

浅谈如何提升火电厂的节能减排水平

付育强

国能神皖马鞍山发电有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i2.7726

[摘要] 火力发电厂是能源消耗和污染排放的主要来源, 节能减排对于缓解资源紧张、改善环境质量和提高经济效益具有重要意义。本文系统分析了火电厂高能耗的原因, 包括送风机入口温度低、锅炉内结垢、烟道和炉膛密闭性差及凝汽器运行状态不佳等问题, 并提出了强化节能减排意识、优化燃料管理、发展大容量机组、建设脱硫工程和建立水循环利用系统等有效策略。这些措施旨在实现火电厂的清洁生产和可持续发展, 为能源行业的绿色转型提供科学依据和实践指导。

[关键词] 火电厂; 节能减排; 大容量机组; 水循环利用

How to improve the level of energy saving and emission reduction of thermal power plants

Fu Yuqiang

Ma'Anshan Power Generation Co., LTD.

[Abstract] Coal-fired power plants are the main sources of energy consumption and pollution emission. Energy conservation and emission reduction are of great significance to alleviating resource tension, improving environmental quality and improving economic benefits. This paper systematically analyzes the causes of the high energy consumption of thermal power plant, including the blower inlet temperature, boiler scaling, flue and furnace airtightness and condenser running condition, and put forward the consciousness of energy conservation and emissions reduction, optimize fuel management, development of large capacity unit, construction of desulfurization engineering and establish water recycling system. These measures are designed to achieve clean production and sustainable development of thermal power plants, and provide scientific basis and practical guidance for the green transformation of the energy industry.

[Key words] thermal power plant; energy saving and emission reduction; large capacity unit; water recycling

随着能源需求的持续增长和环境问题的日益严重, 火力发电厂面临着巨大的节能减排压力。作为传统能源利用的核心领域, 火电厂长期以来以高能耗和高污染的形象存在, 给资源供给、生态环境和企业发展带来了多重挑战。近年来, 绿色发展理念的深入推进和环保政策的日益严格, 促使火电企业加快转型升级, 探索节能减排的新路径。本文基于火电厂节能减排的重要性和现实需求, 结合实际运行中存在的问题, 提出了包括技术优化、设备升级和管理改进在内的综合解决方案, 以期为实现低碳高效的火电厂运行提供理论支撑和实践参考。

1. 火电厂节能减排的意义

火力发电厂是能源消耗和二氧化碳排放的主要来源之一, 传统燃煤火电厂不仅对能源资源造成了巨大压力, 还对环境带来了严峻的挑战。节能减排的意义主要体现在三个方面: 首先, 节能减排能够有效降低能源消耗, 提高燃料的利用效率, 从而减少煤炭等传统能源的需求, 缓解资源紧张的问题; 其次, 减少有害气体的排放, 如二氧化碳、氮氧化物和硫氧

化物, 有助于改善空气质量, 减缓气候变化, 保护生态环境; 最后, 节能减排有助于提升火电厂的经济效益。通过采用先进的技术和设备, 降低运行成本, 提高机组效率, 不仅能实现可持续发展, 还能提升企业的竞争力。因此, 推动火电厂节能减排已成为能源行业的必然趋势, 关系到经济、环境和社会的可持续发展。

2. 火力发电厂节能减排的方向

火力发电厂节能减排的方向主要可以从技术创新、设备升级和管理优化三个层面入手。首先, 技术创新是实现节能减排的关键。通过采用高效低排放的燃煤技术, 如超临界和超超临界循环流化床锅炉技术, 能够大幅提升热效率, 降低煤耗。此外, 推进燃烧技术的优化, 如低氮燃烧技术, 可显著减少氮氧化物的排放。其次, 设备升级和自动化改造也是重要方向。对机组进行定期维护和技术升级, 提升机组的热效率和运行稳定性, 减少能耗并降低故障率。最后, 管理优化同样至关重要。通过数据采集与分析, 建立智能化监控平台, 实现精准调度和

