

T/YNAEPI

云南省环境保护产业协会团体标准

T/YNAEPI XXXX—2026

铜铅锌冶炼废水除铊技术规范

Technical specification for thallium removal from copper- Lead- Zinc
smelting wastewater

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

征求意见稿

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

发 布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由易门铜业有限公司提出。

本文件由云南省环境保护产业协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

铜铅锌冶炼废水除铊技术规范

1 范围

本文件规定了铜铅锌冶炼废水术语和定义、总体要求、废水除铊技术要求、污染控制与安全要求和环境管理要求。

本文件适用于铜铅锌冶炼废水除铊处理、铊污染控制和环境管理。锡等其他有色金属冶炼废水可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 5085.1 危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别
- GB 5085.2 危险废物鉴别标准 急性毒性初筛
- GB 5085.3 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别
- GB 5085.4 危险废物鉴别标准 易燃性鉴别
- GB 5085.5 危险废物鉴别标准 反应性鉴别
- GB 5085.6 危险废物鉴别标准 毒性物质含量鉴别
- GB 5085.7 危险废物鉴别标准 通则
- GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB 18598 危险废物填埋污染控制标准
- GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
- GB 25467 铜、镍、钴工业污染物排放标准
- GB 25466 铅、锌工业污染物排放标准(修改单)
- GB 21668 危险货物运输车辆安全技术条件
- GB/T 41012 含有色金属固体废物回收利用技术规范
- GB/T 27678 湿法炼锌企业废水循环利用技术规范
- HJ 298 危险废物鉴别技术规范
- HJ 989 排污单位自行监测技术指南 有色金属工业
- HJ 1083 排污单位自行监测技术指南 水处理
- HJ 700 水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法
- HJ 748 水质铊的测定 石墨炉原子吸收分光光度法
- HJ 2025 危险废物收集贮存运输技术规范
- HJ 91.1 污水监测技术规范
- YS/T 1771 铜冶炼废水循环利用技术规范
- YS/T 1404-2020 铅冶炼废水循环利用技术规范
- T/HNAEPI 001 排污单位自行监测技术指南 涉铊企业废水
- T/HNAEPI 005 水污染源铊在线监测系统安装验收技术规范

T/HNAEPI 002 污染源排放废水铊在线监测仪技术要求及检测方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 铜铅锌冶炼废水 copper smelting wastewater

铜、铅、锌冶炼生产过程中产生的污酸、含重金属生产废水、一般生产废水和初期雨水。

3.2 污酸 contaminated acid

铜铅锌冶炼制酸系统烟气洗涤、净化过程中产生的酸性废水，主要污染物为稀硫酸、重金属（砷、铅、锌、铊等）、氟、氯和悬浮物等。

3.3 含重金属生产废水 smelting wastewater containing heavy metals

铜铅锌冶炼过程中产生的含有重金属离子、酸、悬浮物等污染物的废水，主要产生于制酸净化工段电除雾冲洗、冲渣、湿法收尘、湿法车间、地面冲洗、实验室、有害渣库渗滤等，主要污染物有重金属离子、酸、悬浮物等。

3.4 一般生产废水 general production wastewater

指污酸和含重金属生产废水之外，生产过程中排出的其他废水，主要产生于锅炉、化学水处理站、机修车间、空压站、鼓风机房等产生的废水，冷却冶炼炉窑、风机、泵等设备产生的冷却水等，主要污染物有盐、悬浮物、油、碱及酸等。

3.5 初期雨水 initial rainwater

铜铅锌冶炼过程中富集在厂区地面、屋顶和设备上的烟（灰）尘在降雨时，进入雨水并被收集的初期径流，主要污染物有 pH、悬浮物、重金属离子等。

4 总体要求

4.1 废水应按照理化性质和总铊浓度高低，通过分类收集、分质处理、梯级回用，实现源头控制、过程管理、末端治理，提高废水循环利用率，具体可参照 YS/T 1771、YS/T 1404 和 GB/T 27678 执行。

