

# 闪速炉电收尘器的运行实践及分析

刘富全 何国方

中铜东南铜业有限公司生产运营管理中心, 福建 宁德 352100

[摘要] 文章重点分析冶炼厂闪速炉生产期间电收尘器的运行影响因素, 从工艺控制、设备管理、系统操作等方面对影响闪速炉电收尘器生产运行进行了逐项分析给出解决措施; 同时, 在现有工艺、设备、操作上进行优化改造, 达到电收尘器除尘效率高和稳定运行的目标。

[关键词] 闪速炉; 电收尘器; 除尘效率; 优化改造

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15112

中图分类号: TF811.062

文献标识码: A

## Operation Practice and Analysis of Flash Furnace Electric Dust Collector

LIU Fuquan, HE Guofang

Production and Operation Management Center of China Copper Southeast Copper Industry Co., Ltd., Ningde, Fujian, 352100, China

**Abstract:** The article focuses on analyzing the factors affecting the operation of electrostatic precipitators during the production of flash furnaces in smelters, and provides solutions from the aspects of process control, equipment management, system operation, etc; At the same time, optimize and transform existing processes, equipment, and operations to achieve the goal of high dust removal efficiency and stable operation of electrostatic precipitators.

**Keywords:** flash furnace; electric dust collector; dust removal efficiency; optimization and transformation

### 引言

目前电除尘器以其除尘效率高, 符合对环境保护的要求, 达到行业对烟气排放的标准, 电收尘设备配置满足闪速熔炼技术使用条件得到应用。但在实际在闪速炉应用运行过程中效果还有待提高, 影响电除尘器除尘效率的因素有很多, 以下对影响闪速炉的电收尘器运行过程中因素做一分析。

### 1 闪速炉生产情况

表 1 闪速熔炼电收尘的主要技术参数

用途	用于收集闪速熔炼收尘系统沉尘室出口烟气中的烟尘
设备形式	卧式, 水平流, 双室四电场
处理气量	89420Nm <sup>3</sup> /h=206374m <sup>3</sup> /h (350℃)
断面流速	V=0.5m/s
断面积	120m <sup>2</sup>
电场数量	4个
总集尘面积	>8600m <sup>2</sup>
供电装置	第一电场为高频电源, 72kV/600mA, 2台 其余电场为工频电源, 72kV/600mA, 6台
数量	1套 附: 埋刮板输送机, 2台 附: 星形卸料器, 4台

某铜业闪速炉电收尘器位于沉尘室和高温风机之间, 沉尘室位于余热锅炉后端, 闪速熔炼电收尘的主要技术参数, 见表 1。其作用是将余热锅炉排出含尘 181.31g/Nm<sup>3</sup> 的烟气进入沉尘室及电收尘器进行净化, 使其含尘浓度净化至 0.5g/Nm<sup>3</sup> 以下, 保证进入硫酸系统二氧化硫烟气的

含尘质量。沉尘室是一个空腔体, 烟气进入沉尘室空腔后气流膨胀流速降低, 在重力作用下, 自然沉降达到除尘的目的, 收集的烟尘落入下方灰斗。电收尘器在高压直流作用下工作, 阴极放电使烟尘荷电, 在电场作用下烟尘颗粒运动到阳极板上被吸附<sup>[1]</sup>, 达到收尘目的。

### 2 影响各原因分析

闪速炉电收尘器在生产期间的除尘效率很多, 包括物料成分、设备管理、炉内负压、漏风率、系统操作等, 这些因素都影响电收尘器出口颗粒物含量和除尘效率的稳定, 运行实践情况如图 1 烟道压力与出口颗粒物、收尘效率趋势图所示, 闪速炉电收尘器出口颗粒物与收尘效率随烟道压力越高而降低, 对相关影响因素做简要分析。

