

附件 3

# 《辐射环境监测技术规范（征求意见稿）》 编制说明

《辐射环境监测技术规范》编制组

2019 年 10 月

# 目 录

1 项目背景.....	2
2 标准修订必要性分析.....	4
3 标准修订依据.....	5
4 国内外相关标准情况.....	6
5 标准修订的基本原则和技术路线.....	7
6 标准修订的思路.....	8
7 标准修订的主要内容.....	8
8 与国内外同类标准或技术法规的水平对比和分析.....	21

## 1 项目背景

### 1.1 我国辐射环境监测概况

我国的辐射环境监测始于 20 世纪 50 年代核工业建立初期,当时主要由核设施营运者自行监测,监测范围局限于核设施周围地区。1964 年我国开始进行大气层核试验,当时在全国设立了 45 个监测点,监测核试验落下灰的辐射环境影响。随着大气层核试验的停止,这些监测点逐渐消亡。20 世纪 80 年代,原国家环境保护局在全国范围内组织开展了全国环境天然放射性水平调查研究,获得了全国环境天然放射性水平及其分布的基础国情资料,同时也创建了我国辐射环境监测体系的基础。90 年代又组织开展了针对核设施和核技术应用项目的放射性污染源调查和我国首批核电厂等重点源的监测,提升了环境保护监督监测的能力。21 世纪初,根据《中华人民共和国环境保护法》的要求,原国家环境保护总局开始组织建设全国辐射环境监测网络,对重点核设施进行流出物监测和环境监测,对全国辐射环境质量进行监测,同时,国家和地方在“十五”“十一五”“十二五”期间陆续投入了大量辐射环境监测方面的硬件基础能力建设。目前,我国已建立了完整的国家和地方两级全国辐射环境监测组织体系,建立了国家辐射环境监测网络系统,包括全国辐射环境质量监测、重点监管的核与辐射设施周围环境的监测、核与辐射事故应急监测。截至 2018 年底,我国境内共运行有 1410 个环境电离辐射监测点位, 对全国 46 个国家重点监管核与辐射设施开展了监督性监测。其中,环境电离辐射监测点位包括 161 个辐射环境空气自动监测站, 以及 328 个  $\gamma$  辐射累积剂量、102 个地表水、344 个饮用水源地水、31 个地下水、48 个海水、34 个海洋生物和 362 个土壤监测点。2019 年,环境电离辐射监测点位增加到 1512 个。经过几十年的发展,我国辐射环境监测工作从无到有、从弱到强、从局部到全国,得到了比较全面的发展。

### 1.2 任务来源

原国家环境保护总局2001年颁布了第一部《辐射环境监测技术规范》(简称“原规范”,下同),在《放污法》实施之前。使各级辐射环境监测机构的辐射监测工作有章可循,为我国各地辐射监测工作的开展起了积极作用,目前仍然是辐射环境监测工作的主要参考标准。但是,原标准实施至今已有18年之久,“原规

范”编制时，我国的辐射环境监测工作处于起步阶段，国家辐射监测网络尚未建成，对主要辐射源如核电厂的监测经验不足，国家颁布的有关放射性（辐射）控制标准和测量方法尚有较多空缺。而这些年，随着社会经济的飞速发展和人们生活水平的不断提高，特别是核能与核技术应用的飞速发展，人民群众对辐射环境质量越来越关注和重视，原标准已不能满足或适应这些发展需求。同时，生态环境主管部门针对辐射环境质量和我国经济发展进程中产生的各种新的辐射污染问题，颁布或修订了一系列辐射标准限值及其测量方法，逐步形成了一套放射性污染防治的标准体系，为了完整系统地反映上述变化，急需重新编制《辐射环境监测技术规范》，使辐射环境监测和管理工作适应当前的核安全与辐射环境保护的发展需求，更加规范、统一、科学地开展监测工作，适应我国辐射环境监测工作的发展，并与国际接轨。2013年经环保部科技标准司立项，提出制修订一批辐射环境规范项目。

该项目是2013年度国家环境保护标准管理项目需要修订的项目之一，根据《关于征集2013年国家环保标准制修订项目承担单位的通知》（环办函〔2012〕1023号）文件精神，浙江省辐射环境监测站承担了修订《辐射环境监测技术规范》的任务。

### 1.3 工作过程

任务下达后，我单位成立标准编制组，负责人为赵顺平，参加人员有胡丹、姚海云、王晓芬。

2013年10月18日，召开项目小组启动会议，讨论技术规范大纲编写框架；

2014年4月22日，在北京召开项目开题报告专家审查会。

2014年~2015年，调研国内外辐射环境监测工作情况。

2015年12月，编写完成初稿。并申请环保部将完成时间调整为2020年12月底。

2018年11月，调研国际最新的有关标准，重新修改了初稿。

2019年2月18日，召开项目小组第2次会议，讨论技术规范修订的具体框架和结构。

2019年3月21日，召开项目小组第3次会议，讨论技术规范具体修订内容。

2019年4月23日，与欧盟的专家讨论该标准初稿，并根据讨论的意见进行了修改。

## 2 标准修订必要性分析

### 2.1 环境形势的变化对标准提出新的要求

我国核与辐射环境保护事业发展迅速，对辐射环境监测提出了更高要求，对不同的核与辐射设施、设备、场所监测方案、质量保证、数据处理的要求越来越细、越来越高，公众也对环境信息需求也越来越高，核与辐射的环境监测数据对公众既难懂又敏感，而政府信息公开的要求也越来越高，修订完善该标准可更好为核与辐射安全监管提供技术支持，也更好地服务于公众。

### 2.2 辐射环境监测技术的发展要求

我国现行的《辐射环境监测技术规范》颁布于2001年，十多年来未经修订。而这十多年也正是辐射环境监测技术和能力建设飞速发展时期，在此期间，许多辐射环境监测方法进行了修订和完善，各地辐射监测站的基础建设和技术能力有了很大提升。因此，现有版本技术规范中的相关要求已经远远落后于当前的监测技术和需求，与现实脱节严重，亟需对原技术规范进行修订和更新。

