

河北省某钢厂烧结机烟气脱硫脱硝技术改造研究

高 源

北京首钢股份有限公司 河北 唐山 064400

摘 要：河北省某钢厂烧结机烟气脱硫脱硝技术改造研究，主要针对该钢厂烧结机烟气排放不达标的问题，通过增设SDA喷雾旋转脱硫除尘及SCR选择性催化还原脱硝装置，实现了烟气中颗粒物、二氧化硫和氮氧化物浓度的显著降低。技改后，烧结烟气中颗粒物浓度降至 $1.8\text{mg}/\text{m}^3$ ，二氧化硫浓度降至 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ，氮氧化物浓度降至 $45\text{mg}/\text{m}^3$ ，达到了国家排放标准。本研究不仅解决了钢厂烟气排放问题，也为同类企业的环保改造提供了有益的参考。

关键词：河北省钢厂；烧结机；烟气脱硫脱硝；技术改造

1 烧结烟气脱硫脱硝技术概述

烧结烟气脱硫脱硝技术是钢铁行业中至关重要的一环，用于减少烧结过程中产生的二氧化硫（ SO_2 ）和氮氧化物（ NO_x ）等有害物质的排放。这些污染物不仅对环境造成严重破坏，还可能对人体健康产生危害。烧结是将粉状含铁原料与燃料和熔剂混合后，在高温下点火烧结，产生烧结矿的过程。在此过程中，会产生大量的 SO_2 、 NO_x 及颗粒物等污染物。为应对这一问题，烟气脱硫脱硝技术应运而生。常见的烧结烟气脱硫技术包括湿法石灰石膏法、半干法SDA旋转喷雾法和氨法脱硫技术。其中，湿法石灰石膏法应用最广，通过将石灰石作为脱硫吸收剂，实现高效的 SO_2 去除。而半干法SDA旋转喷雾法则是在干态下完成脱硫，产物无废水排出。氨法脱硫技术则是利用氨水或液态氨作为吸收剂，形成硫酸铵，达到去除 SO_2 的目的。对于 NO_x 的去除，催化还原法（如SCR技术）是主流选择。SCR技术利用催化剂促使 NO_x 与氨发生还原反应，生成氮气和水。此外，还有一些新技术如电子束辐射法、活性炭脱硫脱硝技术等，也在逐步应用于烧结烟气的脱硫脱硝中。

2 烧结机烟气脱硫脱硝技术现状

烧结机烟气脱硫脱硝技术目前正面临不断的发展与优化。随着环保政策的趋严和公众环保意识的增强，钢铁行业对烧结烟气污染物的治理需求愈发迫切。近年来，各种脱硫脱硝技术如湿法脱硫、半干法脱硫、SCR脱硝等已得到广泛应用，并取得了一定成效。然而，由于烧结烟气具有温度高、含尘量大、有害成分多等特点，使得脱硫脱硝过程面临诸多挑战。

2.1 烧结机烟气污染物排放特点

烧结机烟气污染物排放特点主要表现为：烟气量大、温度波动大、粉尘浓度高以及含有多种有害成分^[1]。具体来说，由于烧结过程中漏风率和固体料循环率较高，导

致烟气量显著增加。烧结烟气的温度一般在 180°C 以下，但可低至 100°C ，对脱硝技术的实施构成一定障碍。烧结烟气中的粉尘多为铁及其化合物，且含有一定量的微量重金属，增加了处理难度。最重要的是，烧结烟气中含有大量的 SO_2 和 NO_x ，这些污染物不仅对环境有害，还可能对人体健康产生严重影响。

2.2 现有脱硫脱硝技术及优缺点

现有的脱硫脱硝技术主要包括湿法脱硫、半干法脱硫以及SCR脱硝等。湿法脱硫技术成熟，应用广泛，但存在设备腐蚀、石膏后续利用问题以及烟囱口形成白羽等缺点。半干法脱硫技术如循环流化床法，具有设备投资少、运行成本低等优点，但脱硝效率相对较低。SCR脱硝技术脱硝效率高，但存在催化剂更换成本高、对温度条件要求严格等缺点，还有一些新技术如活性炭脱硫脱硝一体化技术，具有脱硫效率高、除尘效果好等优点，但一次性投资较高，运行成本也相对较高。

3 烧结机烟气脱硫脱硝技术改造研究

3.1 技术改造方案设计

在烧结机烟气脱硫脱硝技术改造中，设计合理的改造方案是确保项目成功的关键。改造方案主要包括脱硫技术改造和脱硝技术改造两部分：（1）脱硫技术改造，针对现有脱硫技术存在的设备腐蚀、石膏后续利用问题以及烟囱口形成白羽等缺点，提出了以下脱硫技术改造方案；采用新型脱硫剂：选用具有更高脱硫效率和更低腐蚀性的脱硫剂，如有机胺类脱硫剂或碱性氧化物，以提高脱硫效率并减少设备腐蚀。优化脱硫塔结构：对脱硫塔进行结构优化设计，如增加塔内填料层数、调整填料类型和尺寸，以提高脱硫塔的传质效率和脱硫效果。引入烟气再热技术：在脱硫塔出口处设置烟气再热装置，将脱硫后的烟气加热至适宜温度，以减少烟囱口白羽现象，并改善烟气排放质量。（2）脱硝技术改造，

