

火电厂烟气脱硫脱硝新技术的应用及对电力生产环保效益的影响

周 通

国能亿利电厂 内蒙古 鄂尔多斯 014300

摘 要: 火电厂作为电力生产的重要来源,其烟气排放中的硫氧化物和氮氧化物对环境造成了严重影响。近年来,烟气脱硫脱硝新技术在火电厂得到广泛应用,这些技术通过高效去除烟气中的污染物,显著提升电力生产的环保效益。本文探讨了火电厂烟气脱硫脱硝新技术的种类、应用现状及其对减少污染物排放、改善空气质量、促进可持续发展等方面的积极影响。研究结果表明,新技术的应用不仅降低火电厂的环保压力,还为电力行业向绿色、低碳转型提供有力支持。

关键词: 火电厂; 烟气脱硫脱硝新技术; 电力生产环保效益; 影响

1 火电厂烟气脱硫脱硝技术概述

1.1 烟气脱硫技术简介

烟气脱硫技术是用于去除燃煤电厂等工业设施烟气中的二氧化硫(SO_2)的一种重要手段。根据脱硫工艺在煤炭燃烧过程中的不同位置,脱硫技术可分为燃烧前脱硫、燃烧中脱硫和燃烧后脱硫。燃烧后脱硫,即烟气脱硫,是火电厂最常用的脱硫方式。它主要采用石灰石-石膏法或海水脱硫法等对烟气进行脱硫处理。其中,石灰石-石膏湿法烟气脱硫技术成熟可靠,脱硫效率高,适用于大机组和多种煤质,且副产品石膏可回收。该技术系统复杂,设备庞大,占地面积大,一次性投资和运行费用也相对较高。干法烟气脱硫技术,如电子束脱硫、喷雾干燥法脱硫等,具有投资费用相对较低、设备不易腐蚀和堵塞等优点,但吸收剂利用率较低,适用于高硫煤的经济性较差。

1.2 烟气脱硝技术简介

烟气脱硝技术旨在消除燃煤电厂排放烟气内的氮氧化物(NO_x)。该技术主要分为炉内与烟气脱硝两类。炉内脱硝侧重于在燃烧阶段遏制 NO_x 的生成,具体为低 NO_x 燃烧技术,归类为燃烧过程中的控制技术。而烟气脱硝则聚焦于燃烧后 NO_x 的清除,属于燃烧后的控制技术。当下,火电厂普遍采纳的烟气脱硝方法涵盖了选择性催化还原(SCR)及选择性非催化还原(SNCR)技术^[1]。SCR技术通过催化剂的作用,在 280°C 至 420°C 的烟气温度下,将氨喷入,最终将 NO_x 还原为水和氮气,脱硝效率高,技术成熟可靠,但设备投资大,催化剂昂贵且使用寿命短。SNCR技术则无需催化剂,通过向烟气中喷入尿素或氨等还原剂,将 NO_x 还原为氮气,但脱硝效率相对

较低。

1.3 脱硫脱硝一体化技术

脱硫脱硝一体化技术是指能同时去除烟气中的二氧化硫和氮氧化物的技术。该技术多处于研究阶段,尚未得到大规模的工业应用。随着环保要求的日益严格,研发技术简洁、运行经济且性能优良的脱硫脱硝一体化技术,将成为烟气综合整治技术的未来趋势。当前,主流的脱硫脱硝一体化技术是湿式烟气脱硫结合选择性催化还原(或选择性非催化还原)技术脱硝的组合方案。同时,尚有若干新型脱硫脱硝一体化技术处于研发阶段,例如活性炭吸附技术、活性焦吸附技术以及微波诱导催化还原脱硫脱硝技术等。这些创新技术展现出高效脱硫脱硝、避免二次污染及副产品回收等优势,不过,在技术成熟度、设备投资及运行成本等方面仍需深入优化与改进。

2 火电厂烟气脱硫脱硝新技术应用

2.1 新型湿法烟气脱硫脱硝技术

新型湿法烟气脱硫脱硝技术是火电厂减少大气污染物排放的重要手段之一。WSA-SNOX技术:这是一种结合了湿式脱硫和脱硝的高效技术。在WSA-SNOX工艺中,烟气首先经过SCR反应器,其中的 NO_x 在催化剂作用下被氨气还原为 N_2 。随后,烟气进入改质器中, SO_2 在此被固相催化剂氧化为 SO_3 。 SO_3 经过烟气再热器GGH后进入WSA冷凝器,被水吸收转化为硫酸。该技术不仅脱硝效率高,而且工艺过程中不产生废水,减少废水处理负担,且副产品硫酸具有较高的经济价值。然而,WSA-SNOX技术的能耗较大,投资费用较高,且浓硫酸的储存及运输存在一定困难。氯酸氧化法:氯酸氧化法利用氯

