

氨法脱硫烟气拖尾现象剖析与湿式电除尘应用效果及经济效益

赵二宝（宁夏紫光天化蛋氨酸有限责任公司，宁夏 中卫 755000）

摘要：我国燃煤电站和钢铁工业等大型设施在燃烧含硫煤过程中产生大量的二氧化硫（SO₂）等酸性物质的污染问题。根据国家生态环境部颁布的一系列相关政策标准，在火电行业中强制推行脱硫装置。湿式洗涤法作为一种高效的烟气脱硫技术已逐步成为脱除SO₂的主要方式，但湿法脱硫设备运行后也产生了大量“湿尾巴烟气”的问题。“湿尾烟气”不仅对周边环境造成影响，还导致能源消耗的上升、成本加大等负面影响。

关键词：氨法脱硫；烟气拖尾；现象剖析；湿式电除尘；应用效果；经济效益

0 引言

随着环保要求的日益严格，烟气脱硫脱硝技术已成为火电厂等行业的必要工艺。氨法脱硫技术以其高效的脱硫效果和良好的适用性被广泛应用。然而，在实际运行过程中，氨法脱硫烟气拖尾现象及除尘问题逐渐凸显，湿式电除尘技术作为一种有效的解决方案被引入。本文将对氨法脱硫烟气拖尾现象进行深入剖析，并探讨湿式电除尘技术的应用效果及经济效益。

1 氨法脱硫烟气拖尾现象剖析

氨法脱硫烟气拖尾现象是指在该脱硫工艺中，二氧化硫与氨水反应产生的硫酸铵液滴在脱硫装置出口未完全挥发而形成的白色烟雾。这种情况不仅干扰了排气视觉的清晰度，还有可能带来潜在的环境负面影响。拖尾现象通常由多种因素诱发，其中包括反应温度低导致液滴未能及时汽化、液气比较高致使脱硫浆液雾化效果不佳、硫酸铵结晶粒度过大无法快速干燥等多种因素共同作用的结果。要有效缓解或避免烟气拖尾问题，可以采取以下策略^[1]。

首先，在工艺参数上进行精细调控，提高反应器内的温度，并调整适宜的反应时间，使喷射到废气流中的脱硫剂能够得到更加彻底的利用和蒸发；其次，通过改善设备配置，采用更高效的液气分离技术和除湿装置，降低最终排出废气中的含水量，减小其湿度含量对能见度的影响；最后，通过化学添加剂或者调整工艺流程改变硫酸铵晶型大小，使得生成物颗粒更易于干燥蒸发，减少形成难以迅速消散的微小悬浮颗粒的可能性。以上这些措施需结合实际工况条件灵活运用，以取得最理想的应用效果，达到环境质量保护与生产经济双赢的目的。

2 湿式电除尘技术应用效果

湿式电除尘技术是一种高效的除尘技术，通过在电极间施加高电压形成电场，使烟气中的粉尘荷电并在电场力的作用下沉积在电极上。在氨法脱硫过程中，湿式电除尘技术可以有效去除烟气中的粉尘和残余的硫酸铵液滴，提高烟气排放质量。实际应用中，湿式电除尘技术具有以下优点：

2.1 提高除尘效率

高效除尘设备能够捕获微米级以上的粉尘颗粒，显著提升烟气排放质量。为了实现这一目标，通常采用一系列集成式的净化方法，包括使用静电除尘器、袋式除尘器或文丘里洗涤器等多种设备技术。静电除尘器可以利用高压直流电场捕捉烟气中的尘埃粒子；袋式除尘器则通过废气流过织物滤袋来过滤颗粒物；文丘里洗涤器则通过气体进入狭窄管口产生的高速喷射作用将粉尘吸收进液体，实现有效拦截。除了设备选择外，还需关注整体系统的设计与维护管理细节。

例如，合理设置烟道截面尺寸以确保适当的气流速度；定期清理除尘器内部沉积的颗粒，确保设备的高效率持续运行；实施严格的运行操作规程，以防止不必要的操作波动或设备老化造成性能衰退^[2]。采用智能传感器及控制系统可以对烟气流动情况实时监控并调整操作状态，保证各环节参数处于最优状态，以最大化地抑制微细颗粒物的逃逸，最终显著改进排放效果，减轻对周边大气环境的潜在负担。通过这些全面综合的方法，不仅可以大幅度降低粉尘浓度和排放总量，更能促进空气质量的有效改善与环保合规性达标，从而实现环境保护目标。

