

火力发电企业节能管理分析

盛奎之

江西大唐国际抚州发电有限责任公司 江西 抚州 344000

摘要: 火力发电企业作为能源消耗与碳排放大户,其节能管理至关重要。当前,企业面临燃料消耗占比高、设备老化、管理协同不足及政策成本压力等挑战。节能管理需从技术路径入手,如燃烧优化、热力系统优化及数字化智能化技术应用;同时创新管理机制,实施全生命周期节能管理、市场化激励机制及组织文化保障。此外,政策与市场环境对节能管理具有驱动作用,企业应积极响应政策,利用市场机制推动节能工作。

关键词: 火力发电企业;节能管理;技术路径;管理机制创新

引言:在全球能源危机与“双碳”目标的大背景下,能源高效利用与绿色低碳转型成为各行业发展的关键议题。火力发电作为我国电力供应的“主力军”,长期以来因高能耗、高排放特性,面临巨大的节能减排压力。其节能管理不仅关乎企业自身的成本控制与可持续发展,更对国家能源安全、生态环境保护意义重大。深入剖析火力发电企业节能管理现状,探寻切实可行的节能路径与管理策略,成为当前亟待解决的重要课题。

1 火力发电企业能耗现状与问题分析

1.1 火力发电能耗结构与关键环节

(1) 燃料消耗(煤炭、天然气等)占比与效率损失分析:火力发电能耗以煤炭消耗为主,占比超70%,天然气等清洁燃料占比不足20%。煤炭在燃烧过程中存在显著效率损失,一方面劣质煤掺烧导致燃烧不充分,热转换效率降低5%-8%;另一方面燃料储运、破碎环节的损耗约占总消耗量的3%-5%。天然气发电虽效率较高,但受气源稳定性影响,部分机组频繁启停,额外增加能耗损失。(2) 锅炉系统、汽轮机系统、发电系统能效瓶颈:锅炉系统存在受热面结渣、漏风等问题,导致热效率低于设计值3%-6%;汽轮机因密封性能下降、叶片磨损,内效率降低4%-7%,且低负荷运行时能效损失加剧。发电系统中,发电机绝缘老化、励磁系统效率偏低,进一步造成电能损耗,整体拉低机组发电效率^[1]。

1.2 节能管理的主要障碍

(1) 技术层面:设备老化、技术升级成本高。多数老机组服役超15年,核心设备性能衰减,而高效脱硫脱硝、余热利用等先进技术改造单台机组成本超千万元,企业资金压力大,技术升级动力不足。(2) 管理层面:部门协同不足、考核机制不完善。能耗管理涉及生产、运维、采购等多部门,缺乏协同联动机制,易出现责任推诿。同时,现有考核侧重发电量,节能指标权重低,

未建立有效的节能激励约束机制,员工节能积极性不高。(3) 政策层面:补贴退坡、碳交易成本压力。新能源发电补贴逐步退出,火电企业盈利空间压缩,无力投入节能改造。碳交易市场启动后,高能耗机组碳配额缺口大,额外增加碳排放成本,进一步加剧企业经营压力,制约节能工作推进。

2 火力发电企业节能管理的技术路径

2.1 燃烧优化技术

(1) 高效燃烧器、低氮燃烧技术应用:高效燃烧器通过优化燃烧空间结构与气流组织,提升燃料雾化与混合效果,使煤炭燃烧效率提高3%-5%,同时降低未燃尽碳含量。低氮燃烧技术借助空气分级、燃料分级等设计,抑制热力型NO_x生成,在保障燃烧效率的前提下,可使氮氧化物排放量降低40%-60%,减少环保处理能耗。当前主流的低氮燃烧器与炉膛优化改造结合技术,已在大型燃煤机组中广泛应用,单台机组年可节约标准煤数千吨。(2) 燃料掺烧与预处理技术:燃料预处理通过破碎、筛分、干燥等工艺,降低煤炭水分与杂质含量,提升燃料热值,减少燃烧过程中的热损失。燃料掺烧技术则根据机组设计参数,合理配比不同热值、不同种类的燃料,如优质煤与劣质煤掺烧、煤炭与生物质燃料耦合发电。其中,生物质耦合发电通过将农林废弃物等生物质与煤炭混合燃烧,不仅可替代10%-20%的煤炭消耗,还能降低碳排放,同时借助生物质燃料的高挥发性,改善燃烧稳定性,进一步提升燃烧效率^[2]。

