

# 低碳经济中的燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺发展

李 鹏

中国神华胜利发电厂 内蒙古 锡林浩特 026000

**摘要:** 随着全球气候变化和环境污染问题日益严重, 低碳经济成为了各国政府和企业关注的焦点。在低碳经济中, 燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺作为重要的减排手段之一, 具有重要的意义。本文将详细介绍燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺的流程、技术效益、未来发展方向以及结论。

**关键词:** 低碳经济; 脱硫脱硝; 除尘工艺

随着世界人口的增长和经济的发展, 能源需求不断增加。然而, 化石燃料的大量使用导致了大量的二氧化碳等温室气体的排放, 严重威胁着全球生态环境和人类健康。为了应对这一问题, 各国政府和企业纷纷加强对环保领域的投资和研发, 燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺应运而生。本文旨在探讨燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺在低碳经济中的应用和发展前景。

## 1 燃煤电厂脱硫技术的要点

1.1 选择合适的脱硫剂: 常用的脱硫剂有石灰石、石膏等, 不同的脱硫剂有不同的特点和适用范围。选择合适的脱硫剂需要根据烟气中二氧化硫的浓度、温度、湿度等条件进行选择。

1.2 控制脱硫过程的温度和湿度: 在脱硫过程中, 需要控制烟气的温度和湿度, 以保证脱硫效果和防止烟气腐蚀。通常采用喷淋吸收塔、旋转喷雾塔等设备来控制温度和湿度。

选择合适的吸收剂: 吸收剂是烟气脱硫过程中的关键材料, 常用的吸收剂有水、亚硫酸钙、碱性钠等。选择合适的吸收剂需要考虑吸收剂的成本、腐蚀性、可处理性等因素。

1.3 控制烟气的流速和均匀度: 在脱硫过程中, 需要控制烟气的流速和均匀度, 以保证吸收剂与烟气充分接触, 提高脱硫效率。通常采用文丘里洗涤器、旋转喷雾塔等设备来控制烟气的流速和均匀度<sup>[1]</sup>。

1.4 使用再生装置: 在脱硫过程中, 需要使用再生装置将脱硫产生的亚硫酸钙进行还原, 以重复利用吸收剂, 降低成本。

1.5 控制脱硫废水的处理: 在脱硫过程中, 需要控制废水的处理, 以保证废水达到排放标准并且对环境没有影响。常用的废水处理方法包括石灰石-石膏法、钠碱法等。

## 2 锅炉脱硫脱硝除尘工艺的发展现状

### 2.1 干法脱硝技术

干法脱硝技术是目前国内烟气脱硝的主要技术之一, 主要包括选择性催化还原(SCR)技术和选择性非催化还原(SNCR)技术。SCR技术是一种高效的烟气脱硝技术, 可以达到80%以上的脱硝效率, 但需要选择合适的催化剂和反应器, 同时还需要考虑催化剂的再生问题。SNCR技术相对于SCR技术具有更高的脱硝效率, 但需要更精确的控制反应条件, 如温度、反应器结构等<sup>[2]</sup>。

### 2.2 湿法脱硝技术

湿法脱硝技术是一种通过吸收液体吸收剂来去除烟气中的氮氧化物的技术。常用的吸收剂有液态氨、液态尿素、碱性吸收剂等。湿法脱硝技术具有较高的脱硝效率和较低的运行成本, 但需要耗费大量的水和氨等原料。

### 2.3 高级氧化技术脱硝法

高级氧化技术脱硝法是一种利用氧化剂将烟气中的氮氧化物转化为无害物质的技术。常用的氧化剂包括过氧化氢、臭氧、芬顿试剂等。高级氧化技术脱硝法具有较高的脱硝效率和较低的运行成本, 但需要特定的反应条件和设备。

### 2.4 微生物法脱硝技术

微生物法脱硝技术是一种利用微生物将烟气中的氮氧化物转化为氮气和二氧化碳的技术。常用的微生物包括酵母菌、乳酸菌等。微生物法脱硝技术具有较低的运行成本和较高的脱硝效率, 但需要控制反应条件和微生物的培养。

