火力发电厂集控运行节能降耗技术措施探析

鲁　强
江西大唐国际抚州发电有限责任公司　江西　抚州　344000

摘　要：火力发电厂集控运行节能降耗对于提升企业经济效益、环境效益及市场竞争力意义重大，需从多方面着手推进。本文先阐述其重要性，包括降成本、提效率、减排放、增竞争力。接着从锅炉、汽轮机、电气设备优化，运行管理优化，采用先进节能技术、智能化控制系统、开展节能改造项目等技术改进，以及人员培训与激励等方面提出技术措施。最后从组织、制度、资金、技术保障四个方面，为集控运行节能降耗工作提供实施保障，推动火力发电厂可持续发展。

关键词：火力发电厂；集控运行；节能降耗；技术措施

引言

在能源需求持续增长与环保要求日益严格的背景下，火力发电厂作为能源消耗与污染物排放大户，面临着节能降耗与绿色发展的双重挑战。集控运行作为火力发电厂的核心管理模式，其节能降耗成效直接影响着电厂的经济效益与环境效益。本文深入探析火力发电厂集控运行节能降耗的重要性，从技术措施、运行管理、技术改进、人员培训激励等多方面提出具体策略，并阐述实施保障措施，为火力发电厂节能降耗提供参考。

1 火力发电厂集控运行节能降耗的重要性

（1）降低运营成本。能源消耗是火力发电厂主要成本构成，涵盖煤炭、燃油等燃料费用及水、电等辅助能源费用。实施集控运行节能降耗技术措施，能有效降低能源消耗。优化锅炉燃烧调整可提高燃烧效率，减少煤炭消耗；加强汽轮机通流部分改造能提升汽轮机效率，降低发电煤耗，进而减少运营成本，提高电厂经济效益。（2）提高能源利用效率。集控运行节能降耗技术措施可提升火力发电厂能源利用水平，让有限能源资源得到更充分运用。通过优化设备运行参数、加强设备维护管理等方式，减少能源在生产过程中的损失与浪费，提高能源转换效率，实现能源梯级利用和综合利用。（3）减少污染物排放。火力发电厂生产过程会产生二氧化硫、氮氧化物、粉尘等大量污染物，对环境造成严重污染。节能降耗技术措施可减少燃料消耗，降低污染物排放量。采用低氮燃烧技术能减少氮氧化物生成，安装脱硫、脱硝设备可有效降低二氧化硫和氮氧化物排放。（4）增强企业竞争力。在市场竞争愈发激烈的当下，火力发电厂面临其他能源形式和同行的竞争压力[1]。实施集控运行节能降耗技术措施可以降低运营成本、提高能源利用效率、减少污染物排放，提升企业社会形象和品牌价值，进而增强企业市场竞争力。

2 火力发电厂集控运行节能降耗的技术措施

一是锅炉设备优化。炉运行效率关乎全厂能源利用水平。优化燃烧调整是重点，采用先进燃烧器，合理控制风煤比，提升燃烧效率，降低能量损失。加强受热面清洁与维护，减少积灰结垢，降低排烟温度，减少热损失。对于二次再热机组，强化烟气余热回收，加装多级烟气换热器及低温省煤器，深度利用烟气余热，降低排烟的温度，将加热后的凝结水返回热力系统，减小热损失，拓宽机组高效运行区间。二是汽轮机设备优化。汽轮机效率影响发电煤耗。针对一次再热机组，推进滑压运行与通流改造结合，优化再热汽温调节，减少减温水用量，降低低负荷工况热耗，采用先进叶片型线和气流通道设计提高热效率。针对二次再热机组，强化双再热参数协同控制，精准匹配蒸汽参数，提升能源转换效率。加强汽轮机密封改造，改进密封结构、选用高性能密封材料，减少漏气损失，提高真空度。探索低压缸切缸技术应用，低负荷时关闭低压缸进汽蝶阀，减少鼓风损失。三是电气设备优化。采用高效节能变压器、电动机降低设备能耗。推进辅机全变频改造，对核心辅机进行变频调速，动态调整转速，解决低负荷工况能耗浪费问题。优化电气系统运行方式，合理调整无功补偿装置，提高功率因数，减少线路损耗。

2.2 运行管理方面

（1）优化运行参数。根据一次再热、二次再热机组实际运行状况与环境条件，科学调整机组运行参数，让机组处于最佳工况。对于一次再热机组，着重优化再热汽温参数，减少减温水消耗；二次再热机组则强化双再热参数协同调控，保证各级蒸汽温度、压力合理匹配，提升热效率。同时，加强对运行参数的实时监测与分析，及时发现异常并调整，确保机组安全稳定运行[2]。（2）加

