

# 低碳经济中的燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺发展探究

向金霞

北京清新环境技术股份有限公司 北京 100089

**摘要:** 全球环境污染突出, 低碳经济发展的迫切需要是减少CO<sub>2</sub>排放和化石能源消耗。尤其在燃煤电厂这个传统能源行业中, 节能降耗以及减少环境污染对于推进低碳经济的发展具有重大意义。本文从燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺的发展历程出发, 分析了现有工艺的优缺点, 并探讨了低碳经济下燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺的发展趋势。

**关键词:** 低碳经济; 燃煤电厂; 脱硫; 脱硝; 除尘; 发展探究

引言: 随着全球气候变化和环境污染问题日益严重, 低碳经济已成为未来经济发展的必然趋势。燃煤电厂作为电力行业的重要支柱, 在低碳经济发展中承担着重要的环保责任。为了降低碳排放量, 燃煤电厂需要不断提高脱硫、脱硝、除尘等工艺的技术水平, 以满足低碳经济的环保要求。本文就燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺的发展进行探讨, 旨在为低碳经济发展提供有效支撑。

## 1 燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺的重要性

燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺的重要性在于它可以有效地减少燃煤电厂排放的污染物, 提高空气质量, 保护环境, 并促进燃煤电厂的可持续发展。首先, 燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺可以有效地减少污染物排放。燃煤电厂是污染物排放的主要来源之一, 其排放的烟气中含有大量的硫氧化物、氮氧化物和粉尘等污染物, 对环境和人体健康造成很大的危害。通过脱硫脱硝除尘工艺, 可以有效地减少烟气中的污染物排放, 降低空气污染程度, 保护环境和人类健康。其次, 燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺可以提高空气质量。空气质量的下降已经成为当今世界面临的重要环境问题之一, 而燃煤电厂的污染物排放是导致空气质量下降的主要原因之一。通过脱硫脱硝除尘工艺, 可以减少烟气中的污染物排放, 提高空气质量, 改善人们的生活环境。第三, 燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺可以保护环境。燃煤电厂的污染物排放会对环境造成很大的危害, 例如酸雨和温室气体的形成等。通过脱硫脱硝除尘工艺, 可以减少烟气中的污染物排放, 保护环境, 减缓全球气候变化的影响<sup>[1]</sup>。最后, 燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺可以促进燃煤电厂的可持续发展。燃煤电厂在排放大量污染物的同时, 也需要消耗大量的能源和资源。通过脱硫脱硝除尘工艺, 可以减少烟气中的污染物排放, 降低能源和资源消耗, 促进燃煤电厂的可持续发展。

## 2 燃煤电厂脱硫、脱硝、除尘技术分析

### 2.1 脱硫技术

燃煤电厂脱硫技术是指采用化学或物理方法去除烟气中的二氧化硫, 常采用湿法脱硫和干法脱硫两种方式。湿法脱硫是指将含二氧化硫的排放气体与一定量的吸收液进行接触, 利用气液反应使污染物发生化学反应和物理吸附过程, 把二氧化硫转化为硫酸和硫酸盐, 从而达到脱除二氧化硫的目的。常用的吸收液包括碱性液体、氨水、氮氧化物(NO<sub>x</sub>)吸收液等。碱性液体脱硫装置主要是通过氯化钾或碳酸钠等原料制成碱液, 进行脱硫, 碳酸钠是最常用的吸收剂<sup>[2]</sup>。另外, 环保型烟气脱硫剂也逐渐发展起来, 例如新颖的海藻酸盐甲基丙烯酸钠(PMAAS)。干法脱硫主要是将脱硫剂粉末或颗粒注入烟气中, 利用化学反应或表面吸附等作用将二氧化硫转化或去除。典型的干法脱硫技术包括SDS脱硫、半干法脱硫技术(SDA)、固定床干法脱硫技术及旋流床干法脱硫技术等。其中, 烟气反应脱硝技术是干法脱硫中的一种常用技术, 其基本原理是在一定温度条件下, 通过氧化氮的方法将脱硫剂粉末或颗粒与脱硫烟气混合反应, 达到脱硫目的。

### 2.2 脱硝技术

燃煤电厂脱硝是指采用化学或物理方法去除烟气中的氮氧化物, 常采用选择性催化还原法和催化剂氧化为主。SNCR(选择性非催化还原法), 是指无催化剂的作用下, 在适合脱硝反应的“温度窗口”内喷入还原剂将烟气中的氮氧化物还原为无害的氮气和水。该技术一般采用炉内喷氨、尿素作为还原剂还原NO<sub>x</sub>。还原剂只和烟气中的NO<sub>x</sub>反应, 一般不与氧反应, 该技术不采用催化剂, 所以这种方法被称为选择性非催化还原法(SNCR)。由于该工艺不用催化剂, 因此必须在高温区加入还原剂。还原剂喷入炉膛温度为850~1100℃的区域, 迅速热分解成NH<sub>3</sub>, 与烟气中的NO<sub>x</sub>反应生成N<sub>2</sub>和水。常用的SCR烟气脱硝催化剂有: V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-WO<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>、Ti-