酸的强氧化性,采用含有氯酸的氧化吸收液同时脱硫脱硝。该技术具有脱硫率高、脱硝效率高、能脱除有毒微量金属元素等优点。脱硫率可达98%以上,脱硝率也能达到95%以上。然而,氯酸氧化法在吸收过程中可能产生酸性废液,对设备要求较高,且运行费用相对较高。湿式络合吸收技术:湿式络合吸收技术采用Co或Fe作为催化剂,通过催化剂促进烟气中的氮氧化物形成金属络合物,随后与溶液中的硫酸盐形成氮硫化合物,使络合剂得到再生,反应得以持续。该技术具有脱硝效率高、无二次污染等优点。提高金属络合物的利用率是当前面临的技术难题,只有提高再生效率才能有效降低运行成本。

2.2 新型干式同时脱硫脱硝技术

新型干式同时脱硫脱硝技术以其设备简单、占地面积小、无需废水处理等优点,在火电厂烟气净化领域逐渐受到关注。GFX干法脱硫脱硝工艺;该工艺采用拓补高分子无机化合物为原料,经熟化生成脱硫剂,通过吸附和催化氧化反应实现脱硫脱硝。脱硫过程中,烟尘中的硫与填料塔内填料表面进行物理吸附,随后发生化学反应生成镁硫酸盐等产物。脱硝过程中,氧化镁与碳酸镁催化氧气与硫化物产生吸附氧化反应,生成三氧化硫,三氧化硫再催化氧化废气中的NO_x。该技术具有脱硫脱硝效率高、无二次污染、副产品镁水泥可回收等优点。吸附块的更换和再生需要定期进行,且对设备材质和工艺控制要求较高。电子束照射技术是在烟气进入反应器之前先加入NH₃,然后利用电子加速器产生电子束照射烟气。烟气中的水蒸气与O₂在瞬时激发下产生众多自由基,这些自由基随即与SO₂和NO_x在烟气中发生化学反应,转化为硫酸与硝酸。随后,反应器内的NH₃与这些酸反应生成硫酸铵及硝酸铵,从而完成脱硫脱硝的过程。该技术表现出高脱硫脱硝效率,并且其副产物能够被回收利用以制造化肥等^[2]。

2.3 其他创新技术

除了上述新型湿法烟气脱硫脱硝技术和新型干式同时脱硫脱硝技术外,还有一些其他创新技术在火电厂烟气净化领域得到应用或正在研发中。一体化工艺技术:一体化工艺技术利用烟水混合器在二次喷射作用下将烟气吸入水中,实现烟气中可溶性气体、飞灰以及颗粒物质的去除。该技术设备结构简单,主要由烟水混合器、均匀溶解器、水泵、水池等组成。通过严格控制溶液的碱性和设备材质的选择,一体化工艺技术可以有效减少设备腐蚀问题。通过优化沉淀池的设计和提高沉淀物的收集效率,可以实现资源的高效利用。一体化工艺技术仍面临设备腐蚀、沉淀物处理等问题,需要进一步完善

和优化。高能粒子射线法涵盖电子束(EBA)工艺及等离子体工艺,它凭借高能粒子电离烟气中的部分分子,生成活性自由基与自由电子等,进而氧化NO_x与SO₂。此法不仅能净化烟气中的污染物,还能一并去除重金属等成分。不过,高能粒子射线法能耗偏高,且当前对其反应机制的理解尚不完整,仍需深入研究和探索。

3 新技术对电力生产环保效益的影响

3.1 减少污染物排放

新技术的引入和应用在电力生产领域带来了革命性的变化,显著减少了污染物的排放。传统的电力生产方式,如燃煤和燃油发电,由于燃烧过程中会产生大量的二氧化硫、氮氧化物、颗粒物以及温室气体等污染物,对环境造成了巨大的压力。随着烟气脱硫脱硝技术、低氮燃烧技术、碳捕集与封存技术等新技术的广泛应用,电力生产过程中的污染物排放量得到有效的控制。这些新技术通过优化燃烧过程、提高燃烧效率以及捕集并处理烟气中的污染物,显著降低污染物排放浓度。低氮燃烧技术通过调整燃烧参数和优化燃烧器设计,降低燃烧过程中氮氧化物的生成。这些新技术的广泛应用,不仅减少电力生产过程中的污染物排放,也为环境保护和可持续发展做出重要贡献。

3.2 改善空气质量

新技术的实施不仅显著减少了电力生产过程中的污染物排放,还明显改善了空气质量。随着电力生产污染物的减少,大气中的二氧化硫、氮氧化物等污染物浓度逐渐降低,这直接减少酸雨、光化学烟雾等大气污染现象的发生。这些大气污染现象不仅会对自然环境造成破坏,还会对人类健康产生严重影响。随着新技术的广泛应用,大气中的污染物浓度得到有效控制,空气质量得到显著改善。同时,新技术的引入也促进清洁能源的利用和发展,如风力发电、太阳能发电等。这些清洁能源的发电过程几乎不产生污染物,对空气质量的改善起到了积极作用。此外,新技术还提高了电力生产过程的能效,减少能源浪费和污染物排放,进一步促进了空气质量的提升。这些变化不仅改善人们的居住环境,也提高人们的生活质量。