强设备维护管理。构建完备的设备维护管理制度，定期检修维护设备，排查并消除隐患，保障设备正常运行。重视设备润滑管理，挑选合适的润滑油并定期更换补充，降低设备摩擦损失；做好设备保温工作，减少热量散失。重点加强调频相关设备、变频辅机、烟气余热回收设备的日常维护，建立专项维护台账，确保设备良好运行，为深度调频和系统协同节能提供支撑。（3）实施负荷优化调度与深度调频适配。按电网负荷需求与机组运行特性，合理规划机组启停与负荷分配，实现机组经济运行。低负荷时段采用单台机组运行模式，适配深度调频需求，提升锅炉低负荷稳燃能力，加强机组负荷预测与分析，优化CCS/AGC逻辑，提高机组响应速度与调节精度，降低能源消耗。

2.3 技术改进方面

技术改进方面，首先采用先进节能技术。依据电厂机组类型引入前沿节能技术以提高节能降耗成效。针对一次再热机组，深化滑压运行与通流改造技术融合，优化再热汽温控制策略，降低低负荷热耗；二次再热机组则强化烟气余热回收技术应用，采用多级低温省煤器布置方案，兼顾节能与除尘，减少吸收塔蒸发水耗，提升能源综合利用效率。同时，推广余热回收利用技术，对汽轮机乏汽余热进行回收，重新利用废弃热量，进一步提高能源综合利用效率，减少能源浪费。其次应用智能化控制系统。借助计算机、自动化控制及通信技术构建智能化集控系统，结合深度调频和参数协同控制需求优化系统控制逻辑。该系统实时监测、分析并优化控制机组运行参数，根据一次再热、二次再热机组特性自动调整运行参数和负荷分配，确保机组处于最佳工况运行；优化CCS/AGC逻辑，提升机组深度调频响应速度与精度，兼顾节能与电网辅助服务需求。引入双向储能变流器相关协同控制技术，实现储能与机组联合调频，提升调频响应能力。最后开展节能技术改造项目。结合电厂实际推进汽轮机通流改造、辅机全变频改造等，有效降低机组能源消耗，提高能源利用效率及机组能力。

2.4 人员培训与激励方面

（1）加强人员培训。依据电厂一次再热、二次再热机组操作要求及深度调频、系统协同、辅机变频控制等核心技术，定期组织运行人员专项培训。培训涵盖节能理论知识，使运行人员了解能源利用原理与节能意义；机组设备操作规程，保证规范操作设备，减少因操作不当造成的能源损耗；运行参数调整方法，重点包括再热汽温调整、滑压运行操作、双再热参数协同控制等；深度调频操作技巧以及变频辅机运维等。运行人员掌握这些内容后，能根据机组实际运行状况精准调整参数，让机组高效运行，满足电网调频需求。（2）建立节能激励机制。构建完善节能激励机制，将一次再热、二次再热机组节能指标、深度调频响应精度、系统协同节能效果等纳入考核[3]。对在节能降耗、调频优化工作中表现突出的个人和团队给予表彰与奖励，如颁发荣誉证书、给予物质奖励，同时将节能指标、调频绩效与运行人员薪酬直接挂钩，促使其自觉采取节能措施，主动优化运行方式，提高能源利用效率。（3）开展节能宣传活动。通过举办节能知识竞赛、开展节能宣传周等活动，向全体员工普及节能知识、机组优化技巧、深度调频和系统协同的重要意义，增强员工节能意识，使其认识到节能降耗是企业和每个员工的责任与义务，形成全员参与、共同推进节能降耗与优化调频工作的局面。

3 集控运行节能降耗技术措施的实施保障

3.1 组织保障

成立节能降耗工作领导小组，电厂领导任组长，各相关部门负责人为成员。该小组承担多项关键职责，负责制定科学合理的节能降耗工作目标与详细计划。依据电厂一次再热、二次再热机组实际情况，针对性制定设备改造、参数优化、深度调频、系统协同等专项计划，为节能工作明确方向与路径。推进节能降耗工作过程中会遇到各类问题，领导小组要发挥协调作用，及时解决问题，保障工作顺利推进。同时，领导小组需严格监督考核节能降耗工作落实情况，重点考核机组节能指标、调频响应能力、改造项目成效等，确保各项措施执行到位。此外，要清晰界定各部门在节能降耗工作中的具体职责与分工，避免职责不清、推诿扯皮，构建分工明确、协同合作的工作机制。各部门依职责积极履行节能任务，相互配合支持，形成强大合力，共同推动集控运行节能降耗工作有序进行。

