

燃煤电厂超低排放改造的有关研究

黄敏 柴豆

内蒙古科准环保科技有限公司 内蒙古 阿拉善盟 750300

摘要: 燃煤电厂超低排放改造对于环境保护和电力行业可持续发展意义重大, 本文围绕燃煤电厂超低排放改造展开研究。关键技术方面, 介绍了脱硫、脱硝、除尘技术的优化改进及多种技术类型; 在工程设计中, 阐述了总体设计、设备选型与布局、系统集成与优化以及辅助系统设计要点; 运行管理上, 强调运行参数监控、设备维护检修、人员培训管理以及应急管理的重要性。通过多方面举措, 实现燃煤电厂超低排放, 在满足环保要求的同时, 提升电厂经济效益与市场竞争力。

关键词: 燃煤电厂; 超低排放; 改造

引言

在环保要求日益严苛的当下, 燃煤电厂超低排放改造迫在眉睫。这一改造涉及多方面内容, 从关键技术层面, 涵盖脱硫、脱硝、除尘等技术的创新与优化; 在工程设计上, 包括总体设计、设备选型与布局、系统集成优化及辅助系统设计等环节; 改造后的运行管理也至关重要, 涉及运行参数监控、设备维护检修、人员培训管理以及应急管理等方面。本文将围绕这些方面, 深入探讨燃煤电厂超低排放改造的相关研究, 为推动燃煤电厂绿色发展提供参考。

1 燃煤电厂超低排放改造的关键技术

1.1 脱硫技术

石灰石-石膏湿法脱硫技术是燃煤电厂应用广泛的脱硫技术之一, 以石灰石为脱硫吸收剂, 石灰石浆液与烟气中二氧化硫反应生成亚硫酸钙, 再氧化生成硫酸钙(石膏)。超低排放改造是对该技术优化改进, 通过采用高效喷淋层, 使浆液与烟气接触更充分, 提升反应效率; 增加氧化空气量, 确保亚硫酸钙充分氧化为石膏; 优化除雾器, 减少雾滴携带石膏颗粒, 提高石膏品质, 进而提高脱硫效率。除对传统技术改进外, 还研发了其他脱硫技术。氨法脱硫利用氨水吸收二氧化硫, 脱硫效率高且副产物硫酸铵可作肥料; 镁法脱硫以氧化镁为吸收剂, 脱硫产物硫酸镁也有多种用途。不过, 氨法脱硫存在氨逃逸问题, 可能造成二次污染, 需严格控制氨的使用量和反应条件; 镁法脱硫要考虑氧化镁的供应及副产物硫酸镁的市场需求, 防止因处理不当产生二次污染, 确保脱硫过程绿色可持续。

1.2 脱硝技术

选择性催化还原(SCR)脱硝技术是主流选择, 其原理是在催化剂作用下, 让氨气与烟气中的氮氧化物发生

反应, 生成氮气和水。为达成超低排放目标, 对SCR脱硝技术进行多方面优化。采用高性能催化剂, 能提升反应活性, 使氮氧化物更高效转化为氮气和水; 优化反应温度, 确保催化剂在最佳活性温度区间工作, 增强脱硝效果; 加强氨逃逸控制, 防止过量氨气排放造成二次污染^[1]。此外, 还探索了其他脱硝技术。选择性非催化还原(SNCR)脱硝技术无需催化剂, 这使得其投资和运行成本相对较低, 不过脱硝效率不如SCR技术。电子束脱硝技术优势明显, 不仅脱硝效率高, 还能同时脱除多种污染物, 但该技术设备复杂, 从建设到运行维护成本都较高, 对电厂的资金实力和技术水平要求较高。电厂需根据自身实际情况, 合理选择和搭配脱硝技术, 以实现超低排放和经济效益的平衡。

1.3 除尘技术

传统电除尘器在超低排放要求下力不从心, 故而需改造升级。采用高频电源与脉冲电源是有效举措, 高频电源能以较高频率提供电能, 脉冲电源可输出瞬时高电压, 二者均可提高电除尘器电场强度, 增强粉尘荷电效果, 让粉尘更易被捕集, 进而提升除尘效率。电袋复合除尘器也是重要升级方向, 它融合电除尘器与袋式除尘器优势, 先利用电除尘器去除大部分粉尘, 降低后续处理负荷, 再借助袋式除尘器过滤细颗粒物, 可满足超低排放标准。此外, 湿式电除尘器在燃煤电厂得到应用, 其工作原理是让烟气通过含水电极, 使粉尘与水结合, 能有效去除烟气中的细颗粒物、重金属及气溶胶等污染物, 进一步提升除尘效果。电厂可根据自身烟气特性、场地条件及成本等因素, 选择合适的除尘技术或组合使用多种技术, 以实现高效除尘与超低排放目标。

