

# 大型铜冶炼厂电除尘器自动保护装置的研究与应用

苏江峰, 申 健, 陈儒稼

(国投金城冶金有限责任公司, 河南 灵宝 472500)

**[摘 要]** 一种铜冶炼电除尘器进口超温自动调解保护装置, 目的在于有效控制熔炼电除尘器进口温度, 通过增加喷雾降温装置, 降低电除尘器进口温度, 同时使烟气增湿, 有效调节熔炼烟气粉尘比电阻, 调节控制烟气中三氧化硫含量, 解决熔炼电除尘器因系统产量增加造成的电除尘器进口温度超标、阳极板变形、收尘效率下降、设备腐蚀等问题。

**[关键词]** 收尘效率下降; 阳极板变形; 比电阻

**[中图分类号]** TF811

**[文献标志码]** B

**[文章编号]** 1003-8884(2021)04-0048-03

**DOI:** 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2021.04.010

## 0 前言

在铜的火法熔炼过程中, 烟气量的不同需要配备不同规格的设备, 烟气浓度的不同要求、不同的工艺控制参数、杂质的不同需要相适应的净化工艺流程, 冶炼烟气制酸工程设计、生产操控十分复杂, 组织生产及技术难度大于硫铁矿或者硫磺制酸。在铜冶炼熔炼炉产生的过程中, 高温烟气常规先经熔炼余热锅炉降温, 降温后烟气进入熔炼电除尘器收尘。但随着系统运行时间增长, 熔炼余热锅炉因换热管束及水冷壁表面结焦或管束区结焦堵塞情况加剧, 引起余热锅炉降温效果变差, 余热锅炉出口温度持续升高。某冶炼企业熔炼系统存在熔炼余热锅炉出口温度持续超高, 维持在 410 ~ 490 °C, 远高于电除尘器进口设计温度 350 ± 30 °C, 电除尘器进口温度超标, 造成电除尘器电场阳极板变形, 电场极间距发生变化, 严重影响电除尘设备安全运行, 降低电除尘器收尘效率, 同时制约系统处理能力的提升。

## 1 改造背景及需求

自然界中的铜矿石是一种比较复杂的矿物, 代表性有硫化铜矿、含铜硫铁矿, 铜矿一般含铜在 2% 以下, 经过选矿方式富集后称为铜精矿, 在以硫化矿为原料时, 冶炼烟气中含有大量的二氧化硫, 通常用于生产硫酸。目前, 根据有色金属冶炼技术的发展趋势状况, 大型冶炼烟气制酸装置主要集中在铜金属冶炼企业。在铜冶炼生产过程中, 生产主要以冶炼工艺为中心, 因此烟气条件千变万化, 存在部分冶炼方法所产生的烟气量呈周期性变化、同时二氧化硫浓度也成周期性变化, 在处理不同的原料会因成分的不同而影响烟气的稳定; 烟气中有害成分、数量变化大, 各种金属矿物伴生的有害元素不同, 导致冶炼烟气变化多样。为解决铜冶炼中电除尘器进口烟气成分及气量变化、余热锅炉降温效果变差、系统产量增加造成的电除尘器进口温度超温, 继而引起电场内阳极板变形、极间距变化、收尘效率下降、设备腐蚀等一系列问题, 实施一种铜冶炼电除尘器超温保护装置, 用来解决该公司目前处理复杂矿源带来的熔炼余热锅炉出口温度超高及波动较大的问题, 降低余热锅炉出口温度, 保证电除尘器设备安全运行, 同时提高熔炼电尘收尘效率、提升系统处理能力。