4.2 污酸和厂区初期雨水应分别单独收集，并进行除铊处理。

4.3 废水除铊应根据废水特性与产生环节，分质分类选择合理的除铊技术与工艺；在现有废水处理工艺基础上，增设先进适用、安全可靠的废水除铊工艺或设备。

4.4 废水除铊过程应采用环境友好、清洁、节能、高效、低成本的除铊技术；废水处理达标后，宜优先回用。

4.5 废水除铊技术应符合环境影响评价批复文件规定，并满足排污许可管理要求。

4.6 废水的产生、转运、排放、存储等应符合有关标准规范要求。

4.7 企业应制定环境风险应急预案，按要求配备事故应急池等环境风险防范设施，储备充足的风险防范物资。

5 废水除铊技术要求

5.1 通用除铊技术

5.1.1 氧化除铊技术

5.1.1.1 原理

首先向含铊废水中投加氧化剂，将 $Tl(I)$ 氧化为 $Tl(III)$ ；其次投加碱剂调节 pH 值，生成 $Tl(OH)_3$ 沉淀；最后投加絮凝剂对 $Tl(OH)_3$ 进行絮凝沉淀。

5.1.1.2 除铊步骤

该技术废水除铊步骤如图 1 所示。

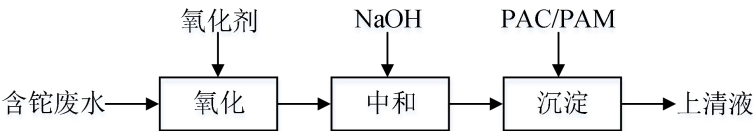


图 1 氧化技术废水除铊步骤

图 1 中主要步骤具体如下：

- a) 氧化反应：向废水中投加氧化剂（如高锰酸钾、 H_2O_2 、 $Fe(II)/H_2O_2$ 、高铁酸钾、次氯酸钠等），投加量宜控制在废水中总铊浓度的 10 倍~30 倍，具体值应通过试验确定；反应过程应充分搅拌均匀，反应时间宜控制在 15 min~60 min，具体值应通过试验确定；
- b) 中和反应：向废水中投加碱剂（如 $NaOH$ 、 $Ca(OH)_2$ 等），宜将 pH 调控至 10~12，生成 $Tl(OH)_3$ 沉淀，pH 具体值应通过试验确定；
- c) 絮凝沉淀：向废水中投加絮凝剂（如聚合硫酸铁 PFS、聚合氯化铝 PAC、聚丙烯酰胺 PAM）进行絮凝沉淀，PFS（或 PAC）投加量宜控制在 $10\text{ g/m}^3\sim20\text{ g/m}^3$ ，PAM 投加量宜控制在 $5\text{ g/m}^3\sim10\text{ g/m}^3$ ，具体值应通过试验确定，再絮凝沉淀 30 min，上清液即为除铊净化水。

5.1.1.3 优缺点

优点：适用性广，操作简单、除铊效率较高、效果稳定，药剂用量少，处理成本低；缺点：出水中总铊浓度略高，需严格控制 pH 值。

5.1.1.4 适用范围

适用于含重金属生产废水、初期雨水除铊。

5.1.2 硫化+氧化除铊技术

5.1.2.1 原理

首先利用 $Tl(I)$ 的强亲硫性及 Tl_2S 沉淀溶度积小的特点，在含铊废水中加入可溶性硫化剂，使 $Tl(I)$ 与 S^{2-} 反应生成 Tl_2S 沉淀，再投加絮凝剂进行絮凝沉淀；其次向废水中投加氧化剂，将残留 $Tl(I)$ 氧化为 $Tl(III)$ ，再投加碱剂调节 pH 值，生成 $Tl(OH)_3$ 沉淀；最后再投加絮凝剂对 $Tl(OH)_3$ 进行絮凝沉淀。