#### 2.1 物料成分的原因

由于闪速炉入炉原料成分 Pb、Zn、As、Sb、Bi 等杂质元素变化和配入其他含杂质物料, 根据化验分析结果, 当烟尘系统含 As 较高时, 这种含 As 烟尘进入电除尘器后随烟气排入硫酸系统, 导致工艺烟气检测含砷高于设计值; 当烟尘含 Pb、Zn 等杂质元素较高时, 这种烟尘进入电除尘器后, 导致阴极绝缘传动瓷轴表面黏接一层含 Pb、Zn 等杂质物质, 使得电压下降直至送不上电。

#### 2.2 炉内负压的原因

闪速炉负压控制影响进入电收尘器内烟气流速、粉尘浓度和粉尘比电阻等, 制约除尘效率。闪速炉控制炉内负压波动较大, 烟灰与一定量的未完全反应的精矿被吸入余热锅炉进入电收尘器内, 由于烟气压力对电收尘器电晕始

发电电压、起晕时电晕极表面的电场强度、电晕极附近空间电荷分布和分子、离子的有效迁移率等有影响。当负压升高时,烟尘密度增大,电收尘器内电荷过多,抑制了电晕电流的产生,出现电流趋近于零,发生电晕封闭,除尘效率大幅下降,电收尘器出口颗粒物升高,如图1所示;当压力降低时,烟尘密度减小,使电晕始发电压、起晕时电晕极表面的电场强度和火花放电降低,使得收尘效率下降,电收尘器出口颗粒物明显波动。

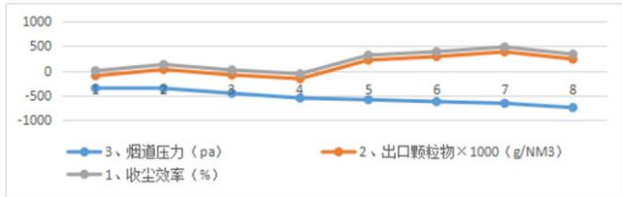


图1 烟道压力与出口颗粒物、收尘效率趋势图

### 2.3 系统漏风的原因

闪速炉的烟气中含有大量的SO<sub>2</sub>和少量SO<sub>3</sub><sup>[2]</sup>,从沉尘室入口至排风机入口的烟气的酸露点温度依次从200.6℃变化至194.6℃,设备的运行温度依次从360℃变化至315℃,均在露点温度以上<sup>[3]</sup>。为防止烟气结露和保证人员安全,烟气管道和设备都采用保温材料进行保温。因收尘系统存在隐蔽漏点,余热锅炉锅炉对流部出口到电收尘器进口之间温度差高于110℃以上。由于一定量冷风从漏点吸入进入收尘系统内部。烟气低温下导致内部结露,烟气中的SO<sub>2</sub>气体极易与O<sub>2</sub>结合生成SO<sub>3</sub>气体,从而与露水结合产生稀酸,同时系统烟灰和与酸水在内部进一步富集沉积,形成了酸泥混合物,导致沉尘室、连接管道、电收尘器壳体、喇叭口部位材质在此环境下腐蚀出现漏洞,壳体漏风,不仅增加电除尘器的烟气处理量,使通过电除尘的风速增大,而且会由于温度下降出现冷凝水,引起电晕线肥大,收尘效果下降。

### 2.4 气流分布装置的原因

电除尘器气流分布均匀性直接影响除尘效率,因气流分布不均匀,将导致电场内局部区域烟气流速过高,而不能有效地收尘,如表2所示,电场内烟气流速越高,电除尘器越低。因此,气流分布均匀性指标,直接影响电除尘器的内局部区域烟气、烟尘分布不均,导致除尘效率。

表2 烟气流速度与除尘效率

烟气流速	m/s	1	1.5	1.65	1.7	1.75	1.78	1.8	1.85	1.88	2
除尘效率	%	98.6	98.5	98.3	98.1	97.8	97.6	97.5	97.3	97.2	97

### 2.5 设备本体的原因

#### 2.5.1 电收尘阳极振打轴

原电收尘阳极振打轴材质在现场烟气条件工作,出现腐蚀、腐蚀后卡顿、扭断(详见图1),使用寿命最少1年出现腐蚀后卡顿、扭断等故障。原电收尘器保温箱的有连接阴极瓷轴,经常结灰,含湿量烟尘黏结在瓷轴表面,产生放电,导致瓷轴击穿,引起系统短路。