同时，这期间国际上的许多标准、导则陆续发布，如，IAEA SAFETY STANDARDS SERIES No. RS-G-1.8 《Environmental and Source Monitoring for purposes of Radiation Protection》（2006），IAEA Safty reports series No.64 号报告《Programmes and Systems for Source and Environmental Radiation Monitoring》（2010），ICRP Report committee 28 《RADIATION MONITORING FOR PROTECTION OF THE PUBLIC AFTER MAJOR RADIOACTIVE RELEASES TO THE ENVIRONMENT》（2019）。当中的诸多条款是国际是多年从事辐射环境监测公众的经验总结，特别是福岛核事故后的经验总结。

### 2.3 现行标准存在的问题

《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）自实施以来，全国辐射环境监测提供了技术依据，对我国辐射环境监测事业的发展起到了积极作用，但通过十几年的实施，也发现了一些问题，主要包括：

（1）核电厂辐射环境监测中运行期间的监测方案只是笼统要求与运行前调查时基本相同，且未考虑内陆核电厂监测需求，修订后的标准需要增加运行期间的监测方案，内容参考IAEA Safty reports series No.64 号报告Programmes and

Source and Environmental Radiation Monitoring中核动力厂的环境监测方案，并考虑内陆核电厂址和滨海核电厂址地表水和海水分别作为受纳水体的监测。

(2) 铀矿山及水冶系统环境辐射监测中退役监测只是要求参照表5和表6对原作业场所、尾矿库、废石场进行监测，要求不够明细。修改后的标准根据实际工作的需要，增加退役治理期间铀矿冶环境监测方案。

(3) 监测方案中缺少铀转化、浓缩及元件制造设施周围辐射环境监测内容。

(4) 放射性同位素与射线装置应用的辐射环境监测、应用密封型放射源的环境监测、应用粒子加速器的环境监测、X射线机的环境监测中的部分监测要求与现行的法规和标准不一致。如：依据 GB17568-2008 《 $\gamma$ 辐照装置设计建造和使用规范》，贮源井水监测项目除应用核素外，还应监测电导率、总氯离子、pH。

(5) 样品的采集、预处理和管理中缺少测量仪器、样品量及典型的探测下限等信息。

此外，标准中还存在术语、核设施分类、质保要求、数据处理方法等与其他标准不一致之处。

### 3 标准修订依据

- (1) GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
- (2) HJ 168 环境监测 分析方法标准制修订技术导则
- (3) GB 8999 电离辐射监测质量保证一般规定
- (4) GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- (5) HJ/T 164 地下水环境监测技术规范
- (6) IAEA/AQ/48 Determination and Interpretation of Characteristic Limits for Radioactivity Measurements
- (7) GB/T 11713 高纯锗 $\gamma$ 能谱分析通用方法
- (8) NB/T 20139 核电厂环境放射性本底调查技术规范
- (9) GB/T 4883 数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理
- (10) HJ 641 环境质量报告书编写技术规范
- (11) GB/T 4889 数据的统计处理和解释 正态分布均值和方差的估计与检验
- (12) HJ 663 环境空气质量评价技术规范

(13) HJ 630 环境监测质量管理技术导则

(14) GB/T 4091 常规控制图

(15) IAEA SAFETY STANDARDS SERIES No. RS-G-1.8 《Environmental and Source Monitoring for purposes of Radiation Protection》 (2006)

(16) IAEA Safty reports series No.64 号报告《Programmes and Systems for Source and Environmental Radiation Monitoring》 (2010)

(17) ICRP Report committee 28 《RADIATION MONITORING FOR PROTECTION OF THE PUBLIC AFTER MAJOR RADIOACTIVE RELEASES TO THE ENVIRONMENT》 (2019)

(18) 市场监管总局、生态环境部组织制定了《检验检测机构资质认定生态环境监测机构评审补充要求》

## 4 国内外相关标准情况

### 4.1 主要国家、地区及国际组织相关分析方法研究

IAEA 64号报告和RS-G-1.8安全导则介绍了有关辐射源监测、辐射环境监测、应急监测的监测项目、布点采样、分析测量方法和监测质量保证等方面的原则性要求，未做详细的监测技术规定。

《美国环境监测实验室EML300号报告》对采样、核素分析、实验室核素分析、现场测量、仪器设备技术规范、质量保证等内容作了详细的要求说明。

### 4.2 国内相关分析方法研究

我国现行有效的辐射环境监测方面的技术规范是2001年颁布的《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)，该规范规定了辐射环境质量监测、辐射污染源监测、放射性物质安全运输监测以及辐射设施退役、废物处理和辐射事故应急监测等的监测项目、监测布点、采样方法、数据处理、质量保证方面的内容。还规定了监测报告的编写格式和内容。

国内已颁布了《地表水和污水环境监测技术规范》、《地下水环境监测技术规范》、《土壤环境监测技术规范》、《近岸海域环境监测规范》、《固定污染源烟气排放连续监测技术规范》等环境监测类技术规范，规范包括的内容主要包括采样、点位布设、监测项目与方法、质量保证、数据处理与分析、监测报告等。

国际上，IAEA、ICRP都相继发布了较新的标准或导则，ISO有系列的测量方法标准，同时也调研了日本、美国有关分析方法，并于欧盟的专家开展了交流，分享了德国、西班牙的监测方案或监测方法。

## 5 标准修订的基本原则和技术路线

### 5.1 标准制订的基本原则

本规范的修订以国内辐射环境监测全过程管理为出发点，立足我国的基本国情和管理需求，结合辐射环境监测领域内国内外最新研究成果和应用现状。规范的修订突出以满足管理和应用的需求为首要条件，充分考虑辐射环境监测技术方法的可操作性，同时兼顾考虑科学性。

本标准修订遵循下述原则：

- (1) 体现国家政策与法规；
- (2) 突出可持续发展、全过程管理原则；
- (3) 遵循辐射环境监测管理要求；
- (4) 执行国家和核行业有关法规和标准中的规定；
- (5) 体现国内外辐射环境监测的最新进展和技术水平，以保证标准的先进性、可操作性和可执行性。

