

# 低碳经济下燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺发展

刘争光

国能(山东)能源环境有限公司 山东 济南 250000

**摘要:** 燃煤电厂在低碳经济大背景下面临着工艺升级与转型的关键任务。本文探讨了低碳经济对燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺的要求及所面临的挑战。技术、运行管理及政策标准层面均存在挑战,如提高脱除效率与降低能耗的矛盾、工艺运行稳定性、环保标准提高等。未来,该工艺将呈现技术创新、智能化、综合一体化及资源化利用等发展趋势,包括研发新型脱硫脱硝技术、实现工艺自动化控制与智能监测、发展脱硫脱硝除尘一体化工艺以及加强脱硫石膏和废催化剂的资源化利用,以适应低碳经济需求,实现燃煤电厂绿色可持续发展。

**关键词:** 低碳经济; 燃煤电厂; 脱硫脱硝除尘工艺; 发展

## 引言

在低碳经济迅猛发展的时代背景下,环境保护与可持续发展已成为全球共识。燃煤电厂作为能源供应的重要支柱,其产生的污染物排放对环境造成了不可忽视的影响。脱硫脱硝除尘工艺作为燃煤电厂污染控制的关键环节,面临着更高的环保要求和更严峻的挑战。本文将深入探讨低碳经济对燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺的具体要求,分析当前工艺在技术、运行管理及政策标准层面所面临的挑战,以及展望未来该工艺在技术创新、智能化、综合一体化和资源化利用等方面的发展趋势。

### 1 低碳经济对燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺的要求

低碳经济蓬勃发展,对燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺提出诸多更高要求。一方面,从污染物脱除效率看,燃煤产生的二氧化硫、氮氧化物和粉尘等污染物,是造成大气污染、酸雨、雾霾等环境问题的关键因素。低碳经济要求工艺具备更高脱除效率,将污染物尽可能从烟气中分离并去除,大幅降低其向环境的排放量,以改善空气质量,保护生态环境。另一方面,在运行能耗与资源消耗方面,传统脱硫脱硝除尘工艺在运行中常消耗大量电能、水以及化学药剂等资源,且可能产生废渣等二次污染物。低碳经济强调资源高效利用与环境保护的协调统一,这就要求工艺在运行过程中,通过技术创新与设备优化,降低能源与资源的使用量,提高资源循环利用率,同时减少二次污染的产生,实现清洁生产,从源头和过程上控制对环境的影响。随着低碳经济推进,环保标准日益严格且不断变化<sup>[1]</sup>。燃煤电厂的脱硫脱硝除尘工艺不能一成不变,需紧跟时代步伐,电厂要持续投入研发力量,对现有工艺进行优化改进,引入先进的脱除技术、智能控制系统等,提升工艺整体性能与稳定性。

## 2 低碳经济下脱硫脱硝除尘工艺面临的挑战

### 2.1 技术层面挑战

(1) 提高脱除效率与降低能耗的矛盾。随着环保标准的日益严格,燃煤电厂需要不断提高脱硫脱硝除尘工艺的脱除效率,以减少污染物的排放。然而,提高脱除效率往往需要增加设备的投资和运行能耗。例如,为了提高脱硫效率,需要增加吸收剂的用量、提高循环泵的流量等,这都会导致能源消耗的增加。如何在保证脱除效率的前提下,降低工艺的能耗,是当前面临的一个重要技术挑战。

(2) 多种污染物协同脱除技术有待完善。燃煤电厂排放的污染物不仅包括二氧化硫、氮氧化物和粉尘,还包括重金属、二噁英等有害物质。目前,脱硫脱硝除尘工艺主要针对二氧化硫、氮氧化物和粉尘进行治理,对其他污染物的脱除效果有限。因此,开发能够同时高效脱除多种污染物的协同脱除技术,是未来燃煤电厂污染治理的发展方向之一。但目前多种污染物协同脱除技术还处于研究阶段,存在技术不成熟、成本较高等问题,需要进一步研究和完善。(3) 催化剂的性能与寿命问题。在SCR脱硝工艺中,催化剂的性能和寿命直接影响脱硝效率和运行成本<sup>[2]</sup>。目前,常用的SCR催化剂主要是以钒钛钨为活性成分的钛基催化剂,但该催化剂存在易中毒失效、使用寿命有限等问题。例如,烟气中的飞灰、重金属、碱金属等物质会使催化剂中毒,降低其活性;高温、高湿度等环境条件也会加速催化剂的老化。

### 2.2 运行管理层面挑战

一是工艺运行稳定性与可靠性,燃煤电厂的脱硫脱硝除尘工艺需要长期稳定运行,以确保污染物达标排放。然而,在实际运行过程中,由于设备故障、操作不当、原料质量不稳定等因素,可能会导致工艺运行不稳定,影响脱除效果。例如,电除尘器可能会出现电极积

