

铅冶炼废水循环利用技术规范（征求意见稿）

编制说明

北京矿冶科技集团有限公司

2019年4月

目录

1、任务来源	1
2、编制意义	1
3、编制依据与主要参考资料	2
3.1 编制依据	2
3.2 主要参考资料	2
4、编制过程	3
5、行业概况	3
5.1 烧结—鼓风炉法	4
5.2 氧气底吹熔炼—鼓风炉还原炼铅工艺	5
5.3 富氧顶吹熔炼—鼓风炉还原炼铅工艺	7
5.4 其它直接炼铅法	9
6、铅冶炼废水来源及循环回用技术	12
6.1 铅冶炼废水来源	12
6.2 废水循环利用方式	13
6.3 铅冶炼废水处理工艺	14
6.3.1 污酸处理工艺	14
6.3.2 综合废水处理工艺	16
7、主要技术内容及说明	17
7.1 主要技术内容	17
7.2 相关说明	19
8、下一步工作安排	20

1、任务来源

根据全国有色金属标准化技术委员会《关于转发2017年第二批有色金属国家、行业、协会标准制（修）订项目计划的通知》（有色标委[2017]31号文），北京矿冶科技集团有限公司负责起草本标准，参与单位有韶关冶炼厂、云南驰宏锌锗股份公司、河南豫光金铅股份公司、江西铜业铅锌金属公司，项目编号：2017-0444T-YS。现将编制说明情况说明如下。

2、编制意义

我国是全球最大的精铅生产国，铅产量和消费连续多年位居世界第一。铅金属广泛应用于蓄电池、电缆护套、机械制造业、船舶制造、轻工等行业，铅冶炼工业已成为国民经济中不可或缺的重要组成部分，而铅冶炼行业也是典型的高耗水行业之一。据中国有色金属工业协会统计数据，2015年我国的铅金属产量为385.8万吨，按每吨铅金属冶炼新虽用量10吨计，我国每年铅冶炼用水量为3858万吨，铅冶炼过程的节水潜力巨大。

铅冶炼是重金属排放量最大的行业，许多重金属污染事件跟该行业企业有关，所以铅冶炼工业水利用和处理的发展方向是实现零排放。目前国内出台的《铅冶炼污染防治最佳可行技术指南（试行）》（HJ-BAT-7）只针对污染物末端治理，但铅冶炼企业普遍存在着回用水节点的水质要求不清，处理方法不合理等问题，造成无法达到零排放要求或者处理成本过高，上述问题已成为铅冶炼行业发展的一个瓶颈，严重制约了企业的可持续发展。

本标准的制定将从工艺全过程识别水回用节点，确定不同回用场合的水质要求，阐明各回用处理技术及工艺参数，对铅冶炼工艺中的水循环进行全覆盖，给铅冶炼生产水的循环利用进行全过程指导，为工程设计、环境管理提供充足的技术支撑。填补国内和国际上铅冶炼行业在水循环利用规范上的空白。

3、编制依据与主要参考资料

3.1 编制依据

GB25466 铅、锌工业污染物排放标准
GB/T1576 工业锅炉水质
GB/T50050 工业循环冷却水处理设计规范
GBT19923-2005 城市污水再生利用 工业用水水质
GB/T 6920 水质 pH值的测定 玻璃电极法
GB/T 13200 水质 浊度的测定
GB/T7477 水质 钙和镁总量的测定
GB/T16488 水质石油类和动植物油类的测定 红外光度法
GB/T 7484 水质 氯化物的测定 硝酸银滴定法
GB/T 11896 水质 氟化物的测定 离子选择电极法
GB/T7475 水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法
HJ537-2009 水质 氨氮的测定蒸馏-中和滴定法
GB/T7485 水质 总砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法
GB/T7468 水质 总汞的测定 冷原子吸收分光光度法
HJ-BAT-7 铅冶炼污染防治最佳可行技术指南（试行）

3.2 主要参考资料

- (1) 《重有色金属冶炼设计手册》编委会，重有色金属冶炼设计手册 铅锌铋卷（铅冶炼篇），北京：冶金工业出版社，1995；
- (2) 《铅锌冶金学》编委会，铅锌冶金学，北京：科学出版社，2003.3；
- (3) 康义.中国有色金属工业年鉴 [M]. 北京:中国有色金属工业协会,2006~2008；
- (4) 张乐如主编，铅锌冶炼新技术，长沙：湖南科学技术出版社，2006.3；
- (5) 《有色金属工程设计项目经理手册》编委会，有色金属工程设计项目经理手册，北京：化学工业出版社，2002.10；

- (6) 铅冶炼污染防治最佳可行技术指南（试行）征求意见稿
- (7) 《工业循环冷却水处理设计规范》（GB/T50050）
- (8) 铅冶炼企业调查表等资料。

4、编制过程

2017年10月，承担本标准编制工作。

2018年1~2月，通过文献、资料调研，完成前期准备工作，拟定开题报告。

2018年3~8月，对国内铅冶炼企业进行现场考察与资料调研，调查企业有河南豫光、韶冶、江西铜业铅锌金属有限公司等主要企业。

2018年8~11月，根据调查数据统计，结合相关文献数据及整理调研材料，完成了《铅冶炼废水循环利用技术规范》（初稿）及编制说明。

2019年2月~4月，根据进一步的问卷调查及资料查阅，完成了《铅冶炼废水循环利用技术规范》（预审稿）及编制说明。

5、行业概况

我国铅产量连续多年位居世界第一。据国际铅锌研究小组统计，2015年全球精铅产量为1094.3万吨，其中根据中国国家统计局数据，中国2015年精铅产量470.0万吨，占全球铅产量的41.9%。2017年中国铅产量累计471.6万吨，累计增长9.7%，其中河南、湖南、云南和湖北为四大精铅生产省份，占全国总产量的80%左右，河南省为全国第一产铅大省。

铅的火法冶炼方法可以简单概括为传统法和直接炼铅法。传统法即烧结鼓风炉熔炼法直接炼铅法即取消硫化铅精矿烧结生精矿直接入炉熔炼的方法。目前国内新建铅冶炼厂均以直接炼铅法为主。

直接炼铅法分为熔池熔炼和闪速熔炼熔池熔炼主要包括德国研发的QSL法澳大利亚研发的氧气顶吹浸没熔炼法瑞典研发的卡尔多法和我国自行研发的水口山法由前苏联开发的基夫赛特法和我国自行研发的铅富氧闪速熔炼法属闪速熔炼范畴。