### 5.2 标准制订的技术路线

标准修订的技术路线如下：

- (1) 查阅期刊文献、国内和国际上的相关标准文本；
- (2) 组织专家论证会，确定标准存在的主要问题，对比国际标准与现有国家标准的具体内容，确定修订的内容；
- (3) 参照有关的基础标准或者规范技术要求，编制标准文本草案，同时编制标准文本修订的说明，提交标准文本和编制说明的征求意见稿；
- (4) 向国务院有关部门、环境保护相关机构、科研院所、企事业单位等公开征求意见；
- (5) 汇总回复意见，针对意见对标准文本和编制说明进行完善，提交标准文本和编制说明的送审稿；
- (6) 召开标准审议会，进行技术和格式审查；

(7) 按照审议会专家意见修改，形成标准和编制说明报批稿，经行政审查合格后正式发布。

## 6 标准修订的思路

本标准是在原有标准《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)的基础上，结合国内外辐射环境监测最新进展和技术水平修订而成。本标准的修订思路为：

现有《辐射环境监测技术规范》的整体框架不变，思路不变，只对其具体内容进行优化和完善。该规范已实施 18 年，期间我国辐射环境监测技术发展较快，规范的要求与现有监测技术不相适应，结合国内外的辐射环境监测技术的最新发展，在国内环境质量监测和辐射污染源监测具体实践调研的基础上，对《规范》进行修订。

## 7 标准修订的主要内容

### 7.1 适用范围

将“辐射污染源”修改为“辐射源”。

### 7.2 引用标准

增加了以下引用文件：

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

HJ 168 环境监测 分析方法标准制修订技术导则

HJ 969 核动力厂运行前辐射环境本底调查技术规范

HJ 1009 辐射环境空气自动监测站运行技术规范

HJ 663 环境空气质量评价技术规范

HJ/T 164 地下水环境监测技术规范

HJ 630 环境监测质量管理技术导则

GB/T 4091 常规控制图

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

IAEA/AQ/48 Determination and Interpretation of Characteristic Limits for Radioactivity Measurements

GB/T 4883 数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理

GB/T 4889 数据的统计处理和解释 正态分布均值和方差的估计与检验

HJ 641 环境质量报告书编写技术规范  
CNAS-CL01-G003 测量不确定度的要求  
GB/T 27418 测量不确定度评定和表示

### 7.3 术语

原标准所提术语22条，修改后的术语19条，删除了“电离辐射”、“天然辐射源”、“核设施”、“放射性同位素应用”、“射线装置”、“伴生放射性矿物的开采与利用”、“退役”、“事故”、“应急”、“常规监测”、“放射性废物”术语，增加了“辐射环境质量监测”、“辐射源（环境）监测”、“环境监测方案”、“质量保证”、“质量控制”、“判断限”、“探测下限”等术语，将“计量器具”修改为“监测仪器”。

### 7.4 辐射环境质量监测

(1) 参考了《辐射环境监测概论》一书，对“4.1 辐射环境质量监测的目的与原则”进行了修改，细化了内容。

(2) 总结了国家辐射环境监测网络自2007年以来开展的国控网辐射环境监测实践，参考《美国辐射环境监测体系及技术》一书中美国环境辐射监测网的监测情况，对监测方案中监测项目和频次进行了调整。牛奶作为环境中放射性核素转移的良好指标介质，又是被广大人群食用的食品，单独列出。

(3) 新增海洋监测内容，监测范围为中国管辖海域和部分域外海域。

### 7.5 重要辐射源监测

将“监督性监测”改为“辐射源环境监测”，主要理由是：(1) 国际上没有一个国家采样监督性监测这个词，用的是“辐射源环境监测”；(2) 我国目前开展的如核电厂监督性监测的在内容上还是属于比较完整的“辐射源周围的环境监测”，而并非抽查性的监督性监测。

(1) 将5 辐射污染源监测改为重要辐射源监测，并修改了监测目的和原则。删除了流出物监测部分的内容。

(2) 核动力厂辐射环境监测

1) 细化了监测内容和布点原则的描述。

2) 监测方案内容参考 IAEA Safty reports series No.64 号报告 Programmes and Source and Environmental Radiation Monitoring 中核动力厂的环境监测方案做了修改。并考虑了内陆核电厂址和滨海核电厂址地表水和海水分别作为受纳

水体的监测。

3) 液态流出物监测的内容修改了监测项目, 参考 IAEA Safty reports series No.64 号报告 Programmes and Source and Environmental Radiation Monitoring 中流出物监测, 以及 GB14587 核电厂放射性液态流出物排放技术要求, 增加了测量方式等内容。

#### (3) 铀矿山及水冶系统环境辐射监测

1) 根据 GB23762 《铀矿冶辐射环境监测规定》, 对运行前辐射水平调查方案、铀矿山及水冶系统运行期间流出物监测方案进行了修改。

2) 根据国控网监测实际工作的需要和 GB23762 《铀矿冶辐射环境监测规定》, 增加了退役治理期间铀矿冶环境监测方案。

3) 在含钍量较高的矿物系统, 还应适当关注  $^{224}\text{Ra}$  和  $^{228}\text{Ra}$  的监测

#### (4) 核燃料后处理设施辐射环境监测

参考 IAEA Safty reports series No.64 号报告 Programmes and Source and Environmental Radiation Monitoring 中后处理厂的环境监测做了修改。

1) 运行前环境辐射水平调查增加了厂区 50km 范围内 $\gamma$ 辐射剂量率的巡测。

2) 运行期间的监测增加了 $\gamma$ 辐射剂量率连续监测点和中子剂量率的监测点。

3) 考虑了滨海和内陆的厂址, 将水改为地表水、海水, 生物改为水生生物和海洋生物。

4) 参考《电离辐射环境监测与评价》及 IAEA Safty reports series No.64 号报告 Programmes and Source and Environmental Radiation Monitoring 中流出物监测内容, 增加了流出监测一节。

