

附件 3

**《锡、锑、汞工业污染物排放标准》  
(GB 30770-2014) 修改单 (征求意见稿)  
编制说明**

生态环境部环境规划院  
生态环境部环境标准研究所  
北京矿冶科技集团有限公司

2020 年 3 月

# 目录

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 1 项目背景情况.....                     | 1  |
| 1.1 任务来源.....                     | 1  |
| 1.2 工作过程.....                     | 1  |
| 2 标准制修订必要性分析.....                 | 2  |
| 3 我国锡、锑、汞工业概况.....                | 2  |
| 3.1 行业发展现状.....                   | 2  |
| 3.2 主要产品、原料与工艺.....               | 2  |
| 3.3 废水产生及来源.....                  | 3  |
| 4 锡、锑、汞工业废水污染物产生特点、环境影响及处理技术..... | 5  |
| 4.1 产生特点.....                     | 5  |
| 4.2 环境影响分析.....                   | 5  |
| 4.3 处理技术.....                     | 5  |
| 5 排放监控位置与排放限值的确定.....             | 7  |
| 6 监测方法的确定.....                    | 8  |
| 7 国内外标准对比分析.....                  | 9  |
| 8 环境效益与技术经济分析.....                | 10 |

# 《锡、锑、汞工业污染物排放标准》（GB 30770-2014）

## 修改单（征求意见稿）编制说明

### 1 项目背景情况

#### 1.1 任务来源

铊及其化合物具有极强的毒性和生物蓄积性，可通过饮水、食物、呼吸或皮肤接触等方式进入人体并持续蓄积，其成人致死中毒剂量为 10~30mg/kg 体重，儿童致死中毒剂量为 5~7.5mg/kg 体重。近年来国内水环境涉铊污染事件频发，已对公众健康构成了严重风险。为加强对工业废水涉铊污染事件的防控，进一步完善国家生态环境标准体系，适应国家经济社会发展和生态环境保护工作需要，2017 年 8 月，原环境保护部水环境管理司制定了《涉铊重点行业排放标准修改工作方案》，拟以标准修改单的形式，分批修改涉铊重点行业的污染物排放标准，纳入铊排放限值和相应管理要求。自首批制定《铅、锌工业污染物排放标准》（GB 25466-2010）修改单后，第二批继续开展制定《锡、锑、汞工业污染物排放标准》（GB 30770-2014）修改单。

根据《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国环规科技〔2017〕1 号）和中央财政资金管理有关规定，2019 年 6 月 27 日生态环境部发布了《关于征集 2020 年度国家生态环境标准计划项目承担单位的通知》（环办法规函〔2019〕589 号）。其中，《锡、锑、汞工业污染物排放标准》（GB 30770-2014）在水污染物排放控制要求中增加“总铊污染物的控制要求”的修改单，被列入 2020 年度国家生态环境标准计划项目，序号 20。经立项审批，生态环境部环境规划院作为牵头单位，生态环境部环境标准研究所和北京矿冶科技集团有限公司作为联合单位，共同承担本修改单的研究编制任务。

#### 1.2 工作过程

主要工作过程如下：（1）文献调研与资料收集。重点检索、查阅并分析了国内外铊的生理毒害性能、排放标准、以及除铊技术等资料。同时，查阅了大量国内外锡、锑、汞工业相关排放标准、典型工艺技术、以及污染物产生与排放特征、污染物控制措施等相关资料。

（2）实地调研。编制组赴湖南、贵州、广西等省份，针对锡、锑、汞典型企业涉铊排放与治理情况，开展实地调研与座谈，组织企业填写调查问卷，并现场采集生产过程及处理后废水样本，以及原矿石与冶炼废渣等固体样本，送至具有资质的第三方检测机构，分析样本含铊总量。（3）专家咨询。先后多次与清华大学、中国环境监测总站、中南大学、北京矿冶研究总院、中国有色金属协会、以及相关行业大型冶炼企业等单位的技术与管理专家进行交流，并组织专家咨询会，深入讨论标准制定必要性、标准限值确定、达标可行性、监测方法与监控位置等问题。（4）开题论证。在生态环境部水生态环境司、法规与标准司主持下，组织业内专家对修改单研究编制工作进行了详细论证。专家组认为编制组成员开展了充分的实地调研与资料搜集，分析研究了我国锡、锑、汞工业废水铊污染物产生特点、环境影响分析及治理技术，提出了科学可行的技术路线。（5）修改单（征求意见稿）及编制说明起草。在系统总结上述工作和专家评审意见的基础上，于 2019 年 12 月完成了修改单（征求意见稿）及编制说明。