5.1 烧结—鼓风炉法

烧结设备主要有烧结机、烧结锅和烧结盘，还原设备主要是鼓风炉。硫化铅精矿采用鼓风烧结机脱硫烧结后，烧结块送鼓风炉进行还原熔炼，大量的返粉返回烧结配料工序；鼓风炉渣进烟化炉回收锌，烟化炉渣水淬后排放。工艺流程如图 1 所示。

该工艺简单、生产稳定、金属直收率高；但返料循环量大、烟气含尘量高、劳动条件差、Pb 尘排放量较大，烧结机烟气含 SO₂ 浓度低、烟气 SO₂ 浓度一般为 3%-4%，无法采用“二转二吸”工艺制酸，因此硫利用率低，烟气污染严重。目前部分企业对烧结机烟气采用低浓度制酸技术制酸（WAS 法和非稳态制酸法），回收其中的 SO₂，对于非稳态制酸工艺，制酸尾气需经吸收处理方可达标排放。该工艺能耗较直接炼铅工艺高，目前韶关冶炼厂采用此工艺。

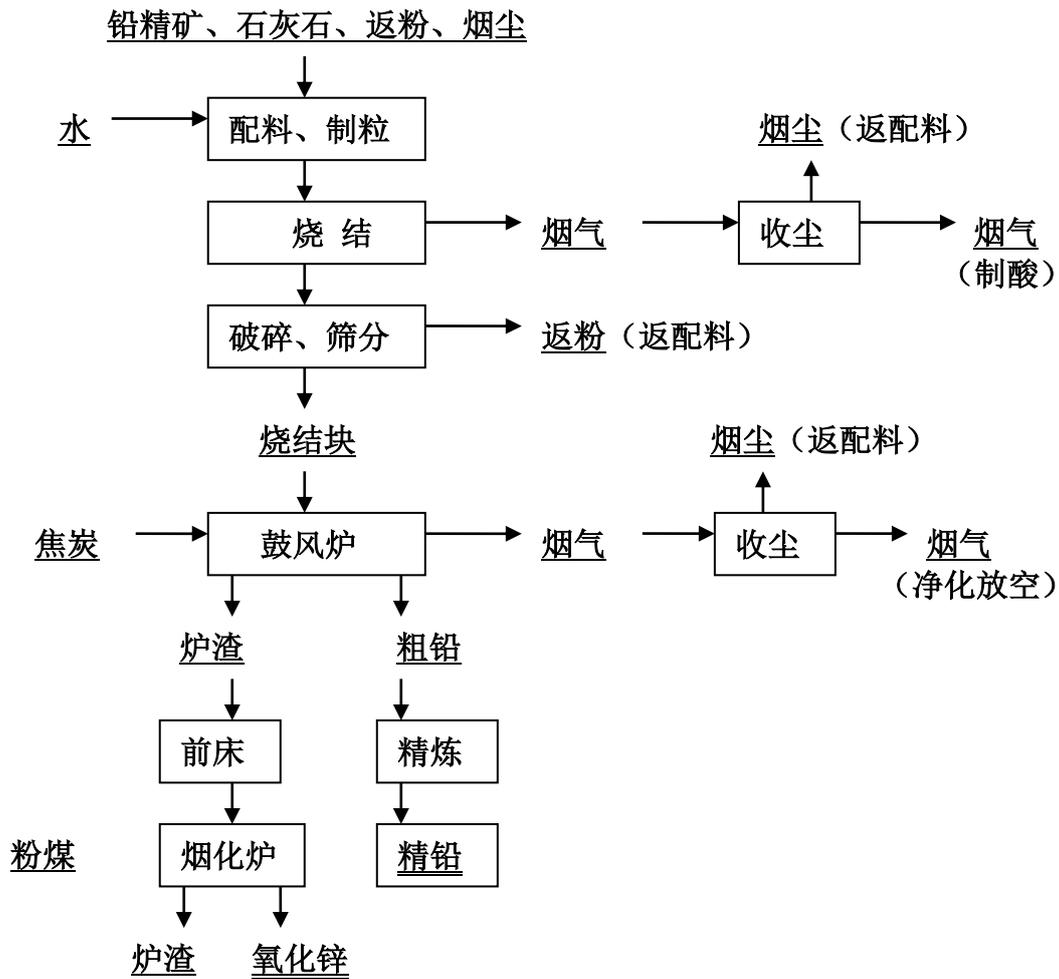


图 1 烧结焙烧-鼓风炉还原熔炼工艺流程图

5.2 氧气底吹熔炼-鼓风炉还原炼铅工艺

氧气底吹熔炼-鼓风炉还原炼铅工艺即水口山炼铅法 (SKS)，是我国具有自主知识产权的先进工艺。目前已建成和在建项目产能已接近我国铅总产能的 40%。

炉料在底吹炉内氧化熔炼，产品为粗铅及含铅较高炉渣（高铅渣），将高铅渣铸成块，加入鼓风炉内进行还原熔炼产出粗铅，由于硫化矿的氧化脱硫是在一个密闭的卧式筒型炉内进行的，所以确保了作业环境条件良好，从而解决了铅冶炼过程中严重污染环境的问题。工艺流程如图 2 所示。

氧气底吹熔炼过程是纯氧熔炼，因此底吹熔炼烟气 SO_2 浓度较高，可采用“二转二吸”制酸工艺回收硫，吸收后的尾气含 SO_2 、硫酸雾浓度均低于国家允许排

放标准。厂区 SO_2 的低空污染也得到了较好的解决。

由于取消烧结过程，从而大大降低返粉量，生产过程中产出的铅烟尘均密封输送并返回配料，有效防止了铅尘的弥散污染；

由于底吹炉采用纯氧熔炼，实现了完全自热，入炉原料中不需要配煤补热；工艺还回收了底吹炉烟气中的余热，每生产 1 吨粗铅，同时产出 0.5-0.8t 蒸汽（4MPa）；SKS 法炼铅工艺的粗铅产品综合能耗小于 430kg 标准煤/t 铅，远低于烧结——鼓风炉炼铅工艺综合能耗（550kg 标准煤/t 铅）。

目前应用该技术已有 1 台 5 万 t/a、8 台 8 万 t/a、2 台 11 万 t/a 共计十个铅冶炼厂建成投产，并有六个铅冶炼厂正在施工建设，另有八个厂家在项目设计阶段。从采用该技术工厂运行的情况看，该工艺投资省，综合能耗低，环保好，金属回收率高，生产成本比传统工艺低，氧气底吹炼铅技术达到国际领先水平。