5.1.2.2 除铊步骤

该技术废水除铊步骤如图 2 所示。

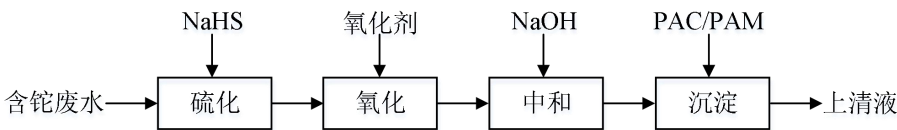


图 2 硫化+氧化技术废水除砷步骤

图 2 中主要步骤具体如下：

- a) 硫化反应：向废水中投加硫化剂（如 NaHS、Na₂S、H₂S 等），具体投加量应通过试验确定；再投加絮凝剂进行絮凝沉淀，PFS（或 PAC）投加量宜控制在 10 g/m³~15 g/m³，PAM 投加量宜控制在 6 g/m³~10 g/m³，具体值应通过试验确定，再絮凝沉淀 30 min；
- b) 氧化反应：向废水中投加氧化剂（如高锰酸钾、H₂O₂、高铁酸钾、次氯酸钠等），投加量宜控制在废水中总砷浓度的 10 倍~20 倍，具体值应通过试验确定；反应过程应充分搅拌均匀，反应时间宜控制在 15 min~45 min，具体值应通过试验确定；
- c) 中和反应：同 5.1.1.2 中步骤 b；
- d) 絮凝沉淀：向废水中投加絮凝剂进行絮凝沉淀，PFS（或 PAC）投加量宜控制在 10 g/m³~15 g/m³，PAM 投加量宜控制在 6 g/m³~10 g/m³，具体值应通过试验确定，再絮凝沉淀 30 min，上清液即为除砷净化水。

5.1.2.3 优缺点

优点：适用性广、操作简单、除砷效率高、效果稳定，处理成本较低、能协同深度去除其他重金属；
缺点：需严格控制酸度（或 pH 值）。

5.1.2.4 适用范围

适用于污酸、含重金属生产废水除砷，尤其是污酸。

5.1.3 硫化+氧化+吸附除砷技术

5.1.3.1 原理

该技术硫化、氧化、絮凝沉淀步骤与 5.1.2.1 相同，再经絮凝沉淀后，废水中仍残留微量砷，可通过投加适量吸附剂，深度吸附去除废水中砷。

5.1.3.2 除砷步骤

该技术废水除砷步骤如图 3 所示。

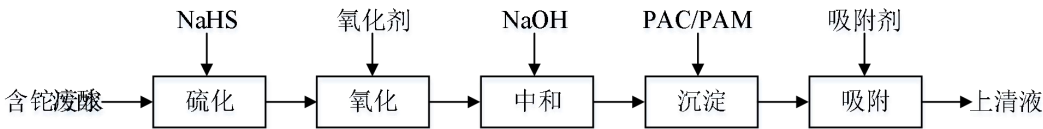


图 3 硫化+氧化+吸附技术废水除砷步骤

图 3 中主要步骤具体如下：

- a) 硫化反应：同 5.1.2.2 中步骤 a；
- b) 氧化反应：同 5.1.2.2 中步骤 b；
- c) 中和反应：同 5.1.1.2 中步骤 b；
- d) 絮凝沉淀：同 5.1.2.2 中步骤 d；
- e) 吸附反应：向废水中投加吸附剂（如二氧化锰基、铁基、氧化铝基、钛基、锌基、活性炭基、生物基等吸附材料），不同吸附剂的具体投加量应通过试验确定。

5.1.3.3 优缺点

优点：适用性广、操作简单、除铊效率很高、效果稳定、能协同去除其他重金属；缺点：需严格控制酸度（或 pH 值），产渣量大。

5.1.3.4 适用范围

特别适用于酸性高铊废水，且要求出水总铊浓度<2 μg/L 的情况，如污酸、湿式收尘废水等高铊废水。

5.1.4 磁性木质素基水热炭吸附除铊技术

5.1.4.1 原理

以废木质素为碳源、FeCl₃·6H₂O 为铁源，经水热碳化和低温煅烧制得磁性木质素基水热炭，其表面负载 Fe₃O₄/Fe₂O₃、富含—OH、C=O、C—O 等含氧官能团，对铊去除为多重机制协同：包括矿物表面沉淀、含氧官能团络合、物理吸附/孔隙填充、Fe(II)电子供体将 Tl(III)还原为 Tl(I)、离子交换，而外置磁铁可实现吸附剂快速固液分离与回收。