2 燃煤电厂超低排放改造的工程设计

2.1 总体设计

燃煤电厂超低排放改造的总体设计至关重要。设计前要全面考量电厂实际情况,涵盖现有设备运行状况,如设备老化程度、处理能力等;场地布局,包括各区域空间大小、建筑分布等;燃料特性,如含硫量、灰分等。依据超低排放标准与要求,明确改造目标,制定合理方案。要科学规划各处理系统布局与流程,比如脱硫、脱硝、除尘系统在场地中的位置安排,以及烟气在各系统间的流动路径,保证流程顺畅合理。总体设计需重视系统整体性与协调性,各处理系统并非孤立存在,而是相互关联、相互影响。要让脱硫、脱硝、除尘等系统紧密配合,形成有机整体,共同实现污染物高效去除^[2]。充分考虑系统可靠性与稳定性,设置必要备用设备,当主设备出现故障能及时投入使用;制定应急措施,针对可能出现的突发状况,有相应处理办法,确保改造后的系统能稳定运行,持续满足超低排放要求。

2.2 设备选型与布局

依据处理工艺具体要求,挑选性能稳定可靠、处理效率高且能耗低的设备。对于脱硫设备选型,要综合考量石灰石消耗量,这关系到运行成本;要关注石膏品质,高品质石膏更具市场价值;同时确保脱硫效率达到超低排放标准。脱硝设备选型时,催化剂性能是关键,其活性、选择性等直接影响脱硝效果;氨逃逸控制也不容忽视,过量氨逃逸会造成二次污染。除尘设备选型方面,除尘效率是首要指标,要能有效去除烟气中污染物;设备阻力影响系统能耗,需要合理控制;设备寿命关乎长期运行成本,应选择耐用型。设备布局要科学合理且紧凑有序。要充分预留设备安装空间,保证设备能准确就位;预留足够维护和检修空间,便于后续对设备进行保养和维修。同时,布局要契合工艺流程需求,按照烟气处理顺序,合理规划各设备位置,确保烟气能顺畅依次通过脱硫、脱硝、除尘等处理设备,实现污染物高效去除。

2.3 系统集成与优化

系统集成旨在把各处理系统紧密且有机地结合,达成信息共享与协同控制。借助自动化控制系统,能对各处理系统的运行参数展开实时监测,依据监测数据及时调整参数,保证各系统始终处于最优运行状态,避免因某个系统运行异常影响整体处理效果,实现各系统高效配合。系统优化需从节能、减排、降低成本等多维度着手。对各处理系统的运行参数进行精细优化调整,提升系统整体性能与经济效益^[3]。在脱硫系统中,合理调控氧化空气量,既能保证脱硫反应充分进行,又能避免过量氧化空气增加能耗;在脱硝系统里,精准控制氨喷入量,在确保氮氧化物达标排放的同时,减少氨的浪费,降低运

行成本。通过这些优化措施,不仅能降低电厂能耗,减少污染物排放,还能有效控制超低排放改造成本与后续运行成本,使电厂在满足环保要求的前提下,实现经济效益最大化,提升市场竞争力。

2.4 辅助系统设计

辅助系统涵盖石灰石制备系统、氨制备系统以及废水处理系统等。其中,石灰石制备系统承担着为脱硫环节供应石灰石浆液的任务,其质量与供应稳定性意义重大,必须保证石灰石原料品质达标,经研磨、调配等工序制成的浆液,在浓度、粒度等指标上要契合脱硫工艺要求,并且能够持续稳定供应,防止因浆液问题对脱硫效率产生不良影响;氨制备系统为脱硝过程提供氨气,氨气纯度对脱硝效果有着直接影响,供应安全更是关乎整个电厂的运行安全,所以要采用可靠的制备工艺去除氨气中的杂质,确保其纯度,同时设置完善的安全防护设施,避免氨气泄漏引发事故;废水处理系统主要针对脱硫、脱硝等过程产生的成分复杂、含有重金属和酸碱物质等污染物的废水,需运用中和、沉淀、过滤等合适的处理技术,使废水达到排放标准或满足回用要求。

3 燃煤电厂超低排放改造后的运行管理

3.1 运行参数监控

在脱硫、脱硝、除尘等系统的关键位置全面安装各类传感器与监测设备,以此实现对运行参数的实时精准监测,监测参数包括烟气流量,其数值大小直接决定污染物处理量;烟气温度,过高或过低均会对处理效率产生不利影响;烟气压力,关乎整个系统的稳定运行;还有各类污染物浓度,能直接反映污染物的处理效果^[4]。运行人员可依据实时监测数据,及时对系统运行参数进行调整,如调节脱硫系统的石灰石浆液流量、脱硝系统的氨喷入量、除尘系统的清灰周期等,确保系统始终处于最佳运行状态,达成高效稳定运行。同时,需构建运行参数数据库,完整存储实时监测数据与历史数据,通过对这些数据的深度分析,挖掘系统运行规律,找出潜在问题,既能为系统优化运行提供数据支撑,调整运行策略以提高处理效率、降低能耗,又能在系统出现异常时,通过对比历史数据快速定位故障原因,及时采取有效措施进行修复。

