

某钢厂烧结机大修改造的环保升级技术路径研究

周玲丽

中冶南方武汉钢铁设计研究院有限公司 湖北武汉 430080

DOI: 10.12238/ems.v7i8.14722

[摘要] 本研究针对某钢厂烧结机大修改造中的环保升级技术路径展开研究,通过剖析烧结机状况及环保问题,从而给出有针对性的环保升级技术路径,涉及烧结工艺改进、废气处理、粉尘治理、能源管理等诸多方面,在案例中能够看到改造后污染排放量显著缩减,能源利用效益大幅改善,做到了不错的环境和经济效益,此研究给钢铁行业烧结机环保升级改善赋予了可供模仿的技术路线和实际操作经验。

[关键词] 烧结机;大修改造;环保升级;技术路径

引言:

钢铁行业属于国民经济的重要支柱,在经济发展上起着非常大的推动作用,但生产过程中高能耗高污染的情况同样给环境带来严重破坏,鉴于国家对于环保要求的日益严格化趋势,钢铁企业要完成节能减排的任务也面临着不小的压力,所以针对烧结机展开环保升级改造工作,成为钢铁企业可持续发展的必要部分,某钢厂为响应国家的环保政策而对烧结机执行大修改造,探究有效的环保升级技术手段,有着颇为重要的现实价值和典型示范效应。

一、某钢厂烧结机现状及环保问题分析

(一) 烧结机基本情况

某钢厂目前拥有的烧结机型号为 360 m²,其在 2008 年建成并投入使用,设计出来的生产能力为 180 万吨/年,在运行了 15 年以上的时间后,老旧的问题就显得十分明显,这其中主抽风机由于种种原因产生的振动问题一直存在,值大于 8.5mm/s,依据行业内的相关规定与标准,其数值应小于或等于 6.3mm/s,这样就导致其使用寿命和性能都出现了明显的下滑,台车的篦条磨损达到了 45%,这就直接造成了 42%的漏风率出现。这个数据远远高于行业内先进水平所要求的 25%以下的标准,因此造成的产量与预计设计数值相比减少约 22%,再加上近些年对于环保标准的要求越来越严格,使得这台烧结机不仅在废气排放上无法满足当下需求,而且对于粉尘等物质的处理净化工作也显得无能为力。

(二) 环保问题剖析

依据《钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准》(环大气(2019) 35 号),2023 年该钢铁烧结厂烧结机头烟气排放

不能满足标准要求。氮氧化物、颗粒物排放浓度存在超标风险,脱硫塔、脱硝系统因设备老化,如脱硫塔浆液循环泵老化使脱硫效率受影响,脱硝系统催化剂活性下降致脱硝效率降低,加剧污染物排放超标隐患。

粉尘无组织排放严重,原料运输和生产过程中粉尘无组织排放较为严重,经实测皮带转运站处瞬时粉尘浓度为 150mg/m³(职业接触限值为 8mg/m³),厂界下风向 10m 处 TSP(总悬浮颗粒物)日均浓度为 1.2mg/m³(标准值 0.8mg/m³)。2023 年环保部门检查发现该钢厂 2023 年 5 月、2023 年 7 月、2023 年 8 月因粉尘无组织排放超标分别被处以罚款。产生原因:原料仓顶部密封性较差,存在 20%以上的空隙;皮带转接处落差较大且皮带转运 4.2 米(合理值应小于 2 米)无缓冲装置;一次混合机密闭罩破损面积超过 30%。

能源利用效率低,2023 年该烧结机固体燃料消耗是 58kg/t,与行业先进的主焦钢铁 42.17kgce/t 有差距;吨矿电耗是 52kWh,较宝钢 39kWh(电烧结矿电机)的先进值偏高;工序能耗是 60kgce/t,高于主焦钢铁 42.17kgce/t 的水平。能源审计报告中提到,主抽风机因变频控制系统存在问题,实际运转效率只有 65%(设计效率 85%),环冷机的余热回收系统因为管道保温层损坏,热量损失率达到了 35%,每年浪费的蒸汽量大概有 12 万吨。

二、某钢厂烧结机大修改造的环保升级技术路径

(一) 烧结工艺优化

1. 厚料层烧结工艺节能提质原理与案例

采用厚料层烧结工艺,把料层厚度从 750-800mm 增大到 850-900mm,利用物料自身的蓄热效果,燃料消耗可降低

10%-15%，既节约能源又在烧结时间上延长了烧结矿的时间，让矿物结晶更加充分，烧结矿的转鼓指数提升 2-3 个百分点，成品率可达 90%以上。此项技术的主要优势在于料层厚度上升之后，下面的部分物料可以更加完全地吸收上面燃烧时释放出的热量，这样就大幅度减少了外来的燃料供应。在此状况下，烧结过程之中高温区域的逗留时间有所增长，为那些复杂的物理化学反应赋予了更多的机会，进而致使铁酸钙之类的物质生成数量变得很多，这既加强了烧结矿的力学性能，又改良了它的冶金性质，最后带动高炉炼铁技术朝向高效化方向前行。

