

附件 3

《铅冶炼废水治理工程技术规范》

（征求意见稿）

编 制 说 明

《铅冶炼废水治理工程技术规范》编制组

2015 年 6 月

项目名称：铅冶炼废水治理工程技术规范

项目统一编号：2011-13

承担单位：北京矿冶研究总院 中南大学

编制组主要成员：马倩玲 杨晓松 刘艳丽 邵立南 林星杰、王海鹰

柴立元 王庆伟

标准所技术管理负责人：姚之茂

标准处项目管理人：范真真

目 录

1. 任务来源.....	34
2. 编制的目的和必要性.....	34
3. 主要工作过程.....	36
4. 国内外相关标准研究.....	36
5 同类工程现状调研.....	41
6 主要技术内容及说明.....	51
7 标准实施的环境效益和经济技术分析.....	59
8 标准实施建议.....	60

1.任务来源

2011 年 5 月，环境保护部下达了“关于开展 2011 年度国家环境技术管理项目工作的通知”（环办函[2011]565 号），其中提出了制定《铅冶炼废水治理工程技术规范》（项目编号：2011-13）标准的任务，北京矿冶研究总院和中南大学联合承担该标准的编制工作。任务起止时间为 2011 年 1 月 1 日至 2013 年 12 月 31 日。

2.编制的目的和必要性

近年来，我国铅冶炼工业得到了长足的发展，我国成为全球最大的精铅生产国和仅次于美国的第二大精铅消费国。2014 年全国铅产量 422 万 t，其中矿产铅 262 万 t，再生铅 160 万 t。我国电解铅主要集中在河南、湖南、云南等省区。

当前，我国铅冶炼传统工艺仍占相当大的比重，相当一部分粗铅仍是采用传统的烧结鼓风工艺产生，此外，铅冶炼工艺还有氧气底吹炼铅法（QSL 法）、基夫赛特法、顶吹旋转转炉法（卡尔多法、TBRC 法）、富氧顶吹喷枪熔炼法（ISA 或 Ausmelt 法）、奥托昆普闪速熔炼法、瓦纽可夫法、密闭鼓风炉熔炼法（ISP 法）等，以及我国自主研发的底吹一鼓风炉炼铅工艺（SKS 法）。从我国及世界的铅冶炼发展趋势上看，传统的烧结鼓风工艺将逐步被淘汰，直接炼铅工艺得以发展。

2.1 国内水污染治理的需要

铅冶炼工艺复杂，废水排放量大，且含多种重金属和 As、F 等离子，是典型的重金属废水。近年来，重金属污染呈严重趋势，污染事件频发，陕西凤翔、湖南武冈、河南济源、湖南嘉禾、广东清远接连发生严重的污染事件，严重损害人民群众健康。而铅冶炼废水由于含有大量的一类重金属污染物，且浓度较高，成为需重点防控的污染源，若不加治理或治理不善，将造成企业周边及区域环境迅速恶化。

依照《污水综合排放标准》（GB8978-1996）、《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010），一类重金属污染物须在车间排放口达标，其它污染物须在企业总排放口达标排放。目前国内大多数铅冶炼企业均建成了废水处理设施，但在设施建设上，企业往往投入资金的力度不够，造成处理设施能力不足、处理效率不高；在工程设计、运行及管理上，存在着各种随意的行为，导致许多废水处理工程的效果并不理想，一

些处理工程甚至无法达到达标排放，规模较大的铅冶炼企业，污染治理设施虽完备，达标率也较高，但却存在着工程建设投资大、运行费用高等问题。分析其主要原因是该行业废水治理工程的设计、建设运行没有完善的规范、标准及一个相对统一质量控制准则，该种情况亟待改善。

2.2 制定铅冶炼废水治理工程技术规范，推动行业健康发展

控制铅冶炼行业的废水污染，要遵循“源头控制、多措并举”的方针，在铅冶炼生产中，严格控制污染物的产生和排放，要加强执法力度，坚决淘汰落后工艺和产能，严格相关标准、规范，依法关闭环保不达标企业。现有和新建的铅冶炼企业除采用国家鼓励应用的冶炼技术和对现有工艺进行更新改造外，对铅冶炼产生的废水进行高标准综合治理也是很重要的。环保部发布了《清洁生产标准 粗铅冶炼业》、《铅冶炼污染防治最佳可行技术指南》，为铅冶炼工业企业开展清洁生产提供技术支持和导向；2010 年环保部发布了《铅、锌工业污染物排放标准》，提高了铅冶炼污染物排放的标准。这几项标准的发布直接对铅冶炼的污染物排放做了硬性规定，必将促进铅冶炼企业选用先进技术进行整改，进一步减少环境污染，推动行业的整体发展。可以看出，对于铅冶炼行业，未来中国对企业环境污染物要求将会更加严格。要落实《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010），保证铅冶炼废水治理工程发挥应有的作用，制订相应的《铅冶炼废水治理工程技术规范》十分必要，对我国铅冶炼废水处理技术进行梳理和归纳，规范治理工程建设和运行。

鉴于以上诸多原因，总结国内外成功的铅冶炼废水治理的工程实践，提炼上升为治理工程技术规范，加速铅冶炼废水治理的规范化和标准化，降低并防止铅冶炼生产过程中产生的重金属等污染物对人和自然的危害，实现经济和自然的和谐发展，是十分必要的。

本标准的制定符合新的环境标准体系要求，有利于促进行业发展，规范行业水污染防治工作，有效控制铅冶炼废水污染物的排放，保证《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》和《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）的落实奠定技术基础。

3.主要工作过程

根据环境保护部下发的“关于开展 2011 年度国家环境技术管理项目工作的通知”（环办函[2011]565 号），北京矿冶研究总院和中南大学于 2011 年 1 月成立项目编制组，制定了工作计划，确定任务分工和经费安排。

经过对铅冶炼行业生产及污染防治的相关法律、法规、标准及现行技术的文献调研，于 2011 年 4 月编制完成了《铅冶炼废水治理工程技术规范》（初稿）及开题报告。2011 年 11 月，环境保护部科技标准司主持召开了《铅冶炼废水治理工程技术规范》开题论证会，并形成了论证意见。

会后，编制组成员根据开题论证会审查意见，经过书面函调、现场调研，于 2013 年 6 月完成《铅冶炼废水治理工程技术规范（征求意见稿）》和《铅冶炼废水治理工程技术规范（编制说明）》。

2014 年 4 月、2015 年 4 月、5 月，编制组组织行业专家对征求意见稿进行反复讨论、修改；2015 年 5 月正式将《铅冶炼废水治理工程技术规范》（征求意见稿）、编制说明、征求意见单位名单提交至环境保护部科技标准司，面向社会广泛征求意见。

4.国内外相关标准研究

4.1 国内相关标准研究

我国对铅冶炼污染治理一贯非常重视，环保要求逐步严格。根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国清洁生产促进法》等有关法律法规，所有新、改、扩建项目必须严格执行环境影响评价制度，持证排污（尚未实行排污许可证制度的地区除外）、达标排放。现有铅冶炼企业必须依法实施强制性清洁生产审核。环保部门对现有铅冶炼企业执行环保标准情况进行监督检查，定期发布环保达标生产企业名单，对达不到排放标准或超过排污总量的企业决定限期治理，治理不合格的，应由地方人民政府依法决定给予停产或关闭处理。

《铅锌行业规范条件》规定：新建、改造及现有铅冶炼项目，粗铅冶炼须采用先进的富氧熔池熔炼-液态高铅渣直接还原或一步炼铅工艺，以及其他生产效率高、能耗低、环保达标、资源综合利用效果好的先进炼铅工艺，并需配套双转双吸或其他先进制酸工艺，必要时制酸尾气需配套脱硫设施。鼓励采用具有自主知识产权的先进铅冶

炼技术。鼓励矿铅冶炼企业利用富氧熔池熔炼炉等先进装备处理铅膏、冶炼废渣等含铅二次资源。

所有新建、改造及现有铅锌冶炼项目，应配套建设有价金属综合利用系统。新建、改造以回收稀贵金属为主要目的的渣处理项目，须有稳定的原料来源，并须采用先进的富氧熔池熔炼以及其他生产效率高、能耗低、环保达标、资源综合利用效果好的先进工艺及装备，现有企业须在 2018 年底前改造成富氧熔池熔炼等先进工艺，并均须配备尾气脱硫系统、余热回收系统。