实时监控，提高设备的运行效率和节能效果。此外，强化节能管理，实施员工节能培训和激励机制，形成全员参与节能减排的良好氛围，这对于推动火电厂的绿色转型具有积极作用。火电厂作为能源密集型企业，其能耗水平对整体发电成本和环境影响具有决定性作用。然而，由于设备运行、维护管理及系统优化等多方面的因素，火电厂的高能耗问题长期存在，成为制约其节能减排效果的主要障碍。分析火电厂的高能耗原因，能够为制定针对性的节能措施提供理论依据和实践指导。具体来说，送风机入口温度较低、锅炉内结垢、烟道和炉膛密闭性较差以及凝汽器运行状态较差是主要的影响因素，这些问题直接影响了设备的运行效率和系统的综合能耗水平。

3. 火力发电厂节能减排影响因素

3.1 送风机入口温度较低

送风机入口温度对锅炉燃烧效率有直接影响。如果送风机入口温度较低，会导致送入炉膛的空气温度下降，从而延长燃料的点火时间并降低燃烧效率。这种情况下，为了维持锅炉出力，需要额外增加煤量供给，从而导致煤耗上升。同时，送风机在低温环境下运行，其风量调节的稳定性和灵敏度会受到影响，可能引发炉膛内负压波动，进一步加剧燃料的不完全燃烧。此外，低温空气可能导致空气预热器的热交换效率下降，加剧热能的浪费。

3.2 锅炉内结垢

锅炉内结垢问题是火电厂高能耗的重要原因之一。锅炉水冷壁和受热面一旦结垢，会显著降低其传热效率，导致更多的燃料被消耗以维持锅炉输出的热功率水平。结垢主要源于锅炉水质控制不当或水处理系统运行不稳定。结垢不仅增加了锅炉热耗，还可能导致局部过热，进而引发受热面腐蚀甚至设备损坏的风险。此外，结垢层的存在会增加锅炉清理和检修的频率，间接提高了维护成本。

3.3 烟道和炉膛密闭性较差

烟道和炉膛的密闭性问题直接影响锅炉的运行热效率。密闭性较差会导致大量冷空气通过漏点进入系统，稀释炉膛内的燃烧空气成分，降低燃烧温度，导致煤的燃烧不充分。同时，漏风也会引起烟道内负压波动，增加送风、引风系统的能耗。此外，密闭性不足还可能导致烟气温分布不均匀，从而影响空气预热器和除尘器的运行效果，进一步增加热能损失。

3.4 凝汽器运行状态较差

凝汽器的运行状态是影响火电厂整体热效率的关键环节之一。凝汽器效率低下主要表现在冷却水温度过高、管束结垢或堵塞、真空度下降等问题。这些问题会直接降低汽轮机的热力循环效率，导致机组热耗上升，单位发电煤耗增加。此外，凝汽器效率下降还可能引发机组振动、汽轮机低压缸效率降低等连锁反应，加剧系统运行的不稳定性。

4 提升火电长节能减排水平的有效策略

4.1 强化节能减排意识

节能减排意识是推动火电厂绿色发展的思想基础。当前，部分火电企业对节能减排的认识不足，重生产轻环保的现象依然存在，导致节能减排措施难以全面落实。因此，强化节能减排意识是提升整体水平的第一步。一方面，应通过专题培训、宣传教育和技术交流等方式，增强管理层和全体员工对节能减排重要性的认识，树立绿色发展的理念。另一方面，需要在企业内部建立节能减排考核机制，将节能减排指标纳入绩效评价体系，以形成全员参与的良好氛围。同时，企业还可以通过学习行业标杆案例，借鉴先进经验，激励员工探索创新方法。强化意识的最终目的是将节能减排从外在要求转变为内在驱动力，为技术升级和管理优化提供坚实的思想基础。