### 2.5 烟气前端控制技术

烟气前端控制技术是指在燃煤电厂燃烧前或燃烧过程中, 通过控制燃料气体中的氮氧化物浓度, 减少烟气中的氮氧化物排放量。这项技术可以在燃烧前或过程中进行, 具有较高的灵活性和效率。

## 3 燃煤烟气对环境的影响

产生大量的二氧化碳气体, 导致温室效应: 燃煤电厂通常使用煤炭作为燃料, 而煤炭的燃烧会产生大量的

二氧化碳等温室气体,这些温室气体会在大气层中形成一个类似“温室”的环境,使地球的温度升高,从而产生“温室效应”,导致全球气候变暖<sup>[3]</sup>。

产生大量的有害气体:燃煤电厂在燃烧过程中会产生一些有害气体,如二氧化硫、一氧化碳、氮氧化物等,这些气体会对大气环境造成污染,对人类健康产生危害。

导致酸雨的产生:燃煤电厂在燃烧过程中会产生二氧化硫等酸性气体,这些酸性气体与水反应会形成硫酸,从而形成酸雨。酸雨对植被、建筑物等会造成腐蚀和破坏,对人类健康也有一定的危害。

导致空气质量恶化:燃煤烟气中含有大量的粉尘、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>等污染物,这些污染物会影响空气的质量,对人类健康和环境造成危害。

#### 4 燃煤烟气治理工艺

燃煤烟气治理工艺主要包括脱硫、脱硝和除尘三个方面。具体的工艺类型和技术选择需要根据燃煤电厂的实际情况和环保要求进行选择和设计。常用的燃煤烟气治理工艺包括以下几种:

##### 4.1 湿法烟气脱硫技术

湿法烟气脱硫技术是一种通过吸收液体吸收剂来去除烟气中的二氧化硫的技术。该技术具有脱硫效率高、设备简单、易于维护等优点,但需要消耗大量的水和化学药剂,存在二次污染的风险<sup>[4]</sup>。目前常用的湿法烟气脱硫技术有石灰石-石膏法、双碱法、海水脱硫法等。其中,石灰石-石膏法和双碱法是最常用的湿法烟气脱硫技术之一。

石灰石-石膏法的脱硫过程如下:烟气首先经过预处理,然后进入吸收塔,与喷淋下来的石灰石浆液接触,二氧化硫被吸收后生成石膏。双碱法的脱硫过程如下:烟气首先经过预处理,然后进入吸收塔,与喷淋下来的双碱液接触,二氧化硫被吸收后生成石膏。这两种技术都可以实现高效、稳定、经济的脱硫效果。

除了湿法烟气脱硫技术,还有干法烟气脱硫技术和联合脱硫技术。干法烟气脱硫技术是通过加入氧化剂将烟气中的二氧化硫氧化成三氧化硫,从而去除二氧化硫。联合脱硫技术是将湿法脱硫和干法脱硫技术结合起来,可以同时去除二氧化硫和氮氧化物。这些技术的发展将为燃煤烟气治理提供更多选择。

##### 4.2 氧化硫的技术

干法烟气脱硫技术具有投资成本低、运行成本低、无二次污染等优点,但需要消耗大量的热能,存在设备腐蚀和堵塞的风险。目前常用的干法烟气脱硫技术有活性炭吸附法、电子束辐射法、荷电干式吸收剂喷射脱硫法等。

其中,活性炭吸附法是一种利用活性炭的吸附性来

去除烟气中的二氧化硫的技术。该技术具有投资成本低、运行成本低、无二次污染等优点,但需要消耗大量的热能,存在设备维护和更换的困难。电子束辐射法是一种利用高能电子束照射烟气,生成大量的活性物质,将烟气中的二氧化硫和氮氧化物氧化为三氧化硫和二氧化氮,进一步生成硫酸和硝酸,从而去除二氧化硫<sup>[5]</sup>。荷电干式吸收剂喷射脱硫法是一种利用高速流动的吸收剂产生的高压静电电晕充电区,使吸收剂带有静电荷,当吸收剂喷射到烟气流中时,吸收剂因带同种电荷而相互排斥,表面充分暴露,使脱硫效率大幅度提高的技术。

