

某重金属冶炼厂环境污染深度治理设计方案

彭时军¹ 李 秒²

(1. 五矿铍业股份有限公司, 湖南 衡阳 421513; 2. 中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 针对某重金属冶炼厂环境集烟气、工艺烟尾气经处理后无法达到排放标准、废水处理无法实现零排放的问题, 提出环境集烟气处理、工艺烟尾气处理、废水处理工艺流程的改造方案。环境集烟气处理工艺进行了新增和完善烟气捕集罩以及合理调节个抽风点位的风量等改造; 工艺烟尾气处理工艺增加一级动力波洗涤系统、一级离子液吸收系统以及应急脱硫塔系统; 废水处理方面则新建了处理工艺。通过对环保设施的改造, 大气污染物排放实现了 $\rho(\text{颗粒物}) < 10 \text{ mg/m}^3$, $\rho(\text{SO}_2) < 100 \text{ mg/m}^3$ 的排放标准, 废水实现零排放。

[关键词] 重金属冶炼; 超低排放; 环境集烟气; 工艺烟尾气; 废水; 工艺流程改造

[中图分类号] TF812; TF805.3 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1008-5122(2021)02-0062-04

DOI:10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2021.02.016

Discussion on the Design Scheme of Deep Treatment of Environmental Pollution in a Heavy Metal Smelter

PENG Shi-jun, LI Miao

Abstract: In view of the problem that the collected flue gas and process flue gas of a heavy metal smelting plant cannot reach the emission standard after treatment, and the wastewater treatment cannot achieve zero discharge, the optimization scheme of collected flue gas treatment, process flue gas treatment and wastewater treatment were proposed. The environmental flue gas treatment process had been reformed by adding and improving the flue gas capture cover and reasonably adjusting the air volume at each pumping point. One dynamic wave washing system, one ionic liquid absorption system and one emergency desulfurization tower system were added to the process flue gas treatment process. Wastewater treatment process was newly built. Through the optimization of environmental protection facilities, the emission standards of air pollutants ρ (particulate matter) $< 10 \text{ mg/m}^3$ and $\rho(\text{SO}_2) < 100 \text{ mg/m}^3$ were achieved, and the wastewater was zero discharged.

Key words: heavy metal smelting; ultra-low emission; collected flue gas; process flue gas; wastewater; process optimization

0 前言

重金属是对环境造成污染的主要污染源之一, 目前, 重金属污染主要来源于采矿、选矿、冶炼及金属加工制造等行业。这些行业由于原料的特殊性,

在生产组织过程中会不同程度地排放大量重金属污染物, 尤其是重金属冶炼过程会产生粉尘、二氧化硫、铅、镉、铊等污染物质, 它们不可避免地随着烟气、废水的转移而对生态环境造成污染, 严重影响人们的生命健康。

随着人们生活水平的提升和全民生态环境保护意识的加强, 生态环保的要求越来越严苛, 国家环保部门也相继颁布了各类法律法规, 加大了对各类重金属冶炼企业的监管和执法。各重金属冶炼企业为

[收稿日期] 2021-02-24

[作者简介] 彭时军(1975—), 男, 四川简阳人, 本科, 工程师, 长期从事有色冶炼生产技术管理和工程设计管理。

了实现企业的可持续健康发展,践行“绿水青山就是金山银山”的新发展理念,也陆续加大了对冶炼厂环保设施改造的力度。

某铅冶炼厂采用“底吹氧化熔炼+侧吹还原熔炼+烟化综合回收+电解精练+稀贵综合回收”工艺进行铅及稀贵金属的生产和深加工。该厂于2005年开始建厂,由于当初设计时环境保护措施未按现行环保标准进行设计,致使环境集烟气、工艺烟尾气处理及废水零排放等方面达不到现行排放标准,因此有必要进行相应的改造,以满足现行环保排放标准。

本文对该冶炼厂环保设施运行现状进行了细致分析,提出了环境集烟尾气、工艺烟尾气、废水处理工艺全面升级改造的新工艺和新思路,使大气污染物排放实现了 ρ (颗粒物) $< 10 \text{ mg/m}^3$ 、 ρ (SO_2) $< 100 \text{ mg/m}^3$ 的特别排放标准^[1],废水实现零排放,希望对重金属冶炼厂的废气、废水排放治理有所借鉴。