4.2 加强燃料管理

燃料管理是火电厂节能减排的核心环节之一，直接关系到锅炉的燃烧效率和污染物排放水平。科学、高效的燃料管理不仅能够降低燃料消耗，还能显著减少有害气体和粉尘的排放，对实现节能减排目标具有重要意义。首先，应优化燃料采购管理，优先选用低硫、低灰分的优质煤炭，从源头上减少污染物的生成。通过建立稳定的优质燃料供应渠道，可确保燃料成分的均匀性与稳定性，为锅炉的高效燃烧提供保障。其次，在燃料混配环节，需充分考虑不同煤种的燃烧特性，例如挥发分含量、热值及结渣倾向等因素，通过科学合理的配煤策略提高燃料的综合利用效率。这不仅能降低煤耗，还可改善燃烧状况，减少不完全燃烧损失。

此外，燃料检测机制的完善是提高燃料管理水平的关键。火电厂应配备先进的燃料在线检测设备，实时监测燃料的热值、水分、灰分及硫分等指标，确保燃料品质满足锅炉运行的技术要求。在线检测技术还可辅助运行人员及时调整燃料配比，优化锅炉的燃烧工况，从而最大限度地提高燃烧效率。同时，为了降低煤炭使用量，火电厂可探索利用煤泥、煤矸石等工业废弃物作为补充燃料。这些废弃物不仅价格低廉，还能减少其堆积对环境的负面影响，实现资源的循环利用。

加强燃料管理还应注重信息化手段的运用。通过引入燃料管理系统，对燃料采购、检测、存储和使用的全流程进行数字化监控，优化燃料使用效率，并有效减少浪费。综合来看，全面优化燃料管理不仅能够降低单位发电煤耗，还能减少二氧化碳、二氧化硫及其他污染物的排放，为火电厂实现节能减排和经济效益的双赢奠定坚实基础。

4.3 优化节能运行

优化节能运行是提升火电厂节能减排水平的重要技术途径，其核心在于通过精细化管理和技术手段实现设备运行效率的最大化。首先，需加快先进节能技术的推广应用。例如，采用超临界和超超临界锅炉技术，提高热效率，降低煤耗；同时引入高效低氮燃烧技术，减少氮氧化物的生成量。这些技术的应用可以从源头上提升节能减排效果。其次，实时优化运行参数是保障高效运行的关键。通过建立数字化能源管理平台，运

用大数据分析和人工智能技术,对锅炉、汽轮机、冷却塔等主要设备的运行状态进行实时监测,并通过智能算法动态调整运行参数,使设备始终保持在最佳工况下运行。

此外,设备的定期维护和改造亦不可忽视。火电厂应建立健全设备检修制度,重点解决锅炉结垢、凝汽器效率下降、烟道密封性差等常见问题,以避免因设备性能劣化而增加能耗。同时,应对除尘、脱硫、脱硝等环保设施进行性能优化,确保其高效运行,降低污染物排放量。在辅助设备方面,可引入变频调速技术,优化风机、水泵等耗能设备的运行方式,进一步降低能耗。

最后,火电厂应充分利用智能化和信息化手段,推动自动化运行和远程控制的实施。通过引入数字孪生技术模拟系统运行情况,提前预测能耗高峰或异常状态,并采取预防性措施,从而提升运行管理的精准性和前瞻性。优化节能运行不仅能够大幅提升能源利用效率,还为实现火电厂绿色低碳转型奠定了坚实的技术基础。

4.4 发展大容量火电机组

发展大容量火电机组是提高能源利用效率和降低污染物排放的重要途径。与小容量机组相比,大容量机组在热效率、燃料消耗和排放控制方面具有显著优势。首先,大容量机组具备更高的发电效率。通过采用超临界或超超临界技术,机组的热效率可达到 45%以上,大幅降低单位发电量的煤耗,从而减少二氧化碳、硫氧化物和氮氧化物的排放。其次,大容量机组集成了更先进的环保设施,例如高效静电除尘器、低氮燃烧系统和高性能脱硫脱硝设备,能够更加高效地处理废气和废水。此外,发展大容量机组有助于优化电力系统结构。大机组运行稳定性高,可更好地满足电网对调峰和负荷平衡的需求,从而降低整个电力系统的能耗水平。为了推动大容量机组的发展,火电企业应加快淘汰落后的小容量机组,积极引进和自主研发大容量、高参数机组技术,同时加强对机组运行和维护的管理,确保设备在高效状态下长期稳定运行。这不仅显著提升了火电厂的节能减排水平,也能推动行业的现代化和高质量发展。

