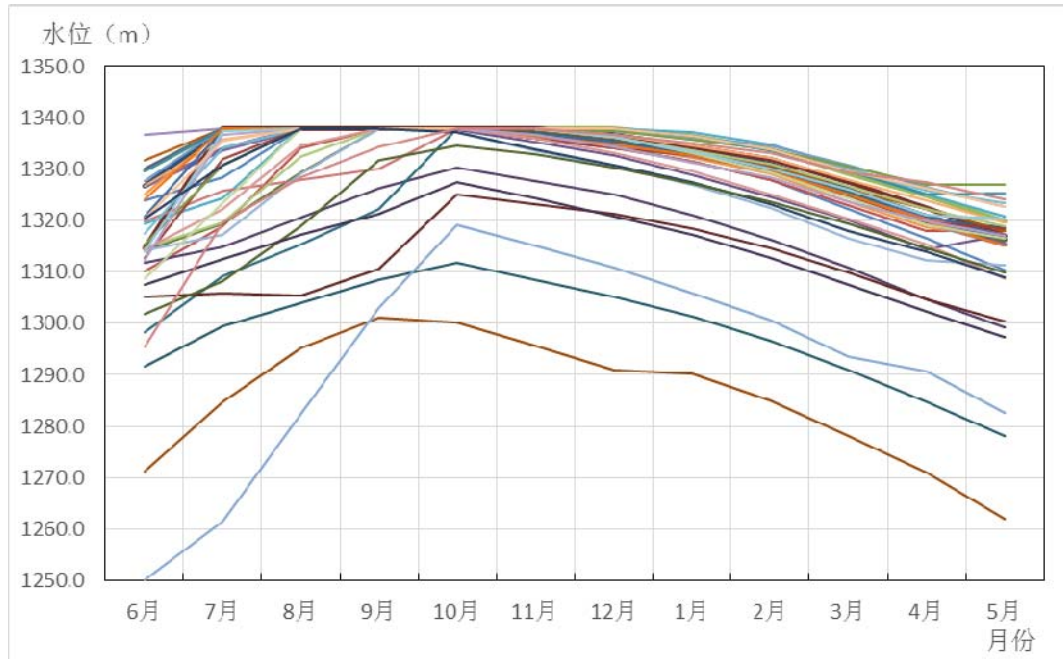


图 2.6.2-1 黄草坝水库运行期水位变化过程(逐年)

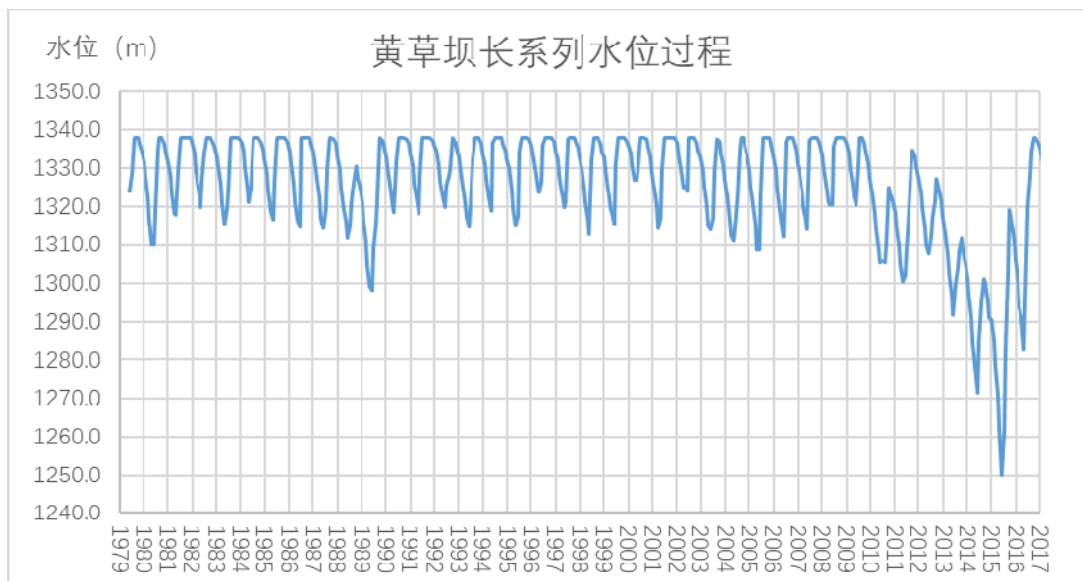


图 2.6.2-2 黄草坝水库运行期水位变化过程(长系列)

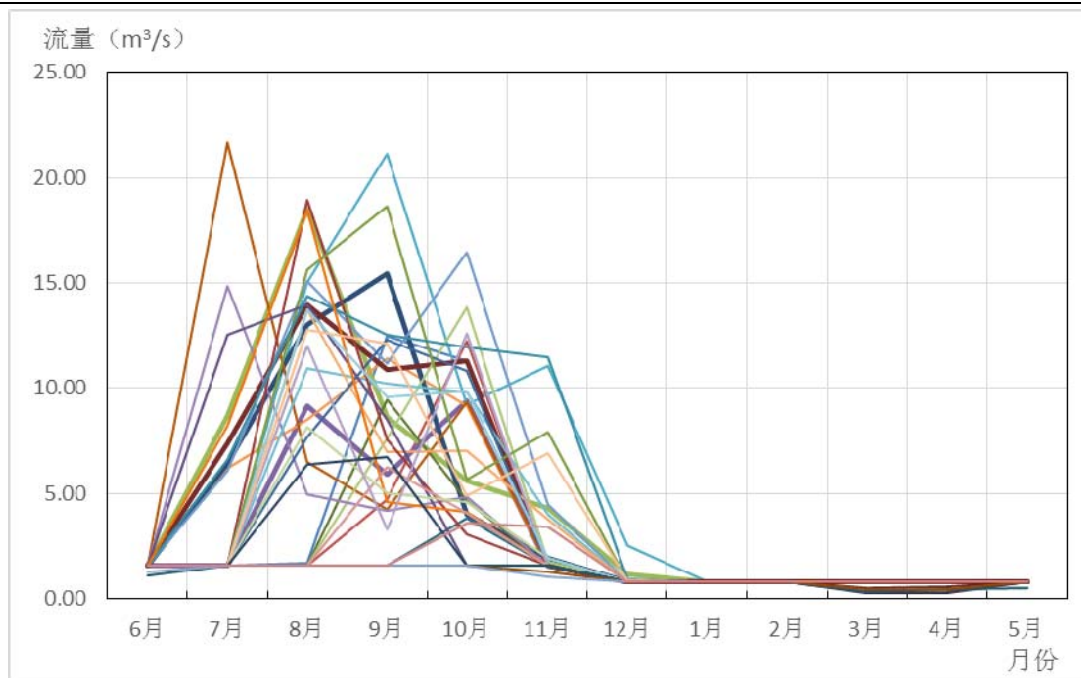


图 2.6.2-3 黄草坝水库运行期下泄流量变化过程

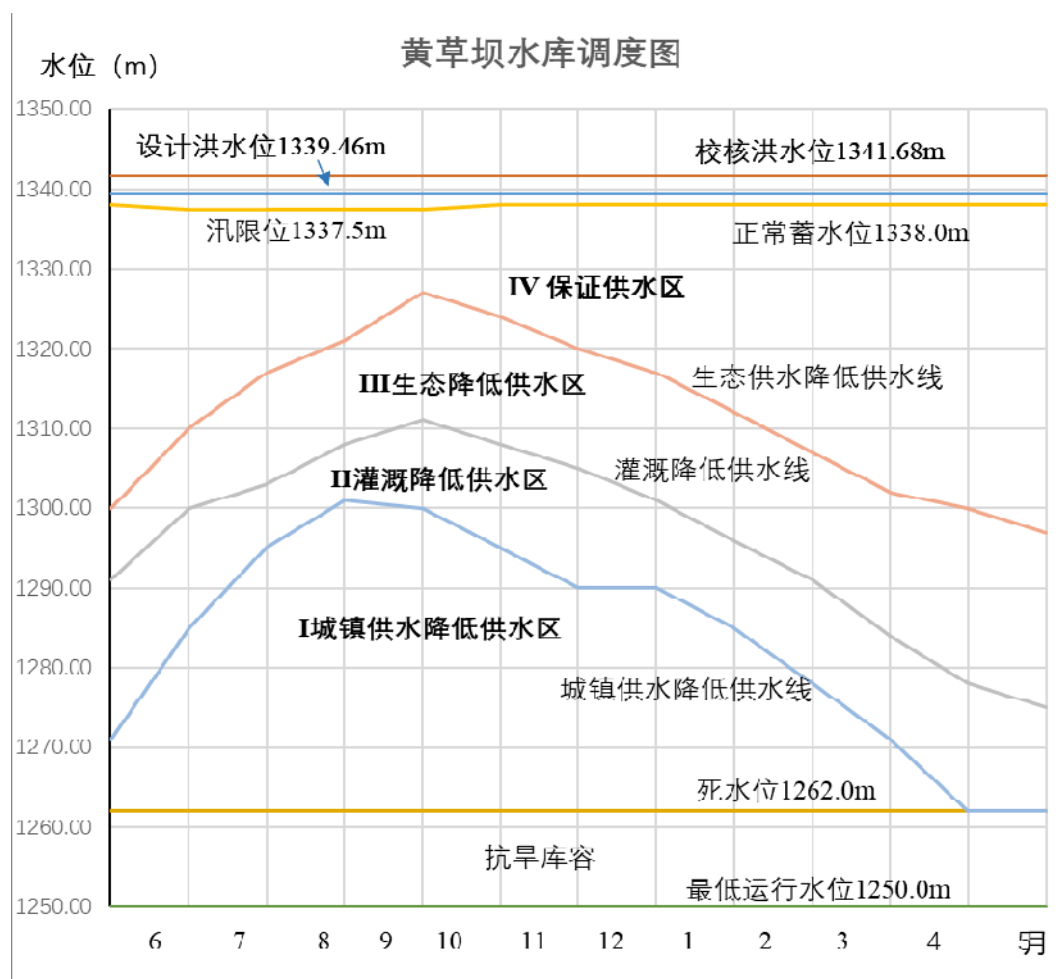


图 2.6.2-4 黄草坝水库运行调度图

b) 综合利用指标及各部门用水满足程度

1) 供水

黄草坝水库建成后, 2035 年多年平均城镇生活和工业供水量为 5830 万 m^3 , 其中向普洱城区为 2930 万 m^3 , 宁洱县城为 2440 万 m^3 , 景谷县正兴镇 460 万 m^3 。各供水对象供水保证率均能达到设计保证率 95%, 供水破坏 21 个月, 超过设计保证率供水不足时, 破坏深度均不大于 15%。

2) 灌溉

水库拟供灌区包括坝址下游景谷县正兴镇的翁安村、勐乃村、通达村、景南村、铁厂村等灌区, 宁洱县的西萨村、宽宏村和谦岗村, 共计 3.62 万亩。P=85%保证率年份灌溉需水量为 814 万 m^3 , 多年平均灌溉需水量 688 万 m^3 , 水库多年平均供水量 665 万 m^3 。灌溉供水保证率可达到设计保证率 85%, 农业破坏 4 年, 超过设计保证率供水不足时, 破坏深度均不大于 25%。

3) 人畜生活供水

黄草坝水库建成后多年平均向沿线农村人畜供水 115 万 m^3 。人畜生活供水保证率达到设计保证率 95%, 超过设计保证率供水不足时, 破坏深度均不大于 15%。

4) 发电

为了充分利用水能资源, 结合泄放生态流量和弃水进行发电。装机容量 4.2MW, 2035 年多年平均发电量为 1656 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$, 装机利用小时数 3943h。

5) 防洪

黄草坝水库建成后, 预留 206 万 m^3 防洪库容, 翁安、勐乃沿小黑江两岸耕地 5 年一遇受淹情况可以得到改善。其中, 可以完全解决以坝址以上来水为主的洪水情况, 若遇控制断面以上全流域洪水, 可减少控制断面洪峰流量约 220 m^3/s , 减少约 20%, 若来水以区间为主, 黄草坝按上述调度原则可减少 60 m^3/s 洪峰流量, 减少约 5%, 均可起到一定作用。

2.6.3 工程运行方式

a) 正常运行工况

黄草坝水库受水区分布的当地水源点较多, 但各水源点调节库容均偏小, 因此, 在当地水源和新增水源(黄草坝水库供水)联合调度方式的选择上, 主要考虑当地水源先供、黄草坝水库补充的方式。

当地水先供有多种调度方式，分别为：①当地水库多利用非水期水量，不考虑枯期破坏深度；②考虑当地水库枯期供水量尽量大，减小黄草坝供水流量，当地水库按供水能力枯水期打折、其他时段均匀供水；③考虑当地丰水期多利用当地水、枯水期尽量减少黄草坝供水流量，当地水库按调度线丰水期多供，枯水期打折供水。针对这三种联合调度方式，比选经济性和供水保证率，见表 2.6.3-1。

表 2.6.3-1 联合调度方案成果表

项目			单位	方案一	方案二	方案三	方案四
				当地水库先供，黄草坝补充			黄草坝先供，当地水库补充
供水水源	调度方式			不考虑破坏深度，当地水库多供	当地水库按供水能力，枯水段打折，其他时段均匀供水	当地水库按调度线丰水期多供，枯水期打折供水	
当地水库	供水量	P=95%	万 m³	5290	5030	5025	5383
		多年平均	万 m³	5785	5730	5834	5589
	弃水量	多年平均	万 m³	3026	3083	2976	3222
黄草坝水库	水库规模	正常蓄水位	m	1337	1339	1338	1338
		死水位	m	1262	1262	1262	1262
	线路规模 (泵站后线路)	谦岗泵站～宁洱	m³/s	2.15	2.00	2.00	1.90
		宁洱支管	m³/s	1.20	1.05	1.03	0.95
		宁洱～普洱城区	m³/s	0.97	0.97	0.97	0.97
	普洱城区和宁洱供水量	P=95%	万 m³	5675	5935	5940	5582
		多年平均	万 m³	5147	5196	5102	5288
供水量合计		P=95%	万 m³	10966	10966	10966	10966
		多年平均	万 m³	10933	10927	10936	10878
缺水量		P=95%	万 m³	0	0	0	0
		多年平均	万 m³	33	39	30	88

经比选，方案三供水保障程度最高，调度运行最简便，且经济性较好，因此，本阶段推荐方案三调度方式，即：当地水库优先供水，按调度线丰水期多供，枯水期打

折供水，新建黄草坝水库补充供水。

b) 抗旱运行工况

黄草坝水库预留 550 万 m^3 抗旱库容，在特殊干旱年份，黄草坝加大供水，当地备用库容全部启用后受水区仍缺水。考虑在当地常规水源中预留部分抗旱备用库容，以减少特殊枯水年份缺水程度。考虑箐门口水库预留 200 万 m^3 ，大中河水库预留 300 万 m^3 ，可使普洱城区预留抗旱库容达 2000 万 m^3 ，约可满足受水区 7 个月用水需求，基本可以解决特枯水段中来水最少时段用水问题。

2.7 工程投资

可研阶段黄草坝水库工程总投资 510040 万元，其中静态总投资为 505736 万元，工程部分静态投资 447452 万元，建设征地移民补偿投资 34183 万元，可研阶段环境保护工程投资 12211 万元(本次环评环保投资 24155.02 万元)，水土保持工程投资 11890 万元。

3 工程分析

3.1 工程与法规、规划符合性分析

3.1.1 国家政策法规符合性分析

2010 年 12 月 31 日中共中央国务院发布的《关于加快水利改革发展的决定》中提出：“在保护生态和农民利益前提下，加快水能资源开发利用。统筹兼顾防洪、灌溉、供水、发电、航运等功能……”，根据《产业结构调整指导目录(2019 年本)》中有关水利类部分，“2、跨流域调水工程”、“3、城乡供水水源工程”、“11、综合利用水利枢纽工程”均被列为鼓励类。

黄草坝水库工程是澜沧江流域规划的重点水源工程之一，其开发任务为：以城乡生活和工业供水为主，结合灌溉，兼顾防洪、发电。设计水平年 2035 年，水库多年平均可向受水区年供水量 6610 万 m^3 ，其中普洱城区供水量 2930 万 m^3 、宁洱县城供水量 2440 万 m^3 、正兴镇集镇供水量 460 万 m^3 ，农村人饮供水量 115 万 m^3 ，灌溉供水量 665 万 m^3 。可以为普洱市城镇化发展建设提供有力的安全水源保障，并为当地农村地区巩固扶贫成果创造条件，是普洱市“生态立市、绿色发展”的重要水利支撑。综上，黄草坝水库工程建设符合国家的产业政策。

3.1.2 与长江经济带发展要求符合性分析

2018 年 4 月，习近平总书记在深入推动长江经济带发展座谈会上提出：“推动长江经济带发展必须从中华民族长远利益考虑，把修复长江生态环境摆在压倒性位置，共抓大保护、不搞大开发，努力把长江经济带建设成为生态更优美、交通更顺畅、经济更协调、市场更统一、机制更科学的黄金经济带”，同时，习总书记还提出：“生态环境保护 and 经济发展不是矛盾对立的关系，而是辩证统一的关系。生态环境保护的成败归根到底取决于经济结构和经济发展方式”，“推动长江经济带绿色发展首先要解决思想认识问题，特别是不能把生态环境保护和经济发展割裂开来，更不能对立起来”。

为全面贯彻落实习近平总书记重要讲话精神，坚持“共抓大保护、不搞大开发”和“生态优先、绿色发展”的战略导向，云南省推动长江经济带发展领导小组办公室于 2019 年 11 月 1 日印发《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则(试行)》。细

则中提出：“禁止在《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目”；“禁止在生态保护红线范围内投资建设除国家重大战略资源勘查项目、生态保护修复和环境治理项目、重大基础设施项目、军事国防项目以及农牧民基本生产生活等必要的民生项目以外的项目”；“禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建排污口，以及围湖造田、围湖造地或围垦河道等工程”。

《澜沧江流域综合规划》中提出：“抓紧推进一批骨干水源工程建设，新建西藏自治区宗通卡、云南省黄草坝等大型水库”。黄草坝水库工程建成后，规划水平年可向受水区年供水量 6610 万 m^3 ，解决普洱市两县一区供水的需要，为普洱市城镇化发展建设提供有力的安全水源保障，并且能有效改善受水区思茅河、普洱大河挤占河道生态用水情况，具有较好的环境效益。同时，为了切实做到生态优先、绿色发展，工程提出了泄放生态流量、建设过鱼设施和鱼类增殖放流站等系列重大水生生态保护措施。

黄草坝水库工程是保障区域供水的民生项目。2022 年 11 月 15 日，云南省自然资源厅办公室印发《关于正式应用“三区三线”划定成果数据作为报批建设项目用地依据的通知》(云自然资办便笺〔2022〕1054 号)，正式应用“三区三线”划定成果，黄草坝水库枢纽工程不涉及云南省“三区三线”成果启用后的生态保护红线，不属于《云南省长江经济带发展负面清单指南实施细则(试行)》中提出的各类功能区、保护区禁止建设的项目。因此，黄草坝水库工程项目与长江经济带发展生态保护要求是相符的。

3.1.3 与“三线一单”的符合性分析

2020 年 11 月 10 日，云南省人民政府发布《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》(云政发〔2020〕29 号)，意见中提出：“执行省人民政府发布的《云南省生态保护红线》，将未划入生态保护红线的自然保护地、饮用水水源保护区、重要湿地、基本草原、生态公益林、天然林等生态功能重要、生态环境敏感区域划为一般生态空间”；“到 2025 年，纳入国家和省级考核的地表水监测断面水质优良率稳步提升，重点区域、流域水环境质量进一步改善，基本消除劣 V 类水体，集中式饮用水水源水质巩固改善。到 2035 年，地表水体水质优良率全面提升，各监测断面水质达到水环境功能要求，消除劣 V 类水体，集中式饮用水水源水质稳定达标”；

“全省共划分 1164 个生态环境管控单元，分为优先保护、重点管控和一般管控 3 类”，其中“优先保护单元。共 383 个，包含生态保护红线和一般生态空间，主要分布在滇西北山区、南部边境山区、哀牢山和无量山、滇东南喀斯特石漠化防治区、金沙江干热河谷、高原湖泊湖区等重点生态功能区域”，“生态保护红线优先保护单元按照国家生态保护红线有关要求进行管控。一般生态空间优先保护单元以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，参照主体功能区中重点生态功能区的开发和管制原则进行管控”。

2021 年 7 月 5 日，普洱市人民政府发布《普洱市人民政府关于印发普洱市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》(普政发〔2021〕25 号)，实施方案中提出：“到 2025 年，生态安全屏障更加牢固。纳入国控、省控的地表水监测断面水质优良率保持稳定，基本消除劣 V 类，集中式饮用水水源水质优良率保持稳定”；“全市共划分 96 个生态环境管控单元，分为优先保护、重点管控和一般管控 3 类”，其中“优先保护单元。共 29 个，包含生态保护红线、饮用水源地和一般生态空间，主要分布在南部边境热带森林区域、澜沧江中山峡谷区域、哀牢山—无量山区域以及水源保护区等重点生态功能区域”；“正确处理好发展与保护的关系，“三线一单”确定的生态环境管控单元及生态环境准入清单是资源开发、产业布局和结构调整、城镇建设、重大项目选址的重要依据。规划环评、项目环评和排污许可等环境政策应落实“三线一单”生态环境分区管控要求”。

以下对照《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》和《普洱市人民政府关于印发普洱市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》分析黄草坝水库工程与“三线一单”的符合性。

a) 生态保护红线

根据《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》：“执行省人民政府发布的《云南省生态保护红线》”、“生态保护红线优先保护单元按照国家生态保护红线有关要求进行管控”。

中共中央办公厅、国务院办公厅《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》(厅字〔2017〕2 号)指出：生态保护红线原则上按禁止开发区域的要求进行管理。《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》(环规

财〔2018〕86号)中提出:“对环评审批中发现涉及生态保护红线和相关法定保护区的输气管线、铁路等线性项目,指导督促项目优化调整选线、主动避让;确实无法避让的,要求建设单位采取无害化穿(跨)越方式,或依法依规向有关行政主管部门履行穿越法定保护区的行政许可手续、强化减缓和补偿措施。生态保护红线内,自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动,其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动,在符合现行法律法规前提下,除国家重大战略项目外,仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动,其中包括必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护”。

2020年,自然资源部、国家林业和草原局《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》中提出:“在对自然保护区范围及功能分区进行一次优化调整的同时对各类自然保护地进行整合优化”。中办、国办《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》明确提出:“对自然保护地进行调整优化,评估调整后的自然保护地应划入生态保护红线;自然保护地发生调整的,生态保护红线相应调整”;“在符合现行法律法规前提下,除国家重大战略项目外,仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动,主要包括:零星的原住民在不扩大现有建设用地和耕地规模前提下,修缮生产生活设施……必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护;重要生态修复工程”。

2022年8月16日,自然资源部、生态环境部、国家林业和草原局联合印发《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知(试行)》(自然资发〔2022〕142号),通知中提出:“……确需占用生态保护红线的国家重大项目,按照以下规定办理用地用海用岛审批。(一)项目范围。……为贯彻落实党中央、国务院重大决策部署,国务院投资主管部门或国务院投资主管部门会同有关部门确认的交通、能源、水利等基础设施项目;……(二)办理要求。上述项目(不含新增填海造地和新增用岛)按规定由自然资源部进行用地用海预审后,报国务院批准。……占用生态保护红线的国家重大项目,应严格落实生态环境分区管控要求,依法开展环境影响评价”。

黄草坝水库工程是保障区域供水的民生项目,枢纽工程范围不涉及云南省“三区三线”成果启用后的生态保护红线,其建设与生态保护红线管控要求不相冲突。初步

设计阶段，建议进一步优化输水线路的布置方案，尽可能的减缓或避免工程建设对生态环境的影响。

b) 环境质量底线

1) 水环境质量底线

根据《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》提出的水环境质量底线：“到 2025 年，纳入国家和省级考核的地表水监测断面水质优良率稳步提升，重点区域、流域水环境质量进一步改善，基本消除劣Ⅴ类水体，集中式饮用水水源水质巩固改善。到 2035 年，地表水体水质优良率全面提升，各监测断面水质达到水环境功能要求，消除劣Ⅴ类水体，集中式饮用水水源水质稳定达标”。

黄草坝水库工程所在威远江流域的国控、省控断面包括小黑江 1 号桥(国控断面)、小黑江波云河口(省控断面)、威远江储木场(国控断面)、思茅河莲花乡(国控断面)、普洱大河漫海(省控断面)、信房水库(国控断面)，从各重点断面的水质常规监测数据来看，除思茅河(莲花乡断面)之外，评价区其他水体水质情况均较好，基本满足水环境功能区水质要求。思茅河莲花乡国控断面水质长期维持在劣Ⅴ类，仅在 2021 年上半年短暂达到过Ⅳ类水质，主要超标因子为高锰酸盐指数、五日生化需氧量、氨氮、化学需氧量、总磷、总氮，这反映出思茅河流域生活污染源和农业面源入河量较大。思茅河作为普洱人民的母亲河，是普洱市中心城区唯一一条贯穿南北，连接“五湖九河”的排水通道，其上游建有信房水库，由于河道内生态流量保证不足，而入河污水量却居高不下，导致在枯水时段，思茅河内污水流量占河道总流量的比例甚至超过 60%，河流水质日益恶化，水生态逐渐退化。

思茅河治水、治污工作已推进多年，普洱市人民政府围绕思茅河水质脱劣、达标的目标，开展了大量的摸排、调查、研究、分析工作，采取了许多有针对性的措施，也实施了多项水环境综合整治工程项目，在农业面源治理、畜禽养殖污染源消除、污水达标处理等方面取得了较好的成绩，也展现出了一定的效果。然而，由于思茅河水环境问题非一时之疾，要取得治水攻坚战的全面胜利，还有大量的工作要做。普洱市人民政府以极大的决心，表示：“要深入践行习近平生态文明思想，坚决贯彻中央、省、市关于加强生态文明建设的各项决策部署，全面落实市委市政府思茅河污染综合治理工作专题会议精神，下定决心、排除万难，采取更加精准的措施，坚决打赢思茅

河污染治理攻坚战，守护好思茅的绿水青山”。

2022 年初，在充分总结前期工作成果的基础上，普洱市人民政府再次提出《思茅河劣V类水体莲花乡国控断面脱劣攻坚整治工作方案》，在《方案》中，梳理了现阶段仍存在的主要问题，包括：①污水收集方面问题突出，②中心城区排水管网系统问题突出，③中心城区仍存在排污暗河暗沟，④沿岸农业面源污染依然存在，⑤河道纳污能力和净化功能明显减弱等 5 个方面，并通过对污染源的深入解析，识别目前思茅河主要污染源为生活污染源。《方案》提出，本阶段攻坚战工作重点包括：①加强普查尽快甄别从收集到处理方面存在的问题，②通过挤外水，补短板，完善排水管网建设，③持续推进暗河暗沟的治理，④持续开展农业面源污染治理，⑤大力推进河道防洪能力提升及生态修复工作，⑥做好城市顶层规划设计，科学指导城市建设合理布局，⑦强化排水排污管理等 7 个方面，并规划了 36.87 亿的措施项目。目标在 2022 年底争取思茅河莲花乡国控断面水质均值达到V类水质，基本实现脱劣；2023 年均值达到V类水质，实现稳定脱劣；2024 年水质进一步好转，稳定于V类，部分月份达到IV类；2025 年水质得到巩固提升，并建立防止反弹的长效机制，水质稳定于IV类。

2022 年 5 月，云南省委、云南省人民政府印发《云南省生态文明建设排头兵规划(2021-2025 年)》，其中“第二节 持续深入打好碧水保卫战”提出：“按照‘干流保护为主，支流重点防治’的原则，确保西南诸河跨境河流水环境安全。强化‘保好水’与‘治差水’协同推进，确保优良水体比例稳定提升，基本消除劣V类水体”，规划中“专栏 5 六大水系水污染防治重大工程”中就包括“1.重点河段水质提升工程。实施珠江流域狗街、澜沧江支流西洱河四级坝和思茅河莲花乡河段水质脱劣工程”。思茅河水质提升已经是普洱市政府重中之重的工作任务。2022 年 11 月 30 日，云南省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议通过《普洱市思茅城区河道管理条例》，标志着普洱市河湖保护治理迎来法治化新时代，实现“八个入法”，将对普洱市河湖保护治理起到至关重要的作用。

此外，针对黄草坝水库受退水区的水环境问题，建设单位委托编制了《云南省普洱市黄草坝水库工程受水区水污染防治规划(2021-2035 年)》，2021 年 5 月，普洱市水务局组织对规划报告进行了审查。2021 年 12 月 2 日，经普洱市人民政府第 63 次常务会议研究同意，普洱市人民政府以普政复〔2021〕222 号文批复了本工程受水区

水污染防治规划。根据《规划》，黄草坝水库工程通水之前，普洱市通过工业结构调整和产业优化升级，提高废污水收集率和处理率等一系列措施，流域内点污染源入河总量继续下降；通过大力发展高效节水灌溉，实施面源污染防治措施，流域内面源入河总量持续减少。设计水平年 2035 年，在所有治污措施全部落实到位的前提下，思茅河流域污染物入河量大幅下降，再辅以生态补水，中水综合利用等强化措施，思茅河莲花乡国控断面预期能够实现水质达标，思茅河将逐步实现“长治久清”。

黄草坝水库受水区水环境质量底线的维护分为两个大目标：一个是在黄草坝水库通水之前，通过实施规划的各项水环境综合治理项目，使受水区各退水受纳水体水质稳定达到水功能区质量目标，尤其是思茅河水质得到彻底改善；第二个是持续推进城乡污染防治工作，确保黄草坝水库通水后“增水不增污”，不因供水保证率的提高而使流域水环境恶化现象再次反弹，以实现“水清、水满、水生态”的最终目标。

因此，在实现以上两大目标的基础上，可以认为黄草坝水库工程的建设，能够满足云南省水环境质量底线要求。

2) 环境空气质量底线

黄草坝水库工程项目区为农村地区，环境空气质量达到了二级标准，工程只有施工期排放少量粉尘，且施工期会采取洒水降尘等相应控制粉尘的防治措施实施达标排放，粉尘污染影响仅局限于施工区附近，对周边区域大气环境质量影响小，且影响随着施工结束而结束，工程建设满足大气环境质量底线要求。

3) 土壤质量底线

黄草坝水库工程项目区不涉及污染地块，也不会对项目区的农用地和建设用地造成污染，工程建设不会触及土壤环境风险防控底线。

综上，在实现水环境治理目标的前提下，工程建设与环境质量底线基本协调。

c) 资源利用上线

本工程利用的资源主要为水资源和土地资源。

1) 水资源利用上线

根据《普洱市水务局关于普洱市用水总量控制指标调整的通知》(2021 年)，思茅区、宁洱县和景谷县 2030 年用水总量控制指标分别为 12898 万 m^3 、13290 万 m^3 、25384 万 m^3 。根据 2011 年~2018 年水资源公报统计资料，结合现状年用水情况分析，2018

年思茅区用水量为 9953 万 m^3 、宁洱县用水量为 9916 万 m^3 、景谷县用水量为 20700 万 m^3 ，均低于普洱市 2030 年用水总量控制指标。

黄草坝水库水资源配置方案充分考虑了现有水利工程及在建水利工程，黄草坝水库部分供水量用于补偿当地工程的供水缺口，新增灌溉面积全部由黄草坝水库供水，水资源开发利用率为 39.6%，在可承受的范围之内，水资源配置方案基本合理，符合节水要求。2030 年思茅区和宁洱县用水量分别为 11162 万 m^3 和 8997 万 m^3 ，2035 年思茅区和宁洱县用水量分别为 12117 万 m^3 和 9346 万 m^3 ，2030 年和 2035 年用水总量均未超出 2030 年用水总量红线指标。

2) 土地资源利用上线

黄草坝水库为供水水源工程，不排放污染物质，也不动用污染地块，水库淹没占用土地资源相对不大，枢纽工程建设征地总面积占普洱市景谷县总土地面积比例很低，且临时占地在施工结束后及时进行迹地恢复。同时，工程灌溉引水将使灌区农业灌溉条件得到改善，为提高农业收入水平、优化种植业结构提供保障。因此本工程建设对区域土地资源的影响是有限的。

d) 生态环境准入清单

根据《普洱市人民政府关于印发普洱市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》：“根据划分的环境管控单元的特征，对每个管控单元分别提出了生态环境管控要求，形成全市生态环境准入清单”，以下对照普洱市生态环境准入清单分析黄草坝水库工程项目的符合性。

表 3.1.3-1 普洱市生态环境准入清单符合性分析(优先保护单元、一般管控单元)

市县	单元名称	管控要求	项目与管控要求的符合性
各县(区)	生态保护红线优先保护单元	(1)生态保护红线内,自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动,其他区域严格禁止开发性生产性建设活动,法律法规另有规定的,从其规定。 (2)生态保护红线相关管控办法出台后,依据其管理规定执行。	2022 年 11 月 15 日,云南省自然资源厅办公室发文正式启用“三区三线”划定成果,黄草坝水库枢纽工程不涉及云南省“三区三线”成果启用后的生态保护红线。工程建设符合生态保护红线管控要求
	一般生态空间优先保护单元	(1)执行《云南省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》。原则上按照限制开发区域的要求进行管理,严格限制大规模开发建设活动。以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务,因地制宜地发展不影响主体功能定位的产业。 (2)未纳入生态保护红线的各类自然保护地按照相关法律法规规定进行管控;重要湿地依据《湿地保护管理规定》、《国务院办公厅关于印发湿地保护修复制度方案的通知》、《云南省湿地保护条例》、《云南省人民政府关于加强湿地保护工作的意见》等进行管理;生态公益林依据《国家级公益林管理办法》、《云南省地方公益林管理办法》进行管理;天然林依据《国家林业局关于严格保护天然林的通知》、《天然林保护修复制度方案》的通知等进行管理;基本草原依据《中华人民共和国草原法》等进行管理。	工程是提供供水保障的民生项目,不属于污染类项目,其开发建设环境影响以生态影响为主,通过采取一系列的生态环境保护措施可以有效减缓,工程符合一般生态空间优先保护单元的管控要求
	饮用水源地优先保护单元	依据《中华人民共和国水污染防治法》、《云南省生态环境厅云南省水利厅关于印发云南省水源地保护攻坚战实施方案的通知》、《饮用水水源地保护区污染防治管理规定》等进行管理。	工程建设区不涉及饮用水源地优先保护单元
各县(区)	一般管控单元	空间布局约束	项目符合产业政策,运行期基本没有污染物排放,符合空间布局约束要求

3.1.4 与最严格水资源管理制度的符合性分析

a) 用水效率指标对比

受水区普洱城区现状 2018 年生活用水定额取 130L/人·d, 2035 年取 150L/人·d, 宁洱县城现状 2018 年生活用水定额取 125L/人·d, 2035 年取 150L/人·d。随着经济社会的发展、供水条件的改善,人均生活净用水量逐步提高,但随着节水力度的加大,供水损失减小,既符合经济社会发展后用水定额增加的规律,也符合我国水资源管理制度提出的节水增效的要求。

《普洱市水资源管理控制指标分解方案》(普政复〔2014〕82 号)提出普洱市 2015

年万元增加值用水量比 2010 年降低 32%。根据普洱市工业用水现状，考虑节水措施的加强，产品结构、技术进步和生产工艺的改进，预测万元工业增加值用水净定额逐步降低，2025 年万元增加值用水量比 2018 年降低 32%，2035 年比 2025 年再降低 25%，则 2035 年万元工业增加值用水净定额比 2018 年降低 49%，2035 年云南思茅产业园思茅园和宁洱园万元工业增加值用水净定额分别降低到 $18.8\text{m}^3/\text{万元}$ 和 $21.0\text{m}^3/\text{万元}$ 。受水区采用产品产量法预测工业需水量，根据典型企业调查及《云南省用水定额》(DB53/T 168-2019)，并参考广东、广西、深圳等地行业用水定额，确定的单位产品用水定额是合理的。根据设计水平年工业增加值和需水量预测成果，计算万元工业增加值用水量，2035 年万元工业增加值用水量低于“三条红线”中 2030 年成果，较 2018 年下降 47.5%~49.2%。因此，工业用水定额取值是合理的。

b) 用水量控制指标对比

根据可研报告中论证成果，2018 年思茅区用水量为 9953 万 m^3 、宁洱县用水量为 9916 万 m^3 、景谷县用水量为 20700 万 m^3 。根据《普洱市水务局关于普洱市用水总量控制指标调整的通知》(2021)，思茅区、宁洱县和景谷县 2030 年用水总量控制指标分别为 12898 万 m^3 、13290 万 m^3 、25384 万 m^3 。

景谷县 2018 年用水量与用水总量指标之间差 4684 万 m^3 ，设计水平年黄草坝向景谷县供水量较少，同时其他行业通过技术升级和结构调整用水效率将不断提高，2030 年不会超过红线指标。

思茅区和宁洱县工业和城镇生活用水主要集中在普洱城区和宁洱县城，其他集镇工业生产、城镇生活用水按现状年用水量计。2030 年，思茅区和宁洱县用水量分别为 11162 万 m^3 和 8997 万 m^3 ，2035 年思茅区和宁洱县用水量分别为 12117 万 m^3 和 9346 万 m^3 ，2030 年和 2035 年用水总量均未超出 2030 年用水总量红线指标。

3.1.5 与水资源配置“三先三后”原则的符合性分析

《南水北调工程供用水管理条例》(中华人民共和国国务院令 第 647 号)中明确了“先节水后调水、先治污后通水、先环保后用水”的“三先三后”原则，提出了“坚持全程管理、统筹兼顾、权责明晰、严格保护，确保调度合理、水质合格、用水节约、设施安全”。黄草坝水库工程属于引调水工程，在规划设计过程中，其水资源配置方案也坚持了“三先三后”原则。

a) 先节水后调水

1) 灌溉供水在“节水”上的考虑

经调查分析,黄草坝水库灌溉范围现状灌溉为望天田,咖啡、茶叶、药材等经济性高的作物偶尔灌溉,且有无灌溉对作物收获品质有较大影响。为了充分利用水资源,拟定对黄草坝水库灌溉范围内种植的经济性较高的蔬菜、药材咖啡和茶叶的区域采用喷灌,节水灌溉的面积达到 28775 亩。根据《节水灌溉工程技术标准》(GB/T50363-2018)要求,“采用管道输水时,管系水利用系数不应低于 0.95。田间水利用系数,旱作物灌区不宜低于 0.9。渠道防渗输水灌溉工程的中型灌区灌溉水利用系数不应低于 0.6,小型灌区不应低于 0.7;管道输水灌溉工程不应低于 0.8;喷灌工程不应低于 0.8,微灌工程不应低于 0.85。”根据各支管控制灌溉面积的不同种植结构,逐级计算灌溉水利用系数,经计算全灌区综合灌溉水利用系数为 0.806,亩均灌溉用水量为 148m³/亩。黄草坝灌区农业用户端从种植结构到灌溉方式,考虑采用较节水的方式,基本满足灌溉节水要求。

2) 工业供水在“节水”上的考虑

随着工业结构调整、工艺水平进步,节水力度加大,万元工业增加值用水定额将逐步降低。《普洱市水资源管理控制指标分解方案》(普政复〔2014〕82 号)提出普洱市 2015 年万元增加值用水量比 2010 年降低 32%。根据普洱市工业用水现状,考虑节水措施的加强,产品结构、技术进步和生产工艺的改进,预测万元工业增加值用水净定额逐步降低,2025 年万元增加值用水量比 2018 年降低 32%,2035 年比 2025 年再降低 25%,则 2035 年万元工业增加值用水净定额比 2018 年降低 49%,2035 年云南思茅产业园思茅园和宁洱园万元工业增加值用水净定额分别降低到 18.8m³/万元和 21.0m³/万元。因此,工业用水在用户端有较大节水潜力。

3) 城乡供水在“节水”上的考虑

城镇节水方面,实行合理的用水收费制度,运用经济杠杆促进节水;推广应用节水型器具;合理调整工业布局,加快产业结构调整;提高城镇污水处理厂出水标准,加大再生水回用力度。受水区普洱城区现状 2018 年生活用水定额取 130L/人·d,2035 年取 150L/人·d,宁洱县城现状 2018 年生活用水定额取 125L/人·d,2035 年取 150L/人·d。随着经济社会的发展、供水条件的改善,人均生活净用水量逐步提高,但随着节水力度的加大,供水损失减小,水厂损失由 5%降至 4%,管网漏损率由 13%降至 8%。既符合经济社会发展后用水定额增加的规律,也符合我国水资源管理制度提出的节水增

效的要求。

总体看来，设计水平年 2035 年，黄草坝水库水资源配置方案已充分考虑了常规水源的利用，灌溉用水充分利用现状水源供水，体现了节水的要求，黄草坝水库部分供水量用于补偿当地工程的供水缺口，新增灌溉面积全部由黄草坝水库供水，水资源开发利用率为 39.6%，在可承受的范围之内，水资源配置方案符合节水要求。因此，工程建设符合“先节水后调水”的原则。

b) 先治污后通水

1) 普洱市已开展的治污措施

普洱市治水、治污工作焦点主要集中在思茅河流域，多年来，普洱市人民政府围绕思茅河水质脱劣、达标的目标，开展了大量的摸排、调查、研究、分析工作，采取了许多有针对性的措施，也实施了多项水环境综合整治工程项目，在农业面源治理、畜禽养殖污染源消除、污水达标处理等方面取得了较好的成绩，也展现出了一定的效果。

(1) 水环境整治类项目

2007 年，普洱市委、市政府按照“生态立市、绿色发展”战略，提出了“加快对思茅河治理的要求”。2009 年，普洱市中心城区河道环境综合整治工程前期工作全面启动，为筹措项目资金，向国家申请了德国促进贷款。2013 年，普洱市水务局、普洱市发展和改革委员会以普水规计〔2013〕37 号批复了中心城区河道环境综合整治工程初步设计报告，项目建设内容包括河道防洪工程、沿河截污工程、植被恢复工程、河边道路工程、桥梁改造、水情预报监测工程，重点整治思茅河城区段、信房水库至马湾塘段，工程概算总投资 13.91 亿元。截止 2022 年 2 月，本工程累积完成投资约 17.58 亿元，整治河道 35.053km，完成截污干管 55.32km，建成湿地 816.83 亩。项目实施取得了一定的成效。

2019 年 12 月，为了加快补齐补建思茅城区管网短板、提升城市生活污水集中收集效能，普洱市启动了中心城区污水处理提质增效工程项目，建设内容包括：雨污分流改造(新建污水管网 22.604km，管径为 DN400 和 DN600，采用塑料 PE 管)、老旧城区、城中村和城乡结合部管网工程(新建污水管网 9.699km，管径为 DN400，管材采用塑料 PE 管)、劣质管网改造(改造污水管网 5.827km，管径为 DN400 和 DN600，采用塑料 PE 管)、混接错接点改造(350 处)、合流制溢流污染控制设施(新建洗马河、老杨箐、曼连河和南站等调蓄水池共 4 座，总有效容积 8000m³)。工程概算总投资

19155.35 万元。2020 年 12 月，项目开工建设，截至目前，雨污混接点改造、新建污水管道安装等子项基本已完成，正在实施调蓄池建设和老旧劣质管网改造工程。本项目的实施，可以较好的提升普洱市中心城区的污水收集率和处理率。

2020 年 6 月，为提升和改善普洱城区污水处理能力，普洱市进一步实施了中心城区污水处理综合治理工程项目。本项目拟新建普洱市第三污水处理厂，处理规模 6 万 m^3/d ，一期建设规模 3 万 m^3/d ；对中心城区已运行的污水处理厂进行改造，新建调蓄池、提升改造泵设备，更新鼓风系统和脱泥设备等；配套建设污水管网 80km，老旧管网改造 46km。工程概算总投资 87801.92 万元。目前，项目正在加快实施，其中第一、第二污水处理厂提标改造项目于 2020 年 12 月全部完成，关键子项普洱市第三污水处理厂也于 2021 年 12 月正式开工。项目全面建成后，普洱城区污水处理能力将提升至 8 万 m^3/d ，并将处理出水水质标准全部提升至准 IV 类标准，污水管网覆盖率达到 75% 以上。整个普洱城区的污水处理水平将得到一个较大程度的提升。

(2) 受水区污水处理设施建设

受水区范围目前已建成的以及已规划建设的污水处理设施情况见表 3.1.5-1。

表 3.1.5-1 规划范围已建及拟建污水处理设施一览表

行政区	污水处理设施名称	服务范围	建成时间(或规划建成时间)	设计规模 t/d
思茅区	思茅区第一污水处理厂	普洱城区	2020 年	20000
	思茅区第二污水处理厂	普洱城区	2020 年	30000
	思茅区第三污水处理厂	普洱城区	2024 年	60000(一期 30000)
	思茅区第四污水处理厂	倚象镇、普洱城区	2024 年	20000
	思茅西城区污水处理厂	木乃河片区	2020 年	2000
宁洱县	宁洱县城市污水处理厂	宁洱镇集镇	2021 年	10000
	宁洱县第二污水处理厂	宁洱县城	2025 年	20000
景谷县 正兴镇	正兴镇污水处理厂	正兴镇集镇	2023 年	950

(3) 思茅河生态补水工程

随着普洱市中心城区河道环境综合整治工程的完工，如何确保项目实施效果，促进思茅河河道水环境质量持续改善，2018 年 6 月，普洱市河长办组织研讨了思茅河生态补水的方案思路。会后，思茅区水库管理局编制了《普洱市中心城区思茅河道生

态补水水库群联合调度方案》，并报思茅区政府研究。2018年7月，经充分研究，思茅区政府进一步提出了大中河水库补水方案，编制完成《普洱市中心城区河道生态补水方案》，最终确定大中河水库为思茅河河道补水水源，河道补水方式为枯水季节24h连续不间断补水，思茅河8条支流中建有水库工程的，通过已建水库下泄生态流量的方式进行补水，未建有水库工程的，则通过天然降雨和自然径流进行补水。

根据《普洱市中心城区河道生态补水方案》，思茅河干流设计每年11月~次年6月全天24h不间断的进行补水，生态补水流量为 $0.5\text{m}^3/\text{s}$ ，需从大中河水库调入694.92万 m^3 水量。各支流设计通过已建水库下泄生态流量或天然径流补水，生态流量均考虑不低于15%多年平均流量。

2019年6月，中心城区河道生态补水工作正式实施，当年共向思茅河河道补水496.09万 m^3 ；2020年，向河道生态补水136.89万 m^3 ；2021年，通过大中河水库调水，全年向思茅河河道补水1656.95万 m^3 ，其中信房水库向干流直接补水达1109.28万 m^3 ，上半年，思茅河莲花乡国控断面水质一度改善至IV类，展现了较为乐观的趋势；2022年截至目前，已向河道生态补水1319.14万 m^3 ，其中信房水库补水达1114.84万 m^3 。持续实施的普洱市中心城区河道生态补水工程，将逐步恢复河道内环境水量，结合截污减排、水环境综合整治工程的一步落实，为思茅河脱劣达标打下了基础。

2) 普洱市水环境现状及后续工作计划

然而，由于思茅河水环境问题非一时之疾，要取得治水攻坚战全面胜利，还有大量的工作要做。普洱市人民政府以极大的决心，表示：“要深入践行习近平生态文明思想，坚决贯彻中央、省、市关于加强生态文明建设的各项决策部署，全面落实市委市政府思茅河污染综合治理工作专题会议精神，下定决心、排除万难，采取更加精准的措施，坚决打赢思茅河污染治理攻坚战，守护好思茅的绿水青山”。

目前，思茅河莲花乡国控断面水质仍维持在劣V类水平，形势依然十分严峻。治污是一项系统工程，任何一个环节的治理工作都必须确保达到目标，才能起到预期的水质改善效果。2020年4月，普洱市水务局委托昆明市生态环境科学研究院编制完成了《思茅河水质达标方案》，并由市水务局上报市人民政府批准，同时报云南省人民政府备案。根据方案，当思茅河流域内点源COD削减40%、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 削减70%、TP削减55%；非点源削减20%，其中生活污染源削减量分别为COD 1036.06t、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 148.51t、TP 18.32t；农业非点源削减量分别COD 228.91t、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 83.66t、TP 29.39t；

同时大中河水库年调水总量为 3153.6 万 m^3 (年均流量 $1\text{m}^3/\text{s}$) 时, 思茅河莲花乡国控断面的水质可实现稳定达标。按照这个目标, 思茅河治污工作仍需继续加快推进, 完成水质达标目标清单中的措施任务, 并应不断进行跟踪监测和评估, 持续优化治污方案。

2022 年初, 在充分总结前期工作成果的基础上, 普洱市人民政府再次提出《思茅河劣 V 类水体莲花乡国控断面脱劣攻坚整治工作方案》, 在《方案》中, 梳理了现阶段仍存在的主要问题, 包括: ①污水收集方面问题突出, ②中心城区排水管网系统问题突出, ③中心城区仍存在排污暗河暗沟, ④沿岸农业面源污染依然存在, ⑤河道纳污能力和净化功能明显减弱等 5 个方面, 并通过对污染源的深入解析, 识别目前思茅河主要污染源为生活污染源。《方案》提出, 本阶段攻坚战工作重点包括: ①加强普查尽快甄别从收集到处理方面存在的问题, ②通过挤外水, 补短板, 完善排水管网建设, ③持续推进暗河暗沟的治理, ④持续开展农业面源污染治理, ⑤大力推进河道防洪能力提升及生态修复工作, ⑥做好城市顶层规划设计, 科学指导城市建设合理布局, ⑦强化排水排污管理等 7 个方面, 并规划了 36.87 亿的措施项目。目标在 2022 年底争取思茅河莲花乡国控断面水质均值达到 V 类水质, 基本实现脱劣; 2023 年均值达到 V 类水质, 实现稳定脱劣; 2024 年水质进一步好转, 稳定于 V 类, 部分月份达到 IV 类; 2025 年水质得到巩固提升, 并建立防止反弹的长效机制, 水质稳定于 IV 类。

2022 年 5 月, 云南省委、云南省人民政府印发《云南省生态文明建设排头兵规划(2021-2025 年)》, 其中“第二节 持续深入打好碧水保卫战”提出: “按照‘干流保护为主, 支流重点防治’的原则, 确保西南诸河跨境河流水环境安全。强化‘保好水’与‘治差水’协同推进, 确保优良水体比例稳定提升, 基本消除劣 V 类水体”, 规划中“专栏 5 六大水系水污染防治重大工程”中就包括“1. 重点河段水质提升工程。实施珠江流域狗街、澜沧江支流西洱河四级坝和思茅河莲花乡河段水质脱劣工程”。思茅河水质提升已经是普洱市政府重中之重的工作任务。2022 年 11 月 30 日, 云南省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议通过《普洱市思茅城区河道管理条例》, 标志着普洱市河湖保护治理迎来法治化新时代, 实现“八个入法”, 将对普洱市河湖保护治理起到至关重要的作用。

3) 受水区水污染防治规划

针对黄草坝水库受退水区的水环境问题, 建设单位委托编制了《云南省普洱市黄草坝水库工程受水区水污染防治规划(2021-2035 年)》, 2021 年 5 月, 普洱市水务局

组织对规划报告进行了审查。2021 年 12 月 2 日，经普洱市人民政府第 63 次常务会议研究同意，普洱市人民政府以普政复〔2021〕222 号文批复了本工程受水区水污染防治规划。根据《规划》，黄草坝水库工程通水之前，普洱市通过工业结构调整和产业优化升级，提高废污水收集率和处理率等一系列措施，流域内点污染源入河总量继续下降；通过大力发展高效节水灌溉，实施面源污染防治措施，流域内面源入河总量持续减少。设计水平年 2035 年，在所有治污措施全部落实到位的前提下，思茅河流域污染物入河量大幅下降，再辅以生态补水，中水综合利用等强化措施，思茅河莲花乡国控断面预期能够实现水质达标，思茅河将逐步实现“长治久清”，确保黄草坝水库通水后“增水不增污”。

综上分析，黄草坝水库设计水平年，普洱市主要水环境综合整治项目均已实施，近期 2025 年生活污水收集处理率达到 90%，远期 2035 年生活污水收集处理率达到 95%；设计水平年，思茅区将运行 4 座城市生活污水处理厂，近期处理能力达到 10 万 m^3/d ，远期处理能力达到 13 万 m^3/d ，受水区污染物总量控制目标可达。因此，在受水区河流水质彻底改善的前提下，黄草坝水库工程实施符合“先治污后通水”的原则。

c) 先环保后用水

黄草坝水库工程的开发任务为：以城乡生活和工业供水为主，结合灌溉，兼顾防洪、发电。水库运行调度方案坚持生态用水优先的原则，针对坝址下游河段的生态用水要求，按照 12 月~5 月泄放 $0.79\text{m}^3/\text{s}$ (15%)、6 月~11 月泄放 $1.58\text{m}^3/\text{s}$ (30%)的原则泄放生态流量，工程长系列生态流量保证率达到 96.3%。同时，为在中国结鱼繁殖期刺激鱼类产卵繁殖，在每年的 7 月~9 月间择机实施一次生态调度，调度时间不低于 7 天，调度流量不低于 7 月、8 月、9 月的多年平均流量值。采取以上的生态流量保障方案，可有效保证坝址下游小黑江河段的生态用水需求，维持水生生态系统稳定。

黄草坝水库受水区中小型水库原设计均未考虑下游河道生态用水要求，现状城乡供水和灌溉用水严重挤占各水库的下游生态用水。黄草坝水库工程实施后，通过向受水区内供水，可退还中小型水库现状挤占的生态用水，其中退还普洱城区 1541 万 m^3 ，退还宁洱县城 632 万 m^3 ，以改善各水库下游河道的水环境和水生态环境，促进解决普洱市城市水环境问题。

黄草坝水库坝址位于小黑江上游河段，不涉及《澜沧江流域综合规划环境影响报

报告书》中提出的鱼类栖息地保护河段。大坝下游 8.5km 为小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区，针对鱼类保护，黄草坝水库规划设计了鱼类增殖放流站、过鱼设施、分层取水设施等措施，并且结合澜沧江流域综合规划环评、威远江流域综合规划环评提出的鱼类栖息地保护范围，提出将小黑江至威远江汇入澜沧江的全部河段划为栖息地进行保护的要求。这些措施的实施，对保护流域的鱼类能够起到积极的作用。因此，工程建设符合“先环保后用水”的原则。

综合分析，黄草坝水库工程建设与水资源配置“三先三后”原则相符。

3.1.6 与流域规划的符合性分析

3.1.6.1 与《澜沧江流域综合规划》及规划环评的符合性分析

《澜沧江流域综合规划》中提出：“抓紧推进一批骨干水源工程建设，新建西藏自治区宗通卡、云南省黄草坝等大型水库”。

《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》于 2016 年取得原环境保护部的审查意见，审查意见中提出：“加强栖息地和重要生境保护。将干流源头至囊谦、古水和托巴库尾，以及支流色曲、麦曲、德庆河、基独河、罗闸河、小黑江(左右两支)、南班河、南腊河、南阿河、阿东河、永春河、通甸河、黑惠江、威远江、洱海等纳入栖息地保护，研究设立西双版纳南班河珍稀鱼类等自然保护区，除必要的供水、灌溉等民生工程外，不再开发建设水利水电工程，完善栖息地保护措施”。意见中所指左支小黑江(威远江)，在《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》中明确为“左支威远江小黑江汇口~河口 36km 河段”，本河段与《澜沧江干流水电梯级开发环境影响及对策研究报告(审定稿)》规划的栖息地保护范围一致。黄草坝水库工程位于威远江支流小黑江上游河段，该河段不在《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》及审查意见中所提出的栖息地和重要生境保护范围，位于栖息地保护河段的上游。

《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》审查意见还要求：“按照优化后的水资源保护专项规划，以及进一步明确的流域/区域污染物排放总量管控要求，严格落实污染物排放总量削减的阶段性的目标要求。强化饮用水水源保护，重点针对中下游水环境污染、重金属超标的河段、湖库和支流，进一步控制入河污染物排放总量，加强水环境综合整治，提出污染物入河排污总量削减方案及重金属污染治理与防治措施，确保实现各河段水环境功能，推进流域水环境质量改善”、“进一步加强流域综合管理。客观认识和分析开发建设的生态环境代价，有针对性强化生态环境保护规划内容，统

筹和落实干支流生境保护。加强水利水电工程过鱼设施建设,保障河流连通性,实施干流水库生态调度,落实生态流量要求。建立健全生态流量、水生生态、陆生生态、生物多样性和水文水环境等监测体系,根据环境监测情况落实和完善环境保护对策措施”。

黄草坝水库工程与澜沧江流域综合规划环评及审查意见相关要求的符合性分析见表 3.1.6-1。

表 3.1.6-1 澜沧江流域综合规划环评及审查意见相关要求的符合性

序号	审查意见	落实情况
1	加强栖息地和重要生境保护。将干流源头至囊谦、古水和托巴库尾,以及支流色曲、麦曲、德庆河、基独河、罗闸河、小黑江(左右两支)、南班河、南腊河、南阿河、阿东河、永春河、通甸河、黑惠江、威远江、洱海等纳入栖息地保护,研究设立西双版纳南班河珍稀鱼类等自然保护区,除必要的供水、灌溉等民生工程外,不再开发建设水利水电工程,完善栖息地保护措施。	黄草坝水库工程位于威远江支流小黑江上游河段,该河段不在《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》及审查意见中所提出的栖息地和重要生境保护范围,位于栖息地保护河段的上游。项目环评结合澜沧江流域综合规划环评、威远江流域综合规划环评提出的鱼类栖息地保护范围,提出将小黑江至威远江汇入澜沧江的全部河段划为栖息地进行保护的要求。
2	按照优化后的水资源保护专项规划,以及进一步明确流域/区域污染物排放总量管控要求,严格落实污染物排放总量削减的阶段性目标要求。强化饮用水水源保护,重点针对中下游水环境污染、重金属超标的河段、湖库和支流,进一步控制入河污染物排放总量,加强水环境综合整治,提出污染物入河排污总量削减方案及重金属污染治理与防治措施,确保实现各河段水环境功能,推进流域水环境质量改善。	针对黄草坝水库受退水区的水环境问题,建设单位委托编制了《云南省普洱市黄草坝水库工程受水区水污染防治规划(2021-2035年)》,提出了规划水平年污染物总量控制要求。针对思茅河水质达标目标,普洱市人民政府也提出了削减污染物排放量的要求和措施,通过大幅减少入河污染物量,再辅以生态补水,中水综合利用等强化措施,大力推进思茅河水环境质量改善,思茅河莲花乡国控断面预期能够实现水质达标,促进思茅河逐步实现“长治久清”。
3	进一步加强流域综合管理。客观认识和分析开发建设的生态环境代价,有针对性强化生态环境保护规划内容,统筹和落实干支流生境保护。加强水利水电工程过鱼设施建设,保障河流连通性,实施干流水库生态调度,落实生态流量要求。建立健全生态流量、水生生态、陆生生态、生物多样性和水文水环境等监测体系,根据环境监测情况落实和完善环境保护对策措施。	黄草坝水库在规划设计阶段,充分论证和设计了生态流量泄放措施、生态调度措施、增殖放流措施、过鱼措施、分层取水措施等,并且,环评提出了工程施工期和运行期的监测规划,涵盖生态流量、水质、水生态、陆生生态等各方面,体现了监测体系的系统性和完整性。

3.1.6.2 与《威远江流域综合规划》及规划环评的符合性分析

《威远江流域综合规划》中提出:“按照普洱市水安全保障和全面建成小康社会目标,结合云南省、普洱市发展总体战略和主体功能区划,根据流域地形特点、水土资源特点、水资源承载能力、水环境承载能力和经济社会发展布局等情况,以建设绿色普洱、生态普洱及保障水资源可持续利用为主线,围绕服务于普洱市‘一核两翼三

带’的经济社会空间发展格局，依托哀牢、无量两山经济带，结合流域实际需求，划分四大片区，分别是东南部思宁平坝区、西南部‘大小芦山’区、威远江沿江片区、小黑江沿江片区四大片区，分别进行规划布局”。“规划在小黑江建设黄草坝水库及配套引水工程，为普洱城区、宁洱县城及沿线村庄供水，提高区域供水保障能力；规划在宁洱县新建曼海水库、锥栗河水库，解决水库下游沿河村庄用水问题”。黄草坝水库为规划项目之一。

2019年3月，中水北方勘测设计研究有限责任公司编制完成了《威远江流域综合规划环境影响报告书》，2019年6月，普洱市生态环境局以普环函〔2019〕84号文下发了《威远江流域综合规划环境影响报告书》审查意见。其中提出：“规划中所包含的近期建设项目，在开展环境影响评价时，要认真落实规划环评提出的相关环境保护要求”，“应按照生态空间保护和管控要求，在落实流域保护、治理、修复方案基础上，深入论证项目建设可能产生的水生态、水环境影响及对环境敏感区的影响，针对项目实施可能对流域生态安全的影响和环境风险，严格环境准入要求，制定切实可行的水污染防治措施和生态保护、补偿方案，预防或者减缓项目实施可能产生的不良环境影响”。黄草坝水库工程与威远江流域综合规划环评及审查意见相关要求的符合性分析见表3.1.6-2。

表 3.1.6-2 威远江流域综合规划环评及审查意见相关要求的符合性

序号	审查意见	落实情况
1	优化开发方案，严格控制水资源的开发利用强度，保障流域及干流河段的生态保护目标实现。开展流域内已建水工程回顾性评价，并强化对水文情势、水质、水生生态等的跟踪监测，及时增补生态保护措施。采取环境友好的方式设置灌溉、供水以及防洪减灾工程，保障河流的连通性和重要断面的生态流量，减缓对流域内威远江省级自然保护区、宁洱松山县级自然保护区和普洱五湖国家湿地公园等主要自然保护区，及湿地、鱼类“三场”等重要生态环境产生不良影响。	黄草坝水库水资源配置方案充分考虑了常规水源的利用，体现了节水的要求，水资源开发利用率为39.6%，在可承受的范围之内。 水库运行调度方案坚持生态用水优先的原则，针对坝址下游河段的生态用水要求，按照12月~5月泄放0.79m³/s(15%)、6月~11月泄放1.58m³/s(30%)的原则泄放生态流量，工程长系列生态流量保证率达到96.3%。同时，为在中国结鱼繁殖期刺激鱼类产卵繁殖，在每年的7月~9月间择机实施一次生态调度，调度时间不低于7天。 黄草坝水库输水工程选线避让了区域分布的各自然保护区，尽可能减免了对敏感区生态环境造成影响。

表 3.1.6-2(续)

序号	审查意见	落实情况
2	加强电站、水库等相关工程以及重要控制断面必须保障的生态流量，制定相关规程并严格执行。对已有水利水电工程实施补救措施，减缓开发造成的脱减水等生态环境问题，确实履行流域生态环境修复任务和措施。	黄草坝水库制定了生态流量泄放和生态调度方案，充分考虑了下游生态用水要求，并采取了生态流量监测监控等措施。 黄草坝水库通过向受水区供水，可退还区内中小型水库现状挤占的生态用水，其中退还普洱城区 1541 万 m ³ ，退还宁洱县城 632 万 m ³ ，以改善各水库下游河道的水环境和水生态环境。
3	优化流域鱼类资源保护措施体系。将威远江干流凤山镇段、勐大镇文夺村段干流江段，以及主要支流景谷河景谷镇以下河段、恩垦河和报母河作为威远江鱼类栖息地保护区进行保护。	黄草坝水库工程位于威远江支流小黑江上游河段，该河段不在《威远江流域综合规划环境影响报告书》及审查意见中所提出的鱼类栖息地保护范围。
4	切实保护流域水环境质量，保障饮用水的原水水质安全。充分研究城镇集中饮用水取水水源和取水方式进一步优化的可能性，处理好保护与开发的关系。合理规划入河排污口布局，严格纳污总量控制。根据水资源保护专项规划、一河一策成果和流域水质保护及污染源管控要求，采取污染源削减、污染物处理等措施，确保实现各河段水环境功能及水质目标，推进流域水环境质量改善。	黄草坝水库工程是澜沧江流域综合规划提出的解决普洱市供水问题的水源方案，其与糯扎渡引水方案相比，具有成本低、水质好等优势，通过采取好生态环境保护措施，黄草坝水库方案是环境可行的。 受水区目前存在水环境质量不达标的情况，主要集中在思茅城区思茅河流域。针对思茅河水质达标目标，普洱市人民政府提出了削减污染物排放量的要求和措施，通过大幅减少入河污染物量，再辅以生态补水，中水综合利用等强化措施，大力推进思茅河水环境质量改善，思茅河莲花乡国控断面预期能够实现水质达标。目标 2022 年底争取实现脱劣、2023 年实现稳定脱劣、2025 年水质稳定于 IV 类。
5	加强流域监管能力建设，强化环境保护管理，落实干支流生境保护与修复任务，建立健全水文、水环境、生态流量、生态系统等监测体系。根据跟踪监测结果，落实和完善生态环境保护对策措施。	黄草坝水库环评提出了工程施工期和运行期的监测规划，涵盖生态流量、水质、水生态、陆生生态等各方面，体现了监测体系的系统性和完整性。
6	规划中所包含的近期建设项目，在开展环境影响评价时，要认真落实规划环评提出的相关环境保护要求。应按照生态空间保护和管控要求，在落实流域保护、治理、修复方案基础上，深入论证项目建设可能产生的水生态、水环境影响及对环境敏感区的影响，针对项目实施可能对流域生态安全的影响和环境风险，严格环境准入要求，制定切实可行的水污染防治措施和生态保护、补偿方案，预防或者减缓项目实施可能产生的不良环境影响。	黄草坝水库工程在环评阶段，重点针对水生生态影响、水文情势影响、水温影响、水环境影响、环境敏感区影响开展了预测分析和论证，并根据环境影响预测的结论，规划设计了相应的生态环境保护措施，尽可能减免工程建设带来的不利环境影响。 在项目环评过程中，编制了《云南省普洱市黄草坝水库工程受水区水污染防治规划(2021-2035 年)》、《云南省黄草坝水库工程对小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区影响专题论证报告》、《云南省普洱市黄草坝水库工程建设项目选址踏勘论证报告》等专题报告，并取得了相应主管部门的批复意见。

3.1.7 与相关功能区规划的符合性分析

3.1.7.1 与主体功能区划的符合性分析

a) 与《全国主体功能区规划》的符合性分析

依据《全国主体功能区规划》(2010)第四篇能源与资源篇章明确指出：水资源的开发利用，由水资源规划做出安排。有关能源资源的开发布局和水资源的开发利用，要坚持以下原则：

—实行严格的水资源管理制度。根据水资源和水环境承载能力，强化用水需求和用水过程管理，实现水资源的有序开发、有限开发、有偿开发和高效可持续利用。

—对水资源过度开发地区以及由于水资源过度开发造成的生态脆弱地区，要通过水资源合理调配逐步退还挤占的生态用水，使这些地区的生态系统功能逐步得到恢复，维护河流和地下水系统的功能。

黄草坝水库受水区中中小型水库原设计未考虑下游河道生态用水要求，现状城乡供水和灌溉用水存在挤占中小型水库的下游生态用水情况，黄草坝水库工程实施后，通过向受区内补水，退还现状挤占的生态用水，可改善中小型水库下游河道的生态环境，促进解决普洱市城市水环境问题。因此，黄草坝水库工程的开发任务与规模符合《全国主体功能区规划》的原则要求。

b) 与《云南省主体功能区规划》的符合性分析

《云南省主体功能区规划》(云政发〔2014〕1号)提出思茅、宁洱、景谷为省级层面重点开发区域。省级层面重点开发区域分布在滇西地区、滇西北地区、滇西南地区、滇东南地区和滇东北地区，共涉及16个县市区。其中滇西南地区指以景洪、思茅、临翔3个中心城市为核心，宁洱、云县、澜沧、景谷等县城为节点，磨憨、孟定、南伞、打洛等口岸为支撑的组团式城镇发展区。

滇西南地区功能定位：昆明至磨憨辐射泰国曼谷经济走廊的重要组成部分，中国与东南亚经济文化联系的纽带；重要的热带特色生物产业、可再生能源、出口商品加工基地；面向老挝、泰国的重要商贸集散地，澜沧江——湄公河国际旅游区。

发展方向：构建以景洪、思茅、临翔为中心，以昆曼公路、泛亚铁路中线为轴线，以临沧——普洱、景洪——打洛等高速公路为支撑，辐射周边县城和城镇的3小时经济圈；加快发展热区农业、旅游文化、生物、能源、轻工、出口商品加工、商贸物流等产业，促进形成以绿色经济为主的特色经济和外向型产业区。

黄草坝水库工程为重大水利工程，主要任务是以城乡生活和工业供水为主，结合灌溉，兼顾防洪、发电，不属于大规模高强度工业化城镇化开发项目，且能一定程度上解决灌溉用水问题，增加农业产量，增强农产品主产区的功能。因此，本工程与《云南省主体功能区规划》是相协调的。

3.1.7.2 与生态功能区划的符合性分析

a) 与《全国生态功能区划(修编版)》的符合性分析

《全国生态功能区划(修编版)》包括 3 大类、9 个类型和 242 个生态功能区，确定 63 个重要生态功能区。将生态系统服务功能分为生态调节、产品提供与人居保障 3 大类；依据生态系统服务功能重要性划分 9 个生态功能性，生态调节功能包括水源涵养、生物多样性保护、土壤保持、防风固沙、洪水调蓄 5 个类型，产品提供功能包括农产品和林产品提供 2 个类型，人居保障功能包括人口和经济密集的大都市群和重点城镇群 2 个类型。

根据《全国生态功能区划(修编版)》，本工程区隶属于 I 生态调节功能区下的 I-02 生物多样性保护功能区，I-02-21 澜沧江中游生物多样性保护功能区。该区位于云南省南部，包含 1 个功能区：滇南生物多样性保护功能区，行政区主要涉及云南省的普洱、西双版纳、红河、文山，面积为 34775km²。在仅占全国不到 0.4% 的国土面积上，植物种类占全国的 1/5，动物种类占全国的 1/4，素有“动物王国”、“植物王国”和“物种基因库”之称。主要生态问题：由于长期森林资源过度开发与热带作物的发展，天然森林面积大幅度减少，人工经济林与用材林比例高，生境破碎化程度高，野生动植物栖息地受到严重损害。生态保护主要措施：扩大自然保护区范围，加强热带雨林和季雨林的保护，禁止破坏天然森林的农业生产活动；改变传统粗放的生产经营方式，合理利用旅游资源，发展生态旅游业。

总体来说，黄草坝水库工程建设不会对区域的生态系统造成明显破坏，水库蓄水可改善库区生态环境、涵养水源，工程与《全国生态功能区划(修编版)》是符合的。

b) 与《云南省生态功能区划》的符合性分析

根据《云南省生态功能区划》，工程区属于 II 高原亚热带南部常绿阔叶林生态区，II3 澜沧江、把边江中游中山山原季风常绿阔叶林、暖性针叶林生态亚区。包括两个生态功能区，工程区北段(大坝、库区及输水区北段)属于 II3-3 景谷威远江中山河谷林业生态功能区，工程区中南段(输水区)属于 II3-5 普洱低山丘陵城镇与农业生态功能区。

II3-3 景谷威远江中山河谷林业生态功能区的主要生态特征是以中山河谷地貌为

主，年降雨量 1200mm 以上，地带性植被为季风常绿阔叶林，思茅松分布很广；土壤主要是紫色土、赤红壤和红壤；主要生态环境问题是：森林经营不善造成的森林生态系统功能降低；生态环境敏感性：生境高度敏感、土壤侵蚀高度敏感；主要生态系统服务功能：以思茅松原始林保护和人工林建设为主的生态林业建设；保护措施与发展方向：加强森林经营和管理，禁止乱砍滥伐，调整产业结构、发展林纸循环经济，防止水土流失。

II3-5 普洱低山丘陵城镇与农业生态功能区的主要生态特征是以以低山丘陵地貌为主，降雨量 1200mm 以上，主要植被为季风常绿阔叶林和思茅松林；主要土壤类型有赤红壤、红壤和紫色土等；主要生态环境问题是：城郊农业和城镇建设带来的农田和城镇环境污染；生态环境敏感性：城乡交错带的生态脆弱性和农村面源污染；主要生态系统服务功能：生态农业和生态城镇建设；保护措施与发展方向：改善耕作方式，调整产业结构、防止城郊结合部的面源污染和消减林产品加工业对环境造成影响。

总体来看，黄草坝水库工程与《云南省生态功能区划》总体保护目标是一致的，工程暂时及局部环境影响可通过切实有效的措施加以减免，通过后期恢复和运行期养护，工程区生态功能不会降低。综上，本工程与《云南省生态功能区划》相符合。

3.1.8 与地区相关专项规划的符合性分析

3.1.8.1 与云南省及普洱市国民经济和社会发展规划的协调性分析

《云南省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》提出：“到 2025 年，新增蓄水库容 23 亿立方米、新增供水能力 28 亿立方米，人均供水能力提高到 450 立方米以上，城镇供水保证率达到 95%以上，供水安全系数达到 1.3 以上，农村集中供水率达到 97%，农田有效灌溉率达到 45%以上，农田灌溉水利用系数达到 0.52”。普洱市黄草坝水库工程列入了《云南省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》中的“兴水润滇”工程，其建设可以提高区域供水安全保障能力。

《普洱市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》提出：“实施骨干水源建设工程，推进黄草坝、镇沅县勐真等大中型水库建设。实施城市备用水源建设工程，增强城市应急供水保障能力。适时推动澜沧江、李仙江等大中型水电站水资源综合利用工程，加快实施墨江县河库连通补水、落沙河水系连通、澜沧县下东海水库至佛房河水库连通补水、宁洱县中寨水库至城区引调水等重点水系连

通工程，强化饮用水水质安全监测能力建设，增强城乡水安全保障能力”。黄草坝水库作为普洱市十四五期间重点推进建设的大型水库工程项目，是提高区域供水安全保障能力的骨干水源工程。

综上，黄草坝水库已分别列入云南省和普洱市的“十四五”规划中，因此工程的建设是符合云南省及普洱市十四五国民经济和社会发展规划的。

3.1.8.2 与云南省水利发展相关专项规划的符合性分析

《云南省水利改革发展“十三五”规划》提出：“十三五”时期，云南水利发展仍处于补短板、破瓶颈、增后劲、上水平、促发展和惠民生的发展阶段，是加快完善水利基础设施网络、全面深化水利改革、有效破解新老水问题、构建云南特色水安全保障体系、加快推进水利现代化的关键时期。黄草坝水库工程作为重点水源工程，列入《云南省水利改革发展“十三五”规划》，“十三五”规划提出大型水库 8 座，其中包括本次拟建的普洱市黄草坝水库。

《云南省供水安全保障网规划》提出：云南省供水安全保障骨干网以滇中引水为骨干，以水电站水资源综合利用工程为依托，以大型水库、骨干中型水库和骨干水系连通工程为支撑，以扶贫灌溉工程为基础，干支并用、以干强支，构建“一轴一带五片”骨干水网布局。建设内容包括骨干水资源配置工程、骨干扶贫灌溉工程、水生态修复工程、水资源保护与管理工程。黄草坝水库工程作为骨干水资源配置工程，已列入《云南省供水安全保障网规划》。

综上，黄草坝水库工程建设与云南省水利发展相关专项规划是相符的。

3.1.8.3 与《普洱市城市总体规划(修改)》(2011-2030 年)的符合性分析

《普洱市城市总体规划(修改)》(2011-2030 年)提出：“城镇化发展总体思路：‘加快推进城市化进程，实现城市现代化、农村城市化、城乡一体化’，形成以‘普洱’中等城市为核心、中心城市为纽带、小城镇为基础、城乡协调发展的城镇体系”。

黄草坝水库工程的建设，是解决普洱城区、宁洱县城今后发展用水需求的重要水源点，是改善居民生活和生产条件、提高居民收入、发展地方经济的重要前提。因此，工程建设与《普洱市城市总体规划(修改)》(2011-2030 年)是相符的。

3.2 工程方案环境合理性分析

3.2.1 水源方案环境合理性分析

工程共有两套供水方案，方案一为不供灌溉方案，供水对象为普洱城区、宁洱县

城、景谷县正兴镇城镇工业和生活，正兴镇和宁洱镇位于小黑江左岸的 8 个村庄的农村人饮。方案二为全供方案，除供城镇工业、生活和农村人饮外，增加正兴镇和宁洱镇位于小黑江左岸的 8 个村庄 4.2 万亩灌区。方案一不供灌溉方案分别由方案 1-A 普洱市黄草坝水库工程和方案 1-B 现有的糯扎渡水电站水库作为水源区。方案二全供方案分别由 2-A 云南省普洱市黄草坝水库工程、方案 2-B 现有的糯扎渡水电站水库、方案 2-C 黄草坝+糯扎渡联合供水作为水源区。

黄草坝水库供水方案(1-A 和 2-A)对环境影响主要体现在黄草坝水库建坝后对小黑江水生生态系统的阻隔影响、淹没对水文情势以及淹没区陆生生态环境的影响，输水线路施工过程中对施工作业带范围及周边陆生生态环境的影响，隧洞施工过程中对地下水径流过程影响。

糯扎渡水电站水库供水方案(1-B 和 2-B)对环境影响主要体现在施工期施工作业过程中对糯扎渡水电站库区水质的影响，施工过程对陆生生态环境的影响，长隧洞施工过程中对地下水径流过程影响。

黄草坝水库和糯扎渡水库联合供水方案(2-C)跨越路线较长，虽无环境制约性因素，但联合供水方案对环境的影响基本是单独黄草坝水库供水方案和单独糯扎渡水电站水库供水方案对环境的不利影响的总和。

两套供水水源方案均无环境制约因素，环境影响各有优缺点。小黑江水源点水质占优，且水环境安全风险低，水质保障高，从环境保护角度，黄草坝水库作为普洱市供水水源点是合理的。

3.2.2 坝址选址环境合理性分析

可研阶段坝址比选初拟上、下两个坝址，上坝址位于两支流交汇口下游，距离两支流汇口约 500m，下坝址距离上坝址约 5100m。上、下坝址均位于云南省“三区三线”成果启用前的生态保护红线内，但上坝址方案不涉及“三区三线”成果启用后的生态保护红线。上、下坝址距离小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区边界分别为 8.5km、4.4km，下坝址运行期水文情势改变对小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区的影响较上坝址更大。

上、下坝址均不涉及其他重要环境敏感区，主体工程施工对水文情势、水环境、水生生态等影响程度和性质基本相同，均可通过采取环境保护措施减缓不利影响。

从环境影响角度分析，上坝址优于下坝址。比较如下表：

表 3.2.2 上、下坝址方案比较表

项目	上坝址	下坝址	结论
工程规划	上坝址多年平均径流量 1.67 亿 m ³ ，正常蓄水位以下库容 10642 万 m ³	下坝址多年平均径流量 2.11 亿 m ³ ，正常蓄水位以下库容 6396 万 m ³	两个坝址方案均可满足受水区用水需要
线路及泵站布置	输水总管实际长度 96.973km，在线路中部布置一级泵站和高位水池	输水总管长度 92.191km，设一、二级泵站和相应的高位水池，其它布置与上坝址方案基本相同	下坝址线路虽然较短，但多一级泵站，且该级泵站站址及高位水位位置地势较陡，开挖支护工程量大。
施工设计	导流洞长 1047.60m，断面为 7m×8m 的城门洞型断面，总工期 60 个月	导流洞长 1354.49m，断面为 8m×10m 的城门洞型断面，总工期 60 个月	下坝址导流工程量大，投资高；且下坝址地形较陡，施工场地布置更困难
移民占地	建设征地总面积为 12871 亩，涉及搬迁人口 39 人	建设征地总面积为 11786 亩，涉及搬迁人口 54 人	下坝址建设征地总面积较上坝址少 1085 亩，但耕园地面积多 178 亩，搬迁安置人口多 15 人
水环境	库区及下游无已有及规划的饮用水源地分布；水源区水质较好，水质风险小	库区及下游无已有及规划的饮用水源地分布；水源区水质较好，水质风险小	两个坝址方案对水环境的影响基本相当
环境敏感区	距离小黑江中国结鱼种质资源保护区边界为 8.5km	距离小黑江中国结鱼种质资源保护区边界为 4.4km	下坝址减水影响相对更大
生态保护红线	不涉及	涉及	上坝址不涉及“三区三线”成果启用后的生态保护红线
综合比较结论	符合规划环评，距离小黑江中国结鱼种质资源保护区相对较远，水库淹没和工程占地面积相对较小	符合规划环评，距离小黑江中国结鱼种质资源保护区相对较近，水库淹没和工程占地面积相对较大	上坝址方案相对较优

3.2.3 输水线路布置环境合理性分析

a) 小黑江黄草坝下坝址处输水线路比较

1) 线路 1：结合隧洞方案。黄草坝水库库水自流经过转山田村到达下坝址时，从 3#管桥径直向南，通过 1#隧洞穿越麻栗树村所在的高山后，修建 4#管桥跨过马鹿塘箐，并通过 2#隧洞到达翁安村北。1#隧洞长 1928m，2#隧洞长 325m，埋管部分长 1363m，采用钢管。

2) 线路 2：全管道方案。黄草坝水库库水自流经过转山田村到达下坝址时，从 3#管桥转向西南，沿小黑江左岸山坡布置，管线大致沿 1200m 等高线绕过麻栗树村所在的高山到达翁安村北，该段线路紧靠小黑江左岸高坡，地形陡峭，施工困难，管道铺设时按明管考虑，开挖边坡喷锚处理。该方案线路总长为 5006m。

线路 1 和线路 2 均避让了生态保护红线。线路 1 方案干线总长、永久占地面积均小于线路 2，工程扰动的范围较小，所造成的植被破坏和水土流失较小。隧洞方案可有效缩短管线的长度，减少开挖量，避免了边坡开挖导致的大量弃渣和严重的水土流失问题，投资较小，从环境角度考虑，线路 1 是合理的。

b) 小黑江左岸-普洱大河线路和小黑江右岸-国道 G8511 线路比较

灌区位于输水线路的前 40km，主要分布在输水线路沿线的山间盆地和河谷左岸地带，全线共布置有翁安村、勐乃村 1、勐乃村 2、通达村、丫口塘村、正兴镇(景南村)、铁厂村、西萨村、宽宏村、昆汤河口和谦岗村等 11 个灌区分水口，每个分水口相距不远。该段输水线路主要沿灌区所在的河谷边坡上布置。考虑地形、地质条件，结合沿线河流水系的分布情况，此段线路按小黑江左、右岸分别布置比选。

库水到达谦岗村后，不能自流到宁洱、思茅，经泵站提水后，沿河谷在硝井村跨越谦岗河支流老寨大河，方案一沿省道 JX85 到达宁洱，穿过县城后，沿普洱大河输送到思茅，方案二经民主村到达宁洱，穿过县城后，沿国道 G8511 输水到思茅。

1) 线路 1：小黑江左岸-普洱大河方案。库水经过库区发电取水隧洞后，沿小黑江左岸河谷坡地，依次经过各灌区，到达谦岗村附近，在谦岗村附近设置泵站扬水到高位水池后，沿谦岗河右岸流至硝井村，通过 2#倒虹吸跨过老寨大河，继续沿省道 JX85 向南输水，通过 4#、5#隧洞穿越大兴田村所在山头到达宁洱第二水厂，管线穿过宁洱县城后到达普洱大河入山口，在宁洱气象站附近转向西南方向，基本沿普洱大河左岸公路边铺设，考虑施工因素，在猪拱河汇入口下游 600m、普洱河一级水电站两次跨越普洱大河后，继续沿该河左岸到达宁洱县的老陈寨村附近，向南至思茅河，沿该河右岸逆流而上，至思茅区万掌山上的新建水厂。

2) 线路 2：小黑江右岸-国道 G8511 方案。库水经过库区发电取水洞后，在大坝下游约 500m 处通过 1#管桥跨越小黑江，沿小黑江右岸河谷坡地，依次经过各灌区，到达谦岗村附近，同样在谦岗村附近设置泵站扬水到高位水池后，沿谦岗河右岸流至硝井村转向南偏东输水，通过 2#倒虹吸跨过老寨大河，再修建 3#、4#隧洞穿越大平掌村所在山头到达民主村，从东洱河上游顺河而下，并在宁洱第二水厂附近设置支管向其供水。输水线路穿过宁洱县城后到达宁洱气象站附近继续向南输水，先沿国道 G8511 左边山坡铺设，在庙山附近从桥下穿越该国道后，继续沿国道右边山坡到达那

可里镇，转向西南通过 7#长隧洞穿越老普山、龙潭山，至思茅区万掌山的新建水厂。

线路 1 和线路 2 均避让了生态保护红线。线路 1 比线路 2 的主干线路长度多 2.67km，但线路中绝大部分是埋管，隧洞段较短，比线路 2 中隧洞少了 11.83km，特别是从宁洱到思茅段，线路 1 区间埋管管径较小，仅为 1.2m，而隧洞按最小断面施工，线路 2 中单洞最长达 11km 以上，隧洞断面需要加大，并布置施工支洞，产生的大量弃渣需占用大量土地，从环境角度考虑，线路 1 方案更优。

3.2.4 施工布置环境合理性分析

a) 施工总布置环境合理性分析

工程共划分为 6 个施工区，分别是大坝施工区、线路 1#施工区、线路 2#施工区、线路 3#施工区、线路 4#施工区、线路 5#施工区。大坝施工区负责枢纽工程区建设，其余为输水路线沿线布置的施工区。枢纽工程区布置混凝土生产系统、钢木加工厂、机械修配保养厂、混凝土构件预制厂、压力钢管及钢结构拼装厂、1#~4#弃渣场弃渣场。输水工程各工区灵活布置移动式搅拌机或小型混凝土搅拌站、钢木加工厂、综合保修厂及施工供风供水、1#~7#弃渣场。

施工布置中施工期较长、规模较大的生产、生活设施采用集中布置的方式，使其便于管理和协调，减少施工占地，且已避让生态保护红线。场内道路布置尽可能使主要物料运距短，干扰小，避免二次倒运，同时使道路的等级满足运输强度要求，场内道路周边无居民点等敏感目标分布，道路选线较为合理。枢纽施工区周边无居民点等敏感目标分布。混凝土生产系统和施工工厂等布置距离河道较远，减小了水质污染的风险。渣场的选址均不涉及自然保护区、风景名胜区等环境敏感区，不存在环境制约因素。渣场附近没有企业和居民点、不影响周边公共设施的安全，不占用原河道，符合河道的行洪防洪规定，不涉及滑坡、泥石流危险地带，无环境地质问题。总体来说，从环境保护角度分析，施工布置是合理的。

b) 渣料场布置环境合理性分析

由于坝址区附近没有合适的混凝土骨料场，故坝址区混凝土骨料、反滤料均外购；输水线路工区较分散，所需砂石料和骨料均考虑沿线购买。黄草坝大坝为砾石土心墙坝，料源开采自枢纽区 A 料场，位于近左坝肩一侧。输水线路商品料场拟选择正兴灰岩石料场、大风箱石料场、栏石房石料场、白草地石料场、国宇石料场和芒果山石料

场等 6 处，均为已开采的当地商用石料场。规划开采的枢纽 A 料场不涉及自然保护地和“三区三线”成果启用后的生态保护红线；料场占地类型为林地，为当地常见植被；料场周边 1km 范围内无居民点分布，石料开采带来的大气和噪声影响较小；料场不涉及滑坡危险区、泥石流易发区等地质灾害区，石料开采带来的水土流失影响较小。综上，本次规划开采的料场通过做好水土保持和植被恢复措施，其带来的环境影响较小，因此，料场选址基本合理。

工程布置 11 处弃渣场，其中枢纽工程区布置 4 处，输水工程区布置 7 处。枢纽工程区 4 处渣场土地利用类型以林地为主，植被为当地常见，不涉及自然保护地和“三区三线”成果启用后的生态保护红线；4 处渣场占地面积小，对区域生态环境的影响不大；渣场附近没有企业和居民点、不影响周边公共设施的安全，不占用原河道，符合河道的行洪防洪规定；渣场不涉及滑坡、泥石流危险地带，无环境地质问题；4 处渣场分布在枢纽施工区周边，运距较近，运输较便利，弃渣运输带来的植被破坏和大气噪声影响较小。输水工程区 7 处弃渣场均布置在线路施工沿线，占地范围植被普通，不涉及自然保护地和生态保护红线，弃渣运距较短，运输环境影响小，周边环境敏感点分布较少。总体而言，本工程的弃渣场选址基本合理。

3.2.5 水资源配置方案环境合理性分析

工程调水规模确定是通过对受水区进行需水预测，分析受水区的可供水量和挖潜可供水量，进行受水区的供需平衡分析的基础上确定的。在进行需水预测的过程中，充分考虑了先节水后调水的原则，受水区采用的指标定额都较现状水平年有较大幅度的下降，优于节水型社会规划要求的定额，节水水平较高。2030 年思茅区和宁洱县用水量分别为 11162 万 m^3 和 8997 万 m^3 ，2035 年思茅区和宁洱县用水量分别为 12117 万 m^3 和 9346 万 m^3 ，2030 年和 2035 年用水总量均未超出 2030 年用水总量红线指标。

通过对受水区现状可供水量和规划水平年可供水量的分析，受水区规划水平年可供水量不能满足需水要求，根据受水区水资源配置结果，解决受水区规划水平年的需水矛盾需通过流域外调水进行解决。黄草坝水库水资源配置方案充分考虑了现有水利工程及在建水利工程，工程拟从威远江流域多年平均调水 6610 万 m^3 ，可以满足规划水平年受水区的水资源供需平衡。项目水资源开发利用率为 39.6%，在可承受的范围之内，水资源配置方案基本合理。

工程取水口位于小黑江干流上，水质水量均能满足调水要求，取水保证程度高。工程取水后，下游河道的水文情势发生一定程度的改变，由于工程具有多年调节性能，通过蓄丰补枯、下泄生态流量、生态调度等手段，水文情势改变对下游水生生态环境的影响可以接受。通过对受水区的水环境影响分析，目前思茅河水质较差，尚未达标，本次环评提出了项目维护环境质量底线的两个目标：一个是在黄草坝水库通水之前，通过实施规划的各项水环境综合治理项目，使受水区各退水受纳水体水质稳定达到水功能区质量目标，尤其是思茅河水质得到彻底改善；第二个是持续推进城乡污染防治工作，确保黄草坝水库通水后“增水不增污”，不因供水保证率的提高而使流域水环境恶化现象再次反弹，以实现“水清、水满、水生态”的最终目标。在全面落实思茅河水质达标方案、莲花乡国控断面脱劣攻坚整治工作方案和黄草坝水库受水区水污染防治规划等提出的治污措施，确保思茅河水质实质性得到改善的前提下，本工程调水规模在受水区水环境可承载范围内。

综上所述，从环境保护角度，黄草坝水库工程的调水规模及水资源配置方案基本合理。本工程水资源配置方案详见 2.2.4.1 小节，工程水资源配置方案在供水对象、节水、规模等方面的环境合理性相关分析详见 3.1.4、3.1.5 小节。

3.3 工程影响源分析

3.3.1 工程施工

3.3.1.1 施工期环境影响源分析

根据水利工程建设特点，施工期不同施工阶段环境影响源分析如下：

工程施工准备期：主要完成施工道路、临时生产生活设施的搭建等。该施工时段环境影响主要特点是占地及地表扰动、弃渣堆放。但由于主体施工还未正式展开，进驻人员有限，施工污染源排放量较小。

主体工程施工期：完成枢纽大坝、泄水建筑物、取水发电系统及电站厂房等主要建筑物施工。本阶段各分部工程和施工辅助企业的施工活动全面展开，会产生一定的施工生产废水、施工噪声、废气、废渣等污染物，对建设区水环境、环境空气、声环境、景观及施工人员等产生影响；同时，由于施工活动扰动原地貌和植被，存在着增加施工区水土流失的可能；此外，施工期大量人员进驻施工区，增加了施工区各种生活垃圾、生活污水的排放量，对环境产生影响。

工程完建期：是对施工区域进行恢复的过程；本阶段大部分施工人员已撤离，后续工作强度非常有限，施工污染源排放量也降至较低水平。

根据以上分析，工程作用因素及影响状况见表 3.3.1-1。

表 3.3.1-1 工程施工期环境影响作用因素分析表

施工阶段	作用因素	影响对象	影响途径/方式	影响性质/强度
施工准备期	施工占地	景观、植被、动物、土壤、生物多样性	占地、扰动	不可逆、可逆/较大
	施工人员生活	植被、土壤、动物、水环境	生活污水、垃圾	可逆/小
主体工程施工期	施工占地	景观、植被、动物、土壤、生物多样性	占地、扰动	不可逆、可逆/较大
	人员生活	植被、动物、土壤	生活污水、垃圾	可逆/小
	土石方挖填	居民、植被、土壤、水环境	堆渣、弃渣、噪声	不可逆/中
	混凝土拌和与预制	居民、植被、土壤、水环境	噪声、粉尘、废水	可逆/小
	混凝土浇筑	施工人员	噪声	可逆/小
	材料加工	施工人员	噪声	可逆/小
	金属结构安装	施工人员	噪声	可逆/小
	施工道路	施工人员	噪声、粉尘	可逆/小
	施工机械清洗	土壤、水环境	废水	不可逆/小
	施工人员聚集	人群健康	环境卫生、防疫	可逆/小
工程完建期	施工场地恢复、绿化	景观、植被、土壤、动物	扰动	可逆/小
	临时设施拆除等	土壤、动物	扰动	可逆/小

注：施工占地包括所有占地行为，在各作用因素中未再单独列出其影响情况。

3.3.1.2 施工期环境影响

根据表 3.3.1-1 的施工期环境影响作用因素分析，分环境要素对工程施工期污染源排放强度进行分析。

a) 水环境

1) 水文情势

枢纽工程施工总工期为 60 个月，其中第二年 12 月至第六年 6 月为主体工程施工期，共 43 个月。主体工程施工采用分期导流的方式，第一年 7 月～第二年 11 月，导

流洞施工，原河床过水；第二年 12 月中旬河道截流，上下游围堰挡水，导流洞过流至第四年 5 月；第四年 6 月～第五年 11 月，坝体填筑高度超过上游围堰堰顶高程，由坝体挡水度汛，导流洞过流；第五年 12 月～第六年 5 月，导流洞下闸，水库蓄水，完成导流洞封堵。从导流程序来看，施工期间，小黑江河道不断流，下游河道水文情势变化不大，水量影响很小。

2) 基坑排水

基坑排水分初期排水与经常性排水。初期排水主要包括基坑积水及围堰渗水。初期排水时，对基坑水位下降速度应加以控制，以每昼夜不超过 0.5m 为宜，以免影响围堰边坡稳定。本工程河道纵坡较陡，基坑积水较少。经常性排水主要包括围堰渗水、基坑渗水、降水及施工弃水等，围堰渗水主要考虑围堰基础渗水。经常性排水时，为减少基坑外部雨水进入基坑，可在基坑以外坡地开挖截水沟，以拦截坡面汇水。基坑排水设备选用 30 台水泵(型号 IS65-50-125)，单台流量 25m³/h。

根据同类工程对基坑排水的处理经验，对基坑水可采用直接沉淀静置 2 小时后抽出回用或外排的方式，采用这种方法技术措施合理有效，经济节约。基坑上层抽排水 SS 一般≤70mg/L，满足要求。

3) 混凝土拌和系统废水

可研阶段枢纽工程不考虑设置人工砂石加工系统，工程用砂石骨料采用外购方式解决，工程区无砂石加工系统废水产生。

枢纽工程高峰期混凝土的月浇筑强度约为 1.78 万 m³，在坝区左岸施工区设置 1 座 HZS75 拌合站，铭牌生产能力 75m³/h，总占地面积 1.5hm²，三班制生产。混凝土施工废水包括拌合废水、冲洗废水及混凝土养护废水，枢纽工程高峰期废水排放量约为 15m³/d，其主要污染物为 SS 及碱性废水，其中 SS 浓度约为 2500mg/L，pH 值 9~12。

输水工程设置移动式拌合机承担各工区混凝土生产任务。输水工程区共布置了 5 个施工区，每个施工区分别布置 1 座小型混凝土搅拌站，选用移动式拌合机。施工高峰期每处混凝土系统废水日产生量约为 3m³/d，主要污染物为 SS 及碱性废水，其中 SS 浓度约为 2500mg/L，pH 值 9~12。

4) 含油废水

含油废水主要来源于施工机械及车辆检修过程中，主要污染物为石油类，浓度约

为 30mg/L~50mg/L。枢纽工程施工现场仅考虑对机械设备进行中、小型修理和常规保养，机械修配保养厂主要承担施工机械的定期常规保养、部分零部件配换及非标准设备的零部件加工和装配，类比同类工程，施工期含油废水的产生量约 8m³/d。石油类污染不易降解，若不经处理直接排放将对区域局部水体水质产生污染，考虑到下游为中国结鱼种质资源保护区，废水拟处理后全部回用于车辆冲洗。

输水工程区的 5 个施工区均布置有机械综合保修厂，承担简单的机械保养工作，单处含油废水产生量约 5m³/d。

5) 洞室排水

洞室排水主要是各洞室开挖过程中喷淋等湿法作业产生的废水，同时也会有地下涌水产生。洞室排水产生量与工程地质条件、地下水含量、施工用水等因素有关，易受季节变化硬性，产生量不稳定。隧洞施工过程中，爆破所用炸药为乳化炸药，炸药成分主要是硝酸铵等无机盐水溶液和蜡、油等碳氢化合物，不会产生有毒物质，对水质的影响较小。在施工前期，隧洞施工主要为土石方洞挖，排放废水中主要是悬浮物；施工后期主要为混凝土浇筑，废水中污染物主要为 pH。根据相关工程资料分析，隧洞施工排水中 pH 可达 12，悬浮物浓度达 3000mg/L~5000mg/L。湿法作业产生的废水经沉淀处理达标后回用，地下涌水具有量大水净的特点，经过沉淀处理后监测达标回用于施工区道路降尘、浇灌附近林地或作为水保植物措施用水等，对周围水体影响较小。

6) 生活污水

施工期生活污水主要包括施工生活区的食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等，所含污染物主要为 BOD₅、COD、SS 等，主要污染物浓度一般为 SS: 150mg/L、COD: 250mg/L、BOD₅: 150mg/L、NH₃-N: 20mg/L、TP: 4.5mg/L。本工程施工高峰期人数 3050 人，枢纽工程区和输水线路 1#~5#施工区的人数分别为 1200 人、300 人、300 人、500 人、300 人、450 人。参考《云南省地方标准 用水定额》(DB53/T 168-2013)，普洱属于热带(I区)，生活用水定额按照 70L/人·d 考虑，生活污水产生量按用水量的 80%计，施工高峰期生活污水产生量约为 171m³/d。枢纽工程区施工区生活污水产生量为 67m³/d，输水线路 1#~5#施工区生活污水总产生量 17m³/d、17m³/d、28m³/d、17m³/d、25m³/d。从施工生活区布置与水环境功能要求来看，小黑江地表水水质目标为III类，考虑到下游为中国结鱼省级水产种质资源保护区，施工生活污水拟

处理后达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)标准全部回用于浇灌附近林地和耕地或作为水土保持措施用水等。

综上,本工程施工高峰期共产生废污水量 $237\text{m}^3/\text{d}$,其中枢纽工程区废污水产生量 $91\text{m}^3/\text{d}$,输水工程区废污水产生量 $146\text{m}^3/\text{d}$ 。施工废污水经处理后,绝大部分将回用于生产设施和洒水降尘,以及场地绿化、林灌、农灌等。

b) 环境空气

施工期,土石方爆破开挖和取料、砂石料生产,各类施工机械设备运行以及施工运输过程中会产生粉尘、 NO_2 等大气污染物。砂石料破碎、筛分,水泥装卸、交通运输等作业区废气排放超标,污染作业区环境空气,影响人群身体健康,使施工区环境空气质量下降。施工期间燃油、爆破等产生的废气,以及施工运输车辆产生的扬尘,直接向大气排放,都会对环境空气产生不利影响。影响环境空气的主要污染源有材料加工、土石方开挖爆破以及交通运输。

1) 混凝土拌和系统

根据施工进度安排,枢纽工程砼浇筑高峰期月平均强度约 1.78万 m^3 ,三班生产。混凝土生产系统主要由成品砂石料储存及运输系统、水泥及粉煤灰储运系统、搅拌系统等部分组成,产生的污染物主要是粉尘。枢纽工程混凝土拌和系统采用全封闭拌和楼,配有除尘设备,除尘效率可达 99%,拌和系统的粉尘排放系数为 0.009kg/t ,因此可计算得施工期混凝土系统粉尘排放最大强度为 0.08g/s 。最近的居民点距离施工区超过 1.0km ,受到的不利影响较小。

输水路线区采用移动式或小型混凝土搅拌机,影响范围一般在 500m 内,通过合理布置,可避免对沿线居民点产生影响。

2) 土石方开挖爆破

土石方明挖包括大坝及导流工程、厂区地基开挖;土石料场开采、施工道路、施工生产生活区开挖等施工活动,工程土石方明挖总量约 653.83万 m^3 。在开挖、填筑和爆破的过程中会产生大量粉尘,在采取湿式爆破新技术,配备无尘钻机后,粉尘的去除率可达 92%,粉尘排放系数为 0.96t/万 m^3 ,枢纽工程土石方开挖可能产生的粉尘总量为 627.68t 。

施工爆破废气产生的主要污染物为 NO_x ,根据对国内水利水电工程施工的调查,

每吨乳化炸药爆破作业在无防治措施时产生的 NO_x 排放系数为 3.51kg/t 。工程炸药使用量 4331t ，估算 NO_x 排放量 15.2t 。

土石方开挖爆破污染物为无组织扩散，根据国内类似水利水电工程施工大气污染物监测情况，采取湿式爆破技术、配备无尘钻机后，开挖爆破粉尘影响范围不超过 300m ，最近的居民点与枢纽施工区距离超过 1.0km ，总体而言开挖爆破作业产生的大气污染物对敏感点无明显不利影响。

3) 交通运输扬尘

根据有关资料，施工过程中车辆行驶产生的扬尘约占施工总扬尘量的 60% 以上。一般情况车辆行驶产生的扬尘在同样路面清洁程度下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速下，路面条件差扬尘量越大。工程交通运输扬尘的影响对象为现场施工人员。

4) 机械及车辆燃油

工程施工期使用的机械设备较多(挖掘机、推土机和破碎机等)，运输设备大多是重型车辆，燃油使用量为 2.57 万 t ，估算燃油产生的污染物 NO_x 为 562.8t 。燃油废气的影响对象主要为施工人员。

c) 噪声污染源

声环境影响主要发生在施工期，施工噪声主要来源于边坡钻孔、爆破、开挖以及混凝土拌和、坝体石料填筑等施工活动和各种运输机械。噪声较大的施工机械有混凝土拌和系统、装载机、推土机、风钻等。主要施工机械、车辆等噪声如表 3.3.1-2 所示。可能受噪声影响较严重的区域主要是大坝施工区、混凝土拌和区、洞室开挖爆破区、主要运输干道等，但噪声影响会随着施工活动的结束而消失。

表 3.3.1-2 主要施工机械、车辆噪声源强一览表

序号	名 称	规格及型号	噪声源强	备 注
一	土石方机械			
1	反铲挖掘机	2m^3	$82\sim 90$	距声源 5m
2	反铲挖掘机	3m^3	$82\sim 90$	距声源 5m
3	手扶振动碾	BW75E	$80\sim 90$	距声源 5m
4	振动碾	$13\sim 14\text{t}$	$80\sim 90$	距声源 5m
5	凸块振动碾	10t	$80\sim 90$	距声源 5m

表 3.3.1-2(续)

序号	名 称	规格及型号	噪声源强	备 注
6	推土机	118kW/132kW	83~88	距声源5m
7	风钻	YT24型	90~110	距声源1m
8	潜孔钻	100型	90~95	距声源1m
二	基础处理设备			
1	地质钻机	150型	120~125	距声源1m
2	灌浆泵	BW200/60	88~95	距声源5m
三	混凝土机械			
1	混凝土拌和楼		85~90	距声源1m
2	混凝土拌和机	HZ-40型	80~100	距声源1m
3	砂浆搅拌机		90~110	距声源1m
4	混凝土输送泵		90~110	距声源1m
5	振捣棒		100~105	距声源1m
四	运输机械			
1	自卸汽车	10t	75~90	距声源1m
2	自卸汽车	20t	85~94	距声源1m
3	载重汽车	10t	82~90	距声源5m
4	油罐车		75~90	距声源1m
5	洒水车		70~80	距声源1m

1) 交通运输

交通噪声源强与车辆、船舶的载重类型、运行速度密切相关。本工程采用的运输机械主要有自卸汽车、载重汽车、散装水泥罐车等，车辆平均车速约为 40km/h，噪声源强一般在 90dB(A)以下，20t 自卸汽车、载重汽车的噪声源强较大，可达 94dB(A)左右。

2) 爆破作业

大坝、厂房等基础开挖施工、导流工程的围堰拆除施工需进行爆破作业。《爆破

安全规程》(GB6722-2014)规定爆破施工作业区昼间噪声控制标准为 125dB，据此取陆上爆破噪声源强为 125dB。

3) 混凝土拌和

混凝土生产系统噪声源主要来自于混凝土拌合楼的拌和作业，其生产期间为连续的点声源。混凝土拌和楼噪声源强为 85dB(A)~90dB(A)，砂浆搅拌机、混凝土输送泵噪声源强可达 110dB(A)。

4) 料场开采和渣场弃渣

土料开采和运输使用的机械主要包括推土机、挖掘机和自卸汽车等，开采机械的噪声源强一般不超过 95dB(A)。渣场弃渣作业使用的机械设备主要为自卸汽车和推土机，噪声源强一般不超过 95dB(A)。

5) 输水工程

输水工程涉及范围广，施工线长，施工机械化程度不高，且管线工程施工为流动性的，对某个敏感点的持续影响时间很短。根据同类工程预测，在不考虑任何防护措施的情况下，只有离管线沿线 50m 范围内的敏感点超标，本工程输水线路 50m 范围内周围声环境敏感点较少，且输水工程区施工时间较短，噪声影响是暂时的，在敏感地段采取一定的噪声防护措施后，施工带来的噪声污染较小。

d) 固体废物

1) 施工弃渣

主体工程土石方调配时，充分利用开挖的有用石料，用作大坝填筑料，尽量减少了工程弃渣量。经土石方平衡规划，工程总弃渣量为 152.74 万 m³(松方)，其中大坝施工区弃渣 130.72 万 m³，输水线路施工区弃渣 22.02 万 m³。大坝施工区弃渣包括大坝及其他建筑物开挖弃渣约 71.92 万 m³、进场路弃渣约 36.5 万 m³、料场剥离料弃渣 22.3 万 m³；其中 27.18 万 m³ 弃渣用于大坝上游盖重料，8.7 万 m³ 弃渣用于下游坡脚盖重，大坝管理范围绿化用土 7 万 m³，剩余 130.72 万 m³ 弃渣弃置于 1#~4#弃渣场。输水线路施工区弃渣包括输水线路埋管弃渣 15.07 万 m³、输水线路泵站、隧洞、调压井、高位水池等弃渣 22.02 万 m³；输水线路埋管弃渣量较小，线路较长，不再规划弃渣场，将弃渣覆于管沟回填土之上；输水线路泵站、隧洞、调压井等弃渣分别弃置于线路 1#~7#弃渣场。

2) 生活垃圾量

枢纽工程施工区生活垃圾相对较少，施工高峰期施工人数为 1200 人，按人均日产生垃圾量为 1kg 计算，平均日垃圾产生重量为 1200kg。输水工程施工高峰期施工人数为 1850 人，平均日垃圾产生重量为 1850kg。施工期中垃圾处理不当，会危害施工人群健康，同时也会严重影响和污染工程建设区的环境及景观，因此必须采取有效的垃圾处理措施，以减免这类污染造成的不利影响。

3) 建筑垃圾

建筑垃圾主要包括废石料、散落的混凝土、碎金属、竹木材、废弃的装饰材料以及各种包装材料和其它废弃物。这些建筑垃圾主要来源于大坝砌筑、道路铺设和其它施工现场、建筑工地，施工工厂也有一些建筑垃圾产生。施工区建筑垃圾相对集中便于回收利用，少部分不宜回收分类后根据其性质进行外运处置或填埋于渣场。

4) 含油废物

施工期机械漏油、机修含油废物等为危险废物，运行期厂房发电机组将产生废油，产生量约 2t/a，均为危险废物，应按照危险废物管理办法进行收集、贮存、转移，交由有资质单位进行处理。

e) 生态环境

工程施工对生态环境的影响表现在工程占用对土地资源的影响，施工活动对土壤和植被、野生动物的影响等。

工程施工对土壤和植被的影响由工程永久和临时占地产生。枢纽工程建设区永久占用自然植被面积 103.79hm²，分别占用山地雨林 10.17hm²、常绿阔叶林 15.99hm²、占用落叶阔叶林 0.92hm²，占用暖温性针叶林 71.10hm²，占用暖热性灌丛 5.61hm²；临时占用自然植被面积 59.13hm²，分别占用山地雨林 3.08 hm²、常绿阔叶林 10.16hm²、占用落叶阔叶林 0.52hm²，占用暖温性针叶林 43.98hm²，占用暖热性灌丛 1.39hm²。输水工程区总占地面积约 2202hm²，其中永久征地面积约 137hm²，临时用地面积约 2065hm²，输水工程占地范围内，占用思茅松林约 1064hm²，占用季风常绿阔叶林面积约 203hm²，占用热性灌丛面积约 88hm²，占用落叶阔林面积约 6hm²，占用人工用材林面积约 239hm²，占用人工经济林面积约 127hm²。工程永久占地将对原地表植被造成一次性永久破坏，施工临建设施占压和施工活动扰动区域等临时占地在施工结

束后，通过采取一定的整治恢复措施，地表植被可以逐步得到恢复。

施工活动对土壤环境最直接的影响就是施工期各类施工机械的碾压和建筑物占压对土壤结构、肥力、物理性质破坏的影响。工程淹没区、永久道路修建区的地表土壤在施工过程中彻底被占压覆盖，土壤性质永久改变不可恢复。施工临建设施占压及施工活动扰动区表层土壤结构、肥力、物理性质将被临时性破坏，需要较长时间才可恢复，若施工结束后配合恢复措施，则这一过程将被缩短。

对野生动物的影响主要表现为：工程施工活动可能干扰工程区内野生动物的正常栖息活动，施工噪声会对其产生惊扰。

f) 水土流失

在施工期，由于开挖坡面、采石取料、机械碾压等原因，破坏了项目建设区原有地貌和植被，扰动了表土结构，致使土体抗蚀能力降低，土壤侵蚀加剧，排放弃土弃渣如不采取相应的水土流失防治措施将导致水土流失大量增加；在施工期结束后，因施工破坏(因施工形成的裸露坡面、开采面、弃渣渣面)而影响水土流失的各种因素在自然封育下可逐渐消失，并且随着时间的推移，土壤固结及植被逐步恢复，水土保持功能得到日益发挥，生态环境将逐步得到恢复和改善，水土流失量逐渐减少直至达到新的稳定状态。

g) 人群健康

施工期间，施工人员进场，外来人口多，人口流动性大，环境卫生及生活饮用水质难以保证，使肠道传染病流行的可能性增大；施工期间还应注意及时对生活垃圾等固体废物的清运，以免孳生蚊蝇，传播疾病。工程结束后，随着施工人员的撤离，原生活秩序恢复正常，卫生状况改善，痢疾、肝炎等肠道传染病的发病率会降低，流感、流脑等呼吸道传染病将减少。

3.3.2 工程运行

黄草坝水库工程的开发任务为：以城乡生活和工业供水为主，结合灌溉，兼顾防洪、发电。工程运行期产生的环境影响源主要为：通过水库调蓄，使得区域水资源配置发生改变，解决了灌区缺水和城镇、工业供水问题；水库调蓄、水电站发电引发的河流水文情势的变化，以及由此引发的下游河道水环境和生态环境变化；大坝阻隔将对鱼类的繁殖、生长产生一定的不利影响；另外，水库淹没、工程占地等将

引起工程区土地利用格局变化以及由此引发的生态系统变化。

经分析，上述影响可归纳为：对区域水资源配置、水文情势、水质、生态环境的影响等方面。

3.3.2.1 区域水资源配置

黄草坝水库工程建成后，可优化区域水资源配置，通过从水库枢纽引水，多年平均向受水区年提供水量 6610 万 m^3 ，其中灌区多年平均灌溉供水量 665 万 m^3 ；农村人畜多年平均供水量 115 万 m^3 ；其中普洱城区供水量 2930 万 m^3 ；宁洱县城供水量 2440 万 m^3 ；正兴镇集镇供水量 460 万 m^3 。黄草坝水库建设可以为普洱市城镇化发展建设提供有力的安全水源保障，并为当地农村地区巩固扶贫成果创造条件，促进当地的经济发展。

3.3.2.2 水文情势

a) 库区水文情势

黄草坝水库建成后，大坝阻隔河道，库区水位壅高，水深增大，水面比降变缓，从库尾至坝前随着水深沿程的增加而流速减小，至坝前达到最小，在水库局部岸边可能会有回流。库区水位较天然河道抬高 149m，水面面积增大 242hm²，流速较天然河道减小，库区河段将由急流河道转变为缓流河道型水库。水库在调度运行时，水位在正常蓄水位 1338m 与死水位 1262m 之间变化，最大消落深度 76m。

b) 坝下水文情势变化

1) 水库初期蓄水

第六年 5 月初，导流洞下闸后水库开始蓄水，在保证生态流量泄放的前提下，按 50%保证率蓄水至放空洞进口(1251.0m)和取水兼发电引水洞进口(1251.0m)约需 55 天，蓄水至水库死水位(1262.0m)大约需 64 天，蓄水至最低发电水位(1280.7m)的时间约需 76 天。导流洞下闸至水库蓄水至取水兼发电引水隧洞进口启用期间，需满足下游生态流量要求。

2) 运行期

黄草坝水库运行后，设计水平年，多年平均向受水区供水量 6610 万 m^3 ，水库枢纽设计引水流量 3.0 m^3/s 。设计保证率下，由于水库枢纽引水和水库蓄水，下游小黑江尤其是坝址至南埂河汇河口之间河段产生减水影响。黄草坝水库具有多年调节性能，

丰、平、枯代表年下游河道减水主要发生在 6 月~11 月，大部分时间处在汛期，虽然下泄流量较天然来水减水幅度较大，但还能保证下游生态流量需求。各代表年的 3 月~4 月，水库下泄流量均较天然来水有较大幅度的增加，水库的调节起到了蓄丰补枯的生态保护作用，因此，在充分考虑生态流量的前提下，黄草坝水库下泄流量对坝址下游河道水文情势的改变带来的影响不大。

3.3.2.3 水温

黄草坝水库坝址处多年平均流量为 5.31m³/s，多年平均径流量 1.67 亿 m³，总库容 1.144 亿 m³，5 年一遇、10 年一遇和 20 年一遇 3d 洪水量分别为 0.543 亿 m³、0.651 亿 m³、0.723 亿 m³。

判别指标计算式为：

$$\alpha = \frac{\text{多年平均年径流量}}{\text{水库总库容}} \quad \beta = \frac{\text{一次洪水量}}{\text{水库总库容}}$$

当 $\alpha < 10$ 时，水库水温为分层型；当 $10 < \alpha < 20$ 时，水库水温为过渡型；当 $\alpha > 20$ 时，水库水温为混合型。

经计算，黄草坝水库 $\alpha = 1.46$ ，可判断水库水温为分层型。遇 5 年一遇、10 年一遇和 20 年一遇 3d 洪水量时，其相应 β 值分别为 0.48、0.57、0.63，均小于 1。水库具有多年调节性能，建成后最大坝高 163.5m，坝前水深约 150m，因此水库水温结构为稳定分层型，升温期水库表面水温明显高于中下层水温，而出现温度分层。

3.3.2.4 水质

a) 初期蓄水水库水质影响

水库蓄水将淹没正常蓄水位以下的植被、土地，植物腐烂等将释放出有机物质，土地浸泡而使化肥和农药流失，增加水库 N、P 等有机污染物。由于大坝阻隔，河流的漂浮物、悬浮物等积存在水库内或沉入库底，物质腐烂将释放出有机物质。水库营养物质的增加，对水体水质将可能产生影响，存在一定的富营养化风险。

b) 运行期库区水质影响

运行期枢纽工程本身不存在污染物排放，水库蓄水后一方面水面变宽，水体流速变缓，水中悬浮物沉降较快，水体透明度会增大；另一方面，由于库区水体水深增大，流速变缓，水面坡降变小，横向扩散系数和污染物降解系数都相应减小，从而降低污染物的扩散、净化能力，污染物排放后污染带的长度将变长，排放口下游断面浓度平

均值较建库前会有小幅提高，但在经过一段距离的扩散后，与建库前基本趋向一致。受库水顶托作用，在库尾局部河段和支流汇合口区域可能形成岸边污染带，水质状况较天然状态稍有下降。但总体上黄草坝水库水质不会向富营养程度状态转化。

c) 下游河道水质的影响

黄草坝水库兴利库容 0.94 亿 m^3 ，具有多年调节性能。工程运行后，通过水库枢纽取水，向受水区提供灌溉和城乡、工业用水，丰、平、枯代表年下游河道减水主要发生在 6 月~11 月，大部分时间处在汛期，河道内水量较充足，减水影响相对不大，对水环境的影响也不大。而枯水季节通过水库调节，下泄流量有一定幅度提高，有利于改善枯水期下游河道水环境，提高水动力条件，增强水体的自净能力。

黄草坝水库坝址下游小黑江沿岸分布的污染源以农村、集镇生活污染源以及农业面源为主，没有集中排放的工业污染源。总体上坝址下游河道污染负荷较小，黄草坝水库建成后，运行期间，通过水库调度，保证下游环境需水要求，对河道水环境的影响较小。

d) 工程管理区生活污水排放影响

水库管理生活区主要污染源为管理人员产生的生活污水、生活垃圾等。黄草坝水库运行期水库和电站管理人员 50 人，管理人员生活污水量产生量按 $120\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$ 考虑，运行期全部管理人员生活污水产生量为 $6.0\text{m}^3/\text{d}$ 。参照城市生活污水指标，主要污染物 BOD_5 浓度值 150mg/L ， COD 浓度值 250mg/L ， $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度值 20mg/L ， TP 浓度值 4.5mg/L 。则 BOD_5 产生量 0.9kg/d ， COD 产生量 1.5kg/d ， $\text{NH}_3\text{-N}$ 产生量 0.12kg/d ， TP 产生量 0.027kg/d 。

e) 灌溉退水环境影响

灌区退水主要指灌溉回归水。灌溉回归水水质主要受农业生产的影响，一般由各级渠道退水和农田排水组成。设计水平年 2035 年黄草坝水库灌区范围涉及普洱市景谷县正兴镇和宁洱县宁洱镇，设计灌溉面积 3.62 万亩。农田灌溉后产生的回归水流回附近河流水域，灌溉前期，主要是由于灌溉前期施用大量氮肥、磷肥等做基肥和追肥，加上该时期正值雨季，使大量农田水回流河流，以及水土流失携带地表污染物进入水体等综合作用所造成的。总体而言，本工程实施后灌区灌溉回归水量的增加，将对灌区附近河道等地表水体水质带来一定不利影响。

f) 供水退水环境影响

黄草坝水库工业、城镇供水对象为普洱市思茅区、宁洱县、景谷县的工业园区和城镇居民。具体范围包括思茅城区、思茅产业园、宁洱县宁洱镇和景谷县正兴镇。

规划水平年 2035 年，普洱市主要水环境综合整治项目均已实施，近期 2025 年生活污水收集处理率达到 90%，远期 2035 年生活污水收集处理率达到 95%；规划水平年，思茅区将运行 4 座城市生活污水处理厂，近期处理能力达到 10 万 m^3/d ，远期处理能力达到 13 万 m^3/d ，受水区污染物总量控制目标可达。因此，规划水平年，规划范围的普洱市思茅城区、宁洱县城、正兴镇的城镇居民生活污水基本能够得到有效收集处理，受水区城镇生活污水退水影响较现状年会有一定程度的减小。同时，思茅产业园区各片区通过大力推进中水回用工程，鼓励排污企业建设中水回用管网，将中水回用于各自生产流程，或用于片区内的绿地绿化、道路洒水，受水区工业废水退水影响也会进一步减小。

农村人畜回归水主要为粪便及少量生活污水，排放量相对较小且分散，污染物浓度低。按照农村种植习惯，农村人畜粪便及生活污水基本通过收集进行沼气化处理，或者发展循环农业，提供有机肥，农村人畜退水对周边水环境影响相对较小。

3.3.2.5 地下水

a) 枢纽工程区

黄草坝水库蓄水，库区水位抬升，对地下水产生补给，可能会引起库周局部地下水位的升高。库区两岸水文地质条件总体较简单，根据地下水埋藏特征，库区地下水类型可分为孔隙潜水和基岩裂隙水两类。孔隙潜水主要赋存于河道内冲洪积地层和两岸山体表层坡残积地层的孔隙中，主要接受大气降水的补给，孔隙潜水径流汇入冲沟或直接汇入小黑江，以及补充基岩裂隙水。基岩裂隙水主要赋存于白垩系(K)地层的风化、卸荷和构造裂隙中，主要接受大气降水和孔隙潜水的补给，排泄方式主要为径流汇入小黑江或以泉水的方式在冲沟内溢出。基岩裂隙水地下水位具有随地形变化的一般规律。总的来说，水库蓄水后，库区两岸地下水补、径、排方式不变，工程建设对库周地下水影响很小。

b) 输水工程区

输水工程涉及 7 段隧洞施工，总长度 7275m。工程地下隧洞的施工开挖将影响开

挖区的地下水排泄途径,对地下水水位、水量产生影响,特别是施工期开挖后未衬砌时将使得区域地下水位明显下降。本工程输水隧洞开挖过程中遇到岩溶地段,可能会发生岩溶地下水突水,隧洞开挖后,可能引起沿线局部地下水位的下降,并在洞室附近范围内形成一个以开挖底板为新的地下水排泄基准面,但隧洞工程施工完毕后,工程各防渗措施均以实施并开始发挥作用,在周边各类补给条件下,周边地下水很快可恢复至新的动态平衡。因此,隧洞的开挖不会引起沿线地下水位的大幅下降和对工程区地下水环境产生影响。根据现场调查,枢纽工程区和输水线路沿线隧洞上方无居民点分布,不存在因隧洞施工对居民饮用水的影响。

3.3.2.6 生态环境

a) 陆生生态

运行期对陆生生态环境的影响主要是水库淹没森林植被、野生动物生境和土地资源等,改变栖息地生物多样性性质,不仅使区域自然体系的生产能力受到一定程度影响,也使生物组分自身的异质性构成发生改变,使动植物资源受到影响。供水灌溉对农业生态环境及其周边水生生态环境也会产生一定影响。

b) 水生生态

大坝建成后,使坝址上下游原有连续的河流生态系统被分隔成不连续的2个河段,使河流生态的完整性、连续性受到影响。水库蓄水将改变库区水域生境条件,由原来的河流型变为缓流或静水型,将引起水生生物及鱼类资源种类和分布的变化,使静水、缓水生活的鱼类将成为优势种,喜急流的鱼类可能向库尾和支流迁移。

初期蓄水期,坝址下游水生生物用水受到影响,在保证一定的生态流量下泄后,对下游生态环境影响较小。

黄草坝水库坝址下游8.5km为中国结鱼省级水产种质资源保护区(实验区)的上边界,工程实施后,坝址下游水文情势发生变化,小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区也受到一定影响。保护区共栖息有47种鱼类,主要保护对象中国结鱼、野结鱼(大鳞结鱼)、云南吻孔鲃(云南四须鲃)、后背鲈鲤,这4种鱼类均为澜沧江流域中下游干支流重要的中大型鱼类,为当地主要的经济鱼类。根据调查,中国结鱼主要繁殖期为7月~9月,后背鲈鲤、云南吻孔鲃、野结鱼的繁殖期可能在5月~6月。因此,工程需考虑尽可能减缓水库建库对保护区内这几种鱼类繁殖的影响,通过保证生态流量、

采取生态调度等方式，保障并刺激坝下游保护区河道内鱼类的产卵繁殖。

运行期生态环境影响因素识别见表 3.3.2-2。

表 3.3.2-2 运行期生态影响因素识别一览表

影响因素	影响对象	影响途径	影响性质	影响程度
水库淹没及减水	生态系统	蓄水淹没、下游减水	直接影响、不可逆影响、长期影响	一般
	动植物多样性			
	水生生物			
	景观			
阻隔	水生生物	大坝阻隔、管线阻隔	直接影响、长期影响	一般
	动物			
	景观			
灌溉	农业生态系统	水量变化	直接影响、长期影响	较小
	水生生物			

3.3.2.7 大气和声环境

工程建成后，运行期不产生大气污染物，对环境空气无影响。噪声源主要为生态电站内的发电机组，厂房周边 200m 范围内无居民居住，厂房发电运行对周边声环境影响很小。

3.3.2.8 固体废物

运行期水库管理生活区管理人员 50 人，生活垃圾的产生量按 1.0kg/人·d 计，日均垃圾产生量为 0.05t，年垃圾产生量为 18.25t，采取外运处理方案进行处置，对管理生活区周边环境的影响较小。

3.3.2.9 水库浸没与坍岸影响

根据本阶段水库区地质勘查成果分析和评价，水库区属于侵蚀、剥蚀中山峡谷地貌，河道深切，小黑江为工程区最低侵蚀基准面，两岸不存在低于正常蓄水位的沟谷，库盆封闭条件好，水库蓄水后库区不存在渗漏问题。水库两岸山高林密，地形坡度大，在水库正常蓄水线附近无耕地和民房分布，不存在水库浸没问题。

3.4 环境影响因素分析

通过对工程区及影响范围进行实地调查，结合工程影响区环境背景资料和水利水电工程特性分析，对黄草坝水库工程可能造成的环境影响进行了识别，环境影响评价

因子识别矩阵见表 3.4。

将工程环境影响评价因子按要素划分为水文情势、水环境、水生生态、陆生生态、大气环境、声环境、环境地质和社会环境；按影响范围划分为淹没区、施工区、移民安置区、坝上河段、坝下游河段和受水退水区；将工程作用因素划分为工程施工、淹没与占地、移民安置、水库运行。通过评价因子识别分析，根据工程任务和特性，结合工程影响区的环境背景状况，确定将水库运行对水文情势变化和地表水环境的影响、陆生生态环境的影响、水生生态环境的影响、施工期对生态敏感区的影响、施工对地表水环境的影响、水库蓄水对生态环境和社会环境的影响、移民安置的环境影响等作为本次影响评价的重点评价内容；将施工期的大气环境和声环境影响、工程运行对环境地质的影响、施工期的人群健康影响等作为本次影响评价的一般评价内容。此外，根据国家现行法律法规和环评导则要求，还需对水土保持、公众参与、环境损益分析、环境风险等内容进行分析。

表 3.4 黄草坝水库工程环境影响评价因子识别矩阵表

环境要素		工程作用因素												影响范围						
		工程施工					淹没与占地		移民安置			水库运行								
		弃渣	施工导流	土石方开挖	混凝土工程	施工活动	工程占地	水库淹没	生产安置	搬迁安置	专业项目	水库蓄水	工程发电	水库供水灌溉	淹没区	施工区	移民安置区	坝上河段	坝下河段	受水退水区
水文情势	水文		●									▲	▲	▲	☆				☆	☆
	泥沙		●															☆		
	水温											▲		▲				☆		
水环境	地表水	●	●	●	●	●		▲		●		▲	▲	▲	☆			☆	☆	☆
	地下水							●				●	●		☆				☆	
环境地质								●				●	▲		☆			☆		
社会环境							●	▲		●	●	▲		▲			☆			☆
水生生态	水生生境		●					▲				▲		▲	☆			☆	☆	☆
	饵料生物		●									●		●	☆			☆	☆	☆
	鱼类		●									●		▲	☆			☆	☆	☆

表 3.4(续)

环境要素		工程作用因素												影响范围						
		工程施工					淹没与占地		移民安置			水库运行								
		弃渣	施工导流	土石方开挖	混凝土工程	施工活动	工程占地	水库淹没	生产安置	搬迁安置	专业项目	水库蓄水	工程发电	水库供水灌溉	淹没区	施工区	移民安置区	坝上河段	坝下河段	受水退水区
陆生生态	陆生植物	▲		▲		▲	▲	▲	●	●	●	▲		▲	☆	☆	☆			☆
	陆生动物	●		●		●	▲	▲	●	●		●				☆	☆			
	重点保护物种			▲		▲	▲	▲				▲				☆				☆
	生态环境敏感区		▲			▲		▲				●	●	▲	☆			☆	☆	
大气、声环境				▲		▲			●				●			☆				

说明：▲：影响显著；●：影响一般；空白：影响轻微或无；☆：影响区

3.5 源强统计

枢纽工程施工期污染物排放源强统计见表 3.5。

表 3.5 黄草坝水库工程污染源强汇总表

时段	污染物	污染源	排放强度	单位	备注
施工期	生产废水	混凝土拌和系统废水	15/15(枢纽/管线)	m ³ /d	SS: 2500mg/L pH: 9~11
		含油废水	8/25(枢纽/管线)	m ³ /d	SS: 500mg/L 石油类: 50mg/L
	生活污水		67/104(枢纽/管线)	m ³ /d	BOD ₅ : 150mg/l COD _{Cr} : 250mg/L
	废气	枢纽混凝土拌和系统粉尘	0.08	g/s	TSP
		土石方开挖粉尘	627.68	t	TSP
		爆破废气	15.2	t	NO _x
		机械及车辆燃油废气	562.8	t	NO _x
	噪声	施工机械作业噪声	70~125	dB(A)	-
		交通运输噪声	90	dB(A)	-
		石方爆破噪声	125	dB(A)	5kg 炸药在爆破点 40m 处的最大噪声值

表 3.5(续)

时段	污染物	污染源	排放强度	单位	备注
施工期	固废	施工弃渣	130.72/22.02 (枢纽/管线)	万 m ³	自然方
		施工人员生活垃圾	1.2/1.85(枢纽/管线)	t/d	高峰期
		废油、含油废物	少量	-	-
	占地	永久占地	427.30/137 (枢纽/管线)	hm ²	枢纽/管线
		临时占地	137.61/2065 (枢纽/管线)	hm ²	
运行期	生活污水		6.0	m ³ /d	工程管理区
	生活垃圾		50	kg/d	
	废油		1	t/a	生态电站

3.6 工程分析结论

通过工程分析,结合工程区的环境现状特征,可以认为:黄草坝水库工程建设符合国家产业政策要求,与流域、社会经济、生态环境保护、水资源利用等相关规划也是协调一致的。工程建设十分必要,工程选择的调水规模等设计方案是环境合理的。

工程施工期的环境影响主要有:工程占地和水库蓄水对地表植被、陆生动植物等陆生生态环境的影响,尤其是对区域珍稀濒危保护动植物的影响;工程开挖与弃渣堆放产生的水土流失问题;输水线路隧洞施工对地下水的影响;施工“三废一噪”对环境的影响。施工期环境影响是暂时的、局部的。

工程运行基本不产生污染物,但水库调水对水源区、受水区的水资源利用产生影响。水库蓄水会对水源区水库库区、坝下河道的水文情势、水生生境产生影响;水库调水对小黑江流域的地表水资源量,对坝下河道水文泥沙情势、水生生境产生一定影响,可能对坝下的用水户用水产生一定的影响,从而对坝下河道的地表水环境、水生生态环境等将产生影响;水库调水对受水区、退水区的水环境可能产生影响。水库运行期对地表水环境产生影响及移民安置对周围环境产生影响是主要的、长远的。

4 环境概况

4.1 自然环境

4.1.1 地形地貌

流域地处云贵高原西南边缘，属横断山脉南段分支无量山系，地势北高南低，山川自西向东南逶迤倾斜，群山起伏，谷坝镶嵌，沟壑纵横，地形复杂。由低到高分布着谷地、丘陵、山地，属深切割中山地貌，具有岭高、坡陡、峡谷众多而切割较深的特点。境内南北纵横威远江、小黑江、普洱大河三条主要河流，全境地形大致自北、东向西南倾斜。由于受无量山脉的支配，境内山脉多为南北走向，地势高差悬殊，境内最高点为正兴镇干坝子山，峰顶海拔 2920m，最低点为威远江与澜沧江交汇口，海拔 600m，相对高差 2320m。

域内地势总体呈现北高南低且略向西南倾斜，地形起伏较大，一般海拔高程 1200m~2000m，相对高差 500m~1000m，属高中山~中中山地形。区内山峰叠嶂，连绵起伏，山间盆地零星点缀其间；地貌上属滇西纵谷山原区之永平~思茅中山峡谷亚区范畴，地貌形态明显受地质构造控制，其中以构造侵蚀型地貌最为发育，堆积型地貌发育零星。澜沧江、李仙江以及其主要支流中下游河段两岸，一般山势陡峻，河谷下切强烈，多呈“V”型河谷，属深切割峡谷型或陡坡型中山地貌；远离河谷向两岸延伸地形逐渐趋缓，山顶多呈浑圆状，多属中等~浅切割陡坡或缓坡型中山地貌。

4.1.2 地质条件

a) 区域地质条件

区内地势总体呈现北高南低且略向东南倾斜，地形起伏较大，海拔高程一般为 1200m~2000m，相对高差 500m~1000m，属高中山~中中山地形。地貌形态受地质构造控制，其中以构造侵蚀型地貌最为发育。

区内地层从古生界石炭系至新生界第四系均有不同程度发育，其中以中生界红层分布最为广泛。区域变质以埋深变质作用为主，遭受区域变质的地层有石炭系、二叠系及部分三叠系，变质程度普遍较浅。

区域构造稳定性主要受普洱~思茅地震带波及影响，地震活动较活跃，近场区的 F35 断层为晚更新世活断层。综合判断区域稳定性较差。据《中国地震动参数区划图(1:400 万)》(GB18306-2015)，工程区 50 年超越概率 10%地震动峰值加速度为 0.15g~

0.20g。其中黄草坝库坝区、正兴镇以北输水线路地震动峰值加速度为 0.15g，对应的基本地震烈度为Ⅶ度；正兴镇以南宁洱、思茅一带输水线路地震动峰值加速度为 0.20g，对应的基本地震烈度为Ⅷ度。

b) 库区地质条件

水库区位于小黑江中上游河段，库区包括海庆河和南板河两部分，海庆河总体呈自北向南流向；南板河总体呈东西流向。库区属高中山～中山地形，相对高差多在数百米以上，河流侵蚀下切强烈，形成深切峡谷地貌，河谷呈“V”型或宽“V”型。

库坝区位于镇沅～暖里断褶带四级构造单元之镇沅-暖里褶断束，地质构造相对复杂，褶皱、断层发育，并处于相对隆起部位，断裂常成束出现，并向南呈帚状撇开。库区内发育 3 条规模较大的区域性或地区性断层，属无量山断裂带之分支，均为晚更新世活动断层。从库盆河谷至两岸分水岭，向斜、背斜相间发育褶皱构造，在正常蓄水位及其以上一定范围内，库区为岩层总体倾向 SW 的单斜构造，其中南板河库区以横向谷和斜向谷为主，海庆河及汇口以下库区以单斜纵向谷为主。

两岸岸坡高陡，山体雄厚；小黑江为工程区最低侵蚀基准面，两岸不存在低于正常蓄水位的沟谷；库盆由白垩系下统景星组(K_{1j})和曼岗组(K_{1m})的碎屑岩构成，分布连续且厚度大岩体渗透性差。地下水位高于水库正常蓄水位。综合判断，库区封闭条件好，不存在永久渗漏问题。

库区岸坡主要包括土质边坡、岩质边坡以及岩土双层结构边坡。各类库岸边坡现状整体稳定。库区两岸地形陡峭，风化卸荷深度大，预计蓄水后残坡积土、风化岩存在塌滑、掉块等形式的岸坡再造问题。

小黑江枯水期河水多清澈，含沙量低，但雨季河水较为浑浊，蓄水后库岸再造也是固体径流重要来源，泥沙淤积问题仍需予以重视。

水库蓄水后诱发较高震级地震的可能性小，预计与蓄水相关联作为诱发因素的水库地震，其影响不超过基本烈度。

c) 坝址区工程地质条件

上坝址河道基本顺直，谷底狭窄，属深切“V”型河谷；两岸岸坡较陡，地形较完整，冲沟不发育。坝基及坝肩基岩为下白垩统景星组下段(K_{1j1})粉砂质泥岩、泥质粉砂岩、粉砂岩、岩屑石英砂岩等，多属中软～中硬岩；软硬相间发育，以泥质粉砂岩居多。河谷及两岸覆盖普遍分布，厚度不大。

两岸强风化岩体厚度一般 10m~15m，弱风化岩体厚度一般 20m~30m，局部大于 40m，两岸风化带厚度随高程抬升而增大。河床基本无强风化岩体发育，弱风化厚度一般 10m~15m。左、右岸高处各发育 1 条区域性断层(F35、F64)，均属晚更新世活动断层。

4.1.3 水文地质

a) 区域水文地质条件

依据地下水赋存条件以及水力特征，区内地下水可划分为松散堆积物孔隙水、碎屑岩孔隙裂隙水、基岩裂隙水、岩溶裂隙水四大类，其中以基岩裂隙水分布最为广泛。

松散堆积物孔隙水主要分布山间盆地和河谷，分布范围小，主要受大气降水补给，水量较小，且季节性变化明显。

碎屑岩孔隙裂隙水主要赋存于古生界-新生界砂岩、砂砾岩孔隙裂隙中，主要接受大气降水或地表水补给，顺相对隔水层或隔水层径流，以泉水形式向河溪、沟谷等当地侵蚀基准面排泄或补给深层储水系统。

基岩裂隙水赋存于各类成因的基岩裂隙以及规模不等的断层带中，其赋存情况受岩性、构造和地形地貌等因素控制，相同含水岩组在不同地段以及相同地段的含水岩组间富水性均差异较大，区内分布最广泛的富水岩组为从古生界至新生界较为发育的砂岩、砂砾岩等碎屑岩类；基岩裂隙水主要受大气降水补给，沿着裂隙、断层带等径流，向邻近河溪、沟谷排泄补给地表水，多属近源排泄，地下水位一般受地形起伏影响。

岩溶裂隙水主要受地质构造和岩溶发育程度的控制，区内碳酸盐岩地层分布范围小，使岩溶发育受限，溶洞暗河不太发育，地下水主要运移于构造裂隙和溶蚀裂隙中，主要接受大气降水补给，其次地表水补给，以岩溶泉形式向河溪、沟谷等当地侵蚀基准面排泄。

b) 库区水文地质

根据地下水埋藏特征，库区地下水类型可分为孔隙潜水和基岩裂隙水两类。

孔隙潜水主要赋存于河道内冲洪积地层和两岸山体表层坡残积地层的孔隙中，主要接受大气降水的补给，孔隙潜水流汇入冲沟或直接汇入小黑江，以及补充基岩裂隙水。

基岩裂隙水主要赋存于白垩系(K)地层的风化、卸荷和构造裂隙中，主要接受大

气降水和孔隙潜水的补给,排泄方式主要为径流汇入小黑江或以泉水的方式在冲沟内溢出。表生作用较强烈的山体浅部 100m 范围内的岩体,裂隙普遍较发育,连通性较好,具有强透水~弱微透水性,再加上地形陡峭、水力比降大,有利于地下水的赋存和运移。基岩裂隙水地下水位具有随地形变化的一般规律。

c) 坝址区水文地质

松散堆积物孔隙潜水在坝址区是一种季节性存在的地下水类型,作为大气降水补给基岩裂隙水的临时存储空间或通道存在,在雨季水量相对丰富,一般顺岸坡沿基覆界面向邻近沟谷排泄或垂直入渗补给地下水。基岩孔隙裂隙水为坝址区稳定存在的地下水,主要接受大气降水和松散堆积物孔隙潜水补给,地下水水位一般随地形起伏,一般在邻近沟谷以泉水的形式溢出,补给地表水,小黑江为坝址区基岩裂隙水最终补给区。

坝址区砂岩岩体裂隙(包括隐微裂隙)相对较为发育,形成丰富的赋水空间为坝址区主要含水层;弱风化带以上的泥质岩也有一定赋水性,微风化~新鲜泥质岩赋水性较差。

强风化岩体具有强透水性,经验估计透水率在 20Lu~100Lu 之间。弱风化岩体透水率一般为 10Lu~30Lu。就微风化~新鲜岩体来说,砂岩与泥质岩存在一定差异,泥质岩一般均在 8Lu 以下,而砂岩透水性受构造影响较大,明显高于泥质岩。透水率随深度变化具有突变性。左、右岸以及河床岩体透水率存在差异,主要表现如下:①河床内弱风化岩体的透水率明显相应小于左右岸,一般在 10Lu 以下;②在一定深度范围内进入微风化以下相同深度的相似岩组岩体,左岸透水率比右岸偏高;③小于 3Lu 岩体的上限埋深,河床小于两岸,右岸小于左岸。

4.1.4 气候气象

威远江流域处于低纬度高海拔地区,北回归线过境而过,属以南亚热带为主的山地季风气候。受季风、地形、低纬度影响,气候特征复杂多变。由于地形、海拔的较大差异和水汽来源等诸多因素影响,导致流域内气候具有冬春干凉、夏秋湿润,冬无严寒、夏无酷暑,气候垂直差异大、立体气候明显等特征。雨量充沛,雨热同季,干湿季分明,山地立体气候特征显著,海拔高差几乎掩盖了纬度差异,形成“一山分四季、十里不同天”的特征。

流域年平均降雨量 1345mm,是全省降雨量较集中的地区,雨量充沛但时空分布

不均。冬春两季受印度北部的大陆干暖气流和北方南下干冷气流影响，干燥少雨，11月至次年4月降雨量仅占全年降雨量的13%；夏秋两季受孟加拉湾西南暖湿气流和北部湾东南暖湿气流的控制，湿热多雨，5月至10月降雨量大且集中，占全年降雨量的87%。由于地形地貌的差异，降水量的时空分布趋势为：南多北少，山顶多河谷少，迎风坡多背风坡少。

流域受季风、地形、低纬度影响，气候特征复杂多变，流域气候具有冬春干凉、夏秋湿润、冬无严寒、立体气候明显等特征。根据景谷气象站实测资料统计，多年平均气温19.5℃，极端最高气温39.5℃(2005年5月29日)，极端最低气温0.9℃(1999年12月25日)；多年平均降水量1272mm，降水年内分布不均，5月~10月降水量占全年的86.9%，11月~次年4月仅占全年的13.1%；多年平均水面蒸发量(20cm蒸发皿)为1819mm；多年平均风速0.75m/s，多年平均年最大风速11.4m/s，最多风向为南风、西南风、东南风；多年平均相对湿度75.7%；多年平均日照时数2091.6h。

景谷、宁洱和思茅气象站均处于威远江流域，气候特征差别不大。3个气象站主要气象要素统计结果，见表4.1.4-1~3。

表 4.1.4-1 景谷气象站主要气象要素统计(1986~2017 年)

气象要素		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
气温 (℃)	平均	12.9	15.1	18.4	21.2	23.1	23.9	23.3	23.2	22.4	20.4	16.7	13.5	19.5
	极端最高	30.4	33	35.3	37.9	39.5	38.6	35.7	35.5	34.7	33.3	30.5	28.9	39.5
	极端最低	2.7	3.5	2.6	9.6	12.4	15.3	17.8	16.8	13.2	8.7	6.1	0.9	0.9
降水 (mm)	平均	20.6	15.6	20.2	45.1	107.9	170.2	305.1	238.2	156.8	127.3	50.3	14.9	1272
	占比 (%)	1.6	1.2	1.6	3.5	8.5	13.4	24.0	18.7	12.3	10.0	4.0	1.2	100
蒸发 (20cm (mm)	平均	113	149	200	216	210	169	146	156	143	128	102	88.2	1819
	占比 (%)	6.2	8.2	11.0	11.9	11.5	9.3	8.0	8.6	7.9	7.0	5.6	4.9	100
平均风速(m/s)		0.57	0.91	1.08	1.08	0.98	0.88	0.69	0.66	0.67	0.59	0.50	0.44	0.75
相对湿度(%)		77.3	66.9	60.6	62.1	68.8	77.5	83.2	82.5	82.1	82.5	82.6	82.5	75.7
日照时数(h)		203.8	221.1	226.4	219.2	197.9	143.8	119.2	146.1	145.2	148.4	158.8	161.6	2091.6

表 4.1.4-2 宁洱气象站主要气象要素统计(1986~2017 年)

气象要素		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
气温 (℃)	平均	12.0	13.7	16.6	19.0	20.5	21.4	20.9	20.9	20.1	18.2	15.1	12.3	17.6
	极端最高	27.6	29.3	30.7	33.3	34.0	33.5	32.5	32.3	32.5	30.1	28.6	27.1	34.0
	极端最低	1.7	1.8	0.8	8.6	10.7	11.7	16.1	15.2	8.8	7.7	4.2	-1.4	-1.4
降水 (mm)	平均	23.2	18.0	28.6	54.5	153.3	211.1	313.1	274.1	178.8	132.1	56.5	19.4	1463
	占比 (%)	1.6	1.2	2.0	3.7	10.5	14.4	21.4	18.7	12.2	9.0	3.9	1.3	100
蒸发 (20cm) (mm)	平均	106	139	184	194	174	136	118	128	120	109	93	82.8	1584
	占比 (%)	6.7	8.8	11.6	12.3	11.0	8.6	7.4	8.1	7.6	6.9	5.9	5.2	100
平均风速(m/s)		1.09	1.30	1.50	1.40	1.11	1.00	0.88	0.76	0.72	0.69	0.72	0.77	1.00
相对湿度(%)		76.8	68.6	63.5	67.0	75.3	82.5	86.0	85.2	84.5	83.7	82.2	81.2	78.0
日照时数(h)		215.3	230.8	245.0	241.8	209.3	147.7	111.2	136.1	135.5	145.6	166.7	170.1	2155.0

表 4.1.4-3 思茅气象站主要气象要素统计(1986~2017 年)

气象要素		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
气温 (°C)	平均	12.8	14.5	17.3	19.7	21.0	21.6	21.0	21.0	20.3	18.7	15.7	12.9	18.0
	极端最高	27.6	29.8	32.0	34.2	34.7	34.2	31.8	32.3	31.0	29.6	27.5	26.3	34.7
	极端最低	2.0	3.5	0.8	8.3	11.4	14.3	16.4	15.1	12.1	8.1	4.7	-0.3	-0.3
降水 (mm)	平均	23.3	15.9	28.7	52.6	149.9	197.1	332.4	272.1	180.9	121.9	52.8	20.6	1448
	占比 (%)	1.6	1.1	2.0	3.6	10.3	13.6	23.0	18.8	12.5	8.4	3.6	1.4	100
蒸发 (20cm) (mm)	平均	95	120	167	178	156	120	100	106	105	98	83	76.0	1404
	占比 (%)	6.7	8.6	11.9	12.7	11.1	8.5	7.1	7.6	7.5	7.0	5.9	5.4	100
平均风速(m/s)		0.83	0.97	1.15	1.13	1.02	1.00	0.84	0.77	0.77	0.76	0.76	0.75	0.90
相对湿度(%)		75.8	66.6	61.7	64.0	73.2	81.0	85.2	84.4	83.0	81.8	81.1	80.2	76.5
日照时数(h)		228.5	225.5	230.8	231.0	202.6	141.8	105.0	126.9	139.8	152.0	179.8	192.4	2156.0

4.1.5 水文泥沙

a) 水系

威远江是澜沧江中段左岸的一级支流，发源于普洱市镇沅县朝阳山，干流由北向

南流经镇沅县勐大镇，始称勐统河，至景谷县凤山镇哨排，接纳按板河后始称威远江，再经钟山乡、威远镇，在益智乡岔江与小黑江汇合后，经景谷县、思茅区、澜沧县交界的腊撒渡口汇入澜沧江。流域内水系极为发育，沿河两岸共有流域面积大小不等的一级支流近 60 条，其中流域面积 $50\text{km}^2 \sim 200\text{km}^2$ 的支流有 44 条，主要有西山河、恩垦河、芒缅河、蛮哈河、蛮东河、习俄河、那糯河等，流域面积大于 200km^2 的有 9 条，主要有景谷河、小黑江、普洱大河、勐烈河、按板河、南邦河、盐井河等。

小黑江属威远江一级支流，源头分为东、北两源。其中，东源南板河为主源，发源于干坝子大山，源地高程 2851.1m；北源为海庆河，发源于大营头山，源地高程 2625.8m。南板河自东北向西南流，于口牲寨下游约 1km 处与自北向南流的海庆河交汇，再流经老彭、丫口寨等村寨，于丁家寨附近纳南埂河后始称小黑江；再经勐乃、高桥、正兴等地，先后接纳帕庄河、暖里河、独令河、独达河、勐烈河等较大支流，在益智乡岔江村附近汇入威远江。小黑江流域面积 1980km^2 ，主河道长 110.7km，河道平均比降 3.3‰。

景谷河属威远江一级支流，发源于普洱市镇沅县振太乡大光山，流经振太乡文平、太和、小寨，从塘房村白沙田入景谷县，归威远江，流域面积 634km^2 ，主河道长 85.6km。

普洱大河属威远江一级支流，发源于普洱市宁洱县宁洱镇民主村聋子寨、梁子田、茶庵坡头一带的分水岭，由北向南流经宁洱县城、同心镇、德化镇、思茅区震东、云仙、龙潭等乡，在宁洱县城内主要接纳东洱河、西洱河、虾洞河、金鸡河、温泉河、柴河后，在困峨交汇为普洱大河，之后沿途接纳那栗河、那苏河、头道河等支流后转向西南，纳思茅河、南邦河，在麻栗坪汇入威远江；普洱大河流域面积 1870km^2 ，主河道长 91.8km，河道平均比降 7.4‰。

思茅河被誉为普洱人民的“母亲河”，发源于城区南部的大尖山，由南向北流过思茅坝后在三棵桩下游汇入普洱大河，是澜沧江三级支流。思茅河干流全长 57.5km，流域面积 293km^2 ，上游为信房河，源头建有信房水库，主要支流有石屏河、石龙河、洗马河、梅子河、曼连河、老杨箐河、机场左河等 8 条，支流上游建有洗马河水库、梅子湖水库、那贺水库，加上天然湖泊野鸭湖，与信房水库一起并称“五湖”。思茅河是普洱市中心城区唯一一条贯穿南北，连接“五湖九河”的排水通道，也是城市防洪的主要承泄河道。

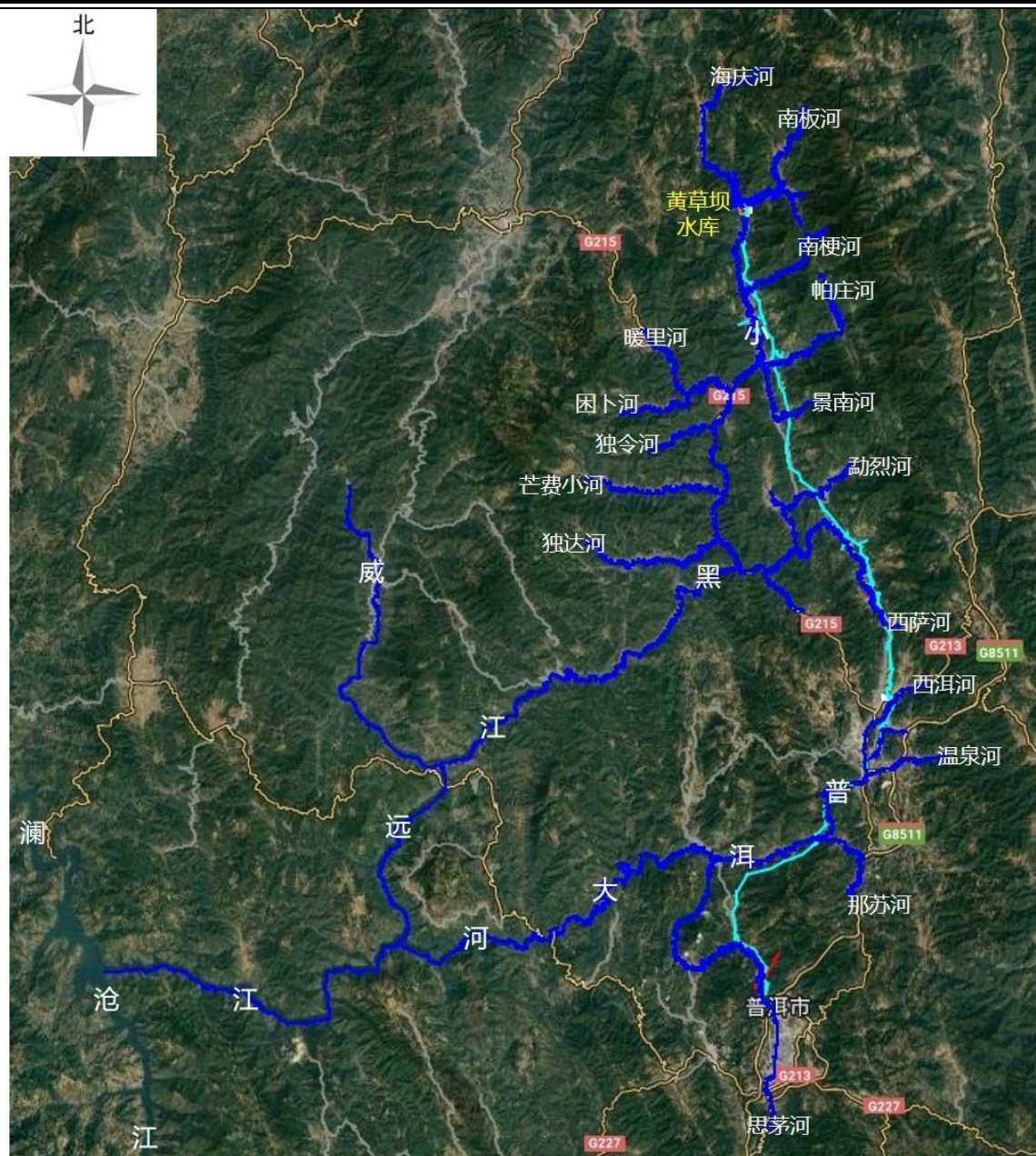


图 4.1.5-1 黄草坝水库工程流域水系分布图

b) 径流

黄草坝水库坝址径流年内分配不均，主要集中于 6 月~11 月，该时段径流量占全年的 88.9%，7 月、8 月径流量最大，占全年的 20.0%、21.9%；非汛期 12 月~5 月经流仅占全年的 11.1%。经计算，黄草坝水库推荐坝址多年平均径流量为 1.67 亿 m^3 ，多年平均流量 $5.28m^3/s$ ，各月径流分配见表 4.1.5-1。坝址下游小黑江流域主要支流流量分配见表 4.1.5-2。

表 4.1.5-1 黄草坝水库坝址设计径流量成果表

水文年	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	全年
平均径流 亿 m ³	0.13	0.33	0.36	0.29	0.26	0.11	0.05	0.04	0.03	0.01	0.01	0.04	1.67
比例 %	7.7	20.0	21.9	17.4	15.5	6.5	3.2	2.5	1.6	0.7	0.8	2.2	100
平均流量 m ³ /s	4.96	12.45	13.62	11.15	9.63	4.15	2.01	1.52	1.11	0.43	0.52	1.39	5.28

 表 4.1.5-2 坝址下游小黑江主要支流流量分配表 单位: m³/s

支流名	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
南埂河	0.31	0.23	0.09	0.10	0.29	1.00	2.52	2.76	2.25	1.95	0.85	0.41	1.07
帕庄河	0.96	0.71	0.27	0.32	0.88	3.10	7.78	8.50	6.95	6.01	2.61	1.27	3.30
暖里河	1.12	0.82	0.32	0.38	1.02	3.65	9.16	10.02	8.20	7.08	3.05	1.48	3.88
芒费小河	1.23	0.90	0.35	0.42	1.12	4.01	10.06	11.00	9.01	7.78	3.35	1.62	4.27
独达河	0.48	0.35	0.14	0.16	0.44	1.56	3.93	4.29	3.52	3.04	1.31	0.63	1.66
勐烈河	0.61	0.45	0.17	0.21	0.56	1.99	5.00	5.47	4.48	3.87	1.67	0.81	2.12

c) 洪水

威远江流域洪水由暴雨产生，多集中于 6 月~10 月，受短历时暴雨及地形条件影响，加之径流面积小，河道比降大，具有典型山区性小河流特点，洪水过程陡涨陡落，形状多为单峰尖瘦型，一次洪水历时一般在 24h 以内。黄草坝水库坝址设计洪水成果见表 4.1.5-3。

表 4.1.5-3 黄草坝水库坝址设计洪水成果表

位置	洪水要素	不同频率(%)设计值(Q _m -m ³ /s, W _T -亿 m ³)										
		0.02	0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	3.33	5	10	20
坝址	Q _m	2450	2250	2100	1950	1740	1590	1430	1300	1190	1020	817
	W _{24h}	0.482	0.433	0.396	0.364	0.323	0.300	0.278	0.256	0.241	0.217	0.181
	W _{次洪}	0.589	0.538	0.499	0.461	0.407	0.367	0.326	0.296	0.271	0.228	0.185

d) 泥沙

根据《云南省土壤侵蚀遥感调查报告》的“土壤侵蚀模数图”，黄草坝水库坝址以上流域土壤以微度侵蚀为主，另有少部分轻度、中度侵蚀；坝址以上流域基本由原始

森林覆盖，开发利用程度相对较低，人类活动影响少，植被覆盖率高。黄草坝水库推荐坝址控制流域面积 188km^2 ，多年平均径流量 1.67 亿 m^3 ，多年平均悬移质输沙量 24.0 万 t ，年平均含沙量 $1.43\text{kg}/\text{m}^3$ ；根据坝址以上河道河床组成分析，推悬比取 20% ，多年平均推移质沙量 4.8 万 t 。因此，坝址多年平均总输沙量为 28.8 万 t (悬移质干容重一般取 $1.3\text{t}/\text{m}^3$ ，推移质取 $1.5\text{t}/\text{m}^3$)，折合体积为 21.66 万 m^3 。

4.1.6 土壤

普洱市土壤分为 5 个土纲，10 个土类，22 个亚类，49 个土属，71 个土种。土类中六个地带性土类，即砖红壤、赤红壤、红壤、黄棕壤、棕壤、亚高山草甸土；四个地域性土类，即紫色土、石灰(岩)土、冲积土、水稻土。

4.2 生态环境

2019 年 9 月~10 月、2020 年 5 月，生态专题协作单位西南林业大学开展了评价区陆生生态现状调查，中国科学院昆明动物研究所开展了评价区水生生态调查；2022 年 12 月，武汉市伊美净科技发展有限公司开展了一期评价区陆生生态补充调查；2023 年 3 月~7 月，云南大学开展了评价区陆生动物多样性观测，重点针对在前期调查中识别到的 2 种国家一级重点保护动物绿孔雀和亚洲象；2023 年 10 月~11 月，国家林业和草原局西南调查规划院开展了一期枢纽工程区陆生生态详细调查。各次调查采用基础资料收集与野外实地考察相结合的方法。经过对工程涉及区域实地踏勘，并多方收集和查阅大量的文献资料，取得了较为丰富的资料。

4.2.1 调查方法

黄草坝水库工程生态调查内容依据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)，《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T 88-2003)等技术要求确定。利用野外调查和收集的资料，采用图形叠置法、生态机理分析法、类比分析法、景观生态学法等方法进行评价分析。

4.2.1.1 基础资料收集

收集整理项目涉及区域现有生物多样性资料，包括当地林业、环保、住建等部门提供的相关资料，同时参考多篇专业著作及科研论文。

4.2.1.2 现场调查

a) 陆生生态

1) 陆生植物和植被

现场调查时间为 2019 年 5 月、2022 年 12 月、2023 年 10 月~11 月。调查过程中采用样方调查法,依据不同群落类型植物种类的复杂程度,样方面积有所差异,森林类型的样方面积设为 $900\text{m}^2(30\text{m}\times 30\text{m})$,灌木类型的样方面积设为 $225\text{m}^2(15\text{m}\times 15\text{m})$ 。每种植被类型(群系)的样方不少于 5 个重复。

乔木层的调查:对样方中胸径大于 5cm 的所有乔木植株进行每木调查,记录其种名、胸径、高、冠幅、物候、生活力等因子。

灌木层的调查:每个样方内设 5 个面积为 $5\text{m}\times 5\text{m}$ 的小样方,梅花型布局,即在样方 4 个角和中心各设 1 个,进行灌木层的调查,记录小样方内胸径小于 5cm、未记录在乔木层内的所有木本植物,包括乔木的幼树和真正的灌木,记录因子包括种名、株(丛)数、盖度、高、生活力、物候等。

草本层的调查:每个样方内再设 $2\text{m}\times 2\text{m}$ 的 5 个小样方,同样是梅花型布局,进行草本层调查,记录其内所有的草本植物,记录因子与灌木层一致。

层间植物调查:对样方中藤本和附生维管植物的种类、数量及附生高也作详细记录,记录其种类、生活型、盖度、高、物候、生活力等信息。

按照上述样方调查方法,3 次调查共设置 100 余个样方。样方资料整理中,根据调查样方的典型性等,选择了典型和有代表性的 81 个植物群落样方,作为项目评价区植被类型划分和描述的依据。

表 4.2.1-1 评价区植物群落样方一览表

序号	植被型	群系名称	样方表编号	经纬度	工程点位
1	山地 雨林	泡腺血桐林	38	23.529183N/100.951044E	淹没区
2			39	23.524446N/100.943431E	淹没区
3			40	23.522023N/100.931680E	淹没区
4			41	23.546572N/100.924652E	海娘河右岸
5			42	23.538394N/100.926257E	淹没区
6			43	23.508478N/100.933722E	坝址区
7		四角蒲桃林	44	23.511877N/100.935057E	淹没区
8			45	23.528123N/100.961344E	生态电站
9			46	23.515153N/100.936013E	溢洪洞和导流洞

表 4.2.1-1(续)

序号	植被型	群系名称	样方表编号	经纬度	工程点位
10	山地 雨林	四角蒲桃林	47	23.534353 N/100.924837E	淹没区
11			48	23.522751N/100.937785E	淹没区
12			49	23.518354N/100.933242E	坝址区
13	季风常 绿阔 叶林	红木荷-泥椎 柯林	62	23.503033N/100.936558E	2#土料场
14			63	23.512111N/100.939788E	施工道路附近
15			64	23.513575N/100.922330E	海娘河右岸
16			65	23.505228N/100.932684E	临时堆存场附近
17			66	23.506436N/100.935878E	1#土料场附近
18			67	23.532897N/100.927453E	海娘河左岸
19		红锥林	41	23.546572N/100.924652E	淹没区外
20			42	23.538394N/100.926257E	淹没区外
21			46	23.515153N/100.936013E	淹没区
22			16	23.517566N/100.933098E	坝址右岸
23			17	23.517836N/100.933999E	坝址左岸
24			37	23.415529N/100.954169E	勐乃村蓄水池
25			50	23.554006N/100.924511E	海娘河淹没区外
26			51	23.546040N/100.912072E	海娘河右岸
27			52	23.542257N/100.919931E	淹没区
28			53	23.532206N/100.918758E	海娘河右岸
29			54	23.523559N/100.922096E	海娘河右岸
30			55	23.527570N/100.928457E	海娘河左岸
31			56	23.518536N/100.928224E	坝址区
32			57	23.536929N/100.950011E	南板河右岸
33			58	23.501917N/100.938563E	2#土料场
34			59	23.521022N/100.944226E	南板河左岸
35			60	23.524206N/100.952583E	南板河左岸

表 4.2.1-1(续)

序号	植被型	群系名称	样方表编号	经纬度	工程点位
36	季风常绿阔叶林	小果锥林	08	22.938822N/100.938091E	输水线路 YS78+893.7
37			13	23.506946N/100.940344E	2#土料场
38			19	23.514733N/100.941129E	大坝-枢纽区
39		华南石栎林	23	23.364048N/100.965779E	输水线路 YS18+536.8
40			25	23.482595N/100.933478E	输水管线附近 YS4+202.3
41			34	23.385675N/100.968117E	通达泵站
42	暖热性落叶阔叶林	西南桦林	10	22.974480N/100.9997964E	32#管桥
43			20	23.264434N/101.011586E	铁厂村蓄水池
44			21	23.254206N/101.011348E	输水线路 YS31+913.8
45			26	23.460648N/100.936192E	4# 管桥
46			74	23.520279N/100.926089E	淹没区
47			75	23.538465N/100.930105E	海娘河左岸
48			76	23.498617N/100.940727E	施工道路附近
49			77	23.512867N/100.949881E	黄草坝公路旁
50			78	23.503052N/100.943449E	黄草坝公路旁
51			79	23.516601N/100.939989E	施工道路附近
52	暖热性针叶林	思茅松林	03	22.848482N/100.954939E	输水线路 YS91+179.7
53			04	22.852983N/100.954276E	输水线路 YS90+670
54			05	22.879971N/100.935001E	38#管桥
55			06	22.916362N/100.927649E	6#隧洞出口
56			09	22.964409N/100.963540E	06#管桥
57			12	23.001459N/101.018611E	29#管桥
58			14	23.511268N/100.934492E	导流洞、河谷底部
59			15	23.511911N/100.937699E	枢纽区河谷底部
60			18	23.518874N/100.934569E	坝址左岸
61			22	23.223399N/101.043363E	宽宏村分水口下

表 4.2.1-1(续)

序号	植被型	群系名称	样方表编号	经纬度	工程点位
62	暖热性 针叶林	思茅松林	68	23.55002N/100.9251860E	海娘河淹没区外
63			69	23.542698N/100.923852E	淹没区
64			70	23.526081N/100.917138E	海娘河右岸
65			71	23.532141N/100.930485E	海娘河左岸
66			72	23.526781N/100.939772E	南板河右岸
67			73	23.526342N/100.931819E	海娘河左岸
68	暖热性 灌丛	余甘子-灰 毛浆果楝灌 丛	11	23.017560N/101.035847E	27#管桥
69			27	23.488643N/100.933645E	3#管桥
70	人工用 材林	人工思茅松 林	01	22.849938N/100.954136E	7#隧洞上方
71			24	23.122933N/101.071759E	5#隧洞出口
72		人工西南桦 林	02	22.840105N/100.953701E	7#隧洞入口
73		人工桉树林	07	22.919262N/100.925220E	线路 8 弃渣场附 近
74			30	22.956862N/100.985557E	34#管桥
75			31	22.880794N/100.926486E	线路 5#生产生活 区
76			33	23.387790N/100.967207E	线路 2#弃渣场
77		杂类草 草丛	紫茎泽兰草 丛	28	22.836528N/100.957811E
78	29			22.915244N/100.927562E	6#隧道出口
79	肿柄菊草丛		32	23.017163N/101.030350E	27#管桥
80	肿柄菊草丛		36	23.411465N/100.946511E	枢纽 4#弃渣场
81	刚莠竹草丛		35	23.389607N/100.948864 E	拦马河段小黑江 岸边

2) 陆生动物

现场调查时间为 2019 年 5 月、2022 年 12 月。此外，于 2023 年 3 月~7 月开展了评价区陆生动物多样性观测，重点针对在前期调查中识别到的 2 种国家一级重点保护动物绿孔雀和亚洲象。

(1) 兽类调查方法

路线调查：以项目评价区域及附近地区的小路、便道作为调查路线，采用不定宽

路线调查法观察调查路线两侧的兽类实体及其活动痕迹,观察记录调查路线两侧及周边直接看到的兽类,及动物的栖息环境、活动痕迹(足迹、抓痕)、脱落发毛及粪便等,分析判断种类。共调查了 15 条样线,每条样线长度约 1km~4km。调查时段,上午 8:00~11:30,下午 15:30~17:30。

访问调查:访问对象主要是熟悉评价区及周边动物情况的当地村民、自然保护区管理人员,林业站人员等,使用《中国兽类野外手册》(2009),请被访问者辨认种类,了解评价区兽类的种类、数量和活动情况。

查阅文献资料:包括《中国哺乳动物分布》(1997)、《中国哺乳动物物种及亚种分类名录与分布大全》(2003)、《云南湿地》(2010)、《云南野生动物》(1999)等。

(2) 鸟类调查方法

路线调查:与兽类调查基本一致。观察记录所见实体,以及鸣声、羽毛、残骸等。

访问调查法:了解被访问对象在评价区及附近看到那些鸟类的种类及其大致数量,活动规律;并使用《中国鸟类野外手册》(2000),请其辨认确定种类。

查阅文献资料:包括《云南鸟类志》(2004)、《云南鸟类物种多样性现状与分析》(2009)等。

(3) 两栖爬行类调查方法

野外调查:主要在溪流、沟箐、水塘和农田等生境,采用样线法与样点法,调查了 6 个样点(半径 2m)和 5 条样线(每条样线长度约 1km~2km,每侧宽 2.5m~5m)。调查时段,上午 8:00~11:30,晚上 20:00~22:00。

访问调查法:了解被访问对象在评价区及附近见过的两栖类、爬行类的种类及其大致数量,使用《中国两栖动物图鉴》(1999)、《中国爬行动物图鉴》(2002)等图册,请其辨认确定种类。

查阅文献资料:《云南两栖爬行动物》(2008)等。

表 4.2.1-2 评价区动物调查样线一览表

样线 编号	调查 时间	起始点及地名		坐标		高程 (m)	长度 (km)	生境类型
				经度	纬度			
HCB-01	12.26	起点	黄草坝水库库尾附近	100°57'21.35"	23°31'36.84"	1320	3.6	林地、草地、 农田、居民点
		终点	高山营附近	100°57'4.10"	23°32'12.84"	1743		
HCB-02	12.27	起点	临时堆存场	100°55'42.14"	23°31'13.92"	1256	1.6	林地、水域、 农田
		终点	水库淹没区	100°55'34.09"	23°31'58.33"	1294		
HCB-03	12.26	起点	大平掌	100°56'40.84"	23°29'59.68"	1516	1.3	林地、草地、 农田、居住点
		终点	施工生活区附近	100°56'29.14"	23°30'5.38"	1455		
HCB-04	12.25	起点	大河边	100°55'46.55"	23°29'32.93"	1200	1.2	林地、草地、 农田、居住点、 内陆水体
		终点	临时堆存场附近	100°55'45.56"	23°29'59.88"	1308		
HCB-05	12.25	起点	大团山附近	100°56'15.27"	23°28'1.50"	1297	1.4	林地、农田、 草地、居住点
		终点	枢纽 2#弃渣场附近	100°56'16.56"	23°28'29.27"	1471		
HCB-06	12.24	起点	8#管桥及施工道路附近	100°57'18.93"	23°25'39.70"	1374	3.4	林地、草地、 农田、居住点、 内陆水体
		终点	勐乃分水管附近黄 草坝公路	100°56'34.35"	23°25'18.08"	1045		
HCB-07	12.23	起点	小黑江森林公园	100°57'49.48"	23°22'49.15"	1056	2.2	林地、草地、 农田、居民点、 内陆水体
		终点	通达水池支管上方	100°57'54.24"	23°23'28.15"	1190		
HCB-08	12.21	起点	正兴蓄水池附近	100°58'43.98"	23°19'26.16"	1235	2.6	居民点、农田、 林地
		终点	景南村	100°57'51.64"	23°19'58.10"	1048		
HCB-09	12.21	起点	西萨村	101°1'53.35"	23°13'36.11"	1050	1.3	林地、草地、 农田、居住点、 内陆水体
		终点	西萨村蓄水池	101°1'50.97"	23°14'3.38"	1243		
HCB-10	12.20	起点	线路 3#生产生活区	101°2'59.09"	23°10'37.07"	1199	1.54	农田、居住点、 乔木林
		终点	线路 4#弃渣场附近	100°3'18.58"	23°11'15.38"	1205		
HCB-11	12.14	起点	普洱茶厂	101°3'42.78"	23°4'10.58"	1314	1.00	居住点、内陆 水体
		终点	田菁	101°3'39.48"	23°3'54.73"	1289		
HCB-12	12.14	起点	27#管桥	101°1'45.01"	23°1'11.89"	1281	1.47	林地、灌丛、 农田、内陆水 体
		终点	28#管桥	100°55'24.50"	22°55'14.92"	1229		
HCB-13	12.14	起点	老田寨	100°55'24.51"	22°55'1.80"	1337	1.3	林地、农田、 内陆水体
		终点	线路 8#渣场附近	100°55'24.50"	22°55'14.92"	1392		
HCB-14	12.14	起点	宽宏村	100°55'59.90"	22°52'54.74"	1238	2.2	林地、农田、 居住点、内陆 水体
		终点	新房附近	100°55'31.83"	22°53'43.71"	1290		
HCB-15	12.13	起点	纳贺水库坝下	100°57'26.97"	22°50'24.46"	1294	1.9	林地、草地、 水体、农田、 居民点
		终点	9#弃渣场附近	100°56'56.75"	22°50'36.79"	1260		

(4) 绿孔雀、亚洲象观测方法

访问法：在观测范围内对开展广泛的问卷调查，访谈对象以林草部门工作人员、年长男性、有过狩猎经验的人员为主，以广泛获取绿孔雀、亚洲象在该区域的历史和现状信息，同时也有助于确定更为合理的野外工作地点。

样线法：在观测范围内，根据生境类型和地形设置调查样线，每种生境类型样线不少于 5 条，每条样线长度 1km~3km，以 1.5km/h~3km/h 的速度，对样线两侧出现的动物实体、痕迹、鸣声、粪便等进行调查，本次采用可变距离样线法完成。

红外相机法：在观测范围内以水库工程区(3.5km×4.3km)为核心，确定 5km×5km 的调查区域，并在其中设置 1km×1km 的调查网格，确定为红外相机布设网格。原则上于每个调查网格内布设 1 台红外相机，实际根据现场生境情况以及可达性确定布设地点，并根据网格内的生境质量适当加密。红外相机布设于动物常经过的小路、水源地、活动密集处、取食点、求偶场、倒木或林间道路区域。相机架设于地面 0.3m~1.0m 的树干、树桩或岩石上；相机镜头与地面大致平行、略向下倾，与动物活动路径呈锐角，并清理相机前的杂草或树枝，减少对照片成像的干扰。对每台相机进行编号，并记录 GPS 位点，同时记录相关生境信息。按照相机布设原则，本次观测共设计在水库工程区布设红外相机 32 台，在输水工程区布设 5 台红外相机，为防止部分红外相机丢失，考虑上浮布设数量，实际布设红外相机 79 台，是原定布设红外相机数量的 1.76 倍。相关技术导则要求每个样点至少收集 1000 小时的调查数据，在夏季每个样点至少需要连续工作 30 天，以完成一个观测周期。实际每台相机平均完成了连续 100 天(2400 小时)的野外拍摄，满足相关要求。

音频调查法：由于所调查的绿孔雀和亚洲象皆为大型动物，同时也可以发出较为低频的声音，在相对较远的距离亦可以捕捉其声音，声音观测可有效弥补红外相机只有 25m 监控范围的不足。本次观测于 81 个地点对目标动物进行了声音观测。

无人机调查法：本方法主要针对可能遇见的亚洲象进行数量、家庭结构、活动轨迹的调查。采用无人机飞行摄影监测时，要事先设计好飞行路线，防止无人机脱离控制，并做到每次飞行线路基本一致，确保摄影范围覆盖监测目标区域或样线；无人机飞行高度应相对平均控制在离地面 100m~150m 之间。

b) 水生生物

水生生物的调查方法，依据《水电工程水生生态调查与评价技术规范》(NB/T

10079-2018)、《河流水生生物调查指南》、《淡水浮游生物研究方法》和《内陆水域渔业资源调查手册》等进行。

1) 浮游生物

浮游植物和浮游动物的定性样品分别用浮游生物网采集,用鲁哥氏液和甲醛溶液固定保存,室内用体视显微镜和显微镜分别检测浮游植物、原生动物、轮虫、枝角类和桡足类种类。

2) 着生藻类

主要是刮取或剥离水中浸没物诸如石块、木桩、树枝、水草等或硬质底泥等表层藻膜、丝状藻和粘稠状生长物,用鲁哥氏液固定后保存待检。

3) 水生维管束植物

依据断面长度布设采样点。水生高等植物定量采用 1m^2 的采样框或 0.1m^2 的定量采样器采集,现场称取湿重。定性样品整株采集,包括植株的根、茎、叶、花和果实,样品力求完整,按自然状态固定在压榨纸中,压干保存待检。

4) 大型底栖动物

大型底栖动物分软体动物、水生昆虫和寡毛类三大类。依据断面长度布设采样点,用 Petersen 氏底泥采集器采集定量样品,每个采样点采泥样 2 个~3 个。将采集的泥样,用 60 目分样筛筛洗,然后装入封口塑料袋中,室内进行挑拣,把底栖动物标本拣入标本瓶中,用 7% 的福尔马林溶液保存待检。软体动物定性样品用 D 形踢网(kick-net)进行采集,水生昆虫、寡毛类定性样品采集同定量样品。

5) 鱼类

(1) 鱼类区系组成

根据鱼类区系研究方法,在不同河段设置站点,对调查范围内的鱼类资源进行全面调查。采取捕捞、市场调查和走访相结合的方法,采集鱼类标本、收集资料、做好记录,标本用福尔马林固定保存。通过对标本的分类鉴定,资料的分析整理,编制出鱼类种类组成名录。

(2) 鱼类资源现状

鱼类资源量的调查采取社会捕捞渔获物统计分析结合现场调查取样进行。采用访问调查和统计表调查方法,调查资源量和渔获量。向渔业主管部门和渔政管理部门及渔民调查了解渔业资源现状以及鱼类资源管理中存在的问题。对渔获物资料进行整理

分析,得出各工作站点主要捕捞对象及其在渔获物中所占比重,不同捕捞渔具渔获物的长度和重量组成,以判断鱼类资源状况。

(3) 鱼类生物学

鱼类标本尽量现场鉴定,进行生物学基础数据测定,并取鳞片等作为鉴定年龄的材料。必要时检查性别,取性腺鉴别成熟度。部分标本用 5%的甲醛溶液固定保存。现场解剖获取食性和性腺样品,食性样品用甲醛溶液固定,性腺样品用波恩氏液固定。剪取部分鱼类的鳍条放入 95%酒精保存,为分子生物学研究保存 DNA 样本。

(4) 鱼类“三场”

走访周边居民、主要捕捞人员,了解不同季节鱼类主要集中地和鱼类种群组成,结合鱼类生物学特性和水文学特征,分析鱼类“三场”分布情况,并通过有经验的捕捞人员进行验证。鱼类产卵场作为主要调查的对象,并根据小黑江流域生态特点,采用合适调查方法,对该河段鱼类产卵场位置、产卵江段、产卵场规模等进行详细调查。

(5) 鱼类早期资源

根据澜沧江鱼类生态特点,小黑江土著鱼类包括产漂流性卵鱼类和产粘沉性卵鱼类。产漂流性卵鱼类早期资源调查主要是采用抄网、浮游网、琼网等网具在同一断面或不同断面进行鱼卵、鱼苗(仔鱼、稚鱼)采集;产粘沉性卵鱼类常常采用解剖性成熟鱼类个体、渔民交流访问、鱼类繁殖生物学、环境等结合的调查方法。产漂流性卵鱼类和产粘沉性卵鱼类均能够以采集到的鱼卵、鱼苗、精巢或卵巢样本发育阶段,以此来评估其鱼类早期资源现状,同时也可以进行鱼类潜在产卵场和索饵场的断面评估。鱼类早期资源调查中,以鱼类的产卵场调查最为重要。产漂流性卵和产粘沉性卵鱼类早期资源样本采集的方法分别如下所示:

产漂流性卵鱼类:主要是使用定点琼网采集、定点浮游生物网采集、溜边抄网采集以及与调查访问相结合的方法进行。定点采集:早期资源的定点收集的主要使用工具为琼网,同时测定网口流速以推测产卵场的具体位置。每个采集点采集时间为 8h,每隔 30 分钟检查一次网具内早期资源的收集情况,如:琼网收集到早期资源,则延长采集时间(1 天~2 天),并同时增加两把自制的浮游生物网采集以增加早期资源的获取量。

溜边抄网采集:每次定点采集的 8 小时内,另一人对每一个采集点周边进行观察,

用抄网直接捕获水边活动的小鱼苗。

产粘沉性卵鱼类：产粘沉性卵的鱼类，仔鱼多具有底栖性特点，仔鱼、稚鱼几乎都停留在产卵场附近，其分布也有群聚的特点，当稚鱼具有较强的游泳能力后，逐渐迁徙到食物丰富的沿岸带或稍下游的干支流汇口区域。采样时主要依据手抄网、底层网、人工鱼巢等，收集鱼卵鱼苗，利用渔获物捕捞方法获得繁殖亲本，通过鱼卵鱼苗、亲本发育程度及繁殖习性并结合栖息地环境因子调查，确定产卵场位置、范围及产卵规模。

完成鱼类早期资源样本采集后，无论是产漂流性卵鱼类，还是产粘沉性卵鱼类，均依据以下方法进行鱼类早期资源调查的后续研究工作：

调查访问：访问当地渔民鱼产子的情况，小鱼苗出现季节，以及有无直接观察到鱼类产卵行为等。

后期整理：对采集到的鱼卵计数后分别转移到室内培养。已死亡幼鱼则放入 10% 的福尔马林溶液中保存，仔鱼则放入 7% 的福尔马林溶液中固定，5 分钟后将仔鱼拣出，逐尾计数，放入 5% 的福尔马林溶液中保存，对每次采集到的仔鱼作为一个样品，放入标签后分别存放，供实验室内鉴定。之后在解剖镜下进行观察、拍照和录像；根据鱼卵发育情况进行初步鉴定，同时对鱼卵进行 DNA 提取，PCR 扩增和测序，最终对照 NCBI 数据库和该区域鱼类种类进行分子鉴定。

鱼类索饵场一般在食物比较丰富的水域，如支流和干流的交汇口，干流沿岸植被较好，水流缓慢且水草丰富的地方，常常其附近水域就有集中产卵场分布。索饵场的调查主要以生境调查和访问调查为主。

6) 其他水生生物调查

其他水生生物如水生哺乳类，主要以观察和访问调查为主。

4.2.1.3 遥感影像

利用评价区域 2022 年 4 月的卫星影像图片，根据野外植被调查、植物资源调查和动物资源调查的资料，对卫星影像图片进行植被解译。采用 GIS 方法，求算评价区和直接影响区内的各种植被类型的面积。根据现场调查的数据、收集到的土地利用资料，最终完成评价区的植被图、土地利用现状图、保护动植物物种分布图等图件。

基础数据主要来自普洱市第三次全国国土调查主要数据和森林资源二类调查数据，并在 1:50000 地形图上勾绘评价区的植物群落类型。结合影像判读和实际调查记

录的 GPS 数据，解译评价区的植被类型，制作评价区土地利用现状图、植被现状图及其他图件。

4.2.2 土地利用现状

评价范围内土地利用现状调查是在卫片解译的基础上，参考《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017)中有关分类标准，结合国土三调数据、现有资料，运用景观生态法，并结合土壤、地貌等因子进行综合分析，将土地利用格局的拼块类型分为耕地、园地、林地、工矿仓储用地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、特殊用地及其他土地等 9 种类型。

评价区面积 9891.13hm²，区内以林地面积最大，达 6711.14hm²，占评价区面积的 67.85%。评价区的林地包括乔木林地和灌木林地 2 类。乔木林地面积 6094.16hm²，占评价区面积的 61.61%；灌木林地面积较小约 616.97hm²，占评价区面积的 6.24%。

评价区耕地面积仅次于林地面积，为 2019.19hm²，占评价区面积的 20.41%，主要是旱地，在靠近河边沟箐处等有供水来源处，也有部分水田。由于农业生产的需要，评价区的水田和旱地时常在变化，或耕地与园地也在交替变化。

评价区园地面积小，约 289.81hm²，占评价区面积的 2.93%。评价区的园地主要集中在村寨边的平缓坡地，通常位于交通方便并具备灌溉条件的区域。评价区此类生境有限。

评价区住宅用地面积计 459.91hm²，占评价区面积的 4.65%。反映了评价区居民较多、社区生活及农业生产活动程度较大的特点。

评价区水域及水利设施用地面积约 116.09hm²，占评价区面积的 1.17%。包括自然河流和人工库塘等。前者主要是黄草坝库区干流及支流；后者主要见于宁洱县内，多数库塘是村寨村民的生产用水，用于农灌兼养鱼。

表 4.2.2-1 评价区土地利用类型一览表

 单位: hm²

一级类	二级类	斑块数	占评价区	面积 (hm ²)	占评价区
耕地	水田	133	6.21%	594.27	6.01%
	水浇地	69	3.22%	62.55	0.63%
	旱地	208	9.71%	1362.37	13.77%
	小计	410	19.13%	2019.19	20.41%
园地		443	20.67%	289.81	2.93%
林地	乔木林地	574	26.78%	6094.16	61.61%
	灌木林地	115	5.37%	616.97	6.24%
	小计	689	32.15%	6711.14	67.85%
工矿仓储用地	采矿用地	19	0.89%	40.01	0.40%
住宅用地	城镇住宅用地	101	4.71%	122.72	1.24%
	农村宅基地	129	6.02%	337.19	3.41%
	小计	230	10.73%	459.91	4.65%
交通运输用地	公路用地	11	0.51%	4.23	0.04%
	铁路用地	6	0.28%	2.81	0.03%
	小计	17	0.79%	7.04	0.07%
水域及水利设施用地	河流水面	56	2.61%	46.25	0.47%
	坑塘水面	21	0.98%	18.09	0.18%
	水库水面	22	1.03%	43.8	0.44%
	滩涂	9	0.42%	6.03	0.06%
	水工建筑用地	2	0.09%	1.92	0.02%
	小计	110	5.13%	116.09	1.17%
特殊用地		7	0.33%	3.98	0.04%
其他土地	设施农用地	1	0.05%	0.18	0.00%
	其他独立建设用地	31	1.45%	12.52	0.13%
	自然保留地	185	8.63%	231.26	2.34%
	小计	217	10.13%	243.96	2.47%
总计		2143	100.00%	9891.13	100.00%

4.2.3 生态系统现状

4.2.3.1 生态系统组成

参考《全国生态状况评估技术规范--生态系统遥感解译与野外核查》(HJ1166-2021)中有关分类标准,根据评价区土地类型,结合遥感影像数据,将评价区内生态系统划分为森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统。

表 4.2.3-1 评价区生态系统面积统计表

I 级分类	II 级分类	面积 hm ²	比例
森林生态系统	针叶林	3048.46	30.82%
	阔叶林	3045.70	30.79%
	小计	6094.16	61.61%
灌丛生态系统	阔叶灌丛	616.97	6.24%
湿地生态系统	河流	46.25	0.47%
	湖泊	61.89	0.63%
	沼泽	6.03	0.06%
	小计	116.09	1.17%
农田生态系统	耕地	2019.19	20.41%
	园地	289.81	2.93%
	小计	2309.00	23.34%
城镇生态系统	居住地	459.91	4.65%
	工矿交通	47.05	0.48%
	其它	247.95	2.51%
	小计	754.91	7.63%
合计		9891.13	100.00%

4.2.3.2 生态系统结构

a) 森林生态系统

评价区内森林生态系统广泛分布,是评价区最主要的生态系统类型,面积为 6094.16hm²,占评价区生态系统总面积的 61.61%。

1) 植被现状

评价区森林生态系统由天然林和人工林组成,包括针叶林、阔叶林、雨林,主要

群系有泡腺血桐林 Form. *Macaranga pustulata*、四角蒲桃林 Form. *Syzygium tetragonum*、红木荷-泥椎柯林 Form. *Schima wallichii-Lithocarpus fenestratus*、红锥林 Form. *Castanopsis hystrix*、小果锥林 Form. *Castanopsis fleuryi*、西南桦林 Form. *Betula alnoides*、华南石栎林 Form. *Lithocarpus fenestratus*、思茅松林 Form. *Pinus kesiya* var. *langbianensis*、桉树林 Form. *Eucalyptus robusta*，组成森林其它乔木树种还有红木荷 *Schima wallichii*、思茅青冈 *Cyclobalanopsis fuhsingensis*、旱冬瓜 *Alnus nepalensis* 等。

2) 动物现状

森林不仅为动物提供了大量的食物，也是防御天敌的良好避难所，因此森林生态系统中分布着丰富的动物资源。评价区内森林生态系统两栖类主要有费氏短腿蟾 *Brachytarsophrys feae*、白颌大角蟾 *Megophrys lateralis*、小角蟾 *Megophrys minor*、双团棘胸蛙 *Rana yunnanensis*；爬行类主要有八线腹链蛇 *Amphiesma octolineata*、红脖颈槽蛇 *Rhabdophis subminiatus* 和虎斑颈槽蛇 *R. tigrinus* 等；鸟类主要有松雀鹰 *Accipiter virgatus*、雀鹰 *Accipiter nisus*、普通鵟 *Buteo buteo*、点斑林鸽 *Columba hodgsonii*、楔尾绿鸠 *Treron sphenura*、乌鹑 *Surniculus lugubris*、噪鹛 *Eudynamys scolopacea*、竹啄木鸟 *Gecinulus grantia*、山鹊鸂 *Dendronanthus indicus*、暗灰鹛 *Coracina melaschistos*、红耳鹎 *Pycnonotus jocosus*、白喉红臀鹎 *Pycnonotus aurigaster*、灰短脚鹎 *Hypsipetes flava*、灰卷尾 *Dicrurus leucophaeus*、黄腹扇尾鹂 *Rhipidura hypoxantha*、棕颈钩嘴鹂 *Pomatorhinus ruficollis*、红头穗鹂 *Stachyris ruficeps*、蓝翅希鹂 *Minla cyanouroptera*、灰腹绣眼鸟 *Zosterops palpebrosa*、红头长尾山雀 *Aegithalos concinnus*、大山雀 *Parus major*；兽类主要有南小麝 *Crocidura horsfieldi*、树鼩 *Tupaia belangeri*、黄鼬 *Mustela sibirica*、豹猫 *Prionailurus bengalensis*、赤腹松鼠 *Callosciurus erythraeus*、针毛鼠 *Niviventer fulvescens*、褐家鼠 *Rattus norvegicus*、黄胸鼠 *Rattus tanezumi*、银星竹鼠 *Rhizomys pruinosus* 等。

b) 灌丛生态系统

根据卫片解译，评价区灌丛生态系统面积 616.97hm²，占评价区生态系统总面积的 6.24%。

1) 植被现状

灌丛多是森林遭到毁坏后次生演替形成。在评价区内常见的群系有余甘子灌丛

Form. *Phyllanthus emblica*, 其它常见的组成灌丛的树种还有灰毛浆果楝 *Cipadessa cinerascens*、银柴 *Aporosa dioica*、野牡丹 *Melastoma candidum* 等。

2) 动物现状

灌丛生态系统中的动物主要有两栖类的费氏短腿蟾 *Brachytarsophrys feae*、粗皮姬蛙 *Microhyla butleri*、饰纹姬蛙 *Microhyla ornata* 等；爬行类有丽棘蜥 *Acanthosaura lepidogaster*、棕背树蜥 *Calotes emma*、铜蜓蜥、翠青蛇 *Cyclophiops major*、紫灰锦蛇 *Elaphe porphyracea*、黑线乌梢蛇 *Zaocys nigromarginatus* 等；鸟类的棕胸竹鸡 *Bambusicola fytchii*、原鸡 *Gallus gallus*、红耳鹌、白喉红臀鹌、鹊鹌 *Copsychus saularis*、黑喉石鹇 *Saxicola torquata*、灰林鹇 *Saxicola ferrea*、红头穗鹌 *Stachyris ruficeps*、黑喉山鹧鸪 *Prinia atrogularis*、灰胸山鹧鸪 *Prinia hodgsonii* 等，兽类如中华姬鼠 *Apodemus draco*、板齿鼠 *Bandicota indica*、小家鼠 *Mus musculus*、针毛鼠、褐家鼠、云南兔 *Lepus comus* 等。

c) 湿地生态系统

评价区内湿地生态系统主要为小黑江干支流、溪流和库塘等，湿地生态系统总面积为 116.09hm²，占评价区总面积的 1.17%。

1) 植被现状

评价区湿地主要多为小黑江及其支流，人为活动对其干扰影响较大，湿地生态系统植被类型较为简单。

2) 动物现状

湿地生态系统是多种两栖类和爬行类的栖息地，也是游禽和涉禽的重要栖息场所。评价区湿地生态系统两栖爬行类主要有红瘰疣螈 *Tylototriton verrucosus*、白颌大角蟾 *Megophrys lateralis*、版纳大头蛙 *Rana kuhlii*、黑斑蛙 *Rana nigromaculata*、尖尾两头蛇 *Calamaria pavementata*、三索锦蛇 *Elaphe radiata*、红脖颈槽蛇 *Rhabdophis subminiatus* 等，鸟类以涉禽和鸣禽为主，如小鸊鷉 *Tachybaptus ruficollis*、苍鹭 *Ardea cinerea*、白鹭 *Egretta garzetta*、斑嘴鸭 *Anas poecilorhyncha*、白胸苦恶鸟 *Amaurornis phoenicurus*、灰头麦鸡 *Vanellus cinereus*、白腰草鹬 *Tringa ochropus* 等。

d) 农田生态系统

评价区内农田生态系统面积为 2309.00hm²，占评价区总面积的 23.34%。

1) 植被现状

评价区农田生态系统内植被以农作物、经济作物为主，常见的农作物有玉蜀黍 *Zea mays*、油菜 *Brassica rapa* var. *oleifera* 等，常见的经济果木有小粒咖啡 *Coffea arabica*、澳洲坚果 *Macadamia ternifolia*、茶 *Camellia sinensis* 等。

2) 动物现状

由于农田生态系统中植被类型较为单一，距离居民区较近，受人为干扰较为严重，因此农田生态系统中动物种类不甚丰富。由于农田生态系统中的水田多靠近湿地水域，为动物提供了较为合适的栖息环境，农田生态系统中常见的两栖类有静水型的沼蛙、陆栖型的泽蛙等；爬行类的灌丛石隙型的铜蜓蜥常出现在耕地的田埂边，林栖傍水型的乌梢蛇等也偶出现在农田生态系统中；鸟类中的涉禽如白鹭等常出现在水田边，陆禽如珠颈斑鸠 *Streptopelia chinensis*、山斑鸠 *Streptopelia orientalis*，鸣禽如麻雀 *Passer montanus*、八哥 *Acridotheres cristatellus*、乌鸫 *Turdus merula*、红耳鹎、白喉红臀鹎、白鹡鸰 *Motacilla alba* 等也常出现在农田中，兽类中的半地下生活型种类如小家鼠 *Mus musculus*、黄胸鼠等也常活动于农田生态系统中。

e) 城镇生态系统

评价区内城镇生态系统面积为 754.91hm²，占评价区总面积的 7.63%。

1) 植被现状

评价区城镇生态系统内植物多分布在路旁住宅旁，以绿化树种和经济果木为主，常见的绿化树种有秋枫 *Bischofia javanica*、白花羊蹄甲 *Bauhinia acuminata*、黄葛榕 *Ficus lacor* 等。

2) 动物现状

村落生态系统中虽自然植被较少，人为干扰程度最强，但其中生活着一些适应与人类伴居的动物，如黑眶蟾蜍 *Bufo melanostictus*、黑斑蛙、饰纹姬蛙 *Microhyla ornata*、大壁虎 *Gekko gecko*、多线南蜥 *Mabuya multifasciata*、铜蜓蜥等；鸟类中的一些种类，主要是鸣禽如山斑鸠 *Streptopelia orientalis*、珠颈斑鸠 *Spilopelia chinensis*、家燕 *Hirundo rustica*、金腰燕 *Hirundo daurica*、棕背伯劳、灰卷尾、黄眉柳莺 *Phylloscopus inornatus*、灰腹绣眼鸟、大山雀 *Parus major*、麻雀等；兽类中的一些鼠科、鼬科种类如黄胸鼠、褐家鼠、黄鼬 *Mustela sibirica* 等。

4.2.3.3 生态系统功能

根据《云南省生态功能区划》(2009年11月),评价区属于景谷威远江中山河谷林业生态功能区和普洱低山丘陵农业与城镇生态功能区。本区域典型的生态系统为森林生态系统和农田生态系统,分别占比61.61%和23.34%。

景谷威远江中山河谷林业生态功能区的主要生态系统服务功能为以思茅松原始林保护和人工林建设为主的生态林业建设。普洱低山丘陵农业与城镇生态功能区的主要生态系统服务功能为生态农业和生态城镇建设。

4.2.4 植被现状

4.2.4.1 植被区划

依据《云南植被》的划分,项目所在区属于亚热带常绿阔叶林区域—IIA西部(半湿润)常绿阔叶林亚区域—IIAi高原亚热带南部季风常绿阔叶林地带—IIAi-1滇西南中山山原河谷季风常绿阔叶林区—IIAi-1a澜沧江、把边江中游山原红锥、小果锥林、思茅松林亚区。

本亚区内季风常绿阔叶林分布在海拔范围约在1000m~1500m之间,由多种喜暖的锥属树种为主组成,常见的为红锥、小果锥、思茅栲等,并多见红木荷、截果石栎。在淹没区河谷底部还分布有次生山地雨林,标志树种有泡腺血桐和四角蒲桃。思茅松林广泛分布,有纯林,但常伴生有红锥、穗花石栎和红木荷。农田植被以水稻、玉米、小麦、豆类为主,海拔1400m以下甘蔗、棉花、花生等种植较多,并有双季稻栽培。1500m~2000m左右主要为稻麦两熟,玉米种植较多,茶园较多。

4.2.4.2 植被类型

参照《中国植被》(1980)和《云南植被》(1987)的植被分类原则及系统,根据野外调查资料,评价区的自然植被类型包括5个植被型、5个植被亚型、9个群系。

5个植被型,包括雨林、常绿阔叶林、落叶阔叶林、暖性针叶林和灌丛;

5个植被亚型,包括山地雨林、季风常绿阔叶林、暖温性落叶阔叶林、暖热性针叶林、暖热性灌丛;

9个群系,即泡腺血桐林、四角蒲桃林、红木荷-泥椎柯林、红锥林、小果锥林、华南石栎林、西南桦林、思茅松林、余甘子-灰毛浆果楝灌丛。

表 4.2.4-1 评价区植被类型一览表

植被 型组	植被型	植被亚 型	群系	占用面 积	占用比 例	分布区域	评价区 面积 hm ²	比例
自然 植被	雨林	山地雨 林	泡腺血桐林	26.03	3.46%	淹没区海庆河、 南板河两岸	39.87	0.44%
			四角蒲桃林	16.94	2.25%	淹没区海庆河 河谷	21.59	0.24%
	常绿阔 叶林	季风常 绿阔叶 林	红木荷-泥 椎柯林	39.82	5.30%	枢纽工程区中 上部山体上	248.82	2.76%
			红锥林	60.36	8.03%	坝址两岸、输 水管线附近	859.47	9.53%
			小果锥林	37.97	5.05%	枢纽工程区	573.17	6.35%
			华南石栎林	31.29	4.16%	输水管线局部 较陡峻生境	559.14	6.20%
	落叶阔 叶林	暖温性 落叶阔 叶林	西南桦林	5.9	0.78%	零星分布在枢 纽工程区、输 水管线附近	743.64	8.24%
	暖性针 叶林	暖热性 针叶林	思茅松林	320.86	42.67%	海拔 1000m~ 1500m 广泛分布	2103.44	23.32%
	灌丛	暖热性 灌丛	余甘子-灰 毛浆果楝灌 丛	48.19	6.41%	土层较瘠薄的 砂岩区域	616.97	6.84%
	小计			527	70.08%		5766.11	63.92%
人工 植被	人工用 材林	人工思茅松林、人工西 南桦林、人工桉树林		15.97	2.13%	输水工程区的中 部和南部区域	945.02	10.48%
	人工经 济林	小粒咖啡、澳洲坚果、 茶等		20.51	2.73%	村寨周边及公 路附近	289.81	3.21%
	耕地植被			188.47	25.06%	输水工程区的中 部和南部区域	2019.19	22.39%
	小计			224.95	29.92%	/	3254.02	36.08%

评价区自然植被包括山地雨林、季风常绿阔叶林、暖温性落叶阔叶林、暖温性针叶林、热性灌丛类型。自然植被面积累计 5766.11hm²，占评价区面积的 63.92%。

1) 山地雨林

评价区山地雨林面积 61.46hm²，占评价区面积的 6.81%，主要分布于黄草坝水库枢纽工程区河谷。根据乔木层物种组成，分为 2 个群系，即泡腺血桐林、四角蒲桃林。

(1) 泡腺血桐林

泡腺血桐是评价区内海庆河、南板河两岸主要的植物群落，是一类典型的山地雨林受到河水冲刷和长历史耕作强烈干扰后形成的次生植被类型。之所以将其纳为山地

雨林植被类型中，是由于目前该群落中的乔木幼树有比例较高的常见雨林树种，如四角蒲桃 *Syzygium tetragonum*、山楝 *Aphanamixis polystachya*、竹节树 *Carallia brachiata*、毛叶藤春 *Alphonsea mollis* 等，且河谷底部的气候终年较为湿热，适合此类植被的发育生存，若在长期植物群落动态演替的角度来看，这些区域的植被会成为较为典型的山地雨林。

群落乔木层高约 15m，胸径在 5.0cm~16.7cm 之间，盖度在 70%~85%之间，分层现象不明显；主要树种有泡腺血桐 *Macaranga pustulata*、粗糠柴 *Mallotus philippensis*、西南桦 *Betula alnoides*、云南银柴 *Aporosa yunnanensis*、中平树 *Macaranga denticulata*、普文楠 *Phoebe puwenensis*、茶梨 *Anneslea fragrans*、红锥 *Castanopsis hystrix*，其他伴生树种还可见翅果麻 *Kydia calycina*、粗壮润楠 *Machilus robusta*、白花羊蹄甲、钝叶黄檀 *Dalbergia obtusifolia*、红木荷、越南安息香 *Styrax tonkinensis*、山楝、四角蒲桃等。

灌木层高在 5m 以下，一般高约 3m，盖度在 40~50%之间；主要物种有三桠苦 *Melicope pteleifolia*、竹节树、钝叶桂 *Cinnamomum bejolghota*、海南草珊瑚 *Sarcandra glabra* subsp. *brachystachys*、滇南红厚壳 *Calophyllum polyanthum*、毛叶脚骨脆 *Casearia velutina*、五瓣子楝树 *Decaspermum parviflorum* 等，其他零星出现的物种还有紫珠 *Callicarpa bodinieri*、猪肚木 *Canthium horridum*、假黄皮 *Clausena excavata*、当归藤 *Embelia parviflora*、毛叶藤春、野香橛花 *Capparis bodinieri*、南方紫金牛 *Ardisia thyrsoiflora*、木奶果 *Baccaurea ramiflora*、浅裂罗伞 *Brassaiopsis hainla*、白毛算盘子 *Glochidion arborescens*、木锥花 *Gomphostemma arbusculum* 等。

草本层一般高在 1m 以下，盖度在 20%~40%之间；主要物种有大羽新月蕨 *Pronephrium nudatum*、地毯草 *Axonopus compressus*、白茅 *Imperata cylindrica*、棕叶狗尾草 *Setaria palmifolia*、棕鳞铁角蕨 *Asplenium yoshinagae*、破坏草 *Ageratina adenophora*、裂叶秋海棠 *Begonia palmata*、滇线蕨 *Leptochilus ellipticus* var. *pentaphyllus*、光亮瘤蕨 *Phymatosorus cuspidatus*、高秆珍珠茅 *Scleria terrestris*、单子卷柏 *Selaginella monospora*，其他伴生物种还有小叶荩草 *Arthraxon lancifolius*、滇南天门冬 *Asparagus subscandens*、粗喙秋海棠 *Begonia longifolia*、大叶仙茅 *Curculigo capitulata*、尖舌苣苔 *Rhynchoglossum obliquum*、齿牙毛蕨 *Cyclosorus dentatus*、爵床 *Justicia procumbens*、铜锤玉带草 *Lobelia nummularia*、蜂斗草 *Sonerila cantonensis*、

云南草蔻 *Alpinia blepharocalyx*、蒙自凤仙花 *Impatiens mengtszeana*、浆果薹草 *Carex baccans* 等。

层间植物以藤本植物为主，少见附生植物；常见物种有苍白秤钩风 *Diploclisia glaucescens*、黄毛黧豆 *Mucuna bracteata*、十字崖爬藤 *Tetrastigma cruciatum*、崖姜 *Aglaomorpha coronans*、密花石豆兰 *Bulbophyllum odoratissimum*、美柱兰 *Callostylis rigida*、裸叶石韦 *Pyrrosia nuda*、白点兰 *Thrixspermum centipeda*、菝葜 *Smilax china* 等。

(2) 四角蒲桃林

四角蒲桃林是评价区内目前最典型的一类山地雨林，主要分布于海庆河河谷。该河谷区域的植被历史上干扰强度较低，保存状况相对较好，有一定量的大树存在。

群落的乔木层高在 18m 以下，胸径在 10cm~30cm 之间，盖度在 70%~80% 之间；主要树种有四角蒲桃、木竹子 *Garcinia multiflora*、西南桦、秋枫、竹节树、窄叶半枫荷 *Pterospermum lanceifolium*、假柿木姜子 *Litsea monopetala*、南酸枣 *Choerospondias axillaris*、披针叶楠 *Phoebe lanceolata*、普文楠等；其他零星伴生树种有粗壮润楠、剑叶木姜子 *Litsea lancifolia*、山鸡椒 *Litsea cubeba*、越南安息香、大叶桂樱 *Laurocerasus zippeliana*、短刺锥 *Castanopsis echinocarpa*、木奶果、钝叶桂、深绿山龙眼 *Helicia nilagirica*、云南黄杞 *Engelhardia spicata*、南亚泡花树 *Meliosma arnottiana* 等。

群落灌木层一般高约 3.5m，盖度在 30%~50% 之间；主要物种有密花树 *Myrsine seguinii*、刺通草 *Trevesia palmata*、齿叶黄皮 *Clausena dunniana*、三桠苦、云南臀果木 *Pygeum henryi*、思茅厚皮香 *Ternstroemia simaoensis*、猴耳环 *Archidendron clypearia*、包疮叶 *Maesa indica*、褐叶柄果木 *Mischocarpus pentapetalus*、毛狗骨柴 *Diplospora fruticosa*、毛杜茎山 *Maesa permollis*，其他伴生物种还有毛叶脚骨脆、金毛狗 *Cibotium barometz*、棒果榕 *Ficus subincisa*、大果刺篱木 *Flacourtia ramontchi*、假苹婆 *Sterculia lanceolata*、歧序苕麻 *Boehmeria polystachya*、五瓣子楝树、山香圆 *Turpinia montana*、云南裸花 *Gymnanthes remota*、西南粗叶木 *Lasianthus henryi* 等。

草本层高在 1m 以下，盖度在 30%~40% 之间；主要物种有阔叶鳞盖蕨 *Microlepia platyphylla*、红色新月蕨 *Pronephrium lakhimpurens*、高秆珍珠茅、斑鸠菊 *Vernonia esculenta*、海芋 *Alocasia odora*、齿牙毛蕨、弓果黍 *Cyrtococcum patens*、盘托楼梯草 *Elatostema dissectum*，其他伴生物种还可见线纹香茶菜 *Isodon lophanthoides*、黑

刺蕊草 *Pogostemon nigrescens*、蜂斗草、美叶车前蕨 *Antrophyum callifolium*、大叶仙茅、白花蛇舌草 *Hedyotis diffusa*、毛果珍珠茅 *Scleria levis*、锯叶合耳菊 *Synotis nagensium*、云南堇菜 *Viola yunnanensis*、穿鞘花 *Amischotolype hispida*、地耳草 *Hypericum japonicum*、滇南天门冬、十字藁草 *Carex cruciata*、盾座苣苔 *Epithema carnosum*、舞花姜 *Globba racemosa*、云南草蔻等。

层间植物较为丰富，藤本和附生植物均较多，常见物种有夜花藤 *Hypserpa nitida*、大百部 *Stemona tuberosa*、密花石豆兰、美柱兰、伏石蕨 *Lemmaphyllum microphyllum*、巢蕨 *Asplenium nidus*、爬树龙 *Rhaphidophora decursiva*、尖叶瓜馥木 *Fissistigma acuminatissimum*、尾尖爬藤榕 *Ficus sarmentosa* var. *lacrymans*、钝叶金合欢 *Acacia farnesiana*、扁担藤 *Tetrastigma planicaule*。

2) 季风常绿阔叶林

评价区季风常绿阔叶林面积 2240.60hm²，占评价区面积的 24.84%，主要分布于黄草坝水库枢纽工程区，此外零星残存于输水线路局部区域，海拔约 1100m~1680m 范围。根据乔木层物种组成，分为 4 个群系，即红木荷-泥椎柯林、红锥林、小果锥林以及华南石栎林。

(1) 红木荷-泥椎柯群落

该群落类型广泛分布于评价区中上部山体上，与思茅松林往往分布于山体不同的坡向上。

群落的乔木层高在 15m 以下，胸径在 8cm~18cm 之间，盖度在 70%~80%之间；常见树种有红木荷、泥椎柯 *Lithocarpus fenestratus*、短刺锥、枹丝锥 *Castanopsis calathiformis*、潺槁木姜子 *Litsea glutinosa*、截果柯 *Lithocarpus truncatus*、茶梨、密花树、黄药大头茶 *Polyspora chrysandra*、短尾鹅耳枥 *Carpinus londoniana*、普文楠、红皮水锦树 *Wendlandia tinctoria* subsp. *intermedia*、越南安息香，其他伴生树种还可见耳叶柯 *Lithocarpus grandifolius*、思茅黄肉楠 *Actinodaphne henryi*、思茅青冈 *Cyclobalanopsis xanthotricha*、大果刺篱木、深绿山龙眼、南亚泡花树、野漆 *Toxicodendron succedaneum*、云南黄杞、云南银柴等。

群落灌木层一般高约 2m，盖度在 30%~40%之间；主要物种有尾叶血桐 *Macaranga kurzii*、粗毛水锦树 *Wendlandia tinctoria* subsp. *barbata*、三桠苦、云南银

柴、小花野葛 *Pueraria stricta*，其他伴生物种还可见当归藤、岗桉 *Eurya groffii*、构树 *Broussonetia papyrifera*、红花木樨榄 *Olea rosea*、五月茶 *Antidesma bunius*、楹树 *Albizia chinensis*、猴耳环、斑鸠菊、猪肚木、对叶榕 *Ficus hispida*、包疮叶、毛杜茎山、余甘子 *Phyllanthus emblica*、假苹婆、棒果榕、山香圆、刺通草、五瓣子楝树、厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera*、网脉山龙眼 *Helicia reticulata* 等。

草本层高在 0.6m 以下，盖度在 20%~30%之间；主要物种有棕叶狗尾草、渐尖楼梯草 *Elatostema acuminatum*、狗脊 *Woodwardia japonica*、云南复叶耳蕨 *Arachniodes henryi*、地毯草、裂叶秋海棠、弓果黍、线纹香茶菜、火炭母 *Polygonum chinense*、大羽新月蕨 *Pronephrium gymnopteridifrons*、牛白藤 *Hedyotis hedyotideia*、高秆珍珠茅，其他伴生物种有大叶仙茅、白花蛇舌草、地耳草、块茎卷柏 *Selaginella chrysocaulos*、锯叶合耳菊、十字薹草、齿牙毛蕨、山菅 *Dianella ensifolia*、舞花姜、糯米团 *Gonostegia hirta*、长羽芽胞耳蕨 *Polystichum attenuatum*、滇南天门冬、蜂斗草、滇黄精 *Polygonatum kingianum*。

层间植物较为丰富，藤本和附生植物均较多，常见物种有单叶铁线莲 *Clematis henryi*、鸡矢藤 *Paederia foetida*、滇五味子 *Schisandra propinqua*、密花石豆兰、美柱兰、石韦 *Pyrrosia lingua*、麦穗石豆兰 *Bulbophyllum orientale*、密花豆 *Spatholobus suberectus*、象鼻藤 *Dalbergia mimosoides*、麻栗坡小花藤 *Ichnocarpus malipoensis* 等。

(2) 红锥林 Form. *Castanopsis hystrix*

此类植被主要分布于坝址右岸及坝址左岸、输水管线等地。乔木层高 7m~15m，胸径可达 50cm，盖度 50%~80%，以红锥 *Castanopsis hystrix* 为优势种，伴生有麻楝 *Chukrasia tabularis* var. *tabularis*、思茅青冈、思茅栲 *Castanopsis ferox*、普文楠、短尾鹅耳枥、细青皮 *Altingia excelsa*、竹节树、滇新樟 *Neocinnamomum caudatum*、肉实树 *Sarcosperma arboreum*、灰牡荆 *Vitex canescens*、尖叶桂樱 *Laurocerasus undulata*、新乌檀 *Neonauclea griffithii*、云南崖摩 *Amoora yunnanensis*、剑叶木姜子等。

灌木层物种较丰富，层盖度 30%~40%，主要有杯状栲 *Castanopsis calathiformis*、华南石栎 *Lithocarpus fenestratus*、毛枝青冈 *Cyclobalanopsis helferiana*、黄葛榕 *Ficus lacor*、厚壳树 *Ehretia acuminata* var. *obovata*、常绿榆 *Ulmus lanceaefolia*、楹树、掌裂柏那参、围涎树 *Abarema clypearia*、南亚泡花树、滨木患 *Arytera litoralis*、白颜树

Gironniera subaequalis、钝叶桂、绒毛番龙眼 *Pometia tomentosa*、卵叶悬钩子 *Rubus obcordatus*、艾胶算盘子 *Glochidion lanceolarium*、长冠越桔 *Vaccinium harmandianum*、大叶斑鸠菊 *Vernonia volkameriifolia*、棒果榕、樟叶胡椒 *Piper polysyphorum*、椴叶山麻杆 *Alchornea tiliifolia* 等。

