

火电厂除尘技术优化的研究

朱俊龙, 范婉坤, 邱艺雄

广州粤能电力科技开发有限公司 广东广州

【摘要】静电布袋复合除尘器研究方向有开发智能控制系统, 利用人工智能技术对除尘系统进行实时优化调整; 研究不同煤种和工况条件下除尘系统的优化运行策略; 评估静电-布袋复合除尘技术在其他工业领域的应用潜力和效果; 探索新的除尘技术和材料, 进一步提高除尘效率和降低运行成本。通过这些研究, 可以为工业除尘技术的发展提供更多的科学依据和技术支持, 推动环境保护和可持续发展目标的实现。

【关键词】火电厂; 除尘技术; 优化

【收稿日期】2024 年 8 月 16 日 **【出刊日期】**2024 年 9 月 28 日 **【DOI】**10.12208/j.jer.20240042

Research on optimization of dust removal technology in thermal power plants

Junlong Zhu, Wankun Fan, Yixiong Qiu

Guangzhou Yueneng Electric Power Technology Development Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong

【Abstract】The research directions of electrostatic bag composite dust collector include developing intelligent control systems, using artificial intelligence technology to optimize and adjust the dust removal system in real time; studying the optimization operation strategy of the dust removal system under different coal types and working conditions; evaluating the application potential and effect of electrostatic-bag composite dust removal technology in other industrial fields; exploring new dust removal technologies and materials to further improve dust removal efficiency and reduce operating costs. Through these studies, more scientific basis and technical support can be provided for the development of industrial dust removal technology, and the realization of environmental protection and sustainable development goals can be promoted.

【Keywords】Thermal power plant; Dust removal technology; Optimization

1 引言

1.1 研究背景

火电厂作为我国电力供应的主要来源之一, 其运行过程中产生的粉尘排放对大气环境质量造成了严重影响。随着国家对环境保护要求的不断提升, 特别是对工业排放标准的严格规定, 火电厂的粉尘排放控制面临着更高的要求。火电厂在燃煤过程中会产生大量的粉尘, 这些粉尘不仅对环境造成污染, 还对人类健康构成威胁。因此, 如何有效地控制火电厂的粉尘排放, 成为当前环境保护和公共健康领域的重要课题。

在过去, 火电厂主要采用高压静电除尘器和布袋除尘器来减少粉尘排放。高压静电除尘器利用高压电场使粉尘颗粒带电, 然后通过电场力的作用将其捕获。这种技术对较大颗粒的粉尘具有较好的去

除效果, 但对于超细颗粒(粒径在 $0.2\sim 0.5\mu\text{m}$ 之间的颗粒), 其除尘效果较差。布袋除尘器则通过滤袋捕捉粉尘, 能够有效地去除细微颗粒, 但其运行阻力大, 维护成本高, 尤其是在处理高湿度或高温烟气时, 滤袋容易受损, 影响使用寿命和除尘效果。

1.2 研究意义

针对传统除尘技术的不足, 开发和优化新的除尘技术, 不仅有助于火电厂达到国家新的排放标准, 还能显著降低对环境的污染, 提升周边居民的生活质量^[1]。此外, 新技术的应用还可以提高火电厂的运行效率, 减少维护成本, 从而在经济效益和环境保护之间找到平衡点。

通过技术创新和优化, 可以在确保电力供应的同时, 最大限度地减少对环境的影响, 实现可持续发展目标。

2 火电厂主要除尘技术分析

2.1 静电除尘技术

静电除尘技术利用高压电场使烟气中的粉尘颗粒带电, 带电颗粒在电场力的作用下被吸附到收集板上, 从而实现粉尘与烟气的分离。这种技术具有除尘效率高、维护费用低的特点, 但其对细颗粒物的去除效果较差, 且设备初投资较大。静电除尘器的主要优点包括: ①除尘效率高, 可达 99% 以上; ②烟气通过设备的压力损失低, 一般大约只有几十毫米水柱; ③可以适用较广的温度范围; ④对于亚微米粒子和粗粒子的除尘效率高; ⑤如果运行得当, 需要的维护量少。

然而, 静电除尘技术也存在一些明显的缺点。首先, 锅炉工况和负荷的变化等影响其净化效率, 从而导致排放的不稳定。其次, 除尘效率受粉尘的比电阻影响大, 也就是说, 煤质的不同与改变会影响其效率。第三, 维修时, 需要停止设备运行, 这对电厂的正常运营会造成一定的影响。

2.2 布袋除尘技术

布袋除尘技术通过纤维滤袋捕捉通过滤袋的含尘气体中的粉尘颗粒。粉尘被滤袋拦截, 清灰机制定期清除滤袋上的积灰。这种技术对细颗粒物的去除效果非常好, 且不受粉尘比电阻的影响, 但运行阻力较大, 滤袋需要定期更换, 维护成本较高。布袋除尘器的优点包括: ①除尘效率很高, 可以达到 99.99% 以上; ②对煤种变化不敏感, 粉尘特性对排放浓度的影响不大; ③系统简单, 内部没有复杂结构, 投资小^[2]。