采用火法工艺的冶炼企业，必须在密闭条件下进行，防止有害气体和粉尘逸出，设置尾气净化系统、监测报警系统和应急处理系统；冶炼烟气制酸和尾气净化系统不得设置烟气旁路。

新建及改造铅冶炼项目，总回收率应达到 96.5%及以上，粗铅熔炼回收率应达到 97%以上，尾渣含铅小于 2%，铅精炼回收率应达到 99%以上；总硫利用率须达到 96%以上，硫捕集率须达到 99%以上；水循环利用率须达到 98%以上。

现有铅锌冶炼企业，铅冶炼总回收率应达到 96%以上，粗铅冶炼回收率应达到 97%以上；总硫利用率须达到 96%以上，硫捕集率须达到 98%以上；水循环利用率须达到 95%以上。

铅锌选矿及冶炼企业应做到污染物处理工艺技术可行，治理设施齐备，运行维护记录齐全，与主体生产设施同步运行。各项污染物排放须符合国家《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）中相关要求，企业污染物排放总量不超过[环保部门](#)核定的总量控制指标。执行大气污染物特别排放限值的地区的新建铅锌项目要符合

《（GB25466-2010）修改单》要求。尾矿渣、冶炼渣、冶炼飞灰等固体废弃物必须按照国家固体废物和危险废物管理的要求进行无害化处理处置或交有资质的单位处理。处理含锌二次物料的火法工序应参照国家固体废物和危险废物管理要求进行无害化贮存、处理和处置。

铅锌选矿、冶炼企业依法实施包含特征污染物的强制性清洁生产审核。新建、改造及现有冶炼项目，均须建有在线监测设施并按要求与当地环保部门联网。申请规范当年及上一年度未发生重大环境事件。

《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）规定：该标准规定自 2012 年 1 月 1 日起，现有和新建企业执行新建企业的水污染物排放限值，具体见表 4-1。

表 4-1 新建企业水污染物排放浓度限值及单位产品基准排水量

序号	污染物项目	限 值		污染物排放监控位置
		直接排放	间接排放	
1	pH 值	6~9	6~9	企业废水总排放口
2	化学需氧量（CODcr, mg/L）	60	200	
3	悬浮物（SS, mg/L）	50	70	
4	氨氮（以 N 计, mg/L）	8	25	
5	总磷（以 P 计, mg/L）	1.0	2.0	
6	总氮（以 N 计, mg/L）	15	30	
7	总锌（mg/L）	1.5	1.5	
8	总铜（mg/L）	0.5	0.5	
9	硫化物（mg/L）	1.0	1.0	
10	氟化物（mg/L）	8	8	
11	总铅（mg/L）	0.5		车间或生产设施废水排放口
12	总镉（mg/L）	0.05		
13	总汞（mg/L）	0.03		
14	总砷（mg/L）	0.3		
15	总镍（mg/L）	0.5		
16	总铬（mg/L）	1.5		
单位产品基准排水量	选矿（m/t 原矿）	2.5		排水量计量位置与污染物排放监控位置一致
	冶炼（m/t 产品）	8		

根据环境保护工作的要求，在国土开发密度已经较高、环境承载能力开始减弱，或环境容量较小、生态环境脆弱，容易发生严重环境污染等问题而需要采取特别保护措施的地区，应严格控制企业的污染物排放行为，在上述地区的企业执行水污染物特别排放限值。

执行水污染物特别排放限值的地域范围、时间，由国务院环境保护行政主管部门或省级人民政府规定。特别排放限值见表 4-2。

表 4-2 水污染物特别排放限值

序号	污染物项目	限 值		污染物排放监控位置
		直接排放	间接排放	

1	pH 值	6~9	6~9	企业废水总排放口
2	化学需氧量（CODcr, mg/L）	50	60	
3	悬浮物（SS, mg/L）	10	50	
4	氨氮（以 N 计, mg/L）	5	8	
5	总磷（以 P 计, mg/L）	0.5	1.0	
6	总氮（以 N 计, mg/L）	10	15	
7	总锌（mg/L）	1.0	1.0	
8	总铜（mg/L）	0.2	0.2	
9	硫化物（mg/L）	1.0	1.0	
10	氟化物（mg/L）	5	5	
11	总铅（mg/L）	0.2		车间或生产设施废水排放口
12	总镉（mg/L）	0.02		
13	总汞（mg/L）	0.01		
14	总砷（mg/L）	0.1		
15	总镍（mg/L）	0.5		
16	总铬（mg/L）	1.5		
单位产品基准排水量	选矿（m/t 原矿）	1.5		排水量计量位置与污染物排放监控位置一致
	冶炼（m/t 产品）	4		

4.2 国外相关标准研究

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。国际标准化组织 (ISO) 与环境工程服务相关的标准很少, 几乎无工程建设和管理类标准。美国国家标准 (ANSI) 中的工程建设和运行管理标准约占环境工程服务技术标准的 22%, 如《城市地下排水系统设计准则 ANSI/ASCE 12-92》, 《超声波水处理系统 ANSI/NSF 55-2002》。德国国家工业标准 (DIN) 的系统性较强, 以污水处理厂为例, 分别建立了工程设计和配套设备两个系列标准,

共计 20 多项，包括了污水预处理到污泥处置全过程的主要单元工艺和设备、材料的要求。其中的设备标准主要为设计结构原理和与其它通用设备不同的特殊结构要求。如《污水处理厂. 第 1 部分:总的施工原则 DINEN12255-1-2002 》、《污水处理厂. 第 3 部分: 预处理(包括技术勘误 AC-2000) DINEN12255-3-2001》。此外，日本工业标准（JIS）、法国国家标准（NF）、英国国家标准（BS）等发达国家标准体系中也都有涉及工程建设和管理类的标准和规范。

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。首先，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。其次，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，涉及铅冶炼废水治理的标准更是没有。

在我国，原来的建设部、化工部、机械部等多个部委都在各自的行业内制定并发布了一些与环境工程相关的技术规范，包括国家标准和部颁行业标准，但这些标准数量并不多。从上世纪 90 年代末期至今，建设部在环保标准方面做出大量的工作，但主要是在污水、垃圾处理等领域发布了较多的工程设计标准和验收规范。目前，环境保护部已颁布环境保护标准千余项，其中与环境工程相关的技术规范仅有 60 余项，远远不能满足环境工程服务业发展和环境管理的要求。近年来，我国环境工程服务业发展迅猛，但目前已发布的与环境工程相关的技术规范数量少，不能满足我国环境工程建设与管理。

环境工程技术规范在我国发展处于起步阶段，导致我国环保工程连续稳定达标运行率低，工程建设质量差，技术性能不可靠，造成市场秩序混乱。严谨、完善的环境工程技术规范体系是促进环境工程行业健康发展的必要基础。我国环境工程技术规范体系现在还很不完善，目前尚有大量环境工程技术还没有标准可以依据，大量环境工程技术需要通过制定标准来统一技术要求。因此，从行业发展角度看，我国的环境保护工程技术规范还有待大力发展。

目前，国内铅冶炼行业虽然已经建立了《铅冶炼行业污染防治最佳可行技术指南》和《铅锌冶炼业污染防治技术政策》，但对于铅冶炼行业废水处理工程技术规范的内容还是处于空白阶段。制定该技术规范，对于铅冶炼行业实现可持续发展与重金属的污染控制工作意义重大，同时也是对国家环境保护标准体系的有力的补充、完善。

5 同类工程现状调研

5.1 铅冶炼工艺介绍

（1）行业概况

近年来，我国铅冶炼工业得到了长足的发展，我国成为全球最大的精铅生产国和最大精铅消费国。2014 年全国铅产量 422 万 t，其中矿产铅 262 万 t，再生铅 160 万 t。我国电解铅主要集中在河南、湖南、云南等省区。