## 2 铜冶炼生产中影响电除尘器收尘效率的因素

影响电除尘器收尘效率的几个主要因素: 烟气

**[收稿日期]** 2021-01-15

**[作者简介]** 苏江峰(1990-), 男, 河南灵宝人, 工程师, 大学本科, 主要从事冶炼烟气制酸及尾气脱硫脱硝工作, 现任国投金城冶金有限责任公司冶金环保分厂副厂长。

**[引用格式]** 苏江峰, 申健, 陈儒稼. 大型铜冶炼厂电除尘器自动保护装置的研究与应用[J]. 有色设备, 2021, 35(4): 48-50.

温度、烟气湿度、烟气含尘浓度、粉尘比电阻、粉尘黏附性。

**烟气温度:**随着烟气温度升高,引起电场阳极板变形,电场内阴阳极间距发生变化,造成二次电压降低。烟气温度过低,容易引起电除尘器设备腐蚀。

**烟气湿度:**通过喷淋使烟气增湿,可以适当降低烟气的比电阻,对提高除尘器效率是有利的,同时也要结合烟气温度,不可将温度控制低于烟气的露点或酸露点,否则会对除尘器及后续管道产生腐蚀影响。

**烟气含尘浓度:**含尘浓度过高易发生电晕闭塞,引电场内部发生电晕,火花电压也降低,会引起电场收尘效率降低。

**粉尘比电阻:**电除尘器对粉尘比电阻较敏感,比电阻过大或过小均对除尘效率产生不利影响。粉尘比电阻与其温度、粒径大小、成分、湿度、密度等有关。

**粉尘黏性:**对于收尘极、较大的黏附性是粉尘与极板的吸附力增大而不易清灰,且易发生反电晕现象,对于电晕极,较大黏附性是粉尘吸附于阴极线上,极线发生肥大现象,这将降低电晕放电效果,造成粉尘不能充分荷电,降低除尘效率,严重时发生电晕闭塞。同时,粉尘黏附性较大时,清除阳极板上的粉尘时需提高振打力及频率,同时易产生二次扬尘,导致电场收尘效率下降。

该自动保护装置根据影响电除尘器收尘效率的烟气温度、烟气湿度、粉尘比电阻、粉尘黏附性等重要因素做出系统优化解决方案,首先需能控制电除尘器进口温度,可人工调整合适温度值,用以保证电场的收尘效率及设备使用寿命。同时可适当提高烟气湿度,调节烟尘的比电阻,进一步提升电场的收尘效率,还可以通过增加吸收剂达到吸收烟气中部分气体的作用,降低因系统存在漏风等情况造成的电场灰发黏,降低粉尘的粘附性,提高电场阳极板的清灰效果,保证收尘效率。

### 3 改造方案要求及应用

该自动保护装置解决了因电除尘器进口温度过高,造成的电除尘器内部设备变形、除尘效率降低、制约前段熔炼系统投矿量、设备使用寿命降低等问题,上述问题提高了企业生产成本,不利于企业长期发展。该自动保护装置设计结构简单、稳定性高、实

用性强、操作简单、运行效果明显,能满足电除尘器进口温度自控的需求。

通过设计一种喷雾降温系统,调节控制电除尘器进口温度的电除尘器超温保护装置,其功能将配置好的试剂通过泵站输送至空气雾化喷枪,经人为控制 PLC 控制系统,调节喷枪的喷淋流量,来控制电除尘器进口温度达到设定值,或通过温度反馈与喷淋量连锁设置,达到该保护装置自动控制电除尘器进口温度的效果,既可以降低高温烟气对设备损坏,还可调整烟气粉尘比电阻,提高收尘效率。同时调配合适试剂,能消除烟气中部分三氧化硫等有害气体,减少酸性气体对设备的腐蚀。该自动保护装置保护装置由 V 形烟气管道沉降室、空气雾化喷枪、泵站系统、PLC 控制及温度反馈系统三个重要设备组成。

(1)空气雾化喷枪是整个设计的关键部分,需根据烟气体积大小、烟气温度、降温烟道大小,喷枪雾化效果、雾化半径选配合适的空气雾化喷枪,确保能有效控制烟气温度至目标值,同时保证雾化过程中不会出现湿壁、湿底等现象。