## 2 标准制修订必要性分析

近年来水环境涉铊事件频发，严重威胁人民群众饮水安全。其中，2017年5月，四川省广元市嘉陵江由陕入川断面水质异常，西湾水厂饮用水水源地水质铊浓度超标4.6倍（《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准值，0.0001mg/L）。

2016年12月，最高人民法院与最高人民检察院联合发布了《最高人民法院 最高人民检察院 关于办理环境污染刑事案件适用法律若干问题的解释》（法释〔2016〕29号），规定：“排放、倾倒、处置含铅、汞、镉、铬、砷、铊、锑的污染物，超过国家或者地方污染物排放标准三倍以上的，应当认定为‘严重污染环境’”。

2018年，生态环境部组织相关单位开展了锡、锑、汞系列等排放标准（共7项）的评估并指出，由于受当时研究文献、监测数据及工业技术的局限，《锡、锑、汞工业污染物排放标准》（GB 30770-2014）制定时期并未考虑到工业废水总铊管控要求，造成锡、锑、汞行业铊污染物排放限值的缺失。

为进一步加强锡、锑、汞工业含铊废水治理和排放控制，推进量化支撑涉铊环境污染事件的司法工作，有必要修改《锡、锑、汞工业污染物排放标准》（GB 30770-2014），增加废水中总铊污染物的控制要求。

## 3 我国锡、锑、汞工业概况

### 3.1 行业发展现状

我国锡、锑、汞储量丰富，其中锡、锑储量均居世界首位，汞矿储量位居世界第二。美国地质调查局（USGC）2018年数据显示，我国锡矿基础储量为110万吨，锑锡矿基础储量为48万吨。我国同样是全球最大的锡、锑生产国，2018年我国锡矿产量为9万吨，锑矿产量为10万吨，汞矿产量为3000吨。锡的生产主要集中于云南、湖南、广西、江西等省区；锑的生产主要集中于湖南、云南、贵州、广西等省区；汞的生产主要集中于贵州、陕西等省区。需要注意的是，《关于汞的水俣公约》自2017年8月16日起对我国正式生效，我国将全面严格控制开采新的原生汞矿，各地国土资源主管部门逐步停止颁发新的汞矿勘查许可证和采矿许可证。

### 3.2 主要产品、原料与工艺

按照《锡、锑、汞工业污染物排放标准》（GB 30770-2014）关于适用范围的规定，本修改单及编制说明不涉及锡、锑、汞的再生及加工等工业。

#### 3.2.1 锡、锑、汞采选

锡、锑、汞采选的主要产品有锡精矿、锑精矿、汞精矿。锡、锑、汞矿床的开采主要分为露天开采和地下开采两种形式，目前我国主要采用地下采矿方法。选矿工艺主要包括破碎、筛分、磨矿、分级、选矿和产品浓缩脱水等。

### 3.2.2 锡、锑、汞冶炼

#### (1) 锡冶炼

锡矿冶炼企业常以锡精矿为原料生产高纯锡锭，其生产工艺包含炼前处理、还原熔炼、挥发熔炼及精炼等多个生产工序。

#### (2) 锑冶炼

目前我国锑冶炼行业多采用火法冶炼工艺，主要以鼓风炉挥发熔炼-反射炉还原熔炼、精炼生产锑锭，锑系统产品中以三氧化二锑为主。

#### (3) 汞冶炼

汞冶炼有火法和湿法两种，火法炼汞工序较简单，技术经济指标较高，为国内外传统的炼汞方法。火法炼汞是在一定温度下(450~800℃)，将汞矿石或精矿进行蒸馏，常用的设备主要是蒸馏炉等，直接将汞还原呈气态分离出来，而后冷凝成液态汞，产生的汞负常常通过水力旋流器处理，进而分离出汞产品。

