

# 绿色火电厂建设中的脱硫脱硝技术的创新与实施路径研究

郭维

江苏淮阴发电有限责任公司, 江苏 淮安 223000

**[摘要]**随着全球环保要求的不断提升,传统火力发电厂面临着日益严苛的排放标准。在当前形势下,绿色火电厂的建立作为促进能源结构转变与生态保护的要径,其重要性日益凸显。火电厂绿色化转型进程中,脱硫脱硝技术扮演着至关重要的角色,其作为降低污染排放的关键措施,占据着核心地位。在绿色火电厂的建设过程中,对脱硫脱硝技术的创新与实践路径进行了深入研究,剖析了现有技术的应用困境,并针对此,提出了包括高效催化剂、新颖吸附材料、低温脱硝技术等在内的多项技术革新措施。本文通过深入剖析多起火电厂案例,提炼出脱硫脱硝技术实施的有效经验,进而提出了一系列优化方案。在火电厂中应用脱硫脱硝技术,合理规划实施路径,不仅显著减少污染物排放,亦极大提升了电厂整体运行效能,从而为构建绿色火电厂贡献关键力量。

**[关键词]**绿色火电厂; 脱硫脱硝技术; 技术创新; 实施路径

DOI: 10.33142/hst.v7i12.14675

中图分类号: X773

文献标识码: A

## Research on Innovation and Implementation Path of Desulfurization and Denitrification Technology in Green Thermal Power Plants Construction

GUO Wei

Jiangsu Huaiyin Power Generation Co., Ltd., Huai'an, Jiangsu, 223000, China

**Abstract:** With the continuous improvement of global environmental requirements, traditional thermal power plants are facing increasingly stringent emission standards. In the current situation, the establishment of green thermal power plants is becoming increasingly important as a means to promote energy structure transformation and ecological protection. In the process of green transformation of thermal power plants, desulfurization and denitrification technology plays a crucial role, occupying a core position as a key measure to reduce pollution emissions. In the construction process of green thermal power plants, in-depth research has been conducted on the innovation and practical path of desulfurization and denitrification technology, and the application difficulties of existing technologies have been analyzed. In response to this, multiple technological innovation measures have been proposed, including high-efficiency catalysts, novel adsorption materials, low-temperature denitrification technology, etc. This article deeply analyzes multiple fire power plant cases, extracts effective experience in implementing desulfurization and denitrification technology, and proposes a series of optimization plans. The application of desulfurization and denitrification technology in thermal power plants and the rational planning of implementation paths not only significantly reduces pollutant emissions, but also greatly improves the overall operational efficiency of the power plant, thereby contributing key forces to the construction of green thermal power plants.

**Keywords:** green thermal power plants; desulfurization and denitrification technology; technological innovation; implementation path

### 引言

随着环境保护和可持续发展的理念深入人心,能源生产和消耗过程中的环境问题引起了广泛关注。火力发电作为我国主要的能源供应形式之一,其大规模应用在提供稳定电力的同时,也带来了大量的污染排放,尤其是二氧化硫(SO<sub>2</sub>)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)。这些污染物不仅对大气环境造成了严重污染,还对人类健康和生态系统产生了深远影响。因此,能源行业正面临着一个关键挑战,即如何高效管理火力发电厂的污染物排放问题。这一挑战的解决,脱硫脱硝技术厥功至伟,它有效减少了火电厂的废气排放量,助力空气质量提升,并促进了火电厂的绿色发展进程。日益严格的环保政策与标准对传统的脱硫脱硝技术提出了诸多难题,包括脱硝效率的不足、能耗的增大以及成本的

攀升,这些问题迫使相关行业必须对现有技术进行革新,并积极寻求全新的技术发展方向。面对火电领域所遭遇的现实困境,本研究深入剖析了在绿色火电厂建设过程中的脱硫脱硝技术革新,进而详述了具体的执行途径,旨在为相关技术改进及政策制定领域提供理论论据和实践指南。