V-W、 $M_nO_2$ 、 $M_oO_3$ 等。催化剂氧化(CO)氮氧化物是采用催化剂氧化反应来去除氮氧化物污染物。该技术原理是利用具有氧化作用的氯、锰、铁等多种元素催化氮氧化物的氧化反应,达到去除氮氧化物的目的。由于该技术无需添加反催化剂,催化剂也不易中毒,操作和维护相对简易,使用效果较为稳定。

### 2.3 除尘技术

燃煤电厂除尘是指采取物理或静电作用的方法将烟气中的颗粒捕集下来,使无害气体进入大气中。常用的除尘技术有机械回收式、湿式电除尘、电子束法、低压静电除尘等。机械回收式除尘是利用惯性、迅速分离、重力等原理将颗粒物从排放气体中分离并回收。常用的机械回收式除尘设备有旋风、重力式除尘器和单元返送式除尘器等。该技术运行稳定、结构简单,对于一些粗颗粒的捕集效果比较好。湿式电除尘是将烟气通过一定范围内的电场,使电场中的水雾与烟气中的颗粒物发生静电作用,使颗粒物带电后被捕集到电极上进行回收。湿式电除尘法依靠静电力捕集颗粒物,具有捕集效率高、稳定性好、不受烟气温度影响等优点。但由于湿式电除尘需要加入一定量的水,因此需要考虑水资源和水污染问题。电子束除尘技术是利用电子加速器产生电子束,使空气中的带电粒子随电子流动方向移动,从而将它们带到静电引出极上进行捕集<sup>[3]</sup>。该技术可捕集细小颗粒,无需湿润剂和化学润滑剂等附加物,且捕集效率较高,但设备较昂贵。低压静电除尘技术是一种新兴的除尘技术,其主要原理是通过弱电流作用于烟气中颗粒物进行吸附,然后利用甚低风量达到颗粒物的分离过程。该技术具有结构简单、能耗低、耐潮湿、维护方便等优点,但其适用范围和效率还需要进一步研究。

## 3 低碳经济中的燃煤电厂新型脱硫脱硝除尘技术的发展探究

### 3.1 湿法脱硫脱硝技术

随着环保政策的不断加强和人们对环境健康的日益重视,燃煤电厂等工业领域的污染控制变得越来越重要。其中,湿法脱硫脱硝技术是目前应用最广泛的技术之一,但在实际使用中的一些缺点,例如所需吸收剂较多、反应产品产生二次污染等。为了解决这些问题,新型湿法脱硫脱硝技术应运而生。湿式电引出方式是一种新型的湿法脱硫脱硝技术。相比于传统湿法脱硫脱硝技术,其具有更高的除硫、除硝和除尘效率、使用成本更低,以及除尘效果更好等优点。首先,湿式电引出方式的除硫效率可达到95%以上,除硝效率可达到85%以上,除尘效率可达到90%以上,效率远高于传统技术。

其次,湿式电引出技术的设备结构简单,易于维护,投资成本较低。此外,湿式电引出方式的运行成本也比传统技术低得多,因为其所需的吸收剂较少,反应产物也不会对环境造成二次污染。最后,湿式电引出技术还可以实现同时脱硫脱硝除尘,避免了传统技术中需要多个设备的麻烦。湿式电引出技术的原理是在传统湿法脱硫技术的基础上,增加电场装置,使烟气中的硫氧化物、氮氧化物和颗粒物在电场的作用下被吸附在吸收剂上,进而实现脱硫、脱硝和除尘的目的。吸收剂一般采用石灰石、氧化镁等物质,电场则采用高压电场。在电场的作用下,烟气中的硫氧化物、氮氧化物和颗粒物被吸附在吸收剂上后,会被氧化并与水反应生成硫酸和硝酸。然后再将生成的硫酸和硝酸与吸收剂进行反应,生成硫酸钙和硝酸钙,从而实现脱硫脱硝除尘的目的。虽然湿式电引出技术具有许多优点,但在实际应用中也会存在一些问题。例如,吸收剂的选用和用量需要合理控制,否则会造成浪费或污染;电场的运行和维护也需要专业技术人员进行管理。此外,湿式电引出技术的设备需要定期清洗和维修,以保证设备的正常运行。