3.2 设备维护与检修

制定详尽的设备维护计划,并严格按照计划对设备进行定期检查、保养和维修。检查内容丰富多样,要仔细查看设备的磨损状况,因为磨损过度会直接影响设备的性能与使用寿命;要认真检查密封性能,若密封不好会引发泄漏问题,不仅影响污染物的处理效果,还可能

造成安全隐患；同时要检查电气系统，确保其稳定运行，防止因电气故障导致设备停机。在维护过程中，要敏锐地及时发现并处理设备存在的隐患，将问题扼杀在萌芽状态。此外，建立设备检修档案十分必要，需要详细记录设备的检修历史和故障情况，涵盖检修时间、内容、更换部件等信息，为后续的维护检修提供参考依据，有助于分析设备故障规律并提前做好防范。对于关键设备，要储备必要的备品备件，一旦关键设备出现故障，能及时更换，避免长时间停机影响电厂正常生产，从而保证超低排放设备持续稳定运行，满足环保要求。

3.3 人员培训与管理

培训内容涵盖多方面，包括超低排放技术原理，让运行人员了解改造技术的基础逻辑；设备操作规程，确保其能正确操作各类设备；运行参数调整，使其依据实际情况精准调整参数，保证系统高效运行；故障诊断与处理，让运行人员在设备出现故障时能迅速判断并采取有效措施。通过系统培训，运行人员可熟练掌握超低排放设备的运行和管理技术，保障系统安全稳定运行。构建完善的人员管理制度，明确各岗位的职责与权限，避免出现职责不清、工作推诿的情况。加强对运行人员的考核与监督，制定科学合理的考核指标，定期对运行人员的工作表现进行评估。依据考核结果实施奖惩措施，激励运行人员积极工作，提高其工作积极性与责任心，促使他们以更加严谨的态度投入到超低排放设备的运行管理工作中，为电厂超低排放改造后的稳定运行提供有力的人力支撑。

3.4 应急管理

应急预案需全面涵盖多种突发状况，如火灾、爆炸这类可能危及人员安全与设备完整性的灾害；设备故障，包括脱硫、脱硝、除尘等关键设备运行异常；以及污染物超标排放，这直接关乎环保达标与周边环境质量。预案中要明确各类突发情况的具体应急处理措施与流程，从发

现险情后的报警方式，到各岗位人员的职责分工，再到采取的紧急处置手段，都应详细规定。为提升运行人员应对突发情况的能力，要定期组织应急演练^[5]。演练过程中，运行人员需按照预案流程进行操作，通过模拟实战锻炼应急处理能力与协同配合能力。同时，要对演练情况进行全面评估，检查应急预案的可行性与有效性。针对演练中暴露出的问题，如流程不合理、职责不明确等，及时进行改进完善。如此，当突发情况真正发生时，运行人员能够迅速响应，按照优化后的应急预案有效应对，最大程度减少事故造成的损失以及对环境产生的不良影响。

结语

综上所述，燃煤电厂超低排放改造意义重大，涉及关键技术突破、科学工程设计以及精细化运行管理。从脱硫、脱硝、除尘技术的优化升级，到总体设计、设备选型、系统集成等工程环节的精心规划，再到运行参数监控、设备维护检修、人员培训管理及应急管理等多方面的严格把控，每一环节都紧密相连、不可或缺。只有全方位做好各项工作，才能确保燃煤电厂实现超低排放目标，在满足环保要求的同时还会提升经济效益与市场竞争力，推动电力行业绿色可持续发展。

参考文献：

- [1]孟维鑫.燃煤电厂脱硫废水零排放技术研究[J].黑龙江环境通报,2025,38(6):20-22..
- [2]朱浩铭,孟祥胜,孙桦.火电厂烟气脱硫系统超低排放改造技术的适应性与优化研究[J].当代化工研究,2025(12):173-175.
- [3]潘红波.某燃煤电厂超低排放改造对烟尘的脱除效果研究[J].环境保护科学,2019,45(2):53-56.
- [4]吴子伟.生物质电厂烟气超低排放改造技术路线研究[J].电力设备管理,2025(13):245-247.
- [5]刘海峰,王静.燃煤电厂锅炉脱硝改造技术应用研究[J].清洗世界,2025,41(4):107-109.