### 1 脱硫脱硝技术的现状

随着全球环保法规的日益严格,尤其是对火力发电厂排放标准的不断提高,脱硫脱硝技术在减少大气污染、推动能源结构转型方面的作用愈发重要。脱硫技术主要用于去除烟气中的二氧化硫(SO<sub>2</sub>),而脱硝技术则用于去除烟气中的氮氧化物(NO<sub>x</sub>)。目前,脱硫和脱硝技术已广泛应用于我国火力发电厂,但仍面临许多挑战,尤其是在高效性、经济性和适应性方面<sup>[1]</sup>。

在处理二氧化硫排放方面,传统技术涵盖以湿法、干法和半干法为表征的三种脱硫方法。在众多脱硫技术中,湿法脱硫技术独占鳌头,其中以石灰石-石膏湿法脱硫(LSFO)为代表,这一技术被广泛运用于大型火电厂领域。所采用的技术能够通过反应机制生成石膏,具备优良的脱硫效果和相对完善的技术架构,然而,它也面临着能耗高、成本昂贵的挑战,以及废水排放等环境问题。

脱硝技术的发展相较于脱硫技术较晚,主要包括选择性催化还原(SCR)、选择性非催化还原(SNCR)以及新型低温脱硝技术等。SCR技术目前在火电行业中应用广泛,它通过在催化剂的作用下,将氮氧化物还原为氮气和水,具有较高的脱硝效率和较为稳定的运行特性。然而,这项技术因其高昂成本、催化剂毒性及维护上的困难,遭遇了不少应用上的障碍。在烟气中喷注还原剂,SNCR技术于高温情境下得以实施NO<sub>x</sub>的还原过程。该技术在实施过程中操作简便,所需投资较少;然而,其脱硝效率相对较低,通常只能实现30%~50%的去除率,难以满足更高排放标准的需求。

脱硫脱硝技术的进一步发展依赖于新型催化剂、材料和设备的创新。目前,在催化剂研究领域,脱硝技术已取得显著成效,特别是高效耐高温且抗毒的催化剂材料,正逐步步入工程应用领域。在脱硫技术领域,新型吸附材料的研发与低能耗脱硫方式的探索,为降低运行成本和提升效率注入了新的活力。在当前技术背景下,普遍存在能耗较高、效率较低以及成本较大的问题,亟须借助技术创新手段来显著提高其性能表现<sup>[2]</sup>。

## 2 脱硫脱硝技术创新及其在绿色火电厂中的应用

随着环保政策的不断强化和对大气污染物排放标准的严格要求,绿色火电厂的建设需要依赖更为高效和低排放的脱硫脱硝技术。在效率与成本层面,虽广泛采用的脱硫脱硝技术暴露出诸多局限,尤其是在环境适应性方面亦存在明显短板。在行业进步的大背景下,脱硫脱硝技术的持续创新已成为推动整个行业发展的核心动力。运用技术革新手段,脱硫脱硝效率得以提高,同时,此举亦显著降低了能源消耗,减少了二次污染,并优化了经济效益。在脱硫技术方面,除了传统的石灰石-石膏湿法脱硫外,近年来,新型的脱硫技术逐渐崭露头角。例如,采用新型吸附材料(如活性炭、膨胀硅石等)进行脱硫,通过吸附法去除烟气中的二氧化硫。相比湿法脱硫,新型吸附法能显著降低水资源的消耗,减少废水排放,避免了湿法脱硫可能产生的环境污染问题。

在脱硝技术创新方面,选择性催化还原(SCR)技术仍然是主流,但随着催化剂材料的不断进步,脱硝效率得到了大幅提升。涌现的新型高效催化剂材料,显著降低了催化剂的中毒与失活风险,大幅提升了其使用寿命,进而显著降低了运行与维护的成本。关于低温脱硝技术的探索,

其研究成果已趋向完善。在调整烟气温度的过程中,运用低温环境下的特定反应机制,减少了能耗及设备成本。

绿色火电厂的建设不仅要求脱硫脱硝技术高效、稳定,而且要求这些技术能够与其他环保设施协同工作,以降低整体能耗和运行成本。绿色火电厂中,脱硫脱硝技术的创新应用,有力地促进了清洁生产与低碳排放目标的实现。火电厂运用创新脱硫材料与设备,降低了废水排放提高脱硫效能<sup>[3]</sup>。