灰、电晕线断裂等问题,导致除尘效率下降;SCR脱硝系统可能会出现催化剂堵塞、氨逃逸超标等问题,影响脱硝效果和运行安全。二是人员技术水平与专业素养,脱硫脱硝除尘工艺的运行管理需要专业的技术人员,他们需要具备扎实的专业知识和丰富的实践经验。然而,目前一些燃煤电厂的技术人员水平参差不齐,对工艺的原理、操作和维护等方面的知识掌握不够扎实,导致在运行过程中出现问题时不能及时有效地解决,所以加强对技术人员的培训和考核,提高他们的技术水平和专业素养,是确保工艺正常运行的重要保障。三是运行成本控制,脱硫脱硝除尘工艺的运行成本包括设备折旧、能源消耗、原料消耗、维护费用等多个方面。在低碳经济背景下,燃煤电厂需要降低运行成本,提高经济效益,但是目前一些脱硫脱硝除尘工艺的运行成本较高,给企业带来了一定的经济压力<sup>[3]</sup>。例如,石灰石-石膏湿法脱硫工艺需要消耗大量的石灰石和水,同时还会产生大量的废水、废渣等二次污染物,处理这些二次污染物也需要一定的成本。

### 2.3 政策标准层面挑战

一方面是环保标准的不断提高,随着人们对环境保护意识的不断提高,国家对燃煤电厂的污染物排放标准也越来越严格。近年来,我国相继出台了一系列严格的环保政策和标准,对燃煤电厂的二氧化硫、氮氧化物和粉尘排放浓度提出了更高的要求。例如,部分地区要求燃煤电厂的二氧化硫排放浓度不高于 $35\text{mg}/\text{m}^3$ ,氮氧化物排放浓度不高于 $50\text{mg}/\text{m}^3$ ,粉尘排放浓度不高于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。环保标准的不断提高,对燃煤电厂的脱硫脱硝除尘工艺提出了更高的挑战,需要企业不断优化和升级工艺,以满足新的环保要求。另一方面是政策法规的完善与执行力度,虽然我国已经出台了一系列环保政策和法规,但在实际执行过程中还存在一些问题。例如,部分地区存在环保执法不严、监管不到位等情况,导致一些燃煤电厂的污染物排放超标现象时有发生。此外,一些环保政策的配套措施还不够完善,如环保补贴政策、税收优惠政策等,对企业的激励作用不够明显,所以完善政策法规体系,加大执法力度,提高政策的执行效果,是推动燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺发展的重要保障。

## 3 低碳经济下脱硫脱硝除尘工艺发展趋势

### 3.1 技术创新趋势

一是新型脱硫脱硝技术研发,为了满足低碳经济对燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺的要求,科研人员正在不断研发新型脱硫脱硝技术。例如,在脱硫方面,正在研究开发新型高效吸收剂、新型脱硫反应器等,以提高脱硫

效率和降低运行成本;在脱硝方面,正在探索新型催化剂、新型还原剂等,以提高脱硝效率和减少氨逃逸;同时,还在开展多种污染物协同脱除技术的研究,以实现多种污染物的高效协同脱除。二是低温脱硝技术研究,目前,SCR脱硝工艺的反应温度一般在 $280 - 420^\circ\text{C}$ 之间,需要将烟气加热到适宜的温度才能进行脱硝反应,这会增加能源消耗和运行成本。因此,研发低温脱硝技术是未来的一个重要发展方向。低温脱硝技术可以在较低的温度下实现高效脱硝,减少烟气加热所需的能源消耗,降低运行成本。目前,国内外已经开展了一些低温脱硝技术的研究,取得了一定的成果,但仍需要进一步研究和优化,以提高其稳定性和可靠性<sup>[4]</sup>。三是催化剂的改进与创新,催化剂是SCR脱硝工艺的核心,其性能直接影响脱硝效率和运行成本。未来,催化剂的研发将朝着高性能、长寿命、抗中毒能力强、成本低等方向发展。例如,开发新型非钒基催化剂,避免使用钒等有毒有害物质,减少对环境的污染;研发具有特殊结构和性能的催化剂,提高催化剂的活性和选择性,降低氨逃逸;同时,加强对催化剂再生技术的研究,延长催化剂的使用寿命,降低催化剂的更换成本。