草本层盖度 10%~20%，高可达 2m，主要种类有酸味秋海棠 *Begonia acetosella*、疏叶蹄盖蕨 *Athyrium dissitifolium*、紫茎泽兰、毛蕨 *Cyclosorus interruptus*、野芭蕉 *Musa wilsonii*、狭翅短肠蕨 *Allantodia alata*、楼梯草 *Elatostema involucratum*、鼠麴草 *Gnaphalium affine*、柊叶 *Phrynium capitatum*、华山姜 *Alpinia chinensis*、三轴凤尾蕨 *Pteris longipes*、云南莎草 *Cyperus duclouxii* 等。

藤本及附生植物有三叶野木瓜 *Stauntonia brunoniana*、羽叶金合欢 *Acacia pennata*、青江藤 *Celastrus hindsii*、西南悬钩子 *Rubus assamensis*、三叶崖爬藤 *Tetrastigma hemsleyanum*、通光散 *Marsdenia tenacissima*、牛栓藤 *Connarus paniculatus*、独籽藤 *Celastrus monospermus*、毛枝崖爬藤 *Tetrastigma obovatum*、厚果崖豆藤 *Millettia pachycarpa*、珍珠榕 *Ficus sarmentosa* var. *henryi*、毛过山龙 *Rhaphidophora hookeri* 等。

(3) 小果锥林 Form. *Castanopsis fleuryi*

本类型主要分布于枢纽工程区(放空洞、河谷底部)等区域。乔木层高 7m~15m，胸径 15cm~30cm，盖度 50%~80%，以小果锥 *Castanopsis fleuryi* 为优势种，伴生有红木荷、西南桦、思茅松 *Pinus kesiya* var. *langbianensis*、华南石栎、密花树 *Rapanea neriifolia*、杯状栲、茶梨、毛杨梅 *Myrica esculenta*、山胡椒 *Lindera glauca*、母猪果、米饭花 *Lyonia ovalifolia*、四角蒲桃等。

灌木层种类丰富，层盖度 20%~30%，主要种类有野柿 *Diospyros kaki* var. *sylvestris*、三股筋香 *Lindera thomsonii*、红梗润楠 *Machilus rufipes*、川楝 *Melia toosendan*、白楸 *Mallotus paniculatus*、思茅栲、水东哥 *Saurauia tristyla* var. *tristyla*、假木荷 *Craibiodendron stellatum*、四果野桐 *Mallotus tetracoccus*、木紫珠 *Callicarpa arborea*、嘉赐木 *Casearia balansae*、红花木犀榄 *Olea rosea*、岗桉、垂枝水锦树 *Wendlandia pendula*、乌饭 *Vaccinium bracteatum*、杜茎山 *Maesa japonica*、五瓣子楝树、三桠苦 *Euodia lepta* var. *lepta*、尖子木 *Oxyspora paniculata*、广东楸木 *Aralia armata*、粗叶榕 *Ficus hirta* var. *hirta* 等。

草本层植物种类丰富，层盖度 10%~20%，高可达 2m，主要种类有紫茎泽兰、大芒萁 *Dicranopteris ampla*、剪股颖 *Agrostis clavata*、粽叶芦 *Thysanolaena maxima*、蕨 *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*、金毛狗、长尖莎草 *Cyperus cuspidatus*、羊耳菊 *Inula cappa*、云南可爱花 *Eranthemum splendens*、狗脊蕨、蜈蚣草 *Eremochloa ciliaris*、锯叶合耳菊等。

藤本植物有主要有青江藤、巴豆藤 *Craspedolobium schochii*、西南菝葜 *Smilax bockii*、宿苞豆 *Shuteria involucrata*、大红泡 *Rubus eustephanos*、大金刚藤 *Dalbergia dyeriana*、短齿石豆兰 *Bulbophyllum griffithii* 等。

(4) 华南石栎林 Form. *Lithocarpus fenestratus*

在输水管线局部较陡峻生境，零星分布。乔木层盖度 50%~70%，高度 5m~13m，胸径 8cm~20cm，主要有华南石栎 *Lithocarpus fenestratus* 为优势种，伴生有西南桦 *Betula alnoides*、思茅松 *Pinus kesiya* var. *langbianensis*、中平树 *Macaranga denticulata*、山合欢 *Albizia kalkora*、杯状栲 *Castanopsis calathiformis* 等。

灌木层盖度 20%~40%，高 1m~3m，常见旱冬瓜 *Alnus nepalensis*、红椿 *Toona ciliata* var. *ciliata*、绒毛钓樟 *Lindera floribunda*、垂枝水锦树 *Wendlandia pendula*、包疮叶 *Maesa indica*、算盘子 *Glochidion puberum*、盐肤木 *Rhus chinensis* var. *chinensis* 等。

草本层盖度约 10%~20%，主要有剪股颖 *Agrostis clavata*、紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、刚莠竹 *Microstegium ciliatum*、鬼针草 *Bidens pilosa* var. *pilosa*、牡蒿 *Artemisia japonica*、粽叶芦 *Thysanolaena maxima*、红鳞扁莎 *Pycnus sanguinolentus*、金丝草 *Pogonatherum crinitum*、粘毛白酒草 *Conyza leucantha*、毛脚金星蕨 *Parathelypteris hirsutipes*、山菅兰 *Dianella ensifolia*、蕨 *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum* 等。

藤本植物零星分布，常见有掌叶悬钩子 *Rubus pentagonus*、毛木通 *Clematis buchananiana*、见血飞 *Caesalpinia cucullata*、羽叶金合欢 *Acacia pennata*、细圆藤 *Pericampylus glaucus*、少果南蛇藤 *Celastrus rosthornianus*、木防己 *Cocculus orbiculatus* 等。

2) 暖温性落叶阔叶林

评价区暖温性落叶阔叶林面积小，为 743.64hm²，占评价区植被面积的 8.24%，评价区暖温性落叶阔叶林是当地常绿阔叶林和暖热性针叶林被不断砍伐后形成的次生林，零星片段化分布于季风常绿阔叶林或思茅松林中。仅有 1 个群系，即西南桦林。

(1) 西南桦林 Form. *Betula alnoides*

零星分布在枢纽工程区、输水线路区附近。乔木层盖度 30%~70%，高达 18m，胸径可达 30cm，以西南桦为优势种，伴生有思茅松、旱冬瓜 *Alnus nepalensis*、红木荷、华南石栎、楹树等。

灌木层盖度 20%~30%，高 1m~3m，常见杜英 *Elaeocarpus decipiens*、红椿、粗穗石栎 *Lithocarpus elegans*、滇新樟 *Neocinnamomum caudatum*、秧青 *Dalbergia assamica*、粗糠柴、灰毛浆果楝 *Cipadessa cinerascens*、浆果楝 *Cipadessa baccifera* 等。

草本层盖度 30%~50%，高可达 2m，常见紫茎泽兰、剪股颖、蕨、大芒萁 *Dicranopteris ampla*、粽叶芦、长尖莎草、狗脊蕨、羊耳菊等。

层间植物主要有西南菝葜、大红泡、巴豆藤、宿苞豆 *Shuteria involucrata*、多蕊木 *Tupidanthus calyptratus*、短齿石豆兰等。

3) 暖热性针叶林

评价区的暖热性针叶林为思茅松林，是项目区自然植被中面积最大、分布最广的类型，面积达 2103.44hm²，占评价区面积的 23.32%。海拔 1080m~1750m。仅有 1 个群系，即思茅松林。

(1) 思茅松林 Form. *Pinus kesiya* var. *langbianensis*

在大坝枢纽、输水管线等区域有大面积分布。乔木层高达 30m，胸径最大达 60cm，层盖度 30%~60%，以思茅松为优势种，伴生有红木荷、毛枝青冈、槲栎 *Quercus aliena*、乌墨 *Syzygium cumini*、银柴、钝叶黄檀、银叶栲 *Cestanopsis argyrophylla* 等。

灌木层种类丰富，层盖度 15%~40%，常见思茅松、余甘子、秧青、华南石栎、西南桦、红椿、尼泊尔海桐 *Pittosporum napaulense*、麻楝、密花树、槟榔青 *Spondias pinnata*、无梗钓樟 *Lindera tonkinensis* var. *subsessilis*、山合欢、浆果楝等。

草本层植物种类丰富，层盖度 20%~50%，高 1m 左右，主要有剪股颖、金毛狗、粽叶芦、蕨、金发草、野古草 *Arundinella anomala*、羊耳菊、沿阶草 *Ophiopogon bodinieri*、铁线蕨 *Adiantum capillus-veneris*、凤尾蕨 *Pteris nervosa*、山菅兰、野雉尾金粉蕨 *Onychium japonicum*、旱蕨 *Pellaea nitidula* 等。

群落中零星分布藤本植物，如羽叶金合欢、土蜜藤 *Bridelia stipularis*、细圆藤 *Pericampylus glaucus*、酸藤子 *Embelia laeta*、穿鞘菝葜 *Smilax perfoliata* 等。

4) 热性灌丛

评价区灌丛分布于土层较瘠薄的砂岩区域,是在当地的原生植被遭反复破坏—火烧、砍伐、放牧等人为干扰的情况下形成的、片段化的次生群落。面积 616.97hm²,占评价区面积的 6.84%。划分为 1 种群系,即余甘子-灰毛浆果楝灌丛。

(1) 余甘子-灰毛浆果楝灌丛 Form. *Phyllanthus emblica*+*Cipadessa cinerascens*

评价区群落以灌木为主,主要分布于输水管线附近。乔木层盖度 5%,高度 8m,物种有台湾相思 *Acacia confusa*。

灌木层盖度 20%~50%,高 1m~4m,种类混杂,以余甘子和灰毛浆果楝 *Cipadessa cinerascens* 为优势种,伴生有野牡丹、鸡嗉子榕 *Ficus semicordata*、四籽柳 *Salix tetrasperma*、清香木 *Pistacia weinmannifolia*、苧麻 *Boehmeria nivea* var. *nivea*、盐肤木、构树、野漆、算盘子等。

草本层发达,盖度达到 50%左右,高 1m~3m。组成种类较多,主要以多花蒿 *Artemisia myriantha* var. *myriantha*、刚莠竹、五节芒 *Miscanthus floridulus*、粽叶芦、肿柄菊 *Tithonia diversifolia*、金发草 *Pogonatherum paniceum*、硬秆子草 *Capillipedium assimile*、蜈蚣草等。

群落中的藤本植物较少,个体数量不多。常见的如大金刚藤、飞蛾藤 *Porana racemosa* var. *racemosa* 等。

5) 人工植被

评价区的人工植被包括人工用材林、人工经济林和耕地植被,累计面积 3254.02hm²,占评价区面积的 36.08%。

(1) 人工用材林

项目区沿线的人工用材林包括人工桉树林、人工思茅松林、人工西南桦林,主要分布于项目输水工程区的中部和南部区域,尤其是宁洱县至思茅区范围。如项目终点纳贺水库附近,是大面积人工种植的思茅松林和西南桦林。评价区人工林累计面积 945.02hm²,占评价区面积的 10.48%。

(2) 人工经济林

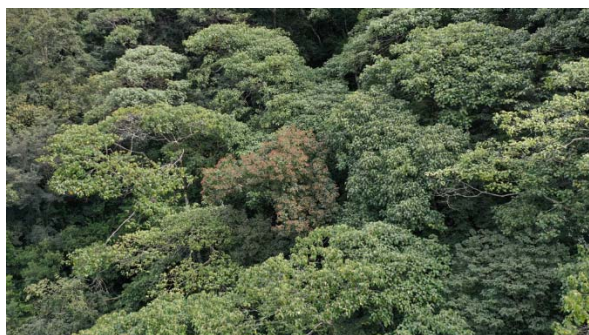
评价区沿线人工经济林分布广,主要种植小粒咖啡、澳洲坚果、茶等,零星或小片分布于村寨周边及公路附近,其分布面积小,为 289.91hm²,占评价区面积的 3.21%,

零星分布。

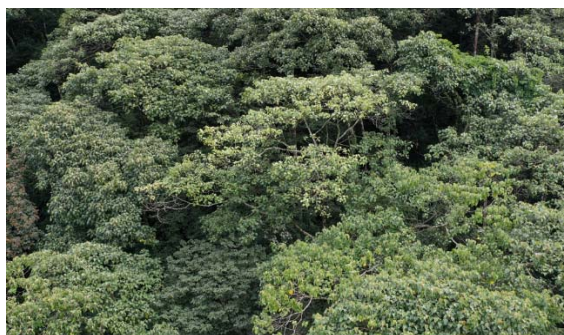
(3) 耕地植被

项目区耕地的面积大，为评价区主要的土地面积，共 2019.19hm²，占评价区面积的 22.39%，分布于项目区各地，以项目区中部和南部较集中，包括水田植被、旱地植被，以及少量轮歇地。水田主要种植水稻，旱地种植双季稻，但是近 20 年来，均种植一季。旱地主要种植玉米、小麦、烤烟以及各种蔬菜等。

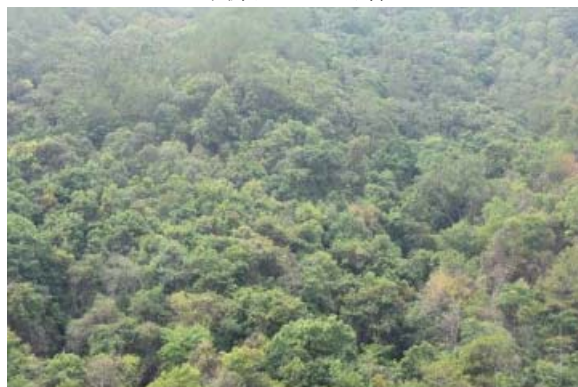
另外，当地还有少量轮歇地，此类耕地多为多年轮歇，部分休耕多年的轮歇地已向热性灌草丛演替，此类耕地在休耕期多为各种阳性入侵杂草覆盖，物种组成常以某种为优势，生物多样性总体较低。上述各种人工植被中，耕地植被为单优人工群落，缺乏生物多样性。



评价区山地雨林



评价区山地雨林



评价区季风常绿阔叶林



评价区季风常绿阔叶林



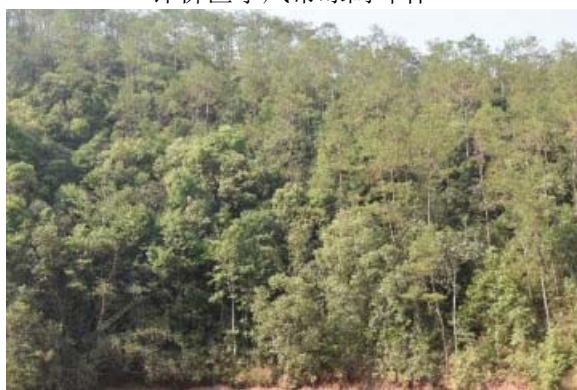
评价区季风常绿阔叶林



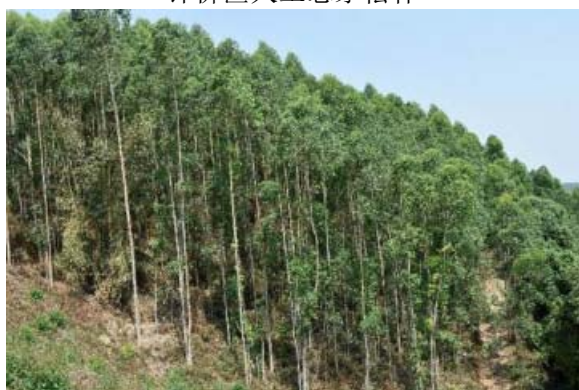
评价区季风常绿阔叶林



评价区人工思茅松林



评价区人工思茅松林



评价区人工桉树林



评价区人工桉树林



评价区人工西南桦林



评价区人工西南桦林

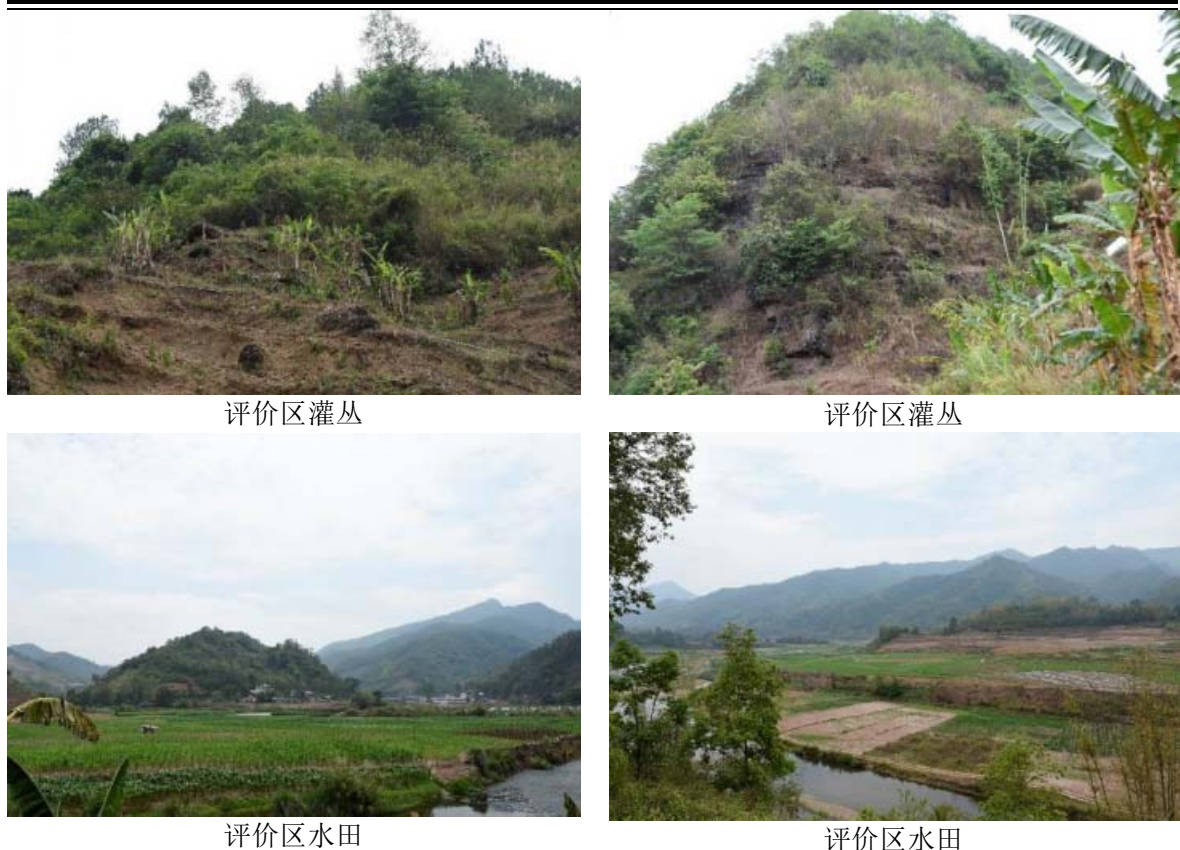


图 4.2.4-1 评价区典型植被现场照片

4.2.4.3 植被分布及演替规律

a) 评价区植被分布规律

黄草坝水库工程库区位于云南省南部普洱市景谷县，输水管道途经宁洱县、思茅区，到达思茅区北城郊区的纳贺水库，纵向跨度达 100km。本区域的地带性植被类型是季风常绿阔叶林。但是，评价区是农业生产历史悠久的农耕区，也是村寨、城镇较发达的地区。在人类长期干扰影响下，评价区的原生植被类型——季风常绿阔叶林、暖热性针叶林基本消失，仅残存于局部陡峻沟箐生境中。评价区的原生植被类型多被次生季风常绿阔叶林、次生暖热性针叶林、次生落叶阔叶林、次生灌丛人工林、耕地等所替代。

从地域上看，黄草坝水库枢纽工程区及周边人为干扰相对较少，原生植被保存较多，以季风常绿阔叶林为主，尤其是沟箐及阴坡，主要是锥类林。在山体底部分布有次生的山地雨林。此外在山坡、阳坡分布较多的暖温性针叶林，自然植被的面积和比例较高。

输水线路区，离开河谷生境后，村寨、耕地逐渐增多，人为活动程度提高，现状植被主要以思茅松林为主，在较陡峻的沟箐或阴坡残存少量残存的季风常绿阔叶林。同时人工用材林、经济林和耕地的面积和比例明显增加。

在河谷主河道两岸区域，耕地较多，人为利用程度高，自然植被保留较少，残存的自然植被类型多以暖热性灌丛为主。

综上，评价区自然植被的面积自北而东南逐渐减少，各种人工植被和耕地的面积自北而南面积逐渐增加，正好反映了评价区自北向南人口密度增加，城镇化程度持续增加的特点。

b) 评价区植被演替规律

本工程区总体处于普洱市景谷县东部、贯穿宁洱县中部、终止于思茅区北部，属于该区域的低山河谷区域，评价区村寨、耕地、公路较多，受农业生产等人为活动的长期影响，评价区的原生自然植被大量消失或改变，次生植被及人工植被显著增加。调查表明，评价区的自然植被类型包括 5 个植被型、5 个植被亚型。5 个植被型分别是雨林、常绿阔叶林、落叶阔叶林、暖性针叶林、灌丛；5 个植被亚型分别是山地雨林、季风常绿阔叶林、暖温性落叶阔叶林、暖热性针叶林、暖热性灌丛。

从评价区所处的地理区域、海拔范围及气候条件看，评价区的原生植被是季风常绿阔叶林和暖热性针叶林(思茅松林)；其他植被类型，如暖温性落叶阔叶林(西南桦林)、暖热性灌丛是上述原生植被遭到不断干扰利用后形成的次生植被类型。其演变关系大致如下：

原生季风常绿阔叶林→次生季风常绿阔叶林→暖热性灌丛；

原生暖热性针叶林→次生暖热性针叶林→暖温性落叶阔叶林→次生灌丛。

4.2.4.4 植被覆盖度

评价区植被覆盖度统计见表 4.2.4-2。

表 4.2.4-2 评价区植被覆盖度统计表

植被覆盖度	面积(hm ²)	占比(%)
0~0.2	1387.31	14.03%
0.2~0.4	1076.54	10.88%
0.4~0.6	3038.85	30.72%
0.6~0.8	2732.65	27.63%
0.8~1	1655.79	16.74%
总计	9891.13	100.00%

由上表可知，植被覆盖度在 0.6~0.8 的区域占评价区总面积的 16.74%，植被覆

盖度大于 0.8 的区域占评价区总面积的 16.74%。植被覆盖度较高的区域主要在枢纽区水库淹没线以上、五湖国家湿地公园和小黑江森林公园等敏感区附近、铁厂河和思茅河两岸。

4.2.5 植物资源

4.2.5.1 维管植物科属种构成

评价区记录到维管植物 1312 种，隶属于 165 科、680 属。其中，蕨类植物 23 科 56 属 151 种；裸子植物 3 科 4 属 5 种；被子植物 139 科 620 属 1156 种。评价区野生维管束植物科、属、种数量分别占云南省维管束植物总科数、总属数和总种数的 55.18%、31.73%和 7.91%，占全国维管束植物总科数、总属数、总种数的 39.29%、19.74%和 4.19%。

评价区本工程评价区南部跨度较大，生境类型多样，农业生产历史悠久，而耕地、园地和人工林所占比例较大，自然植被保存不多。就云南省横向比较而言，本工程评价区植物物种资源的丰富度处于中等水平。

表 4.2.5-1 评价区维管植物科属种数量统计表

项目	蕨类植物			种子植物						维管束植物		
				裸子植物			被子植物					
	科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种
评价区	23	56	151	3	4	5	139	620	1156	165	680	1312
云南省	59	158	1500	10	32	81	230	1953	15000	299	2143	16581
全国	63	224	2600	11	36	190	346	3184	28500	420	3444	31290
占云南省比例 (%)	38.98	35.44	10.07	30.00	12.50	6.17	60.43	31.75	7.71	55.18	31.73	7.91
占全国比例(%)	36.51	25.00	5.81	27.27	11.11	2.63	40.17	19.47	4.06	39.29	19.74	4.19

注：数据来源，云南蕨类植物(李雪梅，陆树刚等，2015 年)，云南种子植物(吴征镒，2006 年)；中国蕨类植物(吴兆洪，1991 年)，中国种子植物(吴征镒，2011 年)。

4.2.5.2 种子植物属的区系特征

评价区分布种子植物 624 属，非世界分布属 592 属。其中，热带类型的属 489 属(分布区类型 2~7)，占非世界分布属 592 属的 82.60%；温带类型的属 99 属(分布区类型 8~14)，占非世界分布属 592 属的 16.72%。该数字表明，评价区热带植物区系较为明显。所有这些属中，以泛热带分布的属(分布区类型 2)最为突出，计 152 属，

占评价区野生种子植物总属数的 25.68%；其次为热带亚洲分布的属(分布区类型 7)，计 138 属，占评价区总属数的 23.31%。数据表明评价区的植物区系与泛热带植物区系和热带亚洲植物区系的联系最为密切。

表 4.2.5-2 评价区野生种子植物属的分布区类型统计表

类型	属分布区	属数	占比 %
1	世界分布	32	/
2	泛热带分布	152	25.68
3	热带亚洲和热带美洲间断分布	25	4.22
4	旧世界热带分布	65	10.98
5	热带亚洲至热带大洋洲分布	64	10.81
6	热带亚洲至热带非洲分布	45	7.60
7	热带亚洲(印度-马来西亚)分布	138	23.31
	热带属合计(2~7)	489	82.60
8	北温带分布	40	6.76
9	东亚和北美洲间断分布	18	3.04
10	旧世界温带分布	7	1.18
11	温带亚洲分布	2	0.34
12	地中海、西亚至中亚分布	3	0.51
13	中亚分布	0	0.00
14	东亚分布	29	4.90
	温带属合计(8~14)	99	16.72
15	中国特有分布	4	0.68
合计		624	100

4.2.5.3 重要物种

按照 2021 年修订颁布的《国家重点保护野生植物名录》(2021)，《云南省重点保护野生植物名录》(2023)，评价区分布国家重点保护野生植物 20 种，分布云南省重点保护野生植物 4 种。

a) 国家重点保护野生植物

评价区分布 20 种国家二级重点保护野生植物, 分别为: 福氏马尾杉 *Phlegmariurus fordii*、金毛狗蕨 *Cibotium barometz*、苏铁蕨 *Brainea insignis*、合果木 *Michelia baillonii*、金荞麦 *Fagopyrum dibotrys*、千果榄仁 *Terminalia myriocarpa*、槽纹红豆 *Ormosia striata*、红椿 *Toona ciliata*、虎头兰 *Cymbidium hookerianum*、豆瓣兰 *Cymbidium serratum*、墨兰 *Cymbidium sinense*、美花卷瓣兰 *Bulbophyllum rothschildianum*、矮石斛 *Dendrobium bellatulum*、长苏石斛 *Dendrobium brymerianum*、兜唇石斛 *Dendrobium cucullatum*、小黄花石斛 *Dendrobium jenkinsii*、石斛 *Dendrobium nobile*、球花石斛 *Dendrobium thyrsiflorum*、翅梗石斛 *Dendrobium trigonopus*、大苞鞘石斛 *Dendrobium wardianum*。

表 4.2.5-3 评价区国家重点保护植物

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	极小种群植物	分布区域(位置)	资料来源	工程是否占用	经纬度
1	福氏马尾杉	国家二级	无危	否	否	淹没区内	现场调查	是	23.521412N/100.932259E
2	苏铁蕨	国家二级	易危	否	否	混凝土系统西北侧 148m	现场调查	否	23.506946N/100.940344E
3						2#土料场西侧 65m		否	23.510799N/100.937525E
4						淹没区内		是	23.521414N 100.932289E
5						淹没区内		是	23.530146N 100.952179E
6						淹没区外		否	23.525724N 100.945816E
7						淹没区外		否	23.510036N 100.940254E
8						淹没区内		是	23.520866N 100.933250E
9	金毛狗	国家二级	/	否	否	枢纽 1#弃渣场附近	现场调查	否	23.512856N/100.941528E
10						输水线路 YS1 附近		否	23.508481N/100.935634E
11						7#隧洞进口附近		否	22.845607N/100.956072E
12						淹没区内		是	23.521769N/100.931953E
13						淹没区内		是	23.538496N/100.926315E
14						淹没区内		是	23.540836N/100.923752E
15						淹没区内		是	23.522324N/100.931885E

表 4.2.5-3(续)

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	极小种群植物	分布区域(位置)	资料来源	工程是否占用	经纬度
16	合果木	国家二级	易危	否	否	坝址区	现场调查	是	23.514993N/100.933999E
17						坝址区		是	23.512844N/100.939796E
18						坝址区		是	23.515947N/100.941582E
19	金荞麦	国家二级	无危	否	否	坝址区	现场调查	是	23.518543N/100.932755E
20	千果榄仁	国家二级	近危	否	否	淹没区内	现场调查	是	23.541012N/100.924194E
21	千果榄仁	国家二级	近危	否	否	淹没区内	现场调查	是	23.541220N/100.924545E
22						淹没区内		是	23.524197N/100.931160E
23	槽纹红豆	国家二级	无危	否	否	淹没区内	现场调查	是	23.540644N/100.923691E
24						7#隧洞进口附近		否	22.848482N/100.954939E
25	红椿	国家二级	近危	否	否	淹没区内	现场调查	是	23.530819N/100.926285E
26						淹没区内		是	23.531679N/100.925911E
27						淹没区内		是	23.527840N/100.929169E
28						淹没区外		否	23.530235N/100.929016E
29						淹没区外		否	23.531300N/100.952957E
30						淹没区外		否	23.511604N/100.940834E
31						淹没区内		是	23.511171N/100.940834E
32						输水线路YS46附近		否	23.148191N/101.067124E
33						39#管桥附近		否	22.86398N/100.954059E
34	虎头兰	国家二级	近危	否	否	淹没区内	现场调查	是	23.541012N/100.924194E
35						淹没区内		是	23.541063N/100.924294E
36	豆瓣兰	国家二级	近危	否	否	淹没区外	现场调查	否	23.527176N/100.948257E
37	墨兰	国家二级	易危	否	否	淹没区内	现场调查	是	23.522280N/100.931473E
38	美花卷瓣兰	国家二级	极危	否	否	淹没区内	现场调查	是	23.522686N/100.931068E
39	矮石斛	国家二级	近危	否	否	淹没区内	现场调查	是	23.524776N/100.929260E
40	长苏石斛	国家二级	近危	否	否	淹没区内	现场调查	是	23.519032N/100.934601E
41						淹没区外		否	23.526093N/100.946030E
42	翅梗石斛	国家二级	易危	否	否	坝址区	现场调查	是	23.519917N/100.931557E

表 4.2.5-3(续)

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	极小种群植物	分布区域(位置)	资料来源	工程是否占用	经纬度
43	小黄花石斛	国家二级	近危	否	否	淹没区外	现场调查	否	23.527578N/100.929565E
44	石斛	国家二级	易危	否	否	淹没区内	现场调查	是	23.525255N/100.945160E
45						枢纽 1#弃渣场附近		否	23.517836N/100.941739E
46						坝址区		是	23.512905N/100.936708E
47						西萨村输水线路附近		否	23.229975N/101.032183E
48	球花石斛	国家二级		否	否	淹没区内	现场调查	是	23.525106N/100.944901E
49	大苞鞘石斛	国家二级	易危	否	否	淹没区外	现场调查	否	23.525696N/100.928360E
50	兜唇石斛	国家二级	易危	否	否	淹没区外	现场调查	否	23.531538N/100.953026E

1) 福氏马尾杉 *Phlegmariurus fordii*

福氏马尾杉为蕨类植物石杉科马尾杉属中型附生蕨类，国家二级保护野生植物。附生于竹林下阴处、山沟阴岩壁、灌木林下岩石上。产浙江、江西、福建、台湾、广东、香港、广西、海南、贵州、云南。日本、印度(东喜马拉雅)、锡金有分布。根据现场调查，福氏马尾杉在淹没区发现有 1 株。

2) 苏铁蕨 *Brainea insignis*

苏铁蕨为蕨类植物乌毛蕨科苏铁蕨属草本，国家二级保护野生植物。生山坡向阳地方。分布于富宁、西畴、河口、屏边、金平、绿春、江城、勐腊、景洪、勐海、缅甸、泰国、老挝、越南、柬埔寨等地。根据现场调查，苏铁蕨在淹没区内外发现有约 50 株，在混凝土系统西北侧 148m 分布有 5 株、在 2#土料场西侧 65m 分布有 1 株。

3) 金毛狗 *Cibotium barometz*

金毛狗为蕨类植物蚌壳蕨科金毛狗属草本，国家二级保护野生植物。生于山麓沟边及林下阴处酸性土上。分布于云南、贵州、四川南部、两广、福建、台湾、海南岛、浙江、江西和湖南南部(江华县)及印度、缅甸、泰国、印度支那、马来西亚、琉球及印度尼西亚等。根据现场调查，金毛狗在淹没区发现有 30 丛、在枢纽 1#弃渣场南侧 145m 分布有 1 丛、在输水线路 YS1 西侧 55m 发现有 2 丛和 7#隧洞进口东侧 68m 发现有多丛。

4) 合果木 *Paramichelia baillonii*

合果木当地称山桂花，为被子植物木兰科合果木属的高大乔木，国家二级重点保护植物。主要分布于景洪、勐腊、勐海、思茅、普洱、临沧、金平、绿春；越南、缅甸、柬埔寨、泰国等地。其材质坚硬，美观，抗虫防腐力强，为制造高级家具、重要建筑物的上等木材。根据现场调查，合果木在坝址区发现有 3 株。

5) 金荞麦 *Fagopyrum dibotrys*

金荞麦是蓼科荞麦属多年生草本，国家二级重点保护植物。产陕西、华东、华中、华南及西南，生山谷湿地、山坡灌丛。印度、锡金、尼泊尔、克什米尔地区、越南、泰国也有。根据现场调查，金荞麦在坝址区发现有 5 丛。

6) 千果榄仁 *Terminalia myriocarpa*

千果榄仁为被子植物使君子科榄仁树属的常绿乔木，国家二级重点保护植物产于广西(龙津)、云南(中部至南部)和西藏(墨脱)，为产区的习见上层树种之一。越南北部、泰国、老挝、缅甸北部、马来西亚、印度东北部、锡金也有分布。根据现场调查，千果榄仁在淹没区发现有 4 株。

7) 槽纹红豆 *Ormosia striata*

槽纹红豆为被子植物蝶形花科红豆树属的高大乔木，国家二级重点保护植物。主要分布于屏边、思茅、普洱、西双版纳；缅甸、泰国。木材为优良家具用材。根据现场调查，评价区的槽纹红豆在淹没区发现有 1 株、在 7#隧洞进口东侧 62m 有少量分布。

8) 红椿 *Toona ciliate*

红椿为被子植物楝科红椿属的高大乔木，国家二级重点保护植物。主要分布于云南的西南部、南部、东南部，同时广西、广东、印度东部、缅甸、泰国等地均有分布。其木材赤褐色，纹理通直，质软，耐腐，适宜建筑、车舟、茶箱、家具、雕刻等用材。树皮含单宁，可提制栲胶。红椿多分布于空旷的疏林、林缘、路边乃至耕地边。根据现场调查，在淹没区内约 50 株，在淹没区外约 250 株，在输水线路 YS46 西侧 291m 发现有 1 株、39#管桥东侧 255m 发现有 1 株。

9) 虎头兰 *Cymbidium hookerianum*

虎头兰为兰科兰属附生草本，国家二级重点保护植物。产广西西南部、四川西南部、贵州西南部、云南和西藏东南部，生于林中树上或溪谷旁岩石上。尼泊尔、不丹、

锡金、印度东北部也有分布。根据现场调查，虎头兰在淹没区发现有 5 株。

10) 豆瓣兰 *Cymbidium serratum*

豆瓣兰为兰科兰属附生草本，国家二级重点保护植物。生多岩石的地方、开阔的森林或排水良好的草坡。产贵州，湖北，四川，台湾，云南。根据现场调查，豆瓣兰在淹没区外发现有 3 株。

11) 墨兰 *Cymbidium sinense*

墨兰为兰科兰属附生草本，国家二级重点保护植物。产安徽南部、江西南部、福建、台湾、广东、海南、广西、四川、贵州西南部和云南。生于林下、灌木林中或溪谷旁湿润但排水良好的荫蔽处，海拔 300m~2000m。印度、缅甸、越南、泰国、日本琉球群岛也有分布。根据现场调查，墨兰在淹没区发现有 10 株。

12) 美花卷瓣兰 *Bulbophyllum rothschildianum*

美花卷瓣兰为兰科兰属附生草本，国家二级重点保护植物。产云南南部，生于海拔 1550m 的山地密林中树干上。分布于印度东北部。根据现场调查，美花卷瓣兰在淹没区发现有 1 株。

13) 矮石斛 *Dendrobium bellatulum*

矮石斛为兰科石斛属的附生草本，国家二级重点保护植物。产云南东南部至西南部，生于海拔 1250m~2100m 的山地疏林中树干上。分布于印度东北部、缅甸、泰国、老挝、越南。根据现场调查，矮石斛在淹没区发现有 1 株。

14) 长苏石斛 *Dendrobium brymerianum*

长苏石斛为兰科石斛属的附生草本，国家二级重点保护植物。产云南东南部至西南部，生于海拔 1100m~1900m 的山地林缘树干上。泰国、缅甸、老挝也有。根据现场调查，长苏石斛在淹没内发现有 20 株。

15) 翅梗石斛 *Dendrobium trigonopus*

翅梗石斛为兰科石斛属的附生草本，国家二级重点保护植物。产云南南部至东南部，生于海拔 1150m~1600m 的山地林中树干上。缅甸、泰国、老挝也有。根据现场调查，翅梗石斛在坝址区发现有 2 株。

16) 小黄花石斛 *Dendrobium jenkinsii*

小黄花石斛为兰科石斛属的附生草本，国家二级重点保护植物。产云南南部至东

南部，常生于海拔 700m~1300m 的疏林中树干上。分布于锡金、不丹、印度东北部、缅甸、泰国、老挝。根据现场调查，小黄花石斛在淹没区外发现有 3 株。

17) 石斛 *Dendrobium nobile*

石斛为兰科石斛属的附生草本，生长于山地林中树干上或山谷岩石上。主要分布于云南的民、石屏、沧源、勐腊、勐海、思茅、怒江河谷、贡山等地，印度、尼泊尔、锡金、不丹、缅甸等地也有分布。由于生境退化或直接采挖使野生种群数量明显减少。根据现场调查，石斛在淹没区内发现有 20 株。

18) 球花石斛 *Dendrobium thyrsiflorum*

球花石斛为兰科石斛属的附生草本，国家二级重点保护植物。产云南东南部经南部至西部，生于海拔 1100m~1800m 的山地林中树干上。分布于印度东北部、缅甸、泰国、老挝、越南。根据现场调查，球花石斛在淹没内发现有 30 株。

19) 大苞鞘石斛 *Dendrobium wardianum*

大苞鞘石斛为兰科石斛属的附生草本，国家二级重点保护植物。产云南东南部至西部，生于海拔 1350m~1900m 的山地疏林中树干上。分布于不丹、印度东北部、缅甸、泰国、越南。根据现场调查，大苞鞘石斛在淹没区外发现有 1 株。

20) 兜唇石斛 *Dendrobium cucullatum*

兜唇石斛为兰科石斛属的附生草本，国家二级重点保护植物。产广西西北部、贵州西南部、云南东南部至西部，生于海拔 400m~1500m 的疏林中树干上或山谷岩石上。分布于印度、尼泊尔、不丹、锡金、缅甸、老挝、越南、马来西亚。根据现场调查，兜唇石斛在淹没区外发现有 1 株。



混凝土系统西北侧苏铁蕨



2#土料场西侧苏铁蕨



枢纽 1#弃渣场南侧金毛狗



7#隧洞进口金毛狗



输水线路 YS1 西侧金毛狗



坝址区合果木



39#管桥东侧红椿



输水线路 YS46 西侧红椿



枢纽 1#弃渣场南侧石斛



坝址区石斛



淹没区内福氏马尾杉



淹没区外大苞鞘石斛



淹没区外长苏石斛



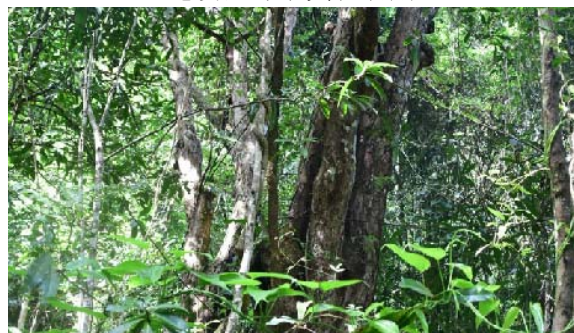
淹没区内虎头兰



淹没区外小黄花石斛



淹没区外兜唇石斛



淹没区千果榄仁



淹没区内球花石斛和石斛



图 4.2.5-1 评价区国家重点保护野生植物现场调查照片

b) 云南省重点保护野生植物

评价区分布有云南省重点保护野生植物 4 种,即长柄北油丹 *Alseodaphne petiolaris*、红马银花 *Rhododendron vialii*、白柱万代兰 *Vanda brunnea* 和矮万代兰 *Vanda pumila*。

表 4.2.5-4 评价区云南省重点保护野生植物

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	极小种群植物	分布区域(位置)	资料来源	工程是否占用	经纬度
1	长柄北油丹	省级	无危	否	否	坝址区	现场调查	是	23.512928N/100.940010E
2	红马银花	省级	易危	否	否	淹没区内	现场调查	是	23.529989N/100.952293E
3	白柱万代兰	省级	易危	否	否	淹没区外	现场调查	否	/
4	矮万代兰	省级	易危	否	否	淹没区外	现场调查	否	/

1) 长柄北油丹 *Alseodaphne petiolaris*

长柄北油丹为樟科北油丹属乔木, 云南省重点保护野生植物。分布于云南南部。生于干燥疏林或常绿阔叶林中。印度、缅甸也有分布。长柄北油丹在坝址区发现有 3 株分布。

2) 红马银花 *Rhododendron vialii*

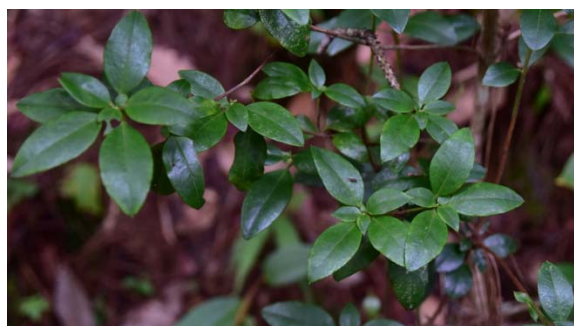
红马银花为杜鹃花科杜鹃花属常绿灌木，云南省重点保护野生植物。红马银花产云南南部。生于海拔 1200m~1800m，稀达 2800m 的灌丛中。老挝和越南北部交界地区也有分布。红马银花在淹没区内发现有 1 株分布。

3) 白柱万代兰 *Vanda brunnea*

白柱万代兰为兰科万代兰属的附生草本，云南省重点保护野生植物。产云南东南部至西南部。生于海拔 800m~1800m 的疏林中或林缘树干上。缅甸、泰国也有分布。

4) 矮万代兰 *Vanda pumila*

矮万代兰为兰科万代兰属的附生草本，云南省重点保护野生植物。产海南、广西西部、云南南部和西南部。海拔 900m~1800m，生于山地林中树干上。热带喜马拉雅的西北部、尼泊尔、锡金、不丹、印度东北部、缅甸、老挝、越南、泰国也有分布。



淹没区红马银花



坝址区长柄北油丹

图 4.2.5-2 评价区云南省重点保护野生植物现场调查照片

c) 红色物种受威胁植物

按照《中国生物多样性红色名录》中极危(Critically Endangered)、濒危(Endangered)和易危(Vulnerable)三个等级的物种，通常称为受威胁物种。据此，评价区记录到 39 种红色物种受威胁植物。其中，1 种属于极危等级：美花卷瓣兰 *Bulbophyllum rothschildianum*；8 种属于濒危等级：云南野独活 *Milusa tenuistipitata*、秧青 *Dalbergia assamica*、钝叶黄檀 *Dalbergia obtusifolia*、猴子瘿袋 *Artocarpus pithecolobium*、虎头兰 *Cymbidium hookerianum*、矮石斛 *Dendrobium bellatulum*、长苏石斛 *Dendrobium brymerianum*、勐海天麻 *Gastrodia menghaiensis*；30 种属于易危等级：苏铁蕨 *Brainea insignis*、合果木 *Paramichelia baillonii*、普文楠 *Phoebe puwenensis*、密花豆 *Spatholobus suberectus*、红椿 *Toona ciliata* var. *ciliata*、石斛 *Dendrobium nobile*、野波罗蜜 *Artocarpus lakoocha* 等。苏铁蕨、合果木、红椿、矮石斛、长苏石斛、美花

卷瓣兰、虎头兰、石斛、翅梗石斛、小黄花石斛、大苞鞘石斛、墨兰等 12 种同时属于国家重点保护野生植物；红马银花、白柱万代兰和矮万代兰同时属于云南省级重点保护野生植物。

表 4.2.5-5 评价区红色物种受威胁植物

序号	中文名	拉丁名	等级
1	美花卷瓣兰	<i>Bulbophyllum rothschildianum</i>	极危
2	云南野独活	<i>Milium tenuistipitatum</i>	濒危
3	秧青	<i>Dalbergia assamica</i>	濒危
4	钝叶黄檀	<i>Dalbergia obtusifolia</i>	濒危
5	猴子瘿袋	<i>Artocarpus pithecolobium</i>	濒危
6	虎头兰	<i>Cymbidium hookerianum</i>	濒危
7	矮石斛	<i>Dendrobium bellatulum</i>	濒危
8	长苏石斛	<i>Dendrobium brymerianum</i>	濒危
9	勐海天麻	<i>Gastrodia menghaiensis</i>	濒危
10	苏铁蕨	<i>Brainea insignis</i>	易危
11	合果木	<i>Paramichelia baillonii</i>	易危
12	普文楠	<i>Phoebe puwenensis</i>	易危
13	密花豆	<i>Spatholobus suberectus</i>	易危
14	红椿	<i>Toona ciliata</i> var. <i>ciliata</i>	易危
15	石斛	<i>Dendrobium nobile</i>	易危
16	野波罗蜜	<i>Artocarpus lakoocha</i>	易危
17	拟鳞毛蕨	<i>Anisocampium cuspidatum</i>	易危
18	短序厚壳桂	<i>Cryptocarya brachythyrsa</i>	易危
19	一文钱	<i>Stephania delavayi</i>	易危
20	深绿山龙眼	<i>Helicia nilagirica</i>	易危
21	斯里兰卡天料木	<i>Homalium ceylanicum</i>	易危
22	朱毛水东哥	<i>Saurauia miniata</i>	易危
23	滇南杜英	<i>Elaeocarpus austroyunnanensis</i>	易危
24	多体蕊黄檀	<i>Dalbergia polyadelpha</i>	易危

表 4.2.5-5(续)

序号	中文名	拉丁名	等级
25	红马银花	<i>Rhododendron vialii</i>	易危
26	琴叶球兰	<i>Hoya pandurata</i>	易危
27	滇黄精	<i>Polygonatum kingianum</i>	易危
28	滇南天门冬	<i>Asparagus subscandens</i>	易危
29	高山薯蓣	<i>Dioscorea delavayi</i>	易危
30	光亮薯蓣	<i>Dioscorea nitens</i>	易危
31	墨兰	<i>Cymbidium sinense</i>	易危
32	滇南石豆兰	<i>Bulbophyllum psittacoglossum</i>	易危
33	聚株石豆兰	<i>Bulbophyllum sutepense</i>	易危
34	翅梗石斛	<i>Dendrobium trigonopus</i>	易危
35	小黄花石斛	<i>Dendrobium jenkinsii</i>	易危
36	大苞鞘石斛	<i>Dendrobium wardianum Warner</i>	易危
37	白柱万代兰	<i>Vanda brunnea</i>	易危
38	矮万代兰	<i>Vanda pumila</i>	易危
39	毛叶芋兰	<i>Nervilia plicata</i>	易危

d) 极小种群植物

对照国家和云南省发布的极小种群野生植物名录,评价区没有发现国家和云南省发布的极小种群野生植物。

e) 古树名木

按照全国绿化委员会、国家林业局文件对古树名木的界定,古树指树龄在 100 年以上的树木;名木指在历史上或社会上有重大影响的中外历代名人、领袖人物所植或者具有极其重要的历史、文化价值、纪念意义的树木。古树名木的分级及标准:古树分为国家 I、II、III 级,国家 I 级古树树龄 500 年以上,国家 II 级古树 300 年~499 年,国家 III 级古树 100 年~299 年。国家级名木不受年龄限制,不分级。

根据地方主管部门古树名木资料及现场调查结果核实,评价区共有古树 18 种 35 株。其中淹没范围外有四角蒲桃古树 1 种 1 株,输水工程占地区有古树 2 种 2 株。输水工程占地区外有古树 16 种 32 株。详细信息见表 4.2.5-6。

表 4.2.5-6 评价区古树名木调查结果统计表

序号	树种名称 (中文名/ 拉丁名)	地理位置	生长状况	树龄 (年)	保护级 别	经纬度	海拔 (m)	工程占用情况 (是/否)	与工程的位置关系
1	四角蒲桃	景谷县凤山镇南板村草鞋田	①树高 13m ②胸围 291cm ③冠幅 10m×18m ④正常株，长势一般	200	三级	100.9639056, 23.5640583	1659	否	与淹没线的最近水平距离为 170m
2	垂叶榕	景谷县正兴镇翁安村小团山	①树高 23 m ②胸围 505 cm ③冠幅 17 m×15 m ④正常株，长势一般	200	三级	100.9343556, 23.4513056	1149	否	线路 1#生产生活区及施工道路西南侧约 90m
3	红椿	景谷县正兴镇翁安村小团山	①树高 28m ②胸围 286cm ③冠幅 11m×13m ④正常株，长势一般	100	三级	100.9345222, 23.4506944	1164	否	线路 1#生产生活区及施工道路西南侧约 142m
4	红木荷	景谷县正兴镇景南村陀螺场旁	①树高 21m ②胸围 276cm ③冠幅 15m×13m ④正常株，长势一般	200	三级	100.9737583, 23.3383500	1122	否	YS17+657.2-YS18+536.8 段输水线路东侧约 65m
5	大青树	景谷县正兴镇景南村庙房树林	①树高 20m ②胸围 790cm ③冠幅 23m×20m ④正常株，长势一般	400	二级	100.9672639, 23.3668250	1154	否	YS17+657.2-YS18+536.8 段输水线路东侧约 70m
6	白蜡树	景谷县正兴镇景南村庙房树林	① 树高 25m ② 胸围 259cm ③ 冠幅 10m×8m ④正常株，长势一般	200	三级	100.9671861, 23.3668806	1156	否	YS17+657.2-YS18+536.8 段输水线路东侧约 66m

表 4.2.5-6(续)

序号	树种名称 (中文名/ 拉丁名)	地理位置	生长状况	树龄 (年)	保护级 别	经纬度	海拔 (m)	工程占用情况 (是/否)	与工程的位置关系
7	红木荷	景谷县正兴 镇景南村庙 房树林	① 树高 25m ② 胸围 194cm ③ 冠幅 9m×5m ④正常株, 长势一般	150	三级	100.9671889, 23.3668750	1156	否	YS21+511.8-YS21+829.0 段输水线路西侧约 198m
8	浆果乌柏	景谷县正兴 镇景南村云 盘山	① 树高 24m ② 胸围 515cm ③ 冠幅 20m×32m ④正常株, 长势一般	300	二级	100.9731111, 23.3384444	1117	否	YS21+511.8-YS21+829.0 段输水线路西侧约 260m
9	雅榕	景谷县正兴 镇正兴小学 操场	① 树高 15m ② 胸围 366cm ③ 冠幅 18m×19m ④正常株, 长势一般	300	二级	100.9637889, 23.3309528	1084	否	线路 2#生产生活区西侧 305
10	高山榕	景谷县正兴 镇景南村竜 树	①树高 28m ②胸围 960cm ③冠幅 42m×39m ④正常株, 长势一般	500	一级	100.9663528, 23.3339972	1092	否	线路 2#生产生活区施工道 路北侧 184m
11	聚果榕	景谷县正兴 镇景南村变 电站桥头	①树高 10m ②胸围 405cm ③冠幅 15m×15m ④正常株, 长势一般	100	三级	100.9652639, 23.3293472	1067	否	线路 2#生产生活区西侧 217m
12	高山榕	景谷县正兴 镇景南村成 人教育中心 背后	①树高 27m ②胸围 945cm ③冠幅 38m×36m ④正常株, 长势一般	150	三级	100.9655306, 23.3261806	1100	否	景南村安置点西侧 140m

表 4.2.5-6(续)

序号	树种名称 (中文名/ 拉丁名)	地理位置	生长状况	树龄 (年)	保护级 别	经纬度	海拔 (m)	工程占用情况 (是/否)	与工程的位置关系
13	红锥	景谷县正兴镇景南村邱发荣家岔路	①树高 16m ②胸围 252cm ③冠幅 16m×17m ④正常株, 长势一般	150	三级	100.9723500, 23.3174639	1153	否	16#施工道路西南侧 202m
14	千果榄仁	景谷县正兴镇景南村许宗琼家旁	①树高 26m ②胸围 280cm ③冠幅 15m×15m ④正常株, 长势一般	200	三级	100.9729194, 23.3163278	1170	否	YS23+725.1- YS24+459.7 段输水线路西侧 129m
15	毛叶樟	景谷县正兴镇景南村许宗琼家旁	①树高 25m ②胸围 355cm ③冠幅 10m×8m ④正常株, 长势一般	200	三级	100.9733194, 23.3166167	1152	否	YS23+725.1- YS24+459.7 段输水线路西侧 91m
16	思茅蒲桃	景谷县正兴镇景南村许宗琼家旁	①树高 14m ②胸围 181cm ③冠幅 6m×8m ④正常株, 长势一般	160	三级	100.9731139, 23.3166139	1152	否	YS23+725.1- YS24+459.7 段输水线路西侧 115m
17	红锥	景谷县正兴镇景南村许宗琼家旁	①树高 18m ②胸围 196cm ③冠幅 12m×10m ④正常株, 长势一般	100	三级	100.9732944, 23.3165250	1147	否	YS23+725.1- YS24+459.7 段输水线路西侧 93m
18	红椿	景谷县正兴镇景南村背盐臼	①树高 30m ②胸围 388cm ③冠幅 18m×14m ④正常株, 长势一般	100	三级	100.9722778, 23.3163944	1166	否	YS23+725.1- YS24+459.7 段输水线路西侧 194m

表 4.2.5-6(续)

序号	树种名称 (中文名/ 拉丁名)	地理位置	生长状况	树龄 (年)	保护级 别	经纬度	海拔 (m)	工程占用情况 (是/否)	与工程的位置关系
19	一担柴	景谷县正兴 镇景南村背 盐白	①树高 24m ②胸围 237cm ③冠幅 10m×15m ④正常株, 长势一般	100	三级	100.9724056, 23.3106639	1172	否	YS24+459.7- YS25+022.9 段输水线路西侧 151m
20	聚果榕	景谷县正兴 镇景南村李 家宝家门口	①树高 17m ②胸围 496cm ③冠幅 15m×14m ④正常株, 长势一般	300	二级	100.9781111, 23.2861306	995	否	17#施工道路西北侧 308m
21	聚果榕	景谷县正兴 镇铁厂村村 公所桥头	①树高 23m ②胸围 368cm ③冠幅 18m×15m ④正常株, 长势一般	100	三级	101.0037056, 23.2695194	975	否	18#管桥东侧 210m
22	聚果榕	景谷县正兴 镇铁厂村老 思普铁厂对 面	①树高 21m ②胸围 350cm ③冠幅 10m×16m ④正常株, 长势一般	150	三级	101.004331, 23.2691833	971	否	18#管桥东侧 255m
23	野波罗蜜	宁洱县宁洱 镇宽宏村芒 备田	①树高 25m ②胸围 370cm ③冠幅 22m×25m ④正常株, 长势一般	120	三级	101.0437030, 23.2286090	1174	是	宽宏分水管线上
24	高山榕	宁洱县宁洱 镇宽宏村外 寨	①树高 25m ②胸围 650cm ③冠幅 38m×37m ④正常株, 长势一般	150	三级	101.0482110, 23.2322920	1228	否	宽宏蓄水池东北侧 195m

表 4.2.5-6(续)

序号	树种名称 (中文名/ 拉丁名)	地理位置	生长状况	树龄 (年)	保护级 别	经纬度	海拔 (m)	工程占用情况 (是/否)	与工程的位置关系
25	高山榕	宁洱县宁洱镇宽宏村外下寨	①树高 29m ②胸围 430cm ③冠幅 25m×30m ④正常株, 长势一般	120	三级	101.0460280, 23.2320480	1204	否	宽宏蓄水池西北侧 243m
26	锥栗	宁洱县宁洱镇宽宏村大池梁子	①树高 15m ②胸围 430cm ③冠幅 12m×15m ④正常株, 长势一般	130	三级	101.0463120, 23.2322880	1205	否	宽宏蓄水池西北侧 243m
27	高山榕	宁洱县宁洱镇宽宏村大池塘梁子	①树高 12m ②胸围 400cm ③冠幅 15m×17m ④正常株, 长势一般	120	三级	101.0458130, 23.2320980	1203	否	宽宏蓄水池西北侧 264m
28	高山榕	宁洱县宁洱镇宽宏村大池塘梁子	①树高 22m ②胸围 570cm ③冠幅 20m×22m ④正常株, 长势一般	130	三级	101.0457180, 23.2321060	1200	否	宽宏蓄水池西北侧 272m
29	高山榕	宁洱县宁洱镇宽宏村大池塘梁子	①树高 25m ②胸围 860cm ③冠幅 20m×15m ④正常株, 长势一般	170	三级	101.0452370, 23.2323850	1173	否	宽宏蓄水池西北侧 229m
30	高山榕	宁洱县宁洱镇宽宏村大池塘梁子	①树高 18m ②胸围 470cm ③冠幅 22m×20m ④正常株, 长势一般	130	三级	101.0450630, 23.2325840	1173	否	宽宏蓄水池西北侧 251m

表 4.2.5-6(续)

序号	树种名称 (中文名/ 拉丁名)	地理位置	生长状况	树龄 (年)	保护级 别	经纬度	海拔 (m)	工程占用情况 (是/否)	与工程的位置关系
31	高山榕	宁洱县宁洱镇谦岗村黄土坡	①树高 20m ②胸围 660cm ③冠幅 15m×17m ④正常株, 长势一般	130	三级	101.0557820, 23.1763080	1252	否	19#施工道路西南侧 230m
32	高山榕	宁洱县宁洱镇金鸡村土城	①树高 25m ②胸围 900cm ③冠幅 18m×20m ④正常株, 长势一般	180	三级	101.0617720, 23.0694450	1349	是	YS56+750.3 附近输水线路上
33	野芒果	思茅区思茅镇莲花村寨子	①树高 14m ②胸围 130cm ③冠幅 6m×5m ④正常株, 长势一般	160	三级	100.9340718 , 22.8803411	1229	否	YS86+069.7 -YS87+121.1 输水线路西侧 160m
34	高山榕	思茅区思茅镇莲花村家边	①树高 16m ②胸围 200cm ③冠幅 25m×22m ④正常株, 长势一般	120	三级	100.9427785 , 22.8747108	1228	否	YS87+643.4-YS88+518.8 输水线路西侧 193m
35	高山榕	思茅区思茅镇莲花村寨子	①树高 21m ②胸围 230cm ③冠幅 14m×15m ④正常株, 长势一般	130	三级	100.9455246 , 22.8698662	1228	否	YS88+518.8 附近输水线路西侧 226m



23-野波罗蜜 *Artocarpus lakoocha*
宽宏分水管线上



32-高山榕 *Ficus altissima*
YS56+750.3 附近输水线路上



3-红椿 *Toona ciliata*



2-垂叶榕 *Ficus benjamina*



11-聚果榕 *Ficus racemosa*



16-思茅蒲桃 *Syzygium szemaoense*



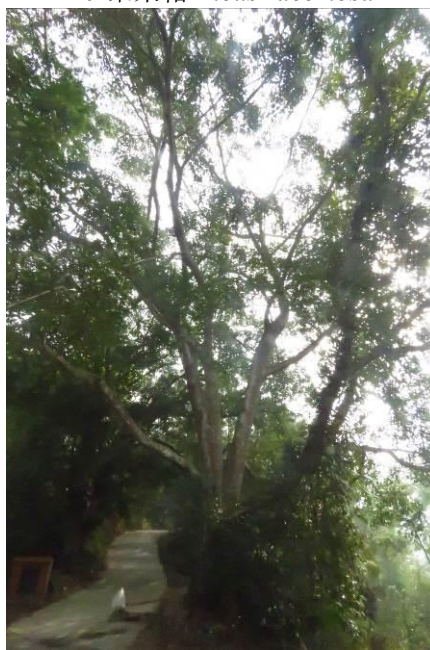
17-红椿 *Toona ciliata*



20-聚果榕 *Ficus racemosa*



24-高山榕(*Ficus altissima*)



27-高山榕(*Ficus altissima*)

30-高山榕 *Ficus altissima*33-野芒果 *Mangifera indica*

图 4.2.5-3 评价区古树现场调查照片

4.2.5.4 特有植物

特有植物是指分布范围局限于一定地理区域的植物。在云南省内，通常将特有植物分为狭域特有植物、云南特有植物、中国特有植物三类。总的说来，拟建黄草坝水库评价区农耕历史悠久，生态环境包括植物植被的自然性受到显著影响，原生自然植被残存不多，因而特有植物的比例较低。

a) 狭域特有植物

狭域特有植物指只分布于该项目所涉及的区域，或仅分布于该项目涉及的宁洱、景谷、思茅三县区，其分布区域很狭窄的物种。现场调查评价区狭域特有物种德平秋海棠 *Begonia depingiana*，为 2020 年发表的秋海棠新物种，目前已知的分布地仅普洱市景谷县正兴镇(正兴镇通达村大明槽)，海拔 1230m 的河谷区域。评价区内分布于(23.547092N 100.925865E)梁子寨南部海庆河河谷，是其已知第二个分布点，位于水库淹没区外。

b) 云南特有植物

云南特有植物指自然分布区域不超出云南省范围的物种。评价区记录到云南特有植物 48 种，占评价区植物种类(1312 种)的 3.66%。评价区云南特有植物的比例较低。

表 4.2.5-7 评价区云南特有植物一览表

序号	科中文名	中文名	拉丁名
1	金星蕨科	细裂针毛蕨	<i>Macrothelypteris contigens</i>
2	五味子科	滇五味子	<i>Schisandra henryi</i> subsp. <i>yunnanensis</i>
3	樟科	短序厚壳桂	<i>Cryptocarya brachythyrsa</i>
4	樟科	细毛樟	<i>Cinnamomum tenuipilum</i>
5	樟科	普文楠	<i>Phoebe puwenensis</i>
6	樟科	李榄琼楠	<i>Beilschmiedia linocieroides</i>
7	樟科	紫叶琼楠	<i>Beilschmiedia purpurascens</i>
8	胡椒科	黄花胡椒	<i>Piper flaviflorum</i>
9	胡椒科	粗梗胡椒	<i>Piper macropodum</i>
10	胡椒科	毛叶胡椒	<i>Piper puberulilimbium</i>
11	胡椒科	思茅胡椒	<i>Piper szemaoense</i>
12	卫矛科	蒙自卫矛	<i>Euonymus mengtseanus</i>
13	凤仙花科	蒙自凤仙花	<i>Impatiens mengtszeana</i>
14	山茶科	思茅厚皮香	<i>Ternstroemia simaoensis</i>
15	杜英科	滇南杜英	<i>Elaeocarpus austroyunnanensis</i>
16	蔷薇科	云南臀果木	<i>Pygeum henryi</i>
17	蔷薇科	蒙自樱桃	<i>Cerasus henryi</i>
18	蝶形花科	槽纹红豆	<i>Ormosia striata</i>
19	壳斗科	勐海柯	<i>Lithocarpus fohaiensis</i>
20	壳斗科	滇南青冈	<i>Cyclobalanopsis austroglauca</i>
21	壳斗科	思茅青冈	<i>Cyclobalanopsis fuhsingensis</i>
22	五加科	异叶鹅掌柴	<i>Schefflera diversifoliolata</i>
23	柿科	云南柿	<i>Diospyros yunnanensis</i>
24	伞形科	丽江茴芹	<i>Pimpinella rockii</i>
25	杜鹃花科	圆叶珍珠花	<i>Lyonia doyonensis</i>
26	夹竹桃科	麻栗坡小花藤	<i>Ichnocarpus malipoensis</i>
27	萝藦科	琴叶球兰	<i>Hoya pandurata</i>

表 4.2.5-7(续)

序号	科中文名	中文名	拉丁名
28	茜草科	红皮水锦树	<i>Wendlandia tinctoria</i> subsp. <i>intermedia</i>
29	茜草科	长花腺萼木	<i>Mycetia longiflora</i>
30	茜草科	红皮水锦树	<i>Wendlandia tinctoria</i> ssp. <i>intermedia</i>
31	茜草科	多毛玉叶金花	<i>Mussaenda mollissima</i>
32	苦苣苔科	矮芒毛苣苔	<i>Aeschynanthus humilis</i>
33	苦苣苔科	林生长蒴苣苔	<i>Didymocarpus silvarum</i>
34	马鞭草科	思茅豆腐柴	<i>Premna szemaoensis</i>
35	毛茛科	多花铁线莲	<i>Clematis jingdungensis</i>
36	桑科	珍珠榕(珍珠莲)	<i>Ficus sarmentosa</i> var. <i>henryi</i>
37	旋花科	搭棚藤	<i>Porana discifera</i>
38	番荔枝科	云南野独活	<i>Miliusa tenuistipitata</i>
39	唇形科	小齿锥花	<i>Gomphostemma microdon</i>
40	唇形科	大黄药	<i>Elsholtzia penduliflora</i>
41	唇形科	木锥花	<i>Gomphostemma arbusculum</i>
42	鸭跖草科	孔药花	<i>Porandra ramosa</i>
43	姜科	宽唇山姜	<i>Alpinia platychilus</i>
44	百合科	滇南天门冬	<i>Asparagus subscandens</i>
45	薯蓣科	光亮薯蓣	<i>Dioscorea nitens</i>
46	兰科	大花钗子股	<i>Luisia magniflora</i>
47	兰科	大苞鞘石斛	<i>Dendrobium wardianum</i>
48	兰科	勐海天麻	<i>Gastrodia menghaiensis</i>

c) 中国特有植物

中国特有植物指自然分布区域不超出中国范围的物种。评价区记录到中国特有植物 86 种，占评价区植物种类(1312 种)的 6.55%。从云南各地的特有植物丰富度看，在人为影响较小、自然植被保存较好的区域，如自然保护区、国有林区、公益林区等区域，中国特有植物的比例一般超过该区植物种类的 30%。评价区中国特有植物的

比例为 6.55%，从云南省横向比较而言，处于低水平。

表 4.2.5-8 评价区中国特有植物一览表

序号	科中文名	中文名	拉丁名
1	卷柏科	蔓出卷柏	<i>Selaginella davidii</i>
2	蹄盖蕨科	狭翅短肠蕨	<i>Diplazium alatum</i>
3	鳞毛蕨科	细鳞鳞毛蕨	<i>Dryopteris microlepis</i>
4	鳞毛蕨科	尖顶耳蕨	<i>Polystichum excellens</i>
5	乌毛蕨科	滇南狗脊	<i>Woodwardia magnifica</i>
6	水龙骨科	大瓦韦	<i>Lepisorus macrosphaerus</i>
7	买麻藤科	垂子买麻藤	<i>Gnetum pendulum</i>
8	八角科	小花八角	<i>Illicium micranthum</i>
9	五味子科	铁箍散	<i>Schisandra propinqua subsp. sinensis</i>
10	番荔枝科	毛叶藤春	<i>Alphonsea mollis</i>
11	番荔枝科	云南野独活	<i>Miliusa tenuistipitata</i>
12	樟科	黄脉钓樟	<i>Sinosassafras flavinervium</i>
13	樟科	绒毛钓樟	<i>Lindera floribunda</i>
14	樟科	山胡椒	<i>Lindera glauca</i>
15	樟科	无梗钓樟	<i>Lindera tonkinensis var. subsessilis</i>
16	樟科	木姜子	<i>Litsea pungens</i>
17	樟科	红梗润楠	<i>Machilus rufipes</i>
18	木通科	白木通	<i>Akebia trifoliata subsp. australis</i>
19	防己科	一文钱	<i>Stephania delavayi</i>
20	防己科	地不容	<i>Stephania epigaea</i>
21	防己科	秤钩风	<i>Diploclisia affinis</i>
22	马兜铃科	广西马兜铃	<i>Isotrema kwangsiense</i>
23	胡椒科	樟叶胡椒	<i>Piper polysyphonium</i>
24	金粟兰科	海南草珊瑚	<i>Sarcandra glabra subsp. brachystachys</i>
25	蓼科	金线草	<i>Persicaria filiformis</i>
26	山龙眼科	网脉山龙眼	<i>Helicia reticulata</i>

表 4.2.5-8(续)

序号	科中文名	中文名	拉丁名
27	山茶科	岗枰	<i>Eurya groffii</i>
28	猕猴桃科	朱毛水东哥	<i>Saurauia miniata</i>
29	桃金娘科	思茅蒲桃	<i>Syzygium szemaoense</i>
30	野牡丹科	酸脚杆	<i>Pseudodissochaeta lanceata</i>
31	杜英科	仿栗	<i>Sloanea hemsleyana</i>
32	锦葵科	扁担杆	<i>Grewia biloba</i>
33	大戟科	山麻杆	<i>Alchornea davidii</i>
34	蔷薇科	云南柃栎	<i>Docynia delavayi</i>
35	蔷薇科	牛筋条	<i>Dichotomanthes tristaniicarpa</i>
36	蔷薇科	乌泡子	<i>Rubus parkeri</i>
37	蔷薇科	五叶鸡爪茶	<i>Rubus playfairianus</i>
38	蝶形花科	小叶干花豆	<i>Fordia microphylla</i>
39	蝶形花科	钝叶黄檀	<i>Dalbergia obtusifolia</i>
40	蝶形花科	密花豆	<i>Spatholobus suberectus</i>
41	蝶形花科	大金刚藤	<i>Dalbergia dyeriana</i>
42	黄杨科	野扇花	<i>Sarcococca ruscifolia</i>
43	壳斗科	高山锥	<i>Castanopsis delavayi</i>
44	壳斗科	高山栲	<i>Castanopsis delavayi</i>
45	壳斗科	黄毛青冈	<i>Quercus delavayi</i>
46	桑科	猴子瘿袋	<i>Artocarpus pithecolobus</i>
47	桑科	珍珠莲	<i>Ficus sarmentosa</i> var. <i>henryi</i>
48	卫矛科	薄叶南蛇藤	<i>Celastrus hypoleucoides</i>
49	卫矛科	翅子藤	<i>Loeseneriella merrilliana</i>
50	卫矛科	云南翅子藤	<i>Loeseneriella yunnanensis</i>
51	鼠李科	毛叶鼠李	<i>Rhamnus henryi</i>
52	鼠李科	勾儿茶	<i>Berchemia sinica</i>
53	葡萄科	三裂蛇葡萄	<i>Ampelopsis delavayana</i>

表 4.2.5-8(续)

序号	科中文名	中文名	拉丁名
54	葡萄科	蒙自崖爬藤	<i>Tetrastigma henryi</i>
55	葡萄科	毛叶崖爬藤	<i>Tetrastigma obtectum</i>
56	芸香科	小黄皮	<i>Clausena emarginata</i>
57	五加科	黄毛櫟木	<i>Aralia chinensis</i>
58	五加科	中华鹅掌柴	<i>Schefflera chinensis</i>
59	杜鹃花科	短序越桔	<i>Vaccinium brachybotrys</i>
60	杜鹃花科	锈叶杜鹃	<i>Rhododendron siderophyllum</i>
61	柿树科	野柿	<i>Diospyros kaki var. silvestris</i>
62	木犀科	丛林素馨	<i>Jasminum duclouxii</i>
63	木犀科	小蜡	<i>Ligustrum sinense</i>
64	木犀科	云南木犀榄	<i>Olea tsoongii</i>
65	夹竹桃科	青羊参	<i>Cynanchum otophyllum</i>
66	萝藦科	凸脉球兰	<i>Hoya nervosa</i>
67	茜草科	西南粗叶木	<i>Lasianthus henryi</i>
68	茜草科	毛腺萼木	<i>Mycetia hirta</i>
69	茜草科	柄花茜草	<i>Rubia podantha</i>
70	菊科	黄腺香青	<i>Anaphalis aureopunctata</i>
71	菊科	多须公	<i>Eupatorium chinense</i>
72	菊科	野烟	<i>Carpesium nepalense var. lanatum</i>
73	菊科	斑鸠菊	<i>Vernonia esculenta</i>
74	菊科	云南兔儿风	<i>Ainsliaea yunnanensis</i>
75	旋花科	线叶山土瓜	<i>Merremia hungaiensis var. linifolia</i>
76	马鞭草科	老鸦胡	<i>Callicarpa giraldii var. giraldii</i>
77	唇形科	野草香	<i>Elsholtzia cyprianii</i>
78	唇形科	野拔子	<i>Elsholtzia rugulosa</i>
79	唇形科	黄花香茶菜	<i>Isodon sculponeatus</i>
80	姜科	阳荷	<i>Zingiber striolatum</i>

表 4.2.5-8(续)

序号	科中文名	中文名	拉丁名
81	百合科	沿阶草	<i>Ophiopogon bodinieri</i>
82	百合科	长蕊万寿竹	<i>Disporum longistylum</i>
83	薯蓣科	高山薯蓣	<i>Dioscorea delavayi</i>
84	兰科	豆瓣兰	<i>Cymbidium serratum</i>
85	莎草科	云南莎草	<i>Cyperus duclouxii</i>
86	禾本科	蒲竹仔	<i>Indosasa hispida</i>

4.2.5.5 外来入侵物种

通过现场调查,并根据《中国第一批外来入侵物种名单》(2003)、《中国第二批外来入侵物种名单》(2010)、《中国第三批外来入侵物种名单》(2014)、《中国自然生态系统外来入侵物种名单(第四批)》(2016)和《重点管理外来入侵物种名录》(2022),评价区分布 9 种外来入侵植物,即紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、飞机草 *Chromolaena odorata*、鬼针草 *Bidens pilosa*、藿香蓟 *Ageratum cenyzoides*、苏门白酒草 *Conyza sumatrensis*、土荆芥 *Chenopodium ambrosioides*、空心莲子草 *Alternanthera philoxeroides*、喀西茄 *Solanum khasianum* 和大藻 *Pistia stratiotes*。这 9 种外来入侵植物是云南南部乃至云南各地的常见种类,其地域分布广、入侵历史悠久。

上述 9 种外来入侵植物均出现于工程区用地范围及周边区域,尤其是人为活动频繁的荒地、耕地、路边、灌丛、林缘等空旷生境。其中以紫茎泽兰、飞机草、鬼针草、藿香蓟分布面积最广。

表 4.2.5-9 评价区外来入侵植物一览表

编号	种名	分布	多度	危害程度
1	紫茎泽兰 <i>Ageratina adenophora</i>	农田、荒地、草地、林缘等	常见	片状分布,已形成一定危害
2	飞机草 <i>Chromolaena odorata</i>	农田、荒地、草地、林缘等	常见	片状分布,已形成一定危害
3	鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	荒地、路边等	常见	片状分布,已形成一定危害
4	藿香蓟 <i>Ageratum cenyzoides</i>	农田、荒地、草地等	常见	多片状分布,危害程度一般
5	苏门白酒草 <i>Conyza sumatrensis</i>	荒地、坑塘等	较为常见	片状分布,已形成一定危害
6	土荆芥 <i>Chenopodium ambrosioides</i>	农田、荒地、草地等	较为常见	多片状分布,危害程度一般

表 4.2.5-9(续)

编号	种名	分布	多度	危害程度
7	空心莲子草 <i>Alternanthera philoxeroides</i>	湖泊、河流、潮湿地带等	较为常见	多片状分布, 危害程度一般
8	喀西茄 <i>Solanum khasianum</i>	荒地、路边等	少见	零星分布, 危害程度一般
9	大藻 <i>Pistia stratiotes</i>	湖泊、河流等	少见	零星分布, 危害程度一般

4.2.6 陆生动物资源

根据《中国动物地理》(张荣祖 科学出版社, 2011)的中国动物地理区划, 评价区动物地理区划属于东洋界-华南区-滇南山地亚区-滇西南山地省-热带、亚热带山地森林动物群。本项目所在区域属于横断山脉的南延部分, 区域内有不少宽谷盆地出现。本区域动物组成复杂, 动物多样性相对较高。各纲中适应于热带雨林的种类如两栖类中的各种树蛙、多种雨蛙、鸟类中的绿鸠属、原鸡, 兽类中竹鼠、姬鼠、黄胸鼠等, 是区域内常见种类。

4.2.6.1 动物资源构成

a) 两栖类

1) 种类及数量

评价区记录到两栖动物 21 种, 分属 2 目 7 科 13 属。其中, 有尾目 1 科 1 属 1 种, 占记录总种数的 4.76%; 无尾目蛙科 1 属 6 种, 占记录总种数的 28.57%; 角蟾科 3 属 5 种, 占记录总种数的 23.81%; 树蛙科 4 属 4 种, 占记录总种数的 19.05%; 姬蛙科 1 属 3 种, 占记录总种数的 14.29%; 蟾蜍科和雨蛙科各有 1 属 1 种, 各占记录总种数的 4.76%。

两栖动物主要分布于水环境周边。枢纽工程区位于普洱市景谷县正兴镇北部, 在澜沧江水系威远江支流小黑江上游。工程区属中山—低山类型, 局部地段夹丘陵地块, 区内海拔 980m~1700m。河流侵蚀下切强烈, 河谷断面多呈“V”字型。库区海拔 1194m~1340m, 为构造侵蚀浅切割中低山峡谷地貌, 河床介于“V”型、“U”型之间。水库淹没区范围, 正常蓄水位以下仅少量耕地。在评价区的河流生境, 主要有费氏短腿蟾 *Brachytarsophrys feae*、白颌大角蟾 *Megophrys lateralis*、小角蟾 *Megophrys minor* 双团棘胸蛙 *Rana yunnanensis* 等分布, 为较少见物种; 在农田生境, 则以黑眶蟾蜍

Bufo melanostictus、华西雨蛙 *Hyla annectans*、泽蛙 *R. limnocharis*、黑斑蛙 *R. nigromaculata* 和饰纹姬蛙 *Microhyla ornata* 较常见。其他的种类较少见。

2) 区系特征

评价区记录的两栖动物,除黑斑蛙为广泛分布于东洋界和古北界物种外,其余全部属于东洋界物种。其中,西南区-华南区-华中区广泛分布的物种最多,其次为华南区物种。

3) 重要物种与特有种

(1) 国家重点保护物种

评价区记录到 1 种国家二级重点保护动物红瘰疣螈 *Tylototriton verrucosus*。

红瘰疣螈 *Tylototriton verrucosus*: 红瘰疣螈为蝾螈科疣螈属两栖类,我国见于云南泸水、丽江、保山、腾冲、永德、龙陵、陇川、盈江、景洪、绿春、景东、双柏、新平、建水等,西藏和广西桂林,栖息在海拔 1000m~2400m 林木繁茂、杂草丛生及其水稻田附近的山区。雄螈长 136mm~150mm,雌螈 147mm~170mm。根据访问结果,红瘰疣螈主要分布于西萨村所在山地及居民点、农田附近,该种在雨天易出现在居民点附近水渠及道路边,在评价区属少见种。

(2) 云南省重点保护物种

评价区内记录到云南省重点保护两栖动物费氏短腿蟾 *Brachytarsophrys feae*。

(3) 中国红色名录受威胁物种

评价区记录到 4 种《中国生物多样性红色名录》受威胁物种:双团棘胸蛙 *Rana yunnanensis*(濒危)、红瘰疣螈 *Tylototriton verrucosus*(易危)、云南臭蛙 *Rana andersonii*(易危)、版纳大头蛙 *R. kuhlii*(易危)。

双团棘胸蛙 *Rana yunnanensis*: 双团棘胸蛙为蛙科蛙属的蛙类,是体型较大的蛙类,主要分布于四川、云南、贵州、湖北、湖南等。双团棘胸蛙常栖息于评价区库区支沟、输水管线跨越的堆房菁等支沟,白天隐伏于石下,夜晚在岸边或石上活动捕食。在评价区属少见种。

云南臭蛙 *Rana andersonii*: 云南臭蛙为蛙科臭蛙属的蛙类,是体型较大的蛙类,主要分布于云南、贵州等地。云南臭蛙常生活于海拔 1600m~2000m 的林区,成体多栖息在森林较为茂密阴郁的中、大型山溪内。经访问得知,云南臭蛙在小黑江森林公

园水域有分布，在评价区属少见种。

版纳大头蛙 *Rana kuhlii*: 版纳大头蛙是蛙科蛙属的蛙类，国内见于云南南部、广东(龙门、封开)、广西(龙州、玉林、桂平)。版纳大头蛙栖息于海拔 320m~1100m 的山区，常在小溪沟缓流处石下或水边草丛中或浸水塘及其附近。现场调查未发现该种，经访问得知芭蕉菁(输水管线区域)所在支沟、库区所在支沟有分布，在评价区属少见种。

(4) 特有物种

评价区记录到中国特有两栖动物 3 种，为红瘰疣螈、腹斑掌突蟾 *Leptobrachella ventripunctata*、红蹼树蛙 *Rhacophorus rhodopus*。

腹斑掌突蟾 *Leptobrachella ventripunctata*: 腹斑掌突蟾为角蟾科掌突蟾属的两栖类，是体型较大的蛙类，主要分布于生活于海拔 850m~1000m 常绿阔叶林山区，林内还着生有竹类、芭蕉、灌丛及杂草，植被甚茂。成蟾在 5 月间栖于小溪两旁，白天隐匿在溪流两岸潮湿环境中；夜晚栖于溪旁灌丛或杂草枝叶上，发出极似蟋蟀的鸣声。蝌蚪一般生活于小溪水边碎石块间或腐叶下。根据现场访问结果，腹斑掌突蟾主要分布于输水管线区域支沟，在评价区属少见种。

红蹼树蛙 *Rhacophorus rhodopus*: 红蹼树蛙为树蛙科的蛙类，分布于云南、广西、海南。栖息于海拔 80m~2100m 的热带森林地区。白天多隐蔽于草丛下；夜间在草丛、灌木和阔叶树上。捕食脉翅目、鞘翅目等小昆虫。红蹼树蛙主要活动于输水沿线水域附近，在评价区属少见种。

b) 爬行类

1) 种类及数量

记录到爬行动物 24 种，分属 1 目 6 科 21 属。其中，有鳞目游蛇科占绝对优势，有 11 属 14 种，占记录总种数的 58.33%；壁虎科、鬣蜥科、石龙子科、眼镜蛇科和蝰科各有 2 属 2 种，各占记录总种数的 8.33%。

在评价区的农田和村落，原尾蜥虎 *Hemidactylus bowringii* 和铜蜓蜥 *Sphenomorphus indicum* 为常见种。而八线腹链蛇 *Amphiesma octolineata*、红脖颈槽蛇 *Rhabdophis subminiatus* 和虎斑颈槽蛇 *R. tigrinus* 主要栖息在静水或流水附近的草灌丛、农田，属常见种或少见物种。其他物种均少见。

2) 区系特征

评价区内记录的爬行动物除虎斑颈槽蛇为广泛分布于东洋界和古北界物种外，其余全部属于东洋界物种。其中，西南区-华南区-华中区广泛分布的物种最多，如铜蜓蜥、黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura*、红脖颈槽蛇和山烙铁头 *Ovophis monticola* 等 9 种；其次为华南区物种，如原尾蜥虎 *Hemidactylus bowringii*、丽棘蜥 *Acanthosaura lepidogaster*、棕背树蜥 *Calotes emma* 和尖尾两头蛇 *Calamaria pavementata* 等 8 种。

3) 珍稀保护物种与特有种

(1) 国家重点保护物种

评价区内记录到国家二级保护动物大壁虎 *Gekko gekko*、眼镜王蛇 *Ophiophagus hannah* 和三索锦蛇 *Elaphe radiata*。

大壁虎 *Gekko gekko*: 大壁虎是壁虎科壁虎属的较大型爬行动物，我国见于广东、广西、海南、香港、福建及云南南部、台湾。大壁虎栖息在山岩或荒野的岩石缝隙、石洞或树洞内，有时也在人们住宅的屋檐、墙壁附近活动。根据访问结果，大壁虎主要分布于谦岗村河谷灌丛中、居民点附近，在评价区属偶见种。

眼镜王蛇 *Ophiophagus hannah*: 眼镜王蛇是眼镜蛇科眼镜王蛇属的大型有毒蛇，国内见于浙江、福建、江西、海南、广西、四川、贵州、云南、西藏、广东。眼镜王蛇栖息于海拔 300m~1800m 的平原、丘陵和山区，常出现在近水的地方或隐匿于石缝或洞穴中，白天活动。眼镜王蛇广泛分布于大坝枢纽区及库区、输水线路区域的森林地带，但由于数量较少，评价区属偶见种。

三索锦蛇 *Elaphe radiata*: 三索锦蛇是游蛇科锦蛇属无毒蛇类，我国见于广东、广西、云南、贵州及福建。栖息于海拔 450m~1400m 的山地、平原、丘陵地带，主要捕食鼠类，也捕食蜥蜴、蛙类及鸟类，甚至取食蚯蚓。三索锦蛇主要分布于输水线路沿线区域，在评价区属常见种。

(2) 云南省重点保护物种

评价区没有记录到云南省重点保护爬行动物。

(3) 中国红色名录受威胁物种

评价区记录到《中国生物多样性红色名录》受威胁物种：“极危”物种有大壁虎，“易危”物种有黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura*、三索锦蛇 *Elaphe radiata*、孟加拉眼镜蛇 *Naja*

kaouthia 和眼镜王蛇。

黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura*: 黑眉锦蛇是游蛇科锦蛇属无毒蛇类, 在中国分布范围一直向北延伸至长江流域。黑眉锦蛇栖息于林地、灌丛、草地常在河边、稻田及住宅附近活动。在评价区属常见种。

其余物种情况如前所述。

(4) 特有物种

评价区内记录中国特有物种八线腹链蛇。

八线腹链蛇 *Amphiesma octolineata*: 八线腹链分布于四川、云南(盈江、陇川、昆明)、贵州(印江、兴义、安龙、威宁、雷山)主要在稻田、山坡、草地、静水沟、池塘或水域附近活动。在评价区属常见种。

c) 鸟类

1) 种类及数量

评价区记录到 218 种鸟类, 隶属于 17 目 60 科 138 属。其中, 雀形目最多, 有 40 科 87 属 154 种, 占记录总种数的 70.64%; 非雀形目有 16 目 20 科 51 属 64 种, 占记录总种数的 29.36%。

表 4.2.6-1 鸟类各分类阶元的数量统计表

目	科	属	种	种占比(%)
鸡形目 GALLIFORMES	雉科 Pheasianidae	9	10	4.59
雁形目 ANSERIFORMES	鸭科 Anatidae	1	1	0.46
鸊鷉目 PODICIPEDIFORMES	鸊鷉科 Podicipedidae	1	1	0.46
鸽形目 COLUMBIFORMES	鸠鸽科 Columbidae	5	6	2.75
夜鹰目 CAPRIMULGIFORMES	雨燕科 Apodidae	1	1	0.46
鹃形目 CUCULIFORMES	杜鹃科 Cuculidae	6	10	4.59
鹤形目 GRUIFORMES	秧鸡科 Rallidae	2	2	0.92
鸨形目 CHARADRIIFORMES	鸨科 Charadriidae	1	1	0.46
鸨形目 CHARADRIIFORMES	鹬科 Scolopacidae	1	1	0.46
鹈形目 PELECANIFORMES	鹭科 Ardeidae	3	3	1.38
鹰形目 ACCIPITRIFORMES	鹰科 Accipitridae	4	6	2.75

表 4.2.6-1(续)

目	科	属	种	种占比(%)
鸮形目 STRIGIFORMES	鸮科 Strigidae	4	5	2.29
咬鹃目 TROGONIFORMES	咬鹃科 Trogonidae	1	1	0.46
犀鸟目 BUCEROTIFORMES	戴胜科 Upupidae	1	1	0.46
佛法僧目 CORACIIFORMES	蜂虎科 Meropidae	1	1	0.46
	佛法僧科 Coraciidae	1	1	0.46
	翠鸟科 Alcedinidae	2	3	1.38
啄木鸟目 PICIFORMES	拟啄木鸟科 Capitonidae	2	3	1.38
	啄木鸟科 Picidae	4	6	2.75
隼形目 FALCONIFORMES	隼科 Falconidae	1	1	0.46
雀形目 PASSERIFORMES	八色鸫科 Pittidae	1	1	0.46
	阔嘴鸟科 Eurylaimidae	2	2	0.92
	黄鹂科 Oriolidae	1	2	0.92
	莺雀科 Vireonidae	2	3	1.38
	山椒鸟科 Campephagidae	2	5	2.29
	钩嘴鹀科 Tephrodornithidae	1	1	0.46
	雀鹀科 Aegithinidae	1	1	0.46
	扇尾鹀科 Rhipiduridae	1	1	0.46
	卷尾科 Dicruridae	1	4	1.83
	王鹀科 Monarchidae	2	2	0.92
	伯劳科 Laniidae	1	1	0.46
	鸦科 Corvidae	6	6	2.75
	玉鹀科 Stenostiridae	2	2	0.92
	山雀科 Paridae	1	3	1.38
	扇尾莺科 Cisticolidae	2	5	2.29
	蝗莺科 Locustellidae	1	1	0.46
雀形目 PASSERIFORMES	燕科 Hirundinidae	2	3	1.38
	鹎科 Pycnonotidae	5	12	5.50
	柳莺科 Phylloscopidae	2	10	4.59

表 4.2.6-1(续)

目	科	属	种	种占比(%)
	树莺科 Cettiidae	1	1	0.46
	长尾山雀科 Aegithalidae	1	1	0.46
	莺鹛科 Sylviidae	1	1	0.46
	绣眼鸟科 Zosteropidae	2	5	2.29
	林鹛科 Timaliidae	3	6	2.75
	幽鹛科 Pellorneidae	3	4	1.83
	噪鹛科 Leiothrichidae	4	10	4.59
	鹇科 Sittidae	1	3	1.38
	河乌科 Cinclidae	1	1	0.46
	棕鸟科 Sturnidae	2	3	1.38
	鸫科 Turdinae	2	6	2.75
	鹟科 Muscicapinae	16	23	10.55
	叶鹎科 Chloropseidae	1	2	0.92
	啄花鸟科 Dicaeidae	1	3	1.38
	花蜜鸟科 Nectariniidae	3	5	2.29
	织雀科 Ploceidae	1	1	0.46
	梅花雀科 Estrildidae	1	1	0.46
	雀科 Passeridae	1	2	0.92
	鹁鸽科 Motacillidae	3	6	2.75
	燕雀科 Fringillidae	2	2	0.92
	鹀科 Emberizidae	1	3	1.38
	60	138	218	100.00

评价区内分布的留鸟有 172 种，夏候鸟有 24 种，冬候鸟有 22 种，分别占记录总种数的 78.90%、11.01%和 10.09%。繁殖鸟有 196 种，占评价区鸟类的 89.91%；非繁殖鸟 22 种，占 10.09%。

在记录的 218 种鸟中，以在农耕地、村落栖息的鸠鸽科、燕科、鹀科、文鸟科和雀科鸟类最常见；在水环境及其附近栖息的鹭科、鹬科和翠鸟科鸟类较常见；在灌丛、

林地栖息的杜鹃科、鹎科和鸭科鸟类少见。

2) 区系特征

评价区的繁殖鸟，以东洋界物种居多，广泛分布于古北界和东洋界物种次之，古北界物种最少，分别占繁殖鸟种数的 83.61%、14.80%和 2.55%。

3) 珍稀保护物种与特有种

(1) 国家重点保护物种

评价区记录到 34 种国家重点保护鸟类，包括 2 种国家一级重点保护鸟类绿孔雀 *Pavo muticus* 和黑颈长尾雉 *Syrnaticus humiae*，32 种国家二级重点保护鸟类，即红喉山鹧鸪 *Arborophila rufogularis*、褐胸山鹧鸪 *Arborophila brunneopectus*、红原鸡 *Gallus gallus*、白鹇 *Lophura nycthemera*、白腹锦鸡 *Chrysolophus amherstiae*、针尾绿鸠 *Treron apicauda*、楔尾绿鸠 *Treron sphenura*、褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*、凤头蜂鹰 *Pernis ptilorhynchus*、蛇雕 *Spilornis cheela*、凤头鹰 *Accipiter trivirgatus*、松雀鹰 *Accipiter virgatus*、雀鹰 *Accipiter nisus*、普通鵟 *Buteo buteo*、领角鸮 *Otus bakkamoena*、鵞鸂鶒 *Bubo bubo*、灰林鸮 *Strix aluco nivicola*、领鸺鹠 *Glaucidium brodiei*、斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides*、红头咬鹃 *Harpactes erythrocephalus*、栗喉蜂虎 *Merops philippinus*、白胸翡翠 *Halcyon smyrnensis*、红隼 *Falco tinnunculus*、栗头八色鸫 *Pitta oatesi*、长尾阔嘴鸟 *Psarisomus dalhousiae*、银胸丝冠鸟 *Serilophus lunatus*、蓝绿鹊 *Cissa chinensis*、红胁绣眼鸟 *Zosterops erythropleura*、画眉 *Garrulax canorus*、银耳相思鸟 *Leiothrix argentauris*、红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea*、红喉歌鸲 *Luscinia calliope* 等。

绿孔雀 *Pavo muticus*: 为鸡形目雉鸡科大型鸟类，体长 180cm~230cm。国家一级重点保护鸟类、中国红色名录受威胁物种。栖息于海拔 2000m 以下的热带、亚热带常绿阔叶林和混交林中，尤其喜欢在杂灌丛、河岸或地边丛林以及林间草地和林中空旷的开阔地带活动。根据访问和文献记载，景谷县曾有绿孔雀分布记录，2014 年曾经出现于与输水工程区较接近的正兴镇铁厂村附近，但是近年来没有见到，近 20 年来，本项评价区范围沿线村社没有发现绿孔雀的踪迹。根据云南大学《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》，在工程影响评价区域采用样线和样点法、红外相机、音频和无人机等方法调查，均未发现绿孔雀。访问调查显示：观测区域内，包括黄草坝水库区及输水管线 300m~500m 范围内访问调查皆反映未曾听说过孔雀；在输水管线西侧，最近距离 4km 的区域，即景谷县正兴镇勐烈

村的丫口寨、通关寨等区域访问到有绿孔雀分布，种群估计为 10~20 只。

黑颈长尾雉 *Syrmaticus humiae*: 黑颈长尾雉为鸡形目雉科陆禽，分布于中国的云南、广西，主要栖息于海拔 500m~3000m 的阔叶林、针阔叶混交林以及疏林灌丛、草地和林缘地带，尤其喜欢在海拔 1000m~2000m、林下蕨类、蒿草和灌丛植物发达而又多岩石的山坡混交疏林和林缘地带活动。国家一级重点保护鸟类、中国红色名录受威胁物种。根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》，在输水管线区的转山田、麻栗树、子营梁子的 6 个红外相机点位，以及淹没区之外 5km 范围的半坡附近的 3 个相机位点有记录黑颈长尾雉，在评价区属少见种。调查了解，黑颈长尾雉分散分布于区域内生境较好的林地，适宜栖息地片段化。

红喉山鹧鸪 *Arborophila rufogularis*: 红喉山鹧鸪为鸡形目雉科陆禽，分布于中国的云南，主要栖息于低山丘陵和海拔 3000m 以下的常绿阔叶林中、针叶林以及林缘灌丛和高草丛中，尤以喜欢林下植被丰富的溪谷与河流两岸的常绿阔叶林。根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》，在输水管线区的子营梁子、张家田、红岭岗田的 3 个红外相机点位，淹没区之外 5km 范围的团山、大尖山附近的 3 个相机位点及淹没区范围 1 个红外相机点位有记录红喉山鹧鸪，在评价区属少见种。

褐胸山鹧鸪 *Arborophila brunneopectus*: 褐胸山鹧鸪为鸡形目雉科陆禽，我国分布于云南、广西，主要栖息于海拔 1500m 以下的低山常绿阔叶林中，也见于低山丘陵和山脚平原地带的竹林与灌丛中，但比较喜欢常绿森林。根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》，在输水管线区大坝头 1 个红外相机点位有记录，在评价区属少见种。

红原鸡 *Gallus gallus*: 红原鸡是雉科原鸡大型地栖鸟类，广泛分布于热带亚洲，我国见于云南南部和广西南部。栖息于低山、丘陵和山脚平原地带的热带雨林、常绿和落叶阔叶林、混交林、次生林、竹林，或林缘灌丛、稀树草坡等各类生境中，有时甚至出现在村落附近的耕地上。根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》，一共有 32 台红外相机记录到了红原鸡，在评价区属少见种。

白鹇 *Lophura nycthemera*: 白鹇是雉科鹇属大型地栖鸟类，我国见于贵州、云南、四川、湖南、广东、广西、浙江、安徽、福建、江西、湖北、海南等地。白鹇栖息于

森林茂密，林下植物稀疏的常绿阔叶林和沟谷雨林。根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》，一共有 50 台红外相机记录到了白鹇，在评价区属常见种。

白腹锦鸡 *Chrysolophus amherstiae*: 白腹锦鸡为鸡形目雉科陆禽，我国分布于西藏东南部、四川中部、西部和西南部、贵州西部和西南部、广西西部和云南大部。栖息于海拔 1500m~4000m 的常绿阔叶林、针阔叶混交林和针叶林带，也栖息于林缘灌丛、林缘草坡、疏林荒山和矮竹丛间。根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》，在淹没区之外 5km 范围的大菁头附近的 1 个相机位点位记录到，在评价区属少见种。

凤头蜂鹰 *Pernis ptilorhynchus*: 凤头蜂鹰为鹰科蜂鹰属中型猛禽，我国见于东北至西南，栖息于不同海拔的阔叶林、针叶林和混交林中，尤以疏林和林缘地带较为常见，有时也到林外村庄、农田和果园等小林内活动。评价区内各类山林，尤其是思茅松林为凤头蜂鹰主要活动区域，但个体数量较少，在评价区属少见种。

蛇雕 *Spilornis cheela*: 蛇雕是鹰科蜂蛇雕属中型猛禽，我国见于辽宁、浙江、安徽、福建、江西、广东、广西、贵州、云南、西藏、台湾、香港、海南等地。栖居于深山高大密林中，喜在林地及林缘活动。评价区内各类山林，尤其是思茅松林为蛇雕主要活动区域，但个体数量较少，根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》，在西萨村附近林地有 1 台红外相机记录到，在评价区属少见种。

凤头鹰 *Accipiter trivirgatus*: 凤头鹰为鹰科鹰属中型猛禽，我国国内终年留居四川峨眉山、云南南部至中部、贵州绥阳、遵义、安龙、罗甸等，广西西南部，广东，台湾和海南等地。凤头鹰栖息在 2000m 以下的山地森林和山脚林缘地带，也出现在竹林和小面积丛林地，偶尔也到山脚平原和村庄附近活动。评价区内各类山林，尤其是思茅松林为凤头鹰主要活动区域，但个体数量较少，在评价区属少见种。

松雀鹰 *Accipiter virgatus*: 松雀鹰为鹰科鹰属小型猛禽，在中国主要分布于北部的内蒙古、陕西、辽宁、吉林、黑龙江以及南部的西藏、四川、云南、广西、广东、福建、台湾等省区。松雀鹰栖息于海拔 600m~3850m 的各种森林中。评价区内各类山林，尤其是思茅松林为松雀鹰主要活动区域，但个体数量较少，根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》，在西萨村附近林地以及水

库非淹没区有 2 台红外相机记录到，在评价区属少见种。

雀鹰 *Accipiter nisus*: 雀鹰为鹰科鹰属小型猛禽，我国见于大兴安岭、小兴安岭、长白山、辽宁、内蒙古呼伦贝尔盟和新疆，越冬于四川、贵州、云南、广西、广东和海南岛。雀鹰栖息于山地、农田、林缘和居民区，常见单个栖息于树木顶端或电杆顶部等突出物上，或长时间飞翔于空中。评价区内各类山林，尤其是思茅松林为雀鹰主要活动区域，但个体数量较少，在评价区属少见种。

普通鵟 *Buteo buteo*: 普通鵟是鹰科鵟属中型猛禽，主要栖息于海拔 400m~4000m 的山地森林和林缘地带，常在开阔平原、荒漠、旷野、开垦的耕作区、林缘草地和村庄上空盘旋翱翔。评价区内各类山林和村落附近，尤其是思茅松林附近村落为普通鵟主要活动区域，但个体数量较少，在评价区属少见种。

红隼 *Falco tinnunculus*: 红隼是隼科隼属小型猛禽，分布范围很广。红隼栖息于山地森林、森林苔原、低山丘陵、旷野、森林平原、山区植物稀疏的混合林、开垦耕地、旷野灌丛草地、林缘、林间空地、疏林和有稀疏树木生长的旷野、河谷和农田地区。评价区内各类山林、居民点、农田附近均是其活动区域，但个体数量较少，在评价区属少见种。

针尾绿鸠 *Treron apicauda*: 针尾绿鸠为鸠鸽科绿鸠属中型鸟类，我国见于广西、四川木里、云南贡山、潞西、耿马和西双版纳等地。针尾绿鸠栖息于热带和亚热带山地丘陵带阴暗潮湿的原始森林、常绿阔叶林和次生林中。在评价区的阔叶林、混交林、次生林或林缘灌丛中活动，也在农田附近的疏林和树上活动，在评价区属少见种。

楔尾绿鸠 *Treron sphenura*: 楔尾绿鸠为鸠鸽科绿鸠属中型鸟类，我国见于四川西南部和中部、西藏南部、云南西部和南部、广西北部以及湖北神农架等地。楔尾绿鸠栖息于海拔 800m~3000m 的山丘沟谷间的亚热带常绿阔叶林和针、阔叶混交林地带。在评价区的阔叶林、混交林、次生林或林缘灌丛中活动，也在农田附近的疏林和树上活动，在评价区属少见种。

褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*: 褐翅鸦鹃是鸦鹃科、鸦鹃属的中型鸟类，我国见于浙江、福建、广西、广东、云南、贵州南部和海南岛。褐翅鸦鹃主要栖息于 1600m 以下的低山丘陵和平原地区的林缘灌丛、稀树草坡、河谷灌丛、草丛和芦苇丛中，也

出现于靠近水源的村边灌丛和竹丛等地方。褐翅鸦鹃在评价区种群数量相对较多，见于林地、农田、水域附近高草丛等生境，在评价区属常见种。

领角鸮 *Otus bakkamoena*: 领角鸮是鸱鸃科、角鸮属的小型鸟类，俗称猫头鹰，分布于印度北部、巴基斯坦北部、孟加拉和喜马拉雅山东部至中国南部。领角鸮栖息于山地阔叶林和混交林中，也出现于山麓林缘和村寨附近树林内。在评价区属少见种。

雕鸮 *Bubo bubo*: 雕鸮是鸱鸃科雕鸮属夜行性中型猛禽，我国广布，从东北的黑龙江、吉林、辽宁、至内蒙古、甘肃、青海、新疆、河北、山西、陕西、山东、河南、浙江、湖北、江西、福建、广东、广西、四川、贵州、云南、西藏。。雕鸮栖息于山地森林、平原、荒野、林缘灌丛、疏林，以及裸露的高山和峭壁等各类环境中。评价区内分布于库区林地，在评价区属偶见种。

灰林鸮 *Strix aluco*: 灰林鸮是鸱鸃科中型猛禽，具夜行性。国内分布于东北西南部、河北东北部、山东、陕西、湖北、四川、甘肃南部、贵州、云南、西藏南部、广西、广东和台湾。灰林鸮主要栖息于山地阔叶林和混交林中，尤其喜欢河岸和沟谷森林地带，也出现于林缘疏林和灌丛地区。根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》，在输水管线区的子营梁子、张家田、红岭岗田的 3 个红外相机点位，淹没区之外 5km 范围的大尖山附近的 1 个相机位点位记录到，在评价区属少见种。

领鸺鹠 *Glaucidium brodiei*: 领鸺鹠是鸱鸃科鸺鹠属小型猛禽。我国见于上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、河南、湖北、湖南、广东、广西、海南、四川、贵州、云南、陕西、甘肃和台湾等地。领鸺鹠栖息于山地森林和林缘灌丛地带。评价区内分布于坝址附近林地，在评价区属少见种。

斑头鸺鹠 *Glaucidium cuculoides*: 斑头鸺鹠是鸱鸃科鸺鹠属的小型鸺鹠类，我国见于甘肃南部、陕西、河南、安徽、四川、贵州、云南、西藏、广西、广东、香港和海南岛。斑头鸺鹠栖息于从平原、低山丘陵到海拔 2000m 左右的中山地带的阔叶林、混交林、次生林和林缘灌丛，也出现于村寨和农田附近的疏林和树上。在评价区分布于水库淹没区上游林地，在评价区属少见种。

红头咬鹃 *Harpactes erythrocephalus*: 红头咬鹃是咬鹃目咬鹃科咬鹃属的鸟类，我国见于四川南部至贵州、云南、福建、广东、海南岛及西藏东南部。红头咬鹃由密

林的低树枝上猎取食物。红头咬鹃栖息于热带雨林及次生常绿阔叶林内，以野果以及蝗虫、螳螂等昆虫为主食，善于飞捕昆虫。在评价区属少见种。

白胸翡翠 *Halcyon smyrnensis*: 白胸翡翠是佛法僧目翠鸟科鸟类，国内常见于华中以南包括海南岛的大部分地区，迷鸟记录见于台湾岛。白胸翡翠性活泼而喧闹，捕食于旷野、河流、池塘及海边。白胸翡翠通常是沿河流和稻田中的沟渠，稀疏丛林，城市花园，鱼塘和海滩狩猎。在平原和海拔 1500m 的高度均有分布。常伫立或栖息在栅栏，电线杆或树枝上等待猎物。一般单独或情侣共同捕食。评价区见于输水管线附近的赤耳河水库边缘，在评价区属常见种。

栗喉蜂虎 *Merops philippinus*: 栗喉蜂虎是佛法僧目蜂虎科的小型鸟类，中国西藏东南部、四川南部、云南、广西、广东和福建有繁殖记录。斑栗喉蜂虎结群聚于开阔地捕食。栖于裸露树枝或电线，懒散地迂回滑翔寻食昆虫。较其他蜂虎更喜在空中捕食。有时一群蜂虎吱吱喳喳从头顶高飞而过。评价区分布于输水管线附近的纳贺湖附近，在评价区属少见种。

栗头八色鸫 *Pitta oatesi*: 栗头八色鸫是雀形目八色鸫科的鸟类，分布于中南半岛，中国的东南沿海地区。栗头八色鸫主要栖息在海拔 1800m 以下的热带、亚热带的常绿阔叶林中，单个或成对在林下阴湿处活动觅食，喜在夜间鸣叫。根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》，在输水管线区曼端、三岔河、老张寨、那栗河、红岭岗田、大坝头的 6 个红外相机点位，淹没区之外 5km 范围的团山、大尖山附近的 3 个相机位点位及淹没区范围岔河附近 3 个红外相机点位有记录到，在评价区属少见种。

长尾阔嘴鸟 *Psarisomus dalhousiae*: 长尾阔嘴鸟是雀形目阔嘴鸟科的鸟类，分布于喜马拉雅山脉的山麓地带、中国南方、东南亚、苏门答腊及婆罗洲。长尾阔嘴鸟是热带林栖鸟类，通常栖息于海拔 880m~1500m 的常绿阔叶林中。根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》，在输水管线区的曼端的 1 个红外相机点位有记录到，在评价区属少见种。

银胸丝冠鸟 *Serilophus lunatus*: 银胸丝冠鸟是雀形目阔嘴鸟科的鸟类，分布于孟加拉国、不丹、柬埔寨、中国、印度、印度尼西亚、老挝、马来西亚、缅甸、尼泊尔、泰国、越南。栖息于海拔 90m~1400m 热带、亚热带地区的各种类型的树林中，

主要以昆虫为食，也吃植物果实，在评价区属少见种。

蓝绿鹊 *Cissa chinensis*: 蓝绿鹊是雀形目鸦科的鸟类，国内分布于云南西部盈江、沧源、南部西双版纳、绿春，以及云南东南部、广西、西藏墨脱和昌都地区西南部。主要栖息于低山丘陵亚热带常绿阔叶林内，也出现于落叶阔叶林、次生林、竹林、橡树林和开阔的林缘灌丛地带，有时也出现于农田地边树上。根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》，在输水管线区普洱市附近的 1 个红外相机点位有记录到，在评价区属少见种。

红喉歌鸲 *Luscinia calliope*: 红喉歌鸲是雀形目鸫科的小型鸟类，红喉歌鸲在中国繁殖于东北和中西部地区，迁徙见于东部、中部、东南、西南和华南大部，越冬于西南和华南，包括海南岛和台湾岛。红喉歌鸲为地栖性鸟类，常栖息于平原地带的灌丛，芦苇丛或竹林间，更多活动于溪流近旁，多觅食于地面或灌丛的低地间。根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》，在输水管线区勐乃村的 1 个红外相机点位有记录到，在评价区属少见种。

画眉 *Garrulax canorus*: 画眉鸟是画眉科中型鸟类，我国见于甘肃、陕西和河南以南至长江流域及其以南的广大地区，东至江苏、浙江、福建和台湾，西至四川、贵州和云南，南至广东、香港、广西和海南岛、华南及沿海一带。画眉栖息于低山丘陵到海拔 2200m 的山地，主要分布于林缘、灌丛。广泛分布于评价区各类灌丛，但数量相对较少，在评价区属少见种。

银耳相思鸟 *Leiothrix argenteauris*: 银耳相思鸟是画眉科相思鸟属小型鸟类，我国见于贵州南部和云南西部、南部、东部及广西南部 and 西藏东南部。银耳相思鸟主要分布于海拔 2500m 以下森林环境中。广泛分布于评价区各类林地和灌丛，但数量相对较少，在评价区属少见种。

红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea*: 红嘴相思鸟是画眉科相思鸟属的小型鸟类，我国见于甘肃南部、陕西南部、长江流域及其以南华南各省，东至浙江、福建，南至广东、香港、广西，西至四川、贵州、云南和西藏南部。栖息于海拔 1200m~2800m 的常绿阔叶林、混交林、灌丛地带。广泛分布于评价区各类林地和灌丛，但数量相对较少，在评价区属少见种。

红胁绣眼鸟 *Zosterops erythropleura*: 红胁绣眼鸟是绣眼鸟科绣眼鸟属小型鸟类，

我国见于黑龙江、吉林、河北、辽宁、山西、陕西、甘肃、四川、西藏、河南、山东、江苏、浙江、福建、贵州、云南等地。栖息于阔叶林和针阔叶混交林、竹林、疏林等各类型森林中，也栖息于果园、林缘以及村寨和地边高大的树上。广泛分布于评价区各类林地和灌丛，但数量相对较少，在评价区属少见种。

(2) 云南省重点保护物种

评价区没有记录到云南省重点保护鸟类。

(3) 中国红色名录受威胁物种

评价区记录到 3 种《中国生物多样性红色名录》受威胁物种，其中“极危”鸟类 1 种，为绿孔雀，“易危”鸟类 2 种，为黑颈长尾雉和栗头八色鸫，如前述。

(4) 特有物种

评价区没有记录到中国特有鸟类。

d) 哺乳类

1) 种类及数量

评价区哺乳动物计 42 种，分属 8 目 17 科。其中，啮齿目有 4 科 21 种，占记录总种数的 50.00%；食肉目有 4 科 10 种，占记录总种数的 23.81%；食虫目 2 科 4 种，占记录总种数的 9.52%；偶蹄目 3 科 3 种，占记录总种数的 7.14%；攀鼯目、灵长目、长鼻目和兔形目各有 1 科 1 属 1 种，各占记录总种数的 2.38%。

总的说来，黄草坝水库坝区和库区河谷两岸植被有季风常绿阔叶林、思茅松林，动物隐蔽条件较好，中小型兽类的多样性较丰富。在各种林地活动的有云南兔、树鼯科、松鼠科的种类较常见。在农耕地和村落周边活动的鼯鼯科、鼠科的种类较常见。其余在评价区均属少见或偶见物种。

2) 区系特征

在记录的 42 种哺乳动物中，东洋界物种有 36 种，占总种数的 85.71%；广泛分布于古北界和东洋界的物种有 6 种，占 14.29%。

3) 珍稀保护物种与特有种

(1) 国家重点保护物种

评价区内记录到 2 种国家一级重点保护哺乳类亚洲象 *Elephas maximus* 和林麝 *Moschus berezovskii*，二级重点保护哺乳类有猕猴 *Macaca mulatta*、黄喉貂 *Martes*

flavigula、斑林狸 *Prionodon pardicolor*、椰子狸 *Paradoxurus hermaphroditus* 和豹猫 *Prionailurus bengalensis* 等 5 种。

亚洲象 *Elephas maximus*: 亚洲象属长鼻目象科,是现存陆地上最大的哺乳动物,国家一级重点保护野生动物,《中国生物多样性红色名录》极危(CR)物种。亚洲象在我国仅分布于云南省的西双版纳、临沧和普洱,目前数量约 300 头。据记载,历史以来亚洲象在思茅区均有活动分布,但 1976 年后,思茅区境内的野生亚洲象未再出现,到 1992 年以后,亚洲象才又陆续由西双版纳逐渐向北活动到普洱市境内的澜沧县、思茅区、江城县及景谷县。近年来,亚洲象的活动范围在逐渐扩大而且有向北移动的现象,相关事件包括自 2020 年 3 月至 2021 年 11 月的亚洲象群由西双版纳一路向北直至昆明附近,然后再返回原籍的亚洲象群北移事件。随着亚洲象活动范围的逐渐扩大,已经涉及到了本工程评价区的部分区域,最接近的是输水工程经过的正兴镇附近,距离工程区最近约 2km,但亚洲象在景谷县区域的活动时间短,主要是移动过程中的短暂停留,本工程评价区不是亚洲象的活动中心和分布中心。根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》,亚洲象仅在 2020 年~2021 年北上和南返期间出现在景谷县凤山镇至景谷县正兴镇区域以及宁洱县周边附近,该区域并非亚洲象的稳定和长期分布区。

林麝 *Moschus berezovskii*: 林麝为麝科麝属动物,林麝在中国主要分布于宁夏六盘山、陕西秦岭山脉;东至安徽大别山、湖南西部;西至四川、西藏波密、察隅、云南北部;南至贵州、广东及广西北部山区。主要栖于针阔混交林,也适于在针叶林和郁闭度较差的阔叶林的生境生活。栖息高度可达 2000m~3800m,但低海拔环境也能生存。根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》,在黄草坝水库淹没区之外 5km 范围大尖山附近的 2 个红外相机位点和输水管线区坝卡附近的 1 个红外相机点位记录到林麝,其他区域均未记录到该种,在评价区属少见种。评价区林麝栖息地破碎化比较明显,其适宜栖息地主要分布于库区淹没线以上区域,评价区林麝可能为偶尔经过项目区域,并不在项目区栖息、繁衍等。

猕猴 *Macaca mulatta*: 猕猴为猴科猕猴属大中型猴类,国内见于南方诸省(区),以广东、广西、云南、贵州等地分布较多,福建(清流县)、安徽、江西、湖南、湖北、四川次之,陕西、山西、河南、河北、青海、西藏等局部地点也有分布。猕猴主要栖

息在石山峭壁、溪旁沟谷和江河岸边的密林中或疏林岩山上，群居。在评价区淹没区属少见种。

黄喉貂 *Martes flavigula*: 黄喉貂为鼬科貂属中型哺乳类，中国大部分地区都有分布、包括黑龙江、吉林、辽宁、河北、河南、山西、陕西、甘肃、安徽、浙江、福建、台湾、湖北、湖南、广西、广东、海南、江西、四川、重庆、贵州、云南、西藏等地，栖息于各种类型的林区，巢穴多建筑于树洞或石洞中。根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》，有 3 台红外相机(2 台位于淹没区以上 5km 范围，1 台位于输水管线区域)记录到了黄喉貂，该种在评价区属少见种。

斑林狸 *Prionodon pardicolor*: 斑林狸是林狸科林狸属中型兽类，在中国分布于广东、广西、贵州、湖南、江西、四川、云南(盈江、碧江、贡山、孟连、澜沧、勐腊、金平、马关)、西藏。斑林狸主要栖息于海拔 2000m 以下的林缘灌丛或稀树草丛中。在评价区属少见种。

椰子狸 *Paradoxurus hermaphroditus*: 椰子狸是猫科椰子狸属中型哺乳类，分布于热带地区，尤以热带雨林中常见，是典型的热带林栖。椰子狸主要栖息于海拔 2000m 以下的林缘灌丛或稀树草丛中。根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》，在黄草坝水库淹没区之外 5km 范围汇合、岔河、大尖山附近的 6 个红外相机位点和输水管线区坝卡、子营梁子、中昔朗、曼端、三岔河、那栗河、大坝头、红岭岗田、老田寨附近的 10 个红外相机点位，淹没区范围岔河附近的 3 个红外相机点位记录到了椰子狸，其他区域均未记录到该种。在评价区属常见种。

豹猫 *Prionailurus bengalensis*: 豹猫是猫科豹猫属兽类，广布于我国各省区，主要栖息于林缘、灌丛或稀树草丛中，有时到村寨边偷猎。在评价区分布较广，根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》，有 40 台红外相机记录到了豹猫，该种较常见。

(2) 云南省重点保护物种

评价区内记录到云南省重点保护哺乳类动物赤鹿 *Muntiacus vaginalis*。

(2)中国红色名录受威胁物种

评价区记录到 8 种《中国生物多样性红色名录》受威胁物种，“极危”物种有亚洲象、林麝，“濒危”物种有椰子狸，5 种“易危”物种为黄喉貂、斑林狸、红颊獐 *Herpestes*

javanicus、食蟹獾 *Herpestes urva* 和豹猫。

红颊獾 *Herpestes javanicus*: 红颊獾是獾科獾属小型哺乳类，主要分布在中国国内南方地区及越南、泰国、柬埔寨、印度、尼泊尔等国家和地区，栖息于热带山林、山地灌木丛、农田中、水溪边，尤以农作物区的杂木林更为常见。在评价区属少见种。

食蟹獾 *Herpestes urva*: 食蟹獾是獾科獾属小型哺乳类，分布于四川、福建、广东、湖南、浙江、贵州、台湾、江西、海南、安徽、江西、湖北、广西、云南、江苏、香港。食蟹獾一般栖息于海拔 1000m 以下的树林草丛、土丘、石缝、土穴中，喜群居。喜栖于山林沟谷及溪水两旁的密林里。在评价区属少见种。

其余物种如前所述。

(4) 特有物种

评价区未记录到生态环境部和中国科学院(2023 年)发布的《中国生物多样性红色名录·脊椎动物卷(2020)》中列入的中国特有物种。

4.2.6.2 评价区动物资源小结及评价

a) 动物资源的一般情况及其评价

1) 种类较丰富但种群数量较少：评价区记录陆栖脊椎动物 305 种，其中两栖纲 2 目 7 科 13 属 21 种，爬行纲 1 目 6 科 21 属 24 种，鸟纲 17 目 60 科 138 属 218 种，兽纲 8 目 17 科 42 种，动物种类较丰富，以雀形目鸟类和啮齿目兽类的种群数量较多，其他大多数物种的种群数量较少。

2) 小型哺乳类种群数量相对较大：黄草坝水库库区周边小型哺乳类，尤其是啮齿类活动痕迹较多，而且种类和数量相对较为丰富，这主要与评价区的生境以森林、灌丛、草丛生境和农耕生境为主有关。

3) 保护种占有一定比例：评价区记录有国家重点保护野生动物 45 种，其中国家一级重点保护动物 4 种，国家二级重点保护动物 41 种，云南省重点保护动物 2 种，《中国生物多样性红色名录》受威胁物种 20 种。

4) 特有种类较缺乏：评价区仅记录 4 种中国特有动物。

表 4.2.6-2 评价区陆生脊椎动物种类统计表

纲	目	科	属	种	保护动物			珍稀濒危动物			中国特有
					一级	二级	省级	CR	EN	VU	
哺乳纲	8	17	31	42	2	5	1	2	1	5	0
鸟纲	17	60	138	218	2	32	0	1	0	2	0
爬行纲	1	6	21	24	0	3	0	1	0	4	1
两栖纲	2	7	13	21	0	1	1	0	1	3	3
合 计	28	90	203	305	4	41	2	4	2	14	4

注：1.保护动物：“一级”——国家一级重点保护动物；“二级”——国家二级重点保护动物；“省级”——云南省重点保护动物；

2.“CR”——极危；“EN”——濒危；“VU”——易危；

b) 评价区重要动物物种

评价区记录到 55 种重要动物物种。包括国家重点保护动物 45 种，云南省重点保护动物 2 种，《中国生物多样性红色名录》受威胁物种 20 种(其中 13 种为国家重点保护动物)，特有动物 4 种。

1) 国家重点保护动物

45 种国家重点保护动物中，包括 4 种国家一级重点保护动物，即绿孔雀、黑颈长尾雉、林麝和亚洲象。据访问和文献资料，并结合云南大学《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》成果，在输水管线西侧，最近距离 4km 的区域，即景谷县正兴镇勐烈村的丫口寨、通关寨等区域访问到有绿孔雀分布，种群估计为 10 只~20 只，在工程影响评价区域采用样线和样点法、红外相机、音频和无人机等方法调查，均未发现到绿孔雀；黑颈长尾雉在观测中的 9 个相机位点有记录，但这几个点位不在水库淹没区范围内。亚洲象仅在 2020 年~2021 年北上和南返期间出现在景谷县凤山镇至景谷县正兴镇区域以及宁洱县周边附近，该区域并非亚洲象的稳定和长期分布区；在观测中的 3 个红外相机位点记录到林麝，位于水库淹没线以上，其他区域均未记录到该种。

其他 41 种国家二级重点保护动物，包括两栖动物红瘰疣螈 1 种，主要分布在评价区的农田区；爬行类有大壁虎、眼镜王蛇和三索锦蛇 3 种，主要分布在评价区的森林地带。鸟类有栗头八色鸫、凤头蜂鹰、蛇雕、凤头鹰、松雀鹰、雀鹰、普通鵟、红隼、红喉山鹧鸪、褐胸山鹧鸪、红原鸡、白鹇、白腹锦鸡、针尾绿鸠、楔尾绿鸠、褐翅鸦鹃、领角鸮、鵞鸲、灰林鸮、领鸮、斑头鸮、红头咬鹃、栗喉蜂虎、白胸翡翠

翠、长尾阔嘴鸟、银胸丝冠鸟、蓝绿鹊、红喉歌鸲、画眉、银耳相思鸟、红嘴相思鸟、红胁绣眼鸟等 32 种，鹰隼类主要在评价区的森林活动，在村寨和农耕地也能见到；雉类、绿鸠类和鸚类主要在评价区的森林地带活动；褐翅鸦鹃主要在评价区的林缘灌丛以及农耕地活动；哺乳类有猕猴、黄喉貂、斑林狸、椰子狸和豹猫等 5 种。猕猴主要分布于水库淹没区及其附近活动，其余的国家重点保护动物因活动范围大，在觅食活动中可出现在评价区范围之内。

2) 云南省重点保护动物

云南省重点保护动物有 2 种：费氏短腿蟾 *Brachytarsophrys feae*、赤麂 *Muntiacus vaginalis*，偶见于评价区各地。

3) 受威胁动物

评价区分布《中国生物多样性红色名录》的 20 种受威胁动物，13 种同时属于国家重点保护动物，2 种属于云南省重点保护动物。其他 6 种《中国生物多样性红色名录》的受威胁动物，分别是“濒危”动物双团棘胸蛙 *Rana yunnanensis*，“易危”动物云南臭蛙 *Rana andersonii*、版纳大头蛙 *Rana kuhlii*、黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura*、红颊獾 *Herpestes javanicus*、食蟹獾 *Herpestes urva*。出现于评价区各地，但是数量不多，在评价区属于少见种。

4) 特有动物

评价区分布有 4 种中国特有动物，即两栖动物红瘰疣螈 *Tylototriton verrucosus*、腹斑掌突蟾 *Leptobrachella ventripunctata* 和红蹼树蛙 *Rhacophorus rhodopus*、爬行动物八线腹链蛇 *Amphiesma octolineata*。红瘰疣螈为国家二级重点保护动物，腹斑掌突蟾、红蹼树蛙出现于评价区输水管道沿线各地，但是频度很低，属于少见种。八线腹链蛇在评价区为常见种。

表 4.2.6-3 评价区重要动物汇总表

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	绿孔雀 <i>Pavo muticus</i>	一级	CR		输水工程区附近	访问，资料	不涉及
2	亚洲象 <i>Elephas maximus</i>	一级	CR		输水工程区	访问，资料	不涉及
3	林麝 <i>Moschus berezovskii</i>	一级	CR		淹没区淹没线以上	资料	不直接占用生境
4	黑颈长尾雉 <i>Syrmaticus humiae</i>	一级	VU		淹没区淹没线以上	资料	不直接占用生境

表 4.2.6-3(续)

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况
5	大壁虎 <i>Gekko gecko</i>	二级	CR		河谷灌丛	访问, 资料	不直接占用生境
6	椰子狸 <i>Paradoxurus hermaphroditus</i>	二级	EN		输水工程区	资料	生境被少量占用
7	三索锦蛇 <i>Elaphe radiata</i>	二级	VU		输水工程区	访问, 资料	生境被少量占用
8	眼镜王蛇 <i>Ophiophagus hannah</i>	二级	VU		大坝枢纽区及库区	访问, 资料	生境被少量占用
9	黄喉貂 <i>Martes flavigula</i>	二级	VU		整个评价区	资料	生境被少量占用
10	斑林狸 <i>Prionodon pardicolor</i>	二级	VU		大坝枢纽区及库区	访问, 资料	生境被少量占用
11	豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	二级	VU		整个评价区	访问, 资料	生境被少量占用
12	红瘰疣螈 <i>Tylototriton verrucosus</i>	二级	VU	是	输水工程区湿地	访问, 资料	不直接占用生境
13	栗头八色鸫 <i>Pitta oatesi</i>	二级	VU		整个评价区	资料	生境被少量占用
14	凤头蜂鹰 <i>Pernis ptilorhynchus</i>	二级			整个评价区	资料	觅食区被少量占用
15	蛇雕 <i>Spilornis cheela</i>	二级			整个评价区	目击	觅食区被少量占用
16	凤头鹰 <i>Accipiter trivirgatus</i>	二级			整个评价区	目击	觅食区被少量占用
17	松雀鹰 <i>Accipiter virgatus</i>	二级			整个评价区	目击	觅食区被少量占用
18	雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>	二级			整个评价区	访问, 资料	觅食区被少量占用
19	普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	二级			整个评价区	访问, 资料	觅食区被少量占用
20	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	二级			整个评价区	目击	觅食区被少量占用
21	红喉山鹧鸪 <i>Arborophila rufogularis</i>	二级			整个评价区		觅食区被少量占用
22	褐胸山鹧鸪 <i>Arborophila brunneopectus</i>	二级			整个评价区		觅食区被少量占用
23	红原鸡 <i>Gallus gallus</i>	二级			整个评价区	访问, 资料	生境被少量占用
24	白鹇 <i>Lophura nycthemera</i>	二级			大坝枢纽区及库区	目击	生境被少量占用
25	白腹锦鸡 <i>Chrysolophus amherstiae</i>	二级			大坝枢纽区及库区	资料	生境被少量占用
26	针尾绿鸠 <i>Treron apicauda</i>	二级			整个评价区	资料	生境被少量占用
27	楔尾绿鸠 <i>Treron sphenura</i>	二级			整个评价区	资料	生境被少量占用
28	褐翅鸦鹃 <i>Centropus sinensis</i>	二级			输水工程区及受水区	目击	生境被少量占用
29	领角鸮 <i>Otus bakkamoena</i>	二级			大坝枢纽区及库区	目击	觅食区被少量占用
30	鵞鸂鶒 <i>Bubo bubo</i>	二级			大坝枢纽区及库区	资料	觅食区被少量占用
31	灰林鸮 <i>Strix aluco</i>	二级			输水工程区及受水区	资料	觅食区被少量占用

表 4.2.6-3(续)

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况
32	领鸺鹠 <i>Glaucidium brodiei</i>	二级			大坝枢纽区及库区	资料	觅食区被少量占用
33	斑头鸺鹠 <i>Glaucidium cuculoides</i>	二级			大坝枢纽区及库区	资料	觅食区被少量占用
34	红头咬鹃 <i>Harpactes erythrocephalus</i>	二级			整个评价区	资料	生境被少量占用
35	栗喉蜂虎 <i>Merops philippinus</i>	二级			输水工程区	资料	生境被少量占用
36	白胸翡翠 <i>Halcyon smyrnensis</i>	二级			输水工程区	目击	生境被少量占用
37	长尾阔嘴鸟 <i>Psarisomus dalhousiae</i>	二级			整个评价区	资料	生境被少量占用
38	银胸丝冠鸟 <i>Serilophus lunatus</i>	二级			整个评价区	资料	生境被少量占用
39	蓝绿鹊 <i>Cissa chinensis</i>	二级			整个评价区	资料	生境被少量占用
40	红喉歌鸲 <i>Luscinia calliope</i>	二级			整个评价区	资料	生境被少量占用
41	画眉 <i>Garrulax canorus</i>	二级			整个评价区	访问, 资料	生境被少量占用
42	银耳相思鸟 <i>Leiothrix argentea</i>	二级			大坝枢纽区及库区	目击	生境被少量占用
43	红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>	二级			整个评价区	资料	生境被少量占用
44	红胁绣眼鸟 <i>Zosterops erythropleura</i>	二级			整个评价区	资料	生境被少量占用
45	猕猴 <i>Macaca mulatta</i>	二级			大坝枢纽区及库区	访问, 资料	生境被少量占用
46	费氏短腿蟾 <i>Brachytarsophrys feae</i>	省级			整个评价区	资料	生境被少量占用
47	赤麂 <i>Muntiacus vaginalis</i>	省级			整个评价区	访问, 资料	生境被少量占用
48	双团棘胸蛙 <i>Rana yunnanensis</i>		EN		溪流及库区	目击, 访问	生境被少量占用
49	云南臭蛙 <i>Rana andersonii</i>		VU		输水工程区	资料	不直接占用生境
50	版纳大头蛙 <i>Rana kuhlii</i>		VU		溪流及库区	目击, 访问	生境被少量占用
51	孟加拉眼镜蛇 <i>Naja kaouthia</i>		VU		整个评价区	访问, 资料	生境被少量占用
52	黑眉锦蛇 <i>Elaphe taeniura</i>		VU		整个评价区	目击	生境被少量占用
53	红颊獭 <i>Herpestes javanicus</i>		VU		整个评价区	资料	生境被少量占用
54	食蟹獭 <i>Herpestes urva</i>		VU		整个评价区	资料	生境被少量占用
55	腹斑掌突蟾 <i>Leptobrachella ventripunctata</i>			是	输水工程区	资料	不直接占用生境
56	红蹼树蛙 <i>Rhacophorus rhodopus</i>			是	输水工程区	资料	不直接占用生境
57	八线腹链蛇 <i>Amphiesma octolineata</i>			是	整个评价区	目击	生境被少量占用

注：1.保护动物：“一级”——国家一级重点保护动物；“二级”——国家二级重点保护动物；“省级”——云南省重点保护动物；

2.“CR”——极危；“EN”——濒危；“VU”——易危；

4.2.6.3 工程区与绿孔雀活动区的关系

a) 绿孔雀历史分布

绿孔雀 *Pavo muticus* 为鸡形目雉鸡科大型鸟类，大型鸡类，体长 180cm~230cm。国家一级重点保护鸟类、中国红色名录受威胁物种。栖息于海拔 2000m 以下的热带、亚热带常绿阔叶林和混交林中，尤其喜欢在杂灌丛、河岸或地边丛林以及林间草地和林中空旷的开阔地带活动。

自清朝以后，中国绿孔雀的分布仅分布于云南，主要集中于滇中地区，在滇南、滇西的部分区域有零星分布，以滇中楚雄州和玉溪市数量最多，占绿孔雀种群数量的 80%，其次为普洱市和临沧市。在云南，绿孔雀主要生活在沿河谷两岸的热带、亚热带常绿阔叶林、针阔混交林，以及林型较为开阔的低密度思茅松林(*Pinus kesiya* var. *langbianensis*)，由于栖息地生境的破坏，导致绿孔雀现存种群呈小家族群点状隔离分布。

b) 普洱市绿孔雀分布

在我国绿孔雀的历次综合调查之中，皆在普洱市境内记录到有绿孔雀分布。如 20 世纪 90 年代以前，主要记录的普洱市(原思茅市)绿孔雀分布县市有景东县、镇沅县、景谷县、墨江县、普洱县(今宁洱县)、思茅区(原思茅市翠云区)等 6 个县市区。21 世纪初，普洱市境内记录有绿孔雀的分布县市与 20 世纪 90 年代相同，并新增了澜沧县，数量达 7 个县市区。而 21 世纪 10 年代，在上述 6 个县市区基础上，记录到镇沅县和思茅市翠云区(今普洱市思茅区)已没有绿孔雀分布，即普洱市境内现存的绿孔雀主要分布于景东县、景谷县、宁洱县、墨江县和澜沧县等 4 个县市区。

关于绿孔雀在普洱市境内乡镇的分布，主要有以下记述：

1) 中国科学院昆明动物研究所杨晓君研究员 1996 年在景东县城边锦屏镇川河两岸有记录，并对绿孔雀的春季行为和栖息地利用有做了详细调查(杨晓君等，1996)。

2) 2003 年，西南林业大学韩联宪教授团队对景谷县绿孔雀资源进行实地调查和访问，确定了在勐班乡、民乐乡、凤山乡、碧安乡、益智乡、半坡乡，大约有 50 只~70 只绿孔雀种群(韩联宪等，2016)。

3) 2014 年~2017 年期间，中国科学院昆明动物研究所杨晓君研究员团队的孔德军教授对云南省绿孔雀完成的细致调查，确定了在普洱市境内的景东县的锦屏镇和文

龙乡、墨江县的新抚乡、宁洱县的德化镇、景谷县的半坡乡和勐班乡，以及澜沧县的糯福乡等区域有绿孔雀分布，还记录到普洱市林草局工作人员介绍在景谷县正兴镇的小黑江流域拍摄到了绿孔雀视频和照片，估计普洱市境内的绿孔雀种群应在 20 只~25 只以上(Kong et al., 2018)。

此外，普洱市也是最早报道绿孔雀野外种群活动影像的州市。2014 年 6 月 20 日，普洱市林业和草原局通过云南省林业和草原局官方网站，以《普洱市拍摄到国内首张野生绿孔雀图片》为题报道了其境内景谷县寻找并发现绿孔雀的过程，其中于 2014 年 4 月 19 日利用红外相机拍摄到了清晰的绿孔雀的照片和视频资料，这在国内来说尚属首次，并初步估计在上述区域分布的野生绿孔雀约有 10 只~15 只。

c) 本次评价区绿孔雀观测过程及结果

2023 年 3 月 28 日至 2023 年 7 月 21 日，云南大学完成了黄草坝水库工程评价区现场观测调查工作(含样线、样点、红外相机、音频监测、无人机、资料收集和访问调查等)，同时采用物种分布模型对绿孔雀、亚洲象在评价区及周边的分布进行了预测分析。

本次观测调查合计完成了 15 条共 28km 的样线调查、9 个样点共 135min 的样点观测，获得了 79 台红外相机 7961 个独立工作日(平均 101 天/台)的 71684 份的影像数据，实现了 81 个位点 3761.5min 时长的音频监测，完成了 5 个位点的无人机观测和 35 个访问点 54 人的访问调查；同时还借阅了普洱市卫国林业局 2016 年~2019 年在景谷县小黑江区域的绿孔雀监测资料、检索了中国和云南关于绿孔雀、亚洲象研究的历史资料、媒体关于普洱市绿孔雀、亚洲象的相关报道，并构建了普洱市境内的绿孔雀、亚洲象适宜栖息地预测模型。

1) 样线/样点调查

本次调查共完成样线 15 条，样线长度合计 28km，平均 1.87km/条，符合鸟兽调查样线 1.5km~3km/条的标准；完成样点调查 9 个，累积调查时长 135min，平均 15min/样点。在调查期间和调查范围内，未记录到绿孔雀和亚洲象。

2) 红外相机调查

本次调查在观测区域内布设了 79 台红外相机用于野生动物多样性调查，布点选取野生动物活动频率高的路径或区域，尽量选择植被覆盖率较高的山脊、垭口、水源地及林间开阔地进行布设。布设的红外相机安放于树干离地面 50cm~120cm 处，相

机镜头的朝向和角度避免阳光直射镜头，清理相机前的杂草和树枝，记录该相机的位点编号、经纬度、海拔、生境类型、布设日期、布设时间、布设人、坡度、距水源地距离等信息。

将 1 台红外相机在野外持续工作 24h 记为一个有效相机日(或称“相机日”)。将同一台相机拍摄到的同一物种的一组照片称为一次独立有效探测,在 30min 内拍摄到的相同物种的影像记为一次独立有效照片。所有 79 台红外相机合计工作时长 7961 个工作日,平均 100.8 天/台,获得原始影像 71684 份,筛选出野生动物独立有效照片 2564 张,其中兽类独立有效照片 1303 张,鸟类独立有效照片 1261 张。

基于上述红外相机影像的筛查,未发现有绿孔雀或亚洲象的活动影像。



图 4.2.6-1 调查布设的红外相机

3) 音频调查

本次调查还利用红外相机的视频记录功能进行现场声音的监测,录音时长设置为

10s, 合计在 79 台红外相机点位获取音频文件 17853 个。同时利用 2 台 Songmeter 自动声音录音设备在预判可能出现生境中布设, 由于潜在的观测目标物种绿孔雀和亚洲象都具有较低的鸣叫频率, 可以具有较远的传播距离, 调查将两台设备分别布设与山顶和沟谷区域。考虑到动物通常在早晚鸣叫频率较高, 将自动录音设备的工作时间设置为每日早晚分别工作 2h, 分别上午 06:00~08:00 和下午 18:00~20:00, 每隔半小时记录 2min, 实际获得音频文件 393 个。

本次调查共于 81 个位点获得音频文件 18246 个, 累计时长 3761.5min。上述音频监测设备的响应频率为 20Hz~20KHz, 信噪比为 48db。由于绿孔雀鸣叫类似于低沉的猫叫, 通常鸣叫频率为 1kHz~6kHz, 主频频率为 1.2kHz 左右; 而亚洲象的叫声多为低沉的咆哮声, 其发声频率主要为 0kHz~12kHz。因此本次调查使用的声音监测设备响应频率可以录制绿孔雀的全部声音, 以及亚洲象发出的 20Hz~12kHz 的发声部分。

经过对现场获取的音频文件进行人工监听, 未记录到绿孔雀或亚洲象的鸣叫。

4) 无人机调查

本次调查使用无人机对调查范围内的生境进行了视频和照片记录。其中在工程区进行了 3 个点位的无人机飞行监测, 并在观测区域以外的景谷县正兴镇勐烈村绿孔雀分布地进行了 2 个位点的无人机飞行监测, 旨在掌握景谷—普洱沿线绿孔雀分布区域的生境情况。每次无人机的飞行时长为 2min~10min, 飞行高度为 60m~100m, 飞行距离为 700m~1600m。

实际调查中, 未记录到绿孔雀和亚洲象。

5) 访问调查

本次调查共对工程区周边、沿线的 35 个访问点进行了访问调查, 访问人数 54 人, 年龄段为 30 岁~70 岁。其中黄草坝水库库区至正兴镇沿线共访问调查 28 人, 正兴镇勐烈村周边共访问调查 13 人, 宁洱县至普洱市沿线共访问 13 人。现场访问获取了以下信息:

黄草坝水库工程区观测范围内未听说有绿孔雀分布, 周边区域反映有绿孔雀存在, 主要位于输水管线西侧的景谷县正兴镇勐烈村以西的区域, 该区域距离输水管线的最近水平投影直线距离约 4km。



图 4.2.6-2 调查访问现场照片

6) 资料调阅

通过对普洱市卫国林业局进行了深度走访和资料查阅，获取了《普洱市卫国林业局 2016 年度极小种群物种拯救保护项目——绿孔雀监测保护与种群扩繁总结报告》、《普洱市卫国林业局 2016 年极小种群物种拯救保护项目总结报告》、《普洱市卫国林业局 2017 年第二批中央财政林业改革发展资金绿孔雀调查工作总结》以及《2017 年 3 月 12 日至 22 日绿孔雀监测影像情况汇报》、《2017 年 3 月 30 日至 4 月 6 日绿孔雀监测影像情况汇报》、《2017 年 4 月 6 日至 11 日绿孔雀监测影像情况汇报》等报告。得知在景谷县正兴镇的卫国林业局二林场勐烈村委会的 152 林班的通关寨、148 林班靠近 147 林班的公路上，曾拍摄到绿孔雀影像，监测报告估计该区域有绿孔雀 25 只左右。

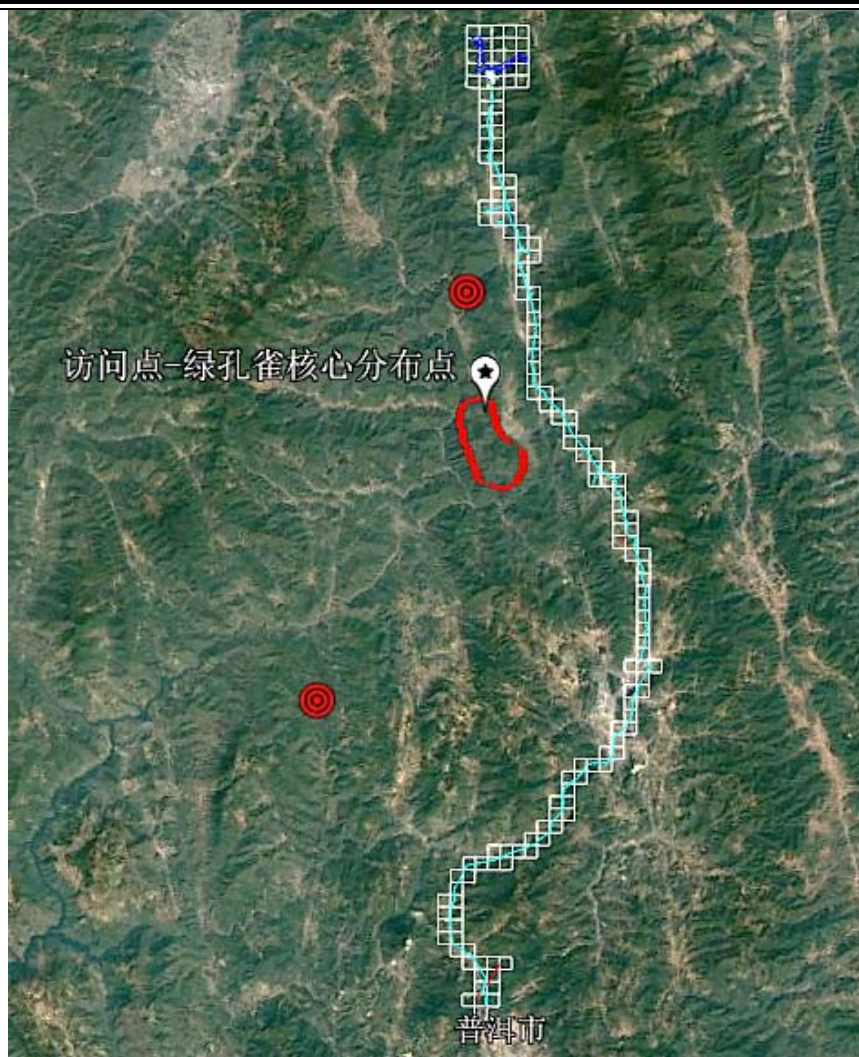


图 4.2.6-3 观测调查区周边的绿孔雀分布点

综上，本次观测调查对绿孔雀主要得到了如下调查结果：

- 1) 历史资料显示，普洱市的景东县、墨江县、宁洱县、景谷县、澜沧县为绿孔雀的传统分布区。
- 2) 现场调查期间，样线法、样点法、红外相机法、音频法和无人机法均未在观测范围内(黄草坝水库区 5km×5km 范围及输水管线 300m~500m 范围内)记录到绿孔雀活动的证据。
- 3) 现场访问调查时，在观测区域内未记录到绿孔雀存在的证据；在景谷县正兴镇勐烈村有百姓反映在西侧林中可能有绿孔雀，该处区域位于输水管线西侧，最近直线距离约 4km，与输水管线施工区之间有 1 条沟谷和 1 条山脉相隔，沟谷中为人口密集的勐烈村。

4) 查阅相关报道及普洱市卫国林业局 2016 年~2017 和 2018 年~2019 年监测报告和红外相机照片,得知在景谷县正兴镇的卫国林业局二林场勐烈村委会的 152 林班的通关寨、148 林班靠近 147 林班的公路上,曾拍摄到绿孔雀影像,监测报告估计该区域有绿孔雀 25 只左右。

4.2.6.4 工程区与亚洲象活动区的关系

a) 亚洲象历史分布

亚洲象 *Elephas maximus* 属长鼻目象科,是现存陆地上最大的哺乳动物,国家一级重点保护野生动物,被世界自然保护联盟(ICUN)列为濒危物种。目前所知,距今 3000 年,亚洲象曾分布于黄河以北,之后随气候变冷,亚洲象逐渐南移。隋唐时期,亚洲象在广东、广西、福建、浙江等长江流域还很常见。由于人口增多,12 世纪~13 世纪,亚洲象在闽南一带绝迹,17 世纪亚洲象在岭南、广西绝迹,18 世纪以来,在中国大陆的绝对部分地区已经找不到亚洲象的踪迹。

目前,亚洲象在中国仅限于云南西部、西南部的少数几个地方,包括西双版纳傣族自治州(景洪市、勐腊县、勐海县)、普洱市(思茅区、江城县、澜沧县)、临沧市(沧源县)等 3 个地州的 7 个县(区、市)(陈明勇等,2018),种群数量 300 头左右。其中最大的野生亚洲象种群分布在西双版纳国家级自然保护区内,种群数量为 228 头~279 头左右,占我国亚洲象种群的 76%以上。

b) 普洱市亚洲象分布

历史上,普洱(思茅)境内一直有野象的分布,并有捕杀大象的记载。据 2018 年云南省林业和草原局组织完成的《中国云南野生亚洲象资源本底调查》显示:中国云南亚洲象共划分为 4 个种群和 7 个亚种群,四个种群分别为西双版纳-普洱种群(189 头)、西双版纳勐腊种群(74 头)、西双版纳勐海-普洱澜沧种群(19 头)、南滚河流域种群(12 头)。其中,西双版纳-普洱种群数量 189 头,被划分为 5 个亚种群,即勐养亚种群(70 头)、六顺亚种群(45 头)、思茅港亚种群(26 头)、云仙亚种群(4 头)和江城亚种群(44 头)(朱高凡等,2019);西双版纳勐腊种群数量 74 头,下分为 2 个亚种群,即,勐腊亚种群(39 头)、尚勇亚种群(35 头)(吕婷等,2019)。普洱市境内的亚洲象主要分布于:思茅区六顺镇(45 头)、思茅区思茅港镇(26 头)、思茅区云仙乡(4 头)和江城县(44 头)。

近年来,亚洲象的活动范围呈现出逐渐扩大和向北移动的现象。典型事件则是,

2020 年 3 月至 2021 年 11 月期间，由 16 头野生亚洲象组成的“短鼻家族”由西双版纳一路向北，经过普洱市、宁洱县、元江县、峨山县、玉溪市，直至昆明市晋宁县，然后再返回原栖息地的“亚洲象北移事件”。所以，亚洲象在原分布区以外的诸多地点被记录到。本次“短鼻家族”北移南返事件，业内学者经充分研究后，将此事件定义为亚洲象的“非迁徙行为(nonmigratory behaviour)”，而是“局部的、突发性的游荡行为(partial and irruptive nomadic behavior)”，并且期间的栖息地选择也是非正常的(unusual)，故亚洲象北移是亚洲象的突发从游荡行为。

亚洲象在普洱市景谷县和宁洱县多数的记录都是发生在亚洲象北迁事件期间，并有 1 只在景谷县正兴镇有较长时间的停留，达 100 天。据现场当地百姓反映，象群北移过程中 1 头成年公象在景谷县正兴镇正兴村——凤山镇南板村一线游荡，该头大象在此区域活动时多沿道路进行移动。后来该头大象被安全转移走，之后至本次野外调查时该区域未记录到野生亚洲象。

c) 本次评价区亚洲象观测过程及结果

本次观测调查工作过程详见绿孔雀调查部分，对于亚洲象的调查主要获得了以下调查结果：

1) 历史资料显示，2020 年以前，普洱市的思茅区(含六顺镇、思茅港镇、云仙乡)、江城县和澜沧县为亚洲象的传统分布区，2020 年~2022 年北移亚洲象群将其在普洱市的分布区域扩展到了宁洱县、景谷县。

2) 现场调查期间，样线法、样点法、红外相机法、音频法和无人机法均未在观测范围内(黄草坝水库区 5km×5km 范围及输水管线 300m~500m 范围内)记录到亚洲象活动的证据。

3) 现场访问调查时，记录到北移象群南返过程中在景谷县正兴镇停留期间(2021 年 7 月至 2022 年 1 月)，1 头成年公象曾在黄草坝水库枢纽工程至正兴镇输水线路沿线周边游荡。后来，该大象被安全转移走后，至 2023 年 4 月~7 月本项目野外调查时该区域未记录到野生亚洲象。

综合以上证据，鉴于黄草坝水库评价区及周边不是亚洲象的传统分布区、不是亚洲象的潜在适宜分布区、没有亚洲象种群稳定存在、没有建议规划的亚洲象扩散廊道、也不是亚洲象的迁徙扩散区；仅在 2021 年~2022 年有北移南返象群中的 1 头雄性亚洲象在景谷县境内正兴镇正兴村——凤山镇南板村一线周边游荡，自其被安全转移至

2023年7月野外调查期间,评价区及周边再未出现野生亚洲象。因此,本区域不存在亚洲象的固定迁徙(周期往返的)路线,项目实施对野生亚洲象正常的迁徙影响很小。

4.2.7 生态完整性评价

4.2.7.1 评价区生态系统的生物量和生产力

a) 评价区生态系统的生物量

计算表明,评价区累积的植物生物量约是1693304.30t(干重),平均每 hm^2 约187.72t(干重)。这在云南省各地的生物量水平中属于中等水平。其中常绿阔叶林、针叶林、人工用材林的生物量处于最高的前三位,反映了评价区的植被以常绿阔叶林、暖温性针叶林、人工用材林为优势的现状。

表 4.2.7-1 评价区不同生态系统的生物量

生态类型	面积(hm^2)	生物量(t/hm^2)	总生物量(t)	占评价区比例(%)
山地雨林	61.46	400	24584.00	1.45
常绿阔叶林	2240.6	350	784210.00	46.31
暖温性落叶阔叶林	743.64	300	223092.00	13.17
暖温性针叶林	2103.44	200	420688.00	24.84
热性灌丛	616.97	80	49357.60	2.91
人工用材林	945.02	120	113402.40	6.70
人工经济林	289.91	60	17394.60	1.03
耕地植被	2019.19	30	60575.70	3.58
合计	9020.23	-	1693304.30	100.00

注:①未包括其他用地面积 871hm^2 ;

②参照《我国森林植被的生物量和净生产量》(方精云等,1996年)、《中国森林生物量与生产力的研究》(肖兴威,2005年)、《思茅松中幼龄人工林生物量及生产力动态》(李江等,2010年)、《思茅松天然林乔木生物量空间分异研究》(徐婷婷等,2015年)、《云南哀牢山中山湿性常绿阔叶林生物量的初步研究》(谢寿昌等,1996年)、等相关文献,计算本评价区各植被类型的生物生产量。

b) 评价区生态系统的生产力

计算表明,评价区每年的生物生产力约96285.05(t/a),平均每年每 hm^2 约6.07t。这在云南省各地植被中属于中偏等水平。其中,年生物生产量最高的前三种植被类型是常绿阔叶林、针叶林、人工用材林。

表 4.2.7-2 评价区每年生态系统生产量表

生态系统	面积(hm ²)	净生产力(t/a. hm ²)	生产力(t/a)	占评价区比例(%)
山地雨林	61.46	25.3	1554.94	1.61
常绿阔叶林	2240.6	16.81	37664.49	39.12
暖温性落叶阔叶林	743.64	10.23	7607.44	7.90
暖温性针叶林	2103.44	9.74	20487.51	21.28
热性灌丛	616.97	8.85	5460.18	5.67
人工用材林	945.02	8.41	7947.62	8.25
人工经济林	289.91	8.41	2438.14	2.53
耕地植被	2019.19	6.5	13124.74	13.63
合计	9020.23	-	96285.05	100.00

c) 评价区理论(标准)生态系统的生产力

理论生态系统的生产力是一个地区生态系统的最大植被生物生产力主要是由该区的多年平均降水量和该区的多年平均温度决定的。采用 Miami 模型计算评价区的植被生产力,该模型是 1971 年在迈阿密(Miami)讨论会上提出, Lieth 于 1972 年以概况的形式公布,其计算的公式如下:

$$Y_1 = 3000 / (1 + e^{1.2 - 0.0054T}) \quad Y_2 = 3000(1 - e^{-0.00056P})$$

式中: Y₁—按年均温度(t)估算的热量生产力[g/(m²·a)];

Y₂—按年降水量(p)估算的水分生产力[g/(m²·a)]。

项目区属南亚热带季风气候区,全年平均气温在 20℃以上。每年 4 月~9 月由于受到来自印度洋的西南风影响,降水丰沛为雨季;每年 10 月至次年 3 月,主要受来自大陆的东北风影响,降水少,日照充足,气候温暖干燥为旱季。全年降水量 1354mm、平均气温 22.1℃。

根据 Miami 模型计算黄草坝水库工程评价区的理论生态系统生产力为:

按年均温度(t)估算的热量生产力为 Y₁2365 [g/(m²·a)];

按年降水量(p)估算的水分生产力为 Y₂2000.34 [g/(m²·a)]。

表 4.2.7-3 评价区理论植被生物生产力估算表

区域	年平均气温℃	平均降雨量 mm	Y1 (t/hm ² .a)	Y2 (t/hm ² .a)
评价区	22.1	1354	23.65	20.00

从表中可看出,根据年平均温度估算的平均生产力明显高于根据年平均降雨量估算的平均生产力。评价区年平均温度是制约本区生态系统生产力的主要因子,因此依据年平均降雨估算的理论生产力 23.65(干重 t/a.hm²)更接近实际。

黄草坝水库评价区每年产生的实际生物生产力约 96285.05(t/a), 平均每年每 hm² 约 6.07t。与上述每年每 hm² 理论生产力 23.65(干重 t/a)比较, 目前本工程评价区生态系统的生产力水平仅为理论生产力水平的 25.68%。该数据反映出评价区目前生态系统的生产力水平处于较低水平。

4.2.7.2 评价区景观生态体系

a) 景观面积

根据景观生态系统类型的特征和稳定性,将评价区的景观生态系统类型划分为自然景观和人工景观 2 个大类、7 种景观类型, 见表 4.2.7-4。

表 4.2.7-4 评价区景观类别的斑块数与面积

	景观类型	景观面积(hm ²)	百分比(%)	斑块数	比例(%)
自然景观	天然森林景观	5149.14	52.06	484	22.59
	灌丛景观	616.97	6.24	115	5.37
	水域景观	114.17	1.15	110	5.13
	自然保留地景观	231.26	2.34	185	8.63
	小计	6111.54	61.79	894	41.72
人工景观	人工林景观	1234.83	12.48	533	24.87
	耕地景观	2019.19	20.41	410	19.13
	建筑景观	525.57	5.31	306	14.28
	小计	3779.59	38.21	1249	58.28
总计		9891.13	100.0	2143	100.0

评价区上述景观体系的组成与特点为:

1) 自然景观

评价区的自然景观包括 4 类景观,即天然森林景观、灌丛景观、水域景观及自然保留地景观, 面积为 6111.54hm², 占评价区面积的 61.79%。评价区人工景观累计面

积 3779.13hm²，站评价区景观面积的 38.21%。评价区人工景观面积明显偏大。

(1) 天然森林景观：此类景观为评价区的地带性植被景观，受频繁砍伐等人为干扰，现存面积约 5149.14hm²，占评价区面积的 52.06%，以思茅松林为主，分布于评价区各地。

(2) 灌丛景观：此类景观为评价区天然森林不断退化后形成的植被景观。因受频繁砍伐等人为原因的干扰，现存面积约 616.97hm²，占评价区面积的 6.24%，多呈灌木状集中在黄草坝水库区。

(3) 水域景观：评价区分布几条中小型河流相连的坑塘、水库，构成评价区的水域景观，累计面积约 114.17hm²，占评价区面积的 1.15%。可见，评价区的水域所占比例极小，评价区总体上是缺水的区域。

(4) 自然保留地景观：此类景观是评价区由评价区内难以利用的景观组成，累计面积为 231.26hm²，占评价区面积的 2.34%。

2) 人工景观

评价区人工景观类型较多，表明评价区人为活动影响十分强烈。评价区的人工景观包括人工林景观、耕地景观、建筑景观。

(1) 人工林景观：这是评价区面积较大的景观类型，包括人工用材林和人工经济林，累计面积 1234.83hm²，占评价区面积的 12.48%，主要分布于村寨和耕地周边，与耕地交错分布。

(2) 耕地景观：这类景观是评价区面积最大的类型，包括旱地和水田，主要集中于周边坝平地或村庄周围，累计面积 2019.19hm²，占评价区面积的 20.41%。

(3) 建筑景观：评价区的村寨景观主要是村寨、乡镇、道路，是评价区主要的人工景观类型，呈斑块状散嵌于评价区内，累计面积 525.57hm²，占评价区面积的 5.31%。

b) 景观斑块

评价区各类景观斑块数共计 2143 块。按照面积大小排列，依次是天然森林景观、耕地景观、人工林(用材林+经济林)景观、灌丛景观、建筑景观、自然保留地景观、水域景观，其面积分别占评价区面积的 52.06%、20.41%、12.48%、6.24%、5.31%、2.34%、1.15%。

天然森林景观、耕地景观、人工林景观的面积较高，是主要的景观。这 3 类景观共同构成了评价区的基底景观。其他景观的面积较低，是次要景观。

c) 景观生态体系质量评价

景观结构包括 3 种基本组分，即斑块、廊道和基底。斑块泛指与周围环境在外貌或性质上不同，并具有一定内部均质性的空间单元，斑块可是植物群落、居民点、农田等。廊道是指景观中与相邻两边环境不同的线性或条带结构，如河流、道路等。基底是指景观中分布最广、连续性最大的背景结构，常见如森林基底等。基底是景观的背景地域类型，是一种重要的景观结构单元类型，在很大程度上决定了景观的性质，对景观的动态起着主导作用。

基底的判定有 3 个标准，即相对面积大、连通程度高，动态变化中对景观的基本特征具有控制能力。采用植被生态学中确定植被重要值的方法来确定斑块在景观中的优势度。具体由 3 个参数计算而来，即密度(R_d)、频率(R_f)和景观比例(L_p)。前两个参数比较明确时，可认为相对面积较大、连通程度较高的斑块类型即控制着景观质量的基底。

景观优势度的计算公式如下：

$$\text{密度 } R_d = \frac{\text{斑块数目}}{\text{斑块总数}} \times 100\%$$

$$\text{频率 } R_f = \frac{\text{斑块出现的样方数}}{\text{总样方数}} \times 100\%$$

$$\text{景观比例 } L_p = \frac{\text{斑块的面积}}{\text{样地总面积}} \times 100\%$$

$$\text{优势度 } D_o = \frac{(R_d + R_f)/2 + L_p}{2} \times 100\%$$

$$\text{香农多样性指数(SHDI)} = -\sum_{i=1}^n (P_i \cdot \ln P_i)$$

$$\text{香农均匀度指数(SHEI)} = -\sum_{i=1}^n (P_i \cdot \ln P_i) / \ln n$$

式中：n 为景观类型数目， P_i 是景观类型 i 所占面积的比例

$$\text{斑块破碎度指数(F)} = (N_p - 1) / N_c$$

式中：F 为整个区域的景观破碎化指数； N_c 为研究区总面积与最小斑块面积之比； N_p 为景观的斑块总数

评价区内各类斑块的密度(R_d)、频率(R_f)和景观比例(L_p)，以及优势度(D_o)的计算值见表 4.2.7-5。

表 4.2.7-5 评价区景观类别斑块优势度值现状

景观类型	天然森林景观	灌丛景观	人工林景观	耕地景观	建筑景观	水域景观	自然保留地景观	合计
斑块数 NP (个)	484	115	533	410	306	110	185	2143
斑块平均面积 MPS (hm ²)	10.64	5.36	2.32	4.92	1.72	1.04	1.25	27.25
斑块总面积 CA (hm ²)	5149.14	616.97	1234.83	2019.19	525.57	114.17	231.26	9891.13
密度 Rd(%)	22.59	5.37	24.87	19.13	14.28	5.13	8.63	100
频度 Rf(%)	28.35	6.25	25.28	20.24	14.38	5.65	8.92	100
景观比例 Lp(%)	52.06	6.24	12.48	20.41	5.31	1.15	2.34	100
优势度 Do	38.48	7.37	28.20	24.79	15.66	5.68	9.36	100
香农多样性指数 (SHDI)	1.37							
香农均匀度指数 (SHEI)	0.70							
斑块破碎度指数 (F)	0.22							

从表中各景观类型优势度值可知，评价区没有绝对的基底景观类型，天然森林景观、人工林景观、耕地景观的优势度较高，是评价区的主要的景观类型。这 3 类景观共同构成了评价区的基底景观。其他景观的优势度较低，是次要景观。

4.2.8 水生生物

4.2.8.1 水生生境现状及评价

a) 调查时间、范围及断面

为尽量全面的评价工程影响范围内水生生物现状，本次环评于 2019 年 3 月和 2021 年 5 月开展了两次野外调查及采样工作。水生生态环境现状调查和鱼类早期资源调查范围覆盖：威远江干流、小黑江、普洱大河、景谷河等威远江一级支流，以及小黑江等水体。两次调查共布置样点 18 个，2019 年 3 月，水生生态环境现状调查小黑江自上游至下游包括：海庆河海庆村、南板河南板村、黄草坝坝址、勐乃村、小正兴村、勐烈河汇口；调查样点还包括威远江凤山镇、威远江威远镇、思茅河思茅区、普洱大河同心村、思茅河汇口等 5 个；2021 年 5 月，鱼类早期资源调查断面主要为小黑江中国结鱼水产种质资源保护区水域，分别为：黄草坝水库坝址、小黑江干流勐乃村段和小黑江干流正兴村段。具体调查点位详见表 4.2.8-1 和图 4.2.8-1。

表 4.2.8-1 水生生态调查样点分布情况

编号	调查地点	调查区域	水域归属	GPS 坐标		海拔 m
1	海庆河(海庆村段)	源头支流	小黑江	N 23°35'31.00"	E 100°53'50.36"	1640
2	南板河(南板村段)	源头支流		N 23°33'57.36"	E 100°58'25.23"	1664
3	黄草坝水库坝址	上游		N 23°29'13.05"	E 100°55'55.97"	1116
4	小黑江干流(正兴村段)	中游		N 23°20'7.81"	E 100°54'47.89"	837
5	小黑江干流(勐乃村段)	中游		N 23°24'11.74"	E 100°57'4.35"	963
6	勐烈河与小黑江汇口	汇口		N 23°12'13.82"	E 100°55'48.40"	853
7	思茅河(思茅区段)	上游支流	普洱大河	N 22°49'26.49"	E 100°57'39.52"	1303
8	普洱大河(同心村段)	中游		N 22°58'28.36"	E 101° 0'33.51"	1124
9	普洱大河与思茅河汇口	汇口		N22°57'08.66"	E 100°54'16.11"	992
10	南邦河(南邦村段)	中下游支流		N 22°42'17.87"	E 100°48'44.50"	1034
11	景谷河干流(振太乡段)	上游	景谷河	N 23°56'22.26"	E 100°40'10.66"	1481
12	无量湖水库	库区		N 23°46'30.59"	E 100°37'41.87"	1352
13	景谷河干流(景谷镇段)	中游	景谷河	N 23°40'19.15"	E 100°39'23.35"	1260
14	报母河与威远江汇口	上游汇口	威远江	N 23°43'23.34"	E 100°49'31.26"	1011
15	威远江干流(凤山镇段)	上游		N 23°40'34.49"	E 100°47'31.09"	1000
16	景谷河与威远江汇口	汇口		N 23°30'49.19"	E 100°42'44.64"	928
17	威远江干流(威远镇段)	中游		N 23°29'12.34"	E 100°42'35.21"	915
18	威远江干流(威远江水电站库区)	库区		N 23°17'10.78"	E100°33'33.38"	900

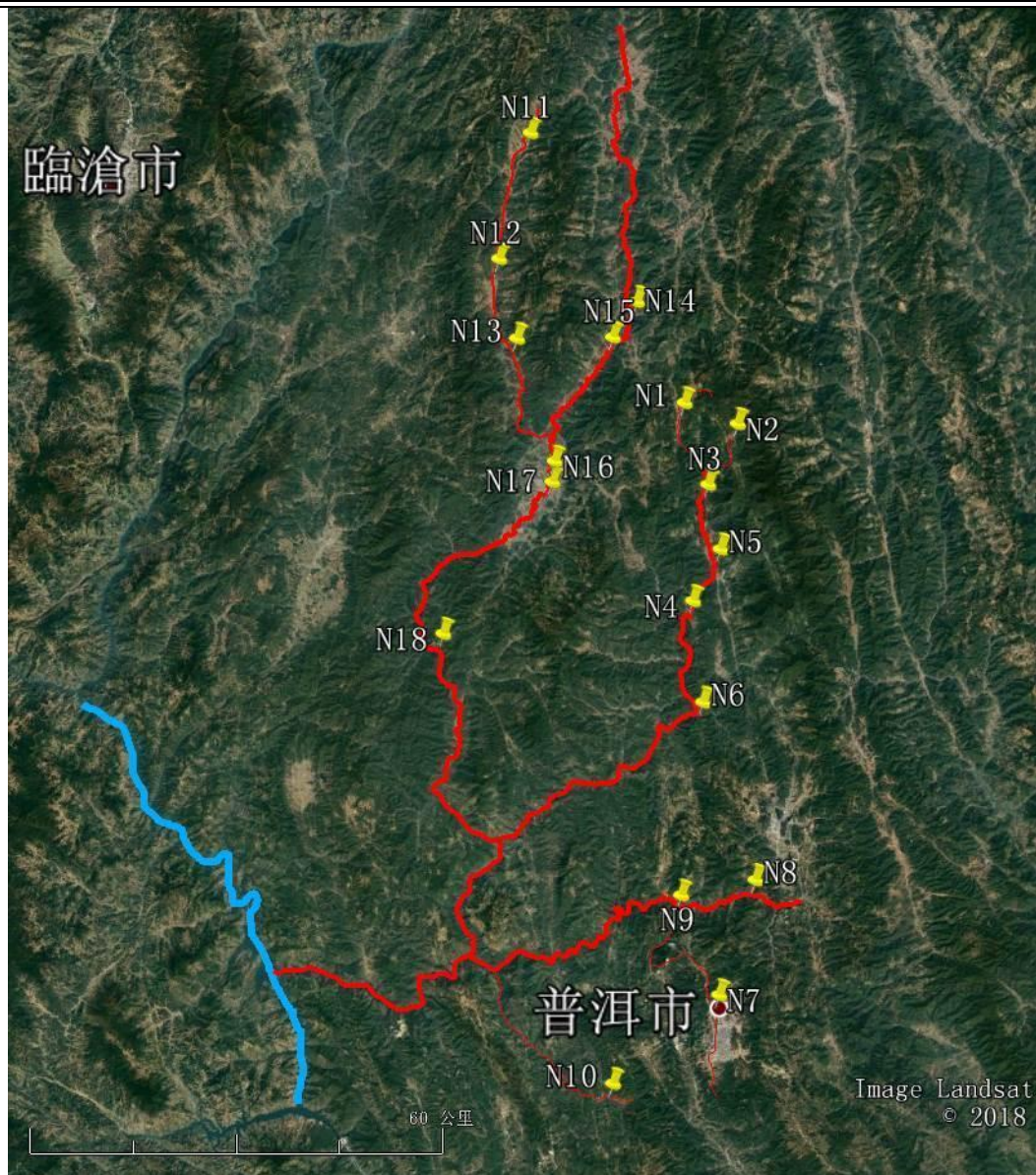


图 4.2.8-1 调查河段水生生态调查样点分布图

b) 水环境现状

1) 小黑江

(1) 海庆河(海庆村段)

位于小黑江上游源头支流，水流较缓，水质清澈，调查河段未发现有水生植物和鱼类分布。

(2) 南板河(南板村段)

小黑江上游的源头溪流河段，河段流淌自然，周边多为农业用地，河道以岩石为主，水质清澈，污染较少，水流量较大。

(3) 黄草坝水库坝址

调查点位于源头支流海庆河与南板河汇合下游，河段水流湍急，水流量较大，水体清澈见底，底质多为鹅卵石。

(4) 小黑江干流(正兴村段)

调查位点为干流江段，浅水急流与缓流深水区域交错，水质清澈，底质多以鹅卵石和泥沙为主。

(5) 小黑江干流(勐乃村段)

河流临近农业种植区，水流平缓 and 急流交替，水质清澈见底，底质多以鹅卵石和细沙为主。

(6) 勐烈河与小黑江汇口

水体流速缓，河道较宽，水色为淡黄色，底质以岩石和泥底为主。



海庆河(海庆村段)



南板河(南板村段)



黄草坝水库坝址



小黑江干流(正兴村段)



小黑江干流(勐乃村段)



勐烈河与小黑江汇口

2) 普洱大河

(1) 思茅河(思茅区段)

调查断面位于思茅区附近，水体受到一定程度的生活污水影响，水质较浑浊，水色泥黄色，水体透明度低。

(2) 普洱大河(同心村段)

该调查点位于普洱大河同心村段，干流水质清澈，水流量较大，水体含氧量较高，一汇入支流受到高铁建设影响，水体呈现泥黄色。

(3) 普洱大河与思茅河汇口

位于普洱大河与思茅河汇口，思茅河水质较清，河道较窄，水流缓慢；普洱大河河道较宽，水质浑浊，多呈现泥黄色。

(4) 南邦河(南邦村段)

为普洱大河一级支流，水流量较大，下游水质清澈，透明度高。



思茅河(思茅区段)



普洱大河(同心村段)



普洱大河与思茅河汇口



南邦河(南邦村段)

3) 威远江

(1) 报母河与威远江汇口

报母河源于山涧溪流，流经农业种植区后汇入威远江，水面较宽，水质清澈见底；威远江干流河道较宽，水流缓慢，水体多为淡黄色，底质以岩石和泥沙为主。

(2) 威远江干流(凤山镇段)

断面位于凤山镇河段，为威远江干流，河道较宽，但落差相对较大，水流较为湍急，水质多为泥黄色，底质以岩石为主。

(3) 景谷河与威远江汇口

调查位点水流量较大，但水体多为显浑浊，透明度低。

(4) 威远江干流(威远镇段)

调查断面位于景谷县城以下，威远镇段，河道两岸多为人工河堤，水流较缓，水质多为泥黄色，底质以泥沙为主，河道两侧常见水生植物。



报母河与威远江汇口



威远江干流(凤山镇段)



景谷河与威远江汇口



威远江干流(威远镇段)

b) 水环境调查结果

各调查断面水环境要素监测结果见表 4.2.8-2。

表 4.2.8-2 各调查点水环境要素监测数据

编号	调查地点	水温 ℃	电导率 us/cm	pH	溶氧量 mg/L
小黑江					
1	海庆河(海庆村段)	18.1	283	9.10	3.80
2	南板河(南板村段)	16.5	130	8.60	4.63
3	黄草坝水库(拟建坝址附近)	17.8	216	9.10	3.32
4	小黑江干流(正兴村段)	17.7	260	9.20	8.65
5	小黑江干流(勐乃村段)	20.4	212	9.20	8.04
6	勐烈河与小黑江干流汇口	21.7	271	9.40	8.36
普洱大河					
7	思茅河(思茅区段)	23.2	521	9.40	5.56
8	普洱大河(同心村段)	21.5	325	8.90	2.25
9	思茅河与普洱大河汇口	23.4	531	9.10	5.89
10	南邦河(南邦村段)	23.2	275	9.40	5.74
景谷河					
11	景谷河干流(振太乡段)	22.2	420	9.30	7.43
12	无量湖水库	21.5	271	9.00	5.78
13	景谷河干流(景谷镇段)	20.1	299	8.80	6.23

表 4.2.8-2(续)

编号	调查地点	水温 ℃	电导率 us/cm	pH	溶氧量 mg/L
威远江					
14	报母河与威远江汇口	25.2	714	9.00	7.50
15	威远江干流(凤山镇段)	21.3	503	8.80	7.49
16	景谷河与威远江汇口	17.7	283	9.50	7.64
17	威远江干流(威远镇段)	19.0	525	8.80	2.57
18	威远江干流(威远江水电站库区)	21.4	308	7.62	2.17

4.2.8.2 浮游植物

a) 种类组成

浮游植物(*Phytoplankton*)是水域内水生生物的重要组成,是指在水中以浮游生活的微小植物,通常浮游植物就是指浮游藻类。评价区 18 个调查样点的分析结果表明:共观察到浮游植物 33 属,分别隶属于蓝藻门、硅藻门、裸藻门、甲藻门和绿藻门等 5 个门,名录详见附录 4。浮游植物作为水体初级生产力最主要的组成部分,是鱼苗和成鱼的天然饵料,在营养结构中起着重要的作用。有些藻类可以直接用作环境监测的指示生物,而且相对于理化条件而言,其密度、生物量、种类组成和多样性能更好地反应出水体的营养水平。

在 33 属浮游植物中,硅藻门物种最多,共 16 个属,分别占全部藻类种类的 48.48%;其次为绿藻门,共有 9 个属,占全部藻类种类 27.27%;蓝藻门共有 6 个属,占全部藻类种类的 18.18%;裸藻门和甲藻门各有 1 个属,各占全部藻类种类的 3.03%。

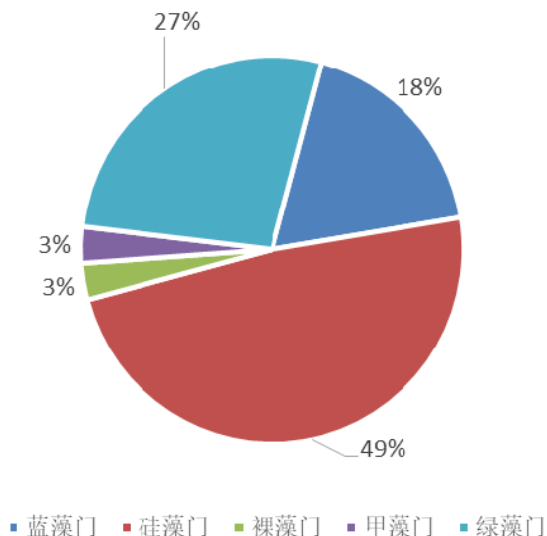


图 4.2.8-1 调查河段浮游植物种类组成

b) 密度和生物量

18 个调查样点的浮游植物密度平均为 4603 个/L，其中普洱大河流域为 9738.5 个/L，小黑江流域为 6845.33 个/L，景谷河流域为 4827 个/L，威远江流域为 8161 个/L。

表 4.2.8-3 调查河段浮游植物密度

单位：个/L

种类	1	2	3	4	5	6	7	8	9
蓝藻门	1274	1683	1823	2868	3811	1032	8428	5026	3971
硅藻门	4934	2248	2691	1749	1248	1422	2492	1188	2721
甲藻门	395	0	73	364	104	0	264	0	336
裸藻门	0	0	0	173	55	0	85	0	0
绿藻门	2778	2948	2391	1033	2932	1043	3759	947	1639
合计	9381	6879	6978	6187	8150	3497	15028	7161	8667
种类	10	11	12	13	14	15	16	17	18
蓝藻门	1639	1263	4892	1724	832	2041	2942	4284	10528
硅藻门	3832	2630	1639	1639	1738	2377	1844	1032	1043
甲藻门	0	0	588	0	0	204	214	305	2054
裸藻门	0	0	106	0	0	83	0	0	382
绿藻门	2627	0	0	0	1038	2041	1078	2461	2284
合计	8098	3893	7225	3363	3608	6746	6078	8082	16291

各采样点浮游植物的生物量见表 4.2.8-4。调查水域浮游动物平均生物量为

0.0273mg/L，其中，普洱大河流域为 0.0246mg/L，小黑江流域为 0.0218mg/L，景谷河流域为 0.0187mg/L，威远江流域为 0.0412mg/L。

表 4.2.8-4 调查河段浮游植物生物量

单位：mg/L

种类	1	2	3	4	5	6	7	8	9
蓝藻门	0.0013	0.0017	0.0018	0.0029	0.0038	0.0010	0.0084	0.0050	0.0040
硅藻门	0.0148	0.0067	0.0081	0.0052	0.0037	0.0043	0.0075	0.0036	0.0082
甲藻门	0.0198	0.0000	0.0037	0.0182	0.0052	0.0000	0.0132	0.0000	0.0168
裸藻门	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017	0.0006	0.0000	0.0009	0.0000	0.0000
绿藻门	0.0056	0.0059	0.0048	0.0021	0.0059	0.0021	0.0075	0.0019	0.0033
合计	0.0414	0.0143	0.0183	0.0301	0.0192	0.0074	0.0375	0.0105	0.0322
种类	10	11	12	13	14	15	16	17	18
蓝藻门	0.0016	0.0013	0.0049	0.0017	0.0008	0.0020	0.0029	0.0043	0.0105
硅藻门	0.0115	0.0079	0.0049	0.0049	0.0052	0.0071	0.0055	0.0031	0.0031
甲藻门	0.0000	0.0000	0.0294	0.0000	0.0000	0.0102	0.0107	0.0153	0.1027
裸藻门	0.0000	0.0000	0.0011	0.0000	0.0000	0.0008	0.0000	0.0000	0.0038
绿藻门	0.0053	0.0000	0.0000	0.0000	0.0021	0.0041	0.0022	0.0049	0.0046
合计	0.0184	0.0092	0.0403	0.0066	0.0081	0.0243	0.0213	0.0276	0.1247

c) 现状评价

本次调查中所观察到的浮游植物组成有以下特点：1、不同水域类型浮游植物种类组成不一样，河流中浮游植物以硅藻门植物种类为主，水库中以绿藻门植物种类居多，水库中以硅藻门和绿藻门种类居多；2、调查的藻类基本为广布种。

4.2.8.3 浮游动物

a) 种类组成

浮游动物(Zooplankton)是指悬浮于水中的水生动物，它们的身体一般都很微小，要借助显微镜才能观察到。浮游动物不能像浮游植物一般进行自养生活，它们必须摄取其他生物，如浮游植物或更小的浮游动物，作为延续生命的食料。浮游动物的种类组成极为复杂，在养殖业和生态系统结构、功能和生物生产力研究中占有重要地位。一般有原生动物、轮虫、枝角类和桡足类四大类。

18 个调查样点中共检出浮游动物 40 科 54 属 63 种，名录详见附录 5。其中原生

动物 25 科 27 属 32 种, 占总种数的 50.79%; 轮虫 7 科 13 属 15 种, 占总种数的 23.81%; 枝角类 5 科 9 属 9 种, 占总种数的 14.28%; 桡足类 3 科 7 属 7 种, 占总种数的 11.11%。

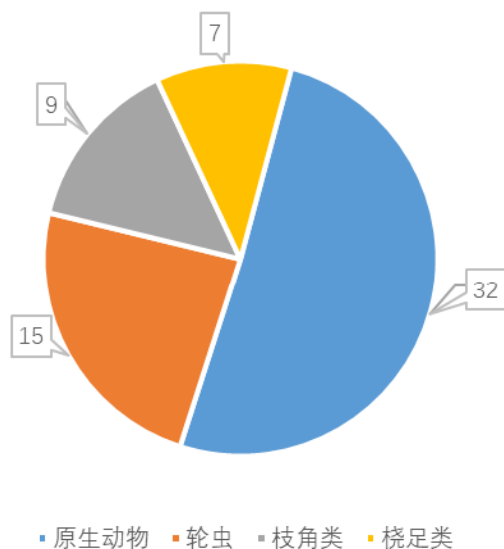


图 4.2.8-2 调查河段浮游动物种类组成

b) 密度和生物量

18 个样点浮游动物密度平均为 152.61ind./L, 其中普洱大河流域为 33.5ind./L, 小黑江流域为 53.33ind./L, 景谷河流域为 125.33ind./L, 威远江流域为 383.40ind./L, 详见表 4.2.8-5。

表 4.2.8-5 调查河段浮游动物密度

单位: ind./L

种类	1	2	3	4	5	6	7	8	9
原生动物	27	18	15	43	73	41	15	37	25
轮虫	14	16	8	21	28	16	4	7	11
枝角类	0	0	0	0	0	0	0	0	0
桡足类	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	41	34	23	64	101	57	19	44	36
种类	10	11	12	13	14	15	16	17	18
原生动物	22	27	173	35	21	69	57	77	1063
轮虫	13	14	105	18	5	24	19	31	482
枝角类	0	0	3	0	0	0	0	0	45
桡足类	0	0	1	0	0	0	0	0	24
合计	35	41	282	53	26	93	76	108	1614

18 个样点浮游动物的生物量见表 4.2.8-6。调查水域浮游动物平均生物量为 0.3539mg/L，其中，其中普洱大河流域为 0.6305mg/L，小黑江流域为 0.0155mg/L，景谷河流域为 0.0794mg/L，威远江流域为 0.3941mg/L。

表 4.2.8-6 调查河段浮游动物生物量

单位：mg/L

种类	1	2	3	4	5	6	7	8	9
原生动物	0.0014	0.0009	0.0008	0.0022	0.0037	0.0021	0.0008	0.0019	0.0013
轮虫	0.0007	0.0008	0.0004	0.0011	0.0014	0.0008	0.0002	0.0004	0.0006
枝角类	0	0	0	0	0	0	0	0	0
桡足类	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	0.0021	0.0017	0.0011	0.0032	0.0050	0.0028	0.0009	0.0022	0.0018
种类	10	11	12	13	14	15	16	17	18
原生动物	0.0011	0.0014	0.0087	0.0018	0.0011	0.0035	0.0029	0.0039	0.0532
轮虫	0.0007	0.0007	0.0053	0.0009	0.0003	0.0012	0.0010	0.0016	0.0241
枝角类	0.0000	0.0000	0.0002	0	0	0	0	0	0.0023
桡足类	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0012
合计	0.0018	0.0021	0.0141	0.0027	0.0013	0.0047	0.0038	0.0054	0.0807

c) 现状评价

本次调查中所观察到的浮游动物组成有以下特点：不同类型水体浮游生物组成不一样，河流中以表壳虫、沙壳虫和臂尾轮虫等喜流水的种类为主，水库以纤毛虫和晶囊轮虫物种占优势，枝角类和桡足类种类也较丰富；威远江水流较缓江段，一些喜静水的种类出现在河道中，且原生动物和轮虫数量较多，主要是和江段江水流动缓慢，营养程度高，适合原生动物和轮虫生长有关。

4.2.8.4 底栖动物

a) 种类组成

底栖动物(Zoobenthos)是生活在水体底部的动物群落。其生活史的全部或大部分时间生活于水体底部的水生动物群。除定居和活动生活的以外，栖息的形式多为固着于岩石等坚硬的基体上和埋没于泥沙等松软的基底中。此外还有附着于植物或其他底

栖动物的体表的，以及栖息在潮间带的底栖种类。在摄食方法上，以悬浮物摄食(Suspension feeding)和沉积物摄食(Deposit feeding)居多。底栖动物是第三营养级的主要组成部分，也是河道饵料生物中生物量较大的类群，是江河中很多鱼类的饵料基础，并且与江河鱼类的生态类群和区系组成有密切关系。

18 个采样点调查共采集到底栖动物 25 种，隶属于 3 门、6 纲、13 目、21 科、22 属。其中种类最多的是节肢动物门，共有 13 种，占总种数的 52%；其次是软体动物门，共有 9 种，占总种数的 36%；环节动物门共有 3 种，占总种数的 12%。

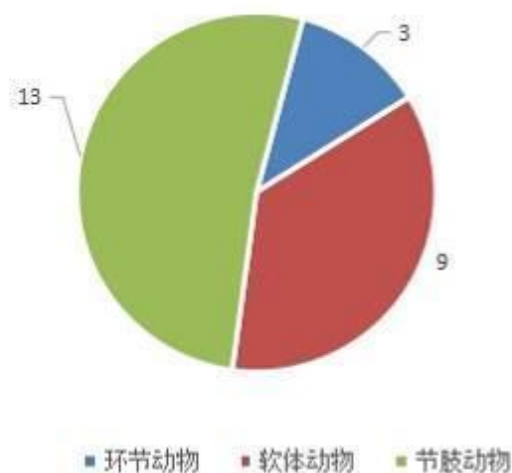


图 4.2.8-3 调查河段底栖动物种类组成

b) 密度和生物量

调查区域底栖动物平均生物量为 0.78g/L，其中普洱大河流域为 0.43g/L，小黑江流域为 0.25g/L，景谷河流域为 0.86g/L，威远江流域为 1.12g/L。

表 4.2.8-7 调查河段底栖动物生物量

单位：g/L

种类	1	2	3	4	5	6	7	8	9
环节动物	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.02	0.01	0
软体动物	0.1	0	0	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2
甲壳动物	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.05	0.1
昆虫	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.05
合计	0.32	0.12	0.12	0.21	0.22	0.51	0.44	0.17	0.35

表 4.2.8-7(续)

种类	10	11	12	13	14	15	16	17	18
环节动物	0	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
软体动物	0.2	0.1	0.8	0	0.2	0.1	0.2	0.1	0.5
甲壳动物	0.1	0.2	1.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.3	3.5
昆虫	0.05	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
合计	0.35	0.32	2.04	0.21	0.42	0.22	0.52	0.42	4.02

c) 现状评价

调查中采集到的大型底栖动物均为广布物种。大型底栖动物是重要的水质监测类群，一些河流种，如蜉蝣、毛翅目幼虫、及短沟蜷和球蚬类均为清水指示种；膀胱螺、扁蜷螺、蜻蜓幼虫一般喜欢静水环境，且有水草分布的地方。

4.2.8.5 水生维管束植物

黄草坝水库工程调查区域水流湍急，多险滩，雨季冲刷力强，水位变幅大，含沙量高，泥沙掩埋填充作用强，水生植物较不发育，水生维管植物在大部分河床不能生长，沙滩和砾石滩成为“荒漠”状态。只有很少的低水位砾石滩，以及支流、溪流入河口的三角洲砾石滩、沙土滩上，分布有稀疏、低矮的湿生挺水植物，沉水植物仅在少数缓流区边缘看到，但这些水生植物都是零星生长，生物量都较小，未形成群落。

4.2.8.6 鱼类

a) 鱼类组成及特点

鱼类历史记录主要参考《云南鱼类名录》(陈小勇, 2013)及中国科学院昆明动物研究所鱼类标本库的标本记录和小黑江流域历史文献资料;本底数据主要根据中国科学院昆明动物研究所 2015 年~2016 年调查记录整理。同时,基于云南大学陈自明等人于 2016 年在小黑江的鱼类调查数据进行对比分析。

分类系统依据《云南鱼类名录》(陈小勇, 2013)。小黑江流域共栖息有鱼类 77 种,隶属于 5 目 17 科 55 属。其中土著鱼类 64 种,隶属于 4 目 12 科 42 属,占小黑江流域鱼类种数的 83.1%,外来种 13 种,占有所有鱼类的 16.9%。土著鱼类中,后背鲈鲤、巨鲃收录于 2021 年国家野生动物重点保护鱼类名录,为国家二级。其中,依据云南省渔业科学研究院、中国科学院昆明动物研究所和大理州渔业工作站等单位的

历年调查结果，后背鲈鲤为澜沧江、怒江水系特有冷水性经济鱼类，由于澜沧江水系梯级电站的阻隔影响，目前仅分布于功果桥以上江段；此外，结合访问调查数据，近10年以来在威远江、小黑江流域水体，未发现有后背鲈鲤分布，也未采集到标本。

土著鱼类中鲤形目种类最多，有5科31属50种，占土著鱼类种数的78.1%；鲇形目4科8属11种，占土著鱼类种数的17.2%；合鳃鱼目2科2属2种，占土著鱼类种数的3.1%；鲈形目1科1属1种，占土著鱼类种数的1.6%。

土著鱼类中鲤科鱼类种类有31种，占该江段土著鱼类种数的48.4%；其次是条鳅科12种、鮡科8种、沙鳅科3种、爬鳅科3种，分别占18.8%、12.5%、4.7%和4.7%；鳅科、胡子鲇科、鲇科、锡伯鲇科、合鳃鱼科、刺鳅科、鳢科各1种，各占1.6%。

另外，小黑江流域还栖息有13种外来鱼类，分别是：高体鳊 *R. ocellatus*、鳊 *H. leucisculus*、麦穗鱼 *P. parva*、棒花鱼 *A. rivularis*、青鱼 *M. piceus*、草鱼 *C. idellus*、鲢 *H. molitrix*、鳙 *A. nobilis*、黄颡鱼 *P. fulvidraco*、食蚊鱼 *G. affinis*、尼罗罗非鱼 *O. nilotica*、小黄魮鱼 *M. swinhonis*、子陵吻鰕虎鱼 *R. giurinus*。

小黑江鱼类组成和分布特点，与该水系的澜沧江、威远江流域基本一致。黑线安巴沙鳅、湄南南鳅、克氏南鳅、宽纹南鳅、丽色低线鳊、马口鱼、少鳞舟齿鱼、云南吻孔鲃、鲫、墨头鱼、老挝纹胸鮡、大斑纹胸鮡、宽额鳢、泥鳅和黄鳝等土著鱼类在小黑江流域水体较为常见，且分布广泛。同时，受到糯扎渡库区、威远江流域、以及当地经济鱼类养殖等影响，高体鳊、鳊、麦穗鱼、棒花鱼、青鱼、草鱼、鲢、鳙、黄颡鱼、食蚊鱼、尼罗罗非鱼、小黄魮鱼、鰕虎鱼等外来物种也广泛分布于小黑江中下游水体。

表 4.2.8-8 调查流域鱼类组成

目	科	属	种数
鲤形目 CYPRINIFORMES	沙鳅科 Botiidae	3	3
	鳅科 Cobitidae	1	1
	爬鳅科 Balitoridae	3	3
	条鳅科 Nemacheilidae	2	12
	鲤科 Cyprinidae	22	31
鲇形目 SILURIFORMES	胡子鲇科 Clariidae	1	1
	鲇科 Siluridae	1	1

表 4.2.8-8(续)

目	科	属	种数
鲇形目 SILURIFORMES	锡伯鲇科 Schilbidae	1	1
	鮡科 Sisoridae	5	8
合鳃鱼目 SYNBRANCHIFORMES	合鳃鱼科 Synbranchidae	1	1
	刺鲀科 Mastacebelidae	1	1
鲈形目 PERCIFORMES	鱧科 Channidae	1	1
合计：4 目	12 科	42 属	64 种

b) 鱼类资源本底数据

2015 年~2016 年，在小黑江流域共采集到鱼类种类 30 种，占小黑江鱼类种类总数的 56.6%。其中，黑线安巴沙鳅 *A. nigrolineata*、湄南南鳅 *S. kengtungensis*、克氏南鳅 *S. kloetzliae*、宽纹南鳅 *S. latifasciata*、丽色低线鱮 *B. pulchellus*、马口鱼 *O. bidens*、高体鳊鲂 *R. ocellatus*、少鳞舟齿鱼 *S. acanthopterus*、云南吻孔鲃 *P. huangchuchieni*、鲫 *C. auratus*、大斑纹胸鲃 *G. macromaculatus* 等 11 种在两次调查中均有捕获，为小黑江流域的常见种。

2016 年鱼类资源调查中，共采集到鱼类 168 尾，隶属于 2 目 5 科 12 属 14 种。渔获物以丽色低线鱮 *B. pulchellus*、马口鱼 *O. bidens*、云南吻孔鲃 *P. huangchuchieni*、湄南南鳅 *S. kengtungensis*、黑线安巴沙鳅 *A. nigrolineata*、大斑纹胸鲃 *G. macromaculatus* 等小黑江流域土著小型鱼类为主。

2019 年 3 月，中国科学院昆明动物研究所在小黑江流域共采集到鱼类 5 目 12 科 29 属 34 种，占威远江鱼类种类总数的 58.4%。其中，土著鱼类 4 目 8 科 21 属 26 种，占本次调查鱼类种类的 76.5%。外来鱼类 8 种，鲮 *H. leucisculus*、黄颡鱼 *P. fulvidraco* 和尼罗罗非鱼 *O. nilotica* 等为威远江流域常见引入养殖经济鱼类；高体鳊鲂 *R. ocellatus*、棒花鱼 *A. rivularis*、麦穗鱼 *P. parva*、食蚊鱼 *G. affinis* 和子陵吻鰕虎鱼 *R. giurinus* 等为引种养殖带入的外来种鱼类。调查采集到的所有鱼类中没有国家级和省级保护鱼类，也没有列入《中国濒危动物红皮书鱼类》、《中国物种红色名录》和《中国生物多样性红色名录》的濒危物种。

c) 鱼类区系

澜沧江鱼类区系自上而下具有明显的青藏高原鱼类区系和向热带江河平原鱼类

区系过渡的特点，同时受到自东而来的东亚鱼类区系的渗透。上游主要为适应高寒、急流环境的青藏高原特色的裂腹鱼类、高原鳅类和鲴鱼类；中游种类开始增加，栖息有喜温的鲃类、野鲮类及纹胸鲃类等；下游江段种类繁多，表现出湄公河热带洪泛平原鱼类类群特点，南鳅类、鲃亚科种类、鲃类、野鲮类以及鲃形目、鲃形目种类大量出现。

小黑江为威远江一级支流，澜沧江下游的二级支流，鱼类区系特点与威远江、澜沧江鱼类区系特点大致相符，鱼类区系特点与澜沧江鱼类区系特点大致相符，具有青藏高原鱼类区系向热带江河平原鱼类区系过渡的性质。河段上游有适应高寒、急流环境的“青藏高原类群”成分，如光唇裂腹鱼、鲃类等；下游栖息有热带江河平原特色种类，如丽色低线鳅、种类较多的南鳅、中国结鱼、云南吻孔鲃、纹胸鲃等。没有发现典型洄游型鱼类。

剔除外来种和广布种之后，依据陈宜瑜(1998)将中国鲤科鱼类分为老第三纪原始类群、北方冷水性类群、东亚类群、南方类群和青藏高原类群等五大类群的划分，威远江流域鱼类区系类型主要总结如下：

1) 鲤科鱼类为该区系鱼类的主要组成部分，以鲃亚科、鲃亚科、鲃形目鲃科、胡子鲃科为代表的“老第三纪类群”和以野鲮亚科、条鳅科南鳅属、沙鳅科、爬鳅科、锡伯鲃科为代表的“南方类群”是鱼类区系的主要组成成分，兼有以裂腹鱼亚科和鲃科鳅鱼类为代表的“青藏高原类群”；

2) 缺乏以雅罗鱼亚科为代表的“北方冷水性类群”种类；

3) 缺乏以鲤科鲃亚科、鲃亚科、雅罗鱼东亚类群等为代表的“东亚类群”种类。

d) 鱼类生活史特点

1) 生活型

调查流域鱼类的生活型可划分为 4 类：

(1) 江河底栖性鱼类：主要是江河底栖缓流型和江河底栖激流型，如南鳅、荷马条鳅、沙鳅等及具有发达附着器官的墨头鱼、纹胸鲃等；

(2) 江河中下层鱼类：主要是适应急流环境的中国结鱼、云南吻孔鲃等鲃亚科及光唇裂腹鱼等；

(3) 江河中上层鱼类：主要是马口鱼、丽色低线鳅等；

(4) 江河湖泊缓流型鱼类：主要是泥鳅、鲤、鲫、黄鳝、宽额鳊等土著种，及高

体鳊鱼、麦穗鱼、食蚊鱼、子陵吻鮡鱼、罗非鱼等外来种。

2) 食性

根据食性特点，调查流域的鱼类可划分为 4 类：

(1) 植食性鱼类，主要摄食着生藻类，通常口裂较宽，下唇前缘具有锋利的角质，用来刮取生长于石上的藻类，如墨头鱼属、光唇裂腹鱼等；

(2) 底栖动物食性鱼类，口部通常具有发达的触须或肥厚的唇，用以吸取砾石河滩石缝间的昆虫幼虫或稚虫及寡毛类作为食物，此类群为调查河段重要组成类群，如条鳅科、爬鳅科、鮡科等；

(3) 凶猛肉食性鱼类，主要以小鱼、虾为食，如胡子鲶、宽额鳊等；

(4) 杂食性鱼类，既摄食虾类、水生昆虫、软体动物等动物性饵料，也摄食藻类及植物残渣等，如中国结鱼、云南吻孔鲃等。

3) 繁殖习性

威远江流域土著鱼类产卵习性主要有以下种类群：

(1) 产漂流性卵类群，主要有巨鲇、长臀鲢等；

(2) 产粘性卵类群，主要为急流中产强粘性卵，如纹胸鮡等种类，以及在静水环境产粘性卵类群，如鲤、鲫等；

(3) 产沉性卵类群，如南方白甲鱼、光唇裂腹鱼等；

(4) 其他产卵类群，主要是高体鳊鱼，该鱼产卵于软体动物鳃腔中。

4) 洄游类型

小黑江流域的鱼类以定居型土著鱼类为主，未发现典型洄游型鱼类。

d) 渔获物组成

1) 鱼类资源

2019 年 3 月调查采用了科研专用小型电鱼机、手抄网和访问的方式相结合，共采集到鱼类 828 尾，总重量为 1188.4g。2021 年 5 月的鱼类早期资源调查采用定点琼网与手抄网完成，共采集到鱼类 180 尾，总重量为 951.5g；两次野外调查共采集到鱼类 1008 尾，总重量为 2139.9g。渔获情况具体见表 4.2.8-9。

4.2.8-9 调查渔获物组成

河段	采集样点	物种	尾数 尾	体长 cm	规格 g	均重 g	总重 g	比例 %	比重 %
普洱大河	思茅河(思茅区段)、普洱大河(同心村段)、普洱大河与思茅河汇口、南邦河(南邦村段)	大头南鳅	1	8.6	5.8	5.8	5.8	0.7	0.1
		高体鳊鲂	6	2.9-4.5	0.2-0.4	0.3	1.8	4	0.03
		宽额鳊	39	9.7-29.5	8.6-210	42	1636.6	25.8	27
		鲤	2	38-42	460-590	525	1050	1.3	17.3
		丽色低线鱲	2	7.3-11.1	4.5-9.2	6.9	13.7	1.3	0.2
		马口鱼	1	6.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.01
		麦穗鱼	36	3.4-6.5	0.2-0.3	0.2	7.3	23.8	0.1
		湄南南鳅	9	7.2-8.2	4.8-5.9	5.2	46.6	6	0.8
		美斑南鳅	1	7.6	5.3	5.3	5.3	0.7	0.09
		尼罗罗非鱼	49	6.1-26.5	5.7-270	67.1	3287	32.4	54.3
		食蚊鱼	3	2.1-3.1	0.1-0.2	0.17	0.5	2	0.01
		子陵吻鰕虎鱼	2	3.6	0.3	0.3	0.6	1.3	0.01
		小计	151				6055.9	100	100
小黑江	海庆河海庆村段、南板河南板村段、黄草坝水库(拟建坝址附件)、正兴村段、勐乃村段、勐烈河汇口	鲮	1	5.7	3.5	3.5	3.5	0.3	0.08
		大头南鳅	50	5.9-7.3	4.6-5.6	5.1	253	12.8	5.9
		克氏南鳅	77	5.9-7.5	4.4-6.5	5.8	448	19.7	10.4
		宽斑南鳅	19	6.3-7.9	4.2-6.4	5.4	103	4.9	2.4
		宽额鳊	29	5.6-22.3	4.5-150	21.8	633	7.4	14.7
		澜沧江爬鳅	2	5.1-5.2	4.3-4.5	4.4	8.8	0.5	0.2
		老挝纹胸鲃	6	5.9-6.1	6.2-6.7	6.6	39.7	1.5	0.9
		丽色低线鱲	1	2-7.10.3	4.5-8.5	13	13	0.3	0.3
		马口鱼	5	5.1-22.6	2.6-28.9	9.6	48	1.3	1.1
		湄南南鳅	129	5.3-7.7	4.1-6.7	5.6	722	33	16.8

4.2.8-9(续)

河段	采集样点	物种	尾数 尾	体长 cm	规格 g	均重 g	总重 g	比例 %	比重 %
小黑江	海庆河海庆村段、南板河南板村段、黄草坝水库(拟建坝址附件)、正兴村段、勐乃村段、勐烈河汇口	南方白甲鱼	1	4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.007
		尼罗罗非鱼	33	6.6-19.4	8.8-150	18.8	1610	8.4	37.4
		泥鳅	1	11.5	8.7	8.7	8.7	0.3	0.2
		缺须墨头鱼	1	11.5	8.5	8.5	8.5	0.3	0.2
		无量荷马条鳅	21	13.2-16.5	13.2-32.4	14.5	304	5.4	7.1
		异齿鳊	12	5.2-5.4	2.9-3.2	3	36.1	3.1	0.8
		长背鲃	3	13.2-15.4	16.9-25.8	21	63.1	0.8	1.5
		小计	391				4302.8	100	100
威远江	报母河汇口、凤山镇段、景谷河汇口、威远镇段、威远水电站库区	鲫	5	8.6-12.3	5.3-10.5	7	35.2	35.7	22.9
		宽额鳊	5	8.4-16.5	8.3-50	18.4	92	35.7	60
		丽色低线鱲	2	7.3-12.7	6.6-12.5	9.6	19.1	14.3	12.4
		马口鱼	2	4.4-6.7	2.1-5.3	3.7	7.4	14.3	4.8
		小计	14				153.7	100	100
景谷河	振太乡段、无量湖水库、景谷镇段	棒花鱼	55	3.3-5.6	1.8-4.2	2.8	152	20.22	11.1
		高体鳊	2	2.9-3.3	0.2-0.3	0.25	0.5	0.74	0.04
		鲫	4	12.5-16.8	32-80	52.5	210	1.47	15.3
		宽额鳊	16	1.6-12.1	6.5-25	11.4	183	5.88	13.3
		老挝纹胸鲃	2	5.7-5.9	6.2-6.3	6.25	12.5	0.74	0.9
		马口鱼	5	3.6-5.8	1.2-3.5	2.4	12.1	1.84	1.8
		麦穗鱼	8	3.1-3.8	0.2-0.3	0.26	2.1	2.94	0.2
		湄南南鳅	135	5.8-7.5	4.6-5.9	5.1	685	49.63	49.9
		美斑南鳅	15	6.3-7.4	5.1-5.7	5.5	82	5.51	6
		南方白甲鱼	8	3.4-3.6	1.8-2.2	2	15.9	2.94	1.2
		长臀鲃	7	7.6-8.9	6.3-8.7	0.7	5.2	2.57	0.4
		子陵吻鰕虎鱼	15	3.8-4.1	0.7-0.8	0.75	11.3	5.51	0.8

4.2.8-9(续)

河段	采集样点	物种	尾数 尾	体长 cm	规格 g	均重 g	总重 g	比例 %	比重 %
景谷河	振太乡 段、无量 湖水库、 景谷镇段	小计	272				1371.6	100	100
以上为 2019 年 3 月水生态现状调查渔获物数据									
以下为 2021 年 5 月鱼类早期资源调查渔获物数据									
小黑江干 流	小黑江干 流正兴村 段	黑线安巴沙鳅	14	3.6-7.6	1.6-6.9	4.1	56.7	7.8	5.9
		丽色低线鱲	36	5.1-11.6	0.1-8.4	4.9	175.8	20	18.4
		马口鱼	76	3.5-13.4	0.2-10.9	4.2	317.6	42.2	33.4
		中国结鱼	11	7.2-11.8	4.6-14.7	5.3	58.4	6.1	6.1
		大鳞结鱼(野结 鱼)	6	6.5-12.6	3.9-15.2	6.1	36.8	3.3	3.9
		鲫鱼	37	5.3-18.6	2.2-38.6	8.3	306.2	20.6	32.2
		小计	180				951.5	100	100
总计			1008				11884		

2) 鱼类早期资源

根据《云南鱼类志 上、下册》(褚新洛等, 1989; 1990)、《云南鱼类名录》(陈小勇, 2013)、《澜沧江鱼类资源研究》(郭祖峰等, 2014)等历史著作和文献资料; 中国科学院昆明动物研究所馆藏标本及其野外采集标本记录; 以及澜沧江全流域水电开发对水生生态影响评价报告等数据整合分析。结果显示, 小黑江自威远江汇口以上河段(包含小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区)分布有土著鱼类 48 种, 分属 4 目 12 科 35 属; 所有调查到的土著鱼类中, 保护区内小黑江干流及其主要支流调查断面采集到鱼类早期资源数据的为马口鱼, 推测主要产卵鱼类还有中国结鱼、大鳞结鱼和云南吻孔鲃等主要保护鱼类, 以及黑线安巴沙鳅、丽色低线鱲、湄南南鳅、澜沧江爬鳅和大斑纹胸鲃等。其中, 2021 年 5 月鱼类早期资源采集调查中, 在小黑江干流正兴村段和独令河汇口河段设置定点琼网进行采集, 虽然定点琼网没有采集到鱼卵或是稚鱼, 但在正兴村段和独令河汇口边缘水体手抄网采集到中国结鱼和大鳞结鱼(野结鱼)亚成体; 根据访问调查结果, 以及个体大小推断, 采集到的中国结鱼和大鳞结鱼(野结鱼)亚成体个体多为今年自然繁殖种群。



图 4.2.8-4 小黑江鱼类早期资源采集现状

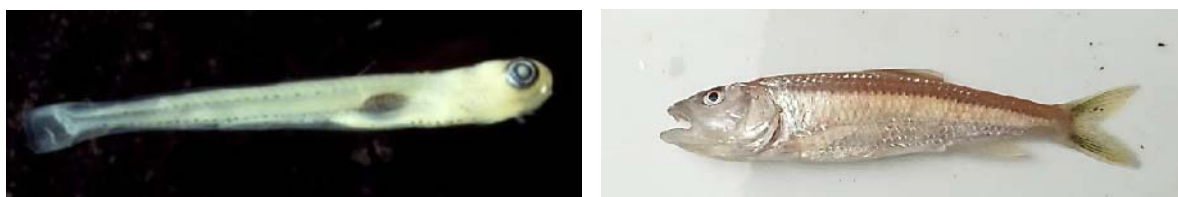


图 4.2.8-5 小黑江鱼类早期资源渔获物记录(马口鱼)

e) 珍稀特有鱼类

1) 特有种：小黑江流域栖息的 77 种鱼类中，有 24 种仅分布于澜沧江水系，属于澜沧江水系特有种，其中条纹裸鲤 *G. strigatus* 为威远江流域特有种，目前在澜沧江其他支流没有分布。

2) 保护动物及珍稀濒危动物：后背鲈鲤、巨鲃收录于 2021 年国家野生动物重点保护鱼类名录，为国家二级。

3) 被列入《中国濒危动物红皮书》、《红色名录濒危等级》、《IUCN 红色名录濒危等级》的种类：没有发现被列入《中国濒危动物红皮书》；《红色名录濒危等级》；《IUCN 红色名录濒危等级》的种类。

4) 长距离洄游鱼类：没有发现典型的洄游鱼类，即：海洋至江河之间的长距离洄游。但巨鲃、大刺鲃等鱼类有长距离洄游的习性，通常河流的生境是复杂多样的，在一个河段里有急流陡滩，也有缓流洄水，有涨有落，有深有浅，加上支流有着干流相似的环境，河流中大多数鱼类中沿着干流上溯很短的距离，便可找到产卵的地方。

5) 经济鱼类及观赏鱼类：该河段栖息的中国结鱼 *Tor sinensis*、后背鲈鲤 *Percocypris retrodorsalis*、云南吻孔鲃 *Poropuntius huangchuchieni*、野结鱼 *Tor tambra*、长臀鲃 *Clupisoma longianalis*、巨鲃 *Bagarius yarrelli* 等土著鱼类具有较高的经济价值和遗传育种价值，可作为水产养殖品种，丽色低线鲃 *B. pulchellus*、黑线安巴沙鲃

A. nigrolineata 等可作为观赏鱼类。

(1) 中国结鱼 *Tor sinensis*



中国结鱼(秦涛 摄)

俗名：红翅膀。

分类地位：鲤形目Cypriniformes，鲤科Cyprinidae，鲃亚科Barbinae。

鉴别特征：背鳍硬刺后缘无锯齿，侧线鳞23枚~28枚，鳃耙17枚~22枚，须2对。下唇中叶后伸几达两口角之间的连接线。鲜活时各鳍及体侧呈淡桔红色，故有“红鱼”之俗称。

生态习性：底栖，杂食性，以水生昆虫和植物种子为主，兼食浮游动物和浮游藻类，此外还摄食少量的小鱼和虾等。对低温耐受力差，当水温下降到6℃~8℃时，几无法生存。繁殖期为7月~9月，盛期在8月，具生殖洄游习性，繁殖时，亲鱼群集从干流上溯到支流，互相追逐，时而跃出水面，显露鲜红的色彩，或听到拍水声。繁殖结束后，亲鱼顺河而下，到水流比较缓慢的河段觅食。

估计数量：个体大，曾捕获1尾17.5kg的大鱼。分布广，数量多，是澜沧江中、下游的主要经济鱼类。

分布：广泛分布于澜沧江下游的干、流水域，上游可达小湾一带，为澜沧江特有。

濒危等级：未达濒危等级。

(2) 后背鲈鲤 *Percocypris retrodorslis*



后背鲈鲤(薛绍伟 摄)

鉴别特征：体延长，侧扁，头后背部稍隆起，背腹缘稍呈弧形。头长，吻稍宽扁，吻长小于眼后头长。唇较肥厚，包在颌外表，上唇两侧扩大；口亚上位，成一斜裂，下颌稍突出。须2对，发达。鳞较小，胸腹部及背部鳞片更小，无裸露区。侧线完全。背鳍外缘平截微凹，末根不分支鳍条基部较粗，后缘具锯齿。

鲜活时，体侧在侧线以上有不规则的黑色斑点，体侧中央有一条黑色宽纵纹，从鳃盖后缘延至尾鳍基部。

生态习性：栖息于河道干流，属中上层鱼类，为性凶猛的大型肉食鱼类。

分布与数量：澜沧江中下游。该鱼过去见于小黑江流域，目前已少见。

濒危等级：2021年收录于国家野生动物保护名录，国家二级；被《云南省物种红色名录2017年版》评为易危(VU)等级，应予以关注。

(3) 云南吻孔鲃 *Poropuntius huangchuchieni*



云南吻孔鲃(陈小勇 摄)

鉴别特征：体侧扁，背缘和腹缘的弧度略相等。头中等大，侧扁，头长一般比体高为小。吻短而钝，稍向前突出，吻长小于眼后头长。眼大，侧位。眼间隔稍隆起，略大于吻长。口次下位，深弧形，下唇紧位上唇之后。须2对，较发达。背鳍末根

不分枝鳍条为强壮的硬刺，后缘具锯齿。

生活时体背青黑，体侧上部反射蓝光，中部反射金光，腹部较浅，各鳍灰黑，尾鳍上下缘黑色，吻端有白色小颗粒。

生态习性：该鱼通常栖息在干流河道水缓处，为中下层鱼类；目前对其产卵繁殖习性尚不明确，根据野外观察该鱼可能在每年2月~3月间在浅流水沙石质底河道产粘性卵。

分布与数量：澜沧江、元江。在小黑江流域目前主要栖息于高桥以下河段。本种目前在澜沧江中下游鱼类中属常见种。

濒危等级：未达濒危等级。

(4) 野结鱼(大鳞结鱼)*Tor tambra*



野结鱼(陈小勇 摄)

鉴别特征：体细长，侧扁，背部缘呈弧形，腹缘路平直。吻略尖，唇肥厚，下唇有方形或长方形的中叶，向后伸不及口角的水平线。口下位，马蹄形，须2对。口角须可超过眼后缘的垂直线。背鳍末根不分枝鳍条为光滑强壮的硬刺。鳞大，在腹鳍基外侧有一发达的腋鳞。侧线略下弯，向后人尾柄的正中。

生活时背部青褐色，各鳍浅灰色。体侧鳞片基部具黑斑，黑斑大小随着鳞片大小而变化。

生态习性：栖居于主河道，为中下层鱼类，以动物性饲料为主的杂食性鱼类，推测5月~6月产卵繁殖于沙石质底的浅水河段。

分布与数量：广布于澜沧江中下游，在小黑江流域主要栖息于正兴桥及以下河段至澜沧江。是产地食用鱼，但较为少见。

濒危等级：未达濒危等级。

(5) 巨鲶 *Bagarius yarrelli*



巨鲶(蒋万胜 摄)

俗名：面瓜鱼。

鉴别特征：体前半部纵扁呈楔形，鼻须短，上颌须宽扁，后伸可达胸鳍基后端，两对颌须均纤细。背鳍具一骨质硬刺，后缘光滑，末端柔软延长成丝状。脂鳍短，臀鳍起点与脂鳍起点相对或略后。胸鳍硬刺后缘带弱齿，刺端为延长的软条。腹鳍起点位于背鳍基垂直下方之后。尾鳍深分叉，上下叶末端延长成丝状。生活时全身灰黄或带黑斑，肉呈黄色，俗称“面瓜鱼”便源于此。