## 3 绿色火电厂建设中的脱硫脱硝技术实施路径

### 3.1 技术选型与设备配置

在绿色火电厂建设中,脱硫脱硝技术的选型与设备配置是确保环保目标实现的关键步骤。在技术选型过程中,挑选恰当的脱硫脱硝工艺至关重要;同时,设备配置亦直接关联着该技术的实施成效与运营成本。在众多脱硫技术中,湿法脱硫、干法脱硫和新型吸附法扮演着重要角色。凭借其技术成熟度与卓越的脱硫效能,湿法脱硫技术得到了广泛运用。尤其在石灰石-石膏湿法脱硫领域,表现尤为突出。该技术具有高效脱硫能力,同时能够有效处理高含硫量的烟气。

在脱硝技术的选型上,选择性催化还原(SCR)技术是目前最为常用和高效的技术。氮氧化物在高温下经SCR技术催化,由氨气喷入烟道得以转化为氮气与水,此过程实现脱硝功效。在应用前景方面,低温SCR技术与选择性非催化还原(SNCR)技术各具特色,低温SCR技术因其低温度下作业的特性,尤为适用于低温工况;而选择性非催化还原(SNCR)技术则通过喷入还原剂。在运行负荷较低的情况下,有效降低氮氧化物的排放。电厂在追求脱硫脱硝最佳效果时,需依据实际情况、烟气成分及排放标准,进行全面的选型考量。在设备配置领域,脱硫脱硝系统的关键设备配置尤为关键,涉及反应塔、催化剂床层以及还原剂储存系统等方面。高效喷雾设备与液体分布装置的配置,对于脱硫系统而言,是确保脱硫剂与烟气充分接触的的必要条件。

### 3.2 系统集成与优化

在绿色火电厂建设过程中,脱硫脱硝技术的系统集成与优化是提升环保效果和降低运营成本的关键。电厂设施中,脱硫脱硝设备与系统集成紧密融合,旨在确保运行过程中的协同效应得以实现。为确保烟气流动、气流分配、反应条件等方面的最优设计,脱硫与脱硝系统集成作业须着重优化,以实现脱硫脱硝反应效率的极致提升。为确保脱硝SCR系统运作的高效与氨逃逸率低,必须对氨气注入量、喷射点及催化剂温度等关键参数实施精确调控。电厂设备的集成系统亦涵盖了对燃烧系统、锅炉、除尘等设施的综合优化。在脱硫脱硝技术高效运作中,烟气温度与流量扮演着基础角色,因此,设计开始时需对锅炉运行特性进行考究,对烟气温度、湿度、流速等因素进行精细化调整,旨在拓展烟气与脱硫脱硝剂的接触面,延长反应时长,

进而提升整体反应效能<sup>[4]</sup>。

在脱硫脱硝系统优化过程中,信息化技术也起到了重要作用。实时监控与调整,自动化控制系统与大数据分析平台协同作业,确保脱硫脱硝系统运行状态精准调控。运用PLC与DCS系统对脱硫脱硝流程实施自动化管控,适时调整投加脱硫剂及还原剂的量,以实现脱硫脱硝效率的最大化。在系统优化的过程中,能源效率的改善扮演着至关重要的角色。在优化脱硫脱硝系统的过程中,必须重视污染物去除率的提升,同时应采用余热回收系统以及烟气再循环技术等措施,旨在降低能源消耗,提高热能使用效率。

### 3.3 实施过程中遇到的挑战与解决方案

脱硫脱硝技术的实施过程中,虽然已有了显著的进展,但仍然面临许多挑战,尤其是在绿色火电厂的建设中,这些挑战更为突出。实施脱硫脱硝技术所需的设备投资及持续运营费用相对较高。在环保要求日益严格的背景下,火电厂面临持续升级脱硫脱硝设施的现实需求,这一举措无疑加大了其经济负担。火电厂若要攻克该难题,需对设备选型进行精研,采纳更高效、成本更低的脱硫脱硝工艺,并辅以能源回收及副产品的高效利用,从而有效削减运营成本。在脱硫脱硝作业中,时常遭遇催化剂失效与污染物累积的挑战,脱硝效率因催化剂失活而降低,严重时甚至导致系统停止运作。针对此问题,电厂宜选用高效耐用型催化剂,并应实施定期更换与清洁作业。在催化过程中,应用尖端再生技术,通过物理与化学方法恢复催化剂的效能,进而显著提升其应用周期<sup>[5]</sup>。

