

# 基于“富氧底吹干法收砷”提升布袋除尘器运行效果的研究与应用

苏江峰, 陈儒稼, 孟 虎, 伍革卫

(国投金城冶金有限责任公司, 河南 灵宝 472500)

**[摘 要]** 有色冶炼企业中大量使用布袋除尘器,其常见的清灰方式为脉冲喷吹清灰。脉冲喷吹清灰系统的运行效果,对布袋除尘器运行阻力、滤袋使用寿命等关键指标有着重要影响,根据某有色冶炼企业四台不同使用工况的布袋除尘器运行实际情况,与运行过程中做出的各项调整措施及改造后的运行情况进行分析,对有色冶炼企业布袋除尘器喷吹系统的运行方式、喷吹气源的选择等问题进行总结,提升了布袋除尘器运行的效果。

**[关键词]** 铜冶炼; 布袋除尘器; 喷吹系统

**[中图分类号]** TF811

**[文献标志码]** B

**[文章编号]** 1003-8884(2023)04-0048-04

**DOI:**10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2023.04.009

## 0 引言

某有色铜冶炼企业(以下简称该企业)采用的是熔炼炉、吹炼炉、阳极炉三炉连续生产的工艺技术,熔炼炉烟气有温度高、尘含量大的特点,熔炼炉烟气经熔炼余热锅炉、静电除尘器、干法收砷装置处理后,干净的烟气送入制酸净化工序稀酸洗涤净化,经二转二吸制酸工艺生产成品 98% 或 93% 硫酸,制酸尾气脱硫后达标排放<sup>[1-3]</sup>。其四台布袋除尘器分别用于处理不同工况的烟气,熔炼布袋除尘器用于处理熔炼炉产生工艺烟气中的烟尘,两台环集烟气布袋除尘器,主要用于收集处理熔炼炉、吹炼炉及阳极炉的放铜放渣过程中弥散出的烟气,精炼布袋除尘器用于收集阳极炉生产过程中的工艺烟气烟尘。

## 1 布袋除尘器基本介绍

布袋除尘器是一种能够过滤干燥粉尘的过滤设备。滤袋在投入运行一段时间后,通过选择性过滤

和静电吸附等过程,会在滤袋外表面形成初层灰,在初层灰的作用下滤袋获得了更高的过滤性能,随着滤袋投用时间延长,滤袋外侧积灰变厚,除尘器运行阻力增加,效率会有所下降,并且能耗随之升高。所以,当滤袋外侧灰尘量过大时需及时清灰,清灰时特别注意不能将初层灰破坏,避免造成过滤性能下降。清灰是否彻底直接影响除尘器运行的好坏,清灰不彻底,会导致运行效率低、能耗增加和滤袋使用周期缩短等问题。目前的布袋除尘器的清灰方法主要有三种:1)气体清灰:气体清灰是借助于高压气体或外部大气反吹滤袋,以清除滤袋上的积灰。气体清灰包括脉冲喷吹清灰、反吹风清灰和反吸风清灰。2)机械振打清灰:分顶部振打清灰和中部振打清灰(均对滤袋而言),是借助于机械振打装置周期性的轮流振打各排滤袋,以清除滤袋上的积灰。3)人工敲打:人工拍打每个滤袋,以清除滤袋上的积灰。大型布袋除尘器普遍采用气体喷吹清灰作为主要清灰方式。

## 2 影响布袋除尘器滤袋使用寿命的因素

### 2.1 滤袋的材质选择

作为布袋除尘器中最为重要的部件,滤袋的品质直接影响着布袋除尘器的工效高低和连续生产的时间长短。一般来讲,滤袋的品质越好,布袋除尘器的工效越高、连续生产的周期越长。

**[收稿日期]** 2023-05-21

**[第一作者]** 苏江峰(1990—),男,河南灵宝人,冶金工程师,大学本科,主要从事有色冶炼烟气制酸生产管理及相关技术研发工作,现任国投金城冶金有限责任公司环保分厂副厂长。

**[引用格式]** 苏江峰,陈儒稼,孟虎,等.基于“富氧底吹干法收砷”提升布袋除尘器运行效果的研究与应用[J].有色设备,2023,37(4):48-51.

由于滤袋品控的好坏对收尘器的工效高低和连续生产的时间长短有直接影响,所以在设计布袋除尘器时要特别注意对滤袋的选择,在选用滤袋时,不但要考虑最差工况下的烟气和粉尘的性质,还要考虑该工况下粉尘颗粒硬度情况。一般来说,过滤速度低的滤袋更能适用于过滤硬度高的粉尘颗粒。优质除尘器应具有良好的通透性、抗腐蚀、抗磨损、缝接工艺好以及适用于现场实际工况及特点。若不能对滤袋材质进行正确选择,容易造成滤袋破损或堵塞等情况的发生,降低除尘器的效率。