受国家产业技术政策要求和企业自身发展需要，铅冶炼行业技术升级加快。目前，我国烧结机-鼓风炉炼铅产能约 40 万吨，约占全国矿铅产能的 10%。由于在烧结过程存在较严重的铅尘及 SO_2 的低空污染，国家已将其列为落后产能，要求在 2013 年底淘汰。替代烧结机工艺的“氧气熔炼—还原炉炼铅技术”（SKS），可有效解决烧结过程严重的铅尘及 SO_2 的低空污染，硫捕集率 $>99\%$ ，实现了清洁生产，同时能耗大幅下降，银回收率显著提高。目前，国内已有 30 多家企业采用该工艺，产能超过 360 万吨，约占矿总产能的 75%。

我国粗铅主要采用电解精炼。传统的电解厂规模一般在 5 万吨/年以下，大都采用小板手工操作，劳动生产率较低。1999 随着驰宏锌锗曲靖冶炼厂引进大板技术，阳极立模浇铸、专用吊车等机械化作业线，使电解单系列规模提高到 10 万吨/年，电解机械化水平大度提升，劳动生产率显著提高。该技术后被河南豫光锌业、内蒙古驰宏呼伦贝尔、山东恒邦、云锡铅厂等采用，并成套装备到我国总承包的印度德里巴工程。株洲冶炼厂开发的铅电解过程化学参数在线控制系统，解决了精确、稳定测定阴极活性过电位等难题，实现了优化控制，使主要技术指标得到显著改善，成本显著降低。截止到现在，全国矿铅产能将近 500 万吨。

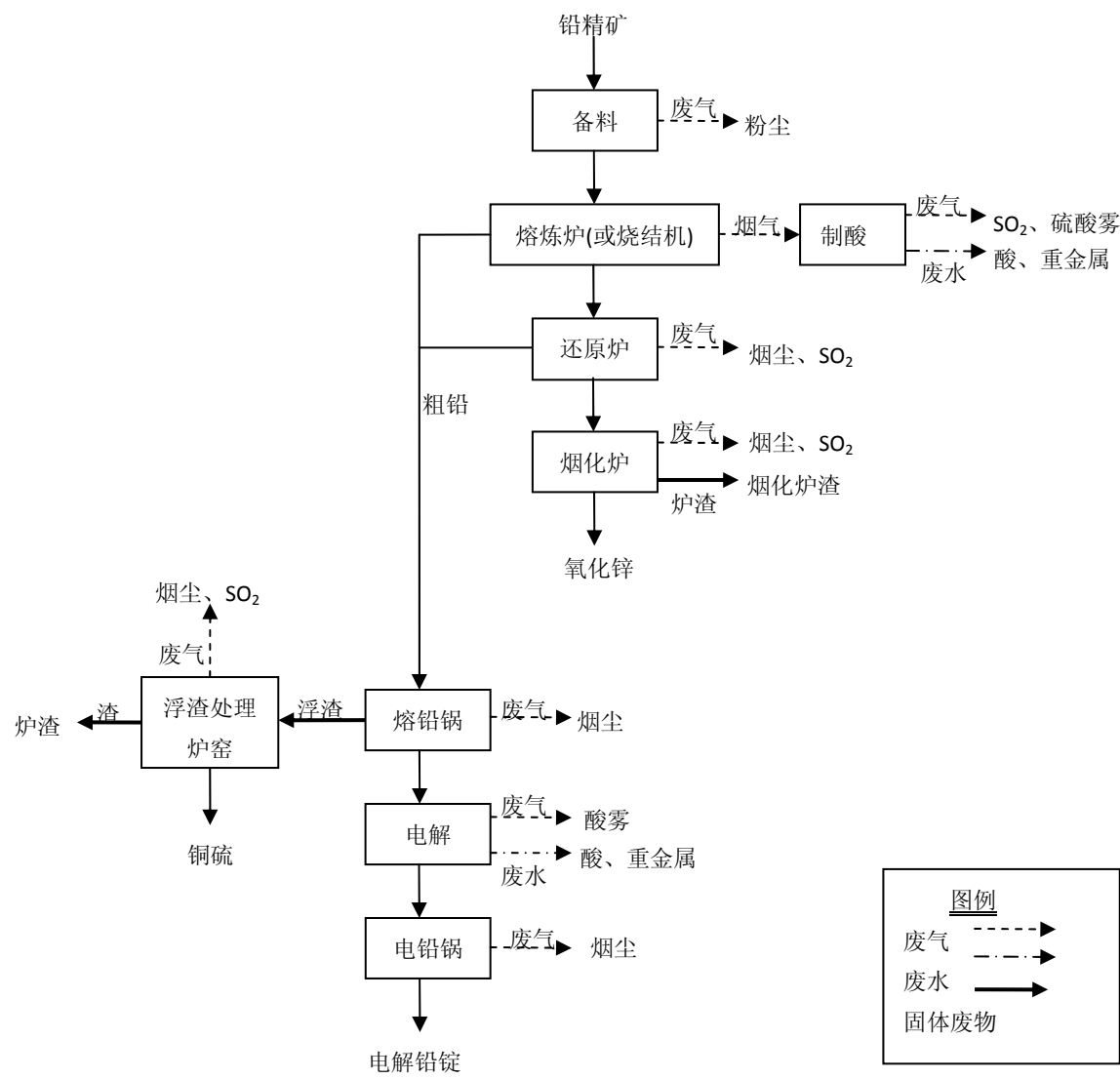
在铅精炼方面，中国和日本类似，基本上全部采用电解精炼工艺，其产品品质稳定，中间物料产出量小，伴生元素容易回收，尤其适合处理高铋粗铅。而俄罗斯和欧美等国普遍采用的火法精炼，其优点是投资较低，中间积存铅量少，资金周转快。

（2）冶炼工艺

铅冶炼通常分为粗铅冶炼和精炼两个步骤。粗铅冶炼过程是将硫化铅精矿经过氧化脱硫、还原熔炼、铅渣分离等工序，产出粗铅，粗铅含铅 95%~98%。粗铅冶炼得到的粗铅中含有多种杂质，如铜、锌、镉、砷等，会影响铅的性质，需要进一步提

纯，去除杂质，即精炼。粗铅精炼分为火法精炼和电解精炼两种，我国通常采用电解精炼。

铅冶炼工艺流程及产污环节如图 5-1 所示。



注：还原炉包括：鼓风机、密闭鼓风机、侧吹还原炉、底吹还原炉等。

图 5-1 铅冶炼工艺流程及产污环节

5.2 铅冶炼废水来源及处理

铅冶炼生产过程中的废水包括炉窑设备冷却水、烟气净化废水、冲渣废水、初期雨水以及冲洗废水等。

铅冶炼生产过程中的废水来源及特征情况见表 5-1。

表 5-1 铅冶炼工艺工业废水产生及来源

废水种类	来源及特征	污染物
循环冷却水	冷却冶炼炉窑等设备产生，废水排放量大，约占总水量的 40%	含热、悬浮物
烟气净化废水	对冶炼、制酸等烟气进行洗涤所产生的废水，废水排放量较大	含有酸、重金属离子（铅、砷、镉、汞等）和非金属化合物
湿法工艺废水	湿法冶炼工艺过程中排放的废水	含重金属（铅、砷、镉、汞等）离子
实验室排水	分析、实验废水	含酸、碱、重金属废水
水淬渣水（冲渣水）	对火法冶炼中产生的熔融态炉渣进行水淬冷却时产生的废水	含有炉渣微粒及少量重金属离子等
有害渣库渗滤液	危废渣场、贮存场的渗滤液	含重金属（铅、砷、镉、汞等）离子
冲洗废水	对设备、地板、滤料等进行冲洗所产生的废水，包括电解或其他湿法工艺操作中因泄漏而产生的废液	含重金属（铅、砷、镉、汞等）和酸
初期雨水	冶炼厂区前 15mm 雨水	含重金属（铅、砷、镉、汞等）
化学水站、锅炉排水	化学水处理站排放的再生废水	主要污染物有热、盐以及碱、酸等

