

热能与动力工程的节能措施

王 刚

山西格盟中美清洁能源研发中心有限公司 山西 太原 030000

摘 要: 热能与动力工程是工业能源生产与转化的核心载体,运行过程中存在多重能耗损耗问题,能源利用效率偏低。本文系统分析该工程系统的核心构成、主要能耗来源及核心影响因素,从技术优化、智能管控、人员管理多个维度,梳理燃烧系统、热力循环、余热回收、设备升级等节能措施,构建技术与管理结合的立体化节能体系,旨在降低无效能耗,提升能源利用率,为行业节能降耗发展提供参考。

关键词: 热能; 动力工程; 节能措施

引言: 在双碳发展背景下,工业节能降耗成为行业发展重点,热能与动力工程作为高耗能基础工程,能源损耗问题制约着工业绿色高效发展。该工程运行中受设备老化、工艺滞后、操作不规范及系统设计缺陷等影响,存在大量不可逆能耗浪费。为有效改善能源利用现状,本文深入剖析工程能耗损耗机理,针对性探究多元化节能措施,助力优化工程运行模式,降低能源消耗,推动行业节能提质增效。

1 热能与动力工程能耗及损耗机理分析

1.1 热能与动力工程系统核心构成

(1) 热能转换系统组成及工作原理。该系统是工程核心单元,主要由燃烧装置、换热器、锅炉等设备组成,核心原理是通过燃料化学能向热能的转化,将介质加热为高温高压工质,为动力输出提供能量基础,是整个工程能量输入与转化的核心环节。(2) 动力传输与执行系统运行机制。该系统以汽轮机、发电机、传动机构为核心,依托高温工质膨胀做功,将热能转化为机械能,再进一步转换为电能或机械动力,通过多级传动、调速结构实现能量输出,保障工程设备稳定运行。(3) 辅助配套系统能耗构成特点。涵盖供水、通风、除尘、冷却等辅助设备,无直接动力产出,能耗以辅助运维消耗为主,具备持续性、分散性特点,虽单台能耗较低,但长期运行会形成累计能耗损耗。

1.2 工程主要能耗来源分析

(1) 燃料燃烧过程热能损耗。燃料燃烧时存在燃烧不充分、烟气余热排放、散热泄漏等问题,大量热能随烟气、炉体散热流失,未参与能量转换,是工程最主要的源头能耗损耗。(2) 热力循环过程能量不可逆损耗。工程热力循环遵循热力学定律,工质膨胀、换热、节流过程中存在不可逆能量损耗,熵增现象无法避免,导致部分有效能量转化为无效热能,降低系统能量利用效率。(3) 设

备运行与管路传输附加能耗。工质在管道输送中存在沿程阻力、局部阻力损耗,同时水泵、风机等设备运行存在机械摩擦损耗,各类附加能耗叠加,进一步加剧系统能量消耗^[1]。

1.3 能耗损耗核心影响因素

(1) 设备老旧、性能老化带来的能耗增加。长期运行的设备会出现部件磨损、密封老化、换热效率下降等问题,设备运行工况偏离设计标准,能量转化效率大幅降低,无效能耗持续攀升。(2) 运行参数不合理、操作规范缺失的人为因素。操作人员未严格按照工况调节温度、压力、负荷等参数,存在超负荷运行、参数匹配失衡等问题,破坏系统最优运行状态,引发额外能耗与能量损耗。(3) 系统设计缺陷与余热回收利用率不足问题。部分工程系统管路布局、设备匹配存在设计短板,余热回收设备配置不完善、回收效率低,大量低温余热无法二次利用,造成能源浪费,制约整体节能效果。

2 热能与动力工程技术性节能措施

2.1 燃烧系统优化节能技术

(1) 燃料配比优化与洁净燃料替代技术。在热能动力工程运行中,燃料品质与配比直接决定燃烧效率与能耗水平。通过结合机组运行工况、负荷需求优化煤、气、油等燃料配比比例,可有效规避单一燃料燃烧不充分、热值利用率低的问题。同时,采用天然气、生物质等洁净燃料替代传统高污染、高损耗燃煤,能够降低燃料燃烧过程中的灰渣、废气热损失,减少不完全燃烧能耗浪费,从源头提升燃料能量转化效率,实现节能与降耗双重效果。(2) 富氧燃烧、低氮燃烧等高效燃烧工艺应用。传统空气燃烧方式因氮气吸热散热,存在大量无效热能损耗。富氧燃烧技术通过提高助燃空气中氧气浓度,减少惰性气体占比,提升燃烧温度与燃烧速率,让燃料燃烧更彻底,大幅降低排烟热损失。低氮燃烧工艺通过分