3.2 制度保障

构建全面完善的节能降耗管理制度体系，涵盖能源管理、设备维护管理、运行参数管理、深度调频操作规程、辅机变频运维制度等多方面。能源管理制度规范能源采购、使用、储存等环节，明确能源消耗统计、分析、考核方法，掌握能源使用情况，挖掘节能潜力。设备维护管理制度规定设备定期检修、保养周期与标准，明确烟气余热回收设备、变频辅机、汽轮机通流部件等维护要求，确保设备运行良好，减少因故障导致的能源浪费。运行参数管理制度针对一次再热、二次再热机组，对运行参数设定、调整和监控提出要求，规范再热汽温、滑压运行参数、双再热协同参数等调整标准，保证机组在

最佳工况运行，提高能源的利用效率。制定深度调频操作规程，明确CCS/AGC逻辑优化、低负荷稳燃操作等规范，为员工提供操作指引[4]。同时，加强制度执行监督检查，通过定期或不定期检查考核，及时发现问题并纠正，确保制度有效执行。

3.3 资金保障

电厂要加大节能降耗工作资金投入，全面满足节能技术改造、设备更新维护及人员培训等资金需求。重点保障一次再热机组滑压运行与通流改造、二次再热机组烟气余热回收与参数协同控制、辅机全变频改造、低压缸切缸改造、深度调频设备升级等项目资金，这些项目需大量资金引进技术、更新设备，以提升机组能源利用效率和调频能力。设备定期更新维护是保障稳定运行、减少能源损耗的基础，要充足保障调频相关设备、变频辅机、烟气余热回收设备运维资金。人员培训能增强员工节能意识与操作技能，针对机组优化、深度调频、系统协同等专项技能培训，为节能降耗提供人才保障，也需资金投入。此外，电厂要主动争取政府节能奖励资金和政策支持，符合条件可申请缓解资金压力。同时，积极拓宽融资渠道，与金融机构合作、引入社会资本，吸引更多资金投入节能降耗工作，多渠道筹集资金，为节能降耗提供有力支撑。

3.4 技术保障

电厂要强化与科研院校、节能服务公司的合作，依据一次再热、二次再热机组特性以及深度调频、系统协同需求，及时引入先进节能技术和管理经验。科研院校有前沿成果与专业人才，节能服务公司有丰富实践与成熟方案，合作能让电厂快速获取适配的节能技术、调频优化方案，提升节能降耗与调频能力。建立节能技术专家库是关键，专家库汇聚行业内资深节能技术、机组优化、调频技术专家，能为电厂节能降耗工作提供专业技术咨询与指导，针对机组优化、烟气余热回收、深度调频逻辑优化等复杂技术难题，给出科学合理解决方案，保障节能工作顺利推进[5]。同时，鼓励员工开展节能技术创新活动，员工身处生产一线，熟悉设备与运行情况，常能提出针对性节能创新想法，尤其在机组参数调整、调频操作优化、辅机节能运维等方面。对有价值的创新成果给予奖励并推广应用，激发员工创新积极性，将创新成果转化为实际节能效益与调频成效。

结语

综上所述，火力发电厂集控运行节能降耗意义重大，关乎运营成本、能源利用、污染排放与企业竞争力。通过锅炉、汽轮机、电气等设备优化，运行管理、技术改进、人员培训激励等多方面举措，以及组织、制度、资金、技术等保障措施，可有效推动节能降耗工作。电厂应积极落实各项措施，不断探索创新，持续提升节能降耗水平，实现经济效益与环境效益双赢，在能源市场中稳健发展。

参考文献：

[1]张鸣立.火电厂集控运行中节能降耗技术探析[J].电力设备管理,2025(18):267-269.

[2]田立智.火力发电厂集控运行节能降耗技术措施分析[J].科学与信息化,2023(21):13-15.

[3]毕嘉成.火力发电厂集控运行过程节能降耗技术研究[J].产品可靠性报告,2025(12):93-94.

[4]韩培锋.节能降耗技术在火力发电厂集控运行中运用分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(1):167-170.

[5]张巨博.试论火力发电厂集控运行节能降耗技术[J].电力设备管理,2024(19):244-246.