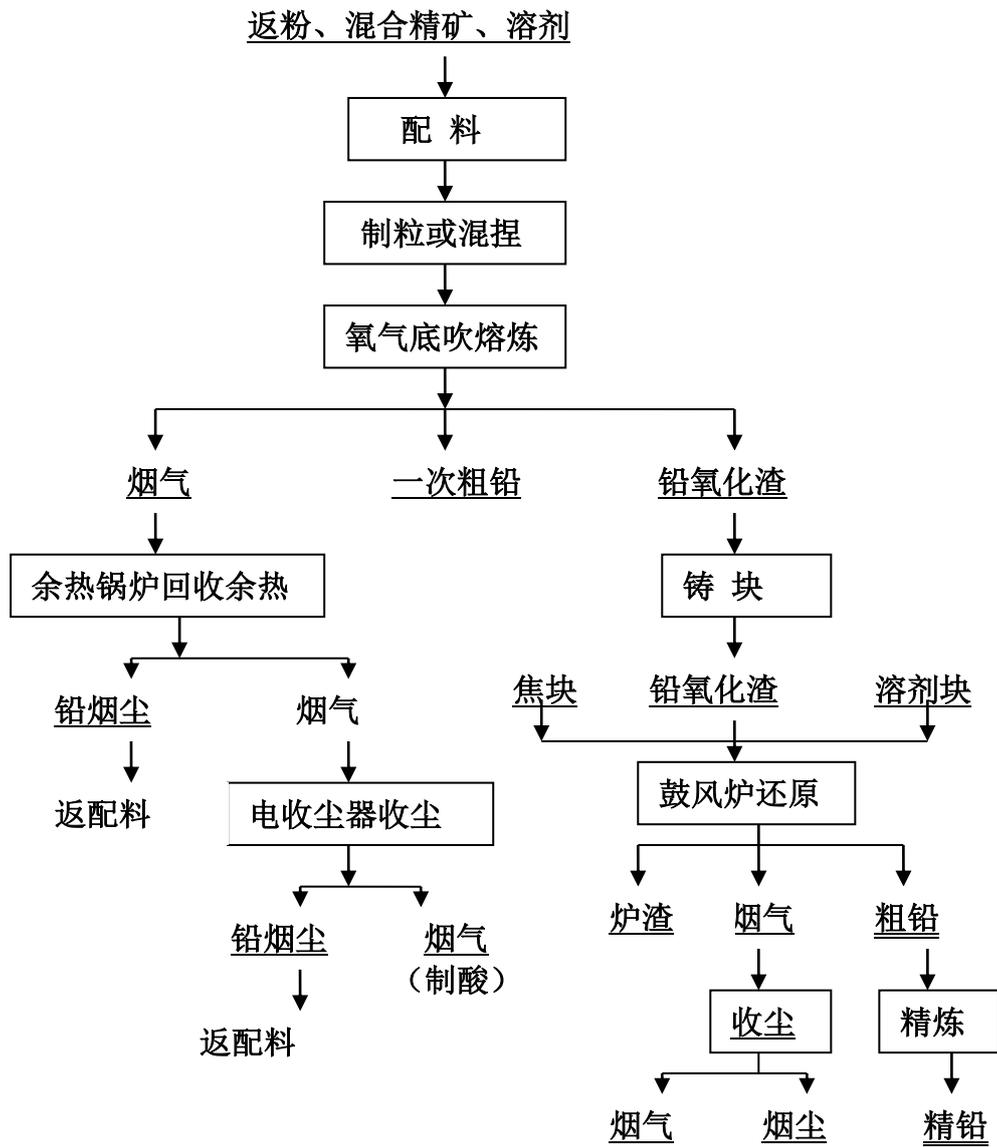


图 2 氧气底吹熔炼—鼓风炉还原炼铅工艺流程图

5.3 富氧顶吹熔炼—鼓风炉还原炼铅工艺

富氧顶吹熔炼—鼓风炉还原炼铅工艺（I-Y 铅冶炼方法）利用艾萨炉氧化熔炼和鼓风炉还原熔炼的优势，同时考虑湿法炼锌浸出渣的处理问题，增加了烟化炉系统。具体工艺流程见图 3。

硫化铅精矿采用 ISA 炉富氧顶吹氧化熔炼，在熔池内熔体-炉料-富氧空气之间强烈的搅拌和混合，大大强化热量传递、质量传递和化学反应速度，物料入炉始就开始反应，相应的延长反应时间，因此反应过程更充分；还原熔炼基于鼓风

炉熔炼，增加热风技术、富氧供风技术和粉煤喷吹技术，形成独特的 YMG 炉还原技术，处理能力大幅度提高，降低了焦炭消耗和渣含铅率。

富氧顶吹熔炼—鼓风炉还原炼铅工艺（I-Y 铅冶炼方法），环保效果好，ISA 炉的密封性比较好，冶炼过程中烟气泄露点少，作业环境好；同时产生的烟气 SO₂ 浓度高，完全满足“二转二吸”制酸工艺要求，S 回收利用率高；目前云南驰宏公司规模为粗铅 8 万 t / a 的曲靖铅冶炼工厂已投入生产运行，效果良好，该公司新建会泽铅冶炼厂将采用从 I-Y 铅冶炼法发展的“ISA 炉熔炼—高铅渣直接还原”新工艺。