### 3.3 废水产生及来源

#### 3.3.1 锡、锑、汞采选

锡、锑、汞采选生产过程中的废水主要包括：矿井涌水、废石场淋溶水、选矿废水、地面冲洗水、尾矿库排水等。锡、锑、汞采选生产过程中的废水来源及特征情况见表1。

表1 锡、锑、汞采选主要生产废水来源及特征污染物

| 废水种类   | 来源及特征  | 污染物          |
|--------|--|--------------|
| 矿井涌水   | 矿山采掘过程中蓄水层涌水或渗入井下的水、地表降水以及湿式采矿过程中产生的废水。不同地域、季节流量波动大，可合理利用为矿山生产用水 | 悬浮物、重金属等     |
| 废石场淋溶水 | 雨水淋溶废石产生的废水，一般无收集沟，直接排放  | 悬浮物、重金属等     |
| 选矿废水   | 碎矿、筛分、洗矿、磨矿、浮选、以及精矿、中矿的浓密、脱水产生的废水，一般排入尾矿库经沉淀分离后部分回用              | 悬浮物、重金属、COD等 |
| 地面冲洗水  | 选矿车间地面清洁，设备冲洗产生的废水   | 矿砂、选矿药剂、重金属等 |
| 尾矿库排水  | 排入尾矿库的选矿作业废水、矿浆废水、以及汇集在尾矿库的雨水等经自然沉淀澄清后部分回用，部分外排                  | 重金属、COD等     |

### 3.3.2 锡、锑、汞冶炼

锡、锑冶炼生产过程中的废水主要包括：设备冷却水、烟气脱硫废水、冲洗废水、水淬渣水、初期雨水等。汞冶炼生产过程中的废水主要包括：设备冷却水、水封排水、冲洗废水和初期雨水等。锡、锑冶炼生产过程中的废水来源及特征情况见表 2，汞冶炼生产过程中的废水来源及特征情况见表 3。

**表 2 锡、锑冶炼主要生产废水来源及特征污染物**

| 废水种类   | 来源及特征                         | 污染物        |
|--------|-------------------------------|------------|
| 设备冷却水  | 冶炼炉窑设备冷却用水，可循环使用              | 基本不含重金属污染物 |
| 烟气净化废水 | 对冶炼过程中烟气进行洗涤产生的废水             | 悬浮物、重金属等   |
| 冲洗废水   | 车间地面冲洗废水及设备冲洗水，包括电解操作中泄漏的废水   | 悬浮物、重金属等   |
| 水淬渣水   | 对冶炼产生的炉渣进行水淬冷却产生的废水           | 悬浮物、重金属等   |
| 初期雨水   | 降雨初期收集的地面 10-15mm 厚已形成地表径流的降水 | 含少量重金属     |

**表 3 汞冶炼主要生产废水来源及特征污染物**

| 废水种类   | 来源及特征                         | 污染物        |
|--------|-------------------------------|------------|
| 设备冷却水  | 汞蒸汽的冷凝用水，循环使用                 | 基本不含重金属污染物 |
| 烟气净化废水 | 对含汞废气的处理产生的废水                 | 重金属等       |
| 洗汞废水   | 集汞槽中洗汞废水                      | 悬浮物、重金属等   |
| 冲洗废水   | 车间地面冲洗废水及设备冲洗水                | 悬浮物、重金属等   |
| 初期雨水   | 降雨初期收集的地面 10-15mm 厚已形成地表径流的降水 | 含少量重金属     |

## 4 锡、锑、汞工业废水铊污染物产生特点、环境影响及处理技术

### 4.1 产生特点

由于铊的亲硫亲石特性，锡、锑、汞矿石中常常伴生一定量的铊元素。高温冶炼过程中，铊会部分汽化为铊蒸汽随着烟气进入脱硫装置，因此锡、锑、汞行业含铊废水主要来自脱硫废水。此外，采矿过程含铊矿石、冶炼废渣的风化淋滤；选矿过程中，选矿药剂的活化等，都会产生一定浓度的含铊废水。根据湖南、贵州、广西等省（自治区）的锡、锑、汞工业企业调研以及文献分析结果，现场采样调研的企业废水中总铊浓度，总体平均值为 108 $\mu\text{g/L}$ 。其中，地面冲洗水和设备冷却水的铊浓度大多较低，一般在 5 $\mu\text{g/L}$  以下，矿山废水中铊浓度平均值为 9.77 $\mu\text{g/L}$ ，选矿废水中铊浓度平均值为 51.8 $\mu\text{g/L}$ ，尾矿库废水铊浓度平均值为 6.23 $\mu\text{g/L}$ ，而脱硫废水的含铊浓度介于 5.66 $\mu\text{g/L}$ ~1650 $\mu\text{g/L}$  之间，波动幅度较大。

