

节能降耗技术在发电厂动力工程中的应用

洪卫铃

杭州华电半山发电有限公司 浙江 杭州 310015

摘要:在双碳目标持续推进、火电行业降本增效压力不断加大的行业背景下,发电厂动力工程的节能降耗已成为火电领域技术革新与运营优化的核心方向。本文围绕发电厂动力工程节能降耗工作展开研究,阐述了发电厂节能降耗在提升能源利用率、保护环境、降低成本及助力可持续发展方面的重要意义。重点分析了锅炉、汽轮机、发电机及热力系统各类节能降耗技术的具体应用方式。同时结合行业发展现状,总结出智能化应用、清洁能源推广、能源综合利用深化、节能管理体系完善四大发展趋势,为火电厂动力工程节能优化运行提供参考。

关键词:节能降耗技术;发电厂;动力工程;应用

引言

在双碳目标与电力行业绿色转型的背景下,传统火力发电高能耗、高污染、高成本的问题日益凸显,节能降耗成为发电厂动力工程升级发展的核心任务。为破解火电生产能源利用率低、污染物排放量大、运营成本偏高的行业难题,各类节能降耗技术得到广泛应用。本文结合发电厂动力工程运行实际,阐述节能降耗技术的应用价值,详细分析锅炉、汽轮机、发电机等核心设备的节能技术应用路径,并总结行业智能化、绿色化的发展趋势,为电厂节能增效与可持续发展提供参考。

1 发电厂动力工程节能降耗的重要意义

(1) 提高能源利用效率。依托各类节能降耗技术可优化发电厂能源转换流程,有效减少能源转换环节的损耗,提升能源整体利用率。通过应用高效锅炉燃烧技术、汽轮机通流部分改造技术等,能够让燃料内部的化学能得到充分转化,最大化实现电能产出,有效降低发电煤耗,改善传统发电能源转化利用率偏低的问题。

(2) 减少环境污染。传统发电模式会产生二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物等各类污染物,是工业环境污染的重要来源。节能降耗技术能够从源头减少能源消耗量,同步降低污染物排放,搭配清洁能源发电、污染物高效脱除等技术,可大幅削减温室气体和有害气体排放量,改善区域空气质量,减轻发电生产对生态环境的负面影响。

(3) 降低企业生产成本。能源消耗是发电厂生产经营的主要成本支出,落实节能降耗技术可直接减少能源采购费用,压缩核心生产成本。同时,节能降耗技术能够优化设备运行工况,减少设备高负荷、低效运行的情况,有效延长各类发电设备的使用寿命,降低设备维修、更换的资金投入,全方位缩减企业运营成本,提升发电厂整体经济效益。(4) 促进可持续发展^[1]。发电厂

可持续发展需平衡能源供应、生态保护与经济效益三大核心要素,节能降耗技术可实现能源集约化利用,兼顾环境保护与企业盈利需求,破解传统发电模式高能耗、高污染、高成本的发展难题,为发电厂长效、稳定、绿色可持续发展筑牢基础。

2 节能降耗技术在发电厂动力工程中的具体应用

2.1 锅炉节能降耗技术

一是高效燃烧技术,依托先进的燃烧器结构设计与智能化燃烧控制技术,全方位优化锅炉炉膛内部燃料燃烧工况,通过应用低氮燃烧器,在有效削减氮氧化物污染物排放的基础上,提升燃料整体燃烧利用率。同时配合分层燃烧技术规整炉膛内燃料的燃烧状态,规避燃料局部堆积、燃烧不充分等问题,最大限度降低不完全燃烧引发的能源损耗,保障锅炉燃烧系统高效稳定运行。二是锅炉受热面优化技术,针对传统锅炉受热面传热效率低、热损耗大的问题,对原有受热面结构进行升级改造,更换装配螺旋鳍片管、H型鳍片管等高效传热构件,有效扩大受热面有效传热面积,大幅强化烟气与换热工质的传热性能,降低锅炉排烟温度,减少排烟热损失,持续提升锅炉整体热效率。三是锅炉余热回收利用技术,通过加装烟气冷凝器等专业余热回收设备,集中收集锅炉排烟中的废弃余热,重点回收烟气中水蒸气蕴含的潜热,将回收的余热资源二次利用,用于余热锅炉给水和助燃空气,实现烟气余热的闭环循环利用,大幅减少能源浪费,提升发电厂整体能源综合利用效率,保障锅炉系统长期低耗、高效、环保运行。