生态习性：喜流水，栖居河道深处，性迟钝而贪食，可用拖网或沉钩捕获。以小鱼为食。伏在流水滩头，伺机扑捕过往的小鱼。一般只作短距离的索饵回游。相近种鲶 *Bagarius bagarius* 的生态习性与之相似。

分布与数量：广泛分布于澜沧江、怒江干游及其主要支流，包括云南版纳、普洱、保山等地区均有分布。为澜沧江流域最重要的经济鱼类之一，个体较大，但目前数量有减少趋势。

濒危等级：2021 年收录于国家野生动物保护名录，国家二级；被《云南省物种红色名录 2017 年版》评为易危(VU)等级，应予以关注。

(6) 条纹裸鲤 *Gymnodanio strigatus*



条纹裸鲤(蒋万胜 摄)

鉴别特征：体细长而稍侧扁，尾柄较长；体高略小于头长；自腹鳍基底至肛门沿腹中线具较明显的腹棱。吻钝，吻长稍小于眼径。口端位，口裂向上倾斜；上颌骨向后延伸至眼前缘正下方；下颌前端无突起与上颌无相吻合的凹陷，两侧缘也无明显缺刻。无须。眼大，侧上位。眼间隔稍圆凸，其间距约等于眼径。体裸露无鳞，但具有较发达的侧线鳞；体前部之侧线鳞较大呈圆形；后半部较小呈长椭圆形。侧线完全，在胸鳍上方显著下弯，自腹鳍起点前上方沿腹侧向后至臀鳍起点之上方斜线上升，到尾柄后半部呈中位。腹膜灰白，密布许多黑色斑点。

生活时眼睛下部具一明显红色斑，体背灰白色，腹部银白，背中线及体侧中部各具一黑褐色纵纹，背鳍之后沿背中线具2个~4个黑色斑点，体侧纵纹的前上方亦具4个~7个黑色斑。背鳍和尾鳍具黑褐色小斑点，其他各鳍浅色。

生态习性：生活在山涧溪流的水深洄缓处，个体较小，好集群，雌雄个体未见有明显的副性征。

分布与数量：该鱼主要栖息于威远江上游支流景谷河，分布区狭窄，数量稀少。该属为中国特有属，分类地位独特，具有重要的科研价值。

濒危等级：未达濒危等级。

(7) 长臀鲱鲢 *Clupisoma longianalis*



长臀鲱鲇(陈小勇 摄)

俗名：绸子鱼、巴扎郎(傣语音译)。

鉴别特征：体延长，腹部自胸鳍基下方至肛门间具棱线，头顶覆盖皮肤。口下位，下颌、前颌、犁骨和腭骨具绒毛状细齿。须 4 对，颌须后伸达臀鳍起点。

生态习性：栖息于敞水、缓流水域的中上层，以动物性饵料为食，主食水生昆虫或落入水中的其他昆虫。2 龄~3 龄性成熟，繁殖期 5 月~6 月。

分布与数量：本种为澜沧江特有，广泛分布在澜沧江中下游及其支流，包括景洪、思茅、云县、漫湾以及小黑江、罗梭江、黑河等。为中小型鱼类，是产地常见食用鱼类之一。

濒危等级：未达濒危等级。

4.2.8.7 鱼类重要生境

a) 产卵场

根据多年鱼类生态学资料的积累、近期相关地区调查资料及查阅文献等，结合各流域生境的特点，推测本流域主要鱼类产卵场的分布。

小黑江干流，正兴村段、勐烈河汇口段等，滩潭交替，水流缓急相间，河床底质多为砾石、沙砾，符合大多数江河鱼类繁殖的生境条件，但适宜繁殖的产卵场较为分散，一般规模不大。鱼类早期资源调查结果显示，在小黑江干流正兴村段和独令河汇口附近采集到中国结鱼和大鳞结鱼(野结鱼)亚成体；根据访问调查结果，以及个体大小推断，采集到的中国结鱼和大鳞结鱼(野结鱼)亚成体个体多为今年自然繁殖种群。此外，所有调查到的土著鱼类中，小黑江干流勐烈河汇口调查断面采集到鱼类早期资源数据的为马口鱼，推测主要产卵鱼类还有中国结鱼、大鳞结鱼和云南吻孔鲃等主要保护鱼类，以及黑线安巴沙鳅、丽色低线鱲、湄南南鳅、澜沧江爬鳅和大斑纹胸鲃等。

普洱大河干流，同心村段，以及思茅河汇口以上河段，水流缓急交替，滩潭交错，

河床底质多为砾石、泥沙为主，符合大多数江河鱼类繁殖的生境条件，是土著鱼类理想的产卵场。

b) 索饵场

每年3月份后，水温逐渐回升，鱼类从越冬深水区或澜沧江干流上溯至河流浅水的礁石或砾石滩索饵，礁石或砾石滩底栖无脊椎动物较为丰富，往往成为杂食性或底栖无脊椎动物等为主要食物的鱼类的索饵场所。5月以后，干流水位开始上涨，部分鱼类会沿支流上溯索饵，喜急流性鱼类早春索饵区多为礁石林立的险滩和平缓的砾石长滩，水流比较湍急，其索饵区与产卵场重叠较大；缓流水或静水性鱼类往往在险滩间水流平缓的顺直深潭河段、河湾洄水区、开阔平缓河段和支流河口河段及支流索饵。鱼类育幼环境对鱼类种群的发展至关重要。鱼类育幼区要求水流平缓，适口饵料丰富，水位相对稳定，这与缓流水和静水性鱼类索饵环境相似。小黑江流域鱼类集中索饵场多聚集于思茅河、普洱大河、威远江等主要干流及支流汇口，多为零星分布，未发现集中的索饵场。

c) 越冬场

每年10月份以后，流域进入枯水期，随着气温下降，水量减少，水位降低，鱼类活动减少，鱼类从支流或浅水区进入缓流的深水河槽或深潭中，或进入澜沧江干流越冬。流域水体温度较为稳定，多为岩石、砾石、沙砾底质，冬季水体透明度高，底栖动物等生物较为丰富，为部分鱼类提供了一定的越冬场所，但多数鱼类，特别是个体较大的鱼类，会降河至澜沧江干流越冬。小黑江流域鱼类越冬场一般为急流险滩下水流冲刷形成的深潭，深潭河床多为岩基、礁石和砾石，水生昆虫较为丰富。小黑江流域鱼类集中越冬场多聚集于干流，以及威远江干流的糯扎渡水电站回水区域。

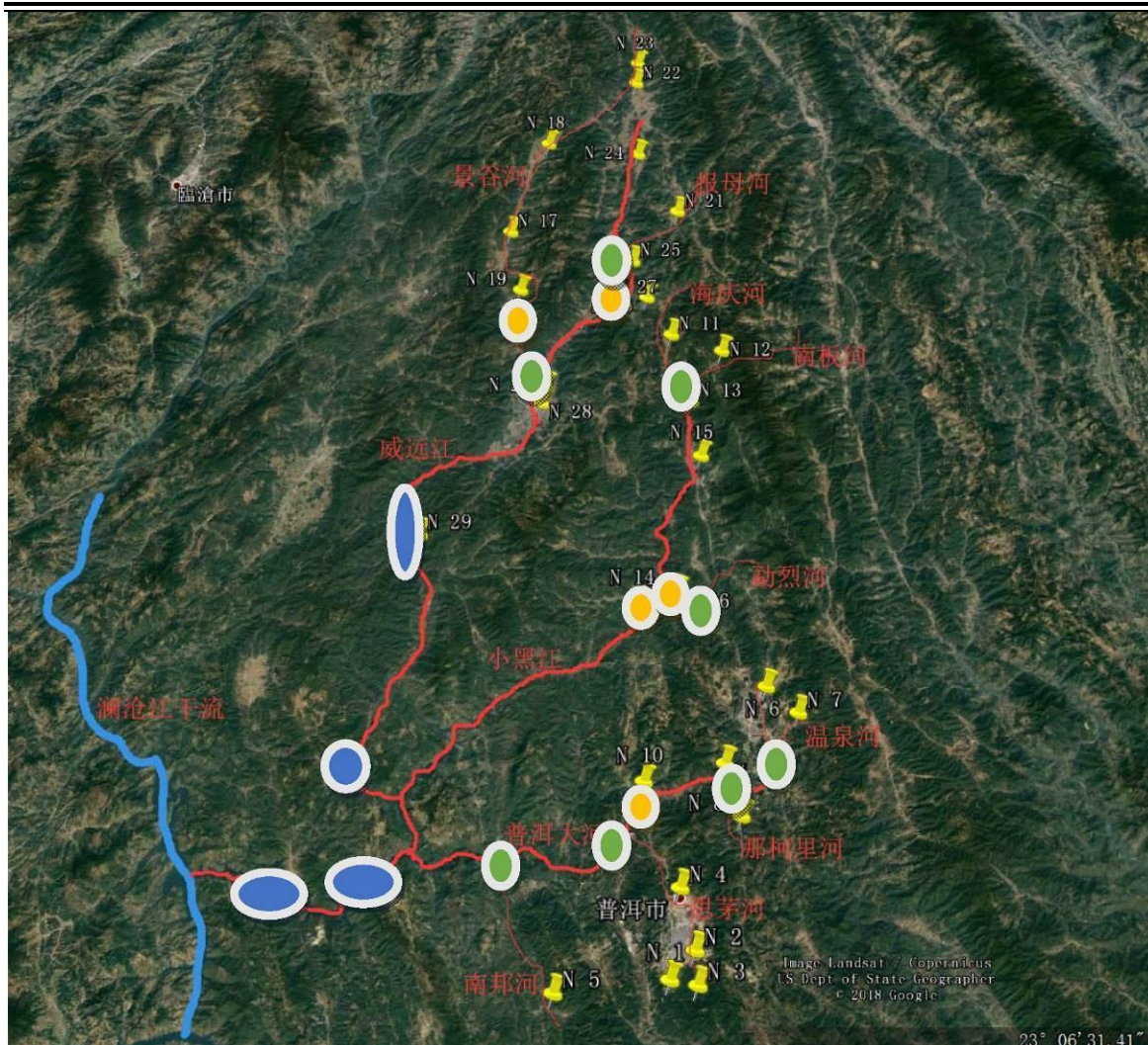


图 4.2.8-6 小黑江流域鱼类“三场”分布图(●产卵场;●索饵场;●越冬场)

4.2.9 生态敏感区

本工程不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园等生态敏感区，工程输水路线距离普洱五湖国家湿地公园最近约 110m，距离小黑江森林公园最近约 56m，与其它敏感区均大于 1km 以上。2022 年 8 月，普洱市林业和草原局以《普洱市林业和草原局确认关于黄草坝水库工程与普洱市自然保护地位置关系的函》明确了工程用地范围不涉及思茅区、宁洱县、景谷县的自然保护地。

4.2.9.1 生态保护红线

2022 年 11 月 15 日，云南省自然资源厅办公室印发《关于正式应用“三区三线”划定成果数据作为报批建设项目用地依据的通知》(云自然资办便笺(2022)1054 号)，正式应用“三区三线”划定成果，经核实，黄草坝水库枢纽工程不涉及云南省“三区三线”成果启用后的生态保护红线。

4.2.9.2 中国结鱼省级水产种质资源保护区

小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区位于澜沧江一级支流小黑江干流上,属普洱市景谷县正兴镇,起点坐标为 N23°26'29" E100°55'59"(麻栗坪岔河口),终点坐标为 N23°12'44"、E100°55'35"(323 国道 2557+700k 二号桥)。保护区流域总面积 7773.4hm²,河道总长度约 35.7km。其中,核心区面积 4319.7hm²,河道长约 20km;实验区面积 3455.7hm²,河道长约 16km。保护区内森林植被覆盖率较高,动植物栖息环境良好,生活着多种珍稀的水生野生生物,生物资源丰富;保护区内的水质总体情况优良,鱼类栖息环境良好,鱼类种类较多。保护区的特别保护期为:每年的 4 月 1 日至 9 月 30 日。

根据保护区功能区划分原则,小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区划分为两大功能区,即:核心区和实验区。核心区从北纬:23°20'04",东经:100°54'44"(小正兴桥),至北纬:23°12'45",东经:100°50'46"(二号桥),海拔高程从 940m 下降至 868m。实验区从北纬:23°26'29",东经:100°55'59"(麻栗坪岔河口),至北纬:23°20'04",东经:100°54'44"(小正兴桥),海拔高程从 1002m 下降至 940m。

小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区功能区河段见图 4.2.9-1。

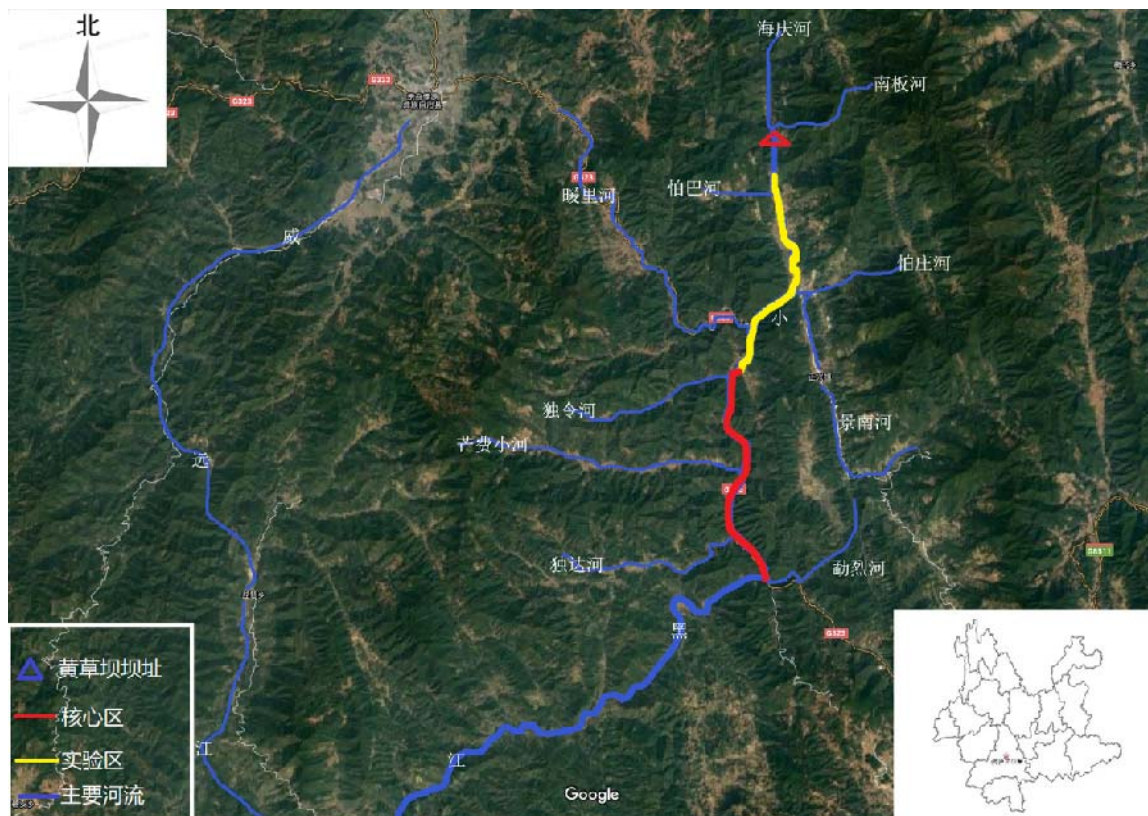


图 4.2.9-1 小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区功能区河段

4.2.9.3 云南省普洱五湖国家湿地公园

云南普洱五湖国家湿地公园位于普洱市思茅区境内，地理坐标介于 $22^{\circ}42'—22^{\circ}51'N$ ， $100^{\circ}56'—101^{\circ}00'$ 之间，规划范围以思茅河为主线，洗马湖、梅子湖、信房湖、野鸭湖和纳贺湖为核心，规划总面积 1148.43hm^2 ，其中，其中河流 142.63hm^2 、湖泊 16.66hm^2 、沼泽 19.79hm^2 、库塘 229.85hm^2 、水稻田 77.98hm^2 、森林 601.72hm^2 、茶园 42.90hm^2 ，湿地率达42.40%。

纳贺湖位于思茅城区北郊6km的纳贺河上，是上世纪50年代在纳贺河上筑坝形成的人工库塘湿地，属澜沧江流域思茅河的右支流，发源于丫口菜地，流域地貌属高原深切割地山丘陵地貌。流域呈北东南西向的矩形状，流域地势东北高西南低。纳贺湖片区以保护森林-湿地复合生态系统及其水禽栖息地为主。

纳贺湖周边森林植被覆盖率达95%以上，以季风常绿阔叶林和思茅松针叶林为主；纳贺湖湿地植被主要有空心莲子草-藿香蓟群落、细柄草-草黄苔草群落、圆叶节节草-稗群落、地毯草群落等。

纳贺湖及其周边的动物有54种，分布有湿地鸟类共6目7科27种，分布有骨顶鸡、鸳鸯、普通秋沙鸭、凤头潜鸭、竹叶青等动物，本片区占湿地公园动物总数的63.53%。

输水工程末端东侧临近云南普洱五湖国家湿地公园纳贺湖片区，最近水平距离约110m。

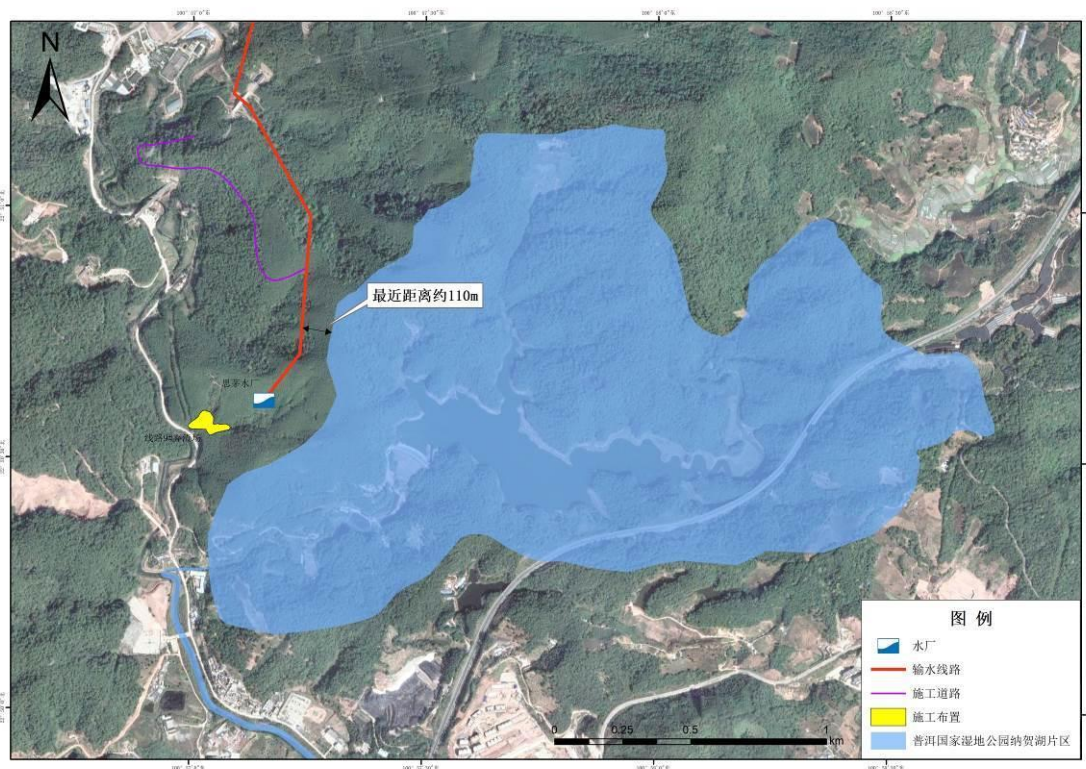


图 4.2.9-2 工程与云南普洱五湖国家湿地公园纳贺湖片区的位置关系图

4.2.9.4 云南省小黑江森林公园

云南省小黑江森林公园位于云南省普洱市中部，地处无量山南段，威远江以东，小黑江水系，地理坐标为东经 $100^{\circ}51'47'' \sim 100^{\circ}59'08''$ ，北纬 $23^{\circ}08'35'' \sim 23^{\circ}14'29''$ 之间。公园位于普洱市卫国林业局经营区森林管护二林场、三林场内，地跨景谷、宁洱两县，总面积 5636.2hm^2 。

森林资源以思茅松为主，主要用材树种有思茅松、美国松、云南铁杉、云南油杉、旱冬瓜、西南桦、红椿、八宝树、银桦、香樟树等。有国家一级保护动物豹、绿孔雀等；二级保护动物黑熊、猕猴、白鹇等；此外还有众多的野兽类、野禽类、两栖类和水族类及昆虫。

输水工程通达段埋管东侧临近云南省小黑江森林公园，最近水平距离约 56m。

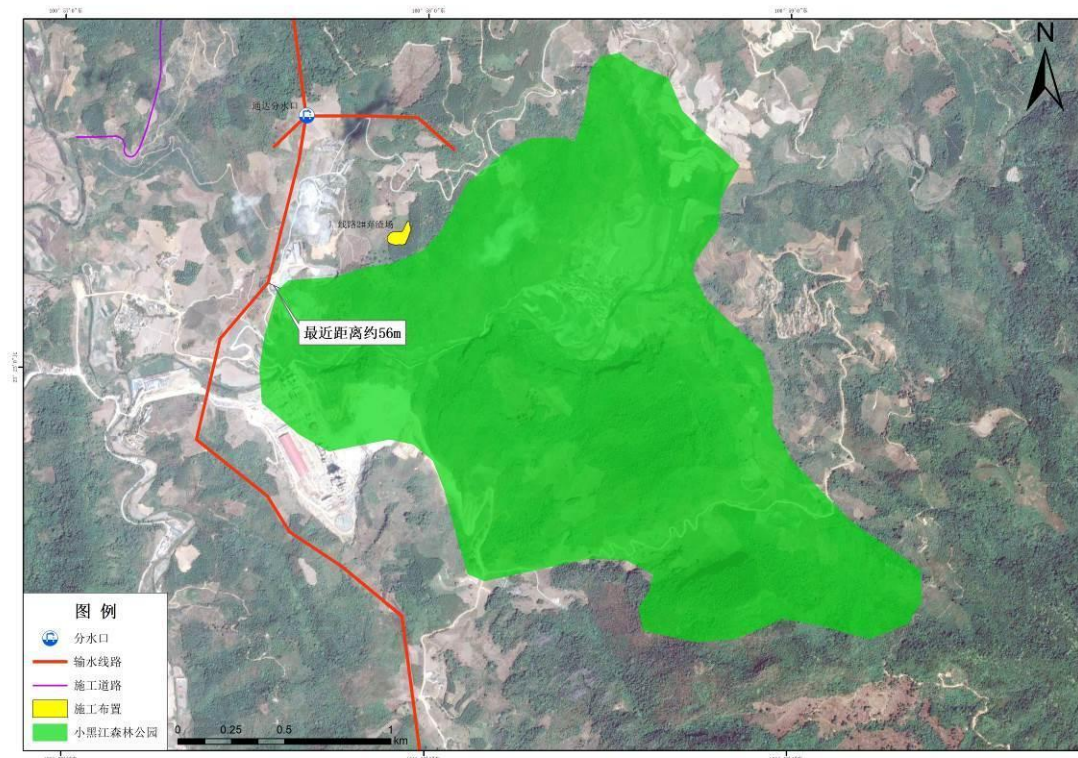


图 4.2.9-3 工程与云南小黑江森林公园的位置关系图

4.2.10 生态公益林

生态公益林是指生态区位极为重要，或生态状况极为脆弱，对国土生态安全、生物多样性保护和经济社会可持续发展具有重要作用，以提供森林生态和社会服务产品为主要经营目的的为重点的防护林和特种用途林。包括水源涵养林、水土保持林、防风固沙林、护岸林、自然保护区的森林和国防林等类型。

通过叠加工程与区域生态公益林分布图，黄草坝工程生态评价范围内无国家一级生态公益林分布，分布有国家二级生态公益林和云南省级生态公益林。本工程占用生态公益林面积 283.78hm²，其中永久占用生态公益林面积 201.38hm²，临时占用生态公益林 82.40hm²。评价区内生态公益林树种以思茅松林为主，主要分布于黄草坝水库淹没区和枢纽工程区。项目征占用生态公益林需办理林地征占用相关手续，最终征占用生态公益林面积需以当地林业部门核实为准。

表 4.2.10 工程占用生态公益林面积统计表

 单位: hm^2

占地类型		合计	水库淹没影响区			枢纽工程区			输水线路区				
			小计	景谷县	卫国林业局	小计	景谷县	卫国林业局	小计	景谷县	卫国林业局	宁洱县	思茅区
永久占地	乔木林地	200.36	125.62	62.70	62.92	71.36	0.00	71.36	3.38	1.24	0.12	1.12	0.89
	灌木林地	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02	0.19	0.00	0.83	0.00
	合计	201.38	125.62	62.70	62.92	71.36	0.00	71.36	4.40	1.43	0.12	1.95	0.89
临时占地	乔木林地	75.22	0.00	0.00	0.00	41.54	5.12	36.42	33.67	9.63	3.41	15.08	5.56
	灌木林地	7.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.18	2.89	0.00	3.88	0.42
	合计	82.40	0.00	0.00	0.00	41.54	5.12	36.42	40.85	12.52	3.41	18.95	5.98
合计		283.78	125.62	62.70	62.92	112.91	5.12	107.78	45.25	13.94	3.53	20.91	6.87

4.2.11 水土流失

4.2.11.1 水土流失现状

a) 区域水土流失现状

根据《云南省水土流失调查成果公告》(2015 年)资料,项目区所在的景谷县、宁洱县及思茅区水土流失面积共计 2294.91km^2 , 详见表 4.2.11-1。

表 4.2.11-1 景谷县、宁洱县及思茅区水土流失现状表

 单位: km^2

项目	行政区面积	水土流失面积					
		合计	轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈
景谷县	7520.38	1017.53	546.74	141.00	155.23	117.31	57.25
宁洱县	3669.06	702.32	455.08	72.75	79.46	42.45	52.58
思茅区	3908.21	575.06	370.99	105.14	45.45	26.76	26.72
合计	15097.65	2294.91	1372.81	318.89	280.14	186.52	136.55
占总面积 %	15.20%	100%	59.82%	13.89%	12.21%	8.13%	5.95%

b) 工程区水土流失现状

根据现场调查,工程区为中低山峡谷地貌,植被覆盖率较高,水土流失属轻度侵蚀,原地貌土壤侵蚀模数约为 $1200\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})\sim 1500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。根据全国土壤侵蚀类型区划,工程区以水力侵蚀为主,土壤侵蚀形态以面蚀为主,根据《全国水土保持区划(试行)》,工程区属于西南岩溶区,其土壤容许流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

工程区涉及云南省景谷县、宁洱县和思茅区，根据《国务院关于全国水土保持规划(2015-2030 年)的批复》(国函〔2015〕160 号)，工程区不属于国家级水土流失重点预防区和重点治理区；根据《云南省水土保持规划》(2016-2030)，工程区不属于云南省水土流失重点预防区和重点治理区。

4.2.11.2 水土保持现状

近年来，项目区加大对基本农田、水土保持林、经果林、小型水利工程等关系水土保持的山、水、林、田、路的建设力度，保护水土资源，并建立起生态补偿机制。经过实践，水土保持工作针对水土流失的不同特点，探索和总结出了一些水土流失的治理模式，取得了许多水土流失治理的经验。

4.3 社会环境

4.3.1 人口与社会经济

2022 年，普洱市全年实现地区生产总值 1072.97 亿元，按可比价格计算，比上年增长 3.1%。其中，第一产业增加值 262.88 亿元，比上年增长 5.4%；第二产业增加值 268.32 亿元，增长 2.3%；第三产业增加值 541.77 亿元，增长 2.2%。三次产业结构为 24.5：25.0：50.5。全市人均地区生产总值 45168 元，比上年增长 3.9%。非公经济增加值 505.18 亿元，比上年增长 3.2%，占全市地区生产总值的比重达 47.1%，比上年提高 0.2 个百分点。

全年粮食播种面积 344193 公顷，比上年增长 0.4%；粮食产量达 123.08 万吨，比上年增长 2.2%。全年茶叶产量 14.76 万吨，增长 7.9%；烤烟产量 5.19 万吨，增长 1.9%；水果产量 58.03 万吨，增长 22.8 %；咖啡产量 7.57 万吨，增长 6.2%。

全年猪牛羊禽肉总产量 24.94 万吨，比上年增长 7.5%；其中，猪肉产量 20.13 万吨，增长 8.3%；牛肉产量 1.58 万吨，增长 4.5%。全年生猪出栏 248.04 万头，增长 6.5%；牛出栏 15.12 万头，增长 5.5%。2022 年末，生猪存栏 203.08 万头，增长 1.0%；牛存栏 56.11 万头，增长 1.8%。

年末全市常住人口 237.0 万人。出生率为 7.16 ‰，死亡率为 7.20‰；自然增长率为-0.04‰。年末全市城镇人口 99.52 万人，乡村人口 137.48 万人，全市城镇化率 41.99%。

4.3.2 水资源开发利用

4.3.2.1 供水工程

a) 思茅区

1) 水库工程

思茅区建成蓄水工程 115 座，蓄水总库容 13725 万 m³，其中水库 69 座、总库容 13604 万 m³，包括中型水库 3 座(分别为箐门口水库、信房水库和大中河水库)、小(一)型水库 11 座、小(二)型水库 56 座。坝塘 46 座，总库容 121 万 m³。在建中型水库一座(五里河水库 1144 万 m³，任务为灌溉和农村人饮)。普洱城区现有供水水源主要有那贺水库、信房水库、箐门口水库、洗马河水库、梅子湖水库、木乃河水库、大箐河水库、大寨水库，其中梅子湖和洗马河水库为备用水源；那贺水库 2017 年底调整为景观用水；信房水库、箐门口水库为常规水源，主要为城镇生活供水；木乃河水库、大箐河水库、大寨水库主要为产业园区供水水源。

表 4.3.2-1 思茅区已建和在建水库工程(项目区)

序号	乡(镇)	水库名称	所在河流(湖泊)名称	坝址控制流域面积 km ²	坝址多年平均径流量万 m ³	建成时间年	水库调节性能	正常蓄水位 m	死水位 m	总库容万 m ³	兴利库容万 m ³
1	思茅街道	滑石板水库	思茅河	1.1	57.2	1991	年调节	1338.5	1321	33	28
2		老普箐水库	思茅河	0.8	50.4	1989	年调节	1408.5	1401.8	15	9.89
3		曼窝水库	思茅河	0.8	42.4	1958	年调节	1359.8	1355	33	24.25
4		那贺水库	思茅河	11.4	969	1997	年调节	1347.7	1327.4	458.2	330.7
5		石龙河水库	思茅河	3	147	2007	年调节	1384.5	1380	15	7.91
6		白庙龙潭箐水库	思茅河	0.4	34	1958	年调节	1377.7	1374	25	20.5
7		箐门口水库	永庆河	18.5	1550	2011	年调节	1558.06	1546.2	1169.3	712.9
8		团山水库		6.02	403.7		年调节	1407.83	1384	248.58	172
9	南屏镇	柏枝寺水库	思茅河	1.5	77.25	1966	年调节	1319.5	1317.5	20	9.07
10		茶树林水库	普文河	2.1	102.9	1996	年调节	1039.2	1027.5	14	11.71
11		大汉塘水库	思茅河	1	64.68	1953	年调节	1310.5	1305	60	39.85
12		大箐河水库	南班河	6.02	345.6	2007	年调节	1411.3	1394.2	145	95
13		红豆箐水库	普文河	1.5	91.5	1996	年调节	1332.11	1320.11	50.4	42.53
14		后海子水库	思茅河	0.7	45.3	1964	年调节	1388.1	1385	12	7.59
15		花箐水库	思茅河	0.63	40.95	1992	年调节	1369.7	1362.5	12	9

表 4.3.2-1(续)

序号	乡(镇)	水库名称	所在河流(湖泊)名称	坝址控制流域面积 km ²	坝址多年平均径流量万 m ³	建成时间年	水库调节性能	正常蓄水位 m	死水位 m	总库容万 m ³	兴利库容万 m ³
16		黄连箐水库	南班河	2.2	92.4	1961	年调节	1209	1206.6	20	10
17		金竹林水库	普文河	3.48	170.3		年调节			71.55	
18		苦聪田水库	普文河	0.87	43.6	1978	年调节	1247.5	1238.5	31.6	21.3
19		龙洞箐水库	思茅河	1	50	1953	年调节	1315.5	1309.5	50	33.88
20		马兰箐水库	思茅河	1.01	67.67	1958	年调节	1318	1312.1	56.27	40.26
21		曼昔水库	普文河	2.41	166.3	1960	年调节	1357.5	1347.76	149.58	86.59
22		梅子湖水库	思茅河	11.8	826	1980	年调节	1337.7	1321	819	626
23		木乃河水库	普文河	5.85	378.4	2007	年调节	1248.22	1239	201.18	100
24		酒房箐水库	普文河	1	56.6	1998	年调节	1218.2	1207	12	10
25		大海子水库	思茅河	1.2	63.6	1952	年调节	1301	1299	22	11.52
26		斋公箐水库	思茅河	1.5	79.5	1997	年调节	1406.5	1395.5	20	15.28
27		塌土坎水库	思茅河	2.1	124.6	1959	年调节	1328	1321	34.8	15.9
28		洗马河水库	思茅河	9.45	567	1957	年调节	1317.9	1313.5	481.2	314.4
29		小箐田水库	普文河	1.32	79.2	1992	年调节	1248.2	1240	15	10.77
30		信房水库	思茅河	21.9	1314	1961	年调节	1340.31	1323.8	1032.1	863.6
31		秧田箐水库	南班河	0.86	43.6	1989	年调节	1332.8	1325.68	12	8.8
32	倚象镇	大寨水库	五里河	3.13	328.65	1970	年调节	1510.7	1500.5	349.3	251.5
33		老石寨水电站-水库工程	补远江	830	49800	2010	日调节	1026.14	1018	983	297
34		麻栗树水库	五里河	1.3	84.5	1995	年调节	1496	1482	40	32.58
35		芹菜塘水库	补远江	0.82	53.3	1992	年调节	971	958.7	37	27.51
36		挑断山水库	踏清河	1.82	93.7	1990	年调节	1325.5	1314	40.1	21.4
37		小坝子水库	勐旺河	1.7	130.85	1992	年调节	1141.1	1131.1	35.45	24.51
38		黄草坝水库	五里河	1.4	71.4	1968	年调节	1500.1	1495.2	14.2	7.9
39		渣凹水库	普文河	1.57	78.5	1974	年调节	1179.5	1175	12	6.33
40		自家坝水库	普文河	0.53	36.8	1992	年调节	1508	1500.5	34.7	22

2) 引、取水工程

思茅区已建引水工程 730 项，总供水量为 2642 万 m³。

表 4.3.2-2 思茅区引水工程供水量统计表(项目区) 单位: 万 m³

乡镇	南屏镇	思茅街道	倚象镇
引水工程(730 项)	570	182	810

b) 宁洱县

1) 水库工程

宁洱县建成水库工程水库 18 座、总库容 2336 万 m³、兴利库容 1644 万 m³, 根据对现状水库进行长系列径流调节计算, 现状水库多年平均可供水量 1997 万 m³。宁洱县中心城区目前的供水水源包括松山水库和泡木果箐水库, 两座水库多年平均可供水量为 150 万 m³。

表 4.3.2-3 宁洱县已建水库工程(项目区)

序号	乡(镇)	水库名称	所在河流(湖泊)名称	坝址控制流域面积 km ²	坝址多年平均径流量万 m ³	建成时间年	水库调节性能	正常蓄水位 m	死水位 m	总库容万 m ³	兴利库容万 m ³
1	宁洱镇	板脚坟山水库	普洱河	0.24	16.8	1979	年调节	1446.8	1441	12	10.5
2		大河边水库	那栗河	9.7	555.03	1997	年调节	1496.05	1479.33	394.2	321.3
3		大鱼塘水库	普洱河	0.3	24.5	1959	年调节	1407	1401	25	21
4		东洱河水库	普洱河	49.6	2712.1	1959	年调节	1342.01	1330.15	1139.7	698.5
5		公母龙潭水库	普洱河	4	280	1964	年调节	1417.5	1414	60	55
6		泡木果箐水库	普洱河	2.28	159.6	1996	年调节	1508.5	1491	65.6	55.8
7		松山水库	普洱河	8.25	401.3	1994	年调节	1457.9	1442	57	41
8		西洱河水库	普洱河	12.87	704	1958	年调节	1371.9	1361.3	228	183.6
9		硝水水库	普洱河	1.04	59.5	1983	年调节	1506	1499	11.7	7.65
10		小河箐水库	普洱河	3.4	238	1969	年调节	1502.21	1483.82	78	62.8

2) 引、取水工程

宁洱县已建引水工程 425 项, (不含水库水源), 年引水量为 5214 万 m³; 取水工程 16 项(不含水库水源), 年引水量为 759 万 m³。

 表 4.3.2-4 宁洱县引、取水工程供水量统计表(项目区) 单位: 万 m³

乡镇	引水工程	取水工程
宁洱镇	948	393

c) 景谷县

1) 水库工程

景谷县共建成水库工程 72 处，总库容 15776 万 m³，兴利库容 12993 万 m³。其中：中型水库 4 座，分别为威远镇曼转河水库、景谷乡景谷河水库、勐班乡太平河水库、永平镇昔木河水库，总库容 11178 万 m³，兴利库容 9462 万 m³；小(1)型水库 13 座，总库容 3161 万 m³，兴利库容 2410 万 m³；小(2)型水库 55 座，总库容 1437 万 m³，兴利库容 1121 万 m³；山塘 65 处，总库容 241 万 m³，兴利库容为 194 m³。景谷县城区目前的供水水源包括：曼转河水库(兴利库容 1390.9 万 m³)、龙洞水(泉水涌水量 25.55 万 m³/a)，现状水库多年平均可供水量 15838 万 m³。

表 4.3.2-5 景谷县已建水库工程(项目区)

序号	乡(镇)	水库名称	所在河流(湖泊)名称	坝址控制流域面积 km ²	坝址多年平均径流量万 m ³	建成时间年	水库调节性能	正常蓄水位 m	死水位 m	总库容万 m ³	兴利库容万 m ³
1	正兴镇	勐烈水库	勐烈河	3.2	213	1992	年调节	1030.9	1020	40.34	31.83

2) 引、取水工程

景谷县已建引水工程 217 项(不含水库水源)，年引水量为 3217 万 m³；取水工程 6 项(不含水库水源)，年引水量为 935 万 m³。

表 4.3.2-6 景谷县引、取水工程供水量统计表(项目区) 单位：万 m³

乡镇	引水工程	取水工程
正兴镇	183	-

4.3.2.2 用水量

根据普洱市水资源公报数据，2018年，普洱市两县一区河道外用水量与供水量持平，为4.06亿m³。其中，农业用水量合计2.76亿m³，占总用水量的68.1%；工业用水量合计0.62亿m³，占总用水量的15.3%；城镇生活用水量合计0.62亿m³，占总用水量的15.3%；生态环境用水量合计0.05亿m³，占总用水量的1.3%。

全市2018年河道外用水量11.69亿m³，与2030年用水总量指标15.14亿m³相比，用水总量指标富余3.45亿m³。其中，两县一区2018年河道外用水量为4.06亿m³，未超2030年用水总量指标5.04亿m³，用水总量指标富余0.98亿m³。

表 4.3.2-7 普洱市各区县 2018 年用水量表

单位: 万 m³

行政区	农业灌溉	工业生产	城镇生活	生态	2018 年用水量	2030 年用水总量指标	富余总量指标
思茅区	4296	2058	3291	308	9953	11398	2121
宁洱县	6890	1086	1754	186	9916	13590	3798
景谷县	16440	3060	1163	37	20700	25384	3594
受水区	普洱城区	-	1866	2399	218	4483	-
	宁洱县城	-	814	542	135	1491	-

4.3.2.3 用水水平

2018年云南省城镇人均居民生活用水量为125L/人·d, 农村人均居民生活用水量为87L/人·d, 万元工业增加值用水量为47m³/万元, 农田亩均灌溉用水量为376m³/亩。

根据《2018年普洱市水资源公报》, 2018年普洱市人均综合用水量443m³, 万元国内生产总值(当年价)用水量187m³, 万元工业增加值用水量50.1m³, 农田亩均灌溉用水量548m³, 城镇人均生活用水量126L/d, 农村人均生活用水量108L/d。

表 4.3.2-8 2018 年各行业用水量指标

行政区	综合生活用水量	城镇居民	工业	三产
	L/(人·d)		m ³ /万元	
普洱城区	256	134	45	9.1
宁洱县城	229	128	49	9.1
普洱市		126	50.1	
云南省		125	47	

对比分析现状2018年普洱城区、宁洱县城、普洱市和云南省城镇居民生活和万元工业增加值用水量指标, 普洱城区和宁洱县城工业用水量指标与普洱市及云南省用水水平相当, 但城镇居民用水水平相对较高, 主要由于普洱城区和宁洱属于热带地区, 当地居民生活水平也较高, 因此城镇居民用水水平相对较高。

4.3.2.4 开发利用程度

2018年全市自产水资源量303.5亿m³, 多年平均水资源量是311.1亿m³, 河道外用水量是11.70亿m³, 全市水资源利用率3.8%。其中思茅区和宁洱县的开发利用率分别

为4.0%和4.4%，而黄草坝水库工程受水区普洱城区和宁洱县城由于用水量较大，开发利用率较高，分别为5.9%和12.1%。

表 4.3.2-9 2018 年普洱市各行政分区水资源利用率 单位：%

行政区		开发利用率
普洱市	思茅	4.0
	宁洱	4.4
	景谷	5.7
	普洱市	3.8
受水区	普洱城区	5.9
	宁洱县城	12.1

4.3.2.5 水资源利用现状存在的主要问题

a) 水资源调控能力低，城乡供水安全保障能力不足

普洱市无大型蓄水工程，以小型工程为主，且缺乏统一调度、调蓄能力不大、灌溉保证率不高。普洱市蓄水工程约占总供水能力的 27.1%，引水工程占总供水量的 72.9%，蓄引水比为 1:2.69，以引天然径流为主，供水受径流丰枯变化影响较大。2009 年秋冬～2010 年春夏发生百年一遇特大干旱，普洱市多地供水不足通过一段时间的限时供水解决人们生活用水问题，水资源调控能力明显不足。

截止到 2018 年，普洱市仍存在农村饮水不安全人口，造成农村饮水困难的主要原因为：一是近年来普洱市连续干旱，原有农村人畜饮水工程水源枯竭，导致饮水水量、水源保证率达不到饮水安全标准，导致群众饮水困难；二是少数农村人畜饮水工程建设标准低、管理不到位，部分农村饮水工程已接近建设使用年限，工程老化严重，供水量减少，导致群众饮水困难。

b) 季节性洪旱灾害频发，局部地区工程性缺水突出

普洱市多年平均降雨量 1570mm，其中思茅区多年平均降雨量 1510mm、宁洱县平均降水量 1465mm、景谷县多年平均年降水量 1426mm。但季节性变化明显，每年的 11 月至次年 4 月，降水稀少，降雨量仅占全年降雨量的 15%；5 月～10 月高温多雨，降水量大且集中，降雨量占全年降水量的 85%。由于降水在年内分配的不均匀，常常形成季节性干旱，对农业生产危害最大。据 1950 年～2010 年统计资料显示，普

普洱市旱灾发生频次、受旱面积、旱灾损失等均呈上升趋势。

c) 农田水利基础设施薄弱，农业生产受干旱威胁严重

普洱市农田水利基础设施大多数修建于 50 至 70 年代，运行时间长，建设标准低，不少灌区骨干建筑物老化失修，基本处于带病运行状态；小型农田水利建设资金不配套，小型农田水利设施破损严重且配套不足。据统计，普洱市每年因水源不足、老化失修等原因减少的灌溉面积在 0.5 万亩~1.0 万亩。

4.3.3 小水电开发和清理整改

普洱市小水电清理整改范围涉及澜沧江、怒江、红河 3 大水系，根据《普洱市小水电清理整改“一站一策”实施方案》，共涉及 129 座小水电站，总装机容量 419500kw，其中澜沧江流域 69 座，装机容量 252345kw，怒江流域 11 座，装机容量 79800kw，红河流域 49 座，装机容量 87355kw。其中，退出 6 座，保留 1 座，整改 122 座。目前，普洱市小水电清理整改工作已全部完成，并通过了验收。

黄草坝水库项目区所在景谷县、宁洱县、思茅区共涉及 37 座小水电，其中景谷县 9 座、宁洱县 20 座、思茅区 8 座。景谷县小水电全部为整改类，涉及生态流量泄放和监测设施补建；宁洱县退出 2 座，整改 18 座，均为生态流量泄放和监测设施补建；思茅区保留 1 座，整改 7 座，也均为生态流量泄放和监测设施补建。

景谷县 9 座小水电中，有 6 座位于景谷县威远镇，2 座位于景谷县景谷镇，1 座位于凤山镇。威远镇和景谷镇的 8 座小水电所在地表水系为威远江一级支流景谷河，凤山镇的小水电位于威远江干流。黄草坝水库所在小黑江干支流，以及小黑江汇入威远江河口至威远江汇入澜沧江河口之间的威远江干流河段，均不涉及小水电开发。

宁洱县 18 座整改类小水电分布于普洱大河干流、勐先河干流及支流铁厂河、曼达河、清水河、蛮别河、普治河、七里河、漫蚌田河上，位于威远江流域的 4 座，其余均位于李仙江流域。思茅区 7 座整改类小水电中，有 3 座位于大中河，4 座位于五里河。以上小水电均不涉及小黑江干流，不涉及小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区范围，也不涉及澜沧江流域综合规划环评及威远江流域综合规划环评提出的鱼类栖息地保护范围。

4.3.4 水污染防治

a) 云南思茅产业园

云南思茅产业园是云南省重点工业园区之一，园区现由 4 个片区组成，其中木乃

河片区、莲花片区和南邦河片区位于普洱城区周边 20km 范围内，宁洱片区分布在距离思茅区 45km 的宁洱县城外围。

2006 年，普洱市人民政府组织编制了《普洱工业园区总体规划(2006-2020)》；2009 年，宁洱县政府组织编制了《宁洱工业园区总体规划(2008-2025)》；2011 年，根据《普洱市域城镇体系规划》，“思宁一体”发展的城市发展战略，普洱市人民政府批复了《普洱市工业园区总体规划(调整)》，并在云南省经贸备案。此次调整将宁洱工业园区纳入普洱工业园区进行统筹规划管理，成为普洱工业园区中的一个片区，增加整个园区的规划控制范围，各片区功能进行相应调整。调整后的工业园区共分为木乃河片区、整碗片区、曼歇坝(南岛河)片区、莲花片区、倚象片区、宁洱片区等 6 个片区，总体规划面积为 55.91km²。

2018 年以来，云南省将着力点放在工业园区“瘦身强体”上，做强核心区，打造培育园区产业集群，全面提升发展质量和水平。对普洱市工业园现有 6 个片区进行删减、整合调整，此次“瘦身强体”调整后的总体规划面积为 47.71km²。

2020 年，普洱市工业园被认定为省级绿色工业园区和省级知识产权示范园区，并更名为云南思茅产业园。2021 年，园区管委会启动《云南思茅产业园区总体规划(修编)(2021-2035 年)》编制工作，根据修编的产业园区总体规划，云南思茅产业园区总体规划面积为 29.26km²，构建“一园四片”的总体布局，“四片区”分别是木乃河片区、宁洱片区、莲花片区、南邦河片区。其中：木乃河片区规划总面积 15.58km²，位于普洱市中心城区西侧；宁洱片区规划面积 10.99km²，位于宁洱县城西北侧；莲花片区规划面积 1.21km²，位于普洱市区西北侧；南邦河片区规划面积 1.48km²，位于思澜高速南邦河下口北侧。

思茅产业园规划总体定位为：绿色园区·创享源地；澜湄开发开放合作新枢纽；中国绿色低碳经济示范区；云南优势资源转化新基地。主要的产业发展方向为：绿色食品加工制造和林板家居，辅助产业为新材料、生物医药、现代商贸物流等。

云南思茅产业园区依托普洱资源优势发展产业，初步形成了以普洱茶、咖啡、绿色食品和生物制药为主的绿色产业集群。园区建设以来，培育了龙生茶业、澜沧古茶两户国家级重点龙头企业，祖祥高山茶园、金树咖啡、爱伾庄园咖啡、森盛林化等一批省级重点龙头企业。现有高新技术企业 18 户，科技型中小企业 56 户，科技特派员 2 名，知识产权优势企业 6 家，知识产权贯标企业 1 家，国家级绿色工厂 2 个，省级绿色工厂 1 个。“祖祥”、“澜沧古茶”、“帝泊洱”等多个茶企业自主品牌已成功获国家

地理标志认证登记,天士力集团和澜沧古茶被评为普洱市茶产业十大品牌。爱伾庄园、北归咖啡生豆和焙炒咖啡被评为“云南名牌农产品”。

云南思茅产业园区已有203家企业入驻,企业集中度较强,主要以木乃河片区为龙头,初步形成了以普洱茶加工、咖啡加工、绿色食品生产和生物制药为主的绿色产业集群。园区位交通便利、资源丰富、产业基础良好、园区布局合理,具备高速发展的基础条件。根据思茅产业园区管理委员会提供的最新数据,2021年,园区一季度总用水量195.15万 m^3 ,总废水产生量131.0万 m^3 ,涉水企业共有35家,其中20家企业产生的生产废水经处理后不外排,10家企业产生的生产废水经预处理后排入污水市政管网,另外5家企业产生的生产废水经处理达标后外排。

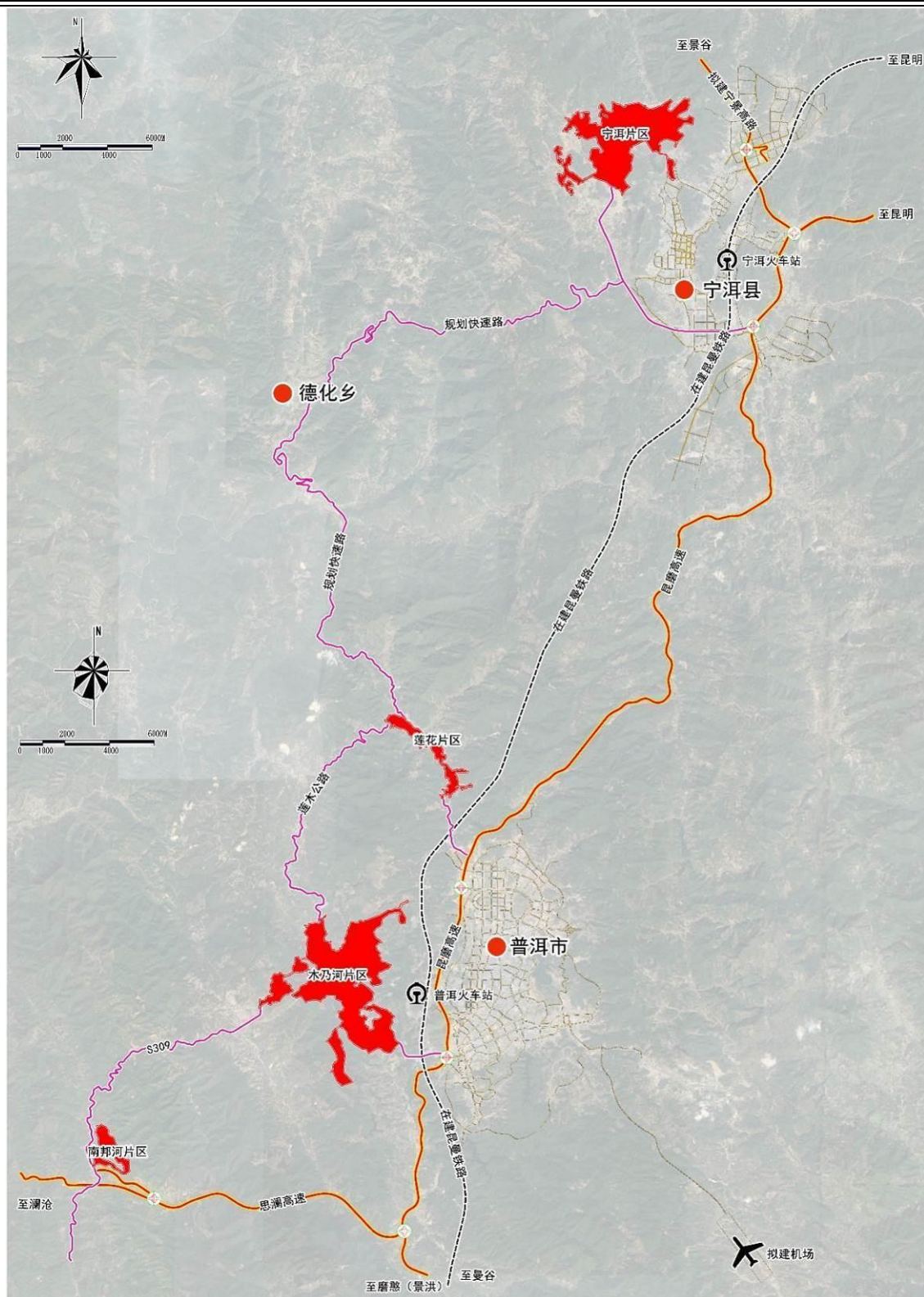


图 4.3.4-1 思茅产业园空间规划图

b) 污水处理设施

1) 思茅区城市污水处理厂

思茅区已建成运行的城市污水处理厂 3 座，拟建和在建城市污水处理厂 2 座，具体情况如下：

第一污水处理厂：位于普洱市思茅区莲花路路口，采用 ICEAS 工艺，设计规模 2 万 t/d，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 B 标准后排入思茅河。为了进一步削减思茅河污染负荷，2018 年至 2020 年期间，污水厂共进行了两次提标改造工程，第一次提标改造工程于 2018 年 8 月开始，2019 年 12 月完成，改造后将污水厂出水水质提升至《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准。第二次提标改造工程于 2020 年 11 月开始，12 月完成，主要进行了水质水量双提升改造，将污水厂处理规模提升至 2.4 万 t/d，出水水质提升至《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)地表水准IV类水标准。目前，污水厂满负荷运行，出水水质稳定达到准IV类水质标准。



表 4.3.4-1 普洱市第一污水厂近三年运行情况

年份	处理水量 (万 t)	进水浓度 (mg/L)		出水浓度 (mg/L)				出水标准 (mg/L)			
		COD	NH ₃ -N	COD	NH ₃ -N	TP	TN	COD	NH ₃ -N	TP	TN
2019	719.40	248.22	22.28	19.63	1.64	-	-	≤50	≤5	≤0.5	≤15
2020	674.07	293.08	25.64	12.12	0.69	0.33	17.81	≤30	≤1.5	≤0.3	≤15
2021	991.52	274.52	33.87	15.34	2.20	0.23	14.18	≤30	≤1.5	≤0.3	≤15

第二污水处理厂：位于普洱市思茅区莲花路 4.5km，采用 ICEAS 工艺，设计规模 3 万 t/d，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 B 标准后排入思茅河。为了进一步削减思茅河污染负荷，2018 年至 2020 年期间，污水厂共进行了两次提标改造工程，第一次提标改造工程于 2018 年 8 月开始，2019 年 12

月完成，改造后将污水厂出水水质提升至《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准。第二次提标改造工程于 2020 年 11 月开始，12 月完成，主要进行了水质水量双提升改造，将污水厂处理规模提升至 3.6 万 t/d，出水水质提升至《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)地表水准IV类水标准。目前，污水厂满负荷运行，出水水质稳定达到准IV类水质标准。



表 4.3.4-2 普洱市第二污水厂近三年运行情况

年份	处理水量 (万 t)	进水浓度 (mg/L)		出水浓度 (mg/L)				出水标准 (mg/L)			
		COD	NH ₃ -N	COD	NH ₃ -N	TP	TN	COD	NH ₃ -N	TP	TN
2019	1005.6	264.33	29.54	15.53	1.14	-	-	≤50	≤5	≤0.5	≤15
2020	929.90	292.39	30.45	16.07	0.94	0.34	13.48	≤30	≤1.5	≤0.3	≤15
2021	1375.34	197.56	31.19	15.13	0.56	0.19	12.36	≤30	≤1.5	≤0.3	≤15

第三污水处理厂：为地下式污水厂，总规模 6.0 万 m³/d，一期工程 3.0 万 m³/d，再生水回用规模近期 1.5 万 m³/d，远期 3.0 万 m³/d，处理工艺为“预处理+MSBR+深度处理”，目前项目正在建设。建成后处理生活污水出水达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)地表水准IV类水标准后排入思茅河。



第四污水处理厂：即倚象镇污水处理厂，与普洱市再生水厂合建，设计处理规模 2.0 万 m³/d，再生水回用安装处理规模近期 0.5 万 m³/d，远期 1.0 万 m³/d，服务范围为主城区及倚象片区生活污水，处理工艺采用“多模式 A²/O 生物池+沉淀池+深床砂滤池”，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准后排入五里河。目前项目还未开工建设。

思茅西城区污水处理厂：即木乃河片区污水集中处理厂，近期设计规模 0.1 万 m³/d，远期 0.2 万 m³/d，服务范围为思茅产业园区木乃河片区，处理工艺采用 A/O 生物接触氧化法，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准后排入木乃河。西城区污水厂目前建成规模 0.1 万 m³/d，现状污水厂满负荷运行，出水水质稳定达到一级 A 水质标准。



表 4.3.4-3 普洱市西城区污水厂近三年运行情况

年份	处理水量 (万 t)	进水浓度 (mg/L)		出水浓度 (mg/L)				出水标准 (mg/L)			
		COD	NH ₃ -N	COD	NH ₃ -N	TP	TN	COD	NH ₃ -N	TP	TN
2019	22.41	107.69	13.56	17.89	1.71	0.28	9.10	≤50	≤5	≤0.5	≤15
2020	26.86	88.39	17.96	16.92	1.03	0.27	9.92	≤50	≤5	≤0.5	≤15
2021	29.48	91.79	17.49	17.77	0.66	0.28	9.36	≤50	≤5	≤0.5	≤15

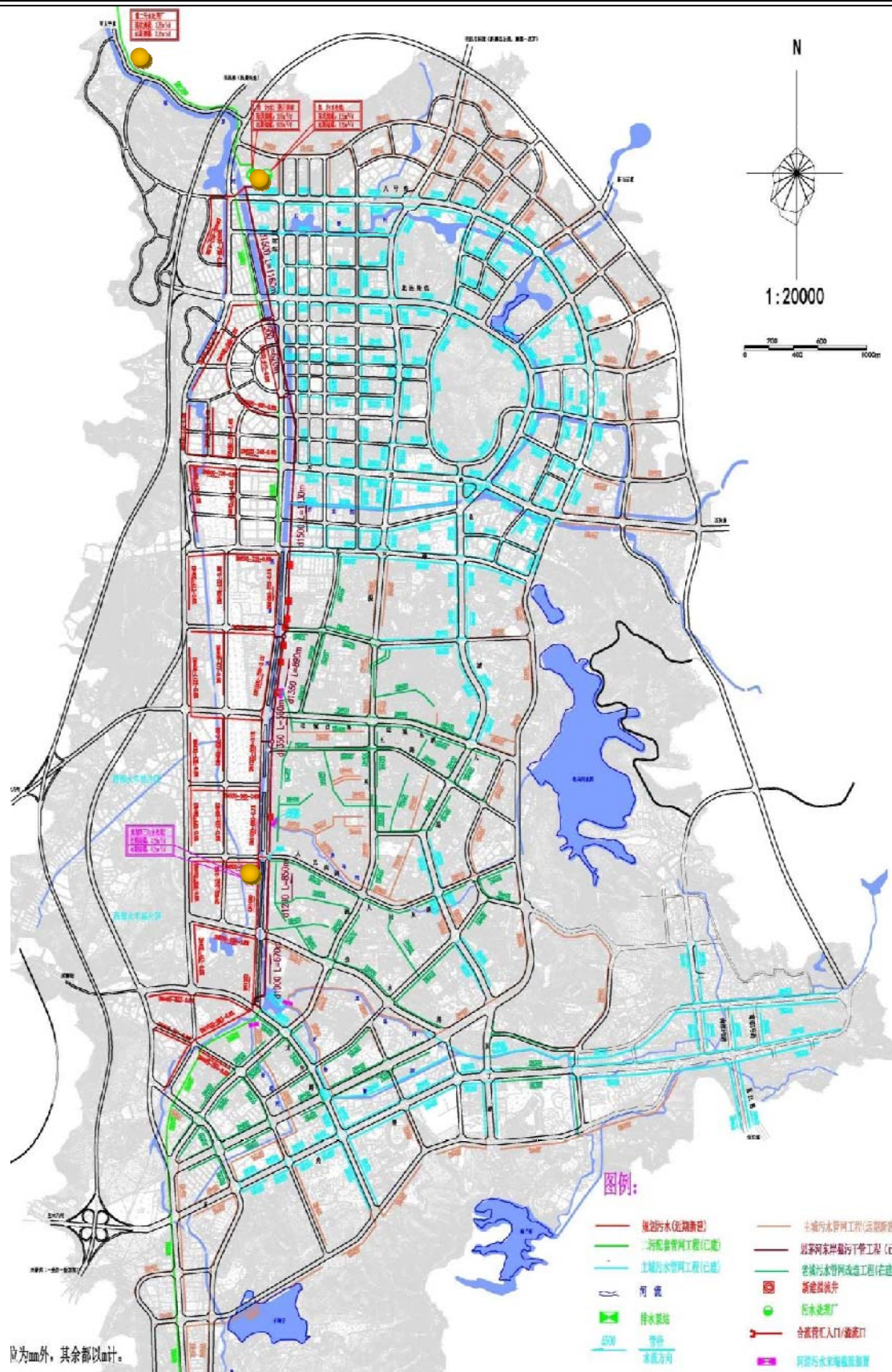


图 4.3.4-2 普洱市思茅区污水管网及城市污水处理厂分布图

2) 宁洱县城市污水处理厂

宁洱县城目前运行城市污水处理厂 1 座,拟建城市污水处理厂 1 座,具体情况如下:

宁洱县城市污水处理厂: 位于宁洱镇太达村, 采用 CASS 工艺, 设计规模 1.0 万 m^3/d , 出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 B 标准后排入普洱大河。2019 年, 宁洱县城市污水处理厂实施了提标改造工程, 在原有 CASS 处理工艺的基础上新增“高效沉淀池+反硝化深床滤池”工艺作为污水深度处理的主体工艺。2021 年, 提标改造工程完工, 污水厂处理标准提升至《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准。目前, 污水厂满负荷运行, 出水水质稳定达到一级 A 标准。规划思茅产业园宁洱片区新建污水厂处理生活污水和工业废水, 不考虑接入县城污水厂。



表 4.3.4-4 宁洱县城污水厂近两年运行情况

年份	处理水量 (万 t)	进水浓度 (mg/L)		出水浓度 (mg/L)				出水标准 (mg/L)			
		COD	NH ₃ -N	COD	NH ₃ -N	TP	TN	COD	NH ₃ -N	TP	TN
2020	35.15	217.05	28.08	17.63	1.55	0.43	10.10	≤50	≤5	≤0.5	≤15
2021	35.85	153.40	21.98	15.35	1.13	0.48	11.29	≤50	≤5	≤0.5	≤15

宁洱县第二污水处理厂: 项目可行性研究报告于 2020 年 5 月取得宁洱县发展和改革局的批复(宁发改发〔2020〕121 号), 根据设计方案, 第二污水处理厂选址于宁洱镇民政村, 设计处理规模 2.0 万 m^3/d , 处理工艺拟采用 CASS 工艺, 处理水质标准达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准, 出水排放附近地表水体, 最终进入普洱大河。目前项目还未开工建设。

3) 景谷县正兴镇污水处理厂

根据《景谷县正兴镇镇区总体规划(2018-2035)》，在镇区北部、河流下游规划污水处理厂一座，对镇区生活污水进行处理。污水处理厂近期规模 550m³/d，远期规模 950m³/d，处理深度为二级生物处理，处理标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准，污水处理厂占地规模 1.5hm²，生活污水处理达标后排入景南河。目前项目还未开工建设。

受水区范围目前已建成的以及已规划建设的污水处理设施情况见表 4.3.4-5。

表4.3.4-5 受水区范围已建及拟建污水处理设施一览表

行政区	污水处理设施名称	服务范围	建成时间(或规划建成时间)	设计规模 t/d
思茅区	思茅区第一污水处理厂	普洱城区	2020 年	20000
	思茅区第二污水处理厂	普洱城区	2020 年	30000
	思茅区第三污水处理厂	普洱城区	2024 年	60000(一期 30000)
	思茅区第四污水处理厂	倚象镇、普洱城区	2024 年	20000
	思茅西城区污水处理厂	木乃河片区	2020 年	2000
宁洱县	宁洱县城市污水处理厂	宁洱镇集镇	2021 年	10000
	宁洱县第二污水处理厂	宁洱县城	2025 年	20000
景谷县 正兴镇	正兴镇污水处理厂	正兴镇集镇	2023 年	950

除上述集中式城镇污水处理设施外，受水区还将实施或规划实施多个工业废水深度处理和中水回用项目以及规模化畜禽养殖场及养殖小区污染治理工程，处理措施均执行国家相关标准。

c) 普洱市水环境类整治工程项目

1) 普洱市中心城区河道环境综合整治工程

2007 年，普洱市委、市政府按照“生态立市、绿色发展”战略，提出了“加快对思茅河治理的要求”。2009 年，普洱市中心城区河道环境综合整治工程前期工作全面启动，为筹措项目资金，向国家申请了德国促进贷款。2013 年，普洱市水务局、普洱市发展和改革委员会以普水规计〔2013〕37 号批复了中心城区河道环境综合整治工程初步设计报告，项目建设内容包括河道防洪工程、沿河截污工程、植被恢复工程、

河边道路工程、桥梁改造、水情预报监测工程，重点整治思茅河城区段、信房水库至马湾塘段，工程概算总投资 13.91 亿元。截止 2022 年 2 月，本工程累积完成投资约 17.58 亿元，整治河道 35.053km，完成截污干管 55.32km，建成湿地 816.83 亩。项目实施取得了一定的成效。

2) 普洱市中心城区污水处理提质增效工程

2019 年 12 月，为了加快补齐补建思茅城区管网短板、提升城市生活污水集中收集效能，普洱市实施了普洱市中心城区污水处理提质增效工程，工程建设内容包括：雨污分流改造(新建污水管网 22.604km，管径为 DN400 和 DN600，采用塑料 PE 管)、老旧城区、城中村和城乡结合部管网工程(新建污水管网 9.699km，管径为 DN400，管材采用塑料 PE 管)、劣质管网改造(改造污水管网 5.827km，管径为 DN400 和 DN600，采用塑料 PE 管)、混接错接点改造(350 处)、合流制溢流污染控制设施(新建洗马河、老杨箐、曼连河和南站等调蓄水池共 4 座，总有效容积 8000m³)。工程概算总投资 19155.35 万元。

工程实施目标包括：①全面消除石龙河部分河段、老杨箐河部分河段、曼连河河段等 3 处疑似黑臭水体，非黑臭水体水质进一步提升；②城市生活污水集中收集率显著提高，普洱市中心城区城市生活污水集中收集率三年增长不低于 10 个百分点；③城市建设区基本消除生活污水直排口，基本消除城中村、老旧城区和城乡结合部生活污水收集处理设施空白区，2021 年底完成 100%；④按照《普洱市污水处理厂“一厂一策”系统化整治方案》，2021 年底，普洱市第一和第二污水处理厂的进水 BOD₅ 浓度增幅不低于 20%。

2020 年 12 月，项目开工建设，截至目前，雨污混接点改造、新建污水管道安装等子项基本已完成，正在实施调蓄池建设和老旧劣质管网改造工程。项目实施可提升普洱市中心城区的污水收集率和处理率。

3) 普洱市中心城区污水处理综合治理工程

2020 年 6 月，普洱市实施普洱市中心城区污水处理综合治理工程，项目拟新建普洱市第三污水处理厂，处理规模 6 万 m³/d，近期建设规模 3 万 m³/d；对中心城区已运行的污水处理厂进行改造，新建调蓄池、提升改造泵设备，更新鼓风系统和脱泥设备等；配套建设污水管网 80km，老旧管网改造 46km。工程概算总投资 87801.92 万元。目前，

项目正在加快实施,其中第一、第二污水处理厂提标改造项目于2020年12月全部完成,关键子项普洱市第三污水处理厂也于2021年12月正式开工。项目建成后,将提升整个普洱城区的污水处理能力。

4.3.5 文物古迹及矿产压覆

经景谷县文物广播电视管理局对黄草坝水库工程建设区域内进行了考古调查和勘探工作,确认工程建设征地范围内不涉及需处理的文物古迹。

经调查,黄草坝水库工程建设征地范围内没有压覆重要矿产资源。

4.3.6 人群健康

2019年末,普洱市共有各类医疗卫生机构594个。其中:医院62个,乡镇卫生院111个,社区卫生服务中心(站)19个,诊所(卫生所、医务室)351个,疾病预防控制中心11个,卫生监督所11个。年末共有村卫生室992个,乡村医生2229人,卫生员107人。全年传染病发病人数7752例,报告传染病发病率293.97/十万。

4.4 环境质量现状分析与评价

4.4.1 地表水质量现状评价

4.4.1.1 污染源调查

a) 思茅产业园区工业污染源

根据思茅产业园区管理委员会提供的统计数据,并采用普洱市生态环境局提供的二污普调查数据进行复核,思茅产业园区涉水企业共有46家,其中27家企业产生的生产废水经处理后不外排,10家企业产生的生产废水经预处理后排入污水市政管网,另外9家企业产生的生产废水经处理达标后外排。园区涉水企业名单见表4.4.1-1。

表 4.4.1-1 思茅产业园区涉水企业名单

排放方式	序号	企业名称	主要特征污染物	耗水量(m ³ /d)	排水量(m ³ /d)	生产废水种类	排放方式	所属片区
经处理后不外排	1	普洱市兴安食品有限公司	COD、悬浮物	4	0	原料清洗废水	经沉淀处理后回用于清洗或者绿化用水	木乃河
	2	普洱天意植物开发有限公司	COD、悬浮物	2.2	1.75	药材原料清洗废水	经沉淀池处理后用于基地灌溉施肥	木乃河
	3	普洱宏祥商品混凝土有限公司	悬浮物	153	0	车辆及设备冲洗水	经沉淀处理后回用	莲花

表 4.4.1-1(续)

排放方式	序号	企业名称	主要特征污染物	耗水量 (m³/d)	排水量 (m³/d)	生产废水种类	排放方式	所属片区
经处理后不外排	4	普洱瑞琦同建筑材料有限公司	悬浮物	190	0	车辆及设备冲洗水	经沉淀处理后回用	莲花
	5	普洱市华信水泥制品有限公司	悬浮物	390	0	车辆及设备冲洗水	经沉淀处理后回用	莲花
	6	云南普洱西南水泥有限公司	pH、COD、悬浮物、石油类	1834	0	冷却设备水、机修、汽车冲洗、过滤器反冲洗等废水	经隔油、沉淀、过滤后循环使用	木乃河
	7	普洱俊翔建材有限公司	悬浮物	390	0	车辆及设备冲洗水	经沉淀处理后回用于生产	思澜公路经济带
	8	普洱鹏达混凝土有限公司	悬浮物	160	0	车辆及设备冲洗水	经沉淀处理后回用于生产	木乃河
	9	普洱尖锋商砼有限公司	悬浮物	24	0	车辆及设备冲洗水	经沉淀处理后回用于生产	木乃河
	10	普洱市宇泓电杆制造厂	悬浮物	10	0	设备清洗废水	经沉淀后回用于生产	木乃河
	11	普洱活跃钢化玻璃有限公司	悬浮物	5	0	切割、喷洒降尘水	经沉淀处理后回用于生产	木乃河
	12	强力(普洱)管桩有限公司	悬浮物	84	67.2	车辆及设备冲洗水	经沉淀处理后回用于生产	木乃河
	13	普洱佳华建材有限公司	悬浮物	10	0	车辆及设备冲洗水	经沉淀处理后回用于生产	木乃河
	14	普洱兴盛隆包装有限公司	色度、SS、COD、BOD ₅	15	0	印刷机清洗废水	循环使用,不外排	木乃河
	15	普洱佳浩茧丝绸有限公司	COD、BOD ₅ 、SS、氨氮	1141.7	0	缫丝废水	经处理达标后回用于生产	木乃河
	16	普洱亿龙铸造有限公司	悬浮物、热量	4	0	冷却水	沉淀后循环使用	木乃河
	17	普洱恩瑞商品混凝土有限公司(金普一号搅拌站)	悬浮物	19	0	车辆及设备冲洗水	经沉淀处理后回用于生产	木乃河
	18	普洱沪海木业有限公司	悬浮物	380	0	间接冷却水、热磨废水	经沉淀处理后回用于生产	木乃河
	19	普洱市思茅区森盛林化有限责任公司	pH、COD、BOD ₅ 、SS、挥发性酚、石油类	150	0	澄清、油水分离等工段产生的废水	经污水处理设施处理后回用	木乃河
	20	思茅天都建材工业有限公司	悬浮物	40	0	设备清洁废水	经沉淀处理后回用于生产	莲花

表 4.4.1-1(续)

排放方式	序号	企业名称	主要特征污染物	耗水量 (m³/d)	排水量 (m³/d)	生产废水种类	排放方式	所属片区
经处理后不外排	21	普洱福通纤维板有限公司	COD、悬浮物	114.3	0	清洗废水	经沉淀处理后回用于生产	宁洱
	22	云南天龙林产化工有限公司	COD、悬浮物	10	0	清洗废水	经沉淀处理后回用于生产	宁洱
	23	普洱市卫国林业局	COD、悬浮物	190.9	0	设备清洗废水	经沉淀处理后回用于生产	宁洱
	24	普洱科茂林化有限公司	COD、悬浮物	34.3	0	原料清洗废水	经沉淀处理后回用于生产	宁洱
	25	普洱福林木业有限公司	COD、悬浮物	1.4	0	清洗废水	经沉淀处理后回用于生产	宁洱
	26	宁洱县发旺木业有限责任公司	COD、悬浮物	9.7	0	清洗废水	经沉淀处理后回用于生产	宁洱
	27	云南普洱天恒水泥有限责任公司	悬浮物	1299.1	0	冷却水	经沉淀处理后回用于生产	宁洱
处理达标后排入污水管网	28	普洱和聚诚生物科技有限公司	悬浮物	0.8	0.64	果蔬清洗废水	经沉淀处理后进入市政污水管网	木乃河
	29	云南思茅北归咖啡有限公司	COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷	16	13	浸泡废水、淘洗废水、锅底水、灌装车间废水	经一体化污水处理设施处理后，进入市政污水管网	木乃河
	30	普洱市思茅区南屏木乃河碧清食品有限公司	pH、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、悬浮物、动植物油	22	17.6	清洗用水、淘米水	淘米水清运做养殖用，清洗用水经沉淀池沉淀后进入市政污水管网	木乃河
	31	普洱淞茂滇草六味制药股份有限公司	COD、悬浮物	66	53	药材原料清洗废水	经沉淀池处理后排入市政污水管网	木乃河
	32	云南大唐汉方制药股份有限公司	pH、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、悬浮物、动植物油	106	85	提取车间废水、设备清洗废水	经一体化污水处理设施处理后排入市政污水管网	木乃河
	33	普洱人民医院洗涤中心	pH、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、悬浮物、动植物油、阴离子表面活性剂	44	35	洗涤废水	经一体化污水处理设施处理后排入市政污水管网	木乃河

表 4.4.1-1(续)

排放方式	序号	企业名称	主要特征污染物	耗水量 (m³/d)	排水量 (m³/d)	生产废水种类	排放方式	所属片区
经处理后不外排	34	普洱市思茅区惠洁餐具消毒中心	COD _{Cr} 、BOD ₅ 、氨氮、磷酸盐、动植物油、SS	7	5.6	餐具清洗废水	经污水处理设施处理后进入管网	木乃河
	35	普洱扬思食品有限公司	pH、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、悬浮物、动植物油	4	3.2	原料浸泡、清洗废水	设有一体化污水处理设施，处理达标后排入污水管网	木乃河
	36	普洱合利雪速冻食品有限公司	COD、悬浮物	25	20	车间清洁废水	一体化污水处理设施处理达标排入雨水管网	木乃河
	37	普洱联众生物资源开发有限公司	悬浮物、动植物油	1	0.8	设备清洗废水	经沉淀处理后排入雨水管网	木乃河
处理达标后外排	38	云南高山生物农业股份有限公司	COD、悬浮物	12	9.6	菌株清洗、洗瓶废水	经沉淀处理后排入南侧沟渠	木乃河
	39	普洱光大纸业股份有限公司	色度、SS、COD、BOD ₅	1600	1400	制浆废水	经自建污水处理站处理达标后排放	莲花
	40	思茅区新佳园洗涤中心	pH、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、悬浮物、动植物油、阴离子表面活性剂	125	100	洗涤废水	经三级沉淀处理后排入地表水	木乃河
	41	思茅区星火餐具消毒服务配送中心	COD _{Cr} 、BOD ₅ 、氨氮、磷酸盐、动植物油、SS	30	15	餐具清洗废水	经一体化污水处理设施处理达标排放	木乃河
	42	西城区污水处理厂	pH、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、悬浮物、动植物油、阴离子表面活性剂	0	1000	园区其他企业生活废水	经污水处理设施处理达标后排放	木乃河
	43	普洱健源油脂有限公司	COD、BOD ₅ 、总磷、动植物油	6.4	5.1	原料清洗废水	经污水处理设施处理达标后排放	宁洱

表 4.4.1-1(续)

排放方式	序号	企业名称	主要特征污染物	耗水量 (m ³ /d)	排水量 (m ³ /d)	生产废水种类	排放方式	所属片区
处理达标后外排	44	普洱勐野江农业食品开发有限公司	COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、总氮、悬浮物	3.1	2.3	原料清洗废水、设备清洗废水	经污水处理设施处理达标后排放	宁洱
	45	宁洱哈尼族彝族自治县定点屠宰厂	COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、总氮	72.4	57.1	原料清洗废水、设备清洗废水	经污水处理设施处理达标后排放	宁洱
	46	普洱永吉生物技术有限公司	COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、总氮、悬浮物	94.8	74.3	原料清洗废水、设备清洗废水	经污水处理设施处理达标后排放	宁洱

b) 思茅城区生活污染源

根据《普洱市城市总体规划(2011-2030 年)》，思茅街道、南屏镇和倚象镇属于思茅区中心城区，也是黄草坝水库的供水范围。2018 年末全区常住人口为 31.72 万人，其中城镇人口 23.14 万人，农村人口 8.56 万人。2018 年，思茅河流域城镇生活点源产生量：COD2747.81t/a、氨氮 548.37t/a、总氮 722.79t/a、总磷 50.18t/a；第三产业点源产生量：COD1802.70t/a、氨氮 40.15t/a、总氮 82.76t/a、总磷 15.57t/a。

城镇生活点源和第三产业点源的排放量主要包括了污水处理厂的尾水排放量和未收集点源排放量，根据 2018 年普洱市第一、第二污水处理厂的尾水排放量(为 1647.56 万 m³/a)，城镇生活点源排放量：COD298.49t/a、氨氮 21.77t/a、总氮 170.73t/a、总磷 11.60t/a。2018 年，思茅河流域的城镇生活点源与第三产业点源的实际收集率约 67%，流域的城镇生活点源与第三产业点源的未收集点源排放量：COD1501.67t/a、氨氮 194.21t/a、总氮 265.83t/a、总磷 21.70t/a。

c) 宁洱县城生活污染源

根据《宁洱县城市总体规划》，宁洱镇属于县域中心，为县城所在地，2018 年末常住人口 19.40 万人，其中城镇人口 8.65 万人，农村人口 10.75 万人。2018 年，宁洱县城城镇生活点源和第三产业点源产生量：COD1190.723t/a、氨氮 153.997t/a、总氮 210.787t/a、总磷 17.205t/a。根据 2018 年宁洱县城市污水处理厂的尾水排放量(为

295.52 万 m^3/a), 城镇生活点源排放量: COD93.73t/a、氨氮 6.84t/a、总氮 53.61t/a、总磷 3.64t/a; 城镇生活点源与第三产业点源的未收集点源排放量: COD510.82t/a、氨氮 66.06t/a、总氮 90.43t/a、总磷 7.38t/a。

d) 正兴镇集镇生活污染源

正兴镇位于景谷县东南部, 处于景谷县和宁洱县交界处, 距景谷县城 62km, 总面积 883 km^2 。正兴镇为黄草坝水库所在集镇的镇政府所在地, 集镇 2018 年人口为 3008 人, 用水量为 20 万 m^3/a , 据调查, 正兴镇目前暂无生活污水处理厂, 大部分污水主要依靠雨污合流的暗渠、明沟直接排入附近的河流。估算正兴镇城镇生活点源和第三产业点源产生量(排放量): COD22.05t/a、氨氮 2.85t/a、总氮 3.90t/a、总磷 0.32t/a。

e) 正兴镇畜禽养殖污染源

普洱市目前畜禽养殖总体上还是以分散养殖为主, 产生的粪便和污水等综合利用率不高。黄草坝水库受水区范围涉及景谷县正兴镇的翁安村、勐乃村、通达村、景南村、铁厂村等村组, 2018 年畜禽养殖数量见表 4.4.1-2。正兴镇畜禽养殖污染源排放量: COD3302.60t/a、氨氮 20.76t/a、总氮 156.33t/a、总磷 22.53t/a。

表 4.4.1-2 2018 年黄草坝水库受水区正兴镇农村畜禽数量统计表

县	乡镇	村名	猪(头)	牛(头)	羊(只)	家禽(只)
景谷县	正兴镇	翁安村	2483	1133	636	13272
		勐乃村	3412	883	542	18237
		通达村	3430	1040	844	18334
		景南村	6072	614	909	32455
		铁厂村	3456	623	472	18473
		小计	18853	4293	3403	100771

e) 宁洱镇畜禽养殖污染源

黄草坝水库受水区范围涉及宁洱县宁洱镇的西萨村、宽宏村、谦岗村等村组, 2018 年畜禽养殖数量见表 4.4.1-3。宁洱镇畜禽养殖污染源排放量: COD738.93t/a、氨氮 6.35t/a、总氮 36.28t/a、总磷 5.16t/a。

表 4.4.1-3 2018 年黄草坝水库受水区宁洱镇农村畜禽数量统计表

县	乡镇	村名	猪(头)	牛(头)	羊(只)	家禽(只)
宁洱县	宁洱镇	西萨村	3045	377	326	6553
		宽宏村	1826	226	195	3929
		谦岗村	2399	297	257	5162
		小计	7270	900	778	15644

f) 正兴镇农业面源

黄草坝水库灌区目前没有稳定可靠的水库水源，主要靠河道、山箐取水，除水田外基本没有灌溉设施，灌区内主要种植作物为玉米、小麦、薯类、豆类、烤烟、蔬菜、药材等粮食及经济作物。黄草坝灌区范围涉及景谷县正兴镇的翁安村、勐乃村、通达村、景南村、铁厂村等村组，2018 年耕、园地面积见表 4.4.1-4。正兴镇农业面源排放量：COD58.81t/a、氨氮 9.80t/a、总氮 19.60t/a、总磷 3.99t/a。

表 4.4.1-4 2018 年黄草坝水库受水区正兴镇耕、园地面积统计表

县	乡镇	村名	国土面积 (hm ²)	耕地				园地				耕园地 合计
				水田	旱地	水浇地	小计	果园	茶园	其他 园地	小计	
景谷县	正兴镇	翁安村	7573	1344	9405	22	10771	0	708	0	708	11479
		勐乃村	5886	2125	11794	56	13976	0	394	29	423	14399
		通达村	11523	2486	10436	0	12922	35	885	22	942	13864
		景南村	6322	2302	9416	89	11807	12	808	413	1233	13040
		正兴村	4620	1771	3693	0	5464	87	9	11	107	5571
		铁厂村	9773	2309	7228	23	9560	0	0	10	10	9570

g) 宁洱镇农业面源

黄草坝灌区范围涉及宁洱县宁洱镇的西萨村、宽宏村、谦岗村等村组，2018 年耕、园地面积见表 4.4.1-5。宁洱镇农业面源排放量：COD30.26t/a、氨氮 5.05t/a、总氮 10.09t/a、总磷 1.42t/a。

表 4.4.1-5 2018 年黄草坝水库受水区宁洱镇耕、园地面积统计表

县	乡镇	村名	国土面积 (hm ²)	耕地				园地				耕园地 合计
				水田	旱地	水浇地	小计	果园	茶园	其他 园地	小计	
宁洱县	宁洱镇	西萨村	4655	1111	9306	0	10417	81	4002	2606	6689	17106
		昆汤村	1657	1306	4254	0	5560	0	866	0	866	6426
		谦岗村	1869	797	4048	9	4854	0	3028	307	3334	8189

h) 思茅区城市径流污染源

城市雨水径流污染主要来自降雨径流对城市地表的冲刷,地表沉积物是城市地表径流中的污染物的主要来源,包括城市垃圾、动植物遗体、落叶、大气降尘和部分交通遗弃物等,污染物负荷量的主要影响因素有不透水面积、雨水排水系统类型、交通影响、路缘高度和街道清扫等。思茅城区建成区面积目前约 29.95km²,道路面积约 424hm²,采用城市地表径流污染负荷计算模式,计算得思茅城区城市径流污染物年排放量为:COD150.27t/a、氨氮 4.87t/a、总氮 8.12t/a、总磷 3.05t/a。

4.4.1.2 地表水环境质量现状

a) 常规水质监测

由于《云南省地表水环境功能区划(2010-2020 年)》(云环发〔2014〕34 号)已过期,新的水环境功能区划正在编制过程中,本次环评依据《云南省水功能区划(第二版)》(2014 年修订)确定地表水环境执行标准。如下:

小黑江干流执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类水质标准;小黑江主要支流执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类水质标准;项目受水区所涉及的普洱大河河段执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类水质标准;思茅河执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类水质标准。

本次评价工作过程中收集了评价区流域各地表水体常规监测断面的水质例行监测资料,监测时段为 2019 年~2022 年,监测频次为每月 1 次,监测断面为小黑江 1 号桥(省控断面)、小黑江波云河口(省控断面)、威远江储木场(国控断面)、思茅河莲花乡(国控断面)、普洱大河漫海(省控断面)等 5 个断面,监测指标为水温、总氮、铜、锌、溶解氧、氟化物、硒、砷、流量、浊度、镉、六价铬、氰化物、pH 值、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、电导率、溶解氧、高锰酸盐指数、五日生化需氧

量、氨氮、石油类、挥发酚、汞、铅、等 28 项。各断面水质情况见表 4.4.1-6~10。

从水质常规监测资料成果来看，评价区内各地表水体，除思茅区思茅河之外，其他水体水质情况较好，基本满足水环境功能区水质要求。思茅河水水质多数时间为Ⅴ类水质及以下，主要超标因子为高锰酸盐指数、五日生化需氧量、氨氮、化学需氧量、总磷、总氮，这反映出思茅河流域生活污染源和农业面源入河量较大，对河道水质造成了十分不利的影响。

表 4.4.1-6 小黑江 1 号桥断面水质情况

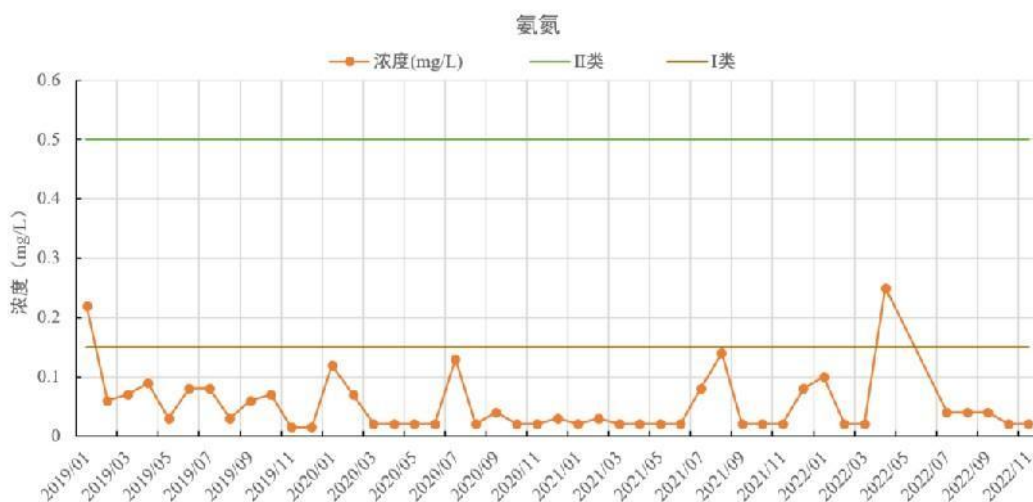
监测时间	评价结果	监测项目(mg/L, pH 无量纲, 粪大肠菌群 个)											
		水温	总氮	pH 值	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	溶解氧	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	石油类	化学需氧量	总磷
2019 年 1 月	平均值	11	0.28	7.96	0.025	2400	7.91	0.8	0.8	0.22	0.005	2	0.027
2019 年 2 月	平均值	16	0.15	8.02	0.025	2400	8.7	0.6	0.5	0.06	0.005	2	0.01
2019 年 3 月	平均值	17.2	0.14	7.71	0.025	2200	8.44	1	0.7	0.07	0.005	2	0.02
2019 年 4 月	平均值	21.5	0.50	7.73	0.025	2200	7.82	0.7	0.5	0.09	0.005	2	0.04
2019 年 5 月	平均值	23.8	0.21	7.55	0.025	1400	6.82	0.9	0.7	0.03	0.005	2	0.03
2019 年 6 月	平均值	24.4	0.15	8.13	0.025	5400	6.21	1.1	0.8	0.08	0.005	4	0.02
2019 年 7 月	平均值	25.0	0.43	7.62	0.025	1700	6.58	1.6	0.6	0.08	0.005	5	0.04
2019 年 8 月	平均值	23.8	0.49	8.13	0.025	1800	7.10	1.8	0.9	0.03	0.005	7	0.01
2019 年 9 月	平均值	24.2	0.07	8.12	0.025	1700	7.43	1.6	0.25	0.06	0.005	5	0.03
2019 年 10 月	平均值	24.0	0.12	7.98	0.025	1700	7.71	1.0	0.6	0.07	0.02	4	0.06
2019 年 11 月	平均值	23.6	0.11	7.74	0.025	1300	7.48	0.6	0.5	0.015	0.005	2	0.04
2019 年 12 月	平均值	17.6	0.05	7.54	0.025	1800	8.38	0.25	0.25	0.015	0.005	2	0.04
2020 年 1 月	平均值	17.4	0.35	8	0.06	/	7.8	1.1	1	0.12	0.01	4	0.04
2020 年 2 月	平均值	18.5	0.26	8	0.07	/	7.8	1.2	1	0.07	0.01	4.5	0.05
2020 年 3 月	平均值	19.6	0.17	8	0.08	/	7.9	1.3	1.1	0.02	0.005	5	0.06
2020 年 4 月	平均值	20.2	0.02	8	0.02	/	8	1	0.5	0.02	0.005	2	0.02
2020 年 5 月	平均值	24.2	0.1	8	0.1	/	7.1	1.6	0.5	0.02	0.005	2	0.005
2020 年 6 月	平均值	27	0.32	8	0.08	/	7.3	1.3	0.9	0.02	0.005	2	0.04
2020 年 7 月	平均值	23.2	2.65	8	0.16	/	7.6	4.4	1.4	0.13	0.005	11	0.2

表 4.4.1-6(续)

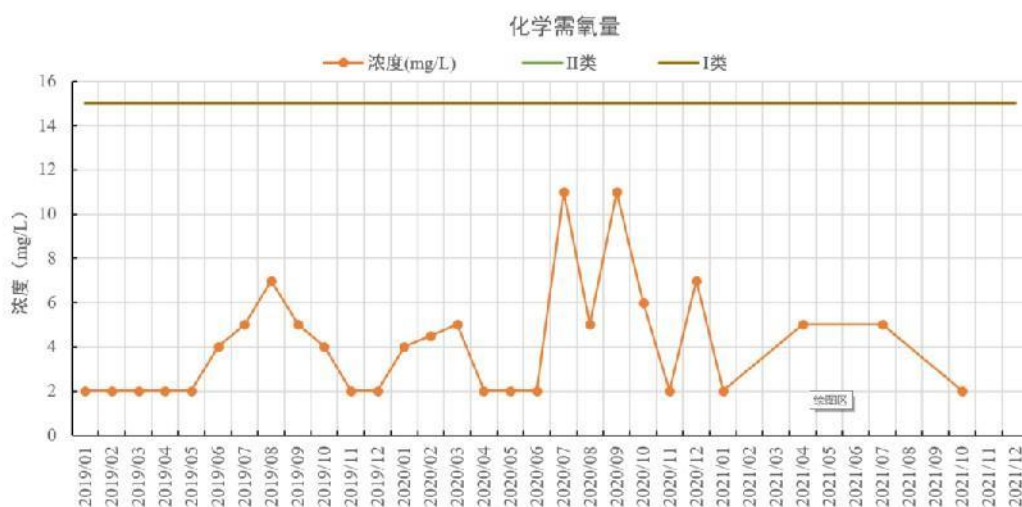
监测时间	评价结果	监测项目(mg/L, pH 无量纲, 粪大肠菌群 个)											
		水温	总氮	pH 值	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	溶解氧	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	石油类	化学需氧量	总磷
2020 年 8 月	平均值	22.2	1.04	8	0.13	/	7.7	1.1	0.7	0.02	0.005	5	0.07
2020 年 9 月	平均值	23	0.43	8	0.08	/	7.5	1.8	0.8	0.04	0.005	11	0.05
2020 年 10 月	平均值	20.8	0.36	8	0.02	/	7.8	0.6	0.5	0.02	0.005	6	0.03
2020 年 11 月	平均值	16.6	0.3	8	0.02	/	8.7	0.2	0.2	0.02	0.005	2	0.03
2020 年 12 月	平均值	16.6	0.15	8	0.02	/	8.5	1.5	0.6	0.03	0.005	7	0.06
2021 年 1 月	平均值	14	0.13	8	0.02	/	8.9	1.3	0.9	0.02	0.005	2	0.05
2021 年 2 月	平均值	17.6	0.06	9	/	/	10.1	0.9	/	0.03	/	/	0.01
2021 年 3 月	平均值	16.6	0.11	8	/	/	8.6	0.8	/	0.02	/	/	0.04
2021 年 4 月	平均值	18.4	0.2	8	0.02	/	7.6	1.4	1.1	0.02	0.005	5	0.03
2021 年 5 月	平均值	26.1	0.13	9	/	/	7.2	0.9	/	0.02	/	/	0.015
2021 年 6 月	平均值	24.9	0.68	8	/	/	6.6	2.6	/	0.02	/	/	0.11
2021 年 7 月	平均值	25.8	0.5	8	0.02	/	7.1	1.8	1	0.08	0.005	5	0.05
2021 年 8 月	平均值	23.2	1.02	8	/	/	6.9	2.3	/	0.14	/	/	0.09
2021 年 9 月	平均值	24.3	0.32	8	/	/	7.3	1	/	0.02	/	/	0.06
2021 年 10 月	平均值	20.8	0.24	8	0.02	/	7.4	1.1	0.2	0.02	0.005	2	0.02
2021 年 11 月	平均值	20.4	0.3	8	/	/	7.7	1.2	/	0.02	/	/	0.03
2021 年 12 月	平均值	16.8	0.29	8	/	/	8.1	1	/	0.08	/	/	0.015
2022 年 1 月	平均值	16	0.37	8	0.02	/	8.2	0.8	2.6	0.1	0.005	10	0.03
2022 年 2 月	平均值	17.6	0.17	8	/	/	8.2	0.7	/	0.02	/	/	0.005
2022 年 3 月	平均值	/	0.17	8	/	/	8.2	0.7	/	0.02	/	/	0.005
2022 年 4 月	平均值	23.6	0.84	8	0.02	/	7.2	4.4	2.5	0.25	0.005	8	0.08
2022 年 5 月	平均值	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2022 年 6 月	平均值	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 4.4.1-6(续)

监测时间	评价结果	监测项目(mg/L, pH 无量纲, 粪大肠菌群 个)											
		水温	总氮	pH 值	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	溶解氧	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	石油类	化学需氧量	总磷
2022 年 7 月	平均值	23.8	1.39	8	0.02	/	7.5	0.8	1.4	0.04	0.005	6	0.01
2022 年 8 月	平均值	/	/	8	0.02	/	7.5	0.8	1.4	0.04	0.005	6	0.01
2022 年 9 月	平均值	/	/	8	0.02	/	7.5	0.8	1.4	0.04	0.005	6	0.01
2022 年 10 月	平均值	19.6	0.37	8	0.02	/	7.1	1.1	0.8	0.02	0.005	2	0.02
2022 年 11 月	平均值	/	/	8	0.02	/	7.1	1.1	0.8	0.02	0.005	2	0.02



a) 氨氮



b) COD



c) 总磷



d) 总氮

表 4.4.1-7 小黑江波云河口断面水质情况

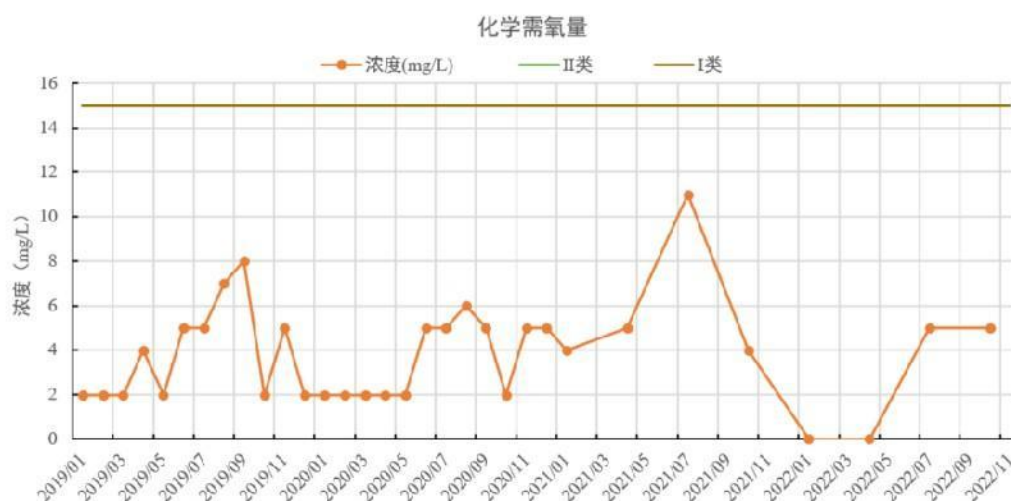
监测时间	评价结果	监测项目(mg/L, pH 无量纲, 粪大肠菌群 个)											
		水温	总氮	pH 值	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	溶解氧	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	石油类	化学需氧量	总磷
2019 年 1 月	平均值	16.9	0.28	7.92	0.025	1800	8.73	0.7	0.6	0.15	0.005	2	0.024
2019 年 2 月	平均值	6	0.16	7.25	0.025	1800	8.11	0.8	0.5	0.15	0.005	2	0.03
2019 年 3 月	平均值	18.4	0.09	7.73	0.025	1700	8.54	1	0.6	0.06	0.005	2	0.005
2019 年 4 月	平均值	22.9	0.13	7.83	0.025	1800	8.72	1.1	0.6	0.07	0.005	4	0.04
2019 年 5 月	平均值	22.8	0.17	7.86	0.025	1800	7.34	1.0	0.6	0.06	0.005	2	0.02
2019 年 6 月	平均值	25.9	0.10	7.83	0.025	1800	7.40	1.1	0.6	0.08	0.005	5	0.005
2019 年 7 月	平均值	28.1	0.29	7.93	0.025	2200	6.90	1.6	0.6	0.27	0.005	5	0.06
2019 年 8 月	平均值	22.5	0.56	7.85	0.025	1700	7.18	1.9	1.1	0.03	0.005	7	0.09
2019 年 9 月	平均值	25.4	0.08	8.65	0.025	2200	7.98	2.1	0.7	0.07	0.005	8	0.01
2019 年 10 月	平均值	23.6	0.11	8.41	0.025	2200	7.86	1.0	0.6	0.06	0.005	2	0.06
2019 年 11 月	平均值	21.5	0.17	7.54	0.025	1700	8.55	1.3	0.8	0.06	0.005	5	0.005
2019 年 12 月	平均值	16.5	0.08	7.85	0.025	2800	9.05	0.7	0.5	0.04	0.005	2	0.01
2020 年 1 月	平均值	15.7	0.44	7.50	0.025	2200	8.47	0.7	0.5	0.03	0.005	2	0.02
2020 年 2 月	平均值	17.5	0.04	8.54	0.025	1300	9.85	0.5	0.25	0.015	0.005	2	0.02
2020 年 3 月	平均值	16.7	0.10	7.63	0.025	1400	8.42	1.0	0.7	0.03	0.005	2	0.03
2020 年 4 月	平均值	22.1	0.07	6.51	0.025	1400	6.35	0.8	0.5	0.015	0.005	2	0.03
2020 年 5 月	平均值	24.3	0.16	8.34	0.025	490	8.07	0.8	0.6	0.015	0.005	2	0.03
2020 年 6 月	平均值	26.7	0.13	7.81	0.025	940	8.83	1.0	0.7	0.12	0.005	5	0.02
2020 年 7 月	平均值	25.4	0.23	7.82	0.025	16000	7.61	1.1	0.6	0.015	0.005	5	0.07
2020 年 8 月	平均值	25.4	0.43	8.54	0.025	16000	7.24	1.1	0.8	0.03	0.005	6	0.04
2020 年 9 月	平均值	20.6	0.48	8.12	0.025	170	8.27	1.2	0.6	0.015	0.005	5	0.06
2020 年 10 月	平均值	21.5	0.38	7.74	0.025	9200	8.11	0.8	0.6	0.015	0.005	2	0.03
2020 年 11 月	平均值	24.0	0.43	7.60	0.05L	1700	8.16	1.4	1.1	0.03	0.01L	5	0.04

表 4.4.1-7(续)

监测时间	评价结果	监测项目(mg/L, pH 无量纲, 粪大肠菌群 个)											
		水温	总氮	pH 值	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	溶解氧	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	石油类	化学需氧量	总磷
2020 年 12 月	平均值	18.1	0.45	7.83	0.05L	5400	8.60	0.6	0.5	0.03	0.01L	5	0.07
2021 年 1 月	平均值	17.1	0.15	8.57	0.05L	110	9.96	0.5L	0.5L	0.03L	0.01L	4L	0.01
2021 年 2 月	平均值	16.4	0.11	8.19	/	/	10.31	0.5	/	0.03L	/	/	0.02
2021 年 3 月	平均值	16.9	0.15	8.28	/	/	9.38	0.8	/	0.03L	/	/	0.02
2021 年 4 月	平均值	23.0	0.31	8.51	0.05L	110	8.57	1.3	0.8	0.03	0.01L	5	0.03
2021 年 5 月	平均值	24.6	0.26	8.21	/	/	10.73	1.2	/	0.03L	/	/	0.03
2021 年 6 月	平均值	25.8	0.67	8.04	/	/	7.30	2.9	/	0.03L	/	/	0.08
2021 年 7 月	平均值	23.1	0.75	8.02	0.05L	5400	7.34	1.9	0.8	0.03L	0.01L	11	0.04
2021 年 8 月	平均值	23.2	0.86	8.10	/	/	7.51	2.4	/	0.11	/	/	0.16
2021 年 9 月	平均值	22.8	0.43	8.13	/	/	7.83	1.3	/	0.03	/	/	0.01
2021 年 10 月	平均值	22.5	0.31	7.85	0.05L	790	7.86	0.6	0.5L	0.03L	0.01L	4L	0.03
2021 年 11 月	平均值	20.6	0.26	8.24	/	/	8.65	0.8	/	0.03L	/	/	0.02
2021 年 12 月	平均值	17.8	0.26	8.49	/	/	8.59	0.6	/	0.03L	/	/	0.01
2022 年 1 月	平均值	21.3	0.27	8.12	0.05L	220	9.04	0.8	0.6	0.03L	0.01L	4L	0.02
2022 年 2 月	平均值	18.1	0.12	8.43	/	/	9.58	0.9	/	0.04	/	/	0.01
2022 年 3 月	平均值	17.8	0.17	8.5	/	/	8.74	1.1	/	0.03	/	/	0.01
2022 年 4 月	平均值	20	0.5	7.36	0.05L	20L	8.1	1.4	0.6	0.03L	0.01L	4L	0.04
2022 年 5 月	平均值	23.8	0.2	8.26	/	/	8.13	1	/	0.05	/	/	0.02
2022 年 6 月	平均值	22.2	0.81	7.87	/	/	7.74	1.8	/	0.03L	/	/	0.01L
2022 年 7 月	平均值	25	0.28	8.36	0.05L	50	8.12	2.8	0.5L	0.03L	0.01L	5	0.03
2022 年 8 月	平均值	26	0.15	8.31	/	/	7.91	1.1	/	0.03	/	/	0.03
2022 年 9 月	平均值	23.4	0.63	7.66	/	/	7.86	1.1	/	0.03L	/	/	0.04
2022 年 10 月	平均值	20.4	0.52	7.25	0.05L	200	8.15	0.9	0.5L	0.03L	0.01L	5	0.01L
2022 年 11 月	平均值	17.7	0.3	8.18	/	/	9.04	0.7	/	0.03L	/	/	0.02



a) 氨氮



b) COD



c) 总磷



d) 总氮

表 4.4.1-8 威远江储木场断面水质情况

监测时间	评价结果	监测项目(mg/L, pH 无量纲, 粪大肠菌群 个)											
		水温	总氮	pH 值	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	溶解氧	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	石油类	化学需氧量	总磷
2019 年 1 月	平均值	20.0	0.47	7.93	0.02	/	6.80	1.0	0.6	0.12	0.005	4	0.02
2019 年 2 月	平均值	21.9	0.62	8.71	0.02	/	7.60	1.6	1.0	0.10	0.005	8	0.02
2019 年 3 月	平均值	19.5	0.32	8.64	0.025	/	9.55	1.8	1.4	0.05	0.01	11	0.01
2019 年 4 月	平均值	23.8	0.09	8.06	0.025	/	7.4	1.6	2	0.04	0.005	11	0.005
2019 年 5 月	平均值	28	0.26	8.76	0.025	/	7.1	2.7	1	0.18	0.005	11	0.02
2019 年 6 月	平均值	28.8	0.9	8.21	0.025	/	4.6	3.1	1.2	0.32	0.005	13	0.04
2019 年 7 月	平均值	28.4	1	7.97	0.025	/	6.45	2	2.1	0.19	0.005	16	0.05
2019 年 8 月	平均值	28.4	1.5	8.6	0.025	/	7.3	3.8	2.6	0.04	0.005	24	0.16
2019 年 9 月	平均值	27.8	0.7	8.3	0.12	/	7.7	2.6	1.6	0.03	0.005	18	0.06
2019 年 10 月	平均值	27.1	0.4	8.76	0.13	/	8.55	2.4	1.3	0.13	0.005	12	0.05
2019 年 11 月	平均值	27	0.54	8.5	0.1	/	7.75	2.8	0.25	0.1	0.005	10	0.04
2019 年 12 月	平均值	22.8	0.62	8.02	0.12	/	3.6	2	0.25	0.12	0.02	16	0.02
2020 年 1 月	平均值	/	0.52	8	0.12	/	4.3	1	0.2	0.03	0.02	16	0.02
2020 年 2 月	平均值	22.5	0.48	9	0.02	/	11	2.6	2.1	0.03	0.005	7.5	0.065
2020 年 3 月	平均值	22.7	0.61	8	0.14	/	6.8	3	0.8	0.04	0.005	12	0.038
2020 年 4 月	平均值	/	0.82	7	0.14	/	9.6	2.7	0.8	0.03	0.005	12	0.025

表 4.4.1-8(续)

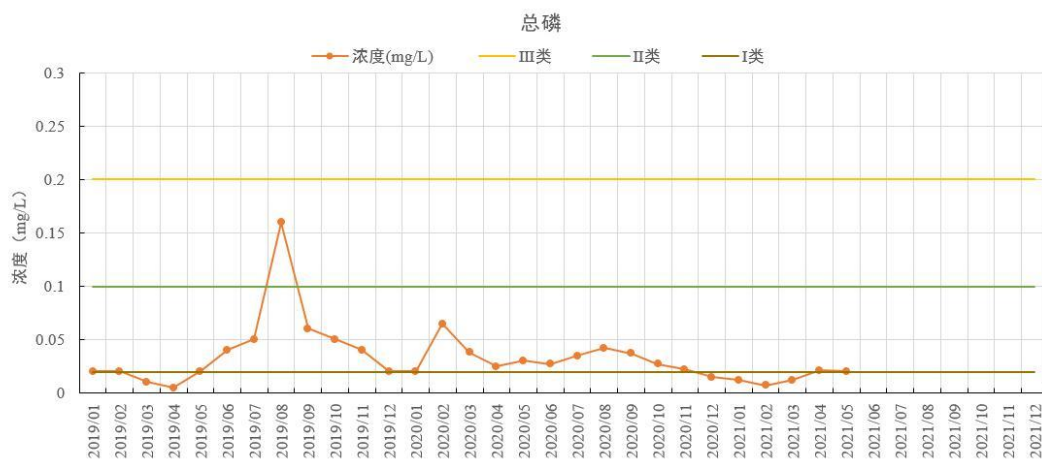
监测时间	评价结果	监测项目(mg/L, pH 无量纲, 粪大肠菌群 个)											
		水温	总氮	pH 值	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	溶解氧	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	石油类	化学需氧量	总磷
2020 年 5 月	平均值	26.8	0.84	8	0.06	/	7	2.4	1	0.07	0.02	7.5	0.03
2020 年 6 月	平均值	28.1	0.5	7	0.07	/	10.4	2.9	1.2	0.02	0.005	8	0.027
2020 年 7 月	平均值	/	1.05	7	0.07	/	9.3	3.3	1.2	0.02	0.005	8	0.035
2020 年 8 月	平均值	/	1.33	7	0.07	/	10.7	4.1	1.2	0.02	0.005	8	0.042
2020 年 9 月	平均值	/	0.92	8	0.07	/	12.1	4.4	1.2	0.03	0.005	8	0.037
2020 年 10 月	平均值	25.4	0.61	7	0.02	/	11.7	3	2.4	0.02	0.005	13	0.027
2020 年 11 月	平均值	25.4	0.63	8	0.06	/	9.3	2	1.4	0.03	0.005	9.2	0.022
2020 年 12 月	平均值	22.5	0.74	7	0.05	/	5.3	0.6	0.2	0.02	0.005	9	0.015
2021 年 1 月	平均值	20.1	0.77	7	0.02	/	6.5	0.7	0.7	0.02	0.005	9.2	0.012
2021 年 2 月	平均值	19.9	0.66	8	/	/	8	0.8	/	0.02	/	4.3	0.007
2021 年 3 月	平均值	21.8	0.55	8	/	/	9	1.5	/	0.03	/	12.5	0.012
2021 年 4 月	平均值	24.6	0.63	8	0.02	/	9.6	2.4	1.1	0.03	0.005	22.7	0.021
2021 年 5 月	平均值	27.5	1.57	8	/	/	5.4	2.6	/	0.11	/	11.3	0.02



a)氨氮



b) COD



c) 总磷



d) 总氮

表 4.4.1-9 思茅河莲花乡断面水质情况

监测时间	评价结果	监测项目(mg/L, pH 无量纲, 粪大肠菌群 个)											
		水温	总氮	pH 值	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	溶解氧	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	石油类	化学需氧量	总磷
2019 年 1 月	平均值	16.5	16.5	7.80	0.02	/	6.90	7.1	6.8	8.24	0.005	36	0.83
2019 年 2 月	平均值	16.5	13.4	7.60	0.18	/	6.40	5.4	3.3	5.58	0.005	20	1.05
2019 年 3 月	平均值	18.7	21.4	7.85	0.025	/	5.9	7	4.9	17.4	0.04	36	1.14
2019 年 4 月	平均值	19.8	16.6	7.62	0.025	/	2.7	11.5	50.5	13.3	0.005	72	0.64
2019 年 5 月	平均值	22.6	17.1	7.4	0.44	/	4.8	5.1	1.9	4.95	0.005	20	1.98
2019 年 6 月	平均值	26.5	8.71	8.44	1.35	/	5.3	5.5	3.5	5.83	0.005	19	0.49
2019 年 7 月	平均值	23.4	7.45	7.81	0.025	/	6.3	4.4	3.1	5.54	0.02	23	0.73
2019 年 8 月	平均值	23.5	8.62	7.78	0.53	/	6.2	5.6	2	4.56	0.005	20	0.38
2019 年 9 月	平均值	23.4	7.33	7.61	0.15	/	5.8	7.3	6.4	7.77	0.03	27	0.6
2019 年 10 月	平均值	22.4	8.96	7.6	0.51	/	5.4	6.1	3.8	7.46	0.03	24	0.62
2019 年 11 月	平均值	21.2	13.6	7.74	0.19	/	6.3	6.7	5.4	11	0.01	28	0.6
2019 年 12 月	平均值	14	17.5	7.66	0.025	/	7	5.5	3.2	5.37	0.005	28	0.6
2020 年 1 月	平均值	/	18.18	7	0.02	/	4.7	5.7	3.2	5.37	0.005	28	0.73
2020 年 2 月	平均值	16.9	19.3	7	0.02	/	6.4	3.6	2.2	1.46	0.005	16	0.313
2020 年 3 月	平均值	18	18	7	0.02	/	6.9	3.8	4.4	2.89	0.005	15.5	0.28
2020 年 4 月	平均值	/	18	7	0.02	/	6.9	3.8	4.4	2.89	0.005	15.5	0.28
2020 年 5 月	平均值	26.8	8.67	8	0.11	/	6.5	6.8	5.1	7.79	0.005	23	0.54
2020 年 6 月	平均值	24.4	5.72	7	0.05	/	6.4	5.2	4.2	3.77	0.02	16	0.25
2020 年 7 月	平均值	/	8.49	8	0.05	/	5.7	5.1	4.2	3.76	0.02	16	0.374
2020 年 8 月	平均值	22.8	8.36	8	0.1	/	4.5	6	3.2	3.41	0.01	11	0.35
2020 年 9 月	平均值	/	7.79	7	0.1	/	4.4	5.3	3.2	3	0.01	11	0.311
2020 年 10 月	平均值	/	12.04	7	0.1	/	3.6	5.4	3.2	4.71	0.01	11	0.48
2020 年 11 月	平均值	21.2	14.8	7	0.02	/	3.8	5.4	3.6	7.66	0.005	5	0.689
2020 年 12 月	平均值	/	16.61	7	0.02	/	3.6	5.9	3.6	10.7	0.005	5	0.792
2021 年 1 月	平均值	17.2	9.16	8	0.02	/	5.9	3.5	1.5	0.9	0.005	13	0.269

表 4.4.1-9(续)

监测时间	评价结果	监测项目(mg/L, pH 无量纲, 粪大肠菌群 个)											
		水温	总氮	pH 值	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	溶解氧	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	石油类	化学需氧量	总磷
2021 年 2 月	平均值	17.9	8.57	8	/	/	6.6	4.1	0.8	0.79	/	10.5	0.285
2021 年 3 月	平均值	19.5	9.53	7	/	/	5.8	4.9	6.4	0.58	/	23.5	0.211
2021 年 4 月	平均值	21.5	8.03	7	0.1	/	5.4	5.8	9	0.83	0.005	29	0.207
2021 年 5 月	平均值	23.5	10.01	7	/	/	5	6	4.7	1.42	/	21	0.304
2021 年 6 月	平均值	24.6	10.26	7	/	/	4	6.1	4.2	2.78	/	24.5	0.455
2021 年 7 月	平均值	24.5	9.37	7	0.02	/	4.3	7.9	4.1	3.48	0.005	22	0.466
2021 年 8 月	平均值	23.6	7.3	7	/	/	4.3	5.5	4.1	2.6	/	18	0.329
2021 年 9 月	平均值	23.5	9.04	7	/	/	3.7	5.3	5	3.83	/	18	0.44
2021 年 10 月	平均值	22.4	11.09	7	0.02	/	3.8	5.8	4.7	4.52	0.005	28	0.502
2021 年 11 月	平均值	21.5	10.11	7	/	/	3.7	5.4	5.4	3.85	/	25.5	0.402
2021 年 12 月	平均值	17.8	10.76	7	/	/	4.4	5.1	/	3.52	/	/	0.413
2022 年 1 月	平均值	17.3	9.83	7	0.07	/	4.5	5.8	5.1	2.4	0.005	18.5	0.378
2022 年 2 月	平均值	17.3	13.71	7	/	/	4.7	5.8	4.7	2.67	/	24.5	0.411
2022 年 3 月	平均值	21.1	11.79	7	/	/	3.2	6.6	6.6	3.11	/	34	0.475
2022 年 4 月	平均值	22.2	9.49	8	0.02	/	4.7	5.1	4.4	1.15	0.005	26	0.272
2022 年 5 月	平均值	23.1	9.02	7	/	/	4	5.7	5.4	3.25	/	24	0.387
2022 年 6 月	平均值	23.6	7.5	7	/	/	4.4	5.4	5.4	2.67	/	17	0.325
2022 年 7 月	平均值	24.8	6.44	7	0.02	/	4.5	4.2	5	1.83	0.005	20	0.273
2022 年 8 月	平均值	23.9	4.95	7	/	/	5.5	3.5	5.6	1.44	/	14	0.21
2022 年 9 月	平均值	23.5	5.03	7	/	/	4.6	4.7	3.4	1.33	/	13	0.222
2022 年 10 月	平均值	21.9	4.79	7	0.02	/	4.1	3.2	5.9	1.18	0.005	18	0.151
2022 年 11 月	平均值	20.7	6.41	7	/	/	4	3.1	1	0.86	/	17.5	0.214



a) 氨氮



b) COD



c) 总磷



d) 总氮

表 4.4.1-10 普洱大河漫海断面水质情况

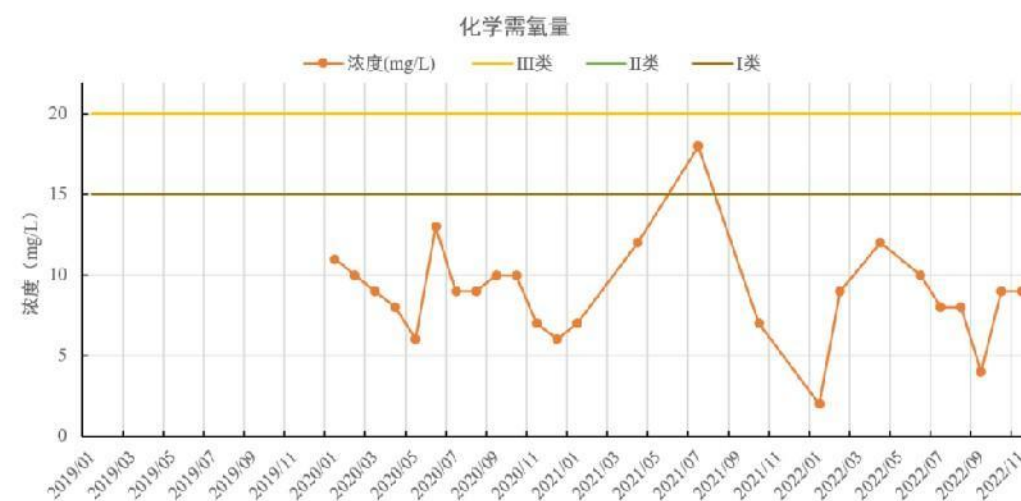
监测时间	评价结果	监测项目(mg/L, pH 无量纲, 粪大肠菌群 个)											
		水温	总氮	pH 值	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	溶解氧	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	石油类	化学需氧量	总磷
2020 年 1 月	平均值	17.1	1.76	8	0.1	/	8.8	2.6	1.1	0.17	0.02	11	0.08
2020 年 2 月	平均值	17.4	1.74	8	0.1	/	8.6	2.6	1.3	0.12	0.01	10	0.1
2020 年 3 月	平均值	17.6	1.73	8	0.09	/	8.5	2.7	1.5	0.07	0.005	9	0.12
2020 年 4 月	平均值	21.4	1.53	8	0.02	/	8.7	2.1	1	0.23	0.005	8	0.06
2020 年 5 月	平均值	27.3	0.57	8	0.1	/	8.6	2.5	1.3	0.03	0.005	6	0.03
2020 年 6 月	平均值	25	3.57	8	0.05	/	6.8	3.6	3.3	0.82	0.01	13	0.11
2020 年 7 月	平均值	27.8	1.46	8	0.15	/	6.9	2.8	1.1	0.04	0.005	9	0.1
2020 年 8 月	平均值	23.5	2.61	8	0.11	/	7.5	2	1.2	0.05	0.005	9	0.09
2020 年 9 月	平均值	24.8	1.72	8	0.13	/	7.5	4	0.7	0.05	0.005	10	0.1
2020 年 10 月	平均值	22.4	1.41	9	0.02	/	7.9	1.7	1	0.04	0.005	10	0.04
2020 年 11 月	平均值	19.8	1.51	9	0.06	/	8.1	1.7	1.2	0.14	0.005	7	0.09
2020 年 12 月	平均值	16.2	0.98	8	0.02	/	8.8	1.7	0.6	0.04	0.02	6	0.05
2021 年 1 月	平均值	12.5	2.15	9	0.02	/	9.2	1.6	0.9	0.16	0.03	7	0.07
2021 年 2 月	平均值	18.6	0.86	9	/	/	9.7	1.8	/	0.02	/	/	0.02
2021 年 3 月	平均值	22.2	1.81	9	/	/	7.4	2.3	/	0.03	/	/	0.05

表 4.4.1-10(续)

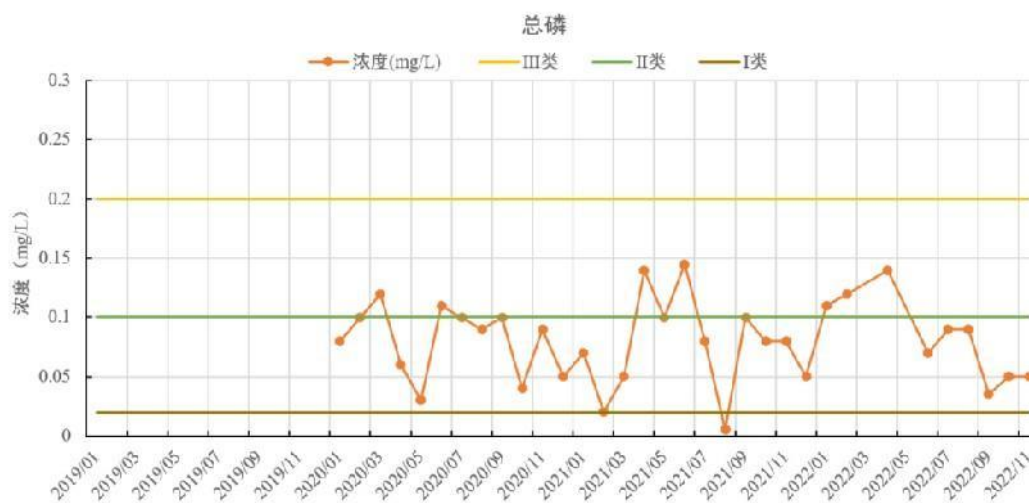
监测时间	评价结果	监测项目(mg/L, pH 无量纲, 粪大肠菌群 个)											
		水温	总氮	pH 值	阴离子表面活性剂	粪大肠菌群	溶解氧	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	石油类	化学需氧量	总磷
2021 年 4 月	平均值	17.2	2.66	8	0.02	/	6.9	2.4	2.2	0.15	0.005	12	0.14
2021 年 5 月	平均值	23	1.86	8	/	/	7.4	1	/	0.1	/	/	0.1
2021 年 6 月	平均值	24.8	3.03	8	/	/	7	2.9	/	0.07	/	/	0.145
2021 年 7 月	平均值	24.3	2.58	8	0.12	/	7	2.9	1.8	0.37	0.005	18	0.08
2021 年 8 月	平均值	23.4	2.98	8	/	/	7.3	2.5	/	0.12	/	/	0.005
2021 年 9 月	平均值	23	1.68	8	/	/	7.2	2.4	/	0.08	/	/	0.1
2021 年 10 月	平均值	20.9	1.9	8	0.02	/	7.3	2.1	1.1	0.02	0.01	7	0.08
2021 年 11 月	平均值	22	1.78	9	/	/	7.4	2	/	0.1	/	/	0.08
2021 年 12 月	平均值	18.6	1.35	9	/	/	7.8	1.8	/	0.02	/	/	0.05
2022 年 1 月	平均值	15	1.71	8	0.05	/	8	2	0.9	0.02	0.005	2	0.11
2022 年 2 月	平均值	19.4	1.39	9	/	/	7.7	3	/	0.03	/	9	0.12
2022 年 3 月	平均值	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2022 年 4 月	平均值	24	1.71	9	0.07	/	7.4	2.9	0.8	0.04	0.005	12	0.14
2022 年 5 月	平均值	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2022 年 6 月	平均值	25.8	1.78	9	/	/	9	1.7	/	0.11	/	10	0.07
2022 年 7 月	平均值	26.2	0.95	8	0.02	/	8	2.8	0.7	0.09	0.005	8	0.09
2022 年 8 月	平均值	/	/	8	0.02	/	8	2.8	0.7	0.09	0.005	8	0.09
2022 年 9 月	平均值	23	1.14	8	/	/	8	1.9	/	0.02	/	4	0.035
2022 年 10 月	平均值	20.8	1.76	8	0.05	/	8	1.4	1.1	0.02	0.005	9	0.05
2022 年 11 月	平均值	/	/	8	0.05	/	8	1.4	1.1	0.02	0.005	9	0.05



a) 氨氮



b) COD



c) 总磷



d) 总氮

b) 思茅河水质情况分析

1) 年际变化特征分析

以思茅河莲花乡国控断面 2019 年~2022 年的水质数据进行分析。近 4 年，思茅河氨氮呈波动降低的趋势，4 年平均值为 4.37mg/L，其中 2019 年年均值最高，为 8.08mg/L，2020 年年均值下降明显，为 4.78mg/L，2022 年年均值最低，为 1.99mg/L；4 年间思茅河氨氮均处于超标状态，超标(IV类水标准)倍数介于 0.33~4.39 之间。

近 4 年，思茅河总磷呈波动降低的趋势，整体上与氨氮有相同的变化趋势，4 年平均值为 0.482mg/L，其中 2019 年年均值最高，为 0.805mg/L，2020 年年均值下降明显，为 0.449mg/L，2022 年年均值最低，为 0.302mg/L；4 年间总磷均处于超标状况，超标倍数介于 0.005~1.68 之间。

近 4 年，思茅河总氮呈波动降低的趋势，4 年平均值为 10.96mg/L，其中 2019 年年均值最高，为 13.10mg/L，之后逐年降低，2022 年年均值最低，为 8.09mg/L。

2) 年内变化特征分析

从年内丰枯水期水质差异来看，2019 年，思茅河氨氮、总磷指标具有明显的丰枯水期变化特征，总体以枯水期浓度较高，年平均浓度介于之间，丰水期浓度相对最低，可见自然降雨带来的河道流量增加能够一定程度上改善思茅河水质状况，2019 年，莲花乡国控断面 1 月~4 月水质总体较差，氨氮、总磷在该时期内超标较严重；5 月~8 月水质相对转好，但氨氮、总磷依然超标；9 月~12 月水质再次转差，氨氮指标严重超标。2020 年，普洱市中心城区河道环境综合整治工程项目大部分完建，

城市污水处理率大幅提升,反映在莲花乡国控断面,虽仍表现出枯水期污染物浓度高,丰水期浓度下降的规律,但丰枯变化特征已不太明显,总体上氨氮、总磷仍然超标,但较 2019 年浓度已大幅降低,河道水环境整治初见效果。2021 年,中心城区污水处理提质增效工程和中心城区污水处理综合治理工程实施,思茅河莲花乡断面水质继续改善,年内丰枯变化不明显,甚至出现枯水期水质基本达到Ⅳ类水标准,但丰水期水质却恶化的规律,这反映出城区污水收集系统仍存在问题,雨污分流不彻底,导致汛期污水处理厂可能出现污水未经处理直接排放的情况。2022 年,思茅河莲花乡断面水质达到Ⅳ类水标准的月份达到 5 个月,汛期 6 月以后,莲花乡断面水质好转趋势明显,氨氮、总磷指标逐步接近Ⅲ类水标准。

3) 空间分布特征分析

从空间尺度来看,思茅河氨氮浓度自曼连河入思茅河河口上游(邮电小区旁)至石龙河入河口上游(茶马古镇)随河流呈显著上升趋势,总磷浓度呈波动上升趋势,且氨氮、总磷浓度均超过Ⅴ类水质标准,但思茅河氨氮、总磷浓度自茶马古镇至莲花乡国控断面随河流呈显著下降趋势。可以说明,目前思茅河污染源主要在邮电小区至茶马古镇段,这一段思茅河有曼连河、老杨箐河、洗马河 3 条支流汇入,支流入思茅河处水质均劣于Ⅴ类。老杨箐河、石龙河、石屏河三条支流源头均在城区外,上游水质均较好,思茅河干流在进入城区前水质也符合Ⅱ类标准,但是,思茅河干流及各支流在城区范围内水质却均劣于Ⅴ类,在城区不存在规模以上畜禽养殖企业、大型涉水工业企业的情况下,可以说明思茅河主要污染源来源是生活污染源。

3) 支流污染分析

(1) 曼连河。从曼连河氨氮、总磷浓度变化看,曼连河各断面水质均劣于Ⅴ类,曼连河氨氮、总磷浓度变化呈两头高,中间低的规律。主要污染源应是曼连河上游河道内排污口及振兴路暗河内存在的生活污水排放口而造成污染物浓度升高。

(2) 老杨箐河。老杨箐河氨氮、总磷浓度变化主要有以下几个特点:一是老杨箐河在学苑路桥上游水质由Ⅳ类变为劣于Ⅴ类,水质变差;二是氨氮、总磷浓度上升主要集中在茶苑路至科恩学苑段及梅园路至入思茅河河口段;三是岱骏家园至入思茅河河口段氨氮、总磷浓度上升幅度最大,是主要污染源所在河段;四是梅子河汇入后,老杨箐河氨氮、总磷浓度变化较小;五是农场河汇入后,老杨箐河氨氮、总磷浓度明显上升。老杨箐河是思茅河最长的支流,且有多条支流汇入,流域分布有众多的污水

排放口，直接导致老杨箐河由 V 类转为劣 V 类。

(3) 农场河。农场河源自老杨箐河，老杨箐河汇入水质为劣 V 类，农场河氨氮、总磷浓度随河流呈显著上升趋势，说明农场河各监测断面间均有污染源持续排放，最后汇入老杨箐河，导致老杨箐河入思茅河河口污染物浓度升高。

(4) 洗马河。洗马河在流经鸿丰集贸市场、老地委后氨氮、总磷浓度均上升，流经环城路后浓度明显下降。应重点关注鸿丰集贸市场及老地委支流(暗河)，两个点位对洗马河污染物浓度有较大贡献。

(5) 石龙河。石龙河在振兴路桥断面水质由 V 类变为劣 V 类，石龙小河支流水质劣于 V 类，汇入后对石龙河水质造成一定影响，但石龙河下游水质无明显变化。石龙小河上游杨光九小组大棚种植污水及生活污水的排放需重点关注。

(6) 石屏河。石屏河氨氮、总磷浓度均值符合 IV 类标准限值，入河口浓度符合 V 类标准限值，水质为轻度污染，是思茅河水质相对最好的支流，也是思茅河重要的清洁水源。

(7) 机场左河。机场左河源头氨氮、总磷浓度最高，入思茅河河口浓度最低，总体呈下降趋势。机场左河上游污染物浓度高，主要是土桥、懒火地、天干箐小组生活污水直排，军供站桥下仍有污水排放口排水。

(8) 梅子河。梅子河水质劣于 V 类，沿河排污口大部分为滴漏形式，“跑冒滴漏”现象较重。

c) 补充水质监测

本次环评委托云南华测检测认证有限公司于 2019 年 4 月 24 日~26 日、2019 年 8 月 1 日~3 日、2022 年 3 月 24 日~26 日三次对评价范围内主要地表水体进行了取水样监测，采样断面见表 4.4.1-11，监测因子包括水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、汞、砷、硒、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、硫化物、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群、悬浮物、叶绿素等 26 项。监测成果见表 4.4.1-12~14。

从 3 次监测成果来看，评价区小黑江水质按 II 类水标准评价，各期均出现了超标的情况，主要超标因子为 COD、BOD₅、氨氮、总磷，也偶发其他因子超标，这些偶发超标的因子不具备代表性，总体来看，小黑江水质基本满足 II 类标准要求，但受流域生活污染源影响，也存在超标的情况。评价区其他地表水体水质则满足标准要求。

表 4.4.1-11 黄草坝水库工程评价区地表水采样点位表

样点编号	位 置	东经	北纬
断面 1	海庆河库尾	100°55'34.60"	23°32'15.53"
断面 2	南板河库尾	100°57'43.18"	23°31'28.12"
断面 3	坝址	100°56'03.92"	23°30'53.87"
断面 4	南埂河与小黑江交汇口上游 500m	100°56'07.70"	23°26'30.76"
断面 5	种质资源保护区上边界	100°56'04.04"	23°26'17.30"
断面 6	种质资源保护区下边界	100°54'50.46"	23°19'54.07"
断面 7	小黑江水文站	100°55'15.33"	23°12'12.74"
断面 8	小黑江在库区内的回水末端	100°49'28.48"	23°07'53.15"
断面 9	那贺水库	100°57'45.96"	22°50'21.90"
断面 10	勐列河与小黑江交汇口上游 500m	100°56'01.79"	23°12'02.71"
断面 11	帕庄河与小黑江交汇口上游 500m	100°57'08.73"	23°22'58.98"
断面 12	帕庄河中游	100°59'58.44"	23°23'50.81"
断面 13	帕庄河上游	101°00'46.10"	23°26'52.38"
断面 14	普洱大河	100°46'51.13"	22°54'01.58"

表 4.4.1-12 评价区地表水水质监测结果一览表(2019 年 4 月)

采样断面	断面 1	断面 2	断面 3	断面 4	断面 5	断面 6	断面 7	断面 8	断面 9	断面 10	断面 11	断面 12	断面 13	断面 14	II类标准	III类标准
水温℃	20	17	20	20	19	21	24	25	24	24	20	20	20	24	-	- ^①
pH 无量纲	8.5	8.2	8.5	8.4	8.5	8.8	8.5	8.4	8.7	8.4	8.4	8.5	8.4	8.4	6~9	6~9
溶解氧 mg/L	7.7	7.9	7.7	7.8	7.8	7.8	7.5	7.5	7.4	7.7	7.8	7.8	7.6	7.5	6	5
高锰酸盐指数 mg/L	1.6	1.4	1.7	1.5	1.5	1.5	1.5	1.9	1.9	1.8	1.5	1.3	1.6	2.8	4	6
化学需氧量 mg/L	4.0	9.3	4.3	4.7	3.7	3.3	9.3	4.7	5.7	4.0	4.3	4.3	5.0	7.3	15	20
五日生化需氧量 mg/L	1.7	2.6	1.5	1.6	1.5	1.7	2.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	2.7	3	4
氨氮 mg/L	0.04	0.03	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04	0.08	0.10	0.10	0.03	0.03	ND	0.11	0.5	1
总磷 mg/L	0.02	0.04	0.04	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.03	0.02	0.15	0.1	0.2
氟化物 mg/L	0.169	0.022	0.033	0.021	0.032	0.039	0.050	0.051	0.043	0.064	0.044	0.017	0.013	0.129	0.05	0.2
六价铬 mg/L	ND ^②	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	0.05
氰化物 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	0.2
挥发酚 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	0.005
石油类 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	0.05
硫化物 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	0.2
阴离子表面活性剂 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.2	0.2

表 4.4.1-12(续)

采样断面	断面 1	断面 2	断面 3	断面 4	断面 5	断面 6	断面 7	断面 8	断面 9	断面 10	断面 11	断面 12	断面 13	断面 14	II类标准	III类标准
粪大肠菌群个/L	ND	ND	ND	30	ND	ND	150	ND	ND	40	ND	ND	143	ND	2000	10000
悬浮物 mg/L	ND	5	ND	ND	ND	ND	4	6	4	7	ND	6	ND	10	-	-
叶绿素 a mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-
汞 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.00005	0.0001
铜 mg/L	0.0003	0.0001	0.0001	0.0008	0.0002	0.0002	0.0003	0.0007	0.0010	0.0008	0.0001	0.0007	0.0007	0.0013	1	1
锌 mg/L	0.0011	0.0008	ND	0.0251	0.0125	0.0014	ND	ND	0.0166	0.0016	0.0023	0.0023	0.0131	0.0030	1	1
砷 mg/L	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0009	0.0018	0.0037	0.0087	0.0003	0.0098	0.0009	0.0004	0.0003	0.0079	0.05	0.05
镉 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	0.005
铅 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0016	ND	0.01	0.05
硒 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0004	0.01	0.01

①“-”: 暂无该指标的标准;

②“ND”: 未检出。六价铬的检出限是 0.004mg/L, 氰化物的检出限是 0.004mg/L, 挥发酚的检出限是 0.0003mg/L, 石油类的检出限是 0.01mg/L, 硫化物的检出限是 0.005mg/L, 阴离子表面活性剂的检出限是 0.05mg/L, 粪大肠菌群的检出限是 20 个/L, 悬浮物的检出限是 4mg/L, 叶绿素 a 的检出限是 0.04mg/L, 汞的检出限是 0.00004mg/L, 锌的检出限是 0.00067mg/L, 镉的检出限是 0.00005mg/L, 铅的检出限是 0.00009mg/L, 硒的检出限是 0.00041mg/L。

表 4.4.1-13 评价区地表水水质监测结果一览表(2019 年 8 月)

采样断面	断面 1	断面 2	断面 3	断面 4	断面 5	断面 6	断面 7	断面 8	断面 9	断面 10	断面 11	断面 12	断面 13	断面 14	II类标准	III类标准
水温℃	20	19	20	23	23	23	25	24	28	23	25	24	26	26	-	-
pH 无量纲	7.84	8.04	7.90	7.64	7.72	7.60	7.44	7.67	8.13	7.50	7.64	7.68	7.62	7.84	6~9	6~9
溶解氧 mg/L	7.06	7.21	6.96	7.51	7.55	6.59	6.02	6.98	9.28	6.85	7.34	6.86	5.79	7.87	6	5
高锰酸盐指数 mg/L	0.8	1.0	0.8	0.5	0.7	1.6	0.8	2.5	0.8	0.6	0.7	1.8	5.5	2.3	4	6
化学需氧量 mg/L	17.7	10.7	7.0	5.7	14.0	23.7	15.7	16.7	9.0	17.0	13.3	14.7	18.0	10.7	15	20
五日生化需氧量 mg/L	4.0	2.2	1.3	1.7	3.3	4.1	3.8	3.8	1.9	3.8	3.1	2.5	4.1	2.3	3	4
氨氮 mg/L	0.109	0.073	0.102	0.030	0.080	0.203	0.146	0.538	0.072	0.143	0.226	0.054	0.262	0.200	0.5	1
总磷 mg/L	0.23	0.24	0.20	0.22	0.24	0.27	0.27	0.25	0.25	0.27	0.23	0.22	0.22	0.26	0.1	0.2
氟化物 mg/L	0.009	0.009	0.009	ND	ND	0.009	0.024	0.117	0.027	0.041	0.006	0.016	0.065	0.058	0.05	0.2
六价铬 mg/L	0.0012	0.0117	0.0107	0.0080	0.0153	0.0140	0.0213	0.0147	0.0087	0.0283	0.0087	0.0087	0.0160	0.0173	0.05	0.05
氰化物 mg/L	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.005	0.005	0.006	0.007	0.006	0.005	0.004	0.05	0.2
挥发酚 mg/L	0.0034	0.0018	0.0025	0.0026	0.0017	0.0011	0.0017	0.0019	0.0007	0.0028	0.0022	0.0023	0.0036	0.0014	0.002	0.005
石油类 mg/L	0.02	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05
硫化物 mg/L	0.022	0.015	0.032	0.013	ND	0.007	0.014	0.014	0.005	ND	ND	ND	0.018	0.016	0.1	0.2
阴离子表面活性剂 mg/L	ND	0.064	0.073	ND	ND	0.114	ND	0.124	0.071	ND	0.100	ND	0.144	0.120	0.2	0.2

表 4.4.1-13(续)

采样断面	断面 1	断面 2	断面 3	断面 4	断面 5	断面 6	断面 7	断面 8	断面 9	断面 10	断面 11	断面 12	断面 13	断面 14	II类标准	III类标准
粪大肠菌群个/L	2067	1833	1567	1833	600	1100	2733	5433	400	15800	2267	1167	18000	4100	2000	10000
悬浮物 mg/L	18	11	9	5	7	31	25	7	7	29	42	6	15	5	-	-
叶绿素 a mg/L	ND	2	ND	ND	ND	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4	2	-	-
汞 mg/L	ND	ND	0.00005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.00005	0.0001
铜 mg/L	0.00049	0.00036	0.00036	0.00021	0.00030	0.00038	0.00095	0.00057	0.00033	0.00133	0.00068	0.00023	0.00099	0.00095	1	1
锌 mg/L	0.0598	0.0567	0.1206	0.0748	0.0685	0.0688	0.0525	0.0742	0.1544	0.0238	0.0510	0.0034	0.0927	0.1082	1	1
砷 mg/L	0.00033	0.00029	0.00034	0.00028	0.00046	0.00099	0.00447	0.00378	0.00038	0.01853	0.00103	0.00058	0.00251	0.00355	0.05	0.05
镉 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	0.005
铅 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	0.05
硒 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	0.01

表 4.4.1-14 评价区地表水水质监测结果一览表(2022 年 3 月)

采样断面	断面 1	断面 2	断面 3	断面 4	断面 5	断面 6	断面 7	断面 8	断面 9	断面 10	断面 11	断面 12	断面 13	断面 14	II类标准	III类标准
水温℃	18	18	19	20	20	21	21	21	22	22	19	20	20	22	-	-
pH 无量纲	8.03	8.07	7.67	7.73	7.63	7.57	7.23	7.67	7.00	7.27	7.57	7.43	7.57	6.73	6~9	6~9
溶解氧 mg/L	8.23	9.00	8.00	8.76	8.48	6.53	7.70	7.32	9.67	7.32	7.37	6.73	5.91	7.95	6	5
高锰酸盐指数 mg/L	1.8	1.9	2.1	2.0	2.0	1.4	1.7	1.0	1.3	2.6	1.7	1.8	2.1	2.3	4	6
化学需氧量 mg/L	14.3	29.3	13.7	26.3	6.0	32.3	6.0	6.7	4.7	21.3	48.0	6.3	22.3	26.0	15	20
五日生化需氧量 mg/L	3.7	7.9	3.4	7.1	1.5	8.2	1.6	1.7	1.3	4.3	13.2	1.6	5.5	7.0	3	4
氨氮 mg/L	0.103	0.084	0.114	0.059	0.110	0.126	0.168	0.088	0.053	0.095	0.159	0.059	0.059	0.149	0.5	1
总磷 mg/L	0.03	0.05	0.02	ND	0.01	0.07	0.04	ND	ND	0.05	16.27	ND	0.21	0.08	0.1	0.2
氟化物 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	0.2
六价铬 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	0.05
氰化物 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	0.2
挥发酚 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	0.005
石油类 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	0.05
硫化物 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	0.2
阴离子表面活性剂 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.2	0.2

表 4.4.1-14(续)

采样断面	断面 1	断面 2	断面 3	断面 4	断面 5	断面 6	断面 7	断面 8	断面 9	断面 10	断面 11	断面 12	断面 13	断面 14	II类标准	III类标准
粪大肠菌群个/L	297	690	230	263	350	1900	2230	350	ND	1497	2400	263	1130	87	2000	10000
悬浮物 mg/L	102	105	209	71	144	316	155	88	ND	266	269	82	142	205	-	-
叶绿素 a mg/L	2	2	2	ND	3	ND	ND	3	2	ND	2	ND	ND	2	-	-
汞 mg/L	0.00007	0.00007	0.00007	0.00005	0.00010	0.00006	0.00005	0.00009	0.00005	0.00007	0.00005	0.00005	0.00005	ND	0.00005	0.0001
铜 mg/L	0.00036	0.00024	0.00026	0.00045	0.00039	0.00071	0.00121	0.00079	0.00080	0.00349	0.00064	0.00044	0.00033	0.00110	1	1
锌 mg/L	0.0205	0.0226	0.0198	0.0121	0.0191	0.0186	0.0169	0.0245	0.0231	0.0180	0.0216	0.0220	0.0160	0.0241	1	1
砷 mg/L	0.00060	0.00033	0.00037	0.00047	0.00047	0.00110	0.00310	0.00803	ND	0.00773	0.00090	0.00037	0.00040	0.00517	0.05	0.05
镉 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	0.005
铅 mg/L	0.00388	0.00040	0.00386	0.00009	0.00020	0.00014	0.00017	0.00013	0.00016	0.00013	0.00014	0.00057	0.00012	0.00012	0.01	0.05
硒 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	0.01

本次环评委托云南天博环境检测有限公司于 2022 年 7 月 29 日~31 日再次对评价范围内主要地表水体进行了补充监测,监测断面设 11 个,分别为 1#海庆河(库尾), 2#南板河(库尾), 3#小黑江(黄草坝水库坝址), 4#木乃河(西城区污水厂排口下游 2km), 5#思茅河(莲花乡国控断面下游 3km), 6#普洱大河(宁洱县城污水厂排口下游 3km), 7#南梗河(与小黑江汇口上游 500m), 8#帕庄河(与小黑江汇口上游 500m), 9#勐烈河(与小黑江汇口上游 500m), 10#暖里河(与小黑江汇口上游 500m), 11#景南河(与帕庄河汇口上游 500m)。监测因子包括水温、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量(COD)、五日生化需氧量(BOD₅)、氨氮(NH₃-N)、总磷(TP)、总氮(TN)、铜(Cu)、锌(Zn)、氟化物、硒(Se)、砷(As)、汞(Hg)、镉(Cd)、铬(Cr⁶⁺)、铅(Pb)、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、悬浮物、叶绿素、透明度、硫酸盐(SO₄²⁻)、氯化物(Cl⁻)、硝酸盐、铁、锰等 32 项。监测成果见表 4.4.1-15。

根据本期监测数据,水源区和受水区所涉及的地表水体水质均满足或优于水功能区水质标准要求。其中,思茅河在莲花乡国控断面下游 3km 位置采样监测结果显示,思茅河在流出思茅城区后,水质逐渐恢复;受水区其他接纳水体在排污口下游混合过程段之外的河流水质也都满足水质标准要求。由此可以看出,评价区水质污染是局部河段,总体地表水水质情况较好。

表 4.4.1-15 评价区地表水水质监测结果一览表(2022 年 7 月)

监测断面	1#海庆河 (库尾)	2#南板河 (库尾)	3#小黑 江(黄草 坝水库 坝址)	4#木乃 河(西城 区污水 厂排口 下游 2km)	5#思茅 河(莲花 乡国控 断面下 游 3km)	6#普洱 大河(宁 洱县城 污水厂 排口下 游 3km)	7#南梗 河(小黑 江汇口 上游 500m)	8#帕庄 河(小黑 江汇口 上游 500m)	9#勐烈 河(小黑 江汇口 上游 500m)	10#暖 里河(小 黑江汇 口上游 500m)	11#景 南河(帕 庄河汇 口上游 500m)	II类标准	III类 标准
pH 值 无量纲	8.23	7.43	8.33	7.83	8.27	8.10	8.43	7.83	7.70	7.73	8.33	6~9	6~9
水温℃	20.4	22.5	20.9	24.0	24.6	24.7	24.6	23.1	24.7	25.0	23.3	-	-
溶解氧 mg/L	9.0	8.1	8.9	9.1	10.0	8.1	8.4	7.6	12.4	7.4	7.7	6	5
化学需氧量 mg/L	4L	4L	4L	4L	4L	4L	4L	4L	4L	4L	4L	15	20
氨氮 mg/L	0.025L	0.025L	0.038	0.376	0.073	0.045	0.089	0.025L	0.112	0.077	0.025L	0.5	1.0
总磷 mg/L	0.01L	0.01L	0.01L	0.14	0.14	0.10	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.1	0.2
总氮 mg/L	0.61	0.71	0.66	0.76	0.70	0.82	0.90	0.81	0.98	0.62	0.66	0.5	1
五日生化需氧 量 mg/L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	3	4
高锰酸盐指数 mg/L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	0.5L	4	6
悬浮物 mg/L	23	24	43	53	18	23	16	12	53	33	13	-	-
阴离子表面活 性剂 mg/L	0.098	0.067	0.086	0.092	0.137	0.106	0.085	0.101	0.05L	0.099	0.080	0.2	0.2
六价铬 mg/L	0.004L	0.004L	0.007	0.008	0.005	0.006	0.004L	0.004L	0.021	0.010	0.004L	0.05	0.05
挥发酚 mg/L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.002	0.005

表 4.4.1-15(续)

监测断面	1#海庆河 (库尾)	2#南板河 (库尾)	3#小黑 江(黄草 坝水库 坝址)	4#木乃 河(西城 区污水 厂排口 下游 2km)	5#思茅 河(莲花 乡国控 断面下 游 3km)	6#普洱 大河(宁 洱县城 污水厂 排口下 游 3km)	7#南梗 河(小黑 江汇口 上游 500m)	8#帕庄 河(小黑 江汇口 上游 500m)	9#勐烈 河(小黑 江汇口 上游 500m)	10#暖 里河(小 黑江汇 口上游 500m)	11#景 南河(帕 庄河汇 口上游 500m)	II类标准	III类 标准
硫化物 mg/L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.1	0.2
氟化物 mg/L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	1.0	1.0
氰化物 mg/L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.05	0.2
石油类 mg/L	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.04	0.05	0.06	0.05	0.06	0.07	0.05	0.05
硫酸盐 mg/L	58	13	13	-	-	-	-	-	-	-	-	250	250
氯化物 mg/L	10L	10L	10L	-	-	-	-	-	-	-	-	250	250
硝酸盐 mg/L	0.18	0.24	0.09	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10
叶绿素 a mg/L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	-	-
铜 mg/L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	1.0	1.0
锌 mg/L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	1.0	1.0
铅 mg/L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01	0.05
镉 mg/L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.005	0.005
锰 mg/L	0.01L	0.01L	0.01L	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.1

表 4.4.1-15(续)

监测断面	1#海庆河 (库尾)	2#南板河 (库尾)	3#小黑 江(黄草 坝水库 坝址)	4#木乃 河(西城 区污水 厂排口 下游 2km)	5#思茅 河(莲花 乡国控 断面下 游 3km)	6#普洱 大河(宁 洱县城 污水厂 排口下 游 3km)	7#南梗 河(小黑 江汇口 上游 500m)	8#帕庄 河(小黑 江汇口 上游 500m)	9#勐烈 河(小黑 江汇口 上游 500m)	10#暖 里河(小 黑江汇 口上游 500m)	11#景 南河(帕 庄河汇 口上游 500m)	II类标准	III类 标准
砷 mg/L	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.05	0.05
汞 mg/L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.00005	0.0001
硒 mg/L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.01	0.01
铁 mg/L	0.03L	0.03L	0.03L	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3
粪大肠菌群个/L	6400	5267	6000	5533	5833	5533	5367	6200	4667	5767	5467	2000	10000

4.4.2 地下水质量现状评价

本次环评委托云南华测检测认证有限公司于 2019 年 4 月 24 日~25 日对评价区地下水进行了水质监测，设采样点 6 个，监测指标 17 项，该期监测结果见表 4.4.2-1；委托云南天博环境检测有限公司于 2022 年 7 月 29 日~30 日对评价区地下水水质再次进行了补充监测，设采样点 5 个，监测指标 34 项(含八大离子)，当期监测成果见表 4.4.2-2。两期监测结果均显示，评价区地下水水质满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III类标准要求。

表 4.4.2-1 黄草坝水库工程评价区地下水水质现状监测结果(2019 年 4 月)

监测点位	海庆河库尾上游	南板河库尾上游	坝址	种质资源保护区上边界	灌区 1	灌区 2	III类标准
pH	8.3	6.5	7.5	6.7	7.2	8.1	6.5~8.5
氨氮 mg/L	0.06	0.03	0.04	0.07	0.09	0.07	0.50
氟化物 mg/L	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	1.0
氯化物 mg/L	0.93	1.05	0.94	1.83	0.98	0.89	250
硝酸盐 mg/L	0.06	0.13	0.08	0.10	-	0.04	20.0
硫酸盐 mg/L	0.31	0.69	0.53	1.75	7.01	0.58	250
挥发性酚类 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002
氰化物 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05
铬(六价) mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05
总硬度 mg/L	96	40	22	27	41	43	450
溶解性总固体 mg/L	122	52	78	54	118	71	1000
耗氧量 mg/L	1.5	1.1	1.4	1.3	1.5	2.1	3.0
粪大肠菌群 个/L	190	220	35	ND	ND	16000	-
砷 mg/L	ND	0.0002	0.0002	0.0005	0.0004	0.0004	0.01
镉 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005
铅 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01
汞 mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001

表 4.4.2-2 黄草坝水库工程评价区地下水水质现状监测结果(2022 年 7 月)

检测项目	1#黄草坝村水井	2#库周泉水	3#黄草坝水库坝址泉水井	4#景南村水井	5#西萨村水井	III类标准值
pH	8.35	7.65	8.2	7.75	7.4	6.5~8.5
氨氮 mg/L	0.025L	0.041	0.025L	0.2465	0.025L	0.50
溶解性总固体 mg/L	294.5	258	300	333	491	1000
总硬度 mg/L	16	24	26	57	102	450
阴离子表面活性剂 mg/L	0.05L	0.115	0.056	0.069	0.05L	0.3
铬(六价) mg/L	0.004L	0.007	0.004L	0.012	0.004L	0.05
硫酸盐 mg/L	8L	34.5	26.5	24.5	45.5	250
挥发性酚类 mg/L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.002
氟化物 mg/L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	1.0
氰化物 mg/L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.05
硝酸盐氮 mg/L	0.13	0.08L	0.15	0.41	0.36	20.0
亚硝酸盐氮 mg/L	0.003L	0.003L	0.003L	0.0385	0.003L	1.00
氯化物 mg/L	61	37.5	61.5	71.5	146.5	250
耗氧量 mg/L	0.62	0.64	0.72	0.78	0.89	3.0
铁 mg/L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	0.3
锰 mg/L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.10
铜 mg/L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	1.00
锌 mg/L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	1.00
汞 mg/L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	0.001
砷 mg/L	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.3L	0.01
硒 mg/L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.4L	0.01
镉 mg/L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.005
铅 mg/L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01
菌落总数 CFU/mL	60.5	60	66.5	81.5	72	100
总大肠菌群 MPN/L	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	3.0

表 4.4.2-2(续)

检测项目	1#黄草坝村水井	2#库周泉水	3#黄草坝水库坝址泉水井	4#景南村水井	5#西萨村水井	III类标准值
*K ⁺ mg/L	0.14	0.11	0.31	0.34	1.99	-
*Na ⁺ mg/L	1.93	5.99	4.18	5.46	8.64	-
*Ca ²⁺ mg/L	8.22	15.55	18.05	38.30	82.05	-
*Mg ²⁺ mg/L	3.71	2.66	4.53	7.25	6.98	-
*CO ₃ ²⁻ mg/L	5L	5L	5L	5L	5L	-
*HCO ₃ ⁻ mg/L	52	67	89.5	171.5	285.5	-
*Cl ⁻ mg/L	0.30	0.87	0.85	3.80	9.33	-
*SO ₄ ²⁻ mg/L	2.44	12.30	11.90	0.74	12.90	-

4.4.3 环境空气质量现状评价

4.4.3.1 区域环境空气质量现状

采用生态环境部环境工程评估中心发布的环境空气质量模型技术支持服务系统(<http://data.lem.org.cn/eamds/apply/tostepone.html>)进行达标区判定,判定结果为达标区。判定结果详情如表4.4.3-1所示。

表 4.4.3-1 工程所在地区环境空气质量达标区判定表

类型	省份	市	年份	国控点数量	判定结果 ^①
达标区判定	云南	普洱市	2020	2	达标区

①普洱市2020年SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}年均浓度分别为5ug/m³、15ug/m³、34ug/m³、22ug/m³; CO 24小时平均第95百分位数为0.8mg/m³, O₃日最大8小时平均第90百分位数为136ug/m³; 各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准限值。

4.4.3.2 评价区环境空气质量

本次环评委托云南华测检测认证有限公司于2019年4月23日~29日对评价区进行了环境空气质量现状监测,设监测点位3个,监测指标2个,当期监测结果见表4.4.3-2;委托云南天博环境检测有限公司于2022年7月29日~8月5日对评价区环境空气质量再次进行了补充监测,设监测点位4个,监测指标4个,当期监测结果见表4.4.3-3。两期监测结果均显示,评价区环境空气质量达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准要求。

表 4.4.3-2 黄草坝水库工程评价区环境空气质量监测结果(2019 年 4 月)

检测点位置	检测时间	日平均浓度(mg/m ³)	
		总悬浮颗粒物(TSP)	氮氧化物(NO ₂ 计)
监测大气 1 坝址	2019.04.23	0.069	<0.015
	2019.04.24	0.062	<0.015
	2019.04.25	0.081	<0.015
	2019.04.26	0.080	<0.015
	2019.04.27	0.066	<0.015
	2019.04.28	0.074	<0.015
	2019.04.29	0.044	<0.015
	最大值	0.081	<0.015
监测大气 2 谦岗村	2019.04.23	0.073	<0.015
	2019.04.24	0.085	<0.015
	2019.04.25	0.096	<0.015
	2019.04.26	0.098	<0.015
	2019.04.27	0.140	<0.015
	2019.04.28	0.102	<0.015
	2019.04.29	0.060	<0.015
	最大值	0.140	<0.015
监测大气 3 宁洱	2019.04.23	0.117	<0.015
	2019.04.24	0.150	<0.015
	2019.04.25	0.107	<0.015
	2019.04.26	0.160	<0.015
	2019.04.27	0.126	<0.015
	2019.04.28	0.215	<0.015
	2019.04.29	0.140	<0.015
	最大值	0.215	<0.015
二级标准		0.3	0.08

表 4.4.3-2 黄草坝水库工程评价区环境空气质量监测结果(2022 年 7 月)

检测 点 位	日期	监测值				标准值(二级)			
		NO ₂ mg/m ³	SO ₂ mg/m ³	PM ₁₀ μg/m ³	TSP μg/m ³	NO ₂ mg/m ³	SO ₂ mg/m ³	PM ₁₀ μg/m ³	TSP μg/m ³
1# 黄 草 坝 水 库 坝 址	2022/7/29~ 2022/7/30	0.004	0.009	26	88	0.08	0.15	150	300
	2022/7/30~ 2022/7/31	0.005	0.01	28	87	0.08	0.15	150	300
	2022/7/31~ 2022/8/1	0.006	0.008	26	83	0.08	0.15	150	300
	2022/8/1~ 2022/8/2	0.005	0.009	24	85	0.08	0.15	150	300
	2022/8/2~ 2022/8/3	0.005	0.01	25	83	0.08	0.15	150	300
	2022/8/3~ 2022/8/4	0.005	0.009	27	81	0.08	0.15	150	300
	2022/8/4~ 2022/8/5	0.004	0.01	28	79	0.08	0.15	150	300
2# 谦 岗 村	2022/7/29~ 2022/7/30	0.004	0.008	42	91	0.08	0.15	150	300
	2022/7/30~ 2022/7/31	0.003	0.007	44	93	0.08	0.15	150	300
	2022/7/31~ 2022/8/1	0.004	0.008	47	94	0.08	0.15	150	300
	2022/8/1~ 2022/8/2	0.004	0.008	48	90	0.08	0.15	150	300
	2022/8/2~ 2022/8/3	0.004	0.008	45	92	0.08	0.15	150	300
	2022/8/3~ 2022/8/4	0.004	0.007	46	95	0.08	0.15	150	300
	2022/8/4~ 2022/8/5	0.004	0.007	41	96	0.08	0.15	150	300
3# 东 洱 河 水 库	2022/7/29~ 2022/7/30	0.005	0.008	31	78	0.08	0.15	150	300
	2022/7/30~ 2022/7/31	0.004	0.008	30	77	0.08	0.15	150	300
	2022/7/31~ 2022/8/1	0.004	0.008	31	75	0.08	0.15	150	300
	2022/8/1~ 2022/8/2	0.005	0.009	32	81	0.08	0.15	150	300
	2022/8/2~ 2022/8/3	0.004	0.007	33	80	0.08	0.15	150	300
	2022/8/3~ 2022/8/4	0.004	0.008	35	78	0.08	0.15	150	300
	2022/8/4~ 2022/8/5	0.004	0.008	36	82	0.08	0.15	150	300

表 4.4.3-2(续)

检测 点 位	日期	监测值				标准值(二级)			
		NO ₂ mg/m ³	SO ₂ mg/m ³	PM ₁₀ μg/m ³	TSP μg/m ³	NO ₂ mg/m ³	SO ₂ mg/m ³	PM ₁₀ μg/m ³	TSP μg/m ³
4# 莲 花 村	2022/7/29~ 2022/7/30	0.009	0.008	40	96	0.08	0.15	150	300
	2022/7/30~ 2022/7/31	0.008	0.008	42	98	0.08	0.15	150	300
	2022/7/31~ 2022/8/1	0.008	0.009	43	97	0.08	0.15	150	300
	2022/8/1~ 2022/8/2	0.009	0.008	44	95	0.08	0.15	150	300
	2022/8/2~ 2022/8/3	0.008	0.009	46	99	0.08	0.15	150	300
	2022/8/3~ 2022/8/4	0.009	0.008	47	95	0.08	0.15	150	300
	2022/8/4~ 2022/8/5	0.008	0.008	49	97	0.08	0.15	150	300

4.4.4 声环境质量现状评价

本次环评委托云南华测检测认证有限公司于 2019 年 4 月 26 日~27 日对评价区进行了声环境质量监测,设监测点位 10 个,测昼夜噪声值,当期监测结果见表 4.4.4-1;委托云南天博环境检测有限公司于 2022 年 8 月 2 日~3 日对评价区声环境质量再次进行了补充监测,设监测点位 11 个,测昼夜噪声值,当期监测结果见表 4.4.4-2。两期监测结果均显示,除 2019 年监测期个别时间段偶发超标,评价区现状监测点声环境质量总体满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准要求。

表 4.4.4-1 黄草坝水库工程评价区声环境质量现状监测结果(2019 年 4 月)

监测点位	监测时段	2019.04.26	2019.04.27	标准值(一类)
监测点 1 坝址	昼间	48.1	48.5	55
	夜间	44.5	42.6	45
监测点 2 施工工厂西南侧居民	昼间	52.7	54	55
	夜间	42.8	44.5	45
监测点 3 翁安村	昼间	52.4	54.9	55
	夜间	43	45.8	45
监测点 4 正兴镇	昼间	56.1	54	55
	夜间	41.8	43.8	45

表 4.4.4-1(续)

监测点位	监测时段	2019.04.26	2019.04.27	标准值(一类)
监测点 5 拦马河	昼间	56.6	55.3	55
	夜间	44.8	45.9	45
监测点 6 谦岗泵站东北侧居民	昼间	55.3	54.5	55
	夜间	43.8	43.2	45
监测点 7 宁洱头塘	昼间	56.4	52.6	55
	夜间	43.9	45	45
监测点 8 宁洱曼达	昼间	54.1	53.2	55
	夜间	43	45.1	45
监测点 9 宁洱太达	昼间	54.7	52.3	55
	夜间	45.6	43.4	45
监测点 10 宁洱老黄寨	昼间	54	53.1	55
	夜间	43.5	42.9	45

表 4.4.4-2 黄草坝水库工程评价区声环境质量现状监测结果(2022 年 8 月)

监测点位	监测时段	2022.8.2	2022.8.3	标准值(一类)
1#黄草坝水库坝址	昼间(10:07~10:17)	45.1	45.7	55
	夜间(22:01~22:11)	44	43.5	45
2#进场道路附近居民点	昼间(10:51~11:01)	46	44.4	55
	夜间(22:48~22:58)	39.9	41	45
3#勐乃村	昼间(11:38~11:48)	45.8	46.3	55
	夜间(23:40~23:50)	42.7	40	45
4#帕庄村	昼间(13:10~13:20)	46.3	46.6	55
	夜间(00:26~00:36)	43.5	41.5	45
5#正兴镇	昼间(14:03~14:13)	47.7	47.1	55
	夜间(01:17~01:27)	40.8	40	45

表 4.4.4-2(续)

监测点位	监测时段	2022.8.2	2022.8.3	标准值(一类)
6#西萨村	昼间(09:27~09:37)	45.2	47.5	55
	夜间(22:03~22:13)	41.6	42.4	45
7#谦岗村	昼间(10:12~10:22)	46.6	45.7	55
	夜间(22:46~22:56)	42.7	42.9	45
8#东洱河水库	昼间(10:57~11:07)	45.9	46.2	55
	夜间(23:45~23:55)	41.9	42	45
9#太达村	昼间(11:34~11:44)	45.3	45.8	55
	夜间(00:25~00:35)	40.7	40.2	45
10#莲花村	昼间(14:22~14:32)	45.5	46.5	55
	夜间(01:40~01:50)	40.2	42.4	45
11#那贺水库	昼间(15:25~15:35)	46.1	46.8	55
	夜间(02:37~02:47)	40.4	41.2	45

4.4.5 土壤环境质量现状评价

本次环评委托云南华测检测认证有限公司于 2019 年 4 月 26 日对评价区进行了土壤质量采样监测，设 5 个采样点位，检测 21 项指标，当期监测结果见表 4.4.5-1；委托云南天博环境检测有限公司于 2022 年 8 月 1 日对评价区土壤质量再次进行了补充监测，设采样点位 7 个，其中 3 个点位按建设用地标准检测 47 项指标，4 个点位按农用地标准检测 12 项指标，当期监测结果见表 4.4.5-2~3。

2019 年监测结果显示，海庆河库尾、南板河库尾和坝址处现状监测值均达到《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第二类用地筛选值标准；灌区退水区耕地 1 和灌区退水区耕地 2 现状监测值均达到《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)筛选值标准。

2022 年监测结果显示，枢纽工程区和输水工程区的 3 个工程占地点位土壤质量满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第二类用地筛选值标准；工程占地范围外的 4 个点位土壤质量满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)筛选值标准。

表 4.4.5-1 黄草坝水库工程评价区土壤环境质量监测结果(2019 年 7 月)

检测项目	检测点位置					建设用地标准	农用地标准	
	海庆河库尾	南板河库尾	坝址	灌区退水区耕地 1	灌区退水区耕地 2			
pH	5.11	5.21	5.24	5.06	5.88	-	pH≤5.5	5.5< pH≤6.5
砷 mg/kg	9.62	7.36	8.74	20.5	19.4	60	40	40
汞 mg/kg	0.17	0.186	0.126	0.217	0.087	38	1.3	1.8
镉 mg/kg	0.05	0.02	0.38	0.23	0.1	65	0.3	0.3
铅 mg/kg	23.5	8.11	26	16.9	21.8	800	70	90
铜 mg/kg	34.4	5.84	35.6	69.4	23.5	18000	50	50
锌 mg/kg	46.2	33.5	44	51.7	90.2	-	200	200
铬 mg/kg	97.6	94.4	93.6	45.4	65.3	-	-	-
镍 mg/kg	12.4	16	12.3	12.7	20.3	900	-	-
α-六六六 mg/kg	1.9×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻⁵	2.4×10 ⁻⁴	7.1×10 ⁻⁵	7.5×10 ⁻⁴	0.3	-	-
γ-六六六 mg/kg	6.0×10 ⁻⁵	6.0×10 ⁻⁵	6.0×10 ⁻⁵	6.0×10 ⁻⁵	6.0×10 ⁻⁵	1.9	-	-
β-六六六 mg/kg	2.9×10 ⁻⁴	3.8×10 ⁻⁴	2.2×10 ⁻⁴	1.7×10 ⁻⁴	2.3×10 ⁻⁴	0.92	-	-
δ-六六六 mg/kg	2.3×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻⁵	2.2×10 ⁻⁴	2.6×10 ⁻⁴	2.2×10 ⁻⁴	-	-	-
六六六总量 mg/kg	1.6×10 ⁻³	4.6×10 ⁻⁴	6.8×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻⁴	3.0×10 ⁻³	-	0.1	0.1
o, p'-DDE mg/kg	6.3×10 ⁻⁴	1.5×10 ⁻⁴	2.1×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻⁵	8.9×10 ⁻⁵	-	-	-
p, p'-DDE mg/kg	1.3×10 ⁻⁴	1.4×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻⁵	1.8×10 ⁻⁴	1.7×10 ⁻⁴	7	-	-
o, p'-DDD mg/kg	1.5×10 ⁻⁴	2.5×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻⁵	6.0×10 ⁻⁵	6.0×10 ⁻⁵	-	-	-
o, p'-DDT mg/kg	2.0×10 ⁻⁴	9.0×10 ⁻⁵	2.3×10 ⁻⁴	9.0×10 ⁻⁵	9.0×10 ⁻⁵	-	-	-
p, p'-DDD mg/kg	7.9×10 ⁻⁵	6.0×10 ⁻⁵	1.5×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻⁵	2.0×10 ⁻⁴	7.1	-	-
p, p'-DDT mg/kg	6.0×10 ⁻⁵	1.5×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻⁵	4.5×10 ⁻⁴	1.9×10 ⁻⁴	-	-	-
滴滴涕总量 mg/kg	1.2×10 ⁻³	8.0×10 ⁻⁴	7.4×10 ⁻⁴	6.3×10 ⁻⁴	6.6×10 ⁻⁴	-	0.1	0.1
达标评价	达标	达标	达标	达标	达标	-	-	-

表 4.4.5-2 黄草坝水库工程评价区土壤环境质量监测结果(2022 年 8 月)

检测项目	1#黄草坝水库坝址	2#枢纽工程弃渣场(石料场)	3#谦岗泵站站址	单位	标准值(第二类)
pH 值	8.2	6.6	6.5	无量纲	-
含盐量	16.4	12.7	20.6	g/kg	-
砷	8.75	15.3	10.4	mg/kg	60
镉	0.01L	0.01L	0.01L	mg/kg	65
六价铬	0.5L	0.5L	0.5L	mg/kg	5.7
铜	14	17	26	mg/kg	18000
铅	0.1L	0.1L	0.1L	mg/kg	800
汞	0.31	0.189	0.331	mg/kg	38
镍	68	63	58	mg/kg	900
四氯化碳	1.3L	1.3L	1.3L	μg/kg	2.8
氯仿	1.1L	1.1L	1.1L	μg/kg	0.9
氯甲烷	1.0L	1.0L	1.0L	μg/kg	37
1, 1-二氯乙烷	1.2L	1.2L	1.2L	μg/kg	9
1, 1-二氯乙烯	1.0L	1.0L	1.0L	μg/kg	66
顺式-1, 2-二氯乙烯	1.3L	1.3L	1.3L	μg/kg	596
1, 2-二氯乙烷	1.3L	1.3L	1.3L	μg/kg	5
反式-1, 2-二氯乙烯	1.4L	1.4L	1.4L	μg/kg	54
二氯甲烷	1.5L	1.5L	1.5L	μg/kg	616
1, 2-二氯丙烷	1.1L	1.1L	1.1L	μg/kg	5
1, 1, 1, 2-四氯乙烷	1.2L	1.2L	1.2L	μg/kg	10
1, 1, 2, 2-四氯乙烷	1.2L	2	1.2L	μg/kg	6.8
四氯乙烯	1.4L	1.6	1.4L	μg/kg	53
1, 1, 1-三氯乙烷	1.3L	1.3L	1.3L	μg/kg	840
1, 1, 2-三氯乙烷	1.2L	1.2L	1.2L	μg/kg	2.8
三氯乙烯	1.2L	1.2L	1.2L	μg/kg	2.8

表 4.4.5-2(续)

检测项目	1#黄草坝水库坝址	2#枢纽工程弃渣场(石料场)	3#谦岗泵站站址	单位	标准值(第二类)
1, 2, 3-三氯丙烷	1.2L	1.2L	1.2L	μg/kg	0.5
氯乙烯	1.0L	1.0L	1.0L	μg/kg	0.43
苯	1.9L	1.9L	1.9L	μg/kg	4
氯苯	1.2L	1.2L	1.2L	μg/kg	270
1, 2-二氯苯	1.5L	1.5L	1.5L	μg/kg	560
1, 4-二氯苯	1.5L	1.5L	1.5L	μg/kg	20
乙苯	1.2L	1.2L	1.2L	μg/kg	28
苯乙烯	1.1L	1.1L	1.1L	μg/kg	1290
甲苯	1.3L	1.3L	1.3L	μg/kg	1200
间, 对-二甲苯	1.2L	1.2L	1.2L	μg/kg	570
邻-二甲苯	1.2L	1.2L	1.2L	μg/kg	640
硝基苯	0.09L	0.09L	0.09L	mg/kg	76
苯胺	0.017L	0.017L	0.017L	mg/kg	260
2-氯酚	0.06L	0.06L	0.06L	mg/kg	2256
苯并[a]蒽	0.1L	0.1L	0.1L	mg/kg	15
苯并[a]芘	0.1L	0.1L	0.1L	mg/kg	1.5
苯并[b]荧蒽	0.2L	0.2L	0.2L	mg/kg	15
苯并[k]荧蒽	0.1L	0.1L	0.1L	mg/kg	151
蒽	0.1L	0.1L	0.1L	mg/kg	1293
二苯并[a, h]蒽	0.1L	0.1L	0.1L	mg/kg	1.5
茚并[1, 2, 3-cd]芘	0.1L	0.1L	0.1L	mg/kg	15
萘	0.09L	0.09L	0.09L	mg/kg	70

表 4.4.5-3 黄草坝水库工程评价区土壤环境质量监测结果(2022 年 8 月)

检测项目	4#水库 库尾以上 林地	5#勐 乃村 耕地	6#景 南村 耕地	7#西 萨村 耕地	单位	风险筛选值		
						pH≤5.5	5.5< pH≤6.5	6.5< pH≤7.5
pH 值	6.6	6	5.1	5	无量纲	-	-	-
含盐量	10	14.4	7.8	13.6	g/kg	-	-	-
砷	19	24.5	19.4	22.4	mg/kg	40	40	30
镉	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	mg/kg	0.3	0.3	0.3
铬	44	102	113	114	mg/kg	150	150	200
铜	76	39	57	66	mg/kg	50	50	100
铅	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	mg/kg	70	90	120
汞	0.632	0.627	0.839	0.105	mg/kg	1.3	1.8	2.4
镍	46	43	36	32	mg/kg	60	70	100
锌	102	85.7	105	125	mg/kg	200	200	250
六 六 六	α-六六六	0.07L	0.07L	0.07L	0.07L	mg/kg	0.10	0.10
	β-六六六	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	mg/kg		
	γ-六六六	0.06L	0.06L	0.06L	0.06L	mg/kg		
	δ-六六六	0.10L	0.10L	0.10L	0.10L	mg/kg		
滴 滴 涕	p, p'-DDE	0.04L	0.04L	0.04L	0.04L	mg/kg	0.10	0.10
	p, p'-DDD	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	mg/kg		
	o, p'-DDT	0.08L	0.08L	0.08L	0.08L	mg/kg		
	p, p'-DDT	0.09L	0.09L	0.09L	0.09L	mg/kg		

4.5 评价区存在的主要环境问题

a) 生态环境问题

1) 河谷区自然植被遭到不同程度的破坏

由于小黑江两岸居民垦荒，薪柴消耗依赖对树木的砍伐，破坏了当地原生植被。居民相对集中的地区，多为人工植被和稀树灌木草丛，森林覆盖率相对较低；居民相对分散或没有居民分布的地区，有半常绿季雨林、季风常绿阔叶林和思茅松林存在，

森林覆盖率相对较高，生态环境质量也相对较好。

2) 局部水土流失

工程区在局部区域存在轻度和中度侵蚀。在乡间公路沿线以及冲沟局部地区，易形成塌方等灾害。从总体上来看，威远江流域水土流失以轻度流失为主，但随着社会经济发展，流域内大面积的山地丘陵可能开发为经济林或者建设用地，加上山高坡陡、降雨强度大等自然因素的影响，造成生态环境脆弱，存在水土流失加剧的可能。

3) 局部河流生态环境问题逐渐凸显

全市大江大河主要控制断面河道内生态环境用水基本可以满足。但是局部河段以及主要河流支流生态环境用水保障程度不高：一方面这些河流上的水库大多建库时间较早，未考虑下泄生态流量；另一方面，随着近年来城市的快速发展，城市供水压力加大，挤占生态用水状况更加严重，枯水期河道内生态环境用水破坏严重，多造成河流断流，生态环境问题突出。

b) 水环境问题

1) 水环境质量有待改善

流域境内大多数河流水质尚好，少数河流被污染，主要为流经思茅城区的河流，其中局部河段污染严重。总体而言，支流污染比干流严重，有机污染突出。

思茅河干流全长 57.5km，流域面积 293km²，上游为信房河，源头为信房水库，自上游到下游汇入的支流为曼连河、老杨箐河、洗马河、石龙河、石屏河等 5 条支流。思茅河自信房水库至曼连河汇入前，水质良好，但曼连河汇入后，水质开始变差。整条思茅河污染源来主要来自上游几条支流，其中以曼连河污染最为严重，其次为洗马河，再为老杨箐河。

2) 污水处理系统尚不完善

(1) 市政主干系统存在建设覆盖空白区

普洱市中心城区截流式合流制，排水管网分流与合流制管线共存，北部新区为雨污分流制。但是老城区个别路段仍然存在污水管网建设空白区，城中村、城乡结合部仍有较多的村庄污水没有接入市政管网，市政主干系统建设的空白区导致区域内的污水不能收集至污水处理厂处理，污水管网建设空白区内仍有大量的污水排入。

经过后期一系列污水管网工程的实施，普洱市老城区大部分的主干道均新建了污水管网系统，但是部分道路仍然没有建设污水管道，导致污水管网系统不完善。

(2) 老城区合流制溢流污染仍较严重

老城区主要为截流式合流制，现状排水体制较混乱，目前只有在 2000 年后新建道路上布置了分流制的雨、污水管，其余老城区均为合流制。老城区的主要污染源为医院、学校、居民小区及企事业单位等，产生的生产生活污水及雨水均顺地势排入现有合流管渠中。虽然近年实施了普洱市中心城区沿河两岸入河排污口改造工程，但是雨季时仍有大量的污水溢流至老城区内的曼连河、农场河、洗马河、旧货市场河等，最终排入思茅河，影响的河道水体水质。

(3) 河道截污不彻底

老城区内的曼连河、老杨箐河、农场河、洗马河等支流河道现状大多采用“挂管+末端截污”的收集污水。截污管(挂管)虽在一定程度上缓解了河道的污染，但是作为河道临截污工程，截污不彻底，常有污水外溢流进入河道，尤其是雨季，加剧对河道及思茅河及其支流水环境的污染。

3) 农业面源污染依然严重

流域内农业快速发展，特色经济作物种植面积较广，且河流、水库等水体沿岸存在耕种现象，导致农药化肥、农田固废直接进入水体，对流域内水体造成的面源污染仍较为严重。

5 环境影响预测与评价

5.1 水资源配置的影响分析

5.1.1 现状年水资源配置

a) 水资源总量

普洱全市多年平均自产水资源量为 311.08 亿 m^3 ；境内水资源总量达 311.08 亿 m^3 (包括地下水资源总量 122.5 亿 m^3)，其中威远江水系 49.0 亿 m^3 。黄草坝水库工程受水区思茅区和宁洱县水资源量分别为 27.33 亿 m^3 和 23.04 亿 m^3 。2018 年全市人均水资源量 1.16 万 m^3 ，均高于全国平均水平。受水区普洱城区和宁洱县城均位于地势平坦、开阔地区，水资源量相对较少，而受水区人口较多，人均水资源量分别为 0.42 万 m^3 和 0.24 万 m^3 。

表 5.1.1-1 普洱市水资源总量成果表

区域		降雨量 (mm)	地表水资源量 (亿 m^3)	地下水资源量 (亿 m^3)	水资源总量 (亿 m^3)	人均水资源量 (万 m^3 /人)
普洱市		1570	311.1	122.5	311.1	1.16
威远江		1340	49.0	22.5	49.0	0.85
思茅区		1548	27.33	9.51	27.33	0.86
宁洱县		1457	23.04	7.96	23.04	1.19
景谷县		1426	44.16	19.7	43.89	1.40
受水区	普洱城区	1492	10.74	4.23	10.74	0.42
	宁洱县城	1464	1.54	0.31	1.54	0.24

b) 用水量

2018年，普洱市两县一区河道外用水量与供水量持平，为4.06亿 m^3 。其中，农业用水量合计2.76亿 m^3 ，占总用水量的68.1%；工业用水量合计0.62亿 m^3 ，占总用水量的15.3%；城镇生活用水量合计0.62亿 m^3 ，占总用水量的15.3%；生态环境用水量合计0.05亿 m^3 ，占总用水量的1.3%。

普洱市全市2018年河道外用水量11.69亿 m^3 ，与2030年用水总量指标15.14亿 m^3 相比，用水总量指标富余3.45亿 m^3 。其中，两县一区2018年河道外用水量为4.06亿 m^3 ，

未超2030年用水总量指标5.04亿 m^3 ，用水总量指标富余0.98亿 m^3 。

表 5.1.1-2 普洱市各区县 2018 年用水量表

单位：亿 m^3

行政区	农业灌溉	工业生产	城镇生活	生态	2018 年用水量	2030 年用水总量指标	富余总量指标
思茅区	4296	2058	3291	308	9953	11398	2121
宁洱县	6890	1086	1754	186	9916	13590	3798
景谷县	16440	3060	1163	37	20700	25384	3594
受水区	普洱城区	-	1866	2399	218	4483	-
	宁洱县城	-	814	542	135	1491	-

c) 供水量

2018 年，思茅区、宁洱县和景谷县总供水量 40569 万 m^3 ，其中思茅区供水量 9953 万 m^3 ，宁洱县供水量 9916 万 m^3 ，景谷县供水量 20700 万 m^3 。其中蓄水工程供水量 20483 万 m^3 ，引提水工程供水量 19163 万 m^3 ，地下水供水量 923 万 m^3 。宁洱县蓄水工程较少，大部分用水由引提水工程提供。两县一区现状供水水库开发利用率均较高，多在 40%~88%之间。

表 5.1.1-3 普洱市两县一区行政分区供水量表

单位：万 m^3

行政区	地表水				地下水	合计
	蓄水工程			引提水工程		
	水库	塘坝	小计			
思茅区	5575	428	6003	3605	345	9953
宁洱县	1713	335	2048	7412	456	9916
景谷县	12127	305	12432	8146	122	20700
合计	19415	1068	20483	19163	923	40569

d) 水资源开发利用程度

2018 年，普洱市全市自产水资源量 303.5 亿 m^3 ，多年平均水资源量是 311.1 亿 m^3 ，河道外用水量是 11.70 亿 m^3 ，全市水资源利用率 3.8%。其中思茅区和宁洱县的开发利用率分别为 4.0%和 4.4%，而黄草坝水库工程受水区普洱城区和宁洱县城由于用水量较大，开发利用率较高，分别为 5.9%和 12.1%。

表 5.1.1-4 普洱市各行政分区水资源利用率 单位：%

行政区		开发利用率
普洱市	思茅	4.0
	宁洱	4.4
	景谷	5.7
	普洱市	3.8
受水区	普洱城区	5.9
	宁洱县城	12.1

5.1.2 设计水平年水资源配置

a) 需水量

2030 年，思茅区和宁洱县用水量分别为 11162 万 m³ 和 8997 万 m³；2035 年，思茅区和宁洱县用水量分别为 12117 万 m³ 和 9346 万 m³。受水区 2030 年、2035 年各行业用水量与 2018 年用水量对比见表 5.1.2-1。

 表 5.1.2-1 2030 年、2035 年各行业用水量表 单位：万 m³

行政区	水平年	农业灌溉	工业生产	城镇生活	生态	合计	用水总量控制指标
思茅区	2018	4296	2058	3291	308	9953	12898
	2030	3280	2700	4568	613	11162	
	较 2018 年	-1016	642	1277	305	1209	
	2035	3028	3140	5337	613	12117	
	较 2018 年	-1268	1082	2046	305	2164	
宁洱县	2018	6890	1086	1754	186	9916	13290
	2030	5742	1267	1797	191	8997	
	较 2018 年	-1148	181	43	5	-919	
	2035	5742	1504	1909	191	9346	
	较 2018 年	-1148	418	155	5	-570	
合计	2018	11186	3144	5045	494	19869	26188
	2030	9022	3967	6365	804	20159	
	较 2018 年	-2164	823	1320	310	290	
	2035	8770	4644	7246	804	21463	
	较 2018 年	-2416	1500	2201	310	1594	

2030 年、2035 年，受水区农业灌溉用水较 2018 年减少 2164 万 m^3 、2416 万 m^3 ，工业生产用水增加 823 万 m^3 、1500 万 m^3 ，城镇生活用水增加 1320 万 m^3 、2201 万 m^3 ，生态用水增加 310 万 m^3 、310 万 m^3 。总的用水量 2030 年较 2018 年增加 290 万 m^3 ，增加比例 1.5%，2035 年较 2018 年增加 1594 万 m^3 ，增加比例 8.0%。

b) 供水量

设计水平年，受水区思茅区供水工程包括箐门口水库、信房水库、大箐河水库、木乃河水库、洗马河水库、大寨水库、小(2)型水库、地下水井、大中河调水工程、再生水利用工程。设计水平年，大中河调水工程及当地各水库均需按要求考虑下泄生态流量，在此原则下，思茅区供水工程多年平均可供水量为 5668 万 m^3 ，95%保证率年份可供水量为 5529 万 m^3 ，85%保证率年份可供水量为 5720 万 m^3 。考虑地下水和再生水后，思茅区设计水平年多年平均可供水量为 6551 万 m^3 ，95%保证率年份可供水量为 6413 万 m^3 ，85%保证率年份可供水量为 6404 万 m^3 。

设计水平年，受水区宁洱县供水工程主要为现有水库，包括松山水库、泡木果箐水库、大河边水库。设计水平年，当地各水库均需按要求考虑下泄生态流量，在此原则下，宁洱县供水工程多年平均可供水量 564 万 m^3 ，95%保证率年份可供水量为 546 万 m^3 ，85%保证率年份可供水量为 571 万 m^3 。考虑再生水后，宁洱县供水工程多年平均可供水量 845 万 m^3 ，95%保证率年份可供水量为 827 万 m^3 ，85%保证率年份可供水量为 852 万 m^3 。

表 5.1.2-2 设计水平年供水量、退还水量情况表 单位：万 m^3

行政区	供水工程			现状年	基准年	设计水平年	备注
思茅区	地表水	蓄水工程	箐门口水库	1185	357	360	
			信房水库	1085	861	834	
			大箐河水库	220	175	168	
			木乃河水库	176	181	180	
			洗马河水库	556	295	295	
			大寨水库	196	158	150	
			大中河调水	-	-	3135	2017 年 在建，2019 年 开始供水
			小二型水库	325	244	210	
			梅子湖水库	-	-	-	备用水源
		小计	3743	2270	5333		
		引提水工程		450	169	-	供水保证率低，2009 年和 2019 年 枯水期均不能取水

表 5.1.2-2(续)

行政区	供水工程		现状年	基准年	设计水平年	备注	
	地下水		290	100	100		
	再生水		-	-	783		
	供水量(万 m³)		4483	2539	6216		
	退还水量 (万 m³)	引提水退水量	-	281	-		
		地下水退水量	-	190	-		
		水库退生态水量	-	1091	-		
		水库挤占农业水量	-	382	-		
合计		-	1944	-			
宁洱县	地表水	蓄水工程	大河边水库	476	335	315	
			泡木果箐水库	105	87	82	
			松山水库	155	115	105	
		引水工程		490	175	-	供水保证率低， 2009年和2019年枯 水期均不能取水
	地下水		265	-	-	宁洱县无地下水开 发利用区	
	再生水		-	-	281		
	供水量(万 m³)		1491	712	783		
	退还水量 (万 m³)	引提水退水量	-	315	-		
		地下水退水量	-	265	-		
		水库退生态水量	-	143	-		
		水库挤占农业水量	-	56	-		
		合计	-	779	-		
	合计	供水量(万 m³)		5974	3251	6999	
较 2018 年		-	-2723	1025			
退还水量(万 m³)		-	2723	-			

设计水平年，黄草坝建库前，受水区可供水量较 2018 年减少 2723 万 m³，减少比例 45.6%，减少的供水量退还受水区引提水、地下水、水库生态流量、灌溉流量；黄草坝建成通水后，受水区可供水量较 2018 年增加 1025 万 m³，增加幅度 17.2%。

5.1.3 水资源配置影响分析

通过分析，受水区水资源开发潜力不足，外流域调水是解决受水区缺水问题的唯

一途径。根据黄草坝水库水资源配置成果，设计水平年，受水区 2035 年多年平均需水量 13346 万 m^3 ，其中工业和城镇生活需水量 12578 万 m^3 ，黄草坝灌区需水量 768 万 m^3 ，多年平均当地水源可供水量 7000 万 m^3 ，黄草坝水库可供水量 6281 万 m^3 ；受水区 $P=95\%$ 年份需水量为 13560 万 m^3 ，其中工业和城镇生活需水量 12578 万 m^3 ，灌区需水量 982 万 m^3 ，当地水源工程 $P=95\%$ 可供水量 6823 万 m^3 ，黄草坝水库 $P=95\%$ 可供水量 6520 万 m^3 ；受水区 $P=85\%$ 年份需水量为 13465 万 m^3 ，其中工业和城镇生活需水量 12578 万 m^3 ，灌区需水量 773 万 m^3 ，当地水源工程 $P=85\%$ 可供水量 7025 万 m^3 ，黄草坝水库 $P=95\%$ 可供水量 6441 万 m^3 。

设计水平年，黄草坝水库工程输水末端多年平均供水量为 6281 万 m^3 ，其中普洱城区供水量 2873 万 m^3 、宁洱县城供水量 2319 万 m^3 、正兴镇集镇供水量 437 万 m^3 ，农村人饮供水量 111 万 m^3 ，灌溉供水量 632 万 m^3 ；考虑 5% 的输水损失，水库多年平均出库水量 6610 万 m^3 ，其中普洱城区供水量 2930 万 m^3 、宁洱县城供水量 2440 万 m^3 、正兴镇集镇供水量 460 万 m^3 ，农村人饮供水量 115 万 m^3 ，灌溉供水量 665 万 m^3 。

设计基准年，受水区生产生活多年平均缺水率为 48.1%， $P=95\%$ 年份缺水率 60.4%， $P=85\%$ 年份缺水率 48.2%。设计水平年，黄草坝水库建成通水，受水区城镇生活和工业供水保证率提高至 95%，灌溉供水保证率提高至 85%。

黄草坝水库设计水平年多年平均出库供水量 6610 万 m^3 ，占坝址处多年平均流量 1.67 亿 m^3 的 39.6%。2018 年，受水区河道外用水量 1.99 亿 m^3 ，水资源开发利用率 5.2%，设计水平年，受水区水资源开发利用率提高至 5.6%。

5.2 水文情势影响分析

5.2.1 库区水文情势变化

天然状态下，坝址处水位 1187m。水库蓄水后，库区水位较天然河道抬高 149m，水面面积增大 242hm²，流速较天然河道减小，库区河段将由急流河道转变为缓流河道型水库。水库在调度运行时，水位在正常蓄水位 1338m 与死水位 1262m 之间变化，最大消落深度 76m。

水库运行后，大坝阻隔河道，库区水位壅高，水深增大，水面比降变缓，从库尾至坝前随着水深沿程的增加而流速减小，至坝前达到最小，在水库局部岸边可能会有回流。在入库支流汇入口，原来湍急的河流将变成库湾，水流速度大幅度减小。

总体来讲典型丰、平、枯水年份库区水文情势变化趋势一致，工程建设使库区水

深明显增加，流速减缓，水面变宽，变化幅度从坝址到库尾逐渐减小。

a) 水库运行过程

黄草坝水库运行丰、平、枯代表年逐旬出、入库流量及坝前水位数据见表 5.2.1-1。

表 5.2.1-1 各代表年黄草坝水库运行数据

年	月	旬	入库 (m ³ /s)	出库 (m ³ /s)	水库旬 末水位 (m)	年	入库 (m ³ /s)	出库 (m ³ /s)	水库旬 末水位 (m)	年	入库 (m ³ /s)	出库 (m ³ /s)	水库旬 末水位 (m)
丰水代表年	1	上旬	1.17	0.79	1335.04	平水代表年	1.53	0.79	1334.67	枯水代表年	1.38	0.79	1334.82
		中旬	1.04	0.79	1334.04		1.50	0.79	1333.86		1.29	0.79	1334.03
		下旬	1.22	0.79	1333.01		1.43	0.79	1332.81		1.13	0.79	1332.84
	2	上旬	0.84	0.79	1331.89		1.82	0.79	1332.27		0.91	0.79	1331.74
		中旬	0.82	0.79	1330.63		1.26	0.79	1331.32		0.85	0.79	1330.58
		下旬	0.82	0.79	1329.79		1.15	0.79	1330.32		0.92	0.79	1329.62
	3	上旬	0.67	0.79	1328.64		0.48	0.79	1328.80		0.16	0.79	1327.94
		中旬	0.53	0.79	1327.31		0.42	0.79	1327.35		0.11	0.79	1326.16
		下旬	0.46	0.79	1325.76		0.65	0.79	1325.97		0.08	0.79	1324.24
	4	上旬	0.44	0.79	1324.05		0.46	0.79	1324.50		0.24	0.79	1322.41
		中旬	0.38	0.79	1322.39		0.43	0.79	1323.12		0.30	0.79	1320.93
		下旬	0.44	0.79	1320.77		0.26	0.79	1321.39		0.25	0.79	1319.23
	5	上旬	2.84	0.79	1320.68		0.82	0.79	1320.08		0.98	0.79	1318.00
		中旬	4.61	0.79	1321.37		1.52	0.79	1318.95		1.69	0.79	1317.26
		下旬	1.21	0.79	1320.02		1.72	0.79	1317.95		0.74	0.79	1315.79
	6	上旬	1.27	1.58	1318.62		5.77	1.58	1319.05		0.79	1.58	1313.67
		中旬	5.25	1.58	1319.41		9.10	1.58	1321.96		1.30	1.58	1312.04
		下旬	5.08	1.58	1320.08		33.50	1.58	1336.00		3.55	1.58	1311.59
	7	上旬	12.52	1.58	1324.69		14.23	8.36	1337.50		5.72	1.58	1312.83
		中旬	11.42	1.58	1328.52		23.96	21.74	1337.50		3.33	1.58	1312.60
		下旬	17.54	1.58	1335.28		16.36	14.18	1337.50		6.97	1.58	1314.78

表 5.2.1-1(续)

年	月	旬	入库 (m³/s)	出库 (m³/s)	水库旬 末水位 (m)	年	入库 (m³/s)	出库 (m³/s)	水库旬 末水位 (m)	年	入库 (m³/s)	出库 (m³/s)	水库旬 末水位 (m)
丰水代表年	8	上旬	11.65	4.07	1337.50	平水代表年	9.28	7.06	1337.50	枯水代表年	6.06	1.58	1316.17
		中旬	13.73	11.51	1337.50		6.73	4.51	1337.50		8.16	1.58	1318.67
		下旬	24.76	22.57	1337.50		5.61	3.43	1337.50		14.21	9.23	1320.40
	9	上旬	22.22	20.00	1337.50		4.09	1.84	1337.50		7.14	1.58	1322.22
		中旬	11.64	9.13	1337.50		5.37	3.15	1337.50		10.94	1.58	1325.94
		下旬	9.52	7.31	1337.50		9.88	7.66	1337.50		4.56	1.58	1326.20
	10	上旬	6.47	3.04	1338.00		12.86	9.43	1338.00		9.24	1.58	1328.93
		中旬	5.10	2.88	1338.00		5.55	3.03	1338.00		6.65	1.58	1330.31
		下旬	9.59	7.40	1338.00		3.43	1.58	1337.82		3.77	1.58	1330.20
	11	上旬	17.60	15.38	1338.00		2.09	1.58	1337.07		2.01	1.58	1329.36
		中旬	5.97	3.56	1338.00		2.37	1.58	1336.36		1.68	1.58	1328.25
		下旬	4.28	1.82	1338.00		2.62	1.58	1335.86		2.34	1.58	1327.56
	12	上旬	3.53	1.24	1338.00		2.20	0.79	1335.50		1.70	0.79	1326.91
		中旬	3.19	0.79	1337.93		1.96	0.79	1335.04		1.33	0.79	1325.94
		下旬	3.06	0.79	1337.95		2.04	0.79	1334.59		1.14	0.79	1324.87

b) 预测模型

采用 MIKE11 模型模拟计算水库建库后库区断面水力参数的变化,选择水深、流速、河面宽等参数进行分析。模型简介如下:

1) 水动力方程

MIKE11 模型方程采用圣维南方程组对河道水流情况进行模拟计算,其主要分为水流连续性方程和水流动量方程,如下所示:

$$\begin{cases} \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \\ \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial z}{\partial x} + g \frac{Q|Q|}{C^2 AR} = 0 \end{cases}$$

式中, Q ——流量;

A ——过流断面面积;

q ——旁侧入流流量;

h ——水深;

C ——谢才系数;

R ——水力半径;

α ——动量不均匀系数;

2) 水质方程

水质模型的控制方程为一维对流扩散方程,其基本假定是:物质在断面上完全混合;物质守恒或符合一级反应动力学(即线性衰减);符合 Fick 扩散定律,即扩散通量与浓度梯度成正比。一维对流扩散方程如下:

$$\frac{\partial AC}{\partial t} + \frac{\partial QC}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left(AD \frac{\partial C}{\partial x} \right) = -KAC + C_2A$$

式中, x ——空间坐标(m);

t ——时间坐标(s);

C ——物质浓度(mg/L);

D ——纵向扩散系数(m²/s);

K ——线性衰减系数(1/d);

C_2 ——源/汇浓度(mg/L);

公式的其他参数意义同水动力模型。

3) 数值离散及求解方法

水流连续性方程和动量守恒方程通过隐式有限差分方法求解。数值差分计算方法采用 6 点 Abbott 算法,算法示意图如下图所示。

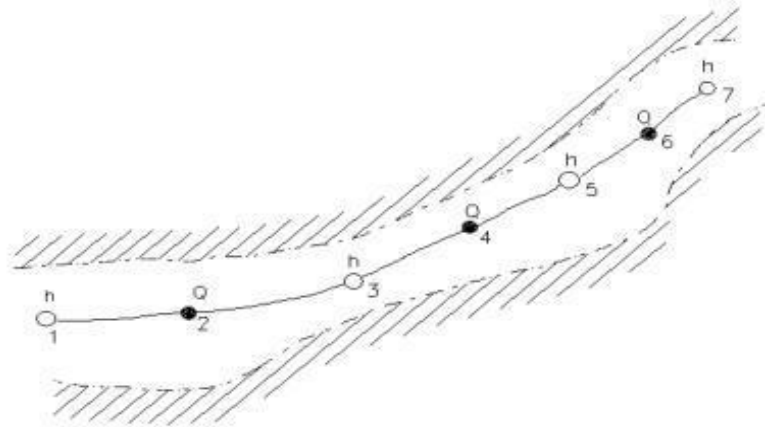


图 5.2.1-1 有限差分方法计算河道断面的网格示意图

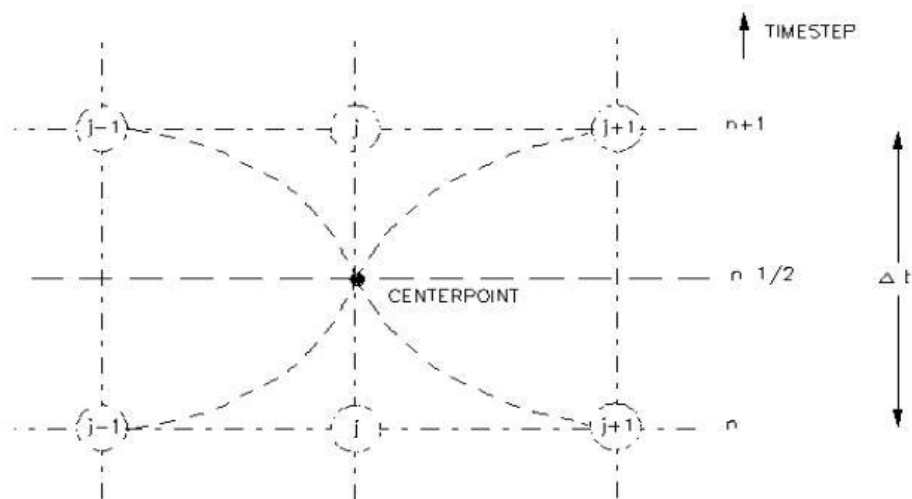


图 5.2.1-2 中心 6 点 Abbott 差分算法

3) 边界条件及初始条件

本次计算水动力参数中，空间步长取值 100m，时间步长取 10s，河道糙率参考工程可研报告相关成果取值 0.08，初始水深取值 100m。

4) 预测断面选择

黄草坝水库由南板河支库和海庆河支库形成，其中南板河回水长度 5.55km，海庆河回水长度 4.24km，自南板河库尾至坝前均匀选择 3 个断面，自海庆河库尾至坝前均匀选择 2 个断面，共 5 个代表断面，以作为库尾、库中、坝前代表性断面的水文情势变化分析。

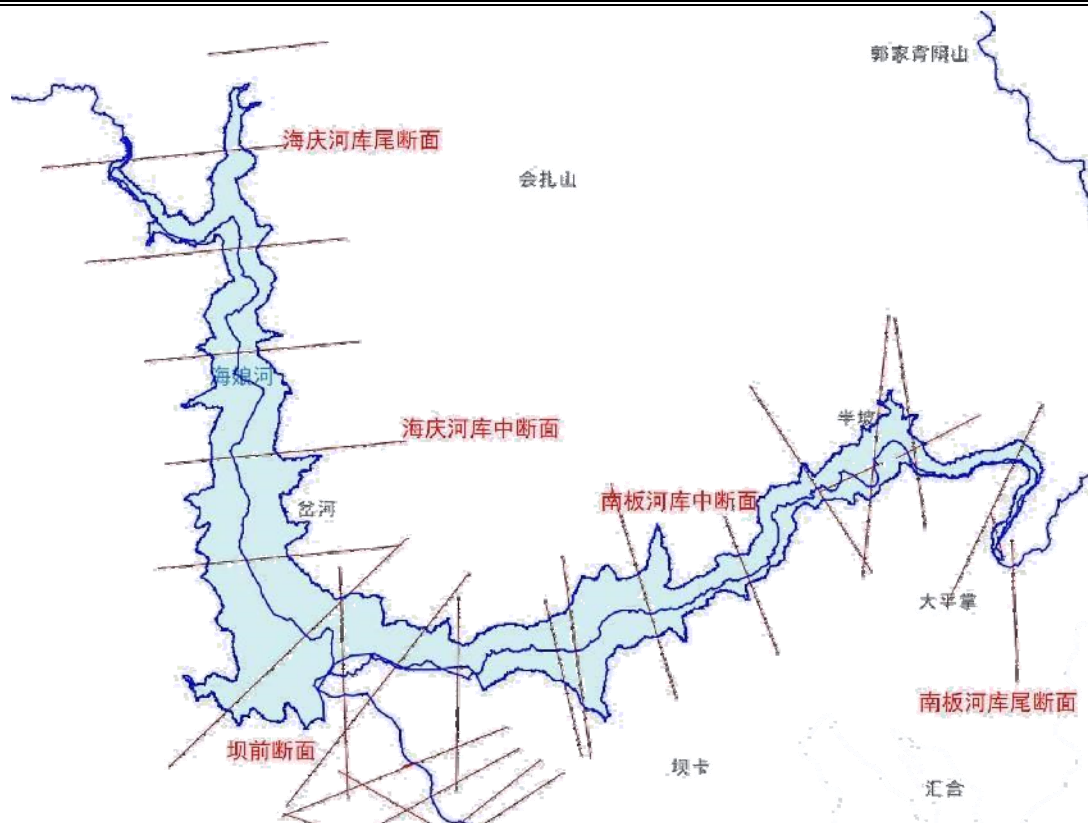


图 5.2.1-3 模型预测断面位置示意图

c) 预测结果分析

1) 丰水年

丰水年，黄草坝水库坝前水深较建库前大幅增加，库尾河道水深增加幅度不大。从年内水深变幅来看，南板河库尾断面年内水深在 0.13m~0.84m，南板河库中断面水深在 69.18m~88.32m，海庆河库尾断面水深在 0.11m~0.65m，海庆河库中断面水深在 77.51m~96.64m，坝前断面水深在 132.60m~151.74m 变化。当年内水库运行水位消落时段，库尾最大约有 580m 河道与天然状态相差不大。

自库尾至坝前，流速变化明显，南板河库尾断面年内流速在 0.24m/s~1.87m/s，海庆河库尾断面流速在 0.12m/s~1.78m/s，而库中和坝前断面流速均已减低到 0。黄草坝水库具有多年调节性能，水量交换频率很低，水库总体呈现静水状态。

自库尾至坝前，水面宽显著增加，南板河库尾断面年内水面宽在 5.76m~65.10m，南板河库中断面水面宽在 266.55m~316.46m，海庆河库尾断面水面宽在 1.69m~44.83m，海庆河库中断面水面宽在 218.11m~291.07m，坝前断面水面宽在 402.06m~461.73m 变化。建库后，年内最大形成 2.14km² 的水面。

2) 平水年

丰水年，黄草坝水库坝前水深较建库前大幅增加，库尾河道水深增加幅度不大。从年内水深变幅来看，南板河库尾断面年内水深在 0.12m~0.79m，南板河库中断面水深在 66.25m~85.98m，海庆河库尾断面水深在 0.11m~0.76m，海庆河库中断面水深在 74.02m~93.75m，坝前断面水深在 131.98m~151.71m 变化。当年内水库运行水位消落时段，库尾最大约有 710m 河道与天然状态相差不大。

自库尾至坝前，流速变化明显，南板河库尾断面年内流速在 0.42m/s~2.14m/s，海庆河库尾断面流速在 0.61m/s~2.24m/s，而库中和坝前断面流速均已减低到 0。

自库尾至坝前，水面宽显著增加，南板河库尾断面年内水面宽在 5.69m~64.78m，南板河库中断面水面宽在 264.75m~316.40m，海庆河库尾断面水面宽在 2.01m~31.03m，海庆河库中断面水面宽在 251.02m~304.93m，坝前断面水面宽在 400.24m~461.65m 变化。

3) 枯水年

枯水年，黄草坝水库坝前水深较建库前大幅增加，库尾河道水深增加幅度不大。从年内水深变幅来看，南板河库尾断面年内水深在 0.06m~0.48m，南板河库中断面水深在 62.16m~84.23m，海庆河库尾断面水深在 0.04m~0.47m，海庆河库中断面水深在 70.48m~92.56m，坝前断面水深在 125.58m~147.66m 变化。当年内水库运行水位消落时段，库尾最大约有 860m 河道与天然状态相差不大。

自库尾至坝前，流速变化明显，南板河库尾断面年内流速在 0.13m/s~1.63m/s，海庆河库尾断面流速在 0.23m/s~1.69m/s，而库中和坝前断面流速均已减低到 0。

自库尾至坝前，水面宽显著增加，南板河库尾断面年内水面宽在 4.84m~36.45m，南板河库中断面水面宽在 246.34m~308.26m，海庆河库尾断面水面宽在 1.69m~34.49m，海庆河库中断面水面宽在 233.80m~293.60m，坝前断面水面宽在 383.49m~450.04m 变化。

5.2.2 下泄生态流量分析

5.2.2.1 生态流量的确定

本次环评按照《关于印发<水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南(试行)>》(环评函〔2006〕4号)及其附件，并结合《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》(环办函〔2006〕11号)、《关于深化落实水电开发生态环境保护措施的通知》(环发〔2014〕

65 号)、《关于印发<水工程规划设计生态指标体系与应用指导意见>的通知》(水总环移〔2010〕248 号)的相关要求,根据本项目所在河流环境现状特点,采用《河湖生态环境需水计算规范》(SL/Z 712-2021)中推荐的多种方法进行计算,综合确定河道内生态流量需水要求。

根据“指南”对河流生态流量的定义,河流的生态流量主要包括河道外生态用水量和河道内生态用水量,其中河道内生态用水主要为:①维持水生生物生态系统稳定所需要的水量;②维持河流水环境质量的最小稀释净化水量;③调节气候所损耗的蒸散量;④维持地下水位动态平衡所需要的补给水量等;⑤航运、景观和水上娱乐环境需水量,这 5 方面水量相互重叠、互相补充。河道外用水主要为工农业生产、生活、灌溉需水量等。

a) 维持水生生态系统稳定所需要的水量

经调查,黄草坝评价区河段鱼类区系特点与澜沧江鱼类区系特点大致相符,具有青藏高原鱼类区系向热带江河平原鱼类区系过渡的性质。河段上游有适应高寒、急流环境的“青藏高原类群”成分,如光唇裂腹鱼、鲃类等;下游栖息有热带江河平原特色种类,如丽色低线鱲、种类较多的南鳅、中国结鱼、云南吻孔鲃、纹胸鲃等,渔获物情况表明鱼类资源分布较丰富,因此,工程河段有维持鱼类栖息地的要求,需考虑维持水生生态系统稳定所需要的水量。

b) 维持河流水环境质量的最小稀释净化水量

工程坝下小黑江河道两岸无工矿企业,分散有少量居民点。坝址至南埂河汇入口之间的主要减水河段两岸没有污染源分布,南埂河汇入口以下则主要是农村散排的生活污水以及农田灌溉退水,通过支流、溪沟汇入小黑江。现状监测显示,坝下小黑江干流河段水质较好,基本满足Ⅱ类水质标准要求。设计水平年,随着农村污染治理工作的推进,主要污染源将进一步得到有效治理,为保证黄草坝水库坝下小黑江水质,需考虑维持河流水环境质量的最小稀释净化水量。

c) 调节气候所损耗的蒸散量

工程所在小黑江流域主要以降水补给及地下水补给为主,多年平均降水量 1272mm,多年平均水面蒸发量为 1819mm。下游减水河段水面较窄,水面蒸发消耗的水量对于减水河段区间汇流量而言很少,故不考虑由此引起的水面蒸发量。

d) 维持地下水位动态平衡所需要的补给水量

工程区地下水主要来源于大气降水补给，因此也不考虑维持地下水位动态平衡所需要的补给水量。

e) 航运、景观和水上娱乐环境需水量

小黑江河流规模较小，目前没有进行水上娱乐项目开发，没有划船、游泳、漂流等水上娱乐需求。小黑江没有通航、过木等需求，也没有水景观的特殊需要，在满足河流水生生态用水需求的前提下，河流基本的景观要求也可以得到满足。因此，不考虑航运、景观和水上娱乐环境需水量。

(6) 河道外生态需水量

河道外生态需水量包括河岸植被需水量、相连湿地补给水量等。根据调查，黄草坝水库坝址至下游第一条主要支流南埂河汇入口之间的河段没有集中的生产、生活、灌溉取水需求，南埂河汇入口下游村庄用水也多由山菁或采取地下水解决，两岸农田灌溉现状不从小黑江河道内取水，多靠降雨。因此，不考虑河道外生态需水量。

综上，根据工程特点以及工程所在的小黑江流域环境现状，黄草坝水库下泄生态流量主要考虑维持水生生态系统稳定需水量和维持河流水环境质量的最小稀释净化水量等两个方面。从数值上，生态流量 = $\max \{ \text{维持水生生态系统稳定需水量}, \text{维持河流水环境质量的最小稀释净化水量} \}$ 。

5.2.2.2 生态流量计算

a) 维持水生生物生态系统稳定所需水量

根据环评函〔2006〕4号文，维持水生生态系统稳定所需水量的计算方法主要有水文学法、水力学法、组合法、生境模拟法、综合及生态水力学法。根据工程所在小黑江流域环境特点，本次生态流量计算拟采用水文学法中的 Tennant 法和 Q_p 法，水力学法中的湿周法和 R2-Cross 法等 4 种计算方法，并参考生态水力学法进行计算与分析，取其计算值大者作为推荐的维持水生生物生态系统稳定所需水量。

1) Tennant 法

Tennant 法是依据观测资料建立的流量和河流生态状况之间的经验关系，采用历史天然流量资料，确定年内不同时段生态流量。根据 Tennant 法的标准，年内水量较枯时段河道内流量为多年平均天然流量的 10%，年内水量较丰时段河道内流量为多年平均天然流量的 30% 时，是河道内生态一般的状况，即能够保持大多数水生生物一般栖息条件所需的水量；年内水量较枯时段河道内流量为多年平均天然流量的

20%，年内水量较丰时段河道内流量为多年平均天然流量的 40% 时，是河道内生态良好的状况；年内水量较枯时段河道内流量为多年平均天然流量的 30%，年内水量较丰时段河道内流量为多年平均天然流量的 50% 时，是河道内生态很好的状况。