2. 人工智能精确配料系统运行机制

传统烧结配料靠人工经验，原料成分波动易出错，影响烧结矿品质和生产稳定，所以采用人工智能精确配料系统。用在线光谱分析仪立刻检测铁矿石，熔剂，燃料等原料的化学成分，粒度分布等重要参数，每五秒更新一次，形成动态原料数据库，按事先设定好的烧结矿质量目标，如碱度、强度、还原性等指标，用机器学习算法，建立自适应配料模型，此模型能根据即时原料数据和以前生产数据，自行调整各类原料配比。当检测发现矿石中氧化铁含量较低时，可以在 10 秒之内重新算出石灰石、白云石等溶剂该加多少，算出焦粉、无烟煤等燃料的合适配比，使烧结矿成分稳定。能模拟各种配料的烧结情形，预估烧结矿质量指标，为操作员提供最佳配料方案。比旧方法更精准，可减少因配料不合理导致的生产波动和资源浪费。

(二) 废气治理技术

1. 活性炭吸附法协同净化技术优势

采用活性炭吸附法的协同脱硫脱硝除尘一体化技术，利用活性炭表面大量空隙及催化活性，在 120-180℃温区对烟粉尘、SO₂、NO_x、二恶英进行协同净化，该系统脱硫效率达 98%以上，脱硝效率大于 85%，颗粒物排放浓度小于 10mg/m³，二恶英排放浓度≤0.1ngTEQ/m³，符合超低排放标准。如天铁公司对 360 平方米烧结机进行环保治理，颗粒物、二氧化硫、氮氧化物排放浓度远低于超低排放标准。

活性炭吸附技术因为效能高且功能多而受到重视，其有着特别高的比表面积和多级孔隙结构，每一克活性炭的比表面积可达 1000 到 2000 平方米，这样的物理条件给烟尘、二噁英等污染物的高效吸附供应了很好的条件。把特定的金

属氧化物当作催化剂涂覆在活性炭表面，当处在合适的环境里时，SO₂ 就会同氧气和水分子发生反应变成硫酸，从而完成固态固定；NO_x利用氨气等还原剂实施选择性催化还原，最后变成氮气和水蒸气。这种技术融合了多种污染物的协同去除功能，相比传统的分步式脱硫、脱硝和除尘工艺，不但大大减小了设备占地空间和创建投资，而且明显削减了系统运作期间可能出现的二次污染危险。

2. 烟气循环技术节能降污原理与应用成效

同时使用烟气循环技术，将环冷机 180-350℃的中温段废气，通过余热回收、除尘后再作为 15%-20%的热风量回到烧结机点火炉、抽风系统，不仅可以使环冷区粉尘排放量减少 25%-30%，而且可以降低烧结机燃料消耗 8%-12%，减少废气量 15%以上。这种技术融合了能量回收与工艺改良的关键概念，环冷机产生的中温废气蕴含着很多余热资源，它的高效利用既削减了能量损失，又很大程度上减轻了烧结过程对外部能源的依赖。废气返送以后，明显加强了点火炉温度调节的精确度，而且削减燃料的用量。由于氧浓度比较低，有益于压制氮氧化物的产生。这项技术还改良烧结机内部气流分布的均匀状况，防止出现局部过热的现象，从而进一步优化整体污染物排放的控制水平。

(三) 粉尘控制技术

1. 原料输送皮带全封闭改造与结构优化作用

全封闭式改造方案很好地解决了原料输送皮带运行时产生的粉尘外泄问题。双层彩钢夹芯板具备很强的刚性和保温性能，在抵抗外界干扰的同时，气密型密封胶条也使整体结构变得严密起来，这样就完全切断了粉尘外泄的通道。对皮带转接处物料落差加以改进，又在系统里添加导流板、缓冲锁气漏斗等装置，按照物料运动学原理做全面的提升。当物料落差变小时，它自由下落的速度就会大大减慢，冲击的能量也随之降低，从而大幅度削减扬尘现象。导流板引导物料平稳过渡，缓冲锁气漏斗则通过调整物料流速和内部气压平衡，进一步遏制粉尘的蔓延。某钢铁企业在实际应用之后，厂界区域的粉尘浓度下降了接近六成，周边空气质量明显好转。