铅冶炼废水治理措施具体见表 5-2。

表 5-2 铅冶炼废水处理措施

废水种类	来源及特征	处理措施
循环冷却水	冷却冶炼炉窑等设备产生，废水排放量大，约占总水量的 40%	宜收集后回用
烟气净化废水	对冶炼、制酸等烟气进行洗涤所产生的废水，废水排放量较大	进污酸污水处理站，可采用硫化物法+石灰中和法处理或采用石灰中和法+铁盐处理工艺，处理后出水排至厂酸性废水处理站进一步处理，酸性废水处理站目前大多采用石灰中和处理工艺
湿法工艺废水	湿法冶炼工艺排水	进废水处理站处理
实验室排水	分析、实验时产生的含酸碱、重金属废水	进废水处理站处理
水淬渣水(冲渣水)	对烟化炉渣进行水淬冷却时产生的废水	经沉淀后循环利用
有害渣库渗滤液	危废渣场、贮存场的渗滤液	进废水处理站处理
冲洗废水	对设备、地板、滤料等进行冲洗所产生的废水，包括电解或其他湿法工艺操作中因泄漏而产生的废液	排入酸性废水处理站处理
初期雨水	冶炼厂区前 15mm 雨水	可单独处理，也可进入重金属废水处理站处理
化学水站、锅炉排水	化学水处理站排放的再生废水	宜单独处理后回用

5.3 典型铅冶炼企业废水处理调研

典型铅冶炼企业废水进出口水质以及废水处理工艺调查情况见表 5-3。以下表格调查的数据为治理设施的进出口数据，并不一定是企业污水排放口数据。上一级治理设施的出水有可能是下一级治理设施的进水。

表 5-3 典型铅冶炼企业废水处理调查情况一览表

项目名称	典型案例名称	典型工艺	治污设施进口浓度（mg/L）				治污设施出口浓度（mg/L）				处理规模 （吨/日）
			铅	汞	镉	砷	铅	汞	镉	砷	
污酸处理	云南冶金集团曲靖有色基地	石灰石中和沉淀	/	/	/	1333.06	/	/	/	0.873	540
	河南豫光金铅铅系统	石灰中和+铁盐絮凝沉淀	50	/	150	2500	0.48	/	0.49	1.11	400
	云南锡业股份有限公司铅业分公司	硫化+石灰中和	/	/	/	7920	/	/	/	2.5	500
	葫芦岛锌业股份有限公司	高浓度泥浆中和+铁盐沉淀	500	10	400	1500	<0.20	0.0019	<0.05	0.14	2500
	广东韶关冶炼厂	石灰中和+硫化沉淀+化学除硬+生物制剂法	77.93	5.23	493.75	164.06	0.096	0.015	0.036	0.45	900
酸性废水处理	云南冶金集团曲靖有色基地	石灰中和+铁盐+吸附	0.8	/	/	0.873	0.112	/	/	0.079	430
	湖南株洲冶炼厂	生物制剂+中和沉淀	5.00-13.47	0.001-0.069	2.12-23.47	0.5-6.0	0.08-0.71	0.001-0.020	0.01-0.07	0.01-0.10	/
	湖南水口山第四冶炼厂	石灰中和+电絮凝	6.783	/	6.726	0.783	0.03		0.022	0.009	4100
	河南豫光金铅锌系统	中和沉淀+膜分离+电絮凝	/	/	0.237	0.0094	/	/	0.008	0.0091	2500
废水深度处理	河南豫光金铅铅系统	化学除硬+生物制剂+膜分离	0.48	/	0.49	1.11	0.1	/	0.01	0.01	6600
	广东韶关冶炼厂	物化+双膜法	0.011	0.018	0.003	0.006	0.004	0.007	0.001	0.003	800m ³ /h

5.4 典型铅冶炼废水处理技术

5.4.1 石灰中和法处理污酸

云南冶金集团总公司曲靖有色基地项目建成投产。项目建成后将形成铅锌矿采选 2000 吨/日，年产电铅 10 万吨、电锌 10 万吨、粗铅 8 万吨、锗 20 吨、黄金 120 千克、白银 150 吨、硫酸 26 万吨的生产能力，同时回收镉、铜、铋等有价金属 400 余吨，利用余热发电 5200 万千瓦时，副产硫酸铵 14000T/a。

（1）生产工艺

该项目由 8 万吨/年粗铅引进高新技术环保节能技术改造工程、10 万吨电铅易地技术改造工程、深部资源综合利用环保节能技术改造工程(简称 10 万吨/年电锌项目)三个子项目组成。

8 万吨粗铅项目：该项目引进当今世界先进的艾萨法顶吹沉没氧化熔炼工艺技术和设备，与富铅渣鼓风炉还原工艺技术相结合，形成了 ISA 粗铅冶炼新工艺，实现粗铅的节能清洁生产和资源高效利用。

10 万吨电铅项目：采用先火法进行初步精炼，除去铜和锡后，再铸成阳极进行电解精炼。电解精炼具有流程短、能使铋及贵金属富集于阳极泥中、有利于综合回收、金属回收率高、劳动条件好、可产出纯度高的精铅的特点；铜浮渣处理采用成本低、经济效益好的反射炉熔炼；阳极泥处理采用流程简单、操作容易、劳动条件较好的传统火法处理工艺。

10 万吨电锌项目：目前拥有 10 万 t/a 电锌生产规模，采用的主要工艺为沸腾焙烧—浸出—净化—电解的湿法冶炼工艺生产电锌。

曲靖有色基地污酸采用石灰中和法。

（2）污酸来源

污酸来自烟气制酸系统排出的废酸，污酸量及水质见表 5-4。

表5-4 污酸原液量及水质表

废水来源	废水量(m ³ /d)	杂 质 含 量 (mg/l)			
		F	Cl	As	SS
污酸原液	360	205.92	120.69	1333.06	184.72

（3）石灰中和法处理污酸工艺

污酸处理工艺流程简述如下：

石灰石由翻斗车倒入料斗中，用皮带输送机定量输送给球磨机，筛下物(-100 目占 85%)排至石灰石乳槽内，再用气动隔膜泵送至第一反应槽内。

将净化工段排出废酸原液，送至石膏第一反应槽，与磨碎的石灰石制成的石灰石乳进行充分搅拌反应。石灰乳投加量由 pH 计自动控制，使第一反应槽内溶液 pH 值为 3.5。

反应后的废水，自第二反应槽上部流至石膏浓密机经沉降浓缩后，上清液作为石膏工段的排出液自流至滤液槽，沉淀下来的石膏，在浓密机底部浓缩后用气动隔膜泵送至二台离心分离机进行过滤分离，产品石膏堆集在石膏仓库。滤后液由水泵加压送至全厂废水处理站处理。该工艺处理规模 540t/d，污酸处理工艺流程见图 5-2。

