

火力发电厂除灰脱硫设备优化措施研究

张艳宾 杨永强

内蒙古上都发电有限责任公司 内蒙古 锡林郭勒盟 027200

摘要：随着环保要求的日益严苛，火力发电厂在实现高效发电的同时，还需高度重视污染物排放问题。本文聚焦火力发电厂除灰脱硫设备，开篇阐述设备及系统的基本情况。接着深入分析其在运行时出现的设备老化磨损、运行效率欠佳、能耗偏大、自动化程度不高以及环保要求和设备性能冲突等问题。随后，从多维度提出优化方案，包括技术革新，像运用高效除灰技术、升级脱硫技术并引入智能控制技术；更新除灰和脱硫设备；优化运行管理，如调节参数、强化维护、培训人员；整合系统，实现一体化设计与协同运行；构建监测评估体系，进行实时监测与定期评估改进，以此提升设备效能。

关键词：火力发电厂；除灰脱硫；设备优化；措施研究

引言：在环保标准日趋严苛的当下，火力发电厂除灰脱硫设备肩负着重大使命。其运行状况直接关联到电厂的稳定生产，同时对生态环境有着不可忽视的作用。但目前，该设备在实际运作中问题频出，像老旧设备的磨损、运行效率的低下、能源消耗的居高不下，以及自动化水平难以满足需求等。这些问题不仅阻碍了设备的平稳运行，还使得运营成本攀升，环保压力增大。所以，对除灰脱硫设备展开优化研究刻不容缓，这是达成节能减排、提升生产效能与环保质量的关键路径。

1 火力发电厂除灰脱硫设备及系统概述

在火力发电厂中，除灰脱硫设备及系统是保障生产环保与高效运行的关键组成部分。除灰设备主要用于处理燃煤燃烧后产生的灰渣，常见的有机械除灰设备和气力除灰设备。机械除灰依靠刮板、螺旋等机械装置将灰渣输送出去，而气力除灰则利用空气作为输送介质，通过管道将灰渣送至储存地点，具有输送距离远、占地少等优势。脱硫设备旨在脱除烟气中的二氧化硫，常见的有石灰石-石膏湿法脱硫系统。其工作原理是利用石灰石浆液与烟气在吸收塔内充分接触，二氧化硫与浆液发生化学反应，生成亚硫酸钙，再经氧化形成石膏，从而实现脱硫。整个除灰脱硫系统具有复杂性和关联性。各设备协同运作，除灰系统保障燃烧后的灰渣及时处理，避免堆积影响生产；脱硫系统则确保排放的烟气符合环保标准。它们相互配合，共同维护火力发电厂的稳定运行，在满足生产需求的同时，降低对环境的污染，是火力发电厂可持续发展不可或缺的环节^[1]。

2 火力发电厂除灰脱硫设备运行中存在的问题

2.1 设备老化与磨损

火力发电厂的除灰脱硫设备长期处于恶劣的工作环

境中，如高温、高湿、强腐蚀等，导致设备老化与磨损问题严重。部分早期投入使用的设备，经过多年连续运转，关键部件磨损严重，像除灰设备的刮板、螺旋叶片，以及脱硫设备吸收塔内的喷淋装置等。这些部件磨损后，不仅影响设备的正常运行，还可能引发故障，导致停机维修，增加维护成本和生产损失。同时，老化的设备难以适应新技术的升级改造，限制了设备性能的提升。

2.2 运行效率低下

当前部分火力发电厂的除灰脱硫设备运行效率无法满足生产需求。除灰方面，一些机械除灰设备输送能力有限，在灰渣量大时，无法及时将其输送出去，造成灰渣堆积。脱硫设备也存在类似问题，如部分脱硫塔内气液接触不充分，导致二氧化硫脱除效率低，不能稳定达到环保要求的脱硫指标。此外，设备之间的协同配合不佳，也会降低整个系统的运行效率，使得除灰脱硫过程耗时较长，影响发电厂的整体生产节奏。

2.3 能耗较高

火力发电厂除灰脱硫设备能耗较高，这主要体现在多个方面。一方面，部分设备设计不合理，在运行过程中需要消耗大量的电能或其他能源。另一方面，设备老化和运行效率低下也间接导致能耗增加。老化设备运行时需要更多的能量来维持运转，而低效率运行意味着需要更长时间完成相同任务，从而消耗更多能源，增加了发电厂的运营成本。

2.4 自动化水平较低

许多火力发电厂的除灰脱硫设备自动化水平仍处于较低层次。在设备运行过程中，大量操作依赖人工完成，如除灰设备的启停、脱硫设备的参数调整等。人工操作不仅容易出现误差，而且响应速度慢，无法及时根

据工况变化进行精确控制。此外，自动化监测系统不完善，不能实时全面地监测设备的运行状态，难以及时发现潜在故障隐患。这不仅影响设备的运行稳定性，还增加了人工巡检和维护的工作量，降低了生产效率。

