**铜矿山酸性废水综合处理规范（修订）**

**编制说明**

**《铜矿山酸性废水综合处理规范》编制组**

**主编单位：矿冶科技集团有限公司**

**2024年10月**

目录

[一、工作简况 1](#_Toc180752175)

[1、任务来源 1](#_Toc180752176)

[2、标准起草单位 2](#_Toc180752177)

[3、主要工作过程 2](#_Toc180752178)

[4、国内外相关标准研究 3](#_Toc180752179)

[5 、废水处理工程现状调研 6](#_Toc180752180)

[1）江西铜业股份有限公司德兴铜矿 7](#_Toc180752181)

[2）江西铜业股份有限公司永平铜矿 8](#_Toc180752182)

[3）江西铜业股份有限公司银山矿业 9](#_Toc180752183)

[4）紫金矿业集团股份有限公司紫金山金铜矿 10](#_Toc180752184)

[5）广东省广晟控股集团有限公司大宝山矿业 11](#_Toc180752185)

[二、标准修订主要内容 11](#_Toc180752186)

[1 范围 12](#_Toc180752187)

[2 规范性引用文件 12](#_Toc180752188)

[3 术语和定义 13](#_Toc180752189)

[4 污染物与污染负荷 14](#_Toc180752190)

[5 总体要求 14](#_Toc180752191)

[6 工艺选择 18](#_Toc180752192)

[7 废水重复利用 19](#_Toc180752193)

[8 监测与排放 20](#_Toc180752194)

[三、标准中如涉及专利，应有明确的知识产权说明。 21](#_Toc180752195)

[四、主要试验或验证的分析、综述报告、技术经济论证，预期的经济效果。 21](#_Toc180752196)

[五、采用国际标准或国外先进标准的目的、意义和一致性程度；我国标准与被采用标准的主要差异及其原因；以及与国际、国外同类标准水平的对比情况。 21](#_Toc180752197)

[六、与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调配套情况 21](#_Toc180752198)

[七、国外相关法律、法规和标准情况的说明。 23](#_Toc180752199)

[八、重大分歧意见的处理经过和依据 23](#_Toc180752200)

[九、标准作为强制性或推荐性国家（或行业）标准的建议 23](#_Toc180752201)

[十、贯彻标准的要求和措施建议 23](#_Toc180752202)

[十一、设立标准实施过渡期的理由：根据国家经济、技术政策需要和该强制性标准涉及的产品的技术改造难度等因素，提出标准的实施日期的建议。（仅适用于强制性标准） 23](#_Toc180752203)

[十二、废止现行有关标准的建议 24](#_Toc180752204)

[十三、其他主要内容的解释和其他需要说明的事项。如系列标准或划分部分制定的标准的编号建议，参考文献目录等。 24](#_Toc180752205)

# 一、工作简况

## **1、任务来源**

硫化铜矿在开采过程中产生大量的含铜酸性废水。这种含铜酸性废水的特点是酸性强、含有大量的铜离子和其他重金属，如果不加以治理直接外排会导致严重的环境污染，使水体逐渐酸化、重金属离子超标，对生态环境造成破坏。因此必须对铜矿山含铜酸性废水进行处理。

《铜矿山酸性废水综合处理规范》由北京矿冶研究总院起草，于2014年8月1日开始实施。标准规定了铜矿山酸性废水处理、回用与排放要求、工艺选择及管理、取样与监测等，为铜矿山酸性废水处理、回用与排放、废水处理工艺选择及重复利用管理提供了技术依据。然而，伴随着环保形势的愈加严峻、环保技术的不断发展以及企业、公众环保意识的提高，以硫化矿为主的铜矿山开采企业通过采取一系列环保措施逐步完善矿山酸性废水的治理。旧的标准要求已不能满足目前铜矿山酸性废水环境管理的需要，现有铜矿山应用旧标准进行铜矿山酸性废水污染控制管理存在较大困难，对原有标准进行修订十分迫切和重要。

本次修订标准由矿冶科技集团有限公司主编，江西铜业集团有限公司、紫金矿业集团股份有限公司、铜陵有色金属集团控股有限公司、中国水电基础局有限公司、云南铜业股份有限公司、中条山有色金属集团有限公司等单位参编，共同组成《铜矿山酸性废水综合处理规范》编制组，进行标准编制工作。

本标准以铜矿山生产企业产生的堆场淋滤液、矿坑水等酸性废水为研究对象，开展《铜矿山酸性废水综合处理规范》（GB/T 29999-2013）标准修订工作，本次修订工作关注铜矿山酸性废水处理全过程环境管理，在精准治污、科学治污的方针策略下，对原标准条款进行逐条核实和修正，以满足目前铜矿山酸性废水环境管理的需要。标准修订对于进一步加强酸性水库对土壤和地下水的污染风险控制，促进行业绿色可持续发展具有重要意义。

## **2、标准起草单位**

本次修订标准由矿冶科技集团有限公司主编，江西铜业集团有限公司、紫金矿业集团股份有限公司、铜陵有色金属集团控股有限公司、中国水电基础局有限公司、云南铜业股份有限公司、中条山有色金属集团有限公司共同编制。

## **3、主要工作过程**

（1）2022年3月—5月，收集国内外有关铜矿山酸性废水处理技术的资料，检索国内外最新发布的相关技术，对有关的内容进行学习，消化吸收；了解行业需求，尤其对现有标准存在的不符合实际需求的内容进行重点分析，对编制的标准体系及内容进行研究，确定标准编写大纲。同步开展标准复审工作，形成标准复审意见，提出修订建议。