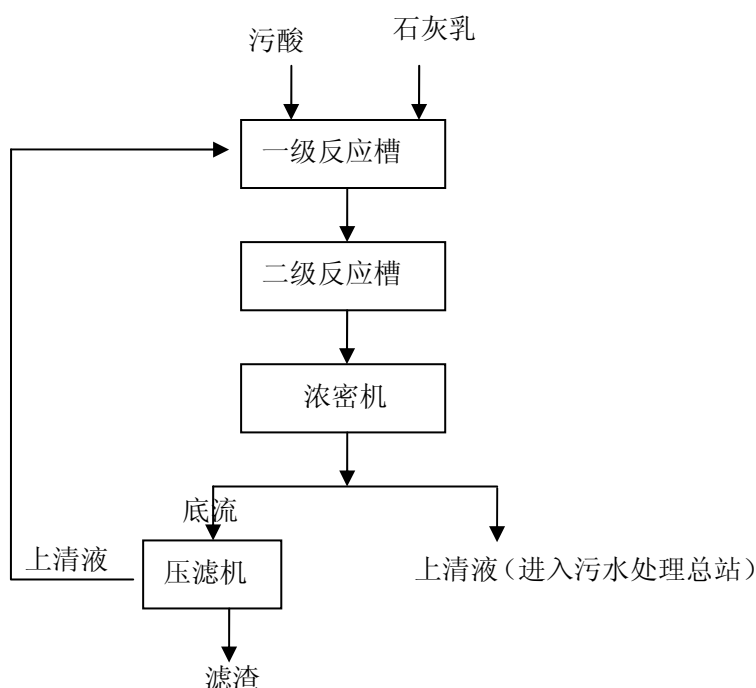


图 5-2 曲靖有色基地污酸处理工艺流程图

5.4.2 石灰+铁盐法+吸附法处理含重金属废水

仍然是曲靖有色基地项目铅生产系统，其含重金属酸性废水采用石灰+铁盐法+硅藻土过滤处理。

(1) 酸性废水来源

酸性废水来自污水处理车间的污酸处理后液，冲洗地面水，部分场地初期雨水和浸出、净液、隔回收、电解、渣过滤化验室等车间排水。

酸性废水成分见表5-5。

表5-5 酸性废水成分表 单位：mg/l

废水种类	污染物种类			
	F	As	Zn	Pb
酸性废水	0.07	0.873	0.91	0.8

(2) 处理工艺流程

酸性污水处理采用石灰乳加铁盐中和法去除污水中重金属等有害物。污酸处理后液湿法各车间排出的酸性污水自流至污水池，用污水泵扬至污水处理站调节池、再用泵扬至一级中和槽，在槽内加硫酸亚铁和浓缩池底流进行中和，出水流至氧化槽、控制 pH=7，氧化槽出水流至二级氧化槽，在槽内加石灰乳和回流液，控制 pH=9，中和后的浆液流至沉淀池进行沉淀，沉淀池底流用泵扬至浓缩池进行浓缩，浓缩池上清液流至回水池，底流部分用泵扬至预碱化槽进行回流，部分用泵扬至压滤机进行固液分离、产生的渣送至渣场，沉淀池上清液达到标准后用泵扬至 2000m³ 二次利用水高位水池，全部回用。

处理流程见图5-3。

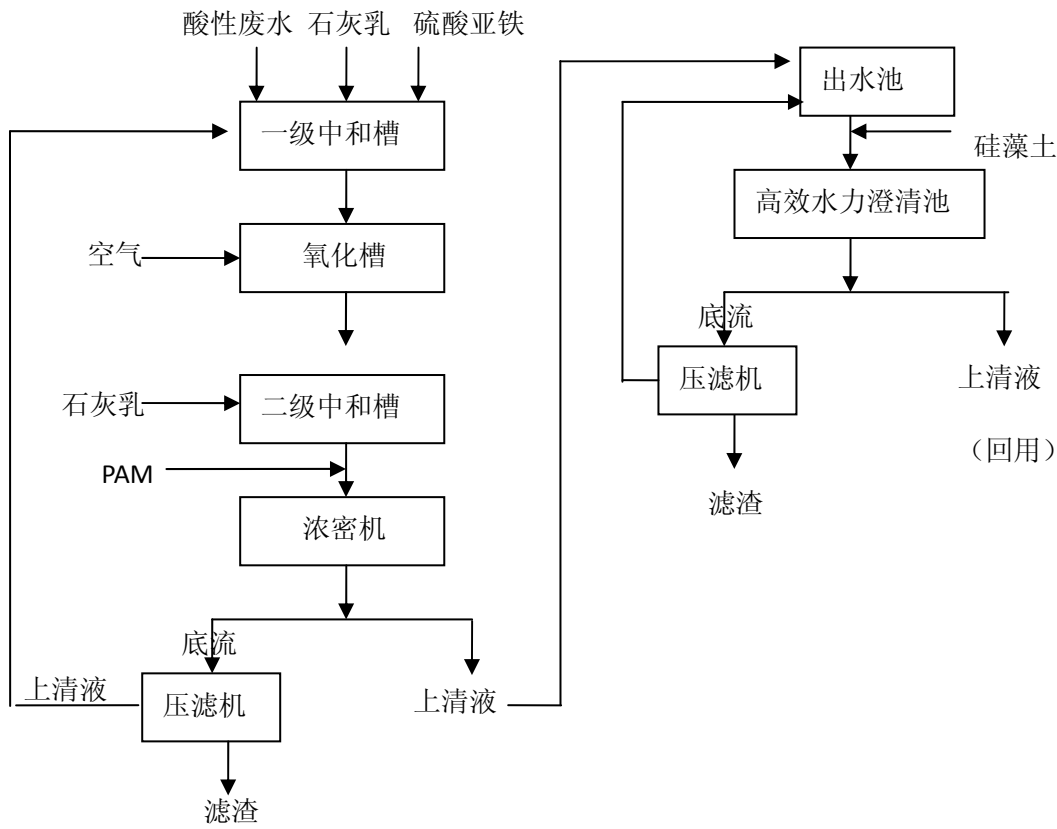


图5-3 曲靖有色基地含重金属酸性废水处理工艺流程图

5.4.3 生物制剂法

生物制剂是以硫杆菌为主的复合功能菌群的代谢产物与其它化合物进行组分设计，通过基团嫁接技术制备的含有大量羟基、巯基、羧基、氨基等功能基团组的复合水处理药剂。该技术采用“生物制剂配合—水解—脱钙—絮凝分离”一体化新工艺和相应设备，冶炼重金属废水通过生物制剂多基团的协同配合，形成稳定的重金属配合物，实现重金属离子（铜、铅、锌、镉、砷、汞等）和钙离子的同时高效净化，净化水中各重金属离子浓度远低于《铅、锌工业污染物排放标准》(GB25466-2010)，可全面回用于冶炼企业。该技术净化重金属高效、抗冲击负荷强、无二次污染，使用过程无需外加营养源，投资及运行成本低、操作简便，可适用于处理各种重金属离子的工业废水。

生物制剂法处理冶炼废水工艺流程如图 5-4 所示。

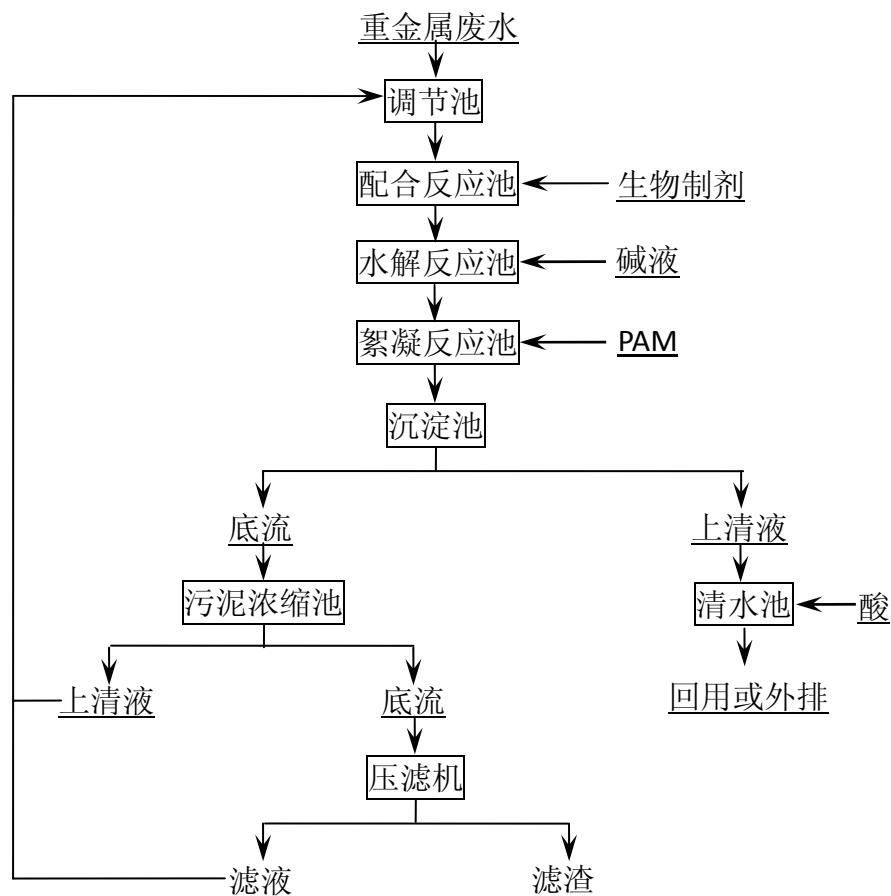


图 5-4 生物制剂处理工艺流程图

工艺流程说明：重金属废水经收集进入调节池进行水质水量调节，调节后废水经提升泵进入配合反应池，在配合反应池中加入生物制剂与废水中的重金属离子发生配

合反应，生成重金属配合物（将废水中的铜、铅、锌、镉、砷、汞等多种重金属离子与生物制剂发生反应生成颗粒较小的重金属配合物，配合反应时间为 20-30min 左右），配合反应完成后进入水解反应池，在水解反应池中加入碱液（石灰乳、电石渣、液碱、氢氧化钠）调节体系 pH 值为 10.0 左右，进行充分水解（水解是将配合反应池中的较小颗粒的重金属配合物长大，生成较大颗粒物的过程，水解反应时间为 20-30min 左右）；最后在絮凝反应池中加入少量絮凝剂进行絮凝反应（絮凝反应时间为 15-30min），反应后废水进入沉淀池实现固液分离，分离后的上清液进入清水池，清水池出水经酸回调至 6~9 后外排。