根据规范，在水资源短缺、用水紧张地区的河流，可在生态状况良好分级以下进行取值。黄草坝坝址处多年平均流量为 $5.31\text{m}^3/\text{s}$ ，属于小河，普洱市属用水紧张地区，因此，拟按生态状况一般的分级标准进行取值，即汛期生态流量取多年平均天然流量的 30%，非汛期生态流量取多年平均天然流量的 10%。在此标准下，基本可以满足大多数水生生物的生存需求。

2) Q_p 法

Q_p 法又称不同频率最枯月平均值法，以河流控制断面长系列($n \geq 30$ 年)天然月平均流量或径流量为基础，用每年的最枯月排频，选择不同频率下的最枯月平均流量或径流量作为河流控制断面的基本生态流量。频率 P 根据流域水资源开发利用程度、规模、来水情况等实际情况确定，一般取 90% 或 95%。通常采用 90% 保证率最枯月平均流量作为河流基本生态流量，主要用于计算维持河流水环境质量的最小稀释净化水量。本次环评采用 1979 年~2017 年长系列水文数据，计算得出黄草坝水库坝址处 90% 保证率最枯月平均流量为 $0.17\text{m}^3/\text{s}$ ，约占坝址处多年平均流量的 3.2%。

3) 湿周法

湿周法是水力学法中最常用的方法，利用湿周作为水生生物栖息地指标，通过收集水生生物栖息地的河道尺寸及对应的流量数据，分析湿周与流量之间的关系，建立湿周一流量的关系曲线，选取曲线中的斜率为 1 曲率最大处的点，该点对应的流量作为河道的基本生态流量，有多个拐点时，可采用湿周率最接近 80% 的拐点。湿周法主要适用于河床形状稳定的宽浅矩形和抛物线形河道。

根据黄草坝水库下游河道大断面测量成果，选取其中的宽浅型断面进行湿周法计算分析。河流生境一般划分为深潭、浅滩等几种类型，河道水流呈何种类型，主要受河道地形构造和流量大小控制。深潭浅滩序列是河流纵向结构最基本的特征之一，对河流深潭浅滩的识别则主要基于水流特征或河床的地形学特征。根据国内相关研究成果，本次拟选择基于河床地形学特征的深泓线线性回归法来识别河道断面类型。将黄草坝水库坝下河道断面的深泓线进行拟合，见图 5.2.2-1。

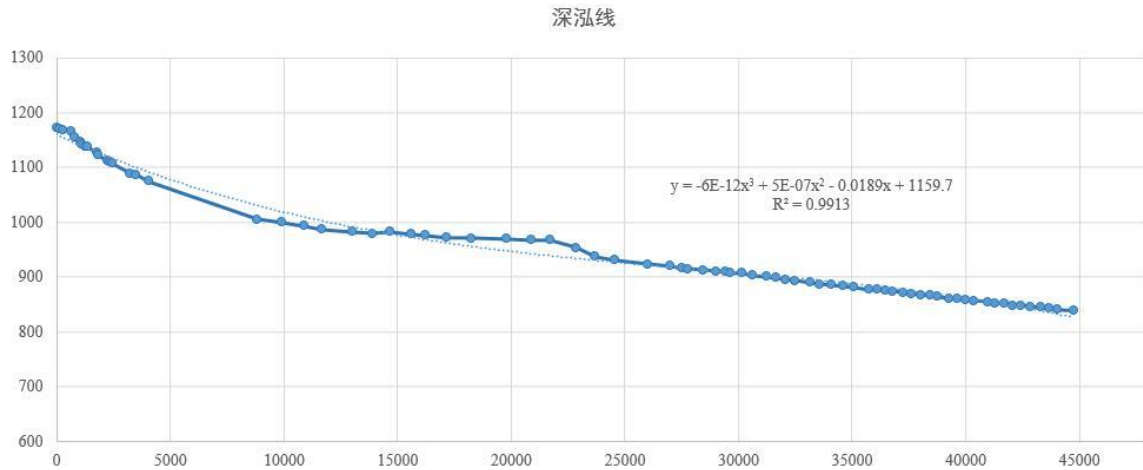
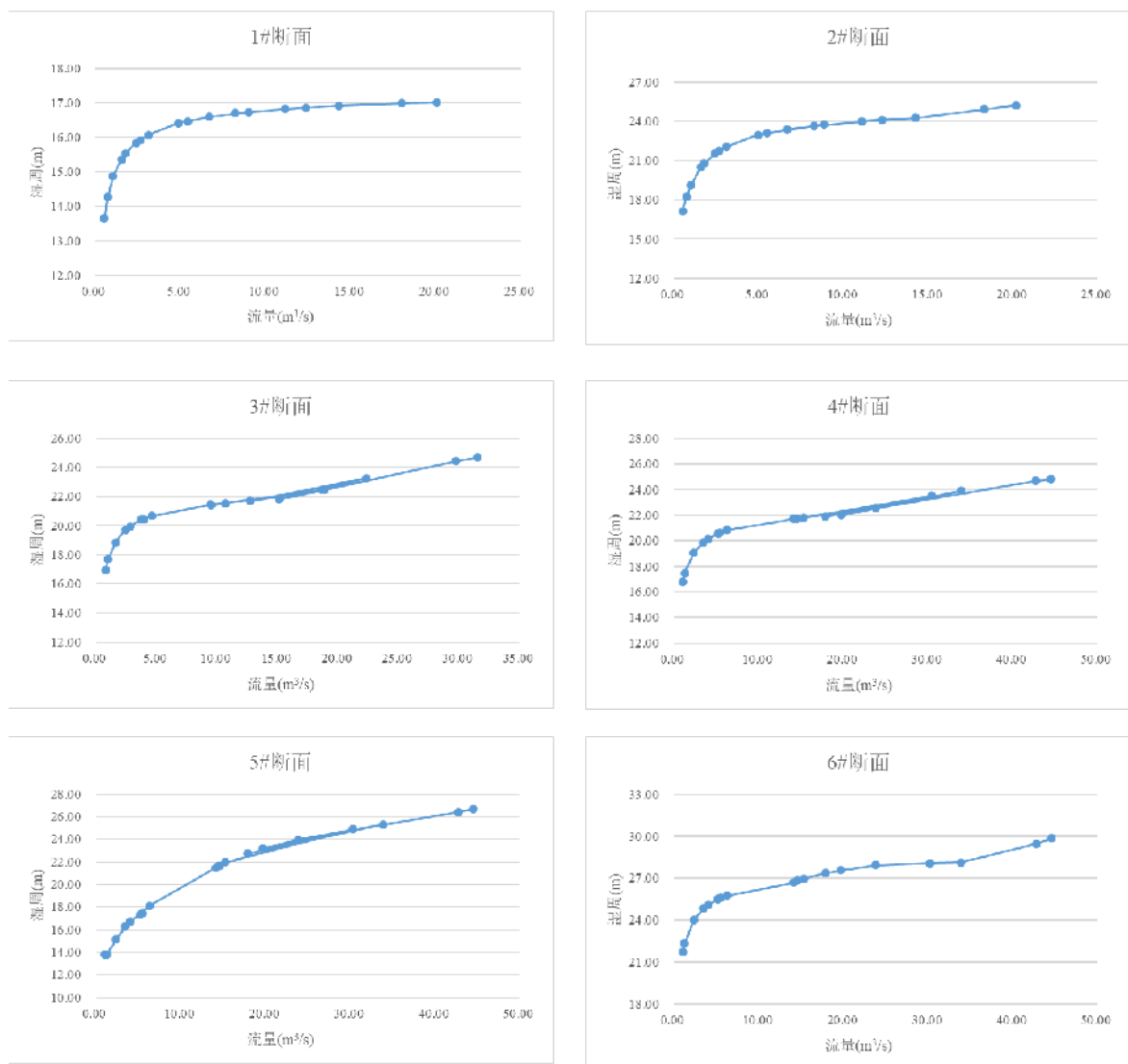


图 5.2.2-1 坝下河道深泓线拟合曲线图

通过深泓线曲线，选取了下游河道 8 个浅滩断面进行湿周法计算分析，各断面的流量—湿周关系曲线见图 5.2.2-2。



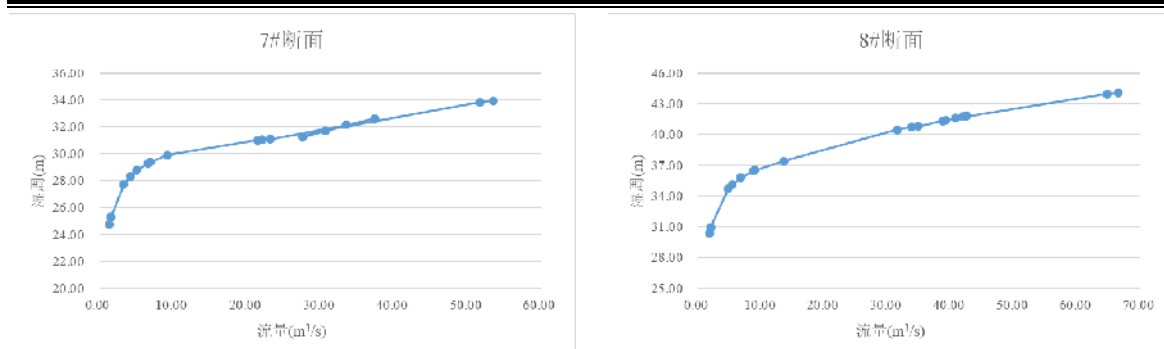


图 5.2.2-2 坝下河道浅滩断面流量-湿周曲线

各断面流量-湿周曲线中斜率为 1 曲率最大处的点见表 5.2.2-1。由表中可见，坝下河道各浅滩断面曲率最大处点对应的流量在 $0.92\text{m}^3/\text{s} \sim 5.21\text{m}^3/\text{s}$ ，对应坝址断面流量在 $0.56\text{m}^3/\text{s} \sim 0.78\text{m}^3/\text{s}$ ，因此，湿周法计算的基本生态流量值取 $0.78\text{m}^3/\text{s}$ ，占坝址处多年平均流量的 14.7%。

表 5.2.2-1 湿周法计算下游河道各断面生态流量值

浅滩断面编号	距坝址距离(m)	流量-湿周曲线中曲率最大处点对应流量(m^3/s)	对应坝址断面流量(m^3/s)	对应坝址断面流量占多年平均流量的比例(%)
1#	10390	0.92	0.56	10.5
2#	16200	1.57	0.61	11.4
3#	21700	2.23	0.64	12.1
4#	24550	2.37	0.61	11.4
5#	27800	2.61	0.59	11.1
6#	34600	3.97	0.72	13.5
7#	41300	5.09	0.78	14.7
8#	44000	5.21	0.74	14.0

2) R2-Cross 法

R2-Cross 法采用河流宽度、平均水深、平均流速以及湿周率等指标来评估河流栖息地的保护水平，从而确定河流生态流量。本次采用黄草坝坝下 8 个断面的水力学特征来进行分析，水力参数标准参考规范推荐的标准，见表 5.2.2-2。

表 5.2.2-2 R2-Cross 法确定最小流量的原始标准

河宽(m)	平均水深(m)	湿周率(%)	平均流速(m/s)
0.3~6.3	0.06	50	0.30
6.3~12.3	0.06~0.12	50	0.30
12.3~18.3	0.12~0.18	50~60	0.30
18.3~30.5	0.18~0.30	≥70	0.30

采用 MIKE11 对下游 8 个断面的水力参数进行了模拟计算, 计算工况从水库下泄坝址处多年平均流量的 10%, 逐渐增加至各断面水力参数满足标准要求, 以得到 R2-Cross 法确定的基本生态流量。

表 5.2.2-3 不同工况计算河道断面水力参数结果表

模拟工况	断面	水面宽度(m)	平均水深(m)	湿周(m)	湿周率(%)	流速(m/s)	满足情况
模拟工况 1: 多年平均流量 (5.31m³/s)	1#断面	11.79	1.08	16.83	100.00	0.93	参照
	2#断面	23.97	0.43	23.37	100.00	0.82	参照
	3#断面	22.32	0.40	21.53	100.00	1.19	参照
	4#断面	22.75	0.62	21.77	100.00	1.08	参照
	5#断面	24.57	0.71	21.95	100.00	0.87	参照
	6#断面	27.63	0.74	26.73	100.00	0.75	参照
	7#断面	32.83	0.52	31.10	100.00	0.82	参照
	8#断面	44.01	0.90	40.79	100.00	0.88	参照
模拟工况 2: 多年平均流量 10%(0.531m³/s)	1#断面	4.80	0.31	13.81	82.06	0.38	满足
	2#断面	19.73	0.11	17.74	75.91	0.27	满足
	3#断面	18.00	0.10	17.33	80.49	0.47	满足
	4#断面	18.74	0.14	17.16	78.82	0.43	满足
	5#断面	14.41	0.19	13.84	63.05	0.41	满足
	6#断面	22.22	0.19	22.14	82.83	0.27	满足
	7#断面	27.58	0.20	25.14	80.84	0.26	满足
	8#断面	35.09	0.18	30.79	75.48	0.31	满足

表 5.2.2-3(续)

模拟工况	断面	水面宽度(m)	平均水深(m)	湿周(m)	湿周率(%)	流速(m/s)	满足情况
模拟工况 3: 多年平均流量 15%(0.79m³/s)	1#断面	5.02	0.43	14.88	88.41	0.46	满足
	2#断面	21.97	0.13	19.10	81.73	0.32	满足
	3#断面	18.56	0.14	18.84	87.51	0.58	满足
	4#断面	19.31	0.22	19.06	87.55	0.55	满足
	5#断面	16.40	0.33	15.12	68.88	0.52	满足
	6#断面	22.99	0.29	23.99	89.75	0.35	满足
	7#断面	28.39	0.32	27.71	89.10	0.36	满足
	8#断面	36.58	0.31	34.68	85.02	0.41	满足
表示水力参数指标不满足标准要求							

由表中可见，当计算流量为水库下泄坝址处多年平均流量的 15%时，各断面的水深、水面宽、流速和湿周率都符合水力参数标准要求，因此，推荐 0.79m³/s(坝址处多年平均流量的 15%)为 R2-Cross 法计算的基本生态流量。

4)生态水力学法

生态水力学法用于计算维持水生生态系统稳定所需水量。生态水力学法假设水深、流速、湿周、水面宽、过水断面的面积、水面面积、水温是流量变化对物种数量和分布造成影响的主要水力生境参数；急流、缓流、浅滩及深潭是流量变化对物种变化造成影响的主要水力形态。规范推荐的生态水力学法指标体系如表 5.2.2-4 所示，涉及到水深、水面宽、过水面积、湿周率、水域面积等多个指标，而一般山区小型河流，难以满足全部参数标准要求。

表 5.2.2-4 生态水力学法的水力生境参数标准

生境参数指标	标准	
	最低标准	累计河段长段的百分比
最大水深	鱼类体长的 2~3 倍	95%
平均水深	≥0.3m	95%
平均速度	≥0.3m/s	95%

表 5.2.2-4(续)

生境参数指标	标准	
	最低标准	累计河段长段的百分比
水面宽度	$\geq 30\text{m}$	95%
湿周率	$\geq 50\%$	95%
过水断面面积	$\geq 30\text{m}^2$	95%
水域水面面积	$\geq 70\%$	
水温	适合鱼类生存、繁殖	

采用 MIKE11 模型计算黄草坝水库坝下 50km 小黑江河道的水力参数。从计算结果分析,小黑江规模较小,且为山区河流,河道坡降较大,断面深切,水深和流速相对较大,而河道水面面积不宽,在丰水典型年天然状态下,大多数断面的水面宽度也小于 30m,过水断面面积小于 30m^2 ,因此,“水面宽度”和“过水断面面积”两个评价指标在本项目中存在不适用性,不考虑将这两个指标纳入评价指标体系。

采用生态水力学法对水文学法和水力学法计算成果进行复核,在不考虑“水面宽度”和“过水断面面积”两个指标的前提下,黄草坝水库下泄生态流量充分满足生态水力学法水力生境指标中最大水深、平均水深、平均速度、水面面积、湿周率等其他指标标准及累计河段长度比例要求的最小下泄生态流量值为水库坝址处多年平均流量的 15%,即 $0.79\text{m}^3/\text{s}$ 。

表 5.2.2-5 黄草坝水库下游河道水力生境参数标准及达标情况分析表

生境参数指标		最大水深	平均水深	平均速度	水面宽度	湿周率	过水断面面积	水域水面面积	水温
标准	最低标准	鱼类体长的 2~3 倍	$\geq 0.3\text{m}$	$\geq 0.3\text{m/s}$	$\geq 30\text{m}$	$\geq 50\%$	$\geq 30\text{m}^2$	$\geq 70\%$	适合鱼类生存、繁殖
	累计河段长段的百分比	95%	95%	95%	95%	95%	95%		
达标情况	多年平均流量的 10% ($0.53\text{m}^3/\text{s}$)	97%	81%	98%	17%	100%	14%	64%	适合
	多年平均流量的 15% ($0.79\text{m}^3/\text{s}$)	100%	96%	100%	27%	100%	21%	73%	适合
	多年平均流量的 20% ($1.06\text{m}^3/\text{s}$)	100%	99%	100%	37%	100%	40%	77%	适合
	多年平均流量的 30% ($1.58\text{m}^3/\text{s}$)	100%	100%	100%	54%	100%	68%	81%	适合
	多年平均流量 ($5.31\text{m}^3/\text{s}$)	100%	100%	100%	65%	100%	87%	100%	适合
表示水力生境参数指标不满足标准要求									

说明: 水域水面面积=某流量下计算河段的水面面积/多年平均流量下河段水面面积 $\times 100\%$ 。

为尽可能保证小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区内河段水深和流速满足鱼类活动和繁殖需求,根据 Tennant 法、 Q_P 法、湿周法、R2-Cross 法、生态水力学法的计算成果,当坝址下泄多年平均流量的 15%($0.79\text{m}^3/\text{s}$)条件时,下游河道水生生境基本满足水力条件;而在多年平均流量的 30%($1.58\text{m}^3/\text{s}$)条件下,下游河道水生生境的水力条件满足程度相对更好,中国结鱼繁殖期(7 月~9 月)也基本可以满足鱼类产卵繁殖需求。

综上,经综合考虑,维持水生生物生态系统稳定所需水量推荐最小泄放流量为:汛期 6 月~11 月份 $1.58\text{m}^3/\text{s}$ (坝址处多年平均流量 30%),非汛期 12 月~翌年 5 月 $0.79\text{m}^3/\text{s}$ (坝址处多年平均流量的 15%)。同时,为在中国结鱼繁殖期刺激鱼类产卵繁殖,在每年的 7 月~9 月间择机实施一次生态调度,调度时间不低于 7 天,调度流量不低于 7 月、8 月、9 月的多年平均流量值。

b) 维持河流水环境质量的最低稀释净化水量

根据环评函〔2006〕4 号《关于印发<水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南(试行)>的函》中的 Q_{90} 法计算坝址断面的水环境容量需水流量。该方法采用 90%保证率最枯月平均流量作为维持河段水环境质量的最低流量设计值。经水文计算,坝址断面 90%保证率最枯月平均流量为 $0.17\text{m}^3/\text{s}$,即为保证下游河道水环境需水要求,坝址断面需下泄水环境流量为 $0.17\text{m}^3/\text{s}$ 。

黄草坝水库下游小黑江河道涉及一个水功能区,为小黑江景谷~思茅保留区,水质目标为Ⅱ类。本段河道没有集中排放的点源,河道两岸村组生活污水、农田退水等以汇流进入小黑江。预测黄草坝水库下泄 $0.17\text{m}^3/\text{s}$ 、 $0.53\text{m}^3/\text{s}$ 、 $0.79\text{m}^3/\text{s}$ 等 3 种工况流量时,下游河段均可以满足水环境需水要求。因此,黄草坝水库下泄 $0.79\text{m}^3/\text{s}$ 的基本生态流量时,不需再额外增加下泄水环境需水量。

c) 黄草坝水库坝下最小下泄流量推荐值

按照最小生态流量 = $\max \{ \text{维持水生生态系统稳定需水量}(0.79\text{m}^3/\text{s}、1.58\text{m}^3/\text{s}), \text{维持河流水环境质量的最低稀释净化水量}(0.17\text{m}^3/\text{s}) \} + \text{下游生产、生活、灌溉水量}(0\text{m}^3/\text{s}) = 0.79\text{m}^3/\text{s}$ (12 月~5 月,占坝址断面多年平均流量的 15%)、 $1.58\text{m}^3/\text{s}$ (6 月~11 月,占坝址断面多年平均流量的 30%)。

2010 年 3 月,水利部水规总院水总环移〔2010〕248 号《关于印发<水工程规划

设计生态指标体系与应用的指导意见》的通知》提出，水利水电工程断面生态基流多水期应不低于断面多年平均流量的 20%~30%、少水期应不低于断面多年平均流量的 10%。据此，综合以上计算成果，拟明确黄草坝水库工程汛期 6 月~11 月份下泄生态流量为 $1.58\text{m}^3/\text{s}$ (坝址处多年平均流量 30%)，非汛期 12 月~翌年 5 月下泄生态流量为 $0.79\text{m}^3/\text{s}$ (坝址处多年平均流量的 15%)。

5.2.2.3 生态流量保证程度分析

由于受取水和水库蓄水的影响，坝址下游河道径流过程会有一定变化，黄草坝水库建库前后丰水年($P=25\%$, 2008 年)、平水年($P=50\%$, 1994 年)、枯水年($P=90\%$, 1988 年)，坝址断面流量过程详见表 5.2.2-1~3。

黄草坝水库调度原则为优先保证下游生态用水需求。从代表年坝址断面下泄流量过程来看，通过水库对来水流量进行调节，丰、平、枯代表年坝址下泄流量均满足本工程生态流量泄放要求，保证了坝下游河道的生态需水。下游河道减水主要发生在 6 月~11 月，大部分时间处在汛期，虽然下泄流量较天然来水减水幅度较大，但还能保证下游生态流量需求，水库的调节起到了蓄丰补枯的生态保护作用，因此，在充分考虑生态流量的前提下，黄草坝水库下泄流量对坝址下游河道水文情势的改变带来的影响不大。

根据《河湖生态环境需水计算规范》(SL/Z 712-2021)，河湖生态流量应明确设计保证率，生态基流设计保证率应不小于 90%，敏感期基本生态流量设计保证率原则上应不低于 75%，目标生态流量设计保证率原则上不应低于 50%。分析 38 年水文长系列坝址逐月下泄生态流量的满足程度，生态流量保证率达到 96.3%。黄草坝水库运行调度方案基本保证了河道生态流量需水要求。

黄草坝水库坝址控制流域面积 188km^2 ，下游小黑江水文站以上流域面积 1442km^2 。坝址下游有多支较大支流汇入小黑江，包括：南埂河(汇口位于坝下约 8.41km，多年平均流量 $1.07\text{m}^3/\text{s}$)、帕庄河(汇口位于坝下约 19.36km，多年平均流量 $3.30\text{m}^3/\text{s}$)、暖里河(汇口位于坝下约 21.19km，多年平均流量 $3.77\text{m}^3/\text{s}$)、芒费小河(汇口位于坝下约 35.21km，多年平均流量 $1.66\text{m}^3/\text{s}$)、独达河(汇口位于坝下约 40.50km，多年平均流量 $2.12\text{m}^3/\text{s}$)、勐烈河(汇口位于坝下约 44.26km，多年平均流量 $5.52\text{m}^3/\text{s}$)等。这些支流汇入后，对改善小黑江河道流量起到了较大的作用，也进一步减缓了因

水库引水而带来的河道减水影响。

5.2.3 坝下水文情势变化

5.2.3.1 施工期

枢纽工程施工总工期为 60 个月，其中第二年 12 月至第六年 6 月为主体工程施工期，共 43 个月。主体工程施工采用分期导流的方式，第一年 7 月～第二年 11 月，导流洞施工，原河床过水；第二年 12 月中旬河道截流，上下游围堰挡水，导流洞过流至第四年 5 月；第四年 6 月～第五年 11 月，坝体填筑高度超过上游围堰堰顶高程，由坝体挡水度汛，导流洞过流；第五年 12 月～第六年 5 月，导流洞下闸，水库蓄水，完成导流洞封堵。从导流程序来看，施工期间，小黑江河道不断流，下游河道水文情势变化不大，水量影响很小。

5.2.3.2 蓄水初期

根据进度安排，第六年 5 月初，导流洞下闸后水库开始蓄水，在保证生态流量泄放的前提下，按 50%保证率蓄水至放空洞进口(1251.0m)和取水兼发电引水洞进口(1251.0m)约需 55 天，蓄水至水库死水位(1262.0m)大约需 64 天，蓄水至最低发电水位(1280.7m)的时间约需 76 天。导流洞下闸至水库蓄水至取水兼发电引水隧洞进口启用期间，需满足下游生态流量要求。

5.2.3.3 运行期

a) 水库调节运行

工程运行后，坝址下游水量主要由生态流量、电站发电尾水和水库弃水量组成。由于受工业、城镇供水引水和水库蓄水的影响，坝址下游河道径流量会有一定变化，黄草坝水库建库前后丰平枯各代表年坝址断面逐月流量过程详见表 5.2.3-1～3。

黄草坝水库具有多年调节性能，通过水库调节，可以起到一定的蓄丰补枯的作用。由表中可见，黄草坝水库建成后，丰水年最大减水流量 $15.96\text{m}^3/\text{s}$ ，最大减水幅度 91.0%，时间为汛期 7 月下旬，下泄流量为 $1.58\text{m}^3/\text{s}$ ；平水年最大减水流量 $31.91\text{m}^3/\text{s}$ ，最大减水幅度 95.3%，时间为汛期 6 月下旬，下泄流量为 $1.58\text{m}^3/\text{s}$ ；枯水年最大减水流量 $9.35\text{m}^3/\text{s}$ ，最大减水幅度 85.5%，时间为汛期 9 月中旬，下泄流量为 $1.58\text{m}^3/\text{s}$ 。由此可见，通过水库对来水流量进行调节，丰、平、枯代表年坝址下泄流量均满足本工程生态流量泄放要求，下游河道减水主要发生在 6 月～11 月，大部分时间处在汛期，虽

然下泄流量较天然来水减水幅度较大，但还能保证下游河道的生态流量需求。

同时，各代表年的3月~4月，水库下泄流量均较天然来水有较大幅度的增加，其中丰水年4月中旬下泄流量增加了110.9%，平水年4月下旬下泄流量增加了204.5%，枯水年3月下旬下泄流量增加了848.1%。通过水库的调节，较大幅度的提高了下游河道的生态流量保证率，起到了一定蓄丰补枯的生态保护作用，因此，在充分考虑生态流量的前提下，黄草坝水库下泄流量对坝址下游河道水文情势的改变带来的影响不大。

表 5.2.3-1 丰水代表年(25%)黄草坝水库建库前后坝址断面流量过程

年	月	旬	入库 (m ³ /s)	出库(m ³ /s)			水库旬 末水位 (m)	供水流量(m ³ /s)				水库旬 末库容 (m ³)
				生态	弃水	合计		工业	生活	农业	合计	
2008	1	上旬	1.17	0.79	0.00	0.79	1335.04	1.40	0.51	0.33	2.24	9468
		中旬	1.04	0.79	0.00	0.79	1334.04	1.40	0.51	0.35	2.26	9263
		下旬	1.22	0.79	0.00	0.79	1333.01	1.54	0.56	0.38	2.48	9059
	2	上旬	0.84	0.79	0.00	0.79	1331.89	1.40	0.51	0.36	2.27	8837
		中旬	0.82	0.79	0.00	0.79	1330.63	1.40	0.51	0.59	2.50	8594
		下旬	0.82	0.79	0.00	0.79	1329.79	1.12	0.41	0.00	1.53	8436
	3	上旬	0.67	0.79	0.00	0.79	1328.64	1.40	0.51	0.00	1.91	8233
		中旬	0.53	0.79	0.00	0.79	1327.31	1.40	0.51	0.23	2.14	7999
		下旬	0.46	0.79	0.00	0.79	1325.76	1.54	0.56	0.32	2.42	7731
	4	上旬	0.44	0.79	0.00	0.79	1324.05	1.40	0.51	0.79	2.70	7442
		中旬	0.38	0.79	0.00	0.79	1322.39	1.40	0.51	0.55	2.46	7169
		下旬	0.44	0.79	0.00	0.79	1320.77	1.40	0.51	0.50	2.41	6906
	5	上旬	2.84	0.79	0.00	0.79	1320.68	1.40	0.51	0.04	1.95	6892
		中旬	4.61	0.79	0.00	0.79	1321.37	1.40	0.51	0.37	2.28	7002
		下旬	1.21	0.79	0.00	0.79	1320.02	1.54	0.56	0.62	2.72	6785

表 5.2.3-1(续)

年	月	旬	入库 (m ³ /s)	出库(m ³ /s)			水库旬 末水位 (m)	供水流量(m ³ /s)				水库旬 末库容 (m ³)
				生态	弃水	合计		工业	生活	农业	合计	
2008	6	上旬	1.27	1.58	0.00	1.58	1318.62	1.40	0.51	0.06	1.97	6565
		中旬	5.25	1.58	0.00	1.58	1319.41	1.40	0.51	0.08	1.99	6689
		下旬	5.08	1.58	0.00	1.58	1320.08	1.40	0.51	0.10	2.01	6795
	7	上旬	12.52	1.58	0.00	1.58	1324.69	1.40	0.51	0.00	1.91	7551
		中旬	11.42	1.58	0.00	1.58	1328.52	1.40	0.51	0.00	1.91	8211
		下旬	17.54	1.58	0.00	1.58	1335.28	1.54	0.56	0.00	2.10	9517
	8	上旬	11.65	1.58	2.48	4.07	1337.50	1.35	0.49	0.00	1.84	9981
		中旬	13.73	1.58	9.92	11.51	1337.50	1.35	0.49	0.00	1.84	9981
		下旬	24.76	1.58	20.99	22.57	1337.50	1.48	0.54	0.00	2.02	9981
	9	上旬	22.22	1.58	18.42	20.00	1337.50	1.35	0.49	0.00	1.84	9981
		中旬	11.64	1.58	7.54	9.13	1337.50	1.35	0.49	0.29	2.13	9981
		下旬	9.52	1.58	5.72	7.31	1337.50	1.35	0.49	0.00	1.84	9981
	10	上旬	6.47	1.58	1.45	3.04	1338.00	1.35	0.49	0.00	1.84	10086
		中旬	5.10	1.58	1.30	2.88	1338.00	1.35	0.49	0.00	1.84	10086
		下旬	9.59	1.58	5.82	7.40	1338.00	1.48	0.54	0.00	2.02	10086

表 5.2.3-1(续)

年	月	旬	入库 (m³/s)	出库(m³/s)			水库旬 末水位 (m)	供水流量(m³/s)				水库旬 末库容 (m³)
				生态	弃水	合计		工业	生活	农业	合计	
2008	11	上旬	17.60	1.58	13.79	15.38	1338.00	1.35	0.49	0.00	1.84	10086
		中旬	5.97	1.58	1.97	3.56	1338.00	1.35	0.49	0.19	2.03	10086
		下旬	4.28	1.58	0.24	1.82	1338.00	1.35	0.49	0.24	2.08	10086
	12	上旬	3.53	0.79	0.45	1.24	1338.00	1.35	0.49	0.06	1.90	10086
		中旬	3.19	0.79	0.00	0.79	1337.93	1.35	0.49	0.36	2.20	10070
		下旬	3.06	0.79	0.00	0.79	1337.95	1.48	0.54	0.04	2.06	10075

表 5.2.3-2 平水代表年(50%)黄草坝水库建库前后坝址断面流量过程

年	月	旬	入库 (m ³ /s)	出库(m ³ /s)			水库旬 末水位 (m)	供水流量(m ³ /s)				水库旬 末库容 (m ³)
				生态	弃水	合计		工业	生活	农业	合计	
1994	1	上旬	1.53	0.79	0.00	0.79	1334.67	1.40	0.51	0.35	2.26	9392
		中旬	1.50	0.79	0.00	0.79	1333.86	1.40	0.51	0.35	2.26	9227
		下旬	1.43	0.79	0.00	0.79	1332.81	1.54	0.56	0.65	2.75	9019
	2	上旬	1.82	0.79	0.00	0.79	1332.27	1.40	0.51	0.01	1.92	8912
		中旬	1.26	0.79	0.00	0.79	1331.32	1.40	0.51	0.35	2.26	8728
		下旬	1.15	0.79	0.00	0.79	1330.32	1.12	0.41	0.65	2.18	8536
	3	上旬	0.48	0.79	0.00	0.79	1328.80	1.40	0.51	0.64	2.55	8260
		中旬	0.42	0.79	0.00	0.79	1327.35	1.40	0.51	0.35	2.26	8006
		下旬	0.65	0.79	0.00	0.79	1325.97	1.54	0.56	0.21	2.31	7767
	4	上旬	0.46	0.79	0.00	0.79	1324.50	1.40	0.51	0.35	2.26	7518
		中旬	0.43	0.79	0.00	0.79	1323.12	1.40	0.51	0.09	2.00	7289
		下旬	0.26	0.79	0.00	0.79	1321.39	1.40	0.51	0.56	2.47	7006
	5	上旬	0.82	0.79	0.00	0.79	1320.08	1.40	0.51	0.29	2.20	6795
		中旬	1.52	0.79	0.00	0.79	1318.95	1.40	0.51	0.64	2.55	6616
		下旬	1.72	0.79	0.00	0.79	1317.95	1.54	0.56	0.48	2.58	6459

表 5.2.3-2(续)

年	月	旬	入库 (m³/s)	出库(m³/s)			水库旬 末水位 (m)	供水流量(m³/s)				水库旬 末库容 (m³)
				生态	弃水	合计		工业	生活	农业	合计	
1994	6	上旬	5.77	1.58	0.00	1.58	1319.05	1.38	0.50	0.05	1.92	6633
		中旬	9.10	1.58	0.00	1.58	1321.96	1.38	0.50	0.00	1.88	7097
		下旬	33.50	1.58	0.00	1.58	1336.00	1.38	0.50	0.00	1.88	9665
	7	上旬	14.23	1.58	6.77	8.36	1337.50	1.35	0.49	0.00	1.84	9981
		中旬	23.96	1.58	20.15	21.74	1337.50	1.35	0.49	0.00	1.84	9981
		下旬	16.36	1.58	12.59	14.18	1337.50	1.48	0.54	0.00	2.02	9981
	8	上旬	9.28	1.58	5.48	7.06	1337.50	1.35	0.49	0.00	1.84	9981
		中旬	6.73	1.58	2.93	4.51	1337.50	1.35	0.49	0.00	1.84	9981
		下旬	5.61	1.58	1.84	3.43	1337.50	1.48	0.54	0.00	2.02	9981
	9	上旬	4.09	1.58	0.25	1.84	1337.50	1.35	0.49	0.03	1.87	9981
		中旬	5.37	1.58	1.57	3.15	1337.50	1.35	0.49	0.00	1.84	9981
		下旬	9.88	1.58	6.08	7.66	1337.50	1.35	0.49	0.00	1.84	9981
	10	上旬	12.86	1.58	7.84	9.43	1338.00	1.35	0.49	0.00	1.84	10086
		中旬	5.55	1.58	1.44	3.03	1338.00	1.35	0.49	0.31	2.15	10086
		下旬	3.43	1.58	0.00	1.58	1337.82	1.48	0.54	0.06	2.08	10049

表 5.2.3-2(续)

年	月	旬	入库 (m ³ /s)	出库(m ³ /s)			水库旬 末水位 (m)	供水流量(m ³ /s)				水库旬 末库容 (m ³)
				生态	弃水	合计		工业	生活	农业	合计	
1994	11	上旬	2.09	1.58	0.00	1.58	1337.07	1.38	0.50	0.09	1.97	9890
		中旬	2.37	1.58	0.00	1.58	1336.36	1.38	0.50	0.25	2.13	9742
		下旬	2.62	1.58	0.00	1.58	1335.86	1.38	0.50	0.00	1.89	9636
	12	上旬	2.20	0.79	0.00	0.79	1335.50	1.39	0.51	0.00	1.90	9562
		中旬	1.96	0.79	0.00	0.79	1335.04	1.39	0.51	0.00	1.90	9468
		下旬	2.04	0.79	0.00	0.79	1334.59	1.53	0.56	0.00	2.09	9375

表 5.2.3-3 枯水代表年(90%)黄草坝水库建库前后坝址断面流量过程

年	月	旬	入库 (m ³ /s)	出库(m ³ /s)			水库旬 末水位 (m)	供水流量(m ³ /s)				水库旬 末库容 (m ³)
				生态	弃水	合计		工业	生活	农业	合计	
1988	1	上旬	1.38	0.79	0.00	0.79	1334.82	1.40	0.51	0.56	2.47	9423
		中旬	1.29	0.79	0.00	0.79	1334.03	1.40	0.51	0.10	2.01	9262
		下旬	1.13	0.79	0.00	0.79	1332.84	1.54	0.56	0.65	2.75	9026
	2	上旬	0.91	0.79	0.00	0.79	1331.74	1.40	0.51	0.37	2.28	8809
		中旬	0.85	0.79	0.00	0.79	1330.58	1.40	0.51	0.41	2.32	8585
		下旬	0.92	0.79	0.00	0.79	1329.62	1.12	0.41	0.30	1.83	8407
	3	上旬	0.16	0.79	0.00	0.79	1327.94	1.40	0.51	0.60	2.51	8108
		中旬	0.11	0.79	0.00	0.79	1326.16	1.40	0.51	0.68	2.59	7799
		下旬	0.08	0.79	0.00	0.79	1324.24	1.54	0.56	0.58	2.68	7475
	4	上旬	0.24	0.79	0.00	0.79	1322.41	1.42	0.52	0.74	2.67	7172
		中旬	0.30	0.79	0.00	0.79	1320.93	1.42	0.52	0.08	2.01	6932
		下旬	0.25	0.79	0.00	0.79	1319.23	1.42	0.52	0.41	2.34	6661
	5	上旬	0.98	0.79	0.00	0.79	1318.00	1.44	0.52	0.21	2.17	6467
		中旬	1.69	0.79	0.00	0.79	1317.26	1.44	0.52	0.00	1.97	6354
		下旬	0.74	0.79	0.00	0.79	1315.79	1.58	0.58	0.11	2.27	6132

表 5.2.3-3(续)

年	月	旬	入库 (m ³ /s)	出库(m ³ /s)			水库旬 末水位 (m)	供水流量(m ³ /s)				水库旬 末库容 (m ³)
				生态	弃水	合计		工业	生活	农业	合计	
1988	6	上旬	0.79	1.58	0.00	1.58	1313.67	1.40	0.51	0.63	2.54	5824
		中旬	1.30	1.58	0.00	1.58	1312.04	1.40	0.51	0.26	2.17	5593
		下旬	3.55	1.58	0.00	1.58	1311.59	1.40	0.51	0.56	2.47	5531
	7	上旬	5.72	1.58	0.00	1.58	1312.83	1.40	0.51	0.00	1.91	5706
		中旬	3.33	1.58	0.00	1.58	1312.60	1.40	0.51	0.00	1.91	5673
		下旬	6.97	1.58	0.00	1.58	1314.78	1.54	0.56	0.00	2.10	5984
	8	上旬	6.06	1.58	0.00	1.58	1316.17	1.38	0.50	0.00	1.88	6188
		中旬	8.16	1.58	0.00	1.58	1318.67	1.38	0.50	0.00	1.88	6573
		下旬	14.21	9.23	0.00	9.23	1320.40	1.51	0.55	0.00	2.07	6846
	9	上旬	7.14	1.58	0.00	1.58	1322.22	1.38	0.50	0.00	1.88	7141
		中旬	10.94	1.58	0.00	1.58	1325.94	1.38	0.50	0.00	1.88	7762
		下旬	4.56	1.58	0.00	1.58	1326.20	1.38	0.50	0.28	2.16	7807
	10	上旬	9.24	1.58	0.00	1.58	1328.93	1.35	0.49	0.00	1.84	8283
		中旬	6.65	1.58	0.00	1.58	1330.31	1.35	0.49	0.00	1.84	8534
		下旬	3.77	1.58	0.00	1.58	1330.20	1.48	0.54	0.30	2.32	8513

表 5.2.3-3(续)

年	月	旬	入库 (m ³ /s)	出库(m ³ /s)			水库旬 末水位 (m)	供水流量(m ³ /s)				水库旬 末库容 (m ³)
				生态	弃水	合计		工业	生活	农业	合计	
1988	11	上旬	2.01	1.58	0.00	1.58	1329.36	1.35	0.49	0.06	1.90	8359
		中旬	1.68	1.58	0.00	1.58	1328.25	1.35	0.49	0.23	2.07	8162
		下旬	2.34	1.58	0.00	1.58	1327.56	1.35	0.49	0.00	1.84	8042
	12	上旬	1.70	0.79	0.00	0.79	1326.91	1.39	0.50	0.02	1.92	7929
		中旬	1.33	0.79	0.00	0.79	1325.94	1.39	0.50	0.29	2.18	7761
		下旬	1.14	0.79	0.00	0.79	1324.87	1.53	0.56	0.10	2.18	7581

b) 坝下典型断面水文情势变化

黄草坝水库建成后,受工程引水及水库调度运行影响,坝址下游河段的水文情势将会有所改变,选择坝址断面、转山田断面、麻栗坪断面、帕庄高桥断面、小正兴桥断面、独达河口断面和小黑江二号桥断面等7个断面作为典型断面进行分析。其中,转山田断面位于坝下主要减水河段,上距坝址区约1.8km;麻栗坪断面位于下游支流南埂河交汇口下游,为中国结鱼省级水产种质资源保护区(实验区)的上边界,上距坝址区约8.5km;帕庄高桥断面位于下游支流帕庄河交汇口下游,上距坝址区约19.3km;小正兴桥断面位于下游支流暖里河交汇口下游,为中国结鱼省级水产种质资源保护区(核心区)的上边界,上距坝址区约22.5km;独达河口断面位于下游支流独达河交汇口下游,上距坝址区约41.3km;小黑江二号桥断面位于下游支流勐烈河交汇口下游,上距坝址区约45.0km,该处设有小黑江水文站,为中国结鱼种质资源保护区(核心区)的下边界。采用MIKE11模型模拟计算这些断面的水动力参数,选取水深和流速分析建库前后坝下河段水文情势的变化。

1) 丰水年水文情势影响

丰水代表年,坝下河道典型断面水文情势变化见表5.2.3-4~6和图5.2.3-1~3。

(1) 转山田断面

黄草坝水库建库后,丰水代表年,坝下主要减水河段代表断面转山田断面流量在 $0.79\text{m}^3/\text{s}\sim 22.57\text{m}^3/\text{s}$,与建库前相比,断面流量变化值为 $-15.96\text{m}^3/\text{s}\sim 0.41\text{m}^3/\text{s}$,变化率为 $-91.0\%\sim 107.8\%$ 。受流量变化影响,建库后转山田断面最大水深为 $0.13\text{m}\sim 0.64\text{m}$,较建库前变化 $-0.39\text{m}\sim 0.11\text{m}$,变化率为 $-69.4\%\sim 854.2\%$;断面流速在 $1.24\text{m/s}\sim 3.87\text{m/s}$,较建库前变化 $-1.99\text{m/s}\sim 0.42\text{m/s}$,变化率为 $-56.0\%\sim 51.4\%$ 。

(2) 麻栗坪断面

丰水代表年,中国结鱼省级水产种质资源保护区实验区上边界麻栗坪断面流量在 $0.91\text{m}^3/\text{s}\sim 25.98\text{m}^3/\text{s}$,与建库前相比,断面流量变化值为 $-15.94\text{m}^3/\text{s}\sim 0.41\text{m}^3/\text{s}$,变化率为 $-78.9\%\sim 69.3\%$ 。受流量变化影响,建库后麻栗坪断面最大水深为 $0.22\text{m}\sim 0.92\text{m}$,较建库前变化 $-0.42\text{m}\sim 0.06\text{m}$,变化率为 $-50.7\%\sim 35.0\%$;断面流速在 $0.57\text{m/s}\sim 1.54\text{m/s}$,较建库前变化 $-0.53\text{m/s}\sim 0.11\text{m/s}$,变化率为 $-37.6\%\sim 24.0\%$ 。

(3) 帕庄高桥断面

丰水代表年,中国结鱼省级水产种质资源保护区实验区内帕庄高桥断面流量在

0.91m³/s~25.82m³/s, 与建库前相比, 断面流量变化值为-15.86m³/s~0.41m³/s, 变化率为-78.7%~68.6%。受流量变化影响, 建库后帕庄高桥断面最大水深为 0.27m~1.59m, 较建库前变化-0.80m~0.07m, 变化率为-57.2%~32.2%; 断面流速在 0.40m/s~1.39m/s, 较建库前变化-0.46m/s~0.08m/s, 变化率为-51.8%~24.7%。

(4) 小正兴桥断面

丰水代表年, 中国结鱼省级水产种质资源保护区核心区上边界小正兴桥断面流量在 1.68m³/s~48.51m³/s, 与建库前相比, 断面流量变化值为-15.83m³/s~0.41m³/s, 变化率为-59.9%~24.0%。受流量变化影响, 建库后小正兴桥断面最大水深为 0.25m~1.55m, 较建库前变化-0.33m~0.03m, 变化率为-39.2%~13.1%; 断面流速在 0.54m/s~1.43m/s, 较建库前变化-0.21m/s~0.05m/s, 变化率为-25.1%~9.3%。

(5) 独达河口断面

丰水代表年, 中国结鱼省级水产种质资源保护区核心区内独达河口断面流量在 1.99m³/s~58.20m³/s, 与建库前相比, 断面流量变化值为-15.79m³/s~0.41m³/s, 变化率为-51.5%~19.4%。受流量变化影响, 建库后独达河口断面最大水深为 0.26m~1.39m, 较建库前变化-0.23m~0.02m, 变化率为-29.8%~8.2%; 断面流速在 0.35m/s~1.39m/s, 较建库前变化-0.19m/s~0.02m/s, 变化率为-25.1%~6.6%。

(6) 小黑江二号桥断面

丰水代表年, 中国结鱼省级水产种质资源保护区核心区下边界小黑江二号桥断面流量在 2.44m³/s~72.43m³/s, 与建库前相比, 断面流量变化值为-15.78m³/s~0.40m³/s, 变化率为-42.8%~15.3%。受流量变化影响, 建库后小黑江二号桥断面最大水深为 0.31m~1.65m, 较建库前变化-0.20m~0.02m, 变化率为-25.4%~6.8%; 断面流速在 0.62m/s~1.89m/s, 较建库前变化-0.18m/s~0.03m/s, 变化率为-18.0%~5.2%。

表 5.2.3-4 25%代表年黄草坝水库建库前后坝下各断面流量表
 单位：m³/s

断面	月	一月			二月			三月			四月			五月			六月			七月			八月			九月			十月			十一月			十二月		
	旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
坝址	建库前	1.05	1.04	1.22	0.84	0.82	0.82	0.67	0.53	0.46	0.44	0.38	0.44	2.84	4.61	1.21	1.27	5.25	5.08	12.52	11.42	17.54	11.65	13.73	24.76	22.22	11.64	9.52	6.47	5.10	9.59	17.60	5.97	4.28	3.53	3.19	3.06
	建库后	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	4.07	11.51	22.57	20.00	9.13	7.31	3.04	2.88	7.40	15.38	3.56	1.82	1.24	0.79	0.79
	变化量	-0.34	-0.25	-0.43	-0.05	-0.03	-0.03	0.12	0.26	0.33	0.35	0.41	0.35	-2.05	-3.82	-0.42	0.31	-3.67	-3.50	-10.94	-9.84	-15.96	-7.58	-2.22	-2.19	-2.22	-2.51	-2.21	-3.43	-2.22	-2.19	-2.22	-2.41	-2.46	-2.29	-2.40	-2.27
	变化率	-32.5	-24.0	-35.2	-6.0	-3.7	-3.7	17.9	49.1	71.7	79.5	107.9	79.5	-72.2	-82.9	-34.7	24.4	-69.9	-68.9	-87.4	-86.2	-91.0	-65.1	-16.2	-8.8	-10.0	-21.6	-23.2	-53.0	-43.5	-22.8	-12.6	-40.4	-57.5	-64.9	-75.2	-74.2
转山田	建库前	1.17	1.04	1.22	0.84	0.82	0.82	0.67	0.53	0.46	0.44	0.38	0.44	2.84	4.61	1.21	1.27	5.25	5.08	12.52	11.42	17.54	11.65	13.73	24.76	22.22	11.65	9.52	6.47	5.10	9.59	17.60	5.98	4.28	3.53	3.19	3.06
	建库后	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	4.07	11.51	22.57	20.00	9.14	7.31	3.04	2.88	7.40	15.38	3.57	1.82	1.24	0.79	0.79
	变化量	-0.38	-0.25	-0.43	-0.05	-0.03	-0.03	0.12	0.26	0.33	0.35	0.41	0.35	-2.05	-3.82	-0.42	0.31	-3.67	-3.50	-10.94	-9.84	-15.96	-7.59	-2.22	-2.19	-2.22	-2.51	-2.21	-3.43	-2.22	-2.19	-2.22	-2.41	-2.46	-2.29	-2.40	-2.27
	变化率	-32.5	-24.1	-35.2	-6.0	-3.7	-3.7	17.9	49.0	71.7	79.5	107.8	79.6	-72.2	-82.9	-34.9	24.3	-69.9	-68.9	-87.4	-86.2	-91.0	-65.1	-16.2	-8.8	-10.0	-21.5	-23.2	-53.0	-43.5	-22.8	-12.6	-40.3	-57.4	-64.9	-75.2	-74.2
麻栗坪	建库前	1.62	1.49	1.67	1.12	1.09	1.09	0.79	0.65	0.58	0.65	0.59	0.65	3.06	4.83	1.46	2.05	6.01	5.86	15.32	14.25	20.35	15.11	17.16	28.17	25.16	14.61	12.46	7.94	6.56	11.02	19.45	7.91	6.17	4.19	3.85	3.72
	建库后	1.24	1.24	1.24	1.06	1.06	1.06	0.91	0.91	0.91	1.00	1.00	1.00	1.02	1.02	1.02	2.35	2.36	2.36	4.41	4.41	4.41	7.50	14.92	25.98	22.94	12.11	10.25	4.51	4.33	8.83	17.23	5.50	3.71	1.90	1.46	1.45
	变化量	-0.38	-0.25	-0.43	-0.06	-0.03	-0.03	0.12	0.26	0.33	0.35	0.41	0.35	-2.04	-3.81	-0.44	0.30	-3.65	-3.50	-10.91	-9.84	-15.94	-7.62	-2.24	-2.19	-2.22	-2.51	-2.21	-3.42	-2.23	-2.19	-2.22	-2.40	-2.46	-2.29	-2.40	-2.27
	变化率	-23.5	-16.8	-25.7	-5.0	-2.8	-2.8	15.0	39.7	56.3	53.8	69.3	54.0	-66.6	-78.9	-30.2	14.9	-60.7	-59.7	-71.2	-69.1	-78.3	-50.4	-13.1	-7.8	-8.8	-17.1	-17.7	-43.1	-34.0	-19.9	-11.4	-30.4	-39.8	-54.6	-62.2	-61.0
帕庄高桥	建库前	1.66	1.50	1.66	1.13	1.09	1.09	0.80	0.66	0.58	0.65	0.59	0.65	2.97	4.79	1.56	2.03	5.92	5.86	15.14	14.27	20.27	15.20	17.13	28.01	25.21	14.77	12.50	8.02	6.58	10.94	19.32	8.11	6.20	4.23	3.86	3.72
	建库后	1.28	1.24	1.24	1.07	1.06	1.06	0.92	0.91	0.91	1.00	1.00	1.00	1.02	1.02	1.02	2.31	2.36	2.36	4.34	4.41	4.41	7.43	14.78	25.82	22.99	12.28	10.28	4.63	4.33	8.75	17.08	5.72	3.75	1.97	1.47	1.45
	变化量	-0.38	-0.26	-0.42	-0.07	-0.03	-0.03	0.11	0.25	0.33	0.35	0.41	0.35	-1.95	-3.77	-0.54	0.28	-3.56	-3.50	-10.80	-9.86	-15.86	-7.76	-2.35	-2.19	-2.22	-2.49	-2.21	-3.39	-2.25	-2.20	-2.24	-2.39	-2.46	-2.27	-2.39	-2.27
	变化率	-22.7	-17.1	-25.4	-5.8	-2.8	-2.8	14.0	38.5	55.9	54.0	68.5	54.6	-65.7	-78.7	-34.6	13.8	-60.1	-59.8	-71.3	-69.1	-78.2	-51.1	-13.7	-7.8	-8.8	-16.9	-17.7	-42.3	-34.2	-20.1	-11.6	-29.4	-39.6	-53.6	-61.9	-61.1
小正兴桥	建库前	4.67	4.50	4.66	2.93	2.87	2.87	1.58	1.43	1.35	2.02	1.97	2.03	4.43	6.26	3.07	7.18	11.06	11.05	33.73	32.96	38.92	37.94	39.85	50.69	44.60	34.20	31.88	17.64	16.15	20.48	31.69	20.60	18.64	8.63	8.21	8.08
	建库后	4.29	4.24	4.24	2.86	2.84	2.84	1.69	1.68	1.68	2.37	2.38	2.38	2.51	2.51	2.51	7.46	7.54	7.54	22.96	23.09	23.09	30.13	37.47	48.51	42.38	31.71	29.66	14.26	13.90	18.28	29.45	18.22	16.19	6.37	5.82	5.80
	变化量	-0.37	-0.26	-0.42	-0.07	-0.03	-0.03	0.11	0.25	0.33	0.35	0.41	0.35	-1.93	-3.75	-0.56	0.27	-3.52	-3.51	-10.76	-9.87	-15.83	-7.81	-2.38	-2.18	-2.22	-2.49	-2.22	-3.38	-2.26	-2.20	-2.24	-2.39	-2.46	-2.27	-2.39	-2.28
	变化率	-8.0	-5.7	-9.0	-2.4	-1.1	-1.0	7.0	17.6	24.0	17.3	20.6	17.5	-43.4	-59.9	-18.3	3.8	-31.8	-31.7	-31.9	-29.9	-40.7	-20.6	-6.0	-4.3	-5.0	-7.3	-7.0	-19.2	-14.0	-10.7	-7.1	-11.6	-13.2	-26.2	-29.1	-28.2
独达河口	建库前	5.79	5.59	5.75	3.75	3.67	3.67	1.92	1.74	1.67	2.38	2.34	2.40	5.39	7.23	4.11	10.68	14.55	14.60	42.48	41.90	47.81	47.71	49.59	60.39	52.64	42.27	39.89	24.67	23.07	27.35	34.59	23.67	21.64	10.18	9.65	9.52
	建库后	5.42	5.33	5.33	3.68	3.64	3.64	2.03	1.99	1.99	2.73	2.75	2.75	3.50	3.51	3.51	10.94	11.09	11.09	31.76	32.02	32.02	39.84	47.18	58.20	50.43	39.78	37.67	21.30	20.81	25.16	32.35	21.29	19.18	7.92	7.27	7.24
	变化量	-0.37	-0.26	-0.42	-0.07	-0.03	-0.03	0.11	0.25	0.32	0.35	0.41	0.36	-1.89	-3.72	-0.60	0.26	-3.46	-3.51	-10.72	-9.88	-15.79	-7.87	-2.41	-2.19	-2.22	-2.49	-2.22	-3.37	-2.27	-2.20	-2.24	-2.38	-2.45	-2.26	-2.39	-2.28
	变化率	-6.4	-4.6	-7.3	-2.0	-0.9	-0.8	5.6	14.3	19.4	14.7	17.3	14.8	-35.0	-51.5	-14.5	2.5	-23.8	-24.0	-25.2	-23.6	-33.0	-16.5	-4.9	-3.6	-4.2	-5.9	-5.6	-13.6	-9.8	-8.0	-6.5	-10.1	-11.3	-22.2	-24.7	-23.9
小黑江二号桥	建库前	7.39	7.18	7.34	4.93	4.84	4.84	2.38	2.19	2.12	2.92	2.89	2.93	6.83	8.68	5.58	15.84	19.72	19.79	55.44	54.93	60.83	61.96	63.84	74.62	64.33	53.96	51.57	34.78	33.16	37.43	38.92	28.03	25.98	12.31	11.76	11.62
	建库后	7.02	6.92	6.92	4.85	4.81	4.81	2.49	2.44	2.44	3.27	3.29	3.29	4.96	4.97	4.97	16.10	16.28	16.28	44.73	45.05	45.05	54.07	61.42	72.43	62.11	51.47	49.35	31.42	30.89	35.23	36.68	25.65	23.53	10.05	9.37	9.34
	变化量	-0.37	-0.26	-0.42	-0.08	-0.03	-0.03	0.11	0.25	0.32	0.35	0.40	0.36	-1.88	-3.71	-0.61	0.26	-3.44	-3.51	-10.71	-9.88	-15.78	-7.88	-2.42	-2.19	-2.22	-2.49	-2.22	-3.36	-2.27	-2.20	-2.24	-2.38	-2.45	-2.26	-2.39	-2.28
	变化率	-5.0	-3.6	-5.7	-1.5	-0.7	-0.6	4.5	11.3	15.3	12.0	14.0	12.1	-27.4	-42.8	-10.9	1.6	-17.5	-17.7	-19.3	-18.0	-25.9	-12.7	-3.8	-2.9	-3.4	-4.6	-4.3	-9.7	-6.8	-5.9	-5.8	-8.5	-9.4	-18.3	-20.3	-19.6

表 5.2.3-5 25%代表年黄草坝水库建库前后坝下各断面流速表
 单位：m/s

断面	月	一月			二月			三月			四月			五月			六月			七月			八月			九月			十月			十一月			十二月		
	旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
坝址	建库前	1.03	1.10	1.16	1.02	1.02	1.02	0.95	0.88	0.84	0.83	0.80	0.83	1.53	1.77	1.16	1.18	1.85	1.83	2.44	2.37	2.72	2.39	2.52	3.05	2.94	2.39	2.24	1.98	1.83	2.24	2.73	1.93	1.73	1.64	1.59	1.56
	建库后	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.71	2.38	2.96	2.84	2.21	2.05	1.56	1.54	2.06	2.61	1.64	1.33	1.17	1.00	1.00
	变化量	-0.13	-0.10	-0.16	-0.02	-0.01	-0.01	0.05	0.12	0.16	0.17	0.21	0.17	-0.53	-0.77	-0.16	0.09	-0.57	-0.55	-1.17	-1.10	-1.45	-0.68	-0.14	-0.09	-0.10	-0.18	-0.18	-0.41	-0.29	-0.18	-0.11	-0.29	-0.40	-0.46	-0.58	-0.56
	变化率	-12.6	-9.0	-13.8	-2.1	-1.3	-1.3	5.7	14.1	19.3	20.8	26.2	20.8	-34.4	-43.4	-13.6	7.9	-31.0	-30.3	-47.9	-46.3	-53.3	-28.5	-5.6	-3.0	-3.4	-7.5	-8.2	-21.0	-16.1	-8.1	-4.2	-14.9	-23.1	-28.4	-36.7	-35.9
转山田	建库前	1.41	1.36	1.43	1.26	1.25	1.25	1.17	1.08	0.99	0.95	0.82	0.94	1.91	2.25	1.43	1.45	2.36	2.33	3.17	3.07	3.55	3.09	3.27	3.99	3.85	3.09	2.89	2.53	2.34	2.90	3.55	2.47	2.20	2.06	1.99	1.96
	建库后	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	2.16	3.08	3.87	3.71	2.85	2.64	1.96	1.92	2.65	3.40	2.07	1.64	1.44	1.24	1.24
	变化量	-0.18	-0.12	-0.20	-0.03	-0.02	-0.02	0.07	0.15	0.25	0.29	0.42	0.29	-0.68	-1.02	-0.19	0.11	-0.80	-0.77	-1.60	-1.51	-1.99	-0.93	-0.19	-0.13	-0.14	-0.24	-0.25	-0.58	-0.41	-0.25	-0.16	-0.40	-0.56	-0.62	-0.75	-0.73
	变化率	-12.5	-9.1	-13.7	-2.2	-1.3	-1.3	5.7	14.3	25.1	30.8	51.4	30.8	-35.4	-45.2	-13.5	7.7	-33.8	-33.0	-50.6	-49.1	-56.0	-30.2	-5.8	-3.1	-3.5	-7.9	-8.6	-22.7	-17.7	-8.5	-4.5	-16.3	-25.3	-30.0	-37.8	-37.0
麻栗坪	建库前	0.67	0.66	0.68	0.61	0.60	0.60	0.54	0.50	0.47	0.50	0.48	0.49	0.82	0.95	0.65	0.72	1.02	1.01	1.36	1.33	1.45	1.35	1.39	1.58	1.53	1.34	1.30	1.12	1.05	1.26	1.44	1.12	1.03	0.90	0.88	0.87
	建库后	0.62	0.62	0.62	0.60	0.60	0.60	0.57	0.57	0.57	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.75	0.75	0.75	0.92	0.92	0.92	1.10	1.35	1.54	1.50	1.29	1.22	0.93	0.91	1.16	1.39	0.99	0.87	0.71	0.65	0.65
	变化量	-0.05	-0.03	-0.05	-0.01	0.00	0.00	0.03	0.07	0.10	0.09	0.11	0.09	-0.22	-0.36	-0.06	0.03	-0.27	-0.26	-0.44	-0.41	-0.53	-0.25	-0.04	-0.03	-0.04	-0.05	-0.07	-0.19	-0.14	-0.09	-0.04	-0.13	-0.16	-0.20	-0.23	-0.22
	变化率	-7.3	-5.0	-8.1	-1.5	-0.8	-0.8	6.1	14.9	20.4	19.0	23.9	19.0	-27.4	-37.6	-9.4	4.4	-26.2	-25.5	-32.2	-31.0	-36.6	-18.7	-3.2	-2.1	-2.4	-4.0	-5.5	-17.3	-13.0	-7.5	-2.9	-11.6	-15.6	-22.0	-25.8	-25.1
帕庄高桥	建库前	0.52	0.50	0.52	0.44	0.43	0.43	0.38	0.35	0.33	0.34	0.33	0.34	0.69	0.87	0.50	0.57	0.96	0.96	1.23	1.22	1.30	1.23	1.26	1.42	1.38	1.22	1.19	1.07	0.99	1.17	1.29	1.07	0.97	0.82	0.78	0.77
	建库后	0.46	0.46	0.46	0.43	0.43	0.43	0.40	0.40	0.40	0.41	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.60	0.61	0.61	0.84	0.84	0.84	1.04	1.22	1.39	1.34	1.19	1.16	0.85	0.83	1.10	1.26	0.94	0.77	0.56	0.49	0.49
	变化量	-0.06	-0.04	-0.07	-0.01	-0.01	0.00	0.02	0.05	0.07	0.07	0.08	0.07	-0.27	-0.45	-0.09	0.04	-0.34	-0.34	-0.39	-0.37	-0.46	-0.19	-0.03	-0.04	-0.03	-0.04	-0.03	-0.22	-0.17	-0.06	-0.03	-0.13	-0.21	-0.26	-0.29	-0.28
	变化率	-11.2	-8.2	-12.7	-2.6	-1.2	-1.2	5.7	14.9	20.7	20.3	24.7	20.5	-39.0	-51.8	-17.0	6.5	-36.0	-35.9	-31.9	-30.6	-35.2	-15.5	-2.7	-2.6	-2.5	-3.1	-2.6	-20.2	-16.9	-5.4	-2.5	-11.8	-21.1	-31.4	-37.4	-36.7
小正兴桥	建库前	0.76	0.75	0.76	0.65	0.65	0.65	0.53	0.51	0.49	0.58	0.58	0.58	0.75	0.83	0.66	0.86	0.95	0.95	1.28	1.27	1.34	1.33	1.35	1.45	1.40	1.29	1.26	1.07	1.05	1.10	1.26	1.10	1.08	0.90	0.89	0.89
	建库后	0.74	0.74	0.74	0.65	0.65	0.65	0.54	0.54	0.54	0.61	0.61	0.61	0.62	0.62	0.62	0.87	0.87	0.87	1.14	1.14	1.14	1.24	1.33	1.43	1.38	1.26	1.23	1.02	1.01	1.08	1.23	1.08	1.05	0.83	0.81	0.81
	变化量	-0.02	-0.01	-0.02	-0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	-0.12	-0.21	-0.04	0.01	-0.08	-0.08	-0.15	-0.14	-0.21	-0.09	-0.03	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.05	-0.04	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.07	-0.08	-0.08
	变化率	-2.5	-1.8	-2.8	-0.8	-0.3	-0.3	3.0	6.9	9.3	5.0	5.8	5.0	-16.6	-25.1	-6.0	0.8	-8.6	-8.6	-11.4	-10.6	-15.3	-7.1	-2.0	-1.1	-1.4	-2.4	-2.3	-5.0	-3.9	-2.2	-2.3	-2.5	-2.8	-7.3	-8.7	-8.5
独达河口	建库前	0.53	0.52	0.53	0.44	0.44	0.44	0.35	0.33	0.33	0.37	0.37	0.38	0.51	0.58	0.46	0.68	0.78	0.78	1.22	1.22	1.28	1.28	1.30	1.42	1.34	1.22	1.20	0.97	0.95	1.02	1.13	0.96	0.92	0.67	0.65	0.65
	建库后	0.52	0.51	0.51	0.44	0.44	0.44	0.35	0.35	0.35	0.39	0.40	0.40	0.43	0.43	0.43	0.69	0.69	0.69	1.09	1.09	1.09	1.20	1.28	1.39	1.31	1.19	1.17	0.91	0.91	0.98	1.10	0.91	0.87	0.60	0.58	0.58
	变化量	-0.01	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-0.08	-0.15	-0.03	0.01	-0.08	-0.09	-0.14	-0.13	-0.19	-0.09	-0.03	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.06	-0.04	-0.04	-0.03	-0.04	-0.05	-0.07	-0.07	-0.07
	变化率	-2.6	-1.8	-3.0	-0.7	-0.2	-0.2	2.1	4.9	6.6	5.1	6.1	5.1	-15.6	-25.1	-5.7	1.0	-10.8	-11.0	-11.2	-10.4	-14.9	-6.8	-2.1	-1.6	-1.8	-2.3	-2.2	-6.1	-4.3	-3.6	-2.9	-4.4	-5.1	-10.0	-11.1	-10.7
小黑江二号桥	建库前	0.92	0.91	0.91	0.80	0.79	0.79	0.61	0.59	0.58	0.66	0.65	0.66	0.89	0.97	0.83	1.21	1.29	1.29	1.77	1.76	1.81	1.82	1.84	1.91	1.84	1.76	1.73	1.52	1.50	1.56	1.58	1.42	1.39	1.12	1.10	1.09
	建库后	0.90	0.90	0.90	0.79	0.79	0.79	0.62	0.62	0.62	0.68	0.69	0.69	0.80	0.80	0.80	1.22	1.22	1.22	1.66	1.66	1.66	1.76	1.82	1.89	1.82	1.73	1.71	1.47	1.47	1.53	1.55	1.39	1.35	1.03	1.00	1.00
	变化量	-0.02	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	-0.09	-0.18	-0.03	0.01	-0.07	-0.07	-0.11	-0.11	-0.15	-0.07	-0.02	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.05	-0.03	-0.03	-0.03	-0.04	-0.04	-0.09	-0.10	-0.09
	变化率	-1.8	-1.3	-2.0	-0.5	-0.3	-0.3	1.6	3.9	5.2	4.2	4.8	4.2	-10.5	-18.0	-3.8	0.4	-5.2	-5.2	-6.4	-6.0	-8.5	-3.6	-1.0	-0.7	-1.0	-1.2	-1.3	-3.2	-2.2	-1.9	-1.9	-2.6	-2.8	-7.8	-8.7	-8.3

表 5.2.3-6 25%代表年黄草坝水库建库前后坝下各断面水深表
 单位：m

断面	月	一月			二月			三月			四月			五月			六月			七月			八月			九月			十月			十一月			十二月		
	旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
坝址	建库前	0.37	0.18	0.19	0.16	0.16	0.16	0.14	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.30	0.38	0.19	0.20	0.41	0.40	0.64	0.61	0.76	0.62	0.67	0.91	0.86	0.62	0.56	0.46	0.41	0.56	0.76	0.44	0.37	0.34	0.32	0.31
	建库后	0.34	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.36	0.61	0.87	0.81	0.55	0.49	0.31	0.30	0.49	0.71	0.34	0.24	0.19	0.15	0.15
	变化量	-0.03	-0.02	-0.04	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.04	0.05	0.04	-0.15	-0.23	-0.04	0.03	-0.19	-0.18	-0.42	-0.39	-0.54	-0.26	-0.06	-0.04	-0.05	-0.07	-0.07	-0.15	-0.10	-0.07	-0.05	-0.10	-0.13	-0.14	-0.17	-0.16
	变化率	-8.6	-13.6	-20.4	-3.2	-1.9	-1.9	8.6	22.6	32.2	34.5	44.8	34.5	-49.2	-60.4	-20.0	12.8	-46.5	-45.5	-65.6	-63.9	-71.1	-41.6	-8.8	-4.6	-5.3	-11.5	-12.6	-32.2	-25.7	-12.4	-6.7	-23.4	-35.7	-42.4	-52.2	-51.1
转山田	建库前	0.15	0.14	0.15	0.13	0.13	0.13	0.12	0.10	0.03	0.02	0.01	0.02	0.23	0.29	0.15	0.16	0.31	0.30	0.47	0.45	0.56	0.46	0.50	0.67	0.63	0.46	0.41	0.34	0.30	0.42	0.56	0.33	0.28	0.25	0.24	0.24
	建库后	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.27	0.45	0.64	0.60	0.41	0.36	0.24	0.23	0.36	0.53	0.26	0.19	0.15	0.13	0.13
	变化量	-0.03	-0.02	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.10	0.10	0.11	0.10	-0.10	-0.16	-0.03	0.02	-0.14	-0.13	-0.30	-0.28	-0.39	-0.19	-0.04	-0.03	-0.03	-0.05	-0.05	-0.11	-0.07	-0.05	-0.04	-0.07	-0.09	-0.10	-0.12	-0.11
	变化率	-16.7	-12.0	-18.3	-3.1	-1.6	-1.6	8.6	20.2	361.4	495.2	854.2	495.2	-45.4	-56.7	-17.9	10.3	-44.1	-43.2	-63.7	-62.0	-69.4	-40.6	-8.5	-4.6	-5.2	-11.5	-12.3	-31.0	-24.3	-12.3	-6.6	-22.4	-33.5	-39.3	-48.3	-47.3
麻栗坪	建库前	0.27	0.26	0.27	0.24	0.24	0.24	0.20	0.18	0.17	0.18	0.17	0.18	0.35	0.42	0.26	0.30	0.46	0.46	0.72	0.70	0.82	0.72	0.76	0.96	0.91	0.71	0.66	0.53	0.48	0.63	0.80	0.53	0.47	0.40	0.38	0.38
	建库后	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.31	0.31	0.31	0.40	0.40	0.40	0.52	0.71	0.92	0.87	0.65	0.60	0.41	0.40	0.56	0.76	0.45	0.37	0.29	0.26	0.26
	变化量	-0.02	-0.02	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05	-0.11	-0.19	-0.03	0.02	-0.15	-0.15	-0.32	-0.29	-0.42	-0.20	-0.05	-0.04	-0.04	-0.05	-0.06	-0.12	-0.08	-0.07	-0.04	-0.08	-0.10	-0.11	-0.12	-0.11
	变化率	-8.5	-5.7	-9.5	-1.4	-0.8	-0.8	8.3	21.4	29.9	27.6	35.0	27.7	-32.5	-44.6	-10.9	5.4	-33.0	-32.3	-43.9	-42.1	-50.7	-27.9	-6.0	-4.0	-4.3	-7.6	-8.8	-23.1	-17.2	-10.6	-5.4	-15.8	-20.4	-27.3	-31.4	-30.4
帕庄高桥	建库前	0.37	0.35	0.37	0.30	0.30	0.30	0.25	0.23	0.21	0.23	0.22	0.23	0.50	0.63	0.36	0.41	0.71	0.70	1.20	1.16	1.40	1.20	1.28	1.65	1.57	1.19	1.09	0.85	0.75	1.02	1.36	0.86	0.73	0.59	0.57	0.56
	建库后	0.33	0.32	0.32	0.29	0.29	0.29	0.27	0.27	0.27	0.28	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.44	0.45	0.45	0.59	0.60	0.60	0.81	1.19	1.59	1.50	1.08	0.99	0.62	0.60	0.90	1.28	0.69	0.56	0.41	0.35	0.35
	变化量	-0.05	-0.03	-0.05	-0.01	0.00	0.00	0.02	0.04	0.06	0.06	0.07	0.06	-0.21	-0.34	-0.07	0.03	-0.26	-0.25	-0.61	-0.57	-0.80	-0.39	-0.10	-0.07	-0.07	-0.11	-0.10	-0.23	-0.15	-0.12	-0.09	-0.17	-0.17	-0.19	-0.22	-0.21
	变化率	-12.4	-9.0	-13.8	-3.0	-1.4	-1.3	7.0	18.7	26.7	25.8	32.2	26.0	-42.2	-54.3	-19.4	6.5	-36.6	-36.2	-50.5	-48.5	-57.2	-32.3	-7.4	-3.9	-4.6	-9.0	-9.2	-27.3	-20.3	-11.6	-6.3	-19.6	-23.0	-31.6	-37.9	-37.3
小正兴桥	建库前	0.42	0.42	0.42	0.33	0.33	0.33	0.24	0.22	0.22	0.27	0.27	0.27	0.41	0.50	0.34	0.54	0.69	0.69	1.27	1.26	1.37	1.35	1.39	1.59	1.48	1.28	1.23	0.90	0.86	0.98	1.23	0.99	0.93	0.60	0.58	0.58
	建库后	0.40	0.40	0.40	0.33	0.33	0.33	0.25	0.25	0.25	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	0.55	0.56	0.56	1.04	1.05	1.05	1.20	1.34	1.55	1.44	1.23	1.19	0.80	0.79	0.92	1.18	0.92	0.86	0.51	0.48	0.48
	变化量	-0.02	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	-0.11	-0.20	-0.03	0.01	-0.13	-0.13	-0.23	-0.21	-0.33	-0.15	-0.04	-0.04	-0.04	-0.05	-0.05	-0.10	-0.07	-0.06	-0.05	-0.07	-0.07	-0.09	-0.10	-0.10
	变化率	-4.6	-3.2	-5.1	-1.2	-0.6	-0.6	3.9	9.8	13.1	8.4	9.8	8.5	-26.0	-39.2	-9.7	2.1	-19.2	-19.2	-18.0	-16.8	-23.7	-11.4	-3.2	-2.5	-3.0	-3.9	-3.7	-11.6	-8.5	-6.2	-3.7	-6.6	-7.7	-15.4	-17.5	-17.0
独达河口	建库前	0.43	0.43	0.43	0.35	0.35	0.35	0.25	0.24	0.24	0.28	0.28	0.28	0.42	0.48	0.37	0.59	0.69	0.69	1.19	1.19	1.26	1.26	1.29	1.41	1.32	1.19	1.16	0.91	0.88	0.96	1.08	0.89	0.85	0.57	0.56	0.56
	建库后	0.42	0.42	0.42	0.35	0.35	0.35	0.26	0.26	0.26	0.30	0.30	0.30	0.34	0.34	0.34	0.60	0.60	0.60	1.03	1.04	1.04	1.16	1.26	1.39	1.30	1.16	1.13	0.84	0.83	0.91	1.04	0.84	0.79	0.50	0.48	0.48
	变化量	-0.01	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-0.08	-0.14	-0.03	0.01	-0.09	-0.09	-0.16	-0.15	-0.23	-0.11	-0.03	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.07	-0.05	-0.04	-0.04	-0.05	-0.05	-0.07	-0.07	-0.07
	变化率	-3.3	-2.4	-3.6	-0.9	-0.3	-0.3	2.5	6.2	8.2	6.4	7.7	6.5	-18.8	-29.8	-7.1	1.3	-12.9	-13.1	-13.5	-12.6	-18.0	-8.3	-2.3	-1.7	-2.0	-2.9	-2.8	-7.3	-5.2	-4.2	-3.5	-5.3	-6.1	-12.0	-13.3	-13.0
小黑江二号桥	建库前	0.55	0.54	0.55	0.44	0.43	0.43	0.30	0.29	0.29	0.34	0.33	0.34	0.52	0.60	0.47	0.81	0.89	0.89	1.46	1.45	1.53	1.54	1.56	1.68	1.57	1.44	1.41	1.16	1.14	1.21	1.23	1.05	1.01	0.72	0.70	0.70
	建库后	0.53	0.53	0.53	0.44	0.43	0.43	0.31	0.31	0.31	0.35	0.36	0.36	0.44	0.44	0.44	0.82	0.82	0.82	1.32	1.32	1.32	1.44	1.53	1.65	1.54	1.41	1.38	1.11	1.10	1.17	1.19	1.01	0.97	0.65	0.62	0.62
	变化量	-0.02	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-0.08	-0.16	-0.03	0.01	-0.07	-0.07	-0.14	-0.13	-0.20	-0.10	-0.03	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.05	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.05	-0.07	-0.08	-0.08
	变化率	-2.8	-2.1	-3.2	-0.8	-0.3	-0.2	2.1	5.2	6.8	5.7	6.8	5.7	-16.1	-26.4	-6.0	0.7	-8.0	-8.2	-9.8	-9.2	-13.4	-6.2	-1.8	-1.4	-1.7	-2.2	-2.1	-4.7	-3.3	-2.9	-2.9	-4.1	-4.5	-10.1	-11.3	-10.9

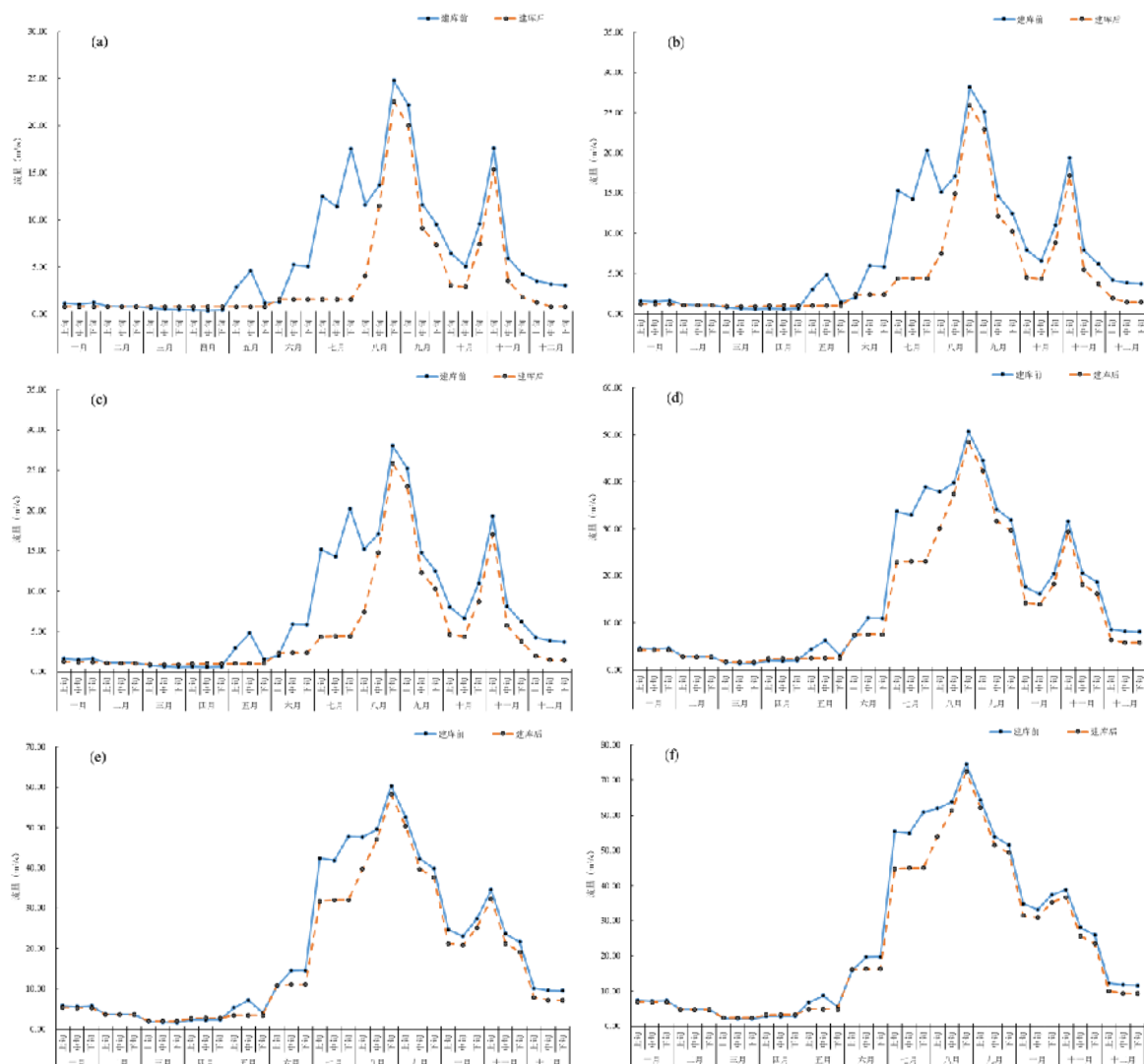


图 5.2.3-1 25%代表年建库前后坝下各断面流量变化图

(a) 转山田断面; (b) 麻栗坪断面; (c) 帕庄高桥断面; (d) 小正兴桥断面; (e) 独达河口断面;
 (f) 小黑江二号桥断面

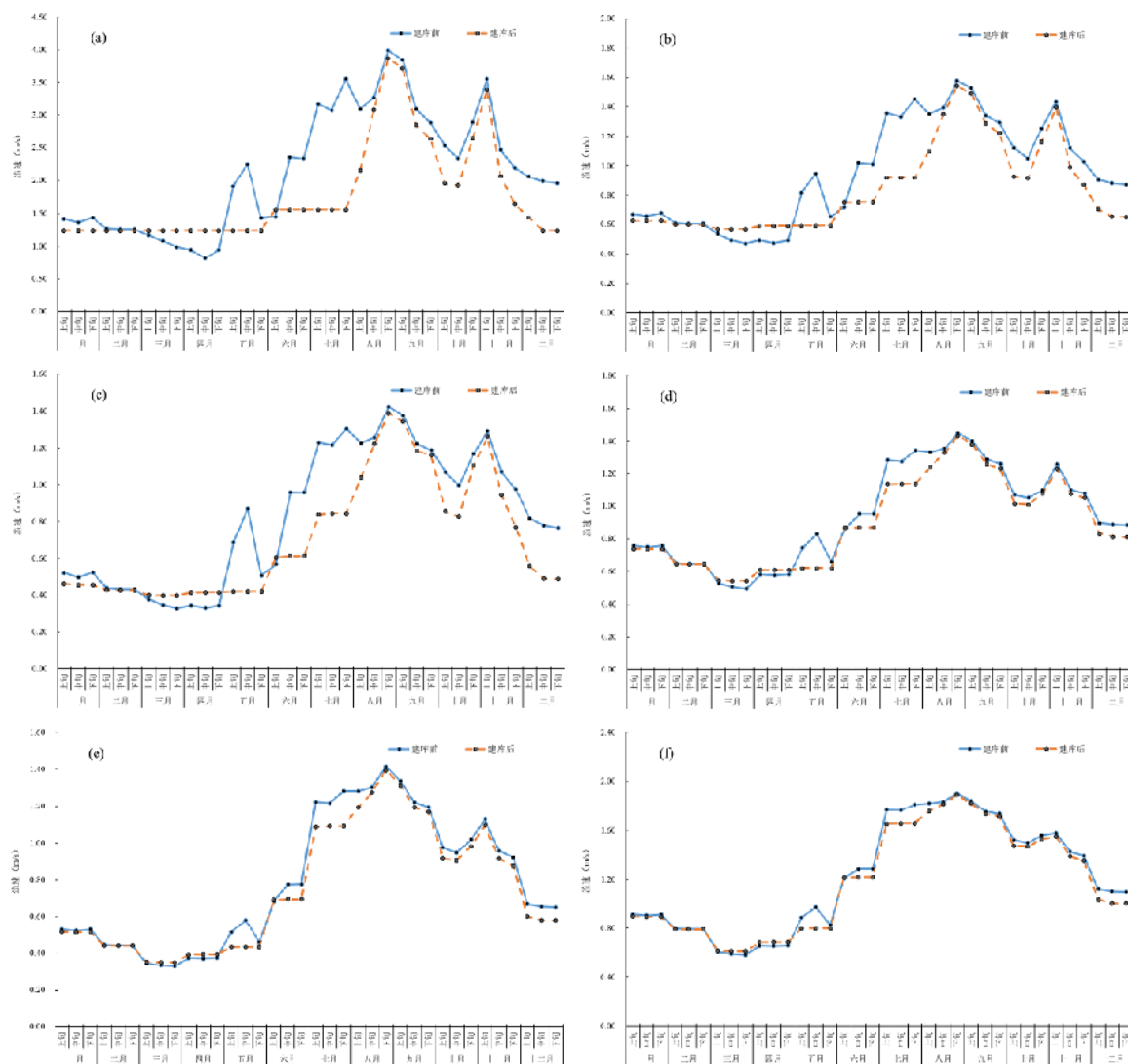


图 5.2.3-2 25%代表年建库前后坝下各断面流速变化图

(a) 转山田断面；(b) 麻栗坪断面；(c) 帕庄高桥断面；(d) 小正兴桥断面；(e) 独达河口断面；
 (f) 小黑江二号桥断面

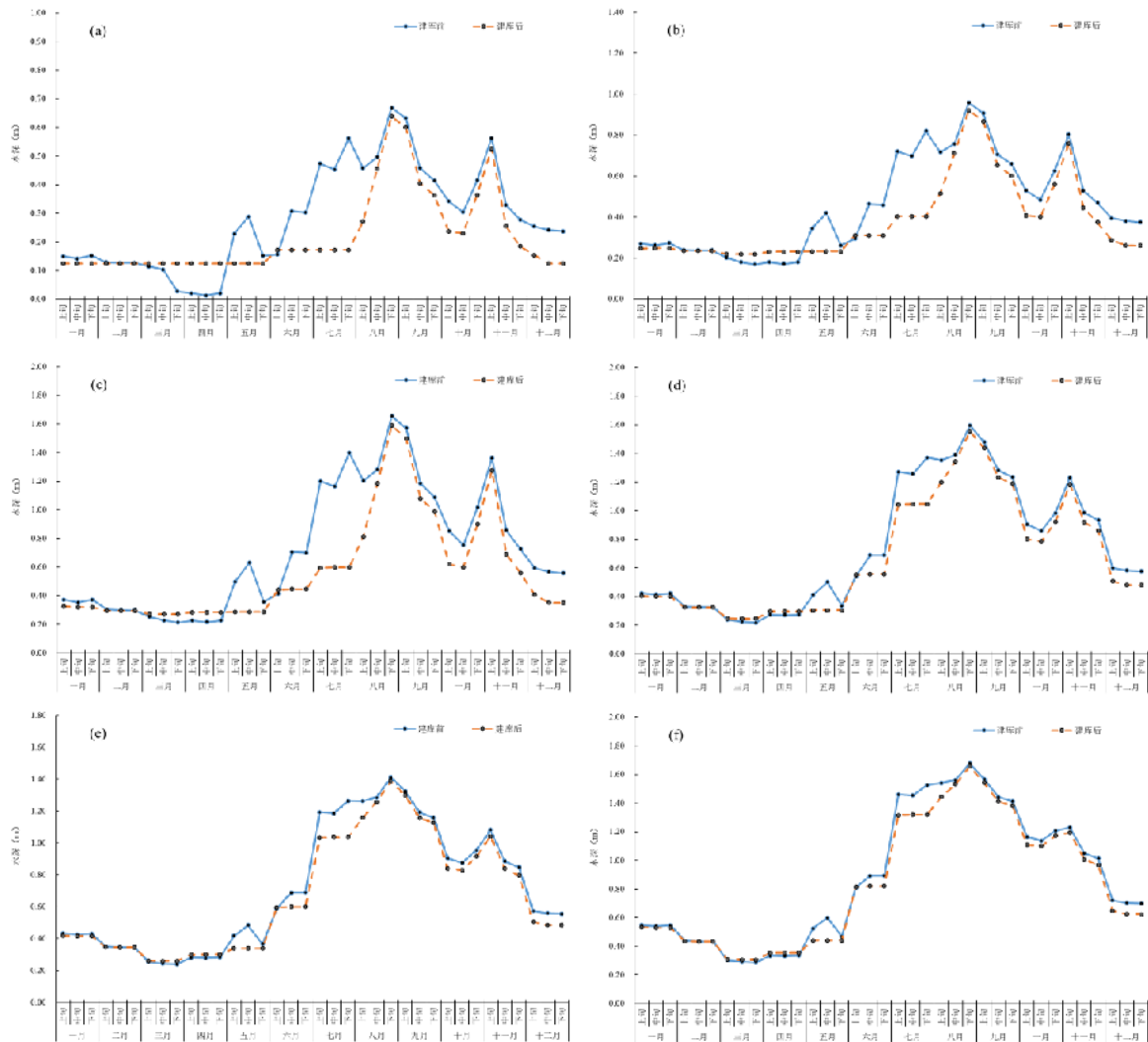


图 5.2.3-3 25%代表年建库前后坝下各断面水深变化图

(a) 转山田断面；(b) 麻栗坪断面；(c) 帕庄高桥断面；(d) 小正兴桥断面；(e) 独达河口断面；
(f) 小黑江二号桥断面

2) 平水年水文情势影响

平水代表年，坝下河道典型断面水文情势变化见表 5.2.3-7~9 和图 5.2.3-4~6。

(1) 转山田断面

黄草坝水库建库后，平水代表年，坝下主要减水河段代表断面转山田断面流量在 $0.79\text{m}^3/\text{s} \sim 21.73\text{m}^3/\text{s}$ ，与建库前相比，断面流量变化值为 $-31.91\text{m}^3/\text{s} \sim 0.53\text{m}^3/\text{s}$ ，变化率为 $-95.3\% \sim 203.3\%$ 。受流量变化影响，建库后转山田断面最大水深为 $0.14\text{m} \sim 0.70\text{m}$ ，较建库前变化 $-0.68\text{m} \sim 0.13\text{m}$ ，变化率为 $-78.0\% \sim 1290.0\%$ ；断面流速在 $1.07\text{m/s} \sim 3.29\text{m/s}$ ，较建库前变化 $-2.46\text{m/s} \sim 0.51\text{m/s}$ ，变化率为 $-64.6\% \sim 90.9\%$ 。

(2) 麻栗坪断面

平水代表年，中国结鱼省级水产种质资源保护区实验区上边界麻栗坪断面流量在 $0.83\text{m}^3/\text{s} \sim 25.36\text{m}^3/\text{s}$ ，与建库前相比，断面流量变化值为 $-31.84\text{m}^3/\text{s} \sim 0.53\text{m}^3/\text{s}$ ，变化率为 $-86.8\% \sim 174.0\%$ 。受流量变化影响，建库后麻栗坪断面最大水深为 $0.24\text{m} \sim 1.01\text{m}$ ，较建库前变化 $-0.72\text{m} \sim 0.10\text{m}$ ，变化率为 $-60.6\% \sim 75.8\%$ ；断面流速在 $0.47\text{m/s} \sim 1.29\text{m/s}$ ，较建库前变化 $-0.57\text{m/s} \sim 0.16\text{m/s}$ ，变化率为 $-40.9\% \sim 50.6\%$ 。

(3) 帕庄高桥断面

平水代表年，中国结鱼省级水产种质资源保护区实验区内帕庄高桥断面流量在 $0.83\text{m}^3/\text{s} \sim 25.09\text{m}^3/\text{s}$ ，与建库前相比，断面流量变化值为 $-31.43\text{m}^3/\text{s} \sim 0.52\text{m}^3/\text{s}$ ，变化率为 $-86.6\% \sim 164.8\%$ 。受流量变化影响，建库后帕庄高桥断面最大水深为 $0.29\text{m} \sim 1.76\text{m}$ ，较建库前变化 $-1.40\text{m} \sim 0.13\text{m}$ ，变化率为 $-66.2\% \sim 78.7\%$ ；断面流速在 $0.34\text{m/s} \sim 1.18\text{m/s}$ ，较建库前变化 $-0.56\text{m/s} \sim 0.10\text{m/s}$ ，变化率为 $-42.1\% \sim 41.1\%$ 。

(4) 小正兴桥断面

平水代表年，中国结鱼省级水产种质资源保护区核心区上边界小正兴桥断面流量在 $1.10\text{m}^3/\text{s} \sim 49.29\text{m}^3/\text{s}$ ，与建库前相比，断面流量变化值为 $-31.28\text{m}^3/\text{s} \sim 0.51\text{m}^3/\text{s}$ ，变化率为 $-54.2\% \sim 86.6\%$ 。受流量变化影响，建库后小正兴桥断面最大水深为 $0.22\text{m} \sim 1.78\text{m}$ ，较建库前变化 $-0.67\text{m} \sim 0.07\text{m}$ ，变化率为 $-34.8\% \sim 43.7\%$ ；断面流速在 $0.40\text{m/s} \sim 1.20\text{m/s}$ ，较建库前变化 $-0.24\text{m/s} \sim 0.09\text{m/s}$ ，变化率为 $-19.3\% \sim 28.4\%$ 。

(5) 独达河口断面

平水代表年，中国结鱼省级水产种质资源保护区核心区内独达河口断面流量在 $1.47\text{m}^3/\text{s} \sim 58.13\text{m}^3/\text{s}$ ，与建库前相比，断面流量变化值为 $-31.08\text{m}^3/\text{s} \sim 0.50\text{m}^3/\text{s}$ ，变化率为 $-51.0\% \sim 51.7\%$ 。受流量变化影响，建库后独达河口断面最大水深为 $0.26\text{m} \sim 1.57\text{m}$ ，较建库前变化 $-0.46\text{m} \sim 0.05\text{m}$ ，变化率为 $-28.5\% \sim 21.7\%$ ；断面流速在 $0.26\text{m/s} \sim 1.20\text{m/s}$ ，较建库前变化 $-0.32\text{m/s} \sim 0.04\text{m/s}$ ，变化率为 $-25.9\% \sim 16.9\%$ 。

(6) 小黑江二号桥断面

平水代表年，中国结鱼省级水产种质资源保护区核心区下边界小黑江二号桥断面流量在 $2.01\text{m}^3/\text{s} \sim 71.13\text{m}^3/\text{s}$ ，与建库前相比，断面流量变化值为 $-31.02\text{m}^3/\text{s} \sim 0.50\text{m}^3/\text{s}$ ，变化率为 $-46.9\% \sim 32.9\%$ 。受流量变化影响，建库后小黑江二号桥断面最大水深为 $0.31\text{m} \sim 1.81\text{m}$ ，较建库前变化 $-0.45\text{m} \sim 0.04\text{m}$ ，变化率为 $-25.6\% \sim 14.4\%$ ；断面流速在 $0.50\text{m/s} \sim 1.60\text{m/s}$ ，较建库前变化 $-0.25\text{m/s} \sim 0.05\text{m/s}$ ，变化率为 $-16.1\% \sim 11.0\%$ 。

表 5.2.3-7 50%代表年黄草坝水库建库前后坝下各断面流量表
 单位：m³/s

断面	月	一月			二月			三月			四月			五月			六月			七月			八月			九月			十月			十一月			十二月		
	旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
坝址	建库前	1.38	1.50	1.43	1.82	1.26	1.15	0.48	0.42	0.65	0.46	0.43	0.26	0.82	1.52	1.72	5.77	9.10	33.50	14.23	23.96	16.36	9.28	6.73	5.61	4.09	5.37	9.88	12.86	5.55	3.43	2.09	2.37	2.62	2.20	1.96	2.04
	建库后	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	1.58	1.58	1.58	8.36	21.74	14.18	7.06	4.51	3.43	1.84	3.15	7.66	9.43	3.03	1.58	1.58	1.58	1.58	0.79	0.79	0.79
	变化量	-0.67	-0.71	-0.64	-1.03	-0.47	-0.36	0.31	0.37	0.14	0.33	0.36	0.53	-0.03	-0.73	-0.93	-4.19	-7.52	-31.92	-5.87	-2.22	-2.18	-2.22	-2.22	-2.18	-2.25	-2.22	-2.22	-3.43	-2.52	-1.85	-0.51	-0.79	-1.04	-1.41	-1.17	-1.25
	变化率	-48.4	-47.3	-44.8	-56.6	-37.3	-31.3	64.6	88.1	21.5	71.7	83.7	203.7	-3.7	-48.0	-54.1	-72.6	-82.6	-95.3	-41.3	-9.3	-13.3	-23.9	-33.0	-38.9	-55.0	-41.3	-22.5	-26.7	-45.4	-53.9	-24.4	-33.3	-39.7	-64.1	-59.7	-61.3
转山田	建库前	1.53	1.50	1.43	1.82	1.26	1.15	0.48	0.42	0.65	0.46	0.43	0.26	0.82	1.52	1.72	5.77	9.10	33.49	14.24	23.96	16.36	9.29	6.73	5.61	4.09	5.37	9.88	12.86	5.56	3.43	2.09	2.37	2.62	2.20	1.96	2.04
	建库后	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	1.58	1.58	1.58	8.35	21.73	14.18	7.07	4.51	3.43	1.84	3.15	7.66	9.43	3.04	1.58	1.58	1.58	1.58	0.79	0.79	0.79
	变化量	-0.74	-0.71	-0.64	-1.03	-0.47	-0.36	0.31	0.37	0.14	0.33	0.36	0.53	-0.03	-0.73	-0.93	-4.19	-7.52	-31.91	-5.89	-2.22	-2.18	-2.22	-2.22	-2.18	-2.25	-2.22	-2.22	-3.43	-2.52	-1.85	-0.51	-0.79	-1.04	-1.41	-1.17	-1.25
	变化率	-48.4	-47.3	-44.8	-56.6	-37.3	-31.3	64.2	88.1	21.6	71.6	83.7	203.3	-3.6	-48.0	-54.1	-72.6	-82.6	-95.3	-41.3	-9.3	-13.3	-23.9	-33.0	-38.9	-55.0	-41.4	-22.5	-26.7	-45.3	-53.9	-24.5	-33.3	-39.7	-64.0	-59.7	-61.3
麻栗坪	建库前	1.86	1.83	1.76	2.10	1.54	1.43	0.57	0.50	0.73	0.50	0.47	0.30	1.01	1.71	1.92	9.02	12.35	36.69	17.98	27.59	20.06	10.77	8.19	7.07	5.41	6.67	11.17	14.30	7.04	4.89	2.58	2.85	3.10	2.62	2.38	2.46
	建库后	1.12	1.12	1.12	1.07	1.07	1.07	0.87	0.87	0.87	0.83	0.83	0.83	0.99	0.99	0.99	4.84	4.85	4.85	11.99	25.36	17.88	8.55	5.98	4.89	3.16	4.45	8.94	10.87	4.52	3.04	2.06	2.06	2.06	1.22	1.21	1.21
	变化量	-0.74	-0.71	-0.64	-1.03	-0.47	-0.36	0.30	0.37	0.14	0.33	0.36	0.53	-0.02	-0.72	-0.93	-4.17	-7.50	-31.84	-5.99	-2.23	-2.18	-2.22	-2.22	-2.18	-2.25	-2.22	-2.22	-3.43	-2.52	-1.85	-0.52	-0.79	-1.04	-1.41	-1.17	-1.25
	变化率	-39.8	-38.8	-36.4	-49.0	-30.7	-25.2	52.8	73.8	19.6	65.3	76.5	174.0	-2.3	-42.2	-48.4	-46.3	-60.7	-86.8	-33.3	-8.1	-10.9	-20.6	-27.1	-30.8	-41.5	-33.3	-19.9	-24.0	-35.8	-37.9	-20.1	-27.7	-33.5	-53.6	-49.2	-50.8
帕庄高桥	建库前	1.91	1.83	1.76	2.08	1.57	1.44	0.61	0.50	0.72	0.51	0.47	0.31	0.97	1.68	1.91	8.84	12.28	36.28	18.34	27.40	20.19	10.95	8.25	7.09	5.45	6.64	11.06	14.24	7.20	4.94	2.64	2.84	3.09	2.64	2.39	2.46
	建库后	1.19	1.12	1.12	1.07	1.07	1.07	0.88	0.87	0.87	0.83	0.83	0.83	0.98	0.99	0.99	4.71	4.85	4.85	11.83	25.09	18.02	8.74	6.04	4.91	3.21	4.42	8.83	10.83	4.68	3.07	2.10	2.06	2.06	1.25	1.21	1.21
	变化量	-0.72	-0.71	-0.64	-1.01	-0.50	-0.37	0.27	0.37	0.15	0.32	0.36	0.52	0.01	-0.69	-0.92	-4.13	-7.43	-31.43	-6.51	-2.31	-2.18	-2.20	-2.21	-2.18	-2.25	-2.22	-2.23	-3.41	-2.53	-1.87	-0.54	-0.78	-1.03	-1.39	-1.18	-1.25
	变化率	-37.6	-38.8	-36.5	-48.5	-31.8	-25.6	44.5	72.7	21.5	61.6	75.8	164.8	0.9	-41.2	-48.2	-46.7	-60.5	-86.6	-35.5	-8.4	-10.8	-20.1	-26.8	-30.7	-41.2	-33.5	-20.1	-23.9	-35.1	-37.8	-20.4	-27.4	-33.3	-52.5	-49.4	-50.7
小正兴桥	建库前	4.14	4.04	3.97	3.93	3.42	3.29	1.14	1.02	1.22	0.79	0.74	0.59	2.30	3.02	3.26	30.29	33.85	57.73	42.72	51.62	44.52	20.65	17.85	16.68	14.10	15.26	19.66	23.80	16.84	14.55	5.86	5.99	6.25	5.41	5.15	5.22
	建库后	3.43	3.33	3.33	2.93	2.92	2.92	1.40	1.38	1.38	1.10	1.10	1.10	2.32	2.34	2.34	26.17	26.45	26.45	36.04	49.29	42.34	18.45	15.64	14.50	11.86	13.04	17.43	20.40	14.31	12.67	5.31	5.22	5.22	4.03	3.97	3.97
	变化量	-0.71	-0.71	-0.64	-1.01	-0.50	-0.37	0.26	0.36	0.16	0.31	0.36	0.51	0.02	-0.68	-0.92	-4.12	-7.40	-31.28	-6.67	-2.33	-2.18	-2.20	-2.21	-2.18	-2.24	-2.22	-2.23	-3.40	-2.53	-1.87	-0.55	-0.77	-1.03	-1.38	-1.18	-1.25
	变化率	-17.1	-17.6	-16.2	-25.6	-14.7	-11.2	22.9	35.9	12.9	39.2	48.1	86.6	0.8	-22.6	-28.2	-13.6	-21.9	-54.2	-15.6	-4.5	-4.9	-10.7	-12.4	-13.1	-15.9	-14.6	-11.3	-14.3	-15.0	-12.9	-9.4	-12.9	-16.4	-25.6	-23.0	-23.9
独达河口	建库前	5.26	5.13	5.07	4.73	4.23	4.09	1.50	1.33	1.53	1.17	1.11	0.97	3.25	4.01	4.26	33.59	37.38	61.08	51.73	60.48	53.49	30.61	27.63	26.45	22.13	23.25	27.61	30.67	23.82	21.47	8.96	8.97	9.22	6.86	6.60	6.65
	建库后	4.57	4.42	4.42	3.73	3.72	3.72	1.75	1.69	1.69	1.48	1.47	1.47	3.29	3.34	3.34	29.50	30.00	30.00	44.88	58.13	51.32	28.41	25.42	24.27	19.89	21.02	25.38	27.29	21.28	19.60	8.39	8.20	8.20	5.49	5.41	5.41
	变化量	-0.69	-0.71	-0.65	-1.00	-0.51	-0.37	0.25	0.36	0.16	0.31	0.36	0.50	0.04	-0.67	-0.92	-4.09	-7.38	-31.08	-6.85	-2.35	-2.18	-2.20	-2.21	-2.18	-2.24	-2.22	-2.23	-3.38	-2.54	-1.88	-0.57	-0.77	-1.02	-1.38	-1.19	-1.24
	变化率	-13.2	-13.9	-12.7	-21.1	-12.1	-9.1	16.7	27.4	10.6	26.2	32.0	51.7	1.2	-16.7	-21.5	-12.2	-19.7	-50.9	-13.2	-3.9	-4.1	-7.2	-8.0	-8.2	-10.1	-9.6	-8.1	-11.0	-10.7	-8.7	-6.3	-8.6	-11.1	-20.0	-18.0	-18.7
小黑江二号桥	建库前	6.86	6.72	6.66	5.90	5.41	5.26	1.96	1.78	1.98	1.72	1.65	1.51	4.69	5.47	5.71	38.69	42.56	66.21	64.77	73.49	66.54	44.92	41.89	40.70	33.81	34.91	39.27	40.74	33.92	31.56	13.35	13.31	13.56	8.98	8.70	8.75
	建库后	6.17	6.01	6.01	4.91	4.89	4.89	2.21	2.14	2.14	2.02	2.01	2.01	4.74	4.80	4.80	34.61	35.19	35.19	57.87	71.13	64.36	42.72	39.68	38.52	31.57	32.69	37.04	37.36	31.38	29.68	12.78	12.54	12.54	7.61	7.51	7.51
	变化量	-0.69	-0.71	-0.65	-1.00	-0.52	-0.37	0.25	0.36	0.16	0.31	0.36	0.50	0.05	-0.67	-0.91	-4.08	-7.37	-31.02	-6.91	-2.36	-2.18	-2.20	-2.21	-2.18	-2.24	-2.23	-2.23	-3.38	-2.54	-1.88	-0.57	-0.77	-1.02	-1.37	-1.19	-1.24
	变化率	-10.0	-10.6	-9.7	-16.9	-9.6	-7.1	12.5	20.4	8.3	17.9	21.5	32.9	1.0	-12.2	-16.0	-10.5	-17.3	-46.8	-10.7	-3.2	-3.3	-4.9	-5.3	-5.4	-6.6	-6.4	-5.7	-8.3	-7.5	-6.0	-4.3	-5.8	-7.5	-15.3	-13.7	-14.2

表 5.2.3-8 50%代表年黄草坝水库建库前后坝下各断面流速表
 单位：m/s

断面	月	一月			二月			三月			四月			五月			六月			七月			八月			九月			十月			十一月			十二月		
	旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
坝址	建库前	1.03	1.13	1.12	1.20	1.07	1.03	0.76	0.73	0.84	0.75	0.73	0.60	0.92	1.14	1.18	1.72	1.98	2.95	2.27	2.67	2.37	1.99	1.81	1.71	1.55	1.69	2.03	2.20	1.70	1.47	1.26	1.31	1.35	1.28	1.23	1.25
	建库后	0.81	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.15	1.15	1.15	1.93	2.59	2.27	1.83	1.60	1.47	1.21	1.43	1.88	2.00	1.41	1.15	1.15	1.15	1.15	0.90	0.90	0.90
	变化量	-0.21	-0.23	-0.21	-0.30	-0.16	-0.13	0.14	0.18	0.06	0.15	0.17	0.30	-0.01	-0.23	-0.28	-0.57	-0.83	-1.80	-0.34	-0.08	-0.10	-0.16	-0.21	-0.24	-0.34	-0.26	-0.15	-0.20	-0.29	-0.32	-0.10	-0.16	-0.20	-0.37	-0.33	-0.34
	变化率	-20.7	-20.2	-18.9	-24.8	-15.2	-12.4	18.8	24.2	7.1	20.5	23.3	49.9	-1.3	-20.5	-23.5	-33.2	-41.8	-61.0	-15.0	-3.0	-4.3	-8.0	-11.6	-14.2	-22.1	-15.2	-7.4	-9.1	-17.0	-21.5	-8.3	-11.9	-14.6	-29.2	-26.5	-27.4
转山田	建库前	1.34	1.33	1.31	1.42	1.25	1.21	0.90	0.86	1.00	0.89	0.87	0.56	1.08	1.33	1.39	2.10	2.45	3.81	2.85	3.40	2.99	2.47	2.22	2.08	1.87	2.05	2.52	2.76	2.08	1.76	1.49	1.55	1.60	1.51	1.46	1.48
	建库后	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.35	1.35	1.35	2.38	3.29	2.85	2.25	1.94	1.76	1.43	1.71	2.31	2.48	1.69	1.35	1.35	1.35	1.35	1.07	1.07	1.07
	变化量	-0.27	-0.26	-0.24	-0.35	-0.18	-0.14	0.17	0.20	0.07	0.18	0.20	0.51	-0.01	-0.26	-0.32	-0.75	-1.10	-2.46	-0.47	-0.11	-0.14	-0.22	-0.28	-0.32	-0.45	-0.34	-0.21	-0.27	-0.39	-0.41	-0.14	-0.20	-0.25	-0.44	-0.39	-0.41
	变化率	-20.0	-19.4	-18.1	-24.7	-14.4	-11.7	18.4	23.7	7.0	20.2	22.9	90.9	-1.2	-19.8	-23.2	-35.7	-44.9	-64.5	-16.5	-3.2	-4.7	-8.9	-12.6	-15.5	-23.8	-16.7	-8.2	-10.0	-18.7	-23.2	-9.3	-12.9	-15.8	-29.4	-26.7	-27.6
麻栗坪	建库前	0.59	0.59	0.58	0.62	0.56	0.55	0.40	0.39	0.45	0.39	0.38	0.31	0.50	0.58	0.60	1.01	1.08	1.38	1.19	1.31	1.22	1.05	0.98	0.93	0.85	0.91	1.06	1.12	0.93	0.82	0.66	0.68	0.70	0.66	0.64	0.65
	建库后	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50	0.48	0.48	0.48	0.47	0.47	0.47	0.49	0.49	0.49	0.82	0.82	0.82	1.08	1.29	1.19	0.99	0.88	0.82	0.71	0.79	1.01	1.05	0.80	0.70	0.61	0.61	0.61	0.52	0.52	0.52
	变化量	-0.08	-0.08	-0.07	-0.11	-0.06	-0.04	0.07	0.09	0.03	0.08	0.09	0.16	0.00	-0.09	-0.11	-0.19	-0.27	-0.57	-0.11	-0.02	-0.04	-0.06	-0.10	-0.11	-0.14	-0.12	-0.05	-0.07	-0.13	-0.12	-0.05	-0.07	-0.09	-0.14	-0.12	-0.13
	变化率	-14.0	-13.6	-12.5	-18.4	-10.2	-8.1	17.6	23.6	5.9	21.9	25.3	50.6	-0.6	-14.9	-17.8	-19.0	-24.5	-40.9	-9.3	-1.4	-2.9	-5.6	-10.2	-11.6	-16.7	-12.7	-4.9	-6.2	-13.8	-15.0	-7.1	-10.1	-12.5	-21.3	-18.8	-19.7
帕庄高桥	建库前	0.50	0.49	0.48	0.52	0.45	0.43	0.30	0.27	0.32	0.27	0.26	0.24	0.36	0.47	0.50	0.93	0.98	1.34	1.07	1.21	1.09	0.97	0.93	0.89	0.81	0.87	0.97	1.01	0.89	0.78	0.58	0.60	0.63	0.58	0.55	0.56
	建库后	0.40	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.37	0.37	0.37	0.77	0.78	0.78	0.97	1.18	1.06	0.94	0.84	0.78	0.64	0.75	0.94	0.96	0.77	0.63	0.52	0.51	0.51	0.41	0.40	0.40
	变化量	-0.10	-0.10	-0.09	-0.14	-0.07	-0.06	0.05	0.07	0.03	0.06	0.07	0.10	0.00	-0.10	-0.13	-0.17	-0.21	-0.56	-0.09	-0.04	-0.03	-0.03	-0.09	-0.11	-0.17	-0.12	-0.03	-0.05	-0.12	-0.16	-0.06	-0.09	-0.11	-0.17	-0.15	-0.16
	变化率	-20.0	-20.6	-19.1	-26.7	-16.3	-12.7	17.8	26.8	9.0	23.4	27.8	41.1	0.6	-21.6	-26.3	-17.8	-21.1	-42.1	-8.6	-2.9	-3.1	-3.0	-9.8	-12.2	-21.1	-13.4	-3.3	-4.8	-13.9	-20.0	-10.6	-14.5	-18.2	-30.1	-27.9	-28.8
小正兴桥	建库前	0.63	0.63	0.62	0.62	0.60	0.59	0.41	0.39	0.42	0.35	0.34	0.31	0.52	0.57	0.59	1.07	1.10	1.26	1.17	1.22	1.18	0.94	0.90	0.88	0.86	0.87	0.93	0.99	0.89	0.86	0.70	0.70	0.71	0.68	0.67	0.68
	建库后	0.60	0.59	0.59	0.57	0.57	0.57	0.44	0.44	0.44	0.40	0.40	0.40	0.53	0.53	0.53	1.02	1.02	1.02	1.12	1.20	1.17	0.91	0.87	0.86	0.82	0.84	0.90	0.94	0.86	0.84	0.68	0.68	0.68	0.63	0.62	0.62
	变化量	-0.03	-0.04	-0.03	-0.05	-0.03	-0.02	0.04	0.05	0.02	0.05	0.06	0.09	0.00	-0.05	-0.06	-0.05	-0.08	-0.24	-0.05	-0.02	-0.01	-0.03	-0.03	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.05	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.06	-0.05	-0.05
	变化率	-5.5	-5.8	-5.2	-8.7	-5.0	-3.8	9.3	13.4	5.4	14.2	17.0	28.4	0.3	-8.0	-10.1	-4.5	-7.5	-19.3	-3.9	-1.4	-0.9	-3.3	-3.4	-2.6	-3.9	-3.0	-3.5	-4.6	-3.3	-2.9	-2.6	-3.5	-4.4	-8.6	-7.7	-8.0
独达河口	建库前	0.43	0.43	0.43	0.41	0.40	0.39	0.26	0.25	0.27	0.24	0.24	0.23	0.36	0.39	0.40	0.95	0.99	1.23	1.14	1.22	1.16	0.92	0.88	0.86	0.80	0.82	0.88	0.92	0.82	0.79	0.54	0.54	0.55	0.48	0.47	0.48
	建库后	0.41	0.40	0.40	0.38	0.38	0.38	0.28	0.28	0.28	0.26	0.26	0.26	0.36	0.36	0.36	0.90	0.91	0.91	1.07	1.20	1.14	0.89	0.85	0.83	0.76	0.78	0.85	0.88	0.78	0.76	0.52	0.52	0.52	0.44	0.44	0.44
	变化量	-0.02	-0.03	-0.02	-0.04	-0.02	-0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.04	0.00	-0.03	-0.04	-0.05	-0.08	-0.32	-0.07	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.04	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.03	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.04	-0.04
	变化率	-5.8	-6.1	-5.5	-9.2	-5.2	-3.7	6.2	9.3	3.9	8.8	10.4	16.9	0.4	-7.2	-9.4	-4.9	-8.2	-25.9	-6.1	-1.8	-1.8	-2.9	-3.7	-3.8	-4.6	-4.3	-3.7	-4.4	-4.9	-4.0	-2.7	-3.8	-4.9	-8.9	-7.9	-8.2
小黑江二号桥	建库前	0.78	0.77	0.77	0.73	0.71	0.70	0.49	0.48	0.50	0.47	0.46	0.45	0.68	0.71	0.73	1.36	1.40	1.57	1.56	1.62	1.57	1.42	1.39	1.38	1.30	1.31	1.37	1.38	1.30	1.27	0.98	0.98	0.99	0.86	0.85	0.85
	建库后	0.75	0.74	0.74	0.69	0.69	0.69	0.52	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50	0.68	0.68	0.68	1.31	1.32	1.32	1.51	1.60	1.56	1.40	1.37	1.36	1.27	1.28	1.34	1.34	1.27	1.24	0.97	0.97	0.97	0.81	0.80	0.80
	变化量	-0.03	-0.03	-0.03	-0.05	-0.02	-0.02	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03	0.05	0.00	-0.03	-0.04	-0.05	-0.08	-0.25	-0.05	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.04	-0.03	-0.03	-0.01	-0.02	-0.02	-0.06	-0.05	-0.05
	变化率	-3.9	-4.0	-3.7	-6.2	-3.4	-2.5	4.6	7.0	2.9	6.3	7.5	11.0	0.5	-4.4	-5.8	-3.7	-5.9	-16.1	-3.0	-0.9	-1.0	-1.3	-1.5	-1.8	-2.3	-2.2	-2.0	-2.9	-2.6	-2.0	-1.1	-1.6	-2.1	-6.5	-5.7	-5.9

表 5.2.3-9 50%代表年黄草坝水库建库前后坝下各断面水深表
 单位：m

断面	月	一月			二月			三月			四月			五月			六月			七月			八月			九月			十月			十一月			十二月		
	旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬			
坝址	建库前	0.41	0.23	0.23	0.26	0.21	0.20	0.13	0.12	0.15	0.13	0.12	0.03	0.17	0.23	0.25	0.47	0.59	1.18	0.75	0.98	0.80	0.60	0.50	0.46	0.39	0.45	0.62	0.71	0.46	0.36	0.28	0.29	0.31	0.28	0.27	0.27
	建库后	0.35	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.24	0.24	0.24	0.56	0.93	0.74	0.52	0.41	0.36	0.26	0.34	0.54	0.60	0.33	0.24	0.24	0.24	0.24	0.17	0.17	0.17
	变化量	-0.06	-0.07	-0.06	-0.09	-0.05	-0.04	0.04	0.05	0.02	0.04	0.04	0.14	0.00	-0.07	-0.08	-0.23	-0.35	-0.94	-0.18	-0.05	-0.06	-0.08	-0.10	-0.10	-0.13	-0.11	-0.08	-0.11	-0.12	-0.12	-0.04	-0.05	-0.07	-0.12	-0.10	-0.11
	变化率	-15.3	-29.2	-27.3	-35.5	-22.2	-17.9	28.9	37.5	10.7	32.0	36.4	560.0	-1.8	-29.5	-33.7	-48.6	-59.4	-79.7	-24.3	-5.1	-7.3	-13.3	-18.8	-22.5	-33.7	-24.1	-12.4	-15.1	-26.8	-32.7	-13.1	-18.4	-22.7	-41.5	-38.0	-39.1
转山田	建库前	0.19	0.19	0.18	0.21	0.17	0.17	0.11	0.10	0.13	0.11	0.10	0.01	0.14	0.19	0.20	0.36	0.45	0.87	0.57	0.73	0.61	0.46	0.39	0.36	0.30	0.35	0.47	0.54	0.35	0.28	0.22	0.23	0.25	0.23	0.21	0.22
	建库后	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.19	0.19	0.19	0.43	0.70	0.57	0.40	0.32	0.28	0.21	0.27	0.41	0.46	0.26	0.19	0.19	0.19	0.19	0.14	0.14	0.14
	变化量	-0.05	-0.05	-0.04	-0.07	-0.03	-0.03	0.03	0.04	0.01	0.03	0.04	0.13	0.00	-0.05	-0.06	-0.17	-0.26	-0.68	-0.13	-0.03	-0.04	-0.06	-0.07	-0.08	-0.10	-0.08	-0.06	-0.08	-0.09	-0.09	-0.03	-0.04	-0.05	-0.09	-0.07	-0.08
	变化率	-26.5	-25.7	-24.0	-32.5	-19.2	-15.8	26.2	35.0	10.3	29.8	33.7	1290.0	-1.4	-26.1	-30.5	-46.7	-57.5	-78.0	-23.4	-4.8	-6.9	-12.9	-17.8	-21.4	-31.9	-23.3	-11.9	-14.5	-25.9	-31.2	-12.8	-17.6	-21.6	-38.2	-34.8	-35.9
麻栗坪	建库前	0.31	0.31	0.31	0.33	0.29	0.28	0.19	0.18	0.22	0.18	0.17	0.13	0.25	0.30	0.31	0.63	0.72	1.18	0.86	1.05	0.91	0.68	0.60	0.56	0.49	0.54	0.69	0.77	0.56	0.47	0.35	0.37	0.38	0.36	0.34	0.35
	建库后	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.25	0.25	0.25	0.47	0.47	0.47	0.72	1.01	0.86	0.62	0.52	0.47	0.39	0.45	0.63	0.69	0.45	0.38	0.32	0.32	0.32	0.27	0.27	0.27
	变化量	-0.05	-0.05	-0.05	-0.07	-0.04	-0.03	0.05	0.06	0.02	0.06	0.06	0.10	0.00	-0.05	-0.07	-0.17	-0.26	-0.72	-0.15	-0.04	-0.05	-0.07	-0.09	-0.09	-0.11	-0.10	-0.06	-0.09	-0.11	-0.09	-0.03	-0.04	-0.06	-0.09	-0.08	-0.08
	变化率	-16.7	-16.2	-15.1	-21.7	-12.2	-9.6	24.0	33.4	7.4	31.0	35.8	75.8	-0.6	-17.4	-20.9	-26.4	-35.6	-60.6	-16.9	-3.5	-5.4	-9.6	-14.6	-16.4	-21.5	-17.6	-9.0	-11.4	-19.3	-19.0	-8.6	-12.2	-15.4	-25.3	-22.5	-23.5
帕庄高桥	建库前	0.44	0.44	0.43	0.46	0.40	0.39	0.24	0.22	0.27	0.23	0.22	0.16	0.31	0.42	0.44	1.02	1.21	2.11	1.50	1.84	1.58	1.14	0.99	0.90	0.77	0.87	1.14	1.31	0.91	0.72	0.52	0.54	0.57	0.52	0.50	0.50
	建库后	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33	0.30	0.30	0.30	0.29	0.29	0.29	0.32	0.32	0.32	0.70	0.71	0.71	1.19	1.76	1.49	1.02	0.82	0.72	0.58	0.67	1.02	1.13	0.69	0.56	0.47	0.46	0.46	0.36	0.35	0.35
	变化量	-0.09	-0.10	-0.09	-0.13	-0.07	-0.05	0.05	0.08	0.03	0.06	0.07	0.13	0.00	-0.10	-0.13	-0.32	-0.50	-1.40	-0.31	-0.08	-0.09	-0.12	-0.17	-0.19	-0.19	-0.20	-0.12	-0.17	-0.22	-0.16	-0.06	-0.08	-0.10	-0.16	-0.14	-0.15
	变化率	-21.3	-22.0	-20.4	-28.6	-17.8	-14.0	22.1	33.8	10.8	28.8	34.6	78.7	0.7	-24.0	-28.7	-31.4	-41.0	-66.2	-20.8	-4.3	-5.7	-10.8	-17.2	-20.6	-24.9	-22.7	-10.8	-13.3	-23.8	-21.7	-10.7	-14.7	-18.1	-31.2	-29.0	-29.9
小正兴桥	建库前	0.45	0.44	0.44	0.43	0.40	0.39	0.22	0.21	0.23	0.18	0.17	0.15	0.32	0.37	0.39	1.35	1.44	1.93	1.64	1.83	1.68	1.11	1.03	0.99	0.90	0.94	1.08	1.19	1.00	0.92	0.55	0.55	0.56	0.52	0.51	0.51
	建库后	0.40	0.40	0.40	0.37	0.37	0.37	0.25	0.25	0.25	0.22	0.22	0.22	0.33	0.33	0.33	1.25	1.26	1.26	1.49	1.78	1.64	1.04	0.96	0.92	0.82	0.86	1.01	1.10	0.91	0.85	0.52	0.51	0.51	0.44	0.44	0.44
	变化量	-0.05	-0.05	-0.04	-0.07	-0.03	-0.02	0.03	0.04	0.02	0.04	0.04	0.07	0.00	-0.05	-0.06	-0.10	-0.18	-0.67	-0.15	-0.04	-0.05	-0.06	-0.07	-0.07	-0.09	-0.08	-0.06	-0.09	-0.09	-0.07	-0.03	-0.04	-0.05	-0.08	-0.07	-0.07
	变化率	-10.1	-10.3	-9.5	-15.1	-8.3	-6.1	13.1	19.4	7.3	21.4	25.8	43.7	0.5	-12.5	-15.9	-7.5	-12.4	-34.8	-9.4	-2.3	-2.8	-5.6	-6.8	-7.5	-9.7	-8.5	-5.9	-7.7	-8.7	-7.6	-5.4	-7.4	-9.5	-15.8	-14.1	-14.6
独达河口	建库前	0.47	0.47	0.46	0.45	0.43	0.42	0.26	0.24	0.26	0.23	0.23	0.21	0.37	0.41	0.43	1.21	1.28	1.61	1.49	1.60	1.51	1.16	1.10	1.08	0.98	1.01	1.10	1.16	1.02	0.97	0.62	0.62	0.63	0.54	0.53	0.53
	建库后	0.44	0.43	0.43	0.40	0.40	0.40	0.28	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.38	0.38	0.38	1.14	1.15	1.15	1.39	1.57	1.48	1.12	1.06	1.03	0.93	0.96	1.06	1.10	0.96	0.92	0.60	0.59	0.59	0.48	0.48	0.48
	变化量	-0.03	-0.03	-0.03	-0.05	-0.03	-0.02	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03	0.05	0.00	-0.04	-0.05	-0.08	-0.13	-0.46	-0.09	-0.03	-0.03	-0.04	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.06	-0.04	-0.02	-0.03	-0.04	-0.06	-0.05	-0.05	
	变化率	-6.9	-7.1	-6.5	-11.0	-6.1	-4.5	7.7	11.6	4.6	11.2	13.5	21.7	0.6	-8.7	-11.3	-6.2	-10.1	-28.5	-6.4	-1.9	-1.9	-3.6	-4.2	-4.4	-5.4	-5.1	-4.2	-5.5	-5.7	-4.6	-3.3	-4.6	-5.8	-10.6	-9.4	-9.7
小黑江二号桥	建库前	0.60	0.59	0.59	0.55	0.52	0.51	0.31	0.29	0.31	0.29	0.28	0.27	0.48	0.52	0.54	1.37	1.43	1.76	1.74	1.84	1.76	1.47	1.42	1.40	1.28	1.30	1.38	1.40	1.28	1.24	0.83	0.83	0.84	0.69	0.67	0.68
	建库后	0.56	0.55	0.55	0.49	0.49	0.49	0.33	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.48	0.49	0.49	1.29	1.31	1.31	1.65	1.81	1.73	1.43	1.39	1.36	1.24	1.26	1.34	1.34	1.23	1.20	0.81	0.81	0.81	0.63	0.62	0.62
	变化量	-0.03	-0.04	-0.03	-0.05	-0.03	-0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.03	0.04	0.00	-0.04	-0.05	-0.07	-0.13	-0.45	-0.08	-0.03	-0.03	-0.03	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.06	-0.05	-0.04	-0.02	-0.02	-0.03	-0.06	-0.05	-0.05	
	变化率	-5.6	-6.0	-5.5	-9.9	-5.5	-4.0	6.2	9.4	3.9	8.1	9.8	14.4	0.6	-7.0	-9.3	-5.3	-8.8	-25.6	-4.9	-1.5	-1.5	-2.3	-2.6	-2.7	-3.3	-3.2	-2.9	-4.2	-3.8	-3.0	-1.9	-2.5	-3.3	-8.5	-7.5	-7.8

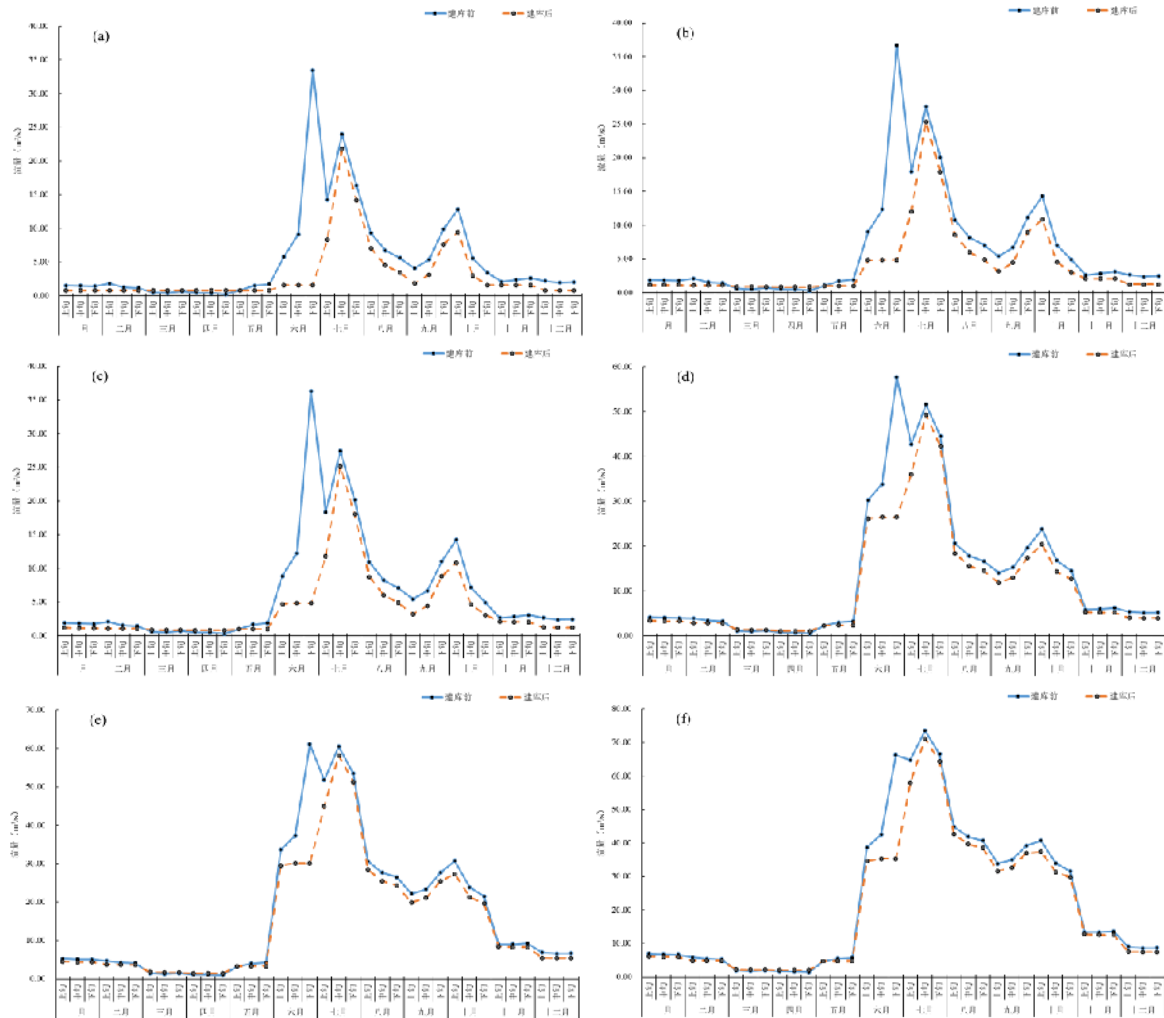


图 5.2.3-4 50%代表年建库前后坝下各断面流量变化图

(a) 转山田断面; (b) 麻栗坪断面; (c) 帕庄高桥断面; (d) 小正兴桥断面; (e) 独达河口断面;
 (f) 小黑江二号桥断面

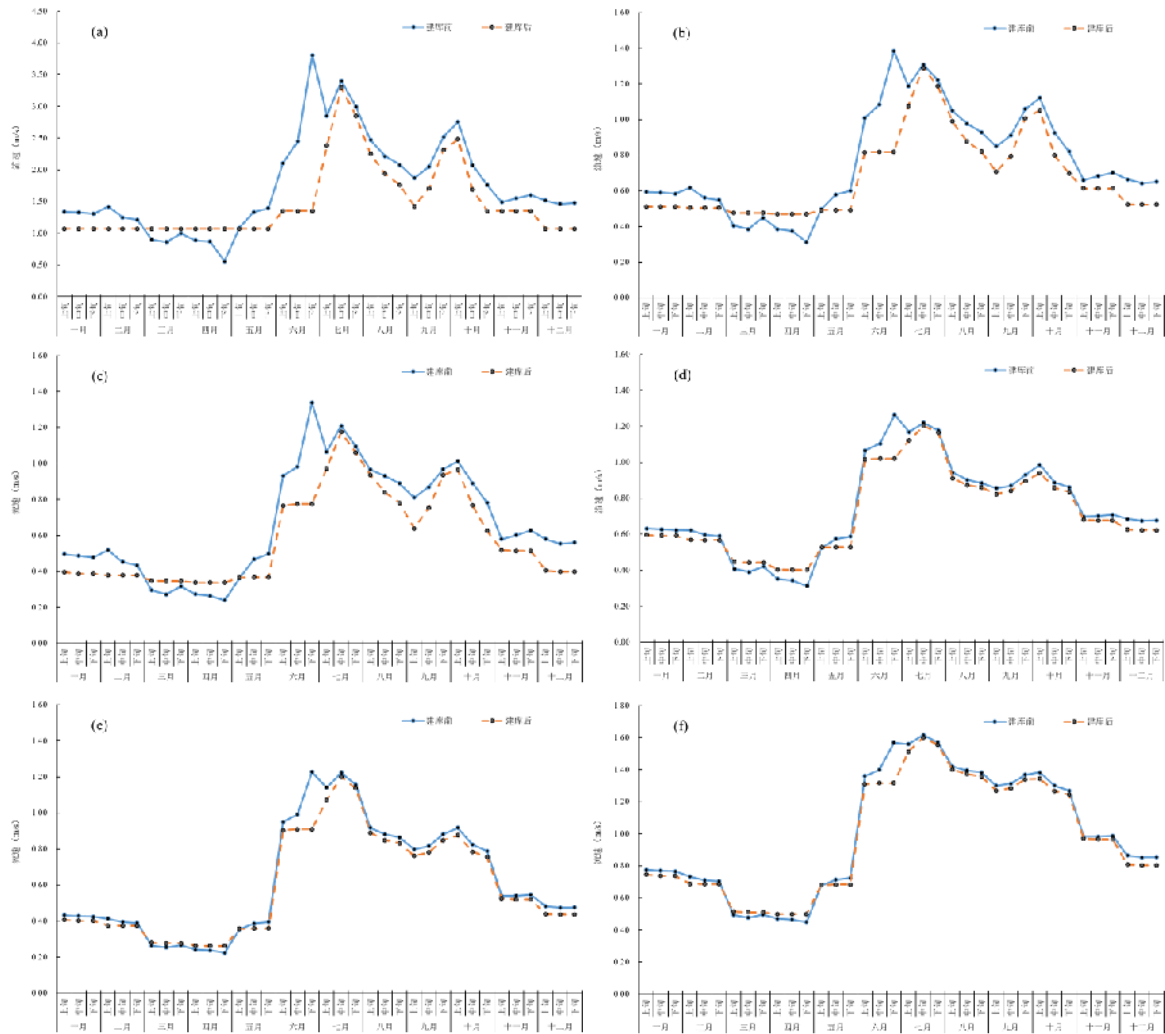


图 5.2.3-5 50%代表年建库前后坝下各断面流速变化图

(a) 转山田断面；(b) 麻栗坪断面；(c) 帕庄高桥断面；(d) 小正兴桥断面；(e) 独达河口断面；
(f) 小黑江二号桥断面

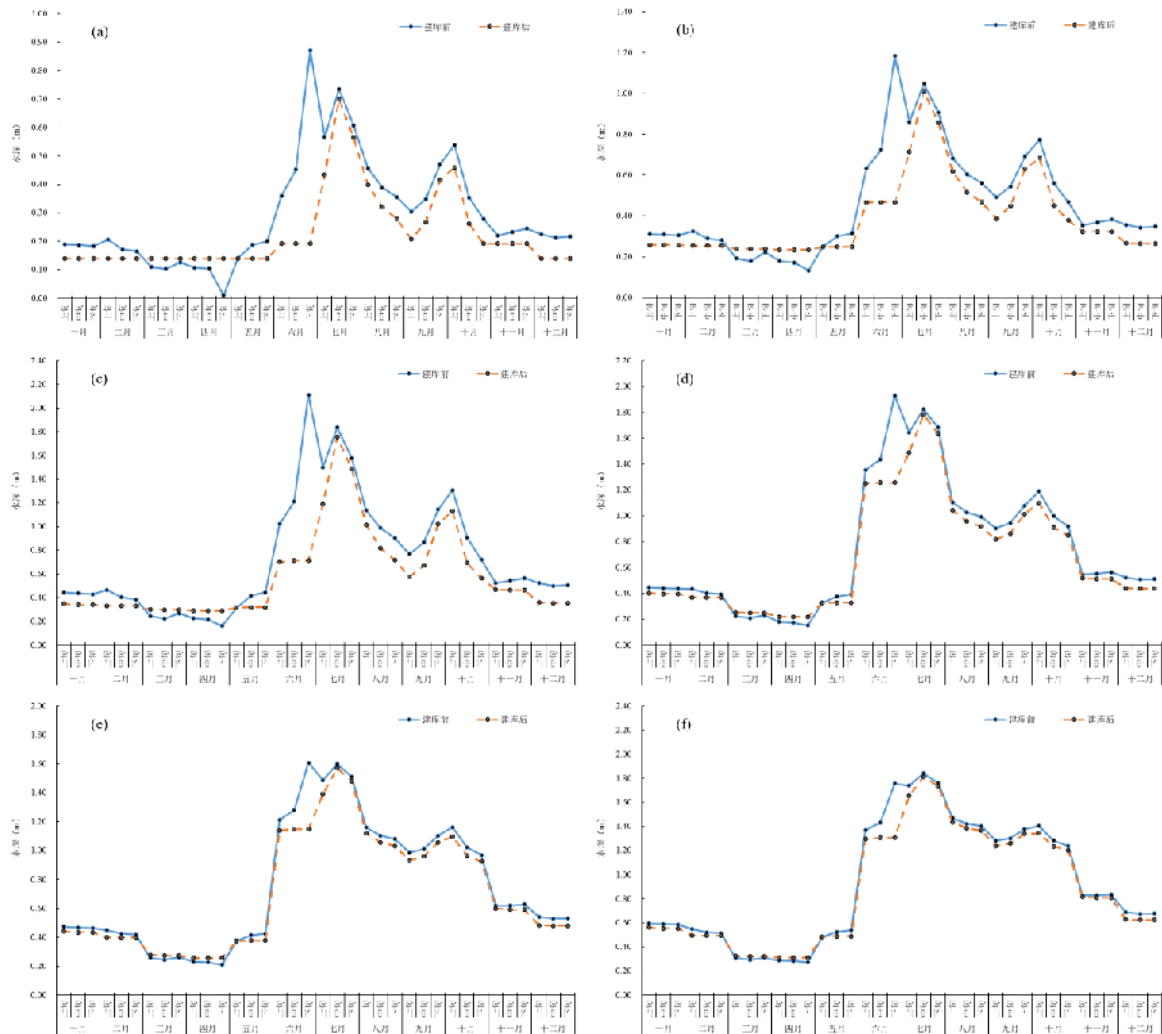


图 5.2.3-6 50%代表年建库前后坝下各断面水深变化图

(a) 转山田断面；(b) 麻栗坪断面；(c) 帕庄高桥断面；(d) 小正兴桥断面；(e) 独达河口断面；
(f) 小黑江二号桥断面

3) 枯水年水文情势影响

枯水代表年，坝下河道典型断面水文情势变化见表 5.2.3-10~12 和图 5.2.3-7~9。

(1) 转山田断面

黄草坝水库建库后，枯水代表年，坝下主要减水河段代表断面转山田断面流量在 $0.79\text{m}^3/\text{s} \sim 9.22\text{m}^3/\text{s}$ ，与建库前相比，断面流量变化值为 $-9.36\text{m}^3/\text{s} \sim 0.79\text{m}^3/\text{s}$ ，变化率为 $-85.6\% \sim 885.3\%$ 。受流量变化影响，建库后转山田断面最大水深为 $0.14\text{m} \sim 0.46\text{m}$ ，较建库前变化 $-0.30\text{m} \sim 0.13\text{m}$ ，变化率为 $-61.3\% \sim 2680.0\%$ ；断面流速在 $1.07\text{m/s} \sim 2.46\text{m/s}$ ，较建库前变化 $-1.26\text{m/s} \sim 0.90\text{m/s}$ ，变化率为 $-48.2\% \sim 520.2\%$ 。

(2) 麻栗坪断面

枯水代表年，中国结鱼省级水产种质资源保护区实验区上边界麻栗坪断面流量在

0.84m³/s~11.14m³/s, 与建库前相比, 断面流量变化值为-9.34m³/s~0.78m³/s, 变化率为-75.0%~442.8%。受流量变化影响, 建库后麻栗坪断面最大水深为 0.24m~0.69m, 较建库前变化-0.34m~0.23m, 变化率为-47.4%~2887.5%; 断面流速在 0.47m/s~1.06m/s, 较建库前变化-0.38m/s~0.26m/s, 变化率为-35.3%~116.0%。

(3) 帕庄高桥断面

枯水代表年, 中国结鱼省级水产种质资源保护区实验区内帕庄高桥断面流量在 0.84m³/s~10.98m³/s, 与建库前相比, 断面流量变化值为-9.25m³/s~0.75m³/s, 变化率为-74.9%~430.8%。受流量变化影响, 建库后帕庄高桥断面最大水深为 0.29m~1.14m, 较建库前变化-0.65m~0.24m, 变化率为-53.3%~405.7%; 断面流速在 0.34m/s~0.97m/s, 较建库前变化-0.36m/s~0.13m/s, 变化率为-37.0%~58.6%。

(4) 小正兴桥断面

枯水代表年, 中国结鱼省级水产种质资源保护区核心区上边界小正兴桥断面流量在 1.20m³/s~23.82m³/s, 与建库前相比, 断面流量变化值为-9.23m³/s~0.75m³/s, 变化率为-41.1%~100.1%。受流量变化影响, 建库后小正兴桥断面最大水深为 0.23m~1.19m, 较建库前变化-0.28m~0.08m, 变化率为-24.6%~50.1%; 断面流速在 0.42m/s~0.99m/s, 较建库前变化-0.12m/s~0.11m/s, 变化率为-12.7%~32.4%。

(5) 独达河口断面

枯水代表年, 中国结鱼省级水产种质资源保护区核心区内独达河口断面流量在 1.57m³/s~33.51m³/s, 与建库前相比, 断面流量变化值为-9.19m³/s~0.73m³/s, 变化率为-30.2%~69.3%。受流量变化影响, 建库后独达河口断面最大水深为 0.26m~1.21m, 较建库前变化-0.19m~0.06m, 变化率为-16.7%~27.4%; 断面流速在 0.27m/s~0.95m/s, 较建库前变化-0.13m/s~0.05m/s, 变化率为-14.2%~21.4%。

(6) 小黑江二号桥断面

枯水代表年, 中国结鱼省级水产种质资源保护区核心区下边界小黑江二号桥断面流量在 2.11m³/s~47.75m³/s, 与建库前相比, 断面流量变化值为-9.18m³/s~0.73m³/s, 变化率为-21.8%~48.0%。受流量变化影响, 建库后小黑江二号桥断面最大水深为 0.32m~1.51m, 较建库前变化-0.16m~0.06m, 变化率为-11.4%~20.6%; 断面流速在 0.51m/s~1.44m/s, 较建库前变化-0.11m/s~0.07m/s, 变化率为-7.8%~15.3%。

表 5.2.3- 10 90%代表年黄草坝水库建库前后坝下各断面流量表
 单位：m³/s

断面	月	一月			二月			三月			四月			五月			六月			七月			八月			九月			十月			十一月			十二月			
	旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬				
坝址	建库前	1.24	1.29	1.13	0.91	0.85	0.92	0.16	0.11	0.08	0.24	0.30	0.25	0.98	1.69	0.74	0.79	1.30	3.55	5.72	3.33	6.97	6.06	8.16	14.21	7.14	10.94	4.56	9.24	6.65	3.77	2.01	1.68	2.34	1.70	1.33	1.14	
	建库后	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	9.23	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	0.79	0.79	0.79	
	变化量	-0.53	-0.50	-0.34	-0.12	-0.06	-0.13	0.63	0.68	0.71	0.55	0.49	0.54	-0.19	-0.90	0.05	0.79	0.28	-1.97	-4.14	-1.75	-5.39	-4.48	-6.58	-4.98	-5.56	-9.36	-2.98	-7.66	-5.07	-2.19	-0.43	-0.10	-0.76	-0.91	-0.54	-0.35	
	变化率	-42.8	-38.8	-30.1	-13.2	-7.1	-14.1	393.8	618.2	887.5	229.2	163.3	216.0	-19.4	-53.3	6.7	100.0	21.5	-55.5	-72.4	-52.6	-77.3	-73.9	-80.6	-35.0	-77.9	-85.6	-65.4	-82.9	-76.2	-58.1	-21.4	-6.0	-32.5	-53.5	-40.6	-30.7	
转山田	建库前	1.38	1.29	1.13	0.91	0.85	0.92	0.16	0.11	0.08	0.24	0.30	0.25	0.98	1.69	0.74	0.79	1.30	3.55	5.72	3.33	6.97	6.06	8.16	14.21	7.15	10.94	4.57	9.24	6.65	3.77	2.01	1.68	2.34	1.70	1.33	1.14	
	建库后	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	9.22	1.59	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	0.79	0.79	0.79
	变化量	-0.59	-0.50	-0.34	-0.12	-0.06	-0.13	0.63	0.68	0.71	0.55	0.49	0.54	-0.19	-0.90	0.05	0.79	0.28	-1.97	-4.14	-1.75	-5.39	-4.48	-6.58	-4.98	-5.56	-9.36	-2.99	-7.66	-5.07	-2.19	-0.43	-0.10	-0.76	-0.91	-0.54	-0.35	
	变化率	-42.8	-38.8	-30.1	-13.2	-7.1	-14.1	388.9	617.5	885.3	229.6	163.4	215.9	-19.3	-53.2	6.6	99.9	21.6	-55.5	-72.4	-52.6	-77.3	-73.9	-80.6	-35.1	-77.8	-85.6	-65.4	-82.9	-76.2	-58.1	-21.5	-6.0	-32.5	-53.5	-40.6	-30.7	
麻栗坪	建库前	1.57	1.48	1.32	1.04	0.98	1.05	0.25	0.19	0.16	0.29	0.35	0.30	1.13	1.84	0.91	1.17	1.68	3.91	6.80	4.44	8.04	8.02	10.10	16.14	8.71	12.45	6.13	10.53	7.97	5.10	2.43	2.09	2.75	1.99	1.61	1.42	
	建库后	0.98	0.98	0.98	0.92	0.92	0.92	0.87	0.87	0.87	0.84	0.84	0.84	0.95	0.95	0.95	1.95	1.96	1.96	2.67	2.67	2.67	3.53	3.53	11.14	3.17	3.11	3.11	2.89	2.89	2.89	1.99	1.99	1.99	1.08	1.07	1.07	
	变化量	-0.59	-0.50	-0.34	-0.12	-0.06	-0.13	0.62	0.68	0.71	0.55	0.49	0.54	-0.18	-0.89	0.04	0.78	0.28	-1.95	-4.13	-1.77	-5.37	-4.49	-6.57	-4.99	-5.54	-9.34	-3.02	-7.64	-5.08	-2.21	-0.44	-0.10	-0.76	-0.91	-0.54	-0.35	
	变化率	-37.6	-33.8	-25.8	-11.7	-6.2	-12.3	242.0	352.7	442.8	191.7	141.4	179.1	-16.1	-48.5	4.6	67.0	17.0	-49.9	-60.7	-39.8	-66.8	-56.0	-65.0	-30.9	-63.6	-75.0	-49.3	-72.5	-63.8	-43.3	-18.2	-4.9	-27.5	-45.7	-33.7	-24.7	
帕庄高桥	建库前	1.63	1.48	1.33	1.05	0.98	1.05	0.29	0.20	0.16	0.27	0.34	0.30	1.09	1.81	0.95	1.16	1.65	3.83	6.72	4.50	7.96	8.02	10.05	16.03	8.87	12.36	6.28	10.42	8.03	5.16	2.50	2.11	2.72	2.02	1.63	1.43	
	建库后	1.06	0.98	0.98	0.92	0.92	0.92	0.87	0.87	0.87	0.84	0.84	0.84	0.94	0.95	0.95	1.91	1.96	1.96	2.64	2.67	2.67	3.51	3.53	10.98	3.36	3.11	3.11	2.90	2.89	2.89	2.03	1.99	1.99	1.12	1.07	1.07	
	变化量	-0.57	-0.50	-0.35	-0.13	-0.06	-0.13	0.58	0.67	0.71	0.57	0.50	0.54	-0.14	-0.86	0.00	0.75	0.31	-1.87	-4.09	-1.83	-5.29	-4.51	-6.52	-5.05	-5.50	-9.25	-3.17	-7.52	-5.14	-2.27	-0.47	-0.12	-0.73	-0.90	-0.56	-0.36	
	变化率	-35.1	-34.0	-26.2	-12.5	-6.4	-12.0	196.7	344.1	430.8	206.1	143.5	176.0	-13.0	-47.6	0.4	65.1	18.6	-48.8	-60.8	-40.6	-66.5	-56.2	-64.9	-31.5	-62.1	-74.8	-50.4	-72.2	-64.0	-44.0	-18.9	-5.6	-26.7	-44.7	-34.3	-25.1	
小正兴桥	建库前	2.92	2.76	2.60	1.89	1.81	1.87	0.85	0.74	0.70	0.63	0.70	0.67	2.12	2.85	2.01	3.66	4.17	6.32	13.90	11.74	15.15	20.89	22.94	28.89	19.04	22.45	16.43	19.05	16.71	13.84	5.26	4.81	5.41	3.88	3.48	3.28	
	建库后	2.35	2.25	2.25	1.76	1.75	1.75	1.42	1.41	1.41	1.20	1.20	1.20	1.99	2.00	2.00	4.41	4.48	4.48	9.83	9.89	9.89	16.37	16.43	23.82	13.54	13.22	13.22	11.57	11.55	11.55	4.77	4.69	4.69	2.98	2.92	2.92	
	变化量	-0.56	-0.51	-0.35	-0.13	-0.06	-0.12	0.56	0.67	0.71	0.57	0.50	0.53	-0.13	-0.85	-0.01	0.75	0.31	-1.84	-4.07	-1.85	-5.26	-4.52	-6.51	-5.07	-5.50	-9.23	-3.21	-7.49	-5.16	-2.29	-0.49	-0.12	-0.72	-0.90	-0.56	-0.36	
	变化率	-19.3	-18.4	-13.4	-7.1	-3.5	-6.6	66.2	91.1	100.1	90.3	71.1	79.9	-6.1	-29.9	-0.3	20.4	7.5	-29.2	-29.3	-15.7	-34.7	-21.6	-28.4	-17.5	-28.9	-41.1	-19.5	-39.3	-30.9	-16.6	-9.3	-2.5	-13.3	-23.2	-16.2	-11.0	
独达河口	建库前	4.05	3.85	3.69	2.71	2.62	2.67	1.19	1.05	1.02	1.01	1.07	1.04	3.07	3.84	3.02	7.17	7.71	9.84	22.73	20.69	24.05	30.60	32.68	38.60	27.13	30.41	24.49	25.93	23.65	20.78	8.37	7.80	8.38	5.35	4.93	4.72	
	建库后	3.50	3.34	3.34	2.57	2.55	2.55	1.74	1.72	1.72	1.58	1.57	1.57	2.97	3.00	3.00	7.91	8.03	8.03	18.68	18.82	18.82	26.06	26.19	33.51	21.64	21.22	21.22	18.50	18.46	18.46	7.86	7.67	7.67	4.46	4.36	4.36	
	变化量	-0.55	-0.51	-0.35	-0.14	-0.07	-0.12	0.54	0.67	0.70	0.57	0.50	0.53	-0.10	-0.84	-0.02	0.73	0.32	-1.81	-4.05	-1.87	-5.23	-4.53	-6.49	-5.09	-5.49	-9.19	-3.27	-7.44	-5.19	-2.32	-0.51	-0.13	-0.71	-0.89	-0.57	-0.36	
	变化率	-13.5	-13.2	-9.5	-5.1	-2.5	-4.6	45.5	63.8	69.3	56.8	46.9	51.1	-3.4	-21.9	-0.7	10.2	4.2	-18.4	-17.8	-9.0	-21.7	-14.8	-19.8	-13.2	-20.2	-30.2	-13.3	-28.7	-21.9	-11.2	-6.1	-1.6	-8.5	-16.7	-11.5	-7.7	
小黑江二号桥	建库前	5.65	5.44	5.28	3.88	3.79	3.84	1.65	1.50	1.47	1.55	1.61	1.58	4.52	5.30	4.49	12.34	12.90	15.03	35.72	33.73	37.07	44.83	46.92	52.84	38.83	42.07	36.17	36.01	33.73	30.86	12.76	12.14	12.72	7.47	7.03	6.82	
	建库后	5.11	4.93	4.93	3.74	3.72	3.72	2.19	2.17	2.17	2.12	2.11	2.11	4.42	4.46	4.46	13.07	13.22	13.22	31.67	31.85	31.85	40.29	40.44	47.75	33.35	32.89	32.89	28.59	28.54	28.54	12.24	12.01	12.01	6.58	6.46	6.46	
	变化量	-0.54	-0.51	-0.35	-0.14	-0.07	-0.12	0.54	0.67	0.70	0.57	0.50	0.53	-0.10	-0.84	-0.03	0.73	0.32	-1.81	-4.05	-1.88	-5.22	-4.54	-6.48	-5.09	-5.48	-9.18	-3.28	-7.43	-5.19	-2.32	-0.52	-0.13	-0.71	-0.89	-0.57	-0.36	
	变化率	-9.6	-9.3	-6.7	-3.6	-1.7	-3.2	32.6	44.6	48.0	37.0	31.2	33.6	-2.2	-15.8	-0.6	5.9	2.5	-12.0	-11.3	-5.6	-14.1	-10.1	-13.8	-9.6	-14.1	-21.8	-9.1	-20.6	-15.4	-7.5	-4.1	-1.0	-5.6	-12.0	-8.1	-5.3	

表 5.2.3- 11 90%代表年黄草坝水库建库前后坝下各断面流速表
 单位： m/s

断面	月	一月			二月			三月			四月			五月			六月			七月			八月			九月			十月			十一月			十二月		
	旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬			
坝址	建库前	0.99	1.08	1.03	0.95	0.93	0.95	0.37	0.26	0.19	0.56	0.66	0.58	0.98	1.18	0.88	0.90	1.08	1.48	1.72	1.45	1.82	1.75	1.92	2.27	1.84	2.09	1.60	1.99	1.80	1.51	1.24	1.17	1.30	1.18	1.09	1.03
	建库后	0.81	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	0.90	0.90	0.90
	变化量	-0.18	-0.17	-0.12	-0.05	-0.02	-0.05	0.53	0.65	0.72	0.35	0.25	0.33	-0.07	-0.27	0.02	0.25	0.07	-0.33	-0.57	-0.30	-0.67	-0.60	-0.76	-0.28	-0.69	-0.94	-0.45	-0.84	-0.65	-0.36	-0.09	-0.02	-0.15	-0.27	-0.18	-0.13
	变化率	-17.9	-15.9	-11.8	-4.8	-2.5	-5.2	143.7	254.5	388.6	62.6	37.6	56.1	-7.3	-23.1	2.4	27.3	6.8	-22.3	-33.0	-20.8	-36.9	-34.2	-39.9	-12.4	-37.4	-45.0	-28.1	-42.1	-36.0	-23.7	-7.2	-1.9	-11.5	-23.2	-16.8	-12.1
转山田	建库前	1.29	1.26	1.20	1.12	1.10	1.12	0.35	0.24	0.17	0.52	0.64	0.54	1.15	1.38	1.05	1.07	1.26	1.78	2.10	1.74	2.24	2.14	2.37	2.85	2.26	2.61	1.94	2.47	2.21	1.82	1.47	1.38	1.55	1.39	1.27	1.21
	建库后	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	2.46	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.07	1.07	1.07
	变化量	-0.22	-0.19	-0.14	-0.05	-0.03	-0.05	0.72	0.83	0.90	0.55	0.42	0.53	-0.08	-0.31	0.02	0.28	0.09	-0.43	-0.74	-0.39	-0.89	-0.79	-1.01	-0.39	-0.91	-1.26	-0.59	-1.11	-0.86	-0.47	-0.12	-0.03	-0.19	-0.32	-0.20	-0.14
	变化率	-17.1	-15.1	-11.2	-4.6	-2.4	-4.9	207.8	352.4	520.2	107.5	65.8	99.0	-6.8	-22.7	2.2	26.4	7.0	-24.1	-35.5	-22.5	-39.7	-36.8	-42.9	-13.6	-40.1	-48.2	-30.5	-45.2	-38.8	-25.7	-8.1	-2.1	-12.6	-22.8	-16.0	-11.4
麻栗坪	建库前	0.56	0.55	0.54	0.50	0.49	0.50	0.30	0.26	0.22	0.31	0.33	0.31	0.51	0.59	0.48	0.52	0.58	0.76	0.92	0.79	0.97	0.97	1.04	1.16	1.00	1.09	0.88	1.04	0.97	0.83	0.65	0.62	0.67	0.61	0.57	0.55
	建库后	0.49	0.49	0.49	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.47	0.47	0.47	0.49	0.49	0.49	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.67	0.73	0.73	1.06	0.71	0.70	0.70	0.69	0.69	0.69	0.61	0.61	0.61	0.51	0.50	0.50
	变化量	-0.07	-0.06	-0.04	-0.02	-0.01	-0.02	0.18	0.21	0.26	0.17	0.14	0.16	-0.02	-0.10	0.01	0.09	0.03	-0.16	-0.25	-0.12	-0.30	-0.24	-0.30	-0.10	-0.29	-0.38	-0.18	-0.36	-0.28	-0.15	-0.04	-0.01	-0.07	-0.10	-0.06	-0.04
	变化率	-12.8	-11.2	-8.2	-3.5	-1.8	-3.6	59.3	81.3	116.0	54.2	42.3	51.3	-4.7	-17.6	1.4	16.7	5.0	-20.5	-27.0	-15.8	-31.2	-24.3	-29.1	-8.4	-29.1	-35.2	-20.5	-34.3	-29.1	-17.5	-6.3	-1.7	-10.0	-16.7	-11.3	-7.9
帕庄高桥	建库前	0.46	0.44	0.42	0.38	0.37	0.38	0.25	0.24	0.22	0.24	0.23	0.24	0.38	0.49	0.36	0.39	0.46	0.70	0.87	0.76	0.92	0.93	0.95	1.04	0.94	0.99	0.85	0.96	0.93	0.80	0.56	0.52	0.59	0.51	0.46	0.43
	建库后	0.38	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.36	0.36	0.36	0.50	0.50	0.50	0.58	0.58	0.58	0.67	0.68	0.97	0.65	0.63	0.63	0.61	0.61	0.61	0.51	0.51	0.51	0.39	0.38	0.38
	变化量	-0.08	-0.08	-0.05	-0.02	-0.01	-0.02	0.10	0.11	0.13	0.10	0.11	0.10	-0.02	-0.13	0.00	0.10	0.04	-0.20	-0.30	-0.17	-0.34	-0.25	-0.28	-0.07	-0.29	-0.36	-0.22	-0.35	-0.32	-0.19	-0.05	-0.01	-0.08	-0.12	-0.08	-0.05
	变化率	-18.3	-17.3	-12.9	-5.8	-2.9	-5.6	40.2	46.2	58.6	41.9	45.9	42.7	-5.9	-25.8	0.2	26.7	8.5	-28.0	-33.8	-23.0	-37.0	-27.3	-29.1	-6.8	-30.8	-36.2	-26.0	-36.8	-34.7	-23.8	-9.6	-2.7	-14.0	-24.4	-17.7	-12.5
小正兴桥	建库前	0.57	0.56	0.55	0.49	0.49	0.49	0.36	0.34	0.34	0.32	0.34	0.33	0.51	0.56	0.50	0.61	0.63	0.71	0.85	0.82	0.87	0.95	0.98	1.05	0.92	0.97	0.88	0.92	0.89	0.85	0.68	0.66	0.68	0.62	0.60	0.59
	建库后	0.53	0.52	0.52	0.48	0.48	0.48	0.45	0.45	0.45	0.42	0.42	0.42	0.50	0.50	0.50	0.64	0.65	0.65	0.79	0.79	0.79	0.88	0.88	0.99	0.85	0.85	0.85	0.82	0.82	0.82	0.66	0.66	0.66	0.57	0.57	0.57
	变化量	-0.04	-0.04	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0.08	0.10	0.11	0.10	0.08	0.09	-0.01	-0.06	0.00	0.04	0.01	-0.06	-0.07	-0.03	-0.08	-0.07	-0.09	-0.06	-0.07	-0.12	-0.04	-0.10	-0.07	-0.04	-0.02	0.00	-0.03	-0.05	-0.03	-0.02
	变化率	-6.8	-6.4	-4.5	-2.2	-1.1	-2.0	23.4	30.2	32.4	29.6	24.0	26.6	-1.9	-10.8	0.0	5.8	2.3	-8.8	-8.0	-4.1	-9.4	-7.0	-9.5	-5.9	-7.7	-12.7	-4.2	-11.2	-7.6	-4.2	-2.7	-0.7	-4.2	-7.9	-5.4	-3.7
独达河口	建库前	0.39	0.38	0.37	0.33	0.33	0.33	0.24	0.23	0.23	0.23	0.24	0.23	0.35	0.38	0.35	0.49	0.51	0.56	0.81	0.78	0.83	0.92	0.94	1.00	0.87	0.91	0.84	0.86	0.82	0.78	0.52	0.51	0.52	0.43	0.42	0.41
	建库后	0.37	0.36	0.36	0.32	0.32	0.32	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.34	0.34	0.34	0.51	0.52	0.52	0.74	0.74	0.74	0.86	0.86	0.95	0.79	0.78	0.78	0.74	0.74	0.74	0.51	0.51	0.51	0.40	0.40	0.40
	变化量	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	0.00	-0.01	0.04	0.05	0.05	0.04	0.03	0.04	0.00	-0.04	0.00	0.02	0.01	-0.05	-0.07	-0.03	-0.08	-0.06	-0.08	-0.06	-0.08	-0.13	-0.05	-0.12	-0.09	-0.04	-0.01	0.00	-0.02	-0.03	-0.02	-0.01
	变化率	-5.9	-5.6	-4.1	-2.1	-1.0	-1.7	15.1	19.8	21.4	17.8	14.5	15.9	-1.4	-9.4	-0.3	4.2	1.6	-8.4	-8.3	-4.0	-10.2	-6.2	-8.4	-5.5	-9.5	-14.2	-6.1	-13.9	-10.4	-5.1	-2.6	-0.7	-3.8	-7.2	-5.0	-3.3
小黑江二号桥	建库前	0.72	0.71	0.71	0.64	0.63	0.63	0.46	0.45	0.44	0.45	0.46	0.46	0.67	0.71	0.67	0.96	0.97	1.01	1.32	1.30	1.34	1.42	1.44	1.48	1.36	1.40	1.33	1.33	1.30	1.26	0.97	0.96	0.97	0.80	0.78	0.77
	建库后	0.70	0.69	0.69	0.63	0.63	0.63	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.66	0.67	0.67	0.98	0.98	0.98	1.27	1.27	1.27	1.38	1.38	1.44	1.29	1.29	1.29	1.23	1.23	1.23	0.96	0.96	0.96	0.76	0.76	0.76
	变化量	-0.03	-0.02	-0.02	-0.01	0.00	-0.01	0.05	0.06	0.07	0.06	0.05	0.05	0.00	-0.04	0.00	0.01	0.01	-0.04	-0.05	-0.02	-0.07	-0.04	-0.06	-0.04	-0.07	-0.11	-0.04	-0.10	-0.07	-0.03	-0.01	0.00	-0.01	-0.04	-0.03	-0.02
	变化率	-3.5	-3.4	-2.4	-1.2	-0.7	-1.0	11.1	14.4	15.3	12.2	10.5	11.2	-0.7	-5.7	-0.1	1.5	0.6	-3.5	-4.0	-1.9	-5.1	-2.8	-3.8	-2.6	-5.1	-7.8	-3.2	-7.4	-5.3	-2.5	-1.1	-0.3	-1.4	-4.9	-3.2	-2.0

表 5.2.3- 12 90%代表年黄草坝水库建库前后坝下各断面水深表
 单位：m

断面	月	一月			二月			三月			四月			五月			六月			七月			八月			九月			十月			十一月			十二月		
	旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
坝址	建库前	0.40	0.21	0.20	0.18	0.17	0.18	0.01	0.01	0.01	0.02	0.10	0.02	0.19	0.25	0.16	0.17	0.22	0.36	0.46	0.35	0.51	0.48	0.56	0.75	0.52	0.65	0.41	0.59	0.50	0.37	0.27	0.25	0.29	0.25	0.22	0.20
	建库后	0.35	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.59	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.17	0.17	0.17
	变化量	-0.05	-0.05	-0.03	-0.01	-0.01	-0.01	0.16	0.16	0.16	0.15	0.06	0.15	-0.02	-0.08	0.01	0.07	0.02	-0.12	-0.22	-0.11	-0.27	-0.24	-0.32	-0.15	-0.28	-0.41	-0.17	-0.36	-0.26	-0.13	-0.03	-0.01	-0.05	-0.08	-0.05	-0.04
	变化率	-12.8	-22.9	-17.1	-7.3	-3.5	-7.8	1962.5	3200.0	3200.0	931.3	61.8	768.4	-10.8	-33.2	3.8	44.8	11.2	-34.0	-48.4	-31.7	-53.4	-49.9	-57.1	-20.3	-54.0	-63.2	-42.0	-59.8	-52.3	-35.9	-11.2	-2.8	-17.9	-33.5	-24.3	-17.5
转山田	建库前	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.15	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.15	0.20	0.14	0.14	0.17	0.28	0.36	0.28	0.40	0.37	0.43	0.57	0.40	0.50	0.32	0.46	0.39	0.29	0.22	0.20	0.23	0.20	0.18	0.16
	建库后	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.46	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.14	0.14	0.14
	变化量	-0.04	-0.03	-0.03	-0.01	0.00	-0.01	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	-0.01	-0.06	0.00	0.05	0.02	-0.09	-0.17	-0.08	-0.20	-0.18	-0.24	-0.11	-0.21	-0.30	-0.13	-0.26	-0.20	-0.10	-0.02	-0.01	-0.04	-0.06	-0.04	-0.03
	变化率	-22.8	-20.1	-15.2	-6.1	-3.5	-6.7	2178.7	2680.0	2680.0	1444.4	1163.6	1444.4	-9.1	-29.8	2.9	38.1	9.8	-32.2	-46.5	-30.2	-51.5	-48.0	-55.2	-19.5	-52.0	-61.3	-40.2	-57.9	-50.4	-34.3	-11.2	-3.0	-17.2	-30.1	-21.5	-15.2
麻栗坪	建库前	0.29	0.29	0.27	0.25	0.25	0.25	0.12	0.02	0.01	0.13	0.14	0.13	0.26	0.31	0.24	0.26	0.30	0.42	0.55	0.45	0.60	0.60	0.66	0.82	0.62	0.73	0.52	0.68	0.60	0.48	0.35	0.33	0.36	0.32	0.30	0.28
	建库后	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.25	0.25	0.25	0.32	0.32	0.32	0.36	0.36	0.36	0.40	0.40	0.69	0.39	0.38	0.38	0.37	0.37	0.37	0.32	0.32	0.32	0.26	0.26	0.26
	变化量	-0.04	-0.04	-0.03	-0.01	-0.01	-0.01	0.12	0.22	0.23	0.11	0.09	0.10	-0.02	-0.06	0.00	0.05	0.02	-0.11	-0.19	-0.09	-0.24	-0.19	-0.26	-0.12	-0.24	-0.34	-0.14	-0.31	-0.22	-0.11	-0.03	-0.01	-0.04	-0.06	-0.04	-0.03
	变化率	-15.1	-13.3	-9.5	-4.0	-2.0	-4.3	105.9	1432.1	2887.5	81.8	63.3	77.2	-5.9	-20.9	1.4	20.8	6.5	-24.9	-34.7	-19.8	-40.0	-32.4	-39.2	-15.2	-38.0	-47.4	-26.7	-45.1	-37.7	-22.3	-7.8	-2.2	-12.3	-19.9	-13.6	-9.3
帕庄高桥	建库前	0.41	0.39	0.37	0.33	0.32	0.33	0.15	0.11	0.06	0.14	0.18	0.16	0.33	0.43	0.31	0.35	0.41	0.63	0.87	0.68	0.97	0.97	1.09	1.39	1.02	1.21	0.84	1.11	0.97	0.74	0.51	0.47	0.53	0.46	0.41	0.38
	建库后	0.33	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.29	0.29	0.29	0.31	0.31	0.31	0.44	0.45	0.45	0.53	0.53	0.53	0.60	0.60	1.14	0.59	0.57	0.57	0.55	0.55	0.55	0.46	0.46	0.46	0.34	0.33	0.33
	变化量	-0.08	-0.08	-0.05	-0.02	-0.01	-0.02	0.15	0.19	0.24	0.15	0.11	0.13	-0.02	-0.12	0.00	0.10	0.04	-0.18	-0.35	-0.15	-0.44	-0.38	-0.49	-0.25	-0.44	-0.65	-0.27	-0.56	-0.43	-0.19	-0.05	-0.01	-0.08	-0.12	-0.08	-0.05
	变化率	-20.2	-19.3	-14.4	-6.9	-3.6	-6.5	103.8	171.5	405.7	108.3	60.8	83.5	-6.5	-28.1	0.6	28.6	8.8	-28.0	-39.9	-22.1	-45.4	-38.7	-45.0	-18.2	-42.6	-53.3	-32.3	-50.6	-43.7	-25.9	-9.8	-2.7	-14.3	-26.1	-19.3	-13.8
小正兴桥	建库前	0.37	0.36	0.35	0.29	0.29	0.29	0.19	0.17	0.17	0.16	0.17	0.16	0.31	0.36	0.30	0.42	0.45	0.57	0.90	0.81	0.94	1.11	1.17	1.32	1.06	1.15	0.98	1.06	0.99	0.89	0.51	0.49	0.52	0.43	0.40	0.39
	建库后	0.33	0.32	0.32	0.28	0.28	0.28	0.25	0.25	0.25	0.23	0.23	0.23	0.30	0.30	0.30	0.46	0.47	0.47	0.73	0.73	0.73	0.98	0.98	1.19	0.88	0.87	0.87	0.80	0.80	0.80	0.48	0.48	0.48	0.37	0.37	0.37
	变化量	-0.04	-0.04	-0.02	-0.01	0.00	-0.01	0.07	0.08	0.08	0.07	0.06	0.07	-0.01	-0.06	0.00	0.05	0.02	-0.10	-0.17	-0.08	-0.21	-0.13	-0.18	-0.13	-0.18	-0.28	-0.11	-0.26	-0.19	-0.09	-0.03	-0.01	-0.04	-0.06	-0.04	-0.02
	变化率	-10.7	-10.0	-7.2	-3.4	-1.5	-3.2	35.2	45.7	50.1	46.2	37.1	41.2	-3.2	-16.8	-0.1	11.3	4.4	-17.7	-18.5	-9.6	-22.1	-11.7	-15.7	-9.7	-16.8	-24.5	-11.5	-24.2	-19.1	-10.0	-5.4	-1.5	-8.0	-13.5	-9.0	-6.0
独达河口	建库前	0.42	0.41	0.40	0.34	0.34	0.34	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.36	0.41	0.36	0.55	0.57	0.65	1.00	0.95	1.03	1.16	1.20	1.30	1.09	1.16	1.04	1.07	1.02	0.95	0.60	0.58	0.60	0.48	0.46	0.45
	建库后	0.39	0.38	0.38	0.33	0.33	0.33	0.28	0.28	0.28	0.26	0.26	0.26	0.36	0.36	0.36	0.58	0.59	0.59	0.90	0.91	0.91	1.07	1.07	1.21	0.97	0.96	0.96	0.90	0.90	0.90	0.58	0.57	0.57	0.44	0.43	0.43
	变化量	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	-0.01	0.04	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	-0.01	-0.05	0.00	0.03	0.01	-0.06	-0.10	-0.04	-0.12	-0.09	-0.12	-0.09	-0.12	-0.19	-0.07	-0.17	-0.12	-0.06	-0.02	0.00	-0.03	-0.04	-0.03	-0.02
	变化率	-7.1	-6.8	-4.9	-2.6	-1.3	-2.2	19.2	24.9	27.4	22.8	18.7	20.5	-1.5	-11.4	-0.3	5.0	2.0	-9.8	-9.7	-4.7	-11.9	-7.7	-10.4	-6.6	-11.0	-16.7	-7.1	-16.0	-12.0	-5.9	-3.1	-0.7	-4.4	-8.8	-6.0	-3.9
小黑江二号桥	建库前	0.53	0.52	0.51	0.43	0.43	0.43	0.28	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.47	0.52	0.47	0.80	0.82	0.87	1.32	1.28	1.34	1.47	1.50	1.59	1.37	1.43	1.32	1.32	1.28	1.22	0.81	0.80	0.81	0.62	0.60	0.59
	建库后	0.50	0.50	0.50	0.43	0.42	0.42	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.47	0.47	0.47	0.82	0.83	0.83	1.24	1.24	1.24	1.40	1.40	1.51	1.27	1.26	1.26	1.18	1.18	1.18	0.80	0.79	0.79	0.58	0.58	0.58
	变化量	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	-0.01	0.04	0.05	0.06	0.04	0.04	0.04	-0.01	-0.05	0.00	0.02	0.01	-0.05	-0.07	-0.03	-0.10	-0.07	-0.10	-0.07	-0.10	-0.16	-0.06	-0.14	-0.10	-0.05	-0.01	0.00	-0.02	-0.04	-0.03	-0.02
	变化率	-5.6	-5.4	-3.8	-1.9	-1.0	-1.7	14.8	19.2	20.6	16.3	13.9	14.9	-1.2	-9.2	-0.5	2.4	1.0	-5.5	-5.7	-2.7	-7.1	-4.9	-6.8	-4.7	-7.2	-11.4	-4.6	-10.7	-7.8	-3.7	-1.7	-0.5	-2.4	-6.6	-4.5	-3.0

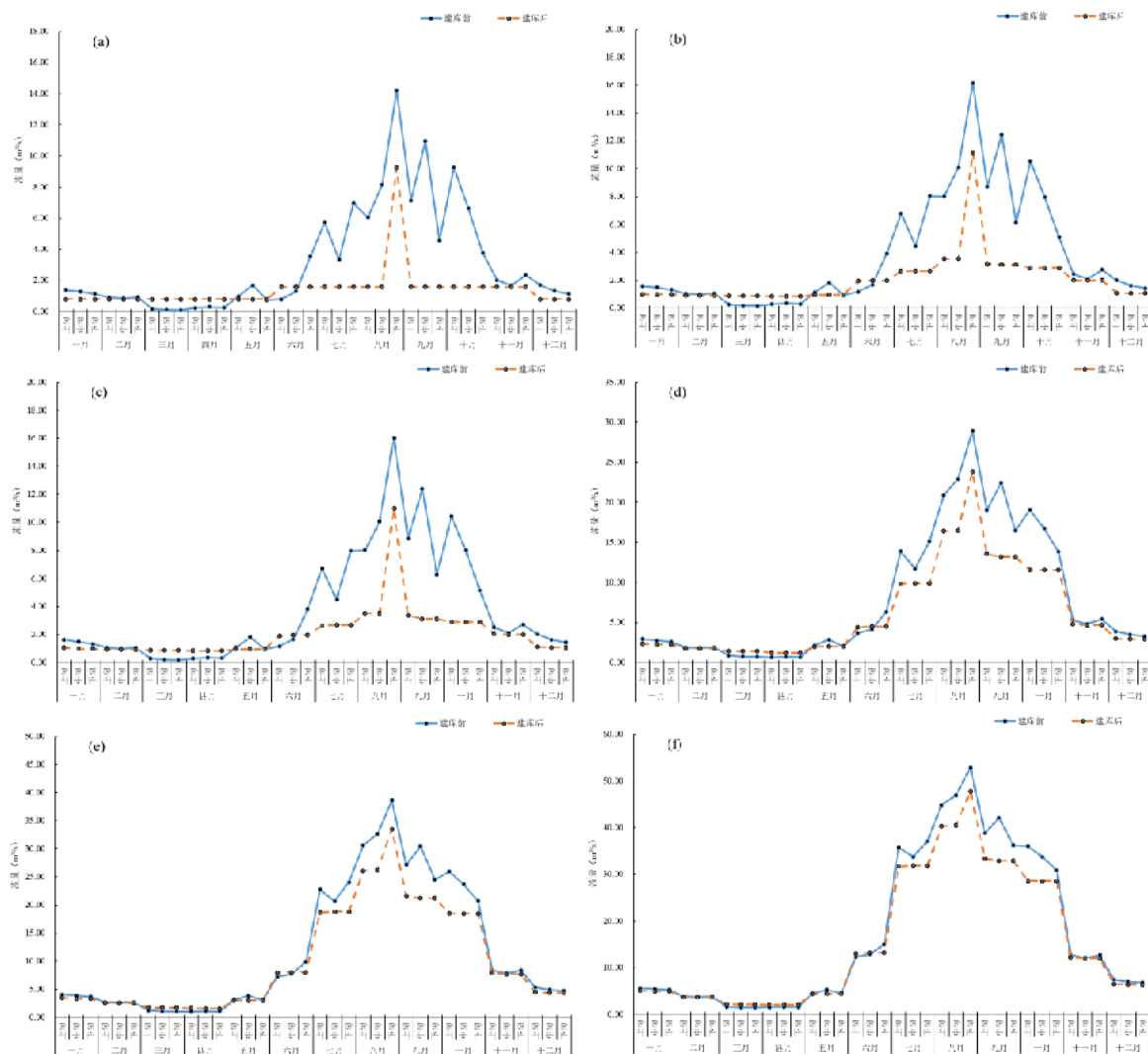


图 5.2.3-7 90%代表年建库前后坝下各断面流量变化图

(a) 转山田断面；(b) 麻栗坪断面；(c) 帕庄高桥断面；(d) 小正兴桥断面；(e) 独达河口断面；
 (f) 小黑江二号桥断面

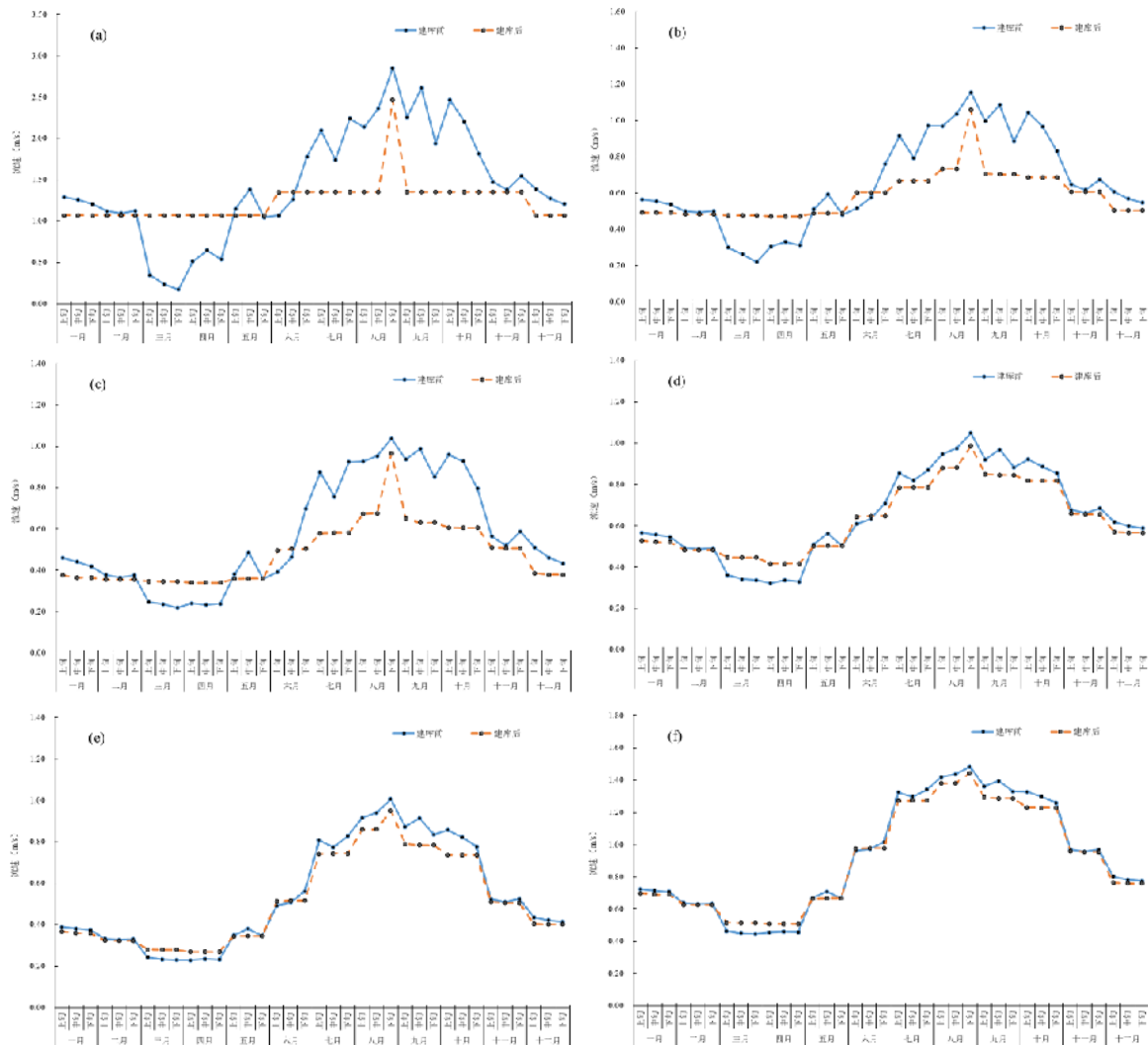


图 5.2.3-8 90%代表年建库前后坝下各断面流速变化图

(a) 转山田断面；(b) 麻栗坪断面；(c) 帕庄高桥断面；(d) 小正兴桥断面；(e) 独达河口断面；
(f) 小黑江二号桥断面

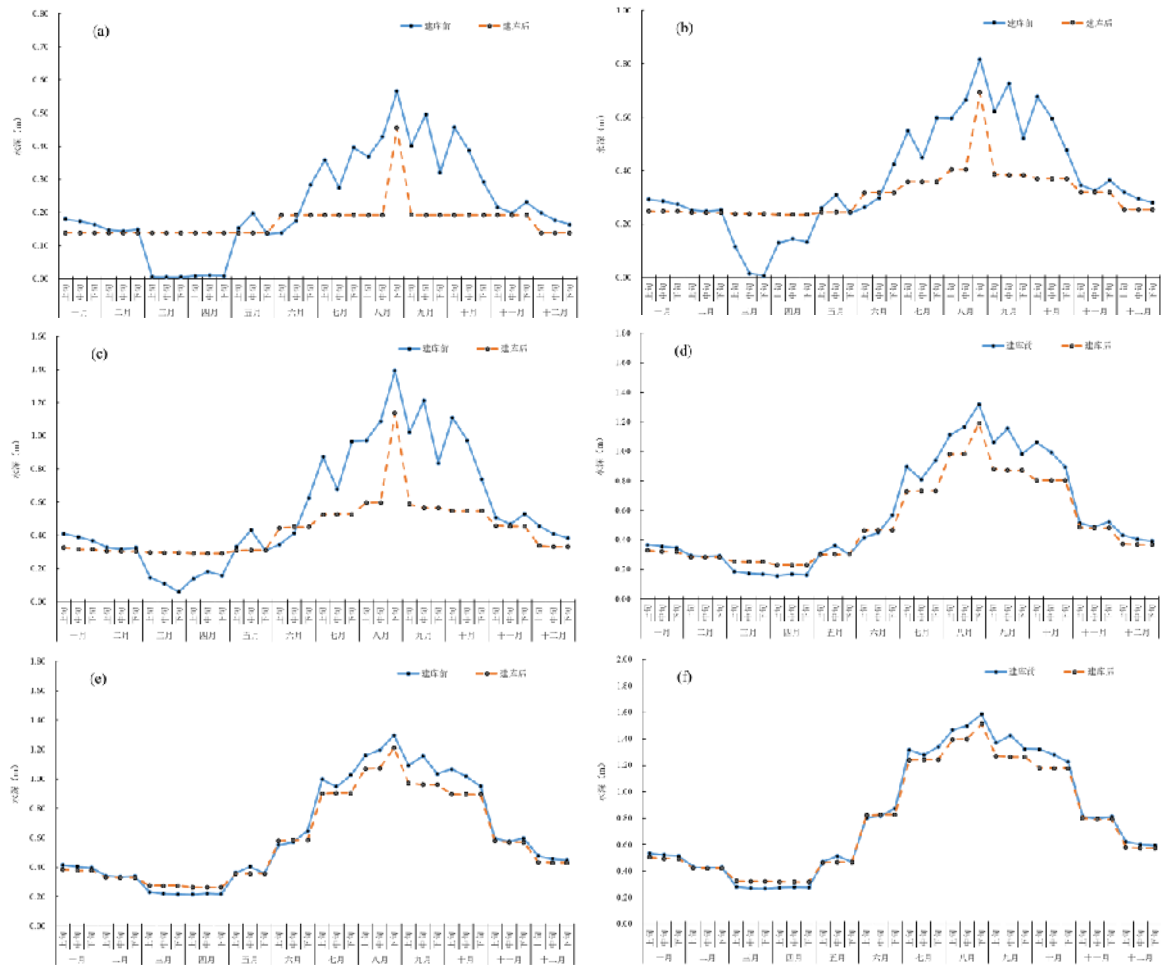


图 5.2.3-9 90%代表年建库前后坝下各断面水深变化图

(a) 转山田断面；(b) 麻栗坪断面；(c) 帕庄高桥断面；(d) 小正兴桥断面；(e) 独达河口断面；
(f) 小黑江二号桥断面

从丰、平、枯代表年黄草坝水库坝下小黑江河道典型断面水文情势要素变化情况来看，随着主要支流的汇入，因水库调节运行造成的水文情势改变幅度逐渐减小，到小黑江二号桥以下河段，河道内流量、水深、流速等变化已基本不明显，但在水产种质资源保护区的小黑江河段，水文情势变化相对较大，主要表现在汛期流量大幅降低，水深、流速减小，而枯水期流量、水深、流速均增加，尤其在枯水代表年，枯水期河道水文情势条件改善明显。总的来说，黄草坝水库建成运行，下游小黑江水文情势虽改变较大，但对于水生态和水环境的需水要求仍能够予以满足。

5.2.4 对泥沙的影响预测

黄草坝水库推荐坝址控制流域面积 188km²，多年平均径流量 1.67 亿 m³，多年平均悬移质输沙量 24.0 万 t，年平均含沙量 1.43kg/m³；根据坝址以上河道河床组成分

析，推悬比取 20%，多年平均推移质沙量 4.8 万 t。因此，坝址多年平均总输沙量为 28.8 万 t (悬移质干容重一般取 1.3t/m^3 ，推移质取 1.5t/m^3)，折合体积为 21.66万 m^3 。

黄草坝水库建库后，入库的全部推移质和大部分悬移质将在库区淤积。经计算，黄草坝水库运用 20 年、50 年后，泥沙淤积总量为 556.0万 m^3 、 1207.0万 m^3 。采用水库泥沙公式判别水库库区泥沙淤积形态，属于三角洲淤积，坝前淤积高程分别为 1234.8m、1249.9m。水库运行初期，下游河段的平均含沙量将比建库前明显减小。

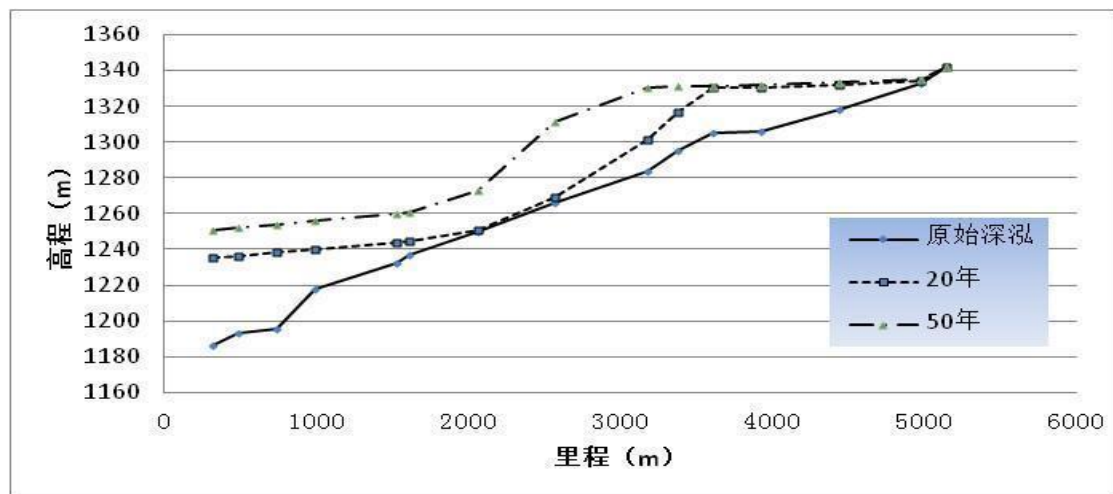


图 5.2.4 黄草坝水库坝址泥沙淤积纵剖面图(干流)

5.3 水环境影响预测与评价

5.3.1 施工期废污水影响分析

施工期施工废污水排放可能对地表水环境产生影响。施工废污水包括生产废水、隧洞排水、基坑排水和生活污水等，其中，生产废水主要有混凝土拌和系统冲洗废水、修配系统含油废水等；生活污水主要为施工生活区施工人员日常生活产生的污水。

5.3.1.1 生产废水

a) 混凝土系统冲洗废水

可研阶段枢纽工程不考虑设置人工砂石加工系统，工程用砂石骨料采用外购方式解决，工程区无砂石加工系统废水产生。

枢纽工程高峰期混凝土的月浇筑强度约为 1.78万 m^3 ，在坝区左岸施工区设置 1 座 HZS75 拌合站，铭牌生产能力 $75\text{m}^3/\text{h}$ ，总占地面积 1.5hm^2 ，三班制生产。混凝土施工废水包括拌合废水、冲洗废水及混凝土养护废水，枢纽工程高峰期废水排放量约为 $15\text{m}^3/\text{d}$ ，其主要污染物为 SS 及碱性废水，其中 SS 浓度约为 2500mg/L ，pH 值 9~12。

输水工程设置移动式拌合机承担各工区混凝土生产任务。输水工程区共布置了 5 个施工区，每个施工区分别布置 1 座小型混凝土搅拌站，选用移动式拌合机。施工高峰期每处混凝土系统废水日产生量约为 $3\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物为 SS 及碱性废水，其中 SS 浓度约为 2500mg/L ，pH 值 9~12。

本次预测主要考虑混凝土系统非正常工况，即事故排放情况下，对小黑江水质，尤其是小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区水域水质的影响。

1) 预测模式

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)，有毒有害物质进入水环境包括事故直接导致和事故处理处置过程间接导致的情况，一般为瞬时排放源和有限时段内排放的源。地表水风险预测模型及参数参照《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)，根据风险事故情形对水环境的影响特点，预测污染物进入地表水体最远超标距离及时间。

参照风险评价导则要求，结合施工期混凝土系统废水事故排放特点，选择《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)推荐的纵向一维水质数学模型，解析方式采用瞬时排放模型，其浓度分布公式为：

$$C(x, t) = \frac{M}{A\sqrt{4\pi E_x t}} \exp(-kt) \exp\left[-\frac{(x-ut)^2}{4E_x t}\right]$$

在 t 时刻、距离污染源下游 $x=ut$ 处的污染物浓度峰值为：

$$C_{\max}(x) = \frac{M}{A\sqrt{4\pi E_x x/u}} \exp\left(-\frac{kx}{u}\right)$$

式中： $C(x, t)$ ——在距离排放口 x 处， t 时刻的污染物浓度， mg/L ；

x ——离排放口距离， m ；

t ——排放发生后的扩散历时， s ；

M ——污染物的瞬时排放总质量， g ；

E_x ——污染物纵向扩散系数， m^2/s ；

A ——断面面积， m^2 ；

u ——断面流速， m/s ；

k ——污染物综合衰减系数， s^{-1} 。

2) 主要参数确定

纵向扩散系数 E_x 计算常用经验公式有 Elder 经验公式和 Fischer 经验公式，Elder

经验公式为：

$$E_x = \alpha h u_*^3 \quad u_* = \sqrt{g h I}$$

式中： α 为经验系数，为 5.93； h 为河流水深； u_* 为摩阻流速； g 为重力加速度； I 为水力梯度。经计算， E_x 取 25.4m²/s。考虑发生事故时，混凝土系统当日最大废水量瞬时排放，则 SS 总质量取 375000g。河道断面面积和断面流速根据水动力计算成果进行取值。

3) 预测结果与评价

在事故排放条件下，由于河道较窄，SS 在全断面上进行混合，并形成一条污染带，且由于坝址处小黑江河道坡降陡，流速快，进入河道的 SS 污染物将很快扩散和稀释，预测结果详见表 5.3.1-1。可以看到，混凝土系统如出现事故排放，对小黑江河段的水质将产生一定的影响，主要是造成 SS 浓度较本底浓度升高，但其影响主要集中在排放口附近水域，顺流方向以下影响开始减弱，总体来看不会对下游小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区的水质造成明显不利影响。在坝址下游 9km 处，河道中水体 SS 浓度大约在 46.47mg/L，跟监测数据所反映的小黑江平均 SS 浓度相比，没有造成明显的升高。

表 5.3.1-1 混凝土系统废水事故排放对小黑江 SS 影响预测表 单位：mg/L

河流	地点	事故废污水	污染物	污染物瞬时排放强度 g	纵向扩散系数 m ² /s	排污口下游距离 x m	预测结果 mg/L
小黑江	枢纽工程混凝土系统	混凝土系统废水	SS	375000	25.4	50	1723.89
						100	1212.07
						500	517.97
						1000	346.03
						3000	159.16
						5000	98.22
						9000	46.47
						15000	24.54

b) 含油废水

含油废水主要来源于施工机械及车辆检修过程中，主要污染物为石油类，浓度约为 30mg/L~50mg/L。枢纽工程施工现场仅考虑对机械设备进行中、小型修理和常规保养，机械修配保养厂主要承担施工机械的定期常规保养、部分零部件配换及非标准设备的零部件加工和装配，类比同类工程，施工期含油废水的产生量约 8m³/d。石油类污染不易降解，若不经处理直接排放将对区域局部水体水质产生污染，考虑到下游为中国结鱼种质资源保护区，废水拟处理后全部回用于车辆冲洗。

输水工程区的 5 个施工区均布置有机械综合保修厂，承担简单的机械保养工作，单处含油废水产生量约 5m³/d。石油类污染不易降解，若不经处理直接排放将对区域局部水体水质产生污染，因此需处理达标后方可排放，并尽可能的予以回用。

5.3.1.2 隧洞施工排水

工程布置了 7 段隧洞，其中 3 段有压隧洞分别为水发电洞和 1#、2#、3#隧洞，长度分别为 0.705km、1.928km、0.325km 和 1.30km，位于谦岗泵站之前的穿山段；4 段无压隧洞分别为 4#、5#、6#和 7#隧洞，长度分别为 1.263km、0.469km、0.447km 和 0.838km，位于谦岗泵站之后。本工程隧洞长度不长，开挖工程量不大，施工期间产生一定量的隧洞施工排水。

洞室排水主要是各洞室开挖过程中喷淋等湿法作业产生的废水，同时也会有地下涌水产生。洞室排水产生量与工程地质条件、地下水含量、施工用水等因素有关，易受季节变化硬性，产生量不稳定。隧洞施工过程中，爆破所用炸药为乳化炸药，炸药成分主要是硝酸铵等无机盐水溶液和蜡、油等碳氢化合物，不会产生有毒物质，对水质的影响较小。在施工前期，隧洞施工主要为土石方洞挖，排放废水中主要是悬浮物；施工后期主要为混凝土浇筑，废水中污染物主要为 pH。根据相关工程资料分析，隧洞施工排水中 pH 可达 12，悬浮物浓度达 3000mg/L~5000mg/L。湿法作业产生的废水经沉淀处理达标后回用，地下涌水具有量大水净的特点，经过沉淀处理后监测达标回用于施工区道路降尘、浇灌附近林地或作为水保植物措施用水等，对周围水体影响较小。

5.3.1.3 基坑排水

基坑排水分初期排水与经常性排水。初期排水主要包括基坑积水及围堰渗水。初期排水时，对基坑水位下降速度应加以控制，以每昼夜不超过 0.5m 为宜，以免影响

围堰边坡稳定。本工程河道纵坡较陡，基坑积水较少。经常性排水主要包括围堰渗水、基坑渗水、降水及施工弃水等，围堰渗水主要考虑围堰基础渗水。经常性排水时，为减少基坑外部雨水进入基坑，可在基坑以外坡地开挖截水沟，以拦截坡面汇水。基坑排水设备选用 30 台水泵(型号 IS65-50-125)，单台流量 $25\text{m}^3/\text{h}$ 。

根据同类工程对基坑排水的处理经验，对基坑水可采用直接沉淀静置 2 小时后抽出回用或外排的方式，采用这种方法技术措施合理有效，经济节约。基坑上层抽排水 SS 一般 $\leq 70\text{mg/L}$ ，满足要求。

5.3.1.4 生活污水

施工期生活污水主要包括施工生活区的食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等，所含污染物主要为 BOD_5 、COD、SS 等，主要污染物浓度一般为 SS: 150mg/L 、COD: 250mg/L 、 BOD_5 : 150mg/L 、 $\text{NH}_3\text{-N}$: 20mg/L 、TP: 4.5mg/L 。本工程施工高峰期人数 3050 人，枢纽工程区和输水线路 1#~5#施工区的人数分别为 1200 人、300 人、300 人、500 人、300 人、450 人。参考《云南省地方标准 用水定额》(DB53/T 168-2013)，普洱属于热带(I区)，生活用水定额按照 $70\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$ 考虑，生活污水产生量按用水量的 80%计，施工高峰期生活污水产生量约为 $171\text{m}^3/\text{d}$ 。枢纽工程区施工区生活污水产生量为 $67\text{m}^3/\text{d}$ ，输水线路 1#~5#施工区生活污水总产生量 $17\text{m}^3/\text{d}$ 、 $17\text{m}^3/\text{d}$ 、 $28\text{m}^3/\text{d}$ 、 $17\text{m}^3/\text{d}$ 、 $25\text{m}^3/\text{d}$ 。

从施工生活区布置与水环境功能要求来看，小黑江地表水水质目标为II类，考虑到下游为中国结鱼省级水产种质资源保护区，施工生活污水应处理后达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)标准全部回用于浇灌附近林地和耕地或作为水保植物措施用水等，禁止直接排放地表水体。

根据类似工程经验，各种生活污水混合后，若直接排放，对下游河流水质将产生一定不利影响。采用导则推荐的纵向一维水质数学模型的瞬时排放解析式对施工区生活污水处理设施事故排放的水质影响进行预测，预测因子选取 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TP。考虑发生事故时，生活污水处理设施当日最大污水量瞬时排放，则 COD 总质量取 16750g 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 总质量取 1340g 、TP 总质量取 301.5g 。计算成果见表 5.3.1-2。

表 5.3.1-2 施工生活污水事故排放对小黑江影响预测表

河流	地点	事故 废污水	污染物	污染物瞬时 排放强度 g	纵向扩散 系数 m ² /s	排污口下游距离 x m	预测结果 mg/L
小黑江	枢纽工程施工营地	施工生活污水	COD	16750	25.4	50	67.25
						100	43.67
						150	32.74
						200	26.04
						250	21.39
						300	17.93
						350	15.24
						400	13.09
			NH ₃ -N	1340	25.4	50	5.69
						200	2.61
						300	2.02
						400	1.65
						600	1.20
						800	0.93
						1000	0.74
						1400	0.50
			TP	301.5	25.4	50	1.28
						200	0.59
						300	0.45
						400	0.37
						600	0.27
						800	0.21
						1200	0.14
						1600	0.09

从表中预测结果可见，黄草坝水库枢纽工程施工生活污水如出现事故排放，会对

排放口局部水域水质造成较大影响,随着水体的推移和自净作用,这种影响逐渐减弱。坝址处小黑江河段流速较快,污染物向下扩散速度也较快,COD 污染带沿河长度约 400m, $\text{NH}_3\text{-N}$ 污染带沿河长度约 1400m, TP 污染带沿河长度约 1600m。因此,施工营地生活污水事故排放最大影响范围约 1600m,在此河段内两岸没有取水口分布,也没有特别需要保护水质的敏感对象,坝址处河段不是中国结鱼主要活动水域。

因此,虽然生活污水的事故排放会造成局部河段污染物浓度明显增加,但由于小黑江水体水质总体较好,出现事故排放时,不会对保护区内水体水质造成不利影响。本次预测情景为最大影响范围和程度,施工期,通过设置污水收集和处理设施,加强日常管理维护,制定风险应急预案,采取好风险防范措施,生活污水事故排放发生的概率可以降到最低,发生事故后的影响也能够得以控制。

5.3.2 运行期水环境影响预测

5.3.2.1 蓄水初期库区水质影响

水库蓄水初期,随着水库蓄水量的增加,淹没区内残留的污染物以及土壤分解释放出的有机质使得水体中 BOD、COD、氮和磷等浓度增加,溶解氧降低。王新伟等的研究表明:新建水库蓄水初期,淹没区土壤污染物释放是影响水库水质的主要原因。当水库蓄水至正常蓄水位时,这种影响会逐渐减弱,并达到新的动态平衡。如若蓄水前未按照规范清库,库底浸出物可能较多,会影响到初期蓄水的水质。

黄草坝水库工程蓄水期库区污染主要来自上游来水以及所在小黑江河段点源和面源产生的污染物。黄草坝水库建成蓄水,水体面积、体积、水深以及水面宽度均较天然情况下有一定的增加,流速也一定程度的趋缓。因水库上游来水水质较为稳定,库区沿岸污染物排放量也相对不大,因此,蓄水期间,影响水库水质的主要因素将是淹没土地的污染物内源释放。

黄草坝水库淹没涉及普洱市景谷县正兴镇和凤山镇共 1 市 1 县 1 国有林场 2 镇 3 个行政村 11 个村民小组。水库淹没影响区涉及土地面积 2801.67 亩(其中耕地 350.08 亩,园地 25.88 亩,林地 2370.44 亩。通过类比调查其他同类型水库蓄水期水质变化得出的结论,水库在蓄水初期水质主要受淹没区土壤污染物释放的影响,蓄水后则主要受入库来水水质影响。同时,不同调节性能的水利水电工程在蓄水期水质受影响的程度也不一样,黄草坝水库调节性能强,受影响可能相对明显,但即使个别时段出现一定程度的污染物浓度增大,预测幅度也较小,不会影响库区水质达标,而且影响时间也较短,

水质会较快恢复。

蓄水前，应对库底清理对象进行认真复核，并严格按照规范要求清库到位。蓄水期，通过强化水库水质监测措施，加密频次点位，监控蓄水水质变化。由于本工程初期蓄水约需 184 天(至死水位 1262m)，在做好库底清理措施的前提下，水库初期蓄水期不会对库区水质造成明显不利影响。

5.3.2.2 运行期水库水质的影响

a) 污染源预测

黄草坝水库库区以上污染源较少，现状污染负荷主要表现为种植业污染(化肥农药)、分散式畜禽养殖、农村生活污水等。

1) 工业污染源

本工程坝址以上流域为西侧的海庆村、平田村、顺南村，东侧的南板村、黄草坝村，均为农村地区，无工业污染源。黄草坝水库建成后，将划定饮用水源保护区，库周不应新增工业污染源，不允许污水直接排入水库，从发展趋势来看，库区工业废污水排放量为零。

2) 农业污染源

(1) 灌溉

预测水平年，库周及上游不考虑新增耕地，灌溉径流污染物按现状水平考虑。水库坝址以上为农村地区，分布着分散的农村居民，根据 2018 年海庆村、平田村、顺南村、南板村、黄草坝村的农业年报，各村灌溉面积分别为 3788 亩、3798 亩、5274 亩、1782 亩、5909 亩，共计 20551 亩。库周农田化肥施用以氮肥和磷肥为主，植物吸收后经雨水淋溶，由地表水径流带入水体。根据《第一次全国污染源普查—农业污染源肥料流失系数手册》，并参考《全国水环境容量核定指南》的推荐值，本工程区主要为旱地类型，种植结构主要为园地，本次农业污染源计算系数取值采用模式 28，具体取值如下：TN：0.339kg/亩、TP：0.025kg/亩、NH₃-N：0.025kg/亩。非点源污染物入河系数的选取综合国内大多数研究成果，一般在 0.1~0.3，结合本工程所在地区的地形特征，本次农业面源污染物入库系数取 0.1。

表 5.3.2-1 库周农业面源产生量、入库量计算一览表 单位: t/a

灌溉面积 亩	总流失量				入库量			
	COD	TN	TP	NH ₃ -N	COD	TN	TP	NH ₃ -N
20551	205.51	6.97	0.51	0.51	20.55	0.70	0.05	0.05

(2) 养殖

库区畜禽养殖以牛、羊和猪为主,鸡鸭等家禽无规模化养殖,总量小,不统计入内。综合考虑《第一次全国污染源普查畜禽养殖业产排污系数手册》及最新相关研究成果,以年出栏牛、羊、猪为计量单位,核算流域内畜禽养殖污染物污染负荷。畜禽养殖污染物入库系数取 0.1。

表 5.3.2-2 禽畜养殖产污系数表

名称	COD (kg/头.年)	NH ₃ -N (kg/头.年)	TN (kg/头.年)	TP (kg/头.年)
牛	197.48	6.88	13.75	1.21
羊	61.82	1.82	3.63	0.70
猪	77.27	2.27	4.54	0.87

表 5.3.2-3 禽畜养殖统计表 单位: 头

村名	牛	羊	猪
海庆村	743	537	1899
平田村	709	419	1365
顺南村	923	895	1801
南板村	393	917	1235
黄草坝村	24	312	864
总计	2792	3080	7164

表 5.3.2-4 禽畜养殖污染负荷排放量统计 单位: t/a

村	产污量				入库量			
	COD	NH ₃ -N	TN	TP	COD	NH ₃ -N	TN	TP
海庆村	326.66	10.40	20.79	2.93	32.67	1.04	2.08	0.29
平田村	271.39	8.74	17.47	2.34	27.14	0.87	1.75	0.23
顺南村	376.77	12.07	24.12	3.31	37.68	1.21	2.41	0.33

表 5.3.2-4(续)

村	产污量				入库量			
	COD	NH ₃ -N	TN	TP	COD	NH ₃ -N	TN	TP
南板村	229.73	7.18	14.34	2.19	22.97	0.72	1.43	0.22
黄草坝村	90.79	2.69	5.39	1.00	9.08	0.27	0.54	0.10
总计	1295.33	41.08	82.09	11.77	129.53	4.11	8.21	1.18

3) 生活污染源

参考《云南省地方标准 用水定额》(DB53/T 168-2013), 景谷县属于亚热带(II区), 35~50L/人·d, 生活污水产生量按用水量的 80%计, 生活污水排放量约 40L/人·d。生活污染物散排进入水库, 入库系数取 0.1。

表 5.3.2-5 库周生活污染源产生量和入库量

单位: t/a

村	产污量				入库量			
	COD	NH ₃ -N	TN	TP	COD	NH ₃ -N	TN	TP
海庆村	5.16	0.61	0.09	0.42	0.52	0.06	0.01	0.04
平田村	5.72	0.68	0.10	0.47	0.57	0.07	0.01	0.05
顺南村	7.92	0.94	0.14	0.65	0.79	0.09	0.01	0.07
南板村	2.58	0.31	0.05	0.21	0.26	0.03	0.00	0.02
黄草坝村	2.65	0.31	0.05	0.22	0.26	0.03	0.00	0.02
总计	24.03	2.85	0.44	1.98	2.40	0.29	0.04	0.20

4) 流域污染源预测结果统计

预测水平年, 水库库周及上游主要污染物入库量分别为 COD152.5t、氨氮 5.1t、总磷 1.4t、总氮 8.3t。库周主要污染源为畜禽养殖污染源。

b) 水质预测

1) 模型选择

黄草坝水库库周污染源主要以面源形式汇入, 建库后, 水面面积 2.14km², 回水长度 5.55km、4.24km, 水库形态为山谷河流型, 水库水面宽相对不大。与库区水文情势预测相同, 拟采用 MIKE11 模型模拟计算水库建库后库区各断面水质。

2) 参数选取

水质模拟选取 COD、NH₃-N、TP、TN 为预测指标。黄草坝库区分南板河和海庆河两条支库，上游来水浓度分别取 2022 年 3 月和 2022 年 8 月的补充监测成果值，以作为汛期和非汛期的来水浓度。由于库周污染源主要是流域内散排的农业污染源，且主要分布在黄草坝水库库尾以上，因此，现状南板河、海庆河入库水质可以代表进入水库的污染物质。

根据相关研究，水库建库后，流速减缓，污染物降解系数减小，黄草坝水库具有多年调节性能，水库水体流动性差，因此，结合相关研究成果，COD 降解系数拟取 0.005d⁻¹，NH₃-N 降解系数拟取 0.003d⁻¹，TP 降解系数拟取 0.001d⁻¹，TN 降解系数拟取 0.001d⁻¹。参考工程可研报告，库区河道糙率取值 0.08。

3) 预测断面及时段

库区水质预测断面与水文情势相同，选择南板河、海庆河库尾、库中及坝前等 5 个断面，以反映水库不同位置的水质变化情况。预测时段选择黄草坝水库建库后丰、平、枯代表年。

4) 预测结果

(1) 丰水年

丰水年，南板河库尾断面水质 COD 浓度在 14.30mg/L~17.70mg/L，NH₃-N 浓度在 0.09mg/L~0.22mg/L，TP 浓度在 0.02mg/L~0.13mg/L，TN 浓度在 0.43mg/L~0.67mg/L；海庆河库尾断面水质 COD 浓度在 12.69mg/L~21.30mg/L，NH₃-N 浓度在 0.07mg/L~0.22mg/L，TP 浓度在 0.05mg/L~0.14mg/L，TN 浓度在 0.48mg/L~1.28mg/L。入库水质无法满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II 类标准要求，与现状水质一样，仅能满足 III 类标准要求。

南板河库中断面水质 COD 浓度在 15.91mg/L~16.79mg/L，NH₃-N 浓度在 0.12mg/L~0.25mg/L，TP 浓度在 0.11mg/L~0.13mg/L，TN 浓度在 0.62mg/L~0.72mg/L；海庆河库中断面水质 COD 浓度在 15.73mg/L~16.89mg/L，NH₃-N 浓度在 0.13mg/L~0.25mg/L，TP 浓度在 0.11mg/L~0.13mg/L，TN 浓度在 0.62mg/L~0.73mg/L。库尾来水经混合后，库中水质污染物浓度较入库有所降低，但变化不大。水库库中水质无法满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II 类标准要求，与现

状水质一样，仅能满足Ⅲ类标准要求。

坝前断面水质 COD 浓度在 15.92mg/L~16.80mg/L，NH₃-N 浓度在 0.13mg/L~0.25mg/L，TP 浓度在 0.11mg/L~0.13mg/L，TN 浓度在 0.63mg/L~0.72mg/L。水库坝前水质无法满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) Ⅱ类标准要求，与现状水质一样，仅能满足Ⅲ类标准要求。

(2) 平水年

平水年，南板河库尾断面水质 COD 浓度在 14.30mg/L~17.70mg/L，NH₃-N 浓度在 0.09mg/L~0.22mg/L，TP 浓度在 0.02mg/L~0.13mg/L，TN 浓度在 0.43mg/L~0.67mg/L；海庆河库尾断面水质 COD 浓度在 12.69mg/L~21.30mg/L，NH₃-N 浓度在 0.07mg/L~0.22mg/L，TP 浓度在 0.05mg/L~0.14mg/L，TN 浓度在 0.48mg/L~1.28mg/L。入库水质无法满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) Ⅱ类标准要求，与现状水质一样，仅能满足Ⅲ类标准要求。

南板河库中断面水质 COD 浓度在 15.95mg/L~16.78mg/L，NH₃-N 浓度在 0.13mg/L~0.25mg/L，TP 浓度在 0.11mg/L~0.13mg/L，TN 浓度在 0.63mg/L~0.72mg/L；海庆河库中断面水质 COD 浓度在 15.81mg/L~16.81mg/L，NH₃-N 浓度在 0.13mg/L~0.25mg/L，TP 浓度在 0.11mg/L~0.13mg/L，TN 浓度在 0.62mg/L~0.72mg/L。库尾来水经混合后，库中水质污染物浓度较入库有所降低，但变化不大。水库库中水质无法满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) Ⅱ类标准要求，与现状水质一样，仅能满足Ⅲ类标准要求。

坝前断面水质 COD 浓度在 15.93mg/L~16.78mg/L，NH₃-N 浓度在 0.13mg/L~0.25mg/L，TP 浓度在 0.11mg/L~0.13mg/L，TN 浓度在 0.63mg/L~0.72mg/L。水库坝前水质无法满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) Ⅱ类标准要求，与现状水质一样，仅能满足Ⅲ类标准要求。

(3) 枯水年

枯水年，南板河库尾断面水质 COD 浓度在 14.30mg/L~17.70mg/L，NH₃-N 浓度在 0.09mg/L~0.22mg/L，TP 浓度在 0.02mg/L~0.13mg/L，TN 浓度在 0.43mg/L~0.67mg/L；海庆河库尾断面水质 COD 浓度在 12.69mg/L~21.30mg/L，NH₃-N 浓度在 0.07mg/L~0.22mg/L，TP 浓度在 0.05mg/L~0.14mg/L，TN 浓度在 0.48mg/L~

1.28mg/L。入库水质无法满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求,与现状水质一样,仅能满足III类标准要求。