（2）2022年5月，《铜矿山酸性废水综合处理规范》国标复审获得批复，建议开展标准修订工作。

（3）2023年4月—10月，编制组开展标准修订数据调研工作，先后在国内多家大型铜矿山企业开展调研，对典型铜矿山企业生产工艺及酸性废水处理情况进行现场考察和资料收集。调研采取现场考察、座谈、发调查表相结合方式，调研内容如下：

① 企业酸性废水产生环节，废水水量、水质，输送方式等。

② 企业酸性废水储存条件，酸性水库的防渗措施，水平防渗和垂直防渗的选取、控制效果等。

③ 企业酸性废水处理工艺选择、进出口水质、重复利用率、分质回用方式、执行的排放标准、出水水质监测等。

（4）完成标准初稿

2023年12月完成初稿，编制组主要工作过程为：

① 整理调研资料，组织编写人员编写初稿；

② 内部自审；组织参编单位讨论，整理参编单位意见；

③ 编制组修改、完善初稿。

2023年11月，编制组参加在云南省昆明市召开的有色金属标准工作会议，会上对《铜矿山酸性废水综合处理规范》进行了讨论。会上专家提出意见如下：1）规范文字表述，突出标准的实用性；2）重点关注酸性废水的持续酸化问题，关注废石在不同堆存阶段废水的pH变化；3）进一步完善后续标准工作进度计划。

## **4、国内外相关标准研究**

环境工程技术规范制定工作在国外已经开展了多年，国际标准化组织和美国、法国、德国、日本等发达国家已经发布了数百项环境工程技术规范，各国与环境工程服务相关的技术标准是面向产品或服务的自愿性标准，其技术标准类型主要包括：基础标准、环境质量和污染物监测分析方法标准、产品与设施性能分析测试标准、环境工程服务技术标准以及环保产品标准等方面。从目前掌握的资料来看，国外有关环境工程的技术标准具有几个特点。一是与环境工程服务相关的标准在ISO 和各发达国家标准体系中所占比例较小，总的数量不大；国外的环境工程服务类标准也还处于发展过程中。二是国外环境工程服务类标准中环境监测分析方法标准和产品标准较多，而特定的工程建设和运行管理标准较少，尚无涉及铜矿山酸性废水综合治理工程的技术规范。

国内与铜矿山行业有关的环境保护标准规范编制尚处于起步阶段，已发布的相关标准包括《铜、镍、钴工业污染物排放标准》（GB 25467）、《有色金属工业环境保护工程设计规范》（GB 50988）、《铜矿采选业绿色工厂评价要求》（YS/T 1424-2021）等。2014年，《铜矿山酸性废水综合处理规范》发布，标准提出铜矿山酸性废水综合处理的概念，即针对铜矿山酸性废水进行源头控制、过程调控、末端治理相结合的集成处理。其中，通过清污分流、酸性水库防渗、生态修复等源头控制措施减少酸性废水的产生和排放量，通过过程调控和末端治理保证污染物的达标排放。

在酸性水源头控制方面，我国酸性水库建设标准发展历程大致可以化分为两个阶段，从上世纪50年代到2000年是标准形成阶段，从2000年至今属于环保标准成熟阶段。在环保标准初级阶段，酸性水库建设标准主要参照水利设施建设相关标准，表现特征是酸性水库防渗等级相对较低。环保标准完善成熟阶段，逐步形成了全库防渗理念和体系，防渗等级提升至10-7cm/s，并对地下水监测做出明确要求，基本可实现风险管控的目标，见表1。

表1 酸性水库设计建设相关标准发展阶段

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准发展阶段 | 标准名称 | 防渗等级 | 标准特征 | 相关条款规定 |
| 1950年-2000年 | 《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》 | ≤10-5cm/s | 以坝体为主 | 6.9.7 帷幕灌浆工程质量的评定标准为：经检查孔压水实验检查，坝体混凝土与基岩接触段及其下一段透水率的合格率为100%，其余各段不小于90%，当设计防渗标准小于2Lu时，不合格段的透水率不超设计规定的200%.....灌浆质量可以评为合格。 |
| 2001年-至今 | 《有色金属工业环境保护工程设计规范》（GB 50988-2014） | ≤10-7cm/s | 坝体和库区均包含 | 5.1.4 含第一类污染物且浓度超标污水的收集、输送沟渠和检查井、收集池等应防渗、防腐”，并要求人工衬层厚度不小于 2mmHDPE膜。 |
| 《铜矿山铜矿酸性废水综合处理规范》（GB29999-2013） | 酸性水库的防渗层为：至少厚度1m的黏土，渗透系数≤10-7cm/s，相应的透水率≤0.01Lu；或2mm厚高密度聚乙烯或至少2mm厚的其他人工材料，渗透系数≤10 -10 cm/s。 |
| 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）2001年年次发布 | 5.1.6 贮存场及填埋场渗滤液收集池的防渗要求应不低于对应的贮存场、填埋场防渗要求 |
| 5.3.1 II类场应采用单层人工复合衬层作为防渗衬层，要求主防渗结构层采用1.5mmHDPE膜 |

20世纪50年代至2000年修建酸性水库主要针对坝体垂直防渗进行设计，防渗标准主要参照《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》等水库坝体建设防渗规范，防渗等级参照了水工建筑物防渗标准，一般是10-5cm/s。当时酸性水库坝基垂直防渗采用的主要有水泥灌浆、高压摆喷灌浆、黏土固化注浆防渗帷幕等垂直防渗技术，坝体采用碾压土石坝、黏土心墙防渗，坝体迎水面采用铺设HDPE膜进行防渗。

现有酸性水库防渗等级是水库建设过程中采用的防渗标准，沿用在酸性水库建设中对周边环境风险明显增加；在酸性水库坝基中采用的水泥帷幕灌浆、高压摆喷灌浆等垂直防渗技术，随着时间推移，水泥和酸性物质容易反应，导致帷幕失效，在现有的酸性水库中逐渐发生了坝基渗漏和坝肩绕渗等问题，渗流出的酸性水对周边环境风险增加。