2.2 汽轮机节能降耗技术

(1) 汽轮机通流部分改造,依托先进的全三维气动设计技术优化汽轮机叶片叶型与内部气流通道结构,对传统通流部件进行升级改造,改善蒸汽流动状态,减少

蒸汽流动过程中的涡流、摩擦与冲击损失,提升汽轮机整体通流能力与内部工作效率,降低蒸汽能量损耗,从设备结构层面提升汽轮机做功效率。(2)汽轮机滑压运行,结合电网实时负荷波动情况改变机组运行模式,摒弃固定压力运行方式,动态调整汽轮机进汽压力与温度参数,让机组在低负荷、变负荷工况下摆脱节流损失大的问题,保证汽轮机全负荷区间维持高效运行状态,有效提升机组整体热经济性,降低变负荷运行阶段的能源消耗^[2]。(3)汽轮机真空系统优化,通过常态化运维管控与设备升级改善凝汽器工作状态,定期清洗凝汽器管束,避免结垢、杂物堆积影响换热效果,同时配套更换高效真空泵,强化系统抽气能力,减少真空系统漏气问题,稳定提升凝汽器真空度,降低汽轮机冷源损失,进一步提升汽轮机机组整体运行效率和节能水平。

2.3 发电机节能降耗技术

第一,提高发电机运行效率,依托现代化设备设计理念与精密制造工艺,选用高性能电磁材料,同步优化发电机内部绕组的结构布局,合理调整绕组排布方式与参数,能够有效降低发电机持续运行过程中产生的铜损、铁损等核心固有损耗,减少机械能向电能转化过程中的无效能量浪费,从设备本体结构层面提升能量转换效率,保障发电机组长期稳定、高效发电。第二,优化发电机励磁系统,通过升级励磁控制策略、改良系统整体运行结构,全面提升励磁系统的调节精度、动态响应速度与设备运行可靠性,规避励磁工况波动、调节滞后引发的能耗损耗。现阶段普及应用的静态励磁系统,可取消传统励磁机机械结构,彻底减少励磁机运行产生的机械损耗和铜损,显著提升励磁系统运行效率,降低机组辅助系统能耗。第三,改进发电机冷却系统,针对传统冷却方式散热效率低、机组运行温升过高等问题,优化升级冷却结构与运行模式,采用氢冷、水冷等高效冷却技术,强化发电机内部换热散热效果,精准控制设备运行温升,避免高温工况引发的绝缘老化、绝缘损耗等问题,稳定发电机组运行工况,降低设备长期运行的能耗损耗,全面提升发电厂发电机组的整体节能运行水平。

2.4 热力系统节能降耗技术

一是开展热力系统整体优化,通过调整热力系统运行参数、优化系统运行结构,降低热力循环过程中产生的不可逆能量损失。通过优化给水回热加热系统,有效提升锅炉给水温度,减少锅炉受热面换热负荷,降低锅炉燃料消耗量。同时依托热电联产技术实现能源梯级利用,充分发挥不同品质能源的利用价值,提升全厂能源利用效率^[3]。二是实施蒸汽管道保温优化,针对蒸汽输送

环节存在的散热损耗问题,升级改造管道保温结构,替换应用新型高性能保温材料,强化蒸汽管道整体保温隔热性能,减少蒸汽输送过程中的热量散失,降低蒸汽输送温降与压力损失,减少输送环节的无效能耗浪费,保障蒸汽参数稳定,提升热力系统输送效率。三是完成疏水系统改进优化,针对传统疏水系统泄漏、疏水直排造成的能量损耗,优化疏水系统整体设计,更换使用高性能疏水阀,配套安装疏水回收装置,有效控制疏水阀泄漏问题,减少疏水直接排放带来的热能与水资源损失,对高温疏水进行统一回收和二次利用,进一步降低热力系统综合损耗,全面提升发电厂热力系统的节能降耗运行水平。

3 节能降耗技术在发电厂动力工程中的发展趋势

3.1 智能化节能技术的应用

随着人工智能、大数据、物联网等数字技术的持续成熟与普及,智能化节能技术已成为发电厂动力工程节能改造与升级的主要发展趋势,逐步替代传统粗放式的人工管控模式。在发电厂动力系统运行过程中,可依托智能传感器设备对锅炉、汽轮机、发电机等核心设备的运行参数、工作状态及实时能源消耗数据进行不间断采集与动态监测,全面覆盖机组生产运行的各个环节。通过大数据分析技术对采集的海量运行数据进行统一处理、分析与研判,精准定位设备低效运行状态和能源浪费环节,为设备工况优化和能源精细化管理提供数据支撑。同时,智能化控制系统可根据电网负荷变化、设备运行工况及环境参数,自动完成各类动力设备运行参数的动态调节与精准修正,无需人工干预即可实现机组最优运行状态。智能化节能技术的全面应用,能够有效解决传统电厂运行调控滞后、管控精度不足、能耗管控不全面等问题,持续提升发电厂动力系统自动化运行水平,稳定提高能源利用效率,推动发电厂节能降耗工作向数字化、精准化、智能化方向稳步发展。