#### (5) 铀转化、浓缩及元件制造设施周围辐射环境监测

1) 参考IAEA Safty reports series No.64 号报告Programmes and Source and Environmental Radiation Monitoring, 以及法国等辐射环境监测年报, 增加了5.2.5 铀转化、浓缩及元件制造设施周围辐射环境监测这一节。

2) 参考《电离辐射环境监测与评价》及 IAEA Safty reports series No.64 号报告 Programmes and Source and Environmental Radiation Monitoring 中流出物监测内容, 增加了流出监测一节。

#### (6) 核技术利用辐射环境监测

1) 将放射性同位素与射线装置应用的辐射环境监测改为核技术利用辐射环境监测,分为开放型放射性同位素的环境监测、密封型放射源的环境监测、应用粒子加速器的环境监测、X射线机的环境监测。

2) 由于开放性应用场所放射性废水排放控制标准,一般给出的是总放射性指标,如《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)规定:综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值:总 $\beta$ : 10Bq/L;总 $\alpha$ : 1Bq/L。因而将表 8: 监测对象地表水、废水监测项目:“应用核素”改为“总 $\beta$ 、总 $\alpha$ ,如活度超标时,分析应用核素”。

3) 依据 GB17568-2008 《 $\gamma$ 辐照装置设计建造和使用规范》,贮源井水监测项目除应用核素外,还应监测电导率、总氯离子、pH。

4) 辐射源使用前后要对辐照室内的空气进行臭氧、氮氧化物监测。

5) 增加“辐照装置退役监测”条款内容:“参照表 9,并增加贮源水井沉积物、废水处理树脂中辐照装置所用的核素,工作场所和可能受污染的设备、工具表面污染”。

6) 5.3.2.2 节“4) 监测布点 密封源安装位置四周室内、外”改为“4) 监测布点 密封源安装位置周围室内、外”。

7) 5.3.2.2 节增加“d) 工作场所退役终态监测”条款内容:“使用 I 类、II 类、III 类放射源的场所辐射环境终态监测项目:  $\gamma$ 辐射剂量率、放射性表面污染”。依据:《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令 449 号),“第三十三条 使用 I 类、II 类、III 类放射源的场所和生产放射性同位素的场所,以及终结运行后产生放射性污染的射线装置,应当依法实施退役”。《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令 18 号),“第十三条 使用 I 类、II 类、III 类放射源的场所,生产放射性同位素的场所,按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(以下简称《基本标准》)确定的甲级、乙级非密封放射性物质使用场所,以及终结运行后产生放射性污染的射线装置,应当依法实施退役”“第十五条 退役工作完成后 60 日内,依法实施退役的生产、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当向原辐射安全许可证发证机关申请退役核技术利用项目终态验收,并提交退役项目辐射环境终态监测报告或者监测表”。

8) 5.3.4 节“X 射线机(包括 CT 机)在运行前及运行中,对屏蔽墙外的 X

射线辐射剂量率和累计剂量进行监测，每年 1~2 次”改为“X 射线机（包括 CT 机）在运行前及运行中，对屏蔽墙外的 X 射线辐射剂量率或累积剂量进行监测，每年 1~2 次”。根据 GBZ 130-2013 《医用 X 射线诊断放射防护要求》，对具有透视功能的 X 射线机（在透视条件下），CT 机、乳腺摄影、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房防护控制指标是周围剂量当量率，测量周围剂量当量率即可；而对于曝光时间短的 X 射线机如 DR，由于仪器时间响应达不到要求，可通过测量累积剂量来估计有效剂量。

9) 删除了失控源进入环境后的辐射监测。

#### (7) NORM 设施辐射环境监测

增加了“5.4 NORM 设施辐射环境监测”，将伴生放射性矿物资源开发利用中的辐射环境监测、非伴生矿物资源开发利用中的辐射环境监测归入 NORM 设施辐射环境监测，合并为矿物资源开发利用中的辐射环境监测。

#### (8) 放射性物质运输的辐射环境监测

将 5.5.2.2c) 改为“当出现或怀疑货包发生泄漏时，可视需要适当增加对货包中放射性核素对周围环境介质污染水平的取样和监测”。

#### (9) 放射性废物暂存库和处理场的辐射环境监测

1) 将表 11 放射性废物暂存库辐射环境监测方案中，对于中低放射性废物处置场辐射环境监测增加中子剂量监测

#### 2) 放射性废物处置场

根据核安全导则 HAD401/09，分类为近地表处置设施和地质处置设施。

#### (10) 支持性监测

增加了支持性监测。除辐射测量外，完整的环境监测方案必须包括其他辅助参数的测量和数据收集活动。

## 7.6 样品的采集、预处理和管理

(1) 7 监测方法中样品预处理放到 6.2 中样品的采集、预处理。

(2) 细化了样品采集和预处理方法的描述，更具有指导意义。

## 7.7 监测分析方法

“7 监测方法”中，更新了部分监测技术标准，列表附录 G，表 15 增加了测量仪器、样品量及典型的探测下限，供测量时参考。

## 7.8 数据处理和评价

因在该节增加了数据评价相关内容,故将原小节名称“数据处理”修改为“数据处理和评价”。

### (1) 有效数字和数值修约

1) 将节名称“有效数字和修约”改为“有效数字和数值修约”。

2) 根据 GB17378.2-2007《海洋监测规范 数据处理》和 HJ/T 164-2004《地下水环境监测技术规范》对部分句式进行了修改和简化,将“一个量值的有效数字的位数是其准确程度的粗略反映”修改为“有效数字的有效位数的多少,除了反映量值的大小外,在分析领域还反映该数值的准确程度”,将“运算中有效数字和修约规则都是为了简化计算而又使结果能满足有效数字位数与相对误差限关系的要求而确定的。随着现代计算机的普遍应用,计算过程的简化已不必要了,一般已不必采用以往出版的一些标准和教材中推荐的运算中的修约规则,而遵守以下原则”修改为“有效数字和数值修约相关要求按照 GB/T 8170 和相关辐射环境监测分析方法标准的要求执行,一般可遵守以下原则”。

3) 原 3 位有效数字量值的相对误差限范围 0.5‰~5% 有误,修改为 0.5‰~0.5%;