沉淀池底流通过污泥泵进入污泥浓缩池，浓缩后底流再通过污泥泵进入压滤机，压滤后的污泥进行安全处置，污泥浓缩池上清液及压滤机滤液自流至沉淀池。

部分生物制剂应用于铅冶炼企业情况见表 5-6 所示。

表 5-6 生物制剂法的应用案例一览表

企业名称	项目名称	执行标准	主要污染物
湖南株洲冶炼集团	14400m ³ /d 重金属废水深度处理与回用工程	《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）	铜、铅、锌、砷、镉、深度脱钙
河南豫光金铅集团	5000m ³ /d 重金属废水深度处理与回用工程	《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）	铅、砷、镉、深度脱钙
中金岭南有色金属股份有限公司	韶关冶炼厂 1200m ³ /d 污酸处理系统工程	《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）	铅、锌、砷、镉、深度脱钙
	韶关冶炼厂 4800m ³ /d 废水站深度处理工程	《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）	砷、锌、砷、镉、铅、深度脱钙
青海西部矿业锌业分公司	2400m ³ /d 重金属废水处理及回用工程	《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）	铅、锌、砷、镉、深度脱钙
湖南郴州金贵银业铅厂	铅冶炼污酸废水深度处理工程（200m ³ /d）	《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）	砷、锌、铅、镉

6 主要技术内容及说明

6.1 适用范围

规定了本标准的主要内容和适用范围，明确了标准对铅冶炼废水治理工程全过程的技术指导作用，明确了本标准不适用于再生铅冶炼。本标准适用于铅冶炼废水治理工程的技术方案选择、工程设计、施工、验收、运行等的全过程管理和已建铅冶炼废水治理工程的运行管理，可作为环境影响评价、环境保护设施设计与施工、建设项目竣工环境保护验收及建成后运行与管理的技术依据。

6.2 规范性引用文件

本标准引用了相关的法规、规范和标准，包括铅锌工业污染物排放标准、固废相关标准、环境保护工程技术规范、环保产品技术要求、在线监测技术规范等。

现行的废水治理及工业企业环保类标准是制定本标准的法律依据，其中有关条文是本标准的技术基础，引用此类文件，使标准具有合法性和权威性。

铅冶炼废水治理工程主体工艺与现有城镇污水和工业废水治理有许多共同点，工程中关于工艺、设备、管配件等方面的规定引用了现行的国家及部级标准和技术规范。同时，有关建设工程涉及配套专业和工程施工、安装、调试、验收规范均为本标准的引用文件。

6.3 术语和定义

本标准规定了铅冶炼废水治理工程技术规范涉及到的有关术语及定义，给出了铅冶炼废水、废酸 2 个术语，并进行了定义和解释。

6.4 污染物与污染负荷

本节主要介绍了铅冶炼废水的来源及分类，废水水量及水质的确定。根据国内典型铅冶炼企业废水水质水量的调研情况，给出参考水量、水质。

6.5 总体要求

本节主要介绍了铅冶炼废水治理工程的总体要求，包括一般规定、源头控制、工程规模、工程构成、工程选址与总体布置。

6.5.1 一般规定

一般规定主要介绍了铅冶炼废水治理工程的共性、基本要求，具体包括 6 个方面：

（1）“三同时”原则。铅冶炼企业其废水治理工程应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

（2）一致性原则。铅冶炼废水治理工程的建设规模和工艺配置应与企业生产系统相协调，分期建设的应满足企业总体规划要求。

（3）事故应急设施。铅冶炼废水处理设施应设置事故应急防范设施，防止事故状态下超标废水外排。

（4）在线监测装置。废水处理站应按《排污口规范化整治技术要求》设置规范化排污口，安装计量和在线监测系统，并符合 HJ/T 353、HJ/T 354、HJ/T 355 和 HJ/T 212 的要求。

（5）防腐、防渗原则。废水处理站废水的设施、构筑物以及所用材料、药剂均采取防腐、防漏、防渗等措施。

（6）初期雨水收集的原则。铅冶炼企业在可能受到重金属污染的场地设置初期雨水收集池，收集的雨水需经处理。

6.5.2 源头控制

本节主要从源头控制、过程管理、清洁生产方面针对铅冶炼企业提出要求，包括：

（1）总原则：铅冶炼企业应推行清洁生产，通过源头控制、过程管理提高水循环利用率、有价金属回收率，减少外排废水量。

（2）源头控制、分质处理：铅冶炼企业产生的废水应分类收集、分质处理，实现清污分流、雨污分流。

（3）含重金属废水应优先回用的原则：废酸和含重金属废水处理后可优先回用。

6.5.3 工程规模

本节主要介绍了废水治理工程的建设规模、关键设施的建设规模。

（1）总体建设规模，根据 4.2 确定的水量，放大 1.1-1.2 倍，满足企业总体规划和生产波动要求。

（2）调节池：废水调节池容积应能收集 6-12h 废水量。

（3）事故池：事故池有效容积应能收集最大液体泄漏量、消防水量和降雨量。

6.5.4 工程构成

介绍了铅冶炼废水治理工程的三大构成：废水处理构筑物与设备、辅助工程和配套设施等。

废水处理构筑物与设备包括：废水收集、调节、处理、回用与排放、污泥浓缩与脱水、药剂配置与投加、自动检测控制等；

辅助工程包括：供配电、给排水与消防、供暖通风及厂（站）区道路、围墙、绿地；专用的化验室、控制室、仓库、维修车间、污泥临时贮存场所等；

配套设施包括：办公室、休息室、浴室、卫生间等。

6.5.5 工程选址及总体布置

对铅冶炼废水处理站从工程选址、总平面布置、管线、通道设置、设备排列及管道保温、跑冒滴漏废水收集、建筑造型及场地绿化等方面做出了比较细致和具体的规定。

6.6 工艺设计

本节主要规定了铅冶炼废水治理工程工艺设计的一般规定、工艺选择、污泥处理和药剂配制与投加。

6.6.1 一般规定

本节主要介绍了工艺设计的一般要求，包括设计前对水质、水量的调查、处理工艺选择的原则、处理后水质的依据以及部分废水的方式。

6.6.2 工艺选择

本节主要介绍了适合废酸、废水的处理工艺选择。

6.6.2.1 废酸处理工艺选择

废酸处理工艺宜选用石灰中和法、高浓度泥浆法、石灰+铁盐法、硫化法+石灰中和法、生物制剂法。

6.6.2.2 含重金属废水处理工艺选择

含重金属废水处理工艺选用石灰中和法、高浓度泥浆法、石灰+铁盐法、生物制剂法、电化学法。

6.2.2.3 严格控制重金属外排地区，废水处理达标后应进行深度处理，宜选用的深度处理工艺有：膜分离法、吸附法等。

6.6.3 主要工艺单元

6.6.3.1 石灰中和法

中和法是向废水中投入中和剂，使废水中金属离子生成氢氧化物沉淀与水分离，同时使废水达到排放标准。常见的中和剂有石灰、石灰石、电石渣、苏打、苛性碱等。由于石灰来源广、价格低、操作简便，故石灰为常用中和剂。

