

发电厂节能降耗中热能与动力工程的应用探讨

周飞涛

温岭瀚洋资源电力有限公司 浙江 温岭 317515

摘要：在能源转型与“双碳”目标推进背景下，发电厂节能降耗成为行业发展关键。热能与动力工程通过优化热力循环系统、应用高效动力设备、引入智能控制系统及余热回收再利用等方式，为发电厂节能降耗提供了有效路径。其不仅能提升能源利用效率，降低运行成本，还对减少碳排放、推动电力行业绿色可持续发展具有重要意义。深入探究该工程在发电厂的应用，可为行业节能技术革新与升级提供理论支撑和实践参考。

关键词：发电厂；节能降耗；热能；动力工程；应用；垃圾发电

引言

随着全球能源需求增长与环保要求趋严，发电厂作为能源消耗与碳排放大户，亟需探索高效节能降耗技术。热能与动力工程融合热力学、工程力学等多学科知识，在能源转化与利用领域发挥关键作用。本文从热力循环系统优化、动力设备改进等多个维度，深入探讨其在发电厂节能降耗中的具体应用，特别结合垃圾发电厂的特点，分析应用过程中面临的挑战，并提出针对性应对策略，旨在为推动电力行业绿色低碳发展提供有益借鉴。

1 热能与动力工程概述

热能与动力工程是一门融合热力学、流体力学、传热学等多学科理论，聚焦热能高效转换与动力系统优化的工程技术领域。该学科以能量守恒定律为基础，围绕热能的产生、传递、转换及利用展开系统性研究，致力于实现能源的高效利用与动力装置的可靠运行。在理论研究层面，热能与动力工程深入探索物质的热力学特性，剖析不同工质在热力循环过程中的能量转化规律。通过对卡诺循环、朗肯循环等经典热力循环模型的研究，揭示热能转换为机械能的本质机制，为动力系统设计提供理论依据。借助计算流体力学与数值传热学等先进方法，精确模拟流体流动与热量传递过程，优化系统结构与运行参数。在实际应用领域，该学科广泛渗透于电力、航空航天、交通运输、化工等多个行业。在电力生产中，燃煤、燃气发电系统通过热能与动力工程技术，将燃料化学能转化为高品质电能；在航空航天领域，航空发动机与火箭推进系统凭借该技术实现高效的热能-动能转换，为飞行器提供强大动力；在交通运输行业，内燃机、燃气轮机等动力装置通过对热能的合理利用，驱动车辆、船舶等交通工具运行。随着全球能源结构转型与节能减排需求的日益迫切，热能与动力工程不断向新能源与高效节能方向拓展。研究人员积极探索

太阳能热发电、生物质能转化、地热能利用等新能源技术，同时致力于提升传统动力系统的能效水平，开发高效余热回收装置与新型热力循环系统。通过引入新材料、新工艺与智能化控制技术，推动热能与动力工程向更高效、更清洁、更智能的方向发展，以满足现代社会对能源与动力的多样化需求。

2 热能与动力工程在发电厂节能降耗中的具体应用

2.1 优化热力循环系统

(1) 通过引入先进的热力循环理论与技术，对发电厂传统热力循环系统进行全面升级改造。采用回热循环系统，在汽轮机做功过程中，抽取部分蒸汽加热凝结水，提高给水温度，减少锅炉燃料消耗，降低蒸汽在凝汽器中的冷源损失。例如，在亚临界机组中合理设置多级回热加热器，可使机组热效率提升2%-3%。(2) 采用再热循环技术，将汽轮机高压缸做过功的蒸汽引回锅炉再热器重新加热，提高蒸汽温度后再引入中、低压缸继续做功，增加蒸汽的可用焓降，提升循环热效率。对于超临界机组，二次再热技术的应用可使机组热效率提高约2%，有效降低发电煤耗。(3) 结合发电厂实际运行工况，对热力循环系统参数进行精准优化。通过建数学模型模拟参数变化对循环效率影响，确定最佳参数组合，如优化排汽压力等减少不可逆损失。对于垃圾发电厂，还需结合焚烧特性，优化炉膛温度与蒸汽参数匹配以提升效率^[1]。

2.2 高效动力设备的应用与改进

(1) 在发电厂动力设备选型方面，优先采用高效节能型设备。新一代超超临界汽轮机通过优化叶片气动设计、采用先进的材料和制造工艺，提高蒸汽膨胀效率，降低汽轮机内耗。相较于传统汽轮机，超超临界汽轮机的热耗率可降低10%-15%，显著提升发电效率。(2) 对现有动力设备进行技术改造，提升设备性能。改造锅炉

