烧结机复产启车时烟气达标排放生产实践*

杨福财,乔波波,宫文祥,康 安

(内蒙古包钢钢联股份有限公司炼铁厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 随着烧结烟气 SO_2 排放标准的不断提高,炼铁厂烧结一部两台 210 m^2 烧结机复产启车时无法实现达标排放。针对脱硫效率和 SO_2 浓度影响因素进行研究分析,重新优化了烧结工序启车相关参数和流程,经过生产实践,在扣除极端条件的影响下,烧结机复产启车时 SO_2 小时排放达标率从零逐渐达到了 100%,减少了大气污染。

关键词: 烧结机; 达标排放; 参数与流程; 复产启车

中图分类号: X757 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009 - 5438(2018)04 - 0027 - 03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.04.009

Production Practices on Flue Gas Discharge to Reach Standard when Sintering Machine Starts to Resume Production

Yang Fu - cai, Qiao Bo - bo, Gong Wen - xiang, Kang An

(*Iron - making Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: With the continuous improvement of SO_2 emission standards for sintering flue gas, the two 210 m^2 sintering machines in 1# Sintering Workshop of Iron - making Plant cannot discharge to reach standard when start to resume production. With the research and analysis on desulphurization efficiency and influence factors for concentration of SO_2, the hourly discharge rate to reach standard of SO_2 when sintering machine starts to resume production gradually reaches 100% from 0 so that the air pollution is reduced through production practices by re - optimizing the corresponding parameters and processes for starting machine of sintering process without the influences of extreme conditions.

Key words: sintering machine; discharge to reach standard; parameter and process; start to resume production

随着全国范围内更大力度彻底治理、整顿违法及违规排放行为,环保法条款修订也更加严苛。钢铁工业生产中的烧结工序,其最大的污染物为烟气中 SO_2 等有害气体。2016年开始,烧结烟气 SO_2 排放标准由日均值 200 mg/m^3 提高到、小时均值 200 mg/m^3。由于包钢白云铁矿含硫量极高,炼铁厂烧结生产时烟气 SO_2 浓度高已成为一显著特点。

1 概况

炼铁厂烧结一部两台 210 m^2 烧结机使用 LJS - FGD 循环硫化床干法脱硫脱硝工艺脱除烟气 SO_2。正常生产时,能够达到新的排放标准,但是遇检修或限产后烧结机复产启车时,由于启车特殊性其各项参数无法同步满足脱硫工艺正常脱硫条件,导致小

* 收稿日期: 2018 - 05 - 30

作者简介: 杨福财(1986 -)男,内蒙古赤峰市人,工程师,现从事烧结技术管理工作。

中国知网 https://www.cnki.net

时 SO_2 均值超标，其导致日均值超标。新环保标准出台后，这已成为干法、半干法脱硫工艺需要共同面对的新问题。炼铁厂烧结一部 1#、2#烧结机 2016 年 1～2 月份因检修或限产共计启停车 15 次，启车时导致小时超标 15 次，即烧结机启车过程中 100% 出现小时 SO_2 均值超标现象。由于频繁超标排放，加重了空气污染，影响了企业环保信誉。

2 烟气超标排放的原因分析

2.1 脱硫效率方面

目前使用的 LJS－FGD 脱硫工艺依靠投加生石灰等碱性粉末状物料经消化后与 SO_2 气体反应实现脱除烟气 SO_2。由于气—固相反应速度慢，脱硫效率低，需要用 H_2O 作为中间介质使 SO_2 等酸性气体在 $(OH)^-$ 离子周围液面反应来加快反应速度，而吸收塔内喷水会降低烟气温度，因此该系统脱硫需要较高的烟气温度，允许喷水的最低烟气温度为 80 ℃。

在烧结机启车时，是由冷态向热态的过渡过程。烧结过程中，烧结料层全部烧透后，燃料化学能才能集中进入烟气系统，提高烟气温度。对比正常生产和启车时垂直烧结速度 $V_{\perp}$[1]：