2.5 环保要求与设备性能的矛盾

随着环保标准日益严格，对火力发电厂除灰脱硫的要求也越来越高。然而，现有的部分除灰脱硫设备性能难以满足这些新要求。同时，为满足环保要求进行的设备改造，可能会受到设备原有结构和空间的限制，导致改造难度大、成本高，进一步加剧了环保要求与设备性能之间的矛盾^[2]。

3 火力发电厂除灰脱硫设备优化措施

3.1 技术改进

3.1.1 高效除灰技术应用

在火力发电厂中，传统除灰技术效率较低，难以满足日益增长的环保要求。引入高效除灰技术是关键优化措施。同时，袋式除尘器也值得推广，通过纤维滤袋过滤含尘气体，对粒径微小的粉尘有极高的去除率，能有效降低飞灰排放浓度，提高电厂的清洁生产水平，减少对周边环境的污染，且维护成本相对较低，使用寿命长，为电厂稳定运行提供保障。

3.1.2 脱硫技术升级

脱硫技术升级是减少二氧化硫排放的核心。可将传统的石灰石-石膏湿法脱硫技术进行改良，优化吸收塔结构，提高气液接触面积和反应效率，降低钙硫比，减少脱硫剂消耗。此外，新型的海水脱硫技术也具有独特优势，利用海水的天然碱性吸收二氧化硫，反应产物可直接排入大海，无二次污染，且工艺简单、成本低。还有电子束脱硫技术，通过高能电子束照射使二氧化硫转化为硫酸铵等副产品，不仅实现脱硫，还能回收资源，变废为宝，为电厂带来额外经济效益，助力电厂绿色可持续发展。

3.1.3 智能控制技术引入

智能控制技术的引入为除灰脱硫设备运行带来变革。借助传感器实时监测设备运行参数，如温度、压力、流量等，再通过自动化控制系统，依据设定程序自动调整设备运行状态。当除灰设备灰量增加，自动调节除灰频率。利用人工智能算法对设备运行数据进行分析，预测设备故障隐患，提前安排维护，减少设备停机时间，提高设备可靠性和运行效率，降低人力成本，实现电厂精细化管理，提升整体竞争力。

3.2 设备更新

3.2.1 除灰设备更新

传统的除灰设备在长期运行后，性能逐渐下降，难以满足当下环保及生产效率的要求。因此，对除灰设备进行更新迫在眉睫。可以将老旧的刮板输送机更换为新型的螺旋输送机，其具有密封性好、输送效率高的特点，能有效减少灰尘外溢，降低环境污染，同时提高除灰工作的效率。此外，更新灰斗也是重要举措，采用容积更大、结构更合理的灰斗，能减少清灰次数，降低劳动强度。还有将传统的单级除灰泵升级为多级离心泵，其强大的扬程和流量可以更好地应对大灰量的输送，保障除灰系统的稳定运行，为整个火力发电过程提供坚实基础，减少因除灰问题导致的停机风险。

3.2.2 脱硫设备更新

脱硫设备的更新是降低二氧化硫排放、提升脱硫效果的重要手段。首先，可将早期的喷淋塔更新为高效的托盘塔。托盘塔在塔内增设了托盘装置，使气液分布更加均匀，大大提高了脱硫效率，能更有效地去除烟气中的二氧化硫。其次，更新循环泵，选用新型节能泵，其不仅能提供更稳定的浆液循环量，而且能耗更低，在提升脱硫效果的同时降低了运行成本。再者，更换除雾器，采用高效屋脊式除雾器替代传统的平板式除雾器，它能更高效地去除烟气中携带的液滴，减少后续设备的腐蚀和结垢问题，延长设备使用寿命，保障脱硫系统的长期稳定运行，助力电厂达到更严格的环保排放标准^[3]。

3.3 运行管理优化

3.3.1 优化运行参数

优化运行参数是保障除灰脱硫设备高效稳定运行的关键。对于除灰系统，要根据锅炉负荷、燃煤种类实时调整除灰设备的运行频率和出力。在脱硫系统中，需精确控制吸收塔的浆液pH值、液气比等参数。pH值一般控制在5.0-5.8之间，保证脱硫剂与二氧化硫充分反应；合理调整液气比，在满足脱硫效率的前提下，降低能耗。通过在线监测系统，实时采集数据并反馈给控制系统，自动优化参数，使设备始终处于最佳运行状态，提高脱硫除灰效果，降低运行成本。

3.3.2 加强设备维护

设备维护是延长设备使用寿命、保障设备稳定运行的重要环节。建立定期巡检制度，对除灰脱硫设备进行全面检查，包括设备的机械部件、电气系统、管道连接等，及时发现磨损、松动、腐蚀等问题并处理。同时，制定科学的设备保养计划，如定期给设备添加润滑油、清洁过滤器等。此外，储备必要的备品备件，以便在设备突发故障时能迅速更换，减少停机时间，确保整个火力发电生产过程不受影响。