进入新世纪，我国环境保护标准要求不断提高，针对酸性水库环保标准主要有《有色金属工业环境保护工程设计规范》（GB 50988-2014）、《铜矿山铜矿酸性废水综合处理规范》（GB29999-2013）和《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）。

《有色金属工业环境保护工程设计规范》（GB 50988-2014）中规定：“含第一类污染物且浓度超标污水的收集、输送沟渠和检查井、收集池等应防渗、防腐”，并要求人工衬层厚度不小于 2mm HDPE膜。《铜矿山铜矿酸性废水综合处理规范》规定，酸性水库库底及四周应进行防渗、防腐处理，基础必须防渗，防渗层至少为1m厚的黏土，或2mm后高密度聚乙烯或至少2mm厚的其他人工材料。《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）规定，II类工业固体废物贮存和填埋场应采用人工复合衬层作为防渗衬层，且防渗性能需达到1.5mm高密度聚乙烯膜的防渗效果，或粘土类衬层厚度不小于0.75m并饱和渗透系数不大于1.0×10-7cm/s。

## **5 、废水处理工程现状调研**

我国铜矿主要以硫化物形式赋存于矿物中。在铜矿开采中，产生大量的剥离物和尾矿。露天堆置条件下，铜矿山废弃物中残存含量相当高的硫化物，易被空气中的氧所氧化，遇降雨和水，形成强烈的酸性水，并挟带大量的重金属离子。如不合理处置，将成为矿区严重的有害污染源。事实上，我国不少铜矿山多年来为这一污染问题所困扰，酸性污染十分严重。有的废石堆、排土场闭库数十年仍呈强烈酸性，地表寸草不生，建立植被困难，有的甚至污染并影响到矿区周围的地表水、地下水以及土壤，造成了恶劣的环境影响。

多数情况下，我国酸性铜矿山的污染防治，仅限于在酸性废水产生后对酸性水进行处置。从酸性产生的源头采取措施，通过生态修复、清污分流、酸性水库防渗等措施防止产生酸性污染，建立酸性废水综合处理技术规范尚处于初步研究阶段。

本规范调研的内容涉及铜矿山酸性废水的产生、处理工艺、处理效果、经济成本、管理水平等多方面。我国幅员辽阔、南北地区地形、气候差异较大，社会发展水平不一，需要在广泛调研的情况下总结行业废水治理技术。我国铜的生产集中度较高，产量排名前7家大型企业占到了总产能的67%，产量排名前14家企业占到了总产能的87%，因此本次标准修订重点调研大型铜矿山。小型企业产能占比小，不能代表先进的生产工艺，不是调研的重点。

调研结果表明，目前铜矿山酸性废水治理技术比较成熟，国内大型矿山酸性水治理以HDS工艺、硫化-石灰法为主。

### 1）江西铜业股份有限公司德兴铜矿

德兴铜矿位于江西省上饶德兴市，1958年成立，是世界上储量在800万吨以上的8个斑岩铜矿之一，也是亚洲最大的露天铜矿。德兴铜矿采区酸性水处理厂采用硫化法+HDS处理工艺，年处理酸性废水1500万m³左右。

（1）生产工艺

回收生产以硫化工艺为主。化学硫化工艺是以酸性废水为原料，将石灰乳添加到酸性废水中，酸性废水中三价铁离子以形成氢氧化铁沉淀的形式被除去，不含铁的水和硫氢化钠（控制ORP值）在铜反应池中进行反应生成硫化铜。硫化铜在浓密池中进行浓缩沉淀，底渣便是产品－硫化铜精矿。本工艺主要包括除铁阶段和铜回收阶段两个阶段。

（2）废水水质

采区酸性水处理厂所处理废水来自于富家坞酸性水库、杨桃坞酸性水库，泵送至厂区高位水池自流至各工序。酸性废水水质见表2。

表2 酸性废水水质情况表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标 | Cu2+ | Fe2+ | Fe3+ | TFe | COD | Pb | pH |
| 浓度（mg/L） | 67.11 | 418.53 | 492.94 | 911.47 | 269.27 | 0.37 | 2.63 |

（3）处理工艺流程

沉铜后的废水由采区酸性水处理厂HDS处理工序处理后达标外排。HDS工艺是将回收完铜离子的酸性水、石灰乳、一定量的循环料浆进行中和，控制pH值，然后沉淀固液分离，处理达标的澄清上清液一部分直接回用于生产，其余直接外排，底渣一部分用做自循环料浆，剩余的底渣由泵加压输送到排土场或压滤后转移至排土场。采区酸性水处理厂流程框图如图1。