### 4.2 环境影响分析

铊及硫酸铊、乙酸铊、氯酸铊等 15 种铊化合物被列入《危险化学品目录（2015 版）》（序号 2103），其中，硫酸铊为剧毒化学品。含铊废水若未经有效处理即排入环境，将对公众健康与生态环境安全造成威胁。铊可经呼吸道、消化道及皮肤吸收，人摄入过量的铊便会中毒，出现脱发、头晕等一系列症状。在植物中，铊与钾存在拮抗作用，若铊取代了钾，植物就会受到危害。

### 4.3 处理技术

#### 4.3.1 废水铊污染物处理技术

废水中铊污染物去除方法主要有氧化-絮凝沉淀法、吸附法等。相关专利技术、文献研究和工程实例均较多。

##### （1）相关专利和文献

我国涉及含铊废水治理技术的发明专利和期刊文献较多。典型除铊技术包括氧化-絮凝沉淀、吸附、氧化-絮凝沉淀-吸附和投加除铊专用药剂等，详见表 4。

表 4 专利、文献中的典型废水铊污染治理技术

| 序号 | 处理技术          | 进水浓度<br>( $\mu\text{g/L}$ ) | 出水浓度<br>( $\mu\text{g/L}$ ) | 发明专利号或期刊文献名称  |
|----|---------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------|
| 1  | 磁铁粉吸附         | 6600                        | <5                          | CN 107381926A |
| 2  | 氧化+絮凝沉淀+活性炭吸附 | 45                          | <2                          | CN 106946311A |
| 3  | 氧化+絮凝沉淀+树脂吸附  | 18160                       | <5                          | CN 106145451A |
| 4  | 电化学絮凝沉淀       | 431                         | <2                          | CN 106186460A |
| 5  | 氧化+沉淀+混凝+吸附   | 50 以下                       | <2                          | CN 104528985A |

| 序号 | 处理技术            | 进水浓度<br>( $\mu\text{g/L}$ ) | 出水浓度<br>( $\mu\text{g/L}$ ) | 发明专利号或期刊文献名称   |
|----|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| 6  | 投加除铊专用药剂        | 4820                        | <5                          | 肖祈春等. 含铊废水污染及其治理技术[J]. 矿冶工程, 2015, 43(1): 54-56.     |
| 7  | 投加除铊专用药剂+絮凝沉淀   | 13450                       | <2                          | 马军军等. 含铊污染废水处理技术的现状及研究[J]. 环境与可持续发展, 2017(5): 65-67. |
| 8  | 化学氧化+絮凝沉淀       | 3.34                        | 小于 0.1                      | 方荣茂. 含砷含铊矿坑水处理工艺及工程应用[J]. 黄金, 2017, 38(4): 63-65.    |
| 9  | 化学氧化+絮凝沉淀+电化学沉淀 | 101-154                     | 0.95-2.5                    | 唐剑. 含铊废水处理技术在铅冶炼厂中的应用[J]. 硫酸工业, 2016(1): 53-54.      |

## (2) 相关工程实例

湖南、广东、江苏等制定总铊排放地标的省区，铅锌冶炼、钢铁等行业已有较多处理工业废水涉铊污染的工程实例。经调研，上述行业企业主要采用“氧化+絮凝沉淀”工艺，部分企业采用“硫化沉淀+氧化+吸附”工艺，见表 5。实地调研发现，国内锡、锑、汞企业对工业废水涉铊污染防治的关注度不够，暂未实施针对铊的处理技术以及配套设施，因此构成的潜在环境污染隐患和公众健康风险更为严重。

**表 5 含铊废水处理工程实例**

| 企业编号 | 处理技术              | 进水浓度<br>( $\mu\text{g/L}$ ) | 出水浓度<br>( $\mu\text{g/L}$ ) | 所属行业 |
|------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|------|
| 企业 1 | 硫化沉淀+氧化+吸附        | 80~200                      | $\leq 5$                    | 钢铁   |
| 企业 2 | 硫化沉淀+氧化+吸附        | 800~4000                    | $\leq 5$                    | 钢铁   |
| 企业 3 | 絮凝沉淀+氧化+铁碳吸附+纳米过滤 | 1360                        | $\leq 2$                    | 钢铁   |
| 企业 4 | 硫化沉淀+絮凝沉淀         | 1000~3000                   | $\leq 2$                    | 钢铁   |
| 企业 5 | 氧化+絮凝沉淀           | 1000                        | <5                          | 铅锌冶炼 |
| 企业 6 | 氧化+絮凝沉淀           | 5~100                       | <5                          | 铅锌冶炼 |



