

# 火电厂脱硫脱硝及烟气除尘的技术研究

孙 帅

中国神华胜利发电厂 内蒙古 锡林浩特 026000

**摘要:**现阶段,中国社会发展步伐已明显加速,在一定程度上提高了中国人民物质生活水平,使煤炭资源的紧缺程度进一步加重,且可持续发展思路和环境理念已深入人心。火电厂废气的排放量大,对能量的耗费也更多,所以有必要加监控力量,对脱硫脱硝和排烟防尘工艺加以调整和改进,使污染物的实际排放量得以降低,全面优化能源的利用效果。由此可见,深入研究并分析火电厂锅炉脱硫脱硝与烟气除尘技术十分有必要。

**关键词:**火电厂;脱硫脱硝;烟气除尘技术

因为我国经济的快速发展,城市化进程也随之加快,如今是信息时代,人们对电的需求量越来越大。当前,火电厂要加强对先进脱硫脱硝及烟气防尘技术的应用,有效提升煤炭燃烧效率,最大限度地减少污染物排放量。火电厂锅炉的实际施工运行中,大多数企业能够完成系统的有效管控,达成烟气治理的最初目标。我国技术的发展还有很大的进步空间,需要进一步研究和探讨,学习其他国家现代化的管理技术,针对性采纳,积极寻求一条适合我国能源持续发展的新型发展道路。

## 1 研究火电厂脱硫脱硝及烟气除尘技术的现实意义

研究火电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术的现实意义主要体现在以下几个方面:(1)环境保护:火电厂在燃烧过程中会排放大量的硫氧化物和氮氧化物,这些物质是导致酸雨和光化学烟雾的主要原因。通过脱硫脱硝技术,可以减少这些污染物的排放,从而有效保护大气环境和人类健康。(2)能源优化:随着环保要求的提高,火电厂需要不断提高能源利用效率并减少污染物的排放。研究火电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术,可以帮助火电厂在燃烧过程中减少污染物的产生,提高能源利用效率,从而为能源结构的优化和清洁能源的发展提供技术支持。(3)工业发展:随着国内外对环境保护意识的提高,火电厂的清洁生产变得越来越重要。通过研究和应用先进的脱硫脱硝和烟气除尘技术,可以减少火电厂对环境的污染,提高企业的清洁形象,有助于企业的可持续发展。(4)技术创新:火电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术涉及到多个学科领域,包括化学、物理、材料科学等。研究和应用这些技术,可以促进相关领域的技术创新和进步,推动我国在环保领域的整体技术水平的提升<sup>[1]</sup>。

## 2 火电厂脱硫脱硝及烟气除尘技术的特点和现状

### 2.1 技术特点

火电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术是保护环境和减少大气污染要手段之一。其主要特点包括高效、可靠、经济、可持续等方面。首先,脱硫脱硝技术能够高效地去除烟气中的硫氧化物和氮氧化物,从而减少大气中的酸雨形成,保护大气环境和降低对水环境的污染。其次,脱硫脱硝技术已经得到了广泛的应用和验证,具备较高的可靠性和稳定性,可以长期稳定地运行,并且不会对的热效率和运行稳定性造成较大影响。此外,脱硫脱硝技术具备经济性,通过合理的运行和管理,可以达到较低的运行成本,同时也能够降低火电厂的环保投入。最后,脱硫脱硝技术是一种可持续的环保技术,可以有效地减少大气污染物的排放,降低对环境的影响,以满足人类对清洁空气的需求。综上所述,火电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术具备高效、可靠、经济、可持续等重要特点,对于促进火电厂可持续发展和环境保护具有重要意义<sup>[2]</sup>。