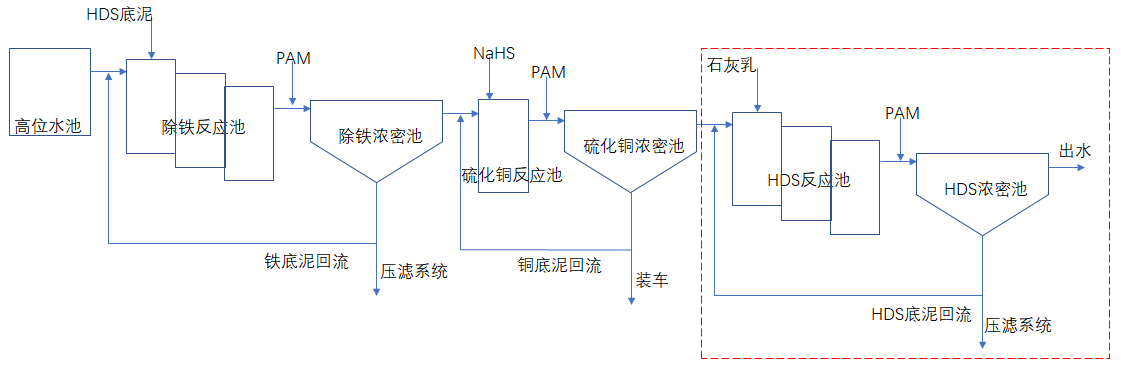


图1采区酸性水处理厂生产工艺流程图

经过HDS工艺处理，外排水水质（表3）符合《铜、镍、钴工业污染物排放标准》要求。

表3外排水水质情况表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标 | pH | Cu2+ | COD | Zn | Pb | NH3-N | Ni2+ | Co2+ | S2- | Cd | As | 总磷 |
| 浓度mg/L | 7.50 | 0.01 | 18.90 | 0.02 | 0.06 | 1.42 | 0.03 | 0.06 | 0.24 | 0.01 | 0.14 | 0.07 |

### 2）江西铜业股份有限公司永平铜矿

永平铜矿位于中国江西省上饶市铅山县永平镇，于1980年大规模建设，1984年10月建成投产，现为中国第二大露天铜矿，由江西铜业公司管辖。

HDS污水处理站在选矿厂区域，现处理规模8万吨/天。

（1） 废水来源

HDS污水处理站釆用高浓度料浆中和处理工艺，主要承接露天采区、南部污水调节库、地下开釆所产生的酸性污水和硫酸厂废酸等污染源治理处理。采矿酸性废水主要由西部排土场酸性废水、南部排土场酸性废水、西厢岭排土场酸性废水、选矿充填溢流水、露天采场酸性废水、地下开釆井下涌水组成。

（2）工艺流程

来自各处的采矿酸性废水流入采场口120m标高分水池，通过DN600玻璃钢管将废水输送至污水处理厂的超饱和罐中。循环渣浆和石灰乳液在底渣调节桶内充分混合，与废水同时注入到超饱和罐中以调节废水至中性。废水再进入串联的反应池中，每个反应池都设PH计监测废水PH值，控制PH值，同时向各个反应池中曝气以将废水中二价铁离子氧化为三价铁离子。将配置好的絮凝剂通过泵扬送至反应池，废水经反应池再进入脱气池脱气后自流至浓密池进行沉淀。废水在浓密池中沉淀后澄清水溢流至出水泵房，澄清水大部分经明渠排至桐木江。而浓密池内浓度为20%的底渣一部分经位于底流泵房的渣浆泵提升至超饱和罐进行循环，一部分提升至尾矿明渠使其自流至尾矿库沉淀、自净。

工艺流程见图2：

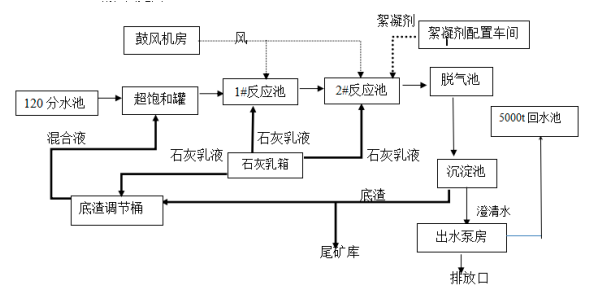


图2 HDS污水处理站工艺流程图

将酸性废水和碱性废水同时注入两个 串联反应槽并配一定比例的循环浆料和石灰（电石）乳，充分混合之后进入脱气槽并在此添加絮凝剂，最后进入两个平行的30米浓密池进行沉淀，处理达标的后澄清液可以用于生产或外排，底流（中和泥浆）一部分用作循环浆料，一部分输送到燕仓尾矿库，其处理工艺流程详见下图。石灰乳液制备站工艺：外购石灰石粉用罐装车运送至制乳站，以气力输送方式将石灰粉送入石灰粉料仓，再通过称重计量给料设备送至乳液箱搅拌制成含固量为10％的石灰乳液，石灰乳液由给料泵送至HDS酸性水中和处理工艺。总排口设立了国控监测站房，监测流量、PH值、COD、氨氮、重金属，污染物排放浓度可以满足《铜、镍、钴工业污染物排放标准》（GB25467-2010）要求。

### 3）江西铜业股份有限公司银山矿业

银山矿业有限责任公司为江西铜业股份有限公司下属采选联合企业。银山矿生产酸性废水主要有以下几个部分构成：露采酸性废水、铜废石场酸性废水，1#竖井酸性排水、3#竖井酸性排水、深部挖潜（废石井）酸性排水、南山铅锌废石场酸性废水及老窿采矿废水。

银山矿现有废水处理站主要工艺流程是：露采酸性废水及井下坑采废水经一、二级泵站将废水扬送至中和池后，采用石灰法中和、沉淀，最后进入老尾矿库，出水可以满足《铜、镍、钴工业污染物排放标准》（GB25467-2010）要求。

### 4）紫金矿业集团股份有限公司紫金山金铜矿

紫金山金铜矿，位于福建省龙岩市上杭县，是紫金矿业集团股份有限公司的核心企业。紫金山铜矿属于低品位次生硫化铜矿，其铁和硫品位高、硫铜比大，在采选冶过程中产生了大量的含铜酸性废水。该类水具有酸性强(pH1.5～3.5)、重金属离子浓度高（铜离子浓度一般为50～500mg/L）、水量波动大、来源点分散等特点。

目前，硐坑水的处理系统主体工艺流程为“初沉降—纤维过滤—超滤—两级反渗透浓缩”，浓水直接进入“萃取—电积”工段回收铜，产水再利用，从而实现了含铜酸性废水的零排放。紫金山铜矿硐坑水膜分离处理系统工艺流程见图3。