| 企业编号  | 处理技术    | 进水浓度<br>( $\mu\text{g/L}$ ) | 出水浓度<br>( $\mu\text{g/L}$ ) | 所属行业  |
|-------|---------|-----------------------------|-----------------------------|-------|
| 企业 7  | 氧化+絮凝沉淀 | 2.6~220                     | <5                          | 铅锌冶炼  |
| 企业 8  | 氧化+絮凝沉淀 | 1410、150、<br>820、710        | <5                          | 铅锌冶炼  |
| 企业 9  | 氧化+絮凝沉淀 | 228                         | <5                          | 铅锌冶炼  |
| 企业 10 | 氧化+絮凝沉淀 | 0.413~12                    | <5                          | 硫铁矿采选 |
| 企业 11 | 硫化沉淀    | 1400~6940                   | 83~250                      | 铅锌冶炼  |

#### 4.3.2 锡、锑、汞工业含砷废水处理的技术分析

通过查阅文献和企业调研，现有的工程实例以及典型处理技术均可有效去除废水中的砷，技术上具有可行性。其中，氧化絮凝法适合处理高浓度含砷废水，去除效果显著，成本较低，是一种具有广泛应用潜力的处理技术。砷的化合物呈现的化合价形态包括一价 ( $\text{AsI}^+$ ) 与三价 ( $\text{AsIII}$ )， $\text{AsIII}$  相对不稳定，易沉淀，因此水中的砷多以  $\text{AsI}^+$  形态为主。氧化絮凝法通过在污染水体中加入氧化剂，实现砷的化合价形态从一价向三价的转化，之后投加碱以及絮凝剂沉淀  $\text{AsIII}$ 。该过程可协同实现工业废水中汞、铅、镉等重金属的部分去除。

实践中，可基于“氧化+絮凝沉淀”工艺，开发新型高效除砷药剂，进一步提高除砷效率，降低运行成本。而且，可结合企业工业废水中砷及其它重金属的进水浓度，现有污水处理设施建设等具体情况，优化选择协同处理工艺，合理改造现有废水处理设施，实现砷和其它重金属的协同去除。

## 5 排放监控位置与排放限值的确定

《国家水污染物排放标准制订技术导则》(HJ 945.2-2018) 规定：“对于毒性强、环境危害大、具有持久性和易于生物富集的有毒有害水污染物，排放监控位置设在含有此类水污染物的污水与其他污水混合前的车间或车间预处理设施出水口”。砷及其化合物毒性较高，为避免稀释排放，本修改单规定废水中总砷的监控位置为“车间或生产设施废水排放口”。

基于环境与人体健康风险，以企业废水从总排口排入环境水体后不危及公众健康、不影响水生态环境质量为底线，综合分析中国、美国、加拿大的水环境质量标准、饮用水卫生标准、水质基准等数据(表 6)，按稀释倍数法，以排放标准水质质量标准或基准数据的 5~20 倍取值，可以得到企业总排口底线值分别为  $2\mu\text{g/L}$  (中国，饮用水水源)、 $2\mu\text{g/L}$  (俄罗斯，饮用水水源)、 $5\mu\text{g/L}$  (美国，水质基准)、 $16\mu\text{g/L}$  (加拿大，保护水生生物水体)。我国《水污染防治法》明确规定不得在饮用水水源保护区设置排污口，同时考虑到水的流动性使得不同水体相互影响，综合分析企业总排口总砷排放浓度不应超过  $5\mu\text{g/L}$ 。

高温冶炼过程中，矿石中的砷会在发生汽化，并以砷蒸汽形式随着烟气进入脱硫装置，因此锡、锑、汞行业含砷废水主要来自脱硫废水。从排水量来看，目前国内 95% 以上的锡、

