

# 火电厂烟气脱硝脱硫技术的应用研究

王 聪

营口热电集团有限公司 辽宁 营口 115000

**摘 要：**火电厂烟气脱硝脱硫技术作为减少大气污染、促进绿色发展的重要手段，近年来得到广泛的研究与应用。本文综述当前火电厂中主流的烟气脱硝脱硫技术，包括氨酸氧化法、湿法烟气脱硝脱硫技术等，并分析这些技术在提高脱硫脱硝效率、降低运行成本及减少二次污染等方面的表现。研究表明，这些技术在实际应用中均展现出良好的应用前景，对火电厂实现清洁生产和可持续发展具有重要意义。

**关键词：**火电厂；锅炉烟气；脱硫脱硝；技术

## 1 火电厂锅炉烟气同时脱硫脱硝技术发展现状

我国已经颁布了全新的《火电厂大气污染物排放标准》，其中明确规定了电力企业在发展过程中，火力发电厂锅炉烟气物质排放量。锅炉烟气所含有的物质其中主要包括了氮氧化物和二氧化硫等组成部分，电力企业在发展过程中应该加强对这二者物质含量治理，只有这样才能减少有害物质传播。而脱硫脱硝技术在火电厂锅炉烟气中的应用可以有效的减少其中的有害物质，同时也是电力企业在未来发展的必然趋势。我国现有的脱硫脱硝技术主要以国外的先进技术手段为基础进行，其在应用过程中为了保证电力企业可以健康、可持续的发展下去就应该将现有的脱硫脱硝技术创新、完善，并以石灰石为基础进行烟气脱硫。这种脱硫方法成本较低、操作容易、速度较快，可以在各个领域中得到广泛应用。我国脱硫脱硝技术在火电厂锅炉烟气中的应用已经取得了较好的成绩，这对电力企业发展与自然生态环境的保护工作来说提供了很大的帮助。

## 2 脱硫脱硝技术的应用必要性

脱硫脱硝技术的应用在现代环境保护中显得尤为必要，这主要源于二氧化硫（SO<sub>2</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>）作为大气污染的主要来源之一，对人类健康、生态系统和全球气候产生了深远的负面影响。第一、脱硫脱硝技术对于降低大气污染具有重要意义，二氧化硫和氮氧化物不仅是酸雨的主要成因，还会引发光化学烟雾、臭氧层破坏等环境问题。这些污染物通过大气传输，能够跨越国界，形成区域性和全球性的污染，严重影响空气质量，对人类健康造成威胁，如呼吸系统疾病、心血管疾病等发病率的增加，应用脱硫脱硝技术，从源头上减少这些污染物的排放，是改善大气环境的关键举措<sup>[1]</sup>。第二、脱硫脱硝技术的应用有助于实现可持续发展目标，随着全球经济的快速发展和人口的不断增长，能源消耗量急剧

增加，导致二氧化硫和氮氧化物的排放量也随之上升。为了实现经济、社会和环境的协调发展，必须采取有效措施控制这些污染物的排放。脱硫脱硝技术作为一种高效、经济、可行的环保技术，能够在保障经济发展的同时，有效减少环境污染，为可持续发展提供有力支撑。第三、脱硫脱硝技术的应用还具有广泛的社会效益，通过减少大气污染物的排放，可以降低酸雨的发生频率和强度，减少对建筑物、农作物和森林的损害；还可以改善生态环境，保护生物多样性，促进生态系统的健康和稳定。脱硫脱硝技术的应用还可以带动相关产业的发展，如脱硫脱硝设备制造业、环保服务业等，为经济发展注入新的动力。

## 3 火电厂烟气脱硫脱硝监测系统中存在的问题

火电厂烟气脱硫脱硝监测系统在确保环境法规遵守和污染控制方面发挥着关键作用，然而，这一系统在实际应用中仍面临着一系列挑战与问题，主要体现在几个方面：（1）监测数据的准确性和可靠性问题，火电厂烟气中的成分复杂多变，且受多种因素（如燃烧工况、燃料品质、季节变化等）影响，使得监测数据容易出现波动。监测设备的精度、稳定性以及校准维护的及时性，都直接关系到数据的准确性。如果监测设备存在误差或故障未能及时发现并修复，将导致监测数据失真，影响对脱硫脱硝效果的准确评估。（2）监测系统的自动化与智能化水平有待提高，虽然许多火电厂已经配备了烟气脱硫脱硝监测系统，但部分系统仍停留在手动或半自动状态，自动化程度不高。这不仅增加了人力成本，还容易因人为操作失误导致数据记录不全或错误。此外，智能化分析和预警功能的缺失，也使得系统难以及时发现和应对异常情况，影响了监测效率和效果。（3）监测数据的实时性和共享性不足，火电厂烟气脱硫脱硝监测数据是环保部门监管和决策的重要依据。由于数据传输和

