

Analysis of the change of waste gas pollution in ISP smelting enterprises

Dong Liang Jing Ma

Changsha Nonferrous Metallurgy Design and Research Institute Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410011, China

Abstract

This paper analyzes the emission situation of ISP smelting process, through continuous investment by enterprises, the ISP process has made significant progress in environmental protection upgrades, energy efficiency improvements, and economic and social benefits, and analyzes the changes of waste gas pollution of ISP zinc smelting enterprises by comparing the domestic ISP zinc smelting enterprises in recent years. It is believed that in ISP smelting enterprises, through technical reform, the total emission of main waste gas pollutants has been greatly reduced, among them, the total emission of sulfur dioxide has decreased by over 90%, and the total amount of lead and its compounds has decreased by over 70%, and the adverse impact of factory production activities on the surrounding environment has also been greatly reduced. It can be seen that the ISP smelting process still has certain development potential and strong vitality in China.

Keywords

ISP; lead and zinc smelting; exhaust gas emissions

ISP 冶炼企业废气污染变化情况分析

梁栋 马静

长沙有色冶金设计研究院有限公司, 中国·湖南长沙 410011

摘要

分析了ISP冶炼工艺产排污情况。近几年,通过企业持续投入,ISP工艺在环保升级、能效提升、经济社会效益等方面取得了不少进展,通过对比近年来国内ISP炼锌企业对污染防治措施采取的一系列提质改造,分析ISP炼锌企业的废气污染变化情况,认为ISP冶炼企业通过技改,主要废气污染物排放总量均大幅度下降,其中二氧化硫排放总量减少了90%以上,铅及其化合物总量减少了70%以上。工厂生产活动对周边环境的不利影响也大幅降低,由此可见,ISP冶炼工艺在我国尚有一定的发展空间和较强的生命力。

关键词

ISP; 铅锌冶炼; 废气排放

1 引言

ISP 炼铅锌工艺由于其处理铅锌混合矿,对铅锌矿的适应性较强,能耗相对较低而在进行生产^[1]。随着 2010 年《铅、锌工业污染物排放标准》的颁布实施,ISP 炼锌企业为了满足国家相关政策和标准要求,对污染防治措施也相应进行了一系列的提质改造,从侧面推动了有色冶炼企业污染防治技术的进步。

2 ISP 工艺主要污染物来源

2.1 ISP 技术简介

密闭鼓风炉炼铅锌工艺(以下简称“ISP 工艺”)是一种比较成熟的铅锌联合冶炼方法,也是当今世界最主要的火

法炼锌工艺,具有原料适应性强、综合回收利用水平高、经济效益好、锌锭品质高等优势,但同时也因能耗较高、环保风险大等问题受到广泛关注。

2.2 ISP 炼锌工艺产排污节点

ISP 熔炼系统的主要工艺过程包括鼓风返烟烧结、密闭鼓风炉熔炼、炉渣烟化处理、粗锌精馏、粗铅精炼及综合回收。铅锌精矿、返料等经配料后进行烧结,烧结烟气经电除尘后进入制酸系统制硫酸;烧结块和热焦炭等从鼓风炉顶部的加料器加入炉内进行还原熔炼;还原出的粗铅与炉渣经炉底咽喉口放入前床分离;锌蒸气则经炉顶随烟气进入飞溅式冷凝器,被铅雨冷凝成液态粗锌;炉渣采用烟化炉处理回收锌;粗锌和粗铅分别进行精馏和电解精炼得到精锌和精铅,并回收贵金属^[2]。

ISP 炼锌工艺主要产污环节包括备料、制酸系统(烧结机烟气)、烧结机头、破碎机、密闭鼓风炉、烟化炉、锌精馏系统、锅炉、环境集烟。

【作者简介】梁栋(1981-),男,中国湖南人,本科,高级工程师,从事环境影响评价研究。

ISP 炼锌废气分为三类，一类是原料制备和物料转运过程中产生的含尘废气，主要污染物为颗粒物及重金属；第二类是工业炉窑运转过程中产生的烟气，主要污染物为颗粒物、二氧化硫、氮氧化物和重金属，第三类是工艺配套设施锅炉产生的烟气，主要污染物为颗粒物、二氧化硫、氮氧化物和汞。ISP 炼锌工艺主要废气产排污节点见表 1。

3 ISP 炼锌企业污染防治技术

虽然现有 ISP 企业单位产品排污系数均低于《铅、锌工业污染物排放标准》的规定，“三废”排放满足了国家和地方生态环境管理要求。但是通过实地考察，各家企业在环保投入和治污水平上参差不齐，个别企业环保水平仍有提升空间环保风险隐患依然存在。