石灰中和法具有流程简单、处理效果好、操作管理便利、处理成本低廉的特点，但采用石灰时，渣量大，含水率高，脱水困难。另外，两性金属氢氧化物在高 pH 值

时能生成羟基络合物，出现返溶现象，使污水中金属离子浓度再次升高。因此，中和沉淀法处理重金属污水对 pH 值调整、控制要求较高，理论计算得到的 pH 值只能作为参考，污水处理最佳 pH 值及碱性沉淀剂投加量应根据试验确定。

云南冶金集团总公司曲靖有色基地即采用该工艺。

6.6.3.2 硫化法

硫化法适用于含砷浓度较高的污酸，废酸中砷含量高于 1000mg/L 时，宜采用该工艺优先去除砷。主要用于有效去除废酸中的砷。硫化法在酸性条件下处理效果优于碱性条件下，因此硫化法回收有价金属后出水一般还需采用其他方法处理方可达标，大多情况下与石灰中和法联合使用。

云南锡业股份有限公司污酸处理采用两段中和处理工艺。一段硫化法除砷，净化工段污酸先加入 Na_2S 来去除污酸中大部分的 As，二段除酸，即将一段处理后液用石灰石中和，将污酸 pH 中和至 2，再进入酸性废水处理厂进行污水处理。

6.6.3.3 高浓度泥浆法（HDS）

高浓度泥浆法是常规石灰中和法的革新和发展，与石灰中和法相同，其适用于处理采矿酸性废水，尤其适用于对现有常规石灰中和法的技术改造。其最大优势在于可以通过污泥回流，使稀疏底泥颗粒出现比较显著晶体化、粗颗粒化现象，改进沉淀物形态和沉淀污泥量，将底泥含固率从石灰中和法底泥浓度由 1-2% 提高到 20-30%，大幅降低污泥体积，降低污泥处置费用；同时可减少石灰消耗，易于实现自动化控制，延缓设备、管道结垢现象，降低运行、维护费用低。

目前国内尚无铅冶炼企业使用该技术，但已有多家锌、铜冶炼企业使用该技术处理污酸。葫芦岛锌业股份有限公司新建锌冶炼系统，制酸工段排放的污酸废水处理是其配套的环保工程。该公司采用“高浓度泥浆法（HDS）+铁盐沉淀法”组合工艺处理废水，处理规模为 $80\text{m}^3/\text{h}$ 。

6.6.3.4 石灰+铁盐法

该技术是向废水中加石灰乳($\text{Ca}(\text{OH})_2$)，并投加铁盐，如废水中含有氟时，需投加铝盐。将 pH 调整至 9~11，去除污水中的 As、F、Cu、Fe 等重金属离子。铁盐通常采用硫酸亚铁、三氯化铁和聚铁，铝盐通常采用硫酸铝、氯化铝。该技术是处理含砷、氟酸性废水的典型工艺，此法的优点是除砷效果好，工艺流程简单，设备少，操作方便。缺点是砷渣过滤困难。该技术适用于去除钒、铬、锰、铁、钴、镍、铜、锌、锡、汞、铅、铋等。

云南冶金集团总公司曲靖有色基地酸性废水采用该工艺。

酸性污水处理采用石灰乳加铁盐中和法去除污水中重金属等有害物。污酸处理后液湿法各车间排出的酸性污水自流至污水池，用污水泵扬至污水处理站调节池、再用泵扬至一级中和槽，在槽内加硫酸亚铁和浓缩池底流进行中和，出水流至氧化槽、控制 $\text{pH}=7$ ，氧化槽出水流至二级氧化槽，在槽内加石灰乳和回流液，控制 $\text{pH}=9$ ，中和后的浆液流至沉淀池进行沉淀，沉淀池底流用泵扬至浓缩池进行浓缩，浓缩池上清液流至回水池，底流部分用泵扬至预碱化槽进行回流，部分用泵扬至压滤机进行固液分离、产出的渣送至渣场，沉淀池上清液达到标准后用泵扬至 2000m^3 二次利用水高位水池，全部回用。

6.6.3.5 电化学法

电化学法是一种使用电能代替化学试剂的废水处理方法，能够同时去除水中的多种重金属，砷、铅、镉、铜、锌、锰、铬、等。

电化学工艺是利用外加电压来电解废水，其采用可溶性阳极（Al 或 Fe），在阳极上生成 Al^{3+} ， Fe^{2+} ， Fe^{3+} 等阳离子，与水中 OH^- 离子结合成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ， $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ， $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 等絮凝剂，同时在阳极上析出 O_2 微气泡，而在阴极上产生 H_2 微气泡。

电化学的作用机理主要包括三个方面：电解凝聚、电解气浮以及电解氧化还原。

1) 电解凝聚是指可溶性阳极产生的阳离子经过水解、聚合作用，产生一系列多核羟基络合物及氢氧化物，这些物质作为絮凝剂就可对水中污染悬浮物及胶体进行絮凝作用。

2) 电解气浮是指水在电解时产生少量的 O_2 和 H_2 微气泡，这些气泡的粒径和密度都非常小，具有一定的吸附能力和浮载能力，能吸附水中产生的污染物絮凝团并浮升到水面，从而达到固液分离的效果。

3) 电解氧化还原是指水在电解过程中产生的 Cl^- ， ClO^- ， O_2 等具有强氧化性的物质可以把水中的某些大分子有机污染物氧化成小分子有机物，有些物质还可被氧化成 CO_2 和 H_2O 而直接去除，小分子有机物通过絮凝和气浮就能很好去除。

由于电化学的多种协同作用，使其能降解的污染物种类多、效率高,因而被广泛采用。

电化学法的应用案例见表 6-1。

表 6-1 电化学法的应用案例一览表

项目名称	工程特征	竣工时间
湖南水口山有色金属集团有限公司冶炼废水深度处理及回用工程	全球首个规模超过 4000 吨的重金属废水电化学处理工程，（4200 吨/日）	2008 年
锡矿山闪星锑业有限责任公司锌厂雨水收集及综合利用工程	锌冶炼废水处理及综合利用，雨水收集处理及清洁化生产规划（600 吨/日）	2010 年
水口山有色金属集团有限公司第八冶炼厂铅冶炼废水治理工程	污酸废水（400 吨/日）及厂区综合废水（1000 吨/日）	2011 年
云南永昌铅锌股份有限公司铅锌冶炼与采选废水处理工程	铅锌冶炼与采选废水处理（1000 吨/日）	2011 年
济源市万洋冶炼集团有限公司重金属废水深度处理工程	铅冶炼废水，含铅、砷、镉、锌等重金属污染物（2000 吨/日）	2012 年
济源市金利冶炼有限公司铅冶炼废水深度处理工程	铅冶炼废水，含铅、砷、镉、锌等重金属污染物（2500 吨/日）	2012 年
河南豫光金铅集团有限公司锌冶炼废水处理工程	锌冶炼废水，含铅、砷、镉、锌等重金属污染物（2500 吨/日）	2012 年
湖南华信有色金属有限公司铅冶炼废水处理工程	10 万吨铅冶炼污酸及生产废水（1300 吨/日）	2012 年
湖南三立集团股份有限公司锌冶炼废水处理工程	锌冶炼废水，含铅、砷、镉、锌等重金属污染物（1200 吨/日）	2013 年
云南驰宏锌锗会泽公司铅冶炼渣场废水处理工程	铅锌冶炼废渣场含重金属渗滤液（500 吨/日）处理后水质达到《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准	2013 年
乌拉特后旗瑞峰铅冶炼有限公司重金属废水处理工程	铅冶炼污酸废水及生产废水（1200 吨/日）	2013 年
焦作东方金铅有限公司	铅锌冶炼废水（900 吨/日）	在建
云南驰宏锌锗会泽公司铅锌冶炼废水处理工程	铅锌冶炼污酸废水（1600 吨/日）处理后水质达到《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准	在建