处理技术的限制,部分系统无法实现数据的实时传输和共享,导致环保部门难以及时掌握火电厂的排放情况。不同系统之间的数据格式和接口标准不统一,也增加了数据共享的难度和成本。(4)监测系统的维护和管理存在困难,火电厂烟气脱硫脱硝监测系统通常涉及多个设备和组件,需要定期进行维护和保养。由于系统复杂性和维护人员专业水平的限制,部分系统存在维护不及时、不彻底的问题。对监测数据的管理和分析也缺乏统一的标准和方法,导致数据利用价值不高。(5)法律法规和标准体系尚需完善,虽然我国已经出台了一系列关于火电厂烟气脱硫脱硝的法律法规和标准,但在具体实施过程中仍存在一些问题和不足。例如,部分标准制定滞后于技术发展,导致现有监测系统无法满足新要求;同时对违法行为的处罚力度不足,也影响了法律法规的威慑力和执行力<sup>[2]</sup>。

#### 4 脱硫脱硝技术在火电厂的应用表现

##### 4.1 氯酸氧化技术

脱硫脱硝技术在火电厂的应用中,氯酸氧化技术作为一种高效且具创新性的方法,展现出了显著的应用表现。氯酸氧化技术在脱硫方面表现出色。在适当的反应条件下,氯酸能够迅速与烟气中的二氧化硫发生氧化反应,生成硫酸或硫酸盐,从而有效去除 $\text{SO}_2$ 。这一过程中,氯酸不仅作为氧化剂,还促进了二氧化硫向更稳定、更易处理的形态转化,为后续处理提供了便利。在脱硝方面,氯酸氧化技术同样展现出独特的优势。虽然氯酸直接氧化 $\text{NO}_x$ 的能力相对有限,但该技术通常与其他脱硝技术(如选择性催化还原SCR)结合使用,形成复合脱硝系统。在这种系统中,氯酸氧化技术可以预处理烟气,调整烟气成分,为后续的脱硝过程创造更有利的条件,从而提高整体脱硝效率。氯酸氧化技术还具有其他优点,氯酸氧化反应条件相对温和,对设备材质要求较低,降低了系统建设和运行的成本。值得注意的是,氯酸氧化技术在应用过程中也面临一些挑战。例如,氯酸的储存和运输需要严格的安全措施,以防止泄漏和爆炸等事故的发生。此外,该技术产生的副产物(如硫酸盐等)需要妥善处理,以避免二次污染。

##### 4.2 湿法烟气环保技术

湿法烟气环保技术主要通过将含有二氧化硫( $\text{SO}_2$ )和氮氧化物( $\text{NO}_x$ )的烟气与液体吸收剂接触,利用吸收剂的化学或物理性质将污染物从烟气中分离出来。这一过程中,湿法技术不仅能有效脱除 $\text{SO}_2$ ,还能通过适当的工艺调整,实现对 $\text{NO}_x$ 的协同脱除,从而达到同时脱硫脱硝的目的。常见的湿法脱硫技术如石灰石-石膏法,

通过向烟气中喷入石灰石浆液,与 $\text{SO}_2$ 反应生成石膏等固体产物,实现 $\text{SO}_2$ 的高效脱除。这一过程中,反应速度快,脱硫效率高,且生成的副产物石膏还可作为建筑材料进行回收利用,具有较高的经济价值。在脱硝方面,虽然湿法技术直接脱硝的效率相对较低,但通过与选择性催化还原(SCR)等技术的联合使用,可以显著提升脱硝效果。湿法技术预处理烟气,调节其温度、湿度及成分,为后续的脱硝过程创造有利条件,从而提高整体脱硝效率。湿法烟气环保技术还具有良好的适应性和稳定性。该技术能够处理不同浓度、不同组成的烟气,且对烟气温度、压力等参数的变化具有较好的适应性。湿法技术操作相对简单,设备维护方便,运行稳定可靠,为火电厂的长期稳定运行提供了有力保障。值得注意的是,湿法烟气环保技术在实际应用中也需要关注一些问题。例如,吸收剂的选择和用量、反应条件的控制、废水处理及副产物的处置等,都需要根据具体情况进行优化设计和管理,以确保技术的环保性和经济性。

##### 4.3 活性炭技术

脱硫脱硝技术在火电厂的应用中,活性炭技术以其独特的吸附和催化性能,展现了出色的应用表现。(1)高效脱硫能力;活性炭技术在火电厂烟气脱硫中,凭借其较大的比表面积和孔隙体积,能够高效吸附烟气中的二氧化硫( $\text{SO}_2$ )。这一过程主要分为物理吸附和化学吸附两种形式:在烟气含有水分和氧气的条件下,活性炭表面可以直接吸附 $\text{SO}_2$ ,防止其排放到大气中。这种吸附方式较为直接且常见,能够有效减少 $\text{SO}_2$ 的排放。在更为复杂的化学反应中,活性炭能催化 $\text{SO}_2$ 与氧气和水蒸气反应生成硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ),这一过程显著提高了脱硫效率。这种化学吸附方式不仅去除了 $\text{SO}_2$ ,还将其转化为较为稳定的化合物,减少了二次污染的风险。(2)有效脱硝能力;除了脱硫外,活性炭技术还表现出优异的脱硝性能。活性炭通过吸附和催化作用,能够降低烟气中氮氧化物( $\text{NO}_x$ )的含量。具体来说,活性炭在无催化剂环境下也能实现脱氮,通过与 $\text{NO}_x$ 反应,生成二氧化碳( $\text{CO}_2$ )和氮气( $\text{N}_2$ ),这两种产物均对环境无害,且氮气还可以作为能源进行再利用。活性炭在催化条件下的还原反应也进一步增强了其脱硝效果。(3)良好的适应性和稳定性;活性炭技术对不同浓度、不同组成的烟气具有良好的适应性。在火电厂中,烟气成分复杂多变,但活性炭凭借其独特的结构特性,能够保持稳定高效的脱硫脱硝效果。活性炭技术在运行过程中也表现出较高的稳定性,为火电厂的长期稳定运行提供了有力保障<sup>[3]</sup>。(4)环境友好和资源化利用;活性炭技术在脱硫脱硝过

