

# 火力发电厂除灰脱硫专用设备节能技术

杨永强 张艳宾

内蒙古上都发电有限责任公司 内蒙古 锡林郭勒盟 027200

**摘要:** 本文聚焦于火力发电厂除灰脱硫专业设备的节能技术,深入剖析了这些技术在提升能源利用效率、减轻环境污染方面的关键作用。文章首先概述了除灰脱硫系统,随后详细阐述了节能技术的实际应用,并针对这些技术的实施与优化提出了有效策略。本文旨在为火力发电厂的绿色转型之路提供坚实的技术支持与宝贵参考,推动电力行业向更加环保、高效的方向发展。

**关键词:** 火力发电厂; 除灰脱硫; 节能技术; 能源利用效率; 环境污染

**引言:** 随着全球能源需求的不断增长和环境保护意识的日益增强,火力发电厂的节能减排问题日益受到关注。除灰脱硫作为火力发电厂的重要环保环节,其设备的节能技术对于提高整个发电过程的能源利用效率、减少污染物排放具有重要意义。本文将从节能技术的角度出发,对火力发电厂除灰脱硫专用设备进行深入探讨。

## 1 火力发电厂除灰脱硫专用设备节能技术的意义

### 1.1 降低能耗与成本,提高能源利用效率

火力发电厂作为能源消耗大户,其运营效率直接影响到电力生产的经济性。除灰脱硫专业设备的节能技术通过优化设备运行参数、采用高效节能材料和先进控制技术,能够显著降低设备的能耗。在除尘环节,采用高效布袋除尘器或电除尘器的升级改造,可以大幅提高除尘效率,同时减少电能消耗。在脱硫方面,通过优化脱硫塔的喷淋系统和浆液循环方式,可以在保证脱硫效率的同时,减少浆液泵和风机等辅助设备的能耗。这些节能措施的实施,不仅减少了能源浪费,还直接降低了发电成本,提高了企业的经济效益。此外,节能技术的应用还能提高能源利用效率。通过精准控制除灰脱硫过程中的各项参数,如烟气温度、压力、流速等,可以确保设备在最佳状态下运行,从而最大限度地利用能源。这种精细化的管理不仅有助于提升整体运营效率,还能减少因设备故障或不当操作导致的能源损失。

### 1.2 减少污染物排放,改善环境质量

火力发电厂在运行过程中会产生大量的烟气,其中含有二氧化硫、氮氧化物、颗粒物等污染物,对环境造成严重影响<sup>[1]</sup>。除灰脱硫专业设备的节能技术不仅关注能耗降低,更注重减少污染物排放。通过采用先进的脱硫工艺和除尘技术,可以显著降低烟气中的污染物浓度,达到国家排放标准甚至更低。例如湿法脱硫技术通过向烟气中喷入石灰石浆液,与二氧化硫反应生成硫酸钙沉

淀,从而有效去除烟气中的二氧化硫。同时,高效的除尘设备可以捕捉烟气中的细小颗粒物,减少PM2.5等有害物质的排放。这些措施的实施,有助于改善空气质量,保护生态环境,符合可持续发展的要求。

### 1.3 提升设备稳定性和可靠性,延长使用寿命

节能技术的应用不仅关乎能耗和排放,还对设备的稳定性和可靠性产生积极影响。通过优化设备设计、改进材料选择和加强维护保养,可以确保除灰脱硫设备在长期运行中保持高效稳定。例如采用耐腐蚀、耐磨损的材料制作脱硫塔和除尘器内部构件,可以减少因腐蚀和磨损导致的设备故障。此外通过实施定期检查和预防性维护,可以及时发现并处理潜在问题,防止设备故障导致的停机损失。这些措施的实施不仅提升了设备的可靠性和稳定性,还延长了设备的使用寿命,降低了企业的运维成本。

## 2 火力发电厂除灰脱硫系统概述

火力发电厂作为电力生产的重要来源,其运行过程中的环保问题一直备受关注。除灰脱硫系统作为火力发电厂的关键环保设施,对于减少污染物排放、保护环境具有至关重要的作用。

### 2.1 基本原理和工艺流程

除灰脱硫系统主要由除尘和脱硫两个环节组成。  
(1) 除尘环节主要负责捕集烟气中的颗粒物,减少大气中的悬浮物污染;脱硫环节则通过化学反应去除烟气中的二氧化硫,降低酸雨等环境问题的风险。除尘环节的基本原理是利用物理或化学方法将烟气中的颗粒物分离出来。常见的除尘器有布袋除尘器、电除尘器等。布袋除尘器通过滤布过滤烟气,将颗粒物截留在滤布表面;电除尘器则利用电场作用使颗粒物带电,然后利用电场力将其收集到极板上。  
(2) 脱硫环节的基本原理是利用碱性物质与烟气中的二氧化硫进行化学反应,生成硫酸