1 环境集烟气特别排放改造设计

1.1 烟气来源

烟气来源包括:

1)在熔炼备料工序,按工艺控制要求开展的初级混堆配料过程中产生的大量逸散扬尘;初级备料后的混合物料经长距离皮带运输后,进入料仓过程中产生的落差扬尘;各类混合物料及辅料在混料机混料过程中产生的飘散扬尘。

2)在氧化炉和还原炉进料口附近,由于冶金炉座采用连续进料模式,进料过程中随着炉内热气的扩散,伴有不同程度的粉尘逸散。

3)还原炉排放粗炼金属及渣料的过程中产生的大量含尘烟尘。

1.2 改造前环境集烟气处理工艺

该冶炼厂的环境集烟气处理采用传统的脉冲布袋除尘器处理工艺,烟尾气经布袋过滤后通过30 m烟囱高空排放。该处理工艺存在颗粒物无法稳定达

表1 处理工艺改造前环境集烟气检测数据

炉座	编号	标态风量/ $\text{Nm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	气速/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	颗粒物/ $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$
氧化炉	1	107 707	12.8	13.3
	2	98 981	11.8	14.1
	3	99 162	11.9	13.7
还原炉	1	227 224	11.2	41.8
	2	194 787	9.6	79.8
	3	237 947	11.7	11.4

到《铅、锌工业污染物排放标准》(GB 25466—2010)第2号修改单(后文简称《标准》)的要求。处理工艺改造前的烟尾气检测数据见表1。

1.3 改造后环境集烟气处理工艺

1.3.1 改造措施

针对上述问题,对环境集烟气处理工艺主要进行了以下4方面的改造:

1)全面整改和完善所有扬尘点的烟气捕集罩,及烟气捕集罩至收尘器端口的收尘管路,从源头减少漏风系数,确保需要收集的烟尘能够全部有效地收集,并通过管路输送至收尘器的入口端。

2)在现有脉冲布袋除尘器末端再增加一级硫化预处理+塑烧板除尘设备^[2],确保尾气颗粒物的排放稳定达标。

3)在各收尘点位配备电动调节阀,根据生产工艺需求适时合理调节生产过程中各收尘点位的风量,确保整体收尘效果。依据现场的实际情况精确计算所需风量、风压,并通过软件模拟设定的风量、风压是否满足生产实际需要,综合确定收尘风机选型,确保其满足布袋除尘器+塑烧板除尘器串联后的压力需求及风量需求。

4)修缮布袋收尘器后端的粉尘检测仪等设施,以便监控布袋除尘器的工作状态。在生产过程中,通过定性分析烟气成分,选择满足塑烧板除尘器预处理系统的最佳硫化剂以及喷涂方式,避免形成气溶胶型颗粒物,对塑烧板基体造成污堵。

优化后的环境集烟气处理工艺流程如图1所示。

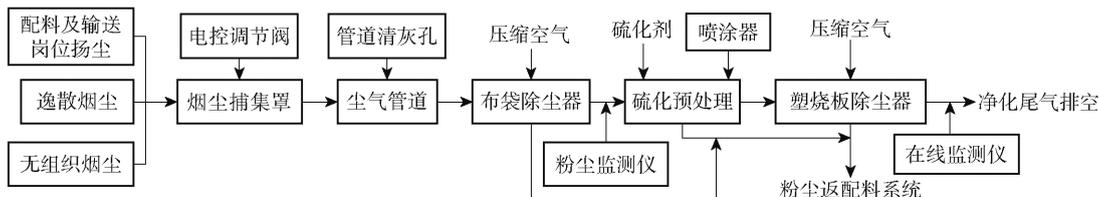


图1 改造后环境集烟气处理工艺流程图

1.3.2 改造后效果分析

环境集烟气处理流程优化后,环境集烟气排放值见表2。由表2可知,通过新增和完善烟气捕集罩及合理调节各抽风点位的风量,不但减少了总抽风量,而且使尾气中的颗粒物含量稳定在4 mg/m³以内,达到排放标准要求。