2.2 热力系统优化

(1) 余热回收利用:烟气余热锅炉可回收锅炉尾部排烟余热,用于加热凝结水或产生低压蒸汽,提升热力循环效率,单台机组可降低煤耗20-30g/kWh。汽轮机通流改造通过优化叶片型线、调整间隙等措施,减少蒸汽泄漏与流动损失,提升汽轮机内效率,改造后机组热

效率可提高2%-3%。此外,循环水余热回收、乏汽余热利用等技术的配套应用,可进一步挖掘热力系统节能潜力。(2)供热与发电协同优化:热电联产模式打破传统火电“单一发电”的运行模式,将发电过程中产生的余热用于工业供热或居民采暖,实现能源的梯级利用,综合能源效率可达70%以上,远超纯发电机组40%左右的效率。通过搭建供热管网调度系统,根据热负荷需求动态调整机组运行参数,可实现发电与供热的精准匹配,在保障供热稳定性的同时,最大限度降低发电煤耗,尤其在北方采暖季,节能效果更为显著。

2.3 数字化与智能化技术

(1)智能监控系统:DCS(分布式控制系统)实现对机组运行参数的实时采集与精准控制,保障机组稳定运行;SIS(厂级监控信息系统)则整合全厂生产数据,通过数据挖掘技术分析能耗波动规律,识别节能薄弱环节。借助两大系统的协同联动,可实现对燃烧、热力循环等关键环节的动态监控,及时发现并纠正异常运行状态,降低非计划能耗损失,提升机组运行的经济性。

(2)AI算法在运行优化中的应用:AI算法通过学习机组历史运行数据,可精准预测未来时段的电力负荷需求,为机组启停与负荷调节提供科学依据,避免盲目运行导致的能耗浪费。在设备故障预警方面,AI算法可实时分析设备振动、温度、压力等参数,提前识别轴承磨损、管路泄漏等潜在故障,实现故障早发现、早处理,减少设备故障导致的停机损失与能耗增加。此外,基于AI的燃烧优化闭环控制算法,可动态调整燃烧参数,使机组始终处于最优节能运行状态^[3]。

3 火力发电企业节能管理的管理机制创新

3.1 全生命周期节能管理

(1)规划阶段:能效对标与节能设计标准。在项目规划环节,建立全行业能效对标体系,对标国内外先进火电机组的能耗指标,明确项目节能目标。严格落实国家节能设计标准,将余热回收、低碳燃烧等先进节能技术纳入设计方案,从源头把控能耗水平。同时,开展节能可行性论证,对设计方案进行能耗模拟分析,优化机组参数匹配,确保项目投产后具备先天节能优势。(2)运行阶段:动态能耗监测与绩效考核体系。搭建全覆盖的动态能耗监测平台,实时采集燃料消耗、机组效率、污染物排放等核心数据,通过数据对比分析及时发现运行中的节能漏洞。建立以节能指标为核心的绩效考核体系,将单位煤耗、综合能效等指标细化分解至各部门及岗位,与薪酬待遇直接挂钩,形成“人人肩上有指标”的节能责任体系,倒逼员工主动落实节能措施^[4]。(3)

维护阶段:设备节能改造与寿命周期管理。建立设备全寿命周期节能管理档案,定期对锅炉、汽轮机等核心设备进行能效检测与评估,针对老化、低效设备制定分阶段节能改造计划。结合设备运行状态优化维护策略,采用预防性维护与预测性维护相结合的方式,减少设备故障停机损失,延长设备使用寿命,同时保障设备始终处于高效节能运行状态。

3.2 市场化激励机制

(1)碳交易市场下的节能收益机制。主动对接全国碳交易市场,建立碳资产核算与管理体系,精准核算机组碳排放配额。通过节能改造降低碳排放强度,将结余的碳配额参与市场交易,获取额外节能收益。同时,借助碳交易价格信号,合理规划节能改造项目优先级,优先推进减排效益显著的项目,实现节能与碳减排的协同增效。(2)绿电交易与节能补贴政策利用。积极参与绿电交易市场,将机组清洁发电部分纳入绿电交易范畴,通过绿电溢价提升企业盈利空间,反哺节能改造投入。密切关注国家及地方节能补贴政策,精准对接高效节能技术改造、余热利用等补贴项目,规范申报流程,充分享受政策红利。此外,探索合同能源管理模式,引入第三方节能服务机构,分担改造资金压力,共享节能收益。