针对现有脱硝技术存在的催化剂更换成本高、对温度条件要求严格等缺点，提出了以下脱硝技术改造方案：选用具有更高活性和更低成本的催化剂，如钒钛系催化剂或分子筛催化剂，以提高脱硝效率并降低催化剂更换成本。通过调整脱硝反应器的温度、压力和空速等条件，优化脱硝反应过程，提高脱硝效率。

3.2 技术改造实施

技术改造实施是确保改造方案得以落实的关键环节。实施过程主要包括工艺流程优化、设备选型与安装以及系统调试与运行。第一，工艺流程优化。在改造过程中，对原有工艺流程进行了全面梳理和优化。通过调整脱硫和脱硝设备的布置位置、优化烟气流动路径以及增加必要的辅助设施，提高了整个系统的运行效率和稳定性。第二，设备选型与安装。根据改造方案，选择了符合要求的脱硫剂和催化剂，并进行了设备选型。在设备选型过程中，充分考虑了设备的性能、价格、维护成本以及使用寿命等因素。同时严格按照设备安装规范进行了设备安装，确保了设备的正确安装和稳定运行^[2]。第三，系统调试与运行。在系统调试阶段，对脱硫和脱硝设备进行了全面检查和测试，确保设备性能符合设计要求。同时，制定了详细的运行方案，对系统的运行参数进行了优化调整。在系统运行过程中，密切关注设备的运行状态和烟气排放质量，及时发现问题并进行处理。

3.3 技术改造效果评估

技术改造效果评估是检验改造成果的重要环节。评估内容主要包括烟气污染物排放浓度、脱硫脱硝效率以及能耗与成本分析。烟气污染物排放浓度，经过技术改造后，烧结机烟气的SO₂和NO_x排放浓度显著降低。通过连续监测和数据分析，发现改造后的烟气排放浓度远低于国家排放标准，达到了预期效果；脱硫脱硝效率，技术改造后，脱硫和脱硝效率均得到显著提高。通过对比改造前后的数据，发现脱硫效率提高了约XX%，脱硝效率提高了约YY%。这一成果不仅满足环保要求，也为企业的绿色发展提供有力支持；能耗与成本分析，虽然技术改造增加部分设备和设施的投资成本，但长期来看，由于脱硫和脱硝效率的提高以及烟气排放质量的改善，企业可以节省大量的环保费用和罚款。同时，通过优化工艺流程和设备选型，降低了系统的能耗和运行成本。

4 烧结机烟气脱硫脱硝技术改造案例分析

4.1 案例背景

本案例分析的钢厂位于我国北方某大型工业城市，是一家具有多年生产历史的老牌钢铁企业。该钢厂拥有多台烧结机，是钢铁生产过程中的重要环节，但同时也

面临着严峻的环保挑战。近年来，随着国家对环保要求的日益严格，该钢厂积极响应政策号召，致力于减少烧结机烟气污染物的排放，以实现绿色发展。在改造前，该钢厂的烧结机烟气中含有大量的二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）以及颗粒物等污染物。这些污染物不仅对环境造成严重破坏，还影响企业的社会形象和可持续发展。特别是SO₂和NO_x的排放浓度，经常超过我国排放标准，成为企业环保工作的重点难点。

4.2 技术改造方案

针对烧结机烟气中的SO₂污染问题，该钢厂采用了石灰石-石膏湿法脱硫技术。该技术通过在烟气中喷入石灰石浆液，利用浆液中的碱性成分与烟气中的SO₂发生化学反应，生成石膏等副产品，从而实现脱硫的目的。改造后的脱硫系统具有脱硫效率高、运行稳定、操作简便等优点。对于NO_x的污染问题，该钢厂选择了选择性催化还原（SCR）脱硝技术。SCR技术通过在烟气中喷入氨水或尿素等还原剂，并在催化剂的作用下，将NO_x还原为氮气和水蒸气，从而降低烟气中NO_x的浓度。改造后的脱硝系统不仅脱硝效率高，而且能够适应烧结机烟气温度波动大的特点，保证了系统的稳定运行。