正常生产：$V_{\perp} = V_{机} \cdot d/L = 1.6 \times 700/60 \approx 18.7$ mm/min

启车时：$V1_{\perp} = V1_{机} \cdot d1/L = 1.0 \times 670/60 \approx 11.2$ mm/min

式中：$V_{机}$：烧结机机速，正常生产时 1.6 m/min，启车时 1.0 m/min；d：烧结料层厚度，正常生产时 700 mm，启车时 670 mm；L：烧结机有效烧结长度，烧结一部 1#、2# 烧结机有效烧结长度为 60 m。

由上可知，启车时垂直烧结速度比正常生产时慢 7.5 mm/min，料层烧透时间长，烟气温度上升较慢，无法及时达到吸收塔内可以喷水操作的下限温度要求，影响启车初期脱硫效率。

2.2 烟气 SO_2 浓度方面

在启车初期脱硫效率相对较低的情况下，烟气 SO_2 浓度越高，排放越容易超标。

SO_2 浓度是 SO_2 重量与烟气量的比值，即：

SO_2 浓度 = SO_2 重量/烟气量

SO_2 来源于烧结用各种原燃料单质 S 燃烧和硫酸盐、亚硫酸盐分解，其重量大小直接取决于原燃料带入量，即 SO_2 浓度与原燃料带入硫量成正比[2]。在启车初期脱硫效率相对较低的情况下，烟气 SO_2 浓度越高，排放越容易超标，所以在保证原料配比不变的前提下，尽可能降低原燃料带入硫总量。

烟气量，即烧结总风量。总风量是有效风量和系统漏风量的总和。其中有效风量是通过烧结料层的风量，参与烧结过程中物理化学变化，适当增加有效风量可以提高垂直烧结速度。系统漏风量是未通过烧结料层的风量总和。烧结一部 1#、2#烧结机系统漏风量是有效风量的 4 倍左右，系统漏风量越大，越有利于降低烟气 SO_2 浓度，但不利于烧结过程正常进行。因此，在总风量稳定情况下，启车过程协调控制有效风量和系统漏风量关系非常重要，既要保证一定的垂直烧结速度，尽快使烟气温度达到脱硫系统可以喷水操作的下限水平，又要将烟气 SO_2 浓度控制在可以脱除的范围内。

3 采取措施

根据烧结机复产启车过程中烟气温度控制、原燃料带入硫量及有效风量与漏风量关系对脱硫效率及烟气 SO_2 浓度影响，对启车操作流程进行了整合优化，并对操作参数进行了优化（见图 1）。

3.1 优化启车操作流程

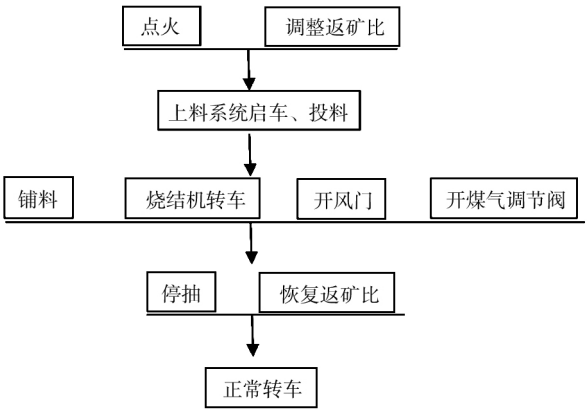


图 1 优化后启车操作流程图

优化后的启车操作流程增加了“调整返矿比”和“恢复返矿比”环节，并将“开风门”和“开煤气调节阀”步骤与“铺料”同步执行，在保证启车流程顺畅的基础上，提高了操作时间上的科学合理性。另外，将“点火”步骤提前到“上料系统启车、投料”以前，使点火操作提前了 30 min 以上，以预热烟气主管道，使主管道具有一定热含量，烟气通过时可起到加热烟气的作用，为尽快提高烟气温度创造有利条件。