布袋除尘器的缺点主要体现在以下几个方面:

①运行阻力大、上升快, 一般为 1700Pa, 导致运行费用高; ②不适宜高温下运行, 一般要求运行温度 $\leq 190^{\circ}\text{C}$; ③滤袋是有使用寿命的, 通常更换周期为 1 年半左右, 煤质长期不好的不仅会进一步缩减其使用寿命, 还会增大除尘器阻力、烟风系统压差, 增加系统电耗。

2.3 静电-布袋复合除尘技术

静电-布袋复合除尘技术结合了静电除尘和布袋除尘的优势。在同一设备中, 先通过静电除尘部分去除大部分粉尘, 减少进入布袋除尘部分的粉尘负荷, 进而降低布袋的堵塞和更换频率, 提高整体除尘效率, 降低运行成本。这种技术不仅提高了对

细颗粒物的捕集效率, 还显著延长了滤袋的使用寿命, 减少了维护工作量。静电-布袋复合除尘器作为一种新型的除尘器, 它结合了上述两种除尘器的优点, 弥补了两者的不足, 取长补短, 应用空间非常大。

3 静电-布袋复合除尘技术的应用研究

3.1 技术原理

静电-布袋复合除尘技术的工作原理是在除尘器内部设置静电除尘和布袋除尘两个阶段。首先, 含尘气体通过静电除尘区, 利用静电吸附原理去除大部分粉尘, 尤其是较粗的粉尘颗粒。随后, 气体进入布袋除尘区, 此处通过滤袋捕捉残余的细粉尘。由于经过静电除尘区的预处理, 进入布袋区的粉尘量显著减少, 这有效降低了布袋的过滤负荷和清灰频率, 从而延长了滤袋的使用寿命并降低了维护成本^[3]。

具体来说, 静电除尘区的工作原理是在一对电极之间施加一定的高压直流电形成电场, 在两极间产生电晕放电; 当含尘气体流过该空间时, 在电晕放电电极的窄小区域内气体分子被电离而离子化; 正离子向电晕极运动而被中和, 负离子在向沉淀极的运动过程中撞击粉尘粒子而使其荷电, 荷电粒子在电场作用下向沉淀极运动, 黏附在沉淀极上失去电荷而被收集; 用振打的方法, 使粉尘自沉淀极上落下, 然后被收集并输走。

布袋除尘区则利用纤维滤袋捕捉通过滤袋的含尘气体中的粉尘颗粒。粉尘被滤袋拦截, 清灰机制定期清除滤袋上的积灰。通过这种两级除尘技术, 静电-布袋复合除尘器不仅提高了除尘效率, 还显著降低了运行和维护成本。

3.2 案例分析

以某 600MW 火电机组为例, 该电厂采用了静电-布袋复合除尘技术进行烟气处理。实施后, 除尘效率显著提高, 粉尘排放浓度稳定在远低于国家标准的水平。同时, 由于布袋的更换周期延长, 维护成本也有所下降, 显示出该技术在实际应用中的优越性。

在实际运行测试中, 该电厂的静电-布袋复合除尘设备表现出色。通过对设备运行参数的详细分析, 发现影响除尘效率的因素主要包括烟气流速、静电场的电压和电流、滤袋的材料和清灰周期等。针对

这些因素, 提出了相应的改进措施, 如优化电场参数、选择合适的滤袋材料和调整清灰周期等。这些改进措施的实施进一步提高了除尘效率, 确保了设备的稳定运行。

4 除尘效率的影响因素及改进措施

4.1 影响除尘效率的因素

在静电-布袋复合除尘技术中, 除尘效率受多种因素影响, 主要包括烟气流速、静电场的电压和电流、滤袋的材料和清灰周期等。例如, 烟气流速过快会导致粉尘颗粒未能充分接触电场和滤袋, 从而降低除尘效率^[4]。此外, 静电场的强度和稳定性直接影响粉尘的荷电效果, 而滤袋的选择则关系到细颗粒物的捕集能力和清灰的难易程度。

具体来说, 静电除尘单元和布袋除尘单元之间的结合形式、烟气分配的均匀性、供电条件和电极配置结构的优化、布袋除尘单元的参数选择以及燃煤电厂锅炉烟气特性等, 都是影响除尘效率的重要因素。这些因素需要在设计和运行过程中进行充分考虑和优化, 以确保除尘系统的高效稳定运行。

4.2 提高除尘效率的改进措施

为提高除尘效率, 可以采取以下改进措施: 优化电场参数, 如调整电压和电流以增强静电吸附效果; 选择合适的滤袋材料, 以提高对细颗粒物的捕集效率; 调整清灰周期, 确保滤袋保持良好状态, 避免因滤袋堵塞而影响除尘效果。此外, 还可以通过改进静电除尘单元和布袋除尘单元的结合形式, 优化烟气流场分布, 确保烟气在两个除尘单元中均匀分布, 从而提高整体除尘效率^[5]。

