

烧结机头电除尘器燃烧原因及预防措施

张海民

鞍钢集团朝阳钢铁有限公司

DOI:10.12238/pe.v3i1.11412

[摘要] 随着国家对钢铁企业的环保要求越来越严,企业生产的各个环节必须达标排放。朝阳钢铁265 m²烧结机210m²机头电除尘器出现了结块二次燃烧的问题,而电除尘器作为钢铁行业烧结机头除尘系统中不可缺少的一环,这给企业安全生产带来了严峻的挑战。通过对朝阳钢铁烧结机机头电除尘灰斗结块二次燃烧的现象进行调查,从燃烧三要素进行全面剖析,找到了电除尘灰斗结块二次燃烧的原因,并针对结块二次燃烧的原因制定了相应的预防措施,解决了结块二次燃烧的问题,为企业安全生产和环保排放达标提供了保障。

[关键词] 除尘器; 结块; 二次燃烧; 漏风

中图分类号: TM925.31 **文献标识码:** A

Reasons for combustion of electrostatic precipitator in sintering machine head And preventive measures

Haimin Zhang

Angang Steel Group Chaoyang Iron and Steel Co., Ltd.

[Abstract] With the increasingly strict environmental requirements of the country for steel enterprises, All aspects of enterprise production must meet emission standards. Chaoyang Iron and Steel's 265 m² sintering machine and 210 m² head electrostatic precipitator have encountered problems with agglomeration and secondary combustion, As an indispensable part of the dust removal system for sintering heads in the steel industry, electrostatic precipitators are used, This poses a serious challenge to the safety production of enterprises. Through investigating the phenomenon of agglomeration and secondary combustion of the electric dust collector ash hopper at the sintering machine head of Chaoyang Iron and Steel, A comprehensive analysis of the three elements of combustion, We have identified the cause of secondary combustion in the agglomeration of the electrostatic precipitator ash hopper, And corresponding preventive measures were formulated for the causes of secondary combustion of agglomerates, solving the problem of secondary combustion of agglomerates. Provided assurance for the safety production and environmental emission standards of enterprises.

[Key words] Dust collector; Agglomeration; Secondary combustion; Air leakage

引言

在烧结生产中,会产生含有大量颗粒灰尘及有害气体(SO₂、NO₂)的烟气,在进入下道工序之前,这些烟气必须经过机头电除尘系统的净化,才能满足国家环保排放标准。现有朝阳钢铁烧结机头除尘系统210m²四电场电除尘器灰斗内粉尘经常出现结块二次燃烧等现象,排灰不畅影响了除尘效果。机头电除尘灰斗结块燃烧后须经过人工清理,对环境污染十分严重,还带来了安全隐患。为了找到机头除尘灰板结燃烧的原因,从燃烧的三要素进行调查研究,提高机头电除尘器除尘效率。

1 机头电除尘器灰斗结块燃烧的原因分析

1.1 烧结机漏风的影响(助燃物)

烧结机系统的漏风主要包括:烧结机车与滑道之间存在漏风;台车与台车之间存在漏风;烧结机头尾密封漏风,栏板与栏板之间漏风。此外,烧结机烟道、风箱、卸灰阀等也存在漏风。烧结机漏风率高,引起废气温度波动大,造成粉尘结露板结^[1],漏风高还会导致烟气中氧含量高,为燃烧提供条件。

1.2 烧结机头除尘灰碱金属含量和除尘灰粒径分析(着火源)

1.2.1 烧结机头除尘灰碱金属含量分析

烧结机头电除尘灰中含有的氧化钾、氧化钠等属于亲水性物质,极易溶于水,当它们与结露产生的水分结合形成固态氧化物时^[2],会粘堵在灰斗壁上,难以脱落,形成板结块。对电场除尘灰取样检测,结果如表一。

表一 烧结机头除尘灰化学成分(质量分数%)

样品名称	TFe	K ₂ O	Na ₂ O	PbO	ZnO	CaO	SiO ₂	Cl	S
一电场 1-1	43.28	5.74	1.02	0.83	0.10	6.09	2.48	2.27	0.82
二电场 2-1	36.35	11.58	2.29	2.10	0.22	8.20	3.84	4.15	1.11
三电场 3-1	33.86	19.85	4.06	3.80	0.41	8.67	4.01	7.92	1.39
四电场 4-1	26.65	23.04	6.25	4.02	0.60	9.35	4.75	8.21	1.28
一电场 1-2	35.65	7.04	1.34	1.35	0.15	6.74	2.14	2.65	0.76
二电场 2-2	33.98	15.11	3.19	2.77	0.34	6.89	2.87	5.83	1.09
三电场 3-2	32.28	17.53	4.88	3.54	0.25	8.69	3.96	6.36	1.30
四电场 4-2	30.15	18.27	5.28	3.87	0.45	7.58	3.68	6.34	1.35