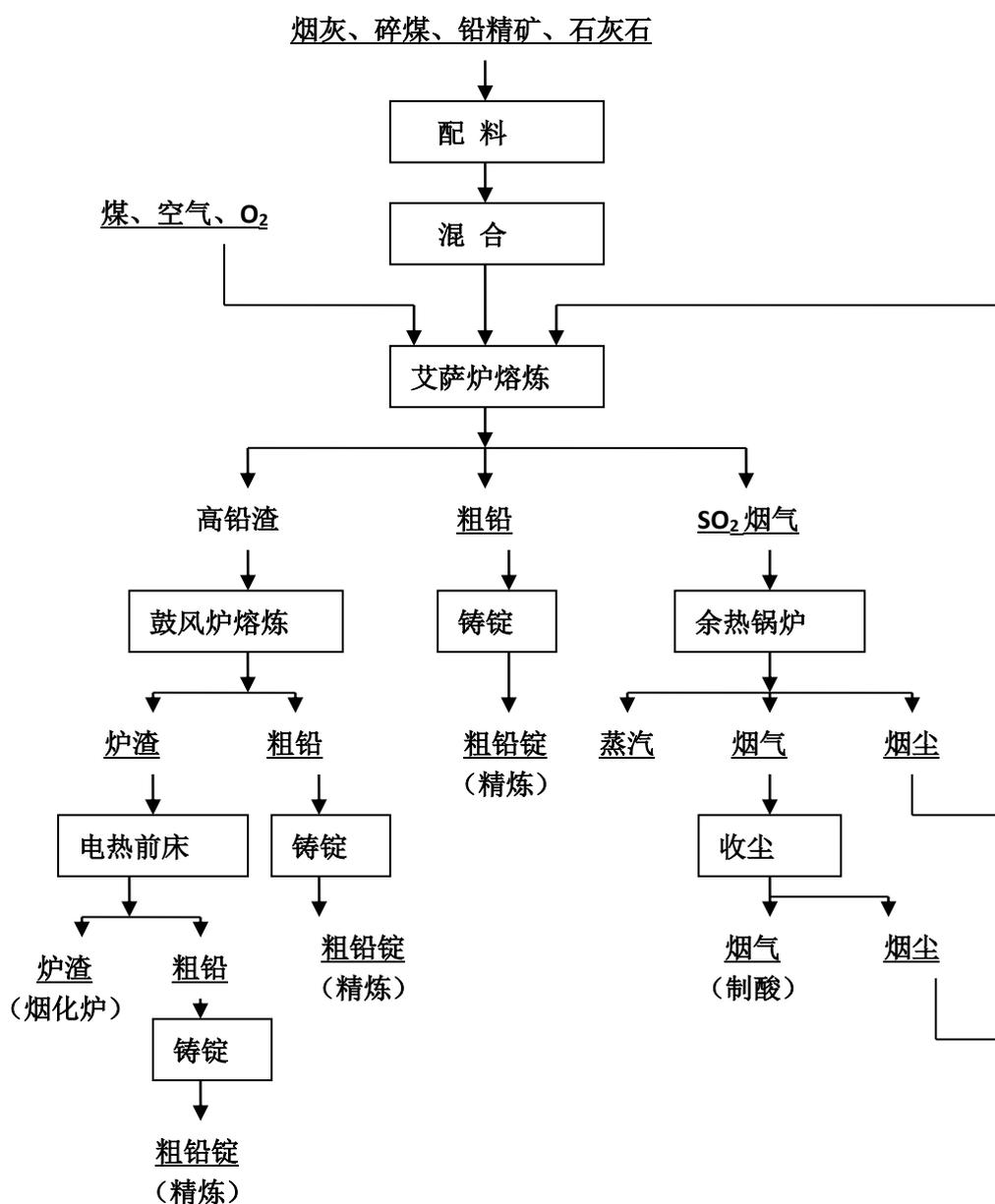


图 3 富氧顶吹熔炼—鼓风炉还原炼铅工艺流程图

5.4 其它直接炼铅法

我国也引进和自主开发其它直接炼铅工艺，如白银公司西北铅冶炼厂引进德国 QSL 炼铅工艺；西部矿矿业集团有限责任公司引进卡尔多炉等。

5.4.1 氧气底吹直接炼铅法

氧气底吹直接炼铅法，即 QSL 法。QSL 炼铅法是利用熔池熔炼的原理和浸没底吹氧气的强烈搅动，使硫化物精矿，含铅二次物料与熔剂等原料在反应器（熔炼炉）的熔池中充分搅动，迅速熔化、氧化、交互反应和还原，生成粗铅和炉渣。氧气底吹直接炼铅法工艺流程图见图 4。

氧气底吹直接炼铅法的特点是氧的利用率高（近乎 100%），脱硫率高（大于 97.5%），烟气二氧化硫浓度高（进余热锅炉烟气二氧化硫浓度约 8%~12%）。适于“二转二吸”制酸工艺，操作简单，劳动条件好及成本低。

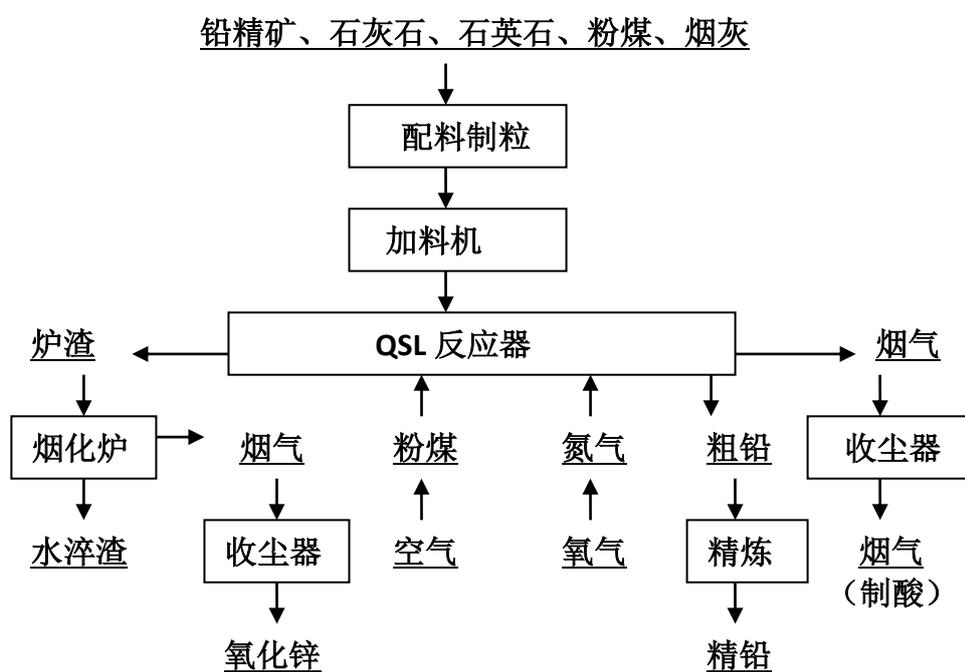


图 4 氧气底吹直接炼铅（QSL 炉）工艺流程图

5.4.2 卡尔多炉炼铅工艺

卡尔多炉炼铅工艺分为加料、氧化熔炼、还原熔炼和放铅出渣四个阶段，该工序根据精矿含水 0.5% 以下，再进入筛分机进行筛分，小于 5mm 的细料用压缩空气送入喷枪，在喷枪内由富氧空气喷入炉内进行闪速熔炼。大于 5mm 的粗料与溶剂、焦粉一起用翻斗车加入炉内参与反应。工艺流程如图 5 所示。

卡尔多炉属于闪速熔炼，整个过程都在一个炉子内完成，周期性进行，具有以下特点：从原料到粗铅的所有工序都在同一个炉子内完成，整个系统全部被笼罩于一个密封的环保烟罩内，包括加料、排渣、放铅等所有操作都在这个环保烟罩内进行，防止了烟气、烟尘、铅蒸汽等操作环境的影响，降低了生产过程对环境的污染。