南板河库中断面水质 COD 浓度在 16.05mg/L~16.78mg/L, NH₃-N 浓度在 0.15mg/L~0.25mg/L, TP 浓度在 0.11mg/L~0.13mg/L, TN 浓度在 0.64mg/L~0.72mg/L; 海庆河库中断面水质 COD 浓度在 15.94mg/L~16.81mg/L, NH₃-N 浓度在 0.15mg/L~0.25mg/L, TP 浓度在 0.11mg/L~0.13mg/L, TN 浓度在 0.64mg/L~0.72mg/L。库尾来水经混合后,库中水质污染物浓度较入库有所降低,但变化不大。水库库中水质无法满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求,与现状水质一样,仅能满足III类标准要求。

坝前断面水质 COD 浓度在 16.04mg/L~16.78mg/L, NH₃-N 浓度在 0.15mg/L~0.25mg/L, TP 浓度在 0.11mg/L~0.13mg/L, TN 浓度在 0.64mg/L~0.72mg/L。水库坝前水质无法满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求,与现状水质一样,仅能满足III类标准要求。

5) 水库水质评价

根据相关研究,水库在蓄水初期水质主要受淹没区土壤污染物释放的影响,蓄水后则主要受入库来水水质影响。同时,不同调节性能的水利水电工程水质受影响的程度也不一样,调节性能强的水库,其污染物稀释、迁移和降解相对较慢,库区水质相较入库来水水质变化将相对不明显。

黄草坝水库具有多年调节性能,且水库长度最长仅 5.55km,因此水库的降解能力将相对不足。从模型预测水库各断面水质情况来看,丰、平、枯代表年,水库水质主要受来水水质影响,污染物降解作用不明显,现状入库水质无法满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求,仅能满足III类标准要求,导致建库后水质也无法满足II类标准要求。因此,黄草坝水库上游流域需加强污染源治理,清理农业面源,将散排的污染源统一收集处理,并采取可行的污水回用措施,避免直接排放入河道,进而减少入库污染量,改善入库水质和水库水质。当入库水质能够确保满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求时,水库水质也相应能够达标。

5.3.2.3 库区富营养化分析

水体富营养化主要受营养状态、水动力条件和水温等因素综合影响,其中营养状

态采用《地表水环境质量评价办法(试行)》(环办〔2011〕22号)中的推荐方法进行判别。综合营养状态指数计算公式为:

$$TLI(\Sigma)=\Sigma W_j \cdot TLI(j)$$

式中:

$TLI(\Sigma)$ —综合营养状态指数;

W_j —第 j 种参数的营养状态指数的相关权重。

$TLI(j)$ —代表第 j 种参数的营养状态指数。

以 chl_a 作为基准参数, 则第 j 种参数的归一化的相关权重计算公式为:

$$w_j = \frac{r_{ij}^2}{\sum_{i=1}^m r_{ij}^2}$$

式中: r_{ij} —第 j 种参数与基准参数 chl_a 的相关系数;

m —评价参数的个数。

中国湖泊(水库)的 chl_a 与其它参数之间的相关关系 r_{ij} 及 r_{ij}^2 见下表。

表 5.3.2-6 中国湖泊(水库)部分参数与 chl_a 的相关关系 r_{ij} 及 r_{ij}^2 值

参数	chl_a	TP	TN	SD	COD_{Mn}
r_{ij}	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
r_{ij}^2	1	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889

注: 引自金相灿等著《中国湖泊环境》, 表中 r_{ij} 来源于中国 26 个主要湖泊调查数据的计算结果。

水库富营养化状况评价指标包括: 叶绿素 $a(chl_a)$ 、总磷(TP)、总氮(TN)、透明度(SD)、高锰酸盐指数(COD_{Mn}), 营养状态指数计算公式为:

$$TLI(chl)=10(2.5+1.086\ln chl)$$

$$TLI(TP)=10(9.436+1.624\ln TP)$$

$$TLI(TN)=10(5.453+1.694\ln TN)$$

$$TLI(SD)=10(5.118-1.94\ln SD)$$

$$TLI(COD_{Mn})=10(0.109+2.661\ln COD)$$

式中: 叶绿素 $a chl$ 单位为 mg/m^3 ;

透明度 SD 单位为 m ;

其它指标单位均为 mg/L 。

采用 0~100 的一系列连续数字对湖泊(水库)营养状态进行分级。

表 5.3.2-7 湖泊(水库)营养状态分级

营养状态分级	贫营养	中营养	富营养		
(TLI=营养状态指数)	$(TLI(\Sigma) < 30)$	$(30 \leq TLI(\Sigma) \leq 50)$	轻度富营养	中度富营养	重度富营养
			$(50 < TLI(\Sigma) \leq 60)$	$(60 < TLI(\Sigma) \leq 70)$	$(TLI(\Sigma) > 70)$

选取黄草坝水库建库后库尾、库中、坝前等 4 处水域预测水库富营养化程度。根据库区水质预测成果, 计算丰水期 8 月的水库富营养化指数计算成果见表 5.3.2-8。

表 5.3.2-8 黄草坝水库丰水期 8 月富营养化指数计算

水库区域	TLI	水库区域	TLI
南板河库尾	38.30	海庆河库尾	39.72
库中	38.72	坝前	37.04

根据计算, 黄草坝水库建库后综合营养状态指数在 37.04~39.72, 以此初步判定水库运行期间属于中营养水平, 全库发生富营养化的可能性不大。项目区所在地夏季平均气温在 23℃左右, 水温在 20℃左右, 一般研究认为, 水温高于 25℃, 蓝藻的生长速度加快, 因此, 黄草坝水库区水温、气候条件不适宜蓝藻迅速生长。但在极端气温条件下, 如果入库营养物质较多, 加之库湾等位置水体流动性差, 仍存在局部水域发生富营养化的可能性, 因此, 黄草坝水库建库后, 需进一步削减入库 TP、TN 污染物总量。

5.3.2.4 坝址下游水质的影响

a) 污染源

黄草坝水库坝址下游小黑江河段分布有中国结鱼省级水产种质资源保护区, 因此需保证水库建库后, 下游河段的水质不出现恶化的情况。根据坝下水文情势的影响分析, 黄草坝水库调节运行造成的小黑江水文情势改变幅度随下游各支流的汇入逐渐减小, 到小黑江二号桥以下河段, 河道内流量、水深、流速等变化已基本不明显。因此, 坝下水质的影响预测也考虑此范围, 即黄草坝水库坝址至小黑江二号桥, 河段全长 45.0km, 有 6 条主要的支流汇入小黑江干流。

根据调查, 坝下小黑江河段两岸没有工业园区、工业企业分布, 没有集中连续排放的点源, 两岸村庄分布不多, 且主要集中在南埂河汇合口至帕庄河汇合口之间的 10.95km 河段, 黄草坝灌区的主要面积也集中在此河段, 因此, 这一段小黑江污染物

负荷较大，河道两岸村组的生活污水、农田退水等以汇流进入小黑江。此外，本段小黑江是中国结鱼省级水产种质资源保护区的实验区。

黄草坝水库坝址至南埂河之间的 8.41km 河段，以及帕庄河汇合口至小黑江二号桥之间的 25.64km 河段，两岸分布的村庄、农田很少，河道两岸均为林地，生活污染源和农业面源入河量不大。

由于坝址小黑江两岸污染源多以散排和面源汇流方式进入河流，水质监测成果反映了河流中污染物的含量。因此，将各支流概化为小黑江岸边排放的污染源，以各支流月均流量和实测水质计算污染物输入小黑江的总量，代入 MIKE11 模型进行水质模拟计算。

b) 预测断面和工况

坝下河段水质预测断面选取考虑与水文情势分析断面相同，即转山田断面(坝址下游 1.8km)、麻栗坪断面(坝址下游 8.5km)、帕庄高桥断面(坝址下游 19.3km)、小正兴桥断面(坝址下游 22.5km)、独达河口断面(坝址下游 41.3km)和小黑江二号桥断面(坝址下游 45.0km)等 6 个断面。预测水平年选择丰、平、枯代表年，预测因子选取 COD、NH₃-N、TP，预测工况考虑建库前后。水质评价标准为《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类水质标准。

c) 水质预测成果

1) 丰水年

丰水年，建库后，转山田断面 COD 浓度在 13.27mg/L~13.29mg/L，建库前后变幅在 -0.01mg/L~0.01mg/L；氨氮浓度在 0.119mg/L~0.120mg/L，建库前后变幅为 0mg/L；总磷浓度为 0.02mg/L，建库前后变幅为 0mg/L。建库后，断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求。

麻栗坪断面 COD 浓度在 13.83mg/L~18.50mg/L，建库前后变幅在 -1.08mg/L~4.20mg/L；氨氮浓度在 0.084mg/L~0.108mg/L，建库前后变幅在 -0.023mg/L~0.006mg/L；总磷浓度为 0.02mg/L，建库前后变幅为 0mg/L。建库后，断面水质不符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求，超标因子为 COD。

帕庄高桥断面 COD 浓度在 10.86mg/L~17.68mg/L，建库前后变幅在 0.02mg/L~4.07mg/L；氨氮浓度在 0.068mg/L~0.095mg/L，建库前后变幅在 -0.029mg/L~

0.011mg/L；总磷浓度为 0.02mg/L，建库前后变幅为 0mg/L。建库后，断面水质不符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求，超标因子为 COD。

小正兴桥断面 COD 浓度在 12.0mg/L~14.58mg/L，建库前后变幅在-0.23mg/L~0.88mg/L；氨氮浓度在 0.108mg/L~0.125mg/L，建库前后变幅在 -0.002mg/L~0.006mg/L；总磷浓度在 0.07mg/L~0.11mg/L，建库前后变幅在-0.01mg/L~0.03mg/L。建库后，断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求。

独达河口断面 COD 浓度在 12.09mg/L~14.36mg/L，建库前后变幅在-0.19mg/L~0.59mg/L；氨氮浓度在 0.119mg/L~0.141mg/L，建库前后变幅在 -0.003mg/L~0.009mg/L；总磷浓度在 0.07mg/L~0.09mg/L，建库前后变幅在-0.01mg/L~0.02mg/L。建库后，断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求。

小黑江二号桥断面 COD 浓度在 12.80mg/L~15.18mg/L，建库前后变幅在 -0.28mg/L~0.81mg/L；氨氮浓度在 0.109mg/L~0.122mg/L，建库前后变幅在 -0.002mg/L~0.004mg/L；总磷浓度在 0.06mg/L~0.08mg/L，建库前后变幅在 -0.01mg/L~0.01mg/L。建库后，断面水质不符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求，超标因子为 COD。

表 5.3.2-9 丰水年转山田断面水质计算成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	13.28	13.27	0	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
2 月	13.27	13.27	0	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
3 月	13.27	13.27	0	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
4 月	13.27	13.27	0.01	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
5 月	13.28	13.27	-0.01	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
6 月	13.28	13.28	0.00	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
7 月	13.29	13.28	-0.01	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
8 月	13.29	13.29	0	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
9 月	13.29	13.29	0	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
10 月	13.29	13.28	0	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
11 月	13.29	13.28	0	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
12 月	13.28	13.27	-0.01	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
全年	13.28	13.28	0	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0

表 5.3.2-10 丰水年麻栗坪断面水质计算成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	15.12	15.80	0.68	0.102	0.098	-0.004	0.02	0.02	0
2 月	14.85	14.93	0.08	0.103	0.103	0.000	0.02	0.02	0
3 月	14.24	13.83	-0.41	0.106	0.108	0.003	0.02	0.02	0
4 月	15.61	14.52	-1.08	0.098	0.105	0.006	0.02	0.02	0
5 月	13.55	14.66	1.11	0.111	0.104	-0.007	0.02	0.02	0
6 月	14.63	15.63	1.01	0.105	0.099	-0.006	0.02	0.02	0
7 月	14.30	18.50	4.20	0.107	0.084	-0.023	0.02	0.02	0
8 月	14.38	15.18	0.80	0.107	0.102	-0.004	0.02	0.02	0
9 月	14.39	14.68	0.30	0.107	0.105	-0.002	0.02	0.02	0
10 月	14.32	15.15	0.83	0.107	0.102	-0.005	0.02	0.02	0
11 月	14.63	15.57	0.94	0.105	0.100	-0.005	0.02	0.02	0
12 月	14.22	16.42	2.20	0.107	0.095	-0.012	0.02	0.02	0
全年	14.52	15.41	0.89	0.105	0.100	-0.005	0.02	0.02	0

表 5.3.2-11 丰水年帕庄高桥断面水质计算成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	12.99	13.29	0.30	0.085	0.080	-0.005	0.02	0.02	0
2 月	12.16	12.20	0.04	0.082	0.081	-0.001	0.02	0.02	0
3 月	10.64	10.86	0.22	0.080	0.086	0.006	0.02	0.02	0
4 月	11.54	11.58	0.04	0.072	0.083	0.011	0.02	0.02	0
5 月	11.77	11.79	0.02	0.096	0.083	-0.013	0.02	0.02	0
6 月	13.22	13.94	0.72	0.092	0.083	-0.009	0.02	0.02	0
7 月	13.60	17.68	4.07	0.098	0.068	-0.029	0.02	0.02	0
8 月	13.74	14.62	0.88	0.097	0.091	-0.006	0.02	0.02	0
9 月	13.69	13.99	0.30	0.097	0.095	-0.002	0.02	0.02	0
10 月	13.42	14.15	0.73	0.096	0.089	-0.006	0.02	0.02	0
11 月	13.77	14.59	0.82	0.095	0.088	-0.007	0.02	0.02	0
12 月	12.89	14.38	1.49	0.094	0.076	-0.018	0.02	0.02	0
全年	12.79	13.59	0.80	0.090	0.084	-0.007	0.02	0.02	0

表 5.3.2-12 丰水年小正兴桥断面水质计算成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	13.40	13.53	0.13	0.118	0.120	0.001	0.09	0.09	0.01
2 月	13.05	13.08	0.03	0.116	0.116	0.000	0.08	0.09	0.00
3 月	12.13	12.00	-0.13	0.110	0.108	-0.001	0.08	0.07	-0.01
4 月	12.94	12.70	-0.23	0.117	0.114	-0.002	0.09	0.08	-0.01
5 月	12.35	12.84	0.49	0.110	0.114	0.004	0.06	0.08	0.03
6 月	13.42	13.81	0.39	0.118	0.121	0.003	0.08	0.09	0.01
7 月	13.71	14.58	0.88	0.119	0.125	0.006	0.08	0.11	0.03
8 月	13.76	14.01	0.24	0.119	0.121	0.001	0.08	0.08	0.01
9 月	13.73	13.85	0.12	0.119	0.120	0.001	0.08	0.08	0
10 月	13.59	13.88	0.29	0.118	0.120	0.002	0.08	0.09	0.01
11 月	13.69	13.91	0.21	0.119	0.121	0.002	0.08	0.09	0.01
12 月	13.31	13.91	0.61	0.117	0.121	0.004	0.07	0.10	0.02
全年	13.26	13.51	0.25	0.117	0.118	0.002	0.08	0.09	0.01

表 5.3.2-13 丰水年独达河口断面水质计算成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	13.38	13.48	0.10	0.130	0.132	0.002	0.08	0.08	0
2 月	13.06	13.09	0.03	0.130	0.130	0	0.08	0.08	0
3 月	12.21	12.09	-0.11	0.121	0.119	-0.003	0.07	0.07	-0.01
4 月	12.88	12.69	-0.19	0.126	0.123	-0.003	0.09	0.08	-0.01
5 月	12.52	12.93	0.41	0.124	0.133	0.009	0.05	0.07	0.02
6 月	13.45	13.71	0.26	0.135	0.140	0.005	0.07	0.08	0.01
7 月	13.77	14.36	0.59	0.133	0.141	0.009	0.07	0.09	0.02
8 月	13.83	14.01	0.18	0.132	0.134	0.002	0.07	0.08	0.01
9 月	13.80	13.88	0.09	0.131	0.133	0.001	0.07	0.07	0
10 月	13.63	13.81	0.18	0.136	0.140	0.003	0.07	0.07	0.01
11 月	13.76	13.93	0.17	0.127	0.129	0.002	0.07	0.08	0.01
12 月	13.36	13.83	0.47	0.127	0.133	0.006	0.07	0.09	0.02
全年	13.30	13.48	0.18	0.129	0.132	0.003	0.07	0.08	0.01

表 5.3.2-14 丰水年小黑江二号桥断面水质计算成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	13.99	14.12	0.13	0.117	0.118	0.001	0.07	0.07	0
2 月	13.94	13.97	0.03	0.116	0.116	0.000	0.07	0.07	0
3 月	13.02	12.80	-0.22	0.110	0.109	-0.001	0.06	0.06	0
4 月	13.42	13.14	-0.28	0.114	0.112	-0.002	0.07	0.07	0
5 月	13.38	14.19	0.81	0.112	0.116	0.004	0.05	0.06	0.01
6 月	14.51	14.90	0.38	0.118	0.120	0.002	0.06	0.06	0
7 月	14.44	15.18	0.75	0.119	0.122	0.004	0.06	0.07	0.01
8 月	14.40	14.62	0.22	0.119	0.120	0.001	0.06	0.07	0.01
9 月	14.33	14.45	0.12	0.118	0.119	0.001	0.06	0.06	0
10 月	14.67	14.92	0.26	0.119	0.120	0.001	0.06	0.06	0
11 月	13.92	14.13	0.21	0.117	0.118	0.001	0.07	0.07	0
12 月	13.79	14.39	0.60	0.115	0.119	0.003	0.06	0.08	0.02
全年	13.98	14.23	0.25	0.116	0.117	0.001	0.06	0.07	0.01

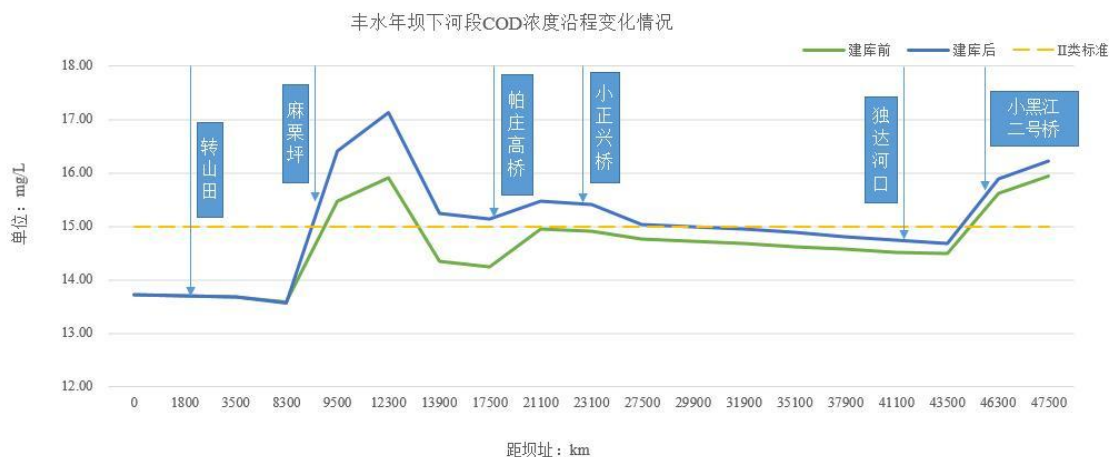


图 5.3.2-1 丰水年建库前后坝下游河段 COD 浓度(年均值)沿程变化图



图 5.3.2-2 丰水年建库前后坝下游河段 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度(年均值)沿程变化图



图 5.3.2-3 丰水年建库前后坝下游河段 TP 浓度(年均值)沿程变化图

2) 平水年

平水年, 建库后, 转山田断面 COD 浓度在 $13.27\text{mg/L} \sim 13.29\text{mg/L}$, 建库前后变幅在 $-0.01\text{mg/L} \sim 0.01\text{mg/L}$; 氨氮浓度在 $0.119\text{mg/L} \sim 0.120\text{mg/L}$, 建库前后变幅为 0mg/L ; 总磷浓度为 0.02mg/L , 建库前后变幅为 0mg/L 。建库后, 断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求。

麻栗坪断面 COD 浓度在 $13.06\text{mg/L} \sim 18.81\text{mg/L}$, 建库前后变幅在 $-0.37\text{mg/L} \sim 3.95\text{mg/L}$; 氨氮浓度在 $0.082\text{mg/L} \sim 0.112\text{mg/L}$, 建库前后变幅在 $-0.022\text{mg/L} \sim 0.003\text{mg/L}$; 总磷浓度为 0.02mg/L , 建库前后变幅为 0mg/L 。建库后, 断面水质不符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求, 超标因子为 COD。

帕庄高桥断面 COD 浓度在 $9.79\text{mg/L} \sim 17.94\text{mg/L}$, 建库前后变幅在 $0.05\text{mg/L} \sim$

3.81mg/L；氨氮浓度在 0.067mg/L～0.094mg/L，建库前后变幅在 -0.027mg/L～0.011mg/L；总磷浓度为 0.02mg/L，建库前后变幅为 0mg/L。建库后，断面水质不符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求，超标因子为 COD。

小正兴桥断面 COD 浓度在 10.43mg/L～14.59mg/L，建库前后变幅在 -0.10mg/L～0.78mg/L；氨氮浓度在 0.097mg/L～0.125mg/L，建库前后变幅在 -0.001mg/L～0.005mg/L；总磷浓度在 0.04mg/L～0.11mg/L，建库前后变幅在 -0.02mg/L～0.03mg/L。建库后，断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求。

独达河口断面 COD 浓度在 10.98mg/L～14.54mg/L，建库前后变幅在 -0.22mg/L～0.66mg/L；氨氮浓度在 0.116mg/L～0.143mg/L，建库前后变幅在 -0.007mg/L～0.006mg/L；总磷浓度在 0.05mg/L～0.10mg/L，建库前后变幅在 -0.01mg/L～0.02mg/L。建库后，断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求。

小黑江二号桥断面 COD 浓度在 12.54mg/L～15.08mg/L，建库前后变幅在 -0.67mg/L～0.74mg/L；氨氮浓度在 0.106mg/L～0.121mg/L，建库前后变幅在 -0.003mg/L～0.004mg/L；总磷浓度在 0.04mg/L～0.09mg/L，建库前后变幅在 -0.01mg/L～0.02mg/L。建库后，断面水质不符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求，超标因子为 COD。

表 5.3.2-15 平水年转山田断面水质计算成果

单位：mg/L

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	13.27	13.27	0	0.120	0.119	-0.001	0.02	0.02	0
2 月	13.27	13.27	0	0.120	0.119	-0.001	0.02	0.02	0
3 月	13.26	13.27	0	0.119	0.119	0	0.02	0.02	0
4 月	13.26	13.27	0.01	0.119	0.119	0	0.02	0.02	0
5 月	13.27	13.27	0	0.120	0.119	-0.001	0.02	0.02	0
6 月	13.29	13.27	-0.01	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
7 月	13.29	13.29	0	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
8 月	13.28	13.28	0	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
9 月	13.28	13.28	0	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
10 月	13.28	13.28	0	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
11 月	13.28	13.27	0	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
12 月	13.28	13.27	-0.01	0.120	0.119	-0.001	0.02	0.02	0
全年	13.28	13.27	0	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0

表 5.3.2-16 平水年麻栗坪断面水质计算成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	14.24	15.19	0.95	0.106	0.101	-0.005	0.02	0.02	0
2 月	14.18	14.97	0.79	0.107	0.102	-0.005	0.02	0.02	0
3 月	13.81	13.45	-0.37	0.108	0.110	0.002	0.02	0.02	0
4 月	13.43	13.06	-0.37	0.109	0.112	0.003	0.02	0.02	0
5 月	13.90	14.43	0.53	0.108	0.105	-0.003	0.02	0.02	0
6 月	14.86	18.81	3.95	0.104	0.082	-0.022	0.02	0.02	0
7 月	14.29	14.68	0.39	0.107	0.105	-0.002	0.02	0.02	0
8 月	14.26	14.81	0.55	0.107	0.104	-0.003	0.02	0.02	0
9 月	14.37	15.24	0.88	0.106	0.102	-0.005	0.02	0.02	0
10 月	14.51	15.48	0.97	0.106	0.100	-0.005	0.02	0.02	0
11 月	14.20	14.74	0.55	0.107	0.104	-0.003	0.02	0.02	0
12 月	14.19	15.74	1.56	0.107	0.098	-0.009	0.02	0.02	0
全年	14.19	15.05	0.87	0.107	0.102	-0.005	0.02	0.02	0

表 5.3.2-17 平水年帕庄高桥断面水质计算成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	12.12	12.39	0.26	0.090	0.081	-0.009	0.02	0.02	0
2 月	11.91	12.08	0.17	0.089	0.080	-0.009	0.02	0.02	0
3 月	9.91	10.33	0.42	0.079	0.086	0.007	0.02	0.02	0
4 月	8.77	9.79	1.02	0.076	0.088	0.011	0.02	0.02	0
5 月	11.23	11.29	0.05	0.088	0.083	-0.005	0.02	0.02	0
6 月	14.13	17.94	3.81	0.093	0.067	-0.027	0.02	0.02	0
7 月	13.59	14.05	0.47	0.098	0.094	-0.003	0.02	0.02	0
8 月	13.27	13.75	0.47	0.096	0.092	-0.004	0.02	0.02	0
9 月	13.33	14.06	0.73	0.095	0.088	-0.007	0.02	0.02	0
10 月	13.46	14.24	0.77	0.094	0.087	-0.007	0.02	0.02	0
11 月	12.54	12.88	0.34	0.092	0.086	-0.005	0.02	0.02	0
12 月	12.35	13.02	0.68	0.091	0.078	-0.014	0.02	0.02	0
全年	12.22	12.98	0.77	0.090	0.084	-0.006	0.02	0.02	0

表 5.3.2-18 平水年小正兴桥断面水质计算成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	12.87	13.14	0.28	0.115	0.117	0.003	0.07	0.09	0.01
2 月	12.73	13.01	0.28	0.114	0.116	0.002	0.07	0.09	0.01
3 月	11.43	11.33	-0.10	0.104	0.103	-0.001	0.07	0.06	-0.01
4 月	10.40	10.43	0.03	0.098	0.097	-0.001	0.06	0.04	-0.02
5 月	12.30	12.53	0.23	0.111	0.113	0.002	0.07	0.08	0.01
6 月	13.81	14.59	0.78	0.120	0.125	0.005	0.08	0.11	0.03
7 月	13.69	13.87	0.18	0.119	0.120	0.001	0.07	0.08	0.01
8 月	13.50	13.72	0.22	0.118	0.119	0.002	0.07	0.08	0.01
9 月	13.51	13.79	0.28	0.118	0.120	0.002	0.08	0.09	0.01
10 月	13.54	13.80	0.26	0.118	0.120	0.002	0.08	0.09	0.01
11 月	13.09	13.33	0.24	0.115	0.117	0.002	0.07	0.08	0.01
12 月	12.98	13.44	0.46	0.115	0.119	0.004	0.07	0.09	0.02
全年	12.82	13.08	0.26	0.114	0.116	0.002	0.07	0.08	0.01

表 5.3.2-19 平水年独达河口断面水质计算成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	12.91	13.11	0.21	0.128	0.132	0.004	0.07	0.08	0.01
2 月	12.77	12.98	0.22	0.126	0.129	0.004	0.07	0.08	0.01
3 月	11.65	11.53	-0.12	0.120	0.116	-0.003	0.06	0.06	0
4 月	11.20	10.98	-0.22	0.124	0.117	-0.007	0.06	0.05	-0.01
5 月	12.48	12.66	0.18	0.129	0.133	0.004	0.06	0.07	0.01
6 月	13.88	14.54	0.66	0.126	0.133	0.006	0.08	0.10	0.02
7 月	13.77	13.91	0.15	0.130	0.132	0.002	0.07	0.08	0.01
8 月	13.53	13.66	0.13	0.140	0.143	0.003	0.07	0.07	0
9 月	13.53	13.69	0.16	0.139	0.142	0.003	0.07	0.07	0.01
10 月	13.55	13.72	0.16	0.136	0.139	0.003	0.07	0.07	0.01
11 月	13.18	13.34	0.16	0.137	0.140	0.003	0.07	0.07	0
12 月	13.03	13.36	0.33	0.129	0.135	0.006	0.07	0.08	0.01
全年	12.96	13.12	0.17	0.130	0.133	0.002	0.07	0.07	0.01

表 5.3.2-20 平水年小黑江二号桥断面水质计算成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	13.74	14.05	0.31	0.115	0.117	0.002	0.06	0.07	0.01
2 月	13.52	13.86	0.33	0.113	0.115	0.002	0.06	0.07	0.01
3 月	12.86	12.54	-0.32	0.108	0.106	-0.002	0.06	0.05	-0.01
4 月	13.30	12.62	-0.67	0.109	0.106	-0.003	0.05	0.04	-0.01
5 月	13.77	14.07	0.31	0.114	0.115	0.002	0.06	0.06	0
6 月	13.84	14.58	0.74	0.117	0.121	0.004	0.07	0.09	0.02
7 月	14.21	14.39	0.18	0.118	0.119	0.001	0.06	0.07	0.01
8 月	14.89	15.08	0.19	0.119	0.120	0.001	0.06	0.06	0
9 月	14.82	15.05	0.23	0.119	0.120	0.001	0.06	0.06	0
10 月	14.61	14.85	0.24	0.119	0.120	0.001	0.06	0.06	0
11 月	14.57	14.80	0.22	0.118	0.119	0.001	0.06	0.06	0
12 月	13.91	14.39	0.48	0.115	0.118	0.003	0.06	0.07	0.01
全年	14.00	14.19	0.19	0.115	0.116	0.001	0.06	0.06	0

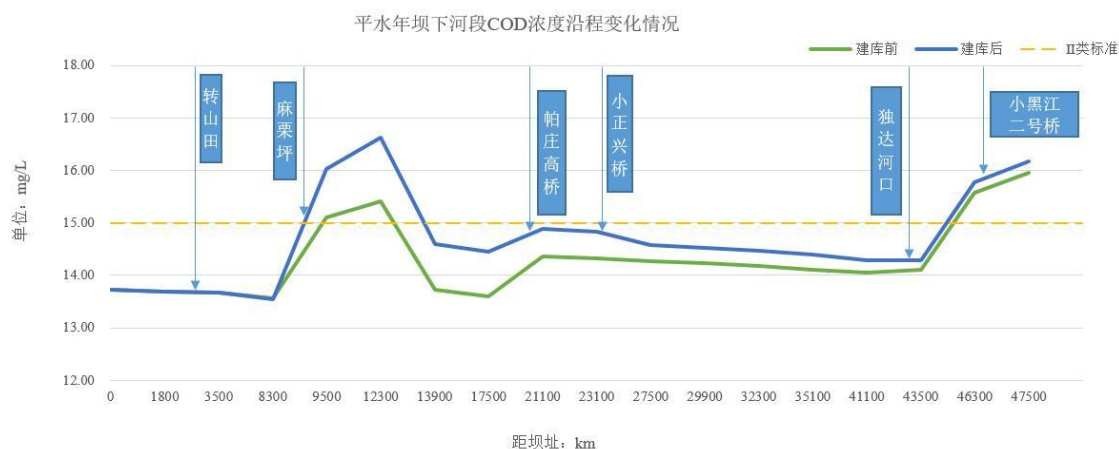


图 5.3.2-4 平水年建库前后坝下游河段 COD 浓度(年均值)沿程变化图

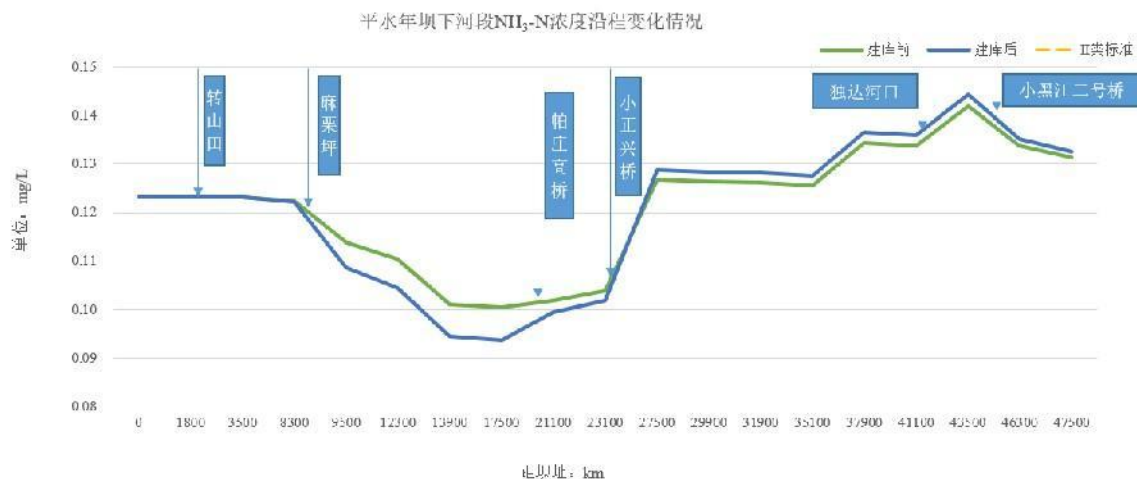


图 5.3.2-5 平水年建库前后坝下游河段 NH₃-N 浓度(年均值)沿程变化图

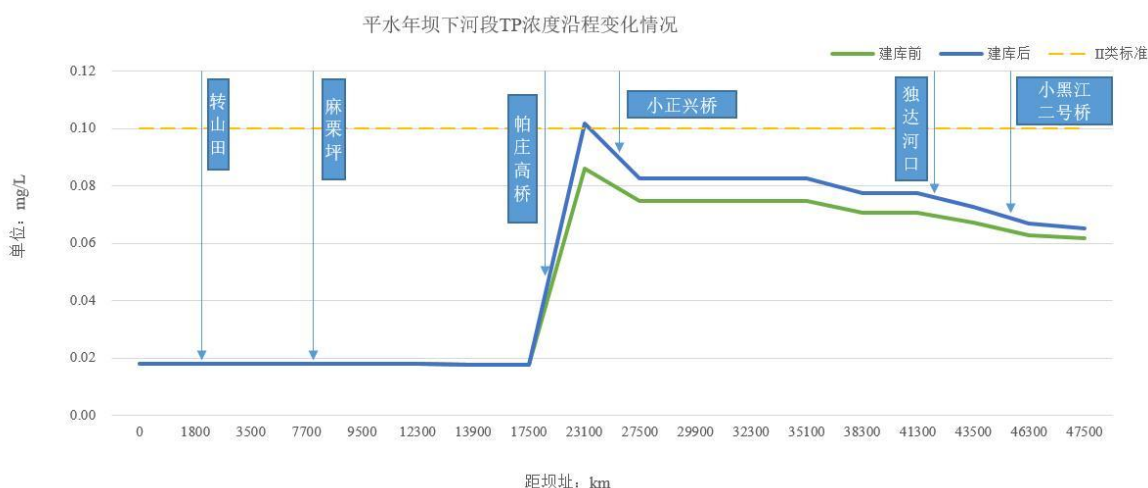


图 5.3.2-6 平水年建库前后坝下游河段 TP 浓度(年均值)沿程变化图

3) 枯水年

枯水年，建库后，转山田断面 COD 浓度在 13.27mg/L~13.28mg/L，建库前后变幅在 -0.01mg/L~0.04mg/L；氨氮浓度在 0.119mg/L~0.120mg/L，建库前后变幅为 0mg/L；总磷浓度为 0.02mg/L，建库前后变幅为 0mg/L。建库后，断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求。

麻栗坪断面 COD 浓度在 13.16mg/L~17.07mg/L，建库前后变幅在 -1.82mg/L~2.87mg/L；氨氮浓度在 0.091mg/L~0.112mg/L，建库前后变幅在 -0.015mg/L~0.018mg/L；总磷浓度为 0.02mg/L，建库前后变幅为 0mg/L。建库后，断面水质不符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求，超标因子为 COD。

帕庄高桥断面 COD 浓度在 9.89mg/L~15.64mg/L，建库前后变幅在-2.47mg/L~3.37mg/L；氨氮浓度在 0.076mg/L~0.088mg/L，建库前后变幅在-0.020mg/L~0.031mg/L；总磷浓度为 0.02mg/L，建库前后变幅为 0mg/L。建库后，断面水质不符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求，超标因子为 COD。

小正兴桥断面 COD 浓度在 10.74mg/L~14.22mg/L，建库前后变幅在-2.27mg/L~1.41mg/L；氨氮浓度在 0.10mg/L~0.123mg/L，建库前后变幅在-0.010mg/L~0.005mg/L；总磷浓度在 0.05mg/L~0.10mg/L，建库前后变幅在-0.04mg/L~0.02mg/L。建库后，断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求。

独达河口断面 COD 浓度在 11.17mg/L~13.96mg/L，建库前后变幅在-1.97mg/L~1.06mg/L；氨氮浓度在 0.117mg/L~0.150mg/L，建库前后变幅在-0.014mg/L~0.008mg/L；总磷浓度在 0.05mg/L~0.08mg/L，建库前后变幅在-0.02mg/L~0.01mg/L。建库后，断面水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求。

小黑江二号桥断面 COD 浓度在 12.50mg/L~15.45mg/L，建库前后变幅在-2.30mg/L~1.06mg/L；氨氮浓度在 0.106mg/L~0.122mg/L，建库前后变幅在-0.008mg/L~0.003mg/L；总磷浓度在 0.05mg/L~0.06mg/L，建库前后变幅在-0.01mg/L~0.01mg/L。建库后，断面水质不符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求，超标因子为 COD。

表 5.3.2-21 枯水年转山田断面水质计算成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	13.23	13.27	0.04	0.120	0.119	-0.001	0.02	0.02	0
2 月	13.26	13.27	0.01	0.119	0.119	0	0.02	0.02	0
3 月	13.27	13.27	0	0.119	0.119	0	0.02	0.02	0
4 月	13.27	13.27	-0.01	0.119	0.119	0	0.02	0.02	0
5 月	13.28	13.27	-0.01	0.120	0.119	-0.001	0.02	0.02	0
6 月	13.28	13.27	-0.01	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
7 月	13.28	13.27	-0.01	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
8 月	13.28	13.28	0	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0

表 5.3.2-21(续)

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
9 月	13.28	13.27	-0.01	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
10 月	13.27	13.27	0	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
11 月	13.29	13.27	-0.02	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0
12 月	13.28	13.27	-0.01	0.120	0.119	-0.001	0.02	0.02	0
全年	13.27	13.27	0	0.120	0.120	0	0.02	0.02	0

表 5.3.2-22 枯水年麻栗坪断面水质计算成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	16.13	14.31	-1.82	0.109	0.106	-0.003	0.02	0.02	0
2 月	13.94	13.89	-0.05	0.108	0.108	0	0.02	0.02	0
3 月	13.85	13.45	-0.40	0.092	0.110	0.018	0.02	0.02	0
4 月	14.60	13.16	-1.44	0.106	0.112	0.006	0.02	0.02	0
5 月	14.32	14.13	-0.19	0.108	0.106	-0.002	0.02	0.02	0
6 月	14.38	14.40	0.01	0.104	0.106	0.002	0.02	0.02	0
7 月	14.35	16.33	1.98	0.107	0.095	-0.012	0.02	0.02	0
8 月	14.34	16.53	2.20	0.107	0.095	-0.012	0.02	0.02	0
9 月	14.20	17.07	2.87	0.107	0.091	-0.016	0.02	0.02	0
10 月	14.18	16.74	2.56	0.107	0.093	-0.014	0.02	0.02	0
11 月	14.63	14.50	-0.13	0.107	0.105	-0.002	0.02	0.02	0
12 月	14.22	14.97	0.75	0.107	0.102	-0.005	0.02	0.02	0
全年	14.43	14.96	0.53	0.106	0.102	-0.004	0.02	0.02	0

表 5.3.2-23 枯水年帕庄高桥断面水质计算成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	8.43	11.34	2.91	0.091	0.085	-0.006	0.02	0.02	0
2 月	8.13	10.77	2.64	0.087	0.085	-0.002	0.02	0.02	0
3 月	10.96	10.24	-0.72	0.055	0.086	0.031	0.02	0.02	0
4 月	12.36	9.89	-2.47	0.063	0.087	0.024	0.02	0.02	0
5 月	13.16	10.95	-2.22	0.087	0.084	-0.003	0.02	0.02	0
6 月	13.50	12.29	-1.21	0.087	0.088	0.001	0.02	0.02	0
7 月	13.35	14.65	1.30	0.095	0.079	-0.016	0.02	0.02	0
8 月	13.29	15.45	2.16	0.096	0.080	-0.016	0.02	0.02	0
9 月	12.39	15.64	3.25	0.096	0.076	-0.020	0.02	0.02	0
10 月	11.91	15.28	3.37	0.095	0.077	-0.018	0.02	0.02	0
11 月	13.77	12.59	-1.18	0.091	0.088	-0.003	0.02	0.02	0
12 月	12.89	12.07	-0.82	0.089	0.081	-0.008	0.02	0.02	0
全年	12.01	12.60	0.59	0.086	0.083	-0.003	0.02	0.02	0

表 5.3.2-24 枯水年小正兴桥断面水质计算成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	12.03	12.49	0.46	0.111	0.113	0.002	0.07	0.08	0.01
2 月	10.87	11.96	1.09	0.108	0.108	0	0.07	0.07	0
3 月	12.07	11.31	-0.76	0.114	0.104	-0.010	0.09	0.06	-0.03
4 月	13.02	10.74	-2.27	0.101	0.100	-0.001	0.08	0.05	-0.03
5 月	13.43	12.21	-1.21	0.110	0.111	0.001	0.07	0.07	0
6 月	13.61	13.01	-0.60	0.116	0.115	-0.001	0.08	0.08	0
7 月	13.52	13.99	0.47	0.118	0.122	0.004	0.08	0.10	0.02
8 月	13.49	14.13	0.64	0.119	0.122	0.003	0.08	0.09	0.01

表 5.3.2-24(续)

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
9 月	13.01	14.22	1.21	0.118	0.123	0.005	0.08	0.10	0.02
10 月	12.74	14.15	1.41	0.118	0.122	0.004	0.08	0.10	0.02
11 月	13.69	13.17	-0.53	0.115	0.116	0.001	0.07	0.08	0.01
12 月	13.31	13.00	-0.30	0.114	0.116	0.002	0.07	0.09	0.02
全年	12.90	12.87	-0.03	0.113	0.114	0.001	0.08	0.08	0

表 5.3.2-25 枯水年独达河口断面水质计算成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	12.14	12.67	0.53	0.130	0.133	0.003	0.06	0.07	0.01
2 月	11.53	12.27	0.74	0.129	0.130	0.001	0.06	0.06	0
3 月	12.35	11.50	-0.85	0.131	0.117	-0.014	0.08	0.06	-0.02
4 月	13.14	11.17	-1.97	0.128	0.118	-0.010	0.07	0.05	-0.02
5 月	13.46	12.47	-0.99	0.131	0.133	0.002	0.06	0.07	0.01
6 月	13.63	13.15	-0.48	0.143	0.144	0.001	0.06	0.06	0
7 月	13.55	13.74	0.19	0.143	0.150	0.007	0.06	0.07	0.01
8 月	13.52	13.94	0.42	0.137	0.143	0.006	0.07	0.08	0.01
9 月	13.13	13.96	0.83	0.137	0.145	0.008	0.07	0.08	0.01
10 月	12.85	13.91	1.06	0.137	0.144	0.007	0.07	0.08	0.01
11 月	14.01	13.23	-0.77	0.139	0.140	0.001	0.06	0.07	0.01
12 月	13.61	13.05	-0.56	0.133	0.137	0.004	0.07	0.07	0
全年	13.08	12.92	-0.15	0.135	0.136	0.001	0.07	0.07	0

表 5.3.2-26 枯水年小黑江二号桥断面水质计算成果

单位: mg/L

时期	COD			氨氮			总磷		
	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)	建库前 A	建库后 B	变幅 (B-A)
1 月	13.60	14.11	0.51	0.114	0.116	0.002	0.05	0.06	0
2 月	13.58	13.87	0.29	0.113	0.113	0	0.05	0.05	0
3 月	13.89	12.50	-1.39	0.114	0.107	-0.007	0.07	0.05	-0.02
4 月	14.95	12.66	-2.29	0.111	0.106	-0.005	0.06	0.05	-0.01
5 月	15.03	14.11	-0.92	0.114	0.115	0.001	0.05	0.06	0.01
6 月	14.72	14.99	0.27	0.119	0.119	0	0.05	0.05	0
7 月	14.68	15.45	0.76	0.120	0.122	0.002	0.05	0.06	0.01
8 月	14.67	15.14	0.47	0.119	0.121	0.002	0.06	0.06	0
9 月	14.68	15.25	0.57	0.119	0.122	0.003	0.06	0.06	0
10 月	14.15	15.22	1.07	0.119	0.121	0.002	0.06	0.06	0
11 月	13.92	14.82	0.90	0.118	0.119	0.001	0.06	0.06	0
12 月	13.79	14.46	0.67	0.116	0.117	0.001	0.06	0.06	0
全年	14.31	14.38	0.07	0.116	0.116	0	0.06	0.06	0

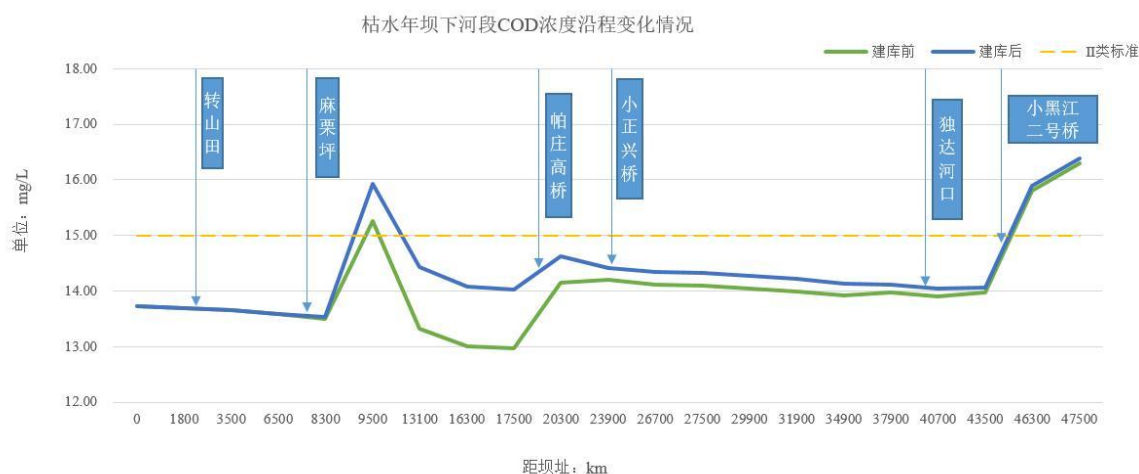


图 5.3.2-7 枯水年建库前后坝下游河段 COD 浓度(年均值)沿程变化图

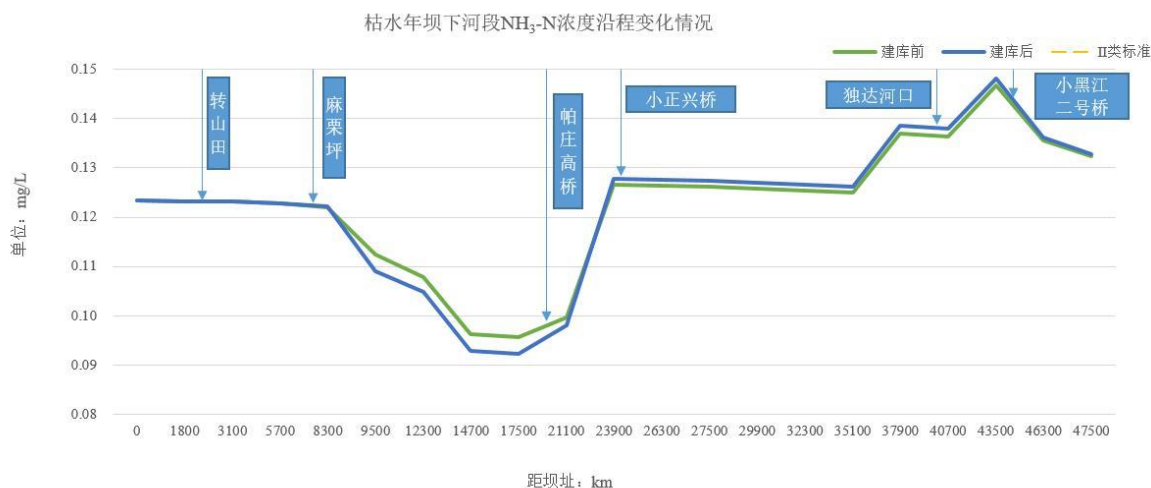


图 5.3.2-8 枯水年建库前后坝下游河段 NH₃-N 浓度(年均值)沿程变化图

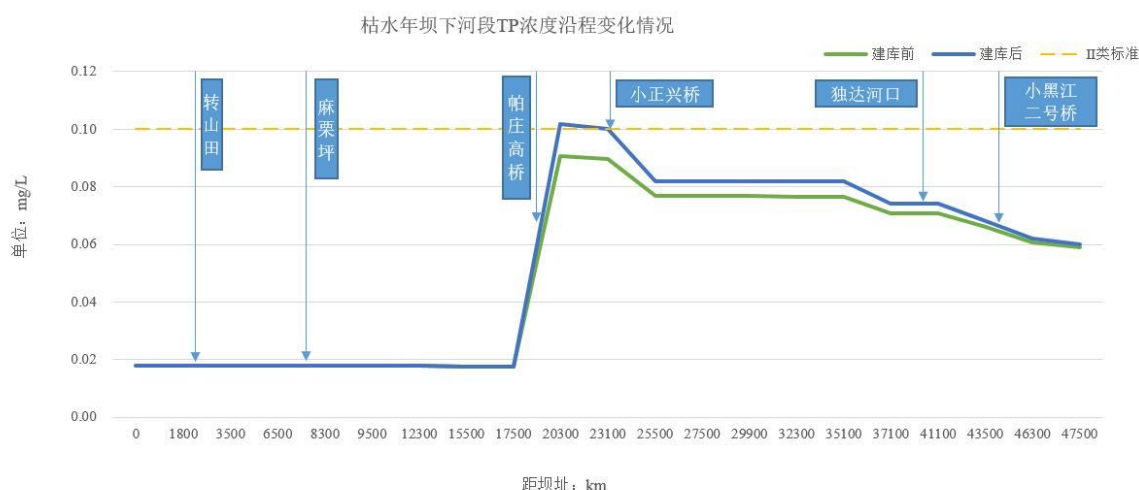


图 5.3.2-9 枯水年建库前后坝下游河段 TP 浓度(年均值)沿程变化图

d) 下游河段水质预测成果小结

从丰、平、枯代表年模拟计算的坝址下游河段逐月水质变化情况来看，建库前后，各典型年下游河段水质主要污染物指标 COD、氨氮、总磷浓度的变化均不大。其中，黄草坝水库坝址至南埂河之间的 8.41km 河段以及帕庄河汇合口至小黑江二号桥之间的 25.64km 河段，水质基本满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求，中国结鱼省级水产种质资源保护区的核心区河段水质满足II类标准要求。水质不达标河段主要是南埂河汇合口至帕庄河汇合口之间的 10.95km 河段，由于区间污染源负荷相对较大，该段河段水质不能稳定达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求，主要超标因子为 COD，各代表年最大超标倍数 0.14。水质预测结果与坝下河段污染源分布现状基本相符，本次预测从最不利条件出发，未考虑污染源削减，

规划水平年，通过农村污染治理工作的推进，入河污染量较现状会有一定程度的减少，黄草坝下游小黑江全河段预计能够满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II 类标准要求。

从年内逐月小黑江水质情况来看，汛期水质相对非汛期更差，这与河道两岸污染源以散排生活污染源和农业面源为主的情况基本相符，也反映了污染源治理的重点在于农业生产和农村生活。从建库前后小黑江水质变化情况来看，也反映了黄草坝水库“蓄丰补枯”在水质改善上的作用，建库后，枯水期由于下游生态流量的保证，水体水动力条件和水体自净能力相对增强，水质也相对建库前更好。但这种改善作用不明显，总体而言，建库前后坝址下游小黑江水质变化不大。

5.3.2.5 灌溉回归水的环境影响

a) 灌溉退水量预测

灌溉回归水对水环境的影响是灌区的主要环境影响因素。水稻生长期由于施用化肥、农药，将使稻田中有机质，营养物增多；在水稻成熟期排干田间水，这部分水量进入当地水域，对当地水环境可能造一定的影响，但回归水水质并未受到严重污染，反而由于灌溉水量显著增加，且水源水质较好，增加了灌区水体的纳污能力，水质得到了一定程度的改善，且不会造成最终受纳水体水质恶化。

黄草坝水库建成后，主要改善其灌区内的旱地及园地的灌溉条件，灌溉范围为正兴镇的翁安村、勐乃村、通达村、景南村、铁厂村，宁洱镇的西萨村、宽宏村、谦岗村。总灌溉面积为 3.62 万亩，其中正兴镇的翁安村、勐乃村、通达村、景南村、铁厂村的灌溉面积为 2.36 万亩，灌溉回归水汇聚到景南河后，流经 6km 汇入帕庄河，1km 后汇入小黑江；宁洱镇的西萨村、宽宏村、谦岗村的灌溉面积为 1.26 万亩，灌溉回归水汇聚到勐烈河后，流经 16km 汇入后汇入小黑江。灌溉设计总供水量为 665 万 m^3 ，其中供给正兴镇的翁安村、勐乃村、通达村、景南村、铁厂村共 469 万 m^3 ，设计引水流量 0.54 m^3/s ；供给宁洱镇的西萨村、宽宏村、谦岗村共 196 万 m^3 ，设计引水流量 0.24 m^3/s 。根据当地灌溉退水现状，本次灌溉回归水量计算按灌溉水量的 40%进行取值。水库建成后，正兴镇灌区灌溉新增用水量 469 万 m^3 (多年平均)，则灌溉回归水新增总量 188 万 m^3 ；宁洱镇灌区灌溉新增用水量 196 万 m^3 (多年平均)，则灌溉回归水新增总量 78 万 m^3 。主要污染物为 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TP，其浓度参考云南省已建灌区保山灌区、弥泸灌区灌溉退水污染物含量进行取值。灌溉退水流量及其中污染物浓度计算值见表 5.3.2-27。

表 5.3.2-27 黄草坝灌区各灌片灌溉回归水计算表

灌片名	灌片面积 (亩)	灌溉退水量 (万 m ³)	最大退水流量 (m ³ /s)	退水去向	污染物浓度		
					COD mg/L	NH ₃ -N mg/L	TP mg/L
正兴镇灌区	23622	188	0.54	景南河	34.0	0.562	0.059
宁洱镇灌区	12577	78	0.24	勐烈河	34.0	0.562	0.059

b) 预测模型

假定灌溉排水全部经同一溪沟排放，并忽略灌溉排水在排水支沟中的净化和衰减。根据受纳河流水体水文特征及污染源状况，预测模型采用《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)推荐的纵向一维水质数学模型，根据模型方程的简化、分类判别条件， $\alpha \leq 0.027$ 、 $Pe < 1$ ，适用对流扩散降解简化模型：

$$C = C_p \exp\left(-\frac{kx}{u}\right) \quad x \geq 0$$

$$C_0 = (C_p Q_p + C_h Q_h) / (Q_p + Q_h)$$

式中：C——污染物浓度，mg/L；

C_p ——污染物排放浓度，mg/L；

Q_p ——污水排放量，m³/s；

C_h ——河流上游污染物浓度，mg/L；

Q_h ——河流流量，m³/s；

C_0 ——河流排放口初始断面混合浓度，mg/L；

k ——污染物综合衰减系数，s⁻¹；

x ——河流沿程坐标，m， $x=0$ 指排放口处， $x>0$ 指排放口下游段， $x<0$ 指排放口上游段。

预测因子为 COD、NH₃-N 和 TP，其降解系数 k 值 COD 取 0.1(1/d)、NH₃-N 取 0.08(1/d)、TP 取 0.008(1/d)。黄草坝水库灌溉退水受纳水体景南河和勐烈河的设计水文条件及水质现状见表 5.3.2-28。

表 5.3.2-28 灌区灌溉回归水受纳水体计算参数

序号	河道名称	计算水文条件				计算水质现状		
		流域面积 km ²	河长 km	流量 m ³ /s	流速 m/s	COD mg/L	NH ₃ -N mg/L	TP mg/L
1	景南河	50	10.68	0.32	0.39	14.7	0.054	0.03
2	勐烈河	116	20.78	0.56	0.46	17.0	0.143	0.05

c) 预测结果

选择 COD、NH₃-N 和 TP 作为预测因子，根据灌溉退水的时间特性，选择 5 月份作为预测时段，预测景南河汇入帕庄河河口断面和勐烈河汇入小黑江河口断面的水质。预测断面水质预测结果如下：

表 5.3.2-29 灌区主要回归水受纳水体断面水质预测结果 单位：mg/L

灌片名	受纳水体	回归水量 万 m ³	受纳水体 年径流量 万 m ³	回归水新增污染物排放量 t/a			回归水受纳水体预测断面污染物浓度 mg/L		
				COD	NH ₃ -N	TP	COD	NH ₃ -N	TP
正兴镇灌区	景南河	188	3782	63.92	1.06	0.11	20.23	0.23	0.04
宁洱镇灌区	勐烈河	78	6677	26.52	0.44	0.05	17.54	0.18	0.05

由表可见，黄草坝水库建成运行后，受到灌溉回归水汇入的影响，灌区正兴镇灌片新增退水对受纳水体景南河水质造成一定的影响，预测主要退水期河口断面水质无法满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准要求，主要超标因子为 COD，最大超标 1.1%，退水期持续时间不长，退水期过后，随着河道内水量的增加，预计景南河水质逐渐恢复，不会造成年内长时间的水质下降影响；宁洱镇灌片新增退水对受纳水体勐烈河水质的影响较小，勐烈河水质可以满足III类水质标准要求。

设计水平年，通过提倡绿色农业，采用节水灌溉技术，减少灌溉用水量，能有效减轻农业面源污染对水体可能产生的影响。此外，通过严格控制农药、化肥施用量，使用低毒、低残留农药，使用农家肥，一般排入河流水系的回归水中污染物含量较低，对受纳水体水质的影响进一步降低。

5.3.2.6 供水退水的环境影响

a) 污染源预测

黄草坝水库工业、城镇供水对象为普洱市思茅区、宁洱县、景谷县的工业园区和城镇居民。具体范围包括思茅产业园的木乃河片区、宁洱片区、莲花片区、南邦河片区等片区，宁洱县宁洱镇，以及景谷县正兴镇。

1) 工业污染源预测

黄草坝水库受水区范围内的工业污染源集中在思茅产业园和景谷林产工业园的原正兴片区。

(1) 思茅产业园

根据需水预测，思茅产业园莲花片区和木乃河片区 2035 年主要产品设计产值规模相应需水量为 3140 万 m^3 ，宁洱片区 2035 年主要产品设计产值规模相应需水量为 1504 万 m^3 ，2035 年工业总需水量为 4644 万 m^3 。根据思茅产业园管委会所提供的 2021 年企业废水产生、处理一览表，思茅产业园全年企业用水量 776.22 万 m^3 ，产生生产废水 71.06 万 t，废水产生比例 0.1%。其中废水回用 56.75 万 t，废水排放 14.31 万 t，排放比例约 20%。园区主要的产业发展方向为：绿色食品加工制造和林板家居，辅助产业为新材料、生物医药、现代商贸物流等，主要耗水和排水企业为建材类、制药类、食品加工类企业，现状废水排放量大的企业主要有普洱光大纸业有限公司、云南高山生物农业股份有限公司、云南大唐汉方制药股份有限公司、普洱淞茂滇草六味制药股份有限公司等几家。其他企业耗水量和废水产生量均不大，且绝大部分在厂内进行了回用，园区的咖啡、茶叶加工等企业，则基本没有生产废水产生。

结合园区用地现状、现状排污、用地规划、产业结构定位、普洱市经济现状等因素，考虑园区产业发展、企业的引进、科技进步以及相应的环保要求因素，参考现状排污、相关其他同类型行业企业产排污现状，采用污染系数法对园区建成后的常规污染负荷进行预测。预测园区废污水排放量见表 5.3.2-30。

表 5.3.2-30 思茅产业园各片区工业废水污染物排放量

片区	污水厂	受纳水体	项目		污水量 $10^4\text{m}^3/\text{a}$	污染物浓度 mg/L	污染量 t/a
思茅片区 (木乃河片区)	西城区污水处理厂	木乃河	COD	近期	57.02	50	28.51
				远期	66.32	50	33.16
			NH ₃ -N	近期	57.02	5	2.85
				远期	66.32	5	3.32
思茅片区 (莲花片区)	莲花片区污水处理站	思茅河	COD	近期	14.26	50	7.13
				远期	16.58	50	8.29
			NH ₃ -N	近期	14.26	5	0.71
				远期	16.58	5	0.83
宁洱片区	宁洱县城污水厂、宁洱县第二污水厂	普洱大河	COD	近期	33.45	50	16.72
				远期	39.71	50	19.85
			NH ₃ -N	近期	33.45	5	1.67
				远期	39.71	5	1.99

(2) 正兴镇

正兴镇目前分布的企业有景谷泰毓建材有限公司(水泥行业)、民乐镇落水洞碎石厂(水泥行业)、景谷帽水洞混凝土搅拌站(水泥行业)、景谷佳晋建材有限公司(水泥行业)、景谷县岩鑫石材厂(建材行业)、普洱团山寨白酒生产有限公司(食品加工行业)、景谷通达建材有限责任公司(水泥行业)、景谷正兴镇通达村碎石厂(水泥行业)、景谷永钢碎石厂(水泥行业),基本上除1家白酒厂外,其他企业均为水泥建材行业。本次预测水平年不考虑新增企业,目前分布的企业均不涉及园区水环境重点排污行业林产业,企业日常生产产生的废污水很少,均在厂内自行处理后回用,不向外界水体排放。因此本次预测不考虑正兴镇企业工业水污染物排放。

2) 生活污染源预测

黄草坝水库受水区生活污染源预测主要指思茅区中心城区思茅街道、南屏镇和倚象镇,宁洱县城所在地宁洱镇,以及景谷县正兴镇的城集镇生活污水。

(1) 思茅区

受水区思茅区城镇人口主要集中在思茅河流域,根据前述章节分析,生活污染源是导致思茅河水质不能达标的主要原因,截污不完全是其中的关键问题。采用污染系数法计算受水区生活污染源 COD、NH₃-N、TN、TP 的排放量,并充分衔接《思茅河水质达标方案(报批稿)》的计算成果,力求尽量准确反映规划水平年受水区的污染源水平。

根据可研需水预测成果,远期水平年 2035 年普洱城区居民生活需水量为 2115 万 m³,第三产业需水量为 3146 万 m³;推算近期水平年 2025 年普洱城区居民生活需水量为 1784 万 m³,第三产业需水量为 2616 万 m³。

2025 年,思茅区将建成运行 4 座城市生活污水处理厂,近期处理能力将达到 10 万 m³/d,但通过思茅河流域水环境问题的问诊调查,制约城镇生活污水处理水平的主要是管网系统问题,考虑到现状水平年(2018 年)思茅河流域生活污水收集率仅达到 67%,虽然普洱市中心城区污水处理提质增效工程和普洱市中心城区污水处理综合治理工程均在实施,但流域内镇区尤其是老城区的管网系统问题解决难度依然很大。因此,考虑近期规划水平年污水收集率 85%,计算生活污染物点源收集排放量和点源未收集排放量。

按照云南省水污染防治工作方案和普洱市水污染防治工作方案的要求,所有地级城市建成区实现污水管网全覆盖、全收集、全处理,设市城市污水处理率分别达到 95%以上,因此,2035 年受水区思茅中心城区污水收集率取 95%,计算生活污染物

点源收集排放量和点源未收集排放量。计算结果见表 5.3.2-31。

表 5.3.2-31 规划水平年思茅区生活污染物点源收集排放量

区县	人口 万人		用水量 万 m³/d	排水量 万 m³/d	污水去向	受纳 水体	污染物		污染物浓度 mg/L	污染物量 t/a
思茅区 (思茅街道、南屏镇)	近期	27.31	10.275	6.987	思茅区 第一污水厂 思茅区 第二污水厂 思茅区 第三污水厂	思茅河	COD	近期	30	688.58
								远期	30	920.32
							NH ₃ -N	近期	1.5	34.43
								远期	1.5	46.02
	远期	30.17	12.288	8.847			TN	近期	15	344.29
								远期	15	460.16
							TP	近期	0.3	6.89
								远期	0.3	9.20
思茅区 (倚象镇)	近期	4.73	1.780	1.210	思茅区 第四污水厂	五里河	COD	近期	50	198.77
								远期	50	265.39
							NH ₃ -N	近期	5	19.88
								远期	5	26.54
	远期	5.22	2.126	1.531			TN	近期	15	59.63
								远期	15	79.62
							TP	近期	0.5	1.99
								远期	0.5	2.65

近期规划水平年 2025 年，受水区思茅区(思茅街道、南屏镇)的城镇生活与第三产业的未收集点源排放量为：COD1336.66t/a、NH₃-N132.86t/a、TN174.98t/a、TP17.01t/a；受水区思茅区(倚象镇)的城镇生活与第三产业的未收集点源排放量为：COD231.50t/a、NH₃-N23.01t/a、TN30.31t/a、TP2.95t/a。远期规划水平年 2035 年，受水区思茅区(思茅街道、南屏镇)的城镇生活与第三产业的未收集点源排放量为：COD1124.84t/a、NH₃-N111.80t/a、TN147.25t/a、TP14.32t/a；受水区思茅区(倚象镇)的城镇生活与第三产业的未收集点源排放量为：COD194.62t/a、NH₃-N19.76t/a、TN25.48t/a、TP2.48t/a。

规划水平年 2025 年和 2035 年，受水区思茅区生活污染源排放量见表 5.3.2-32。

表 5.3.2-32 规划水平年思茅区生活污染物排放量

区县	人口 万人		用水量 万 m³/d	受纳水体	污染物		污染物排放量 t/a
思茅区 (思茅街道、 南屏镇)	近期	27.31	10.275	思茅河	COD	近期	2025.24
						远期	2045.16
					NH ₃ -N	近期	167.28
						远期	157.82
	远期	30.17	12.288		TN	近期	519.27
						远期	607.41
					TP	近期	23.90
						远期	23.52
思茅区 (倚象镇)	近期	4.73	1.780	五里河	COD	近期	430.27
						远期	460.01
					NH ₃ -N	近期	42.89
						远期	46.30
	远期	5.22	2.126		TN	近期	89.94
						远期	105.09
					TP	近期	4.93
						远期	5.13

(2) 宁洱县宁洱镇

受水区宁洱县城(宁洱镇)2018 年总人口 8.7 万人, 城镇人口(供水管网覆盖人口)6.5 万人, 城镇人口占全镇人口比例 75.2%。根据可研需水预测成果, 远期水平年 2035 年宁洱镇居民生活需水量为 622 万 m³, 第三产业需水量为 798 万 m³; 推算近期水平年 2025 年宁洱镇居民生活需水量为 558 万 m³, 第三产业需水量为 664 万 m³。2025 年, 宁洱县城市污水处理能力扩建至 2 万 m³/d, 污水收集率考虑和思茅城区一致, 取 85%, 2035 年, 宁洱镇污水收集率达到 95%。预测宁洱镇各水平年生活污染物点源收集排放量见表 5.3.2-33。

表 5.3.2-33 规划水平年宁洱镇生活污染物点源收集排放量

城镇	人口 万人		用水量 万 m³/d	排水量 万 m³/d	污水去向	受纳 水体	污染物		污染物浓度 mg/L	污染物量 t/a
宁洱镇	近期	9.24	3.348	2.277	宁洱县城市 污水处理厂	普洱 大河	COD	近期	50	373.93
								远期	50	512.62
							NH ₃ -N	近期	5	37.39
								远期	5	51.26
	TN	近期	15	112.18						
		远期	15	153.79						
	TP	近期	0.5	3.74						
		远期	0.5	5.13						
远期	10.06	3.890	2.957							

近期规划水平年 2025 年，受水区宁洱镇的城镇生活与第三产业的未收集点源排放量为：COD435.52t/a、NH₃-N43.29t/a、TN57.01t/a、TP5.54t/a；远期规划水平年 2035 年，受水区宁洱镇的城镇生活与第三产业的未收集点源排放量为：COD178.07t/a、NH₃-N17.70t/a、TN23.31t/a、TP2.27t/a。

规划水平年 2025 年和 2035 年，受水区宁洱镇生活污染源排放量见表 5.3.2-34。

表 5.3.2-34 规划水平年宁洱镇生活污染物排放量

区县	人口 万人		用水量 万 m³/d	受纳水体	污染物		污染物排放量 t/a
宁洱县 (宁洱镇)	近期	9.24	3.348	普洱大河	COD	近期	809.45
						远期	690.69
					NH ₃ -N	近期	80.68
						远期	68.96
	远期	10.06	3.890		TN	近期	169.19
						远期	177.10
					TP	近期	9.28
						远期	7.39

(3) 正兴镇

正兴镇镇区是正兴镇政府所在地，根据可研需水预测成果，远期水平年 2035 年正

兴镇居民生活需水量为 28 万 m^3 ，推算近期水平年 2025 年正兴镇居民生活需水量为 25 万 m^3 。2025 年，在镇区北部、河流下游规划建设污水处理厂 1 座，对镇区生活污水进行处理。污水处理厂近期规模 550 m^3/d ，远期规模 950 m^3/d ，处理深度为二级生物处理，处理标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准，污水处理厂占地规模 1.5 hm^2 ，生活污水处理达标后排入景南河。2025 年污水收集率考虑取 85%，2035 年污水收集率达到 90%。预测正兴镇各水平年生活污染物点源收集排放量见表 5.3.2-35。

表 5.3.2-35 规划水平年正兴镇生活污染物点源收集排放量

城镇	人口 万人		用水量 万 m³/d	排水量 万 m³/d	污水去向	受纳水体	污染物		污染物浓度 mg/L	污染量 t/a
正兴镇	近期	0.31	0.070	0.045	正兴镇污水处理厂	景南河	COD	近期	50	7.35
								远期	50	9.04
							NH ₃ -N	近期	5	0.74
								远期	5	0.90
	远期	0.34	0.077	0.052			TN	近期	15	2.21
								远期	15	2.71
							TP	近期	0.5	0.07
								远期	0.5	0.09

规划水平年 2025 年和 2035 年，受水区正兴镇生活污染源排放量见表 5.3.2-36。

表 5.3.2-36 规划水平年正兴镇生活污染物排放量

城镇	人口 万人		用水量 万 m³/d	受纳水体	污染物		污染物排放量 t/a
正兴镇	近期	0.31	0.070	景南河	COD	近期	20.16
						远期	20.13
					NH ₃ -N	近期	2.01
						远期	1.95
	远期	0.34	0.077		TN	近期	3.88
						远期	4.09
					TP	近期	0.24
						远期	0.22

3) 畜禽养殖业污染源预测

(1) 正兴镇

正兴镇畜禽养殖以牛、羊和猪为主，鸡鸭等家禽无规模化养殖，总量较小，产生的粪便和污水等综合利用率不高，部分养殖场有化粪池、沼气池等处置措施，大部分简易存贮后外运，基本都在本流域内消纳。随着普洱市畜禽养殖三区的划定，目前在禁养区中的养殖户将被关停或搬迁，限养区内的养殖户将控制养殖规模和污染物排放总量，只有在可养区内才规划规模化养殖场，发展生态型畜禽养殖。因此，规划水平年 2025 年和 2035 年，不考虑新增畜禽养殖规模，以控制目前养殖规模进行预测，见表 5.3.2-37。

随着《普洱市人民政府办公室关于印发普洱市畜禽养殖废弃物资源化利用工作考核办法(试行)的通知》(普政办发〔2019〕28 号)等规定的实施，以及畜禽养殖污染物无害化、资源化和综合利用技术的发展，预计规划水平年 2035 年，在积极落实合理布局、科学规划、粪肥还田、制取沼气、制造有机肥等畜禽养殖污染物无害化和资源化措施后，大幅降低畜禽养殖污染源主要水污染物排放量。本次仅对近期水平年 2025 年畜禽养殖污染物排放进行预测，预测成果见表 5.3.2-37。

表 5.3.2-37 近期水平年正兴镇畜禽养殖污染物排放量和入河量

景谷县正兴镇	污染物排放量 t/a			
	COD	NH ₃ -N	TN	TP
	3180.11	17.82	140.15	18.85
	污染物入河量 t/a			
	COD	NH ₃ -N	TN	TP
	318.01	1.78	14.01	1.89

(2) 宁洱镇

近期规划水平年宁洱镇畜禽养殖污染物排放量和入河量预测见表 5.3.2-38。

表 5.3.2-38 近期水平年宁洱镇畜禽养殖污染物排放量和入河量

宁洱县宁洱镇	污染物排放量 t/a			
	COD	NH ₃ -N	TN	TP
	719.91	5.89	33.77	4.59
	污染物入河量 t/a			
	COD	NH ₃ -N	TN	TP
	71.99	0.59	3.38	0.46

3) 退水影响分析

(1) 供水退水量预测

将城镇、工业受水区按受纳水体划分为思茅产业园木乃河片区(受纳水体木乃河)、思茅产业园莲花片区(受纳水体思茅河)、思茅区思茅街道和南屏镇(受纳水体思茅河)、思茅区倚象镇(受纳水体五里河)、思茅产业园宁洱片区和宁洱镇(受纳水体普洱大河)、正兴镇(受纳水体景南河)。规划水平年,各片区水污染物排放量见表 5.3.2-39。与现状年相比,规划年新增污水排放量及污染物排放量见表 5.3.2-40。

表 5.3.2-39 规划水平年受水区各片区水污染物排放量

区域	污水厂	受纳水体	项目		污水量 10 ⁴ m ³ /a	污染量 t/a
木乃河片区	西城区污水厂	木乃河	COD	近期	57.02	28.51
				远期	66.32	33.16
			NH ₃ -N	近期	57.02	2.85
				远期	66.32	3.32
莲花片区	莲花片区污水站	思茅河	COD	近期	14.26	7.13
				远期	16.58	8.29
			NH ₃ -N	近期	14.26	0.71
				远期	16.58	0.83
思茅区思茅街道、南屏镇	思茅区第一污水厂 思茅区第二污水厂 思茅区第三污水厂	思茅河	COD	近期	3000.35	2025.24
				远期	3588.0	2045.16
			NH ₃ -N	近期	3000.35	167.28
				远期	3588.0	157.82

表 5.3.2-39(续)

区域	污水厂	受纳水体	项目		污水量 10 ⁴ m ³ /a	污染物量 t/a
思茅区倚象镇	思茅区第四污水厂	五里河	COD	近期	505.90	430.27
				远期	651.83	460.01
			NH ₃ -N	近期	505.90	42.89
				远期	651.83	46.30
宁洱片区、 宁洱镇	宁洱县城污水厂、宁 洱县第二污水厂	普洱大河	COD	近期	1011.05	826.18
				远期	1175.71	710.54
			NH ₃ -N	近期	1011.05	82.35
				远期	1175.71	70.95
正兴镇	正兴镇污水处理厂	景南河	COD	近期	20.42	20.16
				远期	22.40	20.13
			NH ₃ -N	近期	20.42	2.01
				远期	22.40	1.95

表 5.3.2-40 规划水平年受水区各片区新增水污染物排放量

区域	污水厂	受纳水体	项目		污水量 10 ⁴ m ³ /a	污染物量 t/a
木乃河片区	西城区污水厂	木乃河	COD	近期	27.17	13.58
				远期	36.46	18.23
			NH ₃ -N	近期	27.17	1.36
				远期	36.46	1.82
莲花片区	莲花片区污水站	思茅河	COD	近期	6.79	3.40
				远期	9.12	4.56
			NH ₃ -N	近期	6.79	0.34
				远期	9.12	0.46
思茅区思茅街 道、南屏镇	思茅区第一污水厂 思茅区第二污水厂 思茅区第三污水厂	思茅河	COD	近期	1822.50	480.29
				远期	2410.16	500.22
			NH ₃ -N	近期	1822.50	30.31
				远期	2410.16	20.84

表 5.3.2-40(续)

区域	污水厂	受纳水体	项目		污水量 10 ⁴ m ³ /a	污染物量 t/a
思茅区倚象镇	思茅区第四污水厂	五里河	COD	近期	316.09	93.30
				远期	462.03	123.04
			NH ₃ -N	近期	316.09	9.34
				远期	462.03	12.75
宁洱片区、 宁洱镇	宁洱县城污水厂、宁 洱县第二污水厂	普洱大河	COD	近期	704.26	302.29
				远期	868.91	186.66
			NH ₃ -N	近期	704.26	25.50
				远期	868.91	14.09
正兴镇	正兴镇污水处理厂	景南河	COD	近期	4.74	-1.89
				远期	6.72	-1.92
			NH ₃ -N	近期	4.74	-0.84
				远期	6.72	-0.90

(2) 预测模型

预测因子选择 COD_{Cr} 和 NH₃-N。预测纳污河流为景南河、木乃河、思茅河、普洱大河、五里河等 5 条，对于设有水质常规监测断面的思茅河、普洱大河和木乃河，预测河流背景浓度采用 2021 年监测年均值，对于没有水质常规监测断面的五里河和景南河，参考《普洱工业园区总体规划修编(2018-2035 年)环境影响报告书》、《景谷林产工业园区总体规划修编(2018-2035)环境影响报告书》、《普洱市五里河水库工程环境影响报告书》等报告中的现状监测水质。现状水质反映了各河流水体本底污染物含量，5 条纳污河流的计算参数见表 5.3.2-41。

表 5.3.2-41 供水退水纳污河流计算参数

序号	河道名称	计算水文条件				计算水质现状	
		流域面积 km ²	河长 km	流量 m ³ /s	流速 m/s	COD mg/L	NH ₃ -N mg/L
1	景南河	50	10.68	1.20	0.39	14.7	0.054
2	木乃河	82	15.8	1.50	0.33	8.25	0.116
3	思茅河	178	14.6	3.26	0.36	21.18	2.33
4	普洱大河	411	19.5	7.52	0.31	9.67	0.079
5	五里河	16	4.6	0.29	0.11	6.71	0.094

预测模型采用《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)推荐的纵向一维水质数学模型, 根据模型方程的简化、分类判别条件, $\alpha \leq 0.027$ 、 $Pe < 1$, 适用对流扩散降解简化模型:

$$C = C_0 \exp\left(-\frac{kx}{u}\right) \quad x \geq 0$$

$$C_0 = (C_p Q_p + C_h Q_h) / (Q_p + Q_h)$$

式中: C ——污染物浓度, mg/L;

C_p ——污染物排放浓度, mg/L;

Q_p ——污水排放量, m^3/s ;

C_h ——河流上游污染物浓度, mg/L;

Q_h ——河流流量, m^3/s ;

C_0 ——河流排放口初始断面混合浓度, mg/L;

k ——污染物综合衰减系数, s^{-1} ;

x ——河流沿程坐标, m, $x=0$ 指排放口处, $x>0$ 指排放口下游段, $x<0$ 指排放口上游段。

COD、 NH_3-N 的降解系数分别取值为 0.11/d 和 0.081/d。糙率 n 根据河道情况, 结合我国《天然河道、滩地糙率参考表》及现场查勘卵石河床特性, 取值 0.05。

(3) 预测结果分析

工业、城镇生活退水受纳水体预测断面水质预测结果如下:

表 5.3.2-42 工业、城镇生活退水河流水质预测结果

河流	新增污染物排放强度				排污口 下游距 离 X m	近期预测水平年		远期预测水平年	
	近期预测水平年		远期预测水平年						
	COD t/a	氨氮 t/a	COD t/a	氨氮 t/a		COD mg/L	氨氮 mg/L	COD mg/L	氨氮 mg/L
木乃河	13.58	1.36	18.23	1.82	0	8.49	0.144	8.57	0.153
					200	8.48	0.144	8.56	0.153
					800	8.46	0.144	8.54	0.153
					1500	8.44	0.143	8.52	0.153
					3000	8.39	0.143	8.47	0.152

表 5.3.2-42(续)

河流	新增污染物排放强度				排污口 下游距 离 X m	近期预测水平年		远期预测水平年	
	近期预测水平年		远期预测水平年			COD mg/L	氨氮 mg/L	COD mg/L	氨氮 mg/L
	COD t/a	氨氮 t/a	COD t/a	氨氮 t/a					
五里河	93.30	9.34	123.04	12.75	0	12.57	0.829	13.40	0.989
					200	12.54	0.827	13.37	0.987
					800	12.45	0.823	13.27	0.982
					1500	12.35	0.818	13.17	0.976
					3000	12.14	0.808	12.94	0.964
景南河	-1.89	-0.84	-1.92	-0.90	0	14.63	0.032	14.62	0.030
					200	14.62	0.032	14.61	0.030
					800	14.59	0.032	14.59	0.030
					1500	14.56	0.032	14.55	0.030
					3000	14.49	0.031	14.48	0.030
思茅河	483.69	30.65	504.77	21.30	0	21.99	2.232	21.14	2.055
					200	21.97	2.231	21.12	2.054
					800	21.92	2.228	21.08	2.051
					1500	21.87	2.224	21.02	2.047
					3000	21.76	2.215	20.91	2.040
普洱 大河	302.29	25.50	186.66	14.09	0	10.63	0.181	10.09	0.134
					200	10.62	0.181	10.08	0.133
					800	10.59	0.181	10.05	0.133
					1500	10.56	0.180	10.03	0.133
					3000	10.50	0.180	9.96	0.132

分析预测结果，得到以下基本结论：

a) 规划水平年，黄草坝受水区各纳污水体中，思茅河的水质无法达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) IV类水质，超标因子是 $\text{NH}_3\text{-N}$ ，从而不满足水环境功能区划标准要求。思茅河水质超标的原因主要是目前河流水质较差， $\text{NH}_3\text{-N}$ 本底浓度较高，已经没有水环境容量。规划水平年，思茅河流域新增污染物排放量不大，对思

茅河污染物浓度增加贡献也不大，从预测结果可以看出，近期水平年和远期水平年，思茅河水质和现状水质情况相差不大。如思茅河能够确保在黄草坝水库通水运行前水质稳定达标，辅以生态需水保障措施，通水后，思茅河水质预计也应能够达标。

b) 规划水平年，因为有新增污染物排放，受水区其他受纳水体中污染物浓度均较现状有提高，但不影响各受纳水体水质达标，总体而言黄草坝水库新增供水规模对受水区退水受纳水体水质影响不大。

5.3.2.7 退水受纳水体主要断面水质达标分析

a) 思茅河莲花乡断面水质达标分析

普洱市中心城区思茅区所在的思茅河流域是黄草坝水库受水区中污染负荷最重的区域，目前思茅河的水环境治理的形势依然十分严峻，突出问题主要表现在：城市雨污负荷尚未得到有效控制，城镇生活点源已成为主要污染源；城市生活污水处理设施管护不到位，配套管网收集系统不健全，运行效率低下，进水浓度低；上游水库截断河道生态流量，生活污水和污水处理厂尾水反而成为河道重要补水水源，导致思茅河的生态水量不足，自净能力下降；水资源综合调度体系尚未建立，城市健康水循环体系有待完善；城市水质、水量一体化环境综合管理效能不高，流域截污治污设施的系统性不强等。

目前，思茅河国控断面莲花乡依然无法达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)IV类水质考核要求，根据《云南省河长制办公室关于制定少数国考省考断面水质劣于V类问题整治达标方案的通知》(云河长办发〔2020〕29号)、《云南省河长制办公室关于督办普洱市思茅河莲花乡国考断面为劣V类问题工作的通知》(云河长办督〔2020〕24号)要求，2020年2月，普洱市组织编制了《思茅河水质达标方案》(昆明市生态环境科学研究院)。

根据方案中的分析，思茅河莲花乡国控断面水质达标主要限制性因子为 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TP，尤其是 $\text{NH}_3\text{-N}$ ，也就是说，只要 $\text{NH}_3\text{-N}$ 能够稳定达标，其他指标都可以实现稳定达标。从年内时间达标情况来看，汛期7月~8月的水质达标难度较大。通过多种情景方案模拟水质达标分析，要求思茅河流域点源现状削减80%，同时辅以非点源削减30%，才能使思茅河莲花乡国控断面水质稳定达标。即流域点源最大允许排放量分别为 $\text{COD}1079.8\text{t}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}67.47\text{t}$ 和 $\text{TP}14.95\text{t}$ ，非点源最大允许排放量分别为

COD915.62t、NH₃-N334.62t 和 TP117.58t。

通过方案中的目标可达性分析，通过实施污水厂提标改造、提升中心城区污水收集率、清理整治农业面源、大中河水库调水生态补水等措施和工程，流域内污水收集处理能力将大幅提高，农业非点源污染也将得到有效削减。流域点源削减量分别为 COD720.36t、NH₃-N148.51t 和 TP18.32t，非点源削减量分别为 COD228.91t、NH₃-N83.66t 和 TP29.39t。削减比例分别为点源 COD 削减 40%、NH₃-N 削减 70%、TP 削减 55%，非点源各类污染物削减 20%。再辅以生态补水，思茅河莲花乡断面的水质可以实现稳定达标(日超率低于 5%)。

根据对黄草坝水库受水区各规划水平年水污染源的预测，受水区思茅城区 2025 年污染物排放量分别为：COD2025.24t、NH₃-N167.28t 和 TP23.90t；2035 年污染源排放量分别为：COD2045.16t、NH₃-N157.82t 和 TP23.52t。近期水平年污染物排放量中 COD 超出最大允许排放量 945.44t，NH₃-N 超出最大允许排放量 99.81t，TP 超出最大允许排放量 8.95t；远期水平年污染物排放量中 COD 超出最大允许排放量 965.36t，NH₃-N 超出最大允许排放量 90.35t，TP 超出最大允许排放量 8.57t。因此，在预测的污染物排放量水平下，近期规划水平年和远期规划水平年，思茅河莲花乡断面水质都不能保证稳定达标。因此，需要考虑进一步的治理措施，提高受水区污水收集率 and 处理率，削减污染物排放量。

2025 年，如提高城市建成区污水收集率至 95%，思茅区第一、第二、第三污水处理厂处理水质稳定达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)准IV类标准，经计算思茅城区排放量为：COD1151.14t、NH₃-N69.72t 和 TP12.43t，其中 COD 超出最大允许排放量 71.34t，NH₃-N 超出最大允许排放量 2.25t，TP 排放可以满足要求。那么通过提高非点源(畜禽养殖、水产养殖、农业面源)各类污染物的削减量至 30%，即在 2020 年削减非点源 COD228.91t、NH₃-N83.66t 和 TP29.39t 的基础上，通过加大非点源治理措施，进一步削减非点源 COD114.46t、NH₃-N 41.83t 和 TP14.70t。在此情景下，黄草坝水库建成运行，近期水平年受水区的污染物排放量没有突破《思茅河水质达标方案》中论证的思茅河莲花乡断面水质稳定达标的流域最大允许排放量，即莲花乡断面在 2025 年水质可以保证稳定达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)IV类标准。

2035 年，如提高城市建成区污水收集率至 100%，即全部城区生活污水均得到有

效收集，思茅区第一、第二、第三污水厂正常运行，第三污水厂中水回用 1.5 万 m^3/d ，那么经计算思茅城区污染物排放量为：COD866.54t、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 43.33t 和 TP8.67t，满足《思茅河水质达标方案》中论证的思茅河莲花乡断面水质稳定达标的流域最大允许排放量，即莲花乡断面在 2035 年水质可以保证稳定达标。

b) 普洱大河漫海断面水质达标分析

黄草坝水库受水区宁洱县中心镇宁洱镇生活、工业退水去向为普洱大河，根据对宁洱镇各规划水平年水污染源的预测，2025 年污染物排放量分别为：COD826.18t、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 82.35t、TN169.19t 和 TP9.28t；2035 年污染源排放量分别为：COD710.54t、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 70.95t、TN177.10t 和 TP7.39t。

现状调查宁洱镇城镇生活点源排放量：COD93.73t/a、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 6.84t/a、TN53.61t/a、TP3.64t/a；城镇生活点源与第三产业点源的未收集点源排放量：COD510.82t/a、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 66.06t/a、TN90.43t/a、TP7.38t/a。总排放量 COD604.55t/a、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 72.90t/a、TN144.04t/a、TP11.02t/a。

现状水平年，宁洱县城运行污水处理厂一座，设计规模 1.0 万 m^3/d ，目前满负荷运行，出水水质稳定达到一级 A 标准。近期规划水平年，宁洱县城将新建第二污水处理厂一座，设计处理规模 2.0 万 m^3/d ，处理水质标准达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准。项目可研于 2020 年 5 月取得宁洱县发展和改革局的批复(宁发改发〔2020〕121 号)，2021 年宁洱县政府工作报告中明确启动第二污水处理厂建设工作，预计在 2025 年之前，宁洱县第二污水处理厂建成投运。规划水平年，宁洱县城运行 2 座污水处理厂，处理总规模达到 3.0 万 m^3/d ，满足县城城区生活污水近期 2.277 万 m^3/d 和远期 2.957 万 m^3/d 的处理需求。因此，规划水平年预测污染物排放量成果基本合理，近期水平年 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 排放量与现状排放水平增加不大，TP 排放量有所削减；远期水平年 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 排放量继续减少， $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 排放量低于现状排放水平。

通过退水影响的预测分析，近、远期规划水平年新增污染物的排放量，不会明显提高受纳水体普洱大河的污染物浓度，且普洱大河目前水质较好，基本能够稳定满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类水质标准，规划水平年，普洱大河漫海控制断面的水质可以满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类水质标准。

c) 景南河水质达标分析

景南河是黄草坝水库受水区景谷县正兴镇集镇生活退水和黄草坝灌区灌溉退水的受纳水体，根据对正兴镇各规划水平年水污染源的预测，2025 年点源污染物排放量分别为：COD20.16t、NH₃-N2.01t 和 TP0.24t；2035 年污染源排放量分别为：COD20.13t、NH₃-N1.95t 和 TP0.22t。预测情景下，正兴镇生活污水处理厂已建成投运，建成规模 550m³/d，满足区域生活污水处理需求，2025 年污水收集率取 85%，2035 年污水收集率达到 90%。

现状调查正兴镇集镇生活点源排放量：COD22.05t/a、NH₃-N2.85t/a、TN3.90t/a、TP0.32t/a。可见，正兴镇生活污水处理厂的建成运行，以及污水管网收集系统的完善，有效削减了主要污染物的排放量，其中 2025 年 COD 可减排 1.89t、NH₃-N 可减排 0.84t、TP 可减排 0.08t；2035 年 COD 可减排 1.92t、NH₃-N 可减排 0.90t、TP 可减排 0.10t。各规划水平年，黄草坝水库受水区正兴镇退水不会新增污染物排放，对受纳水体景南河不会造成水质恶化影响。景南河的水质可以满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类水质标准。

黄草坝水库建成后，主要改善其灌区内的旱地及园地的灌溉条件，灌溉范围为正兴镇的翁安村、勐乃村、通达村、景南村、铁厂村，宁洱镇的西萨村、宽宏村、谦岗村。总灌溉面积为 3.62 万亩，其中正兴镇的翁安村、勐乃村、通达村、景南村、铁厂村的灌溉面积为 2.36 万亩，灌溉回归水汇聚到景南河后，流经 6km 汇入帕庄河，1km 后汇入小黑江。规划水平年黄草坝灌区正兴镇片区灌溉退水污染物入河量为：COD76.45t/a、NH₃-N12.74t/a、TN25.48t/a、TP5.18t/a。现状正兴镇灌区农业面源入河量为：COD58.81t/a、NH₃-N9.80t/a、TN19.60t/a、TP3.99t/a。与现状相比，农业面源污染物入河量有小幅增加，其中 COD 增加 17.64t、NH₃-N 增加 2.94t、TN 增加 5.88t、TP 增加 1.19t，如要维持现状农业面源入河量水平，则需各污染物削减 23%左右。

d) 五里河水质达标分析

五里河是黄草坝水库受水区思茅区倚象镇城镇生活退水的受纳水体，根据对倚象镇各规划水平年水污染源的预测，2025 年点源污染物排放量分别为：COD430.27t、NH₃-N42.89t 和 TP4.93t；2035 年污染源排放量分别为：COD460.01t、NH₃-N46.30t 和 TP5.13t。预测情景下，思茅区第四生活污水处理厂已建成投运，建成规模 2.0 万

m^3/d , 2025 年污水收集率取 85%, 2035 年污水收集率达到 95%。思茅区第四生活污水处理厂的建成运行, 以及污水管网收集系统的完善, 势必有效削减主要污染物的排放量, 因此本次规划预测各规划水平年, 黄草坝水库受水区倚象镇退水不会新增污染物排放, 对受纳水体五里河不会造成水质恶化影响。五里河的水质可以满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类水质标准。

5.3.2.8 水环境容量计算

a) 受水区受纳水体水环境容量

1) 控制单元划分

黄草坝水库工程受水区涉及宁洱县、景谷县、思茅区。主要河流水体有景南河、普洱大河、思茅河、木乃河、五里河等水体。按照行政区划和河流汇水特征, 以县和镇为基础, 将黄草坝水库工程受水区所在流域划分为 3 个控制区, 作为黄草坝水库受水区水污染防治的基本单元, 并分断面建立污染物排放和水体水质的输入响应关系。黄草坝水库受水区水污染控制区、控制单元及控制断面划分见表 5.3.2-43。

表 5.3.2-43 黄草坝水库受水区控制单元划分

控制区	排污控制城镇	控制水域	河流长度 km	近期水质目 标	远期水质目 标	控制断面名 称	断面级别
思茅区	思茅街道、南屏镇	思茅河	14.6	IV类	III类	莲花乡	国控
	倚象镇	五里河	4.6	III类	III类	半坡村	无
	木乃河片区	木乃河	15.8	III类	III类	普文河口	无
宁洱县	宁洱镇	普洱大河	19.5	III类	III类	漫海	国控
景谷县	正兴镇	景南河	10.68	III类	III类	帕庄河口	无

2) 计算单元

以水环境功能区作为划分基础的控制单元, 原则上单独进行容量计算。每一个计算单元水域特征, 包括影响水环境容量的要素(水文、水体几何特征、自净能力等)、环境功能要求、污染源特征及排放方式等均须明确; 对天然水体予以适当概化, 如对支流、排污口、取水口等, 还应根据具体情况加以取舍和合并, 并绘制计算单元概化图, 以适合采用较简单的数学模型模拟水质变化规律。本次容量计算单元均在控制单元基础上划分, 共计算 5 个断面的河流环境容量。

3) 计算模式

目前,常用的河流环境容量核算数学模型包括零维水质模型、一维水质模型、二维水质模型等。对于宽深比不大的河流,污染物在较短的时间内,基本上能在断面内均匀混合,可用一维水质模型模拟污染物沿河流纵向的迁移来计算纳污能力;对于有重要保护意义的水环境功能区、平均河流宽度较大(>200m),B/H 大于 20,河流中的污染物在水深方向迅速混合均匀,而在横向和纵向污染物浓度变化显著的区域,适合采用二维水质模型进行模拟计算。

污染物进入河流后,在一定范围内经过平流输移、纵向离散和横向混合后达到充分混合,或者根据水质管理的精度要求允许不考虑混合过程而假定在排污口断面瞬时完成均匀混合,可按一维问题概化计算条件,建立水质模型。本规划拟计算的 5 个控制水域均属于宽深比不大的河流,同时考虑在排污口断面即完成混合,因此采用一维水质模型计算水环境容量。其公式为:

河段的污染物浓度:

$$C_x = C_0 \exp(-kx/u)$$

式中:

C_x ——流经 x 距离后的污染物浓度,单位为 mg/L;

x ——沿河段的纵向距离,单位为 m;

u ——设计流量下河道断面的平均流速,单位为 m/s;

k ——污染物综合衰减系数,单位为 1/s;

C_0 ——初始断面的污染物浓度,单位为 mg/L;

水域纳污能力:

$$M = (C_s - C_x)Q + Q_p$$

式中:

M ——水域纳污能力,单位为 g/s;

Q ——初始断面的入流流量,单位为 m^3/s ;

Q_p ——废污水排放流量,单位为 m^3/s ;

C_s ——水质目标浓度值,单位为 mg/L。

河流计算设计流量按 90%保证率或近 10 年最枯月平均流量。

4) 水环境容量计算

本次环境容量计算中，典型计算单元有：思茅区思茅河单元、思茅区五里河单元、思茅区木乃河单元、宁洱县普洱大河单元、景谷县景南河单元等 4 个单元。

水环境容量采用河流，主要计算参数选取 COD 和氨氮，计算单元水质目标为Ⅲ类和Ⅳ类，计算结果见表 5.3.2-44~45。

表 5.3.2-44 近期规划水平年黄草坝水库受水区纳污河流环境容量

控制区	控制水域	长度 km	水质 目标	水环境容量 t/a	
				COD	NH ₃ -N
思茅区	思茅河	14.6	Ⅳ类	1331.3	-100.7
	五里河	4.6	Ⅲ类	198.0	13.2
	木乃河	15.8	Ⅲ类	600.2	43.5
宁洱县	普洱大河	19.5	Ⅲ类	2823.0	235.6
景谷县	景南河	10.68	Ⅲ类	222.6	36.5
合计			-	5175.11	228.09

表 5.3.2-45 远期规划水平年黄草坝水库受水区纳污河流环境容量

控制区	控制水域	长度 km	水质 目标	水环境容量 t/a	
				COD	NH ₃ -N
思茅区	思茅河	14.6	Ⅲ类	-29.6	-175.8
	五里河	4.6	Ⅲ类	218.4	14.5
	木乃河	15.8	Ⅲ类	601.4	43.6
宁洱县	普洱大河	19.5	Ⅲ类	2841.8	237.2
景谷县	景南河	10.68	Ⅲ类	222.7	36.5
合计			-	3854.63	156.0

从表中可以看出，黄草坝水库受水区各纳污水体中，思茅河近远期水平年均已没有水环境容量，需全面落实污染物削减和减排措施，并将补水措施常态化实施，以恢复河流自净能力；其他受纳水体在近远期仍有一定的水环境容量，其中木乃河受纳园区污水，需要控制废水排放量大的企业入驻和人口增长，避免这个片区的水污染物排放量超过木乃河水环境容量。

b) 水库下游小黑江河段水环境容量

1) 计算河段

黄草坝水库下游小黑江河道纳污能力计算河段考虑黄草坝水库坝址至小黑江二号桥段(小黑江中国结鱼水产种质资源保护区下边界), 全长 45.0km。涉及一个水功能区, 为小黑江景谷~思茅保留区, 水质目标为Ⅱ类。本段河道没有集中排放的点源, 河道两岸村组生活污水、农田退水等以汇流进入小黑江。

本段河道有多支较大支流汇入小黑江, 包括: 南埂河(汇口位于坝下约 8.41km, 多年平均流量 1.07m³/s)、帕庄河(汇口位于坝下约 19.36km, 多年平均流量 3.30m³/s)、暖里河(汇口位于坝下约 21.19km, 多年平均流量 3.77m³/s)、芒费小河(汇口位于坝下约 35.21km, 多年平均流量 1.66m³/s)、独达河(汇口位于坝下约 40.50km, 多年平均流量 2.12m³/s)、勐烈河(汇口位于坝下约 44.26km, 多年平均流量 5.52m³/s)等。考虑这 6 条重要支流的汇入口作为计算节点, 划分计算单元见表 5.3.2-46。

表 5.3.2-46 黄草坝水库坝下小黑江纳污能力计算单元划分

序号	计算单元	支流名	河段长 km
1	黄草坝坝下至南埂河口	南埂河	8.41
2	南埂河口至帕庄河口	帕庄河	10.95
3	帕庄河口至暖里河口	暖里河	1.83
4	暖里河口至芒费小河口	芒费小河	14.02
5	芒费小河口至独达河口	独达河	5.29
6	独达河口至勐烈河口	勐烈河	3.76

2) 设计水文条件

根据《水域纳污能力计算规程》(GB/T25173-2010)规定, 计算河流水域纳污能力, 应采用 90%保证率最枯月平均流量或近 10 年最枯月平均流量作为设计流量。考虑到季节性河流和有水利工程控制的河流的特点, 季节性河流宜选取不为零的最小月平均流量作为样本; 有水利工程控制的河段, 可采用最小下泄流量或河道内生态基流作为设计流量。

因此, 黄草坝水库下游小黑江河道纳污能力计算流量取值为水库下泄最小生态流量(0.79m³/s), 各计算单元河段上断面流量和流速见表 5.3.2-47。

表 5.3.2-47 黄草坝水库坝下小黑江纳污能力计算单元设计水文条件

序号	计算单元	流量 m ³ /s	流速 m/s
1	黄草坝坝下至南埂河口	0.79	1.08
2	南埂河口至帕庄河口	0.84	1.18
3	帕庄河口至暖里河口	1.01	1.02
4	暖里河口至芒费小河口	1.20	0.59
5	芒费小河口至独达河口	1.34	0.68
6	独达河口至勐烈河口	1.89	0.82

3) 模型参数

1) 污染物综合降解系数 k

COD 和 NH₃-N 的综合降解系数 k 取值为: COD 取 0.1(1/d)、NH₃-N 取 0.08(1/d)。

2) 污染物浓度

起始断面黄草坝水库坝址处 COD 和 NH₃-N 浓度取 2022 年 3 月底断面实测值, 分别为 13.6mg/L 和 0.114mg/L。水质目标浓度值为 II 类水质标准, COD 为 15mg/L, NH₃-N 为 0.5mg/L。

4) 纳污能力计算

计算河段为黄草坝水库坝址至小黑江二号桥(小黑江中国结鱼水产种质资源保护区下边界)之间的小黑江河段, 全长 45km, 分为 6 个计算单元。计算得河段纳污能力结果见表 5.3.2-48。

表 5.3.2-48 建库前后黄草坝水库坝址下游河段纳污能力计算成果

序号	计算单元	流量 m ³ /s	流速 m/s	污染物浓度 mg/L		纳污能力 t/a	
				COD	NH ₃ -N	COD	NH ₃ -N
1	黄草坝坝下至南埂河口	0.79	1.08	13.6	0.114	34.88	9.62
2	南埂河口至帕庄河口	0.84	1.18	13.3	0.110	45.03	10.33
3	帕庄河口至暖里河口	1.01	1.02	13.6	0.123	44.59	12.01
4	暖里河口至芒费小河口	1.20	0.59	13.0	0.115	75.69	14.57
5	芒费小河口至独达河口	1.34	0.68	13.5	0.121	63.39	16.02
6	独达河口至勐烈河口	1.89	0.82	12.1	0.111	172.85	23.19
合计						436.43	85.73

根据表中计算结果，黄草坝水库建成运行后，坝址下游小黑江河段水体 COD 的纳污能力为 436.43t/a，氨氮的纳污能力为 85.73t/a。

5.3.2.9 农村人畜退水的环境影响

设计水平年，黄草坝水库提供农村人畜用水 115 万 m³，由于农村人畜退水为分散排放，退水入河系数按 0.2 计，则灌区农村人畜年平均新增退水量为 18.4 万 m³。农村人畜回归水主要为粪便及少量生活污水，排放量相对较小且分散，污染物浓度低。按照农村种植习惯，农村人畜粪便及生活污水基本通过收集进行沼气化处理，或者发展循环农业，提供有机肥。因此，农村人畜退水对周边水环境影响相对较小。

5.3.2.10 管理区生活污水排放的影响

运行期生活污水主要为管理区的食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等，所含污染物主要为 BOD₅、COD、SS 等。枢纽工程将配备运行管理人员 50 人，生活用水定额按照 70L/人·d 考虑，生活污水产生量按用水量的 80%计，生活污水产生量约为 3m³/d。主要污染物浓度一般为 SS: 150 mg/L、COD: 250mg/L、BOD₅: 150mg/L、NH₃-N: 20mg/L、TP: 4.5mg/L。若生活污水直接排放，对下游河流水质将产生一定不利影响。

5.3.2.11 管道输水对水质的影响

本工程采用有压管道输水方式，输水管道采用埋管方式，局部设置隧洞和管桥。正常情况下输水管道中的水质不会受到影响。

5.3.3 水温影响预测

5.3.3.1 水温结构判定

水库水温结构类型的判定，采用《水利水电工程水文计算规范》(SL278-2002)中推荐的库水替换次数法，即 α 、 β 指标法进行判别。

黄草坝水库坝址处多年平均流量为 5.31m³/s，多年平均径流量 1.67 亿 m³，总库容 1.144 亿 m³，5 年一遇、10 年一遇和 20 年一遇 3d 洪水量分别为 0.543 亿 m³、0.651 亿 m³、0.723 亿 m³。

判别指标计算式为：

$$\alpha = \frac{\text{多年平均年径流量}}{\text{水库总库容}} \quad \beta = \frac{\text{一次洪水量}}{\text{水库总库容}}$$

当 $\alpha < 10$ 时，水库水温为分层型；当 $10 < \alpha < 20$ 时，水库水温为过渡型；当 $\alpha > 20$ 时，

水库水温为混合型。

经计算，黄草坝水库 $\alpha=1.46$ ，可判断水库水温为分层型。遇5年一遇、10年一遇和20年一遇3d洪水量时，其相应 β 值分别为0.48、0.57、0.63，均小于1。水库具有多年调节性能，建成后最大坝高163.5m，坝前水深约150m，因此水库水温结构为稳定分层型，升温期水库表面水温明显高于中下层水温，而出现温度分层。

水库水温分层，改变了天然河流的水温时空变化规律，可能存在低温水下泄不利生态影响，对坝下生态和农田灌溉用水产生一定的影响。

5.3.3.2 库区立面二维水温模型介绍

CE-QUAL-W2是由美国陆军工程兵团水道实验站(WES)开发的宽度平均的立面二维水动力学和水质模型。假定水库横向均匀，即横向上流速、温度及各水质组分浓度的变化可忽略不计。广泛应用于水库、湖泊、河流等水体的水动力学、水质研究，包括水位、流速、温度、水质以及冰盖的计算。适用于长而相对较窄的、在纵向和垂向上存在温度(浓度)梯度的水体。

云南省普洱市黄草坝水库工程实际情况符合CE-QUAL-W2的适用范围，故黄草坝库区水温采用CE-QUAL-W2软件进行预测。

5.3.3.3 控制方程

方程基于以下假定：①流体为不可压缩流体；②满足Boussinesq假定：在密度变化不大的流体运动中，密度变化的影响只在重力项中考虑，而在控制方程的其他项中忽略其影响。

a) 连续方程

$$\frac{\partial UB}{\partial x} + \frac{\partial WB}{\partial z} = qB$$

b) 动量方程

x 向：

$$\begin{aligned} & \frac{\partial UB}{\partial x} + \frac{\partial UUB}{\partial x} + \frac{\partial WUB}{\partial z} \\ &= gB \sin \alpha + g \cos \alpha B \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{g \cos \alpha B}{\rho} \int_{\frac{1}{2}}^{\frac{3}{2}} \frac{\partial \rho}{\partial x} dz + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} + qB U_x \end{aligned}$$

式中， $B(m)$ 为水体宽度； $U(m/s)$ 为纵向流速； $U_x(m/s)$ 为汇入的支流流速； $W(m/s)$ 为垂向流速； $q(1/s)$ 为侧向单位体积净入库流量； $\eta(m)$ 为水位； $\alpha(rad)$ 为河道倾角； $\rho(kg/m^3)$ 为水体密度； $\tau_{xz}(N/m^2)$ 为控制体在 x 面 x 向的湍流剪应力； U_x 为支流流速的

x 分量； τ_{zx} (N/m²) 为控制体在 z 面 x 向的湍流剪应力，由下式计算：

$$\frac{\tau_{zx}}{\rho} = A_z \frac{\partial U}{\partial z}$$

式中， A_z (m²/s) 为垂向涡黏系数，由于纵向上对流输运占主导地位，紊动切应力的影响作用相对较小，因此计算紊动切应力时纵向紊动粘性系数取为常数。而垂向速度较小，水体的对流输运较弱，不宜采用简单的常数模型计算垂向涡黏系数。垂向涡黏系数采用 W2N 公式计算，为：

$$A_z = \frac{L_m^2}{K} \left(\frac{U_*}{\nu} \right)^2$$

式中： ν (m²/s) 为垂向涡黏系数； L_m (m) 为混合长度； K 为范卡门常数； U_* (m/s) 为剪力速度； τ_{xy} (N/m²) 为因风而产生的横向剪应力； k 为波数； τ_{yz} (N/m²) 为因支流流入流而产生的横向剪应力； Δz_{max} (m) 为垂向网格间距的最大值。 ν (m²/s) 为分子粘度； C 为常数； R_i 为 Richardson number，动能与势能之比。

该宽度平均立面二维模型认为在纵向尺度远大于垂向尺度的情况下，垂向流速远小于纵向流速，假定垂向流速对时间和空间的偏导数和湍流剪应力偏导数均为小量，在忽略时变加速度项、位变加速项和湍流剪应力项后，将 z 方向动量方程简化为静水压力方程，这种假定对于有明显垂向加速度的流动不适用，如强降温导致的垂向对流等模拟不准确。

z 向：

$$0 = g \cos \alpha - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z}$$

c) 状态方程

$$\rho = f(T_w, \Phi_{TDS}, \Phi_{sz})$$

d) 自由水面方程

$$B_x \frac{\partial \eta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \int_{\eta}^h U B dz - \int_{\eta}^h q B dz$$

e) 热输运方程

$$\frac{\partial B\Phi}{\partial t} + \frac{\partial UB\Phi}{\partial x} + \frac{\partial WB\Phi}{\partial z} - \frac{\partial \left(BD_x \frac{\partial \Phi}{\partial x} \right)}{\partial x} - \frac{\partial \left(BD_z \frac{\partial \Phi}{\partial z} \right)}{\partial z} = q_\Phi B + S_\Phi B$$

式中， $f(T_w, \Phi_{TDS}, \Phi_{SS})$ 为密度函数，为水温、盐度、悬浮物浓度的函数。 $B_\eta(\text{m})$ 为水面宽度； $D_x(\text{m}^2/\text{s})$ 为纵向离散系数； $D_z(\text{m}^2/\text{s})$ 为垂向离散系数； $q_\Phi(\text{J}/\text{m}^3/\text{s}(\text{mg}/\text{L}/\text{s}))$ 为单元控制体侧向热量(水质)出入流的速率； $S_\Phi(\text{J}/\text{m}^3/\text{s}(\text{mg}/\text{L}/\text{s}))$ 为源汇项，主要考虑了水面热交换和河床热交换两个部分。

f) 水面热交换

水面热交换主要由辐射、蒸发和传导三部分组成，由下式表达：

$$H_n = H_s + H_a + H_e + H_c - (H_{sr} + H_{ar} + H_{br})$$

式中， H_n 为通过水体表面的热交换净热量， W/m^2 ； H_s 为太阳短波辐射， W/m^2 ； H_a 为大气长波辐射， W/m^2 ； H_e 为蒸发热损失， W/m^2 ； H_c 为热传导通量， W/m^2 ； H_{sr} 为反射的太阳短波辐射， W/m^2 ； H_{ar} 为反射的大气长波辐射， W/m^2 ； H_{br} 为水面长波辐射， W/m^2 。

g) 河床热交换

相对于水面热交换，河床热交换比较小，许多模型不考虑河床热交换。调查表明，要精确模拟水库下层滞水带水温必须要考虑河床热交换。河床热交换公式和水面热交换公式类似：

$$H_{bw} = -K_{bw}(T_w - T_b)$$

式中： H_{bw} 为河床和水体之间的热交换通量， W/m^2 ； K_{bw} 为热交换系数， $\text{Wm}^{-2}\text{C}^{-1}$ ，取 $0.3\text{Wm}^{-2}\text{C}^{-1}$ ； T_w 为水温， $^{\circ}\text{C}$ ； T_b 为泥沙温度， $^{\circ}\text{C}$ ，一般取年平均气温。

5.3.3.4 求解方法

对于每个计算时间步长，每个计算单元网格都满足水量平衡方程、动量平衡方程和热量平衡方程，通过控制单个单元格的水量平衡实现计算域上的水量守恒。

采用有限体积法和混合格式对微分方程进行离散。采用 SIMPLE 算法求解差分方程，并采用交错网格避免出现棋盘式不均匀压力场。相对于联立求解方程组的耦合式解法，SIMPLE 算法顺序地、逐个地求解各变量代数方程组：在每一时间步长的运算中，先给出压力场的初始猜测值，据此求出猜测的速度场，再求解根据连续方程导出的压力修正方程，对猜测的压力场和速度场进行修正。如此循环往复，可得出压力场和速度场的收敛解。

具体求解时，水动力方程与温度方程相耦合，计算中首先根据入、出库流量差计算该时刻运行水位，依次求解 u 、 w 动量方程和 k 、 ε 方程，再求解温度方程，然后用新的温度值修正 w 和 k 方程的源项，重新计算水动力学方程，直到各方程的误差余量小于容许值。对于水库年过程的模拟，模型可选择一年中的任意一个时刻作为起始计算时间，计算 365 天之后，与一年前的当前时刻水温、流场进行对比，如果水温、流场的误差值大于设定误差，继续进行迭代计算；如果小于设定误差，则认为迭代收敛，取最近一年的下泄水温、温度场与流场作为预测结果。具体计算流程见图 5.3.3-1。

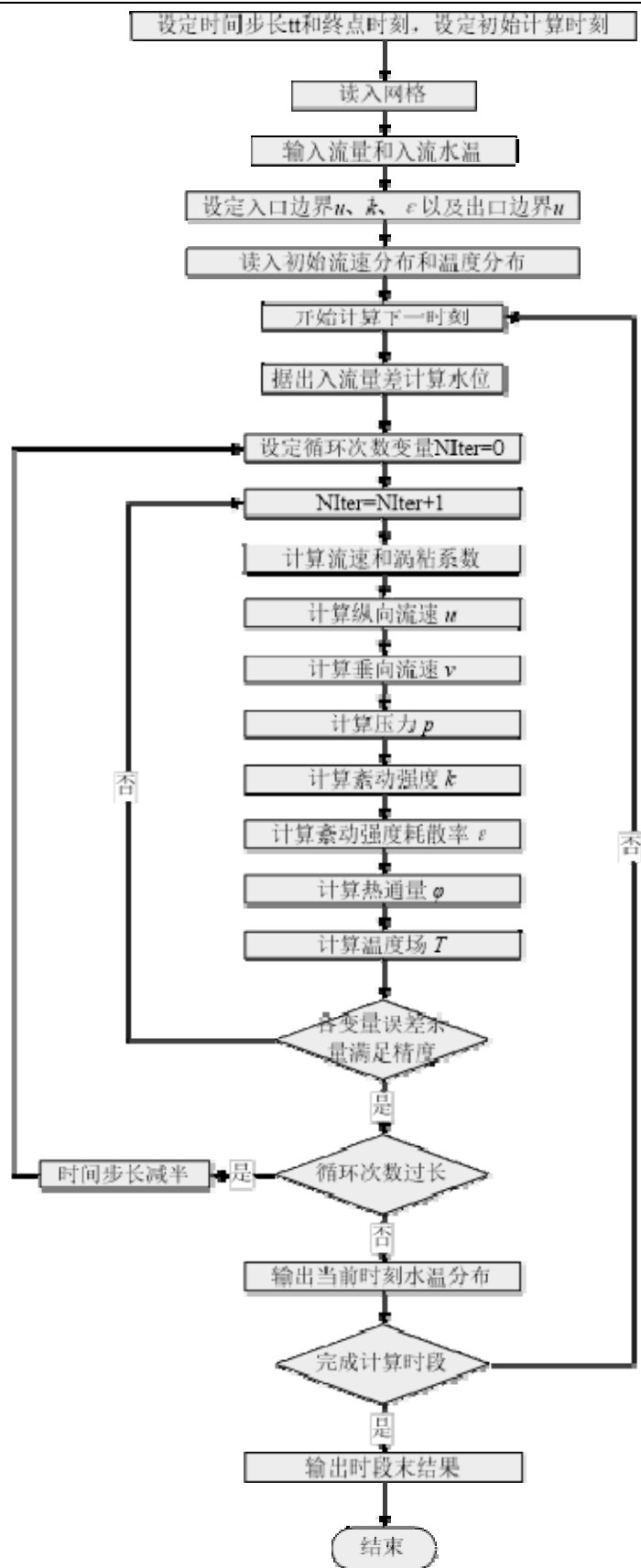


图 5.3.3-1 立面二维水温模型计算流程图

5.3.3.5 模拟水域及网格概化

黄草坝水库南板河回水长度 5.55km，海庆河回水长度 4.24km。全库区水温模拟区域为大坝至尾水断面的库区水域。计算网格为矩形网格，纵向 58 个，垂向 170 层。

5.3.2.6 水温预测工况

根据水库地形、调度运行特性、来流水温、库区气象、取水设施等边界条件，预测丰水年(2008 年)、平水年(1994 年)、枯水年(1988 年)等 3 个代表年黄草坝水库无叠梁门运行(底板高程 1251.0m)和有叠梁门运行 2 种工况下库区水温结构及下泄水温过程。

5.3.3.7 边界条件

a) 气象

黄草坝水库地处南亚热带山地季风气候区，受季风、地形、低纬度影响，气候特征复杂多变，流域气候具有冬春干凉、夏秋湿润、冬无严寒、夏无酷暑、气候垂直差异大、立体气候明显等特征。据景谷县气象站资料统计，本区多年平均气温 19.5℃，极端最高气温 39.6℃，极端最低气温 0.2℃；多年平均降水量 1272mm，降水年内分布不均，5 月~10 月降水量占全年的 86.9%，11 月~次年 4 月仅占全年的 13.1%；多年平均水面蒸发量(20cm 蒸发皿)为 1819mm；多年平均风速 0.75m/s，10min 多年平均最大风速 11.4m/s，瞬时多年平均最大风速 20.4m/s，瞬时最大风速 28m/s(1993 年 4 月 10 日)，最多风向为南风、西南风、东南风；多年平均相对湿度 75.7%；多年平均日照时数 2091.6h。

景谷气象站、宁洱气象站和思茅气象站均处于威远江流域，气候特征差别不大。气象资料借用思茅气象站 2018 年数据资料。黄草坝水库流域逐日降水量、气温、蒸发量、太阳辐射、风速值见图 5.3.3-2~4。

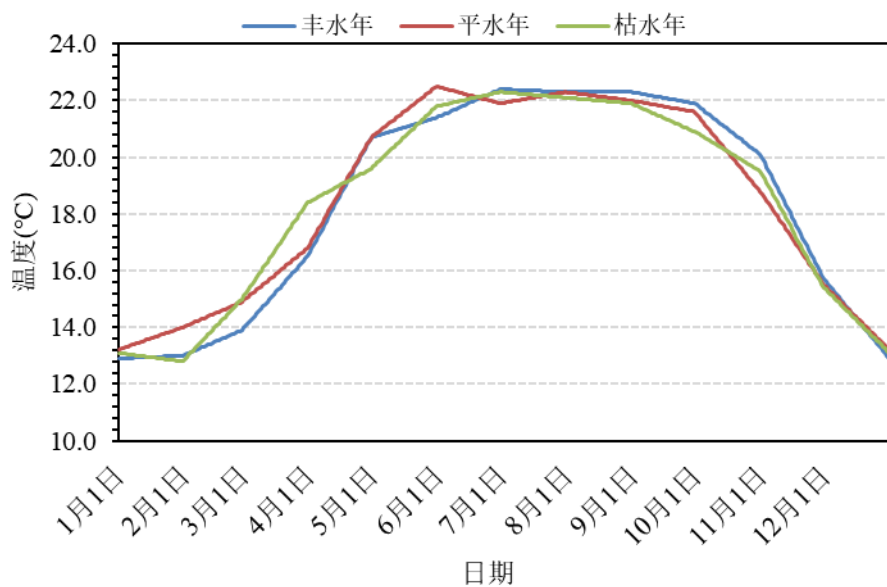


图 5.3.3-2 黄草坝水库所在流域逐日气温值

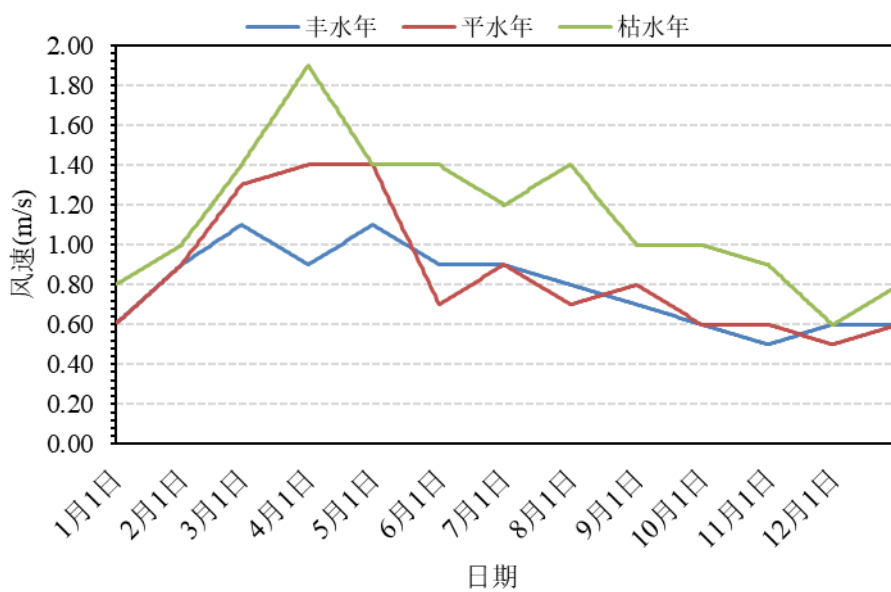


图 5.3.3-3 黄草坝水库流域逐日风速

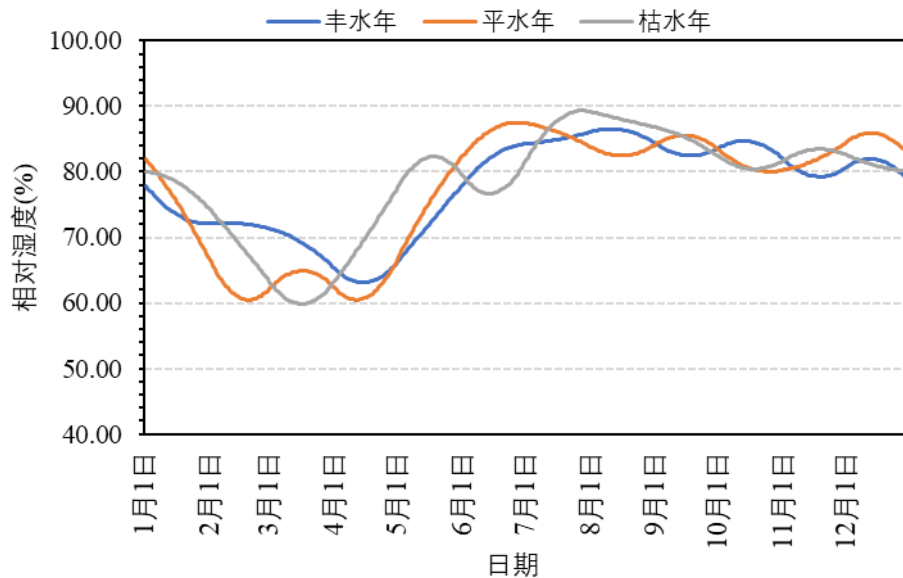


图 5.3.3-4 黄草坝水库流域逐日相对湿度

b) 水温

本次收集到 2018 年南板河黄草坝站水温数据，将其作为水库入流水温。逐年水温数据见图 5.3.3-5。

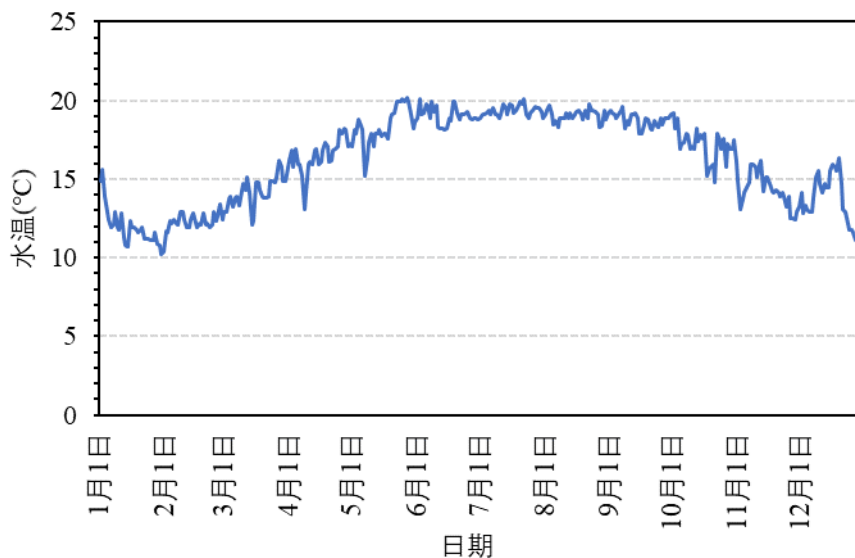


图 5.3.3-5 黄草坝水库入库逐日水温

c) 入库流量和水位

选用丰、平、枯水年同期调度资料，采用线性插值法将每旬平均流量插值得到日均流量。南板河与海庆河逐日入库流量、出库流量与坝前水位见图 5.3.3-6~9。

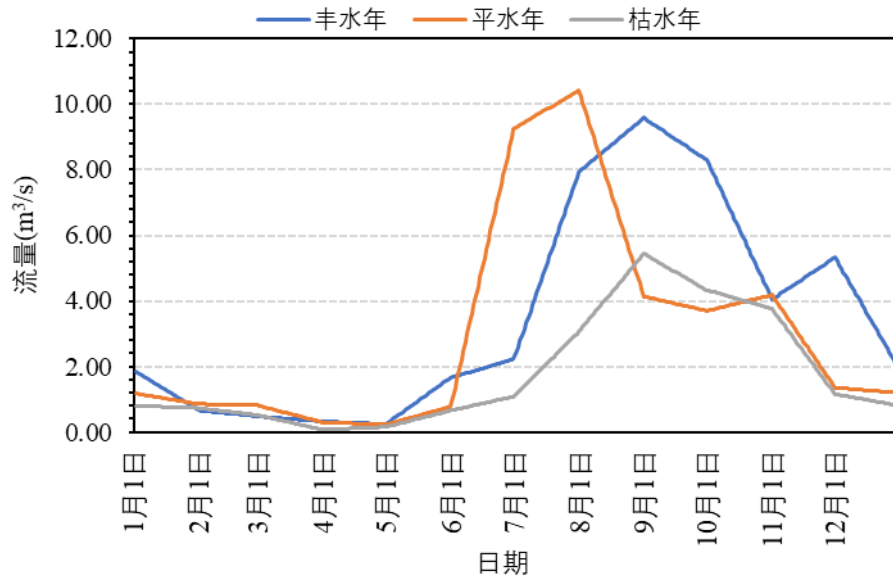


图 5.3.3-6 黄草坝水库南板河逐日入库流量

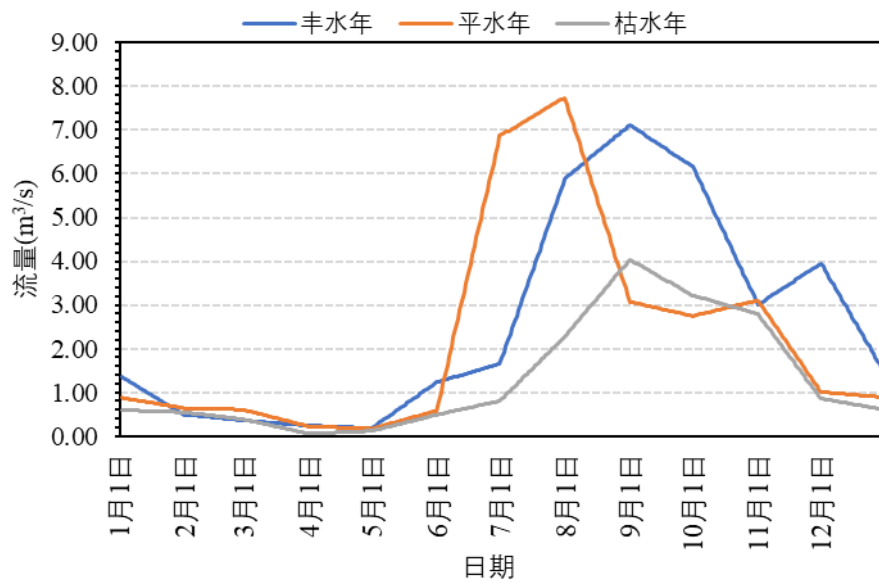


图 5.3.3-7 黄草坝水库海庆河逐日入库流量

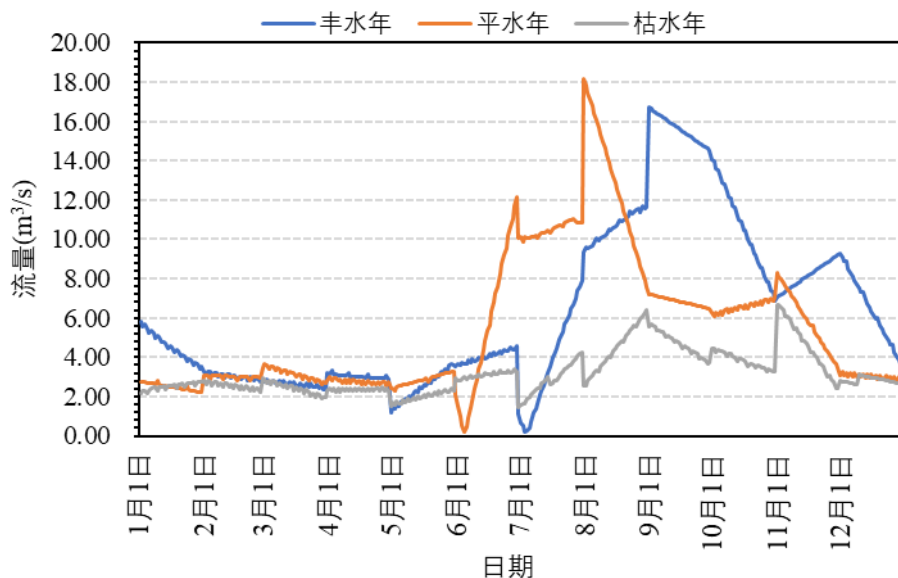


图 5.3.3-8 黄草坝水库逐日出库流量

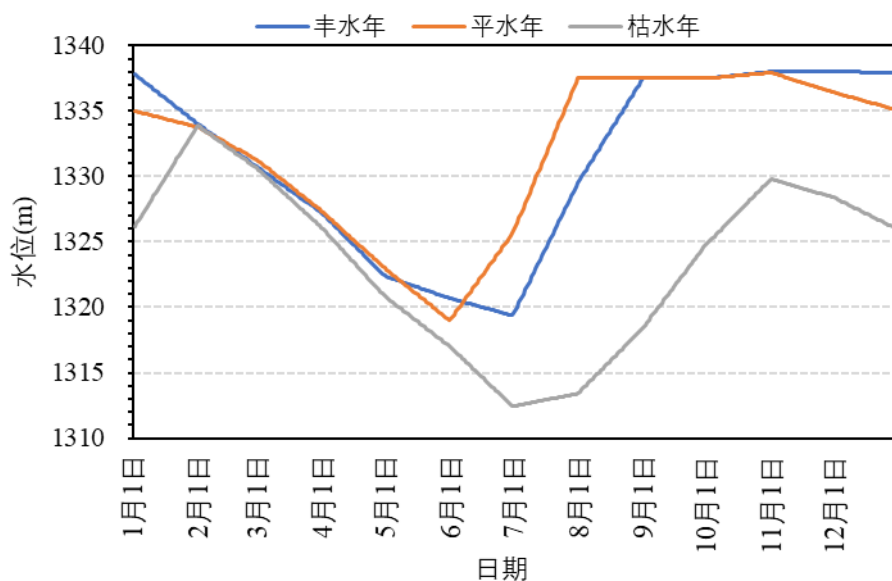


图 5.3.3-9 黄草坝水库运行坝前垂向水位

5.3.3.8 主要参数取值

影响水库水温计算结果的参数较多，主要参数设定见下表。其中影响较大且需要率定的参数有垂向涡粘系数、风遮蔽系数和光遮蔽系数。垂向涡粘系数、风遮蔽系数直接影响水动力条件，从而影响热量输运，其他系数直接影响热量输运计算。

表 5.3.3-1 CE-QUAL-W2 模型主要参数取值

系数	变量名	模型参数推荐值	本次计算取值
垂向涡粘系数	A_z	公式计算	W2N 公式
纵向涡粘系数	A_x	1m ² /s	1m ² /s
纵向扩散系数	D_x	1m ² /s	1m ² /s
谢齐系数	C	70m ² /s	70m ² /s
粗糙高度	z_0	0.001m	0.001m
表面太阳辐射吸收系数	β	0.45	0.45
纯水中太阳辐射衰减系数	λ	0.45/m	0.45/m
河床热交换系数	K_{sw}	0.3W/(m ² ·°C)	0.3W/(m ² ·°C)
风遮蔽系数	WSC	0.0~2.0	1.5
动态光遮蔽系数	$Shade$	0.0~1.0	0.8

5.3.3.9 模型验证

a) 工程概况

选取岷江流域紫坪铺水库进行模型验证。紫坪铺水库坝址处多年平均流量 469m³/s, 年径流量总量 148 亿 m³, 水库正常蓄水位 877m, 水位 817m, 总库容 11.12 亿 m³, 其中正常蓄水位以下库容 9.98 亿 m³, 是四川省大型综合利用水利枢纽工程。紫坪铺水库建成于 2006 年, 为河道型深水库, 库区长度约 24km, 形状狭长, 其区域位置、所在区域气候气象特征和下垫面条件(影响间接辐射)与黄草坝水库具有相似性, 其观测结果对本项目水温预测所采用的数学模型的验证及参数率定具有良好的参考价值。

《CE-QUAL-W2 在紫坪铺水库的应用及其参数敏感性分析》(李艳等)采用 CE-QUAL-W2 模型对紫坪铺水库的水温进行模拟研究: 库区划分为 43×71(纵向×垂向)个矩形单元, 单元纵向尺寸为 315m~600m, 垂向尺寸为 2m; 采用 2009 年 11 月 6 日~2010 年 7 月 15 日的径流过程及入库水温和气象条件, 以 2009 年 11 月 6 日实测值为初始温度场, 如图 5.3.3-10, 离散点为温度测点位置; 初始时刻至 2010 年 3 月 31 日的实测水温成果进行模型参数的率定, 以率定的参数模拟 2010 年 3 月 31 日

至 2010 年 7 月 6 日水温过程，并以 2010 年 7 月 6 日水温实测值做模型验证。

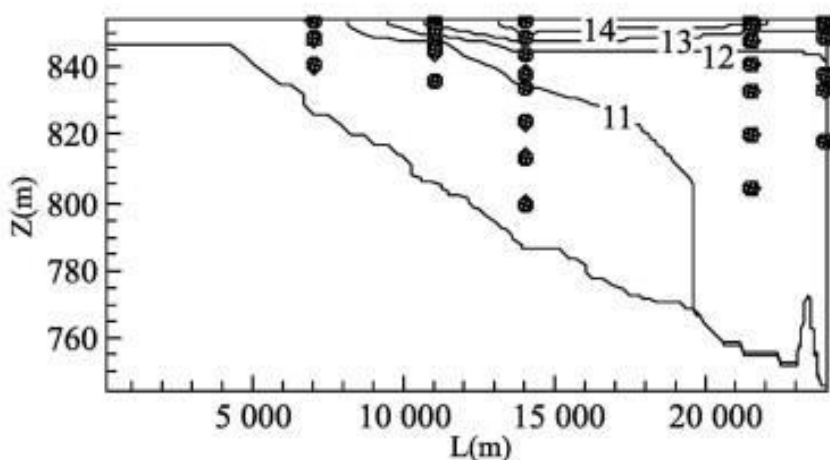


图 5.3.3-10 初始温度场

李艳等经过多次试算，发现紫坪铺水库垂向水温对风遮蔽系数与动态光遮蔽系数最为敏感，其余参数对库区水温影响不明显，可取模型默认值，紫坪铺水库水温模型的主要参数取值为：纵向涡流粘滞系数 $A_x=1\text{m}^2/\text{s}$ ，纵向涡流扩散系数 $D_x=1\text{m}^2/\text{s}$ ，风遮蔽系数 $WSC=2.0$ ，动态光遮蔽系数 $Dynsh=0.8$ ，水表面太阳辐射吸收系数 $BETA=0.45$ ，纯水中太阳辐射衰减系数 $EXH20=0.45/\text{m}$ 。库区 2010 年 3 月 31 日垂向水温率定成果见图 5.3.3-11，以率定的参数验证 2010 年 7 月 6 日库区垂向水温分布，成果见图 5.3.3-12，水库下泄水温的计算值与实测值的对比见图 5.3.3-13。由图 5.3.3-11~图 5.3.3-13，可以看出李艳等 CE-QUAL-W2 模型的计算值与实测值拟合较好，能够较好模拟出水库垂向水温分布结构，证实了 CE-QUAL-W2 模型对紫坪铺水库有较好的适用性。

综合比较分析，紫坪铺库区水温及水温计算值和实测值总体吻合较好，黄草坝水库参考李艳等对紫坪铺的研究成果设置的 CE-QUAL-W2 模型参数取值合理，CE-QUAL-W2 模型可以对黄草坝水库工程库区及下泄水温进行模拟计算。

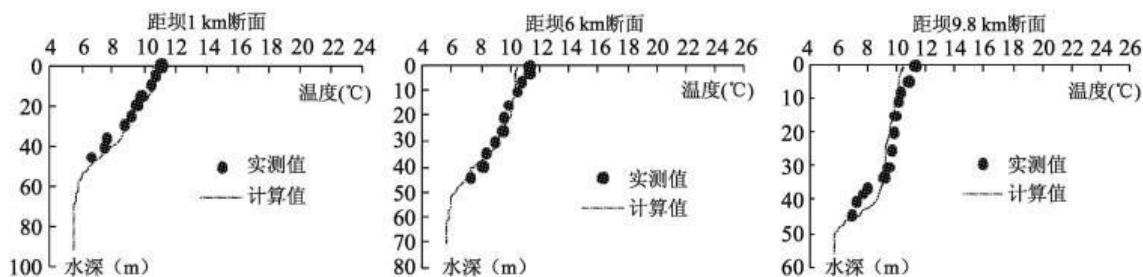


图 5.3.3-11 2010 年 3 月 31 日紫坪铺库区垂向水温分布计算值与实测对比图

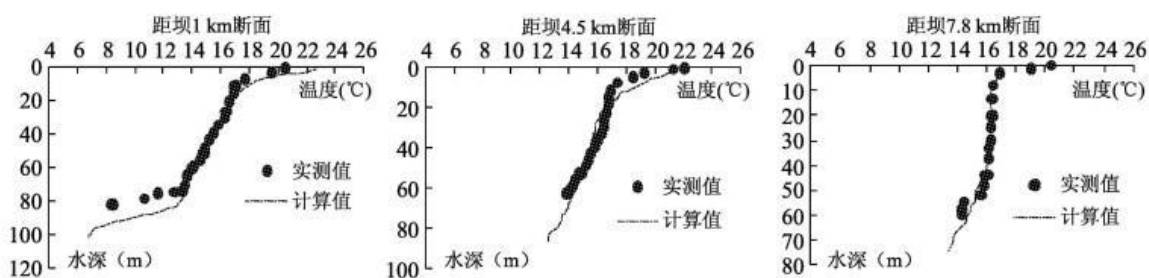


图 5.3.3-12 2010 年 7 月 6 日紫坪铺库区垂向水温分布计算值与实测对比图

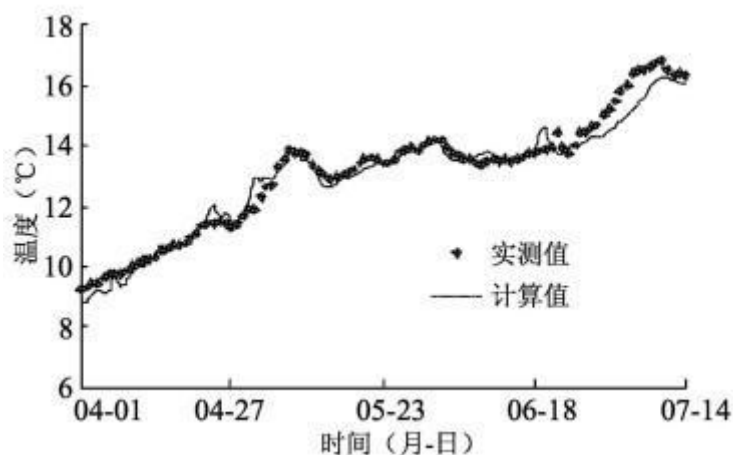


图 5.3.3-13 下泄水温计算值与实测值比较

5.3.3.10 库区水温预测结果

a) 丰水年

丰水年，黄草坝水库坝前各月均水温随水深和高程的分布如图 5.3.3-14~15。黄草坝水库正常蓄水位时坝前最大水深约 165.0m，丰水年运行时坝前水深在 147.2m~165.0m 之间变化，进水口距库底 78.0m，库底水温不易受到扰动，库底存在相对稳定的低温区。

预测结果表明，黄草坝水库建成后，丰水年水库坝前垂向水温出现明显分层现象，

表层与底层水体温度相差较大，变幅为 $0.9^{\circ}\text{C}\sim 8.5^{\circ}\text{C}$ ，其中 3 月最小，7 月最大。库表水温范围为 $15.5^{\circ}\text{C}\sim 23.2^{\circ}\text{C}$ ，年变幅 7.7°C ；库底水温维持在 $14.4^{\circ}\text{C}\sim 14.9^{\circ}\text{C}$ ，年变幅 0.5°C 。

1 月库区坝前垂向断面上平均水温为 15.7°C ，库底温度为 14.4°C ，受 12 月入流水温影响，坝前水体库表面温度较高，为 16.3°C ，比库底温度高 1.9°C 。

2 月~3 月水温受气温、低温来流影响，库区水温继续下降，库区坝前垂向断面上平均水温有所下降，分别为 15.2°C 与 15.1°C ，库表水温均为 15.5°C 。同时，库底水温无明显变化，为 14.5°C ，水库上层水温的降低使得库表与库底温差有所缩小，坝前水体库表面温度与库底水温之差分别为 1.0°C 与 0.9°C 。

4 月~6 月入库水温和气温逐渐上升，使得库区水温自上而下开始逐渐升高。坝前垂向断面上的平均水温有所上升，分别为 15.3°C 、 15.5°C 、 15.9°C 。同时，由于太阳辐射加强，加之上游高温水入库，库区水表温度分别为 18.1°C 、 21.5°C ，。虽然库底水温依旧无明显变化，稳定在 $14.6^{\circ}\text{C}\sim 14.7^{\circ}\text{C}$ ，但由于库表水温上层，库区水体表底层温差扩大至 6.9°C 。

7 月库区坝前垂向断面上平均水温为 16.4°C ，月均气温为 22.3°C ，入流水温也较高，同时，入库流量也有显著增加，受此影响，库区上层水体水温在 7 月有明显升高，库表上升至 23.2°C ，为全年最高。但是库底水温受边界条件影响很小，仍为 14.7°C 。

8 月~10 月库区坝前垂向断面上平均水温分别为 17.5°C 、 18.2°C 与 17.7°C ，库表水温分别为 22.7°C 、 22.5°C 与 21.2°C ，但库底水温受边界条件影响很小，为 14.8°C 。

11 月~12 月入库水温及气温逐渐降低，库区水温也开始逐渐下降，坝前垂向断面平均水温从 11 月的 17.5°C 逐步下降到了 12 月的 16.6°C 。库表水温从 11 月的 19.5°C 下降到 12 月的 17.7°C 。

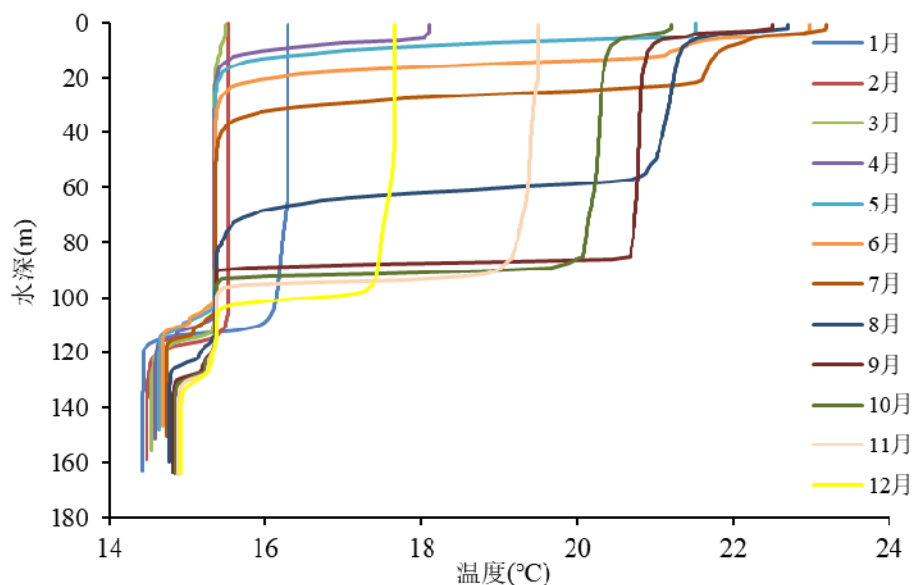


图 5.3.3-14 丰水年黄草坝水库坝前水温垂向随水深分布图

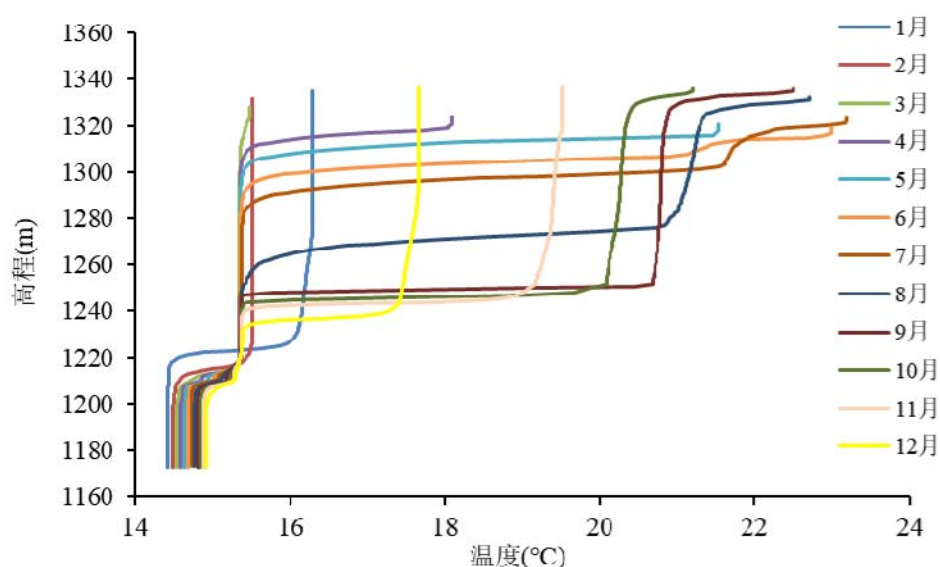
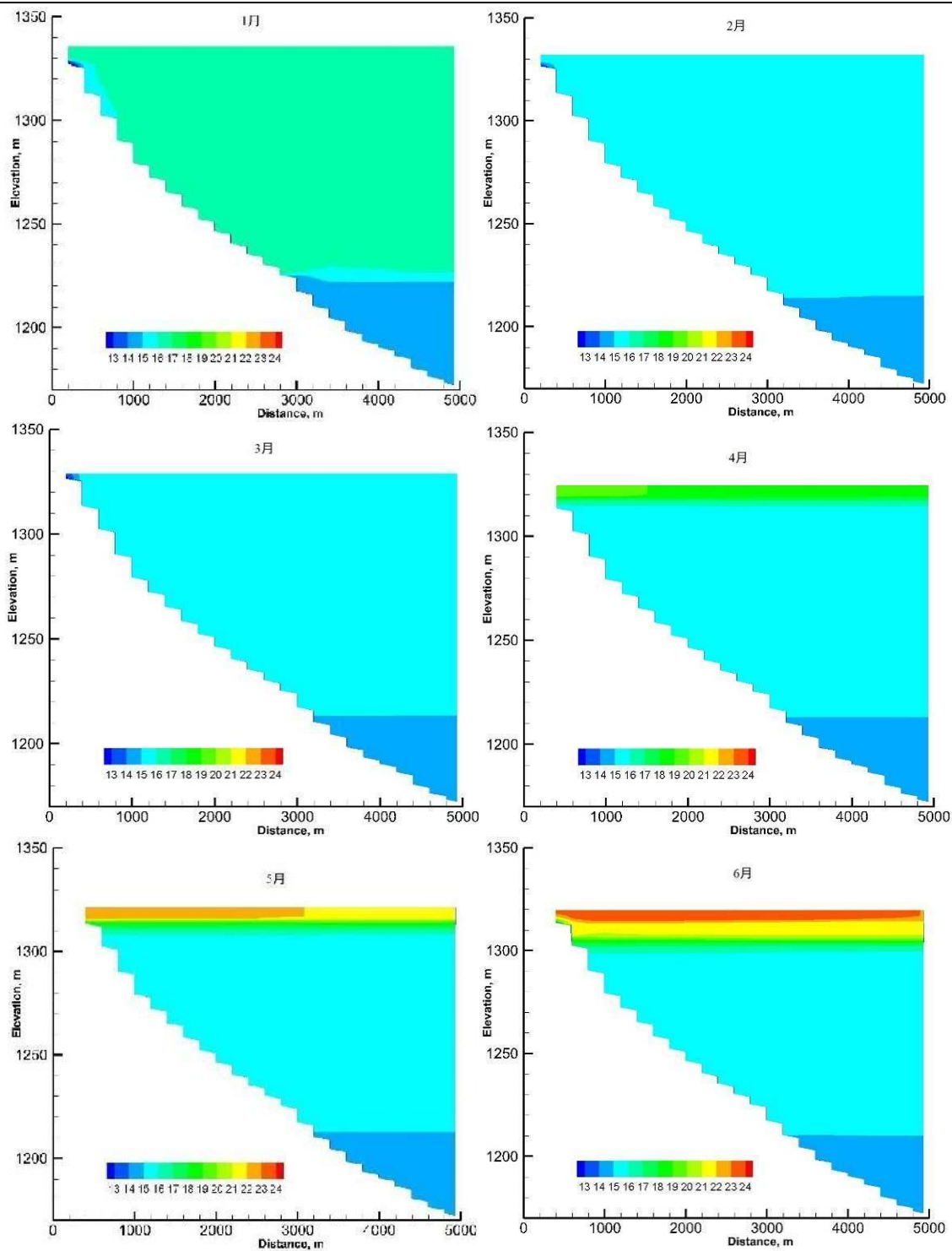


图 5.3.3-15 丰水年黄草坝水库坝前水温垂向随高程分布图

表 5.3.3-2 丰水年黄草坝水库坝前水温特征

单位: °C

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
气温	13.0	13.5	15.2	18.7	21.1	22.9	22.3	22.3	22.1	21.0	17.8	14.3
入库水温	11.9	12.3	14.2	16.5	18.4	19.1	19.4	19.1	18.8	17.1	14.3	13.7
表层水温	16.3	15.5	15.5	18.1	21.5	23.0	23.2	22.7	22.5	21.2	19.5	17.7
底层水温	14.4	14.5	14.5	14.6	14.6	14.7	14.7	14.8	14.8	14.8	14.9	14.9
表底温差	1.9	1.0	0.9	3.5	6.9	8.3	8.5	7.9	7.7	6.4	4.6	2.7



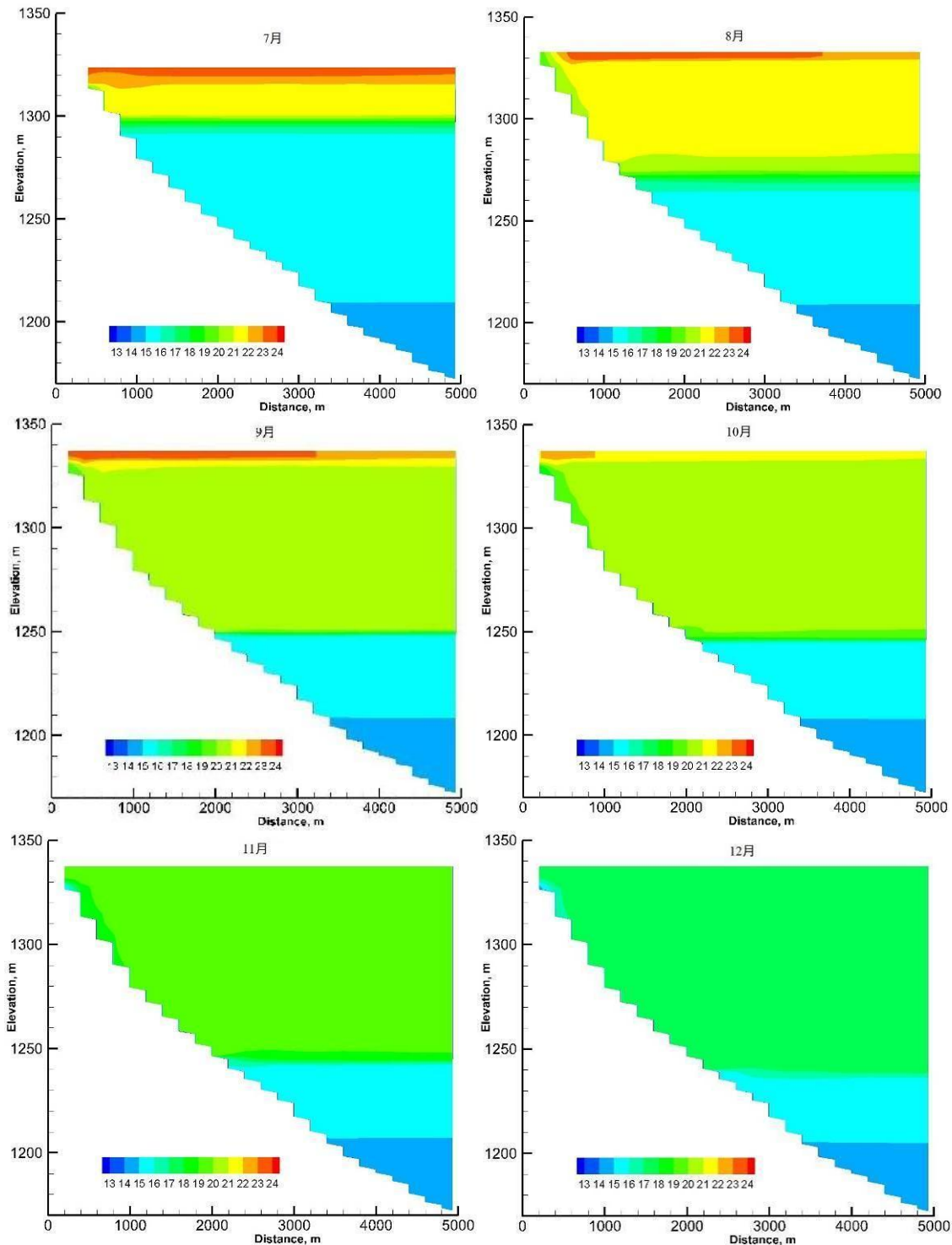


图 5.3.3-16 丰水年黄草坝水库水温立面二维图

b) 平水年

平水年，黄草坝水库坝前各月月均水温随水深和高程的分布如图 5.3.3-17~18。黄草坝水库平水年运行时坝前水深在 147.2m~163.6m 之间变化，进水口离库底 78.0m，库底水温不易受到扰动，库底存在相对稳定的低温区。

预测结果表明,黄草坝水库建成后,平水年水库坝前垂向水温出现明显分层现象,表层与底层水体温度相差较大,变幅为 $0.9^{\circ}\text{C}\sim 8.4^{\circ}\text{C}$,其中3月最小,6月最大。库表水温范围为 $16.0^{\circ}\text{C}\sim 23.6^{\circ}\text{C}$,年变幅 7.6°C ;库底水温维持在 $15.1^{\circ}\text{C}\sim 15.4^{\circ}\text{C}$,年变幅 0.3°C 。

1月库区坝前垂向断面上平均水温为 16.3°C ,库底温度为 15.1°C ,受12月入流水温影响,坝前水体库表面温度较高,为 17.0°C ,比库底温度高 2.0°C 。

2月~3月水温受气温、低温来流影响,库区水温继续下降,库区坝前垂向断面上平均水温有所下降,分别为 15.9°C 与 15.7°C ,库表水温分别为 16.2°C 与 16.0°C 。同时,库底水温无明显变化,为 15.1°C ,水库上层水温的降低使得库表与库底温差有所缩小,坝前水体库表面温度与库底水温之差分别为 1.1°C 与 0.9°C 。

4月~5月入库水温和气温逐渐上升,使得库区水温自上而下开始逐渐升高。坝前垂向断面上的平均水温有所上升,分别为 15.9°C 、 16.1°C 。同时,由于太阳辐射加强,加之上游高温水入库,库区水表温度分别为 17.9°C 、 21.7°C 。虽然库底水温依旧无明显变化,稳定在 15.2°C ,但由于库表水温上层,库区水体表底层温差扩大至 6.5°C 。

6月库区坝前垂向断面上平均水温为 16.5°C ,月均气温为 22.2°C ,入流水温也较高,同时,入库流量也有显著增加,受此影响,库区上层水体水温在6月有明显升高,库表上升至 23.6°C ,为全年最高。但是库底水温受边界条件影响很小,仍为 15.2°C 。

7月~10月库区水表温度较为稳定,库表水温分别为 22.3°C 、 22.7°C 、 22.6°C 与 22.1°C ,坝前垂向断面上平均水温分别为 17.5°C 、 18.4°C 、 18.3°C 与 18.2°C 。

11月~12月入库水温及气温逐渐降低,库区水温也开始逐渐下降,坝前垂向断面平均水温从11月的 17.8°C 逐步下降到了12月的 17.2°C 。库表水温从11月的 19.5°C 下降到12月的 18.3°C 。

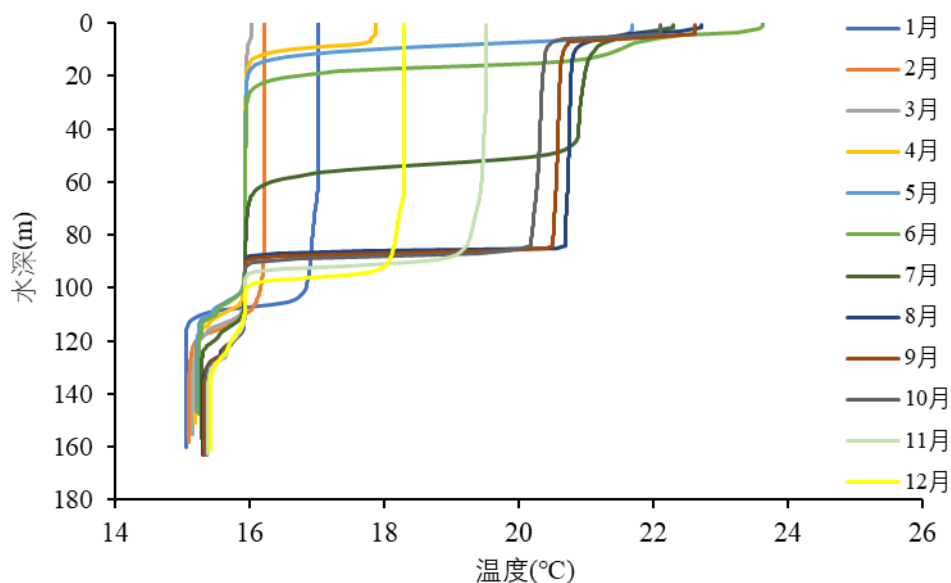


图 5.3.3-17 平水年黄草坝水库坝前水温垂向随水深分布图

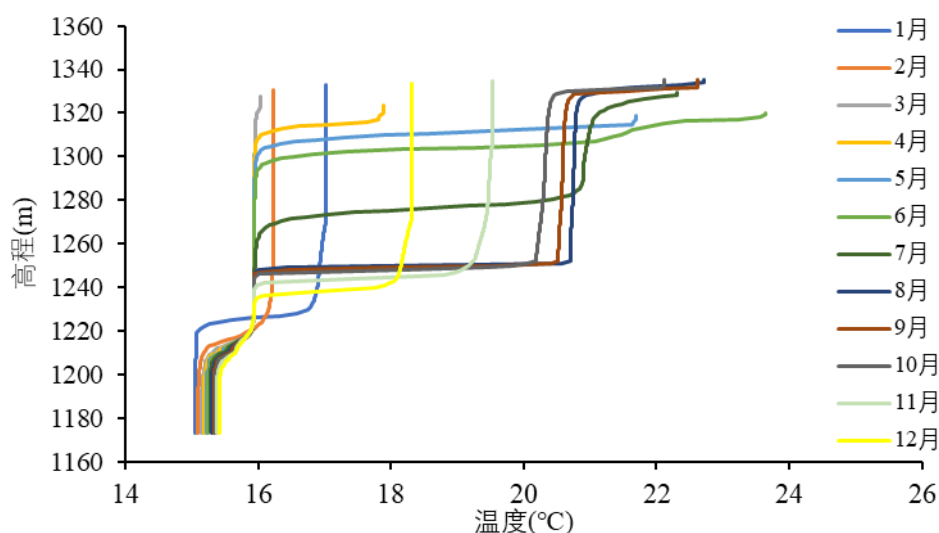
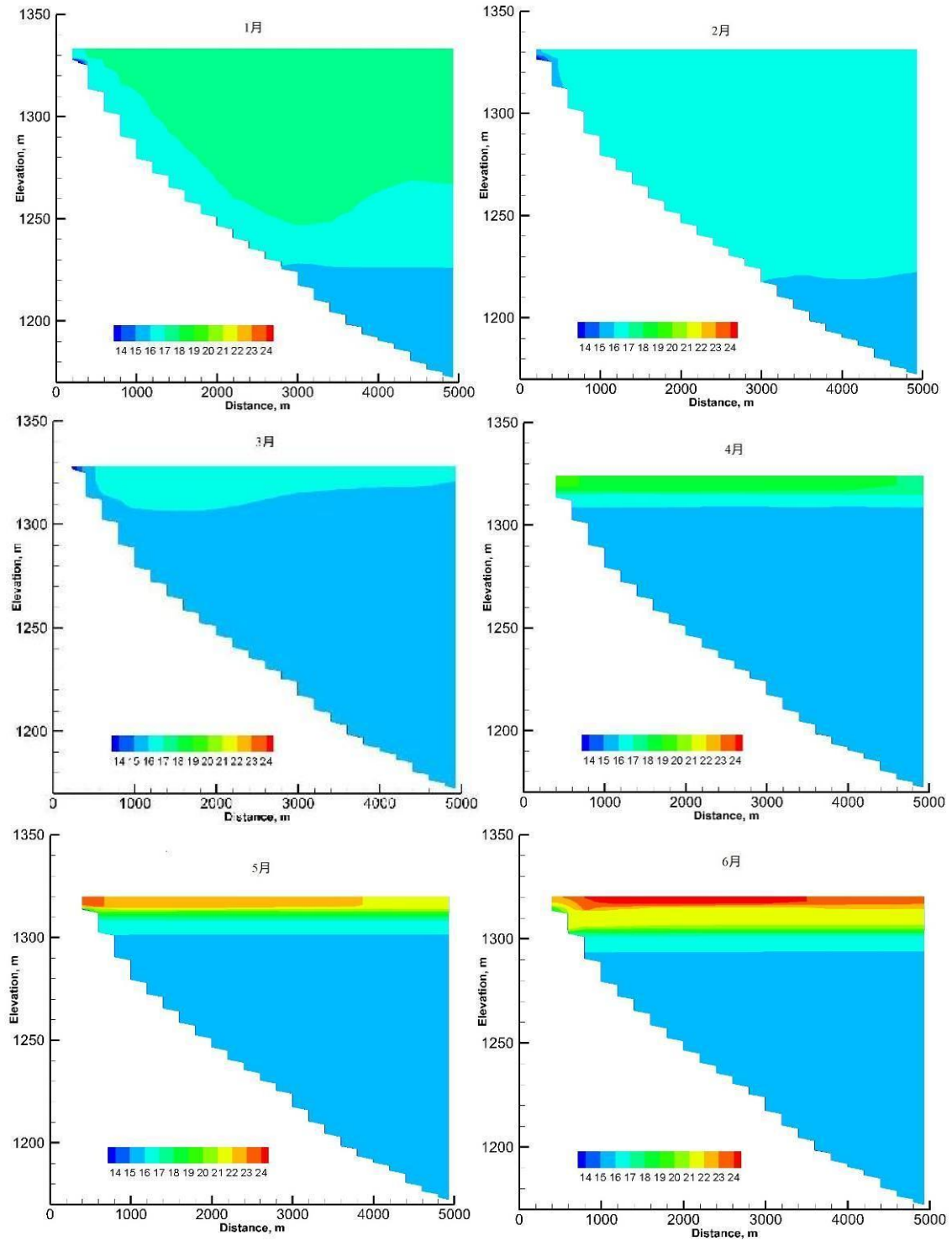


图 5.3.3-18 平水年黄草坝水库坝前水温垂向随高程分布图

表 5.3.3-3 平水年黄草坝水库坝前水温特征

单位: °C

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
气温	13.6	14.5	15.9	18.8	21.6	22.2	22.1	22.1	21.8	20.2	17.1	14.3
入库水温	11.9	12.3	14.2	16.5	18.4	19.1	19.4	19.1	18.8	17.1	14.3	13.7
表层水温	17.0	16.2	16.0	17.9	21.7	23.6	22.3	22.7	22.6	22.1	19.5	18.3
底层水温	15.1	15.1	15.1	15.2	15.2	15.2	15.3	15.3	15.3	15.4	15.4	15.4
表底温差	1.9	1.1	0.9	2.7	6.5	8.4	7.0	7.4	7.3	6.8	4.1	2.9



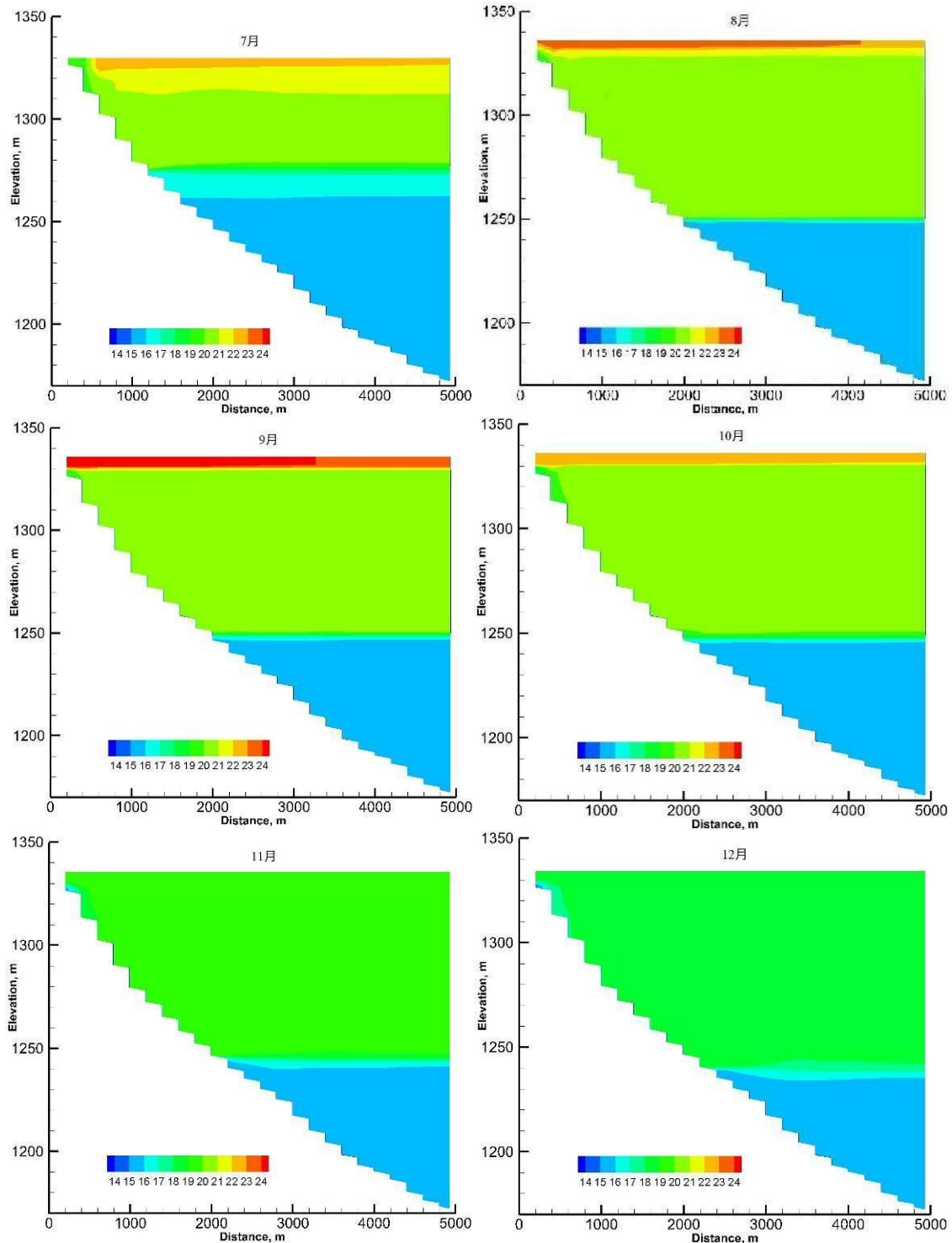


图 5.3.3-19 平水年黄草坝水库水温立面二维图

c) 枯水年

枯水年，黄草坝水库坝前各月月均水温随水深和高程的分布如图 5.3.3-20~21。黄草坝水库正常蓄水位时坝前最大水深约 165.0m，枯水年运行时坝前水深在 134.2m~155.9m 之间变化，泄流孔口离库底 78.0m，库底水温不易受到扰动，库底

存在相对稳定的低温区。

预测结果表明,黄草坝水库建成后,枯水年水库坝前垂向水温出现明显分层现象,表层与底层水体温度相差较大,变幅为 $0.9^{\circ}\text{C}\sim 8.6^{\circ}\text{C}$,其中3月最小,7月最大。库表水温范围为 $15.8^{\circ}\text{C}\sim 23.7^{\circ}\text{C}$,年变幅 7.8°C ;库底水温维持在 $14.9^{\circ}\text{C}\sim 15.2^{\circ}\text{C}$,年变幅 0.3°C 。

1月库区坝前垂向断面上平均水温为 16.2°C ,库底温度为 14.9°C ,受12月入流水温影响,坝前水体库表面温度较高,为 17.0°C ,比库底温度高 2.2°C 。

2月~3月水温受气温、低温来流影响,库区水温继续下降,库区坝前垂向断面上平均水温有所下降,分别为 15.2°C 与 15.5°C ,库表水温分别为 16.0°C 与 15.8°C 。同时,库底水温无明显变化,仍为 14.9°C ,水库上层水温的降低使得库表与库底温差有所缩小,坝前水体库表面温度与库底水温之差分别为 1.1°C 与 0.9°C 。

4月~6月入库水温和气温逐渐上升,使得库区水温自上而下开始逐渐升高。坝前垂向断面上的平均水温有所上升,分别为 15.7°C 、 16.0°C 、 16.2°C 。同时,由于太阳辐射加强,加之上游高温水入库,库区水表温度分别为 18.1°C 、 21.7°C 与 23.3°C 。虽然库底水温依旧无明显变化,稳定在 15.0°C ,但由于库表水温上层,库区水体表底层温差扩大至 8.2°C 。

7月库区坝前垂向断面上平均水温为 16.6°C ,月均气温为 22.2°C ,入流水温也较高,同时,入库流量也有显著增加,受此影响,库区上层水体水温在7月有明显升高,库表上升至 23.7°C ,为全年最高。但是库底水温受边界条件影响很小,为 15.1°C 。

8月~10月库区坝前垂向断面上平均水温分别为 17.3°C 、 18.2°C 与 18.2°C ,库表水温分别为 22.9°C 、 22.0°C 与 21.0°C ,但库底水温受边界条件影响很小,为 $15.1^{\circ}\text{C}\sim 15.2^{\circ}\text{C}$ 。

11月~12月入库水温及气温逐渐降低,库区水温也开始逐渐下降,坝前垂向断面平均水温从11月的 17.7°C 逐步下降到了12月的 17.1°C 。库表水温从11月的 19.8°C 下降到12月的 18.4°C 。

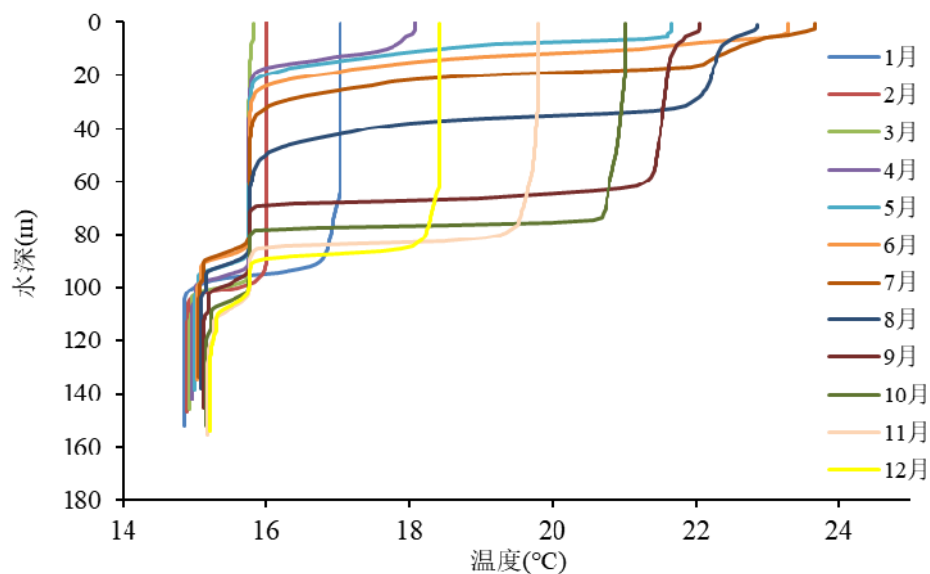


图 5.3.3-20 枯水年黄草坝水库坝前水温垂向随水深分布图

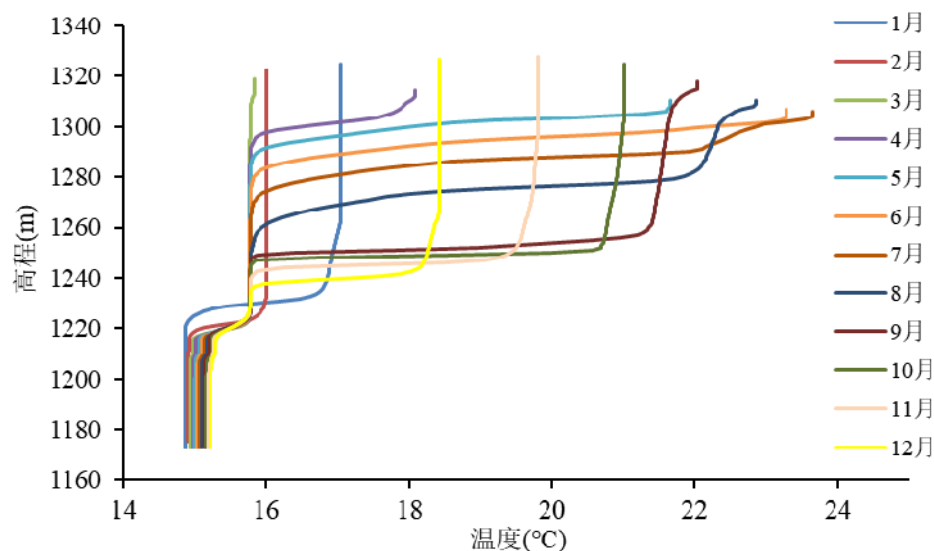
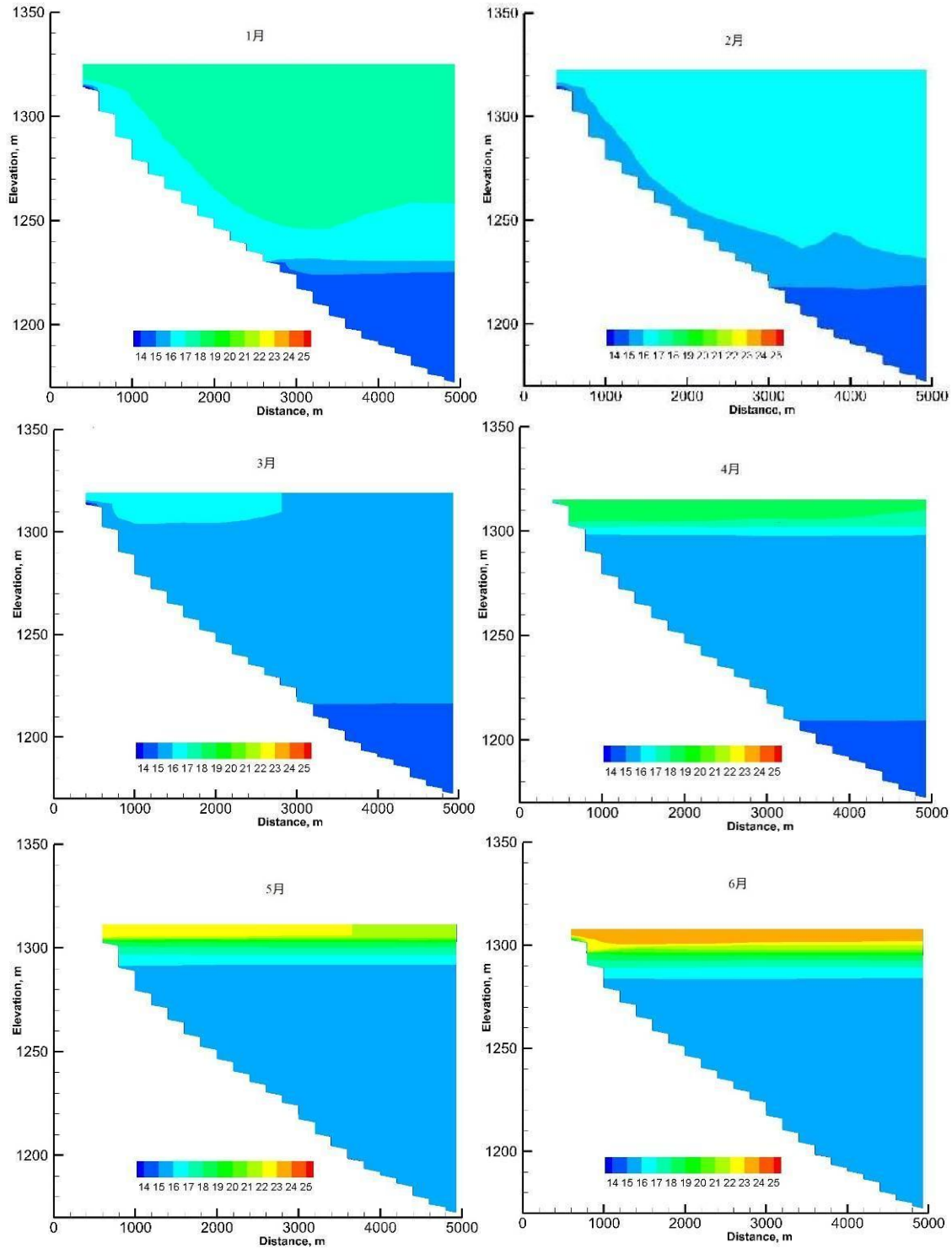


图 5.3.3-21 枯水年黄草坝水库坝前水温垂向随高程分布图

表 5.3.3-4 枯水年黄草坝水库坝前水温特征

单位: °C

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
气温	12.9	13.9	16.8	19.0	20.7	22.1	22.2	22.0	21.4	20.2	17.4	14.2
入库水温	11.9	12.3	14.2	16.5	18.4	19.1	19.4	19.1	18.8	17.1	14.3	13.7
表层水温	17.0	16.0	15.8	18.1	21.7	23.3	23.7	22.9	22.0	21.0	19.8	18.4
底层水温	14.9	14.9	14.9	15.0	15.0	15.0	15.1	15.1	15.1	15.2	15.2	15.2
表底温差	2.2	1.1	0.9	3.1	6.7	8.2	8.6	7.8	6.9	5.9	4.6	3.2



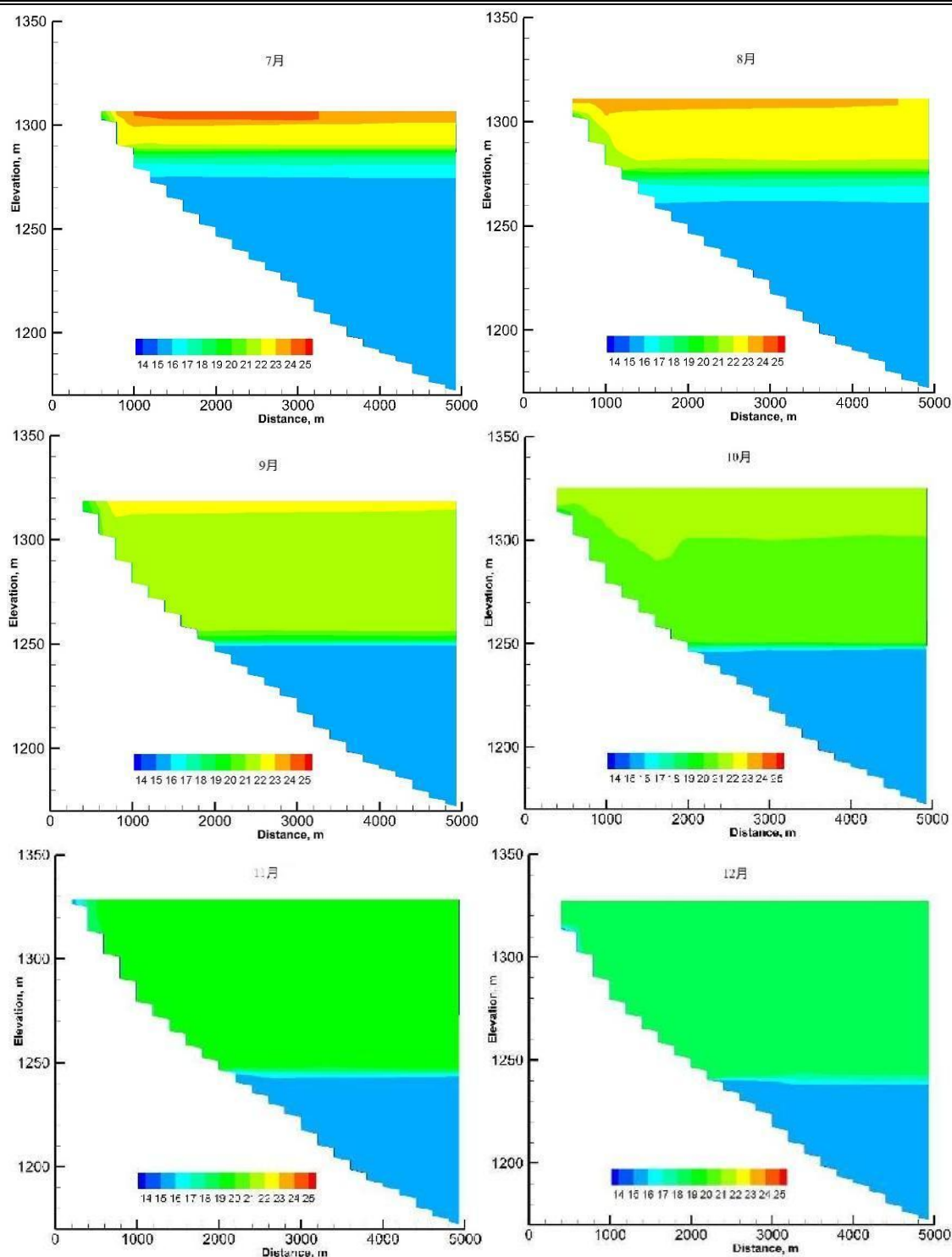


图 5.3.3-22 枯水年黄草坝水库水温立面二维图

5.3.3.11 取水水温预测分析

a) 无分层取水设施工况

取水兼发电隧洞布置在左岸，设置岸塔式进水口。典型年黄草坝水库下泄水温与坝址天然水温对比见表 5.3.3-5 与图 5.3.3-23。

丰水年不采取分层取水设施，黄草坝水库年均下泄水温比坝址天然水温增加 0.6℃。单层取水下泄水温在 4 月上旬～8 月下旬比坝址天然水温降低了 0.2℃～4.2℃，5 月下旬降幅最大，为 4.6℃。9 月上旬～次年 3 月下旬，单层取水下泄水温比坝址天然水温上升 0.4℃～5.2℃，11 月下旬水温增幅最大，为 5.2℃。

平水年不采取分层取水设施，黄草坝水库年均下泄水温比坝址天然水温增加 1.4℃。单层取水下泄水温在 4 月中旬～7 月下旬比坝址天然水温降低了 0.4℃～3.6℃，5 月下旬、7 月中旬降幅最大，为 3.6℃。8 月上旬～次年 4 月上旬，单层取水下泄水温比坝址天然水温上升 0.4℃～5.6℃，1 月下旬、11 月下旬水温增幅最大，为 5.6℃。

枯水年不采取分层取水设施，黄草坝水库年均下泄水温比坝址天然水温增加 0.8℃。单层取水下泄水温在 4 月中旬～9 月上旬比坝址天然水温降低了 0.7℃～3.8℃，5 月下旬降幅最大，为 5.8℃。9 月中旬～次年 4 月上旬，单层取水下泄水温比坝址天然水温上升 0.4℃～5.8℃，11 月下旬水温增幅最大，为 5.8℃。

表 5.3.3-5 典型代表年下泄水温与坝址水温差值 单位：℃

时间	天然下泄水温	丰水年下泄水温	平水年下泄水温	枯水年下泄水温	下泄水温与坝址水温差值		
					丰水年	平水年	枯水年
1 月上旬	13.0	16.5	17.3	17.4	3.5	4.3	4.3
1 月中旬	11.7	16.2	16.9	16.9	4.5	5.2	5.2
1 月下旬	11.1	15.9	16.6	16.6	4.8	5.6	5.5
2 月上旬	12.3	15.7	16.4	16.2	3.4	4.1	4.0
2 月中旬	12.3	15.5	16.2	16.0	3.3	4.0	3.7
2 月下旬	12.5	15.4	16.1	15.9	2.9	3.6	3.4
3 月上旬	13.6	15.3	16.0	15.8	1.7	2.4	2.2
3 月中旬	14.0	15.3	15.9	15.8	1.4	2.0	1.8
3 月下旬	15.0	15.3	15.9	15.8	0.4	1.0	0.8
4 月上旬	15.6	15.3	15.9	15.8	-0.2	0.4	0.2
4 月中旬	16.5	15.4	15.9	15.8	-1.2	-0.6	-0.7
4 月下旬	17.4	15.4	15.9	15.8	-2.0	-1.4	-1.6
5 月上旬	17.5	15.4	15.9	15.8	-2.2	-1.6	-1.7

表 5.3.3-5(续)

时间	天然下泄水温	丰水年下泄水温	平水年下泄水温	枯水年下泄水温	下泄水温与坝址水温差值		
					丰水年	平水年	枯水年
5月中旬	18.0	15.4	15.9	15.8	-2.7	-2.1	-2.2
5月下旬	19.5	15.4	15.9	15.8	-4.2	-3.6	-3.8
6月上旬	19.5	15.4	15.9	15.8	-4.1	-3.5	-3.7
6月中旬	18.8	15.4	15.9	15.8	-3.4	-2.8	-3.0
6月下旬	19.0	15.4	15.9	15.8	-3.6	-3.0	-3.2
7月上旬	19.1	15.4	15.9	15.8	-3.8	-3.2	-3.4
7月中旬	19.5	15.4	16.0	15.8	-4.2	-3.6	-3.7
7月下旬	19.4	15.4	16.4	15.8	-4.0	-3.0	-3.6
8月上旬	19.0	15.4	20.3	15.8	-3.6	1.4	-3.2
8月中旬	19.1	15.4	20.7	15.8	-3.7	1.6	-3.3
8月下旬	19.1	17.2	20.5	16.0	-1.9	1.4	-3.2
9月上旬	19.0	20.7	20.5	16.8	1.7	1.5	-2.2
9月中旬	18.7	20.4	20.4	18.8	1.8	1.8	0.1
9月下旬	18.7	20.4	20.4	20.8	1.7	1.7	2.2
10月上旬	17.7	20.2	20.2	20.7	2.4	2.5	3.0
10月中旬	16.8	20.0	20.1	20.5	3.1	3.2	3.7
10月下旬	16.8	19.7	19.9	20.2	2.9	3.0	3.4
11月上旬	14.8	19.5	19.5	19.8	4.7	4.7	5.0
11月中旬	14.8	19.1	19.2	19.5	4.3	4.4	4.7
11月下旬	13.3	18.5	18.9	19.1	5.2	5.6	5.8
12月上旬	13.8	17.9	18.5	18.7	4.0	4.7	4.8
12月中旬	15.2	17.5	18.2	18.3	2.3	3.0	3.1
12月下旬	12.3	17.0	17.7	17.8	4.7	5.5	5.5

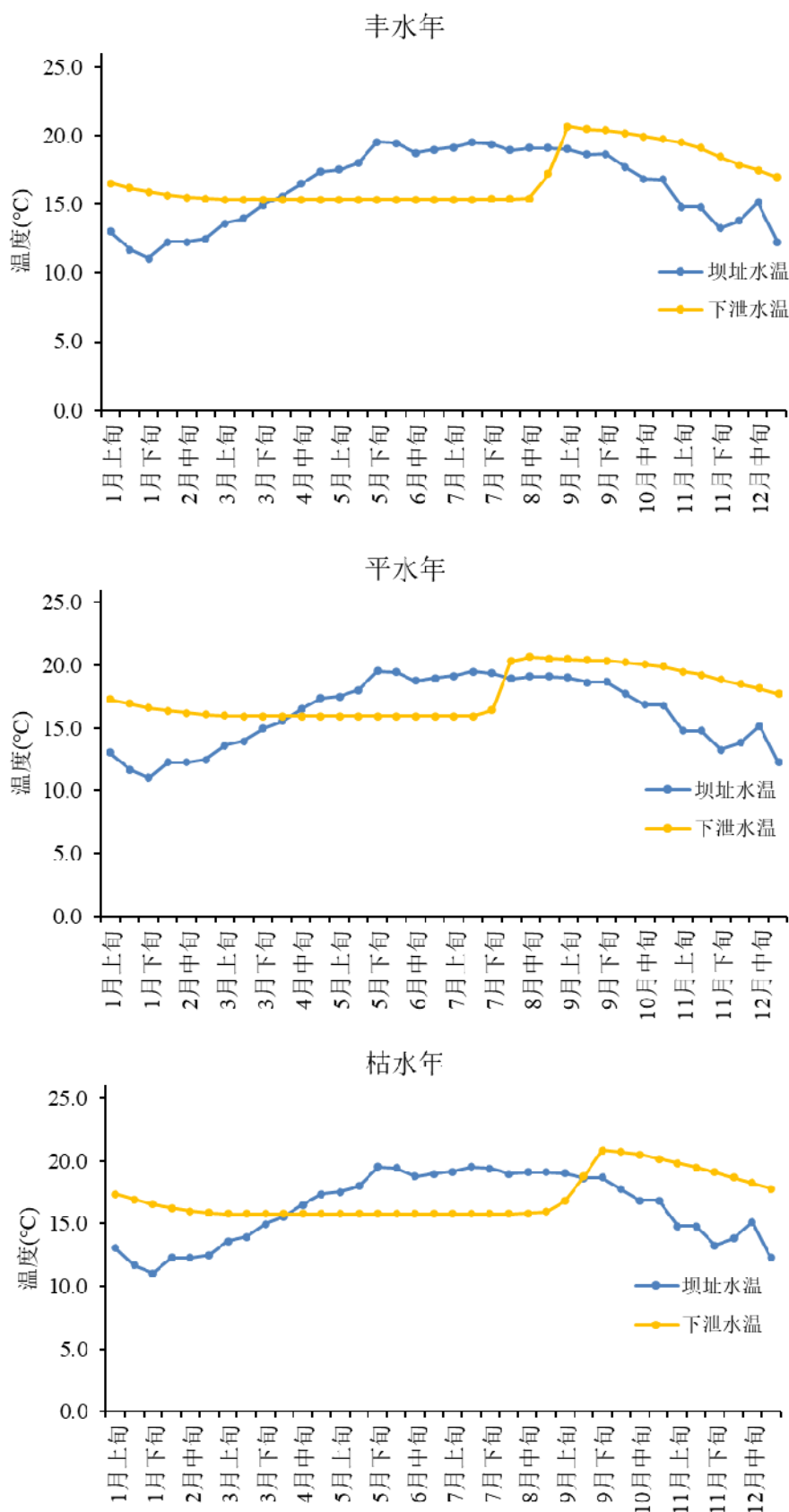


图 5.3.3-23 典型代表年下泄水温与坝址处天然水温对比

b) 叠梁门取水方案

未采取分层取水措施情况下，4月上旬～9月上旬黄草坝水库运行将导致水库下泄低温水现象。为有效减缓低温水对坝下河段水生生态和灌区农业生产的不利影响，可研设计对供水灌溉发电取水口设置叠梁门分层取水设施。叠梁门分层取水设施门顶高程 1334.0m，门高 83.0m，每节高 5.0m，共 16 节。门顶最小过流水深 2.0m、最大取表层水水深 7.0m。

丰水年，采取叠梁门分层取水措施，黄草坝水库 4 月中旬～9 月中旬下泄水温比单层取水提高 $0^{\circ}\text{C}\sim 5.5^{\circ}\text{C}$ ，低温水减缓幅度最大为 7 月下旬、8 月上旬、8 月中旬，4 月上旬、9 月下旬～10 月下旬下泄水温比单层取水降低 $0.2^{\circ}\text{C}\sim 0.9^{\circ}\text{C}$ 。4 月上旬～6 月中旬叠梁门下泄水温比坝址天然水温低 $0.1^{\circ}\text{C}\sim 3.1^{\circ}\text{C}$ ，其他时段基本消除低温水影响。

平水年，采取叠梁门分层取水措施，黄草坝水库 4 月下旬～10 月下旬下泄水温比单层取水提高 $0^{\circ}\text{C}\sim 4.7^{\circ}\text{C}$ ，低温水减缓幅度最大为 7 月上旬；4 月上旬与 4 月中旬叠梁门下泄水温比单层取水降低 $0.2^{\circ}\text{C}\sim 0.4^{\circ}\text{C}$ 。4 月上旬～6 月中旬比坝址天然水温低 $0.1^{\circ}\text{C}\sim 2.4^{\circ}\text{C}$ ，其他时段基本消除低温水影响。

枯水年，采取叠梁门分层取水措施，黄草坝水库 4 月上旬～9 月中旬下泄水温比单层取水提高 $0.2^{\circ}\text{C}\sim 3.1^{\circ}\text{C}$ ，低温水减缓幅度最大为 8 月下旬；9 月中旬～10 月下旬下泄水温比单层取水降低 $1.1^{\circ}\text{C}\sim 1.8^{\circ}\text{C}$ 。4 月中旬-8 月中旬叠梁门下泄水温比坝址天然水温低 $0.4^{\circ}\text{C}\sim 3.2^{\circ}\text{C}$ ，其他时段基本消除低温水影响。

表 5.3.3-6 丰水年叠梁门取水措施改善效果对比 单位： $^{\circ}\text{C}$

时间	坝址天然 水温	单层取水		叠梁门取水		
		下泄水温	b-a	下泄水温	d-a	d-b
	a	b	c	d	e	f
4 月上旬	15.6	15.3	-0.2	15.2	-0.4	-0.2
4 月中旬	16.5	15.4	-1.2	15.3	-1.2	0.0
4 月下旬	17.4	15.4	-2.0	15.7	-1.7	0.4
5 月上旬	17.5	15.4	-2.2	15.8	-1.7	0.5
5 月中旬	18.0	15.4	-2.7	15.9	-2.1	0.5
5 月下旬	19.5	15.4	-4.2	16.4	-3.1	1.1
6 月上旬	19.5	15.4	-4.1	17.6	-1.9	2.2

表 5.3.3-6(续)

时间	坝址天然 水温	单层取水		叠梁门取水		
		下泄水温	b-a	下泄水温	d-a	d-b
	a	b	c	d	e	f
6 月中旬	18.8	15.4	-3.4	18.7	-0.1	3.3
6 月下旬	19.0	15.4	-3.6	19.5	0.6	4.2
7 月上旬	19.1	15.4	-3.8	19.6	0.5	4.2
7 月中旬	19.5	15.4	-4.2	19.8	0.3	4.5
7 月下旬	19.4	15.4	-4.0	20.8	1.4	5.5
8 月上旬	19.0	15.4	-3.6	20.8	1.9	5.5
8 月中旬	19.1	15.4	-3.7	20.9	1.8	5.5
8 月下旬	19.1	17.2	-1.9	20.8	1.7	3.6
9 月上旬	19.0	20.7	1.7	20.9	1.9	0.3
9 月中旬	18.7	20.4	1.8	20.5	1.8	0.0
9 月下旬	18.7	20.4	1.7	20.0	1.4	-0.3
10 月上旬	17.7	20.2	2.4	19.8	2.0	-0.4
10 月中旬	16.8	20.0	3.1	19.3	2.5	-0.6
10 月下旬	16.8	19.7	2.9	18.9	2.0	-0.9

表 5.3.3-7 平水年叠梁门取水措施改善效果对比 单位: °C

时间	坝址天然 水温	单层取水		叠梁门取水		
		下泄水温	b-a	下泄水温	d-a	d-b
	a	b	c	d	e	f
4 月上旬	15.6	15.9	0.4	15.5	-0.1	-0.4
4 月中旬	16.5	15.9	-0.6	15.8	-0.7	-0.2
4 月下旬	17.4	15.9	-1.4	16.2	-1.2	0.2
5 月上旬	17.5	15.9	-1.6	16.3	-1.2	0.3
5 月中旬	18.0	15.9	-2.1	16.6	-1.4	0.7

表 5.3.3-7(续)

时间	坝址天然 水温	单层取水		叠梁门取水		
		下泄水温	b-a	下泄水温	d-a	d-b
	a	b	c	d	e	f
5 月下旬	19.5	15.9	-3.6	17.2	-2.4	1.2
6 月上旬	19.5	15.9	-3.5	17.2	-2.3	1.2
6 月中旬	18.8	15.9	-2.8	18.6	-0.1	2.7
6 月下旬	19.0	15.9	-3.0	19.9	0.9	3.9
7 月上旬	19.1	15.9	-3.2	20.6	1.5	4.7
7 月中旬	19.5	16.0	-3.6	20.5	1.0	4.6
7 月下旬	19.4	16.4	-3.0	20.7	1.3	4.3
8 月上旬	19.0	20.3	1.4	21.3	2.3	0.9
8 月中旬	19.1	20.7	1.6	21.0	1.9	0.4
8 月下旬	19.1	20.5	1.4	21.2	2.1	0.6
9 月上旬	19.0	20.5	1.5	21.3	2.3	0.8
9 月中旬	18.7	20.4	1.8	21.3	2.7	0.9
9 月下旬	18.7	20.4	1.7	21.2	2.6	0.9
10 月上旬	17.7	20.2	2.5	21.1	3.4	0.9
10 月中旬	16.8	20.1	3.2	20.6	3.8	0.6
10 月下旬	16.8	19.9	3.0	19.9	3.1	0.0

表 5.3.3-8 枯水年叠梁门取水措施改善效果对比

单位: °C

时间	坝址天然 水温	单层取水		叠梁门取水		
		下泄水温	b-a	下泄水温	d-a	d-b
	a	b	c	d	e	f
4 月上旬	15.6	15.8	1.4	15.9	0.4	0.2
4 月中旬	16.5	15.8	0.4	16.1	-0.4	0.4
4 月下旬	17.4	15.8	-0.4	16.2	-1.1	0.5

表 5.3.3-8(续)

时间	坝址天然 水温	单层取水		叠梁门取水		
		下泄水温	b-a	下泄水温	d-a	d-b
	a	b	c	d	e	f
5 月上旬	17.5	15.8	-0.6	16.2	-1.3	0.4
5 月中旬	18.0	15.8	-1.1	16.3	-1.7	0.5
5 月下旬	19.5	15.8	-2.6	16.4	-3.2	0.6
6 月上旬	19.5	15.8	-2.5	16.6	-2.9	0.8
6 月中旬	18.8	15.8	-1.8	16.9	-1.9	1.1
6 月下旬	19.0	15.8	-2	17.0	-1.9	1.3
7 月上旬	19.1	15.8	-2.2	16.7	-2.5	0.9
7 月中旬	19.5	15.8	-2.6	17.0	-2.5	1.3
7 月下旬	19.4	15.8	-2.4	17.6	-1.8	1.9
8 月上旬	19.0	15.8	-2	17.6	-1.3	1.9
8 月中旬	19.1	15.8	-2.1	18.3	-0.8	2.5
8 月下旬	19.1	16.0	-2.1	19.1	0.0	3.1
9 月上旬	19.0	16.8	-1.1	19.2	0.2	2.4
9 月中旬	18.7	18.8	1.3	19.1	0.5	0.4
9 月下旬	18.7	20.8	2.1	19.0	0.4	-1.8
10 月上旬	17.7	20.7	3.2	19.2	1.5	-1.5
10 月中旬	16.8	20.5	3.9	19.2	2.4	-1.3
10 月下旬	16.8	20.2	3.7	19.1	2.3	-1.1

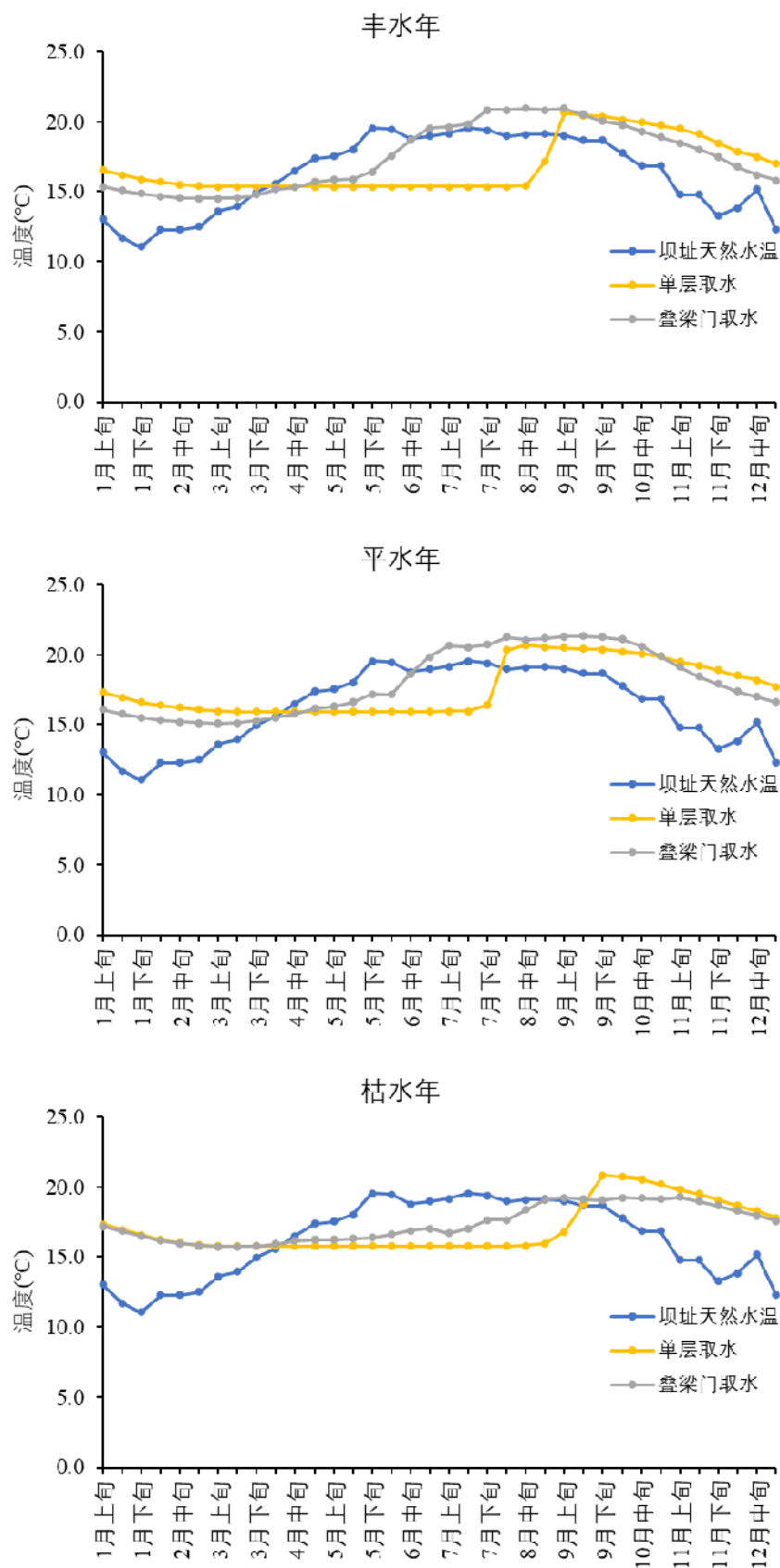


图 5.3.3-24 各典型年不同分层取水措施情况下水库下泄水温对比图

由此可见,通过采取叠梁门分层取水措施,供水水温偏低问题可以得到较大幅度的缓解,丰平枯各代表年,叠梁门措施可改善低温水影响最大 5.5℃。在主灌期 4 月~10 月,灌溉取水水温在 15.2℃~21.3℃,降低了水温对灌区农作物的影响。

5.3.3.12 水温延迟情况改善效果

a) 不采取水温减缓措施

黄草坝水库各典型年水温延迟情况对比见表 5.3.3-9。由表可知,丰、平、枯水年水库下泄水温延迟现象明显。在 4 月~10 月,天然水温最高出现时段为 7 月中旬;各典型年单层取水下泄水温最高值分别出现在 9 月上旬、8 月中旬与 9 月下旬。

以水温达到 17℃的时段情况进行分析,升温期丰水年 8 月下旬下泄水温达到 17℃,较天然延迟了 12 旬;平水年 8 月上旬下泄水温达到 17℃,较天然延迟了 10 旬;枯水年 9 月中旬下泄水温达到 17℃,较天然延迟了 14 旬。

表 5.3.3-9 黄草坝水库不同典型年 3 月~10 月下泄水温延迟情况比较

项目		天然情况	丰水年	丰水年与天然情况差异	平水年	平水年与天然情况差异	枯水年	枯水年与天然情况差异
最高温出现时段		7 月中旬	9 月上旬	5 旬	8 月中旬	3 旬	9 月下旬	7 旬
最低温出现时段		4 月上旬	4 月上旬	0 旬	4 月上旬	0 旬	4 月上旬	0 旬
升温期	17℃	4 月下旬	8 月下旬	12 旬	8 月上旬	10 旬	9 月中旬	14 旬

b) 叠梁门取水

采用叠梁门后,升温期丰水年、平水年和枯水年下泄水温达到 17℃的时间分别为 6 月上旬、5 月下旬和 6 月下旬,较单层取水方案提前了 8 旬、7 旬与 8 旬。

表 5.3.3-10 叠梁门运行后不同典型年下泄水温延迟情况比较

项目	单层取水		叠梁门取水	
	到达 17℃的时间	延迟时间	到达 17℃的时间	延迟时间
天然水温	4 月下旬			
丰水年	8 月下旬	12 旬	6 月上旬	4 旬
平水年	8 月上旬	10 旬	5 月下旬	3 旬
枯水年	9 月中旬	14 旬	6 月下旬	6 旬

5.3.3.13 坝下河道水温影响预测分析

a) 计算公式简介

为了预测河道水温的变化规律,许多学者根据工程研究或者大量的水温数据提出了各种计算河流的经验公式,其中运用气象因子估算河道水温的经验公式较为常见。白振营(1999)将气温与水温的关系粗略的假定为线性关系,认为气温是影响水温的最大因素。李晓路等(1995)采用丹江口水库多个水文站建库前后的水温观测资料进行线性回归分析,提出了相应的回归方程。辛向文、周孝德(2010)结合某流域气象、水温实测资料,分析影响天然河道中的水温变化因子,以非线性拟合的方法建立了各因子与水温变化之间的响应关系,最终使用拟合计算与海拔修正相结合的方法估算天然水温。李克锋等(2006)在分析水温原型观测和气温资料的基础上,综合考虑了气温、风速和相对温度对水温的影响,并根据它们之间的相关关系进行了非线性函数拟合,得到一种综合利用气温、风速和相对湿度估算水温的新公式,与此前公式比较,它不再是单一考虑了气温对水温的影响,其计算结果也更加接近现实情况。此次使用陈辉的经验公式对坝下河道水温影响进行预测分析。

b) 经验公式法

水温恢复距离经验公式法计算公式如下:

$$X = \frac{-86400\rho CQ}{[109 + Lf(w)p(0.00061Pa + b)]B} \ln \left(\frac{T_E - T_W}{T_E - T_0} \right)$$

河道沿程恢复过程采用如下经验公式:

$$T_{xW} = T_0 + (T_E - T_0) \left\{ 1 - \exp \left[\frac{[(109 + Lf(w)p(0.00061Pa + b)]BX}{-86400\rho CQ} \right] \right\}$$

式中:

X —水温恢复距离(km);

Q —下泄流量(m^3/s);

B —河段水面宽度(m);

T_W —平衡水温($^{\circ}C$);

T_0 —恢复起始水温,采用下泄水温($^{\circ}C$);

T_E —河段天然水温($^{\circ}\text{C}$);

C 、 ρ —水的比热、密度; $C=1.0003$, $\rho=1000$;

P_a —大气压(标准大气压), Pa;

b —常数, 水温在 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$ 时, $b=0.52$, $10\sim 30^{\circ}\text{C}$ 时, $b=1.13$;

L —汽化潜热, 在 $0\sim 40^{\circ}\text{C}$ 范围, $L=597.31-0.5631T_w$;

$f(\omega)$ —风函数, $f(\omega)=0.22\times 10^{-3}(1+0.31W_{200}^2)^{1/2}$ 。

c) 坝下河道水温预测

表 5.3.3-11~13 对典型丰、平、枯水年采取叠梁门分层取水措施前后坝下各典型断面水温恢复情况进行了对比。

丰水年 4 月~10 月采用单层取水措施时, 相比天然水温, 水产种质资源保护区起点与保护区终点断面水温最大降幅分别为 4.1 与 3.6°C ; 采用叠梁门取水时, 保护区起点与保护区终点断面水温最大降幅分别为 3.0°C 和 2.6°C 。

平水年 4 月~10 月采用单层取水措施时, 相比天然水温, 水产种质资源保护区起点与保护区终点断面水温最大降幅分别为 3.5°C 、 3.6°C ; 采用叠梁门取水时, 保护区起点与保护区终点断面水温最大降幅分别为 2.3°C 和 2.4°C 。

枯水年 4 月~10 月采用单层取水措施时, 相比天然水温, 水产种质资源保护区起点与保护区终点断面水温最大降幅分别为 3.6°C 、 2.9°C ; 采用叠梁门取水时, 保护区起点与保护区终点断面水温最大降幅分别为 3.0°C 和 2.4°C 。

枢纽下泄流量主要由发电尾水、生态流量和水库弃水组成, 其中发电尾水和生态流量取自左岸岸塔式进水口, 由于采用了叠梁门分层取水设施, 取水水温较天然水温降低幅度相对不大。坝址下游 8.5km 至下游 45.0km 为小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区, 其中分布有鱼类 47 种, 保护区主要保护对象是中国结鱼 *Tor sinensis*、云南吻孔鲃 *Poropuntius huangchuchieni*、后背鲃 *Percocypris retrodorsalis*、野结鱼(大鳞结鱼) *Tor tambra*, 均为鲤形目鲤科鲃亚科鱼类。鱼类产卵繁殖主要受水温、水位、流速等因素的影响, 且温度因素是主要因素之一, 低温水对鱼类的影响主要是一方面延迟鱼类的生长速度, 另一方面对于繁殖期的鱼类, 会因为水温过低而繁殖失败。

通过采取叠梁门取水措施, 4 月~10 月下泄水温在 $15.2^{\circ}\text{C}\sim 21.3^{\circ}\text{C}$, 与天然水温

的差距已经不大。而且，就坝下保护区各鱼类零星产卵场而言，多数保护对象都在雨季早期繁殖，下游支流南埂河、帕庄河、暖里河、勐烈河、芒费小河、独达河等的汇入流量较多，此时保护区内河流水体水温与天然水温相比几乎没有变化，因此水温变化对保护区鱼类产卵场的影响较小。