### 2.2 技术发展现状

近年来,随着环境保护意识的增强和国家对大气污染治理的加大力度,火电厂脱硫脱硝及烟气除尘技术得到了广泛应用和发展。脱硫技术主要包括湿法脱硫和干法脱硫两种方式。湿法脱硫技术通过喷射石灰石浆液或者石膏水溶液与烟气中的二氧化硫发生反应生成石膏或者石膏水溶液,从而捕集和去除二氧化硫。干法脱硫技术则主要采用吸附剂或者催化剂与烟气中的二氧化硫进行反应将其转化为硫酸或者硫酸盐,然后通过除尘设备去除。脱氮技术主要采用选择性催化还原(SCR)技术,通过在烟气中注入氨水或尿素溶液,并在SCR催化剂层表面催化还原,将烟气中的氮氧化物转化为氮气和水。烟气除尘技术则主要采用静电除尘、袋式除尘和湿式除尘等方式,通过过滤和捕集烟气中的颗粒物,使其达到环保标准。目前,火电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术已

经取得了显著进展。湿法脱硫技术是目前应用最广泛的脱硫技术，其脱硫效率高、适用范围广、副产品可回收利用等优点，已在许多火电厂中得到应用。干法脱硫技术由于其不需大量水资源，适用于水资源短缺地区，因此也在一些特殊情况下得到了应用。脱氮技术中的SCR技术经过多年的发展和改进，已经成为较为成熟和有效的脱氮技术。烟气除尘技术在过滤材料的选择、除尘器结构的优化等方面也取得了一定的进步，其除尘效率和稳定性得到了明显提高<sup>[3]</sup>。然而，火电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术仍面临一些挑战。首先，一些老旧的火电厂设备落后，技术水平低，导致脱硫脱硝及烟气除尘设施改造困难；其次，部分技术在实际应用中存在效率低、超标排放等问题，需要更加深入研究和改进；此外，燃烧过程中的脱硝技术和脱硫技术之间存在相互影响的问题，需要综合考虑优化。

### 3 电厂脱硫脱硝及烟气除尘技术分析

#### 3.1 脱硫处理

脱硫处理是火电厂锅炉烟气处理的重要组成部分，其目的是去除烟气中的二氧化硫等硫化物，减少对环境 and 人体的危害。目前，国内外应用的脱硫技术多种多样，但按照脱硫剂的物理状态，大体上可以分为湿法、干法和半干法三大类。其中，湿法脱硫技术比较成熟，使用广泛，但是设备投资和运行成本较高，且会产生大量的废液。因此，研究开发更加经济、环保的脱硫技术是当前的重要方向。

湿法脱硫技术是指使用液体脱硫剂对烟气进行吸收和处理的方法。其中，石灰石-石膏法是最为常见的湿法脱硫技术，其原理是利用石灰石浆液对二氧化硫进行吸收和结晶，生成石膏并回收利用。该方法具有处理效果好、技术成熟等优点，但存在设备占地面积大、投资成本高、废液处理难等问题。为了解决这些问题，近年来干法和半干法脱硫技术得到了快速发展。干法脱硫技术是指使用固体脱硫剂对烟气进行吸收和处理的方法，常见的有喷雾干燥法、循环流化床法等<sup>[4]</sup>。其中，喷雾干燥法是将吸收剂喷入高温烟气中，利用吸收剂与烟气中的二氧化硫反应，生成干粉状的固体产物，再通过除尘器进行分离和收集。该方法具有设备简单、投资成本低、废液处理容易等优点，但存在处理效果不够稳定、吸收剂消耗量大等问题。半干法脱硫技术则结合了湿法和干法脱硫技术的特点，使用固体脱硫剂对烟气进行处理，同时利用喷水蒸气或雾化水对吸收剂进行增湿，提高吸收效果。该方法具有设备简单、投资成本低、废液处理容易、处理效果稳定等优点，因此在国内外得到了广泛

