

# 浅谈铜冶炼厂白烟尘自燃危害及预防

苏江峰, 方项林, 陈儒稼, 申 健, 吕鑫宽

(国投金城冶金有限责任公司, 河南 灵宝 472500)

**[摘要]** 根据国投金城冶金有限责任公司富氧底吹熔炼及吹炼系统电除尘器实践生产过程中出现的白烟尘自燃现象,对其电除尘器所产白烟尘自燃进行研究,分析总结造成白烟尘自燃的原因、危害及预防措施。根据系统投产三年实践生产情况,经过一系列改进措施的实施,白烟尘自燃现象得到有效控制。有效解决了白烟尘因自燃引起的现场环境污染,二次包装增加的人员劳动强度及包装袋成本,无法长期存放等问题,同时降低了对包装人员身体健康的危害。

**[关键词]** 电除尘器;白烟尘;自燃

**[中图分类号]** X758; TF811

**[文献标志码]** B

**[文章编号]** 1003-8884(2022)05-0043-03

**DOI:**10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2022.05.010

## 0 前言

国投金城冶金有限责任公司年处理综合矿粉70万t,年产阴极铜10万t,采用三联炉先进工艺,其中熔炼炉采用富氧底吹造钼熔炼自热炉,其熔炼过程中,产生的热量绝大部分来自于各种原料之间相互反应所释放的热量。熔炼炉产生的高温烟气经熔炼余热锅炉降温,进入电除尘器设备进行烟气净化,经电场收集后的白烟尘,经过溢流螺旋、刮板机输送后,使用编织吨包袋在接灰口进行人工包装或经过仓式泵气力输送设备输送至打包站进行集中包装。包装后的白烟尘,临时存放于白烟尘打包站内。码放整齐白烟尘由于成分的复杂性会发生自燃现象,部分白烟尘存放1~2天内会出现自燃现象,部分白烟尘在放置10~20天后,仍会出现自燃现象。白烟尘自燃后,不断放热及引燃,引燃包装袋及周边存放的白烟尘,易发生火灾等安全事故,存在较大安全隐患。白烟尘自燃会产生大量含有二氧化硫及三氧化二砷蒸气的有毒气体,对储存场地周边环境存

在污染,影响作业人员的身体健康,造成极大危害。处理白烟尘自燃事故增加了包装袋消耗,增加了人员劳动强度,由于包装袋的破损及高温环境,其作业环境较差、工作量繁重、作业难度较大。

## 1 白烟尘的产生

白烟尘是铜火法冶炼过程中熔炼或吹炼过程中熔炼电除尘器或吹炼电除尘器收集产出的冶炼副产品,其成分含铜5%~15%,含铅30%~50%,含锌2%~10%,含砷1%~10%并富含金银等有价值元素。

## 2 白烟尘的自燃

### 2.1 燃烧的三要素

燃烧的基本条件:有可燃物、有助燃物、有着火源。

### 2.2 自燃的概念

根据热源的不同,物质自燃分为自热自燃和受热自燃两种。在一般条件下,可燃物质和空气接触都会发生缓慢氧化,因速度较慢,析出的热量也较少,且不断向环境中散热,不会像燃烧那样发出光。若温度升高或其他条件改变,氧化过程就会加快,析出的热量增多,不能全部散发就积累起来,随之温度逐步上升。当到达该物质燃烧的最低温度即该物质着火点时,就会自行燃烧。

**[收稿日期]** 2022-03-02

**[作者简介]** 苏江峰(1990—),男,河南灵宝人,冶金工程师,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环保分厂副厂长。

**[引用格式]** 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(5):43-45.

### 3 白烟尘自燃的原因分析

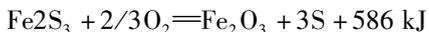
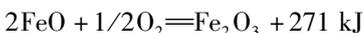
白烟尘是含有铜铅锌等多种元素复杂原料高温熔炼的产物,由于生产工况的不稳定性,白烟尘中含有物质及其化学性质的复杂性较大,同时白烟尘产出的温度较高。白烟尘的自燃指白烟尘在自然环境存放过程中,白烟尘中某种可燃物质与空气接触导致自热自燃,由于热量积累及环境温度高于其燃点温度后,白烟尘产生燃烧现象,到达较高温度后,引燃白烟尘中其他可燃成分。白烟尘自燃根本原因在于其中存在易氧化自热、低燃点的物质,白烟尘即产即包,集中堆存,其自身的温度无法得到有效散发及降低,导致白烟尘接触空气后发生燃烧现象。具体原因如下:

#### 3.1 白烟尘中存在易氧化自热、低燃点的物质

经现场生产实际发现,在熔炼电除尘器产出的白烟尘颜色发黑时,化验硫含量升高时容易出现白烟尘二次自燃的现象。经对比化验其成分,黑色白烟尘与入炉的原料成分较为接近。

由于熔炼炉在冶炼过程中,在原料燃烧不充分或系统负压较高,会导致一部分未经燃烧的原料进入熔炼电除尘器设备被收集下来,与白烟尘掺杂在一起,进行包装。

因原料中含有硫化亚铁、二氧化硅等造渣放热原料,同时还会产生单质硫等成分,其氧化亚铁及铁的其他硫化物在空气中受热或光照时,会发生如下氧化自热自燃反应:



硫化亚铁的着火点很低,通常约在 50 ℃,硫化亚铁的形成伴随一定量的单质硫产生,硫化亚铁与单质硫彼此之间具有协同作用,即硫化亚铁的自热氧化释放的热量使其内部的单质硫发生自热自燃,从而放出大量热量进而促使硫化亚铁自燃。在 350 ~ 400 ℃ 情况下,单质硫很容易与铁直接化合生成 FeS。在这个温度下, H<sub>2</sub>S 可以发生分解: H<sub>2</sub>S → S + H<sub>2</sub> 分解出的活性硫和铁的作用极强烈。硫化亚铁在潮湿空气中氧化时,二价铁离子被氧化成三价铁离子,负二价硫氧化成四价硫,放出大量的热量。由于局部温度升高,加速周围硫化亚铁的氧化,形成

连锁反应。

#### 3.2 白烟尘即产即包,烟尘自带热量无法有效散失

国投金城冶金有限责任公司由于其熔炼系统处理多金属复杂金铜精矿的复杂性,电除尘器出口烟气温度的在 360 ~ 370 ℃,其产出的白烟尘经过溢流螺旋绞龙及刮板机输送使用下灰口进行包装,或由仓式泵气力输送设备输送至白烟尘打包站进行包装,由于即产即包,白烟尘自身的热量无法有效散失,包装后,其内部温度散热过慢,最高可达 130 ℃,在打包站包装的白烟尘其内部温度维持在 30 ~ 50 ℃,给白烟尘中含有的硫化亚铁自热自燃及单质硫等自燃提供了反应条件,在接触空气后会发生氧化自燃现象。在下灰口包装的白烟尘发生自燃现象的概率远高于在白烟尘打包站包装的白烟尘。

#### 3.3 白烟尘包装期间伴随的空气,为自燃提供了反应条件

电除尘器收集的白烟尘烟灰粒径较小,其含有的硫化亚铁、单质硫等易氧化物质粒径也比较小,灰粒的比表面积增大,在包装期间进入的空气能均匀吸附到硫化亚铁、单质硫等易氧化物质颗粒的表面上,仓式泵输送使用的气源是压缩空气,在输送过程中,压缩空气与白烟尘充分接触,扩散至灰粒之间,白烟尘中硫化亚铁、单质硫等易燃物质与压缩空气中的氧气充分接触,氧气能均匀吸附到硫化亚铁颗粒的表面上,导致硫化亚铁的自燃的温度降低,为其氧化、自燃提供了条件。

### 4 白烟尘自燃的危害

白烟尘中未充分燃烧的硫化物或单质硫进行二次燃烧,会产生大量的二氧化硫气体,污染环境,对人体的呼吸系统损害较大,易引发支气管炎、哮喘、肺气肿等现象。在处理过程中由于白烟尘具有质量轻、密度小,易漂浮在空中、易吸附的特点,当皮肤沾满烟灰时,可引发皮炎,尤其夏季人体出汗多,烟灰容易堵塞毛孔,引起毛囊炎;还通过呼吸进入肺部,引起肺部病变,长期大量吸入可引起尘肺。