图3 膜分离处理含铜酸性硐坑水工艺流程

渗水硫化法沉铜系统采用“废水液碱中和除铁—硫化回收铜—氧化、中和法。有机相中的铁通过洗涤而分离，即通过配有电积液的洗涤水洗涤有机相，利用洗涤水中的铜竞争性替换负载有机相中的铁，可以降低负载有机相中铁的含量，工艺流程见图4。



图4 硫化法沉铜系统工艺流程

### 5）广东省广晟控股集团有限公司大宝山矿业

广东韶关大宝山矿区属于多金属硫化物伴生矿床。自上世纪70 年代开采以来，所产生的酸性矿山废水直接排入当地灌溉饮用水源地横石河，严重恶化了该地区的生态环境。大宝山矿业废水的金属含量受到水量和季节变化的影响，大多数都是含硫酸性废水， pH值在3左右。

大宝山矿业酸性废水中的主要污染物为Mn、Zn、Cu、Fe、Ni和悬浮物等。目前采用石灰法处理酸性废水，调整pH值，沉淀废水中的污染物质。针对酸性重金属废水，采用调节池+一级混凝沉淀+二级混凝沉淀的方案，在此基础上辅以部分污泥回流，物化处理选择石灰作为主要投加药剂。

# 二、标准修订主要内容

本标准设置了8个章节内容，具体包括：

## **1 范围**

*本标准规定了铜矿山酸性废水贮存、处理、回用与排放要求、工艺选择及管理、取样与监测等。本标准适用于产生酸性废水的铜矿山企业，可作为铜矿山酸性废水贮存、处理、回用与排放、废水处理工艺选择及重复利用管理的技术依据。*

**修订内容：在原标准基础上新增有关铜矿山酸性废水贮存的管理有关要求。**

**《铜矿山酸性废水综合处理规范》（GB/T 29999-2013）第1节 “范围”中规定了铜矿山酸性废水处理、回用与排放要求、工艺选择及管理、取样与监测等。酸性水贮存设施是矿山重要的环保设施，原标准未对酸性水贮存设施环境保护管理的相关规定，企业生产管理和环保部门监管缺少依据。**

**有必要对《铜矿山酸性废水综合处理规范》（GB/T 29999-2013）进行修订，增加铜矿山酸性水贮存、收集与输送要求。**

## **2 规范性引用文件**

*下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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/T 1576 工业锅炉水质*

*HJ 25.6污染地块地下水修复和风险管控技术导则*

*HG/T 20715工业污染场地竖向阻隔技术规范*

*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 34330固体废物鉴别标准 通则*

*HJ 298危险废物鉴别技术规范*

*GB 5085.7危险废物鉴别标准 通则*

*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 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 8978 污水综合排放标准*

*GB/T14848 地下水质量标准*

*GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范*

*HJ/T 212 污染源在线监控（监测）系统数据传输标准*

*HJ/T 353 水污染源在线监测安装技术规范（试行〉*

*HJ/T 355 水污染源在线监测系统运行与考核技术规范〈试行〉*

*HJ 819 排污单位自行监测技术指南 总则*

*GB 3838 地表水环境质量标准*

*HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范*

*GB 36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)*

*HJ/T 166 土壤环境监测技术规范*

**修订内容：删除了原标准废水污染物监测标准的有关内容，新增了危险废物鉴别标准、废水排放标准、地下水质量标准、自行监测等引用标准。**

**规范性引用文件中《危险废物鉴别标准》（GB 5085.1-7）、《危险废物填埋污染控制标准》（GB 18598）、《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB 18599）等标准均已修订，对第2节规范性引用文件进行了更新。**

## **3 术语和定义**

*下列术语和定义适合本标准。*

*3.1酸性废水 Acid waste water*

*指铜矿山在采矿过程中产生的pH值低于6的废水。*

*3.2废水综合处理 The integration treatment of waste water*

*指铜矿山酸性废水的源头控制、过程调控、末端治理相结合的集成处理。*

*3.3中和污泥 Neutralization sludge*

*指矿山酸性废水中和处理过程中产生的化学污泥。*

**修订内容：无修订内容。**

## **4 污染物与污染负荷**

*4.1废水来源*

*酸性废水主要来源于矿山开采过程中产生的酸性矿坑水和矿山开采裸露区域、排土场、废石场产生的酸性淋溶水，主要污染物为pH、重金属、硫化物、氟化物等。*

*4.2废水量*

*现有企业酸性废水产生量应通过实测确定，在清污分流的基础上，监测酸性废水产生量。新建企业废水产生量应根据开采规模、汇流面积、降雨量等因素综合确定。*

*4.3废水水质*

*现有企业酸性废水污染物成分和浓度应以检测数据为准，新（改、扩）建企业可通过废水工艺实验或参考成矿条件相似的矿山企业确定。*

**修订内容：本小节为新增章节，主要说明了本标准针对的酸性废水来源、废水量的核算方法、废水水质的确定方法。**

## **5 总体要求**

*5.1 一般规定*

*5.1.1 铜矿山企业建设与运行管理应遵守国家和地方相关法律法规、产业政策、排放许可制和行业污染防治政策等管理要求，并积极推行清洁生产、提高资源能源利用率。*

*5.1.2铜矿山企业应设置酸性水库和酸性废水处理站，对生产过程中产生的酸性废水进行收集、处理，处理后的废水回用或达标排放。*

*5.1.3铜矿山酸性废水治理工程应符合经批准的环境影响评价文件的要求，并应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。*