由表一可以得出,从一电场到四电场碱金属氧化物含量越来越多。机头电除尘灰的比电阻为100~1020 Ω·cm。这些粉尘到达电除尘内部极板后,不易释放电荷,会产生反电晕,在反电晕作用下放电,因而形成着火源。一方面比电阻高的粉尘极易形成反电晕产生火花,另一方面具有粘性不容易被振打脱落,从而为燃烧准备了可燃物,导致电除尘器灰板结现象和二次烧结现象发生。

1.2.2 烧结机头除尘灰粉尘粒径分析

机头电除尘灰中Na₂O、K₂O、ZnO等金属氧化物含量较多,三、四电场灰呈轻飘絮状,细而粘,容易粘在灰斗内壁上^[4]。对除尘灰进行粒径检测结果如表二。

表二 烧结机头除尘灰粒径分布 (%)

粒径(μm)	<5	5~10	10~20	20~40	>40
一电场 1-1	9.18	16.42	20.91	26.52	26.97
二电场 2-1	23.73	21.16	22.32	20.14	12.25
三电场 3-1	27.71	22.74	19.08	15.08	15.38
四电场 4-1	31.25	23.75	20.24	13.57	11.28
一电场 1-2	10.06	7.63	7.72	10.74	63.85
二电场 2-2	18.10	15.67	16.47	18.32	31.44
三电场 3-2	28.47	19.74	18.91	17.24	15.63
四电场 4-2	33.44	20.15	17.25	15.36	13.78

由表二可知,0~10 μm之间的粉尘占比高,在35%以上,从一电场到四电场的微细粉尘的占比明显升高。这是因为烧结废气中含铁、硅等大颗粒除尘灰在一、二电场被收集,而Na₂O、K₂O的除尘灰粒径细小且轻,随废气飘走,在第三、四电场被收集,三、四电场微细粉尘占比高,比表面积大,需要电场提供足够的

放电电荷,这样必须提供足够的工作电压,随着电压的升高,会产生火花放电,为“二次烧结”现象提供着火源^[3]。

1.3 烧结电除尘灰中碳含量分析(可燃物)

烧结机头电除尘灰中的碳颗粒和燃料挥发出来的C、H气体着火点很低,很容易被点燃,是二次燃烧的主要可燃物。对电除尘灰中碳含量进行检测,见表三。

表三 电除尘灰中碳含量 (%)

样品名称	碳含量 (%)
一电场 1-1	2.45
二电场 2-1	2.51
三电场 3-1	2.81
四电场 4-1	2.96
一电场 1-2	1.68
二电场 2-2	2.41
三电场 3-2	2.50
四电场 4-2	2.78

从表三可知,一到四电场除尘灰中碳含量呈升高趋势,烧结机头电除尘灰中的碳,来源于烧结燃料和除尘灰。在烧结生产过程中,固体燃料的粒度波动范围大,粒度较细的燃料在抽风作用下通过料层,随废气进入到机头电除尘器中,而粉尘中的炭颗粒、K₂O、Na₂O、ZnO等被收集到灰斗中。朝阳钢铁烧结机漏风率52%左右,烟气中氧气量充足,而三和四电场碳含量达到10%以上,又具备火花放电的条件,因此燃烧条件的三要素同时具备,为灰斗中的粉尘燃烧提供了条件^[4]。

1.4 管理制度存在缺陷的影响

(1) 烧结机头电除尘器安全门和卸灰阀人孔门关不严,会漏风严重,电除尘器内部粉尘结露结块。(2) 烧结计划或非计划停机时,若马上停振打和卸灰系统,会导致阴、阳极板、极线上积灰严重,不利于电除尘器运行。(3) 在日常运行时,要根据烧结机的温度和风量等工况,进行调整参数,保证电除尘设备高效稳定的运行。在烧结开停机时,电除尘器的卸灰、振打和加热制度,随烧结参数调整而调整是十分必要的。

1.5 灰斗料位控制及设备设计不合理的影响

在日常运行操作中,机头电除尘器内的积灰保持低料位是十分必要的。一是灰斗的加热系统好用,能提高灰斗内部温度,防止灰斗内的粉尘结露受潮而板结。二是灰斗内部安装声波清灰器,释放的强声波能传到电除尘器内部的空间,遇到阳极板、阴极板后转化为机械能,粉尘层中生成高频波振动,使结块的积灰脱落,达到清洁电场内部的作用。^[5]

2 灰斗结块燃烧的应对措施

2.1 治理烧结机设备漏风

加强漏风治理,减少机头电除尘器漏风。提高电除尘器安全门和卸灰阀人孔门的密封性能,对烧结机大烟道、风箱、膨胀节、弯管和除尘器本体出现腐蚀漏风要及时处理。烧结机漏风率降低,不但有降低烟气含氧量的作用,还可以减小烟