盐等无害物质。常见的脱硫方法有湿法脱硫、干法脱硫和半干法脱硫等。湿法脱硫是将烟气与碱性浆液接触，通过化学反应去除二氧化硫；干法脱硫则是利用干态的脱硫剂与烟气反应；半干法脱硫则介于两者之间，既包含湿态反应又包含干态处理。工艺流程方面，除灰脱硫系统通常包括烟气预处理、除尘、脱硫、浆液处理及排放等环节。烟气首先经过预处理，去除其中的大颗粒物和腐蚀性气体；然后进入除尘器进行颗粒物捕集；接着进入脱硫塔或吸收塔进行脱硫处理；脱硫后的烟气经过除雾器去除水滴后排放；同时脱硫产生的浆液经过处理后可循环利用或进行无害化处理。

## 2.2 主要设备和组成部分

除灰脱硫系统的主要设备包括除尘器、脱硫塔（或吸收塔）、浆液循环泵、除雾器、风机等。除尘器用于捕集烟气中的颗粒物；脱硫塔（或吸收塔）是脱硫反应的主要场所，内部装有脱硫剂或浆液；浆液循环泵用于将脱硫浆液循环至脱硫塔内；除雾器用于去除脱硫后烟气中的水滴；风机则用于提供烟气流动的动力<sup>[2]</sup>。此外除灰脱硫系统还包括浆液制备系统、废水处理系统、控制系统等辅助部分。浆液制备系统用于制备脱硫所需的浆液；废水处理系统用于处理脱硫过程中产生的废水；控制系统则用于监控整个除灰脱硫系统的运行状态，确保设备安全、稳定运行。

## 2.3 重要作用

除灰脱硫系统在火力发电厂运行中发挥着至关重要的作用。（1）它能够有效去除烟气中的颗粒物和二氧化硫等污染物，减少大气污染物的排放，改善环境质量。（2）通过优化除灰脱硫系统的运行参数和工艺条件，可以提高能源利用效率，降低发电成本。（3）除灰脱硫系统还能提升设备的稳定性和可靠性，延长设备使用寿命，减少因设备故障导致的停机损失。

## 3 除灰脱硫专业设备节能技术

### 3.1 高效除尘技术

高效除尘技术是减少烟气中颗粒物排放的重要手段。常见的高效除尘技术包括：（1）湿式静电除尘技术：该技术通过烟气与电场顶部喷淋水接触，发生化学反应和物理反应，有效去除 $\text{SO}_3$ 、 $\text{SO}_2$ 及粉尘。其优点在于不受比电阻影响，无二次扬尘，且能有效捕集 $\text{PM}_{2.5}$ 。然而，该技术设备复杂，能耗较高，适用于对除尘要求极高的场合。（2）高效低低温电除尘技术：该技术通过降低除尘器的运行温度，使烟尘比电阻降至最佳工作范围，提高除尘效率。其优点在于节能降耗，同时减排，适用于燃煤电站锅炉烟气治理。然而，该技术需要额外

的烟气余热利用装置，增加了设备投资。（3）电袋复合除尘技术：该技术结合了电除尘和袋除尘的优点，通过前级电除尘器捕集大部分粗粉尘，后级袋式除尘器捕集剩余粉尘。其优点在于除尘效率高，运行阻力低，延长滤袋寿命。然而，该技术设备复杂，维护成本较高。

### 3.2 湿法脱硫技术

湿法脱硫技术是利用溶液中的碱性物质与烟气中的二氧化硫发生化学反应，将二氧化硫转化为可溶于水的硫酸盐。常见的湿法脱硫技术包括（1）石灰石石膏法：该技术通过将石灰石干燥研磨成粉末后与烟气中的二氧化硫反应，生成石膏。其优点在于脱硫效率高，技术成熟，适用面广<sup>[3]</sup>。然而该技术生成的石膏处理困难，设备腐蚀严重，能耗高，占地面积大。（2）海水脱硫法：该技术通过将海水喷洒到烟气中，利用海水中的碱性物质进行反应。其优点在于无需额外添加脱硫剂，设备简单，占地面积小。但该技术受地域限制，仅适用于沿海电厂，且海水的处理和回收成本较高。

### 3.3 干法脱硫技术

干法脱硫技术是通过气固反应将烟气中的二氧化硫转化为固态产物。常见的干法脱硫技术包括：（1）固定床干法脱硫技术：该技术通过催化氧化脱硫剂将烟气中的二氧化硫转化为三氧化硫，再与氢氧化钙反应生成硫酸钙。其优点在于设备简单，能耗低，无污水处理系统。然而，该技术脱硫效率较低，吸收剂利用率低，设备维护难度大，寿命较短。（2）活性炭吸附法：该技术利用活性炭的吸附性能，将烟气中的二氧化硫吸附在活性炭表面。其优点在于脱硫效率高，适用于低浓度二氧化硫的脱除。然而活性炭的再生和处置成本较高，限制了其广泛应用。