表 5.3.3-11 丰水年黄草坝水库下游各断面预测水温

单位: °C

丰水年	坝址					保护区起点(8.5km)					保护区终点(45.0km)				
旬均水温	天然水温	单层取水	叠梁门取水	单层-天然	叠梁门-天然	天然水温	单层取水	叠梁门取水	单层-天然	叠梁门-天然	天然水温	单层取水	叠梁门取水	单层-天然	叠梁门-天然
4月上旬	15.6	15.3	15.2	-0.2	-0.4	15.6	15.4	15.2	-0.2	-0.4	15.6	15.4	15.3	-0.1	-0.3
4月中旬	16.5	15.4	15.3	-1.1	-1.2	16.5	15.5	15.4	-1.0	-1.0	16.5	15.8	15.8	-0.6	-0.6
4月下旬	17.4	15.4	15.7	-2.0	-1.7	17.5	15.5	15.9	-1.9	-1.6	17.7	16.3	16.5	-1.5	-1.2
5月上旬	17.5	15.4	15.8	-2.2	-1.7	17.7	15.4	15.9	-2.3	-1.8	18.1	15.5	16.0	-2.5	-2.1
5月中旬	18.0	15.4	15.9	-2.7	-2.1	18.1	15.4	15.9	-2.7	-2.2	18.3	15.5	16.0	-2.9	-2.3
5月下旬	19.5	15.4	16.4	-4.2	-3.1	19.5	15.5	16.5	-4.1	-3.0	19.6	16.0	16.9	-3.5	-2.6
6月上旬	19.5	15.4	17.6	-4.1	-1.9	19.5	15.5	17.6	-4.0	-1.9	19.6	16.0	17.9	-3.6	-1.7
6月中旬	18.8	15.4	18.7	-3.4	-0.1	18.3	15.4	18.7	-2.9	0.4	17.0	15.4	18.6	-1.6	1.6
6月下旬	19.0	15.4	19.5	-3.6	0.6	18.4	15.4	19.5	-3.0	1.1	17.0	15.4	19.4	-1.5	2.5
7月上旬	19.1	15.4	19.6	-3.8	0.5	18.6	15.4	19.6	-3.3	1.0	17.3	15.4	19.6	-1.9	2.3
7月中旬	19.5	15.4	19.8	-4.2	0.3	19.2	15.4	19.8	-3.8	0.6	18.3	15.4	19.8	-2.9	1.5
7月下旬	19.4	15.4	20.8	-4.0	1.4	19.1	15.4	20.8	-3.7	1.8	18.2	15.4	20.8	-2.8	2.6
8月上旬	19.0	15.4	20.8	-3.6	1.9	18.5	15.4	20.8	-3.1	2.4	17.1	15.4	20.8	-1.7	3.6
8月中旬	19.1	15.4	20.9	-3.7	1.8	18.7	15.4	20.9	-3.2	2.3	17.5	15.5	20.9	-2.0	3.4

表 5.3.3-11(续)

丰水年	坝址					保护区起点(8.5km)					保护区终点(45.0km)				
旬均水温	天然 水温	单层 取水	叠梁门 取水	单层 -天然	叠梁门 -天然	天然 水温	单层 取水	叠梁门 取水	单层 -天然	叠梁门 -天然	天然 水温	单层 取水	叠梁门 取水	单层 -天然	叠梁门- 天然
8 月下旬	19.1	17.2	20.8	-1.9	1.7	18.7	17.2	20.8	-1.5	2.1	17.7	17.2	20.8	-0.5	3.1
9 月上旬	19.0	20.7	20.9	1.6	1.9	18.5	20.7	20.9	2.1	2.4	17.3	20.6	20.9	3.4	3.6
9 月中旬	18.7	20.4	20.5	1.8	1.8	18.2	20.4	20.5	2.3	2.3	16.9	20.4	20.4	3.5	3.5
9 月下旬	18.7	20.4	20.0	1.7	1.4	18.2	20.4	20.0	2.1	1.8	17.0	20.3	20.0	3.3	3.0
10 月上旬	17.7	20.2	19.8	2.4	2.0	17.2	20.1	19.7	2.9	2.5	15.8	20.0	19.6	4.2	3.8
10 月中旬	16.8	20.0	19.3	3.1	2.5	16.3	19.9	19.3	3.7	3.0	14.8	19.7	19.1	5.0	4.3
10 月下旬	16.8	19.7	18.9	2.9	2.0	16.3	19.7	18.9	3.4	2.5	15.1	19.6	18.8	4.6	3.7

表 5.3.3-12 平水年黄草坝水库下游各断面预测水温

单位: °C

丰水年	坝址					保护区起点(8.5km)					保护区终点(45.0km)				
旬均水温	天然 水温	单层 取水	叠梁门 取水	单层 -天然	叠梁门 -天然	天然 水温	单层 取水	叠梁门 取水	单层 -天然	叠梁门 -天然	天然 水温	单层 取水	叠梁门 取水	单层 -天然	叠梁门- 天然
4月上旬	15.6	15.9	15.5	0.4	-0.1	15.6	15.9	15.5	0.3	-0.1	15.6	15.8	15.5	0.2	0.0
4月中旬	16.5	15.9	15.8	-0.6	-0.7	16.5	16.0	15.8	-0.5	-0.7	16.5	16.1	16.0	-0.3	-0.4
4月下旬	17.4	15.9	16.2	-1.4	-1.2	17.5	16.2	16.4	-1.3	-1.1	17.7	17.0	17.1	-0.8	-0.7
5月上旬	17.5	15.9	16.3	-1.6	-1.2	17.7	16.0	16.4	-1.6	-1.3	18.1	16.4	16.7	-1.6	-1.3
5月中旬	18.0	15.9	16.6	-2.1	-1.4	18.1	16.0	16.7	-2.1	-1.4	18.3	16.3	16.8	-2.1	-1.5
5月下旬	19.5	15.9	17.2	-3.6	-2.4	19.5	16.0	17.2	-3.5	-2.3	19.6	16.4	17.5	-3.2	-2.1
6月上旬	19.5	15.9	17.2	-3.5	-2.3	19.5	16.0	17.2	-3.5	-2.3	19.6	16.1	17.2	-3.6	-2.4
6月中旬	18.8	15.9	18.6	-2.8	-0.1	18.3	16.0	18.6	-2.3	0.3	17.0	16.0	18.6	-1.0	1.6
6月下旬	19.0	15.9	19.9	-3.0	0.9	18.4	15.9	19.9	-2.5	1.4	17.0	15.9	19.8	-1.0	2.9
7月上旬	19.1	15.9	20.6	-3.2	1.5	18.6	16.0	20.6	-2.7	2.0	17.3	16.0	20.6	-1.3	3.3
7月中旬	19.5	16.0	20.5	-3.6	1.0	19.2	16.0	20.5	-3.2	1.3	18.3	16.0	20.5	-2.4	2.2
7月下旬	19.4	16.4	20.7	-3.0	1.3	19.1	16.4	20.7	-2.6	1.6	18.2	16.4	20.7	-1.8	2.5
8月上旬	19.0	20.3	21.3	1.4	2.3	18.5	20.3	21.3	1.9	2.8	17.1	20.3	21.2	3.1	4.0
8月中旬	19.1	20.7	21.0	1.6	1.9	18.7	20.7	21.0	2.0	2.4	17.5	20.6	20.9	3.1	3.5
8月下旬	19.1	20.5	21.2	1.4	2.1	18.7	20.5	21.2	1.8	2.4	17.7	20.4	21.1	2.8	3.4



表 5.3.3-12(续)

丰水年	坝址					保护区起点(8.5km)					保护区终点(45.0km)				
旬均水温	天然 水温	单层 取水	叠梁门 取水	单层 -天然	叠梁门 -天然	天然 水温	单层 取水	叠梁门 取水	单层 -天然	叠梁门 -天然	天然 水温	单层 取水	叠梁门 取水	单层 -天然	叠梁门- 天然
9 月上旬	19.0	20.5	21.3	1.5	2.3	18.5	20.5	21.3	2.0	2.8	17.3	20.3	21.1	3.1	3.9
9 月中旬	18.7	20.4	21.3	1.7	2.7	18.2	20.4	21.3	2.2	3.2	16.9	20.3	21.2	3.4	4.3
9 月下旬	18.7	20.4	21.2	1.7	2.6	18.2	20.4	21.2	2.1	3.0	17.0	20.3	21.2	3.3	4.1
10 月上旬	17.7	20.2	21.1	2.5	3.3	17.2	20.2	21.1	3.0	3.9	15.8	20.2	21.0	4.4	5.2
10 月中旬	16.8	20.1	20.6	3.2	3.8	16.3	20.0	20.6	3.8	4.3	14.8	19.9	20.4	5.1	5.6
10 月下旬	16.8	19.9	19.9	3.0	3.1	16.3	19.8	19.8	3.5	3.5	15.1	19.6	19.6	4.5	4.5

表 5.3.3-13 枯水年黄草坝水库下游各断面预测水温

单位: °C

丰水年	坝址					保护区起点(8.5km)					保护区终点(45.0km)				
旬均水温	天然 水温	单层 取水	叠梁门 取水	单层 -天然	叠梁门 -天然	天然 水温	单层 取水	叠梁门 取水	单层 -天然	叠梁门 -天然	天然 水温	单层 取水	叠梁门 取水	单层 -天然	叠梁门- 天然
4月上旬	15.6	15.8	15.9	0.2	0.4	15.6	15.7	15.9	0.1	0.3	15.6	15.7	15.7	0.1	0.1
4月中旬	16.5	15.8	16.1	-0.7	-0.4	16.5	15.9	16.2	-0.6	-0.3	16.5	16.1	16.3	-0.3	-0.2
4月下旬	17.4	15.8	16.2	-1.6	-1.1	17.5	16.0	16.4	-1.4	-1.0	17.7	16.9	17.1	-0.8	-0.6
5月上旬	17.5	15.8	16.2	-1.7	-1.3	17.7	15.8	16.3	-1.8	-1.4	18.1	16.2	16.6	-1.8	-1.5
5月中旬	18.0	15.8	16.3	-2.2	-1.7	18.1	15.8	16.3	-2.3	-1.8	18.3	16.1	16.5	-2.3	-1.8
5月下旬	19.5	15.8	16.4	-3.8	-3.1	19.5	16.0	16.6	-3.6	-3.0	19.6	16.7	17.2	-2.8	-2.4
6月上旬	19.5	15.8	16.6	-3.7	-2.9	19.5	16.0	16.7	-3.5	-2.8	19.6	16.7	17.3	-2.9	-2.3
6月中旬	18.8	15.8	16.9	-3.0	-1.9	18.3	15.8	16.9	-2.4	-1.4	17.0	16.0	16.9	-1.0	-0.1
6月下旬	19.0	15.8	17.0	-3.2	-1.9	18.4	15.8	17.1	-2.6	-1.4	17.0	15.8	17.0	-1.1	0.1
7月上旬	19.1	15.8	16.7	-3.4	-2.5	18.6	15.8	16.7	-2.8	-1.9	17.3	15.8	16.7	-1.5	-0.6
7月中旬	19.5	15.8	17.0	-3.7	-2.5	19.2	15.8	17.1	-3.4	-2.1	18.3	15.9	17.1	-2.4	-1.2
7月下旬	19.4	15.8	17.6	-3.6	-1.8	19.1	15.8	17.6	-3.3	-1.4	18.2	15.9	17.7	-2.4	-0.6
8月上旬	19.0	15.8	17.6	-3.2	-1.3	18.5	15.8	17.6	-2.7	-0.8	17.1	15.8	17.6	-1.3	0.5
8月中旬	19.1	15.8	18.3	-3.3	-0.8	18.7	15.8	18.3	-2.8	-0.3	17.5	15.8	18.3	-1.6	0.9



表 5.3.3-13(续)

丰水年	坝址					保护区起点(8.5km)					保护区终点(45.0km)				
旬均水温	天然 水温	单层 取水	叠梁门 取水	单层 -天然	叠梁门 -天然	天然 水温	单层 取水	叠梁门 取水	单层 -天然	叠梁门 -天然	天然 水温	单层 取水	叠梁门 取水	单层 -天然	叠梁门- 天然
8 月下旬	19.1	16.0	19.1	-3.2	0.0	18.7	16.0	19.1	-2.7	0.4	17.7	16.0	19.1	-1.7	1.4
9 月上旬	19.0	16.8	19.2	-2.2	0.2	18.5	16.8	19.2	-1.7	0.7	17.3	16.8	19.2	-0.4	1.9
9 月中旬	18.7	18.8	19.1	0.1	0.5	18.2	18.8	19.1	0.6	1.0	16.9	18.7	19.1	1.8	2.2
9 月下旬	18.7	20.8	19.0	2.2	0.4	18.2	20.8	19.0	2.6	0.8	17.0	20.7	18.9	3.7	1.9
10 月上旬	17.7	20.7	19.2	3.0	1.5	17.2	20.7	19.2	3.5	2.0	15.8	20.6	19.1	4.8	3.4
10 月中旬	16.8	20.5	19.2	3.7	2.4	16.3	20.5	19.2	4.2	2.9	14.8	20.3	19.1	5.6	4.3
10 月下旬	16.8	20.2	19.1	3.4	2.3	16.3	20.1	19.1	3.8	2.8	15.1	19.9	18.9	4.8	3.9

5.3.4 地下水影响预测

根据现场查勘及资料收集成果，流域内无集中式地下水饮用保护区，也没有地下水水源地，现状居民饮用水多为地表水。

5.3.4.1 施工期对地下水的影响

工程施工期对地下水的影响主要表现在引水隧洞施工开挖对地下水的影响。

工程地下隧洞的施工开挖将影响开挖区的地下水排泄途径，对地下水水位、水量产生影响，特别是施工期开挖后未衬砌时将使得区域地下水位明显下降。本工程输水隧洞开挖过程中遇到岩溶地段，可能会发生岩溶地下水突水，隧洞开挖后，可能引起沿线局部地下水位的下降，并在洞室附近范围内形成一个以开挖底板为新的地下水排泄基准面，但隧洞工程施工完毕后，工程各防渗措施均以实施并开始发挥作用，在周边各类补给条件下，周边地下水很快可恢复至新的动态平衡。因此，隧洞的开挖不会引起沿线地下水位的大幅下降和对工程区地下水环境产生影响。根据现场调查，枢纽工程区和输水线路沿线隧洞上方无居民点分布，不存在因隧洞施工对居民饮用水的影响。

施工期地下水污染途径主要有混凝土拌合系统废水、机械修配厂含油废水和生活污水，施工污废水在产生、收集或处理过程中可能会有少量污废水渗入地下，从而造成地下水污染，特别是在事故条件下，主要影响区域为局部浅层地下水。根据已有同类项目的地下水水质影响结果，溶区若地下水受到污染，则污染物的扩散迁移距离较大，污染物容易扩散，受到污染的范围较大。因此地下水的保护应以预防为主，施工生产设施及生活区不能布置在可能存在岩溶管道的地方，生产区和生活区需采用粘土和混凝土等填实，做好防渗措施。污废水处理设施须进行定期检查(监测频率小于 100 天)，及时发现并采取相应措施(如堵住泄漏管道、采用防渗墙等)减少和杜绝其冒滴漏现象，杜绝形成持续的污染源，使其对周边地下水的影响降至最小。

5.3.4.2 运行期对地下水的影响

坝址河段位于小黑江上游干流上，坝址距南板河和海庆河汇河口处直线距离约 0.6km。水库工程区属于侵蚀、剥蚀中山峡谷地貌，河道深切，两岸山体坡度多在 30° 以上；小黑江坝址区段河道高程 1190m~1200m，两岸分水岭高程 1900m~2500m，相对高差 800m~1300m，山体浑厚；小黑江为工程区最低侵蚀基准面，两岸不存在低于正常蓄水位的沟谷；库盆地层为白垩系下统景星组(K_{1j})和曼岗组(K_{1m})的碎屑岩，

分布连续且厚度大，封闭条件好。综上所述，库区不存在渗漏问题。

水库为峡谷河道型水库，两岸山高林密，地形坡度大，在水库正常蓄水区附近无耕地和民房分布，不存在水库淹没问题。

本项目灌区的灌溉回归水除少量(约占总量的 21%)被蒸发和渗入土壤深层外，大部分(约占总量的 79%)将通过田间小型排水沟回归至灌区内的河流水系。引起灌区地下水位变化，同时对地下水水质产生影响。工程运行后灌溉回归水量变化不大，对地下水水位的影响很小；灌溉渗水在经过土壤粒的吸附和其他生物化学作用，污染物质大幅度降解，灌溉渗水对地下水水质的影响较小，工程运行对地下水环境的影响不大。

5.4 生态环境影响预测与评价

5.4.1 对土地利用的影响

工程占地总面积为 771.18hm²，其中永久占地面积 357.82hm²，临时占地面积 413.36hm²。工程占地土地利用类型见表 5.4.1。

表 5.4.1 工程占用土地利用类型面积统计表 单位：hm²

土地利用类型			永久占地	临时占地	占地合计	占比%
林地	乔木林地	季风常绿阔叶林	112.31	39.74	152.05	19.72
		落叶阔叶林	3.52	2.38	5.90	0.77
		暖热性针叶林	153.06	167.81	320.86	41.61
		人工用材林	1.66	14.31	15.97	2.07
		乔木林地	270.55	224.24	494.78	64.16
	灌木林地		10.90	37.29	48.19	6.25
园地	园地	7.06	13.45	20.51	2.66	
耕地	水田	16.40	40.72	57.12	7.41	
	旱地	34.93	96.42	131.35	17.03	
交通运输用地			11.43	-	11.43	1.48
住宅用地	农村宅基地		0.02	0.01	0.03	0.00
水域及水利设施用地	河流水面		6.53	1.24	7.77	1.01
工程占地合计			357.82	413.36	771.18	100.0

其中，工程占用乔木林地面积 494.78hm²，占工程总占地面积的 64.16%；占用灌木林地面积 48.19hm²，占工程总占地面积的 6.25%；占用园地面积 20.51hm²，占工程总占地面积的 2.66%；占用耕地面积 188.48hm²，占工程总占地面积的 24.44%；占用交通运输用地 11.43hm²，占工程总占地面积的 1.48%；工程占用水域及水利设施用地 7.77hm²，占工程总占地面积的 1.01%；工程还占用少量住宅用地农村宅基地约 0.03hm²。

项目建设对评价区的土地利用结构有一定影响，林业用地、农业用地和其他用地等面积都有所减少，其中影响面积最多的是乔木林地。

5.4.2 对生态系统的影响

5.4.2.1 对生态系统组成的影响

评价区内生态系统由自然生态系统和人工生态系统组成，具体包括森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、农田生态系统和城镇生态系统。本工程建设会对评价区原有生态系统产生不利影响，主要影响因素有工程占地、库区蓄水、施工活动等，其中，工程占地及库区蓄水对评价区生态系统的影响较大，影响最大的生态系统为森林生态系统和湿地生态系统。

表 5.4.2-1 工程建设前后评价区生态系统类型变化表

类型	建设前		建设后		变化量	
	面积(hm ²)	比例	面积(hm ²)	比例	面积(hm ²)	比例
森林生态系统	6094.16	61.61%	5823.61	58.88%	-270.55	-2.74%
灌丛生态系统	616.97	6.24%	606.07	6.13%	-10.9	-0.11%
湿地生态系统	116.09	1.17%	467.06	4.72%	350.97	3.55%
农田生态系统	2309	23.34%	2250.61	22.75%	-58.39	-0.59%
城镇生态系统	754.91	7.63%	743.78	7.52%	-11.13	-0.11%
总计	9891.13	100%	9891.13	100%	0	0

由上表数据可知，受项目征占地影响的生态系统主要为森林生态系统和湿地生态系统。受影响的森林生态系统主要来源于水库淹没及施工布置区的占用，项目征占地及水库淹没区林地树种主要为思茅松、栲属等当地常见种，森林生态系统面积损失 270.55hm²。施工结束后，湿地生态系统面积增加 350.97hm²。

5.4.2.2 对生态系统结构和功能的影响

生态系统结构主要包括组分结构、时空结构和营养结构三个方面。

a) 组分结构

组分结构主要讨论的是生物群落的种类组成及各组分之间的量比关系。通过对比施工前后土地利用类型和生态系统类型变化可知，评价区内森林生态系统在工程建设前后均占优势，林地、草地、耕地等均有所减少，但减少的面积较小，变化幅度较小。而由于工程水库蓄水运行的影响，区域水域面积增加幅度较大，因此，评价区内的生态系统组分结构发生了幅度较小的变化，表现为林地、耕地等转变为建设用地和水域。

b) 时空结构

时空结构包括水平分布上的镶嵌性、垂直分布上的成层性和时间上的发展演替特征，即水平结构、垂直结构和时空分布格局。

水平结构：生态系统的水平结构是指在一定生态区域内生物类群在水平空间上的组合与分布，主要受地形、水文、土壤、气候等环境因子的影响。评价区内植被的水平分布来源于人为干扰强度不同及上下库地形地貌差异。枢纽区山体陡峭，村落零散分布，人为干扰小，自然植被分布较为连续，群落结构组成相对多样。

垂直结构：不同类型生态系统在海拔高度不同的生境上的垂直分布和生态系统内部不同类型物种及不同个体的垂直分层两个方面。蓄水主要淹没耕地、村落、林地，水位的升高使得原持水量较低的土壤水分增加，改变了生态系统垂直分布的重要影响的因子，陆生生境变为库塘或近水生境，造成现有陆生生境减少。库区蓄水后，在一定程度上会影响周边水热条件，可能会促进山顶林地的演替。

时空分布格局：生态系统的时空分布格局表现为生态系统的演替。工程建设影响的范围较小，影响到的植被类型在评价区内较为常见，对生态系统在水平结构和垂直结构上的影响均较小。

c) 营养结构

营养结构是指生态系统中生物与生物之间，生产者、消费者和分解者之间以食物营养为纽带所形成的食物链和食物网。生产者是生态系统营养结构的基础，也是本工程建设的直接影响对象。评价区内的生产者包括乔木、灌木、草本、农作物等能进行光合作用的生物类群，消费者为栖息于植物群落中的人类和动物等，工程建设占用了

部分陆生植物和动物的生境，但水库淹没珍稀特有植物和珍稀动物生境是少量的。水库蓄水后，水分条件的改变为各种植物生长创造了较好的环境，对改善植物物种有一定作用。由于植物生长条件的改善和水库对人为破坏植被、捕杀野生动物的阻隔作用，为野生动物创造了较好的栖息环境。水库淹没使得水域面积增加，在一定程度上将原有的陆生生境变为水生或湿生环境，增加了湿地植物和湿地动物的栖息环境，增加区域的生物多样性。总体来说，对评价区内生态系统的营养结构影响是有利的。

5.4.2.3 对生态系统服务功能的影响

根据《云南省生态功能区划》(2009 年 11 月)，评价区主要生态系统服务功能为以思茅松原始林保护和人工林建设为主的生态林业建设、生态农业和生态城镇建设。

a) 对思茅松原始林保护和人工林建设为主的生态林业建设的影响

评价的思茅松原始林主要分布在枢纽工程区、输水线路区的北部，人工林主要分布在输水线路区的中部和南部。工程的蓄水淹没、施工占地和施工活动会对工程建设区域的林木进行淹没、砍伐和清除，破坏区域森林植被，使思茅松原始林和人工林数量减少。工程永久占地将造成思茅松原始林减少 153.06hm^2 面积，占评价区比例的 7.28%，工程建设对思茅松原始林保护有一定的不利影响，这种影响可以通过建设思茅松人工林减缓。工程永久占地将造成人工林减少 1.66hm^2 面积，占评价区比例的 1.76%，所占比例很小，工程建设对人工林的建设的不良影响较小。

本工程运行后，工程建设会使区域水资源得到合理调配，区域洪水和干旱的发生几率降低，有利于森林生态系统的水文调蓄和水源涵养，加上区域交通条件的改善，工程建设对生态林业建设具有一定的有利影响。

b) 对生态农业和生态城镇建设的影响

工程建设将占用耕地 188.47hm^2 (其中永久占用 51.33hm^2 ，临时占用 137.14hm^2)，占用园地 20.51hm^2 (其中永久占用 7.06hm^2 ，临时占用 13.45hm^2)，工程建设占用一定面积的耕地和园地，对区域的农业生产和农产品提供造成一定的损失。工程运行后，将提高本区域农田、园地的灌溉效率，改善区域农业植被缺水环境，保障农业植被的生长、生产用水，加上区域交通条件的改善，对生态农业和生态城镇总体是有利影响。

5.4.3 对陆生植被的影响

5.4.3.1 施工期对植物及植被的影响

a) 枢纽工程区对植物及植被的影响

1) 施工占地对植物及植被的影响

(1) 永久占地对植物及植被的影响

黄草坝水库枢纽工程永久占地面积 137.96hm²。永久占用自然植被面积 103.79hm²，分别占用山地雨林 10.17hm²、常绿阔叶林 15.99hm²、占用落叶阔叶林 0.92hm²，占用暖温性针叶林 71.10hm²，占用暖热性灌丛 5.61hm²；永久占用人工植被 19.96hm²，其中占用人工经济林 3.92hm²，占用耕地 16.04hm²；占用其他土地面积 1.23hm²。枢纽工程永久占地区植被以暖热性针叶林、季风常绿阔叶林为主，说明永久占地对区域针叶林、阔叶林的影响相对较大，对其它植被的影响相对较小。

表 5.4.3-1 枢纽工程区永久占地对植被的影响 单位：hm²

植被属性	植被类型	枢纽工程区	评价区同植被类型面积	评价区同比 (%)	平均生物量 (t/hm ²)	生物量损失(t)	评价区同植被类型生物量	占比 (%)
自然植被	山地雨林	10.17	61.46	16.55	400	4068	24584.00	16.55
	季风常绿阔叶林	15.99	2240.6	0.71	350	9156	784210.00	1.17
	暖温性落叶阔叶林	0.92	743.64	0.12	300	276	223092	0.12
	暖热性针叶林	71.1	2103.44	3.38	200	14220	420688	3.38
	灌木林地	5.61	616.97	0.91	80	448.8	49357.6	0.91
	自然植被小计	103.79	5766.11	1.80	-	28168.8	1501931.6	22.12
人工植被	人工用材林	0	945.02	0.00	120	0	113402.4	0.00
	人工经济林	3.92	289.91	1.35	60	235.2	17394.6	1.35
	耕地	16.04	2019.19	0.79	30	481.2	60575.7	0.79
	人工植被小计	19.96	3254.12	0.61	-	716.4	191372.7	0.37
合计		123.75	9020.23	2.74	-	28885.2	1693304.3	1.71

注：占地数据未包括占用其他土地面积 14.21hm²。

根据现场调查，枢纽工程永久占地区耕地上植被以农作物为主，主要有水稻、玉米、油菜等；林地上植被以雨林、针叶林、阔叶林为主，常见的群系有四角蒲桃林、

思茅松林、刺栲林、小果栲林等，常见的植物有秋枫、竹节树、窄叶半枫荷、思茅栲、西南桦、红木荷、银柴、杯状栲、华南石栎、毛枝青冈、常绿榆、毛蕨、野芭蕉等。

枢纽工程永久征地占用的植被面积为 123.75hm²，占评价区植被总面积的 2.74%，这些植被将永久性消失，但占用面积在同类型植被中比例小。永久征地损失的生物总量为 28885.2t，占评价区总生物量的 1.71%，损失比例较小。受枢纽工程区永久占地影响的主要植被及植物为一般性的、分布广泛的物种，其影响是当地的生态系统可以承受的。

(2) 临时占地对植物及植被的影响

枢纽工程区临时占地 75.17hm²。临时占用自然植被面积 59.13hm²，分别占用山地雨林 3.08 hm²、常绿阔叶林 10.16hm²、占用落叶阔叶林 0.52hm²，占用暖温性针叶林 43.98hm²，占用暖热性灌丛 1.39hm²。临时占用人工植被 16.03hm²，其中占用园地 3.01hm²，占用耕地 13.02hm²；占用其他土地 0.01hm²。临时占地区植被以暖热性针叶林、山地雨林、耕地为主，说明临时占地对区域针叶林、山地雨林、耕地的影响相对较大。

表 5.4.3-2 枢纽工程区临时占地对植被的影响 单位：hm²

植被属性	植被类型	枢纽工程区	评价区同植被类型面积	评价区占比	平均生物量(t/hm ²)	生物量损失(t)	评价区同植被类型生物量	占比
自然植被	山地雨林	3.08	61.46	5.01%	400	1232	24584.00	5.01%
	季风常绿阔叶林	10.16	2240.6	0.45%	350	3556	784210.00	0.45%
	暖温性落叶阔叶林	0.52	743.64	0.07%	300	156	223092	0.07%
	暖热性针叶林	43.98	2103.44	2.09%	200	8796	420688	2.09%
	灌木林地	1.39	616.97	0.23%	80	111.2	49357.6	0.23%
	自然植被小计	59.13	5766.11	1.03%	-	13851.2	1501931.6	0.92%
人工植被	人工用材林	0	945.02	0.00%	120	0	113402.4	0.00%
	人工经济林	3.01	289.91	1.04%	60	180.6	17394.6	1.04%
	耕地	13.02	2019.19	0.64%	30	390.6	60575.7	0.64%
	人工植被小计	16.03	3254.12	0.49%	-	571.2	191372.7	0.30%
合计		75.16	9020.23	0.83%	-	14422.4	1693304.3	0.85%

注：占地数据未包括占用其他土地面积 0.01hm²。

根据现场调查，枢纽工程临时占地区耕地上植被以农作物为主，主要有玉米、油菜等；林地上植被以针叶林、阔叶林为主，常见的群系有思茅松林、红锥林、小果锥林等，常见的植物有西南桦、红木荷、红锥、麻楝、思茅青冈、香叶树、水茄、野芭蕉、刚莠竹等。

枢纽工程临时征地占用的植被面积为 75.16hm²，占评价区植被总面积的 0.83%，在施工结束后，将对临时占地区土地平整、复耕、植被恢复等，使临时占地区植物及植被在适宜条件下可迅速得到恢复。临时征地损失的生物总量为 14422.4t，占评价区总生物量的 0.85%，变化幅度不大。且受枢纽工程区临时占地影响的主要植被及植物为一般性的、分布广泛的物种，其影响是当地的生态系统可以承受的。

2) 施工活动对植物及植被的影响

根据施工活动对植物的影响方式，可分为直接影响及间接影响，直接影响主要为人员活动踩踏、车辆碾压等会使周边植物个体损失，植被生物量减少；间接影响主要是指施工活动产生的废气、废水、弃渣、固废、扬尘等对周边植物的影响。

(1) 施工期废气对植物的影响主要是在叶脉间或边缘出现不规则水渍状，导致叶片逐渐坏死，植物光合生产受阻，生长发育变换。由于枢纽工程区坝址、弃渣场、施工生产生活区、料场均布置较集中，燃油机械废气的排放量相对较低，再加上施工期机械尾气属移动线源排放，因此，施工期废气对植物及植被的影响较小。

(2) 施工期废水对植物的影响主要是随意排放会改变土壤理化性质，改变植物生长发育环境，进而影响其正常生命活动。但这种影响可通过在施工区及生产生活区布置废污水处理系统等措施缓解。

(3) 弃渣的随意堆放不仅会压覆区域内植物及植被，改变区域生境条件，还可能导致局部区域水土流失。但这种影响可通过对弃渣等进行统一调配处置等措施缓解。

(4) 施工扬尘粗颗粒随风飘落到附近地面或植物叶、茎、花表面，会使其生命活动受到一定影响。评价区属南亚热带为主的山地季风气候，区域内空气湿度相对较大，扬尘扩散范围有限，再加上施工期如能采取洒水抑尘等措施，可有效减轻扬尘对周围植物及植被的影响。

(5) 施工期，施工人员及机械增多，施工人员砍伐、踩踏及施工机械碾压等会破坏区域内植物及其生境。工程占地面积不大，占地区相对集中，区域内人为活动范围

相对较小，同时施工期人为干扰等可通过加强宣传教育活动，加强施工监理，在施工前划定施工范围，规范施工人员活动等措施缓解，人为干扰对植物及植被的影响较小。

b) 输水工程区对植物及植被的影响

1) 施工占地对植物及植被的影响

(1) 永久占地对植物及植被的影响

输水工程区永久征地面积为 33.08hm²，涉及自然植被 17.96hm²，其中季风常绿阔叶林 2.48hm²、落叶阔叶林 1.73hm²、暖温性针叶林 8.47hm²、灌丛 5.29hm²；涉及人工植被 15.03hm²，其中人工用材林 1.66hm²、人工经济林 1.41hm²；耕地 11.96hm²，占用其他土地面积 0.10hm²。输水工程永久占地区植被以耕地、暖热性针叶林、灌丛为主，说明输水工程永久占地对区域耕地、暖热性针叶林、灌丛的影响相对较大，对其它植被的影响相对较小。

表 5.4.3-3 输水工程永久占地对植被的影响 单位：hm²

植被属性	植被类型	枢纽工程区	评价区同植被类型面积	评价区同比	平均生物量(t/hm ²)	生物量损失(t)	评价区同植被类型生物量	占比
自然植被	季风常绿阔叶林	2.48	2715.86	0.09%	350	868	805721	0.11%
	暖温性落叶阔叶林	1.73	877.19	0.20%	300	519	223092	0.23%
	暖热性针叶林	8.47	3496.27	0.24%	200	1694	420688	0.40%
	灌木林地	5.29	943.42	0.56%	80	423.2	49357.6	0.86%
	自然植被小计	17.96	8032.74	0.22%	-	3504.2	1498858.6	0.23%
人工植被	人工用材林	1.66	2233.7	0.07%	120	199.2	113402.4	0.18%
	人工经济林	1.41	546.29	0.26%	60	84.6	17394.6	0.49%
	耕地	11.96	3964.47	0.30%	30	358.8	60575.7	0.59%
	人工植被小计	15.03	6744.46	0.22%	-	642.6	191372.70	0.34%
合计		32.99	9020.23	0.37%	-	4146.8	1690231.30	0.25%

注：占地数据未包括占用其他土地面积 0.10hm²。

根据现场调查，输水工程永久占地区耕地上植被以农作物为主，主要有玉米、油菜等；林地上植被以针叶林、灌丛为主，常见的群系有思茅松林、余甘子-灰毛浆果楝灌丛等，常见的植物有思茅栲、西南桦、红木荷、野牡丹、清香木、苎麻、盐肤木、五节芒、蜈蚣草等。

输水工程永久征地占用的植被面积为 32.99hm²，占评价区植被总面积的 0.37%，将永久性消失，但占用面积在同类型植被中比例小。输水工程永久征地损失的生物总量为 4146.8t，占评价区总生物量的 0.25%，损失幅度不大。且受影响的主要植被及植物为一般性的、分布广泛的物种，输水工程永久占地对评价区植物及植被的影响较小。

(2) 临时占地对植物及植被的影响

输水工程临时征地 338.19hm²，包括自然植被 188.09hm²(季风常绿阔叶林 26.50hm²、落叶阔叶林 1.86hm²、暖温性针叶林 123.83hm²、灌丛 35.90hm²)，人工植被 148.87hm² (人工用材林 14.31hm²、人工经济林 10.44hm²、耕地 124.12hm²)；占用其他土地面积 1.23hm²。输水工程永久占地区植被以耕地、暖热性针叶林为主，说明永久占地对区域耕地、暖热性针叶林的影响相对较大，对其它植被的影响相对较小。

表 5.4.3-4 输水工程临时占地对植被的影响 单位：hm²

植被属性	植被类型	枢纽工程区	评价区同植被类型面积	评价区同比	平均生物量(t/hm ²)	生物量损失(t)	评价区同植被类型生物量	占比
自然植被	季风常绿阔叶林	26.5	2715.86	0.98%	350	9275	805721	1.15%
	暖温性落叶阔叶林	1.86	877.19	0.21%	300	558	223092	0.25%
	暖热性针叶林	123.83	3496.27	3.54%	200	24766	420688	5.89%
	灌木林地	35.9	943.42	3.81%	80	2872	49357.6	5.82%
	自然植被小计	188.09	8032.74	2.34%	/	37471	1498858.6	2.50%
人工植被	人工用材林	14.31	2233.7	0.64%	120	1717.2	113402.4	1.51%
	人工经济林	10.44	546.29	1.91%	60	626.4	17394.6	3.60%
	耕地	124.12	3964.47	3.13%	30	3723.6	60575.7	6.15%
	人工植被小计	148.87	6744.46	2.21%	/	6067.2	191372.70	3.17%
合计		336.96	9020.23	3.74%		43538.2	1690231.30	2.58%

注：占地数据未包括其他土地面积 1.23hm²。

根据现场调查，输水工程永久占地区耕地上植被以农作物为主，主要有水稻、玉米、油菜等；林地上植被以针叶林为主，常见的群系有思茅松林，常见的植物有山黄麻、刺栲、华南石栎、野漆、野柿、山胡椒野芭蕉等。

输水工程临时征地占用的植被面积为 336.96 hm²，占评价区植被总面积的 3.74%，施工结束，对临时占地区土地平整、复耕、植被恢复等，可使临时占地区植物及植被

在适宜条件下得到恢复，且占用面积在同类型植被中比例小。输水工程临时征地损失的生物总量为 43538.2t，占评价区总生物量的 2.58%，损失幅度不大。受输水工程临时占地影响的主要植被及植物为一般性的、分布广泛的物种，因此对评价区植物及植被的影响较小。

2) 隧洞工程施工对植物及植被的影响

(1) 地表水漏失和隧洞涌水对植物及植被的影响

地表水、地下水分布及含量与地表植物生命活动关系密切，由于植物及环境的相互作用、相互影响，评价区植物多已适应区域水分条件。

本工程地下隧洞的施工开挖将影响开挖区的地下水排泄途径，对地下水水位、水量产生影响，特别是施工期开挖后未衬砌时将使得区域地下水位明显下降。本工程输水隧洞开挖过程中遇到岩溶地段，可能会发生岩溶地下水涌水。地下水漏失、隧洞涌水等会造成地下水与地表水的重新分配，从而形成新的含水层和地下水转移通道，而原来某些含水层和转移通道中所含的地下水可能减少甚至枯竭，地下水或地表水的改变可能会使地表植物生命活动受到一定影响，植物失水萎蔫，水分过多会导致植物根系腐烂，生长发育将受到影响。

通过现场调查，隧洞上方植被以针叶林、阔叶林为主，常见的群系有思茅松林、西南桦林、桉树林、栲属林等，常见的植物有华南石栎、小果栲、刺栲、思茅青冈、大果榕、山黄麻等，隧洞上方植物均为中生植物，在形态结构上既有旱生结构，同时又具有湿生结构，其生理特性也是介于旱生植物和湿生植物之间，所以对生境的适应能力强，另一方面评价区气候具有温暖湿润、雨热同季等特点，既减缓了植物的蒸腾作用，水分又可以露和雾的形式进入植物体内，维持植物体内水分平衡。

隧洞工程施工完毕后，工程各防渗措施均已实施并开始发挥作用，在地下水补给条件下，周边地下水很快可恢复至新的动态平衡。因此，本工程隧洞施工对地表水漏失及地下水径流的影响较小，对隧洞上方植物及植被的影响较小。

(2) 隧洞口施工占地对植物及植被的影响

隧洞口施工对植物及植被的影响主要为隧洞口开挖、砍伐等破坏占地区植物及植被；隧洞口开挖扰动了周围地表，破坏了原有的地貌、植被和土壤结构，易引起水土流失，进而会对周围植物及植被产生不良影响。

根据工程布置,本项目输水线路区布置有隧洞 8 座,隧洞断面为圆形或城门洞形,尺寸不大,隧洞口区占地面积较小。

根据现场调查,隧洞口区土地利用类型以林地、耕地为主,植被多以人工林、农作物为主,常见的群系有思茅松林、桉树林等,常见植物有红木荷、西南桦、余甘子、粽叶芦、蓝花野茼蒿、五节芒等,常见的农作物有水稻、油菜、豆类、薯类等,隧洞口区植物及植被在评价区均具有广泛分布,因此,隧洞口施工对占地区植物及植被的影响较小,仅为个体损失,植被生物量减少。

(3) 隧洞弃渣、废水等对植物及植被的影响

隧洞施工弃渣主要为各种岩石碎块或风化岩类与泥土的混合物,无法当作种植土来直接利用。隧洞弃渣如就地堆积,会压覆地表植物及植被,改变原系统稳定性,易造成水土流失,较大面积的水土流失会损失较多植物及较大面积植被,甚至会引起区域土地利用类型发生改变;隧洞弃渣还会掩埋地表熟化土,使土壤结构及性质变差;同时,在雨季,弃渣中的有害物质会随雨水渗入地层,甚至会随地表径流流入附近河流域。本工程的 8 处隧洞均布置有对应的弃渣场,各弃渣场区尽可能填弃在沟道或低洼处,植物及植被均较简单,且施工结束后,各弃渣场区会进行复耕和植被恢复措施以缓解弃渣对其造成的影响。

隧洞施工废水如任意排放,会污染土壤,改变土地性质,还会污染附近的河流,进而会对区域植物生长产生不利影响。根据工程布置,本工程隧洞排水拟处理后用于施工区道路降尘、浇灌附近林地和耕地或作为水保植物措施用水等,在相关措施得到落实后,本工程隧洞排水对植物及植被的影响较小。

5.4.3.2 运行期对植物与植被的影响

a) 枢纽工程区对植物及植被的影响

1) 库区蓄水对植物及植被的影响

水库蓄水前,将对水库淹没区内植物及植被进行清理,处于库区正常蓄水位 1338m 以下的植物及植被将直接受到破坏。水库淹没区面积为 186.78hm²,涉及自然植被 158.03hm²,其中山地雨林 29.72hm²、季风常绿阔叶林 53.95hm²、落叶阔叶林 0.87hm²、暖温性针叶林 73.49hm²;涉及人工植被 25.06hm²,其中人工经济林 1.73hm²、耕地 23.34hm²;涉及其他土地 3.69hm²。

表 5.4.3-5 黄草坝水库蓄水对植被的影响

 单位: hm^2

植被属性	植被类型	淹没区	评价区同植被类型面积	评价区占比	平均生物量 (t/hm^2)	生物量损失(t)	评价区同植被类型生物量	占比
自然植被	山地雨林	29.72	61.46	48.36%	400	11888	24584.00	48.36%
	季风常绿阔叶林	53.95	2240.6	2.41%	350	18882.5	784210.00	2.41%
	暖温性落叶阔叶林	0.87	743.64	0.12%	300	261	223092	0.12%
	暖热性针叶林	73.49	2103.44	3.49%	200	14698	420688	3.49%
	灌木林地	0	616.97	0.00%	80	0	49357.6	0.00%
	自然植被小计	158.03	5766.11	2.74%	/	45729.5	1501931.6	3.04%
人工植被	人工用材林	0	945.02	0.00%	120	0	113402.4	0.00%
	人工经济林	1.73	289.91	0.60%	60	103.8	17394.6	0.60%
	耕地	23.34	2019.19	1.16%	30	700.2	60575.7	1.16%
	人工植被小计	25.06	3254.12	0.77%	/	804	191372.7	0.42%
合计		183.09	9020.23	2.03%	/	46533.5	1693304.3	2.75%

 注: 占地面积未包括其他土地面积 3.69hm^2 。

根据现场调查,淹没区以林地为主;林地植被以山地雨林、季风常绿阔叶林、暖热性针叶林为主,常见的群系有泡腺血桐林、四角蒲桃林、红锥林、小果锥林、思茅松林等,常见的植物有红木荷、云南油杉、毛枝青冈、银柴、杯状栲、华南石栎、红梗润楠、南烛、红花木犀榄、秋枫、乌墨等。

水库蓄水后,水面蒸发量较大,库周区域湿度变大,有利于区域植被的生长和农业生产活动,植被特别是森林也会为栖息于其中的野生动物提供更好的生境。

受水库蓄水淹没的植被面积为 186.78hm^2 , 占评价区植被总面积的 2.07%, 将永久性消失, 但占用面积在同类型植被中比例小。受水库蓄水损失的生物总量为 46533.5t, 占评价区总生物量的 2.75%, 占用比例较小。蓄水淹没影响的主要植被及植物为一般性的、分布广泛的物种, 其影响是当地的生态系统可以承受的。

2) 消落带对植物的影响

水库进入运行期后,河道两岸将形成周期性淹水区域,即消落带。水库蓄水运行后,消落带由原来的陆生生态系统演变为季节性湿地生态系统;在消落带可能只有少

量的湿生和水生植物群落生长。整个消落带的植物种类将较建库前的陆生环境大为减少，生态系统结构和功能简单化，生态系统稳定性降低，脆弱性增强。库区消落带是陆地生态系统、水域生态系统以及两种生态系统相互交错的复杂系统，是水库形成后库区生态系统中一个特殊的组成部分，也是库区陆域和水域生态系统间物质循环、能量流动和信息传递的重要湿地生态系统，具有特殊的生态环境特征。

黄草坝水库工程建成后，根据水库特性及运行调度方案，正常运行情况下，水库水位位于死水位(1262.0m)至正常蓄水位(1338.0m)之间，长期经人工周期性调节水位后，在库区两岸将形成周期性淹水区域，本工程将出现最大垂直消落深度约 76m，最长约 5.5km 的消落带。消落带对植物的影响主要为：①库水下降时，库区污染物会沉积在消落带区，会对附近植物生长产生不利影响；库水上涨时，消落带土壤中 N、P、K 及重金属会随水转移到水体中，造成水体污染，进而会影响周边植物生长；②由于消落带区泥沙淤积，土壤肥力得到提升，可能会使得周边居民对消落带土地的利用，特别是无序开垦和不合理利用将会严重地破坏消落区植物及其生境，对库区的水质也会产生不利影响；③水库蓄水运行后，消落带区陆生植物被淹没，消落带由原来的陆生生态系统演变为季节性湿地生态系统，可能会出现一些适应湿生环境的物种。根据国内外对已建水库的研究表明，与水库建成前相比，消落带区灌木和多年生草本比例将会下降。由于一年生植物虽不耐水淹，但种子能在秋季库区蓄水前完全成熟，完成生活史，且水淹期间，大多数种子没有失去活力，水位消退后，仍能萌芽和生长，因此水库运行后，消落带区植物以草本植物中一年生草本植物种类数居多；④消落带将表现为环状裸露带与周边的农田、河边灌丛、森林生境不相协调的景观突兀，裸露带可能出现的枯枝落叶、垃圾、滑坡地带等，均会对库周的景观产生视觉冲击，会削弱景观的美学价值和休闲功能。

由于库区水位波动较大，其对消落带区植物的生长及生存不利，因此消落带区湿生植物种类较少，整个消落带的植物种类将较建库前的有所降低，消落带区的优势植物也和建库前有所不同。

3) 对减水河段河谷植被的影响

工程减水河段植物主要依靠河漫滩地下水存活，汛期洪水淹灌、降雨等作为补充。减水河段河滩区地下水与河水存在水力联系，汛期河水对两岸的地下水有补给作用，

由于地形平缓、含水层厚度小，河水补给影响范围不大；平水期，地下水位与河水位接近；枯水期两岸地下水位高于河道水位，地下水补给河水。总体上说，河道对地下水有补有排，补排量有限。另外，大气降水对其也有一定补给作用。因此只要维持河道生态流量，维持河流形态，河漫滩区地下水位不会发生明显变化，减水河段生态用水可得以维持。

减水河段两岸除分布较多耕地外，在河岸边陡峻生境和陡峻沟箐中还残存一定数量的热性灌丛和次生季风常绿阔叶林。工程建成后，减水河段的水量将减少，尤其汛期洪峰流量有所减小，会使分布于河道两岸的森林更新、生长及抗病虫害能力有所下降。但由于水库考虑了下泄生态流量，同时发挥水库多年调节蓄丰补枯的作用，加上大坝以下减水河段两岸有较多沟箐、溪流的水不断汇入干流河道，河谷区两岸地下水位降幅有限，仍可维持在区域植物群落适宜生长范围内；此外大气降也可补充植物生长所需部分水分。因此工程实施后，不会对减水河段两岸生态环境及生态系统和植被产生明显不利影响。

b) 输水工程区对植物及植被的影响

1) 水湿条件改变对植物及植被的影响

运行期，输水工程区的建设将解决区域干旱问题，其生态环境变得更加适宜植物的生长发育及植被的正向演替，对农业植被来说，如水稻、玉米、豆类、薯类等作物，丰富的水资源将促进农业丰收，此外，好的水热条件也利于人工林的生长及更新，对于灌溉工程区内生态系统的稳定起到积极作用。

2) 低温水灌溉对植物及植被的影响

评价区主要农作物为玉米和水稻，玉米为喜温作物，水稻为喜温喜湿作物，低温水灌溉会影响农作物根系生命活动，降低农作物产量。同时，低温水灌溉还会影响到土壤温度，降低土壤肥力，增大稻田病虫害风险等。

本工程在设计时已考虑到低温水灌溉对农作物的影响，采取了叠梁门分层取水的方式，引取表层水，提高下泄水温，且由于输水管道较长，通过沿途升温可减轻其对农作物的影响，因此，低温水灌溉对农田的影响较小。

3) 输水管道阻隔对植物及植被的影响

本工程输水工程区多以埋管、隧洞、倒虹吸、管桥组成，输水管道内径不大，管

道两侧植被多以人工林、农作物、灌丛和灌草丛为主，常见的群系有思茅松林、桉树林、余甘子灌丛等，常见的植物有华南石栎、山麻杆、九节、龙竹、白楸、野芭蕉、五节芒、肿柄菊等，受阻影响的植物及植被在评价区分布广泛，本工程输水管道阻隔对植物及植被影响较小。

4) 浅埋管道的影响

运行期，浅埋管道可能会对地表水、地下水径流具有切割及阻隔作用，导致部分区域的地表水或地下水由于流通性的变化而得不到有效补充，进而影响区域植物生长。此外，浅埋管道不利于管道上方植物根系的伸展，对植物的生长也会产生不利影响。由于本工程浅埋输水管道长度较短，管道内径不大，其对水分的影响较小，对管道上方植物的影响较小，且管道上方植被以农作物为主，主要为水稻、玉米、油菜等，其根系不长，对水分适应性强，因此，浅埋管道对上方植物的影响较小。

5.4.4 对植物资源的影响

5.4.4.1 对保护植物的影响

a) 对国家重点保护野生植物的影响

按照 2021 年颁布的《国家重点保护野生植物名录》，评价区分布 20 种国家二级重点保护野生植物，即：福氏马尾杉、金毛狗蕨、苏铁蕨、合果木、金荞麦、千果榄仁、槽纹红豆、红椿、虎头兰、豆瓣兰、墨兰、美花卷瓣兰、矮石斛、长苏石斛、兜唇石斛、小黄花石斛、石斛、球花石斛、翅梗石斛、大苞鞘石斛。黄草坝工程建设对这几种保护植物会产生一定影响。

表 5.4.4-1 工程对国家重点保护植物的影响

序号	物种名称	保护级别	分布区域(位置)	数量(株/丛)	工程占用情况	工程对保护植物的影响
1	福氏马尾杉	国家二级	淹没区内	1	是	蓄水淹没
2	苏铁蕨	国家二级	混凝土系统西北侧 148m	5	否	施工活动、人为干扰等
			2#土料场西侧 65m	1	否	施工活动、人为干扰等
			淹没区内	28	是	蓄水淹没
			淹没区外	1	否	基本无影响
3	金毛狗	国家二级	枢纽 1#弃渣场南侧 145m	1	否	施工活动、人为干扰等
			输水线路 YS1 西侧 55m	2	否	施工活动、人为干扰等

表 5.4.4-1(续)

序号	物种名称	保护级别	分布区域(位置)	数量(株/丛)	工程占用情况	工程对保护植物的影响
3	金毛狗	国家二级	7#隧洞进口东侧 68m	多丛	否	施工活动、人为干扰等
			淹没区内	20	是	蓄水淹没
4	合果木	国家二级	坝址区占地范围内	3	是	施工占地
5	金荞麦	国家二级	坝址区占地范围内	5	是	施工占地
6	千果榄仁	国家二级	淹没区内	4	是	蓄水淹没
7	槽纹红豆	国家二级	淹没区内	1	是	蓄水淹没
			7#隧洞进口东侧 62m	少量	否	施工活动、人为干扰等
8	红椿	国家二级	淹没区内	40	是	蓄水淹没
			淹没区外	-	否	基本无影响
			输水线路 YS46 西侧 291m	1	否	施工活动、人为干扰等
			39#管桥东侧 255m	1	否	施工活动、人为干扰等
9	虎头兰	国家二级	淹没区内	5	是	蓄水淹没
10	豆瓣兰	国家二级	淹没区外	3	否	基本无影响
11	墨兰	国家二级	淹没区内	10	是	蓄水淹没
12	美花卷瓣兰	国家二级	淹没区内	1	是	蓄水淹没
13	矮石斛	国家二级	淹没区内	1	是	蓄水淹没
14	长苏石斛	国家二级	淹没区内	20	是	蓄水淹没
			淹没区外	-	否	基本无影响
15	翅梗石斛	国家二级	坝址区占地范围内	2	是	施工占地
16	小黄花石斛	国家二级	淹没区外	3	否	基本无影响
17	石斛	国家二级	淹没区内	20	是	蓄水淹没
			枢纽 1#弃渣场南侧 185m	10 余	否	施工活动、人为干扰等
			坝址区占地范围内	1	是	施工占地
			西萨村输水线路西侧 110m	1	否	施工活动、人为干扰等
18	球花石斛	国家二级	淹没区内	30	是	蓄水淹没
19	大苞鞘石斛	国家二级	淹没区外	1	否	基本无影响
20	兜唇石斛	国家二级	淹没区外	1	否	基本无影响

1)枢纽工程区施工占地、蓄水淹没影响

受坝址施工占地影响的保护植物有合果木、金荞麦、翅梗石斛和石斛。受水库蓄水影响的保护植物有福氏马尾杉、苏铁蕨、金毛狗、千果榄仁、槽纹红豆、红椿、虎头兰、墨兰、美花卷瓣兰、矮石斛、长苏石斛、石斛和球花石斛。工程占用和蓄水会破坏这些保护植物的栖息地，如不采取保护措施，将影响这些保护植物的种群数量。

2) 枢纽工程区施工活动影响

枢纽工程区占地范围外的国家重点保护植物包括位于混凝土系统西北侧 148m 的 5 株苏铁蕨、位于 2#土料场西侧 65m 的 1 株苏铁蕨、位于枢纽 1#弃渣场南侧 145m 的 1 丛金毛狗和位于枢纽 1#弃渣场南侧 185m 的 10 余丛石斛，虽然这些保护植物不在工程占地范围内，但枢纽工程区工程布置密集，施工活动产生的废气、废水、弃渣、扬尘及人为干扰等都可能影响这些保护植物的长势，这些影响可以通过制定对应的保护措施得到缓解。

3) 输水工程区施工活动影响

输水工程区内国家重点保护植物包括位于输水线路 YS1 西侧 55m 的 2 丛金毛狗、位于 7#隧洞进口东侧 68m 的多丛金毛狗、位于 7#隧洞进口东侧 62m 的少量槽纹红豆、位于西萨村输水线路西侧 110m 的 1 丛石斛、位于输水线路 YS46 西侧 291m 的 1 株红椿和位于 39#管桥东侧 255m 的 1 株红椿，输水工程区重点保护野生植物均分布于工程征占地范围外，工程建设对其影响较小，主要为施工活动影响这些保护植物的长势。这几处管线的开挖宽度为 36m，距离管线 100m 范围内的保护植物受施工活动产生的废气、废水、弃渣、扬尘及人为干扰等的影响程度一般。位于管线 100m 外的 1 处石斛和 2 株红椿受施工活动的影响较小。

b) 对云南省重点保护野生植物的影响

根据《云南省重点保护野生植物名录》(2023)，评价区分布云南省重点保护野生植物 4 种，即长柄北油丹、红马银花、白柱万代兰和矮万代兰。受坝址施工占地影响的保护植物有长柄北油丹。受水库蓄水影响的保护植物有长柄北油丹和红马银花。工程占用会破坏这 2 种省级保护野生植物的栖息地，如不采取保护措施，将影响这 2 种省级保护野生植物的种群数量。

c) 对中国红色名录受威胁物种的影响

据现场调查，评价区分布 39 种《中国生物多样性红色名录》中极危(Critically

Endangered)、濒危(Endangered)和易危(Vulnerable)的受威胁物种。其中, 1 种属于极危等级: 美花卷瓣兰; 8 种属于濒危等级: 云南野独活、秧青、钝叶黄檀、猴子瘿袋、虎头兰、矮石斛、长苏石斛、勐海天麻; 30 种属于易危等级: 苏铁蕨、合果木、普文楠、密花豆、红椿、石斛、野波罗蜜等。

上述 39 种受威胁植物中, 苏铁蕨、合果木、红椿、石斛等 12 种植物同时属于国家二级重点保护植物, 红马银花、白柱万代兰和矮万代兰 3 种同时属于云南省重点保护野生植物。工程建设对其影响如前述。

另外 24 种受威胁植物——云南野独活、秧青、钝叶黄檀、普文楠、密花豆和野波罗蜜等, 出现于工程区的大坝枢纽区、输水工程区和受水区的纳贺水库附近, 在工程区零星分布, 数量不多, 种群密度小, 受工程建设影响的个体数量有限。而从自然分布范围看, 这几种植物的地理分布范围较广, 不仅分布于本工程评价区, 在云南南部、华南地区乃至东南亚国家的热带地区也有分布, 因本工程建设对这些植物的影响较小, 不会影响到这几种植物的种群结构和种群繁衍。黄草坝水库工程建设对这些种受威胁植物的影响不大。

5.4.4.2 对特有植物的影响

评价区记录到狭域特有植物 1 种, 为 2020 年发表的新物种德平秋海棠 *Begonia depingiana* Y. H. Tan & H. B. Ding。海庆河河谷是该物种目前第二个已知的分布区(其模式标本采集地位于正兴镇通达村, GPS: 23°23'58.00"N 100°59'46.00"E, 距离本次发现地直线距离约 18km, 水库建设对模式产地分布点无直接影响)。拟建黄草坝水库蓄水将可能对该物种海庆河河谷的种群生存繁衍影响较大, 按照《中华人民共和国野生植物保护条例》、《云南省生物多样性保护条例》等法律法规规定, 必须对该物种采取良好保护措施, 并做好种群动态监测工作, 确保该物种不因本工程建设种群生存繁衍受到重大影响。

评价区分布有孔药花、细毛樟、普文楠、蒙自樱桃、多花铁线莲、小齿锥花、思茅胡椒、蒙自卫矛等 48 种云南特有植物。分布有云南野独活、黄脉钓樟、绒毛钓樟、山胡椒、无梗钓樟、木姜子、红梗润楠、秤钩风、广西马兜铃、樟叶胡椒、海南草珊瑚、岗铃等 86 种中国特有植物。

评价区的 48 种云南特有植物, 不仅分布于本工程区, 也广泛分布于本项目区外

的云南各地。而评价区的 86 种中国特有植物，不仅分布于本项目区和云南各地，还分布于云南以外的其他省区。这些云南特有植物和中国特有植物在云南省内适应性良好，在评价区外也较为常见。其部分个体将因本工程建设而受影响，但是因本工程建设而减少的个体数量总体来说是少数，工程建设不会影响这些物种的种群繁衍，更不会使这些物种的种群灭绝。

5.4.4.3 对一般植物资源的影响

评价区分布 1312 种维管植物。这些物种不仅分布于库区，也分布于库区外及主体工程施工区外，在评价区多属于广布种。由于评价区这些物种的数量较多，而且繁殖正常，因此这些物种的部分个体在淹没区消失，不会影响到这些物种的正常繁衍。

这部分植株有的会随工程的施工而永久消失，有的在工程结束后通过植被恢复措施和自然恢复过程，其群落特征及其中的生物多样性可以逐渐得到恢复。分布于永久占地区的植株有的会随着工程施工永久消失，但是只是库区物种中的部分个体，受影响种群数量极小，不会影响到它们的种群生存。上述施工区中出现的永久消失的植物种类有少量保护植物，如金毛狗、红椿等，没有狭域分布的植物，这些个体在施工区部分范围内的消失不会影响到这些物种在云南的种群数量，更不会影响到它们的种群生存。因此，工程施工对本区一般植物的影响小。

5.4.4.4 对古树的影响

评价区共有古树 18 种 35 株。其中枢纽工程区占地及淹没范围外有四角蒲桃古树 1 种 1 株，输水工程占地区内有古树 2 种 2 株；输水工程占地区外有古树 16 种 32 株。

a) 库周水湿条件改变的影响

黄草坝水库库周正常蓄水位以上分布有古树 1 种 1 株为四角蒲桃，工程库区蓄水，库区水域面积将有所增加，库区周边地下水将得到补充，区域水湿条件改变可能会对周边古树产生一定影响。根据工程布置，项目实施后库区水域面积将增加 186.78hm²，增加面积不多，库区水湿条件等变化程度较小，加上库区古树与库区正常蓄水位距离均较远，最近水平距离约 170m，高程差约 111m，库区水湿条件改变对正常蓄水位以上古树的影响较小。

b) 工程占地的影响

输水线路工程占地区分布有古树 2 种 2 株，1 株野菠萝蜜古树位于宽宏分水管线上，1 株高山榕位于 YS56+750.3 附近输水线路上。

工程建设对这两株古树的影响为直接影响，施工占地会直接破坏古树的生境。

c) 施工活动的影响

输水工程占地区外分布有古树 16 种 32 株，其中 100m 范围内有古树 6 种 6 株，100m~500m 范围内有 26 株古树。由于 100m 范围以外古树距离工程较远，基本不受工程建设影响。100m 范围内的古树将会受到工程施工人员生产生活和施工活动中造成的影响。

表 5.4.4-2 工程建设对评价区 100m 范围内古树名木影响

序号	树种	地理位置	与工程位置关系		影响
1	垂叶榕	景谷县正兴镇翁安村小团山	生产生活区	线路 1#生产生活区及施工道路西南侧约 90m	工程与古树有一定距离，主要为施工人员生产生活中产生的生活垃圾、废水等影响古树及其生境
2	红木荷	景谷县正兴镇景南村陀螺场旁	输水线路区	YS17+657.2-YS18+536.8 段输水线路东侧约 65m	工程与古树有一定距离，主要为施工扬尘覆盖在古树叶面影响光合作用；施工人员砍伐，施工机械及运输车辆碰擦等可能会对附近古树及其生境产生不利影响等
3	大青树	景谷县正兴镇景南村庙房树林		YS17+657.2-YS18+536.8 段输水线路东侧约 70m	
4	白蜡树	景谷县正兴镇景南村庙房树林		YS17+657.2-YS18+536.8 段输水线路东侧约 66m	
5	毛叶樟	景谷县正兴镇景南村许宗琼家旁		YS23+725.1-YS24+459.7 段输水线路西侧 91m	
6	红锥	景谷县正兴镇景南村许宗琼家旁		YS23+725.1-YS24+459.7 段输水线路西侧 93m	

5.4.4.5 外来入侵植物入侵的影响

根据环境保护部公布的 4 批《中国外来入侵物种名单》，评价区分布 9 种外来入侵植物，即紫茎泽兰 *Ageratina adenophora*、飞机草 *Chromolaena odorata*、鬼针草 *Bidens pilosa*、藿香蓟 *Ageratum cenyzoides*、苏门白酒草 *Conyza sumatrensis*、土荆芥 *Chenopodium ambrosioides*、空心莲子草 *Alternanthera philoxeroides*、喀西茄 *Solanum khasianum* 和大藻 *Pistia stratiotes*。这 9 种外来入侵植物是云南南部乃至云南各地的常见种类，其地域分布广、入侵历史悠久，在本工程评价区也广泛存在。

其中，紫茎泽兰、飞机草、鬼针草、藿香蓟在林地、荒地、空闲地、路边、田间地头、房前屋后甚至房顶、墙头等多种生境中都能见到，数量很较多至很多；土荆芥、空心莲子草、喀西茄和大藻在评价区的分布点较少，种群数量也较少。外来入侵植物是阳性植物，其生长需要足够的光照，因此其分布的生境特点是荒地、耕地边、路边、

村寨边等人为活动频繁的空旷生境，部分种类会进入到灌丛、疏林、林缘等光照充足的次生林中。

空心莲子草和大藻主要分布在湖泊、河流和潮湿地带，本工程在库底清理、管桥和倒虹吸等工程建设时，可清除空心莲子草和大藻的植株体，阻止其进一步扩散。其它 7 种外来入侵植物主要分布在荒地、耕地、路边、灌丛、林缘等空旷生境。本工程占地面积较大，工程建设形成较多的新的裸露地表，这些裸露区域的出现增加了外来入侵植物的扩散范围，有利于这些外来入侵植物的生长和扩散。此外，人为活动和施工运输也可能为入侵物种提供传播途经。因此工程建设初期对评价区部分外来入侵植物扩散会造成一定风险。

5.4.5 对陆生动物的影响

黄草坝水库工程建设对陆生脊椎动物的影响主要包括：工程占地使栖息地面积缩小，各类环境影响使栖息地质量下降，各类建筑物和道路等阻碍或中断动物个体日常运动(觅食、饮水、保卫巢区)和扩散(生殖或寻找新的栖息地)等。

5.4.5.1 工程施工期对陆生脊椎动物的影响

a) 枢纽工程施工期的影响

1) 对两栖爬行类的影响

两栖动物活动能力有限，对水和湿地的依赖性大，分布仅限于有水的湿地环境。而爬行动物(蛇类)主要以两栖动物和鼠类为食，其分布也常常与它们的捕食对象往往重叠。

评价区的水环境(湿地环境)主要分布在黄草坝水库干流及较大支流，适宜两栖动物的生存空间较小，因此两栖爬行动物的数量相对较少。评价区记录到两栖动物 21 种，包括小角蟾、掌突蟾、黑眶蟾蜍、华西雨蛙、云南臭蛙、黑斑蛙、泽蛙、双团棘胸蛙和饰纹姬蛙等。记录到爬行动物 24 种，包括丽棘蜥、棕背树蜥、铜蜓蜥、八线腹链蛇、黑眉锦蛇、灰鼠蛇、斜鳞蛇、红脖颈槽蛇、山烙铁头和白唇竹叶青等。在评价区的森林、灌丛、河流、荒山、耕地，蟾蜍、雨蛙、泽蛙、铜蜓蜥和黑眉锦蛇较常见。其他的种类较少见。

工程实施会占据两栖爬行动物的部分生境和栖息地，造成它们活动领域与捕食生境的丧失。枢纽工程施工期主要集中在水库大坝及相应的临时道路、施工营地、渣料

场等区域，这些区域多为森林生境，湿地环境不多，两栖爬行动物相对较少。施工期对两栖爬行动物的影响主要表现在工程将会占用部分低凹的沟箐生境，影响少数两栖爬行动物的活动空间，如施工中对所经过的溪流的挖方和填方将对两栖爬行动物，特别是对两栖动物的小生境造成破坏；同时，施工机械噪声对两栖和爬行类的栖息地声环境的破坏和对两栖和爬行动物的驱赶，会导致施工区及其周边两栖爬行动物的减少。此外，施工人员对两栖爬行动物的捕捉，以及他们的生活活动对两栖爬行动物栖息地生境的干扰和破坏，特别是对两栖动物的繁殖活动的影响，如对繁殖场，产卵与卵的孵化，蝌蚪的生长等影响更大。

2) 对鸟类的影响

评价区记录到和访问到的鸟类种类相对较多，计 218 种。其中，在农耕地、村落栖息的鸠鸽科、燕科、鸦科、文鸟科和雀科鸟类最常见；在水环境及其附近栖息的鹭科、秧鸡科和翠鸟科鸟类较常见；在灌丛、林地栖息的杜鹃科、鹁鸪科、鸫科、噪鹛科、鹛科和雀鹛科鸟类少见。

鸟类是运动能力最强的动物，对环境的变化非常敏感，它们可以通过飞行，及时逃离不利环境，寻找适于栖息的生境。水库建设对鸟类的影响主要是库区占地和施工区占地造成部分鸟类栖息生境、活动领域、捕食生境的丧失。这种影响只能通过鸟类自身的迁移来避免。因此，项目的实施对鸟类的影响最小。

施工活动中对鸟类原生境的干扰和破坏是明显的，如大坝枢纽施工，会影响在水边活动的鸭科、鹭科、翠鸟科和鸬鹚科鸟类。而新挖管道，修建道路，会干扰在农田和灌丛活动的鸠鸽科、燕科、鸫科和雀科鸟类。施工机械噪声对鸟类栖息地声环境的破坏和机械噪声对鸟类的驱赶，特别是对处于繁殖期的鸟类；施工中对鸟类的栖息地小生境如由于施工中砍伐树木对鸟类巢穴的破坏。施工人员的生活活动对鸟类栖息地生境的直接和间接干扰和破坏；此外，与两栖类和爬行类相似，部分鸟类具有较高的经济价值和食用价值，施工人员对鸟类的捕捉同样会造成其个体数量的降低。

对鸟类的影响，主要表现为鸟类会因栖息地的部分丧失而从评价区消失；部分鸟类会因巢穴被破坏而减少，特别是对正在繁殖季节中时鸟类。但由于水库的建立，在后期环境稳定下来以后，可能会吸引部分伴水鸟类的到来。

总之，黄草坝水库的建设，对评价区多数鸟类而言，将时它们在评价区的生境和

栖息地有所减少,由此影响到它们在评价区的种群数量有所降低,但是由于鸟类的活动范围很广,这种影响相对较小。

3) 对兽类的影响

评价区地处滇南丘陵地带,是农业生产区域,区内有村寨、公路分布,以及残存的原生森林植被,因此评价区有偶尔会有大中型兽类(如野猪、赤麂)到边缘活动。在农耕地和村落周边活动的鼯鼯科、鼠科,以及在次生林地活动的云南兔、树鼯和松鼠科的种类较常见。其余在评价区均属少见物种。

项目的实施对兽类的影响主要是水库淹没造成部分兽类生存生境、活动区域、捕食生境的丧失。施工活动对兽类栖息地生境的干扰和破坏,主要表现在大坝工程占地及永久性和临时性道路的施工等,这些区域的施工将不可避免地对动物的生境造成破坏。施工机械噪声对兽类的栖息地声环境的破坏和机械噪声对兽类的驱赶。施工人员的生活活动对兽类栖息地生境的干扰和破坏,施工人员对兽类造成的影响可能还有对动物的捕杀。

黄草坝水库建设对兽类的影响主要在栖息于工程施工区和库区范围内的小型兽类,云南缺齿鼯鼯、白尾梢麝鼯、南小麝鼯、树鼯、鼯獾、黄鼯,以及多种啮齿类(赤腹松鼠、明纹花松鼠、隐纹花松鼠、红颊长吻松鼠、姬鼠、小家鼠、北社鼠、褐家鼠、黄胸鼠等),因为受到工程占地、淹没和移民安置区影响,生境散失,它们在评价区范围内种群数量将有所减少。但是这些小型兽类的分布很广,繁殖力很强,本工程建设对它们造成的影响不会导致这些小型兽类在评价区消失,不会影响到它们在评价区的种群繁衍。

b) 输水工程施工期的影响

1) 对两栖类和爬行类的影响

输水工程区内跨桥、跨河工程施工会永久占用部分野生两栖类、爬行类动物的生境,渣料场等也会临时占用两栖类的部分生境,输水工程区域工程占地总面积为 372.27hm^2 。其中永久占地面积 33.08hm^2 ,临时占地面积 338.19hm^2 ,由于工程区的永久占地和临时占地面积较小,且比较分散,管道两侧有较多的适宜生境,因此,占地对两栖类影响较小。且施工时,人为干扰,如人为捕猎等会对区域内的两栖类、爬行类产生一定的影响,尤其是对具有食用价值或其他经济价值的蛇类,如不严格要求,

会因为人为捕猎造成其个体死亡。

2) 对鸟类的影响

输水工程区内分布的鸟类主要有小鸊鷉、池鹭、苍鹭、白鹭等游涉禽；凤头蜂鹰、凤头鹰、松雀鹰、普通鵟、红隼和斑头鸊鷉等猛禽；棕胸竹鸡、红原鸡、白鹇、环颈雉、山斑鸠、珠颈斑鸠等陆禽；四声杜鹃、大杜鹃、红翅凤头鹃、乌鹃、噪鹃、褐翅鸦鹃、普通翠鸟等攀禽；红耳鹎、白喉红臀鹎、灰林鸮、金腰燕、家燕、白鹡鸰、棕背伯劳、黑卷尾等鸣禽。由于输水工程区内的农田分布较多，人为干扰明显，区域内分布的鸟类多为喜与人类伴居的物种。

输水工程区内的游禽和涉禽多分布在河流附近，输水工程施工对其的影响主要是废水及噪声的影响，尤其是临近水域施工时，施工废水若不经处理直接进入水体可能会对游禽和涉禽的栖息活动环境造成一定的污染。此外，临近水域施工的噪声等也会对其进行驱赶，迫使其迁移至远离工程影响区。

输水工程区内工程施工对猛禽的影响主要是噪声的影响。猛禽活动范围较广，飞行能力强，且噪声在施工结束后即停止，输水工程区内周围相似生境丰富，因此，对猛禽的影响较小。

攀禽及鸣禽多在输水工程区内的灌丛、林缘及园地中活动，输水工程区施工对其影响主要是占用部分生境及噪声驱赶的影响。但由于输水工程区占地面积相对较小，噪声在施工结束后即停止，而且鸟类都有一定的适应性，输水工程区周围相似的生境丰富，因此，占地和噪声对攀禽和鸣禽的影响较小。

3) 对兽类的影响

输水工程建设对兽类的影响主要在栖息于工程施工区及其周边的小型兽类，如云南缺齿鼯鼠、白尾梢麝鼯、南小麝鼯、树鼯、鼯獾、黄鼯，以及多种啮齿类(赤腹松鼠、明纹花松鼠、隐纹花松鼠、红颊长吻松鼠、姬鼠、小家鼠、北社鼠、褐家鼠、黄胸鼠等)，因为受到工程占地影响，生境散失，它们在评价区范围内种群数量将有所减少。但是这些小型兽类的分布很广，繁殖力很强，本工程建设对它们造成的影响不会导致这些小型兽类在评价区消失，不会影响到它们在评价区的种群繁衍。

此外，输水工程区内由于施工人员的进入、生活垃圾及生产材料等的堆放而引起部分种类种群密度上升，特别是那些作为自然疫源性疾病的传播源的鼠类，如小家鼠、

黄胸鼠等，将增加与人类及其生活物资的接触频率，有可能对当地居民与施工人员的健康构成威胁，增加自然疫源病的传播。

本项目输水工程管道线路较长，施工活动对野生动物的影响较大，但分布在管道两侧的陆生脊椎野生动物基本都能在输水工程区范围及附近区域寻觅到相似的替代生境；且工程实施后，随各种恢复和保护措施的落实，临时征地区域的植被恢复，野生动物的活动范围可得到一定的改善，施工结束后，它们仍可以回到原来的领域。因此施工期对陆生脊椎野生动物的影响只是暂时的，施工结束影响即逐渐消失。

5.4.5.2 工程运行期对陆生脊椎动物的影响

黄草坝水库工程运行期对动物的影响包括两个方面，枢纽工程施工区、水库淹没区、移民安置区对动物的影响，以及水库灌区对动物的影响。

a) 枢纽工程区运行期的影响

根据工程布置，水库淹没区永久占地面积为 186.78hm^2 ，淹没区内原有的生境消失，形成新的湿地生境，且原先流水生境变为静水生境，在该区域分布的适宜流水生境分布的种类如双团棘胸蛙等生境丧失，造成该类两栖类种群数量降低；水库建成蓄水后，库区水域面积增加较大，为静水型野生两栖类动物如沼水蛙等提供了适宜的生境，黑斑蛙等适宜静水生境分布的种类生境增加，进而增加种群数量。

库区周边潮湿的环境有利于植物的生长，岸边生境的改善对适应这一区域的野生动物摄食有利，可能导致库区周边一定范围野生动物种类和数量增加。水库建成蓄水后，库区水域面积的增大，对游禽、涉禽等类型的鸟类，如鸬鹚目和鹤形目的部分种类有一定的吸引作用，这些类型鸟类的种类和数量将会出现一定程度的增加。部分两栖类和爬行类，受水库淹没影响，在蓄水初期可能会因为其正在冬眠而被淹死，大多数野生动物会向库周合适的生境中迁移，会使这些地区的野生动物种群密度相应的有所上升，经过一段时间的调节后，其种群密度将达到新的平衡状态。

b) 输水工程区运行期的影响

1) 灌区影响

(1) 对两栖爬行类的影响

水库建成运行向灌区提供灌溉用水，能够充分保障农作物的生长，同时也为惠及灌溉区内其他植被，为两栖爬行动物营造了更好的水环境，捕食环境和隐蔽条件。能

够吸引以农田为主要栖息地的蛙类、蛇类。因此，可能会使该区域的两栖爬行动物的种群数量有所增加。

(2) 对鸟类的影响

农田生态环境的好转，农作物丰产，以及周边植被改善，将会吸引一些在农地活动的鸟类，如鸠鸽科、鹑科、文鸟科和雀科鸟类；一些喜欢在农田与林缘活动的鸟类，如山椒鸟科、鹎科、伯劳科、卷尾科和鹡鸰科鸟类也可能会有所增加；同样，一些常在农田、水渠活动的鸟类，如鹭科、秧鸡科、翠鸟科、鹑科和鹡鸰科鸟类种群数量可能也会增加。

(3) 对兽类的影响

生态环境的变化，会导致以农田害虫为食的鼯鼠科兽类，如云南缺齿鼯鼠和白尾梢鼯鼠数量上升；而以农作物为食的鼠类，如姬鼠、北社鼠和黄胸鼠的种群数量可能也会增加。

2) 阻隔影响

输水工程区运行期对陆生野生动物的影响主要表现为：管道对野生动物活动的阻隔，受阻隔影响较为明显主要是爬行能力较差的两栖、爬行和小型兽类。埋深较浅的输水管线将会影响到半地下生活型动物的洞穴及繁殖，造成其种群数量的下降。同时输水管线的开挖会影响一些穴居的小型兽类如啮齿类动物的巢穴选址，造成其被天敌猎食，造成种群中个体数量的下降，但啮齿类动物一般在夜晚活动，活动区域为地面，且其适应性很强，对于巢穴的选择也较多，线路对其阻隔影响不明显。

5.4.5.3 对重要物种的影响

a) 对国家重点保护动物的影响

评价区内记录到的国家重点保护动物有 45 种。

1) 对国家重点保护两栖类的影响

评价区分布的国家重点保护两栖类有红瘰疣螈 1 种，红瘰疣螈主要分布在西萨村所在山地及居民点、农田，工程西萨分水口、蓄水池及输水管线施工期间，施工噪声、人为活动以及施工活动产生的水土流失等，会对其生境产生一定影响。施工噪声、人为活动等可以通过划定施工阶段、严禁施工人员在施工区之外活动以及采取水土保持措施等相关保护措施减缓，总体来说施工期对红瘰疣螈的影响可接受，项目运行期，

红瘰疣螈所在的西萨村管线多为隧洞以及桥涵，高位水池以点状占用部分林地，对其迁移没有明显影响，但经访问调查得知，红瘰疣螈在雨天易出现在居民点附近水渠及道路边，为避免造成碾压伤害，本工程施工车辆在该区域运输通行时应加强管理，提高注意。

2) 对国家重点保护爬行类的影响

评价区分布的国家重点保护爬行类有大壁虎、眼镜王蛇和三索锦蛇 3 种。

大壁虎主要分布在谦岗村河谷灌丛中、居民点附近，项目实施不直接占用其生境，但在其分布的谦岗村附近，有生产生活区、弃渣场等临时工程，施工机械噪声会驱赶线路 3#生产生活区域附近大壁虎向居民点附近逃离，该影响会随着施工活动结束逐步消失，因此影响是短暂的、可恢复的。此外，大壁虎迁移能力较弱，为避免造成碾压伤害，本工程施工车辆在该区域运输通行时应加强管理，提高注意。

眼镜王蛇主要分布在大坝枢纽区及库区、输水线路区域的森林地带，项目实施后水库淹没将会占用其部分的栖息地，在输水线路区，工程施工、人为活动等同样会对眼镜王蛇产生驱赶等影响，与工程对大壁虎的影响类似，该影响仅存在于施工期，随着施工活动结束，影响逐步消失。

三索锦蛇主要分布于输水线路沿线，项目实施对其生境造成一定扰动，工程施工、人为活动等同样会对其产生驱赶等影响，与工程对大壁虎的影响类似，该影响仅存在于施工期，随着施工活动结束，影响逐步消失，项目运行期对其不会造成明显影响。

3) 对国家重点保护鸟类的影响

鸟类有猛禽类、雉类、鸠鸽类、雀形目鸟类等 34 种(包括国家一级重点保护鸟类 2 种，为黑颈长尾雉和绿孔雀)。

(1) 对绿孔雀的影响

根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》对绿孔雀的影响分析结论：

黄草坝水库工程实施对现有种群不构成直接影响。项目评价区内未记录到绿孔雀的稳定种群；在评价区外，距离输水管线 4km 区域百姓反应有绿孔雀分布，主要分布于景谷县正兴镇勐烈村西侧的思茅松林和针阔混交林。根据适宜栖息地模型验证以及实地调查分析，该区域距离本工程输水管线之间有 1 条沟谷和 1 条山脉，沟谷中为

人口密集的勐烈村，而该区域西侧为人口稀少的思茅松林和小黑江，结合绿孔雀生活习性，绿孔雀分散至输水管线区的可能性极小，向西侧分布的可能性较大。因此，项目实施对绿孔雀现有种群不造成直接影响。

对物种实际稳定分布区不构成直接影响。从理论角度，物种分布模型分析显示工程项目所在区域附近有绿孔雀分布的适宜区域；但从实际角度看，观测范围内未记录到绿孔雀分布，因此，对绿孔雀的实际分布区不构成直接影响。

(2) 对黑颈长尾雉的影响

根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》中红外相机调查结果，黑颈长尾雉主要分布于输水管线区域所在的山地林地以及库区非淹没区域。本工程不直接占用其生境，施工期，库底清理、输水管线产生的噪声、人为活动、输水管线敷设等对黑颈长尾雉会产生驱赶影响，该影响可通过降噪、限定施工人员活动区域、缩短输水管线施工期等减缓或避免。

此外，由于黑颈长尾雉具有较高的观赏价值、食用价值等，需加强施工管理，严禁施工人员捕捉，工程实施对黑颈长尾雉的影响总体可接受。黑颈长尾雉具有较强迁移能力，水库以及输水管线阻隔对其影响不明显。

(3) 对白鹇和红原鸡等雉类的影响

白鹇和红原鸡在评价区的种群数量相对较多，云南大学布置的 79 台红外相机中，就有 50 台红外相机记录到白鹇，32 台红外相机记录到红原鸡。施工期，枢纽工程、输水管线等占地，会占用部分白鹇和红原鸡生境；人为活动、噪声等驱赶影响，会使白鹇和红原鸡远离施工区域；施工人员的捕捉也会造成白鹇和红原鸡个体数量减少。这些影响中，占地影响相对较大，但白鹇和红原鸡具有较强的迁移能力，在施工区域周边仍有大量类似生境，项目占地面积较小，且多呈点状分布，因此占地对白鹇和红原鸡影响可接受，而人为活动、噪声、施工人员捕捉等影响可通过降噪、加强施工管理等措施予以避免。综上，本工程对白鹇和红原鸡的影响可接受。

区域内分布的其他国家重点保护雉类还有红喉山鹧鸪、褐胸山鹧鸪 2 种，主要活动于各类林地，在评价区域少见，工程实施对其影响与白鹇和红原鸡的影响类似。

(4) 对鸟类中猛禽的影响

本项目评价区分布的猛禽包括鹰形目和隼形目等白天活动的猛禽和鸮形目等夜

行性猛禽。

猛禽中白天活动的鹰隼类，其分布广，活动范围大，飞行能力极强，在评价区的各种生境均可见其踪影。施工人为干扰会减少它们在评价区空中出现的频率，施工噪声、扬尘、废气、灯光等对施工区周围环境产生干扰，但鹰隼类有很强的飞行能力，且栖息生境多样，有一定的抗干扰能力，在环境受到干扰时会迅速迁移到其他相同或相似生境中，工程对其影响较小。猛禽中夜间活动的鸮类，主要分布在评价区茂密的森林中，对环境变化极为敏感，工程实施期间和之后的一段时间，它们可能离开，但随着干扰消除，环境的稳定，部分可能会回归，也可能会有新的个体来此栖息。

(5) 对绿鸠、褐翅鸦鹃等影响

绿鸠类和褐翅鸦鹃主要在评价区的阔叶林、混交林、次生林或林缘灌丛中活动，也在农田附近的疏林和树上活动，工程建设可能会占据其一定的觅食区域与活动地，对其生境有一定干扰。

(6) 对其他国家重点保护鸟类的影响

评价区分布的其他国家重点保护鸟类有雀形目的栗头八色鸫、银胸丝冠鸟、长尾阔嘴鸟、蓝绿鹊、红喉歌鸲、画眉、银耳相思鸟、红胁绣眼鸟、咬鹃目红头咬鹃、佛法僧目栗喉蜂虎和白胸翡翠等。

栗头八色鸫、银胸丝冠鸟、长尾阔嘴鸟、蓝绿鹊、画眉、银耳相思鸟、红胁绣眼鸟、红头咬鹃为森林生境分布的鸟类，工程施工破坏的林地是其活动区域之一，在施工期，工程对其影响与猛禽、白鹇和红原鸡等森林生境分布的国家重点鸟类影响类似，主要为生境的破坏与人为活动干扰、噪声驱赶、人为捕捉等。在工程实施期间和以后的一段时间，它们可能离开，但随着干扰消除，环境的稳定，部分可能会回归。人为捕捉等影响可通过明令禁止等保护措施避免，因此对这些鸟类的影响可接受。

白胸翡翠主要活动于水域附近、栗喉蜂虎活动于较为开阔区域，本工程施工期，对其主要影响为车辆通行、临时工程施工等噪声影响，在施工结束后，仍可回到原有生境活动；运行期，随着水库蓄水，水域面积趋于稳定，可能吸引白胸翡翠在库区周边觅食。

4) 对国家重点保护哺乳类的影响

评价区的国家重点保护哺乳类有亚洲象、林麝、猕猴、黄喉貂、斑林狸、椰子狸

和豹猫等 7 种。

(1) 对亚洲象的影响

根据《云南省普洱市黄草坝水库工程评价区绿孔雀、亚洲象现场观测报告》对亚洲象的影响分析结论：

黄草坝水库评价区内未记录到亚洲象稳定种群，工程实施对现有种群不构成直接影响；评价区附近曾有过亚洲象的游荡记录，但仅是亚洲象在北移南返特殊事件发生期的过境和逗留，不是其稳定分布区或迁徙扩散区，因此对亚洲象的实际分布区未构成直接影响；根据已有科学研究中对亚洲象习性和运动路线分析显示，评价区及周边不是亚洲象的稳定分布区、不是其亚洲象迁徙扩散区，其出现仅是北迁南返的无规律游荡，行动路线呈现了距离居民区较近和远离森林的特征，为非正常的运动路线，故属于非正常的偶然游荡，并且 2023 年未再次出现，因此，项目建设实际对现有亚洲象种群的正常迁移、扩散几乎没有影响；虽然项目区不是亚洲象的稳定分布区、也不是正常迁徙扩散区，但由于曾有亚洲象在项目区周边偶然的游荡，未来施工期若突发亚洲象造访，也存在施工人员与亚洲象冲突和亚洲象破坏相关设施的可能。

(2) 对林麝的影响

林麝分布于黄草坝水库淹没线以上，与黑颈长尾雉影响类似，工程不直接占用其生境，但人为活动、库底清理以及施工噪声等会对其产生一定的驱赶影响，需在施工期采取措施减缓该类影响。此外，林麝具有较高的经济价值、药用价值等，容易受到施工人员非法捕猎，若不加以管制，会因施工人员捕猎造成个体数量降低，该影响可通过加强野生动物保护宣传教育、严禁施工人员非法捕猎等措施避免。

(3) 对猕猴的影响

猕猴虽然数量不多，仅 10 多只，但它们有时候会在库区觅食，因此施工期间的产生的噪音、工程活动的影响，都会使猕猴远离，寻找适宜栖息的生境。在运行期，水库淹没将淹没部分猕猴觅食生境，由于猕猴觅食区域广泛，且淹没区域面积相对较小，猕猴仍可在淹没区附近觅食，因此本工程对猕猴觅食生境的淹没影响有限，此外，可通过种植食源林等减缓该影响。综上，本工程施工和运行对猕猴觅食等活动会产生一定影响，但可通过相关保护措施减缓、补偿，因此对猕猴的影响可接受。

(4) 对黄喉貂、斑林狸、椰子狸和豹猫的影响

黄喉貂和斑林狸在评价区属少见种，主要在林木茂密的地带活动，项目实施对其影响很小。椰子狸和豹猫活动范围广，主要在夜间活动，根据云南大学红外相机记录情况，椰子狸和豹猫在评价范围活动较为频繁，工程施工期，临时和永久占地将占用其部分生境，但这几种哺乳类活动范围广，占用生境仅为其觅食或路过区域之一，占用面积相对较少，而人为活动、库底清理以及施工噪声等会对其产生一定的驱赶影响。由于黄喉貂、斑林狸、椰子猫和豹猫主要在夜间活动，通过禁止夜间施工等保护措施可有效减缓对其影响，综上，工程建设对其影响不大。

上述国家重点保护动物反应灵敏，运动能力强，可及时逃避不良环境；工程建设占地面积较小，对它们的栖息生境地占用面积较小；水库施工及运行对其活动的影响不显著。

b) 对省级重点保护动物的影响

评价区内分布云南省重点保护野生动物 1 种，为孟加拉眼镜蛇，分散分布于整个评价区，在工程区域内相对少见，工程施工运行对其影响主要表现为栖息和活动场所缩小、库区淹没将会占据其部分的栖息地。但在工程影响区域之外，仍有大量类似生境分布，工程施工及运行对其影响是有限的。

c) 对珍稀濒危物种的影响

根据调查结果，区域内分布的珍稀濒危物种有 20 种，其中绿孔雀、亚洲象、林麝、黑颈长尾雉、大壁虎、椰子狸、三索锦蛇、眼镜王蛇、黄喉貂、斑林狸、豹猫、红瘰疣螈、栗头八色鸫等 13 种为国家二级重点保护动物，工程对其影响如上所述。其他 7 种珍稀濒危动物中，濒危(EN)级别 1 种，为双团棘胸蛙，易危(VU)级别 6 种，为孟加拉眼镜蛇、云南臭蛙、版纳大头蛙、黑眉锦蛇、红颊獐和食蟹獐。

(1) 对双团棘胸蛙和版纳大头蛙的影响

双团棘胸蛙主要分布于库区支沟、输水管线跨越的堆房菁等支沟，白天隐伏于石下，夜晚在岸边或石上活动捕食，本工程施工期对其影响主要为水库库底清理、水土流失等造成库区生境变化，在运行期淹没区内原有的生境消失，形成新的湿地生境，且原先流水生境变为静水生境，在该区域分布的适宜流水生境分布的双团棘胸蛙生境丧失，可能造成其种群数量降低。

版纳大头蛙在输水管线及水库淹没区小溪沟缓流处石下或水边草丛中或浸水

塘及其附近活动，与双团棘胸蛙影响类似，水库施工及蓄水会使其生境丧失，可能造成种群数量降低。

(2) 对云南臭蛙的影响

云南臭蛙在小黑江森林公园水域有分布，本工程不直接占用其生境，但输水线路施工过程中产生的废水、水土流失等可能破坏其生境，不利于其觅食，该影响可通过严格的水土保持和环保措施加以避免，因此对其影响较小。

(3) 对黑眉锦蛇的影响

黑眉锦蛇和孟加拉眼镜蛇在评价区域分布点位较多，与其他爬行类影响类似，施工期主要表现在工程将会占用部分低凹的沟箐生境，影响其活动空间，如施工机械噪声对黑眉锦蛇的驱赶，会导致施工区及其周边区域黑眉锦蛇种群数量的减少。此外，施工人员对黑眉锦蛇的捕捉，以及他们的生活活动对其栖息地生境的干扰和破坏，均可能会造成其种群数量的减少。

(4) 对红颊獾和食蟹獾的影响

红颊獾栖息于热带山林、山地灌木丛、农田中、水溪边，尤以农作物区的杂木林更为常见。食蟹獾喜栖于山林沟谷及溪水两旁的密林里。与双团棘胸蛙影响类似，工程实施对其影响主要为水库淹没区库盆清理以及蓄水之后生境破坏影响，但在水库淹没区之外，仍有大量类似生境，水库淹没面积较小，对其生境破坏较小。

d) 对特有物种的影响

评价区内中国特有物种有红瘰疣螈、腹斑掌突蟾、红蹼树蛙和八线腹链蛇等4种。

在这些特有物种中，八线腹链蛇的活动半径较大，活动能力强。工程建设对其有一定的影响，如工程占地、人为活动、车辆通行以及水库淹没等，均可能造成八线腹链蛇生境破坏。

腹斑掌突蟾主要活动于输水管线区域支沟山地溪流生境，工程不直接占用其生境，红蹼树蛙主要活动于输水沿线水域附近，工程不直接占用其生境，但工程施工产生的水土流失、废水、废油等，会对腹斑掌突蟾和红蹼树蛙生境产生一定影响，进而影响其正常栖息、觅食等，因此需在施工时采取措施避免该类影响。

总之，工程建设对陆生脊椎动物有一定影响。从整体上说，工程建设将使动物的栖息和活动场所缩小，如小型穴居哺乳类和爬行类的洞穴、鸟类巢区的生境遭到破坏

后,少数动物的繁殖将有可能受到一定影响。结果迫使原栖息在这一带的动物迁往其他生境适宜的地区,但不会导致任何物种的消失。两栖类动物会受到一定影响,种群在一段时间内将会有大的波动,随着工程建设的结束,生态环境逐渐恢复,种群又会得以恢复。整个工程的实施对野生动物影响以间接影响为主,对这些动物产生的影响不会导致其在当地的灭绝和密度大幅下降。

表 5.4.5 黄草坝水库工程对重要物种影响一览表

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	主要影响	
						施工期	运行期
1	绿孔雀 <i>Pavo muticus</i>	一级	CR		输水线路区附近	施工区未见其分布,可能影响为施工噪声	无明显影响
2	亚洲象 <i>Elephas maximus</i>	一级	CR		输水区	施工区未见其分布,可能影响为施工噪声	无明显影响
3	林麝 <i>Moschus berezovskii</i>	一级	CR		淹没区淹没线以上	淹没区未见其分布,可能影响为施工噪声等	无明显影响
4	黑颈长尾雉 <i>Syrmaticus humiae</i>	一级	VU		淹没区淹没线以上	淹没区未见其分布,可能影响为施工噪声等	无明显影响
5	大壁虎 <i>Gekko gekko</i>	二级	CR		河谷灌丛	施工区未见其分布,可能影响为施工噪声、交通致死等	无明显影响
6	椰子狸 <i>Paradoxurus hermaphroditus</i>	二级	EN		输水区	施工活动驱赶影响	无明显影响
7	三索锦蛇 <i>Elaphe radiata</i>	二级	VU		输水线路区	栖息和活动场所缩小	无明显影响
8	眼镜王蛇 <i>Ophiophagus hannah</i>	二级	VU		大坝枢纽区及库区	栖息和活动场所缩小	水库淹没部分生境
9	黄喉貂 <i>Martes flavigula</i>	二级	VU		整个评价区	栖息和活动场所缩小	水库淹没部分生境
10	斑林狸 <i>Prionodon pardicolor</i>	二级	VU		大坝枢纽区及库区		
11	豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	二级	VU		整个评价区		
12	红瘰疣螈 <i>Tylototriton verrucosus</i>	二级	VU	是	输水线路区湿地	施工区未见其分布,可能影响为施工噪声、交通致死以及生境污染等	无明显影响
13	栗头八色鸫 <i>Pitta oatesi</i>	二级	VU		整个评价区	栖息和活动场所缩小	水库淹没部分生境

表 5.4.5(续)

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	主要影响	
						施工期	运行期
14	凤头蜂鹰 <i>Pernis ptilorhynchus</i>	二级			整个评价区	施工噪声、扬尘、废气、灯光等对施工区周围环境产生干扰,从而影响鸟类的栖息,但鸟类有很强的飞行能力,且栖息生境多样,有一定的抗干扰能力,在环境受到干扰时会迅速迁移到其他相同或相似生境中,工程对其影响较小。	活动生境减少
15	蛇雕 <i>Spilornis cheela</i>	二级			整个评价区		
16	凤头鹰 <i>Accipiter trivirgatus</i>	二级			整个评价区		
17	松雀鹰 <i>Accipiter virgatus</i>	二级			整个评价区		
18	雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>	二级			整个评价区		
19	普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	二级			整个评价区		
20	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	二级			整个评价区		
21	红喉山鹧鸪 <i>Arborophila rufogularis</i>	二级			整个评价区		
22	褐胸山鹧鸪 <i>Arborophila brunneopectus</i>	二级			整个评价区		
23	红原鸡 <i>Gallus gallus</i>	二级			整个评价区		
24	白鹇 <i>Lophura nycthemera</i>	二级			大坝枢纽区及库区	人为活动驱赶影响	
25	白腹锦鸡 <i>Chrysolophus amherstiae</i>	二级			大坝枢纽区及库区		
26	针尾绿鸠 <i>Treron apicauda</i>	二级			整个评价区	施工期间的产生的噪声、工程活动的影响	无明显影响
27	楔尾绿鸠 <i>Treron sphenura</i>	二级			整个评价区		
28	褐翅鸦鹃 <i>Centropus sinensis</i>	二级			输水区及受水区		
29	领角鸮 <i>Otus bakkamoena</i>	二级			大坝枢纽区及库区		
30	鵞鸱 <i>Bubo bubo</i>	二级			大坝枢纽区及库区		
31	灰林鸮 <i>Strix aluconivicola</i>	二级			输水区及受水区		
32	领鸺鹠 <i>Glaucidium brodiei</i>	二级			大坝枢纽区及库区		
33	斑头鸺鹠 <i>Glaucidium cuculoides</i>	二级			大坝枢纽区及库区		
34	红头咬鹃 <i>Harpactes erythrocephalus</i>	二级			整个评价区		

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	主要影响	
						施工期	运行期
35	栗喉蜂虎 <i>Merops philippinus</i>	二级			输水线路区		

表 5.4.5(续)

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	主要影响	
						施工期	运行期
36	白胸翡翠 <i>Halcyon smyrnensis</i>	二级			输水线路区	施工期间的产生的噪音、工程活动的影响	无明显影响
37	长尾阔嘴鸟 <i>Psarisomus dalhousiae</i>	二级			整个评价区		
38	银胸丝冠鸟 <i>Serilophus lunatus</i>	二级			整个评价区		
39	蓝绿鹊 <i>Cissa chinensis</i>	二级			整个评价区		
40	红喉歌鸲 <i>Luscinia calliope</i>	二级			整个评价区		
41	画眉 <i>Garrulax canorus</i>	二级			整个评价区		
42	银耳相思鸟 <i>Leiothrix argentauris</i>	二级			大坝枢纽区及库区		
43	红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>	二级			整个评价区		
44	红胁绣眼鸟 <i>Zosterops erythropleura</i>	二级			整个评价区	施工期间的产生的噪音、工程活动的影响、生境占用影响	无明显影响
45	猕猴 <i>Macaca mulatta</i>	二级			大坝枢纽区及库区		
46	孟加拉眼镜蛇 <i>Naja kaouthia</i>	省级	VU		整个评价区	栖息和活动场所缩小，污水、水土流失等对生境影响	生境被占用部分
47	双团棘胸蛙 <i>Rana yunnanensis</i>		EN		溪流及库区		
48	云南臭蛙 <i>Rana andersonii</i>		VU		输水线路区		
49	版纳大头蛙 <i>Rana kuhlii</i>		VU		溪流及库区		
50	黑眉锦蛇 <i>Elaphe taeniura</i>		VU		整个评价区	栖息和活动场所缩小	库区淹没，将会占据其部分的栖息地
51	红颊獐 <i>Herpestes javanicus</i>		VU		整个评价区		
52	食蟹獐 <i>Herpestes urva</i>		VU		整个评价区	栖息和活动场所缩小	无明显影响
53	腹斑掌突蟾 <i>Leptobrachella ventripunctata</i>			是	输水区		

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	主要影响	
						施工期	运行期
54	红蹼树蛙 <i>Rhacophorus rhodopus</i>			是	输水区		
55	八线腹链蛇 <i>Amphiesma octolineata</i>			是	整个评价区		

5.4.6 对水生生态的影响

黄草坝水库在水库建设项目中,对保护区水生生态的影响主要表现在:涉水工程施工悬浮泥沙增加对水质的影响;水库大坝阻隔对流域连通性的影响;水库蓄水灌溉引起坝下减脱水对生境的影响;扩充水资源利用对流域水生生态的影响等,成为工程建设对水环境影响的主要因素。

5.4.6.1 对水环境的影响

黄草坝库区建成后,水域面积增加(淹没陆地),坝前水位抬高。水域面积、水深和水体增大,流速减缓,泥沙沉积,水体透明度增大,水体溶解氧有所降低,底层水体溶解氧降低明显;库区河段由于淹没导致营养盐类增加,初级生产力增高;适应缓流水环境的生物种类增多,适应急流水环境的种类减少,库区范围内原急流开放型水生态系统将改变为峡谷河道型水库生态系统。拟建黄草坝库区均位于峡谷区域,坝下水体将会有减少的趋势,全年大部分时间依靠生态流量维持河道有水。但对整个小黑江流域而言,库区建设有利于保持全年水量平衡,减少干旱时段河道干枯,对维持水生态有利。总体而言,拟建水库范围较小,对小黑江流域水环境影响较小。

黄草坝水库建成运行将会造成坝址以下小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区水位、流速等一定程度下降,以及运行后下泄流量和自然流量水体所产生的的水文情势的变动,均有可能对该水产种质资源保护区的水环境产生一定的影响。若随着水库运行,以及维持坝下河流正常生态流量的情况下,由此产生对水环境的不利影响均会得到缓解或消除。

5.4.6.2 对浮游植物的影响

施工期影响。通过对流域水生生态现状调查结果显示,共观察到浮游植物分属于蓝藻门、硅藻门、裸藻门、甲藻门、绿藻门等。这些藻类在该流域以及威远江整个大流域中都是广布种,无保护和特种类。项目规划中的水库建设,施工期在坝址段河

流水文将会发生一定的变化，但持续时间较短，影响范围河段较小，因此不会对流域内的浮游植物形成威胁。而且，随着施工期涉水作业工程的结束，相应的水文情势趋于稳定或恢复，其对下游水体浮游植物的不利影响将会随着施工完成逐渐得到消除。

运行期影响。黄草坝水库大坝建成蓄水后，浮游植物群落将会从现有的河流型向水库型群落转化，一些静水性浮游的种类将会逐渐大量生长。随着库区水质营养水平的提高，一些喜肥耐污种类的种群将会得到较大的发展。目前数量不多的绿藻以及甲藻，将会大量生长繁殖，耐污的蓝藻门颤藻属、鱼腥藻属等也会大量生长，藻类植物的群落结构也会由目前的硅藻占优势硅藻型改变为硅藻—绿藻型或硅藻—绿藻—蓝藻型。

5.4.6.3 对浮游动物的影响

施工期影响。根据对流域水生生态现状的调查，浮游动物种类均是广布种，并未发现有特有、珍稀的浮游动物种类，预测工程施工期间做好施工废水达标排放，施工产生的固体废物及时清理出施工场地，对水体的影响较小，对浮游动物的干扰也较小。而且，随着施工期涉水作业工程的结束，相应的水文情势趋于稳定或恢复，其对下游浮游动物的不利影响将会随着施工的完成逐渐得到消除。

运行期影响。水库建设后，库区营养增加，浮游动物由原来的河道型转变为湖库型，且枝角类、桡足类等大型浮游动物的密度和生物量将会增加。且随着营养物质的积累，有可能产生藻类水华，导致浮游动物出现小型物种大量繁殖的现象，因此，需要在工程完工后对流域采取一系列的监测和防控措施。同时，防止可能发生的由于浮游动物的大量繁殖，流入下游该水产种质资源保护区，以及由此产生的不利影响。

5.4.6.4 对水生维管束植物的影响

工程影响区未监测到有水生植物分布。但项目建设后，库区由河流型转变为湖库型，以水葫芦为代表的漂浮植物容易在库区发展起来，并形成优势群落，影响水库水体环境，需要加强监测和清除。同时，需要严防此类漂浮型水生植物流入下游的中国结鱼省级水产种质资源保护区，以及由此产生的不利影响。

5.4.6.5 对底栖动物的影响

调查中发现的大型底栖动物均为广布物种，建设项目不会对这些物种的生存构成威胁。但在项目建设过程中，坝址附近河道将被施工完全破坏，施工导致的水体浑浊

和可能的水体污染，将使那些喜洁净水体的蜉蝣等逃离施工水域，其种群密度将大大降低；施工引起的水体扰动可能会使沿岸缓流水滩上的砾石被污泥覆盖，直接影响了水生底栖无脊椎动物的生存和繁衍，原有的底栖动物群落也将消失。工程竣工后，水质将得到改善，在保证生态流量的情况下，底栖动物群落将在下游得到恢复。

5.4.6.6 对鱼类的影响

a) 工程建设期对流域鱼类的影响

1) 对鱼类生境和生长的影响

项目建设期间，人类活动增加，所产生的生活污水、生产垃圾以及工程弃渣、废水，势必影响保护区流域的水质，导致鱼类生境环境受到一定影响。生活污水主要为施工人员临时居住工地粪便污水，同时包括厨房污水、浴室废水等，主要污染因子为有机物。施工期进行建筑材料清洗、车辆等设备冲洗、场地降尘洒水、地表基础开挖和基坑排水会造成坝址局部河段水体浑浊，透明度降低，水质下降，对下游鱼类生境造成影响。同时上述这些因素都会影响保护区流域的水质，从而影响浮游生物生物量，进而影响坝区下游鱼类的索饵场以及适宜生境(王月青，2012)。项目施工期间，各种机械在水中作业，搅动水体河床底泥，局部范围内破坏了鱼类的栖息地，对鱼类有驱赶作用。

2) 对鱼类繁殖影响

施工期间，地表基础开挖、天然料场建立等造成鱼类产卵场的破坏，同时所产生的悬浮泥沙可能粘附在鱼卵上而导致鱼类胚胎发育窒息死亡。施工过程中产生的振动、机械噪声可能对鱼类产生生理干扰，若在繁殖季节，则将导致鱼类产卵受到一定程度抑制。堰排水施工将使围坝河段鱼类死亡或被滥捕；筑坝引水将导致坝下河段大幅度减水，甚至脱水，威胁减脱水河段鱼类的生存，如果减水处于鱼类繁殖期，会影响下游河段的鱼类繁殖，或使受精卵、仔幼鱼搁浅死亡等，将导致下游河段鱼类时段性物种数量和种群密度的下降。但是一旦涉水工程完工或停止，水质可望在较短的时间内自行修复。总体而言，上述有些影响是可防、可控和可逆的，而有些时段性不利影响也是客观存在的。

b) 工程运行期对鱼类的影响

本工程位于小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区上游 8.5km 处，对保护区物理结构不会造成直接影响。项目运行期对保护区鱼类的影响主要为大坝阻隔、下游中

国结鱼省级水产种资源保护区内水位和流速下降，以及下泄水温变化、气体过饱和以及水文情势变化。

1) 大坝阻隔对鱼类的影响

建设项目将原来上下连通的干流分割成坝上和坝下两部分，将河流分割成多个生境相似而生态系统脆弱的水库生态系统，分别为坝前的静水区、库尾和库区支流的急流区以及连接坝前和库尾的微流水区。项目竣工后造成的生境片断化将会对流域内的鱼类带来影响，且这些影响是长期的、不可逆的。项目运行期间对流域内鱼类的影响主要有以下几个方面：

(1) 建设项目阻断了鱼类上下迁移的通道，造成了种群基因交流的阻隔，降低物种的活力，增加鱼类近亲繁殖机率，可能降低物种的遗传多样性；但下游保护区的鱼类，主要分布于小黑江下游、威远江流域，以及澜沧江—湄公河干流支流水体，阻隔的不利影响主要体现在坝上河段的鱼类资源，对坝下保护区鱼类的影响效应是非常有限的。

(2) 片断化使得库区鱼类的搜寻能力降低，难觅充足食物。

(3) 大坝使物种扩散以及群落的建立受到限制，它对物种的正常散布移居活动产生直接障碍，单一生境的物种量下降。但在库区发电尾水排放及旱季最低河流生态流量的维持之下，坝上与坝下河流连通性受该坝区工程影响较小，坝址及以上小型鱼类能随下泄水进入下游，但下游需要上溯的鱼类无法进入坝址以上河段。根据鱼类资源调查，工程下游的保护区无典型洄游鱼类，因此大坝阻隔对保护区鱼类基本无影响

2) 下泄水温变化对鱼类的影响

鱼类产卵繁殖主要受水温、水位、流速等因素的影响。虽然影响鱼类繁殖的因素很多，但是根据以往的研究经验来看，最主要的因素可能还是温度因素。低温水对鱼类的影响主要是一方面延迟鱼类的生长速度，另一方面对于繁殖期的鱼类，会因为水温过低而繁殖失败。

项目建成后，如果下泄水温偏低，会导致坝下河段鱼类生长发育变慢，生长期缩短，繁殖期推迟。就坝下保护区各鱼类零星产卵场而言，多数保护对象都在雨季早期繁殖，若保持坝下小黑江干流的生态流量，此时大坝下泄水与天然水温相比几乎没有变化，因此水温变化对保护区鱼类产卵场的影响较小。

3) 气体过饱和对鱼类的影响

项目竣工后，大坝在泄水过程中，会导致水体溶解气体含量增加，而水体中过饱

和气体可引起鱼类气泡病，且气体过饱和对鱼苗的影响大于成鱼。就坝下保护区鱼类而言，大坝采取底流消能的泄洪方式产生气体过饱和的几率很小，因此气体过饱和对保护区鱼类产卵场的影响较小。

4) 水文情势改变对鱼类的影响

水库建成后，库区河段原有的流量、流速、流态均将发生变化，对一些鱼类已适应的生态环境产生一定不利影响。库区内河段水体环境由河流生态型向水库生态型转化，水面扩大，容量增加，饵料生物得以发展，适应缓流水生境的浮游动植物、底栖动物等的种群数量将会明显增加，适应于流水性鱼类减少，适静水或缓流性鱼类增多。对库区原河段适应于急流、砾石、洞穴环境中生活繁衍的鱼类如滇池金线鲃等，库区可能使其获得更大的越冬及索饵水域，但由于流水生境逐渐压缩至库尾以上河段，流水生境萎缩，最终导致库区河段流水性鱼类资源量减少。而库区给一些敞水性鱼类和静水生活的鱼类造成良好的生活环境，鱼类资源的种群数量，得以迅速发展，鱼产量将有所增加，并可能成为库区的优势物种。总体而言，库区水体容积及水域面积增大，水生生物及鱼类栖息、活动空间增大，鱼类资源量和渔获物将增加。

库尾以上河段仍然保持原状，受黄草坝水库影响较小，原本分布在库区河段的流水性鱼类可能被迫迁移到该河段，其鱼类资源可能会增加。

通过计算，丰水代表年黄草坝水库坝下小黑江河段断面年平均水深由 0.77m 降至 0.70m，降幅 9.57%，平均流速由 0.79m/s 降至 0.76m/s，降幅 3.07%；平水代表年坝下小黑江河道断面年平均水深由 0.67m 降至 0.56m，降幅 16.12%，平均流速由 0.86m/s 降至 0.77m/s，降幅 10.36%；枯水代表年坝下小黑江河道断面年平均水深由 0.59m 降至 0.53m，降幅 10.53%，平均流速由 0.89m/s 降至 0.78m/s，降幅 12.36%。虽然坝址下游各断面年平均流量、水深和流速均有所下降，但随着坝下南埂河(汇口位于坝下约 8.41km，多年平均流量 1.07m³/s)、帕庄河(汇口位于坝下约 19.36km，多年平均流量 3.30m³/s)、暖里河(汇口位于坝下约 21.19km，多年平均流量 3.77m³/s)、芒费小河(汇口位于坝下约 35.21km，多年平均流量 1.66m³/s)、独达河(汇口位于坝下约 40.50km，多年平均流量 2.12m³/s)、勐烈河(汇口位于坝下约 44.26km，多年平均流量 5.52m³/s)等支流的入汇，流量沿程得到较大的恢复。坝下河道减水幅度较大的河段为坝址到南埂河汇入河口之间的河段，长度约 8.41km，通过水库下泄一定的生态流量，可一定程度减缓对水生生态的影响。

5) 水质变化对鱼类的影响

本工程水库成库后，库区水流变缓，泥沙沉积，透明度升高，营养盐物质滞留，水体营养盐浓度将一定程度增加，水体初级生产力略有提高，浮游生物有一定程度的增加，有利于仔幼鱼和浮游生物食性鱼类的生长。由于成库后，将划为饮用水源保护区，会采取措施保护水质，防止水体产生富营养化，因此库区水质变化幅度不大，库区鱼类资源将有一定程度增加，但是增加程度有限。

6) 饵料生物基础变化对鱼类的影响

本工程水库形成后，库区水体理化性质也会发生一系列变化，库区水流变缓，泥沙沉降，水体透明度增大，使溶解氧、阳光能量透入、水温等几种水质要素得到不同程度的提高，有利于水体浮游植物对光能的利用；夏季，坝前、开阔水域、水交换小的库湾水温将分层，表层水温相比其他月份有所升高，有利于鱼类生长、发育及水生生物的繁衍；水体中溶解氧的变幅增大，水生生物生产与消费对水体溶解氧的贡献率显著升高；营养物质滞留和淹没区营养物质的释放，水体中营养物质总量增加，库区浮游植物的现存量会有所升高，从而提高水体生物生产力，相应的库区渔产量会升高。

本工程水库蓄水运行后，随着水库生态系统的发育，库区水生生物种类组成、群落结构也相应发生演变。浮游植物、动物种类和现存量均会明显增加，水体生物生产力提高；库区深水区的底栖动物种类组成发生变化，多为适宜静水和耐低氧的软体动物、水蚯蚓和摇蚊幼虫，虽然现存量会增高，但鱼类对深水区的底栖动物利用率低。因此，库区鱼类的饵料生物基础从原江河激流生境的以底栖动物、着生藻类为主，演变为以浮游动物为主，库区饵料生物资源的群落结构，有利于仔幼鱼的育幼和浮游生物食性的缓流或静水性鱼类的生长、繁衍。随着蓄水时间的延长，食鱼性鱼类以丰富的小型鱼类资源饵料基础得到发展，并达到种群控制的相对平衡。

库区饵料生物资源种群结构的变化，使得以流水生境中饵料生物资源为基础鱼类，将退缩至库区支流、库尾干流少量流水河段，种群数量相应减小。

7) 卷吸效应对库区水生生物的影响

卷吸效应是指库区取排水过程中能够通过滤网系统进入到输水管道的小型浮游生物、卵、大型生物及鱼类幼体所造成的损害，主要集中于取水口泵吸系统、输水管道自吸系统和冷却水系统对水生生物的卷吸作用；卷吸率大，系统产生的卷吸作用越重，水生物损失相应也大；反之，水生物损失则小。卷吸效应的研究涉及到水动力，物质

输移和扩散，水生物特性等领域，其机制也是十分复杂的。在实际应用中，为了便于模拟计算卷吸效应造成水生物的损失量，常常忽略水生生物特性因素的影响，将水生生物看作是被动的，其在水中垂直方向上均匀分布，水平方向上的输移分布则符合物质输移和扩散规律。卷吸效应除了由于滤网、管道等机械性造成水生生物损伤外，以及长时间的低温、低氧等抑制性影响，可能还会造成大量水生生物死亡，影响到种群数量的稳定，甚至是整个生态系统的稳定等等。

根据现状调查结果，黄草坝水库库区浮游植物组成以硅藻门和绿藻门为主，浮游动物以枝角类和桡足类为主，底栖动物将是库区常见的虾蟹、萝卜螺等，水生维管束植物仍为少量辣蓼和禾本科挺水植物。浮游植物、浮游动物、底栖动物和水生维管束植物等水生生物主要分布于沿岸或浅水层水体，由于采用叠梁门分层取水，上述水生生物受到库区取水的机械性损伤的可能性较小，且上述物种多为小黑江、威远江和糯扎渡库区广泛分布，因此上述水生生物受到黄草坝水库取水运行卷吸效应影响较小。

水库蓄水后，库区鱼类将会由现有的荷马条鳅、南鳅等条鳅科小型鱼类转变为以高体鳊、鳊、麦穗鱼、棒花鱼、青鱼、草鱼、鲢、鳙、黄颡鱼、食蚊鱼、尼罗罗非鱼、小黄鲷、鳊虎鱼等外来鱼类为主的静水型大水面物种；以及在采取过鱼设施和增殖放流水生态保护措施后，中国结鱼、野结鱼、后背鲈鲤和云南吻孔鲃等下游常见鱼类也会分布至库区及以上水体。上述可能在库区分布的鱼类大多分布于近岸或浅水层，一般不会集中于水库取水口附近，且很少在水深较深的取水口附近水体中活动，即使有少数游至取水口附近水体，拦网、滤网等机械性结构也会形成阻隔效果，防止库区鱼类受到卷吸效应的不利影响。

此外，成库后的鱼类物种组成可能会演变为以外来物种为主的大水面鱼类，接近于糯扎渡库区和威远江流域水库分布的鱼类，难免会有少量外来物种鱼类鱼卵经输水管线进入受水区，在长距离的低氧低温管道下也难以存活，也不会导致新的扩散。

c) 工程运行期对鱼类“三场”的影响

1) 对产卵场影响

运行期水库蓄水，水位的抬升，产卵场将会上移，形成新的产卵场所。产粘性卵鱼类的产卵场一般处于河道大的回水弯处或分叉河道，这种生境岸边有较为丰富的植被，流速较慢，水流平缓，底质为沙砾或砾石，水浅甚或河床部分裸露，以便于鱼卵附着，同时周边又有一定的深水区，供亲鱼活动和藏身，在产卵场附近一般都会有一

索饵场。水库水量稳定后，随着水深增加，水域面积增加，浅水区域面积也相应增加，且水生、湿生植被会增加，尤其在沿岸地带，有利于产粘性卵产卵场的扩大。下游鱼类受水流量影响相对较大，通过采取生态流量泄放措施，产卵场影响不大。

2) 对索饵场影响

根据评价河段的渔获物组成，以及水生生物的数量情况，分析认为小黑江及相关水域基本满足鱼类的索饵需求。随着水库的建设，库区水位上升，水面变宽，水流减缓，短期内浮游动、植物和底栖生物总量增加，使基础饵料生物资源量显著增加，索饵场面积增大，会为鱼类的天然生物饵料资源提供保证，并随着浮游动植物生物量逐渐达到新的平衡，鱼类索饵场也将达到稳定状态。

3) 对越冬场的影响

水库的建设，使库区其原有的生态环境发生了较大的变化，水域面积增大，水流变缓，水位加深，该河段河床底质主要为沙石，河道两岸宽阔，水面较宽，岸边水位较低，流速较慢，岸边水温在日照条件下上升较快，冬季饵料生物资源会增大，且不易受到外界干扰，这些又为鱼类提供了理想的越冬场所。

d) 工程运行期对受水区鱼类的影响

黄草坝水库输水工程未涉及跨越水系，且主要为饮用水管道输水，对受水区的鱼类组成和区系特点也不会产生较大的影响。此外，鱼类产卵繁殖主要是受水温、水位、流速等不利因素的影响，对于受水区中的鱼类而言，流速的影响相对较小，根据以往的研究经验来看，最主要的因素还是温度。低温水对鱼类的影响主要是一方面延迟鱼类的生长速度，另一方面对于繁殖期的鱼类，会因为水温过低而繁殖失败。水源区取水采用分层取水，水温相较于受水区水温相对较低，但进入自然水体水量较少，与受水区水体混合后，受水区水温大幅度降低的可能性极小，其对受水区鱼类的繁殖影响较小。而且，黄草坝水库水源区和受水区同属小黑江流域，因此也不会发生跨流域引水导致的外来种入侵问题。

5.4.7 对景观生态体系的影响

a) 恢复稳定性和阻抗稳定性分析

生态体系的稳定状况包括两个特征，即恢复和阻抗。恢复稳定性与高亚稳定元素(如植被)的数量和生产能力较为密切，植被生产力越高，其恢复稳定性越强，反之则弱。阻抗稳定性与景观异质性关系紧密。

工程建成后，评价区各种土地利用类型发生了变化，林地、园地、耕地面积减少，建筑和水域面积增加。评价区模地依然是林地，生态系统保持不变，主要以森林生态系统为主。工程施工过程中虽然占用了林地，破坏了部分植被，但由于工程为点状分布，避免了工程对自然植被的破坏。故本工程对生态系统内的生物组分破坏较小，系统内的阻抗稳定性变化较小。

通过以上分析，工程建设不可避免的占用部分土地，但对景观生态体系的影响不大，生态系统的恢复稳定性和阻抗稳定性不会发生明显改变，不会影响生态系统的自我调节能力，随着施工结束后，绿化复垦等植被恢复措施的实施，生态系统的生产力和生物量将逐步得到恢复，工程对系统内阻抗稳定性和恢复稳定性影响较小。

b) 景观生态体系质量综合评价

工程实施后的各土地类型优势度值计算结果见表 5.4.7。

表 5.4.7 工程实施前后主要拼块类型优势度值

景观类型		天然森林景观	灌丛景观	人工林景观	耕地景观	建筑景观	水域景观	自然保留地景观	合计
斑块数 NP (个)	建设前	484	115	533	410	306	110	185	2143
	建设后	436	108	530	389	359	111	185	2118
斑块平均面积 MPS (hm ²)	建设前	10.64	5.36	2.32	4.92	1.72	1.04	1.25	27.25
	建设后	11.18	5.61	2.33	5.06	1.89	2.71	1.25	30.03
斑块总面积 CA (hm ²)	建设前	5149.14	616.97	1234.83	2019.19	525.57	114.17	231.26	9891.13
	建设后	4873.19	606.07	1233.17	1967.86	678.63	300.95	231.26	9891.13
密度 Rd(%)	建设前	22.59	5.37	24.87	19.13	14.28	5.13	8.63	100
	建设后	20.59	5.10	25.02	18.37	16.95	5.24	8.73	100
频度 Rf(%)	建设前	28.35	6.25	25.28	20.24	14.38	5.65	8.92	100
	建设后	20.96	5.96	25.1	18.97	17.24	6.98	8.96	100
景观比例 Lp(%)	建设前	52.06	6.24	12.48	20.41	5.31	1.15	2.34	100
	建设后	49.27	6.13	12.47	19.90	6.86	3.04	2.34	100
优势度 Do	建设前	38.48	7.37	28.2	24.79	15.66	5.68	9.36	100
	建设后	33.09	7.06	28.18	23.64	18.81	6.87	9.43	100
香农多样性指数(SHDI)	建设前	1.37							
	建设后	0.94							
香农均匀度指	建设前	0.7							

景观类型		天然森林景观	灌丛景观	人工林景观	耕地景观	建筑景观	水域景观	自然保留地景观	合计
数(SHEI)	建设后	0.48							
斑块破碎度指数(F)	建设前	0.22							
	建设后	0.27							

从表中可以看出,工程建成后评价区景观类型格局将发生一定变化,其中建筑景观拼块因大坝、施工营地、道路等工程的修建使其重要性提高,其优势度值由工程建成前的 15.66%上升到 18.81%;水域景观因水库蓄水,其优势度值由工程建成前的 5.68%上升到 6.87%;作为模地的天然森林景观其优势度值从 38.48%降低到 33.09%、耕地景观其优势度值从 24.79%降低到 23.64%、人工林景观其优势度值从 28.20%降低到 28.18%。天然森林景观的优势度值减小的幅度较大、耕地景观和人工林景观的优势度值减小的幅度较小。这三个景观优势度值仍然远远高于其它拼块的优势度值,仍然作为评价区内的模地。

经计算,工程建设后,评价区景观香农多样性指数将由 1.37 降低至 0.94,香农均匀度指数将由 0.70 降低至 0.48,区域内原本优势度较低的湿地景观、城镇景观优势度增加,各景观类型的均匀度升高。同时,水库建设也造成区域内景观破碎化程度的升高,破碎化指数由 0.22 升高至 0.27。

综上,工程施工造成的区域土地利用格局的变化,将对评价范围自然体系产生一定的影响,通过工程区自然生态系统体系的自我调节,在工程运行一段时间后,工程影响区自然体系的性质和功能将逐步恢复。另外,在工程建设过程中应注意生态系统的保护,使受到影响的生态系统的自然生产力尽快得到恢复。

5.4.8 对生态系统稳定性的影响

5.4.8.1 对评价区生态系统生物量的影响

工程建设占地减少评价区生态系统的生物量,对当地生态系统的物质循环和能量流动产生一定程度的影响,包括永久损失影响和临时损失影响两方面。

表 5.4.8-1 工程建设对评价区生态系统生物量的影响一览表 单位: 面积 hm^2

生态系统	工程前面积	永久占用面积	临时占用面积	生物量 t/hm^2	工程前生物量(t)	永久损失生物量(t)	临时损失生物量(t)	总损失生物量(t)	占评价区比例(%)		
									永久损失	临时损失	总损失
山地雨林	61.46	39.89	3.08	400	24584.00	15956.00	1232.00	17188.00	64.90	5.01	69.92
常绿阔叶林	2240.6	72.42	36.66	350	784210.00	25347.00	12831.00	38178.00	3.23	1.64	4.87
暖温性落叶阔叶林	743.64	3.52	2.38	300	223092.00	1056.00	714.00	1770.00	0.47	0.32	0.79
暖温性针叶林	2103.44	153.06	167.81	200	420688.00	30612.00	33562.00	64174.00	7.28	7.98	15.25
热性灌丛	616.97	10.9	37.29	80	49357.60	872.00	2983.20	3855.20	1.77	6.04	7.81
人工用材林	945.02	1.66	14.31	120	113402.40	199.20	1717.20	1916.40	0.18	1.51	1.69
人工经济林	289.91	7.06	13.45	60	17394.60	423.60	807.00	1230.60	2.44	4.64	7.07
耕地	2019.19	51.34	137.14	30	60575.70	1540.20	4114.20	5654.40	2.54	6.79	9.33
合计	9020.23	339.85	412.12	-	1693304.30	76006.00	57960.60	133966.60	4.49	3.42	7.91

a) 永久损失影响

工程永久占用面积为 357.82hm^2 。由于植被面积的减少, 工程的建设使评价区永久损失的生物量约 76006.00t (干重), 永久减少的生物量约是评价区生物量的 4.49% 。这部分生物量将会永久损失, 对评价区的生态系统造成一定的不利影响。

b) 临时占地损失影响

工程临时占用面积为 413.36m^2 。由此临时减少的生物量约 57960.60t (干重), 生物量的损失率约是 3.42% 。工程完建后, 随着临时占地区域植被的恢复, 这部分临时损失的生物量可以逐渐得到恢复。但是由于植被恢复是一个长期的过程, 在本区水热条较好的情况下, 植被恢复及其生物量的稳定的时间需 20 年左右。

5.4.8.2 对评价区生态系统生产力的影响

工程建设占用植被, 使评价区生态系统的生产力有所减少, 对评价区生态系统造成一定的负面影响, 包括永久影响和临时影响两方面。

表 5.4.8-2 工程建设对评价区生态系统生产力的影响一览表 单位: 面积 hm^2

生态系统	工程前面积	永久占用面积	临时占用面积	净生产力 (t/a. hm^2)	工程前生产力 (t/a)	永久损失生产力(t/a)	临时损失生产力(t/a)	总损失生产力 (t/a)	占评价区比例(%) /		
									永久损失	临时损失	总损失
山地雨林	61.46	39.89	3.08	25.3	1554.94	1009.22	77.92	1087.14	64.90	5.01	69.92
常绿阔叶林	2240.6	72.42	36.66	16.81	37664.49	1217.38	616.25	1833.63	3.23	1.64	4.87
暖温性落叶阔叶林	743.64	3.52	2.38	10.23	7607.44	36.01	24.35	60.36	0.47	0.32	0.79
暖温性针叶林	2103.44	153.06	167.81	9.74	20487.51	1490.80	1634.47	3125.27	7.28	7.98	15.25
热性灌丛	616.97	10.9	37.29	8.85	5460.18	96.47	330.02	426.48	1.77	6.04	7.81
人工用材林	945.02	1.66	14.31	8.41	7947.62	13.96	120.35	134.31	0.18	1.51	1.69
人工经济林	289.91	7.06	13.45	8.41	2438.14	59.37	113.11	172.49	2.44	4.64	7.07
耕地	2019.19	51.34	137.14	6.5	13124.74	333.71	891.41	1225.12	2.54	6.79	9.33
合计	9020.23	339.85	412.12	-	96285.05	4256.92	3807.88	8064.80	4.42	3.95	8.38

a) 永久损失影响

工程永久占用面积约 357.82hm^2 , 由此评价区生态系统生物生产力每年永久损失约 4256.92t/a (干重), 与建设前相比, 评价区生态系统植被生产力的损失率约为 4.42% 。

b) 临时损失影响

工程临时占用面积约 413.36hm^2 , 由此评价区生态系统生物生产力每年临时损失约 3786.74t/a (干重), 评价区每年生态系统植被生产力的损失率约是 3.95% 。项目竣工后, 随着临时占地区域植被的恢复, 这部分临时损失的生产力可以逐渐得到恢复。

5.4.8.3 对评价区生态系统稳定性的影响

生态系统的植被生物量状况及植被生产力水平是维持一个地区生态稳定性最重要的因素。因此, 本工程建设对评价区生态系统的稳定性的影响, 主要由工程建设后对评价区植被生物量状况及植被生产力水平改变的程度所决定。由以上分析可知, 本工程建设后, 由于永久占用和临时占用减少了评价区部分植被面积, 由此评价区损失的生物量约是 133966.60t (干重); 因工程建设导致评价区每年减少的植被生产力为 8064.80t/a (干重)。其中, 因临时占地减少的生物量和生产力, 在工程竣工后通过实施植被恢复, 使评价区生物量和生产力的损失能够达到部分弥补。因此, 黄草坝水库建

设对评价区生态系统的稳定不会产生明显的不利影响。

5.4.9 对生态敏感区的影响

5.4.9.1 对小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区的影响

建设项目位于保护区上游，施工区不在保护区范围内，虽建有涉水建筑物，但项目实施对流域水文情势的改变较小，在满足下游保护区生态环境需水量的条件下对鱼类等水生生物的活动基本不造成干扰。

根据保护区功能划分，保护区主要保护特有鱼类及其生境。工程建设施工阶段对保护区产生的直接影响包括施工车辆途径保护区产生的噪声，以及施工废水等影响。施工期内，其影响将一直存在。施工期的噪声可能会使产卵鱼类受到惊吓，从而导致该区域鱼类群体的变动，甚至影响到鱼类的产卵行为。施工废水的排放主要造成水体悬浮物含量升高，其沉积和覆盖将导致施工水域下游一定河段近岸带浮游生物、底栖动物以及水生植物等生物量的减少，造成一定区域鱼类饵料生物的减少，进而影响到鱼类的索饵等。施工期污染源的任意排放，对保护区功能仍有一定损害。应通过相应环保设施、水域生态系统保护措施的实施将影响减低。

小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区，根据保护区功能区划分原则：该水产种质资源保护区总面积 7775.4hm²，河道总长度约 35.7km。其中，核心区面积 4319.7hm²，河道长约 20km；实验区面积 3455.7hm²，河道长约 16km。保护区主要对象是中国结鱼 *Tor sinensis*、云南吻孔鲃 *Poropuntius huangchuchieni*、后背鲃 *Percocypris retrodorsalis*、野结鱼(大鳞结鱼) *Tor tambra*，均为鲤形目鲤科鲃亚科鱼类，分布于澜沧江流域干支流中下游水体。根据保护区的申报资料，小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区共栖息有鱼类 47 种，隶属于 4 目 12 科 39 属。土著鱼类 39 种，隶属于 4 目 10 科 31 属，占有鱼类种数的 82.98%，外来种 8 种，占有鱼类的 17.02%。土著鱼类中鲤形目种类最多，有 5 科 24 属 31 种，占土著鱼类种数的 79.49%；鲇形目 2 科 4 属 5 种，占土著鱼类种数的 12.82%；合鳃鱼目 2 科 2 属 2 种，占土著鱼类种数的 5.13%；鲈形目 1 科 1 属 1 种，占土著鱼类种数的 2.56%。

基于以上小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区的功能区划、保护鱼类和现有土著鱼类现状分析，施工期由于工程建设所产生的污水、固体垃圾、施工车辆扰动等不利因素，可能会对该保护区的实验区鱼类正常生长和繁殖产生一定的不利影响，但考虑到黄草坝水库建设坝址位于保护区(实验区上边界)上游 8.5km，具有一定的距离，

水流经坝下河段冲刷和污染物过滤、降解，水体将会得到改善，逐渐恢复成自然水体。因此，施工期的以上影响对该水产种质资源保护区的影响有限，并且随着施工期结束，不利影响将会降低和消失。

项目运行期，对保护区的影响主要表现在保护区流域水位降低、流速减缓，以及水库下泄低温水等，影响保护区鱼类繁殖、觅食等活动。根据野外实地调查，以及相关文献资料分析，保护区主要保护鱼类中国结鱼、云南吻孔鲃、后背鲈鲤、野结鱼，以及保护区其他现有分布的土著鱼类，主要分布于该保护区的核心区和小黑江下游，但不仅仅分布于该水产种质资源保护区，大多数物种在小黑江下游、威远江流域，以及澜沧江其他干流水体均有分布。因此，黄草坝水库工程建成运行后，保持坝下下泄流量满足保护区鱼类基本生长和繁殖需求，下泄水量经距保护区 8.5km 的坝下河段流动，其低温水会逐渐好转和恢复正常；同时，下游采取相应补偿措施以满足保护区流域生态环境需水量和土著鱼类种群扩大可以将上述影响降到最低。

为研究论证黄草坝水库建设对保护区的影响，制定可行有效的水生生态保护措施，建设单位委托编制了《云南省黄草坝水库工程对小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区影响专题论证报告》，2021 年 12 月 3 日，云南省农业农村厅在昆明组织召开了报告评审会，专家组一致同意通过对专题报告的评审。2022 年 5 月 13 日，云南省农业农村厅以云农渔〔2022〕6 号《云南省农业农村厅关于黄草坝水库工程对小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区影响专题论证报告的审查意见》同意工程所提出的水生生态保护措施。

5.4.9.2 对云南普洱五湖国家湿地公园的影响

云南普洱五湖国家湿地公园纳贺湖片区位于输水工程东侧，可研阶段设计充分考虑了避让湿地公园范围，通过更改输水隧洞线路走向，优化弃渣场、临时道路等临时工程布置，尽量远离了五湖国家湿地公园。工程输水路线末端离普洱五湖国家湿地公园较近，距离约为 110m。工程建设对湿地公园植物及植被的影响主要在施工期，主要是施工活动对湿地公园环境所造成的间接性影响。

a) 施工活动对植物的影响

工程施工期间人为的踩踏、产生的粉尘、废气、废水等将对周围环境产生影响，可能影响植物生活的立地环境条件。

施工期人为的踩踏会直接导致植物死亡，导致植物数量减少，但施工期严格划定

施工范围红线，并且规范施工人员的行为，人为踩踏的情况则是可以避免的，人为踩踏对植物的影响也是可以消除的。

开挖施工过程中会产生粉尘、扬尘，可能会影响到植物的光合作用，而施工废气主要在施工区域两侧短时间内浓度较高，一定时间过后即会散去，因此，施工废气对植物的影响范围较小，时间较短。

施工产生的废污水如直接排放，会对附近土壤及地表水体造成影响，进而可能会影响植物的生长。但采取有效措施，施工期的废污水对植被的影响是有限的。

b) 对湿地公园动物的影响

根据现场调查，工程周边的野生动物以鸟类和小型兽类为主，工程对湿地公园动物的影响主要在于占地影响、施工期产生的噪声、灯光、人类活动的影响等。

根据现场调查，工程周边人为干扰较明显，在此处活动的动物较少，且主要为适应噪声干扰的种类。临近湿地公园的工程施工期较短，工程完工后，噪声、灯光等影响将消失，且施工区域附近生境都比较相似，野生动物可暂时转移到远离施工区域的相似生境生活。因此，施工活动对湿地公园动物影响较小。

5.4.9.3 对云南省小黑江森林公园的影响

本项目设计阶段已充分考虑到了小黑江森林公园范围，通过优化输水线路走向，合理布置埋管、泵站、弃渣场等工程，尽量避让了森林公园。项目不涉及森林公园范围，森林公园位于输水线路埋管东侧，最近水平距离约 56m。

a) 生态系统结构和功能的影响

根据工程布置，与森林公园最近的工程为埋管，该段埋管的作业宽度为 36m，工程建设不占用森林公园土地，无永久、临时占地，不设置任何设施，不会使区域的生态系统的结构和功能发生根本性变化，对森林公园生态系统的结构和功能影响很小。

b) 对生物资源的影响

由于埋管作业宽度较窄，且施工结束后将进行植被恢复，因此工程建设不会直接破坏森林公园内植物，施工产生的扬尘、废气对森林公园内植物生长发育的影响较小。施工产生的噪音、灯光、人为活动，可能使森林公园内动物远离原有栖息地，而迁徙到森林公园内其它林地，因此工程对森林公园内动物的影响也较小。

5.5 大气环境影响预测与评价

5.5.1 污染源概况

施工期，土石方爆破开挖和取料、混凝土生产，各类施工机械设备运行以及施工运输过程中会产生粉尘、 $\text{NO}_x(\text{NO}_2)$ 等大气污染物。砂石料破碎、筛分，水泥装卸、交通运输等作业区废气排放超标，污染作业区环境空气，影响人群身体健康，使施工区环境空气质量下降。施工期间燃油、爆破等产生的废气，以及施工运输车辆产生的扬尘，直接向大气排放，都会对环境空气产生不利影响。影响环境空气的主要污染源有材料加工、土石方开挖爆破以及交通运输。

根据工程分析，施工区大气污染源主要为土石方开挖爆破、混凝土加工、施工交通运输等施工活动，产生的大气污染物主要为粉尘和扬尘。

a) 土石方开挖爆破

土石方明挖包括大坝及导流工程、厂区地基开挖；土石料场开采、施工道路、施工生产生活区开挖等施工活动，工程土石方明挖总量约 653.83 万 m^3 。在开挖、填筑和爆破的过程中会产生大量粉尘，在采取湿式爆破新技术，配备无尘钻机后，粉尘的去除率可达 92%，粉尘排放系数为 0.96t/万 m^3 ，枢纽工程土石方开挖可能产生的粉尘总量为 627.68t。

施工爆破废气产生的主要污染物为 NO_x ，根据对国内水利水电工程施工的调查，每吨乳化炸药爆破作业在无防治措施时产生的 NO_x 排放系数为 3.51kg/t。工程炸药使用量 4331t，估算 NO_x 排放量 15.2t。

土石方开挖爆破污染物为无组织扩散，会对周边敏感点和施工区的施工人员造成一定的影响。由于施工拟采取湿式爆破技术，配备无尘钻机，施工开挖爆破产生的大气污染物可得到大为削减。根据国内类似水利水电工程施工大气污染物监测情况，开挖爆破粉尘污染影响范围不超过 300m，居民点与枢纽施工区距离超过 1.0km，总体而言开挖爆破作业产生的大气污染物对敏感点无不利影响。

b) 混凝土加工

混凝土系统粉尘排放最大强度为 0.08g/s，影响范围一般在 500m 内，受影响的为施工人员，居民点因距离超过 1.0km，受到的不利影响较小。输水路线采用移动式或小型混凝土搅拌机，影响范围一般在 500m 内，通过合理布置，可避免对沿线居民点产生影响。

c) 交通运输扬尘

根据有关资料，施工过程中车辆行驶产生的扬尘约占施工总扬尘量的 60%以上。一般情况车辆行驶产生的扬尘在同样路面清洁程度下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速下，路面条件差扬尘量越大。工程交通运输扬尘的影响对象为现场施工人员和沿线居民点。

d) 机械及车辆燃油

工程施工期使用的机械设备较多(挖掘机、推土机和破碎机等)，运输设备大多是重型车辆，燃油使用量为 2.57 万 t，估算燃油产生的污染物 NO_x 为 562.8t。燃油废气的影响对象主要为施工人员。

5.5.2 影响评价

a) 土石方开挖

工程土石方开挖主要包括施工场地平整，坝基、溢洪道、输水隧洞及边坡开挖等，开挖面以及开挖时间段分散。土方开挖主要采用 132kW 推土机集渣(人工配合)，2m³ 挖掘机配 15t 自卸汽车出渣；石方开挖采用潜孔钻钻孔钻孔，分层微差挤压爆破，石渣由 132kW 推土机配合 3m³ 挖掘机装 20t 自卸汽车，有用料直接运输至转存场。土石方开挖过程中，由于开挖面分散，开挖时间不集中，产生的粉尘浓度虽然高，但量并不大，扩散距离也不大。枢纽工程主要开挖区周围 400m 范围内没有居民点分布，区域植被覆盖较好，粉尘影响范围有限。

b) 混凝土生产

混凝土拌和系统生产期间，水泥装卸、物料堆放和运输等过程均会产生一定量的粉尘。由于混凝土生产系统周边 400m 范围内无居民点，物料加工产生的粉尘对施工区下游居民点处的环境空气质量基本没有影响。在无防治措施下，物料加工产生的粉尘的主要影响受体主要是施工人员。

c) 交通运输

本工程交通运输产生的大气污染物主要来自施工区内交通运输产生的废气和粉尘，主要施工活动为工程开挖弃料、填筑所需的土石料和混凝土运输。交通运输的扬尘排放与车辆的行驶速度、载重量、路面状况、运输工程量及车流量等因素有关。一般情况，车辆行驶产生的扬尘，在同样的路面清洁程度条件下，车速越快，扬尘越大；

在同样的车速下，路面砂土多扬尘量越大。本工程场内施工道路两侧 200m 范围内没有居民点分布，在采取及时清理道路路面、定时洒水降尘等措施后，道路扬尘产生的影响较小。

d) 食堂油烟

各施工营地均建设有食堂，各食堂采用液化气为燃料，产生的食堂油烟经油烟净化处理之后排放，满足《餐饮业油烟排放标准(试行)》(GB18483-2001)的要求，食堂油烟污染物排放对大气环境的影响很小。

e) 输水线路区粉尘、废气

输水路线区涉及范围广、施工线路长，沿线各类建筑物多但分散，且线路不从成规模的城集镇中穿越。管线施工主要是开挖管槽，施工强度小，施工机械化程度不高，产生的废气、粉尘量很少，同时管线施工区域大气扩散能力较好，施工对敏感点带来的环境空气影响很小，不会降低居民点周边的环境空气质量。施工过程中通过合理布置施工机械、进行交通管理、降尘洒水等措施，可减少对居民的影响。

5.6 声环境影响预测与评价

5.6.1 预测模型

a) 固定噪声

根据施工组织布置，确定的本工程施工中产生的噪声源分布和强度，结合地形条件和障碍物以及污染源与敏感点的相对位置，采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)中推荐的无指向性点源几何发散衰减模式，根据各噪声源位置考虑山谷反射、空气吸收、地面与遮挡物附加衰减效应。

$$L_A(r) = L_A(r_0) + \Delta L_r - 20 \lg(r/r_0) - a(r-r_0)/100 - \Delta L$$

式中： $L_A(r)$ —距声源 r 处的 A 声级(dB)；

$L_A(r_0)$ —参考位置 r_0 处的 A 声级(dB)；

ΔL_r —山谷反射叠加值，取 0dB。

r —距点声源的距离(m)；

r_0 —参考位置距点声源的距离(m)；

a —每 100m 空气吸收系数(dB)，取 1dB；

ΔL —地面附加衰减效应。

b) 交通噪声

采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)推荐的公路交通运输噪声预测模式:

$$L_{eq}(h)_i = (\overline{L_{eq}})_i + 10 \lg \left[\frac{N^2}{V_i T} \right] + 10 \lg \left[\frac{7.5}{r} \right] + 10 \lg \left[\frac{\Psi_1 + \Psi_2}{\pi} \right] + \Delta L - 16$$

式中: $L_{eq}(h)_i$ —第 i 类车的小时等效声级, dB(A);

$(\overline{L_{eq}})_i$ —第 i 类车的速度为 V_i , km/h; 水平距离为 7.5m 的能量平均 A 声级, dB(A);

N_i —昼间, 夜间通过某测试点的第 i 类车平均小时车流量;

r —从车道中心到预测点的距离, m;

V_i —第 i 类车的平均车速, km/h;

T —计算等效声级的时间, 1h;

Ψ_1, Ψ_2 —预测点到有线长路段两端的张角, 弧度;

ΔL —由其他因素引起的修正量, dB(A); 按下式计算:

$$\Delta L = N_1 + N_2 + N_3$$

$$N_1 = N_{1.1} + N_{1.2}$$

$$N_2 = A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

式中: N_1 —线路因素引起的修正量, dB(A);

$N_{1.1}$ —公路纵坡修正量, dB(A);

$N_{1.2}$ —公路路面材料引起的修正量, dB(A);

N_2 —声波传播途径引起的衰减量, dB(A);

N_3 —由反射等引起的修正量, dB(A)。

5.6.2 预测结果

a) 固定噪声

根据施工组织设计, 工程施工主要产生噪声的机械设备为挖掘机、潜孔钻、风钻、地质钻机、推土机、搅拌机、破碎机、振动筛、拌合楼等, 见表 5.6.2-1。从表可以看出, 黄草坝水库工程施工期间潜孔钻、风钻、地质钻机、砂石加工系统、混凝土拌合楼、推土机等噪声影响范围较大。除爆破外, 一般施工机械昼间在 250m 范围内噪声即可达标, 夜间达标距离则较远, 一般情况下在 700m 范围内。

表 5.6.2-1 主要固定连续噪声源衰减预测表

声源	测点声源距离 (m)	源强 A 声级 (dB)	离声源不同距离的噪声预测值(dB)					
			50m	100m	150m	200m	250m	300m
潜孔钻	1.0	95.0	59.9	51.8	47.69	44.92	42.82	41.14
挖掘机	5.0	86.0	64.88	56.78	52.67	49.9	47.8	46.12
装载机	5.0	96.0	66.92	58.82	54.71	51.94	49.84	48.16
风钻	1.0	103.0	67.9	59.8	55.69	52.92	50.82	49.14
拌合楼	1.0	100.0	64.9	56.8	52.69	49.92	47.82	46.14
推土机	5.0	86.0	64.88	56.78	52.67	49.9	47.8	46.12
爆破	5.0	125.0	95.92	87.82	83.71	80.94	78.84	77.16
泵站	1.0	95.0	59.9	51.8	47.69	44.92	42.82	41.14

b) 爆破噪声

枢纽工程区导流隧洞、大坝、厂房等施工作业面开挖施工及石料开采过程中有爆破活动，爆破噪声具有短时、定时、定点的特征。爆破噪声源为 125dB，距离声源 230m 处达到施工场界噪声标准。爆破的时段很短，时间固定，爆炸完后噪声即消失，因此，在规划好爆破方案，安排好爆破时间的前提下，受爆破噪声影响的程度有限。

c) 交通噪声

预计施工期间昼间施工机械及日常运行车流量为 50 辆/h，车速为 30km/h；夜间 20 辆/h，车速为 20km/h。交通噪声影响范围预测结果见表 5.6.2-2。

表 5.6.2-2 施工交通道路两侧噪声影响范围预测表

高峰车流量 (辆/h)	车速 km	时间 段	离道路中心线不同距离的噪声预测值 dB(A)							达标距离 (m)
			10m	20m	40m	80m	100m	150m	200m	
50	30	昼间	60.4	57.2	52.4	48.6	46.3	41.6	39.6	30
20	20	夜间	55.8	52.4	49.9	45.7	40.4	36.8	33.3	90

5.6.3 影响分析

a) 枢纽工程区声环境影响

枢纽工程区声环境质量良好，施工区的噪声受体主要为施工人员和施工工厂西南

侧 20m~60m 处的 5 户居民。因施工区噪声昼夜达标距离为 300m，而 5 户居民离施工布置最近距离为 1.2km，远远大于其影响范围，因此对居民点基本无影响。施工工厂的机械和车辆噪声可能会对该居民点产生影响，应采取措施进行保护。

正兴镇至枢纽工程区道路两侧 30m 的居民点主要集中在翁安村、麻栗坪、箐底村、勐乃村，最大超标 5.4dB(A)，材料运输的交通噪声将对其产生影响。

b) 输水工程区声环境影响

输水路线两侧居民分散分布，线路穿越居民点较多。输水线路主要是埋管施工，包括土石方开挖、垫层铺设、镇墩浇筑、钢管安装和土石方回填等几个主要工序，这些施工行为时间相对较短，工程量不大，机械设备的使用也不多，且施工机械可灵活布置，大的噪声设备可远离居民点，总的来说，通过做好噪声防治措施，输水线路施工噪声对居民影响可控。

谦岗泵站距离最近的谦岗村居民点约 92m，通过预测，谦岗泵站运行时 100m 左右噪声值昼间能够达标，夜间噪声通过采取隔声降噪措施，如泵房采用隔声建筑材料、机组减震降噪等，也可以一定程度减少泵站运行带来噪声影响。

5.7 土壤环境影响分析

5.7.1 施工期影响

工程施工期各类废污水处理后回用或达标排放，生活垃圾运至垃圾填埋场处置，危险废物经收集后及时交由有处置资质的单位转运，在采取上述措施后，施工期各类污染物对工程区土壤环境污染影响很小。

施工期施工作业产生的表土扰动、弃渣等将造成扰动区表层土壤环境的破坏，对其产生不利影响，因此，应对扰动区表土进行收集并单独存放，在施工结束后用于扰动区的植被恢复，减缓施工活动对土壤环境产生的影响。

5.7.2 运行期影响

a) 对库区土壤环境的影响

工程运行期主要污染物为业主营地生活污水和厂房油污水，经处理达标后回用或外排，不会引起土壤的盐化、酸化、碱化。

运行期水库蓄水可能造成周边土壤的盐化现象，对水库蓄水可能引起的盐化影响

采用《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中的附录 F“土壤盐化综合评分预测方法”进行预测评价。

1) 土壤盐化综合评分法

采用公示 5.7.2-1 计算土壤盐化综合评分值(Sa)，具体如下：

$$Sa = \sum_{i=1}^n Wx_i \times Ix_i$$

式中：n—影响因素指标数目；

Ix_i —影响因素 i 指标评分；

Wx_i —影响因素 i 指标权重。

2) 土壤盐化影响因素赋值

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)，土壤盐化影响因素赋值情况见表 5.7.2-1。

表 5.7.2-1 土壤盐化影响因素赋值表

影响因素	分值				权重
	0 分	2 分	4 分	6 分	
地下水位埋深 (GWD)/(m)	$GWD \geq 2.5$	$1.5 \leq GWD < 2.5$	$1.0 \leq GWD < 1.5$	$GWD < 1.0$	0.35
干燥度(蒸降比 值)(EPR)	$EPR < 1.2$	$1.2 \leq EPR < 2.5$	$2.5 \leq EPR < 6$	$EPR \geq 6$	0.25
土壤本底含盐量 (SSC)/(g/kg)	$SSC < 1$	$1 \leq SSC < 2$	$2 \leq SSC < 4$	$SSC \geq 4$	0.15
地下水溶解性总固体 (TDS)/(g/L)	$TDS < 1$	$1 \leq TDS < 2$	$2 \leq TDS < 5$	$TDS \geq 5$	0.15
土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、 砂粉土	0.10

根据钻孔地下水位，左岸地下水埋深 42.3m~186.9m，右岸地下水埋深 21.0m~72.74m。水库蓄水完成后，库区内地下水将升高，水库区属于侵蚀、剥蚀中山峡谷地貌，两岸分水岭高程 1900m~2500m，相对高差 800m~1300m，小黑江为工程区最低侵蚀基准面，两岸不存在低于正常蓄水位的沟谷，库区不存在渗漏问题。工程建成后库区两侧地下水埋深仍将大于 2.5m，土壤盐化影响赋值为 0 分。

工程区域多年平均降水量为 1271mm，多年平均蒸发量为 1819mm，干燥度(EPR)为 1.43，土壤盐化影响赋值为 2 分。

根据土壤环境质量监测结果，工程区土壤含盐量为 0.24g/kg~7.06g/kg 之间，均

值 $2 \leq \text{SSC} < 4$ ，土壤盐化影响赋值为 4 分。

根据地下水水质监测结果，工程区地下水溶解性总固体含量在 $0.052\text{g/L} \sim 0.122\text{g/L}$ 之间， $\text{TDS} < 1$ ，土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据土壤理化特性调查，工程区域土壤主要为砂土，土壤盐化影响赋值 2 分。

3) 土壤盐化影响预测

根据本项目土壤盐化影响因素赋值及权重，本项目的土壤盐化综合评分值 $S_a = (0 \times 0.35 + 2 \times 0.25 + 4 \times 0.15 + 0 \times 0.15 + 2 \times 0.10) / 3 = 0.43 < 1$ 。根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中的土壤盐化预测表，水库建成后周边土壤不会发生盐化现象。

另外，水库建成后，形成宽阔水面，库区形成特殊的小气候环境。湿度增加，昼夜温差小，抑制土壤有机质的矿化过程，有利于土壤有机质的积累，同时土壤有机质的增加又有利于植物的生长，增加库周的森林植被，增加枯枝落叶，可以增加库周土壤的有机质含量。而且库周水土流失的减少，土壤养分得到均衡发展。

b) 对灌区土壤环境的影响

1) 对灌区土壤次生盐渍化的影响

灌区引水可能造成周边土壤的盐化现象，对灌区引水可能引起的盐化影响采用《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中的附录 F“土壤盐化综合评分预测方法”进行预测评价。

灌区范围地下水埋深在 $15\text{m} \sim 75\text{m}$ ；运行期灌溉水补给地下水，会使附近地下水位升高，但灌区地下水埋深一般仍大于 15m ，土壤盐化影响赋值 0 分。

灌区多年平均降水量为 1271mm ，多年平均蒸发量为 1819mm ，干燥度(EPR)为 1.43，土壤盐化影响赋值为 2 分。

根据土壤环境质量监测结果，灌区土壤含盐量为 $0.12\text{g/kg} \sim 2.4\text{g/kg}$ 之间， $\text{SSC} < 2$ ，土壤盐化影响赋值为 2 分。

根据地下水水质监测结果，灌区地下水溶解性总固体含量在 $0.071\text{g/L} \sim 0.118\text{g/L}$ 之间， $\text{TDS} < 1$ ，土壤盐化影响赋值为 0 分。

根据土壤理化特性调查结果，灌区土壤主要为砂土，土壤盐化影响赋值 2 分。

根据本项目土壤盐化影响因素赋值及权重，本项目的土壤盐化综合评分值

$Sa=(0\times0.35+2\times0.25+2\times0.15+0\times0.15+2\times0.10)/3=0.33<1$ 。根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中的土壤盐化预测表,灌区土壤不会发生盐化现象。

输水工程建成运行后,灌溉回归水量有所增加,据调查统计,灌区及其周边范围排水条件较好,能控制地下水位,有效地防止土壤过湿和次生盐渍化的发生。作为灌溉水源的小黑江河矿化度低,水质较好,加之灌区毛管水不甚发育,可减少土体水分的无效蒸发,可抑制因蒸发带来的返盐现象,具备了不易积盐的特征。灌区的灌溉用水时段主要为4月~10月,而灌区的集中降水时段为6月~9月,集中的降水对灌溉期间的小量聚盐有较好的冲洗降盐作用,降低了灌区发生土壤次生盐渍化的可能性。

总体上分析,只要采取科学合理的灌溉方式,灌区发生大面积土壤次生盐渍化的可能性很小。但从小地形来看,尤其是在低洼地区的局部高处,由于蒸发快,盐分聚积更强烈,随着时间的推移以及盐分积累效应,有可能发生局部盐渍化。在输水工程运行过程中,对地下水水位的监测和控制仍需加以足够的重视。

2) 对灌区土壤重金属的影响

(1) 农药对灌区土壤污染的影响

灌区建成后,可有效促进农业的发展,农药的施用量将有所增加,灌溉会把农药等污染物质带入土壤造成土壤污染。根据灌区内土壤现状检测成果,六六六及滴滴涕检测结果均为“未检出”,灌区土壤因农药施用而遭受污染的可能性较小。

(2) 对土壤中重金属的淋溶作用的影响

根据灌区土壤环境质量监测结果,土壤的 pH 为 5.06~5.88,无酸化或碱化现象,土壤环境中的 8 个基本项目检测指标均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》中农用地土壤污染风险筛选值。

土壤中重金属可通过雨水、灌溉水的淋溶等作用从土壤环境中释放,并迁移进入地表水和地下水,对人类健康和生态环境安全产生威胁。重金属在土壤中的迁移过程由生物地球化学过程(如吸附、溶解等)决定,主要受土壤 pH,离子强度,土壤溶液组成,粘土、有机物含量及土壤中重金属种类、含量等因素影响。

本次灌区的 3 处监测点位的个监测因子中,As 的占标率最高。相关研究表明:As 在土壤中是属于难迁移元素,酸性土壤比碱性土壤更有利于增强土壤中重金属的迁移转化过程。黄草坝灌区土壤无酸化及碱化现象,土壤中重金属的迁移转化效果不

明显。另外,根据《饮用水源地重金属溶出的影响研究-以广东石门台水库为例》中的研究结果,淋溶过程中各元素释放强度依次为: $Mn > Ni > Cu > Pb > As > Hg$ 。

根据清华大学对耕地进行的土壤淹没静态释放实验,当淹没 0.5d 时,As 的释放速率可以忽略不计;当淹没 1d 时,As 的释放速率最大为 $0.168\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。As 在淋溶过程中的释放强度相对较低,且属于难迁移的元素,因此在土壤中重金属释放到水体中的浓度也相对较低。

因此,通过淋溶作用从土壤环境中释放、迁移的重金属的量较少,对该区地表水、地下水环境的影响较小。

5.8 固体废物影响预测与评价

工程产生的固体废物有工程弃渣、生活垃圾和废油。根据施工设计,工程产生的弃渣总量达到 152.74 万 m^3 。施工期高峰人数约 3050 人,根据类似工程比较,以每人每天产生生活垃圾 1kg 计算,则高峰期生活垃圾的产生量约 3.05t/d,年生活垃圾的产生量约 1113t。运行期定员 50 人,生活垃圾产生量约 0.05t/d。

工程弃渣如果处理不当,有可能成为造成水土流失的源头,因此必须对施工弃渣场进行必要的水土流失防治工作。同时,本工程由于施工过程中人员密集,生活垃圾排放量大。施工期中垃圾处理不当,会危害施工人群健康,同时也会严重影响和污染工程建设区的环境及景观,因此必须采取有效的垃圾处理措施,以减免这类污染造成的不利影响。运行期生活垃圾产生量小,通过垃圾桶收集后统一处理。

运行期厂房发电机组将产生废油,产生量约 2t/a,属于危险废物,将委托有资质的单位进行处理,避免对环境造成影响。

5.9 水土流失影响预测与分析

5.9.1 水土流失预测时段

水土流失预测时段包括施工期和自然恢复期,根据工程施工组织设计,按各分项工程的施工进度确定预测时段;本工程位于云南省普洱市,属于半湿润地区,自然恢复期按 3 年计。

5.9.2 水土流失预测范围

本工程水土流失预测范围和单元的选择与防治分区一致,包括枢纽工程区和输水

工程区的主体工程区、弃渣场区、料场区、施工生产生活区、交通道路区、工程永久办公生活区。其中枢纽 1#弃渣场、枢纽管理用房位于石料场开采平台，石料场产生两次扰动，故重叠面积计入施工期预测单元面积；自然恢复期面积扣除建筑物、永久道路硬化及淹没面积。经统计，施工期(含准备期)水土流失预测单元面积共计 592.29hm²，自然恢复期水土流失预测单元面积共计 443.65hm²。本工程水土流失预测范围及预测单元面积详见表 5.9.2。

表 5.9.2 工程预测范围及预测单元汇总表

 单位：hm²

预测单元			面积	
			施工期(含准备期)	自然恢复期
枢纽工程区	主体工程区	大坝枢纽区	67.69	13.95
		电站厂房区	1.75	1.22
	弃渣场区		12.96	12.96
	料场区		35.63	31.63
	施工生产生活区		4.53	4.53
	临时堆料场区		18.80	16.35
	交通道路区	永久道路区	66.90	7.29
		临时道路区	10.12	10.12
	工程永久办公生活区		1.98	0.47
	移民安置区		0.66	0.20
	小计		221.02	98.73
输水工程区	主体工程区	输水建筑物区	19.44	2.63
		输水管线区	300.11	300.11
	弃渣场区		6.47	6.47
	施工生产生活区		10.47	10.47
	交通道路区	永久道路区	13.64	4.09
		临时道路区	21.14	21.14
	小计		371.27	344.92
合计			592.29	443.65

5.9.3 水土流失预测结果

经计算，工程建设产生的水土流失总量为 26.35 万 t，新增水土流失量为 21.26

万 t，其中输水工程管线区新增水土流失量最大，为 11.16 万 t，占总新增水土流失量的 52.52%。详见表 5.9.3。

表 5.9.3 工程建设水土流失量计算表

预测单元			预测时段	侵蚀面积 hm ²	背景流失值 t	预测流失量 t	新增流失量 t
枢纽工程区	主体工程区	大坝枢纽区	施工期	67.69	3249	23015	19766
			自然恢复期	13.95	502	1458	956
			小计	-	3751	24473	20721
		电站厂房区	施工期	1.75	84	596	512
			自然恢复期	1.22	44	128	84
			小计	-	128	724	596
	弃渣场区	施工期	12.96	700	4925	4225	
		自然恢复期	12.96	525	1477	953	
		小计	-	1225	6402	5178	
	料场区	施工期	35.63	1924	12826	10902	
		自然恢复期	31.63	1281	3289	2008	
		小计	-	3205	16115	12910	
	施工生产生活区	施工准备期	4.53	100	598	498	
		施工期	4.53	217	997	779	
		自然恢复期	4.53	163	315	152	
		小计	-	480	1909	1429	
	临时堆料场	施工期	18.80	902	4136	3234	
		自然恢复期	16.35	589	1136	548	
		小计	-	1491	5272	3781	

表 5.9.3(续)

预测单元			预测时段	侵蚀面积 hm ²	背景流失值 t	预测流失量 t	新增流失量 t
枢纽工程区	交通道路区	永久道路区	施工准备期	66.90	1472	11896	10425
			施工期	66.90	3211	17393	14182
			自然恢复期	7.29	263	562	299
			小计	-	4945	29851	24906
		临时道路区	施工准备期	10.12	223	1800	1577
			施工期	10.12	486	2632	2146
			自然恢复期	10.12	364	779	415
			小计	-	1073	5211	4138
	工程永久办公生活区		施工期	1.98	48	297	249
			自然恢复期	0.47	17	47	30
			小计	-	65	344	279
	移民安置区		施工期	0.66	8	46	38
			自然恢复期	0.20	7	18	11
			小计	-	15	64	49
	小计			-	16378	90367	73987
输水工程区	主体工程区	输水建筑物区	施工期	19.44	1050	6998	5949
			自然恢复期	2.63	107	281	174
			小计	-	1156	7279	6122
		输水管线区	施工期	300.11	16206	108038	91833
			自然恢复期	300.11	12154	31961	19807
			小计	-	28360	140000	111640
	弃渣场区		施工期	6.47	349	2458	2109
			自然恢复期	6.47	262	744	482
			小计	-	611	3202	2591

表 5.9.3(续)

预测单元			预测时段	侵蚀面积 hm ²	背景流失值 t	预测流失量 t	新增流失量 t
输水工程区	施工生产生活区		施工准备期	10.47	230	1383	1152
			施工期	10.47	503	2304	1802
			自然恢复期	10.47	377	728	351
			小计	-	1110	4415	3305
	交通道路区	永久道路区	施工准备期	13.64	300	2126	1826
			施工期	13.64	655	4093	3438
			自然恢复期	4.09	147	315	168
			小计	-	1102	6535	5432
		临时道路区	施工准备期	21.14	465	3759	3294
			施工期	21.14	1015	6342	5327
			自然恢复期	21.14	761	1628	867
			小计	-	2241	11728	9488
	小计			-	34581	173159	138578
总计			-	50960	263525	212565	

5.9.4 水土流失危害分析

对工程建设中产生的水土流失,如不采取有效的水土保持措施,将可能造成以下水土流失危害:

a) 项目区沿线多为耕地、林地,土质松散,施工期在强降雨的作用下,易产生水土流失,降低土地生产力。

b) 工程施工过程中,道路、大坝、料场等高陡边坡的挖填区较多,使得地表疏松,上部岩体随时有崩塌的危险,水蚀和重力侵蚀的潜在危险性增高。

c) 施工产生的弃渣在车辆运输、临时堆放等过程中,如遇暴雨极易产生水土流失。施工迹地因扰动频繁,植被遭到破坏,暴雨季节易产生水土流失。。

5.9.5 扰动地表面积

5.9.5.1 工程扰动原地貌及损毁植被面积预测

工程扰动土地面积包括项目建设区内工程开挖、回填、占压等施工活动扰动地表

的实际面积。经计算，扣除水库淹没区面积，工程建设过程中扰动地表面积为 588.29hm^2 ，损毁植被(园、林、草)面积为 407.57hm^2 。详见表 5.9.5。

5.9.5.2 弃渣量预测

弃渣量为 152.74 万 m^3 (松方，下同)，其中枢纽工程区弃渣 130.72 万 m^3 ，包括大坝、其他建筑物开挖、交通道路及料场剥离料弃渣，布设弃渣场 4 处；输水工程施工区弃渣 22.02 万 m^3 ，主要为括输水线路建筑物开挖弃渣，共布设弃渣场 7 处。

表 5.9.5 本工程扰动地表面积一览表

单位: hm²

预测单元			合计	耕地	园地	林地	交通运输用地	住宅用地	水域及水利设施用地
枢纽工程区	主体工程区	大坝枢纽区	67.69	0.15	-	67.54	-	-	-
		电站厂房区	1.75	-	-	1.75	-	-	-
	弃渣场区		10.16	9.14	-	1.02	-	-	-
	料场区		35.63	-	1.31	34.32	-	-	-
	施工生产生活区		4.53	-	1.70	2.83	-	-	-
	临时堆料场区		18.80	3.33	-	15.46	-	0.01	-
	交通道路区	永久道路区	66.90	15.89	3.92	32.88	11.43	-	2.77
		临时道路区	10.12	0.55	-	9.58	-	-	-
	工程永久办公生活区		0.78	-	-	0.78	-	-	-
	移民安置区		0.66	-	-	0.66	-	-	-
	小计		217.02	29.06	6.94	166.81	11.43	0.01	2.77
输水工程区	主体工程区	输水建筑物区	19.44	8.96	0.46	9.93	-	-	0.09
		输水管线区	300.11	104.25	9.84	184.78	-	-	1.23
	弃渣场区		6.47	4.25	0.19	2.03	-	-	-
	施工生产生活区		10.47	9.83	0.16	0.49	-	-	-
	交通道路区	永久道路区	13.64	3.00	0.94	9.70	-	-	-
		临时道路区	21.14	5.84	0.31	14.99	-	-	-
	工程永久办公生活区		-	-	-	-	-	-	-
	小计		371.27	136.12	11.92	221.90	-	-	1.33
合计			588.29	165.18	18.85	388.71	11.43	0.01	4.10



5.10 移民安置环境影响分析

本工程规划水平年生产安置人口 487 人，生产安置人口考虑一次性货币补偿安置，由移民利用补偿资金自行调剂土地以恢复其生产。本工程规划水平年搬迁安置总人口 48 人，其中集中安置 32 人，分散安置 16 人，其中会扎山组、大河边组、白沙水组采取本组分散后靠安置，黄草坝村半坡组采取集中安置。集中安置选择位于正兴镇景南村的景南集中安置点，占地规模 4.76 亩。

工程影响机耕道 4.235km，10kV 输电线路 8.258km，220V 低压线路 9.104km，通信线路 8.121km。规划进行恢复处理，复建机耕道长度约 5.082km、复建 10kV 输电线路 9.911km、复建 220V 低压线路 9.104km、复建通信线路 9.403km。

5.10.1 对生态环境的影响分析

本工程建设性征地涉及人口 12 户 43 人，各类房屋面积 0.18m²；涉及 0.9km 机耕路及 1 座过水桥。安置点位于正兴镇景南村，占地规模为 0.32 hm²，现状为耕地。征地拆迁、安置涉及的建筑物和人口都较少。

移民安置对生态的影响主要源于移民分散安置点占地、安置点建设过程中的开挖、弃渣等对地表植被的影响。移民安置中，移民分散安置点建设、公路改建等工程项目改建以及其他配套设施建设等都将占用一定的土地，主要占用林地、耕地，将对陆生生态及水土流失带来一定的影响。

根据现场调查，本工程征地拆迁及安置区植物及植被受人为干扰严重，以农作物和房前屋后的绿化树种为主，农作物有水稻、玉米、豆类、蔬菜等，常见的绿化树种有四角蒲桃、大果榕、黄葛榕等。受移民安置影响的植物无珍稀植物，且适应性强，对环境要求低，易恢复种植，因此移民安置对植物及其植被的影响较小。

移民安置活动期间，占地、开挖、爆破、运输等施工活动干扰了原有小型兽类(如鼠类)的生存环境，地表扰动和各种人为活动将对周边动物的栖息环境造成一定的干扰，但这些小型动物的适应性强，活动范围广，会因为扰动离开施工区域迁往它处，因此，对区域小型兽类基本没有影响，不会造成其数量的大量减少，更不会造成物种灭绝。安置区周边没有国家重点保护、珍稀濒危野生动物存在，移民安置对保护动物没有影响。

5.10.2 对水环境的影响分析

5.10.2.1 施工期对水环境的影响

施工期对环境的影响源主要是移民分散安置点的建设排放的施工废水。生产废水中混凝土拌合废水具有悬浮物浓度高、水量小，间隙集中排放的特点，机械冲洗废水石油类污染物质及固体悬浮物浓度较高，由于安置点分散，规模很小，生产废水排放量小，基本不会产生径流，对地表水体水质影响较小。另外，施工人员的生活污水的处理，由于施工区在村组内，与安置点所在村组的生活污水一同处理，不会对周边环境及水体造成不利影响。

5.10.2.2 运行期对水环境的影响

本工程水库移民安置点产生的生活污水量主要是人畜粪便污水。如果不对生活污水进行处理，肆意排放会对周围环境等造成一定的影响。

根据移民安置规划，景南集中安置点及各分散安置点的生活污水若直接排放均会对周边环境及地表水体产生不利影响，需采取污水处理措施进行处理。

5.10.3 对环境空气和声环境的影响分析

移民安置工程对环境空气和声环境的影响主要发生在安置区建设施工期。由于各安置点分布较分散，且施工规模较小，对安置点周边环境空气和声环境的影响较小。

大气污染主要来自施工期间地基开挖、混凝土系统及施工机械运输过程中的扬尘，但由于建设规模较小，且地势较为宽阔，适于扬尘等的疏散，不会对周围大气环境及安置区所在村组带来不利影响。

噪声污染主要是施工期材料运输过程中车辆产生的流动噪声以及施工机械运行时产生的固定噪声，各噪声源产生噪声程度不同。据实测资料，机械设备噪声一般均在80dB(A)~110dB(A)之间，超过国家环境噪声标准。因此，施工过程中将会对施工人员及周围居民产生一定的噪声影响，可能会在施工高峰时段影响到周围村民的日常生活，但建设区域较为集中，规模小，影响范围不大。

5.10.4 固体废物对环境的影响分析

根据现场调查，本工程移民所涉及的安置区村庄，均设有固定的生活垃圾堆放场所。因此新建集中安置点生活垃圾规划纳入原有垃圾处理体系，集中收集并定期运送

至景谷县垃圾填埋场进行处理，对周围环境影响较小。

5.10.5 对水土流失的影响分析

依据建设类型，移民分散安置过程中可能产生水土流失的建设活动包括交通道路建设、移民分散安置点建设等。各项建设活动都将扰动安置点的原有地貌、破坏原地表植被、形成新的开挖面，并将改变土地的利用方式，同时产生一定的弃渣。因此，移民安置会新增安置区域的水土流失量，在一定程度上加剧区域的水土流失过程，对水土保持有一定的不利影响。

5.11 其他环境影响分析

5.11.1 对社会经济的影响

a) 工程施工对社会经济的影响

工程所需的水泥、钢材等大量建筑材料拟从普洱市内就近采购，工程建设过程中可促进当地建筑业、建材行业和第三产业的发展。

工程建设期间需从当地雇用一定劳动力，增加地方就业机会，同时工程建设期间，大量施工及管理人员在工地，需要为他们提供运输、商贸、餐饮等服务，可为当地的村民带来一定的经济收入和就业机会。

b) 工程建成后对社会经济的影响

工程建设任务以城乡供水为主，工程建成后可为可解决普洱市境内典型干旱带的城乡生活和工业、农业灌溉水资源短缺问题。具有明显的社会效益、经济效益和环境效益。

水库淹没和工程占地使工程建设区总耕地面积减少，对受影响的村民的农业生产产生不利影响。但随着移民及工程开发建设资金的投入，库区内交通等基础设施建设都将得到完善和提高，为资源开发利用提供有利条件，有利于当地产业结构的调整。

5.11.2 对人群健康的影响

施工期，施工人员集中，生活区产生的生活污水、生活垃圾，若处理不当，将会对生活区及周边的卫生环境产生影响，污染水环境，污染水源，同时为苍蝇、蚊虫等的大量孳生提供了环境，导致传染病极易发生，施工人员的健康受到影响。

a) 与卫生条件和习惯不良有关的疾病

工程动工之初，生活上的安排因陋就简，卫生设施不完善，卫生条件较差，与此

相关的疾病如痢疾、肝炎等肠道性传染病将有可能发生，特别是在炎热的夏季，此类病的发病率可能会上升。

施工期，由于生产需要，大量的施工人员进驻工地，生活污水、垃圾等的排放量增加。生活污水中含有细菌、病原菌等病原微生物，垃圾的乱堆乱放将会给蚊虫孳生创造有利条件，若不采取有效措施，可能会增加肠道传染病、虫媒传染病等疾病的流行机会，对施工人员造成不利影响。

b) 与人群密度增大有关的疾病

这类疾病主要为流行性感冒、肺炎等呼吸系统疾病。施工期，施工人员相对集中，施工劳动强度大，作业环境较差，可能导致个人抗病能力下降，加之其居住环境较差，可能使这类疾病发病率增加。

6 环境保护措施及其可行性论证

6.1 设计原则、任务、目标

6.1.1 设计原则

根据各评价因子的现状评价和影响预测结果，针对工程建设带来的不利环境影响，拟定环境保护对策与减缓措施。本工程环境保护措施制定的原则主要是：

a) 依法规划设计，最大限度地恢复原有的环境功能。

b) 合理布局、因害设防的原则。根据环境影响分析结果，提出优化工程布局，减少工程量、实行封闭式施工管理，实现废污水回用，尽量减少废气、废渣的排放，减小噪声，尽量减小施工对小黑江水质和周围环境的影响。

c) 及时性原则。根据本工程建设施工进度，合理安排环保、水保措施的实施，尽量减少对环境的不利影响。

d) 整体协调性原则。处理好环保、水保措施规划设计中近期和远景、永久性和临时性的关系。尽量发挥主体工程中具有环境保护和水土保持功能工程的作用，水土保持中的植物措施以本土适宜种为主，并注意水土保持与绿化、美化相结合，各项措施应与周围景观相结合。

e) 因地制宜选择合理的环保、水保措施方案。

f) 正确处理工程建设与环境保护的关系，有利工程建设区域可持续发展。

6.1.2 设计任务

根据环境影响预测结论，环境保护相关法律法规和条例，针对工程建设带来的水环境污染、生态环境破坏、水土流失等不利环境影响，展开环境保护规划设计。黄草坝水库工程环境保护措施见表 6.1.2。

表 6.1.2 黄草坝水库工程环境保护措施一览表

序号	项目名称	环境保护措施
1	水环境保护	
1.1	混凝土拌和系统废水处理	混凝沉淀法处理
1.2	基坑排水处理	抽排前先进行沉淀处理
1.3	洞室排水处理	“絮凝沉淀+过滤”工艺处理

表 6.1.2 续)

序号	项目名称	环境保护措施
1.4	机修含油废水处理	小型隔油池处理
1.5	施工区生活污水处理	管线施工生活区沿线采用化粪池；枢纽施工生活区采用WSZ-A 钢板模块式污水处理设备
1.6	水库水质保护	根据库底清理规范进行卫生清理；划定饮用水源保护区；库区污染源治理；坝前漂浮物清理
1.7	受水区和下游水质保护	保证下游生态流量需求；落实受水区水污染防治规划
2	生态环境保护	
2.1	陆生植物保护	减少污染和生态破坏；控制用地范围；施工迹地及时复垦复绿；珍稀植物移栽
2.2	陆生动物保护	减少污染和生态破坏；加强宣传教育，提高施工人员的保护意识；杜绝偷猎
2.3	水生生物保护	加强管理、减少污染，取缔毁灭性捕鱼方式；保障下泄水生生态需水流量；采取生态调度；建设过鱼设施和鱼类增殖放流站；开展鱼类栖息地保护和科学研究
2.4	生态敏感区保护	尽可能避让；加强施工管理，控制施工范围，减少施工扰动；永久建筑物与周围景观相协调
3	固体废物处理	
3.1	生活垃圾处理处置	分类收集、安全堆放、及时转运、卫生填埋措施
3.2	危险废物处理	及时收集、妥善储存、按要求转运处置
3.3	建筑垃圾处理	分类收集、单独存放、尽量回收、及时处置
4	大气环境保护	配备必要的除尘设备；改进施工工艺，采取除尘防护措施；洒水降尘
5	声环境保护	利用施工区地形降噪；使用符合环保要求的施工机械；采取适当的设备降噪和防护措施；加强施工管理
6	土壤环境保护	避免污染、加强监测
7	人群健康保护	防疫、检测、控制措施

6.1.3 设计目标

根据本工程所在区域环境功能，确定环境保护措施的设计目标，同时考虑主体工程的特点及要求。黄草坝水库工程环境保护措施设计目标见表 6.1.3。

表 6.1.3 黄草坝水库工程环境保护措施设计目标

项目	设计目标
用水需求	保障坝址下游生态用水需求和生产生活用水需求
废(污)水处理	枢纽工程施工期施工营地生活污水处理后回用执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)相应标准；混凝土冲洗废水处理回用执行《水电工程施工组织设计规范》(NB/T 10491-2021)的要求；其他废(污)水处理后回用执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)相应标准

表 6.1.3(续)

项目	设计目标
陆生生态与景观保护	维护工程区生态系统的多样性、完整性和稳定性，受影响的国家保护动物不致因工程建设而消失。通过合理布置施工场地、控制施工占地、加强施工管理、减轻工程对施工区动植物的不利影响；恢复工程区及周边原有的植被状态和景观资源
水生生态保护	下泄生态流量、建设增殖放流站保护鱼类资源、建设过鱼设施保护鱼类正常种质交流、开展栖息地保护、取水口拦鱼、生态调度
大气污染防治	满足《大气污染物综合排放标准》无组织排放监控浓度限值，颗粒物 $1\text{mg}/\text{m}^3$
噪声控制	满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)，昼间 70dB，夜间 55dB
水土保持	预防、治理工程建设区的水土流失，保障工程的安全运行，妥善处置工程施工过程中产生的弃渣
土壤保护	避免施工废水、废油、粉尘排放对土壤造成污染
人群健康	控制施工区地方病、传染病发病率在现状水平以下

6.2 水环境保护措施

6.2.1 施工期废污水处理

6.2.1.1 混凝土系统冲洗废水处理措施

a) 处理目标

本工程在坝区左岸下游布置 1 座规模约为 $55\text{m}^3/\text{h}$ 的混凝土生产系统，承担坝区混凝土生产任务。混凝土系统废水主要为拌和站冲洗废水，为间歇式性排放，混凝土生产废水偏碱性(pH 值 11~12)，其主要污染物是 SS(约 $5000\text{mg}/\text{L}$)。混凝土系统废水处理后达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T 10491-2021)中的回用水标准后回用混凝土拌合系统本身。

b) 处理规模

枢纽工程施工布置 1 处混凝土拌合站，冲洗废水排放量为 $15\text{m}^3/\text{d}$ ，确定废水处理系统设计规模为 $20\text{m}^3/\text{d}$ 。其它施工区混凝土拌合机冲洗废水约为 $3\text{m}^3/\text{d}$ ，确定废水处理系统设计规模为 $5\text{m}^3/\text{d}$ 。

c) 处理方案

由于混凝土冲洗废水污染物成分简单，废水量少。因此确定采用混凝沉淀法进行处理。

d) 主要构筑物及设备

混凝土拌和系统废水处理主要构筑物及设备见表 6.2.1-1 和 6.2.1-2。枢纽工程区混凝土系统生产废水处理系统占地面积约 100m²，输水路线混凝土系统生产废水处理系统占地面积约 40m²。

表 6.2.1-1 枢纽工程区混凝土冲洗废水处理主要构筑物及设备表

序号	主要构筑物或设备	数量	尺寸/型号	备注
1	沉砂池	1 座	2m×2m×1.5m	停留时间 0.5h，砖混结构
2	初沉池	1 座	2m×2m×2m	停留时间 0.5d，钢混结构
3	二沉池	1 座	2m×2m×1.5m	停留时间 0.5d，钢混结构
4	加药间	1 座	2m×2m	砖混结构
5	清水池	1 座	2m×2m×1.5m	停留时间 0.5d，钢混结构
6	微型加药装置	2 套	50L	一用一备
7	管道混合器	2 个	GW-50	一用一备
8	清水泵	2 台	-	一用一备

表 6.2.1-2 输水工程混凝土冲洗废水处理主要构筑物及设备表

序号	主要构筑物或设备	数量	尺寸/型号	备注
1	沉淀池	54 座	2m×1m×1m	停留时间 0.5d，钢混结构
2	清水池	54 座	2m×1m×1m	停留时间 0.5d，钢混结构
3	事故池	54 座	2m×2m×1m	正常工况兼作回用水调蓄池
4	加药间	54 座	2m×2m	砖混结构
5	微型加药装置	108 套	50L	一用一备
6	管道混合器	108 个	GW-50	一用一备
7	清水泵	108 台	-	一用一备

e) 运行效果及处理效果分析

本处理系统通过人工投加绿矾和聚丙烯酰胺的混合物以降低沉淀池内的悬浮物浓度和碱性，经过处理后，出水水质可达到《水电工程施工组织设计规范》(NB/T 10491-2021)中的回用水标准。

6.2.1.2 含油废水处理措施

a) 设计目标

含油废水中主要污染物为 SS 和石油类，SS 浓度一般为 3000mg/L~4000mg/L，

石油类浓度为 30mg/L，废水量不大。含油废水处理回用于洒水降尘，处理标准为《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)相关回用水水质标准。

b) 处理规模

本工程枢纽工程区修配系统废水产生量约 8m³/d，其它工区修配系统废水产生量约 5m³/d，考虑在机械修配厂采取隔油池对含油废水加以处理，处理系统设计规模为 10m³/d 和 5m³/d。

c) 方案比选

方案 1：采用气浮除油法。废水用压缩空气加压到 0.34MPa~4.8MPa，使溶气达到饱和。当压缩过的气液混合物被置于正常大气压下的气浮设备中时，微小的气泡从溶液中释放出来。油珠即可在这些小气泡作用下上浮，结果使这些物质附着在絮状物中。气固混合物上升到池表面，即被撇出。这种处理效果好，但是本方法需要在处理前投加混凝剂，还必须要压缩空气，增加了一定的动力和设备，投资大，对于临时的修配站废水处理不太适合。

方案 2：采用小型隔油池。污水在小型隔油池内由浮子撇油器排除废油，废水再经焦炭过滤器进一步除油。处理效果好，构造简单，造价低，比较实用。

方案 3：采用成套油水分离处理设备，其处理效果好。但是设备投资大，维修保养要求高。

方案 4：采用沉淀法，虽然处理效果比较好，但是其占地面积较大。

方案 1 和方案 3 处理效果好，但是设备、运行费用高；方案 4 占地面积较大；方案 2 结构简单、造价低、比较实用。综合比较，推荐方案 2 作为含油废水的处理方案。

d) 推荐方案流程设计

含油废水排放量与每次软管冲洗 2 型汽车产生量相当，因此隔油池可参考建设部 (GJBT-716)《小型排水构筑物标准图集 04S519》2 型汽车洗车污水隔油沉淀池进行设计。枢纽工程区隔油池处理系统(包含清水池)占地面积约 35m²，可直接布置在综合加工厂场内。隔油池设计水平流速均为 0.04m/s，停留时间 30min，隔油池排油除泥周期为 7d。主要构筑物和设备包括隔油池和清水池，其中隔油池尺寸：3m×2m×2m；清水池尺寸：3m×2m×2m，同时每个处理系统各设置 1 座事故池，尺寸为：3m×2m×2m。主要设备：浮子撇油器 3 个(3 个备用)。

其它工区隔油池处理系统(包含清水池)占地面积约 15m²，直接布置在工厂内。隔

油池设计水平流速均为 0.01m/s, 停留时间 30min, 隔油池排油除泥周期为 7d。主要构筑物和设备包括隔油池和清水池, 其中隔油池尺寸: 2m×1m×1m; 清水池尺寸: 2m×1m×1m, 同时每个处理系统各设置 1 座事故池, 尺寸为: 2m×1m×1m。主要设备: 浮子撇油器 3 个(3 个备用)。

e) 运行效果及处理效果分析

本处理系统处理效率高, 占地面积小, 适应性强, 操作方便, 维护简单。含油废水经处理后, 出水水质可满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020) 回用水质要求。废油需交由当地具有危废处理资质的单位统一收集转运处置。

6.2.1.3 隧洞施工排水处理措施

a) 处理目标

隧洞施工排水水质设计 SS 为 3000mg/L。洞室排水处理后达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)标准后全部回用于施工区道路降尘、浇灌附近林地或作为水土保持措施用水。

b) 处理规模

主体工程施工应考虑清污分流, 将隧洞开挖废水截流, 隧洞渗水随排水沟自流至隧洞外。隧洞排水排水强度设计处理规模分别为 30m³/h~200m³/h 不等。

c) 处理方案

洞室排水处理前期采用“絮凝沉淀+过滤”并且通过投加混凝剂使悬浮物、石油类等处理达标, 后期主要污染物为悬浮物和 pH, 可采用混凝沉淀工艺。

隧洞排水经调节池对原水水量及水质进行调节, 在调节池中停留 4h 后经泵提升至斜管沉淀池, 在斜管沉淀池中投加碱式氯化铝。废水投加碱式氯化铝后溶液呈酸性, 使用石灰调解混凝反应的 pH 值, 并充当助凝剂。在沉淀池中投加聚丙烯酰胺以加快絮体的沉降速度, 提高出水澄清度和减少沉淀池内的污泥体积。隧洞废水前期由于含有石油类污染物, 废水经沉淀池后进入刮油池, 刮油池内设置吸油装置收集废水表层油污, 收集后经除油过滤器过滤; 后期洞室排水石油类含量减少, 当沉淀池出水石油类浓度达标时, 可停用吸油装置和除油过滤装置。废水经刮油池后直接回用。

隧洞排水处理系统依据洞口周边地形布置在场内道路旁, 隧洞排水从洞口排出后沿场内道路通过管道自流进入调节池。各处理系统占地面积约 100m²~300m²。每处洞室排水处理系统各设置事故池 1 座, 用来暂存事故排放的未处理废水, 正常工况兼

作回用水调蓄池。

d) 运行效果及处理效果分析

本工程针对洞室排水施工前期、后期的特点，分时段采取了不同的处理工艺并组合在一起，从而确保了废水处理的有效性，隧洞排水经抽排统一沉淀处理后，出水水质可达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中的绿化与道路清扫水质标准。由于各隧洞排水处理系统周边均分布有大片林地，植被覆盖较好，土壤吸收水分能力较强，因此洞室排水通过泵抽取用于周边林地浇灌是可行的。各隧洞排水处理系统距离主要地表水体均较远，处理系统内设置了事故池，避免了出现事故排放的情况。

6.2.1.4 生活污水处理措施

a) 处理目标

施工生活污水的主要污染物为 BOD_5 、COD，浓度分别为 150mg/L、250mg/L，生活污水处理后回用于施工场地绿化或洒水降尘，处理标准为 GB8978-1996《污水综合排放标准》表 4 一级标准， $pH6\sim9$ 、 $SS\leq70mg/L$ 、 $COD_{Cr}\leq100mg/L$ 、 $BOD_5\leq20mg/L$ 。

b) 处理规模

工程施工高峰期人数 3050 人，枢纽工程区和线路 1#~5#施工区的人数分别为 1200 人、300 人、300 人、500 人、300 人、450 人，枢纽工程区施工区生活污水产生量为 67m³/d，线路 1#~5#施工区生活污水总产生量 17m³/d、17m³/d、28m³/d、17m³/d、25m³/d，各施工区施工人员分散成 54 个点分布。枢纽施工区生活污水处理规模按照 80m³/d 规模进行设计，线路施工区生活污水处理规模考虑按 8m³/d 进行设计。

c) 方案比选

方案 1：采用化粪池，施工期生活污水经过化粪池初步处理后排放。

方案 2：采用成套生活污水处理设备。生活污水属于低浓度有机废水，可生化性好且营养元素种类比较全，同时受重金属离子污染的可能性比较小。一体化处理设备体积小，处理效果好，操作简单。

方案 1 中的化粪池的造价低、运行费低，但处理效果差。成套设备比化粪池的投资高，但其处理效率高，占地面积小，操作简单，能重复使用。枢纽工程区生活污水产生量相对较大，处理要求相对较高，推荐方案 2 进行处理，输水工程区生活污水产

生较分散，水量相对较小，考虑采用方案 1 进行处理。

d) 推荐方案工艺流程设计

成套污水处理设备为钢板模块式污水处理设备，污水设备由六部分组成：初沉池、接触氧化池、二沉池、消毒池和消毒装置、污泥池、风机房和风机。初沉池为竖流式沉淀池，沉淀下来的污泥用空气提升至污泥池。初沉后的水自流至接触氧化池进行生化处理，接触池分三级，总停留时间为 4h 以上，生化池后的污水流到二沉池，二沉池为二只竖流式沉淀池并联运行，排泥采用空气提至污泥池。污水消毒采用固体氯片接触溶解消毒方式，消毒装置能根据出水量大小不断改变加药量。初沉池、二沉池的所有污泥均用空气提至污泥池内进行好氧消化，污泥池的上清液加流至接触氧化池内进行再处理，消化后的污泥很少，一般 2 年~3 年清理一次，清理方式可用吸粪车从污泥池的检查孔伸入污泥池底部进行抽吸后外运即可。设备的风机房设在消毒池的上方，风机房进口采用双层隔音、进风口有消声器、风机过滤器，运行无噪声。

e) 处理工艺设计

处理系统占地面积约 150m²，设备操作简单、维修方便，使用寿命长无需人员管理，处理后无污泥产生，对周边环境无污染。清水池内水可作为道路洒水和绿化用水。设备选型及调节池设计尺寸见表。

表 6.2.1-3 各施工营地生活污水处理主要构筑物尺寸及设备表

施工营地	构筑物/设备	数量	尺寸/型号	备 注
枢纽工程区 生活营地	调节池	1 个	8m×6m×3m	停留时间 12h，钢混结构
	成套生活污水处理设备	1 套	WSZ-A10	地埋式
	清水池	1 个	8m×4m×3m	钢混结构
	事故池	1 个	8m×4m×3m	钢混结构
线路工程区 生活营地	化粪池	54 个	5m×3m×1.5m	钢混结构
公 用	吸粪车	2 辆		

6.2.2 生态流量保障措施

6.2.2.1 施工期

坝址区为 V 形河谷，河床狭窄，谷底宽约 20m~30m，河床高程约为 1188m，无天然滩地、台地可以利用，因此拦河坝施工导流采用上下游围堰一次性拦断河床，隧

洞导流方式。导流隧洞布置在右岸，自第二年 12 月上旬河道截流，至第六年 5 月初导流洞下闸水库蓄水，导流时段共 40 个月，经历 3 个汛期。施工期，导流隧洞过流可以满足生态流量要求，无需再单独考虑专门的生态流量泄放设施。

6.2.2.2 初期蓄水期

导流洞下闸后水库开始蓄水，在保证生态流量泄放的前提下，按 50%保证率蓄水至放空洞进口(1251.0m)和取水兼发电引水洞进口(1251.0m)约需 55 天，蓄水至水库死水位(1262.0m)大约需 64 天，蓄水至最低发电水位(1280.7m)的时间约需 76 天。导流洞下闸到水库蓄水至取水兼发电引水隧洞进口启用期间，需采取临时生态流量泄放措施满足生态流量下泄要求。

临时生态流量下泄措施：在导流洞进口至封堵堵头后(放空洞龙抬头下弯段后)导流洞洞底混凝土衬砌外埋设 DN600mm 的钢管；钢管进口设至在闸室外侧底板顶面高程以上 6.0m 处，管口外设矩形拦污栅罩；钢管出口处在放空洞泄流水位以上设置旁洞，旁洞高 2.7m，宽 4.5m，长 5m，钢管出口接引至旁洞内，旁洞内设置控制球阀，在球阀前设封堵灌浆管及阀门。

导流洞泄流期间将旁洞口用钢板临时封堵，导流洞下闸后拆掉封口钢板，将放水管出口自旁洞引接至放空洞洞底附近，临时生态流量经钢管至旁洞后通过放空洞下泄；钢管封堵时自放空洞出口经放空洞到旁洞位置，关闭控制球阀，自灌浆管灌入砂浆或细石混凝土，将导流洞封堵堵头起点至控制球阀之间的钢管填充封堵。

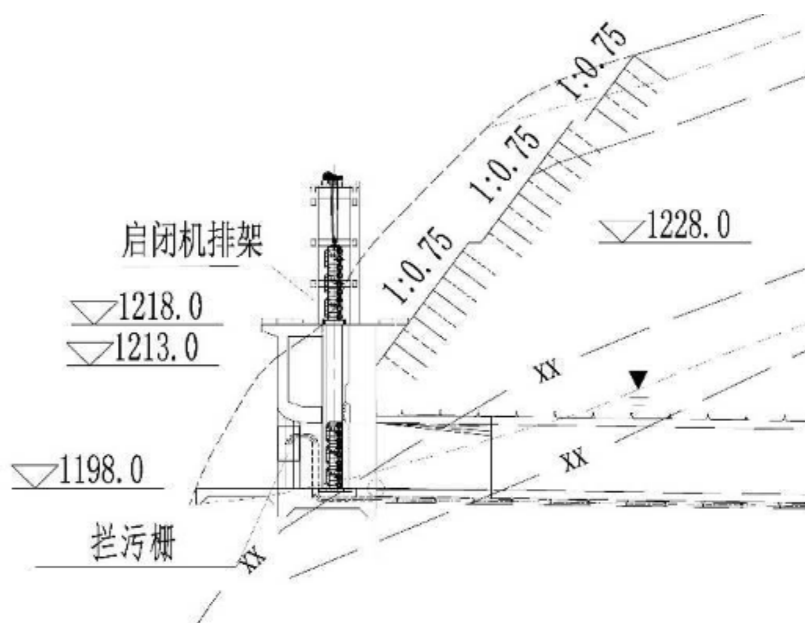


图 6.2.2-1 初期蓄水生态放水管布置图

导流洞下闸水位为 1198.5m，临时生态流量管孔口高程为 1204.0m，临时生态流量管正常下泄 $0.79\text{m}^3/\text{s}$ 流量的对应水位为 1205.6m。下闸后，在孔口设抽水泵临时抽水，待水位涨至 1205.6m 后，停止抽水，抽水泵沿用施工期施工取水泵。

表 6.2.2-1 初期蓄水生态流量泄放过程表

蓄水过程	设计水位 m	蓄水历时 d	日期	生态流量要求 m^3/s	生态流量泄放措施
导流洞下闸	1198.5	-	5 月 1 日	0.79	临时生态流量管孔口设抽水泵
至临时生态流量管孔口	1205.6	6	5 月 6 日	0.79	
至取水兼发电引水洞进口	1251.0	55	6 月 24 日	0.79/1.58	临时生态流量管，管径 0.6m
至死水位	1262.0	64	7 月 3 日	1.58	生态电站发电机组旁通生态流量管，管径 0.7m
至最低发电水位	1280.7	76	7 月 15 日	1.58	生态电站发电机组，额定流量 $1.84\text{m}^3/\text{s}$ ；旁通生态流量管，管径 0.7m
至正常蓄水位	1338.0	159	10 月 6 日	1.58	

6.2.2.3 正常运行期

a) 生态流量下泄

正常情况下，大坝下游河段的生态流量由生态电站发电小机组尾水予以保证。生态电站布置在坝下游 110m 河道转弯处，厂区高程 1178.40m，厂房内布置 2 台冲击式水轮发电机组，单机容量 2.1MW，总容量 4.2MW，单机额定流量均为 $1.86\text{m}^3/\text{s}$ ，年利用小时数 3943h。发电机组正常尾水位 1776.21m，最低尾水位 1176.00m，最高尾水位 1176.60m，2 台机组共 2 个尾水出口。厂房左侧安装生态流量管，由直径 1.6m 的生态流量总管分岔出直径 1.5m 和 0.6m 的两根支管，两根支管共用一个检修阀井，在管道出口处设置锥阀进行消能后直接排入尾水渠中。

黄草坝生态电站加权平均水头 150.8m，水库最低发电运行水位为 1280.7m。当水库水位高于 1280.7m 时，可通过电站机组泄放生态流量，当水位低于 1280.7m 或机组检修时，生态流量则通过厂房左侧安装的生态流量管下泄。

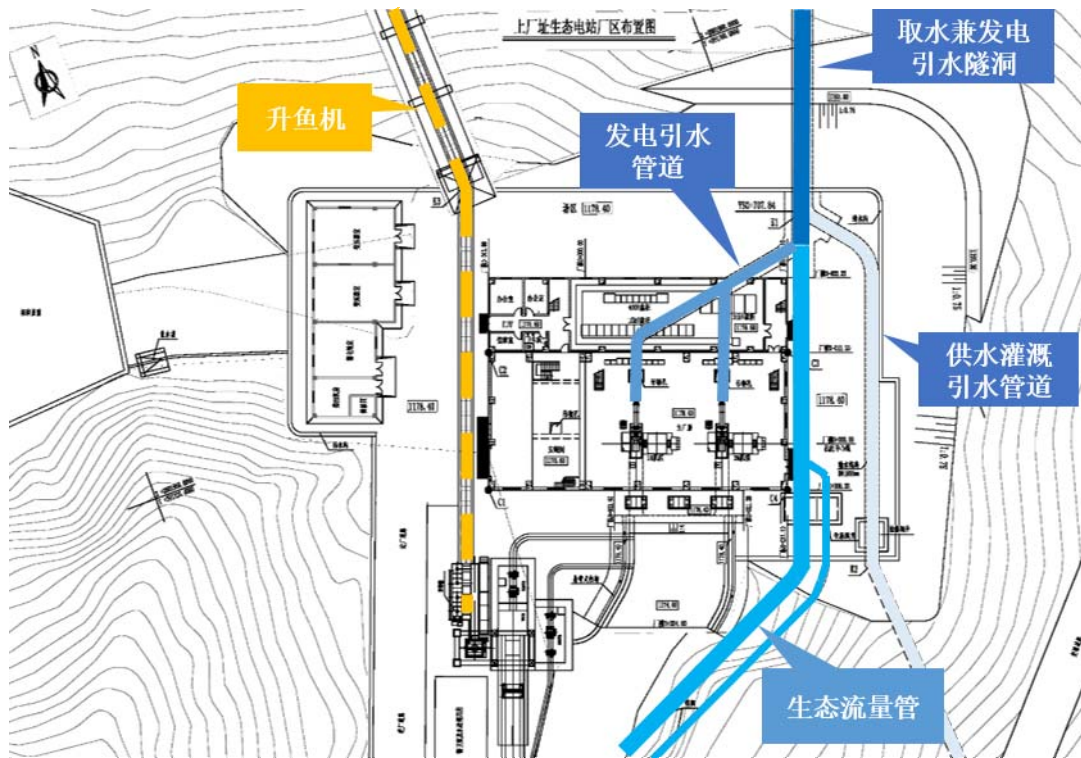


图 6.2.2-2 生态电站平面布置图

b) 建设黄草坝水库电站下泄流量在线监测系统

生态流量在线监测系统规划在尾水出口处设置 1 套生态流量监测系统—超声波流量计进行在线监测，通过光纤以太网接入水库计算机监控系统及相关监管部门，当坝址下游生态流量监测设施显示下泄流量低于生态流量时，能够及时报警。

生态流量在线监控采用图像监视系统，对生态流量泄放情况的实时监视。图像监测系统由远程图像监测站和视频站组成。图像监测站主要采用定时抓拍和自主抓拍图像两种形式，定时或根据需要向视频站上传图片；视频站接收并保存图像，提供图像查询和查看功能。结合电站实际情况，遥测监测站设在设计洪水位以上，地基稳定，并使摄像头可以拍摄到生态流量出水口，以直观掌握实时生态流量信息。监测站设备由摄像头、遥测终端(RTU)和通信模块组成。

6.2.2.4 机组检修期

考虑到机组检修及其它特殊情况，通过厂房左侧安装的生态流量管和在线监测措施来保障发电机组检修期间生态流量的下泄。

6.2.3 运行期地表水环境保护措施

6.2.3.1 库区水质保护

a) 库底清理

根据《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》(SL290-2009)的规定,为了防止淹没于水库内的树木、杂物等对水体水质和水库运行造成影响,在水库蓄水前必须对库底进行清理。黄草坝水库库底清理无特殊清理,仅有一般清理。水库蓄水前,应按照规范要求对库底清理对象进行复核。清理工作完成后,由省移民局、建设单位、设计单位、普洱市人民政府以及其他相关单位的领导与专家组成验收工作组对库区进行验收,验收合格后方可进行水库蓄水。

1) 清理依据

- (1) 《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》(SL290-2009)
- (2) 《水利水电工程水库库底清理设计规范》(SL644-2014)
- (3) 卫生、环保、劳动安全等行业部门规程规范及要求

2) 清理原则

(1) 水库库底清理应由政府主导实施,县乡村各级政府参与,明确分工,落实责任;

(2) 水库库底清理应和卫生防疫相结合,执行国家有关的卫生要求;

(3) 水库库底清理应注意生态环境保护,避免对淹没线上的生态破坏,对珍贵的或有经济价值的树木应尽量移植保护;

(4) 水库库底清理涉及的专业项目清理,相关各专业单位要参与;

(5) 水库库底清理的时机要适宜,过早和过迟都不合适。

3) 清理范围

黄草坝水库工程库底清理范围可分为一般清理和特殊清理两部分。特殊是为开发利用水域而开展建设项目所在区域的清理,本工程不涉及特殊清理。

(1) 一般建(构)筑物清理包括房屋、附属建筑物清理,其清理范围为居民迁移线以下区域。大体积建(构)物清理范围为居民迁移线以下至死水位(含极限死水位)以下3m 范围内。

(2) 林木清理范围为正常蓄水位以下的水库淹没区。

(3) 易漂浮物清理范围为居民迁移线以下的区域。

(4) 卫生清理范围为居民迁移线以下(不含影响区)区域。

(5) 固体废物清理范围为居民迁移线以下的区域。固体废物堆场位于居民迁移线上下, 应进行整体处理。

4) 清理技术要求

(1) 建(构)筑物的拆除与清理

① 建筑物、构筑物清理后, 残留高度不应超过地面 0.5m, 拆除的线材, 铁制品、木杆不应残留库底。

② 对库岸稳定性有利的建(构)筑物基础、挡土墙等可不予拆除。

③ 对确难清除且危及水库安全运行的较大障碍物, 应设置明显标志, 并在地形图上注明其位置与标高。

④ 对大型分期蓄水水库的大体积建(构)筑物的清理计划, 应进行必要的论证后确定。

⑤ 对拆除量大或技术复杂的大中型工程及特殊行业的建(构)筑物, 应单独编制清理设计方案, 经相关部门批准后实施清理。

(2) 林木砍伐和迹地清理

① 林木经清理后, 残留树桩高度不应超过地面 0.3m。

② 砍伐林木应符合国家有关规定。

(3) 易漂物清理

① 建(构)筑物清理后易漂浮材料, 不堆放居民迁移线以下。

② 易漂浮物清理方案结合库区地形、地质、交通条件, 根据国家及地方相关规定、制定简易、便于操作的清理措施。

③ 易漂浮物运输过程中不应沿途丢弃、遗撒。

(4) 卫生清理

① 粪便消毒处理后应达到《粪便无害化卫生标准》(GB7959)的指标要求, 由县级及以上疾病预防控制中心提供检测报告。

② 传染性污染源应按 100%检测, 其他污染源按 3%~5%检测。

(5) 固体废物清理

① 生活垃圾的处理处置必须满足《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889)、

《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB18485)。

② 如果满足或经过处理后满足《城镇垃圾农用控制标准》(GB8172), 可以用作农用肥料或土壤改良剂施用于水库居民迁移线以上的农田、林地、绿化用地等土地。

③ 以施用于农田为目的的垃圾处理可以在原堆放地进行, 施用于农田部分之外的垃圾剩余部分应与生活垃圾一起进行处理处置。

b) 运行期水库水质保护

1) 水库汇水区域农村污染防治

(1) 农村生活污水治理

库区流域以上包括西侧的海庆村、平田村、顺南村, 东侧的南板村、黄草坝村, 均为农村地区。目前这些村组均未建设生活污水处理设施, 黄草坝水库建库后, 以上村组均应配套建设生活污水处理设施, 生活污水经收集处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准后, 在村组内进行回用, 减少向水体排放。

(2) 畜禽养殖污染治理

严格禁养区管理, 禁养区内禁止新建畜禽规模养殖场和养殖专业户入驻。现有规模化畜禽养殖场根据污染防治需要, 配套建设粪便污水贮存、处理、利用设施。

(3) 农业面源污染治理

积极调整农业产业结构, 促进农民生产生活方式的转变。大力发展有机农业和生态农业, 建设生态循环农业经济; 全面禁止使用国家明令禁止生产和使用的剧毒高残留农药, 在农作物病虫害防治上, 坚持以生物防治为主, 生物、化学农药防治相结合的手段, 达到防治效果。积极推广择土施肥、平衡施肥, 大力推广使用有机肥、复混肥, 有针对性地施用微肥。逐步推广可降解塑料使用。

2) 水华风险防范措施

虽然黄草坝水库发生水华的可能性较小, 但一旦爆发影响较大, 因此要从流域污染防治、加强预警、制定应急预案等方面加强水华的防控。

定期开展底泥疏浚工作, 种植大型水生植物, 实施湖库生态恢复工程, 更好更快地改善黄草坝水库的营养结构和生态结构。

在水华易发的气象条件下, 水利部门应督促相关的湖泊、水库进行生态济水, 保证河流的生态流速。

在水华高发季节，应坚持水温、气象、水文、pH 值、高锰酸盐指数、溶解氧、藻类、叶绿素等指标的监测和预报工作。

6.2.3.2 水源地保护措施

a) 划定饮用水水源保护区

根据《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《云南省水污染防治工作方案》等文件要求，为保障饮用水源安全，加强饮用水源环境保护，对饮用水源地应科学划分饮用水水源保护区。黄草坝水库通水运行前，地方政府应划定饮用水水源保护区。根据《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ 338-2018)，本次环评初步对黄草坝水库饮用水水源保护区范围进行划分。

饮用水水源保护区划分为一级、二级保护区和准保护区，黄草坝水库总库容 1.144 亿 m^3 ，按水库型饮用水水源地分级为大型，取水口设在坝前左岸，保护区范围划分为：

1) 一级保护区

水域：一级保护区范围为取水口半径 500m 范围内，正常蓄水位 1338.0m 以下的水域。

陆域：一级保护区水域外，正常蓄水位 1338.0m 以上 200m，但不超过流域分水岭的陆域。

2) 二级保护区

水域：一级保护区范围外沿河向上游径向 2000m、正常蓄水位 1338.0m 以下的水域。

陆域：一级保护区范围外 1000m，但不超过流域分水岭的陆域。

3) 准保护区

水域：二级保护区范围外沿河向上游径向 2000m 的水域。

陆域：二级保护区外 2000m，但不超过流域分水岭的陆域。

强化饮用水水源地环境整治和监管。饮用水水源保护区划定后，采取隔离防护措施，设立防护栏，竖立保护区界标，水源地宣传牌等。依法拆除或关闭饮用水水源一级保护区已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，依法拆除或关闭饮用水水源二级保护区内排放污染物的建设项目，取缔饮用水水源保护区内网箱养殖，进行生态化改造。

在饮用水源保护区内有条件分批进行库区清淤、库区河岸绿化、护坡建设、退耕

还林，减少农药、化肥对水质的影响，保持库区河岸水土，在使水源地水质保持长期稳定性的同时达到美化库区环境的目的。

b) 健全饮用水水源水环境监控制度

加强水质监测，及时预报水质状况。健全水质监测网络，实施河流水质动态监测，合理设置饮用水源地水质监测站，全面掌握水源地的水质动态变化信息，建立定期向社会公布饮用水源地水质信息的制度。进一步加强水源自动监控能力建设，提高监测和管理水平，启动水源毒性预警监测。定期开展饮用水水源污染排查和整治，保障城乡饮用水水源水质安全。

c) 制定饮用水水源污染应急预案

对威胁饮用水水源安全的重点污染源要逐一建立应急预案，建立饮用水水源污染来源预警、水质安全应急处理和水厂应急处理“三位一体”的饮用水水源应急保障体系。地方政府要制定饮用水水源污染应急预案，加强应急能力建设，提高环境应急能力保障水平。

d) 思茅产业园木乃河片区紧邻木乃河水源保护区(一级和二级保护区)，为保护水源保护区水质安全和水源涵养林不受破坏，木乃河片区距离木乃河水源保护区较近区域设置 300m 生态隔离带，按照水源保护区相关保护规定管理，保障饮用水源安全。

6.2.3.3 管理区生活污水处理

运行期生活污水主要为管理区的食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等，所含污染物主要为 BOD₅、COD、SS 等。枢纽工程将配备运行管理人员 50 人，生活污水产生量约为 3m³/d。运行期生活污水处理沿用施工期的成套污水处理设施，处理后回用管理区绿化。处理设备需一名管理人员，在上岗前由设备厂家负责其技术培训。

6.2.3.4 受水区水环境保护措施

根据引调水工程“先节水后调水，先治污后通水，先环保后用水”的“三先三后”原则，落实有关节水、治污和生态环境保护的政策和措施，保证供水水质，确保供水安全，实现项目“增水不增污”的供水环保目标。针对受退水区水环境问题，建设单位委托编制了《云南省普洱市黄草坝水库工程受水区水污染防治规划(2021-2035 年)》，2021 年 5 月，普洱市水务局组织对规划报告进行了审查。2021 年 12 月 2 日，经普洱市人民政府第 63 次常务会议研究同意，普洱市人民政府以普政复〔2021〕222 号文

批复了本工程受水区水污染防治规划。以下摘录规划报告中拟定的主要措施：

a) 思茅产业园污染防治措施

1) 思茅产业园入园产业类型要求

作为云南省省级重点园区，思茅产业园区的产业定位为主导产业为特色食品(茶叶、咖啡)，辅助产业为生物医药和大健康、先进装备制造(农机装备)。后续入园企业，应在符合产业定位的基础上，考虑现有企业布局的制约性，再进行合理布局引入，严禁引入不符合园区产业定位、高污染、高物耗、高能耗的项目。

宁洱片区位于国家农产品主产区，引入项目需符合《云南省主体功能区划》中对限制性开发区域的环境管理要求。木乃河片区、宁洱片区因纳污河流容量较小，现状背景值较高，故限制引入废水排放量较大的企业入驻。

根据区域内资源配置，积极调整产业结构和产品结构，大力发展循环经济，鼓励企业实行清洁生产，推行工业用水循环利用，发展节水型工业，限制高耗水、高污染产业发展。园区本着“扶优扶强，技术升级，淘汰落后”的原则，进行产业结构调整。按照有关产业政策和布局，严格审核进入园区的企业，进入园区的企业必须符合国家产业政策，清洁生产水平达到国际和国内先进水平，其建设项目应严格执行“三同时”制度。

2) 园区工业污染防治措施

(1) 推动工业废水处理和资源化利用

推进企业内部工业用水循环利用、园区内企业间用水系统集成优化。推动将市政再生水作为园区工业生产用水的重要来源。在省级重点工业园区思茅产业园开展创新试点工作，2035年，园区中水回用的比例达到70%。

尽快推进建设废水集中处理设施和深度处理，超标或超总量排放水污染物的企业，经限期治理后仍不能达到治理要求的，要依法关闭。严格执行行业排放标准，积极推广新工艺、新技术，提高行业污染治理技术水平，降低污染物排放强度；加大制糖、酿酒、屠宰、橡胶加工、咖啡加工等重点行业工艺技术改造和废水治理力度，确保工业废水实现稳定达标排放。对无污水处理站的企业，勒令整改，新建污水处理站的处理标准执行相关行业标准；对污水处理站处理能力不足的企业，要求对污水处理站进行扩容，同时采取升标改造措施。

全面推进产业园区污水管网排查整治，加快实施管网混错接改造、管网更新、破损修复改造等，推动园区生产废水应纳尽纳。推进园区雨污分流改造和初期雨水收集处理。

(2) 加强工业园区的环境管理，加大工业园区整治力度

建立工业污染源台账，推行排污许可证制度。依法按流域总量控制要求，发放排污许可证，把总量控制指标分解落实到污染源，实行持证排污。重点排污单位应全部安装自动监控装置，实行实时监控、动态管理。加强工业企业污染排查工作，直排的企业要执行最严格的排放标准。加大污染物排放监督性监测和现场执法检查频次，重点监测和检查有毒污染物排放和应急处置设施情况。重点企业应当制定生产、消防安全事故环保应急处置预案，建设相应的环保应急处置设施。加强企业内部环境监测力度，切实掌握污染动态。

(3) 着力防范环境风险，确保流域水质安全

加强规划区内小黑江、普洱大河、思茅河等主要干支流沿线环境安全隐患排查，强化产业园区及重点企业监控，完善突发环境事件预警应急机制，提高突发环境事件防范和处理能力。加强流域预警应急能力建设，建立突发环境事件风险防范体系和响应联动机制，提升流域风险防范水平。

b) 城镇水环境综合整治

以城镇生态环境建设和环境保护为前提，以城镇生活废水污染治理为重点，坚持人与自然和谐共处的可持续发展原则。加强城镇集中饮用水水源地保护，加快城镇基础设施，雨污分流管网，城镇垃圾、污水处理厂(站)建设，实现城镇废水达标排放。