(2)泵站系统由试剂配置槽、液体输送泵站组成,试剂配置槽是根据经过烟气中需吸收的三氧化硫浓度而调配的混合试剂,既可增加烟气湿度、调节烟尘的比电阻、提高收尘效率,还能降低烟气中酸性气体含量、提高烟气露点、减少对设备及管道的腐蚀损坏。

(3)PLC 控制系统是操作控制调节泵站流量及气体压力等参数的控制系统,操作人员根据生产系统的实际情况,控制电除尘器进口温度达到理想值,也可将电除尘器进口温度与喷淋流量设定连锁,达到自动调节上水量控制电除尘器进口温度至设定值的目的,其控制调节过程不论人工操作调节还是系统自控调节,整个过程操作简便易控制。

该自动保护装置超温保护装置组成简单、操作便捷,适用于各种电除尘器进口高温烟气温度控制,其所需能源为洁净能源,不会对环境造成危害。且试剂喷淋后与烟气中成分反应中和,也确保了 V 形管道灰斗产灰正常,通过观察灰斗出灰情况,可以及时判断出喷枪雾化效果,同时通过系统压差判断出 V 形管道是否有堵塞,以便系统连续稳定运行。

该自动保护装置超温保护装置,提高了电除尘

器的收尘效率及使用寿命,解决了因进口温度超标、阳极板变形、收尘效率下降、设备腐蚀等冶炼行业电除尘器出现的问题,保障了电除尘器的收尘效率,也降低了后续工段的处理难度及成本。在火法冶炼行业出现的电除尘器进口温度过高的情况下使用本设计,能在一定程度保障电除尘器的收尘效率,降低企业生产成本、提高生产效率、增加企业收益,并确保电除尘器正常运行,也可为系统后续工段生产提供保障。

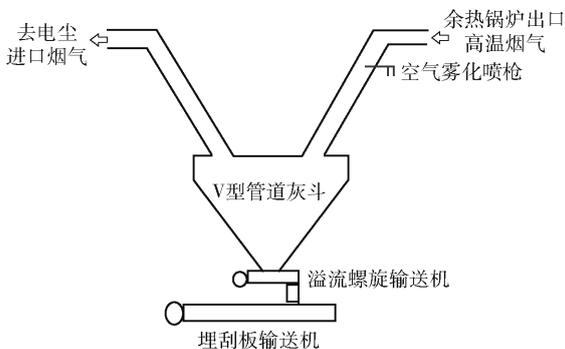


图1 工艺流程图

#### 4 自动保护装置应用实例

国投金城冶金有限责任公司正常生产时,熔炼电除尘器进口温度维持在 $410 \sim 430 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,电除尘器内一电场、二电场由于进入电场内部烟气温度过高,超出电除尘器阳极板所用材质耐温,导致出现一电场、二电场阳极板变形,阴阳极之间极间距发生改变,导致电场二次电压送不上现象,收尘效率大幅下降,部分原本应在电除尘器收集的白烟尘后移,进入后段系统,对后段制酸系统净化管道堵塞,板框压滤系统负荷增大,酸泥量增加,加大操作人员的劳动强度,且影响制酸净化系统稳定运行,同时增大污水处理系统处理难度、提高处理成本及部分有价金属回收难度。该自动保护装置超温保护装置投用,在余热锅炉出口烟道直管段增加一支双流体雾化喷枪,配置316L不锈钢液体管道及压缩空气管道,通过泵站控制系统,人为控制喷淋流量 $10 \sim 50 \text{ L/min}$ ,约 $0.6 \sim 3.0 \text{ m}^3/\text{h}$ ,将降电除尘器进口温度由 $430 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 降至 $385 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,

电场二次电压所有提高,由 $35 \text{ kV}$ 提高至 $50 \sim 70 \text{ kV}$ ,收尘效率由 $96\%$ 提高至 $99.5\%$ 。同时,喷淋降温后该自动保护装置V形管道灰斗及熔炼电除尘器系统产灰均干散,降低电除尘器进口温度 $45 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,可提升单时投矿量 $3 \text{ t/h}$ ,增加处理矿量 $2052 \text{ t/月}$ ,每月可创造效益 $20.52$ 万元,运行效果显著。

