

# 炼钢厂超低排放技术的应用研究

文 / 曹悦 中铁建发展集团有限公司

**摘要:** 炼钢厂超低排放成为重要要求和方向,炼钢厂应该积极引入运用先进超低排放技术,基于原有存在的过高污染排放问题进行针对性调整,提高炼钢厂低碳环保效益。文章重点围绕着炼钢厂超低排放技术的应用,首先简要概述了超低排放技术应用意义,然后介绍了当前炼钢厂常用的超低排放技术举措,比如脱硫扒渣除尘改造、LF炉除尘改造、连铸区域除尘改造、铁水倒罐折铁除尘改造、转运站除尘改造等,最后又探讨了炼钢厂超低排放实现的注意事项,以供参考。

**关键词:** 炼钢厂; 超低排放; 技术

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.10.108

## 引言

我国是钢铁大国,近年来,年粗钢产量达到十亿吨,在较好满足社会发展需求的同时,也带来了较为严重的环境污染问题。因为炼钢厂生产过程中,往往伴随着大量氮氧化物、硫化物以及颗粒物的排放,给大气环境带来危害,成为阻碍社会可持续发展的重要因素。针对炼钢厂进行改造优化极为必要,超低排放作为当前炼钢厂面临的新要求,炼钢厂应该全面分析原有炼钢厂生产过程中存在的污染排放问题,进而寻求适宜合理的技术举措予以改进,降低污染排放量,达到超低排放标准。

### 一、炼钢厂超低排放技术应用的意义

炼钢厂超低排放技术主要是针对炼钢过程进行全面改造,以求借助于适宜合理的技术举措和新装设施,降低各类污染物排放量,达到行业超低排放标准。在炼钢厂生产作业过程中,超低排放技术的应用可以实现各类大气污染物以及有机污染物的控制,尤其是对于环境污染较为严重的一氧化碳、氮氧化物、硫氧化物以及PM等成分,可以形成更高水平的处理,明显降低排放浓度。炼钢厂超低排放技术应用具备较为深远的意义,主要表现在以下几个方面:

从炼钢厂生产工艺层面来看,超低排放技术的应用可以针对传统滞后的生产工艺进行改造,推动工艺升级,不仅仅可以明显降低各类污染物的排放量,同时还能够有效提升资源利用率。比如炼钢厂生产中的炉料以及煤气,均可以在超低排放技术应用后,形成更高的利用率,成为炼钢工艺升级改造的有力举措。超低排放技术的应用还能够有效推动炼钢厂炉体结构改造以及脱硫除尘工艺升级,倒逼炼钢厂生产工艺水平提升。

从炼钢厂发展层面来看,超低排放技术的应用同样具备积极作用,不仅仅可以促使炼钢厂更好适应社会发展新形势,还有助于提升炼钢厂经济效益,应该引起高度重视。炼钢厂生产过程中超低排放技术的应用,有助于提升各类资源利用率,避免未充分使用的资源被排放,

由此形成资源节约效果,成为控制生产成本的有力举措。炼钢厂面临着较高的环保要求,一旦出现超标排放问题,则可能面临较高罚款,甚至需要停业整顿,出现严重经济损失。超低排放技术的应用则可以有效解决该方面问题,保障自身经济利益。

从社会可持续发展层面来看,超低排放技术的应用符合低碳环保要求,有助于解决原有炼钢厂方面出现的环境污染以及能耗损失问题。炼钢厂长期运行会出现大量污染物,治理难度较大,严重阻碍社会可持续发展,环保形势严峻,超低排放技术的应用则可以较好地解决该方面问题,成为实现炼钢厂洁净生产以及契合低碳环保理念的重要举措,应该在全社会范围内推广应用,以求改变炼钢厂方面带来的社会可持续发展阻碍问题。