燃烧器,结合低氮与强化燃烧技术,提高燃烧效率、减少损失;对风机等辅助设备变频改造,降低厂用电率。在垃圾发电厂中,针对垃圾焚烧炉特点,需重点优化炉排驱动装置与送风系统,提高热能转换效率。(3)注重动力设备的维护与管理,确保设备始终处于高效运行状态。利用状态监测技术,实时监测设备的振动、温度、压力等运行参数,及时发现设备潜在故障并进行处理。定期对设备进行性能测试与优化调整,保持性能稳定,最终延长寿命、降低能耗。

2.3 智能控制系统的运用

(1)构建基于先进算法与传感器技术的智能控制系统,精准控制发电厂生产过程。借助分布式控制系统(DCS),实时采集与分析锅炉、汽轮机、发电机等主要设备运行参数,依据预设控制模型自动调整设备状态,保障机组在最优工况运行。如根据电网负荷变化,智能调节汽轮机进汽量与锅炉燃烧量,实现发电功率快速响应与高效输出。垃圾发电厂则需额外智能调控垃圾进料量、焚烧温度、烟气排放等参数,确保焚烧稳定高效。(2)引入人工智能与机器学习技术,深度挖掘与分析发电厂运行数据。建立设备运行状态预测模型,提前预判设备故障与性能衰退趋势,制定合理维护计划,减少非计划停机时间。利用大数据分析优化运行策略,根据不同工况自动调整系统参数,实现节能降耗动态优化。(3)采用智能监控与优化系统,统一管理与调配发电厂全厂能源流。实时监测各环节能源消耗,通过能量平衡分析找出浪费环节并采取措施。例如,优化厂内蒸汽、水、电等能源分配与使用,实现能源梯级利用,提高全厂能源综合利用率^[2]。

2.4 余热回收与再利用

(1)针对锅炉排烟余热,采用高效余热回收装置。安装烟气余热换热器,把排烟热量传递给锅炉给水等低温介质,提升给水温度或制备生活热水。大型燃煤锅炉回收排烟余热可使热效率提高2%-3%,降低燃料消耗。还可利用余热驱动吸收式制冷机组为发电厂提供空调冷源,在垃圾发电厂中,用排烟余热加热垃圾渗滤液,提高蒸发效率,减少处理能耗。(2)汽轮机排汽余热回收对提高能源利用率意义重大。采用热泵技术,将汽轮机排汽的低品位热能转化为高品位热能,用于加热生活用水或供暖。冬季供暖季,余热回收系统可为周边区域供热,减少集中供热能耗。还能利用排汽余热进行海水淡化或用于工业生产加热环节,拓展余热利用领域。(3)全面回收发电厂其他余热资源,如发电机冷却余热、工业废水余热等。建设余热回收管网,集中收集分散余热

资源并合理分配。例如,用发电机冷却余热加热燃料,降低燃料加热能耗;将工业废水余热用于预热工艺用水,提高生产能源利用效率,实现余热资源最大化回收与再利用。

3 热能与动力工程在发电厂节能降耗应用中面临的挑战与应对策略

3.1 面临的挑战

3.1.1 技术创新难度大

在发电厂节能降耗进程中,热能与动力工程技术创新面临诸多困境。现有热力循环系统已接近理论极限效率,进一步突破需在材料科学、热力学理论等多领域跨学科突破。超临界与超超临界机组虽提升发电效率,但高温高压工况对金属材料性能要求严苛,研发新型合金材料需大量资金反复实验,还要攻克制备工艺难题,以保障其长期稳定运行。新能源发电技术快速发展,间歇性电源接入要求传统火力发电系统更具灵活性与适应性,实现传统热力系统与新能源系统深度融合,涉及能量转换、存储与调度等复杂技术问题,需研发新控制策略与集成技术,攻关难度大。对于垃圾发电厂,还面临垃圾成分复杂、热值波动大等问题,需研发适应垃圾特性的燃烧与热能转换技术,进一步增加了技术创新难度。

3.1.2 设备运行维护成本高

发电厂中,热能与动力工程相关设备的运行维护成本居高不下。大型发电机组的汽轮机、锅炉等核心设备结构复杂,零部件精密,长期处于高温、高压、高转速的恶劣工作环境,极易产生磨损、腐蚀等问题。一旦设备出现故障,不仅停机检修会造成发电量损失,更换关键部件的费用也十分高昂。例如,汽轮机叶片在长期高速旋转下,受蒸汽冲刷和温度变化影响,易发生疲劳裂纹,更换一片特殊材质的叶片成本可达数十万元。随着环保要求日益严格,设备需配备脱硫、脱硝、除尘等环保装置,这些装置的运行与维护同样消耗大量资源,且需定期进行技术升级以满足更高的排放标准,进一步增加了设备全生命周期成本,给发电厂带来沉重的经济负担。在垃圾发电厂中,由于垃圾焚烧产生的烟气具有强腐蚀性,设备的腐蚀磨损问题更为突出,维护成本较传统发电厂更高^[3]。

