

发电厂热能动力系统优化及节能改造探究

高国明

(兰州新区市政投资管理集团有限公司 甘肃省兰州新区市 730000)

摘要：针对发电厂的热能动力设施，实施系统的节能优化与改造，此举对于提升能源效率、降低环境污染及减少运营开支至关重要。本研究旨在分析热能动力系统的效率提升措施及节能化改良途径，在对热力系统进行综合升级时，涉及锅炉、汽轮机及冷凝器的关键参数配置与运行效率的全面提升。借助先进的计算流体力学（CFD）技术，锅炉燃烧过程得以精确模拟与优化，进而显著提升燃烧效率，并有效降低未燃碳与氮氧化物（ NO_x ）的排放量。针对汽轮机设备，进一步改进其进汽参数及通流部分的设计方案，旨在降低能量耗散并提升整体机组的工作效率，热电联产系统实现了电与热的协同生产，从而显著提升了能源的利用效率。

关键词：燃烧系统改造；热力系统；进汽参数；智能控制系统；余热回收系统

引言：

作为能源消耗和温室气体排放的主要来源之一，发电厂的热能动力系统优化及节能改造对于推动能源结构转型和实现可持续发展具有重要意义。在此情境中，针对热能动力系统，采取优化设计方案及执行节能改造措施，此举不仅有利于提升发电厂的经济收益，而且能够大幅度减轻环境污染问题，进而助力达成碳中和的宏伟目标。在近年，伴随着科技进步及工业化步伐的加快，对热能动力系统进行优化和节能改造的技术，已经受到了普遍的重视并且被广泛采纳。为实现发电厂的效率提升与运行稳定性，研究人员探索并实施了包括燃烧优化、余热回收、设备升级及智能控制系统引入在内的多种技术方法，国家层面及地方政府制定多项政策与标准，对发电企业实行节能改造和技术提升给予激励与支持，这一系列措施进一步促进了能源行业的整体发展。

一、热能动力系统的优化策略

利用尖端计算流体力学（CFD）方法，对锅炉内部燃烧机制进行计算机模拟与优化，旨在提升其燃烧效率，并降低未燃碳与氮氧化物（ NO_x ）排放量。对汽轮机而言，通过叶片设计的改良、蒸汽通道与冷凝系统的优化，能显著提升其运行效率及输出功率，运用高效的叶片设计及尖端密封技术，有效降低蒸汽逃逸，从而提升热能的利用效率^[1]。通过应用高效率的换热装置及对冷却水循环系统进行精心设计，可以有效减少冷凝器排放气体的压力，从而提升其凝结水的回收效率。为了提高冷凝器的性能，通过精确控制冷却水的流量及其温度，可以有

效优化其运行参数，进而降低热能的损失。热电联产技术同步输出电力与热力，促进了能源的层次化应用，从而显著提升了能源的整体运用效率。为了提高热电联产系统的整体经济效益，需对其设计和运行参数进行优化，这包括恰当的热电比配置、热负荷与电负荷调节策略的优化，以确保在满足热负荷需求的同时，实现电力输出的最大化。

针对叶片进行精心设计的空气动力学优化，旨在提升其转换蒸汽动能的效率，并显著降低能量耗散。利用具有高强度特性和良好耐腐蚀性能的先进材料，显著增加叶片的可靠性与使用年限，提升蒸汽的温度与压力，能够有效增强汽轮机的热转换效率。运用此类先进汽轮机技术，能够达成更卓越的热力效能以及显著减轻环境污染，通过运用尖端密封技术与高质量材料，可以降低汽轮机内部蒸汽的渗漏，从而提升热能的转换效率。

二、节能改造方法

通过应用分级燃烧、空气分级和燃料分级等先进的低氮燃烧技术，能够显著降低氮氧化物（ NO_x ）的排放量，从而提升燃烧过程的效率。借助尖端燃烧优化控制系统，实现对燃烧状态的实时监控，并据此动态调节相关燃烧参数，以保障燃烧过程的高效率与稳定性。运用高效省煤器、空气预热器以及冷凝式省煤器等先进设备，能够有效降低排烟温度，进而减少热能的损耗，为提高锅炉的热效率，必须强化其封闭性能，减少空气泄漏，防止低温空气注入炉内，从而减少热量散失。针对蒸汽输送系统，通过精心规划与改善，可以有效降低在传输