目前该企业布袋除尘器采用的滤袋主要为 PPS + PTFE 覆膜滤袋,它是一种高效耐用的复合型耐高温耐腐蚀气体粉尘过滤袋,采用 PPS 和 PTFE 两种化学稳定性都极强的功能性纤维按梯次工艺复合制成,使各自优良性能得到充分发挥,复合制成的高性能复合滤袋,具有优异的化学稳定性,使耐腐蚀性得到很大的提高。聚苯硫醚 PPS 纤维滤料具有较强的耐酸碱和抗水解性能,其缺点是抗氧化性较差,当被处理的烟气中氧( $O_2$ )含量超过 8% 时,长期运行温度超过 160  $^{\circ}C$  时,PPS 材料也会发生氧化而失效。PTFE 纤维具有不燃、能耐强酸强碱、抗强腐蚀性试剂或溶剂、不老化、不氧化、耐高、低温等优越性能,能够弥补 PPS 纤维的缺点,使 PPS + PTFE 针刺毡除尘布袋达到优异的过滤效果及延长使用寿命。因为综合了 PPS 和 PTFE 纤维的优点,所以 PPS + PTFE 覆膜滤袋具有更加突出耐高温、耐腐蚀性能。

## 2.2 系统清灰效率

在布袋除尘器运行过程中,清灰系统运行效果对布袋除尘器滤袋的使用寿命具有重要影响。相对高效稳定的清灰方式,能保障滤袋的清灰效率,保障生产系统的稳定运行和滤袋的使用寿命。相较于人工清灰、机械振打清灰,目前清灰效果较好的清灰方式主要是脉冲气体清灰。

目前该企业采用的布袋除尘器清灰方式是脉冲气体清灰,脉冲气体清灰所用的介质为压缩空气,在对滤袋进行喷吹清灰时,脉冲阀膜片开启时间约为 0.1 s,瞬间喷出的压缩空气形成高流速气体,经过喷吹管及喷吹嘴直接对滤袋内部进行喷吹,致使滤袋急速膨胀,引发一次冲击振动,同时,在一瞬间产生由里到外的逆向气流,在冲击和逆向气流的作用下,去除滤袋表面吸附粉尘,从而达到清除滤袋表面粉尘的目的<sup>[2-5]</sup>。

## 2.3 系统运行的指标控制

系统运行指标控制,对于滤袋的使用寿命也影响众多,其中烟气成分、含尘量大小、温度、湿度、过滤压降等,都会对滤袋的使用寿命造成影响。这其中,过滤压降在所有影响因素中对布袋除尘器运行情况好坏的影响是最为直接的。一般来说,过滤压降高意味着布袋除尘器处于高阻力工况,在风机功率不变的情况下,通过布袋除尘器的风量会降低,导致布袋除尘器的处理能力会下降。随着布袋除尘器运行阻力的上升,清灰频率也会随之增加,长此以往,会降低滤袋的使用寿命<sup>[6-8]</sup>。

## 3 喷吹系统的改进与效果对比

### 3.1 喷吹运行方式的改造

#### 3.1.1 改造前运行情况

运行逻辑性方面:根据该企业实际生产过程中出现的问题,布袋除尘器在运行过程中由于滤袋更换时间不同,滤袋透气性存在差异,且其采用断出式离线清灰,在喷吹系统运行过程中,经常造成系统负压波动,导致系统运行不稳定。改造前喷吹系统的运行逻辑方式是由 1、2、3、4……的固定排列顺序进行反吹,无法自动控制,若其中个别运行箱阻力较大时,需人工到布袋除尘器顶部就地操作进行手动喷吹,此运行方式由于各个气室之间的滤袋阻力不同,阻力差异较大时,造成系统负压波动的情况更为明显,容易对前段冶炼炉的生产及现场工作环境造成影响,同时操作不便,不利于系统控制操作。

设备运行方面:在生产运行过程中,喷吹管由尾部螺栓固定在支架上,由于喷吹系统喷吹时,气源由喷吹管经过喷吹孔向下,对滤袋进行喷吹,此喷吹过程中,由于反作用力,喷吹管在多次喷吹后,尾部的螺栓会断裂或松开,导致喷吹管脱落,进而造成喷吹效率下降,导致系统阻力升高,滤袋使用寿命下降等问题,降低企业的生产效益。