### 二、炼钢厂常见超低排放技术应用

#### (一) 脱硫扒渣除尘改造

在炼钢厂超低排放技术应用中,脱硫扒渣除尘应该作为关键着眼点,以便降低硫化物、硫氧化物以及颗粒物的排放量。结合炼钢厂超低排放标准,脱硫扒渣除尘改造应该着眼于现有问题进行解决,比如针对原有颗粒物排放浓度,应该改造布袋除尘器等设施,促使其浓度达到 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。具体到脱硫扒渣除尘改造技术应用中,主要有以下几项举措:(1)布袋除尘器改造。针对布袋除尘器褶皱布袋进行更新,选用更为先进的除尘材料,升级采用超精细复合纤维针刺毡代替原有覆膜涤纶针刺毡,以便形成更为理想的过滤效果。同时增加除尘点位,促使项目具备更高的除尘效果,避免遗留除尘漏洞。常见布袋除尘器应用如下图1所示。针对原有脉冲阀更换,补齐替换原有仓顶盖连接稍铁以及密封条,力求形成更为完整全面的密封处理效果。布袋除尘器的卸灰系统同样也应该进行改造,利用吸排罐型式,同时合理运用助吹管路,实现除尘效果的优化,达到超低排放标准。(2)增加布袋除尘器入口接管。为了形成更为理想的除尘效果,针对以往存在的各个漏洞进行弥补,

合理布置除尘设施，同时利用管道接入布袋除尘器。比如针对脱硫扒渣吊罐位上方进行顶吸除尘罩的加装，同时实现原有通风楼的改造升级，通过管道和布袋除尘器的入口相连，以此实现更为理想的除尘效果；针对脱硫扒渣位恰当位置还应该合理布置门型罩，同样借助管道并入布袋除尘器。（3）针对整个扒渣机平台进行全面封闭处理，采取恰当措施防控该方面粉尘泄露问题。（4）为了确保各个集尘罩发挥应有作用，还应该合理安装吸力检测装置，对于存在吸力不足的问题进行调整，由此达到更为理想的除尘效果。（5）针对电动阀门进行改造，运用更为先进的交流电动机驱动技术以及智能控制系统，实现电动阀门应用效果的改善，促使其可以较好满足应有功能需求，避免在启停控制以及相关参数调整上出现偏差。



图1 布袋除尘器

## （二）LF 炉除尘改造

针对炼钢厂中的 LF 精炼炉进行除尘改造升级，同样也是实现超低排放的重要手段，要求该方面颗粒物排放浓度控制在  $10\text{mg}/\text{m}^3$  以下。在原有炼钢厂 LF 精炼炉除尘处理中，大多借助于水冷炉盖侧吸式除尘，效果并不是特别理想，出现了大量烟尘外溢的问题，应该注重运用更为合理的除尘模式以及先进设施进行改造升级。具体到炼钢厂 LF 精炼炉除尘改造处理中，比较关键的举措如下：（1）结合 LF 精炼炉运行实际状况，除了定期进行除尘阀门以及相关管道的更换以及改造处理，还应该适当增加可移动除尘罩车，以此针对以往存在的颗粒物外泄问题进一步防控。（2）针对除尘布袋进行必要改造升级，尽量选用滤筒替换，由此增加过滤面积和稳定性，降低风速，提高除尘效率；同时针对气包以及脉冲阀进行匹配性升级，由此形成除尘效果更佳的整个系统，避免任何构成部分滞后。（3）针对整个 LF 精炼炉除尘系统中的所有软连接进行改造，借助于实用性更强的柔性耐磨材料进行替换，增强整体严密性，尤其是 LF 精炼

炉散料以及合金下料系统、振动给料器等关键部位的软连接，更是需要着重改造升级，避免在后续长期运行中出现破损问题，杜绝该方面粉尘外溢风险。（4）全面分析整个 LF 精炼炉出现的粉尘外溢问题，参考日常监测结果，合理增设除尘管道、电动阀门以及除尘罩，同时设置好工作方式，达到理想的协同除尘效果。