#### 2.5.2 电收尘器保温箱

原电收尘器保温箱的石英板为内部安装,该石英板孔径为16cm。石英板孔径略小,在孔径边缘容易放电,导致石英板碎裂,因石英板为内部安装,电收尘需要停电再降温至少2天后,内部温度达到50℃以下,方能进行更换,影响生产。

#### 2.5.3 电收尘方人孔门

原电收尘方人孔门分内、外两个门,内门为外协队伍后期制作,与方孔门外门内沿扣不严密,导致整体方人孔门在漏烟、变形、腐烂(详见图3);另外现电收尘方人孔门内壁分两层,现仅内层为316L,内层变形,经变形挤压剪切后产生小孔导致整体人孔门漏烟、腐烂。



图2 阳极振打轴腐蚀后扭断

图3 方人孔门变形、腐烂

### 2.6 电气系统的原因

电收尘器电气系统是保障除尘效率高和稳定运行的基础,闪速炉的电收尘器最佳工作电压45-65kw,但实际生产中出现部分电场二次电压波动大、二次电流偏低情况,并且电气系统调压板烧损、加热器损坏、电场阴极和阳极振打故障,这些电气系统的问题直接影响收尘效率。

### 2.7 振打清灰的原因

在电收尘器中荷电粉尘到达电极后,在静电力和粉尘粘附力共同作用下,形成粉尘层。在振打力的作用下,一部分粉尘在重力作用下落入灰斗,另外一部分在下落过程中扬起,重新回到气流中,形成二次扬尘。二次扬尘无法避免,收尘极结构以及的振打制度控制不完善。当粉尘层形成一定的厚度,粉尘层成饼状黏结仓壁,使得粉尘不容易脱离极板,影响收尘效率。

### 2.8 工作系统操作的原因

电收尘器电场收集下部积灰经刮板输送机排出系统,实际中运行因降灰沉降堆积、刮板链条张紧度不足,处理烟灰量增大或烟灰性质不佳时,造成刮板跳齿,在刮板机头与刮板壳体产生刚性碰撞导致安全销断,致埋刮板输送机无法运行,同时电收尘刮板安全销断裂,在DCS界面中,刮板电流没有远程显示,控制人员只能通过电机颜色信号判断刮板是否运行,导致发现问题处理滞后,使电收尘器有效运行效率下降。

## 3 影响电收尘器运行的措施

### 3.1 稳定物料成分

经过分析认为精准控制原料成分、喷嘴效能、准确失重计量、炉内压及盐化风氧是降低闪速炉烟尘发生率 and 改变烟尘性质可行措施。从控制入炉原料成分,对Pb、

Zn、As、Sb、Bi 等杂质元素的关注,避免因杂质元素超量对炉况造成影响,同时减少配料变更次数,降低成分波动物料比。通过定期校正定,提高失重计量准确性。稳定闪速工艺要求各项参数,通过对硫酸盐化氧的控制,减少未反应的颗粒物进入收尘系统,避免二次反应。采用相应措施以来,熔炼整体收尘系统烟尘发生率和烟尘性质趋于稳定,电收尘器出口颗粒物含量和除尘效率的稳定性大幅提高。

### 3.2 稳定炉内负压

合理控制炉内负压,正常生产控制-30Pa 以内,减少余热锅炉和电收尘器停炉点检时间,清理积灰的时间由原来的 5~6 小时缩短到现在的 2~3 小时,在线清积灰由原来 2 小时缩短到现在的 0.6 小时,经调整后收尘系统影响因素下降,使得收尘效率提高,电收尘器出口颗粒物明显下降。

### 3.3 减少漏风率

加强烟尘系统堵漏工作,减少漏气,降低结露、粘灰、腐蚀。加强工作门、人孔门、灰斗和壳体等部位的查漏堵漏工作,发现漏风及时进行堵漏密封处理。所有人孔在封门时,密封条布满、均匀压紧,保证不漏气。