5.1.4.2 除铊步骤

该技术废水除铊步骤如图 4 所示。

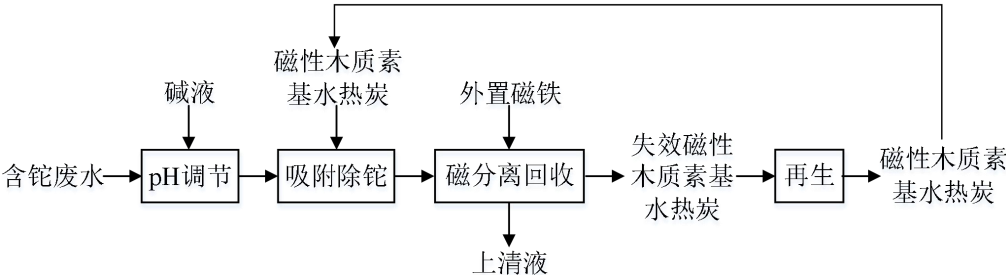


图 4 磁性木质素基水热炭废水吸附除铊步骤

图 4 中主要步骤具体如下：

- a) 磁性木质素基水热炭制备：废木质素液+ FeCl₃·6H₂O（废木质素液中木质素质量百分比为 20%、Fe 与废木质素液的质量比为 1:50）搅拌 1 h，140 °C水热 2 h，300 °C马弗炉稳化 0.5 h，清水洗涤 3 次，100 °C干燥 2 h，制得磁性木质素基水热炭；
- b) pH 调节：宜采用碱液（NaOH、Ca(OH)₂ 等）将 pH 调控至 7~9，具体值应通过试验确定，为吸附除铊创造最佳酸碱环境；
- c) 吸附除铊：磁性木质素基水热炭投加量宜控制在 0.2 g/L~2 g/L，具体值应通过试验确定；同时搅拌吸附时间宜控制在 10 min~20 min，具体值应通过试验确定，保证铊去除率大于 90%；
- d) 磁分离回收：外置磁铁分离时间宜控制在 30 s 内完成固液分离，具体值应通过试验确定，上清液即为除铊净化水，同时实现磁性木质素基水热炭快速回收；
- e) 再生循环：用 0.1 mol/L~0.2 mol/L HCl 对失效磁性木质素基水热炭进行解吸，HCl 与磁性木质素基水热炭解吸体积比宜为(2~3):1，解吸 2~3 次后，可重复利用多次，具体值应通过试验确定。

5.1.4.3 优缺点

优点：实现以废治废、吸附速率快、容量高、磁回收便捷；缺点：多次再生后性能会衰减，Fe 过量易团聚堵孔，高离子强度共存阳离子存在竞争抑制。

5.1.4.4 适用范围

适用于初期雨水、一般生产废水及铊等重金属浓度较低的生产废水除铊。

5.2 药剂除铊技术

5.2.1 除铊剂+深度净化剂除铊技术

5.2.1.1 原理

先向废水中投加除铊剂，其含有大量巯基、羟基和羧基等配位基团，能与 Tl（I/III）形成具有多环配位键难溶于水的螯合物；再向废水中投加深度净化剂，其主要为絮凝共聚物组合体，能与铊等重金属形成稳定的多环螯合物沉淀，沉淀物在絮凝剂作用下快速沉淀，实现废水中深度除铊的技术。