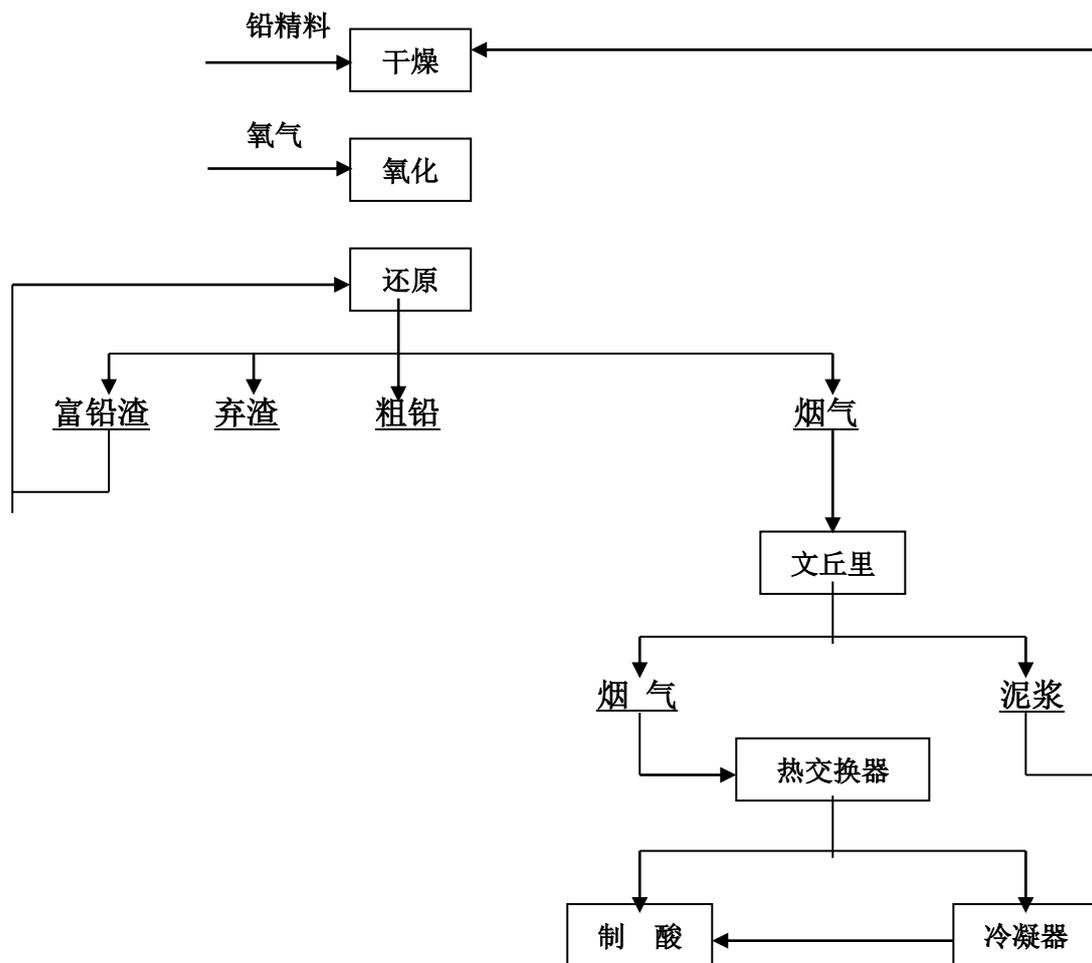


图 5 卡尔多炉炼铅工艺流程图

5.4.3 闪速炼铅技术

(1) 基夫赛特 (kivcet) 炼铅法

基夫赛特(Kivcet)法为前苏联开发的一步炼铅法工艺，其主要设备是基夫赛特炉，由熔炼竖炉、炉缸、电热区和烟道四部分组成。该法目前在我国尚没有生产实例。基夫赛特炉电热区的电能由碳电极提供，以维持熔体处于熔融状态，从电炉区拱顶的氮气密封加料口加入焦炭，还原熔体中的氧化锌和剩余的氧化铅。电炉区端墙下部设有虹吸放铅，侧下部设有渣口，定期排渣。为进一步回收渣中残余的铅、锌，通常采用烟化炉处理炉渣。电炉区含铅、锌的蒸气经过后燃烧室吸入空气氧化后再经余热锅炉、热交换器、布袋收尘器除尘后排空，热交换器产出的热空气用于炉料的干燥。

该法特点是作业连续，氧化脱硫和还原在一座炉内连续完成；原料适应性强，含铅 20~70%、硫 13.5~28%、银 100~8000g/t 的原料均可适用。金属的回收率高，铅回收率>97%，金、银入粗铅率达 98%以上，回收原料中锌 60%以上；烟尘率低（4%~8%），烟气 SO₂ 浓度高（20%~50%），可直接制酸，烟气量少，带走热量少，且余热利用好，从而减小冷却和净化设备；能耗低，粗铅能耗一般低于 0.35t 标煤 / t，电铅能耗可控制在 0.6t 标煤 / t)；炉子寿命长，炉寿可达 3 年，维修费用省。其主要缺点是原料准备复杂，炉料粒度要求<1mm，需干燥至含水 1%以下，且投资偏高。

(2) 铅富氧闪速熔炼新技术

铅富氧闪速熔炼新技术为北京矿冶研究总院借鉴 kivcet 直接炼铅工艺及镍闪速熔炼工艺，与河南灵宝市华宝产业集团合作开发，目前使用该工艺技术的年产 10 万 t 粗铅的冶炼厂已于 2009 年 9 月投产。

铅富氧闪速熔炼新技术主体设备由一座闪速熔炼炉和一座矿热贫化电炉组成。闪速熔炼炉由三部分组成：带氧焰喷嘴的反应塔、设有热焦虑层的沉淀池和上升烟道。反应塔和上升烟道架设在沉淀池上，反应塔在前，上升烟道在尾部。塔顶中央设有一个精矿喷嘴，粉状炉料和碎焦混合后通过下料管从咽喉口处给出，氧气在咽喉口成高速射流，将炉料引入并经喇叭口分散成雾状送入反应塔。

中央喷咀将反应空气，炉料混合分散并送入塔，风料呈悬浮状，进入高温区即发生冶金化学反应。反应后的铅与渣在沉淀池分离，大部份粗铅从沉淀池放铅口虹吸放出，至浇铸机浇筑成粗铅锭，送铅精炼车间电解精炼；少部分铅呈 PbO 进入炉渣，自流至矿热贫化电炉进行深度还原。贫化电炉的粗铅从放铅口虹吸放出浇铸成铅锭，送铅精炼车间电解精炼。冰铜定期由冰铜口虹吸放出。