##### 4.3 燃煤烟气除尘技术

燃煤烟气除尘技术是一种通过捕集烟气中的粉尘和颗粒物,并将其排放到大气中,从而减少对大气的污染的技术。燃煤烟气除尘技术具有投资成本低、运行成本低、无二次污染等优点,但需要消耗大量的水和电力,存在设备维护和更换的困难。目前常用的燃煤烟气除尘技术有电除尘技术、布袋除尘技术和湿式电除尘技术等。

电除尘技术是一种利用电场的作用将烟气中的粉尘和颗粒物捕集下来的技术。该技术具有捕集效率高、设备简单、维护方便等优点,但需要使用大量的电力,存在能耗高的缺点。布袋除尘技术是一种利用布袋将烟气中的粉尘和颗粒物捕集下来的技术。该技术具有捕集效率高、设备简单、维护方便等优点,但需要使用大量的布袋,存在运行成本高的缺点。湿式电除尘技术是一种利用湿式电极将烟气中的粉尘和颗粒物捕集下来的技术<sup>[1]</sup>。该技术具有捕集效率高、设备简单、维护方便等优点,但需要使用大量的水和电力,存在设备维护和更换的困难。

##### 4.4 湿式静电除尘器

湿式静电除尘器:湿式静电除尘器是一种利用静电力将烟气中的粉尘和颗粒物捕集下来的设备。湿式静电除尘器具有除尘效率高、设备简单、易于维护等优点,但需要消耗大量的水和电力,存在设备维护和更换的困难。湿式静电除尘器适用于燃煤电厂等大气污染物排放企业,可以有效地去除二氧化硫、氮氧化物等污染物,对于保护大气环境具有重要意义。

湿式静电除尘器的结构包括进烟口、灰斗、输灰装置、集尘极、电晕极和排灰装置等。进烟口将烟气引入湿式静电除尘器,灰斗用于收集灰尘,输灰装置将灰尘输送至集尘极,电晕极产生电晕场将烟气中的颗粒物荷电,并吸附在集尘极上,湿式静电除尘器通过电晕极和集尘极之间的电场将颗粒物沉积在集尘极上形成积灰。输灰装置定期将灰尘输送至灰库,定期清除灰库内的灰尘。

湿式静电除尘器的五大优势包括:

(1) 处理风量大, 可以根据工况规格按需定制。

(2) 采用喷水或溢流水等方式使集尘极表面形成一层水膜, 实现极板清灰的静电除尘器, 可以避免沉集粉尘的再飞扬, 达到很高的除尘效率。

(3) 无振打装置, 运行较稳定, 但存在着腐蚀、污泥和污水的处理问题<sup>[2]</sup>。

(4) 应用广泛, 可以处理工业油烟处理、工业黑烟处理、大塑料造粒处理、定型机酸雾处理、焦油处理等。

(5) 设备阻力小, 对于高比电阻粉尘的除尘效率高。

然而, 湿式静电除尘器也存在着一些缺点, 如清灰难度大、阻力大、维护成本高等。因此, 湿式静电除尘器的应用需要根据实际情况和环保要求进行选择和设计, 以达到最佳的治理效果, 同时还需要注意节约资源、减少污染、提高效率等问题。

#### 4.5 干式静电除尘器

干式静电除尘器是一种利用静电力将烟气中的粉尘和颗粒物捕集下来的设备。干式静电除尘器具有除尘效率高、设备简单、维护方便等优点, 但需要消耗大量的热能, 存在设备腐蚀和堵塞的风险。干式静电除尘器适用于燃煤电厂等大气污染物排放企业, 可以有效地去除二氧化硫、氮氧化物等污染物, 对于保护大气环境具有重要意义。