5.2.1.2 除铊步骤

该技术废水除铊步骤如图 5 所示。

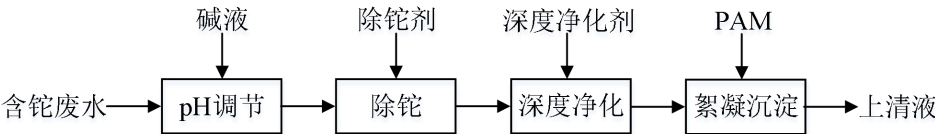


图 5 除铊剂+深度净化剂废水除铊步骤

图 5 中主要步骤具体如下：

- a) pH 调节：废水处理前，宜先用碱剂（如 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 NaOH 等）将 pH 调控至 8~13，以 9~12 较佳，具体值应通过试验确定；
- b) 除铊处理：向废水中投入除铊剂进行螯合沉淀，投加量宜控制在 $100\text{ g/m}^3\sim1000\text{ g/m}^3$ ，具体值应通过试验确定；反应过程应充分搅拌均匀，反应时间宜控制在 15 min~45 min，具体值应通过试验确定；
- c) 深度净化：向废水中投加深度净化剂进行深度除铊，投加量宜控制在 $50\text{ g/m}^3\sim800\text{ g/m}^3$ ，通常为除铊剂投加量的 1/2~2/3 为宜，具体值应通过试验确定；反应过程应充分搅拌均匀，反应时间宜控制在 10 min~30 min，具体值应通过试验确定；
- d) 絮凝沉淀：向废水中投加 PAM，投加量宜控制在 $6\text{ g/m}^3\sim12\text{ g/m}^3$ ，絮凝沉淀时间宜控制在 30 min~60 min，具体值应通过试验确定，上清液即为除铊净化水。

5.2.1.3 优缺点

优点：除铊效率高，效果稳定，可在现有废水处理工艺上选择合适加药点直接投加药剂，不需增加技改或施工投入，对其他重金属具有协调去除作用；缺点：药剂成本略高且为专利产品。

5.2.1.4 适用范围

适用于污酸、含重金属生产废水除铊。

5.2.2 生物制剂除铊技术

5.2.2.1 原理

通过驯化氧化亚铁硫杆菌与氧化硫硫杆菌复合菌群制备生物制剂，其代谢产生的羟基、巯基、羧基等功能基团上嫁接有 Mn^{2+} ；处理废水时，功能基团上的 Mn^{2+} 被 $\text{Tl}^+/\text{Tl}^{3+}$ 部分替代，后续 Tl 可与 Mn 共同形成稳定絮体沉淀；协同氧化剂可氧化残余 Fe^{2+} 促进沉淀完全，实现深度除铊，对铊离子价态无选择性。

5.2.2.2 除铊步骤

该技术废水除铊步骤如图 6 所示。

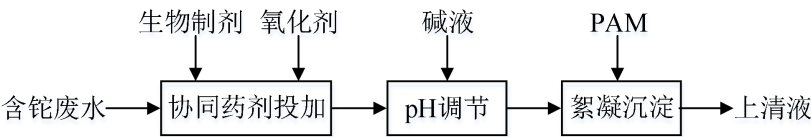


图 6 生物制剂废水除砷步骤

图 6 中主要步骤具体如下：

- a) 协同药剂投加：向废水中投加预制的生物制剂，生物制剂与废水中砷的质量比宜控制在 (10~30):1，同时投加协同氧化剂（H₂O₂、NaClO 等），氧化剂与生物制剂的质量比宜控制在 (0.1~1):1，具体值应通过试验确定；搅拌反应时间宜控制在 10 min~30 min，具体值应通过试验确定，使砷离子与生物制剂功能基团充分结合，并将残留 Fe²⁺氧化为 Fe³⁺；
- b) pH 调节：宜采用碱液（NaOH、Ca(OH)₂ 等）将废水 pH 调控至 8~10，具体值应通过试验确定，Fe³⁺等金属会形成金属氢氧化物沉淀，同时为后续絮凝沉淀创造适宜条件；
- c) 絮凝沉淀：向废水中加入 PAC 和 PAM，投加量分别宜控制在 12 g/m³~18 g/m³ 和 6 g/m³~10 g/m³，搅拌絮凝时间宜控制在 1 min~2 min，具体值应通过试验确定，促进含砷絮体聚集长大，再静置沉淀 45 min 后，上清液即为除砷净化水。