应用。

#### 3.2 脱硝技术

电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术分析的脱硝技术环节，主要涉及的是去除烟气中的氮氧化物，如一氧化氮、二氧化氮等。这些氮氧化物是火电厂燃煤过程中产生的污染物，会引发酸雨、光化学烟雾等环境问题。因此，研究有效的脱硝技术对火电厂的环保工作至关重要。目前，火电厂常用的脱硝技术主要有SCR（选择性催化还原）和SNCR（选择性非催化还原）两种。SCR技术是一种成熟的脱硝技术，其原理是在300-400℃的温度范围内，使用V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-TiO<sub>2</sub>等催化剂，使一氧化氮被氨气还原为氮气。该技术的脱硝效率高，但设备投资和运行成本较高，且需要注意催化剂的更换和再生。相比之下，SNCR技术则直接在炉膛或者烟气通道中，喷入氨气或其他还原剂，与烟气中的氮氧化物反应，生成氮气和水蒸气。该技术的优点在于不需要催化剂，因此成本较低，运行方式也比较简单<sup>[5]</sup>。不过，SNCR技术的脱硝效率相对较低，且对于反应温度的要求较为严格，一般需要在800-1000℃之间进行。综合考虑成本、效率和适用范围等因素，SCR技术通常被用作大型火电厂的脱硝技术，而SNCR技术则更适合作为小型火电厂或工业脱硝处理。在实际应用中，也可以根据火电厂的具体情况和需求，选取其他脱硝技术，如臭氧氧化法、生物法等，这些技术各有特点，需要根据实际情况进行选择。

#### 3.3 除尘技术

##### 3.3.1 袋式除尘技术

电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术分析的袋式除尘技术是一种高效的烟气除尘技术。袋式除尘器通过滤袋将烟气中的粉尘颗粒进行过滤和收集，具有除尘效率高、设备简单、操作方便等优点。袋式除尘技术的原理是利用滤袋表面的纤维材料对烟气中的粉尘颗粒进行过滤。当烟气通过滤袋时，粉尘颗粒被拦截在滤袋表面，干净空气通过滤袋进入大气。收集到的粉尘颗粒可以通过周期性的清灰方式进行清除，然后进行处理或再利用。袋式除尘技术适用于各种类型的烟气除尘，包括煤粉燃烧、生物质燃烧、垃圾焚烧等。该技术具有除尘效率高、运行稳定、清灰周期长、过滤速度高等优点。袋式除尘技术不仅可以有效去除粉尘颗粒，还可以对烟气中的有害气体进行吸附和去除，如二氧化硫、氮氧化物等。在选择袋式除尘技术时，需要考虑烟气的性质和特点，包括烟气的温度、湿度、压力、颗粒物浓度等因素。根据不同的烟气性质，可以选择不同的滤袋材料、清灰方式等。同时，还需要考虑袋式除尘器的占地面积

和设备成本等因素，以确保选择的除尘技术既环保又经济<sup>[1]</sup>。总之，袋式除尘技术是一种具有高效除尘和有害气体吸附的烟气除尘技术。在电厂脱硫脱硝及烟气除尘技术分析中，袋式除尘技术是一种优秀的选择。未来随着环保要求的不断提高和技术的发展，袋式除尘技术的使用将会更加广泛。

### 3.3.2 静电除尘技术

电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术分析的静电除尘技术是一种利用静电场将烟气中的粉尘颗粒进行收集和去除的方法。静电除尘器利用高压电场使烟气中的粉尘颗粒带电，然后受到静电力的作用被收集到除尘器表面，从而实现粉尘颗粒的分离。静电除尘技术具有除尘效率高、设备简单、操作稳定等优点。在静电除尘器中，粉尘颗粒通过荷电、收集和清除三个过程实现除尘。荷电过程是利用高压电场使粉尘颗粒带电；收集过程是使带电粉尘颗粒在电场中受到静电力的作用，被吸引到除尘器表面；清除过程是通过振打装置将沉积在除尘器表面的粉尘颗粒清除下来。影响静电除尘效果的因素包括粉尘颗粒的粒径、密度、比电阻等。粒径越小、密度越大、比电阻越高的粉尘颗粒越容易被收集和去除。此外，静电除尘效果还受到烟气流速、温度、压力等外部因素的影响。静电除尘器的结构包括电极系统、绝缘系统、壳体和振打装置等部分。电极系统包括高压电极和接地电极，用于产生电场荷电粉尘颗粒；绝缘系统用于分隔高低压电极，避免短路；壳体用于保护电极和收集的粉尘颗粒；振打装置用于清灰。静电除尘器的工艺流程包括进气、荷电、收集、清灰和排灰等环节。在电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术分析中，静电除尘技术是一种常用的除尘技术。该技术具有较高的除尘效率和良好的适应性，可以处理各种粉尘颗粒，包括细微颗粒和高温烟气<sup>[2]</sup>。通过与其它脱硫脱硝技术相结合，静电除尘技术可以进一步降低烟气中的污染物排放，提高电厂环保水平。然而，静电除尘技术也存在设备成本较高、运行和维护费用较贵等问题，需要综合考虑实际应用情况和经济效益。