### 3.2 新型催化剂脱硝技术

随着环保政策的不断加强和人们对环境健康的日益重视,燃煤电厂等工业领域的污染控制变得越来越重要。其中,催化剂脱硝技术是目前应用广泛且效率较高的技术之一,但在实际使用中的一些缺点,例如催化剂中毒、失活等问题。为了解决这些问题,新型催化剂脱硝技术应运而生。新型催化剂脱硝技术中比较典型的有Cu-CHA、Fe-BEA、Cu-SSZ-13、Cu-NSI等。这些催化剂主要由多孔材料纳米颗粒和过渡金属离子以及其他添加剂组成,能够在较宽的温度范围内催化二氧化氮的还原反应,从而将烟气中的氮氧化物转化为氮气和水蒸气。其中,Cu-CHA是一种具有高活性和选择性的催化剂,可用于处理烟气中的氮氧化物。Fe-BEA是一种适用于高温条件的催化剂,可有效降低烟气中的氮氧化物排放。Cu-SSZ-13则是一种具有较长使用寿命的催化剂,可用于高温和高湿度条件下的脱硝处理。Cu-NSI则是一种高效的催化剂,可用于处理含有高浓度氮氧化物的烟气<sup>[4]</sup>。新型催化剂脱硝技术的优点在于效率高、使用寿命长、适应性强等。在催化剂的作用下,烟气中的氮氧化物被还原为氮气和水蒸气,排放浓度可降低到 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 以下,符合国家最为严格的环保标准。此外,新型催化剂脱硝技术的设备结构简单,易于维护,投资成本较低。

### 3.3 电除尘技术

随着环保技术的不断发展和应用,燃煤电厂的污染

问题得到了越来越多的关注。在燃煤电厂的污染问题中,烟尘和飞灰的排放是一个重要的方面,而电除尘技术则是一种能够有效地解决这一问题的技术。电除尘技术是一种利用高压电场将烟气中的粉尘和颗粒物捕获和收集的技术。相比于传统的袋式除尘器和湿式除尘器,电除尘具有动力消耗低、处理风量大、回收特别细小颗粒等优点,被广泛应用于各种场合。在燃煤电厂中,电除尘技术被广泛用于排气除尘,能够有效地去除烟尘、飞灰,减少二次污染,并可作为湿式电除尘的重要补充和改良。一方面,电除尘可以有效地去除烟尘和飞灰,这对于减少空气污染、保护环境和改善居民生活质量都非常重要。同时,由于电除尘技术具有动力消耗低、处理风量大等优点,因此可以有效地降低运行成本,提高能源利用效率。另一方面,电除尘还可以与湿式电除尘技术相结合,形成复合式的除尘系统。湿式电除尘技术具有对细微颗粒物去除效率高、除尘效率受烟气温度和湿度影响小等优点,但投资和运行成本较高。而将干式电除尘技术与湿式电除尘技术相结合,可以充分发挥各自的优势,提高除尘效率,同时降低运行成本。

#### 4 低碳经济中的燃煤电厂脱硫脱硝除尘技术的展望

随着人们对环境保护的关注日益增加,低碳经济已经成为了当今社会发展的重要方向。在低碳经济中,燃煤电厂脱硫脱硝除尘技术是减少环境污染、促进能源可持续发展、提高空气质量的重要手段。本文将展望燃煤电厂脱硫脱硝除尘技术的发展趋势,并提出一些建议。首先,随着技术的不断进步和创新,燃煤电厂脱硫脱硝除尘技术将会更加高效、节能和环保。未来,超低排放技术将会得到更广泛的应用,这使得燃煤电厂的排放浓度更加可控,同时也提高了燃煤电厂的运行效率。此外,新型的脱硫脱硝技术和除尘技术将会不断涌现,这些技术将会更加环保、节能和高效<sup>[5]</sup>。其次,未来燃煤电厂脱硫脱硝除尘技术将会更加智能化和自动化。随着人

工智能和物联网等技术的不断发展,燃煤电厂将会借助这些技术实现更加智能化和自动化的运行。例如,通过智能化的控制系统,可以自动调节燃煤电厂的烟气排放浓度,从而达到更加精准的控制。此外,还可以借助物联网技术实现各个设备之间的信息共享和智能协作,提高燃煤电厂的运行效率和排放控制水平。最后,未来燃煤电厂脱硫脱硝除尘技术也将会更加集成化和一体化。目前,一些新型的脱硫脱硝技术已经可以实现一体化处理,同时还有一些技术可以将除尘、脱硫和脱硝集成在一起。未来,这些集成化和一体化的技术将会得到更广泛的应用,这不仅可以提高燃煤电厂的运行效率,还可以降低燃煤电厂的运行成本和环境污染程度。

#### 结束语

燃煤电厂作为国内能源结构的重要组成部分,对于节能减排和环保治理有着至关重要的作用。现如今,科学技术的不断发展与环保政策的不断加强,对于燃煤电厂的脱硫脱硝除尘工艺提出了更加严格的要求。随着技术的不断进步和政策的不断加强,燃煤电厂的脱硫脱硝除尘工艺将会实现更好的效果。不断推进科技创新的同时,保护环境与经济利益的均衡发展,才是长期稳定发展的根本之道。

#### 参考文献

- [1]张文超.低碳经济中的燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺发展[J].清洗世界,2021,37(7):68-69.
- [2]魏杰.低碳经济中的燃煤电厂脱硫脱硝除尘工艺[J].石油石化物资采购,2020(17):57-57.
- [3]沈淼,苏晖,孙芳婷.探究电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术[J].节能与环保,2020(04):42-43.
- [4]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.
- [5]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.