### 3.4 气流分布装置改进

电收尘器气流分布装置改为水平进气,选用三层多孔分布板,开孔率为 35%~50%。出口分布装置为双层槽型(迷宫形)分布板,错开排列,气体折流而过,不仅起到了均布气流的作用,而且能将最后一个电场振打时返回气流的灰尘收集在槽中,大大减少被气流带出的灰尘。

### 3.5 设备改造

阳极振打轴改造。经实际分析后,由原振打轴材质改为 316L;石英板由内置安装改为外部安装石英板,孔径 16cm 改为 24cm。该方案实施后不容易在石英板孔径边缘放电,安装石英板更快捷;电收尘方人孔门筒体整体采用 316L 材质,方人孔门分内、外两个门同时制作,保证方人孔门整体的密闭性。

阴极振打绝缘箱管控。每次检修用压缩空气吹扫阴极瓷轴及保温箱内部,彻底清除烟尘,之后用酒精抹布清理干净瓷轴,当发现裂痕、击穿、黏结硬化,立即更换。更换质量较好的瓷轴,现场在安装之前进行产品检查,冷系统安装之后工程师确认后,再通电投入使用。

### 3.6 电气技改

电气部分请电收尘器厂家技术人员进行指导,故障后重新进行标定。同时更换新型调压板,利用停炉时间对加热器进行检查,更换损坏的加热器。通过热调时确定了振打制度,当工况发生改变时,对振打周期进行观察和调整,保证电场有效振打和极板良好的状态。工频整流机组选用当今技术先进的装置。高压硅整流微机自控装置由高压控制柜、高压硅整流器、穿墙套管、高压隔离开关箱

等组成。整流机组有多种保护和报警功能,可以根据生产的工艺状况选择控制供电方式,使电场供电达到最佳状态,保证最佳除尘效率与运行效率。

### 3.7 振打制度合理控制

通过合理的收尘极结构以及良好的振打制度进行控制,阳极板振打各个电场的振打周期不同,一般 1、2、3 电场 3~5 分钟,4 电场 20~30 分钟;而且最后两个电场振打不同时进行,减少二次扬尘。合理的振打制度要通过热调时确定,当工况发生改变时,有必要对振打周期进行观察和调整。实践都证明,粉尘层形成一定的厚度,一般几个毫米厚再振落,使粉尘层成饼状下落比较合理,这样可以有效减少二次扬尘。提高收尘效率,如表 4 所示是收尘效率措施前后趋势图。



图 4 收尘效率趋势图

### 3.8 工作完善系统制度

现场对电收尘器灰斗内部进行在线探灰,每班按时巡检,发现电收尘系统内部积灰及时清理;电收尘刮板机、振打机、销子等部件设备加强保障;同时通过定期调整刮板链条张紧度,优化刮板机头部结构,在 DCS 系统上增设刮板电流及报警,设置高限跳停机制,确保能够第一时间发现刮板故障并及时处理,提高运行稳定性。

## 4 结论

闪速炉电收尘器稳定运行影响因素不仅与系统内物料成分、烟气性质、负压控制、设备管理息息相关,而且与电气系统、操作系统有关。当然,电收尘器做到除尘效率高除了这些因素,还受其他方面影响,本文只是针对闪速炉电收尘器投产运行两年多的实践分析,通过生产实践对电收尘器的性质、使用、管理有了一些经验,为电收尘器长期稳定运行奠定了基础。

### [参考文献]

- [1]北京有色冶金设计研究总院等编.重有色金属冶炼设计手册·铜镍卷[M].北京:冶金工业出版社,1996.
- [2]朱祖泽,贺家齐.现代铜冶金学[M].北京:科学出版社,2003.

作者简介:刘富全(1976.4—),男(汉),吉林省磐石市人,工程师,中南大学,冶金工程专业,从事冶炼技术管理工作;何国方,男(汉),中铜东南铜业有限公司,工程师,从事热能、动力管理工作。