6.6.3.6 生物制剂法

该技术采用“生物制剂配合—水解—脱钙—絮凝分离”一体化新工艺和相应设备，冶炼重金属废水通过生物制剂多基团的协同配合，形成稳定的重金属配合物，实现重金属离子（铜、铅、锌、镉、砷、汞等）和钙离子的同时高效净化，净化水中各重金属离子浓度远低于《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010），可全面回用于冶炼企业。该技术净化重金属高效、抗冲击负荷强、无二次污染，使用过程无需外加营养源，投资及运行成本低、操作简便，可适用于处理各种重金属离子的工业废水。

湖南株洲铅锌冶炼厂采用生物制剂法处理酸性废水。

湖南株洲铅锌冶炼厂采用“生物制剂+中和沉淀”组合工艺处理生产中的含重金属废水。该技术利用城市生活污水厂活性污泥中微生物资源丰富的特点，通过对活性污泥进行调整改性获得一系列能够净化重金属离子的功能菌群，组成混合的微生物体系，即生物络合剂。生物络合剂加入 3000m^3 的混合反应池，通过微生态系统中多种群微生物的协同作用及污泥本身的吸附功能来净化低浓度重金属废水。处理后的净化水水质可达到工业用水要求，全部回用于工业生产。

处理工艺流程：将生物制剂通过泵打入废水管道中进行配合反映，然后进入混合反应池，通过自动加药系统加入 NaOH 、 Na_2CO_3 调节反应池 pH 值为 9~10 进行中和沉淀，再进入斜板沉淀池沉淀液固分离，上清液即为处理后的净化水，污泥经浓密和压滤后进入冶炼系统综合利用。

6.6.3.7 膜分离法

膜分离作为一种废水深度处理技术，是一种新兴的分离技术，基本原理是在某种推动力作用下，利用膜的选择透过性进行分离和浓缩。膜分离主要应用于严格控制重金属外排地区，可用作重金属的回收和废水的深度处理回用。

膜处理技术作为一种在废水处理领域的新兴技术已有广泛的研究和探索以及应用。由于其分离效率高、无相变、节能环保，具有设备简单、操作简便等特点，特别是可回收有价金属和水资源，将资源回收和废水处理有效结合起来，符合国家推广清洁生产和循环经济的思想，享有国家政策导向和支持，在水处理领域具有相当的技术和政策优势，已经成为工业废水处理不可缺少的技术之一，并具有广阔的发展前景。

豫光金铅、韶关铅锌冶炼厂均采用膜分离技术进行废水深度处理回用。

6.6.3.8 吸附法

吸附法是一种废水深度处理技术。《重金属污染防治“十二五”规划》实施以来，国家对重金属排放要求越来越严；对部分重金属总量饱和地区禁止含重金属废水外排，或要求处理后出水达到地表水环境质量标准后方可排放。该方法在铅冶炼行业尚无应用案例，但在采选行业已有成功应用。广西华锡集团车河选矿厂采用“以纳米复合材料强化吸附为核心的重金属废水深度处理与回用集成技术”处理选矿废水，处理规模 $1200\text{m}^3/\text{d}$ ，出水可达到《地表水环境质量标准》Ⅲ类要求。

6.6.4 污泥处理

本节主要规定了污泥综合利用或安全处置、防治二次污染的要求。

(1) 污泥处置需遵循资源化、减量化、无害化原则，优先资源回收，不能回收的需安全处置；

(2) 需根据鉴定结果确定污泥的综合回收和安全处置方式；

(3) 污泥脱水设备的选择应考虑过滤强度和污泥含水率要求，根据试验或类比确定；

(4) 脱水设备配置应考虑连续性、临时贮存和污泥外运通道的要求；

(5) 污泥脱水及机械冲洗水应收集处理。

6.6.5 药剂配制与投加

本节主要规定了药剂配制与投加的要求。

(1) 药剂种类和投加量的选择应通过试验和根据相似条件下的运行经验确定，并应考虑以废治废的可能。

(2) 根据药剂性质选择不同输送设备及管道材质，投加石灰乳、PAM 等高粘度或易结垢药剂的计量泵，宜选用螺杆泵，泵管道出口应配备脉冲阻尼装置。

(3) 硫化剂配制与贮存装置应密闭，铁盐可选用二价铁盐、三价铁盐。

(4) 贮量根据药剂用量和供应条件合理确定，一般不少于 15d 的投药量。

(5) 给出各种药剂的配制参考浓度

6.7 主要工艺设备及材料

本标准对主要工艺设备和材料的选型提出了技术要求，设备和材料的选型首先应根据设计工艺和特点，主要设备材料的性能应能满足废水处理的系统要求，在满足系统可靠性和经济性的同时，还应符合国家现行的产品标准。

本标准规定了需要设置备用设备的备用形式和要求。对铅冶炼废水处理工艺中的水泵、混合反应器、过滤设备、沉淀池、浓缩池、脱水设备等设备在选型和选用中应遵循的标准规范提出了具体要求。

6.8 检测与过程控制

本标准规定了铅冶炼废水处理站应根据工艺要求，在调节池、中间水池、污泥浓缩池、清水池等水池设置液位控制仪，并满足自动及手动控制泵启停的要求；规定了废水治理工程的处理水量控制方式、加药系统通过 pH 计、ORP 控制加药量；规定了自动控制系统的配置和基本要求。

6.9 辅助工程

辅助工程是铅冶炼废水治理工程的重要组成部分，是实现工艺目标的辅助手段。根据工艺要求，标准规定了配套的供配电系统、给排水和消防系统、采暖通风、建筑、结构、道路与绿化等方面的技术要求，规定了应符合的相关标准和规范。

6.10 劳动安全与职业卫生

铅冶炼废水治理工程在建设、运行过程中会产生各种二次污染及安全隐患，标准要求严格执行国家现行环境保护、劳动安全、职业卫生方面相关标准。

6.11 施工与验收

工程施工及验收是废水治理工程建设的重要环节。本标准规定了工程设计、施工单位的资质条件，施工程序和管理，建筑、安装工程应遵守的施工技术条件，使用设备、材料、器件与国家相关标准和产品质量验证文件等的要求。

标准强调废水治理设施应按相应专业验收规范进行，现有废水治理设施升级改造应单独进行验收，要求工程竣工验收和环境保护验收分阶段进行，规定了工程验收和环境保护验收需提交的技术资料。

6.12 运行与维护

运行达标是治理工程的目的，维护和管理是保证系统长期正常运转的关键。

本标准在工程运营单位的资质、技术力量配置、上岗人员的技能培训、营运及关停的报批、运行目标、运行维护应达到的技术管理指标等方面进行了明确的规定，要求运行部门或单位应制定一系列操作规程和巡检制度，建立系统运行记录制度。明确应记录的主要内容，规定了记录格式、填写和管理要求。运行人员应按照制度履行好自己的职责，确保系统经济稳定运行。标准同时规定了按照国家环保要求和有关规定，对废水处理站排放口进行监测。建立突发性事故应急预案和突发事件的解决和上报要求。规定了废水处理站的应急措施。此外，为确保系统稳定可靠地运行，标准规定必须加强工程的管理和维护，废水治理从工程的维修保养应与全长的维修保养计划统筹安排。

7 标准实施的环境效益和经济技术分析

该标准实施后，外排废水的污染物铅浓度降低到 0.5mg/L 以下、镉浓度降低到 0.05 mg/L 以下、汞浓度降低到 0.03 mg/L 以下、砷降低到 0.3 mg/L 以下，周边环境得以大幅改善，其环境效益和经济效益十分明显。

8 标准实施建议

本标准为首次制订，由于铅冶炼行业采用的冶炼工艺较多，原料矿来源复杂，产生废水状况不同，而各企业采用的治理方法不同，铅冶炼废水的治理技术将随着环境保护管理有求而不断发展与创新，目前技术上不成熟、应用上不广泛的技术在将来会不断发展，不断投入使用。因此，本标准中的相关技术、工艺会发生相应的变化，相应的技术要求也应随之进行相应的调整。

建议在本标准实施过程中，广泛听取和收集各方面的意见与建议，根据实际应用情况，对本标准进行不断的修订和完善，使其实用性和可操作性与时俱进，不断满足环境管理和环保设施工程建设需要。