铅富氧闪速熔炼新工艺物料适应性强，不仅适用于铅精矿的处理，还可以处理湿法炼锌渣、湿法炼铜渣和铅贵金属系统渣。

该工艺烟气量小，热量损失小，烟气 SO_2 浓度高。炉体烟尘烟气逸散少、操作条件好、劳动安全、工业卫生条件好，烟尘排放少，降低冶炼过程的环境污染程度。

6、铅冶炼废水来源及循环回用技术

6.1 铅冶炼废水来源

(1) 炉窑设备冷却水

该部分废水为冷却冶炼炉窑等设备产生的排水，其排放量大，占总水量的 40% 以上，水中基本不含有污染物。

(2) 烟气净化废水

该部分废水为洗涤净化冶炼、制酸烟气产生的废水，其排放量较大，废水中含有酸及重金属离子和非金属化合物。

(3) 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，含有炉渣微粒及重金属离子。

(4) 冲洗废水

对设备、地板、滤料及电解或其他湿法工艺操作中因泄露等进行冲洗所产生的废水，废水中含重金属和酸。

(5) 初期雨水

铅冶炼厂烧结车间、熔炼车间和其它生产工序中会产生含有铅、锌金属的粉尘，含有铅、锌金属的粉尘降落到地面，在降雨时随地面径流排出，存在环境污染隐患，一般对其前 15mm 雨水进行收集处理，该部分废水含有重金属离子和酸。

6.2 废水循环利用方式

6.2.1 冷却水循环利用

(1) 熔炼水循环利用

铅冶炼熔炼循环水系统包括熔炼炉、还原炉、烟化炉、高压离心鼓风机、空压机、余热锅炉房和粉煤制备等设备冷却用水。

这些设备冷却排出的热水自流至热水池，由热水泵加压入冷却塔冷却后，进入冷水池，再用冷水泵加压经水过滤器供设备使用。对于富氧熔炼工艺，由于熔炼车间氧枪和鼓风机车间的汽包用水压力较大，应在车间内增设加压水泵。循环水补充水由软水站软化水补充，可补充在冷水池中。

(2) 硫酸循环水

硫酸循环水系统包括稀酸、干燥酸、一吸酸、二吸酸冷却器、风机等设备冷却用水。

设备冷却排出的热水，可利用余压直接压入冷却塔冷却，再用冷水泵加压供设备使用，利用冷却塔集水池作为冷水池。循环水补充水补入冷水池中。

(3) 氧气站循环水

氧气站循环水系统包括空压机、氧压机、氮压机、预冷系统等设备冷却用水。

设备冷却排出的热水，利用余压直接压入冷却塔冷却，冷却后的水进入冷水池，再用冷水泵加压供设备使用。循环水补充水直接补充在冷水池中。

(4) 电解车间循环水

电解车间设备冷却排出的热水自流至热水池，由热水泵加压入冷却塔冷却后，进入冷水池，再用冷水泵加压经水过滤器供设备使用。循环水补充水直接补充到冷水池中。

6.2.2 冲渣水循环利用

烟化炉渣口水淬冲渣用水对水质要求较低，该部分废水可循环利用，冲渣补充水可利用污水处理站出水作为循环水补充水。

6.2.3 酸性废水处理回用

目前酸性废水处理的工艺主要有硫化中和法、石灰中和法和中和铁盐法等，经处理的废水可回用于烟化炉冲渣的补充水，也可采用膜法、生物制剂法等深度处理技术处理后回用于其他用水工艺。污水处理池内壁需做防腐、底部需做防渗处理。

6.2.4 初期雨水处理回用

目前一般是将其排到污水处理站统一处理，还有部分冶炼厂对初期雨水单独处理，处理工艺为：初期雨水→平流式沉淀池→加混凝剂沉淀→回用，处理后的雨水悬浮物含量 $<10\text{mg/L}$ ，重金属满足排放标准，一般将其回用到硫酸车间净化工段或作为冲渣补充水。初期雨水收集池内壁做防腐、底部需做防渗处理，顶部加设盖板。

6.3 铅冶炼废水处理工艺

6.3.1 污酸处理工艺

(1) 硫化法+石灰中和法

典型硫化法+石灰中和法处理污酸工艺见图 6。

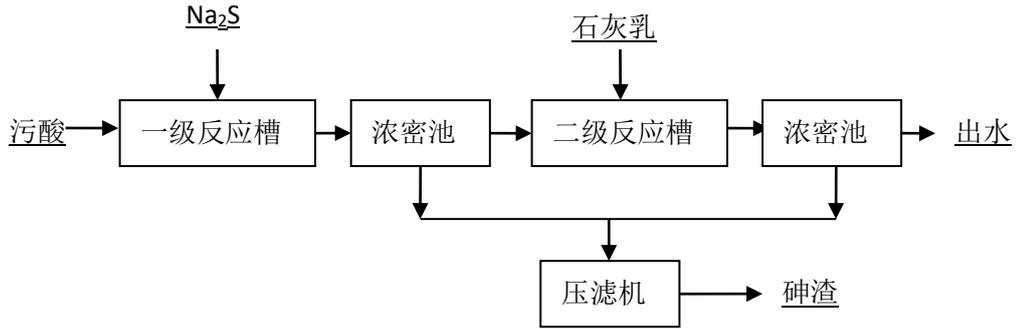


图 6 典型硫化法+石灰中和法处理污酸工艺流程图

来自硫酸净化工序的废酸经脱吸后送往原液贮槽，由原液贮槽用泵打入一级反应槽，在一级反应槽中加入 Na_2S 溶液，在搅拌的情况下进行充分反应，反应后液流入硫化浓密机进行沉降分离，浓密机中的上清液送入二级反应槽，加入石灰乳、PAM 进行中和处理生成石膏，经沉淀池沉淀分离后，上清液返回脱硫系统和熔炼冲渣循环池回用。

硫化法适宜处理重金属、砷含量较高的制酸净化废水，由于该法需在酸性废水中投加硫化物，将产生 H_2S 污染，在运行过程中反应槽逸出的 H_2S 气体需送 H_2S 处理塔用 NaOH 吸收后才可排放。