3.3 组织与文化保障

(1)跨部门节能协同机制。打破部门壁垒,设立由生产、运维、采购、财务等多部门人员组成的节能专项小组,统筹推进企业节能工作。建立定期沟通协调机制,明确各部门节能职责,协同解决跨部门节能难题,如优化燃料采购标准、统筹推进技术改造等项目,形成节能工作合力。(2)员工节能意识培训与企业文化塑造。定期开展节能技术、政策法规等专题培训,提升员工专业节能能力,普及日常节能知识。搭建节能交流平台,鼓励员工提出节能合理化建议,对优秀建议给予物质与精神双重奖励。将节能理念融入企业文化建设,通过节能宣传周、节能标兵评选等活动,营造“人人讲节能、事事重节能”的良好氛围,推动节能成为员工的自觉行为^[5]。

4 政策与市场环境对火力发电企业节能管理的驱动作用

4.1 国内政策体系分析

(1)节能减排法规:国内已构建以《节约能源法》为核心,配套电力行业专项政策的节能减排法规体系。《节约能源法》明确火力发电企业的节能义务,要求制定节能计划、开展能效监测;行业专项政策则细化技术要求,如规定新建火电机组最低能效标准,限期淘汰落

后高耗能机组。这些法规通过强制性约束，倒逼企业加大节能投入，推动老旧设备改造与先进技术应用，形成刚性节能约束。（2）碳达峰、碳中和目标下的约束性指标：“双碳”目标背景下，国家将碳排放强度、能耗强度等指标纳入约束性考核体系，对火力发电企业实施严格的总量控制与强度管控。多地出台区域碳达峰实施方案，明确火电行业减排时间表与路线图，要求逐步降低煤电占比、提升清洁发电比重。约束性指标的设定，促使企业从被动节能转向主动转型，将节能管理融入长期发展战略，推动能源结构优化与能效提升。

4.2 国际经验借鉴

（1）欧盟ETS（碳排放交易体系）对火电企业的约束：欧盟ETS通过设定碳排放配额总量、建立市场化交易机制，对火电企业形成强约束。企业若超出配额需购买碳排放权，减排成效显著则可出售结余配额，借助市场价格信号引导企业自主推进节能减碳。其成熟的配额分配机制、MRV（监测、报告与核查）体系，为我国碳交易市场建设提供参考，助力火电企业建立市场化节能激励约束机制。（2）美国、日本等国火力发电节能技术标准与补贴政策：美国推行严格的火电机组能效标准，通过税收减免、低息贷款等补贴政策，鼓励企业应用碳捕获、余热利用等先进节能技术；日本则聚焦高效清洁发电技术研发，设立专项补贴支持火电企业开展节能改造，同时建立能效标识制度引导企业提升能效。两国“标准+补贴”的组合政策，为我国优化政策工具、提升政策实施效果提供借鉴，助力构建多元化节能政策支撑体系。

4.3 政策与企业节能管理的互动机制

（1）政策工具选择：行政命令类工具通过强制性要求保障节能底线，如淘汰落后产能；经济激励类工具通过财政补贴、税收优惠、碳交易等调动企业积极性；技

术标准类工具通过明确能效门槛引导技术升级。三类工具协同发力，既划定节能红线，又提供转型动力，构建全方位政策驱动体系。（2）企业应对策略：企业以合规性管理为基础，建立政策跟踪与合规审查机制，确保满足法规与指标要求；以技术升级为核心，结合政策导向加大节能技术研发与应用投入，提升核心竞争力；同时强化风险管控，规避政策套利等违规行为。政策与企业的良性互动，推动节能管理从政策驱动向内生动力转变，实现政策目标与企业发展的协同统一。

结束语

火力发电企业节能管理是一场关乎生存与发展的持久战。通过技术路径的深度探索，如燃烧优化、热力系统升级及数字化赋能，节能潜力得以持续挖掘；管理机制的创新，如全生命周期管理、市场化激励与组织文化塑造，为节能工作注入内生动力。在政策与市场的双重驱动下，企业更应主动作为，将节能管理融入战略核心。唯有如此，火力发电企业方能在绿色转型浪潮中破浪前行，实现经济效益与环境效益的双赢，为国家能源可持续发展贡献坚实力量。

参考文献

- [1]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.
- [2]葛荣涛.火力发电厂电气节能减排管理措施分析[J].光源与照明,2023,(10):243-245.
- [3]胡勋.火力发电厂节能减排管理措施分析[J].光源与照明,2023,(05):186-188.
- [4]张贝贝.低碳经济下火力发电企业节能减排问题研究[J].中国管理信息化,2023,26(06):134-136.
- [5]余良城.低碳经济背景下电力行业节能减排路径研究[J].工程技术研究,2021,6(22):285-286.