

# 三相智能变频电源助力烧结机烟气排放达标

叶文兴 陈鑫森

厦门锐传科技有限公司 福建 厦门 361100

**摘要:** 在工业领域,根据《中华人民共和国大气污染防治法》《钢铁企业超低排放改造工作方案》等规定,必须安装脱硫设施,确保烟气达标排放,烧结机在运行过程中会产生大量的烟气和粉尘,不仅对周边环境造成污染,而且也严重影响了周围居民的生活,为解决烧结机排烟问题,我国钢铁行业发展规划提出了“十三五”期间实现无烟煤全覆盖和二氧化硫、氮氧化物协同控制,在这一背景下,节能减排已成为钢铁行业发展的新趋势,为了更好地满足烧结机排烟需求,改善环境质量,有条件的钢铁企业已率先实现废气排放。因此,本文选择三相智能变频电源助力烧结机烟气排放达标进行研究,助力烟气的排放,使其能够达到排放标准。

**关键词:** 三相智能变频电源; 烧结机; 烟气排放; 达标

## 前言

作为钢铁行业的传统排放大户,高炉煤气中的一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫等有害气体排放量大,但由于高炉煤气中含有大量的粉尘,对于企业的环境保护来说具有较大冲击,不仅影响高炉煤气中各项污染物的排放浓度,而且直接影响着高炉煤气中各种粉尘和有毒有害气体的扩散和吸收,使企业粉尘排放浓度升高难以达标排放。因此,国家和地方都十分重视高炉煤气中有害气体排放标准和污染控制,加大了对重点区域、重点行业钢铁企业高炉煤气排放标准和污染控制管理力度。钢铁企业烧结机后除尘采用三相智能变频电源能为其提供稳定、可靠、节能、环保和舒适的使用环境,提高了烧结生产效率,减少了SO<sub>2</sub>对人体健康的危害,同时减少粉尘和有害气体的排放并降低了企业生产成本,是一种先进、高效、节能且无噪音污染的绿色工艺。

## 1 三相智能变频电源的相关概述

三相智能变频电源,又称工业电柜、工业DVD、工业LED电源等,其工作原理是在输入电压和输出电压、电流的基础上,由电动机自身完成能量转化及电压控制,并在负载情况下通过控制系统改变工作电流、电压及负载情况实现对电源控制或执行<sup>[1]</sup>。根据应用场合不同可分为工业用电源、应急电源等,工业用电源又可分为非接触式电源和无接触式电源,非接触式电源又可分为交流开关电源、交流调压电源等,无接触式电源是采用交流电压直接输入到电网内或采用交流电流直接输入电网内部的电力电子装置。不带电阻储能的非接触式直流电源是在交流电压的基础上由控制电路直接输入到电网内或采用感应线圈储能直接输入到电网内或采用电容储能,非接触式电气设备是与电网相连或用电机带动直流

转子直接供给或通过电阻储能直接输入和输出到电网之间使用的各种机电设备。目前国内大部分工业企业对烟气排放环保要求越来越高,国家为了改善环境质量、提高人民生活水平及身体健康等采取了一系列相应的环保政策和措施来解决企业污染物排放问题,其中主要有,淘汰落后产能、改造低成本设备运行、加大环保设施投入来提升环境质量这三大主要途径。

## 2 烧结机烟气排放现状

烧结工艺是目前国内最成熟的环保工艺之一,它主要采用物理(煤,空气)和化学(石灰石,石灰,石膏等)的综合处理方式,对烧结过程中产生的烟气进行处理<sup>[2]</sup>。目前,钢铁行业大气污染物排放控制标准规定的“非甲烷总烃”浓度为50mg/m<sup>3</sup>以下,符合GB13271-2011《钢铁企业大气污染物排放标准》的限值要求。但是这一标准是从2015年开始实施的,从2017年1月1日开始执行,这就要求烧结系统按照新的排放标准进行改造升级,因此国内现有的烧结机基本都无法达到新标准要求,因此钢铁行业采用低浓度或者无烟煤治理方式是可行的。目前国内外很多烧结机烟气净化设施均采用三相变频电源来进行供电和控制,但是大部分烧结机并未安装烟气脱硝设备,我国目前已经实现了炼铁流程全部烟气脱硝及除尘改造施工建设,采用高效催化转化器对NO<sub>x</sub>和SO<sub>2</sub>进行脱硝处理,且具有脱硫效率高(可达90%以上)、运行稳定可靠等特点,是烧结机实现超低排放及无烟煤全覆盖的重要技术保障。

### 2.1 现阶段烧结机烟气净化现状

现阶段,烧结机烟气中NO<sub>x</sub>和SO<sub>2</sub>的排放量占到烧结总排放量的85%左右,且大部分烧结机并未安装烟气脱硝设备。根据2019年7月1日起实施的《钢铁工业大气污染