2.2 降低拖尾现象

去除残余的硫酸铵液滴可以显著地改善烟气处理效果,减轻拖尾现象,并减少环境污染。具体而言,这一过程中主要涉及了多个环节的优化。为了有效清除残留的硫酸铵液滴,首先需要提升除尘设备的效能。例如,改进湿式静电除尘器或增强袋式除尘器的工作性能,从而更加高效地拦截和捕集气流中的微小颗粒。在此基础上,引入先进的监测技术也是关键所在。比如,实时监控液滴大小和数量,以及使用数据驱动的方式优化工艺参数设置,以便实现更为精确的过程控制。在确保气液分离效率的前提下,还需考虑到后续烟道设计与改造的重要性,以防止未经处理的液滴重新进入空气流路径当中。同时,优化整个系统的操作策略也是不容忽视的一部分,通过对液滴发生源进行调整来减少液滴形成的可能性,例如适度增加进料的均匀性,以及减少湍流程度以抑制过多的喷射或喷雾现象。另外,在日常运营过程中应注重持续维护和定期检查各部分组件的状态及磨损程度,及时更换失效元件以保证整体系统的高效运行和长期稳定性。

2.3 节能降耗

与传统的干式电除尘相比,湿式电除尘技术展示了显著的技术优势,特别是在降低能耗和提高运行效率方面。干式电除尘器虽然在工业应用中有着广泛的使用历史,但其运行过程中会遇到一系列问题,包括较高的电力消耗、对细微颗粒物捕集能力不足以及设备维护需求较高等情况。相较之下,湿式电除尘系统在诸多领域展现出更大的优势。湿式电除尘技术通过引入液体介质,有效增强了对于气溶胶和超细粒子的收集效率。水或合适的溶液被喷洒进集尘板,不仅可以更充分地捕捉悬浮颗粒,而且通过液膜包裹和冲刷作用进一步提高净化效果,从而显著改善了排放标准。由于这种连续清洗机制消除了尘埃在表面的积聚现象,因而避免了干式系统因极板积灰而导致性能下降的风险。因此,在长时间连续运行中,湿式电除尘器维持稳定且高效的除尘效果显得更为可靠和可行^[2]。

此外,尽管湿式电除尘系统初期建设成本相对较高,但在长期运营期间却能体现出更低的能耗和运行维护成本。得益于先进的自动化控制技术以及低功耗的冲洗装置,在确保高质量环境控制同时实现能源节约成为可能。因此,采用湿式电除尘不仅提高了生产过程的安全性和清洁度水平,而且有助于企业达成绿色生产的目标,并符合日益严格的环境保护要求。这使得该技术逐渐成为

许多行业优选的污染控制方案之一,特别是在电力行业、化工工业、冶金加工等多个领域内。

3 经济效益分析

3.1 环保效益

提升烟气排放的质量以降低环境污染程度,是一项关键的环保措施。随着工业化、现代化的不断推进,工业废气成为环境污染的重要源头之一。污染物包括二氧化硫、氮氧化物、颗粒物以及其他多种有害气体和固体粒子,在排放到大气中之后不仅破坏空气品质,还影响人体健康,加剧酸雨问题和温室效应,对生态多样性产生负面影响。因此,强化环保政策,推动相关产业升级、改造和技术创新变得至关重要。政府和环保部门可以通过立法、制定行业准则、加大监督检查频度等方式加强执行。与此同时,对污染治理设备的投入是必不可少的。企业应当引进更为高效的处理设施,确保废气经过充分处理再释放至大气中,从而有效减少污染物的排放。比如采用湿式洗涤法除去烟气中的有害物质,通过袋式除尘器来捕捉尘粒,以及运用催化转换装置来净化气体中的氮氧化物等技术。

政府应该大力扶持风电、太阳能、地热能等多种可再生能源的研发和应用。鼓励企业减少使用煤炭作为主要能源,转而利用更加清洁、环保的燃料来源,例如天然气,同时积极推行节能降耗措施和技术。通过提高设备能源效率,改进生产工艺流程,降低单位产品能耗及排放量,进一步实现绿色发展目标。这些转变能够大幅减缓工业生产对于空气质量造成压力的趋势,并促进形成绿色可持续发展的经济体系。此外,开展科学研究和技术研发以发现新的解决方案同样具有重要价值^[3]。在这一过程中,不仅需注重技术研发阶段,而且还要重视成果转化与推广应用。通过科研项目引导高校及科研机构积极参与其中,并鼓励他们与工业企业进行合作交流与技术转化,使得更多具有前瞻性的治理技术和管理手段应用于实际生产环节,为整个产业链注入绿色新动能。

3.2 降低运营成本

湿式电除尘技术作为一种高效的烟气净化手段,不仅可以大幅度削减大气污染物排放量,还在一定程度上降低了企业运营成本,具备显著节能降耗的潜力。传统的电除尘技术尽管也能够一定程度上捕集粉尘,但它们的除尘率有限,且能耗相对较高。相比之下,湿式电除尘系统能够实现更高效、更全面的颗粒物分离。这种技术的核心原理在于采用高压电离气体,

并在电场作用下捕捉颗粒物，随后借助水雾冲洗将其洗掉，最终落入集液区进行回收或后续处理。这不仅确保高效率的烟气净化效果，而且因为无需复杂的机械振动清理装置，大大减少了维护成本和时间成本，同时延长了系统的使用寿命。此外，相较于其他类型的除尘器，湿式电除尘在处理细颗粒物和粘性颗粒物时表现更加优异，适用于燃煤电站、垃圾焚烧、冶金等多个行业的大气污染治理工作。