气温度波动,防止温度过低或过高造成的粉尘二次燃烧或冷凝结露^[6]。

2.2 优化烧结机中间指标控制

机前混合料水分的影响。烧结机前混合料水分正常生产时控制在6.5%~8.0%之间。因为较细的燃料在制粒时包裹在原料的表面,随着水分的蒸发,燃料与原料分离掉落,这些富集状态细的粉尘经过烧结大烟道飘进电除尘器内部,造成电晕封闭现象,影响除尘效率^[7]。

不同固体燃料品种的影响。固体燃料品种的选择对烧结机头除尘器的影响很大,如某钢铁企业烧结机车间使用固体燃料为100%焦粉,配套的双室四电场电除尘器除尘效果较好,没有出现任何故障,但等比例切换30%无烟煤粉后,电除尘器内部出现灰斗结块二次燃烧现象。

严格控制烧结机工艺参数。烧结机工艺参数控制不合理,会导致烧结垂直燃烧速度控制不稳定,出现烧结终点提前或滞后现象,大烟道温度波动较大,抽入废气中的低熔点金属氧化物或不完全燃烧的燃料颗粒,伴有红火现象进入机头电除尘内部,出现二次燃烧。

各工序的除尘灰循环使用的影响。通常钢铁企业会将各工序下来的含铁除尘灰收集下来,供给烧结机当作原料使用。特别是机头电除尘灰成分十分复杂,一、二电场收集的大颗粒除尘灰,品位高,循环利用价值高;而三、四电场中的除尘灰品位低且呈絮状、比电阻高,若循环使用这类除尘灰,会造成碱金属氧化物的“富集”,随着碱金属含量的逐渐升高,电除尘器除尘效果越来越差,满足不了环保排放要求。因此烧结机头除尘器一二电场的除尘灰品位高,可回收利用;三四电场的除尘灰 Na_2O 、 K_2O 、 ZnO 等金属氧化物含量高,建议脱除碱金属后再回收使用。

2.3 建立整个系统的管理制度

(1) 建立废气温度高等特殊情况下的放灰制度。当废气温度超 200°C 时,待烟道温度降至正常后,对电场进行放灰。(2) 建立开停机放灰制度。烧结机计划或非计划停机检修时,在烧结主抽风机停止后连续振打1.5小时,并放走除尘器灰斗内的积灰;烧结机投料生产后,机头除尘器二次电压和二次电流随烟气温度的逐渐升高调整到正常水平;烧结检修开机后2~4个小时内,

要对机头除尘器进行放灰。(3) 建立操作制度、振打制度,合理优化运行参数和完善设备功能。(4) 控制燃料的粒径,应尽量减少较细燃料粒级的百分比。(5) 控制烧结铺底料厚度。烧结铺底料的厚度以不低于30mm为宜,以保证燃料的充分燃烧。(6) 烧结烟道出口温度波动范围控制在 $150\sim 180^\circ\text{C}$,混合料含水控制在中下限,尽可能减少烟气的含水量。(7) 合理设定电除尘工艺参数提高除尘效率,每日将除尘灰排空三次。

3 结论

综上所述,烧结机头电除尘器灰斗粉尘结块燃烧的原因主要有:一是烧结整个系统漏风严重;二是烧结所用原燃料结构不同,形成的粉尘特性不一样;三是烧结机参数控制不合适和操作失误;四是除尘灰斗料位及设备设计安装不合理。除了以上四个因素外,还有很多问题需要研究,只要我们细心研究每一个因素,制定针对性的措施,就能杜绝灰斗结块二次燃烧,为企业安全生产、环保达标排放提供保障。

[参考文献]

- [1] 赖栋文. 浅谈烧结机头电除尘器粉尘结块燃烧的原因及预防措施[J]. 能源与环境, 2015(6):90-92,94.
- [2] 许佩. 龙钢400m²烧结机机头电除尘器灰斗结块治理实践[C]//2019冶金智能制造暨设备智能化管理高峰论坛论文集, 2019:37-42.
- [3] 居鹤鸣. 南京钢铁烧结厂4#、5#烧结机机头电除尘器除尘灰自燃原因分析及解决过程[J]. 冶金管理, 2021,(09):61-62.
- [4] 杜肖臣, 李新强, 赖志强, 等. 基于烧结机头粉尘特性理论的电除尘器灰斗结块燃烧研究[J]. 重型机械, 2024(4):21-24.
- [5] 寇向上, 黄明杰. 烧结机头除尘器二次烧工艺及安全输灰控制[J]. 节能与环保, 2022(11):56-58.
- [6] 石勇, 党小庆, 韩小梅, 等. 钢铁工业烧结烟尘电除尘技术的特点及应用[J]. 重型机械, 2006(3):27-30,34.
- [7] 杨建明, 马立民. 攀钢钒360m²烧结机机头电除尘器灰斗结块的治理[J]. 四川冶金, 2015,37(01):6-8.

作者简介:

张海民(1984--),男,汉族,辽宁葫芦岛人,大学本科,中级工程师,炼铁烧结。