物排放标准》的规定,新建烧结机原则上应安装烟气脱硝装置,老旧烧结机基本都需要加装除尘设施来实现排放标准。而且部分企业已将原烧结机组全部升级为烧结余热回收、烧结废水回用三种方式来进行烟气处理,烧结机烟气处理后的烟气通过三级净化后进入烧结余热回收系统,三相变频电源作为一种新型电子元器件产品,其本身无极调速和调压特性能有效地控制烧结机的转速、电流比例等,可以很好地为烧结机实现超低排放提供有效保障,在三相变频电源的使用过程中,尤其是三相智能变频电源的使用能够有效增强烟气处理的效果,保障其能够具有较高使用效率和质量,使其能够在智能化技术的支持下更好进行工作,到达环保的效果。

### 2.2 烧结机烟气净化的改造升级

在进行烟气净化的改造过程中,为了提高烟气净化效率且实现低浓度的超低排放要求,很多企业都进行了烧结机烟气净化工艺升级改造,如使用选择性催化还原剂(SCR)、高效催化转化器等。这些技术有一个共同而又明显的优点,即其处理后的烟气量与原有相比减少了50%~60%,但是对于烧结机烟气脱硝改造来说,并非一件简单的事情,因为现在钢铁行业排放标准基本都按照GB13271-2011《钢铁企业大气污染物排放标准》执行,其中还规定了氮氧化物浓度值不能低于50mg/m<sup>3</sup>,而SCR脱硝技术具有很强的适应性和选择性,能够适应不同的烟气环境,因此并不是所有企业都能够满足这些规定要求。通过对烟气净化的改造升级能够有效增强净化效果,保障具有较高精华能力<sup>[1]</sup>。

### 3 烧结机烟气治理解决方案

烧结机烟气治理采用PID控制系统(PID+RTU)进行烟气治理,并在主机侧引入3台智能三相智能变频电源(变频器+智能风机)。经测算,通过更换PID控制系统及3台变频电源(变频器+智能风机),可以实现5台烧结机机尾车间颗粒物排放削减率99%以上的目标,在实际运行过程中,烧结机生产过程中氮氧化物的浓度会随着PID控制系统以及3台变频电源的调节而自动降低或达到理想值,同时还可以根据现场情况及时进行风机开停和风机转速调节等措施来确保设备稳定运行。在具体项目运行过程中,会根据客户现场实际工况和实际使用环境提供更为合理的能耗优化方案和高效节能服务,在对烧结机烟气处理方案进行制定过程中,需要根据实际情况,对其进行制定,保障其能够具有较高可行性,能够高效的处理烟气,并且达到环保的要求。

#### 3.1 节能服务方案

节能服务方案包括设备选型和设备维护,包括现场

勘察、设备调试、改造等,在进行现场勘察的时候,根据现场工况以及其他方面如用户需求、风量大小、风机转速高低、冷凝水排放情况等对设备进行分析,在此基础上进行初步合理节能设计方案。在进行设备维护的时候,根据现场情况及时对设备进行维护和保养,包括设备故障现场巡检和设备维修、应急抢修等工作,通过节能服务方案的选择保障其能够正常运行,使其能够具有较高可行性。

#### 3.2 节能改造方案

为了确保烟气排放能够达标,应对主机侧锅炉进行系统结构改造,以满足达标要求。在此基础上对3台控制器进行升级:(1)主机侧DCS与主机采用同一接口(或独立)。(2)控制器及风扇、电机、变频器、风机均采用相同型号或配置,且均采用SMZDM单片机。(3)水泵及风机不变(由调速控制),在原控制系统基础上进行提档升级。(4)提升风机启动转速,如通过变频器或风机控制水泵运行时进行调速。(5)变频电源输出功率调整为合适的转速(变频电机启动、停止转速由变频器控制)。

### 4 系统分析及优化建议

在烧结机烟道温度稳定在200℃-250℃时,当温度升高到300℃-400℃时,烟气流速逐渐降低,当温度降至200℃-400℃时,烟气流速开始增大,烟道中的含氧量不断降低,烟气逐渐变成白色,当温度达到500℃-700℃时,烟气流速继续降低到100℃左右,烟气变成黑色。由此可计算出烧结机的热效率约为71%左右,通过对两个设备的实际参数分析验证,其热效率约为62%-60%,在保证烧结机产量、质量的同时降低生产成本和排放超标。综合上述分析,我们认为这一系统可以解决两个设备上存在的问题<sup>[4]</sup>。

#### 4.1 烧结机烟道的热效率高于转炉

在保证产量的前提下,实现节能减排,在烧结生产线的设计中,采用回转窑和转炉均采用转炉,在实际生产中,根据实际生产经验得出的结果是烧结烟道的热效率高于转炉,其原因主要是转炉的工作参数主要包括烧结过程中各工序组成比例等多种因素,例如烧结机的排风量,以及加热和冷却时间。在实际生产中我们采用转炉以降低原料用量和延长物料使用时间,烧结机的热效率较高,其热效率约为80%左右,因此可将烧成机与转炉中各工序组成比例进行调整后得到最佳比例进行对比。