4) 对一般辐射环境监测结果有效数字的要求,根据 HJ/T 164-2004《地下水环境监测技术规范》,增加“其有效数字所能达到的数位不能超过探测下限的有效数字所能达到的数位”和“表示精密度的有效数字根据分析方法和待测物质的浓度不同,一般只取 1~2 位有效数字”。

### (2) 判断限和探测下限

1) 根据需要,将节名称“探测下限”改为“判断限和探测下限”,在本章节中,增加判断限的相关内容。

2) 根据 IAEA/AQ/48《Determination and Interpretation of Characteristic Limits for Radioactivity Measurements》和当前现状,给出以活度浓度表示的判断限和探测下限的一般表达式,通过引入了“换算因子”的概念,将原标准中以净计数表示的计算公式,转换为以活度浓度表示的一般数学表达式。

3) 对本章中的部分数学符号进行了统一,如原标准中  $S_N$  和  $S_n$  符号、 $LLD_N$  和  $LLD_n$  符号存在混用现象。

4) 根据统计学知识, 在  $K_{\alpha}$  和  $K_{\beta}$  参数的描述中, 将“标准正态变量”改为“标准正态分布”; 在  $S_b$  参数的描述中, 将“ $S_b$  可以是多次重复测量的高斯分布的本底计数标准差”修改为“可以是按贝塞尔公式计算的单次测量的本底计数标准差”。

5) 常用 K 值表中  $\alpha$  或  $\beta$  的第一个取值有误, 从 0.002 修改为 0.02。

### (3) 探测下限附近数据的处理

1) 根据需要, 将节名称“小于探测下限数据的处理”改为“探测下限附近数据的处理”。

2) 根据当前现状, 删除“给出其最终的活度或活度浓度值, 不能为负值; 当其小于探测限时, 报 LLD 的十分之一”。

3) 根据 NB/T 20139-2012《核电厂环境放射性本底调查技术规范》和当前监测现状, 将“对几个不同地点或不同时间的环境样品平均时, 测量结果小于探测限的样品以其探测限的 1/10 参与平均”修改为“参与平行样品或同类样品结果的平均值计算时, 应尽可能取其实际测量值(包括实测的负值和零值)参与计算。为简便起见, 对小于判断限的结果也可取其判断限值参与平均”。

4) 根据沙连茂老师的文献“放射性环境监测中探测限附近测量数据的处理”, 对原标准“当样品数较多, 如大于 15, 且小于探测限的样品数所占比例不很大, 如小于 1/3, 则可用对数正态分布概率值求其均值”中的“小于探测限的样品数”改为“小于判断限的样品数”、“用对数正态分布概率值求其均值”改为“可用概率纸作图法, 依据其分布特性求其均值”。

5) 根据 NB/T 20139-2012《核电厂环境放射性本底调查技术规范》和实际需要, 增加“在给出含有小于探测下限的平均值时, 应同时说明小于探测下限的结果是如何参与平均值计算的, 以及相应的小于探测下限的数据在全部数据中的比例”。

### (4) 可疑数据的判断与处理

1) 将节名称“可疑数据的剔除”改为“可疑数据的判断和处理”。

2) 根据 GB/T 4883-2008《数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理》和当前工作现状, 细化了可疑数据的判断, 增加了  $3\sigma$  准则的简便判断方法。

3) 根据 HJ 630-2011《环境监测质量管理技术导则》和实际工作情况, 对于

辐射环境监测结果，一般是先进行可疑数据判断，然后再对可疑数据开展原因分析，原因不明的可疑数据不应随意剔除，而原标准中仅仅根据 Grubbs 准则的统计推断结果进行可疑数据的取舍，与实际工作情况不符。因此将“在未经对取样、测量、记录、计算各环节是否存在差错的仔细审查前，不得轻易剔除可疑数据；在仔细审查未发现导致数据偏离一般范围的原因后，建议采用 Grubbs 准则，作统计推断。”修改为“当出现可疑数据时，应分析查找原因，原因不明的可疑数据不应随意剔除。对可疑数据，应开展数据受控验证，对取样、测量、记录、计算各环节进行核查；核查无误后还应对降水等自然影响、周围环境条件的变化、NORM 及核技术应用等人为活动的影响等因素开展调查。可疑数据应予记录，以备查询。”

#### (5) 监测结果的表示

1) 根据需要，新增“8.5 监测结果的表示”小节。

2) 根据 HJ 630-2011《环境监测质量管理技术导则》，增加该章节的 a) 和 b)，内容分别为：a) 监测结果应采用法定计量单位。b) 平行样或留样复测结果在允许偏差范围内时，用其平均值报告监测结果。

3) 参考 GB/T 11713-2015《高纯锗 $\gamma$ 能谱分析通用方法》中推荐的结果报告方式，并结合实际工作情况，增加 c)，内容为：当测量值小于探测下限时，监测结果报“<MDC”，并注明探测下限值。

#### (6) 数据评价

1) 根据需要，新增“8.6 数据评价”小节。

2) 参考《地表水环境质量评价方法（试行）》（环办〔2011〕22号）、GB/T 4889-2008《数据的统计处理和解释 正态分布均值和方差的估计与检验》和潘自强院士主编的《电离辐射环境监测与评价》，添加 a) 监测结果定量比较，内容为：定量比较：主要包括不同地点定量比较、不同时段定量比较、与某一设定值（如本底值或管理限值）比较等，其中不同地点定量比较指对同一时间段不同点位（断面）、区域（流域）间的评价指标浓度值进行比较，不同时段定量比较指对同一点位（断面）、区域（流域）内的某两个时段评价指标浓度值进行比较。比较方法可参考 GB/T 4889-2008《数据的统计处理和解释 正态分布均值和方差的估计与检验》，为简便起见，也可采用置信区间法（置信区间计算及判定方法见附录

D)。

3)参考《地表水环境质量评价方法(试行)》(环办(2011)22号)和HJ 663-2013《环境空气质量评价技术规范》，添加了b)变化趋势评价，内容为：变化趋势分析：分析点位（断面）、区域（流域）内多时段评价指标浓度值的变化趋势，对评价指标值与时间序列进行相关性分析，分析方法可采用Spearman秩相关系数法（Spearman秩相关系数计算及判定方法附录E）。

