

火电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术要点探讨

刘旭¹ 刘旺² 焦文帝³

1. 北方联合电力有限责任公司达拉特发电厂 内蒙古 鄂尔多斯 014300

2. 北方魏家峁煤电有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 010308

3. 北方联合电力有限责任公司达拉特发电厂 内蒙古 鄂尔多斯 014300

摘要: 本文主要探讨了火电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术的要点。首先介绍了脱硫、脱硝和烟气除尘的必要性,然后分别对各种技术进行了简要概述,并分析了其优缺点。接着,重点讨论了技术实施过程中的关键要素,包括吸收剂的选择、反应条件的控制、设备维护等。

关键词: 火电厂; 锅炉; 脱硫脱硝; 烟气除尘技术

1 电厂锅炉脱硫、脱硝以及烟气除尘技术的发展现状

随着全球对环境保护的日益重视,电厂锅炉的排放标准也日趋严格。脱硫、脱硝和烟气除尘技术作为降低锅炉排放的关键手段,其发展现状如下:脱硫技术方面,目前主流的脱硫方法包括湿法、半干法和干法。其中,湿法脱硫技术以其高脱硫效率和低能耗在中小型电厂中广泛应用。但随着技术的进步,干法脱硫技术因其操作简便、投资成本低和无副产物等优点,正逐渐在大型电厂中得到应用。脱硝技术上,选择性催化还原法(SCR)和选择性非催化还原法(SNCR)是当前应用最广泛的两种技术。SCR技术以其高脱硝效率和稳定性在大型电厂中占据主导地位,而SNCR技术则更适合于中小型电厂^[1]。新型的臭氧氧化脱硝技术也正在研发中,有望在未来提高脱硝效率并降低能耗。烟气除尘技术方面,静电除尘器和布袋除尘器是主流的两种技术。静电除尘器在处理大颗粒烟尘方面有优势,而布袋除尘器则更适合处理细颗粒烟尘。随着滤料技术的发展,布袋除尘器的性能得到提升,其市场份额正逐渐扩大。

2 火电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术应用的现实意义

随着工业化进程的加速,火电厂在提供电力能源的同时,也带来了严重的环境问题。其中,硫氧化物、氮氧化物和烟尘的排放对空气质量造成了严重影响。因此,火电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术的应用具有深远的现实意义。脱硫脱硝技术可以有效去除烟气中的硫氧化物和氮氧化物,减少酸雨和光化学烟雾的形成,从而改善空气质量,保护生态环境。同时,这些技术的应用也有助于火电厂满足日益严格的环保法规,避免因超标排放而面临的处罚。烟气除尘技术能够去除烟气中的颗粒物,减少大气中PM2.5等细颗粒物的含量。这对于改

善空气质量、保护公众健康具有重要意义。通过烟气除尘技术的应用,火电厂能够降低烟尘排放,减少对周围环境的粉尘污染。脱硫脱硝及烟气除尘技术的应用还有助于提升火电厂的能源利用效率。通过去除硫、氮和烟尘等杂质,能够减少能量损失,提高锅炉燃烧效率。这不仅有助于降低火电厂的运行成本,还有助于实现节能减排的目标。

3 火电厂锅炉脱硫脱硝技术分析

3.1 湿法脱硫技术

湿法脱硫技术是火电厂锅炉脱硫的主要方法,它利用吸收剂与烟气中的二氧化硫反应,生成硫酸盐或硫化物,再通过处理达到脱硫目的。湿法脱硫技术具有高脱硫效率、低能耗、操作简便等优点,因此在火电厂中得到了广泛应用。湿法脱硫技术通常采用碱性溶液作为吸收剂,如石灰石、石灰、氢氧化钠等。在吸收塔中,烟气与吸收剂溶液充分接触,二氧化硫被吸收生成亚硫酸盐或硫酸盐,然后进一步处理生成硫磺或石膏等副产品。湿法脱硫技术的关键在于吸收剂的选择和处理。不同的吸收剂对二氧化硫的吸收效果和副产物的生成都有所不同。同时,吸收剂的利用率和再生性能也是评价湿法脱硫技术的重要指标。为了提高吸收剂的利用率和降低成本,一些改进的湿法脱硫技术,如双塔双循环、活性炭吸附等,正在逐步推广应用。虽然湿法脱硫技术具有较高的脱硫效率,但也存在一些问题,如设备腐蚀、结垢、堵塞等。产生的副产品需要进一步处理和处置,增加了操作难度和成本。因此,在应用湿法脱硫技术时,需要综合考虑各种因素,选择合适的吸收剂和处理方法,以保证技术的经济性和可行性。