3.2 操作参数匹配

新操作参数见表 1。

中国知网 https://www.cnki.net

表 1　操作参数优化

操作环节	原参数	新参数	参考时间/min
点火			约 10
返矿比调整		测算 SO_2 浓度 < 3 000	约 15
	固定碳含量 2.9%	固定碳含量 3.0%	
上料系统启车、投料	混合料 50 kg/s	混合料≤50 kg/s	约 25
	返矿 30 kg/s	返矿≥30 kg/s	
铺料	料层厚度 670 mm	料层厚度 650 mm	
烧结机转车	机速 1.0 m/min	机速 1.2 m/min	约 47.5
开风门	风门开度下限 20%	风门开度下限 25%	
开煤气调节阀	开度 35%	开度 35%	
停抽			约 30
恢复返矿比			
正常转车			

(1) “调整返矿比”环节中，使用“SO_2 浓度测算表”计算调整返矿数量，使测算净化入口 SO_2 浓度要小于 3 000 mg/m^3。

(2) 固定碳含量增加 0.1 个百分点。在实际操作中按照正常燃料配加量增加 0.2 kg/s 执行，即启车时燃料配加量 2.8 kg/s。烧结过程中能够释放更多的热量且不影响正常烧结过程，利于提高烟气温度。

(3) 料层厚度及机速

料层厚度由 670 mm 降低到 650 mm，机速由 1.0 m/min 提高到 1.2 m/min。调整后垂直烧结速度为：

$$V_{\perp} = V_{机} \cdot d/L = 1.2 \times 650/60 \approx 13 \text{ mm/min}$$

较之前的 11.2 mm/min 提高了 1.8 mm/min，缩短了烧结料层烧透所需要的时间。

(4) 风门开度

启车风门开度下限由 20% 提高到 25%，同时根据净化吸收塔入口压力(小于 200 Pa)及抽烟机电流(小于 300 A)逐渐开到 35% ~40% 水平，且每次调整不超过 5%。增加启车过程中有效风量和系统漏风量。

(5) 停抽时机与停抽时间把握

停抽时机：铺料、烧结机转车后约 47.5 min 开始停抽，此时烧结机末端风箱(23#)上方应为 2 块空台车，用于增加停抽环节系统漏风量以降低 SO_2 浓度，延缓 SO_2 浓度峰值出现时间。

停抽时间：停抽时间一般为 30 min。净化系统入口烟气温度达到 80 ℃且净化系统高压水泵运转后即可结束停抽环节。

3.3　执行新启车流程和参数后的变化

(1) 烟气温度升高到 80 ℃所需时间缩短了 5 ~15 min。为净化喷水操作提高脱硫效率创造了条件。

(2) 通过调整返矿比例使理论烟气 SO_2 浓度降低了 500 mg/m^3 以上，缓解了启车初期净化系统脱硫压力。

(3) 通过风门开度调整和停抽时机把握，使实际烟气 SO_2 浓度峰值比理论烟气 SO_2 浓度峰值降低了 500 ~1 000 mg/m^3。

4　效果

2016 年 3 ~8 月份，烧结一部 1#、2#烧结机共计复产启车 36 次，启车 SO_2 小时排放达标 35 次。其中，3 月 11 日为无底料启车(1#、2#机双机并行、互为备用无底料启车极为罕见)条件极为特殊，烟气温度长时间达不到 80 ℃，导致了 SO_2 小时排放超标。因此，扣除极端条件影响，启车 SO_2 小时排放达标率从零逐渐达到了 100%。启车时 SO_2 浓度小时排放均值基本可以控制在 100 mg/m^3 以下。

5　结束语

通过优化启车操作流程和优化参数匹配，基本实现了烧结机复产启车时脱硫烟气达标排放目标。预计每年可减少 SO_2 超标排放 30 ~80 次，减少了大气污染。

参　考　文　献

[1] 薛俊虎. 烧结生产技能知识问答 [M]. 北京：冶金工业出版社，2003.

[2] 朱廷钰. 烧结烟气净化技术 [M]. 北京：化学化工出版社，2009.

中国知网　https://www.cnki.net