## 4 火电厂脱硫脱硝和烟气除尘技术的综合研究

### 4.1 不同技术的组合应用研究

在电厂的烟气污染治理中，脱硫、脱硝和除尘是必不可少的环节。为了提高烟气治理的效率和降低运行成本，越来越多的研究关注于这些技术的综合应用。不同技术的组合应用研究成为了烟气治理领域的热点之一。首先，脱硫脱硝技术的组合应用可以相互增效。脱硫技术主要通过吸收剂（如石灰石、石膏等）与烟气中的二

氧化硫反应，将其转化为硫酸盐，从而达到脱硫的效果。而脱硝技术主要利用氨水或尿素作为还原剂，在催化剂的作用下，将烟气中的氮氧化物转化为氮气和水。研究发现，在脱硫剂中加入硝酸盐可以提高脱硝的效率，同时脱硫过程中形成的硫酸盐也可以作为脱硝催化剂的载体，使脱硝更加高效。其次，脱硫脱硝和除尘技术的组合应用能够减少设备的空间占用。对于火电厂来说，烟气处理设备的安装空间有时会受限制。通过将脱硫脱硝和除尘设备进行集成设计，可以减少设备的占地面积，提高设备的利用效率。例如，可以将静电式除尘器与湿式脱硫装置进行联用，既能满足除尘要求，又能实现脱硫效果，使设备的安装更加紧凑。脱硫脱硝和除尘技术的组合应用还可以共享一些公共设施，减少投资和运行成本。比如，脱硫和脱硝过程中产生的废水可以被作为喷淋系统的水源，既节约了水资源，又减少了排放处理的成本<sup>[3]</sup>。同样，脱硝催化剂和脱硫吸收剂的再生可以利用共同的系统，减少了再生装置的投资和运行成本。

### 4.2 综合脱硫脱硝和除尘系统的设计与优化

在电厂的烟气治理中，综合脱硫脱硝和除尘系统的设计与优化是实现高效、低成本污染控制的关键。通过对系统设计和工艺参数进行优化，可以达到最佳的烟气治理效果。首先，综合系统的设计应考虑到脱硫、脱硝和除尘之间的相互关系。脱硫和脱硝的反应会产生一定的氧化物和酸性物质，对除尘设备的稳定运行和除尘效率会有一定影响。因此，在设计综合系统时，充分考虑到脱硫和脱硝设备对除尘设备的要求，合理配置各个设备的位置和空间，以确保系统的协调运行和治理效果的最大化。其次，优化工艺参数是实现综合系统高效运行的关键。脱硫、脱硝和除尘的工艺参数对其治理效果和能耗等方面有明显影响。在综合系统的设计和优化过程中，要对各个工艺参数进行综合考虑和调整，以达到最佳的治理效果和运行成本。例如，在脱硫设备中，要选择合适的吸收剂和循环浆液浓度，控制反应温度和气体接触时间等；在脱硝设备中，优化氨水喷射量和催化剂的种类和用量；在除尘设备中，选择合适的过滤材料和清灰方法等。火电厂除尘设备在工作过程中容易积灰和堵塞，脱硫和脱硝设备则需要注意反应产物的积累和催化剂的更新等。通过合理的定期检查和维修，及时清理除尘设备和更换催化剂等措施，可以保证系统的长期稳定运行和高效治理效果<sup>[4]</sup>。

### 4.3 综合技术方案的经济性和环境效益分析

对于火电厂的烟气治理技术综合方案，除了注重其技术效果，还需要综合考虑其经济性和环境效益。经济