5.2.2.3 优缺点

优点：废水中砷去除率 > 99%，出水总砷浓度 < 2 μg/L，效果稳定；对砷价态无要求，适应酸性至中性废水；药剂投加量少，反应条件温和，可协同去除其他重金属。缺点：生物制剂成本高于普通硫化物药剂（如 NaHS、Na₂S），且为专利产品。

5.2.2.4 适用范围

适用于污酸、含重金属生产废水除砷。

5.2.3 复合除砷剂除砷技术

5.2.3.1 原理

通过向废水中投加聚合硫酸铝铁作为沉淀晶核，再投加复合除砷剂与砷离子发生反应，形成溶解度极低的大颗粒砷复合沉淀物，实现深度除砷。复合除砷剂中亚硒酸钠促进砷转化为难溶态，硫酸镁、磷酸钾、硫化亚铁提供多元沉淀离子，海藻酸钠与柠檬酸钠凭借羟基、羧基等基团发挥桥接絮凝作用，协同增大絮体粒径，提升沉降性能。

5.2.3.2 除砷步骤

该技术废水除砷步骤如图 7 所示。

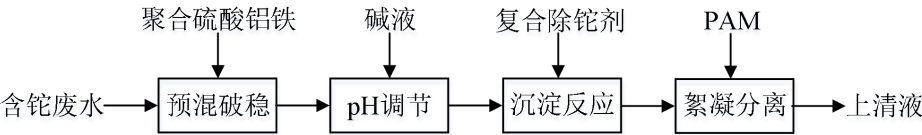


图 7 复合除砷剂废水除砷步骤

图 7 中主要步骤具体如下：

- a) 预混破稳：向废水中投加质量浓度为 30% 的聚合硫酸铝铁溶液，投加量宜控制在 1 mL/L~5 mL/L，同时搅拌时间宜控制在 3 min~10 min，具体值应通过试验确定，利用其水解产物吸附砷离子，并形成沉淀晶核；

- b) pH 调节：宜采用碱液（NaOH、Ca(OH)₂ 等）将混合液 pH 调控至 8~9，具体值应通过试验确定，为沉淀反应创造最佳酸碱环境；
- c) 沉淀反应：投加复合除铊剂，投加量宜控制在 5 mL/L~30 mL/L，同时搅拌反应时间宜控制在 10 min~20 min，具体值应通过试验确定，可促使铊离子转化为大颗粒复合沉淀物；
- d) 絮凝分离：投加 PAM，投加量宜控制在 4 g/m³~8 g/m³，絮凝时间宜控制在 5 min~10 min，静置沉淀时间宜控制在 30 min~60 min，具体值应通过试验确定，上清液即为除铊净化水。

5.2.3.3 优缺点

优点：除铊效率高，出水总铊浓度<2 μg/L；工艺简单、反应速度快，无需强碱环境与铊价态预氧化，无 H₂S 二次污染风险；缺点：石灰乳调节 pH 易引入硬度，复合除铊剂略贵且为专利产品。

5.2.3.4 适用范围

适用于污酸、含重金属生产废水除铊。

5.3 除铊技术选择

- 5.3.1 企业选择除铊技术时，应结合技术经济性，优选通用除铊技术，且应匹配废水特性、废水总铊浓度和出水标准。
- 5.3.2 选用药剂除铊专利类技术时，除铊药剂应直接购买或与专利权人协商取得合法许可，避免侵权。
- 5.3.3 所有除铊技术在工程化应用前应通过试验验证，以确定最佳药剂投加量与反应参数，兼顾达标稳定性与经济性，符合当地环保要求。具体除铊技术选择可参照表 1。

表 1 除铊技术选择

废水类型	总铊浓度范围 (mg/L)	出水目标值 (μg/L)	推荐适用技术
污酸	0.5~6	<2 μg/L	硫化+氧化+吸附技术（优先）、除铊剂+深度净化剂技术、生物制剂技术
污酸	0.5~6	<17 μg/L	硫化+氧化技术（优先）、除铊剂+深度净化剂技术、生物制剂技术
含重金属生产废水	0.01~2	<2 μg/L	除铊剂+深度净化剂技术、生物制剂技术、复合除铊剂技术
含重金属生产废水	0.01~2	<17 μg/L	氧化技术、硫化+氧化技术
初期雨水	0.005~0.2	<17 μg/L	氧化技术、磁性木质素基水热炭吸附技术