*5.1.4铜矿山酸性废水宜分质处理、分质回用，有条件时宜优先回收废水中有价金属。*

*5.1.5铜矿山酸性废水治理工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。*

*5.1.6酸性废水处理站应设置事故应急防范设施，防止酸性废水外排。废水反应池、应急事故池等设施的防渗要求应当不低于新建酸性水库的水平防渗要求，并设置防漫流设施。*

*5.1.7企业应按照GB25467及国家排污口规范化设置的相关规定设置废水排放口。*

*5.1.8酸性废水处理产生的中和污泥应按GB5085、GB5086.1、HJ557规定鉴别其性质；根据污泥性质采取减量化、资源化、无害化措施，优先在矿山进行生态修复等综合利用，不能综合利用的送有资质单位综合回收或安全处置，企业自行处置应满足GB18597，GB 18598，GB 18599的规定。*

*5.1.9废水处理过程中产生的设备结垢物应按GB5085、GB5086.1、HJ557规定鉴别其性质，按固废性质进行合规处置。*

*5.2 源头控制*

*5.2.1露采矿山宜合理控制爆破堆存量，雨季“多爆少存”，旱季“少爆多存”，及时清除边坡斜面残存的岩石及凹陷坑，杜绝雨水积存酸化。*

*5.2.2地采矿山宜对废弃矿井进行固封，使矿井内变成厌氧环境，避免酸性水的产生。*

*5.2.3铜矿山终了边坡、排土场、废石场应及时开展生态修复，减少酸性废水的产生。*

*5.2.4铜矿山企业应按照“清污分流 、雨污分流”原则，在露天采场、废石场、排土场周边建设截洪沟、排水沟等工程设施。*

*5.2.5 酸性废水的贮存应满足以下防渗要求：*

*新建酸性水库：酸性水库底部及四周应进行防渗、防腐处理，基础必须防渗，防渗层为至少lm 厚黏土层（渗透系数≤10-7cm/s，或2 mm 厚高密度聚乙烯或至少2 mm 厚的其他人工材料，渗透系数≤10-10cm/s）。*

*现有酸性水库：开展防渗需求分析和项目前期评估，确定是否需要开展防渗工程设计。针对防渗工程设计与施工，根据水文地质条件、场区周边地下水环境保护目标、防渗工程所在装置区对地下水环境质量影响程度，分析不同防渗技术的适用性与经济性，确定适宜的防渗技术。*

*开展垂直防渗技术的应用情形如下：*

*1）由于地形条件限制，无法进行地面水平防渗的，且下伏的天然相对不透水层在场区内分布连续且稳定；*

*2）由于已有酸性水库的使用限制而无法开展地面防渗的。*

*5.2.6 酸性废水宜采用密闭管路进行收集和输送，并设立管道泄漏应急措施。采用明渠进行和收集和输送的，应做好沟渠底部和四周的防渗处理，防渗系数不低于新建酸性水库的水平防渗要求。*

**修订内容：本小节为新增章节，对铜矿山酸性废水的源头控制及环境管理提出了总体要求，具体修订内容如下：**

**（1）关于“酸性废水的排放控制及处理回用要求”的规定**

**《铜矿山酸性废水综合处理规范》（GB/T 29999-2013）第4.6节“酸性废水的排放控制及处理回用要求”规定：“酸性水库底部及四周应进行防渗、防腐处理，基础必须防渗，防渗层为至少1m厚黏土层（渗透系数≤10-7cm/s），或2mm厚高密度聚乙烯或至少2mm厚的其他人工材料，渗透系数≤10-10cm/s。”该规范的适用范围未对新、老铜矿山或酸性水库予以区分，已建酸性水库在防渗性能方面尤其是坝体防渗，与规范存在一定差异，针对老铜矿山的酸性水库是否全面防渗存在较大争议。**

**依据生态环境部关于印发《地下水污染源防渗技术指南（试行）》和《废弃井封井回填技术指南（试行）》的通知（办土壤函〔2020〕72号），明确提出针对筛选的重点污染源，根据相应的判定条件，开展防渗需求分析，确定是否需要开展防渗工程设计。且针对防渗工程设计与施工，根据水文地质条件、场区周边地下水环境保护目标、防渗工程所在装置区对地下水环境质量影响程度，分析不同防渗技术的适用性与经济性，确定适宜的防渗技术。指南中阐述了无法开展地面防渗的酸性水库开展垂直防渗技术的应用情形。**

**本标准根据现有酸性水库的实际情况对《铜矿山酸性废水综合处理规范》（GB/T 29999-2013）第4.6节关于贮存场所防渗措施的要求进行修订。**

**（2）关于“酸性废水的收集和输送要求”的规定**

**本标准增加修订内容如下：酸性废水宜采用密闭管路进行收集和输送，并设立管道泄漏应急措施。采用明渠进行和收集和输送的，应做好沟渠底部和四周的防渗处理，防渗系数不低于新建酸性水库的水平防渗要求。**

**（3）关于“中和污泥处置措施”的规定**

**《铜矿山酸性废水综合处理规范》（GB/T 29999-2013）第4.8节“酸性废水处理产生的中和污泥应按GB5085、GB5086.1、HJ557规定鉴别其性质；根据污泥性质送有资质单位综合回收或自行安全处置，企业自行处置应满足GB18597 ,GB 18598,GB 18599的规定。”铜矿山采选企业生产过程中，形成大面积的矿山废弃地，包括露采边坡和采坑、废石场、尾矿库等。企业在开展生态恢复时，需要覆土，由于当地土源有限，外部运土运距较远，且表土剥离也存在生态破坏和土壤二次污染风险，因此矿山企业为解决酸性废水处理污泥的出路，结合其固体废物属性，在矿区内开展自行综合利用并已成功付诸实践。将酸性废水处理污泥作为覆土土源，是植物正常生长的良好基质，大量工程经验已经证明其可行性。**