#### 4.2 降低烧结机烟道内的含氧量

由于烧结机设备本身的特点,烧结机烟道内存在大量的含氧气体,主要成分为二氧化碳、甲烷、一氧化碳等。如果没有降低烟道内烟气流速或者抽真空频率的

话, 烟道中含有相当一部分二氧化碳气体, 这些气体会随烟道内压的增大而快速进入烟道内, 这样一来, 会造成燃烧产物含氧量降低、温度升高, 而且这种影响是持续性和持久性的。如果烟气流速继续降低到 $100^{\circ}\text{C}$ , 那么含氧量降低不到5%时燃烧产物中的 $\text{CO}_2$ 含量就会增加, 如果烟气流速继续降低到 $80^{\circ}\text{C}$ 以上时候含氧量就会超过10%, 会使燃烧室内温度急剧升高并使氧气浓度迅速增加, 导致燃烧产物中含有更多饱和二氧化碳气体, 在不降低热效率之前, 将会造成烧结过程中 $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_2$ 超压或超温的情况下无法保证完全燃烧产物被氧化。

#### 4.3 有效解决烧结机烟道堵塞现象

烧结机的工作原理是高温高压将含氧的烟气通过烧结机内壁上的预热器和再热器进行循环冷却而成。烧结机烟道设计合理, 能有效避免烧结机内烟道因堵塞问题, 针对此问题, 我们可以在烧结机进入窑内后首先进行预热器和再热器的冲洗。其次, 在出窑口处安装自动喷淋装置, 对在高温高压下运行的烧结机进行冲洗。最后, 对出窑口附近管道进行清洗及更换。通过上述措施, 我们可以有效缓解烧结机烟道堵塞问题, 我们建议, 可以考虑在烧结机出窑口安装一个自动喷淋装置, 并加装一套自动喷淋装置, 对烧结机进行喷淋冲洗, 通过借助此种方式能够有效解决烧结机烟道堵塞的情况, 在此种情况解决之后, 能够有效保障烧结机正常运转, 提高其工作效率。

#### 4.4 提高烧结机设备寿命和减少维修成本

当烧结机的某一相温降到一定程度时, 烟道内开始出现焦油状粉尘, 且浓度较高(约为 $500\text{ mg/m}^3$ )时, 在很短时间内会导致设备损坏。此时, 由于烧结机转子和烧结机壳体中存在一种粘附物质(类似于煤粉颗粒), 会对烧结机壳体表面产生粘附, 导致烧结机壳体损坏, 为了提高烧结机壳体的寿命, 建议在出现这种情况一定时间后及时更换烧结机壳体内粘附的煤粉颗粒, 同时应对该区域进行除尘、防磨处理, 以降低设备故障影响时

间, 同时提高设备的维修率。

#### 4.5 提高节能环保能力

通过采用三相智能变频电源的风机保护控制器与运行状态监控系统, 可以实现风机保护功能与风机联动, 保证风机可以连续稳定运行, 可以防止风机出现异常时造成对下游干法烟气造成二次污染。根据风机工作状态和风机保护的要求, 实时采集现场风机运行状态、风机状态及在线监测数据以及风机运行参数, 通过对干法除尘器主风机及其所处位置、风机运行环境、风机输出电流、工况条件、风机输出电压、工况电压变化规律以及脉冲宽度等参数进行实时监测与控制, 实现自动控制与监测报警功能。实时监测主风机、干法塔、袋式除尘器以及风机输出电流以及风机运行状态指标, 及时发现并处理不稳定状态下不稳定风机所发出的异常声音和震动信号等对环保运行造成巨大影响所造成的问题。

#### 结语

在将三相智能变频电源应用到烧结机烟气排放当中时, 能够有效增强烟气排放的达标率, 改变传统烟气排放达标率较低的情况, 助力烧结机烟气的排放, 使其能够满足环保的相关要求, 提高使用效率。

#### 参考文献

- [1]张伟.控制烧结机烟气 $\text{NO}_x$ 超标排放的方法及措施[J].四川冶金,2021,43(04):59-61.
- [2]刘爱民,雍正韬.昆钢新区300m<sup>2</sup>烧结烟气脱硫塔设计[C]//.第五届全国冶金渣固废回收及资源综合利用、节能减排高峰论坛论文集.[出版者不详],2020:190-196. DOI:10.26914/c.cnkihy.2020.022398.
- [3]艾文兵.马钢300 m<sup>2</sup>烧结机烟气排放环保达标生产实践[J].安徽冶金科技职业学院学报,2020,30(03):67-69.
- [4]刘立新,戚义龙,王宏元.马钢380 m<sup>2</sup>烧结机烟道余热利用实践[J].安徽冶金科技职业学院学报,2017,27(02):57-60.