干式静电除尘器的结构包括进烟口、灰斗、输灰装置、集尘极、电晕极和排灰装置等。进烟口将烟气引入干式静电除尘器, 灰斗用于收集灰尘, 输灰装置将灰尘输送至集尘极, 电晕极产生电晕场将烟气中的颗粒物荷电, 并吸附在集尘极上, 干式静电除尘器通过电晕极和集尘极之间的电场将颗粒物沉积在集尘极上形成积灰。输灰装置定期将灰尘输送至灰库, 定期清除灰库内的灰尘<sup>[3]</sup>。

干式静电除尘器的五大优势包括:

(1) 设备阻力小, 对于高比电阻粉尘的除尘效率高。

(2) 可以处理高温烟气, 适用于高温烘干行业。

(3) 可以处理含水较高的粉尘, 适用于水泥、陶瓷等行业。

(4) 设备成本较低, 易于维护和更换。

(5) 占地面积较小, 烟气走旁路不影响设备性能。

#### 4.6 高性能过滤器

燃煤电厂高性能过滤器是指能够有效去除烟气中的粉尘、颗粒物等污染物, 提高燃煤电厂的环保性能和经济性能的设备。常见的燃煤电厂高性能过滤器包括袋式过滤器、颗粒物过滤器、空气滤清器等。

袋式过滤器是一种常见的燃煤电厂高性能过滤器, 采用过滤材料制成滤芯, 通过抽真空的方式将空气抽入滤芯内, 空气中的灰尘等颗粒物被阻拦在滤芯内, 经过清洁后的空气从滤芯出口排出。袋式过滤器具有结构简单、过滤效率高、维护方便等优点, 适用于各种空气净化场合。(1) 颗粒物过滤器也是一种常见的燃煤电厂高性能过滤器, 采用滤网式结构, 通过捕捉和过滤空气中的颗粒物来达到过滤的目的。颗粒物过滤器通常由不同尺寸的滤网组成, 可以根据需要定制不同的过滤精度和效率<sup>[4]</sup>。(2) 空气滤清器是另一种常见的燃煤电厂高性能过滤器, 用于过滤进入发动机气缸内的空气, 保证气缸内的空气清洁, 防止污染物进入气缸内, 从而影响发动机的正常运转。空气滤清器通常由滤芯和外壳组成, 需要定期更换滤芯, 以保证其过滤效果。除了上述常见的高性能过滤器外, 还有其他一些高性能过滤器, 如光电子化学过滤器、复合多层过滤器等。这些过滤器采用了不同的技术和材料, 具有更高的过滤精度和效率。总之, 燃煤电厂高性能过滤器在燃煤电厂的环保和经济性方面发挥着重要作用, 是保障燃煤电厂安全和高效运行的重要措施之一。

#### 结束语

燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺的发展是实现低碳经济、促进环保事业的关键环节, 必须不断推进技术创新、提高工艺水平, 加强废弃物和废水的处理, 实现燃煤电厂的清洁、绿色、可持续发展。同时, 政府和企业应该共同努力, 加大投入和支持, 推动燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺的持续发展和提升, 为建设美丽中国作出更大贡献。

#### 参考文献

- [1] 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.
- [2] 赵曦, 尹娟娟, 刘子厚, 陆克定, 周钦灵, 王宇楠. 深圳市工业液态危险废物来源特征、环境危害特性及资源化潜力[J]. 环境工程, 2019, 37(11):155-159.
- [3] 黄佳莉, 何宽畅, 钟育恒, 等. 燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺评述[J]. 广东化工, 2019, 46(23):74-75.
- [4] 周丹霞. 烟气脱硫技术及脱硫脱硝除尘一体化技术研究[J]. 资源节约与环保, 2015(06):26.
- [5] 高耀. 燃煤电厂烟气脱硫脱硝技术探讨[J]. 能源与节能, 2018(05):85-86.