**本标准对《铜矿山酸性废水综合处理规范》（GB/T 29999-2013）第4.8节进行修订，提出污泥在矿山企业自行综合利用的要求。**

**（4）关于“铜矿山排土场生态修复、矿井固封”等源头控制要求**

**本标准增加修订内容如下：**

**地采矿山宜对废弃矿井进行固封，使矿井内变成厌氧环境，避免酸性水的产生。**

**铜矿山终了边坡、排土场、废石场应及时开展生态修复，减少酸性废水的产生。**

**（5）关于“结垢物处置、应急防范”等其他要求**

**本标准增加修订内容如下：**

**废水处理过程中产生的设备结垢物应按GB5085、GB5086.1、HJ557规定鉴别其性质，按固废性质进行合规处置。**

**酸性废水处理站应设置事故应急防范设施，防止酸性废水外排。废水反应池、应急事故池等设施的防渗要求应当不低于新建酸性水库的水平防渗要求，并设置防漫流设施。**

## **6 工艺选择**

*6.1工艺设计前应对废水的水质、水量及其变化规律进行全面调查，得到具有代表性、准确的污染源参数，并进行必要的工艺试验。*

*6.2酸性废水治理工程应在科研和生产实践的基础上，积极采用先进适用的新技术、新工艺、新材料、新设备，且应符合本规范的有关规定。*

*6.3应根据铜矿山酸性废水的水质特点，选择能够稳定处理达标和有利于回用的废水处理工艺。*

*6.4废水经处理后应采用分质回用方式重复利用，以提高废水重复利用率，不能回收利用的废水处理后达标排放。*

*6.5废水处理工艺的选择应根据废水量、水质、药剂来源、处理后水质要求、污泥处置方法等因素，进行技术经济方案比较后确定，优先选用技术成熟、稳定、达标、污泥产率低、节能的处理工艺。*

*6.6酸性废水处理应优先采用回收有价值金属或综合利用的处理工艺。*

*6.7外排废水应符合GB 25467的规定，还应满足主要污染物总量控制、排污许可的要求。对于锰、铊等GB 25467未作规定的特征污染物，还应满足地方排放标准和GB 8978的限值要求。*

*6.8酸性废水处理工艺宜选用石灰中和法、高浓度泥浆法（HDS）、硫化-石灰中和法等处理工艺，详见表1。也可根据需要选择组合工艺，同步去除特征污染物。*

*6.8铊、锰等特征污染物无法达标的企业，应增设除铊、除锰等重金属去除设施，在常规处理工艺基础上增加预处理或深度处理装置，采用高级氧化、纳米吸附等方法实现锰、铊等污染物的达标排放。*

**表1 废水主要处理工艺选择**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 处理方法 | 原则工艺流程 | 工艺特点 | 回用水用途 |
| 石灰中和法 | 废水→沉砂均化→石灰中和→沉淀液固分离→处理后产水 | 对重金属离子的去除率很高（大于98%），基本可处理除汞以外的所有重金属离子，对水质有较强的适应性；工艺流程短、设备简单、石灰就地可取、价格低廉、废水处理费用低；但处理后出水浊度较高、过滤脱水性能差，组成复杂，产生污泥含固率低，仅1～2%，污泥量大，综合回收利用与处置难，易造成二次污染。 | 处理后可达标排放，也可用作废石堆场、道路抑尘和湿法收尘用水，还可经回用实验或相似  经验证明可行时用作锅炉补给水和工艺用水。 |
| 高浓度泥浆法（HDS） | 废水→沉砂均化→中和反应→沉淀液固分离→处理后产水 | 处理原理与石灰中和法相同，通过回流底泥，充分利用石灰的剩余碱度，处理同体积废水可比常规方法减少石灰消耗5%~10%；可提高水处理能力1～3倍；产生污泥含固率高，可达20%~30%，是常规石灰法污泥体积的1/20~1/30；可显著延缓设备、管道结垢，提高设备使用率；可实现全自动化操作。 |
| 硫化-石灰中和法 | 废水→沉砂均化→硫化→沉淀液固分离→中和反应→沉淀液固分离→处理后产水 | 当废水中含有有价金属时，可采用该法回收有价金属。硫化法生成的金属硫化物溶解度比金属氢氧化物溶解度小，处理效果比石灰中和法更彻底，且沉淀物不易溶解，沉渣量少，含水率低，便于回收有价金属；但反应过程会产生有毒气体硫化氢，需进行收集处理。 |
| 物化-膜法 | 废水→沉砂均化→中和→沉淀液固分离→出水预处理→多介质过滤→超滤→反渗透或纳滤→深度处理产水 | 对中和处理后水加入阻垢剂进行预处理降低钙浓度，再经多介质过滤、超滤和反渗透（纳滤）膜系统处理，深度处理出水能达到工业循环水水质标准；浓水采用中和、重金属吸附处理。具有分离效率高、节能环保、设备简单、操作方便；适用于严格控制重金属废水外排地区的污水。 |