6 污染控制与安全要求

6.1 污染控制要求

- 6.1.1 废水应分类分质收集，废水除铊设施应根据正常工况最大水量和最大铊污染物处理负荷设计。
- 6.1.2 在废水处理过程中，大气、水污染物的排放应满足相关国家和地方规定的涉铊污染物排放标准要求。
- 6.1.3 采用多巯基除铊剂和硫化物处理含铊废水时，应采取有效措施防止 H₂S 废气外逸，并收集 H₂S 废气通过洗涤塔进行 NaOH 碱洗，防止 H₂S 污染。
- 6.1.4 废水除铊过程中产生的污泥等固体废物，应分类收集、贮存、利用和处置。
- 6.1.5 废水除铊过程应采取二次污染防治措施，防止废水处理过程中产生的废气、废水、废渣对环境造成污染。

6.1.6 企业应设有事故应急池，当废水处理出现事故时，可将废水暂时引入事故应急池，待事故消除后又引回废水处理系统。

6.1.7 企业应按照《排污口规范化整治技术要求(试行)》、GB 25467 和 GB 25466 中有关排污口规范化设置的相关规定设置废水排放口。

6.2 安全要求

6.2.1 废水除铊过程中应加强劳动安全管理，建立并严格执行安全检查制度，及时消除事故隐患，防止事故发生。

6.2.2 应按《危险化学品安全管理条例》要求储存和使用化学药剂。

6.2.3 应设置必要的安全和报警装置：

- a) 除铊剂或硫化剂投加工段设置在室内时，应设 H_2S 气体浓度检测和报警装置；
- b) 污酸和酸性废水除铊，石灰石浆、石灰乳和氢氧化钠制备，酸储罐区域应设置紧急淋浴冲洗装置；
- c) 高架建（构）筑物应设置栏杆、防滑梯、照明和避雷针等安全设施。各建（构）筑物应设便于行走的操作平台、走道板、安全护栏和扶手，栏杆高度和强度应符合有关安全规定；
- d) 各种机械设备裸露的传动部分应设防护罩，不能设防护罩的应设防护栏杆，周围应保持一定操作活动空间；
- e) 人员进入有限空间作业时，应严格遵守“先通风、再检测、后作业”原则。未经通风和检测合格，任何人不得进入有限空间作业。进入有限空间的工作人员还应采取防止 H_2S 、 SO_2 、酸雾等气体危害的有效防护措施。
- f) 危险部位应设安全警示标志，并配置必要抢救器材。

6.2.4 应加强作业场所的职业卫生防护，设置防尘、防毒、隔声、减震措施。

6.2.5 工作人员在加药间、脱水间等高粉尘、有毒、有异味的环境，应佩戴必要的劳动保护用品，并配备浴室和更衣室等卫生设施。

7 环境管理要求

7.1 一般要求

7.1.1 废水除铊处理应建立规章制度、岗位操作规程和质量管理等文件，加强操作管理。

7.1.2 企业应建立应急响应机制，定期对岗位人员进行相关培训、演练和考核。对铊污染事件的发生应具有相应的预案和补救措施，并配置报警系统和应急处理装置，做出及时有效反应。

7.2 环境监测要求

7.2.1 企业应依据有关法律法规、《环境监测管理办法》、HJ 989、HJ 1083 和 T/HNAEPI 001 等规定，建立废水总铊自行监测制度，制定自行监测方案，对废水总铊排放状况开展自行监测，包括总铊浓度、监测点位、最低监测频次、检测方法等，保存原始监测记录。