加快城镇污水、垃圾处理设施建设改造。加快补齐生活污水收集和处理设施短板，推进污水处理厂建设及提标改造，推进老旧污水管网改造和破损修复，提升城镇污水处理水平。2025 年底前，中心城区没有生活污水直排口，基本消除城中村、老旧城区和城乡结合部生活污水收集处理设施空白区，思茅区城区污水收集率达到 95%，宁洱县城区收集率达到 85%；2035 年底前，思茅区城区污水收集率达到 100%，宁洱县城区收集率达到 95%。强化污泥处理处置全过程监管，2025 年年底前，污泥无害化处理处置率达到 90%以上。全力提升垃圾收集转运及处理处置率，2025 年底，区县城生活垃圾分类无害化处理率不低于 95%；建制镇生活垃圾无害化处理率不低于

80%。加快完成无渗滤液处理设施、渗滤液处理不达标的生活垃圾处理设施改造。2025 年年底前，完成城市水体蓝线范围内的非正规垃圾堆放点整治，实现沿江城镇垃圾全收集全处理。

c) 城镇水污染防治

合理确定污水处理厂规模、排放标准及处理工艺。城镇污水处理厂要按照集中和分散相结合的原则，优化布局，合理确定处理规模、排放标准，选择处理工艺。至规划水平年 2025 年，规划区各乡镇均应配套建设完成集中式生活污水处理厂。污水处理厂处理规模应满足 2035 年生活污水排放的要求。所有城镇污水处理厂出水至少应达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准，思茅城区正在运行的第一、第二污水处理厂，以及新建的第三、第四污水处理厂等，处理出水主要指标应达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)准IV类水标准。对于环境容量小，控制断面难以达标的纳污水体如思茅河等，排污的城镇污水处理厂应进一步挖潜增效，进行除磷脱氮改造，按照处理工艺提升至出水满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)准III类水标准建设，可通过采取增加臭氧催化氧化工艺和反硝化深床滤池工艺的方式实现，以满足 2030 规划水平年思茅河III类水质目标要求。

污水处理厂应强化消毒杀菌设备的管理，确保正常稳定运行。污水处理设施建设应与再生利用设施统筹考虑。加强城市基础设施建设项目，采取工程措施、生物措施和节水措施，积极构建城市水污染综合治理工程体系，实现城镇水环境质量达标。对氨氮、总磷排放不达标的现有污水处理设施进行升级改造，提高脱氮除磷能力。加强中水回用，提高再生水回用率。加大城镇园林建设，种草植树，提高城镇绿化率，增加城镇自身消纳能力。

加强污水处理厂配套工程建设，完善污水收集管网系统。要按照“厂网并举、管网优先”的原则，进一步加强城镇污水处理厂配套管网建设，因地制宜推进雨污分流和现有合流管网系统的改造，提高城镇污水收集能力和处理效率，促进城市水域环境质量的改善。因地制宜开展排水管网混接、错接、漏接检查和改造，推进管网病害诊断与修复，强化污水管网“污水外流、清水入渗”排查治理。2025 年年底前，中心城区没有生活污水直排口，基本消除城中村、老旧城区和城乡结合部生活污水收集处理设施空白区，基本解决市政污水管网混错接问题，思茅区城区污水收集率达到 95%，

宁洱县城区收集率达到 85%；2035 年底前，思茅区城区污水收集率达到 100%，宁洱县城区收集率达到 95%。

统筹考虑污泥处理处置设施建设，加强污泥安全处理处置。大力推进污泥减量化和无害化处置，因地制宜采取土地利用、污泥农田、填埋、焚烧以及综合利用等方式。2025 年底之前，至少建立 1 座污泥无害化集中处理处置设施。

各级政府加大城镇水环境污染治理宏观调控力度，采取行政、法律、金融等手段，把城镇水污染治理抓落实。一方面把城镇水污染防治列入当地政府目标考核，实行责任追究；另一方面建立有效的城镇水污染防治投资机制、运营机制和价格机制，拓宽资金投入渠道，引导治理资金投入。

d) 工业节水和中水回用

把工业节水与产业结构调整结合起来，严格限制新上高耗水项目；加快节水技术、设备、器具及污水处理设备的研究开发；加大节水技术改造的力度，大力推广节水新技术、新工艺、新设备；建立工业节水激励机制；加强对高耗水、高污染行业的重点企业的监督和考核；积极开展水平衡测试，减少“跑、冒、滴、漏”，通过加强管理，挖掘节水潜力；实行“清污分流、污污分流、分质处理、一水多用”，不断提高工业用水重复利用率；积极推行清洁生产，把节约用水和污水治理结合起来，不断提高工业企业节水技术水平和管理水平，合理的水价，实行优水优价和累进制水价收费制度等。通过吸收、借鉴国内外新技术和经验，逐步建立健全污水再生利用产业及政策，提升再生水回用水平。

尽快实施普洱市思茅区污水再生利用工程项目，该项目位于思茅区第一污水处理厂厂内，负责对第一污水处理厂处理达标的 1 万 m^3/d 中水进行深度处理，每天产生约 6000 m^3 的再生水，这些再生水资源可作为城市绿化用水、景观用水、道路浇洒用水、建筑施工用水、消防用水及洗车用水等。到 2035 年，第一污水处理厂再生水利用规模争取达到 2.0 万 m^3/d 。2025 年前，建设完成思茅区第三污水处理厂再生水利用工程，再生水回用规模达到 1.5 万 m^3/d 。2035 年，第三污水处理厂再生水利用规模达到 3.0 万 m^3/d 。

我国中水回用处于起步阶段，初期的中水市场还不成熟。按照市场机制，以中水回用“市场化、产业化、企业化、专业化”为目标，大力培育市场经营主体。对中水处

理单位要实行企业化管理，独立核算、自负盈亏，并按照现代企业制度的要求，进行规范的公司制改造。大力培育由中水处理企业、中水回用企业及包括资金、技术、信息等各种要素组成的中水回用市场结构体系。

e) 建设海绵城市

在海绵城市建设过程中，应统筹自然降水、地表水和地下水的系统性，协调给水、排水等水循环利用各环节，并考虑其复杂性和长期性。海绵城市的建设途径主要有以下几方面：一是对城市原有生态系统的保护。最大限度地保护原有的河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等水生态敏感区，留有足够涵养水源、应对较大强度降雨的林地、草地、湖泊、湿地，维持城市开发前的自然水文特征，这是海绵城市建设的基本要求；二是生态恢复和修复。对传统粗放式城市建设模式下，已经受到破坏的水体和其他自然环境，运用生态的手段进行恢复和修复，并维持一定比例的生态空间；三是低影响开发。按照对城市生态环境影响最低的开发建设理念，合理控制开发强度，在城市中保留足够的生态用地，控制城市不透水面积比例，最大限度的减少对城市原有水生态环境的破坏，同时，根据需求适当开挖河湖沟渠、增加水域面积，促进雨水的积存、渗透和净化。

1) 依据城市总体规划划定城市水域、岸线、滨水区，明确水系保护范围。城市开发建设过程中应落实城市总体规划明确的水生态敏感区保护要求，划定水生态敏感区范围并加强保护，确保开发建设后的水域面积应不小于开发前，已破坏的水系应逐步恢复。

2) 保持城市水系结构的完整性，优化城市河湖水系布局，实现自然、有序排放与调蓄。城市水系规划应尽量保护与强化其对径流雨水的自然渗透、净化与调蓄功能，优化城市河道(自然排放通道)、湿地(自然净化区域)、湖泊(调蓄空间)布局与衔接，并与城市总体规划、排水防涝规划同步协调。

3) 优化水域、岸线、滨水区及周边绿地布局，明确低影响开发控制指标。城市水系规划应根据河湖水系汇水范围，同步优化、调整蓝线周边绿地系统布局及空间规模，并衔接控制性详细规划，明确水系及周边地块低影响开发控制指标。

4) 城市绿地系统规划应明确低影响开发控制目标，在满足绿地生态、景观、游憩和其他基本功能的前提下，合理地预留或创造空间条件，对绿地自身及周边硬化区

域的径流进行渗透、调蓄、净化，并与城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统相衔接，充分利用多功能调蓄设施(如湿塘、雨水湿地等)调控排放径流雨水，合理设置预处理设施，径流污染较为严重的地区，可采用初期雨水弃流、沉淀、截污等预处理措施，在径流雨水进入绿地前将部分污染物进行截流净化，尽量满足周边雨水汇入绿地进行调蓄的要求。

5) 加强溢流污染治理，加快推进雨污分流改造。不具备雨污分流改造条件的老城区，因地制宜采取源头改造、溢流口改造、截流井改造、破损修补、管材更换、增设调蓄设施等工程措施，降低合流制管网雨季溢流污染，提高雨水排放能力。

f) 畜禽养殖污染控制措施

按照《普洱市人民政府办公室关于印发普洱市畜禽养殖废弃物资源化利用工作考核办法(试行)的通知》(普政办发[2019]28 号)等规定，禁止在饮用水水源保护区，风景名胜保护区、自然保护区的核心区和缓冲区、城镇居民区、文化教育科学研究区等人口集中区域、法律法规规定的其他禁止养殖区域，与禁建区的距离不得小于 500m，畜禽粪便贮存设施必须远离地表水体(与各类功能地表水体不得小于 400m)。运用政策、法规、金融手段加强宏观调控力度，使规模化养殖布局、种养结构、资源利用、生态保护趋于合理。

加强新建项目环境管理，控制新污染源。加强规模化畜禽养殖场的污染治理，提高畜禽粪便综合利用率；加快养殖企业污染综合治理，确保实现达标排放。合理确定水产养殖规模，限制投饵式网箱养殖和施肥养殖等不合理的养殖模式，对严重污染水体的水产养殖场所要进行全面清理、整顿。

加大污染防治设施建设力度，提高养殖废物综合利用率。畜禽养殖场、养殖小区应当根据养殖规模和污染防治需要，建设相应的畜禽粪便、污水与雨水分流设施，畜禽粪便、污水的贮存设施，粪污厌氧消化和堆沤、有机肥加工、制取沼气、沼渣沼液分离和输送、污水处理、畜禽尸体处理等综合利用和无害化处理设施。未建设污染防治配套设施、自行建设的配套设施不合格，或者未委托他人对畜禽养殖废弃物进行综合利用和无害化处理的，畜禽养殖场、养殖小区不得投入生产或者使用。畜禽养殖场、养殖小区自行建设污染防治配套设施的，应当确保其正常运行。

加强污水收集系统的建设，完善雨污分离收集系统；落实配套建设规模化畜禽养

殖沼气工程和粪便资源化利用工程。大力推进粪肥还田、制取沼气、制造有机肥、种植和养殖相结合等措施，发展“厌氧+还田”模式、“堆肥+废水处理”模式和“发酵床养殖”模式，促进畜禽养殖污染物减排。

提倡生态养殖，注重源头控制。采取先进的养殖技术，大力推行清洁养殖。推进集中规模化发展，畜禽养殖污染物集中收集、集中处理。

加大执法力度，强化环境监督。严格执行畜禽养殖业污染物排放标准及相关技术规范，到 2035 年，规划区大幅降低畜禽养殖主要水污染物排放量。

g) 面源污染控制措施

发展绿色产业，推进农业产业化的发展思路，积极调整农业产业结构，促进农民生产生活方式的转变。大力发展有机农业和生态农业，建设生态循环农业经济；全面禁止使用国家明令禁止生产和使用的剧毒高残留农药，在农作物病虫害防治上，坚持以预防为主，采用物理、生物、化学防控相结合的手段，达到防治效果。积极推广测土配方施肥，大力推广使用有机肥、复合肥、新型缓释肥，有针对性地施用微肥。逐步推广可降解塑料使用。

以发展滴灌、微灌、管灌等高效节水灌溉方式作为农业用水结构调整重点，转变农业生产发展方式，促进农业节约用水；清捡残膜，推广可降解农膜，加大对农膜的回收利用，控制白色污染，积极采取工程措施，生物措施，提高农村废物污染综合利用率；大力推广农村循环经济模式，建设生态农户，发展庭院经济；开展农村环境综合整治工作，推进生活垃圾的定点存放，统一收集，定时清理，集中处理，因地制宜选择“小型人工湿地”、“土地处理”、“稳定塘”、“沼气净化池”，推进乡镇生活污水处理。

推广农业清洁生产技术，加强沼气、秸秆还田和测土配方施肥技术的推广应用，减少农药、化肥不合理施用量，严禁高毒和高残留农药的使用。农田施肥要无机肥、有机肥相结合，避免过多单一施用无机肥造成的土壤和水体污染；积极削减化肥用量，切实推广平衡施肥，择土施肥。

推动有机食品基地建设，发展节水农业和生态农业，推广农业资源节约和综合利用。大力应用生物防治技术，积极引进和培育农作物病虫害天敌，削减农药用量；推广使用生物农药和高效低毒低残留农药，发展生态农业和有机农业，促进农药化肥的合理施用。

积极开展农村环境保护和生态环境知识教育宣传,通过环境保护生态建设教育和培训,使农民通过各种措施自觉投身到防治农村面源污染中去,充分发挥人民群众勤劳和智慧,积极开展群防群治。

h) 重要湿地保护措施

1) 湿地保护和修复

加强对五湖两库等重要湿地的管理工作,大力开展湿地保护工程建设,以自然保育和恢复为主,以涵养水源、净化水质、保护生境为目标,兼顾湿地的科普教育、景观休闲、生态观光旅游等活动,通过退耕还林还草、污染治理、人工辅助等措施,恢复湿地生态环境和生物多样性,促进湿地生态系统健康优美,打造自然和谐的湿地生态景观,带动周边环境提升。对于湿地公园内现有的具有湿地植被景观典型性、完好性和珍稀性的区域,保留其原始状态;对于湿地公园内存在明显水位梯度的区域(岸带-浅水区-中心水域),恢复成中生、湿生,挺水、浮叶、沉水植物相结合具有分带特征的湿地植被带。

2) 加快河湖水系连通建设

根据普洱市水务规划、水资源保护规划,结合本规划流域河湖水系自然特征,以自然水系、调蓄工程和人工水系为依托,以存在淤塞阻隔的水系为重点,在保障生态安全的前提下,坚持恢复自然连通与人工连通相结合,通过新建必要的连通通道、河湖生态清淤、滨岸带治理、连通建筑物建设与改造、水系生态调度等措施,逐步构建“互联互通、丰枯调剂”的生态水网格局,有效促进流域水系的完整性、水质的良好性、水体的流动性、生物的多样性,同时,增强流域内水资源统筹调配能力,以增加生态补水。

建立由五里河、箐门口、洗马河、梅子湖、信房等蓄水工程为主的城市供水保障体系,加快实施城市水系联网互通工程,构建城市活力水网。实施五湖湿地公园补水工程,实现洗马湖、梅子湖、野鸭湖、信房湖、纳贺湖以及思茅河思茅城区段的相互连通;推进大中河至信房水库的引水工程建设,置换信房水库生态用水,补充思茅河河道生态水量,并研究加大信房水库下泄流量的可行性;加强洗马河、梅子湖、信房等水库调度,河道内生态用水汛期不低于多年平均流量的 30%、枯期不低于 10%。

依托澜沧江至大中河水库应急调水工程以及黄草坝水库建设工程,有效解决普洱中心城区生活生产缺水问题,为沿途县区提供灌溉和急备用水源的同时,最大程度补

充思茅河河道生态水量。

在未来很长一段时间内，莲花乡国控断面都需要借助大中河水库补水资源来保证水质达标，每年需从大中河水库年调水总量为 3153.6 万 m^3 (年平均流量 $1\text{m}^3/\text{s}$)，生态补水按照思茅河水质达标季节性分布特征进行优化，其中 11 月至次年 7 月中旬，需配水 90%，折合流量 $1.28\text{m}^3/\text{s}$ ，剩余月份配水 10%，折合流量 $0.34\text{m}^3/\text{s}$ 。建立落实大中河水库调水补水常态机制，确保调水补水工作的正常运行，对调水补水工作建档，实现科学化管理。同时，在调水断面前设置水质监测断面，条件允许的前提下，设置水质自动监测站，实时动态反应调水补水水质。

i) 环境风险防控措施

对普洱市第一、第二、第三、第四污水处理厂，莲花片区污水处理厂，宁洱县城市污水处理厂，宁洱第二污水处理厂，正兴镇污水处理厂等进口水质检测，发现超标立即汇报，及时对进水水质、工艺运行参数、出水水质进行分析，调整工艺流程。如出现进水异常，则应启动应急预案，减少进水，并配合主管部门开展调查，早点发现污水来源。加强污水处理厂工作人员的专业培训。

j) 受水区污染物削减分析

在满足规划区各主要河流水环境容量及水功能区水质要求的情况下，对规划水平年 2025 年和 2035 年产生污染物采取污染控制措施后，分析污染物预计消减情况。

规划期，工业污染源采取产业结构调整、提升污水处理设施处理水质水量、深入推园区中水回用，实行“增产不增污”的污染总量控制；生活污染源采取提高城镇污水收集率和处理率，减少散排入河量，实现集中减排，为社会经济发展腾出总量；农业污染源，重点整治畜禽养殖污染源，做好畜禽废物综合利用，大幅降低畜禽养殖主要水污染物排放量。

如黄草坝受水区污染防治规划中提出的污染源治理措施后均顺利实施，规划区各主要河流的污染物入河消减量基本可以得以实现，在采取减排措施后，污染物入河量小于环境容量。因此，通过采取控制及治理措施，能保证受水区水环境质量不降低。

k) 水污染防治措施优先项目

优先治理项目分为饮用水源保护、工业污染防治、生活污染源治理、畜禽养殖污染防治、面源污染防治、生态建设项目建设，饮用水源保护优先项目新增投资 6450 万元，工业污染防治优先项目 10050 万元，生活污染源防治优先项目 151684 万元，

畜禽养殖污染防治优先项目 10000 万元，面源污染防治优先项目 27280 万元，生态建设优先项目 28195 万元，共计 233659 万元。优先项目规划见表 6.2.2-1~6。

表 6.2.3-1 饮用水源保护近期项目

序号	区县	项目名称	项目建设内容	实施年限	投资估算 (万元)
1	思茅区	饮用水源地保护工程	取水口周围禁设排污口。修建地理界标、道路警示牌、宣传标语、以及一级、二级保护区隔离防护措施，保护区内综合整治搬迁，拆除，水质自动站建设，管理能力建设等项目	2021-2025	3550
2	景谷县	饮用水源地保护工程		2021-2025	1600
3	宁洱县	饮用水源地保护工程		2021-2025	1300
合计				2021-2025	6450

表 6.2.3-2 工业污染防治近期项目

序号	区县	项目名称	项目建设内容	实施年限	投资估算 (万元)
1	思茅区	思茅产业园污水处理提升	园区污水管网排查整治；企业污水处理厂提标改造及扩容，提高中水回用比例；企业生产废水处理；企业“一企一策”建档，污水排放在线监测，园区管理能力建设，风险应急能力提高等项目	2021-2025	8850
2	宁洱县				
3	景谷县	正兴镇工业污水处理	不符合功能区要求的企业逐步迁出，污水管网建设，正兴镇污水处理厂建设，企业污水排放在线监测等项目	2021-2023	1200
合计				2021-2025	10050

表 6.2.3-3 生活污染源治理近期项目

序号	区县	项目名称	项目建设内容	实施年限	投资估算 (万元)
1	思茅区	普洱市中心城区污水处理提质增效工程	补缺管网 41.705km, 雨污混流混接点改造 350 处, 新建洗马河截污调蓄池 1 座, 有效容积 8000m ³ , 普洱市中心城区生活污水收集率不低于 90%	2021	12200
		普洱市思茅区第一污水处理厂提标改造工程	一级 A 提标改造, 处理工艺: “二级出水+混凝沉淀+过滤+消毒”, 出水标准达到地表水 IV 类水标准	2021	1200
		普洱市思茅区第二污水处理厂提标改造工程	一级 A 提标改造, 深度处理工艺, 建设调节池及二次提升泵站、高效沉淀池、纤维转盘滤池等, 出水标准达到地表水 IV 类水标准	2021	1700
		普洱市中心城区污水处理综合治理项目	新建普洱市第三污水处理厂, 为地下式污水厂, 规模 6 万 m ³ /d, 近期建设规模 3 万 m ³ /d; 新建污水管网 85.68km, 劣质管网改造 39.426km; 新建第一污水处理厂调蓄水池 1 座, 有效容积 15000m ³ , 同时对第一、第二污水处理厂的水泵、曝气等老旧设备进行更换改造	2021-2023	80341
		普洱市第一、第二污水处理厂挖潜增效工程	结合新技术研究开发, 对普洱市第一、二污水处理厂出水提标改造, 有效减少进入思茅河污染物负荷, 加快思茅水质达标	2021-2025	1500
		思茅河及其支流周边污水管网完善	将思茅河及其支流河道周边的排水户的生活污水接入河道污水截污管网	2021-2025	4500
		老旧城区、城中村、城乡结合部管网建设工程	老旧小区进行污水管网系统的改造及维护, 做到居住区雨、污混流系统分流, 改善老旧小区环境质量	2021-2023	2000
		普洱市中心城区再生水处理设施配套管网建设	新建再生水处理站和中途加压泵站, 配套主干管和调蓄池, 提升供水能力	2021-2023	3163
2	宁洱县	宁洱县第二污水处理厂	新建污水处理厂, 处理规模 2 万 m ³ /d, 新建污水管网 20km, 改造管网 15km	2021-2025	18000
		宁洱县污水处理厂提标改造	城镇污水处理设施建设与改造配套管网工程、污泥处理处置设施建设与改造	2021-2025	5000
		宁洱县污水管网提升改造项目	污水管网提升改造	2021-2025	16000
		生活污水处理提升	生活垃圾收集处置, 污水厂污泥处置, 入河排污口整治等项目	2021-2025	2000
3	景谷县	生活污水处理提升	正兴镇污水处理厂扩容、提标改造, 污水管网新建, 雨污分流改造, 生活垃圾收集处置, 污水厂污泥处置, 入河排污口整治等项目	2021-2025	4080
合计				2021-2025	151684

表 6.2.3-4 畜禽养殖污染防治近期项目

序号	区县	项目名称	项目建设内容	实施年限	投资估算 (万元)
1	思茅区	思茅河流域畜禽养殖、水产养殖、农作物污染综合整治工程	近期对思茅中心城区建成区施行禁养、思茅中心城区建成区范围界限至主城区63.32km ² 范围内施行畜禽养殖限养,对中心城区思茅河及8条支流径流范围施行水产养殖清理和农作物污染治理	2021-2025	2000
		思茅河流域规模化畜禽养殖综合整治工程	提升思茅河流域内规模畜禽养殖场的粪便处理率, 畜禽养殖废弃物综合利用	2021-2025	1000
2	宁洱县	畜禽养殖污染防治	雨污分流+干清粪+废弃物综合利用, 污染场地修复, 生态养殖等项目	2021-2025	3000
3	景谷县	畜禽养殖污染防治		2021-2025	4000
合计				2021-2025	10000

表 6.2.3-5 面源污染防治近期项目

序号	区县	项目名称	项目建设内容	实施年限	投资估算 (万元)
1	思茅区	思茅河流域化肥减量增效项目	探索测土配方、水肥一体化、有机肥替代化肥等减肥增效技术模式, 集成推广可复制、可持续得农业绿色发展模式	2021-2025	6500
		农业农村固废处置利用	在思茅河流域内农村区域建设农膜收集池、农药残留物收集池; 加强对畜禽养殖的监管	2021-2025	800
		农业节水灌溉工程建设	灌区实施节水灌溉工程	2021-2025	1600
		思茅河流域内农村生活污水处理系统建设工程	建设思茅河流域内自然村“三池”(沉淀池、漂油池、净化池)净化设施	2021-2025	2880
2	宁洱县	澜沧江流域小黑江(宁洱镇辖区)水污染环境综合整治项目	小黑江支流勐烈河沿河村庄农村环境综合整治; 小黑江宁洱镇辖区环境综合整治及生态修复工程	2021-2025	5000
		普洱大河(宁洱段)流域水污染综合治理项目	沿岸截污主管建设 34km, 建设沿河村组污水收集处理工程 1500m ³ /d; 沿河村庄垃圾中转站、垃圾池、垃圾桶、垃圾清运、河道清淤等工程	2021-2025	7000
		农村环境综合整治	有机肥替减化肥, 农作物农药减量控害行动, 农村节水改造, 农村生活污水收集处理人工湿地, 生活垃圾收集处置等项目	2021-2025	1500
3	景谷县	农村环境综合整治	有机肥替减化肥, 农作物农药减量控害行动, 农村节水改造, 农村生活污水收集处理人工湿地, 生活垃圾收集处置等项目	2021-2025	2000
合计				2021-2025	27280

表 6.2.3-6 生态建设近期项目

序号	区县	项目名称	项目建设内容	实施年限	投资估算 (万元)
1	思茅区	思茅区思茅河下游及 8 条支流整治项目	思茅河主河道下游及 8 条支流开展控源截污,河道清淤,生态补水及河道自净能力恢复工程	2021-2025	18895
		大中河水库调水工程	大中河水库年调水总量为 3153.6 万 m ³	2021-2025	6300
2	宁洱县	小流域生态环境综合治理	流域内退耕还林还草等水土保持,湿地保护和修复,水系连通,湿地管理,水源保护等项目	2021-2025	2000
3	景谷县	小流域生态环境综合治理	流域内退耕还林还草等水土保持,湿地保护和修复,水系连通,湿地管理,水源保护等项目	2021-2025	1000
合计				2021-2025	28195

6.2.3.5 低温水影响减缓措施

本工程引水兼发电洞进水口为独立式进水口,型式可采用塔式、岸塔式、岸坡式、竖井式进水口、浮筒套筒式进水口。为降低水库下泄低温水对下游水生生态和农田灌溉的影响,考虑应采取具有低温水影响减缓功能的进水口形式。本项目根据工程总体布置及砾石土心墙堆石坝坝型,不适用进水管埋于坝内型式,设计在大坝上游库区设置独立进水口,结合减缓低温水影响措施,综合考虑采用国内常用的固定式、叠梁门式和近期研究较多的浮筒式分层取水方式进行比选。

a) 浮筒套筒式取水口

浮筒套筒式取水口近年在个别取水流量小、取水落差小的工程中逐渐启用,因其自动控制的相对便捷性得到了一定的发展空间。但其运行范围均在 35m 以下,且流量多为 10m³/s 以下,最大未超过 20m³/s。浮筒(套筒)式取水方案的运行主要依靠调节浮筒来实现一定程度的自动升降,为达到分层取水的效果,需同时满足取水层与同层取水量的要求,闸门运行需要保证浮筒进水口一定的淹没水深,同时因为浮筒带动不同节数套筒时需要不同的浮力,因此需要对浮筒浮力进行调节。

本工程如采用浮筒套筒式取水口,布置如下:采用岸塔式,由引水渠,进水塔、门库、交通桥组成,取水塔工作平台高程 1342.50m,塔底高程 1240.50m,塔高 102.00m。塔宽 23.00m,顺水流向长 35.85m。取水塔布置有拦污栅、叠梁检修门、浮筒(套筒)和事故检修闸门,取水塔下游侧设置门库,侧面设置交通桥。塔顶设置钢筋混凝土启闭机房,采用桥式吊车进行闸门起吊操作。

水库正常蓄水位 1338.00m，最低取水水位 1256.00m，套筒底部高程设置为 1247.30m，最底部套筒高 7.0m，最上部套筒高 1.6m，套筒总高 81.7m，确保正常蓄水位时能取到表层水。取水套筒共计 19 节，根据取水流量和隧洞尺寸要求，选择底部套筒内径为 2.8m，最顶部套筒内径为 6.4m，每节套筒内径差 200mm。为保障套筒随水位自由沉浮，套筒上部设置一套浮箱装置(包括进水口)，根据表层取水及套筒重量要求，选择直径 12.00m 的浮箱。

为确保套筒在沉浮过程中不倾斜，套筒间不发生大的碰撞，每节套筒均设置有三支点导向装置，导向装置按圆周 120° 每套均布，浮筒套筒运行时，依靠上部的浮筒的浮力将下部各节套筒拉起，在不同水位将表层水导入套筒内并顺套筒、引水隧洞等向下游供水。套筒底部设置止水，与地板地脚螺栓连接。日常运行中，浮筒随水位变化而升起或降落，随着浮筒的伸缩，浮筒带动的套筒数目发生变化，需要调节浮筒浮力，确保浮筒淹没深度。

当浮筒闸门运行一段时间后需要检修，检修主要内容是更换止水、检查导向装置的可靠性、对锈蚀的部位进行防腐涂装等。检修期间由上游检修闸门(叠梁门)挡水，由塔顶双向门机拆除浮筒、套筒，按安装方式的逆向操作进行。

本工程如采用浮筒套筒式取水口，实际运行时如水位频繁变动，运行操作难度很大，浮筒节稍有卡顿，都不能保证取表层水；套筒前设检修叠梁门可挡水水头 87m 约 30 节，漏水量大，可操作性差；套筒间的止水橡胶寿命有限，维护和更换条件较难保证；且高水位取水时浮筒圆筒闸门振动较大，且漏水偏大；受到浮筒闸门高度限制，水库死水位时引水流量可能难以满足设计要求。鉴于以上原因，本工程浮筒式取水口的可实现性还需进一步论证，不建议采用筒圆筒式分层取水方式。

2008年

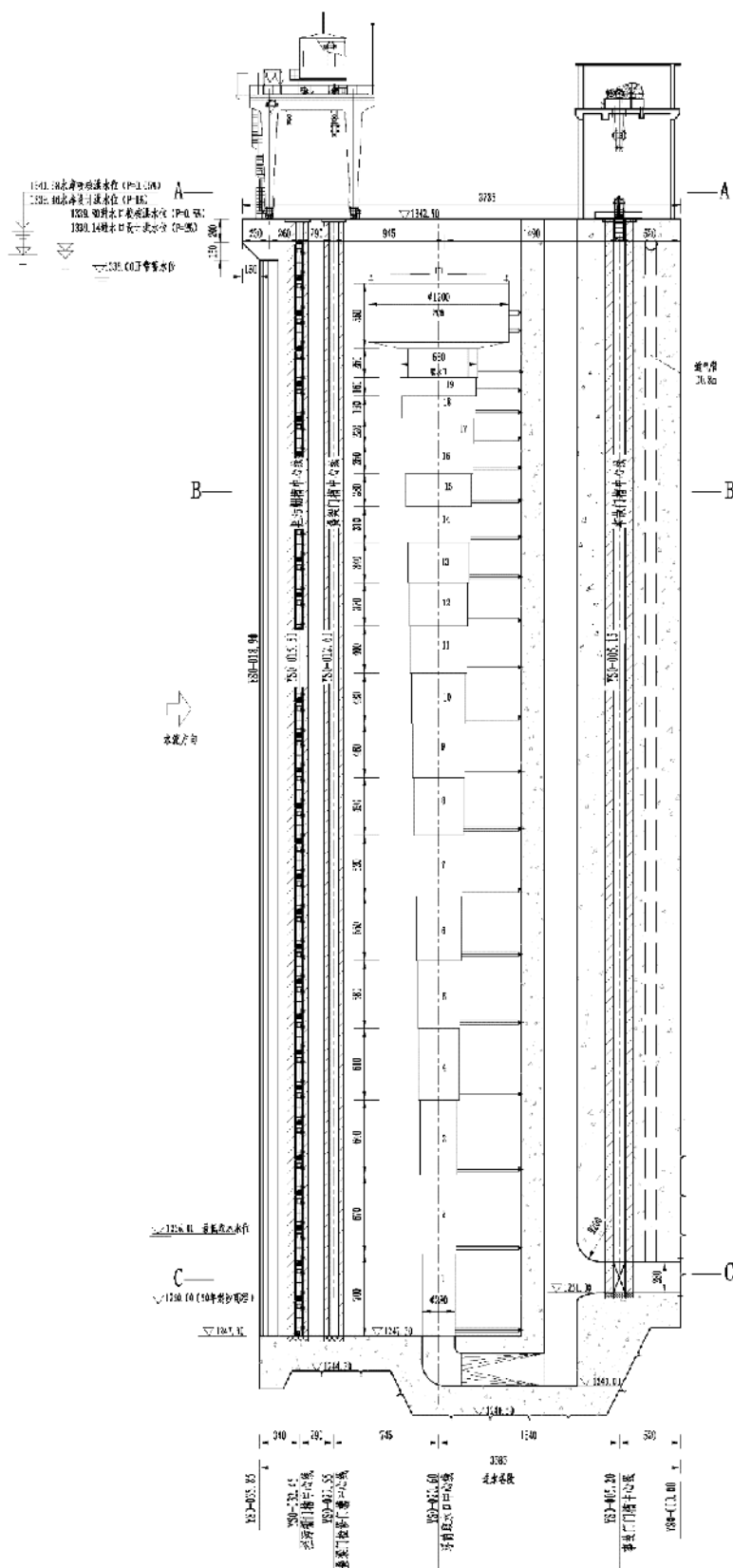


图 6.2.3-1 浮筒套筒取水方案

b) 多层取水口

多层取水口采用岸塔式，由引水渠、进水塔、门库、交通桥组成。取水塔工作平台高程 1342.50m，塔底高程 1248m，塔高 94.50m。塔宽 17.00m，顺水流向长 33.4m。取水塔布置有拦污栅、多层取水口闸门和事故检修闸门。塔顶布置移动式门机进行闸门启闭及入库操作。

多层式取水口高程固定，取水口层数越多，则取表层水水深越浅，效果越好；同时，每增加一层取水口，需在顺水流方向增加一道取水闸门，使得取水塔长度增加。经综合比较，在满足下游灌溉及生态环境用水水温要求的情况下，设计考虑在取水塔设置 8 层取水口，孔口于拦污栅槽后上下垂直布置，8 层取水口底板高程分别为 1251.00m、1262.00m、1272.00m、1282.00m、1292.00m、1302.00m、1312.00m 和 1322.00m。各层取水口均为 1 孔，孔口尺寸均为 2.8m×2.8m(宽×高)，每层进水口设 1 扇隔水门，闸门采用固定卷扬式启闭机通过拉杆操作，1 门 1 机布置。进水口后接竖向流道，水流由竖向流道经事故闸门孔进入引水发电洞；闸室结构设单孔事故闸门，孔口尺寸 2.8m×2.8m(宽×高)，事故闸门采用 1 台固定卷扬式启闭机操作。事故门下游墙内设圆形通气孔，直径 1.2m。

多层取水口位置固定，布置简单；取水口发生涌浪、水锤时对结构没有影响；闸门采用平板闸门结构，金属结构制造工艺简单，安装方便，检修方便；各闸门分别操作，调度灵活，维护方便，运行管理方便。但多层取水口门槽较多，进水塔顺水流方向长度较大，本工程进水塔长 45.05m，需要采用后浇带等措施解决混凝土伸缩缝问题。同时进水塔工程量较大，工程投资较高。

b) 分层取水叠梁门

叠梁门是国内类似工程采用最多的低温水影响减缓进水口型式，其优点在于制造简单，安装方便，易于检修，在进水口安全方面也有保障，但运行调度上操作较为复杂，需要根据水位变化频繁增减闸门，对运行管理要求较高。

左岸岸塔式进水口采用叠梁门分层取水，进水塔前缘总宽 23.0m，顺水流方向长 22.9m，进口底高程 1251.0m，底板厚度 3.0m，塔顶高程 1342.5m，塔高 94.5m。进水塔前半部为拦污栅叠梁门框架结构，拦污栅与叠梁门共用一套启闭设备；后半部分为闸室结构，内设事故门槽，进水口孔口尺寸 2.8m×2.8m，闸室后经渐变段与隧洞相接。分层取水叠梁门和拦污栅由双向抓斗控制，实现闸门在门槽和门库间运行，门机

位于塔顶 1342.50m 操作平台，与大坝坝顶同高。

叠梁门顶最高顶高程 1334.0m，高 83.0m，每节高 5.0m，共 16 节。门顶最小过流水深取 2.0m、最大取表层水水深为 7.0m，即门顶水深低于 2.0m 时，需提出 1 节叠梁门；门顶水深高于 7.0m 时，需放下 1 节叠梁门。根据库水位变化趋势调整叠梁节数，提出孔口的叠梁隔水闸门存放在孔口右侧的叠梁隔水门门库内。

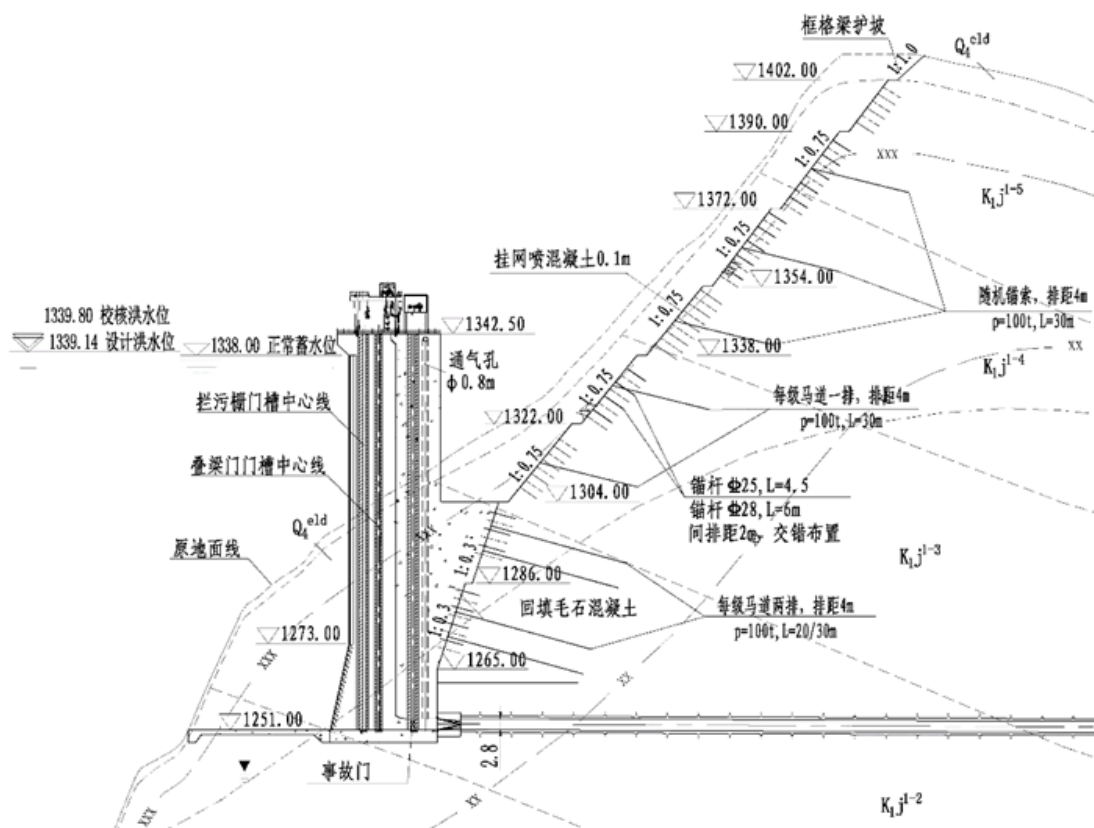


图 6.2.3-2 叠梁门分层取水方案

国内叠梁门式分层取水运行实例很多，运行经验丰富，低温水减缓效果明显，也未发生过重大事故。浮筒(套筒)门分层取水实例目前屈指可数，过水流量和落差均比较小，可获得的闸门运行情况有限，对于难以预料的闸门震动、运行可靠性等方面的问题，将为工程运行埋下一定的风险。因此，经综合比选，本阶段主体工程设计采用岸塔式进水口叠梁门分层取水方案。通过叠梁门的灵活运行取表层水，可进一步减轻低温水对下游生态的不利影响。

6.2.4 地下水环境保护措施

6.2.4.1 施工期地下水影响减缓措施

a) 合理安排施工时间，特别是隧洞开挖尽量在非雨季地下水位较低时进行，并及时做好支护、防渗和排水措施。隧洞施工做到边开挖边衬砌，及时铺设防水板。

b) 在地下工程施工过程中还应采取超前预报和预注浆等措施进行预防；同时加强地下水监测，一旦出现地下水水位突然降低或漏水等情况，应及时采取后注浆等措施治理隧洞漏水，并及时将已涌出的地下水排出，以降低影响程度。

c) 为防止污废水下渗对地下水造成污染，应在施工期对工程可能产生污废水的位置采取地面硬化、防渗处理等措施。对污废水进行集中处理，做好污水处理设备的运行和维护，减少和杜绝处理设施的跑冒滴漏现象，以防止或减少污废水下渗。加强施工期的地下水监测，包括周边暗河的监测，以了解施工过程中对周边地下水的影响程度。

d) 隧洞施工期间，加强对附近村寨水井水位的监测，若发现因工程施工造成饮用的地下水水量减少时，应及时优化施工方案，并在水量恢复以前采取水车运水供给等措施。

6.2.4.2 运行期地下水影响减缓措施

a) 输水工程

主体工程设计中采用有压管道输水，沿线基本无水量渗漏损耗，以增强骨干工程的覆盖面，实现集约、节水和高效利用水资源的目的。

对于灌区地下水保护，完善灌区排水配套设施建设。大力推广生态农业，科学施用农药、化肥，发展绿色农业，倡导标准化农业生产。

规范灌区居民生活污水，不得随意排放，特别是不能排放到沿线输水管道中。

b) 定期监测分析

做好工程运行期的地下水水质、水位的监测工作，及时进行监测成果分析和对周围居民生活用水影响的评估工作。定期进行灌区地下水水质监测，及时掌握地下水水质污染情况。

c) 污染防范措施

严格管理运行期的废污水收集、处理系统，达标排放，不对地下水水质造成影响。加强废污水处理系统的风险管理及风险防范措施。

6.3 生态环境保护措施

6.3.1 陆生植被保护措施

6.3.1.1 生态影响的避让措施

a) 优化工程布置，工程选址应尽量避免占用该区域林地，应尽量选择荒地、未利用地，减少对沿线自然生态和植被的破坏。评价区残存部分保存较好的群落片断，如库区范围内的常绿阔叶林片断，代表了评价区的较好的生态系统，工程建设中要尽量避让。

b) 优化施工布置，项目料场、弃渣场、加工系统、坝址等工程的设置要在最大限度上做到挖填平衡，减少土石方远距离调运，尽可能地减轻在施工过程中因土石方运输造成的扬尘污染以及雨季施工潜在的水土流失等对植被的破坏。

c) 保护区域农业植被：优化工程布置，施工便道及临时用地要采取“永临结合”的方式，尽量缩小范围，减少对耕地的占用；优化施工时序，施工时建议在农作物收获后施工；施工结束后可因地制宜，充分利用气候资源，恢复和提高生产力，发展种植业，扩大经济植物的种植面积和种类，促进地方经济建设和提高居民生活质量。

d) 保护现有森林植被：施工期前可通过优化工程设计，尽量减少施工对森林植被的破坏；施工时可采取有效措施促进森林植被的恢复，加强人工封育或人工促进措施，做好封山育林工作，使灌丛植被尽快地向森林植被演替；施工结束后应对工程建设中形成的次生裸地要及时复土、还林。

6.3.1.2 生态影响的减缓措施

a) 加强森林资源保护。防止在评价区森林资源的滥砍乱伐和过量采伐林木及毁林开荒等不良现象发生，保护和培育现有森林。

b) 坚决制止评价区森林资源的滥砍乱伐、过量采伐、毁林开荒等不良现象发生，保护和培育现有森林；在移民房屋建筑、道路营建等工程中均应充分考虑节约木材，防止利用工程建设之机大肆砍伐林木；在工程施工、移民搬迁、公路修建和房屋建筑等人为活动中都应该重视对森林资源的保护。

c) 施工前划定施工活动范围，加强施工监理工作。确保施工人员在征地范围内活动，从而减轻非施工因素对周围植物及植被的占用与压踏。

d) 为了防止施工占地表层土的损耗，要求将施工开挖地表面 30cm 厚的表层土剥

离，进行留存。待施工结束后用于施工场地平整，进行绿化。

e) 设置警示牌：施工期间，在各主要施工区、生态敏感区(五湖国家湿地公园、小黑江森林公园等)及植被较好的的地段设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围，禁止越界施工占地或砍伐林木，尽量减少占地造成的植被损失。

f) 防止外来入侵种的扩散。加大宣传力度，对外来入侵植物的危害以及传播途径向施工人员进行宣传；对现有的外来种，利用工程施工的机会，对有种子的植物要现场烧毁，以防种子扩散，在临时占地的地方要及时绿化等。

g) 加强宣传教育活动，强化对现有森林的管理。施工前印发环境保护手册，组织专家对施工人员进行环保宣传教育；施工期严禁山火，加强森林病虫害防治，强化对现有森林的管理。

h) 加强对区域植物的保护工作。工程区自然环境复杂，生物多样性丰富，受调查时间、交通状况等限制，评价区可能还分布有其他重要植物分布，在下阶段应结合林地调查、库底清理等对水库淹没区及工程占地区进行详细调查，如发现有重要保护植物，应协商采取迁地保护措施至水库管理用房区域。

6.3.1.3 生态影响的恢复与补偿措施

本工程对陆生生态的影响主要体现在对陆生植被的影响上。因此施工结束后，应结合水土保持植物措施，对各类施工迹地实施陆生生态修复措施。

a) 植被修复原则

1) 保护原有生态系统的原则

评价区自然植被以针叶林、阔叶林和灌丛为主，随着城乡发展，评价区由于侵占耕地、破坏植被而造成人为水土流失的问题越发突出，生态环境脆弱，生态承载能力日益退化。因此在植被修复过程中，必须尽量保护施工占地区域原有体系的生态环境，尽量发展以针叶林、阔叶林、灌丛和灌草丛植被为主体的陆生生态系统。

2) 保护生物多样性的原则

植被修复措施不仅考虑植被覆盖率，而且需要在利用当地原有物种的情况下，尽量使物种多样化，避免单一。植物生态习性必须与当地条件相适应，恢复时需考虑适合工程区的植被区系。在保证物种多样性的前提下，防止外来入侵种的扩散。

3) 根据立地条件进行恢复的原则

植被恢复应根据恢复区立地条件，主要依靠优势生活型植物种类进行乔灌木的合

理配置，建立起植被与生境条件的群系生态关系。如在枢纽工程区小黑江两侧坡度较大的坡地，基本无法进行人工植被恢复，应进行封育管理，使植被自然恢复；在近地面生境条件恶劣或制约着人工植被恢复的地段应选择适应性强、繁殖力强、覆盖力强的速生草本植物，在其迅速覆盖地表后再发展多层次多种结构的人工混交植被。

b) 恢复植物的选择

根据评价区生态环境的特点，在枢纽工程区植被恢复时乔木可选择红锥、合果木、千果榄仁、秋枫(园林称重阳木)、木奶果、细青皮、云树等，灌木可选择红花檵木、三角梅、火棘、迎春、鹅掌柴等，草本植物可选择结缕草、狗牙根、刚莠竹、沿阶草、山菅兰等；在输水工程区植被恢复时乔木可选择思茅松、红木荷、旱冬瓜等，灌木可选择车桑子、岗铃、盐肤木等，草本植物可选择结缕草、狗牙根、刚莠竹、白茅、白车轴草等。这些植物皆为评价区常见种，适应性强，生长快，且可起到较好的水土保持的作用。

c) 恢复区域的确定

评价区生态恢复分区总体思路为：首先对工程区域的植被现状进行调查和分析，确定工程区域主要的植物群落类型以及主要特征；其次对工程区域扰动后立地条件进行分析，对工程区域立地条件(海拔高度、地形、坡度、坡向与部位、土壤条件、水文)分类；再次根据工程枢纽总布置和施工总布置确定工程建成运行后的功能要求；最后根据工程区域现状植被特征、各工程区域立地条件以及各工程区域功能要求确定生态修复分区。

根据以上分区思路，结合水土保持措施，生态修复区分为主体工程区：枢纽工程区(大坝工程区、电站厂房区、管理所及鱼类增殖放流站区、交通建筑物区、专项设施改建区)；取料场区；弃渣场区；施工道路区；施工临建区；临时堆存区。

d) 植物恢复方法

植物恢复措施包括施工迹地植被恢复和工程施工创伤面两大方面：

依照“适地适树”、原生性、特有性、实用性的基本科学原则，种植当地生态系统中原有的重要的各种植物种类，首先种植当地原生的保护植物，其次种植当地重要的用材树种和有经济价值的当地特有的原生植物，并使得乔、灌、草、层间植物现场有机搭配，从而恢复当地原有的植被。

工程施工创伤面主要包括开挖边坡、堆渣和土料迹地边坡等，植被恢复措施包括种植槽栽植攀援植物和灌草绿化、厚层基材植被护坡、撒播灌草护坡、液力喷播植草护坡和框格植草护坡等。

6.3.1.4 生态影响的管理措施

a) 加强宣传教育活动。施工前印发环境保护手册，组织专家对施工人员及移民等进行环保宣传教育，提高施工人员及移民对环境的保护意识。坚决制止评价区森林资源的滥砍乱伐、过量采伐、毁林开荒等不良现象发生，保护和培育现有森林；在移民房屋建筑、道路营建等工程中均应充分考虑节约木材，防止利用工程建设之机大肆砍伐林木；在工程施工、移民搬迁、公路修建和房屋建筑等人为活动中都应该重视对森林资源的保护。

b) 加强施工环境监理工作，强化对现有植被的管理。工程建设单位应成立环保组织，建立环境管理体系，并委托具有能力的环境监理单位开展相关工作。施工前划定施工活动范围，确保施工人员在征地范围内活动；施工过程中，加强对施工人员的管理，禁止施工人员对植被滥砍滥伐，严格限制施工人员的活动范围，严禁破坏沿线的生态环境；施工结束后，应及时进行植被恢复工作，并将施工迹地区植被恢复等措施，纳入监理、监测及竣工环保验收范围。

c) 工程施工期、运行期都应对植物的影响进行长期的监测或调查。重点调查植物种类及组成、植被类型及分布、优势种群、生物量等情况以及生态系统整体性变化。通过调查或监测，加强对生态的管理，在工程管理机构，应设置生态环境管理人员，建立各种管理及报告制度。

6.3.1.5 重点保护植物的保护措施

黄草坝水库评价区分布 20 种国家二级重点保护野生植物和 4 种云南省重点保护野生植物。这些重点保护野生植物的少量个体分布于枢纽工程区、水库淹没区和输水工程施工区，将受到大坝枢纽施工、水库蓄水淹没和输水管线施工的影响。对这些重点保护植物，提出采取以下措施加以减轻本工程对其产生的影响。

a) 施工前进一步进行保护植物的排查

通过施工前对工程征地范围进行保护植物的排查，进一步查明工程区植物的分布点。调查中，对调查到的保护植物进行 GPS 定位、数量统计、植株个体和生长环境

拍照等。作为提出合理的保护措施的依据。

b) 避让措施

工程设计阶段和施工中对征地范围的保护植物要采取避让措施, 尽可能避让工程区的国家重点保护植物, 减少其个体损失。

c) 就地保护措施

对位于占地区外的保护植物 10 种国家二级保护野生植物苏铁蕨、金毛狗、槽纹红豆、红椿、豆瓣兰、长苏石斛、小黄花石斛、石斛、大苞鞘石斛和兜唇石斛, 2 种云南省重点保护野生植物白柱万代兰和矮万代兰需采取就地保护措施。需就地保护的植物信息见表 6.3.1-1。

表 6.3.1-1 就地保护植物信息表

序号	物种名称	分布区域(位置)	经纬度	海拔(m)
1	苏铁蕨	混凝土系统西北侧 148m	23.506946N/100.940344E	1478
		2#土料场西侧 65m	23.510799N/100.937525E	1351
		淹没区外	23.525724N/100.945816E	1356
		淹没区外	23.510036N/100.940254E	1473
2	金毛狗	枢纽 1#弃渣场附近	23.512856N/100.941528E	1446
		输水线路 YS1 附近	23.508481N/100.935634E	1281
		7#隧洞进口附近	22.845607N/100.956072E	1415
3	槽纹红豆	7#隧洞进口附近	22.848482N/100.954939E	1383
4	红椿	淹没区外	23.530235N/100.929016E	1375
		淹没区外	23.531300N/100.952957E	1386
		淹没区外	23.511604N/100.940834E	1447
		输水线路 YS46 附近	23.148191N/101.067124E	1397
		39#管桥附近	22.86398N/100.954059E	1328
5	豆瓣兰	淹没区外	23.527176N/100.948257E	1393
6	长苏石斛	淹没区外	23.526093N/100.946030E	1375
7	小黄花石斛	淹没区外	23.527578N/100.929565E	1399
8	石斛	枢纽 1#弃渣场附近	23.517836N/100.941739E	1517
		西萨村输水线路附近	23.229975N/101.032183E	1048
9	大苞鞘石斛	淹没区外	23.525696N/100.928360E	1354

表 6.3.1-1(续)

序号	物种名称	分布区域(位置)	经纬度	海拔(m)
10	兜唇石斛	淹没区外	23.531538N/100.953026E	1390
11	长柄北油丹	淹没区外	-	-
12	红马银花	淹没区外	-	-

就地保护措施包括在加强宣传管理、划定施工范围、做好污染防治、挂宣传牌和档案登记等。

1) 加强宣传教育活动，做好施工监理工作。通过宣传教育活动，培养和教育施工人员、当地居民热爱和保护区域保护植物。同时，严格执行森林法、野生动物保护法等相关法律法规，并做好施工监理工作，保护评价区内的重点保护野生植物资源。

2) 划定施工活动范围，加强施工管理。施工期，划定施工活动范围，严禁越界施工，减轻人为干扰对区域保护植物及其生境的不利影响。严格控制枢纽 1#弃渣场的占地范围，不得超出范围堆放弃渣。同时加强对施工人员的管理，避免人为破坏评价范围内重点保护植物及其所处生境。在施工过程中如遇其它保护植物，应立即当地林草部门汇报，经协商采取妥善措施后方能进行下一步施工。

3) 做好污染物的防治工作。施工期应做好施工场地和运输车辆的防尘清洁工作，并定期冲刷运输公路，减少扬尘来源，同时可通过洒水抑尘等措施降低扬尘等扩散范围。施工过程中应做好弃渣、废水、固废等污染物的收集及处理工作，运营期应对业主营地区生活垃圾进行及时转运，对生活污水进行收集及处理。避免施工及运营产生的污染物对区域重点保护植物及其生境的影响。同时，如发现评价区保护植物分布区扬尘较多时，可用水清洗降尘，以减少扬尘等对其生长及生存的影响。

4) 采取标牌、围栏等保护措施。项目实施过程中应加强对区域保护植物的保护管理工作，建议在保护植物分布区域采取标牌、围栏等就地保护措施，以减轻人为干扰等的影响。

5) 责任单位对每处保护植物进行档案登记，包括保护植物的名称、生长情况、特点、习性、保护注意事项等，负责浇灌、施肥、定期上药，并配备专用工具。

c) 迁地保护措施

通过调查优化设计后，对不可避免的保护植物要采取迁地保护措施。评价区处云

贵高原西南边缘与西南部中山宽谷的过渡地带，区域植被覆盖度高，植物资源丰富。本阶段，需进行迁地保护的有 16 种国家二级保护野生植物和 2 种云南省重点保护野生植物。为保护、保存区域保护植物资源，减缓项目建设的影响，项目建设单位应开辟专区建立植物园。植物移植园根据植物习性可分为阴生园区、阳生园区，附生园区，并将水库乔木型阳生保护植物(合果木、千果榄仁、槽纹红豆、红椿和长柄北油丹)移植于阳生园区，将林下耐阴性保护植物(金毛狗、苏铁蕨、金荞麦和红马银花)移植于阴生园区，将水库树干附生型保护植物(福氏马尾杉、虎头兰、墨兰、美花卷瓣兰、矮石斛、长苏石斛、翅梗石斛、石斛和球花石斛)移植于附生园区。迁地保护的植物信息见表 6.3.1-2。

表 6.3.1-2 迁地保护植物信息表

序号	物种名称	生活型	分布区域(位置)	数量(株/丛)	经纬度	海拔(m)	移栽园区
1	福氏马尾杉	附生岩石蕨类	淹没区内	1	23.521412N/100.932259E	1260	附生园区
2	苏铁蕨	土生蕨类	淹没区内	7	23.521414N 100.932289E	1235	阴生园区
		土生蕨类	淹没区内	6	23.530146N 100.952179E	1330	阴生园区
		土生蕨类	淹没区内	15	23.520866N 100.933250E	1325	阴生园区
3	金毛狗	土生蕨类	淹没区内	10	23.521769N/100.931953E	1260	阴生园区
		土生蕨类	淹没区内	5	23.538496N/100.926315E	1330	阴生园区
		土生蕨类	淹没区内	5	23.540836N/100.923752E	1300	阴生园区
4	合果木	乔木	坝址区	1	23.514993N/100.933999E	1280	阳生园区
		乔木	坝址区	1	23.512844N/100.939796E	1360	阳生园区
		乔木	坝址区	1	23.515947N/100.941582E	1510	阳生园区
5	金荞麦	草本	坝址区	5	23.518543N/100.932755E	1230	阴生园区
6	千果榄仁	乔木	淹没区内	1	23.541012N/100.924194E	1300	阳生园区
		乔木	淹没区内	2	23.541220N/100.924545E	1295	阳生园区
		乔木	淹没区内	1	23.524197N/100.931160E	1320	阳生园区
7	槽纹红豆	乔木	淹没区内	1	23.540644N/100.923691E	1318	阳生园区
8	红椿	乔木	淹没区内	16	23.530819N/100.926285E	1305	阳生园区
		乔木	淹没区内	18	23.531679N/100.925911E	1285	阳生园区

表 6.3.1-2(续)

序号	物种名称	生活型	分布区域 (位置)	数量 (株/丛)	经纬度	海拔 (m)	移栽园区
8	红椿	乔木	淹没区内	5	23.527840N/100.929169E	1470	阳生园区
		乔木	淹没区内	1	23.511171N/100.940834E	1464	阳生园区
9	虎头兰	附生树干兰草	淹没区内	3	23.541012N/100.924194E	1295	附生园区
		附生树干兰草	淹没区内	2	23.541063N/100.924294E	1295	附生园区
10	墨兰	土生兰草	淹没区内	10	23.522280N/100.931473E	1255	阴生园区
11	美花卷瓣兰	附生树干兰草	淹没区内	1	23.522686N/100.931068E	1280	附生园区
12	矮石斛	附生树干兰草	淹没区内	1	23.524776N/100.929260E	1335	附生园区
13	长苏石斛	附生树干兰草	淹没区内	20	23.519032N/100.934601E	1315	附生园区
14	翅梗石斛	附生树干兰草	坝址区	2	23.519917N/100.931557E	1220	附生园区
15	石斛	附生树干兰草	淹没区内	20	23.525255N/100.945160E	1335	附生园区
		附生树干兰草	坝址区	1	23.512905N/100.936708E	1218	附生园区
16	球花石斛	附生树干兰草	淹没区内	30	23.525106N/100.944901E	1315	附生园区
17	长柄北油丹	乔木	坝址区	3	23.512928N/100.940010E	1358	阳生园区
18	红马银花	灌木	淹没区内	1	23.529989N/100.952293E	1350	阴生园区

迁地保护方式主要包括植株移栽和种苗繁育 2 种方式对其植株及遗传资源,针对不同类群的植物种类,分为土生蕨类(苏铁蕨)、草本种子植物(金荞麦)、灌木种子植物(红马银花)、乔木种类(合果木、金荞麦、千果榄仁、槽纹红豆、红椿和长柄北油丹)、土生兰科植物(墨兰)、附生岩石蕨类(福氏马尾杉)、附生树干兰科植物(虎头兰、墨兰、美花卷瓣兰、矮石斛、长苏石斛、翅梗石斛、石斛和球花石斛)7 大类群提出对应的迁地保护方式。对迁地保护的技术要求如下:

1) 土生蕨类的迁地保护方式

受工程占地影响的苏铁蕨 3 处 28 株,受工程占地影响的金毛狗 3 处 20 丛。这两种植物均为土生蕨类,对这两种保护植物建议植株移栽和种苗繁育两种方式进行,生境需满足林下阴生,高湿度,低光照的条件。

(1) 植株移栽

移栽地宜选择郁闭度 0.3~0.7，土层深厚、富含腐殖质、散射光较充足的山谷、林下，忌干旱和水涝。移植前，对移栽地水平带状整理，穴状整地，翻耕表土。移栽时尽量带土采挖，土团用多层具有弹性的尼龙薄膜包好扎实，不能带土团的在运输过程中做好遮阴并对根部采用喷雾保湿。为了减少水分蒸发，剪除全部叶子。栽植时间宜在 10 月~12 月，雨后种植。

(2) 种苗繁育

金毛狗：孢子体幼苗培养条件为温度为 25°~35°，每天日光光照 14h、光照强度 $80\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}\sim 120\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，白光灯距培养盘在 20cm 以上。培养盘内空气湿度要保持在 75%以上；土壤以团粒暗棕壤为佳，应保墒通气，不宜过湿。当幼苗发育出第 3 枚~4 枚叶片时，要进行第一次分株移栽，移栽后及时炼苗：适当调整光照强度、温度及湿度，以保证幼苗的成活率和发育速度。当幼苗第八、九枚叶片发育完全后，平均株高可达 5cm~8cm，或最大叶可达 6cm 以上时，即可进行第二次复壮移栽，即把幼苗移栽到大块苗床，或直接将其栽到穴盘内进行单株培养。每次移栽都要保证根系不受或少受损伤。

苏铁蕨：采用常规孢子繁殖时，可将具成熟孢子的叶片剪下，装入蜡纸袋中，待自然干燥后孢子散出，播种于泥炭土与河沙等量混合的培养土中，1 个半月左右可发芽，再经过 1 个月~2 个月的培养可长成小植株。如采用成熟孢子进行组织培养，萌发的速度比常规播种快，发芽率高，能形成大量的小苗，大大加快繁殖速度。

2) 草本种子植物的迁地保护方式：

对受工程占地影响的金荞麦 5 丛，建议采取迁地保护措施，以植株移栽和种子繁育两种方式进行。

(1) 植物移栽

选择排水良好、地势高的砂壤土种植，要求土壤耕作层厚度 30cm 以上。结合耕翻、施厩肥或土杂肥 $18.0\text{t}/\text{hm}^2\sim 22.5\text{t}/\text{hm}^2$ 、过磷酸钙 $750\text{kg}/\text{hm}^2$ 。选根茎的幼嫩部分及根茎芽苞作为繁殖材料。繁殖选用根茎应在春季萌发前将根茎挖出，选择健康、无损伤的根茎切成 4cm~6cm 长的小段，按行距 45cm 在田地面开沟、沟深 10cm~15cm，按株距 30cm 将根茎栽入沟中。

(2) 种子繁育

种子繁殖春、秋播都行，以春播为好。春播在4月下旬，条播按45cm开沟，沟深3cm，均匀播入种子，覆土耙平，稍加镇压，播后土壤要保持湿润，在气温10℃~18℃的条件下，15天~20天出苗；秋播要迟，10月下旬或11月下种，播后畦面覆草，种子在土中越冬，第二年4月出苗。

3) 灌木种子植物的迁地保护方式

对受工程占地影响的红马银花1处1株，建议采取迁地保护措施，以植株移栽和枝条扦插两种方式进行。

(1) 植物移栽

栽植时间宜在10月~12月，植株代谢较弱时期。移植前均需先进行切根处理，以培养新根。采用挖圆环状沟槽法进行切根，沟槽直径为树干直径10倍以上，根据树木的长势情况，确定切断树根的数量，断根后在树干周围的土团上浇灌灭菌液和生根促进剂。移栽前可对红马银花采用截枝式修建方式。修剪时刀口要平整，剪口要用凡士林或波尔多液涂抹，防腐、防干、促进愈合。注意表面干爽的时间，遇到下雨时要及时补刷。红马银花属于浅根系树种，可以进行裸根移植，不需要包裹土球。将树体挖出后，每个主枝从主干分枝处保留0cm~40cm进行重截，多余枝条全部基部截除，以平衡根冠比提高移植成活率。树体下山前将修建的伤口用愈合剂或者树胶进行处理。栽植注意高位栽植法，注意积水，采用提根外露法。因此在移栽开始之前还需要在移栽区用砖块和营养土堆砌一个高于地面的土台。

(2) 枝条扦插

选择成型植株的侧面剪插条，北向的枝条或生在部分遮荫下的枝条容易生根。为减少水分蒸腾对插条进行去叶处理，仅留先端4片~5片叶，对叶片过大的还要相应剪去1/3~1/2。对母株进行CO₂施肥可提高插条产量，促进插条生长。

4) 乔木种类的迁地保护方式

受工程占地影响的乔木种类主要有合果木3处3株、千果榄仁3处4株、槽纹红豆1处1株、红椿4处30株、长柄北油丹1处3株。这五种植物形态为乔木，建议采取植株移栽和采种育苗的方式进行保护，移栽地选择坡度小于60°、土壤的红壤的阳坡中下部。移栽时间建议在10月~2月。

(1) 植物移栽

a 移栽前修剪

剪掉全部枝叶的 1/2~1/3，带土球移植适当轻剪，剪去枝条的 1/3 即可，剪口必须平滑，截面尽量缩小，修剪 2 公分以上的枝条，剪口应涂抹愈伤膏。

b 土球挖掘

土球的规格应为树木胸径的 6 倍~10 倍为宜，侧根较多的树木，土球的直径留大一些；侧根较少的树木，土球的直径可略小一点，尽量挖深一些，挖掘过程中要有选择的保留一部分树根际原土，以利于树木萌根。

c 根系处理

移栽前对根系进行修整，及时将断根上的伤口剪平剪齐，以利促发新根。随后可及时对根系伤口处进行消毒防腐，并同时使用促进根系生长的药剂进行处理，消毒杀菌的同时，诱导不定根的形成，提高移栽成活率，处理完成后用浸湿的草绳捆扎土球。

d 吊装运输

对树冠进行必要的修剪绑缚，便于吊装运输，对树干吊装绑缚处用草绳等柔软物体包扎保护，吊装过程中注意避免损伤树皮和碰散土球。大树吊入汽车后树冠向后，注意树冠不能拖地。土球下垫土或草绳等柔软物体，土球两边用土或沙袋垫住，用绳子将土球固定。树干上包扎上柔软材料后放在木架上，用绳子固定，在运输途中注意喷水保湿，并遮荫防止水分损失过多。

e 土壤处理

栽植前应对种植地的土壤采取相应的消毒、施肥和客土改良等措施，保证土质肥沃、疏松透气。施用有机肥是一种有效的土壤改良措施，有机肥含有大量有机物质，可有效改良土壤结构，增加土壤通气性和保水性。

f 栽植要点

树穴要提前挖好，穴深应相当于根系长的 1.5 倍~2 倍，坑壁应平滑垂直，然后把种植穴用杀菌剂消毒，坑底放 20cm~30cm 的熟土，用吊车或人力将树桩轻轻吊(扶)起，并按照原移树时作好的方位标记调整好种植方向(按原方向种植，即朝北的仍朝北)。拆除土球包装，分层填土夯实，种植的深浅一般与原土痕平或略高于地面 5cm 左右，种植时要栽正扶植，树冠主尖与根在同一垂直线上，保持树木直立，方位正确，

在大树周围架设三角架，以支撑主干。

g 栽后浇水

栽种后围堰，土堰内径与坑沿相同，堰高 20cm~30cm 左右，有利浇水养护；浇第一遍水量不宜过大，水流要缓慢，沿树围缓浇，直到浇透，使土下沉，可结合浇水使用水溶肥料促发新根、助力植物成活。栽后两、三天内完成第二遍水，一周内完成第三遍水，此两遍水量要足，以后根据天气确定浇水次数，每次浇水后要注意整堰，填土堵漏。

h 后期管理与管护

移植后 1 年~3 年里养管工作十分重要，尤其是移植第一年内的养护管理，这是大树移植成功与否的关键所在。

树干缠草绳：定植完成后用草绳把大树主干和一级分枝近主干处包扎，避免强阳光直射和干热风吹袭，减少树体的水分蒸发；夏季可往草绳和树体上喷水，调节枝干温湿度。

根外补肥：通过给树体输液或根外施肥的方法促进大树快速恢复树势。定期的清理杂草，避免它们降低土壤的肥力。另外还要松松土，可以有效的消灭幼虫，并增加土壤的排水能力。

遮荫处理：生长季节大树移植后的一定时期内，特别是炎热的夏季，要根据树种情况采取相应的遮荫、叶面喷水或抗蒸腾剂等措施，提高移植成活率。

病虫害防治：由于大树移栽损伤树势，移栽后易受病虫害侵袭，根据病虫害发生规律和树种特性及时防治，对症用药。

秋冬防冻：冬季寒潮来临前，采取树干涂白、覆土、设立风障等方法加以防寒保护。

(2) 采种育苗

对分布于岩石生境，生境砾石含量高、土壤少，或乔木根系深而分散难以取苗移栽的植株以及其他迁地保护的难度较大，成功率不高的植株，要采取采种育苗再回归的方式进行保护。在保护植物果实种子成熟季节，采集其种子进行育苗。获得幼苗后，在适宜时间将其定植于坡度小于 60°、土壤的红壤的阳坡中下部。定植后一段时间内，依然要有专人进行认真管护，包括必要的围栏、遮阴、浇水、除草、防止人畜践踏等，

直至其充分成活。

采种育苗回归定植的个体数量要不少于受影响的个体数量的 5 倍，以保证其最终成活的数量不少于被影响的数量。

5) 土生兰科植物的迁地保护方式

受工程占地影响的土生兰科植物为墨兰 1 处 10 株，生境需求为林下阴生，高湿度，低光照，建议采取植株移栽方式和分株繁殖的方式进行保护。

(1) 植株移栽：

可于移植前 1 个月深翻，将基肥均匀翻入土中，并浇 1 次透水。然后挖好直径×深度为 0.7m×0.6m 的穴，交叉排列，每平方米 2 株。穴底施入基肥。地上部分加盖遮光率 50% 的遮光网。用扁铲在植株四周切出半径约其 0.3m~0.5m、深度约为 0.5m 的土球。挖取时尽量保持根系完整。对一些株体大、有多个生长旺盛蘖芽的株丛进行分株，抖掉根部的土壤，顺着根系走向在最细处用利刀切断，断口处用草木灰进行处理。起挖后应立即运送到种植地，尽量减少裸根暴露在空气中的时间。根系暴露时间过长，会由白嫩状变为淡棕色。移植时宜选阴云、无风的天气。在运输过程中尽量减少水分损失。定植后首先要浇 1 次透水。以后见干见湿，以偏干为主。在没有恢复吸收功能之前要尽量减少叶面水分的损失，在加盖有遮光网的同时，利用大棚上部的喷淋系统，根据气候情况进行喷淋，每天叶面喷 2 次~3 次水，每次 30min 左右。剪去老叶和过多的叶片，避免地上部分水分过多丧失。

(2) 分株繁殖：

由于墨兰具有较粗壮的假鳞茎，常用采用分株繁殖。分株时间一般在每年 10 月份开始，到次年 1 月~3 月份。分株时，剪除枯朽的叶鞘和叶柄，清除病叶和烂根。将分好的植株用多菌灵或甲基托布津 800 倍~1000 倍液进行喷根消毒，消毒后放于阴凉通风处，待药液稍干后进行种植。或者在伤口用多菌灵、托布津杀菌剂涂抹消毒。移植时把根理直，使根分布均匀，再放植料覆盖，墩实植料，使植料与根贴合。

6) 附生岩石植物的迁地保护方式

受工程占地影响的附生岩石植物主要有福氏马尾杉 1 处 1 株。福氏马尾杉生境需求为岩石附生阴生，高湿度，低光照。建议采取植株移栽方式和种苗繁育的方式进行保护。

(1) 植株移栽:

采回棕榈绒毛,剪成条状或片状,把棕榈绒毛做底,垫在植株根部。再在上面铺苔藓,用鱼线绑好。绑上岩石时,有棕榈绒毛的那面贴紧岩石,然后用鱼线绕岩石数圈,直到植株绑紧为止。移植后经常喷水,至根系渗透到上水石孔洞缝隙。还要做好遮阳、病虫害防治等措施。

(2) 种苗繁育:

石杉类植物多为小型草本,生长缓慢,对环境要求苛刻,一般使用扦插进行种苗繁育。选取生长健壮、无病虫害的多年生枝条作插穗,用消毒过的剪刀或刀片分别剪为5cm~6cm长(下端剪成斜面),同时将插条下部2cm~3cm的叶片剪去。插条消毒后再浸入已设计好的激素中处理,浸渍的部分为插条下端约2cm左右,取出稍干后即可用于扦插。扦插深度是插条的2/3,株、行距3cm~4cm。插前先用竹签打一个引导孔,然后再将已分组处理好的插穗插入基质中,基部稍压实(注意上下端不可颠倒),浇透水,置于双重避阴棚下(降低光强)。泡沫箱的一边要垫上砖头,使得泡沫箱整体倾斜(石杉的生长环境对坡度是有一定要求的)。根据石杉类植物喜湿怕涝等特点,扦插后加强水分、遮阴、透气、病害等日常管理。

7) 附生树干植物的迁地保护方式

受工程占地影响的附生树干植物主要有虎头兰2处5株、美花卷瓣兰1处1株、矮石斛1处1株、长苏石斛1处20株、翅梗石斛1处2株、石斛2处21株和球花石斛1处30株。这些附生兰的生境需求为树干附生阴生,高湿度,低光照,建议采取植株移栽方式和组培繁育的方式进行保护。

(1) 植株移栽:

a 选择附主

应选择树龄3年以上,分枝多,树冠松散,通风性好,光线好的树种为附主。

b 准备绑扎材料

一般采用木片、铝片、胶带、鱼线、苔藓、棕榈绒毛等做绑扎材料,苔藓泡水备用。

c 绑种方法

绑种时间:在2月~4月份选择雨后进行,这样可以提高成活率。绑种方法有木片固定法、直接钉树干法和鱼线绑树干法。

木片固定法：把锯下的死松树斜锯成 1cm~2cm 厚度的木片，然后把 3 棵~5 棵附生兰放在木片上，在植株根部铺上 1 层苔藓，再用铝片或剪成条状的胶带压在苔藓上，稍微压紧，用钉子钉两头。最后，把钉有植株的木片用钉子钉在附主树干上即可。

直接钉树干法：此方法有 2 种做法。第 1 种：把植株直接附在树干上，在根部铺上苔藓，再用胶带或铝片压紧，钉钉子固定，这种做法适合较矮或易操作的树上；第 2 种：把 1 棵或几棵植株做一丛，用苔藓包好根部，再用细鱼丝线绑好，不可太松，以免苔藓脱落，也不可太紧，防止不透气而沤烂，最后用胶带或铝片上钉钉子固定在树干上。此种做法适合在树干的较高处操作，提高工作效率。

鱼线绑树干法：采回棕榈绒毛，剪成条状或片状，把棕榈绒毛做底，垫在植株根部。再在上面铺苔藓，用鱼线绑好。绑上树时，有棕榈绒毛的那面贴紧树干，然后用鱼线绕树干数圈，直到植株绑紧为止。

d 浇水

放养种植的附生兰是依附在活树种上生长，靠附主树皮上的水分维持生长，夏季阴雨天不用浇水。

浇水方法：春季，在表面干燥时补水。夏季，生长旺盛期，有雨或连续雨天，不喷水。盛夏高温季节连续干旱，经常喷水。保持良好的湿度环境。秋季，干燥，空气湿度不够，无雨时适当喷水。冬季，植株基本停止生长，需水量很少，当树皮干燥发白时一次性浇透水，浇水的时间最好在中午，每次的浇水量已能从树皮流出水为准。冬季如果水量过多，容易造成烂根，导致植株衰落死亡。

e 施肥

多采用叶面追肥，通常结合浇水一起进行，以氮磷钾平衡肥为主，可以根据生长时期的状况调节氮磷钾的比例进行叶面喷雾或者灌根。

f 温光管理

放养种植的附生兰是依附在树干上自然生长。其温湿度和光照主要通过附主的树冠来控制。春季气温回升，适当修剪使植株接受光照，促进附生兰抽芽。夏季是高温、多雨季节，是附生兰生长旺盛期，同时也是附主生长旺盛期。这时期一定要保持树冠通风、透光，要经常修枝整型。及时剪除树冠的徒长枝和多余的枝条，增加树干的光照，降低树干的湿度。秋季，附生兰成熟期，应适当修剪树冠让附生兰进行充分日照，

促进茎干成熟。冬季低温、干燥季，要保温、保湿，尽量少修剪或不用修剪树冠。

(2) 组培繁育：

可采用组培途径选取附生兰的蒴果、茎尖、叶片、花梗、侧芽等植物外植体在无菌条件下进行培养以期产生不定芽、愈伤组织、原球茎，从而建立无菌培养物的获得完整植株的繁育手段。该技术具有繁殖周期短、增殖倍数大、芽的有效率高、生长一致、种苗数量多、成本低等优点。

d) 建立珍稀植物园

本阶段，需进行迁地保护的有 16 种国家二级重点保护野生植物和 2 种云南省重点保护野生植物。按照《中华人民共和国野生植物保护条例》、《水电工程珍稀濒危植物及古树名木保护设计规范》(NB/T 10487-2021)等法律法规、规程规范要求，建议黄草坝水库枢纽工程区建立珍稀植物园对各保护野生植物进行迁地保护。

1) 选址

植物园选址区应位于适合保存物种生长生存的区域，同时结合立地条件、养护管理及后期规划发展等，做到因地制宜。初步选择在业主营地-鱼类增殖放流站附近(大坝左坝肩)选择一块面积约 8hm²的土地建设黄草坝水库珍稀植物园，用以移栽受库区淹没影响需进行迁地保护的珍稀保护植物。该区域整体上坡度较缓、土层较为肥沃、临近水源，海拔高程在 1340m~1350m 之间，小气候与多数既有珍稀濒危植物原生境相似，能较好的满足这些植物的正常生长与繁衍，仅需要进行必要的整地，保留原有沟箐和山体阴坡、阳坡等，可以为珍稀濒危物种移栽创造多样化的生境，另外，该区域交通便利、便于后期管理。

2) 规划设计

珍稀植物园不仅仅是一块种满植物的土地，它是一个种质资源保藏机构，包括人员、试验设施设备、土地和种质资源等。确保种质资源的安全是对珍稀植物园工作的最低要求，根据建园任务等，在建园前应结合《植物园设计标准》(CJJ/T 300-2019)、《园林苗圃规划设计规范》(DB41/T 1612-2018)、《林木种质资源保存原则与方法》(GB/T 14072-1993)、《种子贮藏库建设标准》(NYJ/T 08-2005)等进行珍稀植物园规划设计工作，对珍稀植物园的工作进行目标定位，做好人、财、物的纵向、横向规划。

珍稀植物园的规模应依据资源数量、种植株数、株行距等来确定，根据项目征占

地及淹没区保护植物情况等,植物园移植区根据植物习性科分为阴生园区、阳生园区,附生园区,并将水库乔木型阳生保护植物移植于阳生园区,将林下耐阴性保护植物移植于阴生园区,将水库树干附生型保护植物移植于附生园区。每个园区移植的具体保护物种见表 6.3.1-2。

3) 配套设施

珍稀植物园的重点是“资源保存”,除移栽区外同时应配套繁殖区、过渡区、试验区等辅助园区。繁殖园用于繁殖收集的植物资源,并为移植区的更新提供资源;过渡区的功能是对繁育的资源进行暂时保存,观察其适应性和病虫害等,充当驯化和检疫的作用;试验区的功能是为植物资源的性状观测等提供材料。结合珍稀植物园的分区规划和使用需求,其它配套设施应包括管理用房、道路系统、排水系统、灌溉系统、标识系统等。

4) 管理

工程施工及水库蓄水前,应结合占地及水库库底清理工作,委托具有相关资质的单位开展工程征占地及水库淹没区重点保护野生植物的调查及移栽保护工作,根据调查成果确定移植种类、位置、生态环境状况、时间、数量规模、方式等。移栽的珍稀保护植物应进行统一编号,它是珍稀保护植物的标识符,其编号不可重复。每份珍稀保护植物资源都应记录其来源、责任人、引种日期、引种材料、特性特征等,当种质资源进入珍稀植物园后,要进行动态监测及跟踪观察记录,确保珍稀保护植物的安全。

5) 管护与监测

(1) 责任主体

保护措施的实施主体为云南省普洱市黄草坝水库工程建设单位;

保护措施的监督机构为云南省普洱市景谷县林业和草原局。

(2) 管护

珍稀植物园区管护主要包括移栽后管理和养护等,宜采取挂牌、围栏、支撑、遮荫、灌溉、修剪、防雷、防寒防冻、病虫害防治、灾害防治及扩繁等。

(3) 监测评估

① 监测目的

对珍稀植物园区重点保护野生植物应进行长期监测,根据监测结果评估区域植物

变化情况，发现问题并及时采取补救措施，同时重点对区域重点保护野生植物进行监测，以防止“假活”等现象。

② 监测内容

对移栽植物的成活情况、数量、生长及生存情况及变化趋势等进行监测分析，同时对区域生境因子、自然干扰因子、人为干扰因子等进行监测。

③ 监测方法

主要根据《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物》等的相关要求，采用样线法、样方法等进行。

④ 监测时段

监测期为每年 5 月~10 月进行。

e) 采种育苗原地回归措施

对分布于岩石生境，生境砾石含量高土壤少，或成年大乔木更细分散难以取苗移栽的植株，而迁地保护的难度较大，成功率不高的植株，要采取育苗后回归的方式减少工程造成的负面影响。育苗的方法主要是采种育苗。设法采取受影响的保护区植物的良好种子，在有条件的苗圃中进行育苗。获得幼苗，在适宜时间将其定植于原生境地周边适宜区域。定植后一段时间后，依然要有专人进行认真管护，保护除草、防止人畜践踏等，直至其充分成活。采种育苗回归定植的个体数量要不少于受影响的个体数量的 5 倍，以保证其最终成活的数量不少于被影响的数量。

6.3.1.6 古树的保护措施

评价区共有古树 18 种 35 株。其中枢纽工程区淹没线以上有四角蒲桃古树 1 种 1 株，输水工程占地区内有古树 2 种 2 株，输水工程占地区外有古树 16 种 32 株。为保护区域古树资源，考虑到古树移栽的存活率，建议优化工程设计，对输水工程占地区内的 2 株古树采取避让后就地保护措施，对淹没范围外和输水工程占地区外古树采取就地保护措施。具体保护措施如下：

a) 优化工程设计，工程设计时应充分考虑评价区内古树分布，优化宽宏分水线和 YS56+750.3 附近输水线路工程布置，使其避让古树。

b) 对评价区内每棵古树进行编号、挂牌管理，标明树的名称、直径、树龄、特点、习性、保护注意事项等，安排专人看护，负责浇灌、施肥、定期上药，并配备专

用工具。在当地林业局未建立档案的古树及时建立档案，除了文字资料，还应配有每棵树的照片，实行施工全过程跟踪管理。

c) 距离输水线路 100m 范围内有 6 株古树，分别是位于线路 1#生产生活区及施工道路西南侧约 90m 的 1 株垂叶榕古树，YS17+657.2-YS18+536.8 段输水线路东侧约 100m 内的 1 株红木荷古树、1 株大青树古树和 1 株白蜡树古树、YS23+725.1-YS24+459.7 段输水线路西侧 91m 的 1 株毛叶樟古树和 YS23+725.1-YS24+459.7 段输水线路西侧 93m 的 1 株红锥古树，应对这 6 株与工程距离较近的古树进行标牌、围栏。围栏设置时以古树为中心，根据古树地上部分投影，采用浆砌石加钢丝围栏进行圈禁，并挂宣传牌和警示标志，禁止在该区域进行场地平整、存料等施工活动。

d) 加强宣传教育活动，做好施工监理工作。通过宣传教育活动，培养施工人员、当地群众热爱和保护评价区内古树资源；通过划定施工人员活动范围，做好弃渣、废水、固废等处理工作，避免施工活动对古树的不利影响。

e) 防火、防烟气，禁止在古树周围带火、带气作业。

f) 在涉及古树的施工合同中，明确施工单位对古树的保护责任及保护重要性；古树周边场平期间，施工单位要定期向建设单位汇报古树保护及周边施工情况，一旦发现问题，及时进行处置。

6.3.2 陆生动物保护措施

6.3.2.1 生态影响的避让措施

a) 提高施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物。在施工的过程中，施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是国家重点保护野生动物。在进场施工前，组织施工人员学习有关国家法律和法规，学习识别国家保护动物，加强巡护，对故意捕获野生动物的个人和组织要加大打击力度，确保野生动物的保护落实到每一个环节。

b) 弃渣场、料场、施工场地、临时便道等临时占地，优先避评价区内的生态敏感区和植被较好的区域，严禁越界施工，尽量少破坏动物生境。

c) 施工时的废水严禁不经处理的直接排放，建筑物及其他材料堆放好，建议采取临时防风、防雨设施；对施工运输车辆应采取遮挡措施，尤其是运输水泥等材料时，避免废水、废渣及废弃对周围动物生境的破坏。

d) 枢纽工程施工的隧洞施工等大型作业及爆破活动要避开动物活动的高峰期。野生鸟类和兽类大多是晨昏或夜间觅食，正午是鸟类休息的时间。为了减少工程施工爆破噪声对野生动物的惊扰，应做好爆破方式、数量、时间的计划，并力求避免在晨昏和正午开山施炮。

e) 在施工道路经过溪流的地段应顺溪流设置小型桥梁和涵洞，以确保两栖和爬行动物的通道特别是两栖动物的通道畅通。

6.3.2.2 生态影响的减缓措施

a) 在工程施工过程中，要采用有效方法去除油污，合理处理生产废水、弃渣及施工人员生活污水等污染物，严禁直接排入附近水域，避免污染两栖爬行类、涉禽以及傍水型鸟类的生境。施工期间的废水达标处理后回用。

b) 施工期间加强料场、弃渣场防护，防止水土流失。加强施工人员的各类卫生管理，避免生活污水的直接排放，减少水体污染。

c) 鉴于鸟类对噪声、振动和施工灯光特殊要求，施工尽可能在白天进行，晚上做到少施工或不施工；严禁高噪声设备在夜间施工，尽量减少鸣笛。防治爆破噪声对野生动物的惊扰，对相关装备安装消声器。施工过程中注意对动物的保护。

d) 对施工期产生的扬尘污染，需严格执行本环评提出的粉尘防治措施加以消减，以减缓扬尘对鸟类的影响。

e) 施工期间，在各主要施工作业区设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围，禁止越界施工占地或砍伐林木、禁止捕猎野生动物，尽量减少占地造成的植被损失和对野生动物的伤害。

6.3.2.3 生态影响的恢复和补偿措施

工程完工后尽快做好生态环境的恢复工作，尤其是临时占地，以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。

6.3.2.4 生态管理措施

a) 在施工的过程中，施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是重点保护野生动物。在施工前，组织施工人员学习有关国家法律和法规，确保野生动物的保护落实到每一个环节。

b) 加强工程区的生态环境的监控和管理。加强工程区的生态环境的监控和管理，

防止施工活动加剧造成的诸如动植物资源的破坏、水环境污染和森林火灾等对当地生物多样性的破坏。

6.3.2.5 野生重点保护动物的保护措施

评价区记录到 55 种重要动物物种。包括国家重点保护动物 45 种，云南省重点保护动物 2 种，《中国生物多样性红色名录》受威胁物种 20 种，特有动物 4 种。对于重点保护动物，除了进行一般动物的避让、减缓等保护措施外，还要重点加强有关野生动物法律法规宣传工作，在主要的施工区和施工人员的生活区设立野生动物保护的宣传栏，对重点保护动物做重点标示及说明，包括动物图片、保护级别、保护意义等。根据本工程对其产生的影响，建议采取以下相关保护措施：

a) 对绿孔雀的保护措施

1) 施工结束后及时恢复临时占地区域。绿孔雀活动于热带、亚热带常绿阔叶林和混交林中，尤其喜欢在杂灌丛、河岸或地边丛林以及林间草地和林中空旷的开阔地带活动，建议临时占地区恢复时采用常绿阔叶林和混交林等生境，如小果栲、西南桦、思茅松等混交林。

2) 工程实施阶段，持续开展景谷县正兴镇小黑江流域绿孔雀种群的专项监测。弄清区域绿孔雀的种群数量、空间分布、生境利用、迁移廊道的预测及迁移扩散的监测等，以评估黄草坝水库工程的建设和运行对其影响，并根据监测结果制定相应保护规划或措施。

3) 制定景谷县正兴镇小黑江流域绿孔雀种群就地保护规划。建议将现有勐烈村周边绿孔雀分布区及向西至小黑江、向南至勐烈河-西萨河的约 3000hm² 的范围划为保护单元。保护单元区域内需严格保护好现有的思茅松林和针阔混交林，防止转变为经济林地，为局地绿孔雀种群提供良好的栖息环境。

4) 实施景谷县正兴镇小黑江流域绿孔雀生境恢复、廊道修复、种群扩散引导等工程项目。通过栽种当地树种(如思茅松)进行生境修复、构建生态廊道连通小黑江下游生境；采取适当生态干预手段(如构筑饮水点、增设补食台、补种食源植物、保护夜栖树等措施)帮助该地绿孔雀种群恢复和扩散。

5) 建议普洱市论证后适时开展小黑江和威远江流域绿孔雀种群和分布调查，根据调查结果制定区域绿孔雀保护行动计划。

b) 对亚洲象的保护措施

1) 亚洲象本身具有较强的破坏性，且近些年人象冲突的事件有增加趋势，为了保护人员及工程设施的安全，在施工设计和施工期需采取有效措施避免人象冲突、保护双方。建议：

(1) 应在设计阶段开展缓解人-象冲突的科学论证和施工设计优化，切实保护人与野生动物。

(2) 在施工期，利用普洱市已有的亚洲象监测和预警手段，进行该区域的亚洲象监测和预警，以免发生严重的人象冲突事件。

(3) 加强施工优化、人员管理、固体废物管理和生态回复等对策措施，以减轻对野生动物的影响。

2) 参考云南省林草局《加强亚洲象保护构建人象和谐发展的意见(征求意见稿)》，制定亚洲象冲突等紧急事件解决方案。

c) 对林麝的保护措施

1) 采用低噪声设备施工，降低水库区域施工噪声。

2) 加强野生动物保护宣传，严禁施工人员非法捕猎。

3) 加强施工期林麝种群数量、分布等监测。

d) 对猕猴的保护措施

1) 在库区、库周以及枢纽工程区域临时占地区等区域种植猕猴食源林，如小果栲、西南桦等阔叶混交林。

2) 采取逐段施工方式，避免全线同一时间施工，减缓整体施工影响。

3) 禁止夜间施工、严禁越界施工，采用降噪施工设备等，减缓因工程施工产生的噪声、人为活动等驱赶影响。

e) 对大壁虎的保护措施

1) 在谦岗村附近运输车辆限速，降低交通致死影响。

2) 线路 3#生产生活区域禁止夜间施工，禁止夜间施工车辆通行。

3) 严禁施工人员捕捉。

4) 加强谦岗村附近大壁虎种群数量监测。

f) 对黄喉貂、斑林狸、椰子狸和豹猫的保护措施

- 1) 加强工程施工及运行期监测。
- 2) 采取逐段施工方式，避免全线同一时间施工，减缓整体施工影响。
- 3) 禁止夜间施工、严禁越界施工，采用降噪施工设备等，减缓因工程施工产生的噪声、人为活动等驱赶影响。

g) 对黑颈长尾雉及其他重点保护鸟类的保护措施

- 1) 优化施工方案，尽量避免使用高噪声的设备施工。
- 2) 加强施工人员宣传教育，严禁施工人员抓捕幼鸟，严禁故意惊扰、破坏鸟巢的行为。

3) 根据实际情况采取爆破方式，采用乳化炸药，进行无声爆破，防止爆破噪声对野生动物的惊扰。

4) 加强有关野生动物及国家重点保护野生动物法律法规宣传，在主要的施工区、施工人员的生活区等关键区域设置野生动物保护的宣传栏。

5) 加强施工及运行期监测。

h) 对红瘰疣螈的保护措施

- 1) 划定施工阶段、严禁西萨村附近施工人员在施工区之外活动。
- 2) 西萨村附近施工车辆限速、严格落实各项环保和水土保持措施。
- 3) 加强施工人员宣传教育，严禁施工人员抓捕。

i) 对孟加拉眼镜蛇、双团棘胸蛙、云南臭蛙、版纳大头蛙、黑眉锦蛇等两栖爬行类重要物种的保护措施

- 1) 优化施工方案，尽量避免使用高噪声的设备施工。
- 2) 加强施工人员宣传教育，严禁施工人员抓捕野生动物。
- 3) 根据实际情况采取爆破方式，采用乳化炸药，进行无声爆破，防止爆破噪声对野生动物的惊扰。

4) 加强有关野生动物及国家重点保护野生动物法律法规宣传，在主要的施工区、施工人员的生活区等关键区域设置野生动物保护的宣传栏。

5) 加强施工及运行期监测。

本工程对重要物种的保护措施详见表 6.3.2。

表 6.3.2 黄草坝水库工程对重要物种保护措施一览表

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	主要影响	
					影响方式	保护措施
1	绿孔雀 <i>Pavo muticus</i>	一级	CR		驱赶影响。	施工结束后及时恢复临时占地区域。 工程实施阶段，持续开展景谷县正兴镇小黑江流域绿孔雀种群的专项监测。 制定景谷县正兴镇小黑江流域绿孔雀种群就地保护规划。 适时开展小黑江和威远江流域绿孔雀种群和分布调查。
2	亚洲象 <i>Elephas maximus</i>	一级	CR			工程施工期和运行期，利用普洱市已有的亚洲象监测和预警手段，进行该区域的亚洲象监测和预警，以免发生严重的人象冲突事件。 制定亚洲象冲突等紧急事件解决方案，避免项目区亚洲象再次出现时无有效应对措施。
3	林麝 <i>Moschus berezovskii</i>	一级	CR			采用低噪声设备施工，降低水库区域施工噪声。 加强野生动物保护宣传，严禁施工人员非法捕猎。 加强施工期林麝监测。
4	黑颈长尾雉 <i>Syrmaticus humiac</i>	一级	VU			优化施工方案，尽量避免使用高噪声的设备施工。 加强施工人员宣传教育，严禁施工人员抓捕幼鸟，严禁故意惊扰、破坏鸟巢的行为。 采用乳化炸药，减低爆破噪声对野生动物的惊扰。 加强有关野生动物及国家重点保护野生动物法律法规宣传，在主要的施工区、施工人员的生活区等关键区域设置野生动物保护的宣传栏。 加强施工及运行期监测。
5	大壁虎 <i>Gekko gecko</i>	二级	CR		施工噪声、交通致死等影响。	在谦岗村附近运输车辆限速，降低交通致死影响。 线路 3#生产生活区域禁止夜间施工，禁止夜间施工车辆通行。 严禁施工人员捕捉。 加强谦岗村附近大壁虎种群数量监测。
6	椰子狸 <i>Paradoxurus hermaphroditus</i>	二级	EN		驱赶影响。	加强施工及运行期监测。 采取逐段施工方式，避免全线同一时间施工，减缓整体施工影响。 禁止夜间施工、严禁越界施工，采用降噪施工设备等，减缓因工程施工产生的噪声、人为活动等驱赶影响。
7	三索锦蛇 <i>Elaphe radiata</i>	二级	VU		施工占用生境或扰动驱赶影响。	加强施工及运行期监测。 采取逐段施工方式，避免全线同一时间施工，减缓整体施工影响。 禁止夜间施工、严禁越界施工，采用降噪施工设备等，减缓因工程施工产生的噪声、人为活动等驱赶影响。
8	眼镜王蛇 <i>Ophiophagus hannah</i>	二级	VU			
9	黄喉貂 <i>Martes flavigula</i>	二级	VU			
10	斑林狸 <i>Prionodon pardicolor</i>	二级	VU			
11	豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	二级	VU			
12	红瘰疣螈 <i>Tylosaurus verrucosus</i>	二级	VU	是	施工爆破噪声、交通致死以及生境污染等影响。	划定施工阶段、严禁西萨村附近施工人员在施工区之外活动。 西萨村附近施工车辆限速、严格落实各项环保和水土保持措施。 加强施工人员宣传教育，严禁施工人员抓捕。

表 6.3.2(续)

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	主要影响	
					影响方式	保护措施
13	栗头八色鸫 <i>Pitta oatesi</i>	二级	VU		栖息和活动场所缩小影响。	加强监测。
14	凤头蜂鹰 <i>Pernis ptilorhynchus</i>	二级			施工噪声、扬尘、废气、灯光等对施工区周围环境产生干扰。人为活动驱赶影响。工程占用生境影响。	优化施工方案, 尽量避免使用高噪声的设备施工。加强施工人员宣传教育, 严禁施工人员抓捕幼鸟, 严禁故意惊扰、破坏鸟巢的行为。根据实际情况采取爆破方式, 采用乳化炸药, 进行无声爆破, 防止爆破噪声对野生动物的惊扰。加强有关野生动物及国家重点保护野生动物法律法规宣传, 在主要的施工区、施工人员的生活区等关键区域设置野生动物保护的宣传栏。加强施工及运行期监测。
15	蛇雕 <i>Spilornis cheela</i>	二级				
16	凤头鹰 <i>Accipiter trivirgatus</i>	二级				
17	松雀鹰 <i>Accipiter virgatus</i>	二级				
18	雀鹰 <i>Accipiter nisus</i>	二级				
19	普通鵟 <i>Buteo buteo</i>	二级				
20	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	二级				
21	红喉山鹧鸪 <i>Arborophila rufogularis</i>	二级				
22	褐胸山鹧鸪 <i>Arborophila brunneopectus</i>	二级				
23	红原鸡 <i>Gallus gallus</i>	二级				
24	白鹇 <i>Lophura nychthemera</i>	二级			施工噪声、扬尘、废气、灯光等对施工区周围环境产生干扰。人为活动驱赶影响。工程占用生境影响。	优化施工方案, 尽量避免使用高噪声的设备施工。加强施工人员宣传教育, 严禁施工人员抓捕幼鸟, 严禁故意惊扰、破坏鸟巢的行为。根据实际情况采取爆破方式, 采用乳化炸药, 进行无声爆破, 防止爆破噪声对野生动物的惊扰。加强有关野生动物及国家重点保护野生动物法律法规宣传, 在主要的施工区、施工人员的生活区等关键区域设置野生动物保护的宣传栏。加强施工及运行期监测。
25	白腹锦鸡 <i>Chrysolophus amherstiae</i>	二级				
26	针尾绿鸠 <i>Treron apicauda</i>	二级				
27	楔尾绿鸠 <i>Treron sphenura</i>	二级				
28	褐翅鸦鹃 <i>Centropus sinensis</i>	二级				
29	领角鸮 <i>Otus bakkamoena</i>	二级				
30	鵞鸺 <i>Bubo bubo</i>	二级				
31	灰林鸮 <i>Strix aluconivicola</i>	二级				
32	领鸺鹠 <i>Glaucidium brodiei</i>	二级				
33	斑头鸺鹠 <i>Glaucidium cuculoides</i>	二级				
34	红头咬鹃 <i>Harpactes erythrocephalus</i>	二级				
35	栗喉蜂虎 <i>Merops philippinus</i>	二级				

表 6.3.2(续)

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	主要影响	
					影响方式	保护措施
36	白胸翡翠 <i>Halcyon smyrnensis</i>	二级			施工噪声、扬尘、废气、灯光等对施工区周围环境产生干扰。人为活动驱赶影响。工程占用生境影响。	优化施工方案，尽量避免使用高噪声的设备施工。加强施工人员宣传教育，严禁施工人员抓捕幼鸟，严禁故意惊扰、破坏鸟巢的行为。根据实际情况采取爆破方式，采用乳化炸药，进行无声爆破，防止爆破噪声对野生动物的惊扰。加强有关野生动物及国家重点保护野生动物法律法规宣传，在主要的施工区、施工人员的生活区等关键区域设置野生动物保护的宣传栏。加强施工及运行期监测。
37	长尾阔嘴鸟 <i>Psarisomus dalhousiae</i>	二级				
38	银胸丝冠鸟 <i>Serilophus lunatus</i>	二级				
39	蓝绿鹊 <i>Cissa chinensis</i>	二级				
40	红喉歌鸲 <i>Luscinia calliope</i>	二级				
41	画眉 <i>Garrulax canorus</i>	二级				
42	银耳相思鸟 <i>Leiothrix argentauris</i>	二级				
43	红嘴相思鸟 <i>Leiothrix lutea</i>	二级				
44	红胁绣眼鸟 <i>Zosterops erythropleura</i>	二级				
45	猕猴 <i>Macaca mulatta</i>	二级			噪音、工程活动的影响、部分生境被占用	在库区、库周以及枢纽工程区域临时占地区等区域种植猕猴食源林，如小果栲、西南桦等阔叶混交林。采取逐段施工方式，避免全线同一时间施工，减缓整体施工影响。禁止夜间施工、严禁越界施工，采用降噪施工设备等，减缓因工程施工产生的噪声、人为活动等驱赶影响。
46	孟加拉眼镜蛇 <i>Naja kaouthia</i>	省级	VU		栖息和活动场所缩小，污水、水土流失等对生境影响	优化施工方案，尽量避免使用高噪声的设备施工。加强施工人员宣传教育，严禁施工人员抓捕。根据实际情况采取爆破方式，采用乳化炸药，进行无声爆破，防止爆破噪声对野生动物的惊扰。加强有关野生动物及国家级重点保护野生动物法律法规宣传，在主要的施工区、施工人员的生活区等关键区域设置野生动物保护的宣传栏。加强施工及运行期监测。
47	双团棘胸蛙 <i>Rana yunnanensis</i>		EN			
48	云南臭蛙 <i>Rana andersonii</i>		VU			
49	版纳大头蛙 <i>Rana kuhlii</i>		VU			
50	黑眉锦蛇 <i>Elaphe taeniura</i>		VU		栖息和活动场所缩小	
51	红颊獾 <i>Herpestes javanicus</i>		VU			
52	食蟹獾 <i>Herpestes urva</i>		VU			
53	腹斑掌突蟾 <i>Leptobrachella ventripunctata</i>			是		
54	红蹼树蛙 <i>Rhacophorus rhodopus</i>			是		
55	八线腹链蛇 <i>Amphiesma octolineata</i>			是		

6.3.3 水生生态保护措施

6.3.3.1 规划环评要求

2019年3月，中水北方勘测设计研究有限责任公司编制完成了《威远江流域综合规划环境影响报告书》，2019年6月，普洱市生态环境局以普环函〔2019〕84号文下发了《威远江流域综合规划环境影响报告书》审查意见。主要意见摘录如下：

a) 采取环境友好的方式设置灌溉、供水以及防洪减灾工程，保障河流的连通性和重要断面的生态流量，减缓对流域内威远江省级自然保护区、宁洱松山县级自然保护区和普洱五湖国家湿地公园等主要自然保护区，及湿地、鱼类“三场”等重要生态环境产生不良影响。

b) 加强流域生态保护和修复：加强电站、水库等相关工程以及重要控制断面必须保障的生态流量，制定相关规程并严格执行。对已有水利水电工程实施补救措施，减缓开发造成的脱减水等生态环境问题，确实履行流域生态环境修复任务和措施。

c) 优化流域鱼类资源保护措施体系。将威远江干流凤山镇段、勐大镇文夺村段干流江段，以及主要支流景谷河景谷镇以下河段、恩垦河和报母河作为威远江鱼类栖息地保护区域进行保护。

6.3.3.2 水生生态保护总体思路和规划布局

黄草坝水库回水长度约5.55km，根据《关于<威远江流域综合规划环境影响报告书>的审查意见》对本流域水生生态的保护要求、本工程建设可能产生的影响以及水利水电工程开发生态环境保护政策要求，提出本项目水生生态保护措施，包括鱼类栖息地保护措施、鱼类增殖放流、过鱼措施、优化水库生态调度、水生生态跟踪监测等。

6.3.3.3 栖息地保护

a) 栖息地保护河段选择

《澜沧江流域综合规划环境影响报告书》审查意见中提出：将干流源头至囊谦、古水和托巴库尾，以及支流色曲、麦曲、德庆河、基独河、罗闸河、小黑江(左右两支)、南班河、南腊河、南阿河、阿东河、永春河、通甸河、黑惠江、威远江、洱海等纳入栖息地保护。栖息地保护的左支小黑江(威远江)河段为小黑江(即黄草坝水库所在澜沧江二级支流)汇入威远江河口至威远江汇入澜沧江河口的36km河段。

《威远江流域综合规划环境影响报告书》审查意见中提出：优化流域鱼类资源保护措施体系。将威远江干流凤山镇段、勐大镇文夺村段干流江段，以及主要支流景谷

河景谷镇以下河段、恩垦河和报母河作为威远江鱼类栖息地保护区域进行保护。黄草坝水库工程所在小黑江未在规划环评阶段划入栖息地保护河段。

栖息地保护是鱼类资源保护的有效措施。在规划环评阶段提出的本流域栖息地保护范围的基础上,本次项目环评对工程区所在小黑江各干支流作为栖息地保护的可行性进行了调查。

1) 干流

根据调查,黄草坝水库项目区所在景谷县、宁洱县、思茅区共涉及 37 座小水电,其中景谷县 9 座、宁洱县 20 座、思茅区 8 座。

景谷县 9 座整改类小水电分别位于威远江干流和威远江一级支流景谷河上;宁洱县 18 座整改类小水电分布于普洱大河干流、勐先河干流及支流铁厂河、曼达河、清水河、蛮别河、普治河、七里河、漫蚌田河上;思茅区 7 座整改类小水电分别位于大中河和五里河。黄草坝水库所在小黑江干支流,以及小黑江汇入威远江河口至威远江汇入澜沧江河口之间的威远江干流河段,均不涉及小水电开发。

黄草坝水库最大回水长度 5.55km,水库淹没影响河道长度相对较短。坝址下游 8.5km 至下游 45.0km 为小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区;坝址下游 77.3km 处,小黑江汇入威远江。根据调查,黄草坝水库库尾以上及大坝以下的小黑江干流河段均没有进行水利水电工程开发,保留了较长的天然河道,整体连通性也较好。因此,本次环评拟将小黑江河源段、坝址下游至汇入威远江河口的小黑江干流(约 77.3km)补充划为鱼类栖息地保护河段。

2) 支流

小黑江主要支流有南埂河、帕庄河、暖里河、芒费小河、独达河、勐烈河等几支。其中南埂河汇口位于中国结鱼省级水产种质资源保护区上游,年平均流量 $1.07\text{m}^3/\text{s}$,最枯月流量 $0.09\text{m}^3/\text{s}$,现状水质较好,没有拦河闸坝;帕庄河汇入中国结鱼省级水产种质资源保护区实验区河段,年平均流量 $3.30\text{m}^3/\text{s}$,最枯月流量 $0.27\text{m}^3/\text{s}$,由于下游河段两岸分布人口相对较多,生活污水的排放导致河流现状水质不稳定,河上没有拦河闸坝;暖里河汇入中国结鱼省级水产种质资源保护区实验区河段,年平均流量 $3.88\text{m}^3/\text{s}$,最枯月流量 $0.32\text{m}^3/\text{s}$,流域内现状零星人口分布,河流现状水质较好,没有拦河闸坝;芒费小河汇入中国结鱼省级水产种质资源保护区核心区河段,年平均流

量 $4.27\text{m}^3/\text{s}$ ，最枯月流量 $0.35\text{m}^3/\text{s}$ ，流域内现状零星人口分布，河流现状水质较好，没有拦河闸坝；独达河汇入中国结鱼省级水产种质资源保护区核心区河段，年平均流量 $1.66\text{m}^3/\text{s}$ ，最枯月流量 $0.14\text{m}^3/\text{s}$ ，流域内现状零星人口分布，河流现状水质较好，没有拦河闸坝；勐烈河汇入中国结鱼省级水产种质资源保护区核心区河段，年平均流量 $2.12\text{m}^3/\text{s}$ ，最枯月流量 $0.17\text{m}^3/\text{s}$ ，流域内人口分布相对较多，河流现状水质不稳定，没有拦河闸坝。

从以上几条主要支流的情况来看，除南埂河外，其他几条支流均直接汇入中国结鱼省级水产种质资源保护区，与保护区小黑江河段形成连通，现状这几条支流河道基本保持了天然状态，虽然个别支流流经村庄人口较多，河流水质受到人类生活污染的情况依然存在，但通过加强农村污染综合整治，水环境问题可以得到解决。综上，本次环评拟将南埂河、帕庄河、暖里河、芒费小河、独达河、勐烈河等 6 条支流纳入鱼类栖息地保护范围。

3) 栖息地保护范围

除澜沧江流域综合规划环评及威远江流域综合规划环评所划定的左支小黑江(36km 河段)、威远江干流凤山镇段、勐大镇文夺村段干流江段、威远江支流景谷河景谷镇以下河段、支流恩垦河和报母河之外，本次项目环评将小黑江干流黄草坝水库库尾以上源头段、坝址以下至汇入威远江河口段，以及区间南埂河、帕庄河、暖里河、芒费小河、独达河、勐烈河等 6 条主要支流补充划入鱼类栖息地保护范围。

2022 年 9 月，普洱市人民政府以《普洱市人民政府关于划定黄草坝水库工程鱼类栖息地保护河段的承诺函》同意本次环评补充鱼类栖息地保护范围的划分，并承诺后续不再进行水资源开发，设置禁渔区，按照《中华人民共和国渔业法》有关要求严格加以保护。

b) 鱼类栖息地管理

由于小黑江历史上没有进行大范围的水能水资源开发，干支流天然生境维持较好，因此，在划分鱼类栖息地保护范围后，主要从管理角度提出相关要求。

鱼类栖息地保护由当地渔政主管部门为主进行管理，在将栖息地保护河段划定为禁渔区之后，建议当地渔政部门持续加强渔政管理力量，扩大宣传力度，利用广播、电视、报刊等传播媒体对《野生动物保护法》、《渔业法》、《环境保护法》、《水

污染防治法》等广为宣传，通过宣传教育，提高全民素质，提高广大群众爱护自然、珍爱野生动物的自觉性。发布栖息地管理条例和布告，定期宣传保护法规，加强对沿河渔民的宣传教育，让广大群众知法懂法、自觉地遵守法律法规，积极协助保护管理工作。严格执法，禁止禁渔区内任何渔业生产活动，特别是要禁止电鱼、炸鱼、毒鱼等违法捕鱼行为，取缔迷魂阵、布围子等有害渔具。配备通讯、交通工具，切实履行其保护职责，加强对捕捞、科学考察等各类人员的管理。

鱼类栖息地保护河段需加强水质保护，流域内的农村居民点尽快实施污染源综合治理项目，禁止未经处理的生活污水、养殖废水等直接排入河道。禁止非法挖沙采砂，沿河禁止开发水上娱乐、餐饮项目。严格控制涉水项目的审批，严禁阻隔河道的建设项目，控制侵占河道的涉水工程。

为便于栖息地的管理工作，加强宣传教育工作，在栖息地周边修建一些区界标桩、限制性标牌、指示标桩和解说标桩等基础设施。在栖息地边界区设置永久性界碑、桩牌等 21 个，在人类活动较多的重点河段，加密布置。

建议对栖息地保护河段开展长期的水质、鱼类和水生生物等生态环境监测，为掌握栖息地鱼类资源的变化情况提供依据。

6.3.3.4 鱼类增殖放流

a) 放流区域和时间

在增殖放流实际操作中，规格的确定宜根据苗种生长、苗种来源、水域生态环境状况以及凶猛性鱼类资源等灵活掌握。一般放流苗种规格以当年可培育成的大小为准，不宜盲目追求大规格而越冬后放流。放流时间应考虑苗种饵料比较丰富的时期，冬季随着水温下降，饵料生物减少，放流苗种可能会因食物缺乏叠加水温下降导致免疫力下降，影响存活率，因此建议放流时间选择在入冬之前。

b) 鱼类增殖放流种类

鱼类人工种群建立及增殖放流是目前保护物种，增加鱼类种群数量的重要措施之一，在一定程度上可以缓和水利工程对鱼类种群资源数量的不利影响。实践证明，建立鱼类资源增殖放流站，实行人工繁育苗种放流是补偿因水利工程造成渔业资源损失的行之有效措施。考虑到黄草坝水库对下游小黑江省级中国结鱼种质资源保护区的潜在影响，并结合澜沧江流域、威远江流域和糯扎渡水电站鱼类增殖站等同流域放流措

施实施情况,建议黄草坝水库增殖放流站以中国结鱼 *T. sinensis*、野结鱼(大鳞结鱼)*T. tambra*、云南吻孔鲃(云南四须鲃)*P. huangchuchieni*、后背鲈鲤 *Percocypris retrodorslis* 作为重点增殖放流对象。

c) 工程建设规模

根据农业部《水生生物增殖放流管理规定》(农业部第 20 号令,2009 年 3 月 20 日)相关规定,“用于增殖放流的亲体、苗种等水生生物应当是本地种。苗种应当是本地种的原种或者子一代,用于增殖放流的水生生物应当依法经检验检疫合格,确保健康无病害、无禁用药物残留。”

根据饵料基础,采用水库渔产力计算公式估算放流规模。经计算增殖放流规模为每年 21.5 万尾。

表 6.3.3-1 黄草坝水库增殖放流苗种数量和规格

种类	4~6cm	1 龄鱼	合计
中国结鱼	5 万尾	1 万尾	6 万尾
野结鱼	5 万尾	1 万尾	6 万尾
云南吻孔鲃	5 万尾	1 万尾	6 万尾
后背鲈鲤	3 万尾	0.5 万尾	3.5 万尾
合计	18 万尾	3.5 万尾	21.5 万尾

d) 鱼类增殖放流站选址

鱼类增殖放流站选址应考虑地质、水源、场地、交通、管理等方面,包括:地质条件良好,无地震、洪水、泥石流、滑坡等自然灾害;水源满足用水要求,取水方便;场地平整、规则,便于车间、水池等建构物的布置,不与施工布置相冲突;交通方便,便于运输车辆进出;在水库管理区范围内,便于运行期管理。

综合以上要求,黄草坝水库工程鱼类增殖放流站本阶段考虑与水库枢纽管理区合建,选址于枢纽弃渣场附近,充分利用施工期弃渣场开挖时平整的场地,总用地面积 16200m²。

e) 增殖放流站工艺设计

鱼类人工增殖放流技术流程包括亲鱼培育、催熟催产、授精孵化、稚鱼培育、鱼苗培育、鱼种培育、人工放流等关键步骤。

亲鱼捕捞：从小黑河等天然水体捕捞用于人工繁殖的繁殖对象野生亲本；

亲鱼培育：从天然水体收集性成熟亲本经短期强化培育或在池塘条件下培养至性腺发育至 IV 期；

催熟催产：经培育成熟较好的亲鱼直接用催情剂催产，成熟略差的亲鱼先催熟再催产；

授精孵化：适当条件下让精卵结合，受精卵置孵化系统中孵化；

稚鱼培育：对初孵出的稚鱼护理至开始平游，开始摄入外源性营养；

鱼苗培育：鱼苗培育池中投喂天然或人工饵料，鱼体长达 2.5cm~3cm 左右；

鱼种培育：鱼种培育池中主要投喂人工饵料，直至鱼体长、体重达放流规格；

人工放流：将育成鱼种用适当的方法放入适宜河段，跟踪观察和评估放流效果。
增殖放流站技术流程如图 6.3.3-1。

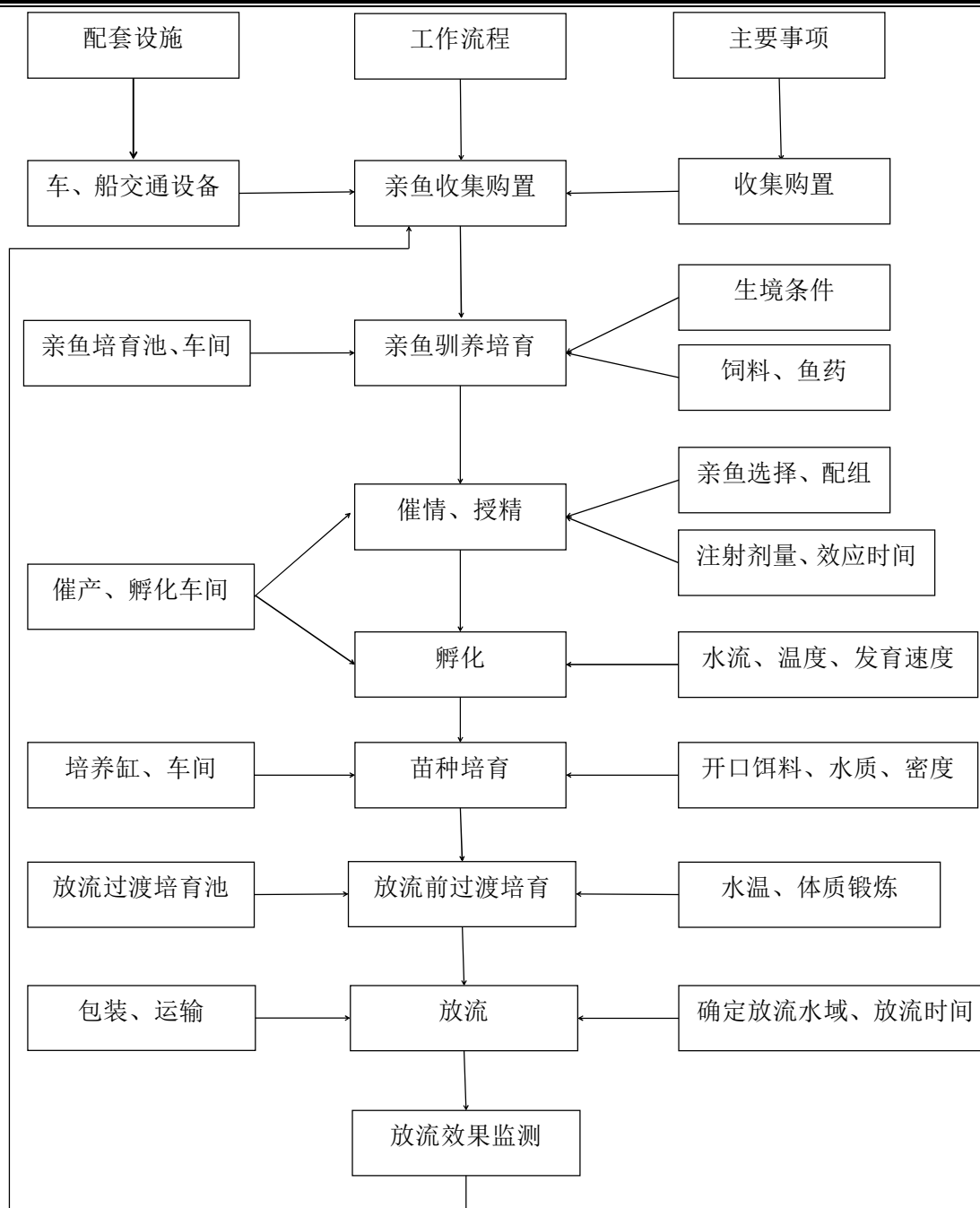


图 6.3.3-1 增殖放流站工艺流程

f) 增殖站设计

1) 建设方案

针对放流鱼类繁育生物学特性、当地气候环境、供水和用地情况，确定增殖放流站繁育设施建设内容和规模，依据放流规格、规模分析计算、设计繁育生产安排，提出建设方案。

增殖站内主要建筑物由蓄水池、催产孵化车间、苗种培育车间、亲鱼培育池、苗

种培育池、室外苗种种培育池、苗种过渡池、水质调节池、防疫隔离池。其他附属设施主要由放流站综合楼、进排水管渠、道路、绿化设施及其它配套设施组成。

2) 亲鱼数量的确定

影响鱼类催产率的因素主要包括鱼的种类、亲鱼成熟度、催产时水温等环境因素、催产方式、催产药物的种类和剂量等；影响鱼类受精率的因素主要包括亲鱼雌雄配组、卵细胞的发育、精子的活力、水温等；影响鱼类孵化率的因素主要是孵化水温、水体溶氧等环境因素；影响幼鱼培育成活率的主要因素包括水温、水体溶氧、食性转化期的开口饵料及驯食、养殖密度、病害防治等。根据鱼类繁育生物学特性，鱼类人工繁育初期一般催产率和受精率较低；孵化率和出膜率主要取决于人工管理，管理得当可以获得理想效果。

鱼的种类不同，其平均怀卵量、平均产卵量也不同，而且产卵量受亲鱼成熟度和外界环境等条件的影响。根据增殖放流的数量、鱼类的平均产卵量、催产率、受精率、孵化率和幼鱼成活率，推算出达到放流规模所需要的各种成熟雌性亲鱼数量。自然水域鱼类在繁殖季节一般为多尾雄鱼追逐 1 尾雌鱼，放流的 5 种鱼类繁殖周期为 2 年～3 年，而雄性亲鱼繁殖周期可能会短，在增殖放流站一般采用人工授精方式，本方案设计根据不同放流类的生物学特性，采用不同的雌雄性比。根据增殖站放流数量、放流鱼类的生物学特性以及放流鱼类的密度，充分利用增殖站的面积。

3) 总体规划

增殖站的建筑物主要包括蓄水池、催产孵化车间、苗种培育车间、亲鱼池、苗种池、苗种过渡池、水质调节池、防疫隔离池、养殖用水处理系统和配套设施。

表 6.3.3-2 鱼类增殖放流站设计数据汇总

名称	配套设施	规格(m)			个数	面积	备注
		长	宽	高		(m²)	
催产孵化车间	亲鱼催产池(玻璃钢桶)	Φ3		1.5	6	450	催产池为圆形，此处长宽为直径；底面向中心倾斜，中心设排水管直径为 110mm
	亲鱼催产池(玻璃钢桶)	Φ2		1.5	6		
	人工操作台	5	1.5	0.8	1		用于人工授精的操作台
	玻璃钢孵化槽	1	0.8	0.3	24		可定制
	底冲式孵化桶	Φ1.2		1.3	32		
苗种培育车间	直径 2m 的培养缸	Φ2		1.3	18	450	
	直径 3m 的培养缸	Φ3		1.3	12		
室外	亲鱼培育池	53	21	2.5	2	2226	
	苗种培育池 1#-2#	49	21	2	6	6086	根据地形修建室外鱼池。
	苗种培育池 3#-6#	53	19				
	苗种放养过渡池 1#	51	45	2.5	3	7269	根据地形修建室外过渡池
	苗种放养过渡池 2#	55	45	2.5			
	苗种放养过渡池 3#	59.5	42	2.5			
	水质调节池	9	10	2.5	1	90	包括：格栅漂浮物过滤机、过滤器、带式机械过滤机、生物过滤池、模块化紫外线水消毒系统及配套设施
	防疫隔离池	7	5	1.5	2	70	
	蓄水池	10	5	3	1	50	池一端 1/4 处隔离成过滤池，总蓄水量为 125m³；将地势抬高，高于周围池体 1m

4) 建筑物总体布局

增殖放流站分为生活办公区和生产区，生活办公区为放流站综合楼；生产区包括蓄水池、亲鱼池、催产孵化车间、苗种培育车间、苗种培育池、苗种放养过渡池、水质调节池、防疫隔离池。

(1) 蓄水池

在室外建一蓄水池为保证增殖放流站的用水，蓄水池占地面积约为 50m^2 ，蓄水容积设计为 125m^3 ，长 10m ，宽 5m ，高 3m ，蓄水高度为 2.5m 。在进水一端 $1/4$ 处设置过滤墙网。

为便于水体自由进入各养殖设施，蓄水池池底高程较最高养殖设施进水口高程高出 1m 以上，室内养殖设施基本上都高出地面 $1\text{m}\sim 1.2\text{m}$ ，所以蓄水池应至少高出地面 1.0m 修建。

(2) 亲鱼培育池

亲鱼培育池为长方体土池，在地面上修建。根据地形建设，亲鱼培育池 2 个。培育池 1#和培育池 2#面积均为 1113m^2 ，总共 2226m^2 ，池深 2.5m ，下挖修建。以水车式增氧机来带动水体循环流动。

亲鱼培育是鱼类繁殖的关键，性腺发育良好的雌雄亲鱼是鱼类人工繁殖的物质基础。亲鱼培育要求水体较大，溶氧充足。水温保持与普洱境内江河周年变化一致。

①放流的鱼类性腺发育需要流水刺激，为满足亲鱼性腺发育的要求，为此，亲鱼培育池设计了面积较大培育池。

②亲鱼对水体条件要求较高，亲鱼培育放养密度主要由水体溶氧决定，如果采用流水培育方式，则可以增加放养密度。

(3) 催产孵化车间

催产孵化车间 1 栋，长 45m ，宽 10m ，面积 450m^2 。包括亲鱼催产、人工孵化。催产孵化区内设催产池 12 个，配备底冲式孵化桶 32 套、玻璃钢孵化槽 24 个。催产池和孵化槽用水由蓄水池直接供应。

催产池是性腺发育成熟的亲鱼注射催情激素后等待产卵的场所。亲鱼经激素催情后需要一定的水流刺激，圆形催产池进水沿池壁冲入，池中心排水，池中水体可以沿池壁转动。中心排水口要求水能排出、鱼不能逃逸。设置 12 个催产池，为直径各 3m 、 2m 的圆形玻璃钢桶，高 1.5m 。进水管用球阀控制，以控制流速，进水口水平切入，进水管中心线距离池顶部 0.6m ，进水管采用 DN 100 的 UPVC 管。催产池池底均匀向中心倾斜 15° ，池底中心设圆形排水口 1 个，排水口直径为 110mm ，排水管采用 DN200 的 UPVC 管。设置拦鱼设施，排水口在池壁外接控制球阀，球阀控制排水大小。人工操作台 1 个，长 5m 、宽 1.5m 、高 0.8m ，钢筋混凝土水泥台贴面，用于人

工授精操作。

玻璃钢孵化槽孵化未脱粘的粘性受精卵。玻璃钢孵化槽共设置 24 个，净尺寸为 $1\text{m} \times 0.8\text{m} \times 0.3\text{m}$ (基台高 1.0m)。

底冲式孵化桶 32 套，直径 1.2 m，高 1.8 m，为孵化漂浮性卵设备。孵化桶孵化前，要求孵化桶中的水体产生由下而上均匀的水流，使受精卵在孵化桶中均匀翻滚。出水处要求水能流出，而受精卵和刚孵化的鱼苗不能随着水流流出。孵化桶可用白铁皮、玻璃钢等材料制造，上面纱窗可用铜丝布、筛绢制成，规格为 46 目/吋~55 目/吋。

(4) 苗种培育车间

苗种培育车间 1 栋，长 45m，宽 10m，面积 450m^2 。用于苗种培育，前期养殖。内设鱼苗培育缸 40 个。培育缸用水由蓄水池直接供应。

苗种培育成活率的高低与开口摄食密切相关，只有适时开口摄食了饵料的鱼苗才能成活。鱼苗开口期的合理放养密度、饵料大小和密度、水质条件等直接影响鱼苗能否及时开口摄食。为了提高鱼苗培育的成活率一般采用鱼苗分级培育，培育缸分为两级。产孵车间设置一级培育缸(18 个，直径 2.0m 的玻璃钢圆形缸，缸深 1.3m，控制水位 1.0m)和二级培育缸(12 个，直径 3.0 m，缸深 1.3m，控制水位 1.0m)作为鱼苗开口培育。

(6) 室外苗种培育池

室外苗种培育池共 6 个，1#、2#每个池长 49m，宽 21m，面积 1029m^2 ；3#~6#每个池长 53m，宽 19m，面积 1007m^2 ，6 个池总面积为 6086m^2 。每个池深 2.0 m，下挖 2m，控制水位 1.6 m。独立进排水系统，平均每 7 天更换 1 次水体，日换水量 2%。

(7) 四大家鱼苗种过渡池

苗种放流过渡池为不规则长方体，根据地形建设，过渡池共有 3 个。1#长 51m，宽 45m，面积 2295m^2 ；#长 55m，宽 45m，面积 2475m^2 ；#长 59.5m，宽 42m，面积 2499m^2 ，总面积 7269m^2 。

(8) 防疫隔离池

江河收集或者采购进入增殖放流站的鱼类，有疫情的先在防疫隔离池暂养 10 天~15 天，采取消毒和隔离培育后再进行分类培育。饲养过程中如发生疫病也需要转入隔离池暂养。防疫隔离池 2 个，每个长 7m，宽 5m，面积 35m^2 ，总面积为 70m^2 ，

水深控制 1.5m。

防疫隔离池建在地面上。进水口与出水口位于隔离池的同一侧，为利于排水和排污，池底向出水口倾斜。

进出水管道布置：进水管采用 DN40 的 UPVC 管，采用球阀(球阀型号同进水管管径)控制流速，进水管口位于隔离池上部，进水管中心线高程为相对池底高程 1.2m。鱼池排水口设置：为便于控制水位，采用梯级逐步排水，每级相差 400mm，池底设置放空孔一个，最高控制水位孔离池底 1.0m。排水口管径为 200mm，排水口处同时也是人员上下鱼池的楼梯，出水管采用 DN200 的 UPVC 管。

(9) 室外水质调节池

按照环境保护要求做到养殖废水零排放，确保养殖用水零污染排放，在室外建设有 1 个水质净化池(长 9m，宽 10 m，共 90m²)。同时配有一套水过滤及消毒处理设备。

(10) 生产区进排水系统

进排水系统分为室外和室内。

室外进水管分两支，一支由蓄水池出发，经催产孵化及鱼苗培育车间，另一支由水库抽水，经鱼种培育池之间、亲鱼培育池。主进水管直径为 200mm，沿主干道分布，最后再分支进入车间及不同类型的养殖池进行供水。

室外排水系统由排水管道及排水渠道组成。催产孵化车间、苗种培育车间、鱼种培育池、亲鱼池均采用明渠进行排水，主排水渠道宽 30cm，深 50cm。

室内进水采用进水管，主进水管直径为 110mm。室内排水采用明渠排水，渠道宽 30cm，深 40cm，最后由管道排出车间。

(11) 综合管理用房

增殖站综合楼分两层，总面积 400m²。主要包括办公室、接待室、员工休息室、实验室和增殖鱼类展示室。实验室配置在线水质分析监测仪、显微镜、解剖镜、冷柜、天平和放流标志器械等，满足日常生产的水质监测、亲鱼和苗种发育观察以及病害诊断和放流标志需要。展示室主要布置增殖鱼类标本展示、活体展示水族箱、墙体宣传展示版等。

(12) 附属设施

电源由黄草坝水库电站供应。其用电需求主要来自：车间循环水处理系统和照明、

站区照明、综合房用电等，各电器设备实际用电负荷 100kW，总负荷可设定为 110kW。

生产供水水源为水库。与黄草坝水库运行管理单位用水，合并考虑。从库区抽水通过管网将水送至用水户，库区水质可以满足需求。生产排水采用 PVC 排水管和砼排水沟相结合的方式排放，池水经过自然沉淀、净化后排入河道。

场区内主道路为混凝土硬化路面，生活区支路可用花砖或石子路面。场区道路形成环形通道，满足运输及消防要求。为净化空气，美化环境，为渔业创造良好的条件。整个增殖站用铸铁花栏杆进行封闭，对外形成透视。站内种植四季常青的树木和草皮，绿化面积不少于 20%。

配备工作用越野车和双排客货两用汽车各 1 辆，用于收集亲鱼、鱼种放流及饲料等的运输。

g) 增殖放流效果评估

鱼类增殖放流效果评估可采用标记一回捕分析的方法，以评价放流效果及对河流水生生态的影响。通过放流鱼类的资源量动态比较，分析其时空变化、分布等特征；了解渔获物中放流鱼种的种群数量，分析标记鱼体占捕捞总鱼量的比例，计算放流鱼种的自然死亡率、捕捞死亡率、资源量等。通过以上工作，评估不同时期增殖放流的效果，并根据评估的结果，动态调整放流工作任务，使增殖放流工作更有科学性。

6.3.3.5 过鱼设施

a) 建设过鱼设施的必要性

《中华人民共和国水法》第三章第二十七条规定“在水生生物洄游通道修建永久性拦河闸坝，建设单位应当同时修建过鱼设施，或者经国务院授权的部门批准采取其他补救措施”。

《中华人民共和国渔业法》第四章第三十二条规定，“在鱼、虾、蟹洄游通道建闸、筑坝，对渔业资源有严重影响的，建设单位应当建造过鱼设施或者采取其他补救措施”。

2006 年 1 月 9 日，原国家环境保护总局办公厅下发的《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》（环办函〔2006〕11 号），要求“在珍稀保护、特有、具有重要经济价值的鱼类洄游通道建闸、筑坝，须采取过鱼措施。对于拦河闸和水头较低的大坝，宜修建鱼道、鱼闸等永久性的过鱼建筑物；

对于高坝大库，宜设置升鱼机，配备鱼泵、过渔船，以及采取人工网捕过坝措施。同时应重视掌握各种鱼类生态习性和水电水利工程对鱼类影响的研究，加强过鱼措施实际效果的监测，并据此不断修改过鱼设施设计，调整改建过鱼设施，优化运行管理”。

结合黄草坝水库工程特点，本阶段考虑在坝址适当位置设置过鱼设施，以维护河流连通性，减缓工程拦河阻隔对鱼类不利影响。

b) 过鱼对象及时间

过鱼种类的确定大致上和该流域保护对象、土著鱼类为主要目标，并结合河段的实际情况综合考虑。威远江流域保护鱼类对象是中国结鱼，其他保护对象包括云南吻孔鲃、后背鲈鲤和野结鱼(大鳞结鱼)在内的土著鱼类。据调查统计，威远江和罗梭江，以及澜沧江干流，中国结鱼、野结鱼、云南吻孔鲃已有人工驯养繁殖的初步经验；白甲鱼属中的南方白甲鱼在我国也成功进行人工繁殖，有的已经可以规模化生产；对本河段保护对象中的后背鲈鲤也有可借鉴的驯养繁殖经验。经实地调查，中国结鱼、野结鱼和后背鲈鲤并未分布至黄草坝坝址及以上河段，由于过鱼对象的选择需根据过鱼建筑物设计河段的实际需求，因此，本阶段选取的主要过鱼对象为土著鱼类白甲鱼、南方白甲鱼、云南吻孔鲃、荷马条鳅、南鳅等，过鱼对象普遍个体较小，体长范围约为 50mm~200mm，上行过鱼季节初步选定为 3 月~7 月。

c) 过鱼设施类型

目前，主要的过鱼设施类型包括鱼道、仿自然通道、升鱼机、鱼闸、集运鱼系统等。其主要特点和试用条件如下：

1) 鱼道

鱼道为呈连续阶梯状的水槽式过鱼构筑物，由进口、槽身、出口和诱鱼补水系统等组成，进口多布置在水流平稳，且有一定水深的岸边或溢流坝出口附近。可适用于大部分鱼类，对鱼类洄游能力要求不高，鱼类通过鱼道上溯时，不会受到伤害。

2) 仿自然通道

仿自然通道是在岸上人工开凿的类似自然河流的小型溪流，通过溪流底部、沿岸由石块堆积成的障碍物的摩阻起到消能减缓流速的目的。仿自然旁通道系统要求有足够的空间，一般应用于缓丘低山地形，不适宜水头过高的大坝，也不适宜高山峡谷区，还应避开人口稠密区域、减少对鱼类的干扰。由于坡度相对较小，所需空间大，一般

运用在较小的河流及上下游水位差不大的工程上。

3) 鱼闸

鱼闸的操作原理与船闸相似,鱼类在闸室中凭借水位的上升,不必溯游便可过坝。鱼闸运行分四个阶段:先开启下游门,通过上游门或旁通管向下游泄水,鱼被吸引入闸室;关闭下游门,充水至闸室水位与上游水位齐平;开启上游门,通过旁通管产生的水流让鱼游入或用驱鱼栅驱入上游;关闭上游门,开启下游门,重复以上步骤。

4) 升鱼机

升鱼机一般包括垂直式升鱼机、斜坡式升鱼滑道,由下游集鱼道、集装鱼斗和提鱼过坝用的高架提升机械组成。下游集鱼道设一股诱鱼水流,使鱼类经集鱼道进入集装鱼斗,然后适用高架提升机械提鱼过坝进入水库。优点是提升高度大,节省水量,工程投资少;缺点是间断运行,需要设提升机械,运行相对复杂。

5) 集运鱼系统

集运鱼系统是通过人工集鱼和运输的手段实现过坝的措施,由集鱼设施、运鱼设施及相关配套设施等部分组成,主要设施包括集鱼船、运鱼船、运鱼车及公路、码头等。集运鱼船过鱼方式机动灵活,能适应下游河道水位的变化,可以变换集鱼地点,可根据不同鱼类的生态习性,调整补水诱鱼流速,可以确保放入水库的亲鱼能够定向游到上游产卵场。上下游水位差超过 60m 的工程适用于此种过鱼方式。

优点是节省诱鱼耗水量,造价较低,缺点是下游河道水位较高,设施耗电,运行管理复杂,运行费用高。

6) 组合方案

此外,在国外还有其它形式的集运鱼系统,为组合方案。如有的工程并未在大坝上布置过鱼设施,而是在大坝下游集鱼后,运鱼采用运鱼车。有的工程采用坝下集鱼后通过索道进行过坝运鱼。组合方案根据各自工程的特点,分别采用不同的集鱼和运鱼方式,其过鱼设施并非完全布设于大坝上。

各种过鱼设施应用范围与效果见表 6.3.3-3。

表 6.3.3-3 各种过鱼措施应用范围、效果以及本工程适应性

类型	示意图	原理	应用范围	优缺点	效果
仿自然旁通式鱼道		绕过大坝并呈模仿自然外观, 呈现自然形式的鱼道。	适合于所有具有足够空间的障碍, 对于现存的坝堰改善特别有用, 在上游设计蓄水水位变化较大时不适用。	占地面积大, 枢纽工程区两侧以及上游具备布置空间, 在地面设置深沟, 需结合技术型鱼道构造。	可使所有水生动物种类通过(鱼类、饵料生物等), 为流水性水生生物提供栖息空间, 是唯一能够绕过大坝且能很好与当地环境结合的鱼道。
技术型鱼道		采用混凝土式通道, 内部设有各式隔板、狭槽等, 将水槽分隔成一系列互相沟通的水池, 有时成阶梯式。	采用型式较多, 适合于中、低水头大坝, 或用于大坝改造增设过鱼设施。	不适合于高坝(坝高不宜超过 70m)水利水电工程。	鱼道型式多样, 狭槽型鱼道可通过较大水流, 便于形成较好的吸引水流, 一般不易堵塞; 水池型鱼道所需流量较低, 较易堵塞; 丹尼尔鱼道需较大的流量, 不适宜上游水位变化频繁的区域。
鱼闸		为凹形通道, 上下游两端都有可控制的闸门, 通过控制闸门的开关或往通道注水来形成吸引流。	适用于高水头, 或空间以及水流量有限区域。	较高的设计和建造技术要求, 需要频繁地维护和运行, 建造和维修费用高, 但对水消耗较低, 适用于需要考虑大型鱼类(如鲟鱼类)的地方。	主要适用于鲑鳟鱼类以及游泳能力弱的鱼类, 对中、底层以及小型鱼类不适用。
升鱼机		为配置有运送水槽和机械装置的升降机, 通过把鱼从下游吊起送到上游, 通过渠道连通上游。	适用于高水头, 或空间以及水流量有限区域, 通常是上下游落差在 10m 以上高度的情况下唯一可能建造的鱼道类型, 如高坝。	需要空间不大, 在设计和建造上对技术要求较高, 需频繁地维护和运行, 建造和维修费用高。	对鲑鳟鱼类以及游泳能力弱的鱼类效果较好。
集运鱼系统		与升鱼机作用原理基本相同, 通过坝下集鱼设施把鱼收集后, 利用陆域运鱼系统将坝下鱼类运至库区放流, 达到坝下、坝上鱼类繁殖交流。	适用于高水头, 或空间以及水流量有限区域, 如高坝, 通常与枢纽工程区地形、枢纽工程布置无关联。	需要空间不大, 设施布置灵活, 但所需集鱼、运鱼设施要求相对较高, 投资相对较高其缺点是运行费用大, 受诱鱼效果的制约较大, 特别是诱集底层鱼类较困难, 噪音、振动及油污也影响集鱼效果。	该类型过鱼设施应用范围较广, 针对鱼类生物学特征设计集鱼、运鱼系统, 过鱼效果较好。

d) 过鱼设施比选

黄草坝水库工程最大坝高 163.5m, 上游运行水位 1260.00m~1341.68m, 下游水

位约为 1173.50m，水头变幅 86.50m~168.18m。由于鱼道和仿自然通道一般适用于低水头拦河坝枢纽(水头差在 20m~25m 以下)，在本工程中较难布置，其中仿自然通道在本工程枢纽区没有地形可以布置，而采取鱼道方式的话，鱼道上下游运行水位差最大达 162.0m，鱼道长 8889m，池室 2075 个，方案可行性较差。

鱼闸、升鱼机和集运鱼船均适用于高坝过鱼，能适应水库水位的较大变幅，其中鱼闸对主体工程布置影响较大，耗水量多，不能连续过鱼，国际上已较少采用；本工程下游河道流量小，且不具备通航功能，因此无法使用集运鱼船。

经综合比选，本阶段过鱼设施采用“短鱼道+升鱼机转运过坝”的方案。由于大坝为砾石土心墙坝，上下游坝坡较缓，且下游坡面设置“之”字形上坝路，不宜布置垂直式升鱼滑道，因此采用斜坡轨道式升鱼机，同时为避免轨道经过坝肩位置的高边坡开挖，配合坝顶钢桁架转运过坝。

e) 过鱼设施组成

枢纽坝体左岸布置有发电引水洞，短鱼道从电站尾水下游位置诱鱼，在尾水渠附近集鱼；而且，左岸建筑物相对较少，过鱼设施的运送轨道与其他建筑物不存在交叉。因此本工程“短鱼道+升鱼机转运过坝”过鱼设施考虑布置在左岸。过鱼设施组成如下：

下游诱鱼及集鱼段：由短诱鱼道、赶鱼台车及赶鱼栅、集鱼斗、电动葫芦①及自动抓取设备、水平运鱼排架、分鱼暂养系统等组成。赶鱼栅与赶鱼台车底部铰轴连接，诱鱼时赶鱼栅由电机控制其旋转为顺水流方向，需赶鱼时旋转至与水流方向垂直，赶鱼台车向上游集鱼斗移动，把鱼赶至鱼斗中，经电动葫芦①吊运至分鱼暂养系统；

下游鱼斗运送系统：主要由厂区水平轨道及水平运鱼台车、下游斜坡轨道及斜坡运鱼小车、电动葫芦②、卷扬机等组成；

水平轨道运送系统：主要由水平轨道及水平运鱼小车、电动葫芦③、坝肩转运钢桁架及电动葫芦④组成；

上游鱼斗运送系统：主要由上游斜坡轨道及斜坡运鱼小车、电动葫芦⑤、卷扬机等组成；

库区投放系统：由库区斜坡码头、趸船吊机、运鱼船等组成。利用停靠在斜坡码头的趸船吊机将鱼斗吊装至库区的运鱼船上，运鱼船行驶到库尾地势开阔、饵料丰富的位置将鱼放生。

供、补水系统：从电站尾水渠左侧边墙引出一根管径为 0.4m 的钢管通向集鱼段

上游，设计引用流量约为 $0.5\text{m}^3/\text{s}$ ，作为短鱼道的诱鱼流量，方便鱼游入集鱼池，为保证鱼道内的流速，在集鱼池前设置消能池。

整套过鱼设施系统的转运步骤相对较多，因此对机械设备的连续稳定运行要求较高，后期需加强检修和维护，优点是耗水量小，便于砾石土心墙坝的布置。

f) 集鱼设施流场数值模拟

1) 计算公式

本工程数值模型属于不可压缩的粘性流体，在笛卡尔坐标系下，时均控制方程中的连续性方程和 N-S 方程分别为：

$$\frac{\partial U_i}{\partial x_i} = 0 \quad (\text{式 1-1})$$

$$\frac{\partial U_i}{\partial t} + U_j \frac{\partial U_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\nu \frac{\partial U_i}{\partial x_j} - \overline{u_i u_j} \right) + \frac{1}{\rho} F_i \quad (\text{式 1-2})$$

式中， $\overline{u_i u_j} = \nu_i \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} \right) \frac{2}{3} k \delta_{ij}$ ， δ_{ij} 是 Kronecker 符号，当 $i=j$ 时 $\delta_{ij}=1$ ，当 $i \neq j$ 时 $\delta_{ij}=0$ ； ρ 为流体密度； p 为压力； t 为时间； U_i 为 i 方向的速度分量； F_i 为作用于单位质量水体的体积力； ν 为运动粘性系数。

2) 鱼道内部流速及流场分析

(1) 计算工况

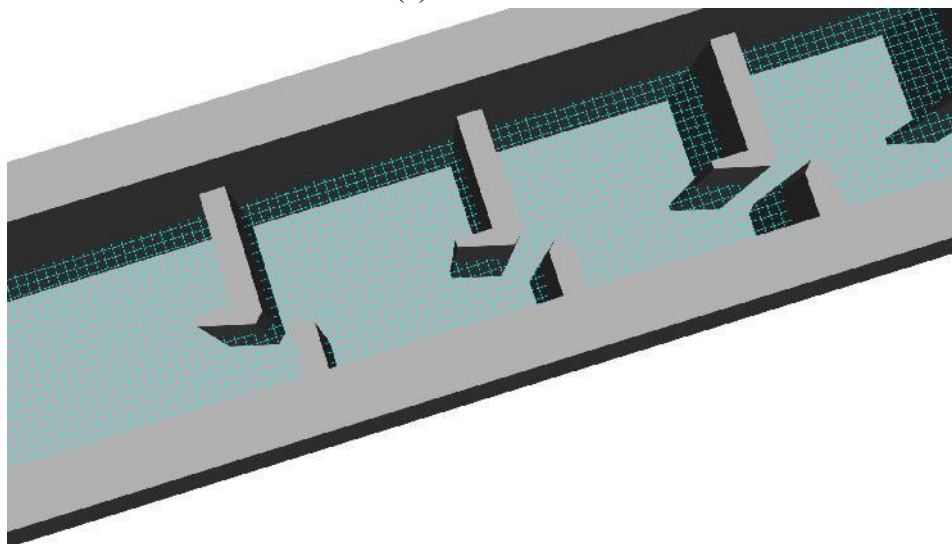
根据鱼道的运行情况，竖缝式鱼道计算工况为进口水位取 1173.78m (对应鱼道水深为 1.28m)，出口水位取 1173.20m (对应鱼道水深为 1.20m)。

(2) 计算区域及网格划分

基于 FLOW-3D 计算平台进行建模，鱼道计算区域长度约 38m，鱼道槽身横断面为矩形，净宽 2m，竖缝隔板间距 2.25m，共设竖缝式隔板 12 组。对所模拟的计算段在笛卡尔坐标系下划分网格，网格采用边长为 0.1m 的正方体结构化网格，总网格单元数约 21 万个。计算模型与网格划分如图 6.3.3-2。



(a) 计算模型



(b) 网格划分

图 6.3.3-2 计算模型及网格划分图

(3) 边界条件

边界条件所给定的参数由运行工况给出。模型进出口边界条件均采用压力边界条件并设置相应的原型运行水位。鱼道边壁、底部均为固体壁面，糙率取 0.02，鱼道表面为自由水面。

(4) 计算结果及分析

在运行工况下，鱼道表面流速分布如图 6.3.3-3 所示。

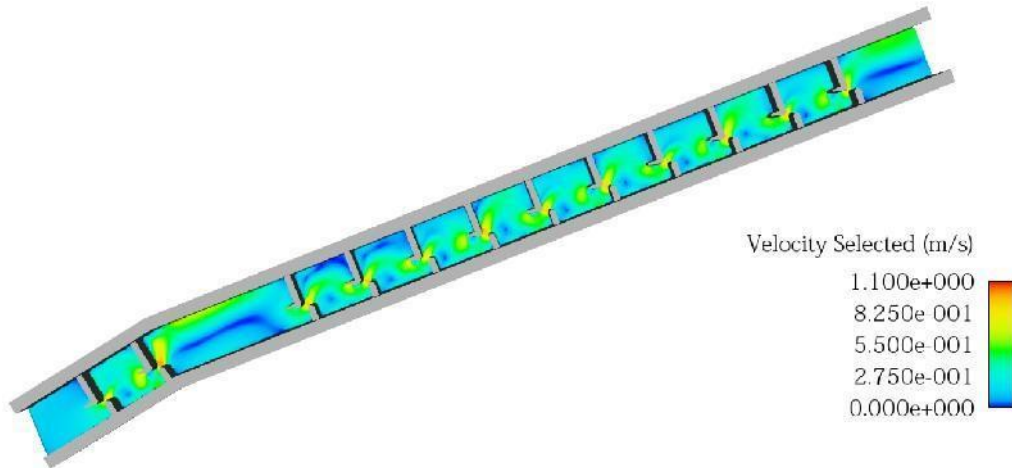
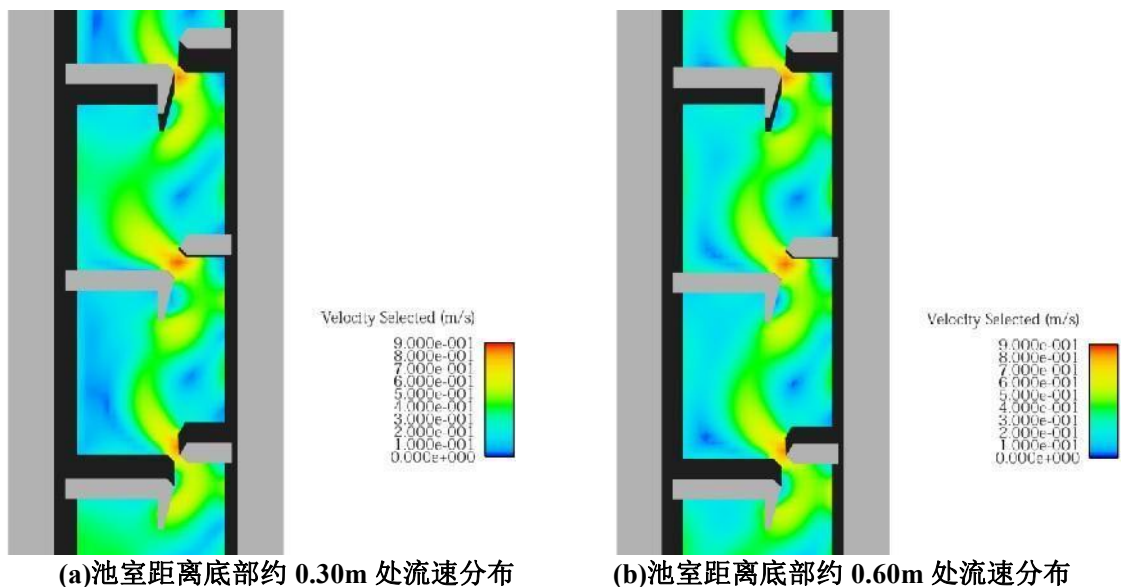
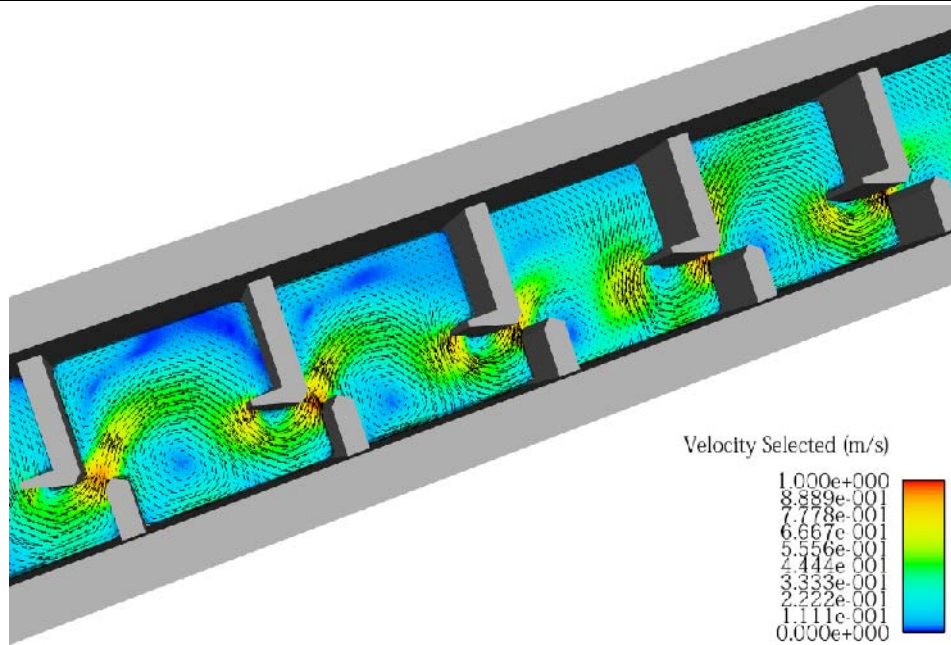


图 6.3.3-3 鱼道表面流速分布

池室流速及流场分布如图 6.3.3-4 所示。由模拟结果可知，鱼道池室内无漩涡、水跃等不良流态产生，池室内水流流向明确，主流顺畅，无明显扭曲，水流主流在池室内呈相对较缓的“S”形流线，有利于目标鱼类感知主流方向，沿主流上溯洄游。竖缝处水流流向较为明确，无明显水位跌落。水流经过各级隔板进入池室中，受竖缝式隔板的挤压，竖缝之间流速明显增大，流速在 0.6m/s 和 1m/s 之间，可以满足过鱼要求。两级隔板之间存在强度随时间变化的回流，回流流速不大，约在 0.2m/s 以下，有利于鱼类上溯过程中暂时休息，恢复体力。

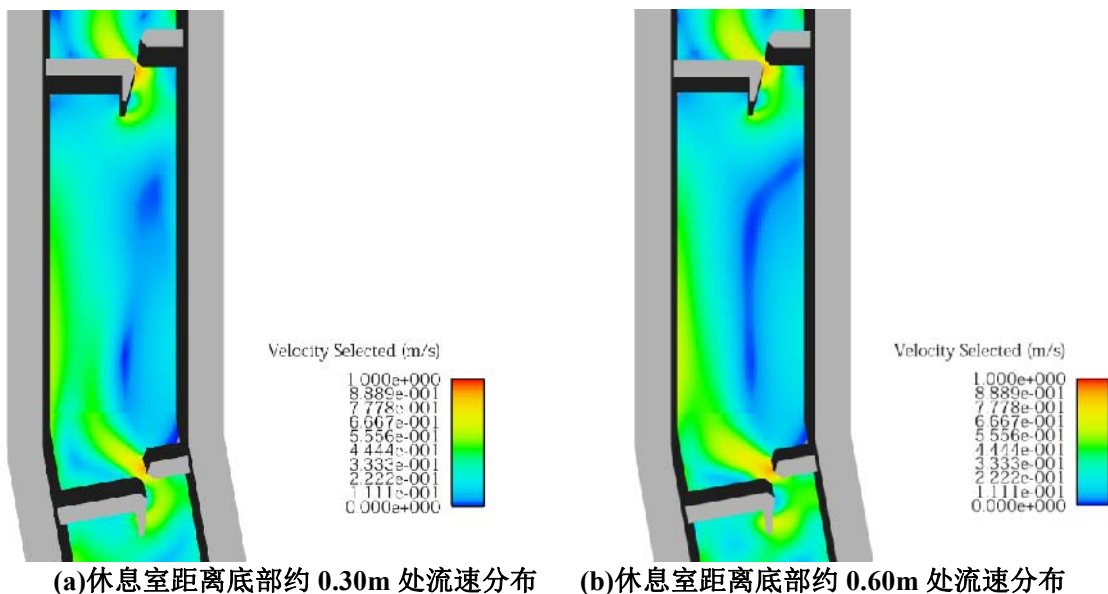




(c)池室流场分布

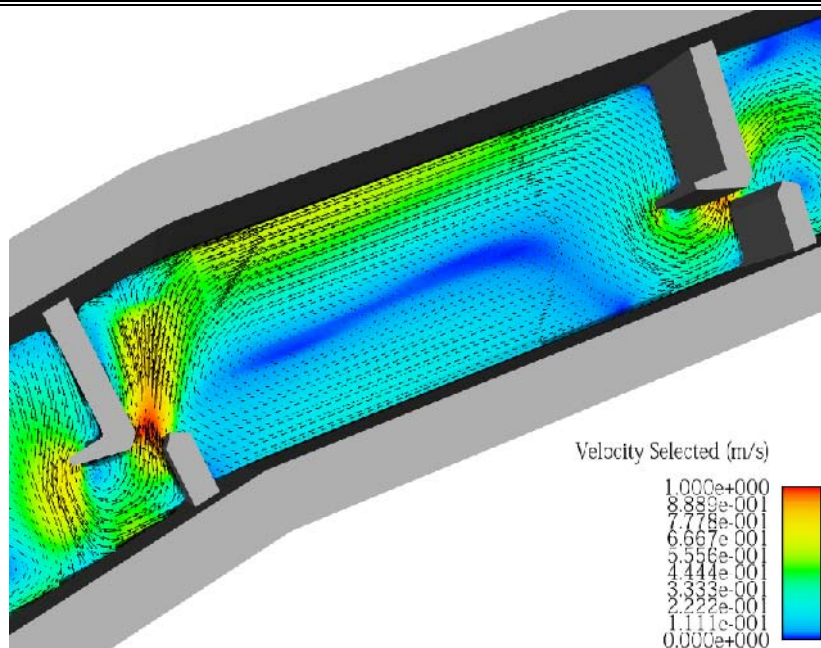
图 6.3.3-4 池室流速及流场分布图

休息室流速及流场分布如图 6.3.3-5 所示。由模拟结果可知，池内水流较平稳，无漩涡、水跃等流态产生。水流在上游竖缝处以射流形式进入休息室，形成休息池的主流区，在纵向导板及横向导板作用下，主流区呈现较大的弯曲，最后从下游竖缝流出休息池，并出现回流区域，回流面积不大。休息室内流速值基本在 0.65m/s 以下，能够满足鱼类休息要求。



(a)休息室距离底部约 0.30m 处流速分布

(b)休息室距离底部约 0.60m 处流速分布



(c)休息室流场分布

图 6.3.3-5 休息室流速及流场分布图

3) 鱼道进鱼口布置分析

(1) 计算工况

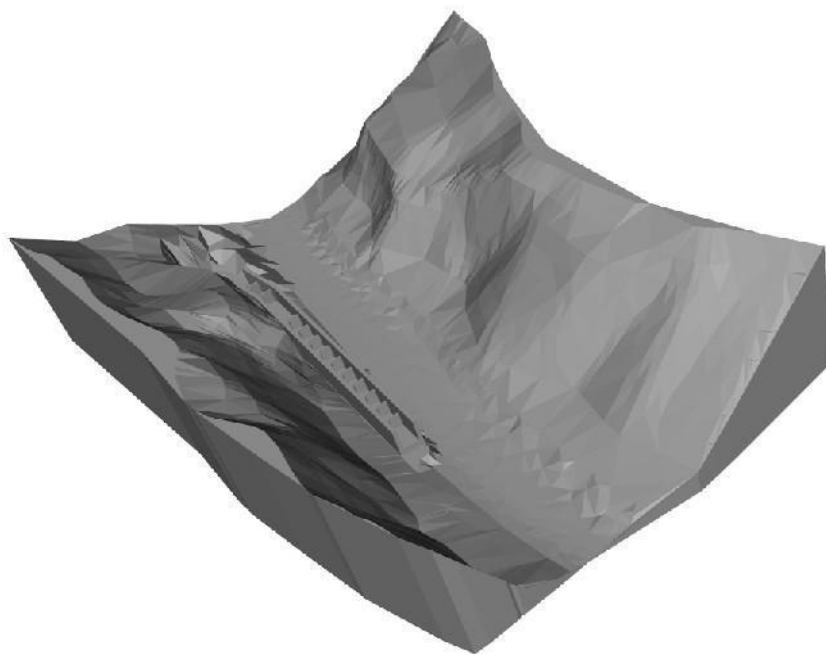
根据电站尾水渠流量下泄情况及下游水位条件，数值模拟初步选取 4 个代表工况，见表 6.3.3-4。

表 6.3.3-4 鱼道进鱼口流场计算工况

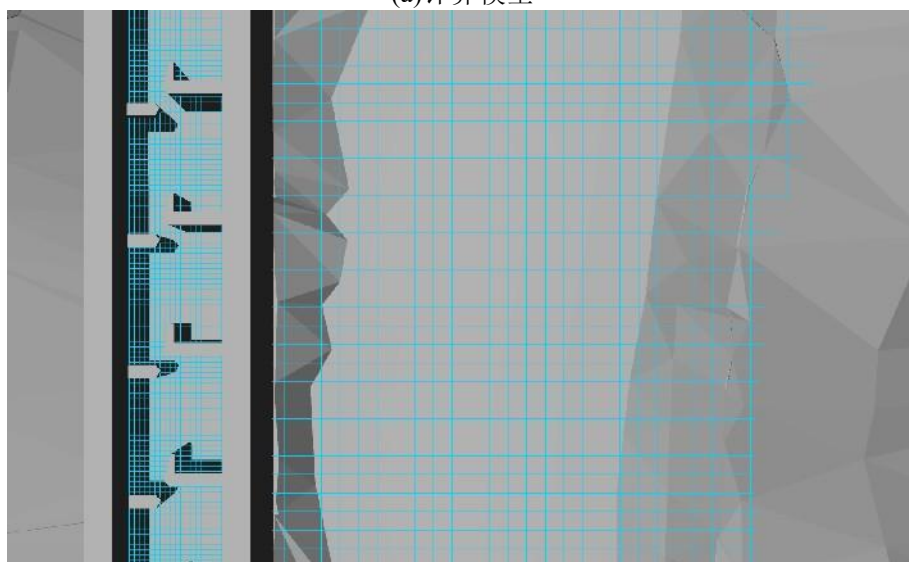
工况	厂房尾水渠流量(m ³ /s)	下游水深(m)	备注
1	3.72	0.49	两台机组运行
2	1.86	0.34	一台机组运行
3	1.58	0.31	生态流量上限
4	0.79	0.21	生态流量下限

(2) 计算区域及网格划分

选取鱼道出鱼口处至下游约 52.0m 的河段区域及鱼道作为计算区域，采用矩形网格对计算区域进行划分。总网格单元数约 96 万个，河道下游及鱼道处采用的网格间距为 0.1m，河道上游河段采用的网格间距为 0.4m。计算模型与网格划分见图 6.3.3-6。



(a) 计算模型



(b) 网格划分(河道上游部分位置处)

图 6.3.3-6 计算模型及网格划分图

(3) 边界条件

边界条件所给定的参数由运行工况给出。模型进出口边界条件均采用压力边界条件并设置相应的原型运行水位或流量。鱼道及河道边壁、底部均为固体壁面，糙率取 0.02，鱼道及河道表面为自由水面。

(4) 计算结果及分析

在工况一至四条件下，计算得到的河道水位分布如下图所示(进鱼口处及河道下游位置)。由图可知，在工况一条件下，河道水深最大。各种工况下在进鱼口位置处，

河道水位范围约为 1173.20m 至 1173.32m，鱼道进鱼口底高程为 1172.0m，可保证进鱼口位置处在各工况下有约 1.2m 至 1.32m 的水深，可满足鱼类上溯要求，因此鱼道进鱼口高程设置基本合理。

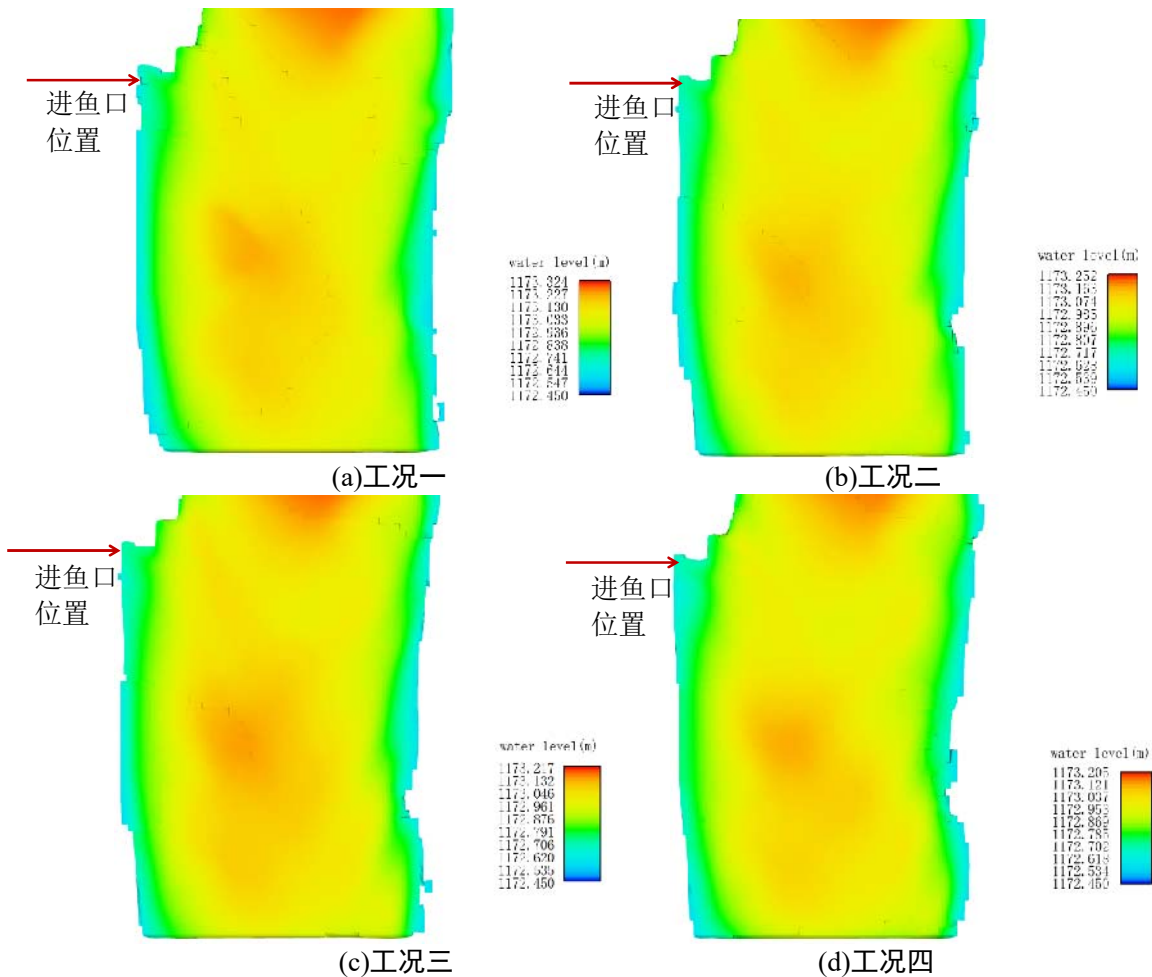


图 6.3.3-7 鱼道下游河道水位图

在各工况条件下，鱼道进鱼口及下游流速分布如图 6.3.3-8 所示。由图可知，在各工况下，进鱼口处水流下泄，并在河道中形成主流，有利于鱼类感知主流方向，并上溯至鱼道中。经初步论证进鱼口位置及高程布置较合理。

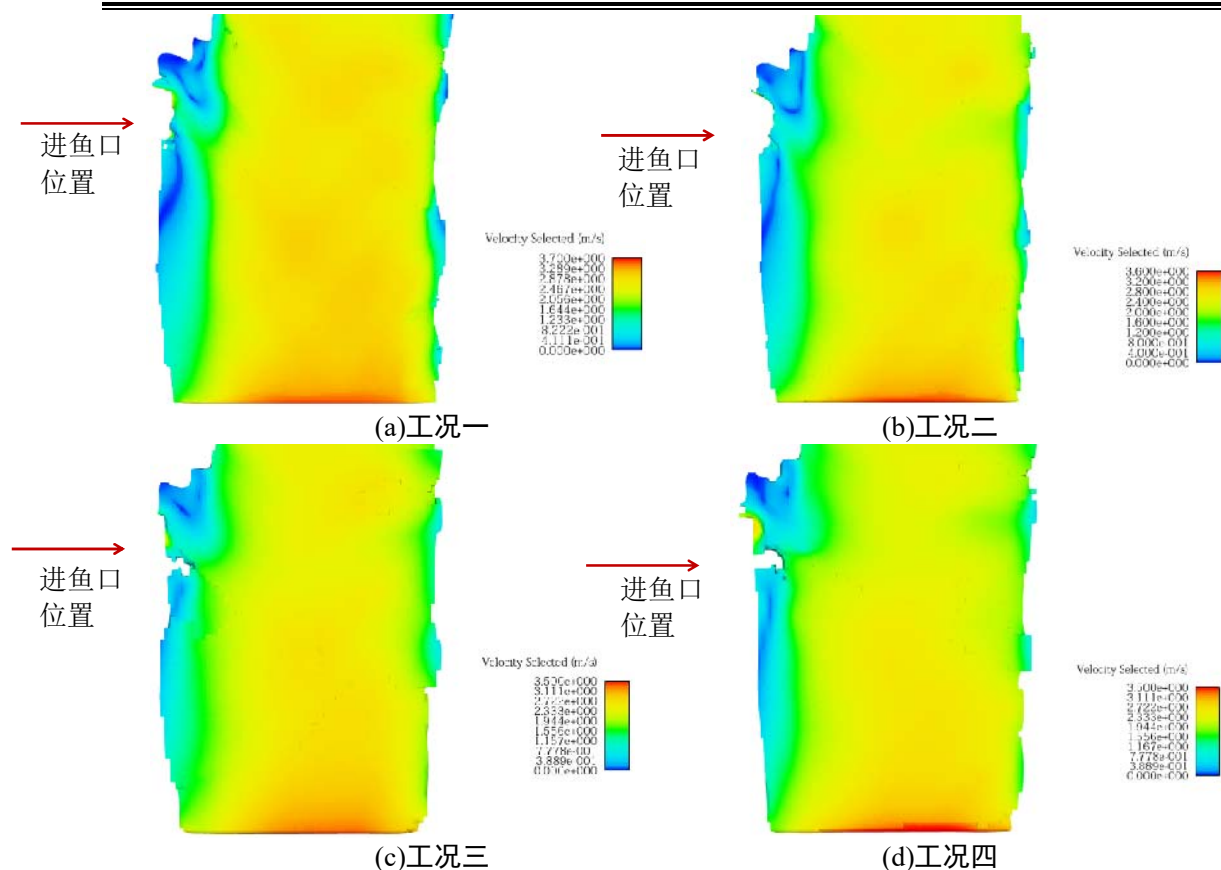


图 6.3.3-8 鱼道进鱼口及河道流速分布图

鱼道池室和休息室内均无不良流态产生，池室存在明显的主流区和回流区，主流区流向明确，有利于鱼类感知主流方向，回流区面积不大，有利于避免鱼类在回流区徘徊，难以上溯。竖缝处流速可满足过鱼要求。休息室存在主流区，主流区流速大于鱼类感应流速，并小于持续游泳流速，满足鱼类上溯要求，有一定范围回流区，流速相对较小，利于鱼类进行短暂的休息。

在各运行工况下，进鱼口处水深范围约 1.2m 至 1.32m，进鱼口高程设置能够满足鱼类顺利进入鱼道，进鱼口下泄水流在河道中形成主流，流速约为 1.1m/s 至 1.7m/s，适合诱导鱼类上溯，诱鱼作用比较明显。

g) 过鱼设施布置

黄草坝水库在过鱼季节库区会可能出现的最低水位为死水位 1262.0m，根据《水电工程过鱼设施设计规范》(NB/T35054-2015)，库区投放最低水位选取为 1262.0m。过鱼季节鱼道下游进口水位选取的运行工况为鱼道流量完全由生态流量下泄提供，即枯水期最小生态流量 0.79m³/s 对应下游河道水位 1173.50m。鱼道的设计流速主要根据过鱼目标的克流能力而定，本项目鱼类极限流速取为 1.3m/s，结合工程经验，鱼类

的感应流速一般取为 0.2m/s，本阶段初拟鱼道设计流速 0.9m/s，下阶段将结合鱼类游泳能力试验成果确定鱼道的设计流速。

过鱼设施布置在河道左岸，桩号 YD 0+0.00~桩号 YD 0+49.70 为下游诱、集鱼道段，长 49.70m，后接分鱼暂养系统；桩号 GD0+0.00~桩号 GD0+50.72 为厂区水平运鱼轨道，长 50.72m，为保证厂区位置的交通要求，轨道安装完成后表面高程取厂坪高程 1178.40m；桩号 GD0+050.72~桩号 GD0+271.76 为上坡段轨道运鱼系统，长 221.04m；桩号 GD0+271.76~桩号 GD0+565.58 为水平轨道吊运系统，长 293.82m，高程为 1342.5m，坝肩位置为避免铺设轨道造成的高边坡开挖，采用回转吊接力过坝；桩号 GD0+565.58~桩号 GD0+765.42 为下坡段轨道运鱼系统，长 199.84m。

为避免电站尾水位置的较强漩涡干扰鱼类洄游，选取距离尾水渠出口约 50m 的下游河道右岸作为短鱼道进口，进口底高程应能满足在主要过鱼季节下游水位的变化，底板高程为 1172.00m，与主河床走向大致呈 15°角衔接。鱼道进口设置水平的诱鱼池，便于鱼类休息补充体力；短鱼道长 36.70m，采用矩形断面池室型式，根据《水利水电工程鱼道设计导则》(SL609-2013)建议范围，取常规池室净宽为 2.0m，常规池室净长取净宽的 1.25 倍，即 2.5m，休息池室宜为平底，其长度取为 2 倍的常规池室净长，即 5.0m，鱼道转弯处休息池室适当加长。结合过鱼对象体长及类似工程设计经验，初拟竖缝宽度为 0.3m；鱼道尾部设置赶鱼栅池，长 12.0m，后接集鱼池，池内设集鱼斗。池室数量为 11 个。

h) 辅助过鱼设施

观察设施：为观察过鱼效果，在鱼道池室的适当位置安装观测摄像头，同时，在运鱼小车上安装观测系统以便进行运输的跟踪及监控；

防护栏：鱼道顶部设置防护栏，以防杂物进入鱼道，也可防止鱼类跳出鱼道及当地人员进入鱼道捕鱼。

拦鱼设施：为增强短鱼道进鱼效果，帮助鱼类找到鱼道入口顺利上行，在短鱼道进口临河道侧至河左岸布置横向拦鱼电栅，用以阻隔鱼类上溯至鱼道进口上游河道的通路。拦鱼电栅采用悬索悬挂式，布置在鱼道进口处，与鱼道进口边墙成 45 度角并延伸至对岸，长度约 25m，高度约为 3m，同时配置电拦计算机控制软件实现整个鱼栅系统的控制和监测。拦鱼电栅的电极阵上安装红色指示灯，并在电栅周围区域设置警示牌等明显标志，用以提醒人员勿在电栅附近围观或进行捕鱼、游泳、驶船等危险

行为。

6.3.3.6 拦鱼设施

a) 拦鱼电栅

为了解决工程引水过程中，防止部分鱼类可能通过引水管道口被卷入浑水管中，装备拦鱼是十分必要的。电栅拦鱼是由脉冲电发生器、电极及导线组成，它是由脉冲电流通过电流电栅在水中形成一个无形的网，利用鱼类具有的回游、逃避、集群等生活习性，当鱼在靠近电极 3m 处时就感觉到微弱的电流，越近电极，电流越强。鱼在受刺激后，将本能地向电场较弱的方向逃游，从而达到防逃目的。

b) 拦鱼电栅位置的选择原则

正确、合理地选择拦鱼电栅位置是保证拦鱼效果的关键之一，特别是对拦顺水鱼更为重要。位置选择主要遵从如下原则：

1) 拦阻断面处的平均流速不能超过鱼的适宜游速。对体长 30cm 以上的成鱼，流速不应超过 0.7m/s，对体长 10cm 以上的鱼种，流速不应超过 0.5m/s。

2) 拦阻断面应选在较宽阔的喇叭口处。这样，既可保证拦网处的平均流速以满足要求，又可使鱼受到刺激后回逃时有适宜地方回旋、返游，可大大提高拦鱼效果。

3) 使拦阻断面与鱼的来向(即顺水流方向)成一定角度($45^{\circ}\sim 60^{\circ}$)为最佳。可充分发挥电场的效能，并能增加鱼回转的时间和空间，使之更易逃出电场区。

4) 拦栅断面处地势应相对平坦。一则使水深相对平均，电场强度相当；二则施工、运行管理方便。

c) 拦鱼电栅位置的选择

拦鱼电栅设置在引水口外围 5m 位置。

6.3.3.7 渔政管理措施

加强渔政管理，实施禁渔区和禁渔期制度，严格执行《云南省实施<中华人民共和国渔业法>办法》，保护小黑江鱼类资源。

a) 加强渔政队伍建设

建议当地渔政部门建立健全渔政管理机构，加强渔政队伍及其能力建设，提高渔政部门的执法能力和力度。加强鱼类资源保护宣传，严格执法，禁止禁渔区内任何渔业生产活动，特别是要禁止电鱼、炸鱼、毒鱼等违法捕鱼行为。

b) 严格执行禁渔期和禁渔区制度

制定禁渔期和禁渔区，在鱼类集群产卵容易捕捞的时段和河段禁止捕鱼，以保护鱼类能够顺利完成生命过程。将鱼类重要栖息地划定为禁渔区，禁渔区内禁止任何形式的渔业活动；将鱼类易捕和重要时段设为禁渔期，禁渔期间整个水域均为禁渔区，特别是鱼类比较集中的河段。

c) 建立鱼类保护应急机制

对围堰内的鱼类及时进行捕捞、暂养、放归；需要进行水下爆破的，事先需对影响水域采用声、电或网具等手段驱赶鱼类，以免鱼类受到爆破的波及；在初期蓄水时，坝下河段水量明显减少，出现减水情况，鱼类会较集中搁浅，应事先安排人员巡查，禁止初期蓄水期坝下减水河段捕鱼，对搁浅的鱼类及时采取救护措施，运行至库尾及坝下河段适宜生境放流，以保护鱼类。

d) 加强渔业管理

限制渔具、渔法、渔具类型及其规格，保证幼鱼不被捕起。某些渔法，如电鱼、炸鱼、毒鱼等，对鱼类资源的破坏是毁灭性的，必须严格禁止，以保护渔业资源的持续利用。

e) 控制生物入侵

黄草坝水库形成后，水体规模明显增加，部分适应流水环境的本土著种退出库区河段，生态位出现较大空缺，此时如果适应静水环境的入侵鱼类进入库区，即存在生物入侵风险。入侵物种大量繁殖，将进一步占用土著物种的生态空间，导致本土著种种群规模进一步减小，对本地生物多样性产生危害。应严格管理，宣传普及防范外来物种知识，提高防范意识。

6.3.3.8 鱼类保护科学研究

下阶段，黄草坝水库工程应开展以下鱼类保护科学研究工作：

a) 过鱼设施专项研究

目前，国内已有许多建成运行的高坝过鱼设施案例，下阶段，应针对这些工程案例开展调研工作，总结其在建设和运行过程中的经验和教训，进一步优化黄草坝水库过鱼设施的工艺设计。在专项设计阶段，应开展过鱼对象生态习性研究，优化过鱼设施参数选取；结合工程布置和运行调度工况，开展数学模拟和物理模型试验，研究下游河道流场，对集鱼设施的布置，尤其是集鱼口的选择进一步进行优化；对过鱼设施的运行管理进行研究，优化运行方式，在确保减少人为干预的前提下，尽量缩短过鱼

时间，减少对鱼类的伤害；对国内外过鱼设备进行充分调研，选择对鱼类更为友好的装置和装备。本项目过鱼设施专项研究设计方案建议报行业主管部门进行咨询。

b) 过鱼设施运行效果研究

过鱼设施建成运行后，应及时开展科学研究工作，加强过鱼期间的监测和观测，及时做好统计分析工作，及时总结问题，提出优化改进的思路和方法，对过鱼季节过鱼设施的运行效果全面进行评估，其评估结论可以作为本项目及其他类似工程优化过鱼设施设计的科学依据。

c) 鱼类增殖放流效果评估研究

鱼类增殖放流效果评估主要在鱼类标记技术、回捕调查等方面开展研究工作。鱼类标记应根据放流鱼种对象合理选择标记方式，目前多推荐采用遗传标志的技术，其具有终生携带、不影响个体、标记比例高等特点，建议针对此标记技术结合本项目放流任务开展相关研究工作。此外，回捕调查应合理设置调查时间、点位等，并选择对鱼类伤害较小的捕鱼方式，对采集的鱼种应及时进行鉴定及统计分析，定期出具增殖放流效果评估报告。

d) 鱼类栖息地保护研究

本项目鱼类栖息地保护以管理措施和科研调查为主，工程措施为辅。因此，应充分开展栖息地保护河段的水生生境和水生生物资源调查，通过调查成果进行对比分析，总结评估栖息地保护的效果；及时发现栖息地保护中存在的问题，提出改进措施和方案，如有需要采取工程辅助措施的，在调研国内外相关最新技术的基础上，科学选择栖息地保护和修复方式，以使小黑江栖息地保护河段实现更好的保护效果。

6.3.4 生态敏感区的保护措施

6.3.4.1 对小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区的保护措施

根据云南省农业农村厅批复的《云南省黄草坝水库工程对小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区影响专题论证报告》(云农渔〔2022〕6号)，小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区的保护措施主要包括繁殖期避让、鱼类最低生境需求、鱼类增殖放流、水生态系统监测和渔政管理等措施。在此基础上，本次环评提出开展生态调度的措施要求。

工程实施后，坝址下游水文情势改变将影响中国结鱼省级水产种质资源保护区内鱼类的生境。保护区共栖息有 47 种鱼类，主要保护对象中国结鱼、野结鱼(大鳞结鱼)、

云南吻孔鲃(云南四须鲃)、后背鲈鲤,这4种鱼类均为澜沧江流域中下游干支流重要的中大型鲃类,为当地主要的经济鱼类。根据对这四种主要保护鱼类的习性调查,中国结鱼主要繁殖期为7月~9月,后背鲈鲤、云南吻孔鲃、野结鱼的繁殖习性尚不明确,根据一些野外观察,这几种鱼类可能在5月~6月产卵。因此,考虑尽可能减缓水库建库对保护区内这几种鱼类繁殖的影响,工程规划在汛期6月~11月加大生态流量泄放,通过泄放生态流量措施,使得到达小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区的流量满足中国结鱼生存和繁殖,减小影响。

适时开展生态调度,在来水量大时,通过泄洪设施调度,模拟天然洪水过程,以刺激坝下游保护区河道内鱼类的产卵繁殖。中国结鱼的繁殖期为7月~9月,其他鱼类繁殖期可能为5月~6月,因此,规划进入汛期6月后,10月之前,择机实施一次生态调度,调度时间不低于7天,调度流量不低于6月~9月的多年平均流量值。从丰、平、枯各典型年流量调节计算成果来看,黄草坝水库建库后,运行期间6月~9月来水流量和下泄流量具备实施生态调度的条件。下阶段,应结合工程运行调度和下游目标鱼类的需水要求,开展生态调度方案的科学研究工作。

6.3.4.2 对五湖国家湿地公园的保护措施

a) 避免措施

工程输水路线末端离普洱五湖国家湿地公园较近,距离约为110m。工程建设应避免占用湿地公园的面积以及对湿地公园的生态环境造成干扰。

b) 减缓措施

严格控制建筑材料、渣土的随意堆放,防止施工污水任意排放,对湿地公园动植物生境的占用及污染。

减少夜间作业,避免灯光、噪声对动物活动的干扰。

在施工过程中若发现野生动物的活动处,应进行避让和保护,以防影响野生动物的栖息,同时要杜绝施工人员捕杀野生动物。

c) 恢复与补偿措施

临近湿地公园的区域要尽量减少对湿地公园植被的破坏,施工结束后对临时占地进行恢复。

d) 管理措施

施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》,严禁在施工区及其周围

捕猎野生动物，特别是重点保护野生动物。在施工前，组织施工人员学习有关国家法律和法规，学习识别国家重点保护动物，确保野生动物的保护落实到每一个环节。

6.3.4.3 对小黑江森林公园的保护措施

- a) 优化工程设计。工程设计时尽量远离小黑江森林公园，泵站、蓄水池、弃渣场、施工道路等工程尽量远离森林公园，尽量减轻工程建设对公园周边环境的破坏。
- b) 优化施工时间。应选择在秋冬季节施工，避开及动植物生长、繁殖敏感期。
- c) 施工前划定施工活动范围，严禁越界施工造成对森林公园的破坏。
- c) 尽量减少夜间作业，避免灯光、噪声等对周边动物活动的干扰。
- d) 车辆运输时应用防尘篷布遮盖严实、施工区及时洒水，以缓解扬尘对周边植物产生的影响。
- e) 施工结束后，及时对临时占地区进行恢复，植被恢复时尽量选择与周围植物生活型相似的种类，减少其对森林公园周边景观的破坏。

6.4 环境空气保护措施

6.4.1 施工工厂粉尘控制

混凝土生产系统应尽量采用全封闭混凝土生产系统，选用自动化拌和楼以减少粉尘的飞扬，水泥输送选用螺旋输送机，管道接口密封，在袋装水泥(粉煤灰)仓库和贮罐顶部装设脉冲袋式除尘器作为除尘设备，以降低现场粉尘。加强对混凝土生产系统吸尘、收尘设备的使用效果的监测，混凝土生产系统附近进行定时洒水降尘，洒水时间为无雨天每隔 2 个小时，可用处理后的施工废水进行洒水。

6.4.2 施工开挖、爆破粉尘削减与控制

- a) 选用低尘工艺，工程爆破方式应优先选择凿裂爆破、预裂爆破、光面爆破和缓冲爆破技术等，以减少粉尘产生量。
- b) 凿裂、钻孔、爆破应采用湿法作业，以降低粉尘。
- c) 隧洞开挖爆破时注意洞内通风，保持空气流畅；并在各工作面现场洒水降尘。
- d) 爆破钻孔设备要选用带除尘器的钻机，爆破时应尽量采用草袋覆盖爆破面，减少粉尘的排放量。
- e) 配置洒水车，在大坝、隧洞口等多粉尘作业面配备人员及设备，非雨日每日洒水降尘，加速粉尘沉降，减小粉尘影响时间与范围。

f) 施工弃土弃渣等及时清运至弃渣场堆放处理。

6.4.3 交通扬尘控制

a) 对于交通粉尘而言，最有效的方法是提高公路路面等级、及时清扫路面粉尘，定时进行洒水降尘工作。特别是村庄附近路段，对其洒水降尘及清扫路面的力度应加大，建议成立公路养护、清扫专业队伍，施工阶段在无雨日对汽车行驶路面勤洒水，每天3次~4次，可以使空气中粉尘量减少70%左右。

b) 降低车速，在上述公路居民点附近路段设置一定的限速标志，以减轻交通扬尘对附近居民点的影响。

c) 在运输水泥、粉煤灰等材料时采取储罐、密封运输方式，运送渣土等应遮盖运输，防止沿程遗撒；严禁超载。

d) 做好公路绿化，依不同路段情况，可绿化区段栽植乔木、灌木等。

6.4.4 燃油废气防治措施

a) 施工现场的机械及运输车辆使用国家规定的标准燃油。

b) 执行《机动车强制报废标准规定》，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气超标的老、旧车辆，及时更新。

c) 机械及运输车辆要定时保养，调整到最佳状态运行。

6.5 噪声防治措施

6.5.1 噪声源控制

a) 利用施工区地形屏障降噪。在施工平面布置中应充分利用施工区的地形、地势等自然隔声屏障，进行合理布置。噪声源具有方向性，布置时不应使传播噪声高的一面朝向安静的场所，可利用地形将高噪声设备布置在地势较低的地段，降低噪声对外传播。为减免噪声对施工生活办公区的影响，施工作业区与施工生活办公区之间应有一定距离，降低噪声的影响。

b) 采购符合环保要求施工机械。施工单位必须选用符合国家有关环保标准的施工机械，运输车辆噪声应符合 GB16170-1996《汽车定置噪声限值》和 GB1495-79《机动车辆允许噪声标准》，其它施工机械符合 GB12523-2011《建筑施工场界环境噪声排放标准》。在满足上述标准情况下尽量选用低噪声设备和施工工艺。

c) 尽量缩短高噪音机械设备的使用时间，配备、使用减震坐垫和隔音装置，降低噪声源的声级强度。施工中加强各种机械设备的维修和保养，做好机械设备使用前的检修，使设备性能处于良好状态。

d) 对挖土机、推土机与翻斗车等设备，可通过安装消声管、消音器、隔声罩或隔离发动机振动部件的方法降低噪声；产生噪声的部件还可以部分地或完全封闭，并用减振垫、防振座等手段以减少振动面板的振幅。

e) 合理安排施工时间，严禁夜间(22:00~6:00)施工，尤其是夜间交通运输和爆破等施工行为。

f) 加强道路交通管理，在敏感目标路段、降噪路段设执勤人员，车辆在本段应适当减速行驶，禁鸣高音喇叭，并适当减少鸣笛次数。在居民点路段设置限速、禁鸣标志牌，根据敏感点的分布情况，在进场道路沿线翁安村、麻栗坪、箐底村、勐乃村和场内道路施工营地路段共设置限速禁鸣标志牌。

6.5.2 传播途径控制

根据预测结果，施工工厂的机械和车辆噪声可能会对施工工厂西南侧 20m~60m 处的 5 户居民产生影响，应设置隔声屏，长度约为 150m。

坝址下游进场道路两侧的翁安村、麻栗坪、箐底村、勐乃村居民点受施工交通运输噪声影响相对较大，除采取如减速慢行、禁止夜间施工等噪声源控制措施之外。距离最近的居民房前可根据实际情况布设移动式隔声屏障，以减轻施工运输对敏感点的噪声影响。移动式声屏障高 3m，采用金属板结构，内含吸声材料，可拆卸重复使用，使用过程中最大隔声量可达 21dB(A)。拟设置隔声屏障 1500m。

输水工程施工沿线受施工噪声影响较大，且无法避让的敏感点，可在敏感点临施工区或施工道路侧设置移动式隔声屏障，以减轻施工对敏感点的噪声影响。根据工程布置、施工安排及敏感点分布实际情况，共设置隔声屏障 3000m，声屏障高度根据具体设置点位计算确定，分布在 49 个敏感居民点处。其中，谦岗泵站在东北侧设置永久声屏障。为进一步降低泵站噪声的影响，设置 100m 的绿化隔声带。

6.5.3 敏感受体保护

施工承包商应加强施工人员的劳动保护，配备防声用具，施工人员在进入强噪声环境中作业时，如凿岩、钻孔、开挖、机械检修工等，应配戴个人防声用具。对于强

噪声源，尽量提高作业的自动化程度，实现远距离的监视操作。

施工区施工人员加强劳动保护，改善施工人员作业条件，高噪工段的施工人员每天连续作业不超过 6 小时。为施工人员配发耳塞、耳罩和头盔等个人防护用具，保证施工人员的人身健康。

6.6 土壤保护措施

6.6.1 源头控制措施

a) 施工期及运行期各类污废水、固体废物应按“水环境保护措施”和“固体废物处置措施”进行处理和处置，避免污染工程周边土壤环境。

b) 对工程区内耕地、园地、林地地块进行表土剥离，并运往表土堆存场集中堆置防护，用于后期植被恢复。

c) 加强施工机械设备的维护保养，减少机械设备油类的跑、冒、滴、漏对土壤环境的影响。

d) 运行期地方政府应需加强库周环境管理，确保水库库区良好的水质，避免因水质污染进而造成土壤的酸化、碱化和盐化现象。

6.6.2 过程防控措施

a) 运行期加强库周水环境管理，确保水库库区水质良好，避免水质污染进而造成土壤酸化、碱化和盐化现象。

b) 加强建设排水系统，灌排结合，提高排水系统的排水能力，保持排水系统畅通，及时排出灌溉尾水，有效控制地下水位的临界深度，防止灌溉水入渗抬高地下水位，防止灌区土壤发生次生潜育化。

c) 完善灌排水系统，要求合理用水、节约用水，应尽量避免串灌、浸灌、田间跑水等不合理的用水方式，尤其是地势低平，灌溉水易汇难排的地域，应由排水设施将渍水排出，降低地下水位，以免形成此生潜育化。采取定期晒田的间歇灌溉措施，可以改善土壤的通气性能，提高土壤温度，减少土壤中的还原性有毒物质。

d) 因潜育化土壤有机质含量丰富，潜在肥力较高，但磷、钾及微量元素含量比较缺乏，应合理施肥，协调土壤养分，提高水稻根系活力，促进禾苗生长。

e) 加强运行期库区周边土壤含盐量和地下水水位的监测，若出现因本项目建设

造成土壤盐化现象，应采取排水排盐或降低地下水位的措施。对于排水排盐措施，可通过设置暗管进行排水排盐，配合种植盐分吸收植物改良土壤；对于降低地下水位措施，可适当抽取地下水降低地下水水位。

6.7 固体废物处置措施

6.7.1 生活垃圾处置

6.7.1.1 施工期生活垃圾处置

a) 生活垃圾收集

按照 GB/T 50337-2018《城市环境卫生设施规划标准》的要求，设置施工区环境卫生设施，主要包括公共厕所、垃圾筒(箱)、果皮箱等。公共卫生设施的布置应根据施工总体布置，结合工程管理实际和施工人员居住区分布状况，设置永久性或半永久性设施及临时卫生设施。为便于生活垃圾的收集与清运，在施工生活区及施工人群密集区设置垃圾筒(箱)和果皮箱。枢纽工程施工营地共设垃圾桶 20 个，配备垃圾运输车 1 辆。

b) 处理方式

施工区生活垃圾宜采用分类后集中处理，对于无机垃圾中金属等材料进行回收，在源头上对生活垃圾进行减量化处理。

工程位于普洱市景谷县境内，区域内有生活垃圾填埋场，根据水利水电工程生活垃圾处理惯例，要求施工期生活垃圾全部运往景谷县生活垃圾填埋场，按要求处理。

c) 处理流程

枢纽工程施工区的生活垃圾采用分类后集中处理，无机垃圾堆存在施工营地的生活垃圾收集站，对于可回收部分进行分选，剩余的其他垃圾集中后经过压缩，运送到普洱生活垃圾填埋场进行处理。

6.7.1.2 运行期生活垃圾处置

水库现场工程管理、生产人员总 50 人，生活垃圾的产生量按 1kg/人·d 计，则日产生生活垃圾量约 50kg/d，年产生生活垃圾 18.25t/a，生活垃圾收集后交景谷县正兴镇环卫部门收运处置。

6.7.2 建筑垃圾

从源头控制和加强施工管理以减免建筑垃圾的产生量,对于已产生的垃圾也尽量回收利用,主要措施如下:

a) 合理选购材料和构件,设计人员在设计时应尽量运用标准设计,采用标准模块和预制构件,以减少建筑垃圾的产生。

b) 加强施工管理。各承包商应制定对施工时产生的建筑垃圾的处理措施。在施工现场需对建筑垃圾分类存放,施工工厂车间内应设置垃圾桶,对废弃的塑料、油料、钢材、碎金属等物品进行分类收集,委派专人负责回收和清运。

c) 废混凝土尽量进行破碎处理,作为天然粗骨料代用品制作混凝土。对于散落的砂浆和混凝土,一方面承包商应加强施工管理减少散落量;另一方面,建议对润湿的砂浆混凝土可以通过冲洗将其还原为水泥浆、石子、砂进行回收。

d) 对于不易回用处理的建筑垃圾如竹木材、废弃的装饰材料以及各种包装材料等与生活垃圾性质的,可与生活垃圾一起运至普洱生活垃圾填埋场进行处理。

6.7.3 库底清理固体废物处理

黄草坝水库库底环境保护清理工作包括固体废物清理。在这一过程中,如发现堆存在库底的粪便污泥、生活垃圾、工业固体废物等,应进行专门收集,运出水库淹没区进行无害化处理处置。清理后的设施、场地须按照《水利水电工程水库库底清理设计规范》的有关规定进行消毒处理。如有位于库底清理范围内的固体废物堆(场),应全部进行清理。

市政污水、粪便收集和处理设施中积存的污泥(包括公共厕所、粪池、化粪池、沼气池、废弃的污水管道、沟渠等设施中积存的污泥等废物)、牲畜栏和设施内积存的禽畜粪便以及类似的废物应予以清理。

6.7.4 其他固体废物

a) 危险废物

施工期机械漏油、更换机油、机修含油废物等为危险废物,运行期厂房发电机组将产生废油,产生量约 2t/a,均为危险废物,应按照危险废物管理办法进行收集、贮存、转移,交由有资质单位进行处理。

1) 收集

施工期应在厂内设置油污收集池并配备小型废油收集桶；运行期产生废油的位置主要在发电机组油库，应在产生部位放置收集容器，容器四周设置导截流措施和收集池，并配备应急物资。

2) 贮存

设置专门的危险废物贮存库。危险废物贮存库的选址、设计、建设、运行管理应满足 GB18597、GBZ1 和 GBZ2 的有关要求，并配备照明设施和消防设施。贮存危险废物按危险废物的种类和特性进行分区贮存，每个贮存区域之间宜设置挡墙间隔，并应设置防雨、防火、防雷、防扬尘装置。危险废物贮存期限应符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的有关规定。建设单位应建立危险废物贮存的台帐制度，危险废物出入库交接记录内容参照《危险废物收集 贮存 运输技术规范》(HJ 2025-2012)附录 C 执行。危险废物贮存设施根据贮存的废物种类和特性按照 GB18597 附录 A 设置标志。

3) 转移

工程产生的所有危险废物的转移均交由有资质单位进行处理。如实记录、妥善保管转移危险废物的种类、重量(数量)、接受者等相关信息，并按照国家有关规定向环境保护主管部门申报登记。按照《危险废物转移管理办法》(生态环境部 公安部 交通运输部 部令 第 23 号)的管理办法，提供相应的证明材料和转移联单等。

4) 应急预案

按照国家有关规定制定危险废物事故防范措施及环境应急预案；在危险废物产生、收集、贮存等环节出现扩散、流失、泄漏等情况时，立即启动环境应急预案，采取应急措施，并向移出地县级以上环境保护主管部门报告。

b) 其它废物

爆破施工后残留物主要为硝酸盐类物质，且残留物量极少。在运行期，枢纽管理单位人员生活垃圾处置方式纳入城镇垃圾转运系统。

6.8 水土保持措施

以下内容摘录《云南省普洱市黄草坝水库工程水土保持方案报告书(送审稿)》中相关内容，实施阶段，工程采取水保措施以批复的水土保持方案及批复意见要求为准。

6.8.1 水土流失防治责任范围及分区

黄草坝水库工程位于山区丘陵地带，按工程的施工特点和水土流失的特性可将工程区划分为枢纽工程区及输水工程区 2 个一级分区，将枢纽工程区划分为主体工程区、弃渣场区、料场区、施工生产生活区、临时堆料场区、交通道路区、工程永久办公生活区、移民安置区 8 个二级分区；将输水工程区划分为主体工程区、弃渣场区施工生产生活区、交通道路区等 4 个二级分区。

表 6.8.1-1 水土流失防治分区表

一级分区	二级分区	三级分区
枢纽工程区	主体工程区	大坝枢纽工程区
		电站厂房区
	弃渣场区	
	料场区	
	施工生产生活区	
	临时堆料场区	
	交通道路区	永久交通道路区
		临时施工道路区
	工程永久办公生活区	
	移民安置区	
输水工程区	主体工程区	输水建筑物区
		输水线路区
	弃渣场区	
	施工生产生活区	
	交通道路区	永久交通道路区
		临时施工道路区

6.8.2 水土流失防治目标

本工程不属于国家级及省级水土流失重点预防区和重点治理区，且不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、风景名胜区、地质公园、

森林公园、重要湿地等环境敏感区。

本阶段核实黄草坝水库枢纽工程不涉及云南省“三区三线”成果启用后的生态保护红线，根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)，本工程执行水土流失防治一级标准。

项目区属于半湿润区，水土流失治理度、林草植被恢复率和林草覆盖率不作修正；项目区土壤侵蚀强度为轻度，土壤流失控制比调整为 1.00；项目区属中山地貌，海拔高程位于 1000m~3500m，渣土防护率降低 3%；输水线路末端位于城市区，渣土防护率及林草覆盖率提高 1%。

表 6.8.2 各分区水土流失防治目标表

分区	枢纽工程区						输水工程区						综合指标		
项 目	一级标准		按土壤 侵蚀 强度	按地 形	采用标准		一级标准		按土壤 侵蚀 强度	按地 形	位于 城市区	采用标准			
	施 工 期	设计 水平年	修正	修正	施 工 期	设计 水平年	施 工 期	设计 水平年	修正	修正	修正	施 工 期	设计水 平年	施 工 期	设计 水平年
水土流 失治理 度(%)	*	97			*	97	*	97				*	97	*	97
土壤流 失控制 比	*	0.85	0.15		*	1.00	*	0.85	0.15			*	1.00	*	1.00
渣土防 护率(%)	90	92		-3	90	89	90	92		-3	1	90	90	90	90
表土保 护率(%)	95	95			95	95	95	95				95	95	95	95
林草植 被恢复 率(%)	*	96			*	96	*	96				*	96	*	96
林草覆 盖率(%)	*	21			*	21	*	21			1	*	22	*	22

6.8.3 水土保持措施总体布局

a) 枢纽工程区

施工前，主体工程对大坝等建筑物进行清基，清基表土回覆至大坝及电站厂房绿化区域，施工结束进行表土回填并土地平整完毕后，对坝肩、溢洪洞等建筑物边坡及坝下管理范围、电站厂房采取生态护坡及绿化美化措施，施工期采取适当临时防护、拦挡措施。

b) 输水工程区

主体工程设计在输水建筑物周围开挖排水沟，施工前对输水建筑物占地区域进行表土剥离，施工结束进行表土回填并土地平整完毕后，对建筑物周边及隧洞边坡采取绿化美化措施，对穿越建筑物区域采取植被恢复措施；管线区进行土地平整，并栽植乔灌木恢复植被，对高陡开挖边坡采取挂镀锌铁丝网喷播植草。施工期采取适当临时防护、拦挡措施。

c) 弃渣场区

对弃渣场采取挡渣墙(拦渣坝)拦挡和截水沟排水措施，弃渣前对扰动区域进行表土剥离，并集中堆放，采取临时防护。施工完毕后将剥离土回填至渣体表面，并进行土地平整。土地平整完毕后，采取植被恢复措施，对枢纽 1#弃渣场采取景观绿化。

d) 料场区

对剥离无用层采取临时拦挡苫盖防护，施工完毕后回填平整，对开采边坡及平台采取生态护坡、栽植攀援植物、栽植灌木等绿化美化及植被恢复措施。

e) 施工生产生活区

施工前对扰动区域进行表土剥离，并集中堆放，采取临时拦挡苫盖防护措施。在施工区周边布设临时排水沟。施工完毕后进行土地整治及时恢复植被，耕地区域由主体工程进行复耕。

f) 临时堆料场区

施工完毕后进行土地整治及时恢复植被，耕地区域由主体工程进行复耕。施工期对临时堆土采取临时拦挡、苫盖措施。

g) 交通道路区

在永久道路区两侧采取整地、生态护坡及灌木绿化措施，临时道路在施工完毕后进行土地平整、植被恢复，施工期采取适当临时排水、拦挡措施。

h) 工程永久办公生活区

施工前对建筑物占地区域进行表土剥离，施工期间对临时堆放的表土采取拦挡和苫盖措施，施工结束后将表土回填至待绿化区域，平整后采取乔灌木绿化美化措施。

i) 移民安置区

对移民集中安置区硬化区域进行表土剥离，并在建筑物周边修建浆砌石排水沟。施工期间对临时堆土采取临时防护，施工结束后对空闲区域进行表土回覆平整绿化。

6.8.4 分区防治措施设计

6.8.4.1 主体工程区

a) 大坝枢纽工程区

1) 工程措施

施工完毕后，主体工程设计对大坝周边管理范围裸露空地进行覆土整治，将大坝及建筑物清基表土中 5.8 万 m^3 回覆至周边绿化区域。回覆完毕后进行土地平整，平整面积 10.30hm^2 。

2) 植物措施

(1) 边坡绿化

为了防止雨季时边坡产生的水土流失，兼顾库区景观的美化，需对坝肩和隧洞开挖边坡进行绿化：强风化及覆盖层边坡为喷砼封闭坡面，设计对其采用挂镀锌铁丝网喷播植草的方式进行绿化，面积 2.74hm^2 。在坡面使用风钻钻孔，安装单层植生板，铺挂单层镀锌铁丝网，使用主次锚杆进行锚固，采用厚基质喷播，喷播厚度 $>10\text{cm}$ ，使用混合种子；全风化或土坡则在主体工程已有框格梁护坡内采取放置植生袋护坡，面积 0.91hm^2 。土料采用大坝清基表土 1.2 万 m^3 。经量算，大坝枢纽边坡绿化面积共计 3.65hm^2 ，喷播草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1。

(2) 大坝管理范围绿化

对大坝周边可绿化区域进行绿化和植草防护，采用种乔灌草相结合的配置方式，绿化面积 10.30hm^2 。乔木树种选用云南樟、清香木、红木荷、思茅松，栽植密度 1 株/ 20m^2 ；灌木选用红花檵木、三角梅、火棘，栽植密度 1 株/ 5m^2 ；草种选用结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播密度 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

3) 临时措施

施工期间在大坝、溢洪洞、导流洞、取水发电洞进出口等开挖场地进行临时防护，采用编织袋装土堆砌在开挖边坡外侧进行挡护，土方堆高小于 3m，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1:0.5，并对开挖裸露面铺设防尘网。

b) 电站厂房区

1) 工程措施

电站厂房布置于大坝左岸坝脚处。施工完毕后，主体工程设计将大坝及建筑物清基表土中 368m^3 回覆至电站厂房绿化区域。回覆完毕后进行土地平整，平整面积 0.11hm^2 。

2) 植物措施

(1) 边坡绿化

为了防止雨季时边坡产生的水土流失，兼顾库区景观的美化，需对生态电站开挖边坡进行绿化：强风化及覆盖层边坡为喷砼封闭坡面，本设计对其采用挂镀锌铁丝网喷播植草的方式进行绿化，面积 0.83hm^2 。在坡面使用风钻钻孔，安装单层植生板，铺挂单层镀锌铁丝网，使用主次锚杆进行锚固，采用厚基质喷播，喷播厚度 $>10\text{cm}$ ，使用混合种子；全风化或土坡则在主体工程已有框格梁护坡内采取放置植生袋护坡，面积 0.28hm^2 。土料采用大坝清基表土 0.36 万 m^3 。经量算，生态电站边坡绿化面积共计 1.11hm^2 ，喷播草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1。

(2) 厂区绿化

对厂房可绿化区域进行绿化和植草防护，采用种乔灌草相结合的配置方式，绿化面积 0.11hm^2 。对建筑物间空闲地采用满铺草坪，草坪草种选用马尼拉草。草坪外缘种植单排绿篱 100m ，绿篱选用大叶黄杨。草坪内种植红花檵木、三角梅等花灌木加以点缀，种植密度 1 穴/ 5m^2 ；乔木树种选用云南樟、清香木，分散种植，种植密度 1 株/ 20m^2 。

3) 临时措施

施工期间在建筑物开挖场地进行临时防护，土方堆高小于 3m ，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m ，顶宽 0.5m ，边坡 1:0.5。

6.8.4.2 弃渣场区

枢纽工程区共产生弃渣 144.58 万 m^3 (松方)，共布置弃渣场 4 处，分别为枢纽 1#弃渣场、枢纽 2#弃渣场、枢纽 3#弃渣场及枢纽 4#弃渣场。弃渣场类型有平地型、沟道型和坡地型 3 种。弃渣场总占地面积 12.96hm^2 ，堆渣高度在 $6.0\text{m}\sim 19.0\text{m}$ ，占地类型为耕地、林地。

表 6.8.4-1 枢纽工程区弃渣场概况表

名称	位置	弃渣场类型	占地面积(hm ²)	最大堆高(m)	占地类型	弃渣场容量(万 m ³)	堆渣量(万 m ³)	弃渣来源
枢纽 1#弃渣场	石料场开采后的迹地	平地型	2.8	6	林地	39.31	37.95	大坝及其他建筑物开挖
枢纽 2#弃渣场	麻栗树村北侧 100m	沟道型	2.0	19	耕地、林地	10.61	10.60	大坝及其他建筑物开挖
枢纽 3#弃渣场	小黑江右岸那畔村附近	坡地型	5.7	17	耕地、林地	48.07	48.00	施工道路、大坝开挖料
枢纽 4#弃渣场	勐乃村下游 150m	坡地型	2.46	19	耕地、林地	25.8	25.30	黄草坝公路开挖、大坝开挖料
合计			12.96			123.79	130.72	

a) 工程措施

1) 枢纽 1#弃渣场

枢纽 1#弃渣场布置在石料场开采后的迹地上，为平地型弃渣场，主要堆存大坝及其他建筑物开挖弃渣。该弃渣场弃渣量为 37.95 万 m³，占地面积 2.80hm²，堆渣高程 1420.0m~1426.0m，最大堆高 6.0m，设计堆渣边坡坡比 1:3，从挡渣墙底起坡，在 1422m、1424m 处各设置一道 2m 宽的马道。

(1) 拦挡工程

浆砌石挡渣墙：主体工程设计在石料场开采平台下挖 10m 采料，下挖采坑回填完成后，在石料场最终开采平台 1420.0m 及高程 1424.0m 沿弃渣场占地范围的北侧、南侧和西侧修建浆砌石挡渣墙对弃渣进行拦挡。挡墙顶宽 0.3m，墙高 0.8m，墙趾、墙踵尺寸为 0.5m，墙身设φ10cmPVC 排水管，排水管水平间距为 2m，垂直间距为 0.9m，梅花型布置。

格宾石笼挡渣墙：在高程 1422.0m 采用格宾石笼型式挡墙，格宾石笼框架采用 Ø20 钢筋焊接，框架尺寸为(长×宽×高)0.4m×0.3m×0.4m；护脚埋深 0.4m，下设 10cm 碎石垫层，垫层下设反滤土工布结构。格宾石笼框格采用 8 号铅丝编制，网格尺寸为 0.1m×0.1m，石笼内的填料块石块径应超过网孔的 1.5 倍~2 倍。

堆渣过程中需分层对弃渣进行压实，弃渣压实量 391700m³。

(2) 排水工程

沿弃渣场东侧即石料场开采边坡坡脚处修建截水沟，以排泄石料场开采边坡汇水，截水沟采用梯形断面，两侧边坡系数均为 0.5，侧壁和底厚均为 0.3m，断面尺寸为 0.8m(宽)×0.9m(高)；沿挡渣墙顶前平台 1420.0m、1422.0m 及 1424.0m 分别设置一道马道排水沟，以排泄 1#弃渣场顶面及坡面汇水，两端接入截水沟，其组成的排水系统将汇水平顺引入天然沟渠。马道排水沟采用矩形断面，断面尺寸为 0.5m(宽)×0.6m(高)，侧壁和底厚均为 0.3m。排水系统均采用浆砌石结构。

2) 枢纽 2#弃渣场

枢纽 2#弃渣场布置在麻栗树村北侧 100m，为沟道型弃渣场，主要堆存大坝及其他建筑物开挖弃渣。该弃渣场弃渣量为 10.60 万 m³，占地面积 2.00hm²，堆渣高程 1400.0m~1419.0m，最大堆高 19.0m，设计堆渣边坡坡比 1:3，每隔 5.0m~6.0m 高差设置一级 2m 宽的马道。

(1) 拦挡工程

在渣脚修建拦渣坝，坝体结构型式采用透水堆石坝，设计拦渣坝坝高为 4.5m，坝底标高 1398.5m，坝顶标高 1403.0m，坝顶宽 3.0m，上游坡比 1:2，下游坡比 1:2，上游坡设置一层 500g/m²的土工布作为反滤层，土工布两侧分别用 200mm 厚和 300mm 厚碎石作为保护层。

(2) 排水工程

沿弃渣场周边修建截水沟，沿高程 1408.0m 和 1414.0m、最终渣顶 1419.0m 分别设置一道马道排水沟，两端接入截水沟，其组成的排水系统将汇水平顺引入天然沟渠。排水系统均采用浆砌石结构。截水沟采用梯形断面，两侧边坡系数均为 0.5，侧壁和底厚均为 0.3m，断面尺寸为 0.8m(宽)×0.9m(高)。马道排水沟采用矩形断面，断面尺寸为 0.5m(宽)×0.6m(高)，侧壁和底厚均为 0.3m。

3) 枢纽 3#弃渣场

枢纽 3#弃渣场布置在小黑江右岸那畔村附近，为坡地型弃渣场，主要堆存枢纽工程区施工道路开挖弃渣。该弃渣场弃渣量为 31.57 万 m³，占地面积 5.70hm²，堆渣高程 1000.0m~1013.0m，最大堆高 13.0m，设计堆渣边坡坡比 1:3，在高程 1005.0m 和 1010.0m 分别设置一级 2m 宽的马道。

(1) 拦挡工程

根据实际地形条件，在弃渣场坡脚设置格宾石笼挡渣墙，挡渣墙断面如下：

格宾石笼挡渣墙采用品字型布置，上底宽 1.0m，下底宽 5.0m，高度 2.5m，埋深 0.5m，墙前铺设 3.0m 宽、0.2m 厚的雷诺护垫。

(2) 排水工程

沿弃渣场周边修建截水沟，沿挡渣墙顶后平台 1002.0m、高程 1005.0m 和 1010.0m、最终渣顶 1413.0m 分别设置一道马道排水沟，两端接入截水沟，其组成的排水系统将汇水平顺引入天然河道。排水系统均采用浆砌石结构。截水沟采用梯形断面，两侧边坡系数均为 0.5，侧壁和底厚均为 0.3m，断面尺寸为 1.0m(宽)×0.9m(高)。马道排水沟采用矩形断面，断面尺寸为 0.5m(宽)×0.6m(高)，侧壁和底厚均为 0.3m。