### 3.4 循环流化床脱硫技术

循环流化床脱硫技术是一种高效的烟气脱硫方法，其原理是利用循环流化床中的气固两相流强化传质和传热，提高脱硫效率。（1）技术特点：该技术脱硫效率高，可达95%以上；工艺简单，操作方便，系统可靠性高；固体吸收剂粒子停留时间长，与 $\text{SO}_2$ 间的传热传质交换强烈；无需烟气再热装置，能耗低。（2）优缺点：循环流化床脱硫技术的优点在于脱硫效率高，适用于高硫煤的脱硫；设备紧凑，占地面积小；无需制浆系统，减少了设备投资。然而，该技术脱硫产物为干灰，需进一步处理；脱硫和除尘相互影响，脱硫系统后需再加除尘设备；对设备材质要求较高，增加了成本。

### 3.5 新技术、新工艺的应用前景

随着环保意识的提升和法规的加强，除灰脱硫设备

的节能技术将不断发展和完善。未来,新技术、新工艺的应用前景广阔。(1)高效除尘技术的创新:如高频高压电除尘器电源技术、纳米纤维滤料技术等,将进一步提高除尘效率,降低能耗。(2)湿法脱硫技术的优化:如浆液循环泵的优化改造、制浆系统的优化等,将降低设备能耗,提高脱硫效率。(3)干法脱硫技术的改进:如固定床干法脱硫技术的催化剂研发、活性炭吸附法的再生技术改进等,将提高脱硫效率,降低运行成本。(4)循环流化床脱硫技术的拓展:如将循环流化床技术与其他烟气净化技术相结合,形成综合烟气净化系统,将进一步提高烟气净化效率。

#### 4 除灰脱硫系统节能技术的实施与优化

在火力发电等工业领域,除灰脱硫系统的节能技术实施与优化不仅是响应环保政策的要求,更是提升企业经济效益、实现可持续发展的关键。

##### 4.1 具体实施步骤和方法

(1)节能评估与规划:首先需对现有除灰脱硫系统进行全面的节能评估,识别能耗高的环节。通过数据分析,确定节能潜力,并制定针对性的节能规划。(2)技术选型与改造:根据评估结果,选择合适的节能技术进行改造。对于除尘环节,可考虑采用高效低低温电除尘技术或电袋复合除尘技术;对于脱硫环节,湿法脱硫中可采用高效浆液循环泵和优化的脱硫塔设计。(3)设备升级与维护:对老旧设备进行升级换代,提高设备效率。同时加强设备的日常维护和保养,确保设备处于最佳运行状态,减少能耗。(4)智能化管理:引入智能控制系统,实时监测除灰脱硫系统的运行状态,自动调整设备运行参数,以达到最佳节能效果。(5)培训与宣传:对操作人员进行节能技术培训,提高其节能意识和操作技能。同时,加强内部节能宣传,形成全员参与节能的良好氛围。

##### 4.2 实施过程中可能遇到的问题及解决方案

(1)技术适应性问题:不同企业的除灰脱硫系统存在差异,节能技术可能不完全适用。解决方案是,在选择节能技术时,需充分考虑企业实际情况,进行定制化改造。(2)资金与成本问题:节能技术改造需要投入大量资金,可能给企业带来经济压力<sup>[4]</sup>。解决方案是,通

过政府补贴、银行贷款等渠道筹集资金,同时通过节能效益分享、合同能源管理等模式降低企业成本。(3)技术与人才短缺:节能技术的实施需要专业技术和人才支持。解决方案是,加强与科研机构和高校的合作,引进和培养节能技术人才。

##### 4.3 优化建议与措施

(1)提高设备效率:通过优化设备设计、改进工艺流程等方式,提高除灰脱硫设备的运行效率。例如,采用高效除尘器和脱硫塔,减少能耗和排放。(2)降低能耗:加强设备的日常维护,确保设备处于最佳运行状态。通过智能化管理,实时监测和调整设备运行参数,降低能耗。(3)减少排放:采用先进的脱硫技术和除尘技术,确保烟气排放符合国家环保标准。同时加强排放监测,及时发现并处理排放超标问题。(4)推广节能技术:加强与行业内外的交流与合作,推广先进的节能技术和经验。同时积极参与政府组织的节能项目,争取更多的政策支持和资金扶持。(5)建立节能文化:在企业内部建立节能文化,鼓励员工积极参与节能活动,提出节能建议。通过节能竞赛、节能宣传等方式,提高员工的节能意识和参与度。

##### 结语

本文通过对火力发电厂除灰脱硫专业设备节能技术的探讨,揭示了节能技术在提高能源利用效率、减少环境污染方面的重要作用。随着技术的不断进步和创新,相信未来会有更多高效、环保的节能技术应用于火力发电厂的除灰脱硫系统中,为推动我国能源产业的绿色转型做出更大贡献。

##### 参考文献

- [1]刘生璐.燃煤火力发电厂除灰脱硫设备优化措施研究[J].设备管理与维修,2022,(06):24-25.
- [2]李娜,刘强.超净改造在火力发电行业节能降耗中的应用研究[J].能源经济研究,2023,15(2):78-89.
- [3]张磊,王艳.火力发电厂超净改造的经济效益评估及对可持续发展的影响[J].能源与环保,2021,5(4):112-125.
- [4]刘军,赵红.超净改造对火力发电厂环保与经济效益的综合影响分析[J].环境保护科学,2024,8(1):20-32.