4.5 建设燃煤机组脱硫工程

建设燃煤机组脱硫工程是实现火电厂清洁生产的重要环节。燃煤过程中产生的大量二氧化硫(SO_2)是酸雨形成的主要原因,对生态环境和人体健康危害严重。脱硫工程的建设目标是有效降低 SO_2 排放,实现火电厂的环保达标。一方面,应优先采用成熟高效的脱硫技术,例如石灰石-石膏湿法脱硫技术,该技术脱硫效率可高达 95%以上,且副产物石膏可综合利用。另一方面,还可因地制宜采用循环流化床干法脱硫或氨法脱硫技术,这些技术适用于不同煤种和运行工况,具有高效、经济、占地小等特点。此外,在脱硫工程建设和过程中,需注重脱硫设备的智能化和自动化管理,实时监控脱硫效率及

运行参数,降低运行成本,避免次生污染。为了保障脱硫工程的长期高效运行,还需加强运行维护和检修管理,确保系统稳定性和可靠性。通过全面推进脱硫工程的建设,火电厂不仅能够满足日益严格的环保要求,还能为生态环境保护和社会可持续发展作出积极贡献。

4.6 建立水循环利用系统

建立水循环利用系统是火电厂提升资源利用效率和实现绿色发展的重要举措。火电厂是工业用水大户,其冷却水、锅炉补给水和脱硫用水等消耗量巨大,直接影响到企业的运行成本和环境影响。通过构建水循环利用系统,可显著降低新鲜水资源的消耗和废水排放量,缓解水资源紧张和环境压力。首先,应引入高效的水处理技术,如膜分离技术、反渗透技术和零排放技术,对废水进行深度处理,实现循环再利用。其次,针对冷却水系统,可采用闭式循环冷却系统或空冷技术,以减少蒸发损失和排污水量。同时,应优化锅炉补给水处理工艺,采用高效软化和除氧技术,提高水质稳定性,降低结垢和腐蚀风险。此外,还需建立全面的水资源监测和管理体系,实时监控水循环系统的运行状态,及时发现并解决潜在问题。通过合理规划 and 精细化管理,水循环利用系统不仅能大幅降低火电厂的用水成本,还能实现节能减排的协同效应,为火电厂迈向绿色、高效和可持续发展提供重要支撑。

5 结语

火力发电厂的节能减排不仅是企业自身发展的需要,更是实现社会可持续发展的重要保障。本文通过分析火电厂高能耗的主要原因,提出了从技术、设备到管理的系统解决思路。这些措施的实施,将显著提高火电厂的能源利用效率,降低污染物排放,助力行业实现绿色转型。然而,节能减排是一项长期且系统的工程,需要企业、政府和社会各界的共同努力。未来,应进一步加强技术创新和政策支持,推动节能减排措施的深入落实,为能源行业高质量发展提供坚实保障。

[参考文献]

- [1]王慧贤.节能减排背景下火电厂 SCR 烟气脱硝系统设计与应用[J].能源与节能,2024,(10):56-59.
- [2]李梦洁.浅谈火电厂节能减排的可行性措施[J].中国设备工程,2024,(02):96-98.
- [3]刘延文.热工自动控制在火电厂节能减排中的作用[J].设备管理与维修,2022,(14):157-158.
- [4]闫俊北,刘聪.火电厂节能减排的必要性与措施分析[J].能源与节能,2021,(12):51-52.
- [5]赵智慧,赵娜.基于节能减排理念的火电厂热工自动化设计及运用研究[J].中国设备工程,2021,(09):9-10.
- [6]张靖楠.火电厂节能减排现状及降耗效能研究[J].中国高科技,2020,(24):87-88.