3.2 清洁能源发电技术的推广

在电力行业绿色低碳转型的发展背景下,传统火力发电过度依赖煤炭等化石能源,存在资源消耗量大、污染物排放突出等问题,清洁能源发电技术已成为发电厂动力工程节能降耗的重要发展趋势,未来将得到大规模普及与应用。为降低发电厂对传统化石能源的依赖,减少发电生产过程中的废气、废渣等污染物排放,优化电力生产能源结构,各类清洁能源发电技术持续迭代升级。其中太阳能、风能、水能、生物质能等清洁能源具备可再生、低污染、低能耗的特点,可有效弥补传统火电的发展短板^[4]。随着清洁能源发电设备性能不断优化、

配套技术逐步成熟,其发电稳定性与经济性持续提升,能够与传统火电系统结合运行,有效替代部分化石能源消耗。持续推广清洁能源发电技术,能够从源头降低发电厂化石能源消耗量,减少环境污染,缓解资源消耗压力。清洁能源发电模式将逐步融入发电厂常态化生产体系,成为电力能源结构的重要组成部分,助力发电厂构建清洁低碳、安全高效的动力运行体系,推动电力行业节能降耗与绿色可持续发展。

3.3 能源综合利用技术的深化

未来发电厂动力工程节能降耗的核心发展方向之一,是持续深化能源综合利用技术,完善能源梯级利用与循环利用体系,改变传统发电模式能源利用单一、浪费严重的问题。传统火力发电仅注重电能生产,发电过程中产生的大量余热直接排放,能源整体利用率偏低。通过深化能源综合利用技术,可对发电过程中的各类能源进行分级、分类高效利用,提升能源整体利用水平。其中热电冷联产技术可充分回收发电机组运行产生的余热,将废弃余热统一应用于工业供热、民用供暖与设备制冷,实现能源多级梯度利用,有效减少余热浪费,显著提升能源利用效率。同时,煤炭清洁转化技术得到进一步应用,通过煤炭气化、液化工艺对原煤进行深度加工,将传统固体煤炭转化为清洁二次能源,替代煤炭直接燃烧的生产方式。该技术能够有效降低煤炭直接燃烧产生的污染物排放,解决火电生产的污染问题。持续深化能源综合利用技术,能够构建闭环式能源利用体系,最大限度挖掘能源使用价值,降低机组能耗与排放,推动发电厂动力工程向高效节能、绿色环保的方向持续发展。

3.4 节能管理体系的完善

发电厂动力工程的节能降耗发展,不仅依靠技术升级,更需要依托完善的节能管理体系作为保障,系统化的制度建设是未来电厂节能发展的重要趋势。发电厂将持续优化和完善节能管理体系,健全节能监督与考核制度,将节能工作纳入常态化生产管理范畴,明确各岗位、各生产环节的节能职责与考核标准,实现节能工作

全过程监督管控。发电厂将建立规范的节能激励机制,依托科学的考核评价方式落实奖惩制度,充分调动工作人员参与节能工作的积极性与主动性,规范日常运行操作,减少人为因素造成的能源损耗,从管理层面夯实节能工作基础。同时,发电厂将主动加强与科研机构 and 高等院校的深度合作,搭建产学研协同创新平台,围绕动力工程运行中的节能难点开展专项技术创新探索^[5]。通过整合专业科研资源,持续推进新型节能技术、工艺和设备的研发与落地应用,对现有节能技术进行迭代优化,持续补齐生产运行中的节能短板。通过管理体系与技术创新双向结合,能够形成长效化、常态化的节能运行模式,持续提升发电厂整体节能水平,保障动力工程长期高效、低耗、稳定运行。

结语

综上所述,在电力行业绿色低碳转型的大背景下,发电厂动力工程节能降耗是提质增效、减污降碳的核心举措。各类节能技术覆盖锅炉、汽轮机、发电机及热力系统全环节,可有效解决传统火电高能耗、高污染、高损耗的痛点。未来,依托智能数字化技术、清洁能源融合应用与能源综合利用体系升级,搭配科学化节能管理机制,能够持续优化发电生产模式,助力火电行业实现高效、绿色、可持续的高质量发展。

参考文献

- [1]黄玉欣,温茹茵,杨康梅,等.节能降耗技术在电厂锅炉运行中的应用研究[J].石油石化物资采购,2025,(16):142-144.
- [2]刘波.浅谈节能降耗技术在电厂锅炉运行中的应用[J].锅炉制造,2025,(3):10-12.
- [3]徐世鹏,母久状,王文栋,等.浅析火力发电厂电气节能降耗问题与技术措施[J].中国设备工程,2025,(24):216-218.
- [4]吕晓娟,张博.大数据分析在火力发电厂节能降耗中的应用研究[J].电气技术与经济,2024,(6):81-83.
- [5]袁博.浅谈燃煤机组发电厂节能降耗技术的实践应用[J].新疆钢铁,2024,(2):55-57.