2010 年《铅、锌工业污染物排放标准》颁布之前，国家铅锌行业执行的是综合排放标准及工业炉窑的相关标准，

标准值相对较宽松，企业对环境保护工作的重视程度相对较低。随着 2010 年《铅、锌工业污染物排放标准》的颁布实施，ISP 炼锌企业为了满足国家相关政策和标准要求，对污染防治措施也相应进行了一系列的提质改造，从侧面推动了有色冶炼企业污染防治技术的进步。近年来，随着国家和地方对生态环境严控控制区采取执行特别排放限值的要求，大量清洁生产技术、末端污染治理技术和新材料运用到有色冶炼企业污染治理中，进一步推动了污染防治技术的进步。以某冶炼厂为代表的 ISP 企业实施了一系列清洁生产改造和环境污染治理工程，同时加强环境管理，大幅削减了污染物的排放量，取得了显著环境效益。

某 A 冶炼厂作为国内典型的 ISP 冶炼企业，不断通过清洁生产改造和污染防治措施技术改造，来提升自身的环境治理能力和环境管理水平，取得了显著效果。某 A 冶炼厂历年来完成的环境污染治理项目见表 2。

表 1 ISP 炼锌工艺主要废气产排污节点

产排污节点	污染物
烧结备料系统	颗粒物、铅及其化合物、汞及其化合物
烧结机头	颗粒物、二氧化硫、铅及其化合物、汞及其化合物、氮氧化物（以 NO ₂ 计）
制酸系统（烧结烟气）	颗粒物、二氧化硫、硫酸雾、铅及其化合物、汞及其化合物、氮氧化物（以 NO ₂ 计）
烧结料破碎系统	颗粒物、铅及其化合物、汞及其化合物
熔炼备料系统	颗粒物、铅及其化合物、汞及其化合物
密闭鼓风炉环境集烟	颗粒物、二氧化硫、铅及其化合物、汞及其化合物、氮氧化物（以 NO ₂ 计）
烟化炉	颗粒物、二氧化硫、铅及其化合物、汞及其化合物、氮氧化物（以 NO ₂ 计）
锌精馏系统	颗粒物、二氧化硫、氮氧化物（以 NO ₂ 计）、铅及其化合物、汞及其化合物
锅炉	颗粒物、二氧化硫、氮氧化物（以 NO ₂ 计）、汞及其化合物、烟气黑度（格林曼黑度级）

表 2 某 A 冶炼厂近 10 年来完成的环境污染治理项目

项目名称	完成时间	主要内容
制酸尾气除尘改造	2015	在尾吸工序增加电除雾器，实现 120m 烟囱排放稳定达标，并达到了消白目的。
烧结车间热振烟气重金属及硫资源回收	2018	将热振收尘烟气和部分机尾烟气独立出来，采用布袋除尘+离子液法脱除烟气中的 SO ₂ ，接着利用高温解吸出 SO ₂ 气体，然后送制酸系统制备 98% 浓硫酸。新建风机，新建热振烟气 LCM1254 布袋除尘器；安装洗涤、吸收和再生等设备；经布袋除尘和离子液循环吸收法脱硫处理后达标排放，SO ₂ 经解析后并入原制酸系统。
烧结机清洁生产技术改造	2018	对烧结机供风系统进行优化改造，适当增加鼓入烧结机中空气中的氧含量，提高烧结机的脱硫能力，降低返矿率，同时降低烧结烟气制酸系统电单耗，有效改善烧结机局部废气无组织排放污染问题，提高资源综合利用水平和节能降耗水平。
干燥窑除尘改造	2019	对窑尾除尘器进行改造，更换电除雾器全部极线等附件，增加溢流式文丘里，以及动力波除尘设备等，实现了烟囱排放稳定达标。
烧结机头部烟气脱硫改造	2019	淘汰原有的烧结机头烟气脱硫设施，同时在厂区现有污水处理系统北面异地新建一套烧结机头部烟气脱硫装置及相应的配套设施；采用脱硫效率达 99.5 % 以上的离子液循环吸收法，烟气中 SO ₂ 排放浓度将于 100mg/Nm ³ ，颗粒物浓度低于 10mg/Nm ³ ，酸雾低于 20mg/Nm ³ ，满足国家环保超低排放要求。
烧结机环集烟气超低排放技改项目	2019	烧结机环集烟气采用的有机胺循环吸收法烟气脱硫技术，脱硫效率可达 99.5%，外排颗粒物、二氧化硫和氮氧化物执行铅锌行业特别排放限值标准；原来采用石灰-石膏法脱硫工艺产生的石膏等固体废物完全消除，工厂固废实现减量化。
精馏烟气余热回收项目	2020	在公司锌精馏车间内实施精馏烟气余热回收，主要建设内容为新建一套余热锅炉和布袋除尘器，采用余热锅炉回收蒸汽及布袋除尘技术，实现节能、减排和节约经济投资的多重效益。
焦炭预热器环保技改	2020	熔炼车间焦炭预热器除尘脱硫改造，针对烟气温度较高的特点，采用“消石灰干法脱硫+高温陶瓷膜除尘器”装置，对熔炼车间焦炭预热器除尘脱硫改造，满足废气污染物特别排放标准要求。
铜回收环保技术改造项目	2021	依托浮渣熔炼炉厂房，配置 1 台 18m ² 浮渣熔炼炉，拆除转移原有铜转炉，配套建设浮渣破碎系统，改造原收尘系统。新增铜转炉收尘系统、收尘点由现在的收尘罩形式改成大操作间收尘室。