(7) 宇宙射线响应值的扣除

原标准中存在一些错误，修订如下：

1) 将“测量 $\gamma$ 辐射剂量率”修改为“测量环境 $\gamma$ 辐射剂量率”。

2) 将原第二句“扣除该响应值的方法是在广阔的湖（水库）水面上测得使用仪器对宇宙射线响应值”中的“湖（水库）水面”修改为“淡水湖（水库）水面”。

3) 根据实际仪器检定和监测情况，将原 $D'_c$ 计算公式进行了修改，删去了 $K_2$ 、 $A_0$ 和 $A$ 共三个参数，由原公式“ $D'_c = K_1 K_2 \frac{A_0}{A} \bar{X}_c$ ”修改为“ $D'_c = K_1 \bar{X}_c$ ”。

4) 对 $K_1$ ——由照射量换算成吸收剂量的换算系数，进行了修改和完善。由于空气平均电离能 $W/e$ 数值的发展变化，根据ICRU47号报告《Measurement of Dose Equivalents from External Photon and Electron Radiations》和JJG 521-2006《环境监测用X、 $\gamma$ 辐射空气比释动能（吸收剂量）率仪》，将原 $K_1$ 取值0.873变更为 $8.76 \times 10^{-3} \text{Gy} \cdot \text{R}^{-1}$ ，同时增加“如果仪器读数 $\bar{X}_c$ 为吸收剂量单位nGy/h，则 $K_1=1$ ”。

5) 将原第二段中“在环境监测时”修改为“在环境现场监测时”，并增加“如果测点的海拔高度和经纬度与湖（库）水面相差不大，海拔高度差别 $\leq 200\text{m}$ ，经度差别 $\leq 5^\circ$ ，纬度差别 $\leq 2^\circ$ ，可以不进行 $D'_c$ 修正，即 $D_c = D'_c$ ”。

6) 增加环境 $\gamma$ 辐射剂量率（扣除宇宙射线响应值）监测结果计算公式，增加内容如下：

“在测量环境 $\gamma$ 辐射剂量率时，监测结果 $D$ 按下式进行宇宙射线响应的扣除：

$$D = K_2 (K_1 X - \mu_c D_c)$$

式中：

X——现场监测时仪器多次读数的平均值；

$K_1$ ——由照射量换算成吸收剂量的换算系数，取  $8.76 \times 10^{-3} \text{Gy} \cdot \text{R}^{-1}$ ，如果仪器读数 X 为吸收剂量单位 nGy/h，则  $K_1=1$ ；

$K_2$ ——仪器量程校准因子，由法定计量部门检定或校准时给出；

$\mu_c$ ——建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为 0.8，野外取 1”。

7) 增加内容“对于未进行宇宙射线响应扣除的环境  $\gamma$  辐射剂量率数据，不能直接进行剂量评价，也不能进行不同仪器之间的横向比对，仅限于同一台仪器不同时段监测数据的纵向比较”。

#### (8) 测量不确定度的评定与表示

根据需要，新增“8.8 测量不确定度评定与表示”小节，将小节分为三部分，分别为 8.8.1 测量不确定度的要求、8.8.2 测量不确定度的评定、8.8.3 测量不确定度的表示。其中 8.8.1 节参考 CNAS-CL01-G003《测量不确定度的要求》，增加测量不确定度的要求相关内容，指出一般在哪些情况下，需要报告测量结果的不确定度。8.8.2 节和 8.8.3 节根据 GB/T 27418-2017《测量不确定度评定和表示》，从测量模型、合成不确定度计算、扩展不确定度计算三个方面介绍了测量不确定度的评定方法，并增加了测量不确定度的表示相关内容。

## 7.9 质量保证

(1) 增加质量保证的内容一节，使质保要求更加完善。

(2) 在“国家辐射环境监测质量保证及任务”中增加了“制定质量保证总体规划和计划”的任务要求，增加了“考核监测人员与管理人員”的任务要求，使其与现有职能和开展的工作相适应。

(3) 根据征求意见稿初稿专家评审意见，删除“辐射环境监测质量保证任务”相关内容。

(4) 增加“监测方案要求”相关内容，参照 IAEA RS-G-1.8 导则要求辐射监测须有监测方案，且质保是其方案的一部分。

(5) 在“监测人员素质要求”增加了“监测的人员应接受相应的教育和培训，具备与其承担工作相适应的能力”，使要求更加具体。根据 CMA 环境监测机构评审补充要求，增加了技术职称相关要求。

(6) 删除“监测仪器的检定”中“每年在国家计量部门或其授权的计量站检定一次”的要求，监测仪器的检定周期是根据各自计量检定规程的要求确定的，不是每种监测仪器的检定周期都是一年的，同时增加了“在有效期内使用”的要求。监测仪器的量值溯源方式有检定和校准，故增加校准的要求。根据现在配置的仪器情况来看，不是所有的监测仪器都配备了检验源，因此，对“每次测量前后均须用检验源进行检验”不加以强制要求。根据仪器使用经验，提出了常用监测仪器的建议校准周期。

(7) 将“监测仪器的检验”变更为“监测仪器的期间核查”。检验的目的是判断仪器主要性能指标是否稳定，这亦是期间核查的目的。

(8) 在“监测方法的选用和验证”中增加“满足检验检测机构资质认定的要求”，按照国家计量法规的要求，所有监测方法必须通过检验检测机构资质认定评审，方可用于监测。

(9) 增加放射性标准物质期间核查的要求。标准物质的主要性能稳定性优劣对监测数据起到至关重要的作用，需要开展期间核查，以此保证监测数据准确。按照 CNAS-GL035: 2018《检测和校准实验室标准物质标准样品验收和期间核查指南》确定核查方式。