(2) 高浓度泥浆法+铁盐中和处理工艺

典型高浓度泥浆法+铁盐中和处理污酸工艺见图 7。

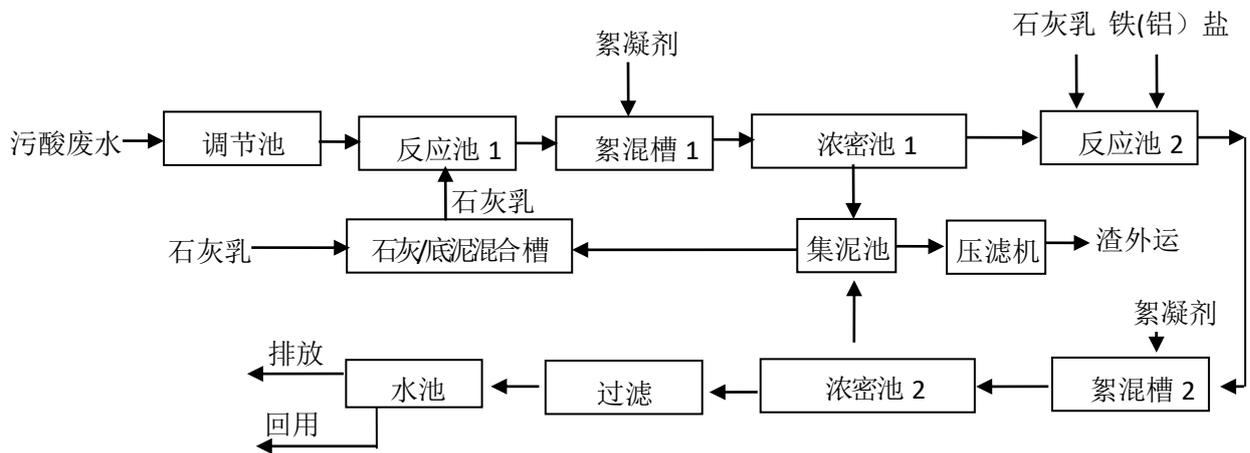


图 7 典型高浓度泥浆法+铁盐中和处理污酸工艺流程图

该工艺流程包括两步处理，第一步采用高浓度泥浆法（HDS），包括混凝反应系统、沉淀池、加药（石灰、PAM）系统、污泥收集脱水系统、动力系统、控制系统等；第二步采用传统铁盐石灰法除砷除重金属工艺，包括混凝反应系统、

沉淀池、药剂（铁盐）配置投加系统，动力系统；后续采用砂滤作为深度处理，废水处理后直接排放或达到回用要求。

该工艺在高浓度泥浆法阶段去除大部分（80%以上）重金属后使用铁盐石灰法进一步去除砷、氟等污染物，使废水稳定达到排放标准。该技术降低了废水中的钙等离子含量，因而能够延缓设备、管道的结垢现象，可广泛适用于冶炼厂污酸处理。

6.3.2 综合废水处理工艺

(1) 石灰+铁盐法

典型石灰-铁盐处理工艺见图 8。

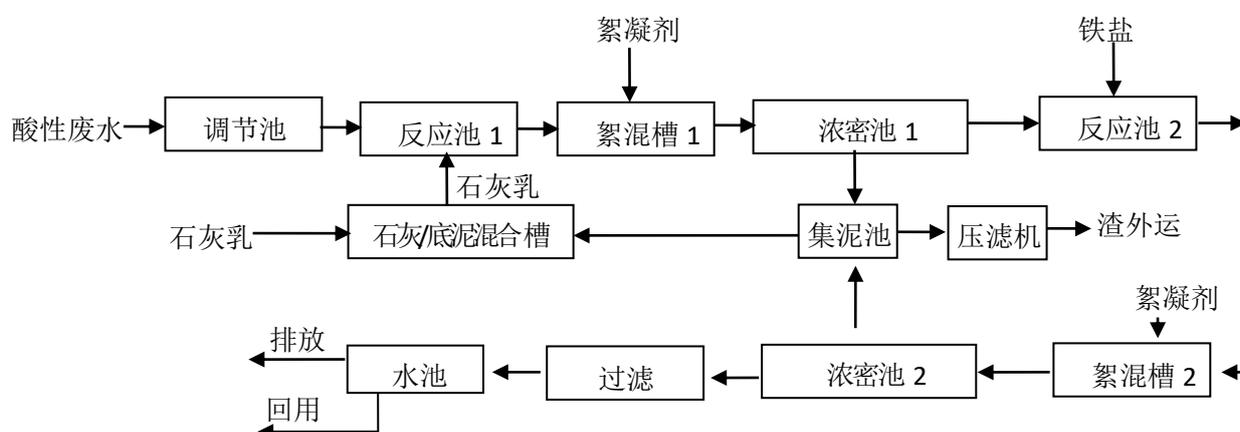


图 8 石灰+铁盐法处理酸性废水工艺流程图

石灰—铁盐法是利用废水中的铁盐或外加铁盐，与砷絮凝并进一步反应，生成更难溶的焦亚砷酸铁等盐类，并利用三价铁离子，进行絮凝沉淀，进一步除去镉等重金属。

石灰—铁盐法可根据废水水质调整处理方案。如先用石灰乳作一级处理，再用石灰—铁盐法二级处理，也可用两级石灰—铁盐法处理。

石灰—铁盐法沉淀迅速，除砷及重金属效率较高，适用于含砷较高的酸性废水处理。

(2) 膜法深度处理回用技术

典型膜法深度处理回用技术工艺见图 9。

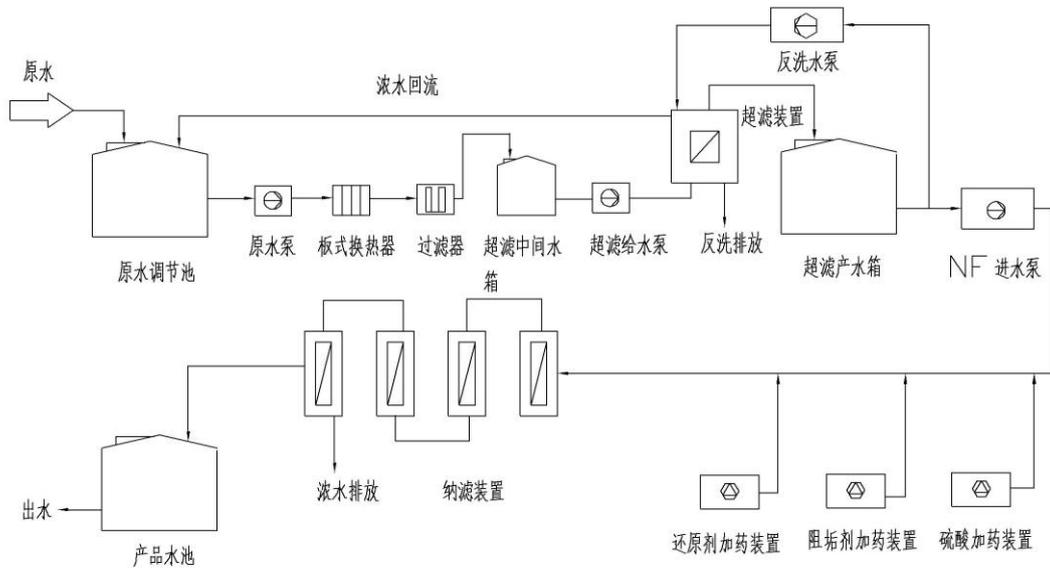


图 9 膜法深度处理回用技术工艺流程

该技术中超滤系统作为纳滤系统的预处理，目的是去除水中的悬浮物、胶体、细菌即病毒等物质，为后续纳滤系统的长期、稳定运行提供全面的保证。超滤预处理系统由进水泵，自清洗过滤器，超滤设备，以及超滤反洗、清洗装置组成。