过程中所发生的压力和热能的耗散,对于蒸汽管道与阀门,需进行周期性的检查和保养,以便对蒸汽泄漏进行迅速的修补,保障蒸汽系统的完整封闭^[2]。为避免蒸汽冷凝水的滞留,采取安装蒸汽疏水器的措施,以此保障蒸汽系统的运行效率,更换为能源效率更高的电机,以取代效率低下的老旧型号,从而减少电能的使用。通过变频器对电机转速进行实时调控,依据负载变化来避免无效功耗,从而提升电能的运用效率。

借助有机朗肯循环技术,将低温余热转换为电能,高效利用低品位热能,采用热泵系统,可将低温余热提升至更高温度,从而用于供暖或工业生产中的加热需求,进而提升热能的利用效率。借助分布式控制系统,对热能动力系统实行即时监管与精细调整,以此增进系统运作的高效性与可靠性。利用先进的能源管理系统,对发电厂的能耗数据进行实时监控与分析,从而优化能源使用策略,实现能耗降低,提升经济效益。利用传感器收集数据,并通过大数据分析技术,对设备的实时运行状态进行监控,以此预测潜在的故障,并执行预防性维护,从而提升设备的可靠性与其使用周期。采纳某种节能变革手段,能有效增进发电厂热能动力系统的运作效率,从而减少能源消耗与排放物,进一步提高其经济与环境绩效。

三、智能控制系统

在电力生产领域,通过智能控制系统的应用,对于热能动力系统的优化和节能升级起到了至关重要的作用。发电厂借助尖端控制技术和信息系统,能够实现对各个子系统的精准监控与高效调节,据此提高整体运作效能,同时减少能源消耗及污染物排放。分布式控制系统(DCS)对锅炉、汽轮机、发电机等关键设备实施即时监控与操作控制,分布式控制系统通过采集和处理数据,对各设备运行参数进行优化调整,以保障系统的效率和稳定性^[3]。实时监控系統对发电厂的能量使用情况进行跟踪,并对能源流动进行深入剖析与效率提升,利用EMS系统,通过数据深度剖析与预测模型构建,提出了一系列针对能耗的改善方案,不仅减少了能源消耗,同时也提升了经济收益^[4]。借助传感器和大数据分析技术的支持,构建起一个对设备运行状态进行实时监控与分析

的预测性维护系统,旨在对可能出现的故障进行提前预测,并实施预防性维护措施。此机制通过提前侦测设备潜在的异常状况,有效缩短了意外停机的时长,为实现锅炉燃烧的高效性与稳定性,采用智能控制系统,对燃烧过程中的关键参数进行实时监控,并根据监测结果动态调节空气量和燃料供给,以达到优化燃烧的效果^[5]。实时监控汽轮机进汽的温度、压力及流量,通过智能控制系统优化调节运行参数,进而提升汽轮机的热效率,针对冷凝器系统。对电机系统实施智能控制,通过变频器实现变频调速,根据实际负荷需求动态调整电机转速,从而提高电能利用效率。智能控制系统通过对锅炉、汽轮机、冷凝器等关键设备的精准监控与优化管理,降低了能量耗散,从而提升了能源效率。通过对燃烧过程的优化、余热的有效回收以及电机系统的高效控制,我们得以显著减少燃料的消耗和污染物的排放,从而帮助发电厂达成节能减排的目标。

总结:借助于锅炉燃烧技术的优化,引入低氮燃烧方法,及运用超临界与超超临界锅炉技术,能够显著提升热能的利用效率。针对蒸汽循环系统,优化设备配置,旨在最大限度降低能量耗散,此举不仅有助于降低生产过程中的经济支出,提高盈利能力,更关键的是能减少对环境的破坏,维护生态平衡,为达成碳中和的目标作出重要贡献。

参考文献:

- [1]王耀翔.发电厂热能动力系统优化与节能改造研究[J].商品与质量,2017,000(003):93.
- [2]刘凯.山西煤炭资源开发利用研究[J].能源与节能(3):10-14[2024-07-20].DOI:10.3969/j.issn.2095-0802.2001.03.004.
- [3]王晓亮.浅谈炼油厂热能动力系统优化与节能改造[J].能源与节能,2013(5):2.DOI:10.3969/j.issn.2095-0802.2013.05.025.
- [4]王敏.照明节电的主要途径[J].山西能源与节能,2001.DOI:CNKI:SUN:XXJL.0.2001-02-019.
- [5]张武英,徐伟嘉,刘永红.广东省低碳发展的能源消耗与CO₂排放分析[J].能源与节能,2012.DOI:CNKI:SUN:XXJL.0.2012-03-025.