7.2.2 废水除铊运行期间，每天均应根据除铊设施运行状况，对处理水质进行检测，废水总铊浓度按照 HJ 700 和 HJ 748 方法测定。

7.2.3 若企业具备条件，可设置废水总铊在线检测装置，检测点分别设在废水除铊单元进出口处，并符合 T/HNAEPI 002 和 T/HNAEPI 005 规定，同时定期取样，进行人工检测，比对数据。

7.3 固废处置要求

7.3.1 废水除铊过程中产生的污泥等固体废物应遵循“减量化、资源化、无害化”原则，依照 GB/T 41012 回收利用或做进一步处置。

7.3.2 废水除铊过程中产生的污泥，若不能排除其危险特性，应按照 GB 5085.1~GB 5085.7 和 HJ 298 的规定进行属性鉴别。经鉴别属于危险废物或已列入《国家危险废物名录》的，应按照 HJ 2025、GB 18597 和 GB 18598 要求进行收集、贮存、运输和填埋，并交由有资质单位处置；经鉴别属于一般工业固体废物的，应优先考虑资源化利用，或按照 GB 18599 要求进行贮存和填埋。

7.3.3 含铊固废应按废水来源分类收集，严禁与其它固废混存；暂存设施应满足防渗漏、防流失、防扬散要求，地面及墙裙应进行防腐防渗处理，周边应设置围堰及收集沟渠，防止雨水淋溶或渗滤液泄漏导致铊的二次污染。

7.3.4 含铊固废二次污染防控要求：

a) 渗滤液管理：污泥浓缩池、脱水机房及堆场产生的渗滤液或冲洗废水，应收集并返回污水处理系统前端进行处理。

b) 扬尘控制：污泥在装卸、转运及堆存过程中，应采取加湿、喷淋或覆盖等抑尘措施，防止含铊粉尘随风扩散。

c) 资源化利用管控：含铊固废资源化利用时，应开展铊的环境释放风险评估，防止铊通过建材或副产品进入环境。

7.3.5 含铊危险固废转移过程应严格执行危险废物转移联单制度，运输车辆安全技术条件应符合 GB 21668 要求，运输路线应避开人口密集区和水源保护区。

7.3.6 企业应建立含铊固废全过程管理台账，详细记录产生量、含水率、铊含量、属性鉴别结果、贮存位置、转移时间、接收单位及利用处置方式等信息，台账保存期限不得少于 5 年。

7.4 采样与排放要求

7.4.1 废水采样应符合 HJ 91.1 规定；鉴于 GB 25467 及其修改单暂未规定废水总铊排放浓度，故铜铅锌冶炼废水总铊排放浓度暂按 GB 25466 修改单执行，待国家、行业或地方发布铜冶炼废水涉铊排放标准后从其规定。

7.4.2 含铊废水排放还应符合所在地相关地方标准及政策文件等要求。

7.5 人员与运行管理

7.5.1 废水除铊处理的运行原始记录和水质检测原始报告应妥善保存。

7.5.2 废水处理的环境管理人员和技术人员应经过岗位技能培训，熟悉含铊废水处理的整体工艺、除铊技术条件和设施、运行操作的基本要求，能合理处置运行中出现的技术故障。

7.5.3 废水除铊系统应建立运行管理台账，废水管理和技术人员应严格按照操作规程要求，运行和维护保养废水除铊设施，确保正常稳定运行，并如实填写运行相关记录。

7.5.4 废水除铊的运行记录、药剂使用记录、监测数据、维护台账等应分类归档，并妥善保存不少于 5 年。

参考文献

- [1] HJ 2059-2018 铜冶炼废水治理工程技术规范
- [2] HJ 2057-2018 铅冶炼废水治理工程技术规范
- [3] YS/T 1771-2024 铜冶炼废水循环利用技术规范
- [4] YS/T 1404-2020 铅冶炼废水循环利用技术规范
- [5] GB/T 27678-2011 湿法炼锌企业废水循环利用技术规范
- [6] T/CIECCPA 010-2024 铅锌冶炼铊污染防治环境管理指南
- [7] T/CRRA 9924-2025 有色金属工业含铊废水处理技术规范
- [8] 《云南省铊污染防控方案（试行）》（云环通〔2023〕126号）