## （三）连铸区域除尘改造

炼钢厂中连铸区域同样也是不容忽视的除尘目标，但是在以往容易被忽视，进而出现了严重的烟尘外溢问题，容易出现较为严重的环境污染问题，给工作人员以及环境带来危害。针对炼钢厂连铸区域进行除尘改造时，应该严格按照超低排放标准，促使车间内形成理想的空气质量，满足环保要求。具体到连铸区域除尘改造技术应用中，围绕着该方面常见问题，应该着重做好以下工作：（1）明确连铸区域除尘系统流程，规划好内部烟尘去除的顺序，即吸尘罩→除尘管道→低压脉冲除尘器→离心通风机→消声器→排气筒，各个具体环节所选设施以及布置方式应该密切结合连铸区域的布局状况以及生产工艺，形成较强的整体全面除尘效果。（2）合理布置除尘罩和除尘管道，在全面监测掌握连铸区域中的所有烟尘形成部位后，有效布置各个除尘罩，并且结合除尘罩连接除尘管道，促使其可以将烟尘全面收集处理。比如连铸区域内的火焰切割位置、钢水以及铁水回收位置、钢包热修以及冷修位置、铸余渣位置、铸坯位置，均需要匹配性布置除尘罩，避免出现任何遗漏，从根源消除烟尘外溢风险。

（3）针对中包倾翻台进行重点除尘改造，如果已经存在除尘罩，则需要评估其是否适用全面，必要时进行全面调整更新，力求实现整个工位的全覆盖，同时合理设置除尘管道，促使其可以和上述 LF 精炼炉除尘系统相连，由此实现该部位烟尘的全面清除处理。（4）在连铸区域恰当布置电动阀门，比如 RH 投料皮带除尘管道、RH 料仓除尘管道，均需要合理布置电动阀门，以便实现除尘效果的优化，便于进行灵活调控。

## （四）铁水倒罐折铁除尘改造

炼钢厂中倒灌站作为比较重要的构成部分，同样也存在较高的烟尘外溢风险，对其进行除尘改造同样也是关键任务，以便达到超低排放要求。在铁水倒灌折铁生产过程中进行除尘处理时，同样也需要结合该生产区域常见的烟尘生成状况，合理布置和改造除尘器，构建顺畅高效的除尘通道，其中比较关键的举措如下：

（1）针对倒灌区原有的布袋除尘器进行升级改造，运用褶皱布袋，实现除尘效果的优化，确保其风速控制在  $0.8\text{m}/\text{min}$  以内，由此体现出较强的深度除尘。为了促使褶皱布袋可以长期发挥除尘功能，还应该匹配布

置脉冲清灰系统，以便实现除尘器本身的有效清洁管理，避免因严重污染失去除尘价值。（2）在倒灌区烟尘过多的位置，还应该合理布置除尘罩以及相应管道，促使相应部位出现的烟尘能够被及时收集和传递，能够最终汇入除尘器，避免直接外溢到外部空气中。比如倒灌坑边沿就需要充分布置除尘罩，合理选择恰当形状和位置；倒灌位吊罐位上方也应该不止除尘罩。

（3）针对各个除尘点位布置的除尘罩以及除尘管道进行吸力检测，如果发现吸力不达标，难以实现所有烟尘的有效回收，出现了烟尘外溢问题，则需要加装必要装置，提升烟尘吸入效果。

### （五）转运站除尘改造

炼钢厂贯彻落实超低排放标准时，转运站往往是容易被忽视的环节，可能出现严重尘土飞扬问题，成为除尘改造升级的重要目标。在转运站生产运行过程中，伴随着散装料在铁合金皮带机转运，往往容易出现较多的颗粒物外溢问题，进而给工作场所以及大气环境带来不利影响。为了形成理想的转运站超低排放效果，主要应该考虑以下几个方面：（1）合理布置除尘管网，针对炼钢厂转运站各方面除尘需求进行综合分析，明确布袋除尘器以及除尘罩的布置需求，进而实现除尘管网的优化，促使其可以满足各方面除尘需求。在除尘管网布置中，往往需要最终汇总到散料除尘主管道中，由此依托散料除尘器形成最终除尘净化。（2）针对吸尘罩进行封闭控制。在确保转运站中吸尘罩得到充足布置，以及保障位置适宜合理的基础上，借助于先进密封材料进行全面处理，避免在吸尘过程中出现严重颗粒物外泄问题。对于皮带机这一特殊除尘目标，则应该合理运用迷宫型自降尘环保密封导料槽进行适应性处理，避免在后续长期应用过程中出现漏灰问题。（3）针对转运站中的装袋站进行特殊关注，合理布置除尘罩以及电动空气蝶阀，由此实现该区域粉尘外逸问题的防控。同时关注风量控制，确保其满足该区域除尘需求，并且将该部分除尘装置并入整个转运站的除尘管网。