铊、汞工业冶炼厂没有单独制酸系统，工业废水中含铊浓度最高的脱硫废水，基本实现循环使用。据不完全统计，锡、铊、汞工业的脱硫废水水量占企业总排水量的 20%~35%。因此，“车间或生产设施废水排放口”排放限值可考虑在 5  $\mu\text{g/L}$ ~14.5  $\mu\text{g/L}$  中选择确定。具体根据技术经济评估确定。根据调研，达标稳定性随着出水浓度限值降低而降低，且运行成本随着浓度限值降低而增加。根据技术经济分析（见第 8 部分），本修改单确定车间或生产设施排放口排放限值为 14.5 $\mu\text{g/L}$ ，对现有企业预留 2 年改造期。

**表 6 国内外水环境质量标准涉铊限值**

| 序号 | 国家或地区 | 标准名称                               | 标准限值 ( $\mu\text{g/L}$ )    |
|----|-------|------------------------------------|-----------------------------|
| 1  | 美国    | 水质基准（保护人体健康）                       | 0.24（摄入水和生物）<br>0.47（仅摄入生物） |
| 2  | 美国    | 饮用水水质标准                            | 饮用水中最高允许值 2.0，最安全阈值 0.5     |
| 3  | 加拿大   | 水生生物基准                             | 0.8                         |
| 4  | 俄罗斯   | 饮用水卫生标准（2002 年）                    | 0.1                         |
| 5  | 中国    | 《生活饮用水卫生标准》<br>（GB 5749-2006）      | 0.1                         |
| 6  | 中国    | 《地表水环境质量标准》<br>（GB 3838-2002）      | 0.1（集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值）  |
| 7  | 中国    | 《地下水质量标准》<br>（GB/T 14848-2017）     | $\leq 0.1$ （I 类、II 类、III 类） |
| 8  | 上海    | 《生活饮用水水质标准》<br>（DB 31/T 1091-2018） | 0.1                         |

## 6 监测方法的确定

当前我国废水中铊的检测分析方法标准，包括《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》(HJ 700-2014)和《水质 铊的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》(HJ 748-2015)。本修改单确定的总铊排放限值为 14.5  $\mu\text{g/L}$ ，两类方法均能满足测定要求。因此，本修改单将锡、铊、汞工业废水总铊的监测方法标准，确定为《水质 65 种元素的测定 电感耦合等

离子体质谱法》(HJ 700-2014)和《水质 铊的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》(HJ 748-2015)。

**表 7 两种监测方法检出限与测定下限对比**

单位:  $\mu\text{g/L}$

| 监测方法标准                                | 适用范围   | 测定方式 | 检出限  | 测定下限 |
|---------------------------------------|--|------|------|------|
| 水质 铊的测定 石墨炉原子吸收分光光度法 (HJ 748-2015)    | 适用于地表水、地下水、生活污水和工业废水中铊的测定 (要求氯离子浓度低于 1.2g/L) | 直接测定 | 0.83 | 3.3  |
|                                       |  | 沉淀富集 | 0.03 | 0.14 |
| 水质 65种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 (HJ 700-2014) | 适用于地表水、地下水、生活污水、低浓度工业废水中铊等的测定                | -    | 0.02 | 0.08 |

## 7 国内外标准对比分析

国内外涉铊水排放标准见表 8。

**表 8 国内外涉铊排放标准**

| 序号 | 国家或地区 | 标准名称                               | 标准限值 ( $\mu\text{g/L}$ )              | 排放监控位置           |
|----|-------|------------------------------------|---------------------------------------|------------------|
| 1  | 美国    | 美国含铊危险废物最佳示范技术背景文件                 | 140                                   | 车间或生产设施排放口       |
| 2  | 德国    | 德国污水排放规定条例规定有色金属制造废水               | 1000                                  | 车间或生产设施排放口       |
| 3  | 德国    | 德国污水排放规定条例规定废物焚烧                   | 50                                    | 车间或生产设施排放口       |
| 4  | 中国    | 《无机化学工业污染物排放标准》(GB 31573-2015)     | 5                                     | 车间或生产设施排放口       |
| 5  | 中国湖南  | 《工业废水铊污染物排放标准》(DB 43/968-2014)     | 5                                     | 总排放口             |
| 6  | 中国广东  | 《工业废水铊污染物排放标准》(DB 44/1989-2017)    | 5 (现有企业)<br>2 (新建企业)                  | 车间或生产设施排放口; 总排放口 |
| 7  | 中国江苏  | 《钢铁工业废水中铊污染物排放标准》(DB 32/3431-2018) | 2                                     | 车间或生产设施废水排放口     |
| 8  | 中国上海  | 《污水综合排放标准》(DB 31/199-2018)         | 5 (向敏感水域直接排放); 300 (向非敏感水域直接排放; 间接排放) | 总排放口             |
| 9  | 中国江西  | 《工业废水铊污染物排放标准》(DB 36/1149-2019)    | 5                                     | 车间或生产设施排放口; 总排放口 |