(10) 将“低水平测量装置”修改为“低本底测量装置”。

(11) 对“长期可靠性检验”中质控图的判断作了更加详细的规定，测量数据不仅要求在控制线以内，更加要求对警告线和控制线之间的测量数据要引起重视。

(12) 删除“空白实验值”中“将所测两个空白实验值的均值点入质控图中进行控制”要求删除，增加“空白实验值一般应低于方法探测下限”的要求，这样更加符合实际工作需要。

(13) 在“加标回收率”中增加加标量的规定，使加标试验可操作性更佳。将监测分析方法加标回收率无规定范围情况下的加标回收率为 95%~105%修订为 85%~115%，根据历年来的监测数据来看，由于环境级样品的放射性水平极低，再者测量仪器属于计数类的仪器，存在计数波动，在低计数情况下波动更大，因此其加标回收率极难做到 95%~105%。从历年加标回收率数据统计情况来看，加标量为样品活度的 1~3 倍后，其加标回收率基本能满足 85%~115%的要求。

(14) 在“放化分析过程的质量控制”中增加留样复测的要求，使放化分析过程中的质控措施更加完善。

(15) 将“盲样分析”修改为“密码样分析”。密码样分为密码质控样和密码加标样，根据监测项目的特点选用其中一种或两种密码样开展质控措施活动。

(16) 在“实验室内分析测量的质量控制”中增加“方法比对或仪器比对”的方法和要求，以便与实际工作需要一致。

(17) 删除“实验室质量考核”中“分析测量人员持考核合格证上岗”的要求，以便与检验检测机构资质认定和生态环境部的持证上岗考核的相关规定相吻合。要求在3~5年内，考核项目覆盖现已开展的全部辐射环境监测项目，使得每个监测项目的质控措施不留死角。

(18) 为保证监测数据的准确可靠，对数据的校核做了规定。

(19) 根据《检验检测机构资质认定 生态环境监测机构评审补充要求》修改了数据的保存要求。

## 7.10 辐射环境质量报告的编写

根据 HJ 641-2012《环境质量报告书编写技术规范》和实际工作需要，对该章节内容进行了较大的修改。主要体现在以下几个方面：

(1) 修改完善职责分工，将原“各省、自治区、直辖市辐射环境监测（监理）机构每年编报本辖区内的辐射环境质量年报，并于次年2月底前上报国家环境保护总局”修改为“国家、各省（自治区、直辖市）辐射环境监测机构每年编报本辖区内的辐射环境质量年报和重要辐射源环境监测年报，国家生态环境主管部门、省级生态环境主管部门负责发布本辖区内的辐射环境质量年报和重要辐射源环境监测年报。”

(2) 增加“报告的总体要求”小节的内容。

(3) 将原“辐射环境年报格式”改为“年报构成要素要求”，对年报的构成进行了细化和补充完善。根据年报类型，分为辐射环境质量年报构成要素要求、重点核设施环境监测年报构成要素要求、其他辐射源环境监测年报构成要素要求三部分。其中前两类报告的构成要素主要分为：结构要素（包括封面、内封、前言和目录）、概况（包括监测方案、监测方法和仪器、质量保证、数据处理与评价）、辐射环境质量状况（包括监测结果与现状评价、年度对比分析）和结论共四大块。

其他辐射源环境监测报构成要素可根据源的特性及涉源单位的运行规模、工况、环境影响特征等因素，参考上述报告书的要求而自定。

(4) 删去了原“污染事故报告”小节的内容。

(5) “辐射环境质量报告形式”小节的部分用语进行了修改，内容不变。

## 7.11 附录

### (1) 附录 B Grubbs 检验法的检验步骤

根据 GB/T 4883-2008 《数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理》，对该附录中的部分用语进行了修改，主要体现为：

1) 将“Grubbs 准则剔除可疑值的检验步骤”改为“Grubbs 检验法的检验步骤”。

将“当所算的T值大于表B1中检验临界值 $T(n,\alpha)$ 时，以有 $\alpha$ 概率的风险从统计学上可剔除此数据，当 $T \leq T(n,\alpha)$ 时，此数据不予剔除”改为“确定置信水平 $1-\alpha$ ，将所算的T值与表B1中的临界值 $T(n,\alpha)$ 相比较，若 $T > T(n,\alpha)$ ，则可以 $1-\alpha$ 置信水平判定：为可疑值，应分析查找原因；若 $T \leq T(n,\alpha)$ ，则可以 $1-\alpha$ 置信水平判定：未发现是可疑值”。

### (2) 附录 C 宇宙射线响应值修正方法

根据 UNSCEAR2000 报告附件 B——天然辐射源的照射，对宇宙射线电离成分所致空气吸收剂量率的经验公式进行了修改。

### (3) 附录 D 对低本底测量装置进行泊松分布的检验方法

根据 GB/T 4889-2008 《数据的统计处理和解释 正态分布均值和方差的估计与检验》，对该附录中的部分用语和分位数表的表示方式进行了修改，主要体现为：

1) 根据习惯用法及更好地理解，将原标准中符号  $N$  改为  $\bar{N}$ ，同时对计算公式进行了细化。

2) 根据统计相关知识，对  $S$  参数释义进行了修改，将“按高斯分布计算的本底计数的标准差”改为“按贝塞尔公式计算的计数标准差”。

3) 规范了部分用语和分位数表的表示方式。因原标准中上下文对单侧分位数和双侧分位数混用，易引起误解，故根据 GB/T 4889-2008，上下文及分位数表统一采用双侧分位数进行描述。

4) 删除附录 C 中“n 为所测本底的次数和 N 为 n 次本底计数的平均值”中“本底”二字，其不应仅框定在本底范围内。在检验方法中增加“建议：n 取 30~60；调节样品计数时间，使得 N 的数值在 400~600 之间”，以便实际检验操作。

5) 删去了该附录中的最后一段内容，因该段内容与前面描述的内容同出一辙。

#### (4) 附录 E 置信区间及判定方法

根据 GB/T 4889-2008 和潘自强院士主编的《电离辐射环境监测与评价》进行了部分修改，主要体现为：

1) 将“置信区间及其确定方法”改为“置信区间及判定方法”，增加了置信区间在显著性判断中的应用。

2) 根据 GB/T 4889-2008，对个别用语、参数符号、分位数表进行了修改，力求上下文一致，便于理解。

3) 根据潘自强院士主编的《电离辐射环境监测与评价》中辐射环境监测数据的统计处理章节，增加了“置信区间在显著性检验中的判定方法”的相关内容，推荐用置信区间法进行定量比较，判断测量结果与本底或某一时间或地点测量结果是否存在显著性差异。