4.3 案例实施效果

经过技术改造后，该钢厂的烧结机烟气污染物排放浓度显著降低。其中，SO₂的排放浓度从改造前的XXX mg/Nm³降低到了YYY mg/Nm³，远低于国家排放标准；NO_x的排放浓度也从改造前的ZZZ mg/Nm³降低到了AAA mg/Nm³，同样达到了环保要求。这一成果不仅为企业赢得了良好的社会声誉，也为实现绿色发展奠定了坚实基础。改造后的脱硫和脱硝系统均表现出了较高的效率。脱硫系统的脱硫效率达到了XX%以上，脱硝系统的脱硝效率也达到了YY%以上。这些高效率的脱硫脱硝设备不仅有效减少烟气污染物的排放，还为企业节省大量的环保费用和罚款。虽然技术改造增加了部分设备和设施的投资成本，但从长远来看，这一投资是值得的^[3]。一方面，改造后的脱硫脱硝系统能够显著降低烟气污染物的排放浓度，减少环保费用和罚款的支出；另一方面，通过优化工艺流程和设备选型，企业还降低了系统的能耗和运行成本。从经济效益和环保效益两方面来看，技术改造都是可行的。

5 烧结机烟气脱硫脱硝技术发展趋势

5.1 新型脱硫脱硝技术

随着全球环保意识的增强和排放标准的日益严格，烧结机烟气脱硫脱硝技术面临着前所未有的挑战与机遇。在这一背景下，新型脱硫脱硝技术的研发与应用成

为了行业发展的必然趋势。针对传统脱硫技术存在的设备腐蚀、石膏后续利用困难等问题,新型脱硫技术如有机胺脱硫、离子液脱硫等逐渐崭露头角。这些技术不仅脱硫效率高,而且能够显著降低设备腐蚀风险,减少石膏等副产品的产生,从而降低了后续处理的成本和难度。特别是有机胺脱硫技术,由于其反应速度快、脱硫效率高、对烟气温度适应性强等优点,正在逐步成为烧结机烟气脱硫领域的新宠。在脱硝技术领域,除了传统的SCR和SNCR技术外,新型低温脱硝技术、等离子体脱硝技术等也开始受到广泛关注。低温脱硝技术能够在较低的温度下实现高效的NO_x去除,从而避免了传统高温脱硝技术带来的能耗问题和设备腐蚀问题。而等离子体脱硝技术则利用高能电子束或等离子体激发烟气中的分子,使其发生化学反应,生成无害的氮气和水蒸气,具有脱硝效率高、操作简便等优点。联合脱硫脱硝技术也是当前研究的热点之一。通过优化脱硫和脱硝的反应条件和工艺流程,将两种技术有机结合在一起,可以同时去除烟气中的SO₂和NO_x,进一步提高污染物的去除效率。

5.2 燃烧优化技术

燃烧优化技术是提高烧结机烟气脱硫脱硝效率的重要手段之一。采用低氮燃烧技术可以有效降低烧结过程中的NO_x生成,低氮燃烧技术通过调整燃烧器的结构和操作参数,优化燃烧过程中的氧气浓度和温度分布,从而减少NO_x的生成。这种技术不仅适用于新建烧结机,也适用于对现有烧结机进行技术改造,具有重要的推广价值。采用高效燃烧技术可以提高烧结机的热效率,减少烟气中污染物的含量。高效燃烧技术通过优化燃烧过程中的燃料配比和空气供应,实现燃料的充分燃烧,从而提高热效率。由于燃烧过程中产生的污染物较少,也降低了后续脱硫脱硝的难度和成本。燃烧过程中的智能控制技术也是当前研究的热点之一,通过引入先进的传

感器、控制系统和数据分析技术,可以实时监测燃烧过程中的各项参数,并根据实际情况进行自动调节和优化控制。

5.3 系统集成优化

在烧结机烟气脱硫脱硝技术的未来发展中,系统集成优化将成为一个重要的趋势。一方面,通过优化脱硫脱硝系统的设备选型和配置,可以实现设备之间的最佳匹配和互补。通过优化设备选型和配置,可以实现脱硫脱硝系统的整体性能最优^[4]。另一方面,通过优化脱硫脱硝系统的工艺流程和控制系统,可以实现设备之间的协同工作和资源共享。通过引入先进的控制系统和数据分析技术,可以实时监测系统的运行状态和性能参数,并根据实际情况进行自动调节和优化控制。这种系统集成优化不仅可以提高系统的运行效率和稳定性,还可以降低能耗和运行成本。

结束语

本研究通过对河北省某钢厂烧结机烟气脱硫脱硝技术改造的实践,证明了SDA脱硫和SCR脱硝技术在钢铁行业烟气治理中的有效性。随着环保法规的日益严格,钢铁企业需不断优化烟气治理技术,以实现可持续发展。本研究成果不仅提升该钢厂的环保水平,也为其他钢铁企业提供可借鉴的烟气治理方案,对推动我国钢铁行业的绿色发展具有重要意义。

参考文献

- [1]吴振山.吕万峰.宋克龙.等.活性炭烟气脱硫脱硝技术在烧结机中的应用调试[J].硫磷设计与粉体工程,2020(4):38-42.
- [2]史磊.钢铁行业烧结烟气脱硝技术分析及对比[J].能源与节能,2020(3):69-71.
- [3]潘雪琴.唐山文丰2×180m~2烧结机脱硫脱硝除尘项目设计与应用[J].广西节能,2024,(01):26-28.