4) 枢纽 4#弃渣场

公路#弃渣场位于勐乃村下游 150m 的平缓地带，为坡地型弃渣场，堆渣高程 954~989m，最大堆高 5.0m，设计堆渣边坡坡比 1:3，在挡渣墙顶后设置一道 2m 宽的马道。

(1) 拦挡工程

根据地形条件，在弃渣场坡脚设置格宾石笼挡渣墙，采用品字型布置，上底宽 1.0m，下底宽 5.0m，高度 1.5m，埋深 0.5m，墙前铺设 3.0m 宽、0.2m 厚的雷诺护垫。

(2) 排水工程

为防止降雨及坡面汇水冲刷渣面，同时排出最终渣面汇水，沿弃渣场周边修建截水沟，沿挡渣墙顶后平台设置一道马道排水沟，两端接入截水沟，其组成的排水系统将汇水平顺引入天然沟渠。排水系统均采用浆砌石结构。截水沟采用梯形断面，两侧边坡系数均为 0.5，侧壁和底厚均为 0.3m，断面尺寸为 0.8m(宽)×0.9m(高)。马道排水沟采用矩形断面，断面尺寸为 0.5m(宽)×0.6m(高)，侧壁和底厚均为 0.3m。

b) 土地整治

枢纽 1#弃渣场与石料场取弃结合，回覆表土利用石料场取料前剥离表层土，表土剥离计入主体工程，施工结束后将表土回覆至渣顶及边坡，表土回填量 9072 m³。

枢纽 2#~4#弃渣场耕地部分需由主体工程进行复耕，计入建设征地补偿投资。对枢纽 2#~4#弃渣场占用林地区域进行表土剥离，并临时堆放于弃渣场内较平缓高处，施工结束后，将各弃渣场剥离表土回覆至渣顶及边坡并进行平整，经统计，枢纽 2#~4#弃渣场表土剥离量为 25611m³，土地平整面积 7.90hm²，表土回填量为 25611m³。

c) 植物措施

1) 枢纽 1#弃渣场

根据不同的地形地势和植物景观造景要求，分别采取孤植、对植、丛植、群植、带植和绿篱等多种形式，景观面积共 2.8hm^2 。场地采取满铺草坪，草种采用马尼拉草，绿化面积 2.20hm^2 ；游步道两侧及场内种植树形美观带有观赏性的树种，主要有云南樟、大王椰子、蓝花楹、小叶榄仁、山合欢、羊蹄甲，种植密度为 1 株/ 20m^2 ，乔木种植后需绑扎草绳并用树木支撑；种植琴叶珊瑚作为景观灌丛，栽植面积 90m^2 ，栽植密度 6 株/ m^2 ，草坪上点缀种植观赏性花灌木，主要有迎春、鸡蛋花、苏铁、云南山茶，栽植密度 1 株/ 50m^2 ；草坪外缘栽植单排景观绿篱，树种为杜鹃、三角梅。

2) 枢纽 2#弃渣场

枢纽 2#弃渣场平整完毕后，在弃渣场边坡及渣顶面植灌草恢复植被，绿化面积 2.00hm^2 。灌木选择车桑子，株行距 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$ ；草种选择结缕草和狗牙根草，混播比例 1:1，撒播量为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

3) 枢纽 3#弃渣场

枢纽 3#弃渣场平整完毕后，在弃渣场边坡及渣顶面植灌草恢复植被，绿化面积 5.70hm^2 。灌木选择车桑子，株行距 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$ ；草种选择结缕草和狗牙根草，混播比例 1:1，撒播量为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

4) 枢纽 4#弃渣场

枢纽 4#弃渣场平整完毕后，在弃渣场边坡及渣顶面植灌草恢复植被，绿化面积 0.20hm^2 。灌木选择车桑子，株行距 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$ ；草种选择结缕草和狗牙根草，混播比例 1:1，撒播量为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

d) 临时措施

由于枢纽 2#~4#弃渣场距输水线路距离较近，施工期间，将剥离表土集中堆放于管线两侧，堆土边坡为 1:2，平均堆高 3.0m，为防止水土流失，在剥离表土四周用袋装土进行临时拦挡，袋装土拦挡型式为梯形断面，袋装土高 1.0m，底宽 2.0m，顶宽 1.0m，需袋装土 1841m^3 ；采用防尘网进行苫盖，需防尘网 32353m^2 。

6.8.4.3 料场区

a) 石料场

1) 工程措施

主体工程在取料前需剥离料场覆盖层约 22.3 万 m^3 (松方)，暂置于紧邻石料场的

临时堆料场。施工结束后，将剥离料中部分表层土回填至可绿化区域及边坡喷播，表土回填量 28076m^3 。其余剥离料作为弃渣置于 1#弃渣场。表土回覆后对开采平台及缓坡区域进行土地平整，平整面积 4.27hm^2 。

石料场位于坝顶高程以上山梁，降雨后汇水沿坡面排入下游河道，且开挖边坡均设马道排水沟以防止坡面冲刷，故石料场周边暂不设置截排水沟。

2) 植物措施

开采结束后对石料场开采面进行修整并采取生态护坡及绿化美化。设计对其采用挂镀锌铁丝网喷播植草的方式进行绿化，面积 4.40hm^2 。在坡面使用风钻钻孔，安装单层植生板，铺挂单层镀锌铁丝网，使用主次锚杆进行锚固，采用厚基质喷播，喷播厚度 $>10\text{cm}$ ，使用混合种子；主体设计坡比 1:1.25 边坡为混凝土框格梁护坡，采取放置植生袋护坡，面积 0.30hm^2 。

取料完毕后将表土回覆，在石料场平台绿化范围种植灌木并播撒草籽，并在坡脚种植藤本植物进行绿化美化，绿化面积为 4.27hm^2 。灌木选用红花檵木、三角梅、迎春、车桑子，栽植密度 1 株/ 5m^2 ；草种选用结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播密度 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ；藤本植物选用油麻藤，种植间距 1m；草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

3) 临时措施

临时拦挡：施工期间，主体工程剥离表层土暂存于临时堆料场，在剥离料四周采用袋装土进行临时防护，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1:0.5，并铺设防尘网苫盖。

b) 土料场

土料场占地面积 22.96hm^2 ，位于大坝下游 1km 处，占地类型主要为林地及少量耕地。

1) 工程措施

根据施工组织设计，土料场取料前需剥离无用层约 8 万 m^3 ，暂存于临时堆料场，施工结束后回填至取料区。表土回填 6.89 万 m^3 ，回填表土后对土料场进行土地平整，平整面积 22.96hm^2 。

2) 植物措施

土地平整后，在土料场区域种植灌木并播撒草籽恢复植被，绿化面积为 22.96hm^2 。

灌木树种选用车桑子，株行距 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ ；草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

3) 临时措施

临时排水沟：在施工生产生活区四周开挖排水沟，排水沟采用梯形断面，土质结构，尺寸 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ ，边坡 1:1，排水沟长度 1688m。

临时拦挡：施工期间，在剥离料四周采用袋装土进行临时防护，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1:0.5，并铺设防尘网苫盖。

6.8.4.4 施工生产生活区

枢纽施工生产生活区面积 4.53hm^2 ，包括钢木加工厂、混凝土生产系统、施工供风供水、生活营地等，占地类型为林地。

a) 工程措施

施工前对施工区混凝土拌合系统、砂石加工系统等硬化区域进行表土剥离，剥离厚度 30cm，剥离量 14677m^3 。施工结束后需对施工生产生活区扰动区域进行翻耕平整并将剥离表土回填，平整面积 4.53hm^2 。

b) 植物措施

施工完毕后对扰动区域进行植被恢复，栽植灌木并撒播草籽。绿化面积 4.53hm^2 ，乔木选择旱冬瓜、思茅松行间混交，株行距 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ；灌木选择车桑子，株行距 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ；草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

c) 临时措施

临时排水沟：在施工生产生活区四周开挖排水沟，排水沟采用梯形断面，土质结构，尺寸 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ ，边坡 1:1，排水沟长度 645m。

临时拦挡：施工期间为防止堆土流失，在剥离料四周用装土编织袋进行临时拦挡并铺设防尘网，土方堆高小于 3m，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1:0.5，并铺设防尘网。

6.8.4.5 临时堆料场区

a) 工程措施

施工结束后，对临时堆料场地进行翻耕平整，平整面积 13.02hm^2 。

b) 植物措施

施工完毕后,对大坝管理区以外区域栽植灌木并撒播草籽进行植被恢复。绿化面积 13.02hm^2 ,乔木选择旱冬瓜、思茅松行间混交,株行距 $2\text{m}\times 2\text{m}$;灌木选择车桑子,株行距 $2\text{m}\times 2\text{m}$;草种选择结缕草、狗牙根,混播比例 1:1,撒播量为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

c) 临时措施

临时排水沟:在临时堆料场四周沿地形线开挖排水沟,排水沟采用梯形断面,土质结构,尺寸 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$,边坡 1:1,排水沟长度 869m。

袋装土拦挡:施工期间为防止堆料垮塌,在 1#~7#临时堆料场四周用装土编织袋进行临时拦挡,土方堆高小于 3m,堆土边坡为 1:2,编织袋墙分层错位堆砌,按“品”字形紧密排列,袋高 1m,顶宽 0.5m,边坡 1:0.5,并铺设防尘网。

铅丝石笼拦挡:8#临时堆料场位于大坝下游沟道,施工期间为防止堆料垮塌,并及时排出沟道渗水,在临时堆料场四周用铅丝石笼挡墙进行临时拦挡,堆料最大高度 8.5m,挡墙高 5m,由 $1.0\times 0.5\times 0.5\text{m}$ 标准规格铅丝石笼组合堆砌,挡墙与堆放料接触面以土工布覆盖。

6.8.4.6 交通道路区

枢纽工程需建设永久道路共 33.99km,包括黄草坝公路改建进场路、上坝路 28.87km,新建场内交通路 5.12km,为沥青路面;枢纽工程新建场内施工临时道路共 10.85km,为泥结碎石路面。

a) 永久交通道路区

1) 工程措施

施工前,对两侧地形稍缓路段进行表土剥离,分堆暂存于现状道路沿线,剥离量 24661m^3 。施工结束后回覆至两侧边坡以供后期绿化,回填量 24661m^3 。表土回填完毕后对绿化区域进行土地平整,平整面积 7.29hm^2 。

2) 植物措施

根据主体工程设计,永久道路建设形成开挖、回填边坡,路基外侧基本无空间种植行道树。根据主体工程采取的工程防护措施,采取不同植被护坡方式:

对于局部高陡边坡,设计对该段道路挖方边坡采用挂镀锌铁丝网喷播植草的方式进行绿化,铺挂单层镀锌铁丝网,使用主次锚杆进行锚固,采用厚基质喷播,喷播厚度 $>10\text{cm}$,使用混合种子,采用剥离表土,护坡面积 8.22hm^2 ;其余边坡坡比约 1:1~

1:1.25, 拟使用挂三维植草网护坡, 客土液压喷播绿化。挂网后用液压喷播机喷播灌草籽, 带客土喷射厚度 3cm, 喷射完成后及时覆盖无纺布养护, 护坡面积 6.69hm²。

道路填方边坡沿线栽植攀援植物并播撒草籽进行绿化, 坡度较缓边坡栽植灌木。攀援植物树种选择油麻藤, 栽植株距 1m。灌木选择车桑子, 株行距 1.5m×1.5m, 共需车桑子 34043 株; 草种选择结缕草、狗牙根, 混播比例 1:1, 撒播量为 100kg/hm²。

3) 临时措施

临时拦挡: 对剥离表土采用装土编织袋进行临时拦挡, 土方堆高小于 3m, 堆土边坡为 1:2, 编织袋墙分层错位堆砌, 按“品”字形紧密排列, 袋高 1m, 顶宽 0.5m, 边坡 1: 0.5, 并铺设防尘网。

木桩防护: 施工期为防止山区道路土石方滚落, 需对道路下边坡设置木桩护岸, 拦挡长度约 28870m, 需木桩 979m³。

b) 临时交通道路区

1) 工程措施

临时道路占地类型为耕地面积 0.55hm² 需由主体工程进行复耕, 施工结束后, 对临时道路区域进土地平整, 平整面积 9.58hm²。

2) 植物措施

施工结束后临时道路恢复迹地, 种植灌木并撒播草籽进行绿化, 绿化面积 9.58hm²。乔木选择旱冬瓜、思茅松行间混交, 株行距 2m×2m; 灌木选择车桑子, 株行距 2m×2m; 草种选择结缕草、狗牙根, 混播比例 1:1, 撒播量为 100kg/hm²。

3) 临时措施

临时排水沟: 在施工临时道路一侧开挖排水沟, 排水沟采用梯形断面, 土质结构, 尺寸 0.4m×0.4m, 边坡 1:1。排水沟长度共 10850m。

木桩防护: 施工期为防止山区道路土石方滚落, 需对道路下边坡设置木桩护岸, 拦挡长度约 10850m, 需木桩 368m³。

6.8.4.7 永久办公生活区

a) 工程措施

枢纽工程区工程管理用房布设于石料场开采迹地, 施工结束后, 将石料场剥离料中部分表层土回填至建筑物外周可绿化区域, 并进行土地平整, 表土回填量 778m³,

土地平整面积 0.24hm^2 ;

施工前,对后方基地管理用房占压区域进行表土剥离,剥离厚度 30cm ,表土剥离量 758m^3 。施工结束后,对待绿化区域进行土地平整,平整面积 0.19hm^2 。平整后将表土回填至待绿化区域,表土回填量 758m^3 。

b) 植物措施

对工程永久办公生活区可绿化区域进行绿化和植草防护,采用种乔灌草相结合的配置方式,绿化面积 0.47hm^2 。在永久办公区场内道路两侧植行道树,株距 3m ,树种选用云南樟;对建筑物间空闲地采用满铺草坪,草坪草种选用马尼拉草。草坪外缘种植单排绿篱 326m ,绿篱选用大叶黄杨。草坪内种植红花檵木、三角梅等花灌木加以点缀,种植密度 $1\text{穴}/5\text{m}^2$,每穴 2 株;乔木树种选用山合欢,在场内分散种植,种植密度 $1\text{株}/50\text{m}^2$ 。

c) 临时措施

为防止待剥离土料发生滑塌流失,在施工过程中用编织袋装土堆砌在土体外侧坡脚进行挡护,土方堆高小于 3m ,堆土边坡为 $1:2$,编织袋墙分层错位堆砌,按“品”字形紧密排列,袋高 1m ,顶宽 0.5m ,边坡 $1:0.5$,并铺设防尘网。

6.8.4.8 移民安置区

a) 工程措施

开工前对安置区内建筑物部分硬化区域进行表土剥离,待施工结束后将剥离土回填至土面区供绿化使用,并进行土地平整。经估算,表土剥离量为 642m^3 ,回填量 642m^3 ,土地平整面积 0.20hm^2 。

在建筑物周边修建浆砌石排水沟,采用矩形断面,尺寸 $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$,长度 235m 。

b) 植物措施

做好居民点的绿化工作,通过点(庭院绿化)、线(道路绿化)、面(集中绿地)相结合的方式,在移民安置区内部种植适应当地气候条件的乔灌木,以营造适宜的人居环境。采用种乔灌草相结合的配置方式,绿化面积 0.20hm^2 。乔木树种选用云南樟、山合欢,点缀种植,栽植密度 $1\text{株}/10\text{m}^2$;灌木选用红花檵木、三角梅、迎春,点缀种植,栽植密度 $1\text{株}/10\text{m}^2$;草种选用结缕草、狗牙根,混播比例 $1:1$,撒播密度 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

c) 临时措施

在住宅楼修建过程中,在地基挖方时临时堆土及剥离表土四周需采用编织袋填土围护,以防堆土四处扩散,袋装土初步估算 72m^3 ,表面用密目网苫盖,需密目网 290m^2 。

6.8.4.9 输水工程区

a) 泵站及厂房

1) 工程措施

泵站管理用房布设于泵站厂区内。施工前,剥离建筑物占地范围内的表土以备后期绿化,剥离厚度 30cm ,表土剥离量 1185m^3 。施工结束后,对待绿化区域进行土地平整,平整面积 0.37hm^2 。平整后将表土回填至待绿化区域,表土回填量 1185m^3 。

2) 植物措施

泵站厂区内采用乔灌草相结合的配置方式,厂区绿化面积 0.37hm^2 。乔木树种选用云南樟、思茅松,带状混交种植,株行距 $3\text{m}\times 3\text{m}$;灌木选用红花檵木、三角梅、车桑子,株行距 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$;草种选用结缕草、狗牙根,混播比例 1:1,撒播密度 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

3) 临时措施

施工期对剥离表土进行临时防护,采用编织袋装土堆砌在开挖边坡外侧进行挡护,土方堆高小于 3m ,堆土边坡为 1:2,编织袋墙分层错位堆砌,按“品”字形紧密排列,袋高 1m ,顶宽 0.5m ,边坡 1:0.5,并铺设防尘网。

b) 阀井、高位水池等建筑物

1) 工程措施

施工前,剥离建筑物占地范围内的表土以备后期绿化,剥离厚度 30cm ,表土剥离量 16086m^3 ,平整后将表土回填至待绿化区域。表土回填完毕后,对阀井等建筑物周边可绿化区域进行土地平整,平整面积 1.01hm^2 。

2) 植物措施

对建筑物周边可绿化区域种植灌草进行绿化,绿化面积 1.01hm^2 。灌木树种选用车桑子,株行距 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$;草种选用结缕草、狗牙根,混播比例 1:1,撒播密度 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

3) 临时措施

施工期对剥离表土进行临时防护,采用编织袋装土堆砌在开挖边坡外侧进行挡

护，土方堆高小于 3m，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1:0.5，并铺设防尘网。

c) 隧洞进出口

在隧洞进出口洞脸采用挂镀锌铁丝网喷播植草的方式进行绿化。在坡面使用风钻钻孔，安装单层植生板，铺挂单层镀锌铁丝网，使用主次锚杆进行锚固，采用厚基质喷播，喷播厚度>10cm，使用混合种子，土料采用阀井、高位水池等建筑物区域表土。经量算，隧洞洞脸绿化面积 3.95hm²。

施工完毕后，对隧洞周边扰动区域进行土地平整并播撒草籽进行植被恢复。土地平整面积 0.44 hm²。草种选用结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播密度 100kg/hm²。

d) 穿越建筑物区

1) 工程措施

施工前，剥离施工扰动区的表土，表土剥离量 2640m³。施工结束后，对管桥、倒虹埋管施工扰动区域进行清理、土地平整，平整面积为 0.81hm²。

对于明挖穿越道路，采用开挖铺管再回填的方式，回填后恢复原地貌。

2) 植物措施

施工结束后，对施工扰动区域栽植灌草恢复植被，灌木树种选用车桑子，株行距 1.5m×1.5m；草种选用结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播密度 100kg/hm²。

3) 临时措施

施工过程中用编织袋装土堆砌在土体外侧坡脚进行挡护。土方堆高小于 3m，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1:0.5，并铺设防尘网。

e) 输水管线区

1) 工程措施

管线开挖采用分层开挖的方式，开挖土石方临时堆放于沿线两侧，建议顶部熟土与深层土分开堆放，以供植被恢复用。施工结束后分层回填土层，并进行土地平整，土地平整面积 186.01hm²。

2) 植物措施

工程施工完毕对管线占地范围进行土地平整后，采取乔灌草配置方式恢复植被：

在埋管上方区域播撒草籽，管沟两侧栽植浅根系灌木，最外侧区域栽植乔木进行植被恢复，乔木选择旱冬瓜，株行距 $3\text{m} \times 3\text{m}$ ，灌木选择车桑子，株行距 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

部分管线开挖段约 1km 形成高陡边坡，坡比 1:0.75，采取喷混凝土锚杆支护措施。对该段管线挖方边坡采用挂镀锌铁丝网喷播植草的方式进行绿化，铺挂单层镀锌铁丝网，使用主次锚杆进行锚固，采用厚基质喷播，喷播厚度 $>10\text{cm}$ ，使用混合种子，护坡面积 0.80hm^2 。

3) 临时措施

为防止剥离堆土及开挖料发生滑塌流失，对管线两侧临时堆土采用袋装土进行拦挡，土方堆高小于 3m ，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m ，顶宽 0.5m ，边坡 1:0.5，并铺设防尘网。

f) 弃渣场区

线路 1#弃渣场布置在麻栗树村下游的马鹿塘箐冲沟内，为沟道型弃渣场，主要用于堆存输水工程 1#隧洞和 2#隧洞弃渣。该弃渣场弃渣量为 3.02万 m^3 ，占地面积 1.65hm^2 ，堆渣高程 $1152.0\text{m} \sim 1165.0\text{m}$ ，最大堆高 13.0m ，设计堆渣边坡坡比 1:3，在高程 1160.0m 和 1165.0m 分别设置一道 2m 宽的马道。

线路 3#弃渣场布置在宁洱县白沙水村附近冲沟内，为沟道型弃渣场，主要用于堆存输水工程 3#隧洞、谦岗泵站、调压井弃渣，该弃渣场弃渣量为 5.66万 m^3 ，占地面积 1.00hm^2 ，堆渣高程 $1224.0\text{m} \sim 1243.0\text{m}$ ，最大堆高 19.0m ，设计堆渣边坡坡比 1:3，在高程 1230.0m 、 1236.0m 和 1242.0m 分别设置一道 2m 宽的马道。

线路 7#弃渣场布置在输水线路 7#隧洞出口冲沟内，为沟道型弃渣场，主要用于堆存输水工程 7#隧洞的弃渣。该弃渣场弃渣量为 1.12万 m^3 ，占地面积 0.65hm^2 ，堆渣高程 $1295.0\text{m} \sim 1311.0\text{m}$ ，最大堆高 16.0m ，设计堆渣边坡坡比 1:3，在高程 1300.0m 、 1306.0m 和 1311.0m 分别设置一道 2m 宽的马道。

1) 工程措施

(1) 拦挡工程

在渣脚修建拦渣坝，坝体结构型式采用透水堆石坝，其中 1#弃渣场设计拦渣坝坝高为 3.5m ，坝底标高 1150.5m ，坝顶标高 1154.0m ；3#弃渣场设计拦渣坝坝高为

3.2m，坝底标高 1122.8m，坝顶标高 1226.0m；7#弃渣场设计拦渣坝坝高为 3.5m，坝底标高 1293.5m，坝顶标高 1297.0m。

拦渣坝坝顶宽 3.0m，上游坡比 1:2，下游坡比 1:2，上游坡设置一层 500g/m² 的土工布作为反滤层，土工布两侧分别用 200mm 厚和 300mm 厚碎石作为保护层。拦渣坝建设前清除坝肩及坝基表面风化土层及植物层，基础开挖深度不小于 1.5m，并在坝基设置一层 500g/m² 的土工布作为反滤层。

(2) 排水工程

沿弃渣场周边修建截水沟，将汇水平顺引入下游现有排水沟渠内。排水系统均采用浆砌石结构。截水沟采用梯形断面，两侧边坡系数均为 0.5，侧壁和底厚均为 0.3m。其中 1#弃渣场截水沟断面尺寸为 1.6m(宽)×1.6m(高)；3#弃渣场截水沟断面尺寸为 0.7m(宽)×0.8m(高)；7#弃渣场截水沟断面尺寸为 1.0m(宽)×1.1m(高)。马道排水沟采用矩形断面，断面尺寸为 0.5m(宽)×0.6m(高)，侧壁和底厚均为 0.3m。

2) 土地整治

对输水工程各弃渣场占用林地区域进行表土剥离，并临时堆放于弃渣场内较平缓高处，施工结束后，将各弃渣场剥离表土进行回填并平整，表土剥离量为 9510m³，土地平整面积 2.20hm²，表土回填量为 9510m³。

3) 植物措施

弃渣场平整完毕后，在弃渣场边坡及渣顶面植灌草恢复植被，绿化面积 2.20hm²。灌木选择车桑子，株行距 1.5m×1.5m；草种选择结缕草和狗牙根草，混播比例 1:1，撒播量为 100kg/hm²。

4) 临时措施

剥离表土集中堆放于弃渣场内较平缓高处，堆土边坡为 1:2，平均堆高 3.0m，为防止水土流失，在剥离表土四周用袋装土进行临时拦挡，袋装土拦挡型式为梯形断面，袋装土高 1m，底宽 2.0m，顶宽 1.0m，需袋装土 2005m³；采用防尘网进行苫盖，需防尘网 14997m²。

g) 施工生产生活区

1) 工程措施

施工前，对占地为林地区域进行表土剥离，剥离厚度 30cm，表土剥离量 1272m³。

施工结束后需对扰动区域进行翻耕平整并将剥离表土回填，平整面积 0.49hm^2 。

2) 植物措施

施工完毕后对扰动区域进行植被恢复，栽植乔木、灌木并撒播草籽。绿化面积 0.49hm^2 ，乔木选择旱冬瓜、思茅松行间混交，株行距 $2\text{m}\times 2\text{m}$ ；灌木选择车桑子，株行距 $2\text{m}\times 2\text{m}$ ；草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

3) 临时措施

临时排水沟：在施工生产生活区四周开挖排水沟，排水沟采用梯形断面，土质结构，尺寸 $0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$ ，边坡 1:1，排水沟长度 971m。

临时拦挡：施工期间为防止堆土流失，在剥离表土四周用装土编织袋进行临时拦挡并铺设防尘网，土方堆高小于 3m，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1:0.5，并铺设防尘网。

h) 交通道路区

输水工程新建场内道路 28.3km。其中，修建永久道路总长约 4.4km，为沥青混凝土路面；修建临时施工道路总长约 23.9km，为泥结碎石路面。

1) 永久道路

(1) 工程措施

施工前，对硬化路面区域进行表土剥离以供后期绿化，表土剥离量 4421m^3 ，施工结束后，将剥离表土回覆至道路两侧绿化区域，施工结束后对永久道路两侧进行土地平整，平整面积 1.36hm^2 。

(2) 植物措施

对于局部高陡边坡，坡比约 1:0.75，设计对道路挖方边坡采用挂镀锌铁丝网喷播植草的方式进行绿化，铺挂单层镀锌铁丝网，采用厚基质喷播，喷播厚度 $>10\text{cm}$ ，使用混合种子，采用剥离表土，护坡面积 2.73hm^2 ；其余边坡坡比约 1:1~1:1.25，使用挂三维植草网护坡，客土液压喷播绿化。挂网后用液压喷播机喷播灌草籽，带客土喷射厚度 3cm，喷射完成后及时覆盖无纺布养护，护坡面积 1.36hm^2 。

道路填方边坡沿线栽植攀援植物并播撒草籽进行绿化，坡度较缓边坡栽植灌木。攀援植物树种选择油麻藤，栽植株距 1m。灌木选择车桑子，株行距 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$ ，共需车桑子 6367 株；草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

(3) 临时措施

临时拦挡：对剥离表土采用装土编织袋进行临时拦挡，土方堆高小于 3m，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1:0.5，并铺设防尘网。

木桩防护：施工期为防止山区道路土石方滚落，需对道路下边坡设置木桩护岸，拦挡长度约 4400m，需木桩 149m³。

2) 临时道路

(1) 工程措施

施工结束后对占地为林地的区域进行土地平整，平整面积 14.99hm²。

(2) 植物措施

施工结束后临时道路恢复迹地，种植乔木、灌木并撒播草籽进行绿化，绿化面积 14.99hm²。乔木选择旱冬瓜、思茅松行间混交，株行距 2m×2m；灌木选择车桑子，株行距 2m×2m。草种选择结缕草、狗牙根，混播比例 1:1，撒播量为 100kg/hm²。

(3) 临时措施

临时拦挡：对剥离耕地表土采用装土编织袋进行临时拦挡，土方堆高小于 3m，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋高 1m，顶宽 0.5m，边坡 1:0.5，并铺设防尘网。

木桩防护：施工期为防止山区道路土石方滚落，需对道路下边坡设置木桩护岸，拦挡长度约 11950m，需木桩 405m³。

6.9 移民安置环境保护对策措施

6.9.1 搬迁安置环境保护措施

本工程会扎山组、大河边组、白沙水组采取本组分散后靠安置，黄草坝村半坡组采取集中安置。规划水平年，涉及搬迁安置总人口 48 人，其中集中安置 32 人，分散安置 16 人。集中安置选择了位于正兴镇景南村的景南集中安置点，占地规模 4.76 亩。

当地政府在移民安置建房过程中应加强管理，农村移民生产开发利用的土地，不允许占用天然林；禁止毁林开荒、烧山开荒和在陡坡地上铲草皮、挖树根，最大限度的减小因开荒对植被的破坏。在移民安置房的建设过程中要重视野生动、植物资源保护和恢复。

a) 生活污水处理

景南集中安置点生活污水产生规模约 $3.2\text{m}^3/\text{d}$ ，安置点位于景南村，现状没有生活污水集中处理系统，由于污水产生量较少，因此考虑对集中安置点生活污水单独收集进行处理后回用灌溉、绿化等，处理标准应达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中绿化用水标准。远期随着农村生活污水收集处理设施的健全完善，建议将安置点生活污水纳入景南村生活污水处理系统一并处理。

分散安置移民共 16 人，其中平田村 4 人、翁安村 7 人、谦岗村 5 人。分散安置移民生活污水产生量很小，每户建设化粪池或沼气池进行处理后，作为农家肥回灌。

b) 生活垃圾处置

景南集中安置点垃圾处理可结合当地新农村建设规划，采取户集、村收、集镇运输、县处理的方式进行处理，纳入当地生活垃圾收集处理系统。集中安置点设垃圾池 1 座，各户门前设垃圾桶。分散安置移民每户设垃圾桶，人工收集后纳入乡镇生活垃圾处理系统。

6.9.2 复建工程环境保护措施

专业项目复建工程包括道路复建、电力线路及通信设施等复建。对于施工期产生的生产废水，选取经济、合理的方案处理；施工现场产生的污水主要通过修建移动厕所和化粪池进行收集处理。环境空气保护主要配备洒水车洒水降尘，并加强水泥等多尘物料运输和堆放过程中的粉尘防治；施工期间严格按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)规定文明施工，强声源设备不在居民休息时间施工。

6.10 社会环境保护措施

6.10.1 人群健康防护措施

a) 施工区卫生清理

在施工前期，做好施工营地清理和消毒工作，结合场地平整，对施工营地原有的厕所、蓄圈、垃圾堆等进行消毒，同时清理固体废物。

加强在施工区的卫生管理和卫生宣传教育，普及卫生常识。定期检查和消灭与传播疾病有关的媒介生物，如蚊虫、鼠、苍蝇等。特别要加强灭鼠工作，每季度进行一次，选用灭害灵灭蚊、灭蝇，每年两次。施工区的厕所应经常清扫，定期清运到处理场所，并用杀虫剂喷洒，进行灭蚊灭蝇，避免传染病流行。

b) 环境卫生及食品卫生管理

1) 施工期加强对各施工人员生活区、办公区饮用水源、公共餐饮场所、垃圾堆放点、公共厕所等地的环境卫生管理，定期进行卫生检查，除日常清理外，每月至少集中清理 2 次。

2) 定期对各生活区的饮用水供水水质进行监测，以保证饮用水水质达标。

3) 从事餐饮工作的人员必须取得卫生许可证，并定期进行体检，有传染病带菌者要撤离其岗位。

4) 成立专门的清洁队伍，负责施工区、办公区、生活区的清扫工作，并根据办公生活区的布置，分设垃圾桶(箱)。

5) 公共卫生设施应达到国家卫生标准和要求。

c) 施工人员疾病防治

施工人员进场前必须进行卫生检疫，如发现新入境传染病患者，须对患者隔离治疗，切断传播途径；对 10% 的施工人员进行体检，在工程施工高峰年对 10% 的施工人群抽查检疫，以了解施工人员健康状况，预防疾病流行；在施工人员相对集中的地点设立医疗点，配备常用的治疗药品，开展简单治疗和工伤事故紧急处理。

施工区各施工单位和工程管理部门应明确卫生防疫责任人，负责管理范围内的卫生防疫工作并通过广播、墙报、印发宣传手册等多种形式，对施工人员进行饮食卫生宣传教育，提高施工人员自我预防疾病的健康意识。

6.10.2 文物保护措施

对于工程施工开挖过程中可能发现的埋藏于地下的文物，根据《中华人民共和国文物保护法》的相关要求，一旦发现，施工单位应立即停止施工，并及时通知文物管理部门采取抢救性发掘，待发掘工作完成并经验收后，方可继续施工；水库蓄水前，应通知文物保护部门，经过文物保护部门验收确认已完成水库淹没区文物抢救性发掘与保护工作后，方可蓄水。

6.11 环境保护措施进度安排

本工程的环境保护措施随主体工程同步进行实施，根据主体工程施工进度安排，黄草坝水库工程环境保护措施及实施进度见表 6.11。

表 6.11 黄草坝水库工程环境保护措施及进度一览表

污染防治和生态修复措施项目		主要措施内容	进度
水环境	混凝土生产废水污染防治	采用混凝沉淀法进行处理	施工期
	含油废水污染防治	采用小型隔油池进行处理	施工期
	洞室排水污染防治	采用絮凝沉淀法进行处理	施工期
	基坑排水污染防治	抽排前先加药进行沉淀处理	施工期
	施工人员及业主管理区生活污水污染防治	采用地埋式生活污水一体化设备进行处理	施工期、运行期
	蓄水期库底污染防治	按照“SL290-2009”规范对库底构筑物、植被、污染物进行清理	初期蓄水期
	运行期生态流量泄放	发电机组、生态流量管、在线监测监控	初期蓄水期、运行期
	水源地保护	划定饮用水源保护区，加强水源地保护和管理	蓄水前、运行期
	受水区水污染治理	落实受水区水污染防治规划项目	蓄水前
大气环境	混凝土拌和系统粉尘污染防治	采用袋式除尘装置	施工期
	交通运输系统废气和扬尘防治	选择尾气达标排放车辆，路面养护和洒水，密闭运输措施等	施工期
	施工人员保护	施工人员佩戴防尘口罩	施工期
声环境	交通噪声污染防治	环境敏感路段设限速禁鸣牌	施工期
	噪声受体防护防治	施工人员配戴防声用具，设移动式声屏障	施工期
生态环境	植被恢复	保存永久占地和临时占地的熟化土，对临时占地区进行植被恢复	施工期、运行期
	珍稀动植物保护	迁地保护、就地保护	施工期
	鱼类保护	过鱼设施、栖息地保护、增殖放流站、科学研究	施工期、运行期
社会环境	环境卫生	生活垃圾及粪便定时清运	施工期、运行期
	人群健康保护	施工人员进行卫生检疫，设置公厕，垃圾筒(箱)、果皮箱，对搬迁居民新址进行消杀灭	施工期
环境监测	地表水质监测	水库及下游水质监测	施工期、运行期
	废(污)水质监测	砂石加工废水、混凝土系统废水、机修废水等生产废水处理监测，生活污水处理监测	施工期
	大气污染监测	施工区及运输道路沿线敏感点进行监测	施工期
	噪声污染监测	施工区及运输道路沿线敏感点进行监测	施工期
	生态监测	水生生态及陆生生态监测	施工期、运行期
	水土流失监测	枢纽工程区、弃渣场区、交通设施区等区域开展水土流失监测	施工期、运行期

6.12 环境保护措施效果分析

主体工程施工期、初期蓄水期和运行期会对周围环境带来不同的影响。为减免本工程对周围环境造成影响，在措施设计中充分考虑措施的可行性和措施的效果。

施工期间，针对本工程施工过程中产生的废污水并结合本地区功能区划，对生产废水、生活污水进行了处理方案设计，避免对外排放；针对施工噪声、粉尘等对周围环境敏感目标的影响，对污染源采取了控制措施设计，对污染物进行达标处理设计。对施工临时占地提出了合适的生态恢复措施，且有全方位的水土保持措施保障工程建设实施水土流失防治标准一级标准。

运行期间针对水库淹没对生态环境的影响，采取了生态补偿措施，并对周围污染源的控制提出了一定的管理建议。对运行期间永久生活区的生活污水进行了处理回收处理。

通过对环境保护措施采取前后的效果分析，本工程环境保护措施实施后，可以最大限度的减免工程兴建对环境的不利影响。详见表 6.12。

表 6.12 黄草坝水库工程施工期环保措施效果分析表

环境类别	工程建设带来的环境影响			环保措施	措施实施			采取措施后的环境影响	
	保护对象	影响因素及影响分析	环境效果	措施或工艺	实施部位	实施时间	保证措施	效果分析	环境影响
水环境	小黑江及输水工程沿线水体	混凝土生产废水事故排放会增加小黑江的 SS、pH	-2S	混凝沉淀法进行处理	混凝土系统旁	第 1 年～第 6 年	及时清渣、保证资金到位，废水水质定期监测	避免对地表水体水质造成影响	0
		基坑排水增加小黑江的 SS		直接投加药剂沉淀处理	基坑	第 1 年～第 6 年			
		洞室排水增加周边水体的 SS		絮凝沉淀法进行处理	洞室口	第 1 年～第 6 年			
		含油废水事故排放增加小黑江的石油类浓度	-2S	小型隔油池处理	施工综合加工厂内	第 1 年～第 6 年	加强废油的收集和沉渣的清运，废水水质定期监测		
		生活污水事故排放增加小黑江的 BOD ₅ 、COD 浓度		成套生活污水处理设备处理	枢纽施工生活区	第 1 年～第 6 年	沉渣及时清运、保证资金到位，污水水质定期监测		
生态环境	陆生植物	水库淹没、工程施工导致植被的损失	-2L	采取水土保持、生态补偿和修复措施，保护植物就地、迁地保护	工程区附近	第 1 年～第 6 年	加强生态保护宣传警示，加强施工管理	避免水库淹没、工程施工等对生态环境的负面影响	0
	陆生动物	水库淹没、工程施工管线分隔影响陆生动物	-2S	控制爆破时间、植被恢复	施工区	第 1 年～第 6 年	力避中午、傍晚爆破，对到位的生态补偿资金要进行措施实施	保护动物生境	-1S
	水生生物	大坝阻隔、河道减水破坏鱼类生境，影响鱼类资源	-3L	泄放生态流量，建设增殖放流站、过鱼设施、鱼类栖息地保护	枢纽工程区	第 6 年～运行期	过鱼设施、增殖放流站、鱼类栖息地保护“三同时”	保护水生生物生境	-1L
	减少区域内水土流失	施工导致新增水土流失	-3S	修建挡渣墙、护坡、绿化等	施工区、施工道路、生活区	第 1 年～第 6 年	水土保持措施“三同时”	防止新增水土流失，治理程度达 90%	-1S
	坝址下游生态	初期蓄水和水库运行影响坝址下游用水	-2L	保证生态流量	生态电站	蓄水期～运行期	生态流量监测监控措施	对下游生态、居民生活、生产用水基本无影响	0

表 6.12(续)

环境类别	工程建设带来的环境影响			环保措施	措施实施			采取措施后的环境影响	
	保护对象	影响因素及影响分析	环境效果	措施或工艺	实施部位	实施时间	保证措施	效果分析	环境影响
大气环境 声环境	坝址两岸施工区周边的居民点, 距离约在 10m ~ 100m 内; 管线沿线多个乡镇村民点	大气中粉尘含量高, 影响周边居民点环境空气质量	-2S	洒水降尘	水库施工区及施工道路沿线	第 1 年 ~ 第 6 年	加强施工管理、保证资金	减少粉尘对施工区环境空气的污染	-1S
		燃油、爆破及汽车运输产生的有害气体, 影响周边居民点环境空气质量	-2S	购买环保车辆	水库施工区及施工道路沿线	第 1 年 ~ 第 6 年		减少废气对施工区环境的污染	-1S
		施工噪声和交通运输噪声影响周边居民点声环境质量	-2S	禁鸣、限速、移动声屏障、加强绿化	施工场地边	第 1 年 ~ 第 6 年		减少对居民点的影响	-1S
人群健康	小黑江水质、生活环境	生活垃圾可能影响附近水体水质、病媒动物孳生地	-2S	垃圾收集并运输至景谷县生活垃圾填埋场卫生填埋	枢纽和灌区施工区、生活区	第 1 年 ~ 第 6 年	加强施工管理	保护附近水体水质、病媒动物孳生地	0
	人群健康	卫生设施及检疫若处理不当, 可能导致施工区外源性传染病的流行	-1S	卫生清理、设置厕所				防止施工区传染病、地方病的爆发、流行	0
社会环境	文物古迹	建设征地影响地上文物和地下文物	-2L	地下文物进行发掘、地上文物资料留存	文物古迹处	开工前	专业机构实施	保证文物古迹不受破坏	0
其他	减少工程对环境现状的破坏	若不制定严谨的环境管理制度, 设计的环境保护措施落实难以得到保障	-2S	加强工程的环境监测、监理和环境管理	工程项目影响区	第 1 年 ~ 第 6 年	加强施工管理、保证资金	保持工程地区环境质量的良好状态, 保证工程环保工作的长期顺利进行	0

备注: “-、+、&”分别代表环境性质为: 不利、有利、中性;

“L、S”分别代表影响时间为: 长期、短期; “0、1、2、3”分别代表影响程度为: 无影响、弱、中、强。

7 环境监测与环境管理

7.1 环境监理

7.1.1 监理目标和监理作用

工程建设环境监理是工程监理的重要组成部分，应贯穿工程建设全过程。工程建设环境监理工作的主要目的是落实本工程环境影响报告书提出的各项环保措施，将工程施工和移民安置活动产生的不利影响降低到可接受的程度。

a) 环境监理目标

以适当的环境保护投资充分发挥本工程潜在的效益；

使环境影响报告书中所确认的不利影响得到缓解或消除；

落实招标文件中环境保护条款及与环境有关的合同条款的顺利实施；

控制施工区及周围居民点传染病发病率在原水平以下；

实现工程建设的环境、社会与经济效益的统一。

b) 环境监理作用

预防功能：预测工程实施过程中可能出现的环境问题，事先采取措施进行防范，以达到减少环境污染，保护生态环境的目的；

制约功能：工程建设涉及的环境保护工作受多种因素的制约和影响，对此需要对各部门、各环节的工作进行及时的检查、牵制和调节，以保证整个过程的平衡协调；

参与功能：环境监理单位作为经济独立的、公正的第三方，参与工程建设全过程的环保工作，对与工程有关的重大环境问题参与决策；

反馈功能：监理单位在对监理对象的监督、检查过程中，可以及时发现被监理单位 and 被监理事项中存在的问题，收集大量的信息，并随时对信息进行反馈，为有关部门提供改进工作的科学依据。

促进功能：环境监理的约束机制不仅是制约功能，而且是促进功能，是促进环保工作向更规范化方向发展，促进更好的完成防治环境污染和生态破坏的任务。

7.1.2 施工环境监理

在水利工程的设计、施工招标和工程实施等不同阶段，环境监理的任务是不同的其中施工阶段监理是建设项目全过程监理的重要组成部分。施工环境监理任务包括

“三控制(质量控制、进度控制和投资控制)、一管理(信息管理)、一协调(组织协调)”。

7.1.2.1 环境监理范围

云南省普洱市黄草坝水库工程环境监理范围包括水源枢纽工程及施工区、输水工程及施工区、移民安置区。

7.1.2.2 机构设置与工作方式

根据工程规模和施工规划,施工期环境保护监理部门拟设专职监理人员 1 人、兼职人员 1 人~2 人。环境监理人员常驻工地,对施工区环境保护工作进行动态管理。监理方式以现场监督管理为主,并随时检查各项环境监测数据,发现问题后,立即要求承包商限期治理,并以公文函件确认。对于限期处理的环境问题,按期进行检查验收,将检查结果形成纪要下发承包商。

7.1.2.3 环境监理岗位职责

黄草坝水库工程的建设过程中,按照环境监理工作的有关文件,环境监理工程师被赋予了参与工程管理的相关权力,具体包括:

- a) 受业主委托,环境监理工程师全面负责监督、检查工程施工区的环境保护工作;
- b) 环境监理人员有参加审查会议资格,就承包商提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出环保方面改进意见,以保证环保措施的落实和工程顺利进行;
- c) 审查承包商提出的可能造成污染的材料和设备清单及其所列的环保指标,审查承包商提交的环境月报告;
- d) 协调业主和承包商的关系,处理合同中有关环保部分的违约事件;
- e) 同工程监理一道参加工程的验收,对承包商施工过程及竣工后的现场就环境保护内容进行监督与检查,工程质量认可包括环境质量认可,单元工程的验收凡与环保有关的必须有环境监理工程师签字;
- f) 对检查中发现的环境问题以问题通知单的形式下发给承包商,要求限期处理;
- g) 环境监理工程师每月向业主提交一份月报告,半年提交一份进度评估报告,并整理归档有关资料;
- h) 环境监理工程师有权反对并要求承包商立即更换由承包商提供的而环境监理工程师认为是不能胜任环保工作或玩忽职守的环境管理工作人员。

7.1.2.4 环境监理内容

a) 生活供水

枢纽工程施工期生活饮用水源为支沟水源,为了保证饮用水源不受污染应该加强对水源及水源周围环境的保护,设置明显的卫生防护带,并且加强维护。

b) 生产废水处理

对生产废水处理措施、设施进行监督检查,确保承包商及各施工单位产生的生产废水进行处理后综合利用或达标排放。

c) 生活污水处理

检查生活污水处理设施运行情况及处理效率,确保经过处理的生活污水达标排放。

d) 固体废物处理

固体废物包括土石弃渣、生活垃圾和建筑废料。对于固体废物的处理,环境监理工程师监督检查承包商处置好承包商的任何设备和废弃材料竣工时监督检查承包商从现场清除运走所有废料、垃圾,拆除和清理不再需要的临时工程,保持移民工程及工程所在现场的清洁整齐。

e) 环境空气污染防治

施工区大气污染主要来源于施工和生产过程中的废气和粉尘。为防治运输扬尘污染,环境监理工程师监督检查承包商及各施工单位在装运水泥石灰、垃圾等一切易产生扬尘的车辆时,必须覆盖封闭;对道路产生的扬尘,监督检查路面保护及定期洒水措施落实情况;各种燃油机械、运输车辆配备消烟设备,混凝土拌和系统配备除尘设备;监督检查主体工程边坡开挖爆破等一切露天爆破,采取提前洒水、草袋覆盖等降尘措施;严禁在施工区焚烧会产生有毒有害或恶臭气体的物质同时,环境监理工程师应监督检查针对受环境空气污染影响的敏感点污染防治措施的落实情况。

f) 噪声控制

为防止噪声危害,对产生强烈噪声或振动的施工单位,监理工程师必须要求采取减噪降振措施,选用低噪弱振设备和工艺。对固定噪声源必须安装消音器,设置隔音间或隔音罩;对接触移动噪声源生活营地和居民区的单位必须合理安排作业时间,减少和避免噪声扰民,并妥善解决由此而产生的纠纷,负担相应的责任。同时,环境监理工程师应监督检查针对受噪声污染影响的敏感点污染防治措施的落实情况。

g) 健康与安全

在工程建设过程中，监理工程师应重点检查以下内容：施工中承包商是否按操作要求提供了有益于身心健康和有安全保障的生产条件；在承包商安全管理体系中是否在工地设有一名或多名专门负责有关安全和防止事故人员，并且这些人员应该能胜任此工作，有权为预防事故而发布指令和采取保护措施。

承包商应采取预防措施保护其职员与工人安全，并应与当地卫生部门协作，按其要求在整个合同执行期间自始至终在营地住房区和工地确保配医务人员、急救设备、备用品，并采取适当预防传染病措施，提供必要的福利及卫生条件；

承包商应自始至终采取必要的预防措施，保护在现场所雇用的职员和工人免受昆虫、老鼠及其它害虫的侵害，以免影响健康和患寄生虫病；

承包商应遵守当地卫生部门一切有关规定，特别是安排使用经过批准的杀虫剂对所有房屋、营地进行彻底喷洒。

h) 生态环境保护

严格控制施工范围，严禁施工人员到施工区外活动，禁止捕食鱼类、蛇、蛙等，减少对植被的扰动、降低对陆生动物和水生生物(尤其是重点保护物种)的影响，加强水土保持；施工结束时恢复当地植被，恢复生态环境。

7.1.2.5 环境监理组织保障体系

建立健全完善的环境监理组织保障体系，是贯彻执行环境保护方针、政策、法律法规、环保条款、管理办法等的需要和重要保证环节。环境监理工作具有相对的独立性，环境监理组织保障体系需要配备专职的机构和专业素质较高的专职人员。同时，环境监理又属于工程管理范畴，并且是环境管理的一个重要组成部分，因此环境监理机构的设置必须与工程管理机构、环境管理机构等统一起来，只有这样，才能最大程度地发挥环境监理工程师的作用，才能使整个管理体系处于最佳动作状态，使环境监理更好的融入工程和环境管理之中。

7.2 环境监测

7.2.1 监测目的

为作好工程地区环境保护工作，验证环境影响预测评价结果，预防突发性事故对环境的危害，制定详细的环境保护措施实施计划，有必要开展施工期和运行期的环境

监测工作。同时实施环境监测，可为工程施工期和运行期环境污染控制、工程环境管理以及区域的环境保护工作提供科学依据。

7.2.2 监测方案布设原则

a) 与工程建设紧密结合的原则

监测的范围、对象和重点应结合工程施工、运行特点和周围环境敏感点的分布，及时反映工程施工、运行对周围环境敏感点的影响及环境变化对工程施工和运行的影响。

b) 针对性和代表性的原则

根据环境现状和环境影响预测结果，选择对环境影响大的、有控制性和代表性的以及对区域或流域影响起控制作用的主要因子进行监测，力求做到监测方案有针对性和代表性。

c) 经济性与可操作性的原则

按照相关专业技术规范，监测项目、频次、时段和方法以满足本监测方案主要监控任务和目的为前提，尽量利用附近现有监测站网、监测机构、监测断面(点)，所布设监测断面(点)可操作性应强，力求以较少的投入获得较完整的环境监测数据。

d) 统一规划、分步实施的原则

监测系统从总体考虑，统一规划，根据工程不同阶段的重点和要求，分期分步建立，逐步实施和完善。

7.2.3 水质监测

7.2.3.1 施工期水质监测

施工期水质监测内容包括施工废污水、地表水、地下水等。

a) 施工污废水监测

为掌握工程施工期处理设施的运行情况和处理效果，并为工程环境保护竣工验收提供基础资料，需进行施工废污水监测。施工废污水的监测技术要求见表 7.2.3-1。

表 7.2.3-1 施工污废水监测技术要求

监测对象	监测点	监测项目	监测时段	监测频次
混凝土系统冲洗废水处理系统尾水水质	枢纽工程区混凝土系统 1 处；线路施工区抽取 3 处	悬浮物、pH	系统生产期	系统使用期间每季度监测一期，每期监测 3 天
含油废水处理系统尾水水质	枢纽工程区施工工厂 1 处；线路施工区抽取 3 处	悬浮物、pH、石油类	系统使用期	同上

表 7.2.3-1(续)

监测对象	监测点	监测项目	监测时段	监测频次
隧洞排水处理系统尾水水质	7 处隧洞排水处理系统	悬浮物、pH、石油类	隧洞施工期	同上
施工生活区生活污水处理系统尾水水质	枢纽工程区施工营地 1 处；线路施工区抽取 3 处	pH、BOD ₅ 、COD、悬浮物、氨氮、总磷、石油类、阴离子表面活性剂、动植物油、粪大肠菌群	生活区使用期	每季度一次，每期监测 3 天

各监测项目的分析方法执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的相关规定，其中悬浮物的分析方法执行 GB 11901-89 的规定。

b) 地表水监测

为掌握工程施工对地表水的影响程度和影响范围，并为工程环境保护竣工验收提供基础资料，应对地表水水质进行监测。地表水监测技术要求见表 7.2.3-2。

表 7.2.3-2 施工期地表水监测技术要求

监测对象	监测断面	监测项目	监测时段	监测频次
地表水水质	库尾、导流洞进口上游、坝址施工区下游 3km、水产种质资源保护区上边界、输水管道跨帕庄河处、输水管道跨铁厂河处、输水管道跨普洱大河处，共 7 个断面	水温、pH、悬浮物、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群共 12 项指标	施工期	每年丰水期、平水期、枯水期各监测 1 次，每次 3 天

c) 地下水监测

施工期，对引水隧洞区附近地下水的水位、水温和水质等进行监测，每年监测 4 次，每次监测 2 天。详见表 7.2.3-3。

表 7.2.3-3 施工期地下水监测技术要求

监测对象	监测点	监测项目	监测时段	监测频次
地下水水位、水质	引水隧洞区(隧洞上方有居民点的应监测)	水位、pH、BOD ₅ 、高锰酸盐指数、氨氮、石油类、挥发酚、总硬度、溶解性总固体、挥发性酚、硫酸盐、总大肠菌群共 12 项指标	施工期	每季度监测 1 次、每次监测 2 天

各监测项目的分析方法执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的相关规定。

7.2.3.2 运行期水环境监测

为掌握运行期水库水质及水库下游河道水质等的变化情况，保证工程供水水质，验证环境影响预测评价结果，应在工程运行期对库区和下游河道的地表水水质进行监测，另外在库区取水口设置水质自动监测站 1 处。监测技术要求见表 7.2.3-4。

表 7.2.3-4 运行期水质监测技术要求

监测对象	监测断面	监测项目	监测时段	监测频次
黄草坝水库水质	库尾、库中、取水口处各设 1 个断面	水温、pH、SS、透明度、总硬度、叶绿素 a、DO、高锰酸盐指数、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、总氮、氟化物、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰等共 30 项	水库运行期，长期监测	每年丰、平、枯水期各 1 期，每期监测 3 天
水库下游河道水质	小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区上边界、下边界断面	水温、pH、悬浮物、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群共 12 项指标	水库运行后的前 5 年	
输水水质	输水路线末端	水温、pH、SS、透明度、叶绿素 a、DO、高锰酸盐指数、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、总氮、氟化物、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群等共 24 项	水库运行期，长期监测	每季度 1 次，每期监测 3 天
退水区受纳水体水质	勐烈河、普洱大河、景南河、思茅河、木乃河			
水库管理区生活污水处理系统尾水水质	管理区生活污水处理设施	pH、BOD ₅ 、COD、悬浮物、氨氮、总磷、石油类、阴离子表面活性剂、动植物油、粪大肠菌群	水库运行期，长期监测	每季度一次，每期监测 3 天

各监测项目的分析方法执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)的相关规定。

7.2.4 大气环境监测

为掌握工程施工对工程区环境空气质量的影响情况，验证环境影响预测结果，有必要进行环境空气质量监测。监测技术要求见表 7.2.4。

表 7.2.4 环境空气质量监测技术要求

监测对象	监测点	监测项目	监测时段	监测频次
工程区环境空气质量	坝址、谦岗村、宁洱镇、莲花村	TSP、NO ₂ 、PM ₁₀ 、SO ₂ 的日均值	施工期	每季度 1 次，每次连续监测 7 天

各监测项目的采样、分析方法应执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)的相关规定。

7.2.5 声环境监测

为掌握工程施工对工程区声环境质量的影响情况，验证环境影响预测结果，有必要进行声环境质量监测。噪声等效声级测量执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)的规定见表 7.2.5。

表 7.2.5 环境噪声监测计划一览表

监测对象	监测点	监测项目	监测时段	监测频次
工程区声环境质量	坝址、施工工厂西南侧居民点、翁安村、正兴镇、拦马河、谦岗村、宁洱头塘、宁洱曼达、宁洱太达、老黄寨	昼、夜等效声级	施工期	每季度 1 次，每次 2 天

7.2.6 生态监测

为了解工程建设对陆生、水生生态的影响，验证环境影响预测结果，并为工程环境保护竣工验收提供基础资料，应对陆生、水生生态进行调查。调查要求见表 7.2.6。

表 7.2.6-1 生态调查技术要求

调查对象	调查范围	调查内容	调查时段	调查频次
陆生生态	水库淹没区、工程占地及周围 200m 范围	植被类型，植物种类、郁闭度、盖度、多度；陆生动物的种类、数量、出现频率；国家重点保护野生动植物及古树名木、外来种等	施工期	施工期在施工高峰年和竣工验收前各调查 1 次，共 2 次。植物监测时期为每年 4 月~6 月；动物中鸟类监测时期为每年的 4 月~6 月，11 月~次年 2 月，两栖类、爬行类及兽类监测为每年的 3 月~5 月。
	水库库周区域	植被类型，植物种类、郁闭度、盖度、多度；陆生动物的种类、数量、出现频率；国家重点保护野生动植物及古树名木、外来种等	运行期	全生命周期监测，考虑连续 30 年，运行期每 5 年监测 1 次。植物监测时期为每年 4 月~6 月；动物中鸟类监测时期为每年的 4 月~6 月，11 月~次年 2 月，两栖类、爬行类及兽类监测为每年的 3 月~5 月。
	绿孔雀专项监测	绿孔雀的种群数量、空间分布、生境利用、迁移廊道的预测及迁移扩散情况等	施工期、运行期	全生命周期监测，考虑连续 30 年，运行期每 5 年监测 1 次。绿孔雀监测时期为每年的 3 月~8 月，亚洲象监测依托普洱市现有监测手段长期监测。
水生生态	黄草坝水库~入威远江汇口之间的小黑江干流及主要支流	浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼类等的种类、数量、分布、珍稀特有鱼类、重要生境等	施工期、运行期	全生命周期监测，考虑连续 30 年。施工期每年调查 1 期，每期调查丰水期、枯水期 2 次；运行期每年调查 1 期，每期调查丰水期、枯水期 2 次。
	鱼类增殖放流点、过鱼设施	增殖放流标记回捕、过鱼效果观测	施工期、运行期	鱼类增殖放流站、过鱼设施投运后，运行期持续开展

a) 陆生生态监测

1) 监测目的

通过对陆生野生动植物的监测，了解工程施工和建成运行对陆生生态的影响，掌握陆生生态修复及其它保护措施的实际效果，加强对生态的管理，使区域生态环境向良性或有利方向发展。

2) 监测因子

在施工期，主要对涉及敏感物种的施工区域进行监测；此外，还应加强对区域性分布的重要物种的调查，在施工过程中若发现有重要物种，优先避让。

运行期主要监测生态环境的变化，植被的变化以及生态系统整体性变化等。包括主要物种组成和数量。

陆生植物监测：植物多样性及植被、覆盖度、国家重点保护野生植物、云南省重点保护野生植物、红皮书受威胁植物和特有植物(特有植物包括云南特有植物和中国特有植物)、古树。

陆生动物监测：陆生脊椎动物多样性、动物重要物种的种类、数量、栖息地、觅食地等。

绿孔雀专项监测：绿孔雀的种群数量、空间分布、生境利用、迁移廊道的预测及迁移扩散情况等。

3) 监测点位

根据黄草坝水库工程评价区及项目区的生态环境特点，及受工程影响的程度确定陆生生态的监测点位。

表 7.2.6-2 陆生生态监测点位信息表

编号	位置	经纬度	布设原由	关注重点
1	库区周边	100.93087925 23.51846655	植被监测	工程建设对季风常绿阔叶林的影响
2	库区周边	100.94331798 23.52002124		
3	库区周边	100.95222001 23.52606357		
4	库区周边	100.94502981 23.53565931		
5	植被良好地段	101.01096037 23.25533784	植被良好	
6	坝址	100.93454101 23.51590367	永久工程	施工影响对动植物多样性、植被的影响
7	泵站分水口	101.05376729 23.18599045	永久工程	
8	倒虹吸	101.06639825 23.15870190	永久工程	
9	管桥	101.01045380 23.00205929	永久工程	
10	枢纽 1 弃渣场	100.93997887 23.51778404	临时工程	植被恢复情况
11	临时堆料场	100.93090084 23.51114701	临时工程	
12	土料场	100.93672514 23.50558985	临时工程	
13	线路弃渣场	101.06980413 23.12537392	临时工程	
14	生产生活区	100.92597880 22.88401532	临时工程	
15	景南村	100.96706970 23.32672592	移民安置区	
16	/	100.97329792 23.31661293	古树	施工活动对古树的影响
17	古树	101.04347422 23.22855230	古树	
18	古树	101.06180264 23.06932745	古树	
19	7#隧洞进口	100.95488924 22.84859857	保护植物	保护植物就地保护情况

表 7.2.6-2(续)

编号	位置	经纬度	布设原由	关注重点
20	2#土料场西侧	100.94036444 23.50697613	保护植物	保护植物就地保护情况
21	输水线路 YS1 西侧	100.93450900 23.51135358	保护植物	
22	生态电站管理处	100.93634490 23.51496637	保护植物	保护植物迁地保护情况
23	铁厂村	101.00907326 23.26046964	重要物种	绿孔雀等重要物种
24	枢纽工程区河谷	100.93132892 23.52037449	重要物种	松雀鹰、红头咬鹃等重要物种
25	谦岗村	101.05383150 23.18591638	重要物种	红瘰疣螈等重要物种
26	正兴镇	100.96741173 23.33203398	重要物种	领角鸮等重要物种
27	输水线路 YS81+899.2 附近	100.92738100 22.91796945	重要物种	褐翅鸦鹃等重要物种
28	32#管桥附近	101.00166898 22.97513292	重要物种	眼镜王蛇等重要物种
29	36#管桥附近	100.95642716 22.94914993	重要物种	楔尾绿鸠等重要物种
30	淹没线以上	100.95085034 23.53883484	重要物种	斑林狸等重要物种
31	小黑江森林公园	100.95977513 23.38361629	生态敏感区	施工对生态敏感区的影响
32	五湖湿地公园	100.95574517 22.84094657		

4) 监测方法

(1) 遥感监测

利用 ArcGIS Engine 技术和 Visual Basic 开发平台，以基础地理信息、生态专业数据和属性信息为基础建立数据库，依托 GIS 的空间分析性能进行监测，得到生物丰度指数、植物盖度指数、景观多样性值和优势度值等，来判断植物和植被的变化。

(2) 植物监测

根据《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物》等有关要求进行监测。

(3) 动物监测

根据《生物多样性观测技术导则 两栖动物》、《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》、《生物多样性观测技术导则 爬行动物》、《生物多样性观测技术导则 鸟类》等相关要求进行监测。

5) 监测频次

监测时段：自施工期开始，并延续至项目正式投运后，开展全生命周期监测。

监测时间：根据项目区的气候特点和植物植被的物候特点和动物的活动规律，确定植物监测时期为每年4月~6月；动物中鸟类监测时期为每年的4月~6月，11月~次年2月，两栖爬行及兽类监测为每年的3月~5月。

b) 水生生态监测

1) 监测内容

监测内容包括饵料水生生物、鱼类等的监测。

(1) 饵料水生生物

浮游植物、浮游动物、着生藻类、底栖动物的种类组成、生物量、分布密度、优势种等。水生高等植物的种类组成、生物量、优势种及其季节变化等。

(2) 鱼类

鱼类资源监测包括：特有鱼类、主要经济鱼类的种类组成、资源量、优势种、种群动态、鱼类群落构成的变化趋势以及主要经济鱼类的年龄、生长、食性、繁殖习性、鱼类“三场”变化等。鱼类产卵场的分布、繁殖时间和繁殖种群的规模变化。

统计各河段渔获物的种类组成、数量组成、长度组成、重量组成，以及专业和副业渔民人数、渔具渔法及其数量、经济效益。

(3) 生态补偿措施的跟踪监测

鱼类增殖站近期每年需要放流具有水质净化的产漂流性鱼卵鱼类，如草鱼等“四大家鱼”以及在上游放流一些土著特有鱼类，放流后需要进行跟踪监测，以检验鱼类增殖站放流鱼类的成活率，评价放流效果。

2) 监测点位布置

监测范围应当立足全流域，建议在小黑江流域内设置干流监测点、一级支流监测点、引水干渠监测点以及拟建水库监测点，持续关注水生生态各因素的变动情况。水生生态监测断面可以根据实际情况做适当调整，但调查结果必须能够反映工程影响区内的水生生物及鱼类资源现状及其变化趋势，并能够根据监测结果提出水生生物保护措施改进意见和建议。初步规划监测点位如下：

(1) 小黑江干支流

小黑江干流监测点可布置在干流勐乃村段、小正兴桥段和小黑江下游；主要支流

布置 2 个到 3 个监测点，分别位于支流上游、支流的中下游以及支流与干流汇口。

(2) 黄草坝水库

黄草坝水库上游尾水区、水库库区及坝下河段布置监测点。

(3) 受水区干流及支流

工程受水区灌溉退水和城镇生活退水的受纳水体干支流均考虑布置监测点。

(4) 威远江干流

威远江干流布置 3 个到 4 个断面，包括上、中、下游，以及主要支流汇口。

3) 监测时段和频次

水生生态监测为长期监测，初期监测年限暂时定为 30 年，后期可根据监测数据进行监测频次的调整。初步规划施工期每年监测 2 次，5 年 10 次；运行期每年监测 2 次，25 年 50 次。

水生生物监测、鱼类资源量监测分 2 个水期(丰水期、枯水期)，每次监测时间不少于 10 天；鱼类生境重点监测在 3 月~6 月进行，监测天数在 30 天左右。

7.2.7 生态流量在线监测

a) 监测断面布置

水库运行期，正常情况下，通过生态电站发电尾水下泄生态流量。运行过程中一旦出现机组检修，则通过生态流量管泄放生态流量。为监控运行期生态流量下泄，在生态流量管出口布置生态流量在线监控装置，并与相关监管部门联网，以加强对工程生态流量下泄的监管。

b) 监测方案与技术要求

综合目前常用的流量测量方法，初拟采用生态流量监测系统—超声波流量计进行在线监测。

c) 监测时间

为满足水库初期蓄水阶段的生态流量下泄要求，生态流量在线监测系统需在水库初期蓄水前安装完毕，并确保能够正常运行。

7.2.8 水温观测

a) 断面布置

根据以上断面布置原则，在黄草坝水库库尾与库中以及坝前共布设 3 个水温观测

断面。其中，水库蓄水前，河道水温无分层现象，各断面均只在中泓处设置 1 条观测垂线；水库蓄水后，库尾断面也只在中泓处设 1 条观测垂线，库中和坝前断面则分别设左、中、右 3 条观测垂线。库区水温观测采取人工定期观测和在线连续观测相结合的方式。其中，坝前水温采用在线实时观测方式，与主体工程环境量监测结合开展；蓄水前各断面及蓄水后的库尾和库中断面则采用人工定期观测的方式。

b) 分层取水措施水温恢复效果观测

下泄水温在线观测点布设在电站厂房尾水出口处。共布设 1 个下泄水温观测点。

c) 观测技术要求

下泄水温在线观测从水库蓄水开始取水后开始观测，水温观测设备的观测精度应达到 0.1°C 。数据采集为实时采集，通过建设单位和主管部门的数据接收终端收集观测数据。

1) 人工定期观测技术要求

水库蓄水前的各断面以及水库蓄水后的库尾断面，均在中泓线水面下 0.5m 设 1 个观测点。水库蓄水后的库中断面各观测垂线，分别在水面下 0.5m 处测表层水温；以下每隔 2m 水深测一个水温值，直至等温层，在等温层处可加大测距；距底 0.5m 处测库底水温。

水温观测周期为水库蓄水前 2 年和蓄水后 2 年进行连续观测，分别在每年各月中旬左右分别观测 1 次。

2) 坝前水温在线连续观测技术要求

拟在水面下 0.5m 处测表层水温，距底 0.5m 处测库底水温；温跃层每隔 2m~5m 水深测 1 个水温值，等温层每隔 5m~10m 水深测 1 个水温值。坝前水温在线观测从水库蓄水后开始观测，各观测点的数据采集为实时数据采集。

3) 水温恢复效果观测技术要求

在生态电站尾水出口处和取水口各布设一个在线水温监测点，测点的数据采集为实时数据采集。

7.2.9 人群健康监测

a) 监测内容

以施工区易于发生、对工程建设影响明显的肝炎、痢疾等疾病为主要监测内容。

b) 监测方法

施工开始前对食堂全部工作人员进行一次检疫,施工期间对食堂全部工作人员进行每年1次检疫;对其他施工人员进行抽样检疫,每年1次,检疫人数为施工高峰期总人数的10%。

每季度对施工人员就医情况进行统计、分析,并与施工人员就医单位密切联系,及时发现传染病流行隐患与征兆。

7.2.10 移民安置区环境监测

7.2.10.1 生活饮用水监测

a) 监测点布设

根据黄草坝水库工程移民安置规划,在景南集中安置点的生活用水供水口布设生活饮用水水质监测点。

b) 监测内容

按照《生活饮用水卫生标准》(GB5479-2022)指标进行监测。

c) 监测频率和时间

每年监测1期,每期监测2天;从移民搬迁安置开始监测,连续监测3年。

d) 监测方法

按照《生活饮用水卫生标准》规定的方法进行监测分析。

7.2.10.2 生活污水监测

a) 监测点布设

在安置点的生活污水处理设施的排水口布设生活污水水质监测点。

b) 监测内容

监测pH、化学需氧量、五日生化需氧量、总磷、污水流量、氨氮、SS、动植物油、阴离子表面活性剂等9项。

c) 监测频率和时间

选择生活污水处理设施正常运行时,每年监测3期,每期监测一天,每天取样2次;移民迁建后连续监测3年。

7.2.10.3 人群健康调查

移民安置后,开展移民安置区的病毒性肝炎、痢疾等主要传染病及鼠类和蚊虫情

况调查和人群健康监测。健康调查和监测范围为全部移民，委托当地具备相应资质的卫生防疫部门承担，在移民规划实施当年进行1次。

7.3 环境管理

7.3.1 环境管理目的和意义

环境管理是工程管理的一部分，是建设项目环境保护工作有效实施的重要环节。建设项目环境管理的目的在于保证工程各项环境保护措施的顺利实施，使工程兴建对环境的不利影响得以减免，保证工程区及移民安置区环保工作的顺利进行，维护景观生态稳定性，促进工程地区与移民安置区社会、经济、生态的协调良性发展。

7.3.2 环境管理体系

云南省普洱市黄草坝水库工程环境管理体系由建设单位环境管理办公室、环境监理机构、承包商环境管理办公室组成，并由政府职能部门参与管理。为使工程环境保护措施得以切实有效的实施，达到工程建设与环境保护协调发展，工程环境管理除实行环境管理机构统一管理、各承包商、环保项目实施部门分级管理和政府环境保护部门宏观监督外，必须建立工程建设环境监理制度，形成完整的环境管理体系，以确保环境保护规划总体目标的实现。

7.3.3 环境管理内容

为实现工程社会、经济、生态效益的协调发展，落实各项目环保措施，结合工程特点及环境现状，提出了筹建期、施工期和运行期环境管理的主要内容：

7.3.3.1 筹建期

- a) 审核环境影响评价成果，确保环境影响报告书中环保措施纳入工程设计文件。
- b) 确保环境保护条款列入招标文件及合同文件。
- c) 筹建环境管理机构并对环境管理人员进行培训。

d) 根据工程特点，制定完善的环境保护规章制度与管理方法，编制环境保护实施规划。

7.3.3.2 施工期

- a) 贯彻执行国家有关环境保护方针、政策及法规条例。
- b) 制定年度工程建设环境保护工作计划，整编相关资料，建立环境信息系统，

编制年度环境质量报告，并呈报上级主管部门。

c) 加强工程环境监测管理，审定监测计划，委托具有相应资质的环境、卫生监测等专业部门实施环境监测计划。

d) 加强工程环境监理，委托有相应资质单位执行工程建设环境监理。

e) 组织实施工程环境保护规划，并监督、检查环境保护措施的执行情况和环保经费的使用情况，保证各项环保措施能按环保“三同时”的原则执行。

f) 协调处理工程引起的环境污染事故和环境纠纷。

g) 加强环境保护的宣传教育和技术培训，提高人们的环境保护意识和参与意识，工程环境管理人员的技术水平。

7.3.3.3 运行期

a) 组建环保管理机构，建立与培训环保管理干部队伍。

b) 制定环保规章制度和各项业务管理、考核办法。

c) 制定环保设施的技术操作规程。

d) 委托具有监测资质单位，开展环境监测工作，掌握环境变化情况及影响范围，及时发现潜在的环境问题，提出治理对策措施并予以实施。

e) 落实环保设施的备品备件以及专用材料的供应渠道，生活污水、垃圾处理。

f) 开展宣传教育，提高全体职工及各级领导的环境意识。

7.4 环境保护工程验收计划

根据《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》、《关于进一步完善建设项目环境保护“三同时”及竣工环境保护自主验收监管工作机制的意见》等文件中的有关要求，工程建设过程中的污染防治措施必须与建设项目同时设计、同时施工、同时投入运行，有关“三同时”项目必须按合同规定经有关部门验收合格后才能正式投入运行，防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。

结合分阶段环境保护工程实施要求，云南省普洱市黄草坝水库工程环境保护工程验收计划如下：

7.4.1 蓄水阶段环境保护工程验收

a) 施工期环境保护工程土建工程验收

施工期阶段环境保护工程验收主要是针对施工期内须开展建设的环境保护工程

进行验收，以落实和督促其按要求及时建设，如鱼类增殖放流站、过鱼设施、下泄流量措施、环境监测和生态调查情况等。

b) 蓄水阶段验收

工程蓄水前开展阶段环境保护验收，主要是针对施工期间已实施的环境保护工程的运行情况进行阶段验收，将生态流量泄放设施及在线监测监控系统、分层取水叠梁门及水温监测系统、鱼类栖息地保护、过鱼设施、鱼类增殖放流站、库底环保清理等作为主要验收内容，验收合格后方可蓄水。

7.4.2 工程竣工环境保护工程验收

主要是工程竣工后的环境保护工程验收，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》有关规定实施，验收内容包括工程各项环境保护设施，如污染防治措施、水生生态和陆生生态保护措施、环境管理、环境监测、环境监理等，详见表 7.4.2。

表 7.4.2 竣工环境保护验收重点内容一览表

序号	分 项		验 收 主 要 内 容		备 注
一	组织机构设置		按照环境影响报告书和管理要求成立了相应的环保组织机构		由项目 业主在 提交验 收申请 报告时 提供
二	招投标文件		在工程施工及设施采购合同中应有环保的规定条款		
三	动态监测资料		施工期环境监测及生态监测报告		
四	环保设施效果检验		环保设施运行效果的监测报告		
五	环保设施一览表		工程设计及环评确定的环保设施		
时段	治理对象		措施内容	措施需达到的效果	
蓄水前	废水	施工废水	混凝土搅拌系统废水沉淀后洒水；施工机械车辆冲洗含油废水隔油、沉淀处理后回用；洞室排水沉淀后回用	执行《水电工程施工组织设计规范》(NB/T 10491-2021)中的回用水标准及《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)相应标准，枢纽工程区废水全部回用，禁止排放	
		生活污水	施工营地生活污水采用生化处理后用于绿化、洒水	执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表4中一级标准，枢纽工程区生活污水全部回用，禁止排放	
蓄水前	废气	道路扬尘	车辆车辆保养，道路定期洒水，施工人员配备防尘口罩	执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)二级标准和无组织排放监控浓度限值	
		施工作业粉尘	混凝土拌和楼粉尘采用袋式除尘装置，水泥和粉煤灰输送采用封闭设备		

表 7.4.2(续)

序号	分 项		验 收 主 要 内 容		备 注
时段	治理对象		措施内容	措施需达到的效果	
蓄水前	噪声	施工噪声	选用低噪声的设备和机械，加强对噪声设备的维护管理、移动式声屏障	声环境质量分别满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类及2类标准。施工场界噪声执行《建筑施工场界噪声排放标准》(GB12523-2011)	
		交通噪声	移动式声屏障、限速、禁鸣、警示牌等		
蓄水前	固体废弃物	生活垃圾	设置垃圾桶和垃圾车，枢纽区施工期生活垃圾集中收集运往指定地点处理	及时清运，保持施工区清洁卫生	
	陆生生态	生态修复与保护	施工临建设施区、场内施工道路临时占地区按要求生态修复；施工区设置警示牌，宣传陆生动植物保护	保护工程区生态系统完整性，尽量减少植被破坏	
	水生生态	鱼类增殖放流	鱼类增殖放流站建设及运行情况	保护水生生境，维护河段水生生境的连通性、鱼类的多样性	
		过鱼设施	过鱼设施建设情况		
		栖息地保护	鱼类栖息地保护落实情况		
		渔政管理	渔政管理机构、人员、设备等配备情况，制度的制定及执行情况		
		生态流量	生态流量泄放设施建设及运行情况		
		低温水防治	分层取水叠梁门及水温监测设施建设情况		
	水土保持	水土流失	施工区、弃渣场水土保持措施	施工建设期土壤流失控制比1.0、拦渣率95%	
	人群健康保护	施工人员	营地设置公厕；施工区进行卫生清理和消毒；施工人员抽检；施工区水源及食品卫生监督管理	防止工程区有关的病媒生物孳生，保护施工人员和当地居民的身体健康	
竣工前	水环境	受水区水污染防治	水污染防治规划中近期实施项目	受水区接纳水体水质稳定达标	
		库区水质保护	划定饮用水源保护区	人民政府发布饮用水源保护区划定	
		低温水防治	分层取水叠梁门及水温监测设施运行效果	按规程调度叠梁门，确保取表层水	
	陆生生态	生态修复与保护	施工迹地清理与恢复；水土保持措施实施与效果	保护工程区生态系统完整性	
	水生生态	过鱼设施	过鱼设施建设及运行情况，过鱼设施的监测记录、上报及效果评估	保护水生生境，保障河段水生生境的连通性、鱼类的多样性	
		鱼类增殖放流	鱼类增殖放流站运行效果，鱼苗放流的监测记录、上报及效果评估		
		下泄流量	下泄流量措施运行效果，生态调度实施情况		
		栖息地保护	栖息地保护落实情况；鱼类保护的效果监测及评估		

本工程环境保护措施的实施应纳入整个工程建设过程。为保障工程环境保护措施的顺利实施，从组织领导、监督管理、技术保证和资金保障等方面拟订环境保护措施实施规划的保证措施，供决策部门及建设单位等有关单位参考。

组织领导与管理措施：为了保证本工程环境保护措施完全到位、落实，工程项目业主建设单位应与施工单位一起，按照环境保护有关法律法规的要求，保证环境保护设施与主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。建立实施领导管理机构，负责各项目区环境保护管理工作，工作内容包括实施环境保护措施所需的资金的筹措、使用和管理，并与当地环保部门密切配合，接受环保部门的监督和指导，保证环保措施高标准、高质量、高效率地按进度计划进行。

技术保证措施：在工程施工阶段，编制本工程环境保护措施各项目技施设计报告，为实施本工程环境保护措施提供可操作性依据。选择施工经验丰富，技术力量强的施工单位，建设中尽量采用先进的施工手段和合理的施工工序。

资金保证措施：依据“谁开发、谁保护，谁污染、谁治理”的原则，由项目业主负责筹集资金，专款专用，充分保证资金需求，并按照环境保护措施实施进度规划，逐年逐项落实，确保各项措施保质保量按时完成。

8 环境风险分析

8.1 环境风险评价目的

环境风险是指突发性事故对环境(或健康)的危害程度。环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素，建设项目建设和运行期间可能发生的突发性事件或事故，引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境的影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平。

根据环发〔2012〕77号文《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》的要求，参照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)和《外来物种环境风险评估技术导则》(HJ 624-2011)，通过风险调查、风险识别、风险事故分析和风险预测与评价等开展环境风险评价，为工程设计和环境管理提供资料和依据，以达到降低危险，减少危害的目的。

评价工作程序见图 8.1。

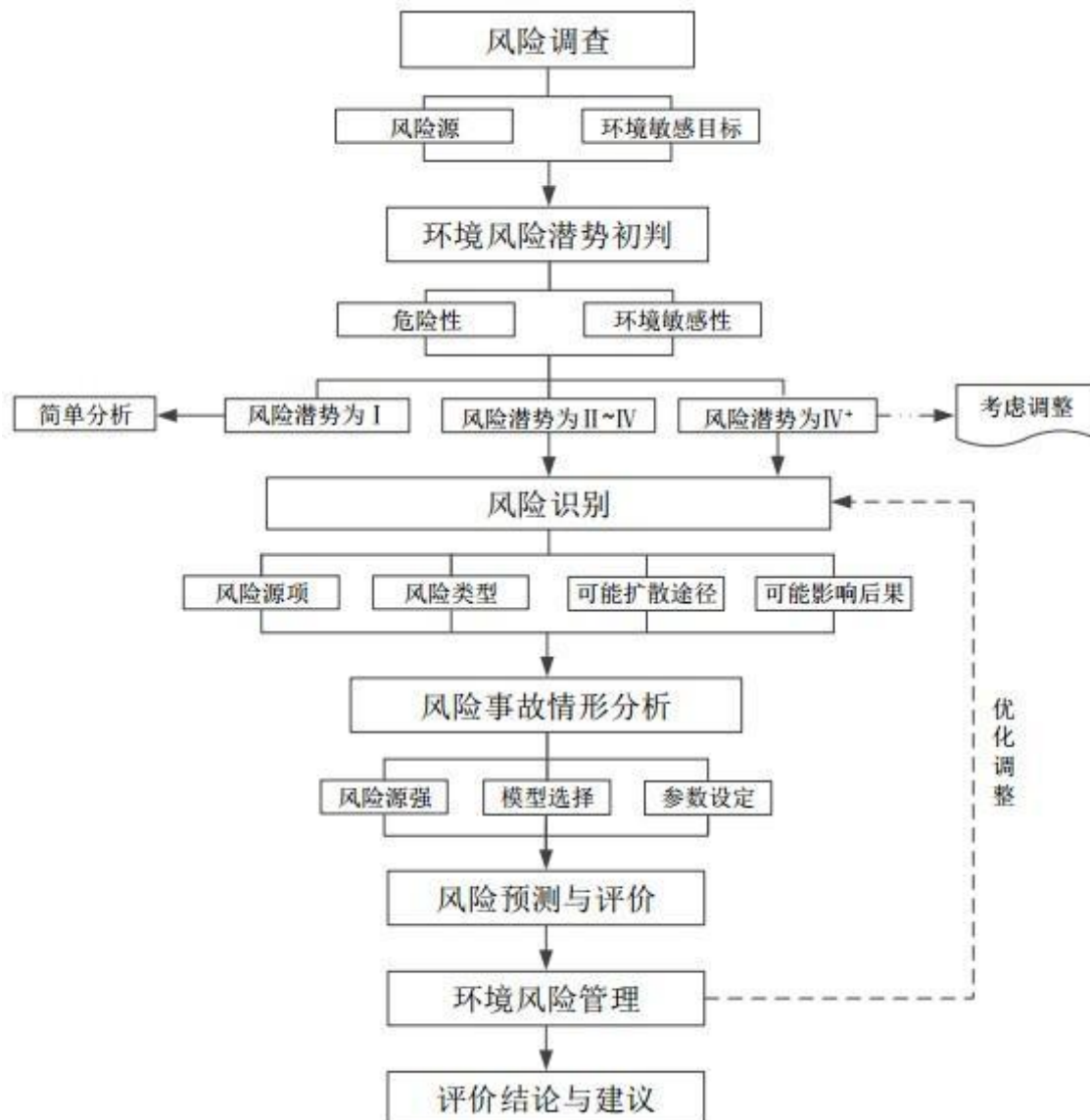


图 8.1 环境风险评价工作程序

8.2 环境风险潜势初判

8.2.1 环境风险源识别

a) 施工期

1) 炸药和油料运输风险

施工期，工程施工区不设置油库和炸药库，施工期所需油料和炸药全部外购运输进入施工区使用。民爆企业应严格遵守《民用爆炸物品安全管理条例》等相关要求进行操作，运输风险由民爆公司承担，最大运输量为 25t。油料主要为汽柴油，最大运输量为 20t。危险品运输和储存可能出现的环境风险类型是交通事故、火灾和爆炸。

2) 其他环境风险源

施工期其它环境风险源主要为废污水事故排放风险。

b) 运行期

运行期环境风险主要是库区水质污染风险。

8.2.2 风险潜势初判

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)附录 C, 危险物质数量与临界量的比值(Q)按下式进行计算:

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中: q_1, q_2, \dots, q_n —每种危险物质的最大存在量, t;

Q_1, Q_2, \dots, Q_n —每种危险物质的临界量, t。

当 $Q < 1$ 时, 该项目环境风险潜势为 I。

当 $Q \geq 1$ 时, 将 Q 值划分为: ① $1 \leq Q < 10$; ② $10 \leq Q < 100$; ③ $Q \geq 100$ 。

本工程危险物质数量与临界量的比值 Q 计算如表 8.2.2, 据此判断该项目环境风险潜势为 I 级。

表 8.2.2 枢纽工程区危险物质数量与临界量比值(Q)计算表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存储量 t	临界量 t	该种危险 物质 Q 值
1	油类物质(矿物油类, 如石油、汽油、柴油等; 生物柴油等)	-	20	2500	0.008
2	乳化炸药 (70%为硝酸铵)	6484-52-2	25	50	0.5
Q 值Σ					0.508

8.3 环境风险评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)评价工作等级划分要求, 对黄草坝水库工程环境风险进行了潜势初判, 工程环境风险潜势为 I 级, 确定本项目环境风险进行简要分析。

8.4 风险事故情形分析与预测评价

8.4.1 施工期废(污)水事故排放风险评价

本工程于施工区内设置有混凝土系统冲洗废水处理、含油废水处理、洞室排水处理和成套生活污水处理设施。在工程施工期, 可能因回用水泵或各污废水处理设施故障等情况, 造成施工生产废水和生活污水出现事故排放, 则会对周围水系的水质产生

一定程度的污染，从而影响坝址下游水生生态环境。

a) 事故排放风险影响预测

施工期施工废污水的事故排放，会对水环境产生影响，因此对施工期事故状态下的废污水排放进行影响预测计算。

枢纽工程生产废水主要包括：混凝土系统废水和含油废水。含油废水排放量较小，污染物成分较为简单，主要为 SS 和石油类，其事故排放影响较小，但石油类物质如果被雨水冲刷入河，其扩散距离长、范围大，因此需引起重视；混凝土系统冲洗废水排放量不大，污染物主要是 SS，但混凝土废水 pH 值偏高，如排入河中，对水质也有一定影响。此外，基坑排水是施工期短时间内排放量最大的，根据对目前水利水电工程基坑排水处理情况的调查，初期排水水量大，但污染物主要是 SS，出于施工需要，基坑废水需要短时间排干，由于污染物单一，浓度不高，一般通过沉淀后可以满足排放要求。

枢纽工程生活污水主要污染物为 BOD₅、COD、氨氮和粪大肠菌群等，施工期在高峰期聚集有 1200 名施工人员，生活污水产生量较大，如果污水处理设备出现事故排放的情形，容易对小黑江河道水质造成一定的污染。

本次风险评价主要考虑混凝土系统冲洗废水、含油废水和生活污水的事故排放，预测分析内容详见 6.2.1 章节。

b) 风险分析

根据预测，在事故排放条件下，由于河道较窄，SS 在全断面上进行混合，并形成一条污染带，且由于坝址处小黑江河道坡降陡，流速快，进入河道的 SS 污染物将很快扩散和稀释。由预测结果可见，混凝土系统如出现事故排放，对小黑江河段的水质将产生一定的影响，主要是造成 SS 浓度较本底浓度升高，但其影响主要集中在排放口附近水域，顺流方向以下影响开始减弱，总体来看不会对下游小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区的水质造成明显不利影响。在坝址下游 9km 处，河道中水体 SS 浓度大约在 46.47mg/L，跟监测数据所反映的小黑江平均 SS 浓度相比，没有造成明显的升高。

施工生活污水如出现事故排放，会对排放口局部水域水质造成一定影响，随着水体的推移和自净作用，这种影响逐渐减弱。虽然生活污水的事故排放会造成河道内污

染物浓度明显增加，但由于小黑江水体水质较好，污染物本底浓度较低，枢纽工程施工期污水排放量不大，因此即使在排放口周边 5m 左右的小黑江水质，也基本仍然能够满足功能区水质标准要求。

从保护工程施工区地表水体水质角度出发，施工前应做好水质风险事故应急预案，施工期间配备充足的应急物质，按要求建设废污水处理设施和回用设施，并且切实加强施工管理，尽量避免事故排放的发生。

8.4.2 油料储运风险分析

a) 风险识别

黄草坝水库工程在施工、运行过程中，不涉及剧毒有害原材料或产品，但在施工过程中需使用大量的油料，如汽油、柴油。因汽油、柴油的易燃特性，若其运输、使用和储存管理不当，有可能引发火灾、爆炸等事故，存在一定的环境风险。

枢纽工程不设常备油库，油料由当地石油公司供应，仅在施工场地内设临时储油设施或油罐车以保证油料供给。临时储油设施的油泄漏不仅会引起火灾爆炸事故，同时，渗漏的油和火灾事故形成的油污若处理不当而直接排入小黑江，会给河流水体带来严重的水质污染。

b) 风险分析

车辆运输过程中，有可能发生交通事故，造成油料的泄露，可能引发火灾或爆炸事故，以及未及时拦截的油料，将会污染周围生态环境和环境质量。本工程所需油料购自于普洱市，油料运输采取专门运输车辆、由专业人员驾驶和押运的方式，可有效控制交通事故发生概率；在运输过程中，严格按照国家相关规定控制油料的单车运输量，运送油料的运输车辆须采用密闭性能优越的储油罐，确保不造成环境危害或把事故造成的环境危害性降低在可控制范围之内。

一般储油设施火灾除具备一般火灾的共性外，还具有油品易燃烧和油气混合气易爆炸的特殊性。储油设施火灾事故，按其发生的原因可分为作业事故和非作业事故两大类。作业事故主要发生在卸油、量油、加油、清罐四个环节，这四个环节都使油品暴露在空气中，如果在作业中违反操作程序，使油品或油品蒸气在空气中与火源接触，就会导致爆炸燃烧事故的发生。油库非作业事故又可分为与油品相关的火灾和非油品火，与油品相关的火灾主要原因有：油蒸气沉淀，油罐、管道渗漏，雷击。非油品火

灾常见的非油品火灾有：电气火灾，火源管理不当。非作业火灾、非油品火灾如不能迅速控制会蔓延至罐区、加油区，形成油品火灾，造成重大损失。

油污不进行处理直接进入河流水域后，被油污染的水域将会因油污自然降解造成局部缺氧状态，使水生植物的光合作用无法进行，水生动物因缺氧而死亡；同时，油类产品具有一定的毒性，会对水生生物尤其鱼类物种带来一定的遗传危害，给生态系统带来严重的危害。

8.4.3 机组油泄露风险分析

a) 风险识别

机组透平油主要存在于轴承油槽之中，用于机组转动时的润滑及降温。当油质劣化后，将采用专用透平油过滤机进行过滤，确保油质满足运行要求。透平油泄露的风险主要是可能对电站发电尾水水质造成影响。

b) 风险分析

根据水轮机结构，发电水流从水轮机蜗壳和尾水管中流出，与轴承油槽不存在接触，透平油直接渗漏影响水质风险较低。透平油可重复利用，厂房内不需放置透平油油桶，厂内泄露透平油的风险也很小。

8.4.4 生态风险分析

本工程在对鱼类资源、植被采取相应恢复措施时，均选择本区域原有适生的特有鱼种、树种及草种，因此不存在当地物种演变及主动带来外来物种入侵的风险。但工程建设过程中，大量工程材料运输进场，在包装材料或填充物等中可能存在外来物种的种子、虫卵或幼虫等，一旦引入，在没有天敌的情况下，可能出现大量繁殖情况。

水库蓄水将使原来栖息于河谷灌草丛的中小型兽类，特别是小型啮齿动物向较高海拔生境或食物丰富的人类聚居地附近迁移，造成迁入地的啮齿动物种群数量在短时间内较大增加，形成较高密度区。这些啮齿动物常常会传播疫源性疾，在它们向人类聚居地附近迁移的过程中，将增加疾病传播的风险。

8.5 风险防范措施

8.5.1 施工期废(污)水排放风险防范措施

a) 加强施工废污水的处理，实行完全回用。按照环评要求建设废污水处理设施

和回用设施，确保废污水经处理后自动回用到相应场地或施工部位。加强施工管理，设专人负责施工废污水处理设施的日常管理、监督和维护。

b) 施工期，加大风险监测和防控力度，定期对处理系统进行详细的检修，使系统处于良好状态运行。一旦出现事故，应立即停止相关生产设施的运行，停止废污水的处理和排放，从源头上控制废污水的产生，并尽快找出事故原因，检修、修理出现事故的机器，尽快恢复废(污)水系统的运行。同时，应将出现的事故向受影响的地方政府和当地环保部门汇报，并对事故发生后的下游水质进行监测分析，进行事故评价。

c) 施工前，编制水质事故风险应急预案，报地方生态环境行政主管部门备案，并将应急预案在所有参建单位中进行发布。落实应急组织机构和相关责任人。

8.5.2 油料储运风险防范措施

施工期间，应与当地的消防部门建立密切联系，加强储油设施和消防设备的日常检查和管理，建立火灾报警系统和临时消防队，制定相关的救援方案。在储油设施周围地势相对较低处修建事故污水收集池，对事故产生的油污进行收集处理。事故发生后，应由专业队伍负责对事故现场进行检查监测，对事故性质、参数与后果进行评估，结果上报相关部门，为指挥部门提供决策依据。

8.5.3 机组油泄露风险防范措施

在机组检修之前，应先将油系统中的透平油全部回收至容器中，透平油的回收应充分、彻底；回收采用的油管应事先检查，做到无裂缝、无穿孔；油管与油系统的接口应密封、固定，杜绝透平油回收过程中的油损失。

对抽取的透平油进行回收处理，采用滤油机回收过滤，回收率可达到 98%左右，分离产生的油渣、拆卸下来的零部件清洗所用的汽油或柴油以及机组大修施工中用于水轮机、衬墙圈、油系统表面擦拭的棉纱，暂存于危废存储桶中。

8.5.4 生态风险防范措施

a) 施工过程中加强对外来入侵物种危害性的宣传教育，提高对外来入侵物种的防范意识；加强对外来入侵物种识别、防治技术、风险评估技术、风险管理措施的培训，对于进口材料和机械等，应按规定严格进行检验检疫和消杀处理。

b) 黄草坝水库蓄水前应联合相关部门对淹没区的主要野生动物疫病和主要疫源

物种特别是鼠类进行调查，明确重点监控场所和环节，健全信息通报机制，并储备必要的应急物资。蓄水过程中及蓄水后需加强野生动物疫源疫病监测防控工作，建立鼠情监测预警系统和机制，定期监测鼠情密度和传染源情况，并通报有关部门，做好预测预报工作，在鼠情可能发生时，提前采取紧急措施，严密防范突发野生动物疫情。

8.6 应急预案

8.6.1 风险应急预案体系和应急处置程序

根据《国家突发环境事件应急预案》(国办函〔2014〕119号)、《云南省突发环境事件应急预案》(云政办发〔2017〕62号)确定的突发环境事件应急预案体系的划分原则，本工程应急预案体系为突发环境事件应急预案。应急处理程序主要包括以下4个方面：

a) 信息报告

特别重大或者重大突发公共事件发生后，各地、各部门要立即报告，最迟不得超过2小时，同时通报有关地区和部门。应急处置过程中，要及时续报有关情况。

b) 先期处置

发生或即将发生突发公共事件的信息得到核实后，在尚未划定突发公共事件级别之前，事发地人民政府和有关单位要迅速采取措施控制事态发展，并及时向上级人民政府报告。

c) 应急响应

对于先期处置未能有效控制事态的特别重大、重大突发公共事件，要及时启动相关预案，由省级相关专门应急指挥机构或省政府工作组统一指挥或指导有关地区、部门开展处置工作。

现场应急指挥机构负责现场的应急处置工作。

需要多个省级相关部门共同参与处置的突发公共事件，由该类突发公共事件的业务主管部门牵头，其他部门予以协助。

d) 应急结束

特别重大突发公共事件应急处置工作结束，或者相关危险因素消除后，现场应急指挥机构予以撤销。

8.6.2 风险应急预案

黄草坝水库工程突发环境事件涉及云南省普洱市,根据《国家突发环境事件应急预案》(国办函〔2014〕119号)、《云南省突发环境事件应急预案》(云政办发〔2017〕62号)的相关要求,本工程事故应急应纳入云南省突发公共事件应急预案体系中,并据此确定工程应急预案。

a) 应急计划区

本工程应急计划区包括:A. 废污水处理工程区;B. 环境保护目标区,主要是小黑江水域。

应急事件包括废污水事故排放、火灾、爆炸、溢油事故等。

b) 应急组织机构、人员

1) 应急领导机构

应急总领导机构为云南省人民政府突发公共事件应急委员会,作为协调指挥机构,统一领导突发公共事件的应急处置工作。

地区应急领导机构由普洱市分管环保的领导、生态环境局及其它相关各协作部门负责人组成。

施工现场成立安全风险应急领导小组,由建设单位分管环保的正职领导作为小组长,小组成员由环境保护管理办公室负责人、各承包商单位分管环保的领导组成。

2) 现场指挥

由应急领导机构指定现场指挥,可由公安局、安监局或生态环境局负责。

3) 应急救援人员

应急救援人员包括:

(1) 危险源控制组,主要是负责在紧急状态下的现场抢险作业,及时控制危险源,由建设单位和承包商单位消防、安全部门组成,必要时包括地方专业防护队伍;

(2) 伤员抢救组,负责现场伤员的搜救和紧急处理,并护送伤员到医疗点救治,由事故责任单位和施工区医疗机构负责。

(3) 医疗救护组,负责对受伤人员进行紧急救治并护送重伤人员至医院作进一步治疗,由施工区医疗机构负责,当地医院协作。

(4) 消防组,负责现场灭火、设备容器的冷却、喷水隔爆、抢救伤员及事故后对

被污染区域的清洗工作，人员由建设单位、承包商消防人员和当地公安消防队伍组成。

(5) 安全疏散组，负责对现场及周围人员进行防护指导、疏散人员、现场周围物资的转移，由建设单位和承包商安全部门、安全保卫人员和当地政府人员组成。

(6) 安全警戒组，负责布置安全警戒，禁止无关人员、车辆进入危险区域，在人员疏散区域进行治安巡逻，由建设单位和承包商安全保卫人员、当地公安部门负责。

(7) 物资供应组，负责组织抢险物资、工器具和后勤生活物资的市场供应，组织运送抢险物资和人员，由建设单位和当地政府负责。

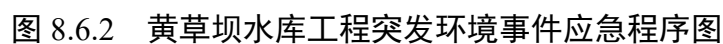
(8) 环境监测组，负责对大气、水质、土壤等进行环境应急监测，确定影响区域范围和危险物质浓度，对事故造成的环境影响做出正确评估，为指挥人员决策和消除事故污染提供依据，并负责对事故现场危险物质的处置，由建设单位和承包商单位环境保护管理办公室和当地生态环境局负责。

(9) 专家咨询组，负责对事故应急救援提出方案和安全措施，现场指导救援工作，参与事故的调查分析并制定防范措施，由工程建设单位和承包商单位安全监督部门、当地各相关部门技术专家组成，由领导机构负责组织。

(10) 综合协调组，负责综合协调、信息沟通、事故新闻和应急公告发布，由建设单位、当地政府宣传部门组成。

(11) 善后处理组，负责现场处置、伤亡善后工作，由建设单位、当地政府相关部门组成。

应急程序见图 8.6.2。



事故分为以下 4 个等级：特别重大(I级)，重大(II级)，较大(III级)，一般(IV级)。

事故发生时，立即启动并实施本部门应急预案，Ⅰ级、Ⅱ级响应；现场指挥在事故

应急领导机构的统一领导下,具体安排组织重、特大事故应急救援预案的组织和实施;组织所有应急力量按照应急救援预案迅速开展抢险救援工作;根据事故险情,对应急工作中发生的争议采取紧急处理措施;根据预案实施过程中存在的问题和险情的变化,及时对预案进行调整、修订、补充和完善,确保人员各尽其职、救援工作灵活开展;根据现场险情,在技术支撑下,科学组织人员和物资疏散工作;现场应急指挥与应急领导机构要保持密切联系,定期通报事故现场的态势,配合上级部门进行事故调查处理工作,做好稳定社会秩序和伤亡人员的善后及安抚工作,适时发布公告,将危机的原因责任及处理决定公布于众,接受社会的监督。III级、IV级响应:各相关职能部门按照各自职责开展应急处置工作,防止事故扩大、蔓延,保证信息渠道畅通,及时向领导机构通报情况。

因环境污染事故存在不可预见、作用时间较长、容易衍生发展的特点,现场指挥可根据现场实际情况随时将响应等级升级或降级。

5) 应急救援保障

主要包括专用消防水池、消火栓、灭火器、消防车、消防水收集系统、吸油毡、溢油控制器材、各类药品等。

6) 报警、通讯联络方式

(1) 报警方式:在施工封闭管理区内设置报警电话,设置施工区火灾警报器。

(2) 应急通讯:应急领导机构与现场指挥通过对讲机、电话进行联系;现场指挥与应急救援人员通过对讲机进行联系;应急过程中对讲机均使用一频道(消防频道);如无线通讯中断,应急领导机构和现场指挥可组织人员进行人工联络。

(3) 信息报送程序:发生环境风险事故时,必须及时上报,按程序报建设单位环境保护管理办公室和安全监督部门后,报告应急领导机构和其它相关部门、上级部门,报送方式可采用电话、传真、直接派人、书面文件等。

7) 应急监测、救援及控制措施

环境监测组负责人带领环境监测人员及应急查询资料到达现场,对事故原因、性质进行初步分析、取样、送样、并做好样品快速检测工作,及时提供监测数据、污染物种类、性质、控制方法及防护、处理意见,并发布应急监测简报,对事故出现后周围的安全防护距离、应急人员进出现场的要求、群众的疏散范围和路线等提供科学依据,确保群众和救援人员的安全防护。

8) 应急防护措施

危险源控制组和消防组对事故现场进行调查取证，对事故类型、发生时间、污染源、主要污染物、影响范围和程度等进行调查分析，形成初步意见，反馈现场指挥和应急领导机构。

安全警戒组在事故区域设置警戒标识，禁止无关人员进入。各小组协作，由专业人员负责，及时控制危险源，切断其传播途径，控制防火、防爆区域，对污染源及时进行处理，防止污染扩散，物资供应组及时提供所需各项物资和设备。

9) 人员疏散、撤离组织计划

受灾区域内被围困人员由安全疏散组负责搜救；警戒区域内无关人员由建设单位配合安全疏散组实施紧急疏散。

当事故可能危及周边地区较大范围人员安全时，现场指挥应综合专家组及有关部门的意见，及时向领导小组提出实施群体性人员紧急疏散的建议，建议应当明确疏散的范围、时间与方向。

现场指挥应当及时发布事故信息，经领导小组批准，及时发布周边地区人员紧急疏散的公告；当地政府及各有关部门，应当按照领导小组的指令，及时、有序、全面、安全地实施人员疏散，妥善解决疏散人员的临时生活保障问题。

10) 事故应急救援关闭程序与恢复措施

整个应急处置和救援工作完成后，即事件现场得到控制，事件条件已经消除；污染源的泄漏或释放已降至规定限值以内；事件所造成的危害已被彻底消除，无续发可能；事件现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要；采取了必要的防护措施已能保证公众免受再次危害，并使事件可能引起的中长期影响趋于合理且尽量低的水平。经现场指挥提议、领导小组批准，由现场指挥宣布解除应急状态，并发布有关信息。

工程建设单位协同有关部门做好现场清洁与清理，消除危害因素。

善后处理组针对事故对人体、动植物、土壤、水体、空气造成的现实危害和可能的危害，提供处置建议等相关技术支持，并对事故现场和周边环境进行跟踪监测，直至符合国家环境保护标准。做好事故调查处理。

11) 应急培训计划

为了确保应急计划的有效性和可操作性，必须预先对计划中所涉及的人员、设备器材进行训练和保养，使参加应急行动的每一个人都能做到应知应会、熟练掌握。

每年定期组织应急人员培训，使受培训人员能掌握使用和维护、保养各种应急设备和器材，并具有在指挥人员指导下完成应急反应的能力。

定期进行一次应急演练，在模拟的事故状态下，检查应急机构，应急队伍，应急设备和器材，应急通讯等各方面的实战能力。通过演习，发现工作中薄弱环节，并修改、完善应急计划。

12) 公众教育和信息

对可能发生事故的附近区域居民进行宣传教育，并发布相关信息。

8.7 风险防范与应急措施的合理性和有效性分析

黄草坝水库的风险防范措施包括水质污染风险、油库风险、火灾风险以及生态风险的防范措施，各项防范措施均涵盖了加强日常检查和管理、完善相关制度建设、采取相应的应急处理措施，防范措施全面合理有效，体现了源头控制、过程阻断、末端治理的全过程风险防范理念，风险发生后结合制定的应急预案，有利于作出及时的应急响应，加强与上级单位和部门应急救援体系的衔接，降低风险事故产生的后果。

8.8 风险评价结论

黄草坝水库工程施工期间发生各类风险事件的几率较小，但一旦发生，产生的后果较为严重。通过采取相关的风险防范措施，能够将风险发生的可能性大大减小，制定的应急措施和应急预案能够将风险产生的后果大大降低。总体而言，工程风险防范与应急措施是合理和有效的。

9 环境保护投资

9.1 编制原则

a) “谁开发、谁保护，谁污染、谁治理”原则。对于既保护环境又为主体工程服务，以及为减轻或消除因工程新建对环境造成的不利影响等，需采取的环境保护、环境监测和环境工程管理等措施，其所需的投资，应根据其项目的依附性质，列入工程环境保护投资；

b) “突出重点”原则。对环境影响较大、公众关注、保护等级较高的环境因子进行重点保护，在经费上予以优先考虑；

c) “功能恢复”原则。对于因工程新建对环境造成不利影响需采取的补偿措施；凡结合迁、改建提高标准或扩大规模增加的投资，应由地方政府或有关部门、产权所有者自行承担；

d) “一次性补偿”原则。对工程所造成的难以恢复、改建的环境影响对象和生态与环境损失，可采取替代补偿和生态恢复措施，或按有关补偿标准给予一次性合理补偿；

e) 一致性原则。环保工程与主体工程一致，同时设计、同时施工、同时运行。

9.2 编制依据

《水利工程设计概(估)算编制规定》(水利部水总〔2015〕4号)

《水利建筑工程概算定额》(水利部水总〔2015〕4号)

《水利工程施工机械台时费定额》(水利部水总〔2015〕4号)

《水利水电工程环境保护概估算编制规程》(SL359-2006)

《水土保持工程概(估)算编制规定》(水利部水总〔2003〕67号)

《水土保持工程概算定额》(水利部水总〔2003〕67号)

《工程勘察设计收费管理规定》(国家计委、建设部〔2002〕10号)

9.3 价格水平年

环境保护投资编制所采用的价格水平年与枢纽建筑物工程投资价格水平年一致，即 2018 年。

9.4 投资项目划分

黄草坝水库工程环境保护项目投资分为环境保护措施、环境监测措施、环境保护临时措施和独立费用等 4 部分。

9.5 基础资料

9.5.1 基础单价

a) 人工预算单价

采取主体工程设计中级工单价 9.15 元/工时。

b) 主要材料概算单价

主要材料价格采用主体工程价格,其它材料和植物措施材料价格由当地市场价格加运杂费、采购和保管费组成。

c) 材料单价

主要材料价格采用主体工程价格;苗木草种等价格由当地市场价格加运杂费、采购和保管费组成;水泥、砂石料、柴油等主要材料采用基价法,当材料预算价格低于基价时,按预算价格直接进入工程单价,当预算价格高于基价时,按基价进入工程单价,超过部分列入工程单价分析表税金之前进行补差。

d) 施工风、水、电单价

采用水库枢纽工程水、电、风价格,其中水价 2.38 元/m³,电价 0.69 元/kw·h,风价 0.13 元/m³。

9.5.2 独立费用

a) 环境管理费:按所有工程费的 2.5%取值;

b) 环境监理费:根据工程规模,按实际工期计费;

d) 科研勘测设计费:按直接工程费用的 8.0%取值。

9.5.3 预备费

a) 基本预备费:按工程措施和独立费用之和的 10%取值;

b) 价差预备费:根据国家计委〔1999〕1340 号文不计价差预备费;

9.6 环境保护投资估算

按照上述原则计算，环评阶段，本工程环境保护工程静态投资 24155.02 万元。
 详见表 9.6。

表 9.6 黄草坝水库工程环境保护投资估算表

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价(元)	合计 (万元)	备注
第一部分环境保护措施					9649	
I 水源枢纽工程					9419	
1	水环境保护				703	
1-1	水源地警示牌	个	30	1000	3	
1-2	水源保护区物理隔离防护带	km	25	40000	100	
1-3	库区污染源治理	项	1	5000000	500	
1-4	分层取水措施	项	1			计入主体工程 投资
1-5	生态流量下泄	项	1			计入主体工程 投资
1-6	库底清理	项	1			计入水库专项 投资
1-7	地下水影响恢复措施费	项	1	1000000	100	
2	陆生生态保护				3780	
2-1	水土保持工程措施费					计入水保投资
2-2	森林植被补偿费					计入淹没、占 地投资
2-3	珍稀保护植物挂牌保护	项	1	800000	80	
2-4	珍稀保护植物迁地保护(珍稀植物园)	项	1	9000000	900	
2-5	古大树迁地保护	项	1	9000000	900	
2-6	淹没区典型植被群落迁地保护	项	1	12000000	1200	
2-7	珍稀濒危陆生动物保护	项	1	7000000	700	
3	水生生态保护				4700	
3-1	鱼类栖息地保护与修复	项	1	8000000	800	
3-2	鱼类种质资源保护	项	1	5000000	500	
3-3	过鱼设施	项	1			计入主体工程 投资

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价(元)	合计 (万元)	备注
3-4	鱼类增殖站建设及增殖放流	项	1	32000000	3200	
3-5	取水口拦鱼设施	项	1	2000000	200	
4	固体废物处置				60	
4-1	生活垃圾	项	1	150000	15	续用施工期设施
4-2	危险废物	项	1	450000	45	
5	移民安置环境保护				176	
5-1	生活污水处理				50	
	化粪池	个	25	20000	50	暂定 25 个
5-2	生活垃圾处理				16	
	垃圾桶	个	25	400	1	
	垃圾收集池	个	3	50000	15	
5-3	复建及防护工程环保措施	项	2	550000	110	
II输水工程					230	
1	水质保护				5	
	水质保护标识牌	块	50	1000	5	
2	陆生生态保护				5	
	保护标识牌	块	50	1000	5	
3	声环境保护				220	
	泵站隔音材料	m ²	1100	2000	220	
第二部分环境监测					1948	
I水源枢纽工程					1168	
1	水环境监测				59	
1-1	施工期地表水质监测	点次	30	5000	15	
1-2	施工期施工污水监测	点次	120	2000	24	
1-3	施工期地下水监测	点次	40	5000	20	
2	环境空气监测	点次	20	5000	10	
3	声环境监测	点次	40	1000	4	
4	陆生生态监测				920	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价(元)	合计 (万元)	备注
4-1	植物植被监测	年	8	650000	520	
4-2	陆生动物监测	年	8	500000	400	
5	水生生态监测	点次	2	800000	160	
6	卫生防疫监测	年	5	30000	15	
II输水工程					780	
1	水环境监测				24	
1-1	生活污水	点次	40	2000	8	
1-2	生产污水	点次	80	2000	16	
2	绿孔雀、亚洲象专项监测	年	8	900000	720	
3	环境空气质量监测	点次	40	5000	20	
4	噪声监测	点次	160	1000	16	
第三部分仪器设备及安装					1735.4	
I水源枢纽工程					1025	
1	环境监测仪器设备				620	
1-1	生态流量在线监测系统	套	1	1600000	160	
1-2	水温监测系统	套	1	2200000	220	
1-3	水质在线监控设备	套	1	2400000	240	
2	废(污)水处理				300	
2-1	混凝土拌和废水处理设备	套	1	200000	20	
2-2	机械保养含油废水处理设备	套	1	300000	30	
2-3	隧洞废水处理设备	套	5	300000	150	
2-4	生活污水处理设备	套	1	1000000	100	
3	环境空气保护				65	
3-1	混凝土系统除尘	项	1	500000	50	
3-2	洒水车租用费	辆.年	5	30000	15	
4	固体废物处理				40	
4-1	垃圾清运车	辆	1	350000	35	
4-2	移动垃圾收集站	个	1	40000	4	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价(元)	合计 (万元)	备注
4-3	垃圾桶	个	20	500	1	
II输水工程					710.4	
1	废(污)水处理				580	
1-1	混凝土拌和废水处理设备	套	54	40000	216	
1-2	机械保养含油废水处理设备	套	5	80000	40	
1-3	生活污水处理设备	套	54	60000	324	
2	环境空气保护				75	
2-1	洒水车租用费	辆.年	25	30000	75	
3	固体废物处理				55.4	
3-1	垃圾清运车	辆	1	350000	35	
3-2	移动垃圾收集站	个	5	30000	15	
3-3	垃圾桶	个	108	500	5.4	
第四部分环境保护临时措施					1317.16	
I水源枢纽工程					645	
1	废(污)水处理				178	
1-1	混凝土拌和废水处理	项	1	700000	70	
1-2	机械保养含油废水处理	项	1	180000	18	
1-3	隧洞废水处理	项	1	700000	70	
1-4	化粪池	项	1	200000	20	
2	环境空气保护				131	
2-1	洒水降尘人工费	人·月	120	4000	48	
2-2	道路清扫人工费	人·月	120	4000	48	
2-3	洒水车运行费	年·辆	5	70000	35	
3	噪声防治				176	
3-1	限速禁鸣标志牌	套	20	500	1	
3-2	声屏障	m	800	500	40	
3-3	绿化隔声带	m	1000	900	90	
3-4	施工临时围挡	m	900	500	45	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价(元)	合计 (万元)	备注
4	生活垃圾处理				85	
4-1	生活垃圾清扫	人·月	10	4000	4	
4-2	生活垃圾外运处理	t	4500	100	45	
4-3	垃圾收集池	个	12	30000	36	
5	人群健康保护				75	
5-1	施工人员体检	人	1200	500	60	
5-2	施工区卫生清理	项	1	100000	10	
5-3	环境卫生和食品卫生管理	项	1	50000	5	
II输水工程					672.16	
1	废(污)水处理				130	
1-1	混凝土拌和废水处理	项	1	800000	80	
1-2	机械保养含油废水处理	项	1	300000	30	
1-3	化粪池	项	1	200000	20	
2	环境空气保护				102	
2-1	洒水降尘人工费	人·月	120	3000	36	
2-2	道路清扫人工费	人·月	120	3000	36	
2-3	洒水车运行费	年·辆	5	60000	30	
3	噪声防治				272.7	
3-1	限速禁鸣标志牌	套	54	500	2.7	
3-2	声屏障	m	4000	500	200	
3-3	绿化隔声带	m	500	400	20	
3-4	施工临时围挡	m	1000	500	50	
4	生活垃圾处理				60.96	
4-1	生活垃圾清扫	人·月	120	2500	30	
4-2	生活垃圾外运处理	t	120	80	0.96	
4-3	垃圾收集池	个	12	25000	30	
5	人群健康保护				106.5	
5-1	施工人员体检	人	1850	500	92.5	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价(元)	合计 (万元)	备注
5-2	施工区卫生清理	项	1	100000	10	
5-3	环境卫生和食品卫生管理	项	1	40000	4	
第一至四部分合计					14649.56	
第五部分独立费用					6917.42	
1	建设管理费				1425.47	
1-1	环境管理人员经常费	按一~四部分之和的4%计			585.98	
1-2	环境保护工程竣工验收费				400	
1-3	环境保护宣传及技术培训费	按一~四部分之和的3%计			439.49	
2	环境监理费	年.人	32	120000	384	枢纽工程区 5 年 4 人；线路 区 4 年 3 人
3	科研勘测设计咨询费				5107.95	
3-1	科学研究试验费				1330	
1)	过鱼种类行为学及专业设备实验	项	1		300	
2)	鱼类增殖放流效果研究	项	1		200	
3)	鱼类栖息地保护相关技术研究	项	1		200	
4)	生态调度研究	项	1		100	
5)	水质及水温数值模型预测效果验证研究	项	1		50	
6)	珍稀保护植物保护效果研究	项	1		280	
7)	珍稀保护动物保护效果研究	项	1		200	
3-2	环境影响评价费				1090	
1)	环评报告书编制费	项	1		800	
2)	地下水环境影响评价专题	项	1		70	
3)	中国结鱼种质资源保护区影响专题	项	1		70	
4)	生态红线不可避让专题	项	1		50	
5)	威远江流域规划环境影响评价	项	1		100	
3-3	环境保护勘察设计费				2687.95	
1)	环境保护勘察设计费	按一~四部分之和的12%计			1757.95	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价(元)	合计 (万元)	备注
2)	鱼类增殖放流站				300	
3)	其他专项设计费				630	
①	水源保护区划分	项	1		80	
②	水源保护区污染治理专题	项	1		200	
③	受水区水污染治理规划	项	1		100	
④	突发环境事件应急预案	项	1		50	
⑤	环境影响后评价	项	1		200	
一至五部分之和					21566.98	
基本预备费		按一～五部分之和的 12%计			2588.04	
环境保护总投资					24155.02	

10 环境影响经济损益分析

根据黄草坝水库工程环境影响评价和工程环境保护措施经济论证结果,对本工程建设的环境影响进行经济损益分析。分析计算中,考虑了本工程建设与生态效益、社会环境以及区域社会经济的持续、稳定、协调发展的条件,按照等效、替代原则计算环境效益;以减免不利环境影响或达到恢复、补偿效果所需的费用计算环境损失。

环境影响经济损益分析包括工程的经济效益、生态效益和社会效益,主要采用费用效益分析法进行分析。环境影响经济损失包括减免不利环境影响的环境保护投资、因工程建设引起环境资源的损失,环境影响经济效益包括工程兴建后改善环境取得的社会经济环境效益、采取环境保护措施后取得的效益。本工程初步确定进行经济损益定量分析的环境影响主要有:减免环境不利影响的措施投资、陆生植物资源损失、工程运行后的经济效益等。其它的环境影响将只进行经济损益定性分析。

10.1 环境效益分析

云南省普洱市黄草坝水库工程任务为工业、城镇生活供水,本工程的环境效益主要体现在工程供水、灌溉、发电所带来的直接或间接经济效益,以及工程建设对促进当地经济发展所产生的社会效益。

10.1.1 社会效益

建设黄草坝水库工程,可优化区域水资源配置,通过从水库枢纽引水,多年平均向受水区年提供水量 6610 万 m^3 。项目建设可以为普洱市城镇化发展建设提供有力的安全水源保障,并为当地农村地区巩固扶贫成果创造条件,促进当地的经济发展。

项目实施后,农业生产条件得到改善,农业综合生产能力提高,农民水事纠纷大大降低,农村社会和谐程度不断提高,可有力推动新农村建设。

综上,工程兴建具有显著的社会效益。

10.1.2 经济效益

a) 工业、城镇生活供水效益

本工程建成后向思茅区、宁洱镇和正兴镇城镇生活及工业供水,多年平均供水量为 5830 万 m^3 ,到户水量 4874 万 m^3 。根据《水利建设项目经济评价规范(SL72-2013)》,为简化计算,城镇生活用水效益计算方法可与工业用水相同。本工程产生的供水效益

采用分摊系数法进行计算，本次采用的分摊系数取 2.8%，设计水平年万元工业增加值用水定额为 $19.5\text{m}^3/\text{万元}$ 、 $21.5\text{m}^3/\text{万元}$ ，则工业、城镇生活供水效益为 66746 万元。

b) 农村人畜供水效益

本工程建成后农村人畜供水量为 115 万 m^3 ，到户水量 100 万 m^3 。地区农村供水现行不收水费，本次国民经济评价计算采用 1 元/ m^3 ，则农村人畜供水效益为 100 万元。

d) 灌溉效益

灌溉效益为种植业的改善效益。本工程种植业的灌溉增产效益为 64343 万元，水利工程的分摊系数按 10%考虑，本工程的分摊系数按 70%考虑，项目建成后多年平均灌溉效益为 4504 万元。

e) 发电效益

黄草坝水库电站装机容量 4.2MW，多年平均发电量为 1656 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。考虑有效电量利用系数和输变电线损后的上网电量为 1570 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ ，按照现行上网电价计算发电效益，云南小水电现行上网电价为 0.222 元/ $\text{kW}\cdot\text{h}$ (不含税)。经计算，发电效益为 349 万元。

f) 效益合计

综合考虑以上各效益后，根据后续达效过程，城镇供水、灌溉、农村人饮、发电效益在枢纽建设完成后即可产生效益，故建设期第 6 年产生效益分别为 26698 万元、4504 万元、100 万元、349 万元；运行期第一年效益为 36100 万元，至设计水平年 2035 年，年效益为 58818 万元。

10.2 环境损失计算

以减免工程对环境的不利影响或恢复、补偿环境效益所采取的保护和补偿措施费用作为反映工程环境影响损失大小的尺度，计算其损失值。在黄草坝水库工程建设所带来的各类损失中，可以货币化体现的主要包括水库淹没和工程永久占地投资、环境保护措施及补偿费用。

a) 陆生生态损失

陆生生态系统损失包括对森林生态系统、草地生态系统和农田生态系统产生不利影响带来的损失，可采用生态补偿法分析计算对陆生生态系统不利影响的经济价值，包括对陆生生态的耕地、园地、森林、草地生态系统的永久征收和临时征用的补偿费用。本工程永久用地面积 5367.33 亩(其中耕地 770.04 亩、园地 105.85 亩、林地 4221.66

亩、交通运输用地 171.47 亩、住宅用地 0.3 亩、水域及水利设施用地 98.01 亩), 临时用地面积 6200.38 亩(其中耕地 2057.11 亩、园地 201.73 亩、林地 3922.84 亩、住宅用地 0.18 亩、水域及水利设施用地 18.52 亩)。采用生态补偿法进行计算, 永久征地和临时占地补偿费为 16883.29 万元。

b) 水生生态损失

水生生态的损失包括水生生态系统、珍稀濒危和特有水生野生动植物等方面的损失。工程对水生生态系统的不良影响包括对水生生态系统结构和功能的不良影响, 可采取恢复连通性、栖息地保护等措施减缓对水生生态系统的影响, 采用恢复费用法评估工程对水生生态系统不利影响的经济价值。工程采取增殖放流等措施恢复种群数量, 减缓对珍稀、濒危、特有水生野生动植物的不良影响, 采用恢复费用法来计算对珍稀、濒危、特有水生野生动植物不利影响的经济价值。

恢复费用法即采用恢复被破坏的环境或重置相似环境的费用来表示该环境损失的价值, 具体应采用修复不利影响的工程或措施的费用来计算。对于本工程, 采取了鱼类增殖放流、过鱼设施、栖息地保护等水生生态保护措施, 投资共 4700 万元。因此, 本工程水生生态损失核算的经济价值为 4700 万元。

c) 水环境损失

水环境损失包括水文情势、水温、水质等方面。水电工程因拦蓄、引水等对河流水文情势产生的不良影响, 可通过生态流量泄放措施泄放生态流量来减缓, 采用恢复费用法来计算对河流水文情势不利影响的经济价值; 工程对水质的不良影响, 可通过施工生产废水和生活污水处理、库底清理措施来减缓, 采用防护费用法来计算对水质不利影响的经济价值。

恢复费用法即采用恢复被破坏的环境或重置相似环境的费用来表示该环境损失的价值, 具体应采用修复不利影响的工程或措施的费用来计算。对于本工程, 采取了施工废污水处理、水源保护区建设等水环境保护措施, 投资共 2599 万元。因此, 本工程水环境损失核算的经济价值为 2599 万元。

d) 大气环境和声环境损失

水利水电工程施工产生的粉尘、扬尘和机械与车辆燃油、生活燃煤产生的污染物对环境空气质量的不利影响, 可通过采用低尘施工技术、安装尾气净化和油烟废气处理装置、洒水降尘等措施来减缓, 采用防护费用法来计算对大气环境不利影响的经济

价值。

水利水电工程施工机械运行、混凝土生产、爆破、机动车辆等产生的噪声对声环境及其敏感对象的不利影响，通过采用低噪设备和工艺、设置声屏障等隔声降噪设施等措施来减缓，采用防护费用法来计算对声环境及其敏感对象不利影响的经济价值。

防护费用法即采用避免不利影响发生的费用来表示该环境损失的价值，具体应采用防范环境不利影响的工程或措施费用来计算。对于本工程，采取了洒水降尘、道路清扫、混凝土系统粉尘削减控制、燃油废气控制等大气环境保护措施，采取了混凝土系统噪声控制、施工交通噪声控制等声环境保护措施，投资共 1091 万元。因此，本工程大气环境和声环境损失核算的经济价值为 1091 万元。

10.3 损益比较分析

10.3.1 定性分析

综合分析不难看出，除了工程永久征地损失为不可逆环境经济损失，其它环保投资均为一次性或短期的环境经济损失，工程经济效益和社会效益明显，工程灌溉、供水、发电所带来的经济收益将是长期的，对提高当地人民生活水平、改善生态环境都具有重要意义。

10.3.2 定量计算

经对工程带来的效益和损失量化计算，2035 年，工程带来的效益为 6.72 亿元，大于工程带来的环境损失 2.53 亿元。工程环境效益较为显著。

表 10.3.2 工程建设效益/损失计算表

效益项		损失项	
城镇供水	62296 万元/年	陆生生态损失	16883.29 万元
灌溉效益	4504 万元/年	水生生态损失	4700 万元
农村人饮	100 万元/年	水环境损失	2599 万元
发电效益	349 万元/年	大气环境和声环境损失	1091 万元
合计	67248 万元/年	合计	25273.99 万元

10.3.3 结论

综合分析，从环境经济损益的角度考虑，本工程建设是可行的。

11 环境影响评价结论及建议

11.1 流域及工程简况

11.1.1 流域简况

威远江为澜沧江左岸主要支流之一，发源于镇沅县朝阳山，干流由北向南流经镇沅县勐大镇，始称勐统河，至景谷县凤山镇哨排，接纳按板河后始称威远江，再经钟山乡、威远镇，在益智乡岔江与小黑江汇合后，经景谷县、思茅区、澜沧县交界的腊撒渡口汇入澜沧江。威远江流域面积 8847km²，主河道长 316.6km，河道平均比降 6.8‰，主要支流有景谷河、小黑江、普洱大河、按板河、曼转河等。

小黑江属威远江一级支流，源头分为东、北两源。其中，东源南板河为主源，发源于干坝子大山，源地高程 2851.1m；北源为海庆河，发源于大营头山，源地高程 2625.8m。南板河自东北向西南流，于口牲寨下游约 1km 处与自北向南流的海庆河交汇，再流经老彭、丫口寨等村寨，于丁家寨附近纳南埂河后始称小黑江。再经勐乃、高桥、正兴等地，先后接纳帕庄河、暖里河、南板河、勐烈河等较大支流，在益智乡岔江村附近汇入威远江。小黑江流域面积 1980km²，主河道长 110.7km，河道平均比降 3.3‰。

黄草坝水库工程位于云南省普洱市中部，水库位于普洱市景谷县正兴镇澜沧江流域威远江支流小黑江干流上游，输水线路由北至南纵跨普洱市景谷县、宁洱县和思茅区，工程地理位置坐标为东经 100°35′~101°10′，北纬 22°50′~23°35′。坝址距离正兴镇公路里程约 40km，距离景谷县城公路里程约 75km，距离宁洱县城公路里程约 69km，距离思茅区公路里程约 100km。

11.1.2 工程概况

11.1.2.1 开发任务

黄草坝水库工程的开发任务为：城乡生活和工业供水为主，结合灌溉，兼顾防洪、发电。

a) 工业、城镇生活供水

黄草坝水库建成后，2035年多年平均工业、城镇生活供水量为5830万m³，其中向普洱城区工业水量为2930万m³，宁洱县城城镇生活和工业水量为2440万m³，景谷

县正兴镇集镇生活水量460万m³。

b) 灌溉供水

水库灌区包括坝址下游景谷县正兴镇的翁安村、勐乃村、通达村、景南村、铁厂村等灌区，宁洱县的西萨村、宽宏村和谦岗村，共计3.62万亩。P=85%保证率年份灌溉需水量为814万m³，多年平均灌溉需水量688万m³，水库多年平均供水量665万m³。

c) 人畜生活供水

黄草坝水库建成后多年平均向沿线农村人畜供水115万m³。

d) 发电

结合泄放生态流量和弃水进行发电。装机容量4.2MW，2035年多年平均发电量为1656万kW·h，装机利用小时数3943h。

e) 防洪

黄草坝水库建成后，预留 206 万 m³ 的防洪库容，可改善翁安、勐乃沿小黑江两岸耕地防洪能力。

11.1.2.2 工程规模

黄草坝水库工程总库容1.144亿m³，正常蓄水位1338.0m，调节库容0.94亿m³，回水长度4.9km(支流回水长度3.5km)，死水位1262.0m(相应库容0.13亿m³)，坝后生态电站装机容量4.2MW，为多年调节水库，II等大(2)型工程。

11.1.2.3 工程主要项目组成

黄草坝水库工程主要包括枢纽工程和输水工程两部分。水库枢纽建筑物主要包括拦河坝、溢洪洞、取水兼发电引水隧洞、水库泄洪放空洞、过鱼设施、生态电站、鱼类增殖放流站等。挡泄水建筑物为砾石土心墙堆石坝，坝顶高程1342.5m，最大坝高163.5m；右岸布置开敞式泄流溢洪洞，由进水渠段、控制段、渐变段、洞身段、泄槽段、挑流段组成，全长860.0m。溢洪洞最大泄量1079m³/s，采用挑流消能方式。左岸布置取水兼发电引水隧洞。引渠段底板高程1251.0m，设岸塔式进水口，采用叠梁门分层取水。在坝下游110m河道转弯处设生态电站，布置有主厂房、安装场、副厂房、尾水渠、进场路等建筑物。厂房内装机2×2.1MW。尾水后接过鱼设施。过鱼设施采用“短鱼道+升鱼机转运过坝”的型式，集诱鱼段全长49.70m，运送轨道全长770.09m。业主营地征地范围内建设鱼类增殖放流站1座，近期放流规模21.5万尾。

输水工程主要建筑物包括谦岗扬水泵站、输水管线、输水隧洞、调压井、高位水池、交叉建筑物、管道终点蓄水池等。取水建筑物布置在大坝左岸，设计引水流量 $16.6\text{m}^3/\text{s}$ ，由引渠段、岸塔式进水口、进水口渐变段、取水隧洞和出口岔管组成。进水口采用岸塔式进水口，隧洞为有压隧洞，隧洞出口设岔管，一支管作为生态电站供水压力埋管，另一支管后接输水管道。利用叠梁门分层取水。线路水平投影总长约 99.095km ，其中：干线总长 92.125km ，支线总长为 6.97km 。沿输水线路主要有埋管、隧洞、加压泵站、调压井、交叉建筑物、排水阀井、排气阀井、流量计井、分水阀井、检修阀井、调流阀井等。输水线路交叉建筑物主要有管桥、倒虹管和隧洞，其中隧洞 8 段，管桥 40 座，倒虹管 4 座。隧洞总长 7.275km （其中有压段 4 段，共长 4.258km ，断面为圆形，直径分别为 2.8m 、 2.0m ；无压段 4 段，共长 3.017km ，断面为城门洞形，尺寸 $2.0\text{m}\times 2.5\text{m}$ ）；40 座管桥共长 2364m ，管径 $1.8\text{m}\sim 1.2\text{m}$ ；4 座倒虹管共长 476m ，管径分别为 1.6m 、 1.5m 、 1.5m 、 1.2m 。

首部取水设计流量 $16.6\text{m}^3/\text{s}$ ，经生态流量泄放后，输水干管设计流量 $3.00\text{m}^3/\text{s}\sim 1.03\text{m}^3/\text{s}$ ，管径 $1.8\text{m}\sim 1.2\text{m}$ ，其中 1.5m 以上为钢管，其它除高深峡谷段为钢管外均为球管。库水经过谦岗泵站扬水到高位水池，向宁洱和思茅供水，泵站采用高低泵布置，均为 4 台，总装机 12.2MW ，最大净扬程为 160.00m ，最低扬程为 74.0m 。

11.2 环境现状评价结论

11.2.1 水资源与地表水水环境

黄草坝水库坝址径流年内分配不均，主要集中于 6 月~11 月，该时段径流量占全年的 88.9% ，7 月、8 月经流量最大，占全年的 20.0% 、 21.9% ；非汛期 12 月~5 月经流仅占全年的 11.1% 。黄草坝水库推荐坝址多年平均径流量为 1.67亿m^3 ，多年平均流量 $5.28\text{m}^3/\text{s}$ 。

工程水源区、受水区、输水工程区附近分布的集中式饮用水水源保护区有温泉河水库饮用水水源保护区、松山水库饮用水水源保护区、曼转河水库饮用水水源保护区等，那贺水库饮用水水源保护区和箐门口水库饮用水水源保护区。工程输水线路末端路线约 600m 位于那贺水库饮用水水源地二级保护区内，离一级保护区边界最近约 300m 。工程离温泉河水库、松山水库、曼转河水库和箐门口水库保护区边界均较远，最近距离为 3.9km 。

库区范围内的水环境污染源主要是沿岸村庄的生活和农业污染源,无工业污染源分布。根据《云南省水功能区划(第二版)》(2014年修订)确定小黑江干流执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)II类水质标准。根据工程所在的威远江流域布设的小黑江1号桥(省控断面)、小黑江波云河口(省控断面)、威远江储木场(国控断面)、思茅河莲花乡(国控断面)、普洱大河漫海(省控断面)等5个常规监测断面2019年~2021年逐月监测成果显示,评价区内各地表水体,除思茅区思茅河之外,其他水体水质情况总体较好,基本满足水环境功能区水质要求。思茅河水质多数时间在V类水质及以下,主要超标因子为高锰酸盐指数、五日生化需氧量、氨氮、化学需氧量、总磷、总氮,这反映出思茅河流域生活污染源和农业面源入河量较大,对受纳水体水质造成了不利影响。

11.2.2 地下水环境

对枢纽工程区和灌区范围内共6个点位的地下水环境质量进行了监测,工程涉及区域地下水各项指标均符合《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III类标准的要求,水质现状良好。

11.2.3 陆生生态

评价区记录到维管植物1312种,隶属于165科、680属。枢纽工程区人为干扰相对较少,原生植被保存较多,以季风常绿阔叶林为主;输水线路区沿线地处传统的农业生产耕作区,还有大量的耕地和人工林,因此也分布较多的栽培植物。

根据野外实地调查结果和查阅历史资料,评价区发现有20种国家二级重点保护野生植物,即:福氏马尾杉、金毛狗蕨、苏铁蕨、合果木、金荞麦、千果榄仁、槽纹红豆、红椿、虎头兰、豆瓣兰、墨兰、美花卷瓣兰、矮石斛、长苏石斛、兜唇石斛、小黄花石斛、石斛、球花石斛、翅梗石斛、大苞鞘石斛。评价区发现4种云南省重点保护植物,即:长柄北油丹、红马银花、白柱万代兰、矮万代兰。评价区记录红色物种受威胁植物39种,狭域特有植物1种,云南特有植物48种。

评价区有陆生脊椎动物4纲27目78科263种,其中分布国家一级重点保护野生动物4种:绿孔雀、黑颈长尾雉、林麝、亚洲象;国家二级重点保护野生动物41种:包括两栖动物红瘰疣螈1种,爬行类大壁虎、眼镜王蛇和三索锦蛇3种,鸟类栗头八色鸫、凤头蜂鹰、蛇雕、凤头鹰、松雀鹰、雀鹰、普通鵟、红隼、红喉山鹧鸪、褐胸

山鹧鸪、红原鸡、白鹇、白腹锦鸡、针尾绿鸠、楔尾绿鸠、褐翅鸦鹃、领角鸮、鵰鸮、灰林鸮、领鸺鹠、斑头鸺鹠、红头咬鹃、栗喉蜂虎、白胸翡翠、长尾阔嘴鸟、银胸丝冠鸟、蓝绿鹊、红喉歌鸲、画眉、银耳相思鸟、红嘴相思鸟、红胁绣眼鸟等 32 种，哺乳类猕猴、黄喉貂、斑林狸、椰子狸和豹猫等 5 种；云南省重点保护野生动物 2 种：费氏短腿蟾和赤麂；《中国生物多样性红色名录》受威胁物种 20 种；特有动物 4 种。

2022 年 11 月 15 日，云南省自然资源厅办公室印发《关于正式应用“三区三线”划定成果数据作为报批建设项目用地依据的通知》(云自然资办便笺〔2022〕1054 号)，正式应用“三区三线”划定成果，经核实，黄草坝水库枢纽工程不涉及云南省“三区三线”成果启用后的生态保护红线。工程坝址与小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区边界直线距离约 8.5km。

本工程不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园等生态敏感区，工程输水路线距离普洱五湖国家湿地公园最近约 110m，距离小黑江森林公园最近约 56m。2022 年 8 月，普洱市林业和草原局以《普洱市林业和草原局确认关于黄草坝水库工程与普洱市自然保护地位置关系的函》明确了工程用地范围不涉及思茅区、宁洱县、景谷县的自然保护地。

11.2.4 水生生态

评价范围各水域有浮游植物种类 5 门 33 属，浮游动物 4 大类 51 种(属)，底栖动物 25 种，隶属于 3 门、6 纲、13 目、21 科、22 属，水生维管束植物生物量都较小，未形成群落。

评价范围各水域共分布有鱼类 60 种，隶属于 4 目 15 科 46 属，其中，土著鱼类 48 种，隶属于 4 目 12 科 35 属，占调查区域鱼类总种数的 80%，外来种 12 种，占鱼类总数的 20%。小黑江流域(包含小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区)内的土著鱼类中，鲤形目种类最多，其次鲇形目，次之鲈形目，最后合鳃鱼目。12 种外来鱼类，分别是：高体鳊、鳊、麦穗鱼、棒花鱼、青鱼、草鱼、鲢、鳙、食蚊鱼、尼罗罗非鱼、小黄魮、子陵吻鰕虎鱼。

小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区是流水性土著鱼类的重要栖息地。在小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区水域分布的 60 种鱼类中，后背鲈鲤、巨鲈为国

家二级野生动物重点保护鱼类；没有发现被列入中国濒危动物红皮书的鱼类；没有发现典型的洄游鱼类。但巨鲈、大刺鲃等鱼类有长距离洄游的习性。该河段栖息的中国结鱼、后背鲈鲤、云南吻孔鲃、野结鱼、巨鲈等土著鱼类具有较高的经济价值和遗传育种价值，可作为水产养殖品种，丽色低线鱲、黑线安巴沙鲃等可作为观赏鱼类。

小黑江干流正兴村段、勐烈河汇口段等滩潭交替，水流缓急相间，河床底质多为砾石、沙砾，符合大多数江河鱼类繁殖的生境条件，但适宜繁殖的产卵场较为分散，一般规模不大。索饵场多聚集于主要干流及支流汇口，多为零星分布，未发现集中的索饵场。小黑江流域鱼类集中越冬场多聚集于干流，以及威远江干流的糯扎渡水电站回水区域。

11.2.5 环境空气和声环境

根据环境空气质量监测成果，坝址、谦岗村、宁洱、东洱河水库、莲花村等 5 个现状监测点位均达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准。工程区域大气污染源相对较少，环境空气质量相对较好。

根据声环境质量监测成果，评价区各监测点总体满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)1 类标准要求。

11.2.6 土壤和河流底质

根据监测成果，枢纽工程区和输水工程区工程占地范围内的监测点位现状监测值均达到《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第二类用地筛选值标准。灌区退水区工程占地范围外的监测点位现状监测值均达到《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)筛选值标准。

11.2.7 主要环境问题

a) 河谷区自然植被遭到不同程度的破坏，水土流失加剧。局部河段以及主要河流支流生态环境用水保障程度不高。

b) 流域境内大多数河流水质尚好，少数河流被污染，主要为流经思茅城区的河流，其中局部河段污染严重。总体而言，支流污染比干流严重，有机污染突出。

c) 思茅城区市政主干系统仍存在建设覆盖空白区，导致污水管网系统不完善。老城区合流制溢流污染仍较严重，雨季时仍有大量的污水溢流至老城区内的曼连河、

农场河、洗马河、旧货市场河等，最终排入思茅河，严重影响的河道水体水质。河道截污不彻底，常有污水外溢流进入河道，尤其是雨季，加剧对河道及思茅河及其支流水环境的污染。流域内水体造成的面源污染仍较为严重。

11.3 环境影响预测评价结论

11.3.1 区域水资源配置

黄草坝水库工程建成后，可优化区域水资源配置，设计水平年 2035 年，灌区设计灌溉面积 36179 亩，并为普洱城区、宁洱县城、正兴镇提供城镇生活、工业供水，同时考虑供水线路沿线涉及景谷县和宁洱镇的 8 个村提供人畜饮水。黄草坝水库多年平均出库水量 6610 万 m^3 (占坝址处多年平均流量 1.67 亿 m^3 的 39.6%)，其中普洱城区供水量 2930 万 m^3 、宁洱县城供水量 2440 万 m^3 、正兴镇集镇供水量 460 万 m^3 ，农村人饮供水量 115 万 m^3 ，灌溉供水量 665 万 m^3 。2018 年，受水区河道外用水量 1.99 亿 m^3 ，水资源开发利用率 5.2%，设计水平年，受水区水资源开发利用率提高至 5.6%。

11.3.2 水文情势

11.3.2.1 施工期对水文情势的影响

主体工程施工采用上下游围堰一次性拦断河床，隧洞导流方式，导流时段自第二年 12 月上旬河道截流，至第六年 5 月初导流洞下闸水库蓄水，导流时段共 40 个月，经历 3 个汛期。阶段一(第一年 7 月~第二年 11 月)，进行导流洞施工，原河床过水。阶段二(第二年 12 月~第四年 5 月)，由上下游围堰挡水，导流隧洞过流。阶段三(第四年 6 月~第五年 11 月)，坝体填筑高度超过上游围堰顶高程，由坝体挡水度汛，导流隧洞泄流。阶段四(第五年 12 月~第六年 5 月)，本阶段完成导流洞封堵，施工导流结束。从导流程序来看，施工期间小黑江河道水文情势变化不大，水量影响很小。

11.3.2.2 水库初期蓄水对水文情势的影响

在第六年 5 月初，导流洞下闸后水库开始蓄水，在保证生态流量泄放的前提下，按 50%保证率蓄水至放空洞进口(1251.0m)和取水兼发电引水洞进口(1251.0m)约需 55 天，蓄水至水库死水位(1262.0m)大约需 64 天，蓄水至最低发电水位(1280.7m)的时间约需 76 天。在此期间，在导流洞进口至封堵堵头后(放空洞龙抬头下弯段后)导流洞洞底混凝土衬砌外埋设 DN600mm 的钢管，临时生态流量经钢管至旁洞后通过放空洞

下泄，枯水期生态流量 $0.79\text{m}^3/\text{s}$ ，汛期生态流量 $1.58\text{m}^3/\text{s}$ ，保证下游生态需水要求。

11.3.2.3 运行期对水文情势的影响

a) 对库区水文情势的影响

黄草坝水库蓄水后，库区水位较天然河道抬高 149m ，水面面积增大 242hm^2 ，流速较天然河道减小，库区河段将由急流河道转变为缓流河道型水库。水库在调度运行时，水位在正常蓄水位 1338m 与死水位 1262m 之间变化，最大消落深度 76m 。年内水库运行水位消落时段，库尾最大约有 850m 河道与天然状态相差不大。

b) 对坝址下游河段水文情势的影响

黄草坝水库具有多年调节性能，丰、平、枯代表年坝址下泄流量均满足本工程生态流量泄放要求，保证了坝下游河道的生态需水。下游河道减水主要发生在 6 月~11 月，大部分时间处在汛期，虽然下泄流量较天然来水减水幅度较大，但还能保证下游生态流量需求。

同时，各代表年的 3 月~4 月，水库下泄流量均较天然来水有较大幅度的增加，通过水库的调节，较大幅度的提高了下游河道的生态流量保证率，起到了一定蓄丰补枯的生态保护作用。在充分考虑生态流量的前提下，黄草坝水库下泄流量对坝址下游河道水文情势的改变带来的影响不大。

c) 下泄生态流量

黄草坝水库坝址断面生态流量汛期 6 月~11 月份下泄生态流量为 $1.58\text{m}^3/\text{s}$ (坝址处多年平均流量 30%)，非汛期 12 月~翌年 5 月下泄生态流量为 $0.79\text{m}^3/\text{s}$ (坝址处多年平均流量的 15%)。分析 38 年水文长系列坝址逐月下泄生态流量的满足程度，生态流量保证率达到 96.3%。黄草坝水库运行调度方案基本保证了河道生态流量需水要求。

11.3.3 水环境

11.3.3.1 水温

水库水温为稳定分层型。预测结果表明，黄草坝水库建成后，水库坝前垂向水温出现明显分层现象，表层与底层水体温度相差较大，其中 3 月最小，6、7 月最大。在不采取分层取水措施的情况下，各代表年下泄低温水最大温差 5.8°C 。采取叠梁门分层取水措施后，供水水温偏低问题可以得到较大程度的缓解。

在不采取分层取水措施的情况下，各代表年水库下泄水温延迟现象较明显，采取

叠梁门分层取水措施后，延迟时间可缩短 7 旬~8 旬。通过采取叠梁门取水措施，4 月~10 月下泄水温在 15.2℃~21.3℃，与天然水温的差距已经不大，水温变化对保护区鱼类产卵场的影响较小。

11.3.3.2 水质

a) 施工期

枢纽工程不考虑设置人工砂石加工系统，工程用砂石骨料采用外购方式解决，工程区无砂石加工系统废水产生。枢纽工程施工过程中的主要水污染源有混凝土施工废水包括拌合废水、冲洗废水及混凝土养护废水；洞室排水；施工生活区的食堂废水、粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等；施工机械及车辆检修过程中产生的含油废水等。施工期要求全部废水处理达标后回用，严禁排放小黑江河段。

b) 运行期

丰、平、枯代表年，水库水质主要受来水水质影响，污染物降解作用不明显，现状入库水质无法满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求，仅能满足 III类标准要求，导致建库后水质也无法满足 II类标准要求。因此，黄草坝水库上游流域需加强污染源治理，减少入库污染物质，改善入库水质和水库水质。当入库水质能够确保满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准要求时，水库水质也相应能够达标。水库建库后综合营养状态指数在 37.04~39.72，以此初步判定水库运行期间属于中营养水平，全库发生富营养化的可能性不大。

工程运行不会对下游河段水体水质带来明显的不利影响；工程建成后，受到灌溉回归水汇入的影响，受水区内主要受纳水体在灌溉高峰期水质均不同程度的出现污染物浓度上升，其中正兴镇灌片退水受纳水体景南河无法满足 III类水质要求，但随着退水期过后，水质逐渐得以恢复；供水退水各受纳水体中，思茅河的水质无法达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) IV类水质，主要是目前河流水质较差，NH₃-N 本底浓度较高，已经没有水环境容量，其他受纳水体中污染物浓度均较现状有提高，但不影响各受纳水体水质达标；农村人畜退水对周边水环境影响相对较小。

工程运行期水库管理人员生活污水处理沿用施工期的设施，经处理后可作为道路洒水和绿化用水等综合利用，不进入河道。

11.3.4 生态环境

11.3.4.1 对区域生态完整性的影响

枢纽工程实施后土地利用格局发生了变化,其中水域斑块因水库淹没,其优势度值由蓄水前的 4.51%上升到 5.35%,其他斑块变化的幅度不大。作为模地的耕地,其优势度值从 32.24%降低到 30.84%,前后变化不大,耕地斑块的优势度值仍然最高,占绝对优势,分布面积最大。因此,工程实施和运行不会改变区域的模地地位,对区域自然体系的景观生态体系质量影响不大。输水工程实施后土地利用格局发生了变化,但是变化的幅度较小,其中林地、耕地和灌草地因管线等建筑物的占地,优势度值减少,而建筑用地的优势度值增加,但由于灌区内永久占地面积相对于输水工程区评价区总面积较小,因此优势度变化的幅度较小。因此,工程实施和运行不会改变区域的模地地位,对区域自然体系的景观生态体系质量影响不大。

11.3.4.2 对陆生生态影响

枢纽工程建设区永久占用自然植被面积 103.79hm²,分别占用山地雨林 10.17hm²、常绿阔叶林 15.99hm²、占用落叶阔叶林 0.92hm²,占用暖温性针叶林 71.10hm²,占用暖热性灌丛 5.61hm²;临时占用自然植被面积 59.13hm²,分别占用山地雨林 3.08 hm²、常绿阔叶林 10.16hm²、占用落叶阔叶林 0.52hm²,占用暖温性针叶林 43.98hm²,占用暖热性灌丛 1.39hm²。输水工程区永久征地面积约 137hm²,临时用地面积约 2065hm²,占地范围内占用思茅松林约 1064hm²,占用季风常绿阔叶林面积约 203hm²,占用热性灌丛面积约 88hm²,占用落叶阔林面积约 6hm²。以上均为区域常见植被,工程占地不会对物种多样性带来明显不利影响。调查发现 20 种国家二级重点保护植物,其中,合果木、苏铁蕨、金毛狗蕨、金荞麦、翅梗石斛和石斛等 6 种国家二级重点保护植物,云南省重点保护植物长柄北油丹位于枢纽工程施工占地范围内;福氏马尾杉、金毛狗蕨、苏铁蕨、千果榄仁、槽纹红豆、红椿、虎头兰、墨兰、美花卷瓣兰、矮石斛、长苏石斛、石斛和球花石斛等 13 种国家二级重点保护植物,长柄北油丹和红马银花等 2 种云南省重点保护植物位于淹没区范围内。这 25 种保护植物在工程施工区外以及在在云南南部都有分布,分布较广,不会因本工程建设而影响其种群繁衍。

施工期施工行为容易破坏现有陆生动物的生存环境,但陆生动物活动能力较强,觅食环境很广,总的来说工程建设对其有驱赶影响。工程区分布有国家一级重点保护

动物 4 种，二级重点保护动物 41 种。其中兽类 4 种，除猕猴主要分布于水库淹没区及其附近活动，其余的国家重点保护物种因活动范围大，在觅食活动中可能出现在评价区范围之内。绿孔雀(一级)和亚洲象(一级)的活动区与本项目评价区没有重合。

国家重点保护鸟类 34 种，工程建设对鸟类的栖息环境产生的不利影响较小；国家重点保护的爬行类动物有大壁虎和眼镜王蛇，其活动范围主要在评价区的石缝、洞穴中，距施工区和淹没区较远，受影响较小；国家重点保护的两栖类动物有红瘰疣螈，主要栖息在评价区林木繁茂的山区，受影响较小。

11.3.4.3 对水生生物影响

施工期间，施工废污水禁止排放，对小黑江水体水质影响很小，由此带来的对水体中浮游生物、底栖动物、水生维管束植物等水生生物的影响也很小，其生物量和密度不会明显下降，种类不会发生变化。

施工活动会对水中的鱼类造成驱赶影响，鱼类将远离施工区水域，向上游、下游和支流中迁徙。由于在其他水域中可以找到其适宜的生境，因此施工不会引起鱼类资源量的明显下降，但在施工区的鱼类数量将减少。

黄草坝水库大坝建成蓄水后，浮游植物群落将会从现有的河流型向水库型群落转化，一些真性浮游的种类将会逐渐大量生长。随着库区水质营养水平的提高，一些喜肥耐污种类的种群将会得到较大的发展。目前数量不多的绿藻以及甲藻，将会大量生长繁殖，耐污的蓝藻门颤藻属、鱼腥藻属等也会大量生长，藻类植物的群落结构也会由目前的硅藻占优势硅藻型改变为硅藻—绿藻型或硅藻—绿藻—蓝藻型。水库建设后，库区营养增加，浮游动物由原来的河道型转变为湖库型，且枝角类、桡足类等大型浮游动物的密度和生物量将会增加。且随着营养物质的积累，有可能产生藻类水华，导致浮游动物出现小型物种大量繁殖的现象。

水库建设项目位于小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区上游 8.5 km 处，对保护区物理结构不会造成直接影响。项目运行期对保护区鱼类的影响主要为大坝阻隔、下游中国结鱼省级水产种质资源保护区内水位和流速下降，以及下泄水温变化、气体过饱和以及水文情势变化。

黄草坝水库具有多年调节性能，通过蓄丰补枯、下泄生态流量、生态调度等手段，不会对鱼类产卵产生明显影响。

11.3.5 大气环境

枢纽工程施工主要是开挖爆破、混凝土加工、交通运输带来的粉尘、扬尘影响。开挖爆破粉尘污染影响范围不超过 300m，居民点与枢纽施工区距离超过 1.0km，总体而言开挖爆破作业产生的大气污染物对敏感点无不利影响。混凝土加工影响范围一般在 500m 内，受影响的为施工人员，居民点因距离超过 1.0km，受到的不利影响较小。工程交通运输扬尘的影响对象为现场施工人员和沿线居民点，如翁安村、麻栗坪、箐底村、勐乃村。

输水工程由于施工开挖、回填、弃渣等工程量相对较小，施工机械化程度相对不高，施工粉尘排放较少，对区域环境空气质量不会造成较大影响。

11.3.6 声环境

施工区的噪声受体主要为施工人员和施工工厂西南侧 20m~60m 处的 5 户居民。因施工区噪声昼夜达标距离为 300m，而 5 户居民离施工布置最近距离为 1.2km，远远大于其影响范围，因此对居民点基本无影响。施工工厂的机械和车辆噪声可能会对该居民点产生影响，应采取措施进行保护。正兴镇至枢纽工程区道路两侧 30m 的居民点主要集中在翁安村、麻栗坪、箐底村、勐乃村，最大超标 5.4dB(A)，材料运输的交通噪声将对其产生影响。

输水路线两侧居民分散分布，线路穿越居民点较多；谦岗泵站距离最近居民的距离为 92m。输水线路沿线各施工点施工时间相对较短，施工机械可灵活布置，大的噪声设备可远离居民点，噪声对居民影响可控。谦岗泵站噪声昼间达标，通过采取源头、过程或者受体降噪等措施，可实现夜间达标。

11.3.7 固体废物

工程产生的固体废物有工程弃渣、生活垃圾和废油。工程产生的弃渣总量达到 152.74 万 m³。施工高峰期生活垃圾的产生量约 3.05t/d，年生活垃圾的产生量约 1113t。运行期定员 50 人，生活垃圾产生量约 0.05t/d。

工程弃渣如果处理不当，有可能成为造成水土流失的源头，因此必须对施工弃渣场进行必要的水土流失防治工作。同时，本工程由于施工过程中人员密集，生活垃圾排放量大。施工期中垃圾处理不当，会危害施工人群健康，同时也会严重影响和污染

工程建设区的环境及景观，因此必须采取有效的垃圾处理措施，以减免这类污染造成的不利影响。运行期生活垃圾产生量小，通过垃圾桶收集后统一处理。

运行期厂房发电机组将产生废油，产生量约 2t/a，属于危险废物，将委托有资质的单位进行处理，不对环境造成影响。

11.3.8 土壤环境

施工期施工作业产生的表土扰动、弃渣等将造成扰动区表层土壤环境的破坏，对其产生不利影响，应对扰动区表土进行收集并单独存放，在施工结束后用于扰动区的植被恢复。

灌区建成后，只要采取科学合理的灌溉方式，灌区发生大面积土壤次生盐渍化的可能性很小。

11.4 环境保护措施及其可行性论证

11.4.1 水环境

a) 施工期

为保护工程枢纽工程区的地表水环境，对于工程施工产生的混凝土冲洗废水、含油废水、生活污水、隧洞施工排水等，通过采取废污水处理工程措施处理达标后进行循环利用，雨季无法消纳的废污水也应外运排放。各施工废污水处理设施加强管理，设专人进行维护，避免出现事故排放的情况。

b) 运行期

按规范进行库底清理；管理区生活污水处理沿用施工期设施；按照《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ338-2018)的要求依法划定饮用水源保护区；落实黄草坝水库工程受水区水污染防治规划；采用分层取水叠梁门减缓低温水影响。

c) 生态用水

工程运行期正常情况下，生态流量由发电小机组泄放生态流量。主厂房机组单机额定流量均为 $1.79\text{m}^3/\text{s}$ ，可以满足坝址下游 $0.79\text{m}^3/\text{s}$ 、 $1.58\text{m}^3/\text{s}$ 的下泄流量需求。考虑到机组检修及其它特殊情况，通过设置生态流量管和在线监测措施来保障发电机组检修期间生态流量的下泄。设置生态流量在线流量监控系统进行实时监测监控。

11.4.2 生态环境

a) 陆生生态保护措施

有针对性的采取生态影响避让、减缓、恢复和补偿措施，包括：优化施工布置，减少占地破坏和施工行为影响；加强施工管理和施工人员教育；建设珍稀濒危植物园，对受影响的珍稀濒危保护植物进行迁地保护；对淹没区有代表性的天然植被群落进行整体移栽；充分收集工程区内有较高保护价值的物种；强化施工区生态修复措施；开展陆生生态专项监测；设置野生动物保护设施等主要措施。

重点保护对象为评价区的 20 种国家二级重点保护植物：福氏马尾杉、金毛狗蕨、苏铁蕨、合果木、金荞麦、千果榄仁、槽纹红豆、红椿、虎头兰、豆瓣兰、墨兰、美花卷瓣兰、矮石斛、长苏石斛、兜唇石斛、小黄花石斛、石斛、球花石斛、翅梗石斛、大苞鞘石斛；4 种国家一级重点保护野生动物：绿孔雀、黑颈长尾雉、林麝和亚洲象；41 种国家二级重点保护野生动物：猕猴、黄喉貂、斑林狸、豹猫等 4 种哺乳类；凤头蜂鹰、蛇雕、凤头鹰、松雀鹰、雀鹰、普通鵟、红隼、原鸡、白鹇、针尾绿鸠、楔尾绿鸠、褐翅鸦鹃、领角鸮、鸱鸮、领鸮、斑头鸮、红头咬鹃、白胸翡翠、栗喉蜂虎、红喉歌鸲、画眉、银耳相思鸟、红嘴相思鸟和红胁绣眼鸟等 27 种鸟类；大壁虎、红瘰疣蜥、眼镜王蛇等 3 种两栖爬行类。

b) 水生生态保护措施

合理安排施工期，加快涉水区施工进度，缩短工程施工时间。施工废污水禁止排入下游河道，减少施工对水生生物造成的影响。

将河源区、坝址下游至威远江河口的小黑江作为栖息地保护河段；过鱼设施采用“短鱼道+升鱼机转运过坝”的方案；设置鱼类增殖放流站，以中国结鱼 *T. sinensis*、野结鱼(大鳞结鱼)*T. tambra*、云南吻孔鲃(云南四须鲃)*P. huangchuchieni*、后背鲈鲤 *Percocypris retrodorslis* 作为重点增殖放流对象，合计增殖放流 21.5 万尾。

加强渔政管理，实施禁渔区和禁渔期制度，保护鱼类资源。

11.4.3 大气环境

施工开挖等活动采取湿式作业，对施工区和敏感点区域的公路进行洒水等除尘、降尘措施减少废气和粉尘的排放量，施工人员配带口罩、头盔等防护措施。

11.4.4 声环境

优化施工时序、采用低噪声设备和施工工艺，降低声源、利用地形，合理布置施

工机械，设置限速和禁鸣标志牌，设置移动式声屏障等。谦岗泵站距离最近的谦岗村居民点约 92m，通过采取隔声降噪措施，如泵房采用隔声建筑材料、机组减震降噪等，可以减少泵站运行带来噪声影响。

11.4.5 固体废物

施工期生活垃圾收集后统一运送到景谷县生活垃圾填埋场处理；运行期生活垃圾收集后交景谷县正兴镇环卫部门收运处置；施工产生的建筑垃圾根据先考虑回收，不能回收的，分类收集集中处置；含油废物、爆破后残留物等属于危废，交由有资质单位进行处理。

11.4.6 水土保持

按照主体工程区、工程管理区、料场区、弃渣场区、施工道路区、施工生产生活区等区域进行防治。水土保持措施主要包括工程措施和临时措施，在具备植物生长条件的地点可以辅以植物措施；工程措施包括土地平整、护坡等；植物措施主要包括覆土绿化、植树、种草等；临时措施主要包括机械压实等。

11.5 环境监测与管理

本工程内部环境管理施工期由建设单位负责，建设单位和施工单位分级管理，运行期由运行单位负责组织实施。施工期实施环境监理制度。

环境监测计划包括施工期和运行期的水环境监测、陆生生态监测、水生生态监测、大气和声环境监测、土壤监测、人群健康监测和水土保持监测等。

建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》要求，对与建设项目有关的各项环境保护设施，包括为防治污染和保护环境所建成或配备的工程、设备、装置和监测手段、各项生态保护设施、环境影响报告书和有关项目设计文件规定应采取的其它各项环境保护措施进行验收。

11.6 环境风险

本工程施工中因意外事故可能产生的风险主要有：施工废污水处理系统损坏导致废污水事故排放污染地表水体、油料运输泄漏污染地表水体、油料储存过程中泄漏引发火灾造成油污入河污染水体、运行期机组油泄露污染地表水体、运行期灌渠输水水质风险、施工进场带来外来物种影响生态系统等。上述风险发生的概率均较小，但一

且事故发生，均有可能给周围的水环境和生态环境带来不利影响。

对以上风险进行分析后，针对各种风险提出了相应预防措施以及应急预案。

11.7 环境保护投资

本次环评拟定黄草坝水库工程环境保护总投资共计 24155.02 万元。本工程经济、社会、环境效益均比较显著，环境效益大于环境损失，从环境影响经济损益的角度分析，总体上具有较好的环境经济性。

11.8 公众参与

2019 年 3 月 15 日，在确定承担环境影响评价工作的环评单位后，建设单位普洱市水务局(现已变更为普洱市黄草坝水库工程建设管理局)在普洱市政府网站上公示了黄草坝水库工程(公示时项目用名：云南省黄草坝水利枢纽工程)的环境影响评价相关工作情况。首次公示期间，未收到社会公众、国家机关、社会团体、企事业单位以及其他组织反馈的公众意见表。

2022 年 8 月 2 日，在报告书征求意见稿形成后，建设单位在普洱市政府网站上进行了本项目公众参与第二次信息公示，并提供了报告书征求意见稿的电子版和纸质版文件；同时，在项目影响区所在景谷县、宁洱县、思茅区的相关乡镇、街道、村组，于公众易于知悉的场所张贴了公示海报；在当地报纸普洱日报上也刊登了本项目环境影响评价的相关信息。第二次公示期间，共收到社会公众、国家机关、社会团体、企事业单位以及其他组织反馈的公众意见表共计 22 份，经整理，无公众质疑性意见和反对意见。

2023 年 11 月 30 日，建设单位在普洱市政府网站上对《云南省普洱市黄草坝水库工程环境影响报告书》全文和《云南省普洱市黄草坝水库工程环境影响评价公众参与说明》进行了报批前公示。

本项目环评公众参与过程符合《环境影响评价公众参与办法》中的相关要求，环评工作将持续公开、公正、科学、严谨的公众参与原则贯穿始终。

11.9 综合评价结论

黄草坝水库工程任务为以城乡生活和工业供水为主，结合灌溉，兼顾防洪、发电。供水对象主要为普洱城区、宁洱县城、景谷县正兴镇；灌溉及农村人畜用水主要供给

输水线路沿线的 8 个村。黄草坝水库建成后，设计水平年，多年平均可向受水区年供水 6610 万 m^3 ，可以为普洱市城镇化发展建设提供有力的安全水源保障，并为当地农村地区巩固扶贫成果创造条件，是普洱市“生态立市、绿色发展”的重要水利支撑。

工程实施的不利环境影响主要包括对陆生生态的影响、对水生生态的影响和对水环境的影响等三方面。枢纽工程区及周边人为干扰较少，原生植被保存较多，分布有山地雨林、季风常绿阔叶林等重要地带性植被，国家和地方珍稀保护动植物也分布较多，但枢纽工程占地面积相对较小，通过采取施工管理、生态修复、迁地保护、专项监测与预警、动物救护等措施，工程建设带来的陆生生态影响可以接受。枢纽工程下游分布有小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区，水环境和水生态环境敏感，通过泄放生态流量、开展生态调度和栖息地保护、建设鱼类增殖放流站和过鱼设施，工程建设对水产种质资源保护区带来的影响可以得到减缓。受水区各退水受纳水体总体水质较好，但思茅河普洱城区段现状水质超标，普洱市人民政府在持续实施水环境综合整治措施的基础上，批复了本项目受水区水污染防治规划，通过实施规划中的水环境综合整治项目，预期规划水平年思茅河水质可以达到水功能标准要求。

综合工程建设对环境的有利影响与不利影响程度，工程布置与施工布置方案的环境合理性分析，在落实好各项生态环境保护措施与环境风险防范措施的前提下，本项目实施带来的环境影响可以控制在可接受的范围内。从环境保护的角度分析，黄草坝水库工程建设是可行的。

11.10 建议

a) 工程建成投入运行前，同步落实受水区水污染防治规划以及本环评提出的近期水环境治理项目。建议在思茅河莲花乡国控断面水质稳定达到Ⅲ类水质标准之前，黄草坝水库不通水运行。

b) 建议本工程环境影响报告书通过审查后，紧密结合工程初步设计和施工图设计，编制环境保护专题设计报告，对环保措施进一步进行研究和深化设计；贯彻“三同时”制度，环保投资专款专用，确保环保措施落实到位。

c) 建议在工程建成投入运行后 3 年~5 年内，适时开展工程环境影响后评价。

附件 1

普洱市水务局

关于委托开展云南省黄草坝水利枢纽工程 环境影响评价工作的函

中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司：

云南省黄草坝水利枢纽工程是《澜沧江流域综合规划》中规划的大型水库工程。按照《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》等相关政策法规的要求，云南省黄草坝水利枢纽工程在可行性研究阶段需开展环境影响评价工作，经我局研究，决定委托贵公司编制本项目环境影响报告书。

望贵公司受委托后，按照国家和云南省有关的法律、法规、标准和文件，尽快开展本项目的环境影响评价工作。

此函。



附件 2

普洱市人民政府文件

普政复〔2019〕289号

普洱市人民政府关于 《威远江流域综合规划》的批复

市水务局：

你局上报的《关于给予批准印发〈威远江流域综合规划〉的请示》收悉，根据《中华人民共和国水法》第十七条的有关规定，现将《威远江流域综合规划》批复如下：

一、同意《威远江流域综合规划》，请你局根据有关规定印发实施。

二、流域内各有关县（区）政府要加强对《威远江流域综合规划》的贯彻实施，做好流域内防洪、水资源利用及保护、

— 1 —

水生态环境保护、水土保持等相关工作。



抄：思茅区、宁洱县、景谷县、镇沅县人民政府

普洱市人民政府办公室

2019年7月16日印发

附件 3

普洱市生态环境局

普环函〔2019〕84号

普洱市生态环境局关于《威远江流域综合规划 环境影响报告书》审查意见的函

普洱市水务局：

你单位报送的《威远江流域综合规划环境影响报告书》及相关材料已收悉。根据《中华人民共和国环境影响评价法》《规划环境影响评价条例》等相关规定，我局在普洱市思茅区组织召开了《威远江流域综合规划环境影响报告书》技术审查会，由有关部门代表和专家组成审查小组（名单见附件1、2）对报告书进行审查。根据审查小组的评审意见和修改后的报告书结论，提出审查意见如下：

一、《规划》概述

威远江流域位于云南省西南部、普洱市中部地带，为澜沧江的一级支流，介于东经 $100^{\circ} 20' - 101^{\circ} 11'$ 、北纬 $22^{\circ} 35' - 24^{\circ} 21'$ 之间。流域南宽北窄，平面形态呈帚状，东西横距北部 6km，南部 75km，南北纵距约 210km；流域内地势总体呈现北高南低且略向西南倾斜，地形起伏较大，一般海拔高程

1200-2000m，相对高差 500-1000m，属高中山-中中山地形。多年平均水资源量为 49.0 亿 m^3

本次环境影响评价的地域范围为威远江流域，总流域面积为 8847 km^2 。在行政区划上威远江流域全部隶属于云南省普洱市，涉及思茅区、宁洱县、景谷县及镇沅县，共有 20 个乡（镇），210 个村委会（社区）。

规划现状基准年为 2016 年，近期规划水平年为 2025 年，远期规划水平年为 2035 年。规划主要包括防洪减灾、水资源利用、水资源保护、水生态保护与修复、水土保持以及流域综合管理等专项规划，内容概述如下：

（一）防洪规划：形成以河道堤防为主，水库工程为辅的防洪工程体系。

（二）水资源利用：规划建设 1 座大型水库黄草坝水库、1 座中型水库那木河水库和 77 座小型水库。到 2035 年流域总供水量 34082 万 m^3 ，水资源开发利用率由 2016 年的 4.2%提高到 6.6%，灌溉水利用系数提高至 0.65。对现有 3 座中型灌区分别为镇沅县勐大灌区、景谷县钟山坝灌区及宁洱县宁洱灌区续建配套与节水改造，新建 21 个小型灌区，新增灌溉面积 1.38 万亩，改善灌溉面积 4.96 万亩，有效灌溉面积扩大至 30.93 万亩。

（三）水资源保护规划：到 2025 年，城镇生活污水集中处理率达到 70%，实现入河排污口登记率 100%，流域内测土配方

施肥技术覆盖率达 80%以上，区域化学需氧量、氨氮入河控制量分别为 5609.9 吨/年、460.1 吨/年。2035 年底前，思茅区、宁洱县、景谷县、镇沅县基本实现城镇污水全收集、全处理，乡镇污水处理率达到 85%以上。

（四）水生态环境保护：保护流域生态系统的结构完整性和功能完整性，保护流域重要鱼类“三场”不受水资源开发利用破坏，保护自然保护区的功能良性循环。

（五）水土保持规划：合理布置封禁保护及配套措施，依靠生态系统的自我修复能力恢复植被，营造水土保持与水源涵养林，严格实行 25° 以上陡坡地退耕还林还草，同时强化生产建设项目水土保持监督管理。中下游中山保土蓄水防治区水土保持方略：开展坡耕地综合治理，配套截排水工程，加强雨水集蓄利用，对陡坡耕地实行退耕还林还草，在适宜治理地区建设经济林、水土保持高效林等。下游中山深谷生态维护防治区水土保持方略：保护和恢复热带雨林，保护生物多样性，治理坡耕地及橡胶园等林下水土流失，实施退耕还林、封山育林和公益林、防护林建设，控制热带经济作物种植带来的水土流失影响。

二、对《报告书》的总体审议意见

《报告书》在规划河段环境状况调查与评价、规划方案分析的基础上，开展了流域水资源开发的环境影响回顾分析，识

别了环境保护目标与《规划》实施的主要环境制约因素，对规划区现状和环境影响进行了分析与评价，分析了《规划》与有关规划的符合性、协调性，明确了《规划》实施的不确定性因素，预测评价了《规划》实施对水文情势、水环境、水生生态、陆生生态以及重要生态环境保护目标等影响，开展了公众参与等工作，提出了优化调整建议以及避免或减缓不良环境影响的对策和措施。

审查小组认为，《报告书》收集利用的资料基本有效、数据基本满足要求，采用的环境影响评价技术路线、方法总体适当，所提出减缓不良环境影响的环境保护对策措施有一定针对性，减缓规划实施的不良环境影响的对策和措施基本可行；公众参与工作较规范，评价结论基本可信。根据审查小组对《报告书》的修改意见（详见附件3）进一步修改完善后，可以作为《规划》优化调整和决策实施的依据。

三、对《规划》环境合理性、可行性的总体评价

《规划》与《澜沧江流域综合规划》现阶段成果总体符合、协调，但部分规划内容尚需进一步调整、优化。落实本次《报告书》对《规划》方案的优化调整意见及其相关环境保护对策措施后，对《规划》实施的不良环境影响具有缓解作用。但《规划》实施将对流域水文情势、水生生态等造成不良影响。因此，应按照“生态优先”、“将经济社会发展建立在生态安全的基础

础上”、“把环境保护与生态修复摆在压倒性位置”等生态环境保护要求，结合报告书和审查小组意见，妥善处理好流域开发与生态环境保护的关系，将流域生态环境保护与修复作为优先任务，进一步优化规划方案，充实、完善水资源与水生态保护等具体规划内容，有效预防、切实减轻《规划》实施可能带来的不良环境影响，维护流域生态安全。

四、对《规划》优化调整和实施的意见

（一）严守生态保护空间。《规划》应进一步做好《澜沧江流域综合规划》的协调，坚持生态优先、绿色发展，加强流域生态环境的整体性保护。结合流（区）域规划的主体功能和生态功能定位，进一步明确环境目标和“三线一单”管理要求，作为《规划》实施的刚性约束。落实优先保护水域、重点保护水域、治理修复水域，以及生态空间的保护和管控要求。严守生态保护空间，严控流域及重点河段入河污染物排放总量，严格环境准入要求，优化水力发电、供水、灌溉等各项开发任务规则，强化流域环境质量和生态系统的保护，推进流域生态环境质量改善。

（二）严格限制流域开发强度。优化开发方案，严格控制水资源的开发利用强度，保障流域及干流河段的生态保护目标实现。开展流域内已建水工程回顾性评价，并强化对水文情势、水质、水生生态等的跟踪监测，及时增补生态保护措施。采取

— 5 —

环境友好的方式设置灌溉、供水以及防洪减灾工程，保障河流的连通性和重要断面的生态流量，减缓对流域内威远江省级自然保护区、宁洱松山县级自然保护区和普洱五湖国家湿地公园等主要自然保护区，及湿地、鱼类“三场”等重要生态环境产生不良影响。

（三）加强流域生态保护和修复。加强电站、水库等相关工程以及重要控制断面必须保障的生态流量，制定相关规程并严格执行。对已有水利水电工程实施补救措施，减缓开发造成的脱减水等生态环境问题，确实履行流域生态环境修复任务和措施。

（四）优化流域鱼类资源保护措施体系。将威远江干流凤山乡段、勐大镇文夺村段干流江段，以及主要支流景谷河景谷镇以下河段、恩垦河和报母河作为威远江鱼类栖息地保护区域进行保护。

（五）强化流域水环境综合整治。切实保护流域水环境质量，保障饮用水的原水水质安全。充分研究城镇集中饮用水取水水源和取水方式进一步优化的可能性，处理好保护与开发的关系。合理规划入河排污口布局，严格纳污总量控制。根据水资源保护专项规划、一河一策成果和流域水质保护及污染源管控要求，采取污染源削减、污染物处理等措施，确保实现各河段水环境功能及水质目标，推进流域水环境质量改善。

(六) 加强流域综合管理。加强流域监管能力建设, 强化环境保护管理, 落实干支流生境保护与修复任务, 建立健全水文、水环境、生态流量、生态系统等监测体系。根据跟踪监测结果, 落实和完善生态环境保护对策措施。

(七) 规划实施情况跟踪。根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《规划环境影响评价条例》等规定, 在《规划》实施过程中, 适时开展环境影响跟踪评价, 发现问题及时采取防治措施。对已批准的规划在实施范围、适用期限、规模、结构和布局等方面进行重大调整或者修订的, 应依照《规划环境影响评价条例》规定重新或者补充进行环境影响评价。

(八) 对《规划》包含的近期建设项目环评的意见。规划中所包含的近期建设项目, 在开展环境影响评价时, 要认真落实规划环评提出的相关环境保护要求。应按照生态空间保护和管控要求, 在落实流域保护、治理、修复方案基础上, 深入论证项目建设可能产生的水生态、水环境影响及对环境敏感区的影响, 针对项目实施可能对流域生态安全的影响和环境风险, 严格环境准入要求, 制定切实可行的水污染防治措施和生态保护、补偿方案, 预防或者减缓项目实施可能产生的不良环境影响。

附件: 1. 《威远江流域综合规划环境影响报告书》审查专

— 7 —

家组签字表

2. 《威远江流域综合规划环境影响报告书》审查会
签到表
3. 审查小组关于《威远江流域综合规划环境影响报
告书》的修改意见



附表 1 地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目		
影响识别	影响类型	水污染影响型 <input checked="" type="checkbox"/> ; 水文要素影响型 <input checked="" type="checkbox"/>		
	水环境保护目标	饮用水水源保护区 <input type="checkbox"/> ; 饮用水取水口 <input type="checkbox"/> ; 涉水的自然保护区 <input checked="" type="checkbox"/> ; 重要湿地 <input type="checkbox"/> ; 重点保护与珍稀水生生物的栖息地 <input type="checkbox"/> ; 重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道 <input checked="" type="checkbox"/> 、天然渔场等渔业水体 <input type="checkbox"/> ; 涉水的风景名胜区 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>		
	影响途径	水污染影响型	水文要素影响型	
		直接排放 <input type="checkbox"/> ; 间接排放 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>	水温 <input checked="" type="checkbox"/> ; 径流 <input checked="" type="checkbox"/> ; 水域面积 <input checked="" type="checkbox"/>	
影响因子	持久性污染物 <input type="checkbox"/> ; 有毒有害污染物 <input type="checkbox"/> ; 非持久性污染物 <input checked="" type="checkbox"/> ; pH 值 <input type="checkbox"/> ; 热污染 <input type="checkbox"/> ; 富营养化 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>			
评价等级		水污染影响型	水文要素影响型	
		一级 <input type="checkbox"/> ; 二级 <input type="checkbox"/> ; 三级 A <input type="checkbox"/> ; 三级 B <input checked="" type="checkbox"/>	一级 <input checked="" type="checkbox"/> ; 二级 <input type="checkbox"/> ; 三级 <input type="checkbox"/>	
现状调查	区域污染源	调查项目		数据来源
		已建 <input checked="" type="checkbox"/> ; 在建 <input checked="" type="checkbox"/> ; 拟建 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>	拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>	排污许可证 <input checked="" type="checkbox"/> ; 环评 <input checked="" type="checkbox"/> ; 环保验收 <input checked="" type="checkbox"/> ; 既有实测 <input type="checkbox"/> ; 现场监测 <input checked="" type="checkbox"/> ; 入河排放口数据 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>
	受影响水体水环境质量	调查时期		数据来源
		丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> ; 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>		生态环境保护主管部门 <input checked="" type="checkbox"/> ; 补充监测 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>
	区域水资源开发利用状况	未开发 <input type="checkbox"/> ; 开发量 40%以下 <input checked="" type="checkbox"/> ; 开发量 40%以上 <input type="checkbox"/>		
	水文情势调查	调查时期		数据来源
		丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> ; 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>		水行政主管部门 <input checked="" type="checkbox"/> ; 补充监测 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>
补充监测	监测时期		监测因子	监测断面或点位 监测断面或点位个数(14)个
	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 平水期 <input type="checkbox"/> ; 枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> ; 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>		(水温、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量(COD)、五日生化需氧量(BOD ₅)、氨氮(NH ₃ -N)、总磷(TP)、总氮(TN)、铜(Cu)、锌(Zn)、氟化物、硒(Se)、砷(As)、汞(Hg)、镉(Cd)、铬(Cr ⁶⁺)、铅(Pb)、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、悬浮物、叶绿素、透明度、硫酸盐(SO ₄ ²⁻)、氯化物(Cl ⁻)、硝酸盐、铁、锰等)	

表(续)

工作内容		自查项目	
现状评价	评价范围	河流：长度(87.8)km；湖库、河口及近岸海域：面积()km ²	
	评价因子	(水温、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量(COD)、五日生化需氧量(BOD ₅)、氨氮(NH ₃ -N)、总磷(TP)、总氮(TN)、铜(Cu)、锌(Zn)、氟化物、硒(Se)、砷(As)、汞(Hg)、镉(Cd)、铬(Cr ⁶⁺)、铅(Pb)、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、悬浮物、叶绿素、透明度、硫酸盐(SO ₄ ²⁻)、氯化物(Cl ⁻)、硝酸盐、铁、锰等)	
	评价标准	河流、湖库、河口：Ⅰ类 <input type="checkbox"/> ；Ⅱ类 <input checked="" type="checkbox"/> ；Ⅲ类 <input checked="" type="checkbox"/> ；Ⅳ类 <input checked="" type="checkbox"/> ；Ⅴ类 <input type="checkbox"/> 近岸海域：第一类 <input type="checkbox"/> ；第二类 <input type="checkbox"/> ；第三类 <input type="checkbox"/> ；第四类 <input type="checkbox"/> 规划年评价标准(Ⅱ类、Ⅲ类)	
	评价时期	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>	
	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标状况：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水环境保护目标质量状况：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 底泥污染评价 <input type="checkbox"/> 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境质量回顾评价 <input checked="" type="checkbox"/> 流域(区域)水资源(包括水能资源)与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况 <input checked="" type="checkbox"/>	达标区 <input checked="" type="checkbox"/> 不达标区 <input type="checkbox"/>
影响预测	预测范围	河流：长度(87.8)km；湖库、河口及近岸海域：面积()km ²	
	预测因子	(COD、NH ₃ -N、TP、TN、SS、BOD ₅ 、石油类)	
	预测时期	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/> 设计水文条件 <input type="checkbox"/>	
	预测情景	建设期 <input checked="" type="checkbox"/> ；生产运行期 <input checked="" type="checkbox"/> ；服务期满后 <input type="checkbox"/> 正常工况 <input checked="" type="checkbox"/> ；非正常工况 <input checked="" type="checkbox"/> 污染控制和减缓措施方案 <input checked="" type="checkbox"/> 区(流)域环境质量改善目标要求情景 <input checked="" type="checkbox"/>	
	预测方法	数值解 <input checked="" type="checkbox"/> ；解析解 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> 导则推荐模式 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	
影响评价	水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价	区(流)域水环境质量改善目标 <input checked="" type="checkbox"/> ；替代削减源 <input type="checkbox"/>	

表(续)

工作内容		自查项目					
影响评价	水环境影响评价	排放口混合区外满足水环境管理要求 <input type="checkbox"/> 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 <input checked="" type="checkbox"/> 满足水环境保护目标水域水环境质量要求 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标 <input checked="" type="checkbox"/> 满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求 <input type="checkbox"/> 满足区(流)域水环境质量改善目标要求 <input type="checkbox"/> 水文要素影响型建设项目时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价 <input checked="" type="checkbox"/> 对于新设或调整入河(湖库、近岸海域)排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价 <input type="checkbox"/> 满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 <input checked="" type="checkbox"/>					
	污染源排放量核算	污染物名称		排放量/(t/a)		排放浓度/(mg/L)	
		枢纽工程区禁止排放					
	替代源排放情况	污染源名称	排污许可证编号	污染物名称	排放量/(t/a)	排放浓度/(mg/L)	
		0	0	0	0	0	
生态流量确定	生态流量：一般水期(0.79)m ³ /s；鱼类繁殖期(1.58)m ³ /s；其他()m ³ /s 生态水位：一般水期()m；鱼类繁殖期()m；其他()m						
防治措施	环保措施	污水处理设施 <input checked="" type="checkbox"/> ；水文减缓设施 <input type="checkbox"/> ；生态流量保障设施 <input checked="" type="checkbox"/> ；区域削减 <input checked="" type="checkbox"/> ；依托其他工程措施 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>					
	监测计划	环境质量			污染源		
		监测方式	手动 <input checked="" type="checkbox"/> ；自动 <input checked="" type="checkbox"/> ；无监测 <input type="checkbox"/>			手动 <input checked="" type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ；无监测 <input type="checkbox"/>	
		监测点位	(11)			(18)	
	监测因子	(水温、pH、SS、透明度、总硬度、叶绿素a、DO、高锰酸盐指数、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、总氮、氟化物、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰等)			(pH、BOD ₅ 、COD、悬浮物、氨氮、总磷、石油类、阴离子表面活性剂、动植物油、粪大肠菌群等)		
污染物排放清单	<input checked="" type="checkbox"/>						
评价结论		可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> ；不可以接受 <input type="checkbox"/>					
注：“□”为勾选项，可√；“()”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。							

附表 2 大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目						
评价等级与范围	评价等级	一级 <input type="checkbox"/>		二级 <input checked="" type="checkbox"/>		三级 <input type="checkbox"/>		
	评价范围	边长=50km <input type="checkbox"/>		边长 5~50km <input type="checkbox"/>		边长=5km <input checked="" type="checkbox"/>		
评价因子	SO ₂ +NO _x 排放量	≥2000t/a <input type="checkbox"/>		500~2000t/a <input type="checkbox"/>		小于 500t/a <input checked="" type="checkbox"/>		
	评价因子	基本污染物 (SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀) 其他污染物 (TSP)				包括二次 PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括二次 PM _{2.5} <input checked="" type="checkbox"/>		
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/>		地方标准 <input type="checkbox"/>		附录 D <input type="checkbox"/>	其他标准 <input type="checkbox"/>	
现状评价	环境功能区	一类区 <input type="checkbox"/>		二类区 <input checked="" type="checkbox"/>		一类区和二类区 <input type="checkbox"/>		
	评价基准年	(2022)年						
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据 <input type="checkbox"/>			主管部门发布的数据 <input checked="" type="checkbox"/>	现状补充监测 <input checked="" type="checkbox"/>		
	现状评价	达标区 <input checked="" type="checkbox"/>			不达标区 <input type="checkbox"/>			
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源 <input checked="" type="checkbox"/> 本项目非正常排放源 <input type="checkbox"/> 现有污染源 <input type="checkbox"/>		拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>	其他在建、拟建项目污染源 <input type="checkbox"/>	区域污染源 <input type="checkbox"/>		
大气环境影响预测与评价	预测模型	AERMOD <input checked="" type="checkbox"/>	ADMS <input type="checkbox"/>	AUSTAL2000 <input type="checkbox"/>	EDMS/AEDT <input type="checkbox"/>	CALPUFF <input type="checkbox"/>	网格模型 <input type="checkbox"/>	其他 <input type="checkbox"/>
	预测范围	边长≥50km <input type="checkbox"/>		边长 5~50km <input type="checkbox"/>			边长=5km <input checked="" type="checkbox"/>	
	预测因子	预测因子(TSP)					包括二次 PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括二次 PM _{2.5} <input checked="" type="checkbox"/>	
	正常排放短期浓度贡献值	C _{本项目} 最大占标率≤100% <input checked="" type="checkbox"/>					C _{本项目} 最大占标率>100% <input type="checkbox"/>	
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	C _{本项目} 最大占标率≤10% <input type="checkbox"/>				C _{本项目} 最大占标率>10% <input type="checkbox"/>	
		二类区	C _{本项目} 最大占标率≤30% <input checked="" type="checkbox"/>				C _{本项目} 最大占标率>30% <input type="checkbox"/>	
	非正常排放 1h 浓度贡献值	非正常持续时间 ()h	C _{非正常} 占标率≤100% <input type="checkbox"/>			C _{非正常} 占标率>100% <input type="checkbox"/>		
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	C _{叠加} 达标 <input checked="" type="checkbox"/>				C _{叠加} 不达标 <input type="checkbox"/>		
	区域环境质量的整体变化情况	k≤-20% <input checked="" type="checkbox"/>				k>-20% <input type="checkbox"/>		
环境监测计划	污染源监测	监测因子: (TSP、PM ₁₀ 、NO ₂ 、SO ₂)			有组织废气监测 <input type="checkbox"/> 无组织废气监测 <input checked="" type="checkbox"/>	无监测 <input type="checkbox"/>		
	环境质量监测	监测因子: (TSP、PM ₁₀ 、NO ₂ 、SO ₂)			监测点位数(4)	无监测 <input type="checkbox"/>		
评价结论	环境影响	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> 不可接受 <input type="checkbox"/>						
	大气环境防护距离	距 () 厂界最远 () m						
	污染源年排放量	SO ₂ : () t/a		NO _x : () t/a		颗粒物: () t/a	VOCs: () t/a	

注: “□”为勾选项, 填“√”; “()”为内容填写项

附表 3 声环境影响评价自查表

工作内容		自查项目							
评价等级与范围	评价等级	一级 <input type="checkbox"/>		二级 <input checked="" type="checkbox"/>				三级 <input type="checkbox"/>	
	评价范围	200 m <input checked="" type="checkbox"/>		大于 200 m <input type="checkbox"/>				小于 200 m <input type="checkbox"/>	
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级 <input checked="" type="checkbox"/>		最大 A 声级 <input checked="" type="checkbox"/>		计权等效连续感觉噪声级 <input type="checkbox"/>			
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/>		地方标准 <input type="checkbox"/>				国外标准 <input type="checkbox"/>	
现状评价	环境功能区	0 类区 <input type="checkbox"/>	1 类区 <input checked="" type="checkbox"/>	2 类区 <input checked="" type="checkbox"/>	3 类区 <input type="checkbox"/>	4a 类区 <input checked="" type="checkbox"/>	4b 类区 <input type="checkbox"/>		
	评价年度	初期 <input checked="" type="checkbox"/>		近期 <input type="checkbox"/>		中期 <input type="checkbox"/>		远期 <input type="checkbox"/>	
	现状调查方法	现场实测法 <input checked="" type="checkbox"/>		现场实测加模型计算法 <input type="checkbox"/>			收集资料 <input type="checkbox"/>		
	现状评价	达标百分比		100%					
噪声源调查	噪声源调查方法	现场实测 <input type="checkbox"/>		已有资料 <input checked="" type="checkbox"/>			研究成果 <input type="checkbox"/>		
声环境影响预测与评价	预测模型	导则推荐模型 <input type="checkbox"/>		其他 <input checked="" type="checkbox"/> 公式					
	预测范围	200 m <input checked="" type="checkbox"/>		大于 200 m <input type="checkbox"/>		小于 200 m <input type="checkbox"/>			
	预测因子	等效连续 A 声级 <input checked="" type="checkbox"/>		最大 A 声级 <input checked="" type="checkbox"/>		计权等效连续感觉噪声级 <input type="checkbox"/>			
	厂界噪声贡献值	达标 <input type="checkbox"/>			不达标 <input type="checkbox"/>				
	声环境保护目标处噪声值	达标 <input type="checkbox"/>			不达标 <input checked="" type="checkbox"/>				
环境监测计划	排放监测	厂界监测 <input type="checkbox"/> 固定位置监测 <input checked="" type="checkbox"/>			自动监测 <input type="checkbox"/> 手动监测 <input checked="" type="checkbox"/>			无监测 <input type="checkbox"/>	
	声环境保护目标处噪声监测	监测因子: (A 声级及等效 A 声级 LAeq)			监测点位数(10)			无监测 <input type="checkbox"/>	
评价结论	环境影响	可行 <input checked="" type="checkbox"/> 不可行 <input type="checkbox"/>							
注: “ <input type="checkbox"/> ” 为勾选项, 可 <input checked="" type="checkbox"/> ; “()” 为内容填写项。									

附表 4 土壤环境影响评价自查表

工作内容		完成情况				备注
影响识别	影响类型	污染影响型 <input type="checkbox"/> ；生态影响型 <input checked="" type="checkbox"/> ；两种兼有 <input type="checkbox"/>				
	土地利用类型	建设用地 <input checked="" type="checkbox"/> ；农用地 <input checked="" type="checkbox"/> ；未利用地 <input type="checkbox"/>				土地利用类型图
	占地规模	(771.18)hm ²				
	敏感目标信息	敏感目标()、方位()、距离()				
	影响途径	大气沉降 <input type="checkbox"/> ；地面漫流 <input type="checkbox"/> ；垂直入渗 <input type="checkbox"/> ；地下水 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他()				
	全部污染物					
	特征因子	/				
	所属土壤环境影响评价项目类别	I类 <input checked="" type="checkbox"/> ；II类 <input type="checkbox"/> ；III类 <input type="checkbox"/> ；IV类 <input type="checkbox"/>				
	敏感程度	敏感 <input type="checkbox"/> ；较敏感 <input checked="" type="checkbox"/> ；不敏感 <input type="checkbox"/>				
评价工作等级		一级 <input type="checkbox"/> ；二级 <input checked="" type="checkbox"/> ；三级 <input type="checkbox"/>				
现状调查内容	资料收集	a) <input checked="" type="checkbox"/> ；b) <input checked="" type="checkbox"/> ；c) <input checked="" type="checkbox"/> ；d) <input checked="" type="checkbox"/>				
	理化特性					同附录 C
	现状监测点位		占地范围内	占地范围外	深度	点位布置图
		表层样点数	3	4	0-20cm、20-50cm	
		柱状样点数				
现状监测因子	建设用地：pH、砷、镉、铬(六价)、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、萘 农用地：pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌					
现状评价	评价因子	同监测因子				
	评价标准	GB15618 <input checked="" type="checkbox"/> ；GB36600 <input checked="" type="checkbox"/> ；表 D.1 <input type="checkbox"/> ；表 D.2 <input type="checkbox"/> ；其他()				
	现状评价结论	达标				

表(续)

工作内容		完成情况			备注
影响预测	预测因子	盐化			
	预测方法	附录 E <input checked="" type="checkbox"/> ; 附录 F <input type="checkbox"/> ; 其他(类比法)			
	预测分析内容	影响范围() 影响程度(较小)			
	预测结论	达标结论: a) <input checked="" type="checkbox"/> ; b) <input type="checkbox"/> ; c) <input type="checkbox"/> 不达标结论: a) <input type="checkbox"/> ; b) <input type="checkbox"/>			
防治措施	防控措施	土壤环境质量现状保障 <input type="checkbox"/> ; 源头控制 <input checked="" type="checkbox"/> ; 过程防控 <input type="checkbox"/> ; 其他()			
	跟踪监测	监测点数	监测指标	监测频次	
	信息公开指标				
评价结论		建设项目土壤环境影响可接受			
注 1: “ <input type="checkbox"/> ”为勾选项, 可√; “()”为内容填写项; “备注”为其他补充内容。 注 2: 需要分别开展土壤环境影响评级工作的, 分别填写自查表。					

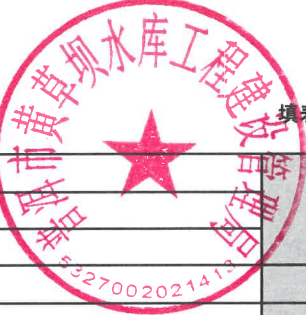
附表 5 生态环境影响评价自查表

工作内容		自查项目
生态影响识别	生态保护目标	重要物种 <input checked="" type="checkbox"/> ；国家公园 <input type="checkbox"/> ；自然保护区 <input type="checkbox"/> ；自然公园 <input checked="" type="checkbox"/> ；世界自然遗产 <input type="checkbox"/> ；生态保护红线 <input checked="" type="checkbox"/> ；重要生境 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
	影响方式	工程占用 <input checked="" type="checkbox"/> ；施工活动干扰 <input checked="" type="checkbox"/> ；改变环境条件 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
	评价因子	物种 <input checked="" type="checkbox"/> (浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼类、陆生脊椎动物、维管束植物) 生境 <input checked="" type="checkbox"/> (陆生野生动物生境、陆生野生植物生境、鱼类“三场一通道”) 生物群落 <input checked="" type="checkbox"/> (浮游植物、浮游动物、底栖动物的密度、生物量、多样性指数，鱼类的种类、资源量，动植物群落) 生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> (植被生物量、植被生产力水平、景观生态体系) 生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> (浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼类、陆生脊椎动物、维管束植物) 生态敏感区 <input checked="" type="checkbox"/> (小黑江中国结鱼省级水产种质资源保护区) 自然景观 <input type="checkbox"/> () 自然遗迹 <input type="checkbox"/> () 其他 <input type="checkbox"/> ()
评价等级		一级 <input checked="" type="checkbox"/> 二级 <input type="checkbox"/> 三级 <input type="checkbox"/> 生态影响简单分析 <input type="checkbox"/>
评价范围		陆域面积：(158.37)km ² ；水域面积：()km ²
生态现状调查与评价	调查方法	资料收集 <input checked="" type="checkbox"/> ；遥感调查 <input checked="" type="checkbox"/> ；调查样方、样线 <input checked="" type="checkbox"/> ；调查点位、断面 <input checked="" type="checkbox"/> ；专家和公众咨询法 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
	调查时间	春季 <input checked="" type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/> 丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/>
	所在区域的生态问题	水土流失 <input checked="" type="checkbox"/> ；沙漠化 <input type="checkbox"/> ；石漠化 <input type="checkbox"/> ；盐渍化 <input type="checkbox"/> ；生物入侵 <input type="checkbox"/> ；污染危害 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
	评价内容	植被/植物群落 <input checked="" type="checkbox"/> ；土地利用 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> ；生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> ；重要物种 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态敏感区 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
生态影响预测与评价	评价方法	定性 <input type="checkbox"/> ；定性和定量 <input checked="" type="checkbox"/>
	评价内容	植被/植物群落 <input checked="" type="checkbox"/> ；土地利用 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> ；生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> ；重要物种 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态敏感区 <input checked="" type="checkbox"/> ；生物入侵风险 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
生态保护对策措施	对策措施	避让 <input checked="" type="checkbox"/> ；减缓 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态修复 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态补偿 <input checked="" type="checkbox"/> ；科研 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
	生态监测计划	全生命周期 <input checked="" type="checkbox"/> ；长期跟踪 <input type="checkbox"/> ；常规 <input type="checkbox"/> ；无 <input type="checkbox"/>
	环境管理	环境监理 <input checked="" type="checkbox"/> ；环境影响后评价 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
评价结论	生态影响	可行 <input checked="" type="checkbox"/> ；不可行 <input type="checkbox"/>
注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，可√；“()”为内容填写项。		

附表 6 环境风险评价自查表

工作内容		完成情况					
风险调查	危险物质	名称	油类物质				
		存在总量/t	20				
	环境敏感性	大气	500m 范围内人口数 <u>20</u> 人		5km 范围内人口数 人		
			每公里管段周边 200m 范围内人口数(最大)		____人		
		地表水	地表水功能敏感性	F1 <input checked="" type="checkbox"/>	F2 <input type="checkbox"/>	F3 <input type="checkbox"/>	
			环境敏感目标分级	S1 <input checked="" type="checkbox"/>	S2 <input type="checkbox"/>	S3 <input type="checkbox"/>	
		地下水	地下水功能敏感性	G1 <input type="checkbox"/>	G2 <input type="checkbox"/>	G3 <input type="checkbox"/>	
			包气带防污性能	D1 <input type="checkbox"/>	D2 <input type="checkbox"/>	D3 <input type="checkbox"/>	
	物质及工艺系统危险性	Q 值	Q<1 <input checked="" type="checkbox"/>	1≤Q<10 <input type="checkbox"/>	10≤Q<100 <input type="checkbox"/>	Q>100 <input type="checkbox"/>	
		M 值	M1 <input type="checkbox"/>	M2 <input type="checkbox"/>	M3 <input type="checkbox"/>	M4 <input checked="" type="checkbox"/>	
P 值		P1 <input checked="" type="checkbox"/>	P2 <input type="checkbox"/>	P3 <input type="checkbox"/>	P4 <input type="checkbox"/>		
环境敏感程度	大气	E1 <input type="checkbox"/>	E2 <input type="checkbox"/>	E3 <input type="checkbox"/>			
	地表水	E1 <input checked="" type="checkbox"/>	E2 <input type="checkbox"/>	E3 <input type="checkbox"/>			
	地下水	E1 <input type="checkbox"/>	E2 <input type="checkbox"/>	E3 <input type="checkbox"/>			
环境风险潜势		IV ⁺ <input type="checkbox"/>	IV <input type="checkbox"/>	III <input type="checkbox"/>	II <input type="checkbox"/>	I <input checked="" type="checkbox"/>	
评价等级		一级 <input type="checkbox"/>		二级 <input type="checkbox"/>	三级 <input type="checkbox"/>	简单分析 <input checked="" type="checkbox"/>	
风险识别	物质危险性	有毒有害 <input type="checkbox"/>			易燃易爆 <input checked="" type="checkbox"/>		
	环境风险类型	泄漏 <input checked="" type="checkbox"/>			火灾、爆炸引发伴生/次生 污染物排放 <input checked="" type="checkbox"/>		
	影响途径	大气 <input checked="" type="checkbox"/>	地表水 <input checked="" type="checkbox"/>	地下水 <input type="checkbox"/>			
事故影响分析		源强设定方法 <input checked="" type="checkbox"/>	计算法 <input type="checkbox"/>	经验估算法 <input checked="" type="checkbox"/>	其他估算法 <input type="checkbox"/>		
风险预测与评价	大气	预测模型	SLAB	AFTOX	其他		
		预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围____m				
			大气毒性终点浓度-2 最大影响范围____m				
	地表水	最近环境敏感目标____, 到达时间____h					
	地下水	下游厂区边界到达时间____h					
		最近环境敏感目标____, 到达时间____h					
重点风险防范措施		施工期加强培训, 加强设备管理, 设置事故收集池等					
评价结论与建议		风险可以接受					
注: “ <input type="checkbox"/> ” 为勾选项, “ ” 为填写项。							

建设项目环境影响报告书审批基础信息表



填表单位（盖章）：

普洱市黄草坝水库工程建设管理局

填表人（签字）：

杨胜贤

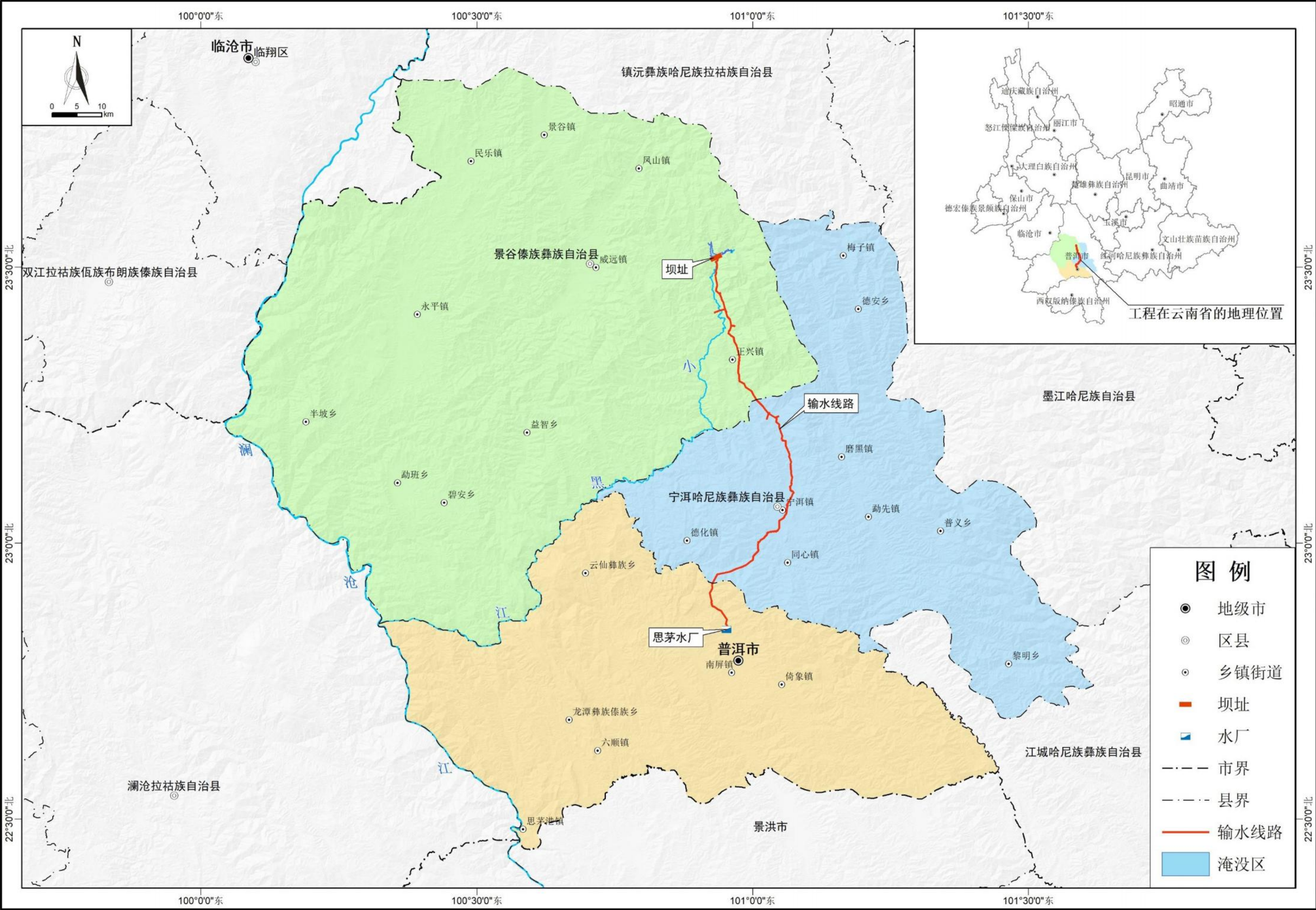
项目经办人（签字）：

杨胜贤

建 设 项 目	项目名称		云南省普洱市黄草坝水库工程				建设内容		新建II等大(2)型水库1座，水库正常蓄水位1338m，死水位1262m，总库容11440万m3，兴利库容9350万m3；新建输水管线水平投影长度99.095km；新建扬水泵站1座；新建调压井、高位水池、交叉建筑物、管道终点蓄水池等。					
	项目代码		2020-530800-76-01-012940											
	环评信用平台项目编号		600hkq											
	建设地点		云南省普洱市景谷傣族彝族自治县				建设规模		II等大(2)型工程					
	项目建设周期（月）		60.0				计划开工时间		2024年12月					
	环境影响评价行业类别		124-水库				预计投产时间		2030年12月					
	建设性质		新建（迁建）				国民经济行业类型及代码		E4821-水源及供水设施工程建筑					
	现有工程排污许可证或排污登记表编号（改、扩建项目）				现有工程排污许可管理类别（改、扩建项目）				项目申请类别		新申报项目			
	规划环评开展情况		有				规划环评文件名		澜沧江流域综合规划环境影响报告书					
	规划环评审查机关		中华人民共和国生态环境部				规划环评审查意见文号		环审〔2016〕47号					
	建设地点中心坐标（非线性工程）		经度	100.933539		纬度	23.517565		占地面积（平方米）			环评文件类别	环境影响报告书	
	建设地点坐标（线性工程）		起点经度			起点纬度			终点经度			终点纬度		
	总投资（万元）		510040.00				环保投资（万元）		12211.00		所占比例（%）	2.39		
建 设 单 位	单位名称		普洱市黄草坝水库工程建设管理局		法定代表人	杨洁		环评编制单位	单位名称	中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司		统一社会信用代码	91430000444885356Q	
					主要负责人	杨胜贤			编制主持人	姓名	李璜		联系电话	13469461149
									信用编号	BH016345				
	统一社会信用代码（组织机构代码）		12532700MB1J2022X4		联系电话	13887979379			职业资格证书管理号	5430350000003511				
通讯地址		云南省普洱市思茅区民航路18号				通讯地址		湖南省长沙市雨花区香樟东路16号						
污 染 物 排 放 量	污染物		现有工程（已建+在建）		本工程（拟建或调整变更）		总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）						区域削减量来源（国家、省级审批项目）	
			①排放量（吨/年）	②许可排放量（吨/年）	③预测排放量（吨/年）	④“以新带老”削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量（吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年）	⑦排放增减量（吨/年）					
	废水	废水量（万吨/年）			0.000				0.000		0.000			
		COD			0.000				0.000		0.000			
		氨氮			0.000				0.000		0.000			
		总磷			0.000				0.000		0.000			
		总氮			0.000				0.000		0.000			
		铅			0.000				0.000		0.000			
		汞			0.000				0.000		0.000			
		镉			0.000				0.000		0.000			
		铬			0.000				0.000		0.000			
		类金属砷			0.000				0.000		0.000			
		其他特征污染物			0.000				0.000		0.000			
	废气	废气量（万标立方米/年）			0.000				0.000		0.000			
		二氧化硫			0.000				0.000		0.000			
		氮氧化物			0.000				0.000		0.000			
		颗粒物			0.000				0.000		0.000			
		挥发性有机物			0.000				0.000		0.000			
		铅			0.000				0.000		0.000			
		汞			0.000				0.000		0.000			
		镉			0.000				0.000		0.000			
		铬			0.000				0.000		0.000			
		类金属砷			0.000				0.000		0.000			
其他特征污染物				0.000				0.000		0.000				
影响及主要措施		名称		级别	主要保护对象（目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积（公顷）	生态防护措施					
生态保护目标														

项目涉及法律法规规定的保护区情况		生态保护红线		/		/		/				否				□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）			
		自然保护区		/		/		/				否				□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）			
		饮用水水源保护区（地表）		那贺水库饮用水水源保护区		市级		/		穿越二级保护区		是		0.30		□避让 <input checked="" type="checkbox"/> 减缓 □补偿 □重建（多选）			
		饮用水水源保护区（地下）		/		/		/				否				□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）			
		风景名胜区		/		/		/				否				□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）			
		其他														□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）			
主要原料及燃料信息		主要原料												主要燃料					
		序号	名称		年最大使用量		计量单位		有毒有害物质及含量（%）		序号	名称		灰分（%）	硫分（%）	年最大使用量	计量单位		
大气污染治理与排放信息	有组织排放（主要排放口）	序号（编号）	排放口名称	排气筒高度（米）	污染防治设施工艺			生产设施		污染物排放									
					序号（编号）	名称	污染防治设施处理效率	序号（编号）	名称	污染物种类	排放浓度（毫克/立方米）	排放速率（千克/小时）	排放量（吨/年）	排放标准名称					
	无组织排放	序号		无组织排放源名称					污染物排放										
									污染物种类	排放浓度（毫克/立方米）	排放标准名称								
水污染治理与排放信息（主要排放口）	车间或生产设施排放口	序号（编号）	排放口名称	废水类别		污染防治设施工艺			排放去向	污染物排放									
						序号（编号）	名称	污染治理设施处理水量（吨/小时）		污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称						
	总排放口（间接排放）	序号（编号）	排放口名称	污染防治设施工艺		污染防治设施处理水量（吨/小时）	受纳污水处理厂		受纳污水处理厂排放标准名称	污染物排放									
							名称	编号		污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称						
	总排放口（直接排放）	序号（编号）	排放口名称	污染防治设施工艺		污染防治设施处理水量（吨/小时）		受纳水体		污染物排放									
								名称	功能类别	污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称						
	固体废物信息	废物类型	序号	名称	产生环节及装置		危险废物特性		危险废物代码	产生量（吨/年）	贮存设施名称	贮存能力（吨/年）	自行利用工艺	自行处置工艺	是否外委处置				
		一般工业固体废物					/		/		/	/	/	/					
						/		/		/	/	/	/						
						/		/		/	/	/	/						
危险废物																			

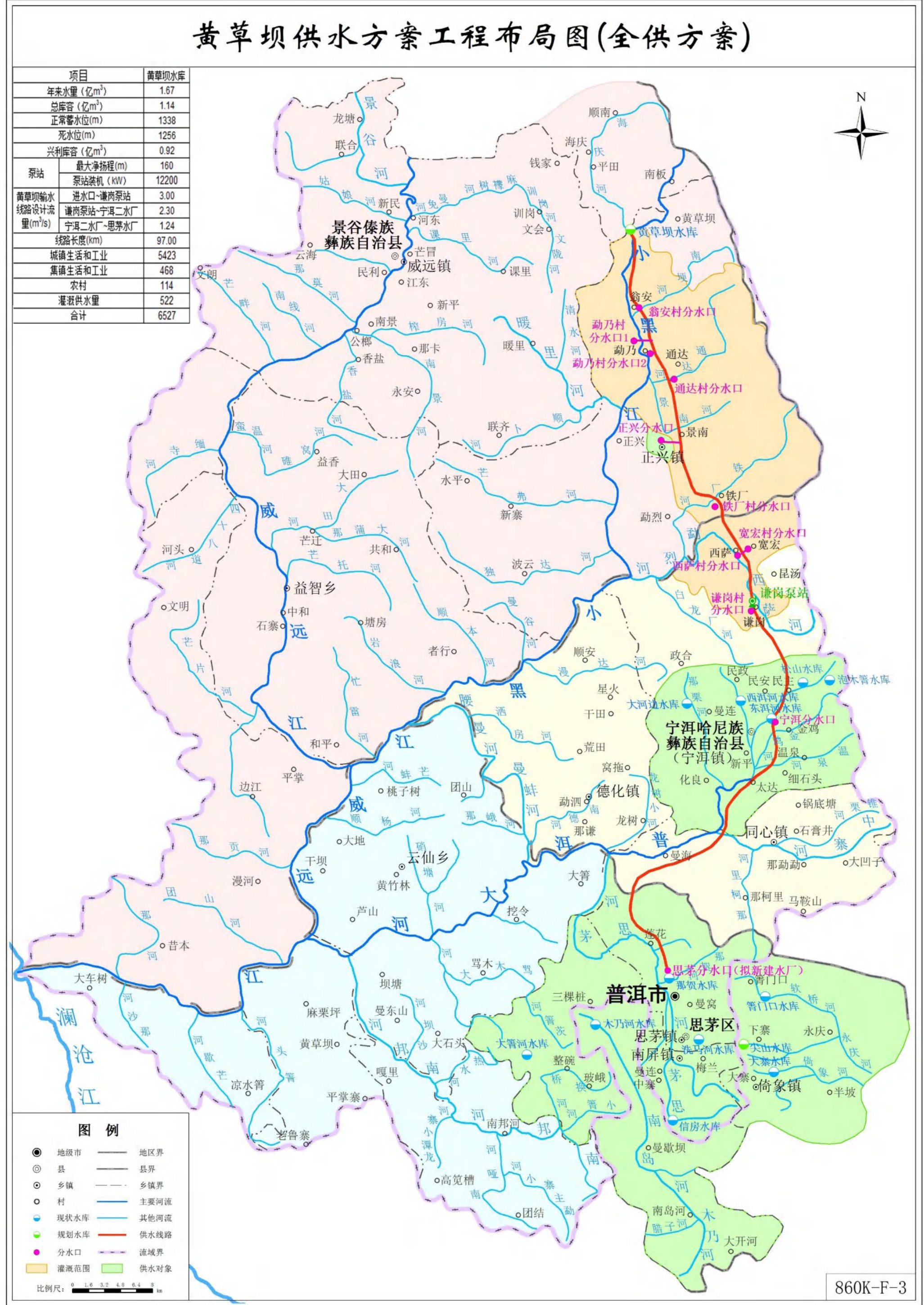
附图 1 黄草坝水库工程地理位置图



附图 2 黄草坝水库工程评价区地表水系图



附图 3 黄草坝水库工程总平面布置图



附图 4 黄草坝水库工程枢纽工程平面布置图