超滤预处理后的水进入纳滤系统，目的是去除溶解性固体、矿物质、溶解性有机物和活性硅等物质。纳滤系统由：进水泵，5 μm 保安过滤器，纳滤设备，清洗系统等组成。

该技术处理后的出水水质达到《国家标准工业循环冷却水处理设计规范》要求的《循环冷却水的水质标准》，产生的浓水可返回水淬渣池作为水淬渣冷却补充水。该技术适用于严格控制重金属废水外排地区的污水。

7、主要技术内容及说明

7.1 主要技术内容

(1) 铅冶炼企业应根据生产车间排放废水水质的特点，选择有利于再生水作为中水回用的废水处理工艺，铅冶炼废水主要处理工艺及再生水用途见表 1。

表 1 铅冶炼废水主要处理工艺及再生水用途

废水种类	来源及特征	处理方法	再生水用途
炉窑设备冷却水	冷却冶炼炉窑等设备产生，废水排放量大，约占总水量的 40%，基本无污染物。	冷却塔	冷却后回用

烟气净化废水 (污酸)	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、锌、砷、镉、铜、汞等)和非金属化合物	进污酸污水处理站, 可采用硫化物法+石灰中和法(包括高浓度泥浆法)处理; 石灰中和(包括高浓度泥浆法)+铁盐(铝盐)法等处理工艺	回用于烟气洗涤、冲渣, 剩余水去综合废水处理站
水淬渣水(冲渣水)	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	沉淀或沉淀+过滤等处理工艺	回用于冲渣
冲洗废水	冲洗设备、地板、滤料等所产生的废水, 包括电解或其他工艺操作中因泄漏而产生的废液, 含重金属(铅、锌、砷、镉、铜、汞等)和酸	进入综合废水处理站	
初期雨水	冶炼厂区 15mm 的初期雨水, 含重金属(铅、锌、砷、镉、铜、汞等)	收集后沉淀回用, 或进入综合废水处理站	
综合废水	污酸站出水、冲洗废水以及部分初期雨水	石灰中和(包括高浓度泥浆法)+铁盐(铝盐)+过滤+膜深度(生物制剂)等处理工艺	膜深度处理后产水回用于设备冷却, 浓水用于冲渣

(2) 废水经处理后应采用分质回用方式循环利用, 以提高废水循环利用率, 不能实现全部回收利用需外排的, 应符合 GB25466 和相关地方排放标准的规定, 废水经处理后产出的再生水采用中水回用方式用做不同类别的工业用水水源时, 其水质基本控制指标限值应满足表 2 要求。

表 2 废水经处理后产出的再生水用作为不同类别工业用水水源水质指标限值 (mg/L, pH 除外)

序号	控制项目	冷却用水		洗涤用水	锅炉补给水	工艺用水
		直接冷却水	间接冷却水			
1.	pH	6.5~9.0	6.5~9.0	6.5~9.0	6.5~8.5	6.5~8.5
2.	悬浮物≤	-	-	100	5	50
3.	浊度 (NTU) ≤	-	10	-	2	-
4.	总硬度 (以 CaCO ₃ 计) ≤	-	300	300	0.003	300
5.	氨氮 (以 N 计) ≤	-	8.0	-	-	8.0
6.	石油类≤	-	5.0	-	1.0	5.0
7.	氯化物≤	200	200	200	100	200
8.	氟化物≤	-	-	-	8	8
9.	总 Fe≤	-	2	-	-	-
10.	Cu≤	0.5	0.5	0.5	0.1	0.5

11.	Pb \leq	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
12.	Zn \leq	1.5	1.5	1.5	1.0	1.5
13.	Cd \leq	0.05	0.05	0.05	0.03	0.05
14.	As \leq	0.3	0.3	0.3	0.1	0.3
15.	Hg \leq	0.03	0.03	0.03	0.005	0.03

7.2 相关说明

(1) pH 值：循环冷却水的 pH 值，由补充水水质、浓缩倍数以及药剂配方等因素确定，加酸调节 PH 值低限不宜低于 6.5；不加酸运行的自然 pH 值上限般不高于 9.0。

(2) 浊度：循环冷却水的浊度对换热设备的污垢热阻和腐蚀速率影响很大，所以要求越低越好。工厂运行的实践证明循环冷却水系统设有旁滤池时，补充水浊度可控制在 5NTU 以内。我国大部分地区的循环冷却水的浊度可以控制在 10NTU 以下，板式、螺旋板式和翅片管式换热设备，浊度不宜大于 10NTU，其他一般不应大于 20NTU。

(3) 根据企业的运行经验，为防止结垢，循环冷却水中的钙硬度不宜大于 300mg/L。

(4) 总 Fe：据资料介绍，水中有 2.0mg/L 的 Fe²⁺存在时，会使碳钢换热器年腐蚀速率增加 6 倍~7 倍，且局部腐蚀加剧，铁离子浓度高会给铁细菌的繁殖创造有利条件。此外，当采用聚磷酸盐作为缓蚀剂时，铁离子还会干扰聚磷酸盐在缓蚀方面的作用，同时还可能导致坚硬的磷酸铁垢。如果循环冷却水中 Fe²⁺不断升高，则表明设备被腐蚀。作为腐蚀速率的重要指标，需要控制腐蚀贡献的总 Fe 浓度在合理的范围，总 Fe1.0mg/L 能合理地反映系统腐蚀控制在合理范围。即在总 Fe 浓度 2.0mg/L 范围内，腐蚀贡献的总 Fe 浓度 \leq 1.0mg/L。

(5) Cl⁻：国内有关循环冷却水处理试验和工厂调查表明，Cl⁻对不锈钢的腐蚀有影响，但不是唯一因素。不锈钢设备在循环冷却水中的腐蚀与设备的结构形式、应力情况、使用温度，水的流速、污垢沉积等有密切关系，Cl⁻只是在一定条件下起催化作用。不锈钢设备的腐蚀损坏首先是由于设备本身存在一些缺陷，冷却水中的 Cl⁻在缺陷部位富集，导致设备的损坏。根据企业运行经验，循环冷却水中的氯离子浓度不宜大于 200mg/L。

(6) 其他重金属指标主要依据行业水质标准及相关再生水循环利用标准并结合企业运行经验确定。

8、下一步工作安排

继续进行企业现场调研和资料收集工作,另外根据评审会上各位专家以及企业的意见和建议,对征求意见稿进一步补充、修改完善,形成标准送审稿。