该运行保护装置在使用运行过程中,应当注意喷枪安装位置、角度、喷淋流量、喷淋试剂选择等问题,确保V形管道产灰排灰正常,减少因喷淋流量过大的而导致的灰斗湿壁、湿底现象,造成V形管道堵塞、阻力上升的情况。该装置在使用过程中,应合理设计V形管灰斗壁倾斜角度,保证下灰顺畅。同时应控制好该装置的使用开停时间,严格操作规范,减少因操作失误导致湿壁、湿底的情况。

#### 5 结语

实践证明,铜冶炼电除尘器进口超温自动调解保护装置,能有效控制熔炼电除尘器进口温度在设定值,通过增加喷雾降温装置,控制降低电除尘器进口温度,同时使烟气湿度适当增加,有效降低熔炼烟气粉尘比电阻,同时降低烟气中三氧化硫含量和烟灰黏附性,有效解决了熔炼电除尘器因系统产量增加、余热锅炉因运行时间较长或结焦造成的电除尘器进口温度超标导致的阳极板变形、收尘效率下降、设备腐蚀等问题。该自动保护装置超温保护装置,在一定程度上对本企业发展起到积极的促进作用,一方面解决企业因电除尘器进口温度过高制约生产,设备使用寿命短、成本高的问题,为企业降本增效做出贡献;另一方面,从只能通过前段余热锅炉工段降温控制电除尘器进口温度,到电除尘器工段可自行控制温度至电除尘器适合的设计温度,是一种创新,为今后产生相关问题提供了解决思路。

##### [参考文献]

- [1] 陈桂文,肖登明.电除尘器除尘效率影响因素及应对措施[J].电力环境保护,2007,23(6):7-9.
- [2] 章湘华.影响粉尘比电阻的主要因素[J].工业安全与环保,2011,37(6):34-35.

(下转第73页)

## Repair Practice of Cracks in Oxygen Buffer Tank under Pulse Working Condition

LIANG Jian-feng, BAO De-shun

**Abstract:** This paper analyzes the causes of cracks in oxygen buffer tank of oxygen production system, determines the causes of cracks and formulates maintenance plans. After repair, the tanks are detected and tested according to the maintenance specification of pressure vessels to eliminate leakage, achieving good operation and use results.

**Key words:** pressure vessel; crack; welding; reinforcement ring

▲

(上接第 47 页)

## Research on the Process of Replacing Flux Additives with Aluminum Additives

YIN Yun-xia, MA Yue

**Abstract:** To reduce environmental pollution and prevent harmful substances produced from salt additives, salt-free aluminum additives are used to replace the flux additives that contain salts. The feasibility of using the aluminum additives is analyzed from the aspects of appearance, smoke generation, yield rate and so on. Specimens are taken from ingots for analysis. The results show that the ingots casted by using aluminum additives meet the relevant standard no matter by low and high-magnification inspection or in the term of composition segregation; meanwhile, the environmental pollution is reduced and the physical and mental health of operators can be protected.

**Key words:** aluminum Mn-additive; aluminum Cr-additive; yield rate; environmental protection

▲

(上接第 50 页)

## Research on ESP Automatic Protection Device and Its Application in Large Copper Smelters

SU Jiang-feng, SHEN Jian, CHEN Ru-jia

**Abstract:** An automatic protection device for preventing overtemperature at the inlet of ESPs is introduced. The device can effectively control the inlet temperature of ESPs. The associated spray cooling device humidifies smelting off-gas while reducing the EPS inlet temperature, thus effectively adjusting the specific resistance of the dust and the content of sulfur trioxide in the off-gas, and solving the problems caused by the output increase of smelting system, such as overtemperature at the ESP inlet, deformation of anode plate, decline of duct collection efficiency, equipment corrosion, etc.

**Key words:** decline of dust collection efficiency; deformation of anode plate; specific resistance

▲