表2 处理工艺改造后环境集烟气排放值

炉座	编号	标态风量/Nm ³ ·h ⁻¹	颗粒物/mg·m ⁻³
氧化炉	1	96 449	2.15
	2	99 013	2.04
	3	95 586	1.19
还原炉	1	151 786	1.16
	2	194 235	3.14
	3	153 710	2.05

2 工艺烟尾气特别排放改造设计

2.1 烟气来源

工艺烟尾气来源包括:1)氧化炉在高温熔炼过程中产生的大量烟尘及高浓度SO₂烟气;2)还原炉在高温熔炼过程中产生的大量烟尘及高浓度SO₂烟气。

2.2 改造前工艺烟尾气处理工艺

氧化炉排放的烟尘及高浓度SO₂烟气依次经余热锅炉降温、电收尘除尘后,进入两转两吸工艺系统制酸,制酸尾气通过钠碱法^[3]吸收后达标排放。

还原炉排放的烟尘及高浓度SO₂烟气依次经余热锅炉及表面冷却器降温、脉冲布袋除尘器除尘后,进入离子液脱硫系统^[4]脱硫,脱硫尾气再通过60 m烟囱高空排放。该离子液脱硫系统在建设初期并没

有考虑处理规模的富余量,同时由于后期生产规模的增加以及原料结构的不稳定性,该脱硫处理工艺存在SO₂无法稳定达到《标准》的要求。改造前工艺烟尾气检测数据见表3。

表3 处理工艺改造前工艺烟尾气检测数据

炉座	编号	标态风量/ Nm ³ ·h ⁻¹	颗粒物/ mg·m ⁻³	SO ₂ / mg·m ⁻³
还原炉	1	61 293	20.6	92
	2	56 291	38.3	134
	3	61 986	18.3	60

2.3 改造后工艺烟尾气处理工艺

2.3.1 改造措施

为实现资源化利用,兼顾并匹配原有运行系统,主要进行了三方面的改造:

1)在原有脱硫系统的前端增加一级动力波洗涤系统,强化烟尘中颗粒物的去除效率,防止重金属颗粒物进入离子液吸收系统,避免离子液的吸收效率降低。

2)在原有离子液吸收系统末端再增加一级离子液吸收系统,实现两级串联式离子液吸收系统,增大整套系统的吸收能力。

3)新增配套液碱应急脱硫塔处理系统,使该系统在各种极端情况均能满足环保排放要求。当安装在新建离子液系统中的SO₂检测仪检测到尾气SO₂含量超标时,应急配套的液碱吸收脱硫塔自动打开,以确保尾气的连续稳定达标排放。

改造后的工艺烟尾气处理流程如图2所示。

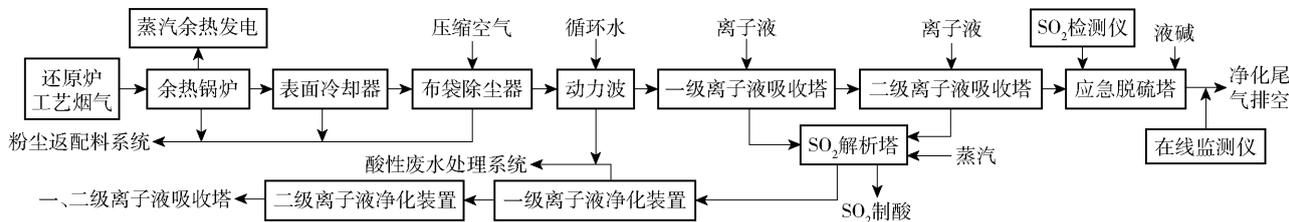


图2 改造后工艺烟尾气处理工艺流程

2.3.2 改造后效果分析

工艺烟尾气处理工艺改造后,工艺烟尾气排放值见表4。由表4数据可知,改造后尾气中排放的颗粒物含量由改造前的18~38 mg/m³降低至5 mg/m³以内,尾气中SO₂含量由改造前最高134 mg/m³降至稳定在60 mg/m³以内,实现达标排放。

表4 处理工艺改造后工艺烟尾气排放值

炉座	编号	标态风量/ Nm ³ ·h ⁻¹	颗粒物/ mg·m ⁻³	SO ₂ / mg·m ⁻³
还原炉	1	54 173	3.1	55
	2	67 581	1.5	48
	3	56 284	4.2	60