注：上海地标 DB 31/199-2018 定义敏感水域为“本市 GB 3838 中 III类环境功能及以上水域、GB 3097 中第二类环境功能及以上海域，包括国家和上海市规定的自然保护区范围内水域以及其它重点生态保护和建设区”。

国外标准中，美国《含铊危险废物最佳示范技术（BDAT）背景文件》于 1990 年制定，主要基于技术经济评估确定。德国的《污水排放规定条例-有色金属制造废水》、《污水排放管理条例—废物焚烧气体洗涤水》均于 2004 年制定，前者主要针对有色金属再生加工产业，后者主要针对废物焚烧行业，两者制定的限值都主要基于德国当时的技术可达性与经济成本适用性考虑。实际执行时，国外主要依托排污许可实施排放管控，确定排污许可限值时，往往一方面以排放标准为依据，一方面以环境质量目标反推排放限值为依据，二者取严作为许可限值。我国锡、锑、汞的原生矿采选及冶炼加工业的发展阶段与德国 2004 年状况存在差异，且锡、锑、汞产业密度相对德国更高，水生态环境重金属负荷相对较高，衍生含铊废水排放的环境风险和健康风险较大。因此，基于保障公众人体健康安全的角度，以及我国当前锡、锑、汞工业的发展现状，本修改单限值要求严于国外的相关标准。

国内标准中，我国仅无机化学工业排放标准规定了废水总铊排放限值，与其相比，本修改单限值略宽松。主要原因是无机化学工业在车间排口即与水环境质量相衔接。本修改单在保障排入环境水体的浓度限值与水环境质量相衔接的基础上，进行了技术经济对比分析，进一步提高了可行性。我国多个省份制定出台了总铊地方排放标准。其中上海地标 DB 31/199-2018 中规定，如国家或地方出台含铊的行业排放标准，应执行行业排放标准。与其他省份地标相比，本修改单限值宽于湖南、广东、江苏、江西地标。这些省份由于涉铊产业相对较多，为保障环境质量，采取了更严格的排放限值。

## 8 环境效益与技术经济分析

从环境效益来看，据不完全统计，我国锡、锑、汞冶炼工业废水年排放量约 730 万吨，若废水中铊的平均浓度按  $108\mu\text{g/L}$  计，则冶炼工业废水铊年排放量为 788kg。按照本修改单限值  $14.5\mu\text{g/L}$  实施，锡、锑、汞冶炼工业废水铊年排放量为 106kg，铊的年减排量可达 683kg，削减比例约 86.6%，可以取得较好的环境效益。

从社会效益来看，本修改单实施后，可为最高人民法院与最高人民检察院联合发布的《最高人民法院 最高人民检察院 关于办理环境污染刑事案件适用法律若干问题的解释》（法释〔2016〕29 号）中的涉铊污染物排放刑事案件提供量化依据，同时为锡、锑、汞生产企业涉铊监测、监管和防治提供依据。为保障水生态环境提供基础管控要求。

从经济效益来看，近年来，湖南、广东等省区的废水铊污染治理技术应用和工程实例较多。以行业内某具有典型代表性的 1 万吨/年铅锑冶炼项目为例，该项目日产废水量为  $310\text{m}^3/\text{d}$ 。含铊废水的运行成本（处理药剂和能耗成本）与铊进水浓度、废水处理工艺等有关，根据相关文献与实地调研数据，限值为  $14.5\mu\text{g/L}$  时，除铊技术运行成本为 2.5-4.0 元/ $\text{m}^3$ ，则标准实施后该项目日运行成本增加 775-1240 元。该项目年净利润 5500~6500 万元，运行成本占利润总额 0.44%-0.82%，在项目成本可承受范围内。除铊设施改造费用和运行费用对锡、锑、汞行业而言，在经济上可行。而且，除铊工艺可协同去除镉等常规重金属，现有锡、锑、汞行业企业可通过改造现有重金属废水处理设施，实现达标排放，从而进一步降低除铊环保设施的投资费用。