白烟尘包装后在打包站内集中存放,是引发重大火灾的安全隐患。同时车辆在长途运输过程中,易造成车辆着火,导致交通事故。

白烟尘的自燃导致作业人员的工作量大幅度增加,在处置过程中,白烟尘飞扬、高温等作业环境恶劣、工作强度大、作业量大、人工成本极大增加,进行

二次包装,包装成本增加。

在生产中,电除尘器进口氧浓瞬间升高的情况下,黑色白烟尘易在电除尘器内部进行二次燃烧,造成电除尘器阳极板局部变形,走道积灰,对电除尘器设备的使用寿命造成极大的损害。黑色烟尘比重较大,易造成挂壁现象,设备漏风现象也会引起白烟尘二次燃烧,其烧结后极易造成灰斗堵塞,由于白烟尘中各种金属的存在,烧结冷却后,在灰斗内部形成高硬度结焦,人工清理时难度较大,严重影响设备安全运行。

## 5 预防措施

### (1) 消除白烟尘中自热自燃物质

白烟尘中硫化亚铁、单质硫等自热自燃物质的存在,是导致白烟尘自燃的最主要因素。针对原料配矿进行调整,同时加强熔炼系统对炉内原料燃烧的控制,在上升烟道处采取适量补氧措施,使可燃物质在进入余热锅炉之前充分燃烧及氧化,同时检查处理锅炉漏风现象,控制电除尘器进口氧浓大于3%,最佳控制区间在3%~8%,白烟尘颜色控制为灰白色,避免硫化亚铁、单质硫等自热自燃物质进入电除尘器,消除白烟尘中自热自燃物质的存在。

### (2) 降低包装白烟尘温度

电除尘器产出白烟尘减少下灰口直接包装,尽量使用仓式泵输送至白烟尘至打包站灰仓,并储存在灰仓内,禁止即产即包,让白烟尘冷却1~3 h后,采取储存集中包装方案,使白烟尘通过低温输送气

体及灰仓除尘系统的抽风,达到热量的有效散失,从而降低白烟尘包装温度。同时减少工作人员在粉尘环境的停留时间,改善了其工作环境,提升了人员的工作效率。

### (3) 仓式泵输送气源由压缩空气改为氮气

氮气为惰性气体,国投金城冶金公司有效利用制氧站多余氮气气源,氮气中的含氧量几乎为零,在输送过程中与白烟尘充分接触,对白烟尘起到保护作用,使其不易氧化,从而降低了白烟尘自燃的机率。压缩空气中氧含量及水分含量均高于氮气,在输送过程中,易造成白烟尘在仓式泵仓室内自燃结块儿或发潮发粘,导致输灰管道粘壁,管径缩小甚至堵塞,氮气中氧含量及水分含量均较低,改用氮气后粘管和堵塞现象有效消除,仓式泵运转率由65%提升至99%。

## 6 结论

经过上述方案的实施,目前国投金城冶金公司复杂多金属金铜精矿熔炼吹炼系统电除尘器白烟尘自燃等问题得到有效解决,在同行业相关企业中具有较高的推广意义。

### [参考文献]

- [1] 徐伟,张淑娟,王振刚. 硫化亚铁自燃温度影响研究[J]. 工业安全与环保,2015,41(6):36-38.
- [2] 路荣博. 硫化亚铁自燃防范措施浅析[J]. 广东化工,2012,11(39):121-122.

## A Brief Introduction to the Hazards and Prevention of Spontaneous Combustion of White Soot in Copper Smelters

SU Jiang-feng, FANG Xiang-lin, CHEN Ru-jia, SHEN Jian, LV Xin-kuan

**Abstract:** This paper looks at the phenomenon of spontaneous combustion of white soot in the electric precipitator of the oxygen-rich bottom-blow melting and blowing system of SDIC Jincheng Metallurgical Co., Ltd. It analyzes and summarizes the causes, hazards and preventive measures for the spontaneous combustion of white soot. A series of improvement measures has been effected taking into account practical conditions and production status in the three years since the system was first put into production, effectively curtailing the spontaneous combustion of white soot. On-site environmental pollution and packaging staff health hazards caused by white soot spontaneous combustion, increased labor intensity and cost inflation due to re-packaging, lack of long-term storage solutions and other related issues have also been thereby addressed.

**Key words:** Electric dust collector; white soot; spontaneous combustion