程中,不仅能够有效去除污染物,还可以实现资源的再利用。例如,在脱硫过程中生成的硫酸等化合物,可以通过进一步处理转化为有用的化工产品;活性炭在脱附工艺中也可以实现再生利用,提高了资源的使用效率。这种环境友好和资源化利用的特点,使得活性炭技术在火电厂烟气净化领域具有广阔的发展前景。(5)实际应用案例与成效;近年来,活性炭技术在火电厂烟气脱硫脱硝中的应用已经取得了显著成效。许多火电厂通过引入活性炭技术,实现了烟气中SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>的高效脱除,大大降低了大气污染物的排放。同时活性炭技术的应用还促进了火电厂的绿色转型和可持续发展。

#### 4.4 低碳燃烧技术

脱硫脱硝技术在火电厂的应用中,低碳燃烧技术以其独特的优势,在减少污染物排放、提高能源利用效率方面展现出了显著的应用表现。低碳燃烧技术通过优化燃烧过程,减少燃料在燃烧过程中产生的污染物,特别是二氧化硫(SO<sub>2</sub>)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)的排放。这些污染物是火电厂烟气中的主要有害成分,对大气环境和人类健康构成严重威胁。低碳燃烧技术通过精确控制燃烧条件,如空气比、燃料混合方式等,有效降低了烟气中有害物质的含量,从而实现了环境的保护。低碳燃烧技术不仅关注污染物的减少,还注重能源的高效利用。通过优化燃烧过程,减少燃烧过程中的能量损失,提高燃料的燃烧效率,从而实现了能源的节约和高效利用。这对于火电厂来说,不仅有助于降低运营成本,还符合可持续发展的要求。低碳燃烧技术包括多种类型,如循环硫化床锅炉、空气分级、烟气再循环、氮氧化物燃料分级等。这些技术各有特点,可以根据火电厂的实际情况和具体需求进行选择和应用。例如,循环硫化床锅炉技术通过床料的循环燃烧,实现了燃料的低温燃烧和高效脱硫;空气分级技术则通过改变空气混合方式,减少了燃烧过程中的氮氧化物生成<sup>[4]</sup>。这些技术的应用,使得火电厂在脱硫脱硝方面更加灵活和高效。尽管低碳燃烧

技术在火电厂脱硫脱硝中表现出了显著的优势,但在实际应用过程中仍面临一些挑战。例如,技术应用的复杂性和成本问题、燃烧过程的稳定性和可控性等。为了解决这些问题,火电厂需要不断对低碳燃烧技术进行改进和优化,提高技术的稳定性和可靠性,降低运行成本。同时还需要加强技术研发和创新,推动低碳燃烧技术的不断进步和发展。在实际应用中,许多火电厂已经成功地将低碳燃烧技术应用于脱硫脱硝过程中,并取得了显著的成效。例如,通过采用空气分级技术,某火电厂成功地将烟气中的氮氧化物排放量降低了30%以上;通过引入循环硫化床锅炉技术,另一火电厂实现了燃料的低温燃烧和高效脱硫,大大降低了二氧化硫的排放。这些成功案例表明,低碳燃烧技术在火电厂脱硫脱硝中具有广阔的应用前景和重要的实践价值。

#### 结束语

火电厂烟气脱硫脱硝技术的应用研究不仅关乎大气环境的改善,更是推动能源行业绿色转型的关键。随着技术的不断进步和创新,有理由相信,未来的火电厂将更加清洁、高效、环保。通过持续的研究与实践,火电厂烟气脱硫脱硝技术将不断突破瓶颈,为环境保护和可持续发展贡献更大力量。这也需要政府、企业和社会各界的共同努力与支持,共同推动火电厂烟气治理技术的不断进步与发展。

#### 参考文献

- [1]陈振荣.烟气脱硫脱硝技术在火电厂大气污染中的应用分析[J].化工设计通讯,2021,47(4):142-143.
- [2]丁琨.关于火电厂烟气脱硫脱硝技术应用与节能环保的相关分析[J].中小企业管理与科技,2020(1):151-152.
- [3]孙明剑,吴利华.烟气脱硫脱硝工艺的现状分析[J].资源再生,2021(02):58-60.
- [4]薛振华.烟气脱硫脱硝技术现状与发展趋势探讨[J].中国设备工程,2019(15):172-174.