3.3 促进可持续发展

新技术的引入和应用对于电力生产的可持续发展具有重要意义。新技术提高了电力生产的能效,减少能源消耗和排放,降低了对自然资源的依赖。这有助于实现资源的合理利用和可持续发展,为未来的电力生产提供了更加可靠和可持续的能源来源。新技术推动了清洁能源的利用和发展。随着太阳能、风能等可再生能源发电

技术的不断进步和成本的降低,清洁能源在电力生产中的比重逐渐增加。这有助于减少对化石燃料的依赖,降低温室气体排放,从而推动电力生产向更加环保、可持续发展的方向发展。新技术还促进了电力行业的转型升级。通过引入智能化、自动化等技术手段,电力行业实现了从传统的高能耗、高排放的生产方式向高效、清洁、智能的生产方式的转变。

3.4 创造经济效益和社会效益

新技术的引入和应用不仅带来显著的环保效益,还创造了巨大的经济效益和社会效益。从经济效益来看,新技术提高了电力生产的能效和可靠性,降低能源成本和排放成本。这有助于增强电力企业的市场竞争力,提高经济效益。新技术的应用也促进了清洁能源产业的发展,为经济增长提供了新的动力,随着清洁能源产业的不断壮大和技术的不断进步,清洁能源将成为未来电力生产的主要来源之一,为经济增长提供持续的动力^[3]。从社会效益来看,新技术的实施改善了空气质量,提高人们的生活质量。这有助于减少因污染引起的健康问题,降低医疗成本和社会负担。新技术的推广和应用还促进了科技创新和人才培养,通过引入新技术和培养专业人才,电力行业实现技术创新和产业升级,为社会的可持续发展提供了智力支持和人才保障。

4 火电厂烟气脱硫脱硝新技术应用对策

4.1 加强技术研发与创新

在火电厂烟气脱硫脱硝新技术应用的过程中,加强技术研发与创新是至关重要的对策。面对日益严格的环保法规和不断变化的烟气排放特性,火电厂必须持续投入研发力量,探索更高效、更经济的脱硫脱硝技术。这包括对传统技术的改进和新技术的开发,如寻找更高效的脱硫剂和脱硝催化剂,优化反应条件和工艺流程,以及开发集成多种污染物去除功能的一体化设备等。火电厂还应积极与科研机构、高校等合作,借助外部智力资源,加速新技术的研发和应用进程。通过加强技术研发与创新,火电厂可以不断提升烟气脱硫脱硝效率,降低运行成本,实现环保与经济效益的双赢。

4.2 优化设备选型与维护

设备选型与维护是确保火电厂烟气脱硫脱硝新技术有效应用的关键环节。在选型时,火电厂应根据自身的烟气排放特性和处理需求,综合考虑设备的性能、成

本、运行稳定性等因素,选择最适合的脱硫脱硝设备。火电厂还应关注设备的能效和环保性能,优先选择能效高、排放低、易于维护的设备。在设备维护方面,火电厂应建立健全的维护管理制度,定期对设备进行巡检、保养和维修,确保设备始终处于良好的运行状态。火电厂还应加强对操作人员的培训,提高他们的设备操作和维护技能,确保设备的安全、高效运行。通过优化设备选型与维护,火电厂可以进一步提高烟气脱硫脱硝效率,减少设备故障率,降低运维成本。

4.3 合理利用政策资源

合理利用政策资源是火电厂烟气脱硫脱硝新技术应用的重要支撑。政府为了鼓励火电厂采用先进的烟气脱硫脱硝技术,通常会出台一系列优惠政策,如财政补贴、税收优惠、技术支持等^[4]。火电厂应积极了解并利用这些政策资源,以降低新技术应用的成本风险。通过合理的税务筹划,充分利用税收优惠政策,降低企业的税负。火电厂还可以积极参与政府组织的示范项目和技术交流活动,了解最新的技术动态和政策导向,为企业的技术创新和转型升级提供有力支持。通过合理利用政策资源,火电厂可以更有效地推进烟气脱硫脱硝新技术的应用,实现企业的可持续发展。

结束语

综上所述,火电厂烟气脱硫脱硝新技术的应用对电力生产环保效益的提升具有显著作用。通过采用先进的脱硫脱硝技术,火电厂有效降低了烟气中的污染物排放,为改善空气质量、保护生态环境做出了积极贡献。未来,随着技术的不断进步和创新,火电厂应继续加强新技术的研发与应用,推动电力行业向更加环保、高效、可持续发展的方向发展,为实现全球碳中和目标贡献力量。

参考文献

- [1]朱霓.火电厂烟气脱硫脱硝技术应用与节能环保探讨[J].产城(上半月),2019,000(002):1-1.
- [2]胥帅.火电厂烟气脱硫脱硝技术应用与节能环保措施[J].化学工程与装备,2021(04):239-240+246.
- [3]武作民.火电厂烟气脱硫脱硝技术的节能环保问题研究[J].电力设备管理,2020(12):113-115.
- [4]张利华.试论火电厂烟气脱硫脱硝技术应用与节能环保[J].科技经济市场,2022(07):28-30.