湿式电除尘还有助于改善大气质量和周边生态环境，为企业塑造正面社会形象、满足日益严格的环保标准提供坚实基础。企业在享受技术所带来的直接减排效益的同时，实际上还避免了一系列可能由于超标排放而导致的法律责任和罚款。特别是在节能减排已经成为全球共识的情况下，采用这类先进技术更是彰显了企业在承担社会责任方面的担当与决心。它不仅符合我国《关于加强污染源防治工作的指导意见》中提出的节能减排任务需求，同时也是实现绿色可持续发展的的重要举措之一^[4]。因此，在投资环保设施和寻求长期经济效益的过程中，推广并采用湿式电除尘系统无疑是企业优化工艺流程、推动节能减排行动的一个优秀范例。

3.3 设备寿命延长

去除烟气中的粉尘和腐蚀性物质能够大幅度提升设备的工作效能和使用寿命。粉尘及腐蚀性物质的存在是工业过程中的一大困扰，尤其是对于高温烟气处理设备。当这些颗粒和酸性物质沉积于金属表面上时，会引起设备内部的强烈磨损，进而造成严重的腐蚀。腐蚀和磨损对机械部件的影响包括缩短部件的寿命，并使它们失去原有功能和精度。通过有效清除粉尘和有害物质，可以减轻机械应力，降低故障风险，提高设备的耐用度和效率。这不仅减少了昂贵更换和维修工作的需要，同时提高了生产线整体运营稳定性。进一步来看，采用先进技术与材料来捕集并净化烟气显得尤为重要。例如使用高效过滤系统捕捉烟气中的细微粉尘、选用防腐涂层材料来抵御硫化物及其他酸性化合物等策略，可显著减少腐蚀的发生概率。这样的做法还能降低维护频率，使得生产流程更为顺畅。再则，去除烟气污染物对于实现环境保护的目标也具有积极影响。它有助于减少大气中悬浮粒子的释放，改善空气质量以及保护人类的健康，促进可持续发展的工业实践。通过实施高效的烟气管理策略，企业在履行环保责任的同时，也在经济和环境两个层面上获得

收益，达到一种双赢的结果。

3.4 提高企业形象

湿式电除尘技术是近年来环保领域的一大进展，相较于传统除尘方式具有显著的优势。首先，它能极大地提高对粉尘、烟雾和细小颗粒的净化效果，尤其对于微米级乃至亚微米级的颗粒物有着出色的捕捉能力，满足当前日益严格的排放标准。这有效减少了对大气造成的污染，还显著提升了周围居民的生活质量。此外，采用湿式电除尘技术还可以明显降低烟尘排放，减少对环境的危害程度。相比干式电除尘器，湿式电除尘系统由于引入了水作为媒介参与除尘过程，在粉尘凝固、吸收和冲洗等环节表现更为优秀，从而确保更低的尘粒排放浓度。这一改进在很大程度上避免了静电积灰、设备结垢的问题，提升了系统的可靠性和稳定性，降低了因频繁停机检修所带来的生产中断和经济损失，为实现连续、稳定生产和经营打下良好基础。运用湿式电除尘装置的企业在社会形象方面会显著增强。这种举措展示了企业对生态环境和社会公众健康的重视以及强烈的社会责任感。特别是在环保政策日趋严格和市场对绿色可持续发展需求增大的背景下，采取积极措施控制和治理污染成为一种商业战略。良好的环保记录不但增强了消费者信心，提升了品牌的认可度和市场口碑；而且有利于企业构建负责任的企业形象，吸引更多志同道合的合作商和投资者，进而推动企业在激烈的市场竞争中赢得更多机会。

4 结论

氨法脱硫烟气拖尾现象是氨法脱硫过程中需要关注的问题。通过采用湿式电除尘技术，可以有效去除烟气中的粉尘和残余的硫酸铵液滴，提高烟气排放质量，防止拖尾现象的发生。同时，湿式电除尘技术还具有节能降耗、降低运营成本、延长设备寿命等优点，具有良好的经济效益。因此，推广湿式电除尘技术在氨法脱硫中的应用具有重要意义。

参考文献：

- [1] 张兵. 氨法烟气脱硫工艺分析 [J]. 燃料与化工, 2017(1):37-40.
- [2] 徐亚琳, 刘新亚, 殷李国, 等. 氨法烟气脱硫副产物硫酸铵蒸发结晶实验研究 [J]. 应用化工. 2016(11):10.
- [3] 陈竹君, 黄超, 李海峰, 等. 实心锥喷嘴喷淋塔脱除硫化氢性能初探 [J]. 山东化工. 2015(13):158-162.
- [4] 袁凤慧, 张洋洋, 段艳慧. 湿式氨法烟气脱硫系统中除雾器的改造 [J]. 河南化工. 2015(04):54-55.