#### 3.1.2 改造后运行情况

运行逻辑性方面:根据此种生产情况,该企业设计其喷吹系统时,对喷吹逻辑进行更改,通过 PLC 控制系统控制喷吹系统,调整其喷吹运行逻辑,在喷吹系统投入时,可以任意选定投用的气室,实现自动喷吹气室自主选择,对于滤袋透气性差的、阻力较高的气室,可选择连续进行喷吹,加强此气室的清灰频率,降低该气室阻力,进而降低对系统的影响。对于

已经需要更换新滤袋的气室,可选择断出喷吹顺序,减少喷吹过程中,由于阻力差异大,造成负压大幅度波动的影响。通过可选择自主控制喷吹系统,可有效解决喷吹过程中系统阻力差异过大的问题,稳定系统运行。

设备运行方面:针对单个螺栓固定反吹管,容易造成反吹管掉落的问题,该企业采用将 4 至 5 根反吹管通过钢管焊接固定在一起,当其中一根反吹管进行喷吹时,反吹管所承受的反作用力,由当初 1 根反吹管重量及螺栓承受,更改后 1 根反吹管进行喷吹时,喷吹造成的反作用力由 4 至 5 根反吹管重量及 4 至 5 个固定螺栓共同承受,大大降低喷吹时反作用力对喷吹管固定螺栓的破坏,经更改后,反吹管掉落的现象基本杜绝,有效地提高了反吹的效率,减少因反吹管掉落造成的喷吹效率下降。显著提升了滤袋的使用寿命及设备运行稳定性。

### 3.2 喷吹气体气源的选择

该企业布袋除尘器喷吹系统最初采用的压缩气体为压缩空气。在处理熔炼系统或类似于熔炼系统的二氧化硫、三氧化硫含量较高的烟气成分,采用压缩空气进行反吹时,由于压缩空气内含有水分及氧气,在喷入后与烟气接触,易造成烟气中酸性气体的露点温度降低,导致粘附在滤袋上的烟尘发潮,不易脱落并增大喷吹的难度,降低喷吹系统的效率,大幅缩短滤袋的使用寿命。

针对此种情况,该企业将喷吹系统所采用的压缩气体由压缩空气更改为加热的氮气,氮气是惰性气体,在与二氧化硫、三氧化硫含量较高的烟气进行接触时,不易与烟气中的成分反应,对烟气中酸性气体的露点温度没有影响,保障喷吹系统所需气体的同时,也不会对烟气成分产生过大的影响,保障了粘附在滤袋表面的烟尘的干散性,提高了滤袋的使用寿命。

### 3.3 喷吹间隔时间优化

该企业布袋除尘器喷吹系统最初设定的每根喷吹管之间的喷吹间隔时间为 5 s,喷吹间隔时间较短,根据运行实际情况,存在以下问题:

由于分气缸体积固定,输送管道体积固定,压缩气体因控制压力固定,因此压缩气体流速大小基本固定,每根喷吹管喷吹后,由于分气缸内压缩气体消耗,分气缸内压力降低,分气缸开始补气升压,根据实际情况测量,在每根喷吹管喷吹结束后,分气缸内

补压时间为 15 s,分气缸内部压力才能达到总管输送压力。因此,在每根喷吹管喷吹间隔时间为 5 s 时,喷吹频率较高,单个分气缸内压力随着喷吹次数的增加而降低,降低喷吹系统的清灰效率,造成滤袋沾灰情况逐步加重,进而影响滤袋使用寿命。同时,喷吹频率较高时,同样会缩短布袋除尘器滤袋的使用寿命。

针对此情况,该企业现场实际测量每根喷吹管喷吹结束后,分气缸内补压时间为 15 s。决定对喷吹间隔时间进行调整,当调整喷出间隔时间为 20 s 时,由于喷吹所间隔时间过长,易出现布袋除尘器阻力升高情况,不易于生产,最终决定更改调整喷吹间隔时间为 15 s。调整喷吹时间后系统运行较为稳定,滤袋使用寿命可延长 20% ~ 30%。因此,对喷吹间隔时间调整优化,保障喷吹压力的同时,降低了布袋除尘器的喷吹频率,大幅提高了布袋除尘器滤袋的清灰效率跟滤袋使用寿命。

### 3.4 喷吹系统开停运行时间优化

该企业布袋除尘器喷吹系统开停时间刚开始时跟随布袋除尘器系统开停时间操作,布袋除尘器系统停机后,由于滤袋上依然粘附着部分灰尘未清理下来,此时喷吹系统停止运行,在布袋除尘器内的温度降下来后,有冷空气进入后,粘附在滤袋表面的烟尘会逐步析出酸性液体,造成滤袋糊袋,进而导致每次布袋除尘器系统停机后,滤袋使用寿命都会有所下降。