3.1.3 人员专业素质参差不齐

在热能与动力工程应用于发电厂节能降耗的实践中,人员专业素质的差异成为制约发展的重要因素。现代发电厂设备智能化、自动化程度提升,运行与维护涉及多学科知识,要求操作人员有扎实理论基础与丰富实践经验。实际情况中,部分工作人员缺乏系统专业学

习,对先进节能技术与设备操作原理理解不深,设备调试与故障排查时难快速准确判断问题根源,影响节能措施实施。如热力系统优化调整时,操作人员若不能准确把握参数关联,会使系统偏离最优工况,增加能耗。新技术、新设备不断涌现,部分人员学习能力不足,难以快速掌握应用,无法发挥设备节能潜力,阻碍节能降耗目标实现。对于垃圾发电厂,操作人员还需熟悉垃圾处理工艺与热能转换的结合要点,专业素质要求更高,人员培训任务更为艰巨。

3.2 应对策略

3.2.1 加强技术研发与合作

为突破热能与动力工程在发电厂节能降耗中的技术瓶颈,需大力加强技术研发与合作。企业可与高校、科研机构建立产学研合作平台,整合优势资源,围绕关键技术难题联合攻关。例如在高温材料研发上,企业提供实际工况需求与生产经验,高校和科研机构发挥理论与实验条件优势,共同探索新型合金成分与制备工艺,推动科研成果转化。企业间也应加强技术交流合作,共享创新成果与实践经验,联合开展研发项目,分摊成本与风险。积极引入国际先进技术与理念,开展国际技术合作,吸收国外在高效热力循环、新能源与传统能源融合等方面的经验,结合国内发电厂实际进行消化吸收与再创新,提升节能降耗技术水平。特别针对垃圾发电厂技术难点,可联合科研单位开展垃圾特性分析、燃烧优化、防腐耐磨等专项研究。

3.2.2 优化设备运行维护管理

优化设备运行维护管理是降低发电厂成本、实现节能降耗的关键举措。利用物联网、大数据等信息技术,构建设备智能监测与管理系统,实时采集运行参数,通过数据分析与建模预测设备故障与性能衰退趋势,实现从定期维护向状态检修转变。例如,监测汽轮机振动、温度等参数,运用机器学习算法提前发现异常,合理安排检修,减少停机维护,提高运行效率。建立设备全生命周期管理体系,从选型采购、安装调试到运行维护、报废处理,各环节精细管理。选型时综合能耗、可靠性

与维护成本;运行中优化参数,动态调整运行方式;优化备件库存,减少资金占用,提升维护资源利用效率。针对垃圾发电厂设备腐蚀磨损问题,需制定针对性维护计划,加强防腐涂层维护与易损件更换,降低故障率。

3.2.3 强化人员培训与人才培养

提升人员专业素质是推动热能与动力工程在发电厂节能降耗应用的重要保障。企业应制定系统培训计划,针对不同岗位、层次员工开展差异化培训。新入职员工接受基础理论与岗位技能培训,快速掌握设备操作维护知识;在职员工定期参加新技术、新设备培训,邀请行业专家开展讲座与案例分析,拓宽知识面。建立实践培训基地,模拟真实场景,让员工积累经验、提升解决实际问题的能力。鼓励员工自主学习创新,设立奖励机制,表彰奖励在节能降耗中有创新方案或显著成果的员工,营造良好氛围,培养高素质专业化人才队伍。在垃圾发电厂人员培训中,应增加垃圾处理工艺、焚烧系统操作等专业内容,确保员工能熟练应对垃圾发电特殊情况^[4]。

结语

综上所述,热能与动力工程在发电厂节能降耗中展现出显著应用价值,通过多种技术手段实施,有效提升能源利用效率,降低运营成本与环境负荷。然而,技术创新、设备维护及人员素质等方面的挑战仍需重视。未来,需加强技术研发与人才培养,深化智能技术应用,优化管理模式,推动其应用迈向更高水平,助力电力行业可持续发展。特别是在垃圾发电厂领域,其创新应用将为垃圾资源化利用与节能降耗提供有力支撑。

参考文献:

- [1]徐怀德,袁荟岭,李芸,等.发电厂节能降耗中热能与动力工程的应用探讨[J].大众标准化,2021(18):232-234.
- [2]姜霞.发电厂节能降耗中热能与动力工程的应用探讨[J].今日自动化,2021(12):123-124.
- [3]温俊杰.发电厂节能降耗中热能与动力工程的应用探讨[J].警戒线,2020(27):131-132.
- [4]王宝军.发电厂节能降耗中热能与动力工程的应用[J].价值工程,2021,40(36):139-141.