脱硫脱硝系统的自动化控制和监测系统可能会遇到数据准确性和实时性的问题。强化信息化管理平台,优化数据采集及处理算法,旨在提升系统运行精度与稳定性,进而增强系统智能化程度。此外,定期对设备实施检修和校准操作,以保证数据的准确性和可信度。随着环保法规的持续提升,火电厂迫切需要提升其排放标准的达标比例,然而,现行的脱硫脱硝技术或难在短期内适应更严格的排放规范。为了面临这一挑战,火力发电厂必须增强研发力度,积极推广诸如超低排放与二氧化碳捕集等低碳、低排放技术的应用,从而确保其长期满足严格的环保要求。

### 3.4 脱硫脱硝技术的经济效益分析

脱硫脱硝技术的实施对绿色火电厂建设具有重要的经济效益,尤其是在减少污染物排放和提升电厂运行效率方面。在排放控制领域,脱硫脱硝技术展现出显著成效,能显著降低烟气中的二氧化硫(SO<sub>2</sub>)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)排放量,与日趋严苛的环保法规相契合,从而有效规避了因超标排放可能引发的罚款、停产整治等重大经济损失。电厂采纳高效脱硫脱硝技术,随着排放标准的日益提升,

此举有助于其领先一步达到合规要求,从而规避可能的经济风险。脱硫脱硝技术的优化实施可以提高火电厂的整体运行效率。通过减少污染物排放,脱硫脱硝技术能够使电厂更稳定地运行,减少故障率,提高电力输出。这意味着火电厂可以以更低的运营成本实现较高的发电量,从而提升其经济效益。

脱硫脱硝技术的实施有助于提高能源的综合利用率。例如,烟气再循环技术与余热回收系统联袂,将排放的废热转换成能量宝库,有效削减了能源消耗,随之而来的是运营成本的显著降低。采取一系列优化策略后,该火电厂在削减污染物排放的同时,显著提升了能源使用效能,并有效降低了生产成本,进而显著增强了其经济效益。技术革新推动环保设备升级,脱硫脱硝设施初期投入递减,同时维护费用亦见降低。电厂通过推广运用新颖的设备与技术,不仅能够确保环保标准得到满足,还可在长期维护与更新上节省开支,进而显著提升整体经济效益。因此,脱硫脱硝技术不仅在环保方面具有重要意义,也为火电厂带来了可观的经济效益<sup>[6]</sup>。

## 4 结语

综上所述,绿色火电厂建设中的脱硫脱硝技术创新与实施路径研究,既面临技术、经济和管理上的挑战,也拥有广阔的发展前景。通过技术创新、系统集成、信息化管理以及优化实施路径,火电厂不仅能够满足日益严格的环保要求,还能提高运行效率、降低运营成本,实现绿色低碳的可持续发展目标。随着科技的进步和政策的支持,未来脱硫脱硝技术将进一步优化和发展,为绿色火电厂建设贡献更大的力量。

### [参考文献]

- [1]王连喜. 探讨火电厂烟气脱硫脱硝技术应用与节能环保问题[J]. 中国设备工程, 2024(17): 193-195.
  - [2]高飞. 降低火电厂脱硫脱硝材料消耗的优化性研究[J]. 今日制造与升级, 2024(6): 143-145.
  - [3]安志兰. 火电厂烟气脱硫脱硝技术应用与节能环保策略探讨[J]. 中国战略新兴产业, 2024(18): 94-97.
  - [4]蔡正阳. 火电厂烟气脱硫脱硝技术应用与节能环保[J]. 清洗世界, 2024, 40(2): 4-6.
  - [5]丁伟. 火电厂烟气脱硫脱硝技术应用与节能环保策略探讨[J]. 电气技术与经济, 2023(9): 92-94.
  - [6]张亚坤, 于明强, 郑学军. 火电厂大气污染治理中烟气脱硫脱硝技术运用分析[J]. 清洗世界, 2023, 39(6): 1-3.
- 作者简介: 郭维(1983.2—), 男, 江苏淮阴发电有限责任公司脱硫脱硝专工, 毕业学校和专业: 南京工程学院 电气工程及其自动化专业。