3.2 臭氧氧化结合化学吸收技术

臭氧氧化结合化学吸收技术是一种新兴的脱硫脱硝

技术,该技术结合了臭氧氧化的强氧化特性和化学吸收技术的吸收能力,以达到高效脱硫脱硝的目的。在臭氧氧化过程中,臭氧与烟气中的氮氧化物反应生成氮气和水,同时将二氧化硫氧化成硫酸根离子。这一过程大大提高了氮氧化物和二氧化硫的去除效率。随后,通过化学吸收技术,利用特定的吸收剂与硫酸根离子反应,生成稳定的硫酸盐,从而实现二氧化硫的彻底去除。常用的吸收剂包括碱性溶液、活性炭等。臭氧氧化结合化学吸收技术具有高脱硫脱硝效率、低能耗、操作简便等优点。此外,该技术还具有较好的环保性,产生的副产品为稳定的硫酸盐,无二次污染。然而,该技术在实际应用中仍面临一些挑战,如臭氧发生器的能效问题、吸收剂的再生问题等。该技术的投资成本相对较高,需要进一步降低成本以推广应用^[2]。

3.3 干法和半干法脱硫脱硝技术

随着环保要求的日益严格,传统的湿法脱硫脱硝技术已无法满足低排放的需求。因此,干法和半干法脱硫脱硝技术逐渐受到关注。这两种技术以其低能耗、低投资成本和无二次污染等特点,正成为火电厂锅炉脱硫脱硝的新趋势。干法脱硫脱硝技术是利用固体吸收剂与烟气中的二氧化硫和氮氧化物反应,生成相应的盐类,从而实现脱硫脱硝的目的。常用的固体吸收剂包括活性炭、氢氧化钙、氧化镁等。在干法脱硫脱硝过程中,吸收剂与烟气中的二氧化硫和氮氧化物反应后,生成相应的盐类,如硫酸钙、硝酸钙等。这些盐类颗粒物被收集后可进行资源化利用,如制造建筑材料、化肥等。相比湿法脱硫技术,干法脱硫脱硝技术具有投资成本低、操作简便、无二次污染等优点。同时,由于采用固体吸收剂,干法技术还具有较好的稳定性和适应性。然而,干法技术的脱硫脱硝效率相对较低,且对吸收剂的品质和反应条件要求较高。半干法脱硫脱硝技术结合了湿法和干法的特点,利用碱性液体吸收剂与烟气中的二氧化硫和氮氧化物反应,再通过干燥技术将反应产物从液态转化为固态。半干法常用的吸收剂包括氢氧化钙、氧化镁等。在半干法脱硫脱硝过程中,吸收剂与烟气中的二氧化硫和氮氧化物反应后,生成相应的盐类。随后,通过特定的干燥技术,如喷雾干燥、流化床干燥等,将反应产物从液态转化为固态。半干法技术结合了湿法和干法的优点,既具有较高的脱硫脱硝效率,又具有较低的投资成本和能耗。同时,半干法产生的副产品为固态盐类,便于处理和利用。然而,半干法技术的操作条件较为严格,且对设备的要求较高。

4 火电厂锅炉烟气除尘技术分析

4.1 静电除尘

静电除尘技术是火电厂锅炉烟气除尘的重要手段,其原理是利用高压电场使烟气中的粉尘颗粒带电,在电场力的作用下,带电颗粒被收集电极吸附,从而实现除尘的目的。静电除尘技术具有高除尘效率、低能耗、操作简便等优点。在静电除尘器中,烟气进入电场后,通过高压电晕放电使粉尘颗粒带电。带电颗粒在电场力的作用下向集电极移动并被吸附。通过定期清理集电极上的粉尘,即可实现连续除尘。静电除尘技术的主要影响因素包括电场强度、电极间距、气流速度等。合理的电场强度和电极间距能够提高带电颗粒的移动速度,从而提高除尘效率。静电除尘技术在实际应用中仍需关注一些问题。例如,对于高比电阻的粉尘,可能会引起反电晕现象,影响除尘效率。

4.2 调湿电除尘

调湿电除尘技术是一种新型的烟气除尘技术,结合了湿法脱硫和静电除尘的原理,具有高效、低能耗、环保等特点。调湿电除尘技术利用湿法脱硫工艺中的水分,对烟气进行调湿处理,使烟气中的粉尘颗粒充分湿润。湿润的颗粒在静电除尘器中更易带电和被吸附,从而提高除尘效率。同时,调湿处理还能有效降低烟气的温度和湿度,减少烟气中的水蒸气含量,降低水蒸气在静电场中的电离作用,从而减少反电晕现象的发生。调湿电除尘技术的优点在于,通过调湿处理,能够提高粉尘颗粒在静电场中的电导率,降低高比电阻粉尘引起的反电晕现象,从而提高除尘效率^[3]。调湿处理还能有效降低烟气的温度和湿度,有利于烟气的进一步处理和排放。调湿电除尘技术在实际应用中仍需解决一些问题。例如,如何合理控制调湿处理的程度,避免水分过多导致烟气中的腐蚀和结垢问题。此外,对于不同类型的火电厂锅炉和烟气工况,需要选择合适的设备参数和技术方案,以保证技术的经济性和可行性。