### 三、炼钢厂超低排放技术应用优化策略

炼钢厂实现超低排放应该高度关注项目中所有污染物的全面处理，确保超低排放技术方案能够达到最优效果，其中比较关键的注意事项和优化策略如下：

首先，炼钢厂超低排放技术应用需要体现适应性，没有任何一套超低排放方案是万能的，应该在全面调查了解炼钢厂实际状况的基础上，制定出最为适宜合理的超低排放技术方案，避免出现不匹配问题。针对炼钢厂的各个构成单元以及生产工艺进行全面分析，明确各个部位存在的污染物排放问题，进而选择相匹配的除尘装

置，布置完善合理的除尘管道，促使所有问题均可以得到有效解决。

其次，炼钢厂超低排放目标的实现，还有赖于先进技术手段的应用，以便逐步淘汰陈旧滞后的除尘设施，解决技术层面的限制。比如对于炼钢厂超低排放技术应用中至关重要的除尘器，就需要进行创新改造，力求从材料、造型以及调控等多个方面入手，切实增强除尘器的作用效果，解决原有除尘效率低下或者除尘不彻底的问题。

另外，炼钢厂超低排放技术应用时，还应该着重考虑到实时动态监测工作的开展，力求针对炼钢厂生产作业状况以及除尘状况予以准确掌握，由此更好实现除尘效果的优化调整，避免持续出现超排放问题。比如前期炼钢厂烟尘生成状况的监测，就可以为后续除尘方案的制定以及除尘设施的选择提供依据，避免出现盲目性问题。

最后，为了更好优化炼钢厂超低排放效果，往往还需要加大监管力度，在逐步完善的法规以及相关标准的支持下，严格把控炼钢厂污染排放状况，对于超标问题及时掌握和处理，避免出现任何超标问题。除了炼钢厂自身内部监管，还应该主动接受外部监管，由此成为达成超低排放目标的助推力量。

### 结语

综上所述，炼钢厂超低排放技术的应用至关重要，为了较好满足超低排放需求，炼钢厂应该着眼于自身存在的各类污染排放问题进行综合分析，进而在各个不同车间和生产环节中，选择相匹配的除尘净化方式，避免出现超标排放问题，推动炼钢厂升级改造。

### 参考文献

- [1] 吕剑. 炼钢区超低排放改造无组织排放控制难点分析[J]. 清洗世界, 2024, 40(04): 133-135.
- [2] 吴方耀, 徐尧. 炼钢厂转炉除尘装置超低排放控制方法研究[J]. 中国资源综合利用, 2023, 41(09): 163-165.
- [3] 胡超. 浅谈氧气顶吹转炉炼钢烟气超低排放环境保护[J]. 天津冶金, 2022, (06): 81-83.
- [4] 王进轩. 浅谈转炉炼钢一次除尘超低排放新技术发展趋势[J]. 低碳世界, 2022, 12(08): 58-60.
- [5] 钟威, 杜晓宁, 钟楚阳, 等. 柳钢转炉炼钢除尘系统超低排放改造实践[J]. 轻工科技, 2022, 38(03): 103-105.
- [6] 杨志宇. 钢铁企业基于超低排放的精细化环保管理体系构建[J]. 企业改革与管理, 2022, (05): 64-68.
- [7] 杨莹莉, 李静, 丁岳峰, 等. 转炉一次除尘超低排放技术应用现状及挑战[J]. 冶金能源, 2020, 39(05): 60-64.