3.3.3 人员培训与管理

人员是设备运行管理的核心，加强人员培训与管理至关重要。定期组织操作人员参加专业技能培训，学习新的除灰脱硫技术、设备操作规范和故障处理方法，提高其业务水平。加强安全意识培训，提高员工对安全生产重要性的认识，严格遵守操作规程，避免因人为操作失误引发安全事故。同时，建立完善的绩效考核制度，将设备运行效率、维护质量等指标与员工绩效挂钩，激励员工积极履行职责，提高工作积极性和责任心，为设备的稳定运行提供人力保障。

3.4 系统整合与优化

3.4.1 除灰脱硫系统一体化设计

传统的除灰和脱硫系统各自独立运行，存在设备占地面积大、运行管理复杂等问题。进行除灰脱硫系统一体化设计，能够有效改善这些状况。通过将除灰和脱硫的工艺流程进行整合，共享部分设备与资源，可大幅减少设备投资和占地面积。例如，在烟气处理流程中，设计一套综合的预处理装置，使烟气先经过初步净化，去除大部分粉尘后再进入脱硫塔，这样既减轻了脱硫塔负担，又提高了除灰效率。同时，采用统一的控制系统，对除灰和脱硫设备进行集中监控与管理，实现参数的协同调整，让整个系统的运行更加流畅高效，降低运维成本，提升电厂的整体经济效益。

3.4.2 与其他系统的协同运行

除灰脱硫系统并非孤立存在，与其他系统的协同运行对电厂的稳定运行至关重要。与发电系统协同，根据发电负荷的变化及时调整除灰脱硫设备的运行参数。当发电负荷增加，锅炉产生的烟气量和污染物增多，除灰脱硫系统自动加大处理力度，确保污染物达标排放。与水处理系统协同，将脱硫废水处理产生的中水用于除灰系统的补水，实现水资源的循环利用，减少新鲜水的消耗。此外，与电气系统协同，优化设备的用电分配，在保障设备正常运行的前提下，降低能耗。通过各系统之间的紧密配合，形成一个有机的整体，提高电厂的能源利用效率，促进火力发电厂的绿色、高效生产。

3.5 监测与评估体系建设

3.5.1 建立实时监测系统

建立实时监测系统是保障除灰脱硫设备稳定运行的重要手段。在设备关键部位安装各类传感器，如压力传

感器、温度传感器、浓度传感器等，对设备运行参数和污染物排放指标进行24小时不间断监测。例如，通过压力传感器监测除灰管道内的压力，确保灰渣输送顺畅，一旦压力异常波动，及时发出警报，以便工作人员排查管道堵塞或设备故障。利用二氧化硫浓度传感器实时掌握脱硫后烟气中的二氧化硫含量，严格把控排放指标，确保符合环保要求。同时，将所有监测数据通过网络传输到中央控制系统，以直观的图表形式展示，方便操作人员随时了解设备运行状态，实现对除灰脱硫过程的精准监控，及时发现并解决潜在问题。

3.5.2 定期评估与改进

定期对除灰脱硫设备及系统进行评估，是持续优化的关键。制定详细的评估计划，每月或每季度对设备运行数据进行深度分析，评估设备的运行效率、能耗水平、脱硫除灰效果等。例如，计算脱硫系统的钙硫比，判断脱硫剂的利用效率，若发现钙硫比过高，分析原因并调整运行参数或设备状态。同时，结合环保标准的更新和技术发展，对系统进行全面评估，找出存在的差距和不足。根据评估结果，制定针对性的改进措施，如优化设备操作流程、进行技术改造等^[4]。

结束语

综上所述，火力发电厂除灰脱硫设备优化通过技术改进、设备更新、运行管理优化、系统整合以及监测评估体系建设等多方面措施协同推进。这些措施不仅能有效降低污染物排放，满足日益严格的环保要求，还能提高设备运行效率，降低成本，提升电厂经济效益。随着环保技术的不断发展，持续探索和应用更先进的优化措施，将是火力发电厂实现绿色、可持续发展的必由之路，助力电力行业迈向更加清洁高效的未来。

参考文献

- [1]刘生璐.燃煤火力发电厂除灰脱硫设备优化措施研究[J].设备管理与维修,2022(06):24-25.
- [2]徐延千.650MW机组除灰脱硫设备改造分析[J].集成电路应用,2022,37(11):180-181.
- [3]杜衡.600MW机组除灰脱硫设备改造及运行优化研究[J].化工管理,2022(14):148-149.
- [4]吴柱柱.600MW机组除灰脱硫设备改造及运行优化[J].化工管理,2023(18):230.