针对此情况,该企业决定在布袋除尘器系统停机后,喷吹系统仍然延长开启 2 ~ 4 h 进行喷吹清灰作业。在滤袋不经过烟气的时段清灰,首先清灰效率会提高,同时,进行清灰后,粘附在滤袋表面的烟尘减少,大大降低了因布袋除尘器系统后,冷空气进入造成的滤袋沾灰发粘发潮的情况发生,减少系统停车时冷空气对滤袋使用寿命的影响。

### 3.5 喷吹管的改造优化

该企业在生产过程中,发现喷吹系统运行一段时间之后,在喷吹压力不变的情况下,喷吹效果明显变差,经排查,其问题发生在喷吹管喷吹口被积灰堵塞。造成此现象的原因主要是系统运行期间,由于喷吹管的喷吹口正对布袋除尘器的过滤口,烟气正灌进入喷吹口,虽然喷吹口处设置有防止烟气进入的挡板,但挡板未设置在喷吹口最底部,导致烟尘易在挡板与喷吹口处这段部位积灰,造成喷吹口被堵

死,进而降低喷吹效率,影响滤袋的使用寿命。

针对此情况,该企业对喷吹管喷吹口处的防止烟气回流的挡板进行改造优化,将烟气挡板位置设置在喷吹管喷吹口出气位置最低端,喷吹时挡板打开。喷吹结束后,挡板恢复,减少烟尘进入,有效解决了喷吹管喷吹口易积灰堵塞问题,保障了系统的喷吹效率,提高了滤袋的使用寿命。

#### 4 结语

根据该企业以上实际生产实践和对于出现问题的解决措施,在烟气成分中含有较高三氧化硫等酸性气体时,喷吹系统采用加热氮气的效果要明显优于采用压缩空气。同时,在喷吹系统运行逻辑由固定逻辑顺序更改为可自主选择控制喷吹顺序,更能有效地稳定布袋除尘器系统运行,提高滤袋的使用寿命,同时降低布袋除尘器喷吹系统喷吹时造成的负压大幅度波动,生产稳定性差等问题。采用并联固定反吹管的方式,能有效地解决布袋除尘器系统喷吹时造成的反吹管脱落的问题,保障喷吹系统的效率,提高布袋除尘器设备的运行时间及稳定性。

#### [参考文献]

- [1] 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(04):48-50+73.
- [2] 申健,吕鑫宽,苏江峰,等.基于“富氧底吹三连炉”烟气除尘系统收尘效率提升的研究与实践[J].有色设备,2023,37(02):77-79+83.
- [3] 周春虎,苏江峰,张卫星,等.降低冶炼烟气制酸系统净化污酸金含量的生产实践[J].硫酸工业,2022(03):27-30.
- [4] 辛鹏飞.喷吹给煤系统在烟化炉生产中的应用[J].有色设备,2021,35(01):70-73.
- [5] 王忠顺,郑小宁.工业硅冶炼用除尘器全封闭改造实践[J].有色设备,2022,36(04):64-67.
- [6] 苏江峰,方项林,等.一种具备选择性喷吹功能的布袋除尘装置. CN202222115638.2.国投金城冶金有限责任公司,2022-08-10
- [7] 苏江峰,方项林,陈儒稼,等.浅谈铜冶炼厂白烟尘自燃危害及预防[J].有色设备,2022,36(05):43-45.
- [8] 丁永昌,张宏斌,苏江峰.基于“三连炉造钨捕金”提升铜冶炼企业金属回收率的金属平衡管理研究[J].有色设备,2023,37(02):84-87.

## Based on the “Oxygen Rich Bottom Blowing Dry Method for Arsenic Recovery and Smelting” to Enhance the Bag Filter Research and Application of Operational Effectiveness

SU Jiang-feng, CHEN Ru-jia, MENG Hu, WU Ge-wei

**Abstract:** Bag dust collectors are widely used in non-ferrous smelting enterprises, and the common cleaning method for bag dust collectors is pulse jet cleaning. The operation effect of the pulse jet cleaning system has a significant impact on key indicators such as the resistance of the bag filter operation and the service life of the filter bag. Based on the actual operation situation of four bag filters under different operating conditions in a non-ferrous smelting enterprise, various adjustment measures made during the operation process, and the operation situation after transformation, the operation mode of the bag filter injection system in a non-ferrous smelting enterprise is analyzed and summarized. Summarize and discuss the selection of injection gas source and other issues to improve the operation effect of bag filter.

**Key words:** copper smelting; bag dust collector; injection system