在具体实施过程中, 可以通过建立静电布袋复合除尘器的控制与运行模式, 针对燃煤电厂锅炉烟气特性进行优化。例如, 可以根据进入布袋除尘单元烟气的粉尘浓度、粒度选择气布比, 确定喷吹压力、清灰周期、脉冲宽度等参数。同时, 还需要对除尘器的监测与控制系统进行开发, 包括清灰系统的监测与控制、温度的监测与控制、出口粉尘浓度的监测和含氧量的监测等, 以确保除尘系统的高效稳定运行。

5 现场试验与结果讨论

5.1 试验设置

在某火电厂进行现场试验, 试验包括对不同负荷条件下的静电-布袋复合除尘系统进行参数调整

和性能测试。通过改变电场强度、滤袋类型和清灰频率等, 评估这些变化对除尘效率的影响。

具体试验设置包括: 在不同负荷条件下, 调整电场电压和电流, 观察除尘效率的变化; 更换不同材料的滤袋, 评估其对细颗粒物捕集效率和清灰效果的影响; 调整清灰周期, 测试其对滤袋状态和除尘效果的影响。通过这些试验, 可以全面评估不同参数设置对除尘系统性能的影响, 为优化运行提供科学依据。

5.2 结果分析

试验数据表明, 通过优化电场强度和滤袋选择, 除尘效率得到了显著提升。特别是在处理细微粉尘方面, 改进措施后的系统表现更加优异。此外, 合理调整清灰频率不仅保证了除尘效果, 还有效延长了滤袋的使用寿命, 减少了维护次数和成本。

具体来说, 通过调整电场电压和电流, 增强了静电吸附效果, 提高了除尘效率; 通过选择合适的滤袋材料, 增强了滤袋对细颗粒物的捕集能力, 并延长了滤袋使用寿命; 通过调整清灰周期, 确保了滤袋的良好状态, 避免了因滤袋堵塞而影响除尘效果。这些改进措施的实施显著提高了除尘系统的整体性能。

5.3 改进措施的实际应用效果

在现场试验中应用的改进措施显示, 静电-布袋复合除尘技术在实际运行中能够稳定维持高除尘效率, 同时降低了运行和维护成本。这些成果表明, 该技术具有良好的应用前景, 可以为火电厂提供有效的粉尘排放控制解决方案。

通过优化电场参数、选择合适的滤袋材料和调整清灰周期等改进措施, 静电-布袋复合除尘技术不仅提高了除尘效率, 还降低了运行和维护成本。这些改进措施的实施为火电厂提供了有效的粉尘排放控制解决方案, 具有良好的应用前景。

6 结论与展望

6.1 研究成果总结

本研究通过分析静电-布袋复合除尘技术的工作原理及其在实际应用中的表现, 验证了该技术在提高除尘效率和降低运营成本方面的优势。通过优化关键运行参数, 如电场强度和滤袋类型, 显著提升了除尘系统的性能。

具体研究成果包括: 通过优化电场参数, 提高

了静电吸附效果, 增强了除尘效率; 通过选择合适的滤袋材料, 延长了滤袋使用寿命, 减少了维护成本; 通过调整清灰周期, 确保了滤袋的良好状态, 避免了因滤袋堵塞而影响除尘效果。这些研究成果为火电厂除尘技术的实际应用提供了科学依据和技术支持。

6.2 对未来研究方向的建议

未来研究可以包括以下几个方面: 开发智能控制系统, 利用人工智能技术对除尘系统进行实时优化调整; 研究不同煤种和工况条件下除尘系统的优化运行策略; 评估静电-布袋复合除尘技术在其他工业领域的应用潜力和效果; 探索新的除尘技术和材料, 进一步提高除尘效率和降低运行成本。通过这些研究, 可以为工业除尘技术的发展提供更多的科学依据和技术支持, 推动环境保护和可持续发展目标的实现。

参考文献

- [1] 谢珊珊. 电袋复合除尘器在电厂除尘增效改造的实际应用[J]. 中国新技术新产品,2023,14:79-81
- [2] 刘军峰,1000MW 火力发电厂电袋除尘器精细化调整探讨[J].河南电力,2024,01:41-44
- [3] 肖华生. 关于电厂电袋除尘器控制系统节能改造应用研究[J]. 新型工业化,2020,10:169-170
- [4] 杨宏刚;姚蕾;孟晓静. 旋风-滤板一体式除尘器性能优化数值研究[J]. 工业安全与环保,2023,03:102-106
- [5] 王鹏亮;金鼎铭;邱希望. 除尘器进风口气流分布研究和优化分析[J]. 风机技术,2022,01:5-9

版权声明: ©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