**修订内容：针对GB 8978要求外的特征污染物，如铊、锰、铁等污染物，增加了预处理和深度处理的要求，并对排放要求做出了规定。**

## **7 废水重复利用**

*7.1 废水重复利用应遵循分质收集处理、分质回用原则；酸性废水经集中收集处理后出水应根据不同用水要求实现分质回用。*

*7.2 石灰中和法和高浓度泥浆法（HDS）出水回用时，宜加入适量的缓蚀阻垢剂减缓在输送和使用过程中对管道和设备的结垢和腐蚀作用。*

*7.3 回用水用作废石堆场、道路抑尘和湿法收尘用水时，应符合GB 25467的规定。*

*7.4 回用水用作锅炉补给水时，应根据锅炉工况，对回用水再进行软化 、除盐、离子交换等处理，直至满足相应工况的锅炉水质标准。*

*7.5回用水用作工艺用水时，应符合相关工艺或产品的用水水质指标要求。*

*7.6使用回用水的用户应进行回用水的用水管理，包括水质稳定、水质水量 、输送管网与用水设备监测控制等工作。*

*7.7 回用水管道要按规定涂有与新鲜水管道相区别的颜色，并标注“回用水”字样。*

*7.8 回用水管道用水点处要有“禁止饮用”标志，防止误饮误用。*

*7.9 外排废水排放口应安装计量和在线监测装置，并符合 HJ/T 353、HJ/T 355、HJ/T 212的要求。*

**修订内容：无修订内容。**

## **8 监测与排放**

*8.1 出水取样监测点应设在废水处理设施出口处，并制订监测计划，定期对出水水质进行取样监测分析，以满足排放或回用水质要求。*

*8.2 应按照环境监管部门的规定设置污染物排放口，设立排放口标志，依法安装流量计和视频监控。*

*8.3废水污染物的监测分析方法应符合GB 25467、GB 8978及地方排放标准的相关要求。*

*8.4酸性水处理站废水排放口下游应设置地下水质监控井。酸性水库投入使用前，至少应监测一次本底水平；在运行过程中和停止使用后，每年按枯、平、丰水期进行，每期一次。以pH和重金属污染物为主要控制项目，兼顾特征污染物。*

*8.5应定期进行排放口下游地表水和土壤环境监测，并列入企业自行监测计划，关注下游环境变化。*

**修订内容：在铜矿山酸性水的日常环境管理过程中，处理设施出水只是酸性废水污染控制的一部分，酸性水库下游地下水水质也是酸性废水污染控制的关键环节。原标准对取样与监测范围的要求涵盖不够，仅对出水取样监测点应设在废水处理设施出口水池，未对酸性水库下游地下水水质提出监测和控制要求。**

**本标准对《铜矿山酸性废水综合处理规范》（GB/T 29999-2013）第8.1节进行修订，提出酸性水库下游地下水水质监测和控制、排放口下游地表水和土壤环境监测等要求。**

# 三、标准中如涉及专利，应有明确的知识产权说明。

本标准不涉及专利。

# 四、主要试验或验证的分析、综述报告、技术经济论证，预期的经济效果。

本标准通过在铜矿山的实际验证和调研，确定铜矿山酸性废水综合处理的适用技术。本规范总结了现行法律、法规、标准规范、政策对铜矿山酸性废水综合处理的要求，并总结梳理了行业内先进、成熟、经济合理的技术，本规范的发布能指导行业的水污染控制，有利于保证企业外排废水达到相关标准的要求，有利于环境改善，促进铜矿采选业可持续发展，

# 五、采用国际标准或国外先进标准的目的、意义和一致性程度；我国标准与被采用标准的主要差异及其原因；以及与国际、国外同类标准水平的对比情况。

不适用。

# 六、与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调配套情况

《铜矿山酸性废水综合处理规范》由北京矿冶研究总院起草，于2014年8月1日开始实施。本标准是在原标准基础上的修订，涉及的标准如下：

1.总体要求章节涉及标准

HJ 25.6污染地块地下水修复和风险管控技术导则

HG/T 20715工业污染场地竖向阻隔技术规范

2.环境排放涉及标准

污染物排放及环境质量应符合：

GB 25467 铜、镍、钴工业污染物排放标准

GB 8978 污水综合排放标准

GB/T14848 地下水质量标准

GB 3838 地表水环境质量标准

GB 36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)

3.固体废物管理涉及标准

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 34330固体废物鉴别标准 通则

HJ 298危险废物鉴别技术规范

GB 5085.7危险废物鉴别标准 通则

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 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

4.排放监测涉及标准

GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范

HJ/T 212 污染源在线监控（监测）系统数据传输标准

HJ/T 353 水污染源在线监测安装技术规范（试行〉

HJ/T 355 水污染源在线监测系统运行与考核技术规范〈试行〉

HJ 819 排污单位自行监测技术指南 总则

# 七、国外相关法律、法规和标准情况的说明。

不适用。

# 八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

# 九、标准作为强制性或推荐性国家（或行业）标准的建议

本标准建议作为推荐性国家标准发布。《铜矿山酸性废水综合处理规范》由北京矿冶研究总院起草，于2014年8月1日开始实施。随着环保形势的愈加严峻、环保技术的不断发展以及企业、公众环保意识的提高，以硫化矿为主的铜矿山开采企业通过采取一系列环保措施逐步完善矿山酸性废水的治理。旧的标准要求已不能满足目前铜矿山酸性废水环境管理的需要。现有铜矿山应用旧标准进行铜矿山酸性废水污染控制管理存在较大困难，对原有标准进行修订十分迫切和重要。本标准的发布，可以进一步规范铜矿山酸性废水的综合处理，指导企业提升环保发展水平，为社会、为企业创造更多价值。

# 十、贯彻标准的要求和措施建议

本标准的技术内容是推荐性的，建议标准发布后即可实施，建议本标准由各级人民政府的工业和信息化行政主管部门负责监督实施。

# 十一、设立标准实施过渡期的理由：根据国家经济、技术政策需要和该强制性标准涉及的产品的技术改造难度等因素，提出标准的实施日期的建议。（仅适用于强制性标准）

不适用。

# 十二、废止现行有关标准的建议

本修订标准实施后，原标准《铜矿山酸性废水综合处理规范》（GB/T 29999-2013）废止。

# 十三、其他主要内容的解释和其他需要说明的事项。如系列标准或划分部分制定的标准的编号建议，参考文献目录等。

无。

《铜矿山酸性废水综合处理规范》

标准编制组

2024年10月