2. 高压微雾抑尘设备抑尘原理与特点

高压微雾抑尘设备主要依靠水雾与粉尘粒子的凝聚作用来发挥降尘功效。它喷射出来的 10 到 20 微米的超细水滴

由于具备较大的比表面积和较强的表面活性, 在接触到粉尘时可以很快地吸附并聚集成为较大的颗粒, 然后依靠自身的重量沉降到地面。该装置采用高压泵把水压到 50 到 100 后, 经过精细设计的喷嘴形成均匀细腻的雾化效果, 表现出节能高效并且雾化性能良好的特点。在皮带转运站这类高浓度粉尘区域, 这种设备可以在不影响生产流程的前提下明显削减空气里悬浮颗粒物的浓度, 从而优化作业环境的职业卫生状况。

3. 脉冲式布袋除尘器滤料优势与运行效果

脉冲式布袋除尘器选择 PTFE 覆膜滤料的主要优点是过滤性能好而且化学性质稳定。聚四氟乙烯 (PTFE) 材料因为表面很光滑, 不容易被水润湿, 并且还具有很强的抗黏附能力, 所以可以有效地防止粉尘在滤料表面堆积, 这样就能大大提高清灰的效果, 延长滤袋的使用寿命。这种覆膜滤料利用精心设计的小孔来捕捉那些小颗粒的东西, 在空气流动速度比较慢的时候也能维持不错的净化效果。有人做过研究显示, 这样的除尘设备不但工作得挺稳当, 而且保养的时间间隔很长, 这对于公司而言是一种节省开支的办法, 还能减轻可能产生的环境问题。

(四) 能源管理与余热回收技术

1. 物联网能源管理系统运行模式与节能成效

创建以物联网为基础的能源管理系统, 在烧结机、风机、水泵等主要设备上安装智能计量仪表, 能源消耗数据每秒采集一次, 并实时传送, 通过大数据分析平台形成设备能效模型, 自动改良风机变频调节、水泵流量控制等运行参数, 使得电力消耗缩减 12-15%。该系统依靠“感知 - 传输 - 分析 - 调控”闭环架构, 达成细致化能源管理目的。智能传感设备是感知层的关键部件, 不但可以准确检测设备的电流、电压、功率等主要能耗指标, 而且可以同时监测温度、压力、流量等主要运作参数。一旦察觉设备运作参数超出最佳范围, 系统就会自动发出调节指令, 针对风机变频、水泵流量等关键参数开展精确调控, 保证设备一直处在高效节能运转状况。某钢铁企业执行这个方案后, 其主抽风机能耗比改造之前缩减了 18%, 年均节电量达数百万元以上。

2. 热管式余热回收装置工作原理与应用效益

热管式余热回收装置的设计理念来源于热管出色的传热效能。热管属于高效的传热元件, 其内部填充相变介质, 当

受热端工质受到加热后迅速汽化, 依靠微小的压差向冷却端迁移, 接触到冷源时凝结成液态, 之后通过重力或者毛细作用回流到加热端, 形成一个闭合循环系统, 进而达成能量的有效传递。

在环冷机的中低温段 150-350℃ 处设置热管式余热回收装置, 采用翅片式换热结构, 回收的热量被用来预热助燃空气至 150-200℃, 或者生成 0.8-1.2MPa 的饱和蒸汽, 这个系统可以回收环冷机余热总量的 60-70%, 让烧结工序能耗下降 18-22kgce/t, 每年可节约标煤大概 3-5 万吨, 中国宝武新钢集团 1 号烧结机项目就是这样, 凭借余热发电等办法, 每年可节约标准煤 4.78 万吨。

三、结论

研究某钢厂烧结机现状及环保问题, 给出全面环保改善的技术途径。通过改良烧结工艺, 改良废气治理和粉尘处理, 执行能源管控和余热收回, 达成污染物达标排放, 能源利用率大幅增长, 此案例表明改造后的烧结机能兼顾环境效益和经济效益, 给钢铁行业环保改善赋予范例。将来钢铁行业烧结机环保改善既会存在机会又会面临考验, 要加大技术研发力度, 研发高效且经济的环保技术, 新的脱硫脱硝催化剂, 更智能的能源管理系统等, 还要加强同科研机构的合作, 政府也要制订相关政策。

[参考文献]

- [1] 高征南. 基于关键链技术的 M 钢厂烧结机改造项目进度优化研究[D]. 常州大学, 2024.
- [2] 张帅康. 打造绿色烧结新典范[N]. 中国冶金报, 2022-08-16 (005).
- [3] 居鹤鸣. 南钢烧结厂 4#烧结机台车扩容改造大修[J]. 冶金与材料, 2021, 41 (03): 151-152.
- [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, (04): 21-24.
- [5] 于宏超, 严社教, 武峰, 等. 某钢厂 110m² 烧结机高温 SCR 脱硝系统烟气流场优化研究[J]. 矿业工程, 2023, 21 (02): 57-60.
- [6] 马跃, 果乃涛, 周宇墨. 烧结烟气循环处理工艺在某钢铁企业的应用[J]. 中国金属通报, 2021, (09): 22-23.