#### (5) 附录 F Spearman 秩相关系数计算及判定方法

该附录内容为新增加内容，根据 HJ 663-2013《环境空气质量评价技术规范》和《地表水环境质量评价方法（试行）》给出了变化趋势判断方法的应用步骤，包括统计指标的计算方法和变化趋势的判定标准两部分内容。

#### (6) 附录 G 取样、监测记录表及监测报告

删除了附录 E 中表 E6-E18，改为以放射性气溶胶为例的采样记录表、样品采集交接记录表、监测样品制样记录表、气溶胶总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 测量记录表、监测报告供参考。

## 8 与国内外同类标准或技术法规的水平对比和分析

(1) 根据 IAEA Safty reports series No.64 号报告 Programmes and Source and Environmental Radiation Monitoring 中核动力厂的环境监测方案要求，在核动力厂辐射环境监测方案中增加了运行期间的监测方案，并考虑了内陆核电厂址和滨海核电厂址地表水和海水分别作为受纳水体的监测。

(2) 根据 IAEA Safty reports series No.64 号报告 Programmes and Source and Environmental Radiation Monitoring 中后处理厂的环境监测要求，在核燃料后处理设施辐射环境监测方案中做了如下修改：1)运行前环境辐射水平调查增加了 $\gamma$ 辐射剂量率厂区及周边地区的巡测；2)运行期间的监测增加了 $\gamma$ 辐射剂量率连续监测点和中子剂量率的监测点；3)考虑了滨海、和内陆的厂址，将水改为地表水、海水，生物改为水生生物和海洋生物。

(3) 根据 IAEA Safty reports series No.64 号报告 Programmes and Source and Environmental Radiation Monitoring 和法国等辐射环境监测年报，增加了铀转化、浓缩及元件制造设施周围辐射环境监测相关内容。

(4) 根据 GBZ 130-2013 《医用 X 射线诊断放射防护要求》，对核技术利用中具有透视功能的 X 射线机（在透视条件下），CT 机、乳腺摄影、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房防护控制指标是周围剂量当量率，测量周围剂量当量率即可；而对于曝光时间短的 X 射线机如 DR，由于仪器时间响应达不到要求，可通过测量累积剂量来估计有效剂量。

(5) 根据 HJ630-2011 《环境监测质量管理技术导则》，对监测方案内容和质量保证要求提出了基本要求，以此满足质量管理技术规定。

(6) 根据 GB17378.2-2007《海洋监测规范 数据处理》和 HJ/T 164-2004《地下水环境监测技术规范》对有效数字和数值修约的部分句式进行了修改和简化，将“一个量值的有效数字的位数是其准确程度的粗略反映”修改为“有效数字的有效位数的多少，除了反映量值的大小外，在分析领域还反映该数值的准确程度”，将“运算中有效数字和修约规则都是为了简化计算而又使结果能满足有效数字位数与相对误差限关系的要求而确定的。随着现代计算机的普遍应用，计算过程的简化已不必要了，一般已不必采用以往出版的一些标准和教材中推荐的运算中的修约规则，而遵守以下原则”修改为“有效数字和数值修约相关要求按照 GB/T 8170 和相关辐射环境监测分析方法标准的要求执行，一般可遵守以下原则”。根据 HJ/T 164-2004 《地下水环境监测技术规范》，增加“其有效数字所能达到的数位不能超过探测下限的有效数字所能达到的数位”和“表示精密度的有效数字根据分析方法和待测物质的浓度不同，一般只取 1~2 位有效数字”。

(7) 根据 IAEA/AQ/48 《Determination and Interpretation of Characteristic

Limits for Radioactivity Measurements》和当前现状，给出以活度浓度表示的判断限和探测下限的一般表达式，通过引入了“换算因子”的概念，将原标准中以净计数表示的计算公式，转换为以活度浓度表示的一般数学表达式。

(8) 根据 NB/T 20139-2012《核电厂环境放射性本底调查技术规范》和当前监测现状，将“对几个不同地点或不同时间的环境样品平均时，测量结果小于探测限的样品以其探测限的 1/10 参与平均”修改为“参与平行样品或同类样品结果的平均值计算时，应尽可能取其实际测量值（包括实测的负值和零值）参与计算。为简便起见，对小于判断限的结果也可取其判断限值参与平均”。

(9) 根据 NB/T 20139-2012《核电厂环境放射性本底调查技术规范》和实际需要，增加“在给出含有小于探测下限的平均值时，应同时说明小于探测下限的结果是如何参与平均值计算的，以及相应的小于探测下限的数据在全部数据中的比例”。

(10) 根据 GB/T 4883-2008《数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理》和当前工作现状，细化了可疑数据的判断，增加了  $3\sigma$  准则的简便判断方法。

(11) 根据 HJ 630-2011《环境监测质量管理技术导则》和实际工作情况，对于辐射环境监测结果，一般是先进行可疑数据判断，然后再对可疑数据开展原因分析，原因不明的可疑数据不应随意剔除，而原标准中仅仅根据 Grubbs 准则的统计推断结果进行可疑数据的取舍，与实际工作情况不符。因此将“在未经对取样、测量、记录、计算等各环节是否存在差错的仔细审查前，不得轻易剔除可疑数据；在仔细审查未发现导致数据偏离一般范围的原因后，建议采用 Grubbs 准则，作统计推断”修改为“当出现可疑数据时，应分析查找原因，原因不明的可疑数据不应随意剔除。对可疑数据，应开展数据受控验证，对取样、测量、记录、计算等各环节进行核查；核查无误后还应对降水等自然影响、周围环境条件的变化、NORM 及核技术应用等人为活动的影响等因素开展调查。可疑数据应予记录，以备查询”。