4 ISP 企业污染物总量变化情况

国内某 A 冶炼厂环保升级改造前后污染物总量变化情况见

ISP 企业通过多年来不断进行节能环保升级改造，目前 表 2 和图 1。

表 2 某 A 冶炼厂环保升级改造前后污染物总量变化情况（单位：t/a）

污染物名称	2009 年排放量	2014 年排放量	2019 年排放量
SO ₂	2700.00	172.24	126.46
颗粒物	1370.00	133.60	42.22
铅及其化合物	13.70	3.12	3.00
汞及其化合物	/	0.02	0.01

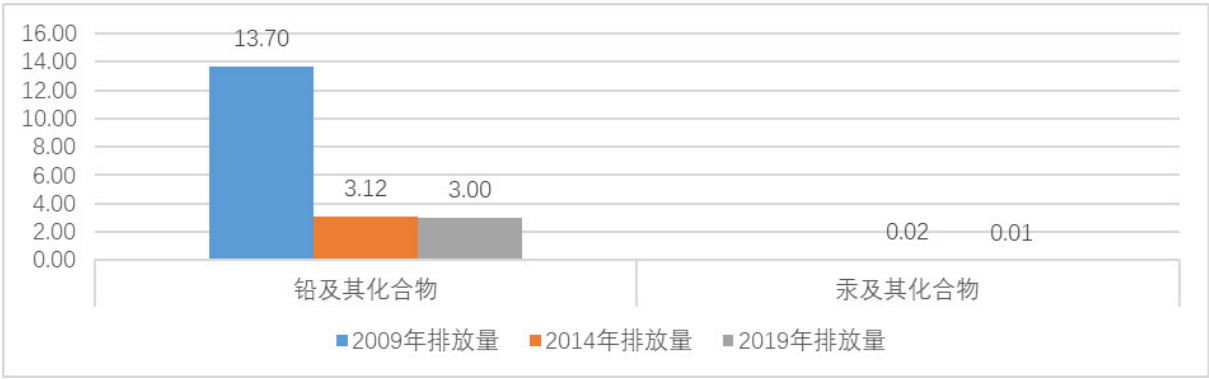


图 1 某 A 冶炼厂 2009–2019 年污染物总量变化情况（单位：t/a）

由上表可以看出，近年来随着系列清洁生产和技术改造与治污减排，ISP 企业主要废气污染物排放总量均大幅度下降，其中二氧化硫排放总量减少了 90% 以上，铅及其化合物总量减少了 70% 以上。工厂生产活动对周边环境的不利影响也大幅降低。

5 结语

ISP 企业通过多年来不断进行节能环保升级改造，其污染物的产生与排放均可以得到较大幅度的削减，目前某 A 冶炼厂大气污染物排放已经满足《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）中特别排放限值。另外，ISP 企业还

可加大烧结机烟气余热利用技术推广，加强 ISF 风口喷吹、浸没溜槽余热发电等方面研究，进一步提升环保水平和能效利用^[3]。由此可见，该方法在我国尚有一定的发展空间和较强的生命力。

参考文献

[1] 马红周, 王成军等.ISP冶炼过程含铅烟尘排放环节及其治理[J]. 有色金属(冶炼部分), 2014(3): 58–61.

[2] 赵晓声.ISP炼铅锌技改清洁生产评价[J]. 工程设计与研究, 2007(12): 11–12.

[3] 周遵波, 夏从.关于ISP锌冶炼工艺转型升级和绿色发展的几点思考[J]. 中国有色金属, 2024(2): 38–39.