4.3 旋转除尘

旋转除尘技术是一种新型的烟气除尘技术,通过旋转的圆筒或叶片使烟气中的颗粒物在离心力作用下被分离和收集,从而实现除尘的目的。旋转除尘技术利用了离心力原理,当烟气进入旋转的圆筒或叶片时,受到离心力的作用,颗粒物被甩向圆筒或叶片的壁面,并在此处被收集。通过定期清理收集的颗粒物,可实现连续除尘。旋转除尘技术的优点在于,其结构简单、操作简便、维护成本低。同时,旋转除尘技术对颗粒物的去除效率较高,特别适用于去除较大颗粒的烟尘。此外,旋

转除尘技术还能适应各种烟气流速和浓度的变化, 具有较好的稳定性和适应性。旋转除尘技术在实际应用中仍需关注一些问题。例如, 对于细颗粒物的去除效果可能不如静电除尘或布袋除尘等其他技术。此外, 旋转除尘技术的投资成本较低, 但需要定期更换和清理收集的颗粒物, 以保证除尘效果。

4.4 袋式除尘

袋式除尘技术是一种广泛应用的烟气除尘技术, 其原理是利用过滤材料(滤袋)对烟气中的颗粒物进行拦截和收集, 从而实现除尘的目的。袋式除尘器主要由滤袋、清灰装置和集尘装置等组成。在除尘过程中, 烟气通过滤袋, 颗粒物被滤袋拦截, 清洁气体则通过滤袋流出。随着时间的推移, 滤袋上的颗粒物积累, 导致阻力增加。因此, 需要定期对滤袋进行清灰, 以恢复其过滤性能。清灰过程通常采用机械振打、逆气流反吹或其他方式, 使滤袋上的颗粒物脱落。袋式除尘技术的优点在于其高除尘效率和对细颗粒物的良好去除效果。滤袋材质的选择对除尘效果和阻力有重要影响。常见的滤袋材质包括聚酯、聚丙烯、聚四氟乙烯等, 根据烟气温度、湿度、化学成分等工况条件选择合适的滤袋材质, 袋式除尘技术还具有低能耗、操作简便、维护成本低等优点。同时, 袋式除尘技术能够适应各种烟气流速和浓度的变化, 广泛应用于各种类型的火电厂锅炉烟气除尘。袋式除尘技术在实际应用中仍需关注一些问题。例如, 滤袋的更换周期和清灰方式的选择对除尘效果和运行成本有重要影响。对于高温、高湿、高腐蚀性的烟气条件, 需要采取特殊的防护措施, 以保证滤袋的使用寿命和除尘效果。

5 脱硫脱硝及烟气除尘一体化技术的创新研究

随着环保意识的日益增强, 火电厂的污染物排放受到了严格限制。为了满足这一需求, 脱硫脱硝及烟气除尘一体化技术成为了研究的热点。该技术旨在将脱硫、脱硝和除尘三个过程结合起来, 实现更高效、更经济的污染物控制。传统的脱硫脱硝及烟气除尘技术通常采用独立的设备和工艺流程, 不仅占地面积大, 而且投资成

本高。而一体化技术通过创新设计, 将多个过程集成在一个系统中, 大大简化了工艺流程, 降低了设备和运行成本。在一体化技术的研究中, 关键在于开发高效、稳定的吸收剂或催化剂。这些材料需具备良好的脱硫、脱硝和除尘性能, 能够在较低温度和压力下实现高效转化^[4]。同时, 这些材料还需具备较好的抗腐蚀、抗磨损性能, 以适应烟气中的各种杂质和恶劣环境。研究还涉及反应器的设计优化。如何合理布置反应器内的构件, 以提高烟气的流动性和均匀性, 进而提高反应效率, 是研究的重点。对于反应器的温度控制、压力损失等方面也需要进行深入研究, 以确保系统的稳定运行。除了技术层面的研究, 一体化技术的经济性评估也是不可忽视的一环。研究需综合考虑设备投资、运行成本、维护费用等多个方面, 以确定技术的实际应用价值。同时, 政策支持和市场需求也是推动一体化技术发展的重要因素。

结束语

火电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术的实施需要综合考虑各种因素, 包括吸收剂的选择、反应条件的控制、设备维护等。在实际应用中, 需要根据实际情况选择合适的工艺和技术方案, 以提高污染物的处理效率和经济性。未来技术的发展趋势可能包括新型吸收剂的开发、催化剂的性能优化以及一体化技术的深入研究等方向。这些技术的发展将有助于进一步提高火电厂锅炉污染物处理的效率和经济效益, 为我国的环保事业做出更大的贡献。

参考文献

- [1]张程.火电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术研究[J].中国设备工程,2022(09):208-210.
- [2]李小婷.火电厂锅炉烟气除尘技术探析[J].清洗世界,2019,35(11):7-8.
- [3]吴光远.火力发电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘的技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2019,(09):163.
- [4]陈新顺,张欢.火电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘的技术解析[J].山东工业技术,2019,(05):196.