### 3.2 智能化发展趋势

(1) 工艺运行自动化控制。随着信息技术和自动化技术的不断发展,燃煤电厂的脱硫脱硝除尘工艺将逐步实现自动化控制。通过安装各种传感器和监测设备,实时监测工艺运行参数,如烟气流量、温度、压力、污染物浓度等,并将数据传输到控制系统。控制系统根据预设的参数和算法,自动调整设备的运行状态,如吸收剂和还原剂的喷入量、风机和泵的转速等,实现工艺的优化运行,提高脱除效率和降低运行成本。(2) 智能监测与故障诊断。利用大数据、人工智能等技术,对脱硫脱硝除尘工艺的运行数据进行深度分析和挖掘,建立智能监测和故障诊断模型。通过对设备运行状态的实时监测和分析,及时发现设备存在的潜在故障和隐患,并提前发出预警信号,以便及时采取措施进行维修和保养,避免设备故障的发生,提高设备的可靠性和稳定性。同时,智能监测和故障诊断系统还可以对故障原因进行准确诊断,为维修人员提供维修建议,缩短维修时间,降低维修成本。(3) 远程监控与运营管理。通过建立远程监控平台,实现对燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺的远程监控和运营管理。企业管理人员可以通过互联网随时随地查看工艺的运行状态和各项参数,及时掌握生产情况,并对工艺进行远程控制和调整。同时,远程监控平台还可以实现数据的共享和交流,方便企业与科研机构、设

备供应商等进行技术沟通和合作,共同解决工艺运行过程中遇到的问题,提高工艺的运行管理水平。

### 3.3 综合一体化发展趋势

其一,脱硫脱硝除尘一体化工艺。为了简化工艺流程、降低设备投资和运行成本,未来燃煤电厂将倾向于采用脱硫脱硝除尘一体化工艺。该工艺将脱硫、脱硝和除尘三个环节集成在一个设备或系统中,实现多种污染物的同时脱除。例如,一些研究正在探索将SCR脱硝技术与电除尘器或袋式除尘器相结合,开发脱硫脱硝除尘一体化设备,在同一个设备内完成脱硝和除尘过程,减少设备占地面积和运行阻力,提高能源利用效率。其二,与主机系统的一体化集成。脱硫脱硝除尘工艺将与燃煤电厂的主机系统(如锅炉、汽轮机等)进行更紧密的一体化集成。通过优化主机系统和脱硫脱硝除尘工艺的设计和运行参数,实现整个电厂系统的协同优化运行,提高能源利用效率和环保效果。例如,通过调整锅炉的燃烧方式,降低烟气中污染物的生成量,减轻脱硫脱硝除尘工艺的负担;同时,脱硫脱硝除尘工艺的运行也可以反馈给主机系统,为主机系统的优化运行提供参考。

### 3.4 资源化利用发展趋势

一是脱硫石膏的综合利用,石灰石-石膏湿法脱硫工艺产生的脱硫石膏是一种优质的二次资源,可以广泛应用于建筑材料、水泥缓凝剂、土壤改良剂等领域。未来,将进一步加强对脱硫石膏综合利用技术的研究和开发,提高脱硫石膏的综合利用率和附加值。例如,开发高强度、高性能的脱硫石膏制品,扩大脱硫石膏在建筑领域的应用范围;研究脱硫石膏在农业领域的应用技术,将其作为土壤改良剂和肥料,改善土壤结构,提高

土壤肥力<sup>[5]</sup>。二是废催化剂的回收利用,SCR脱硝工艺使用的催化剂在使用一段时间后会失去活性,需要进行更换。这些废催化剂中含有大量的有价金属,具有较高的回收利用价值。未来,将加强对废催化剂回收利用技术的研究和开发,建立完善的废催化剂回收利用体系,实现废催化剂的资源化利用,减少对环境的污染,同时降低催化剂的生产成本。

### 结语

综上所述,在低碳经济背景下的燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺在面临诸多挑战的同时也迎来了多元化的发展趋势。技术、运行管理及政策标准层面的挑战推动着工艺不断革新。而技术创新、智能化、综合一体化以及资源化利用等发展趋势为工艺的优化升级指明了方向。未来,需持续加大技术研发与管理投入,紧跟政策标准变化,充分发挥各发展趋势的优势,以实现燃煤电厂在保障电力供应的同时,高效、稳定、绿色、可持续地发展,为生态环境保护和低碳经济推进贡献力量。

### 参考文献

- [1]高峰.低碳经济中的燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺发展对策分析[J].电力设备管理,2022(8):209-211.
- [2]张宇.低碳经济中的燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺发展[J].电力系统装备,2021(18):64-65.
- [3]孙华,冯婷,寿冬金.低碳经济中的燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺发展分析[J].科学与信息化,2021(27):169-171.
- [4]高峰,郭锐.低碳经济环境下的燃煤电厂脱硫脱硝除尘技术探讨[J].电子乐园,2021(2):244-244.
- [5]苏宇.低碳经济中的燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺发展探究[J].中国设备工程,2020(24):94-96.