级燃烧、烟气再循环等方式,优化燃烧场温度分布,抑制高温氮氧化物生成的同时,稳定燃烧工况,避免剧烈燃烧造成的热能逃逸,有效提升燃烧系统运行稳定性与能源利用率^[2]。(3)燃烧过程智能调控与精准配风技术。传统人工配风方式易出现风量过剩或不足的问题,风量过大带走大量烟气余热,风量不足则引发不完全燃烧。依托自动化控制系统、传感监测设备,可实时采集炉膛温度、烟气成分、负荷参数等数据,实现燃烧过程动态监测。通过智能算法精准匹配燃料量与送风量,实现精准配风、按需供能,稳定燃烧工况,最大限度减少燃烧过程中的各类热损耗。

2.2 热力循环系统节能改造

(1)朗肯循环、布雷顿循环参数优化方法。朗肯循环与布雷顿循环是热能动力工程核心循环方式,循环参数直接影响系统做功效率。通过精准优化循环系统的主蒸汽温度、压力、排汽压力等核心参数,使循环工况趋近最优设计区间,减少工质做功过程中的能量损耗。在机组允许工况范围内,适当提升初参数、优化终参数,可有效降低循环不可逆损失,提升系统热能向机械能的转化效率。(2)回热循环、再热循环改造提升循环效率。针对基础热力循环效率偏低的问题,通过加装回热装置、改造再热循环系统,可有效回收循环过程中的低温余热。回热循环利用汽轮机抽汽加热给水,减少锅炉吸热量,降低燃料消耗;再热循环将汽轮机高压缸排汽重新送入锅炉加热,提升蒸汽做功能力,避免蒸汽湿度超标造成的能量损耗,显著提升整体循环热效率。(3)多级热力耦合系统协同优化策略。大型热能动力工程为多设备、多循环耦合系统,各子系统独立运行易出现工况失衡、能量浪费问题。通过构建多级热力耦合协同优化体系,统筹协调锅炉、汽轮机、换热系统等单元运行参数,实现各子系统工况匹配、能量互补,规避局部负荷过高、能量闲置的问题,降低系统整体不可逆能耗,提升机组整体运行能效^[3]。

2.3 余热余能回收利用技术

(1)烟气余热回收换热装置应用。工程运行中高温烟气携带大量余热直接排放,是主要能源浪费点。通过加装省煤器、空气预热器、烟气换热器等设备,可对排烟余热进行分级回收,利用高温烟气加热给水、助燃空气,替代部分锅炉加热能耗,大幅降低排烟温度,回收废弃热能,提升系统能源利用率。(2)废水、废汽余压余能回收技术。设备运行产生的高温废水、废弃蒸汽均蕴含大量余压与余热。通过安装余压回收装置、废水换热设备,可回收流体压力能与热能,将废弃余压转化为

机械能辅助设备运行,废水余热用于供暖、预加热等工序,实现废弃能源的二次利用,减少外源能源输入。(3)余热梯级利用与综合储能系统搭建。依据余热品质高低,搭建梯级利用体系,高温余热用于发电、做功,中温余热用于工业加热,低温余热用于采暖、供水。同时配套储能系统,将富余余热、余能储存起来,在机组低负荷、能耗高峰期释放,平衡系统能源供需,避免间歇性余热浪费,实现余热资源最大化利用。

2.4 核心设备节能优化升级

(1)高效换热器、节能泵体、风机设备替换。老旧辅助设备存在运行效率低、机械损耗大的问题。替换为高效板式换热器、变频节能泵、低损耗风机,可降低设备机械摩擦、管路阻力损耗。变频设备可根据负荷自动调节运行功率,避免恒定高速运行造成的无效能耗,大幅降低辅助系统运行能耗。(2)汽轮机、锅炉等主力设备性能优化。对锅炉受热面进行清洁、防结垢改造,消除积灰、结焦带来的换热低效问题,提升锅炉热效率;对汽轮机通流部分进行改造,优化叶片结构、减少通流损耗,提升蒸汽做功效率,改善主力设备老化带来的能耗偏高问题。(3)设备密封、保温改造降低散热损耗。针对锅炉、管道、汽轮机等设备密封老化、保温层破损问题,更换新型密封材料与耐高温保温层,封堵设备缝隙,杜绝热气泄漏、热量散失。通过全面的保温密封改造,减少设备表面散热、介质泄漏造成的热能损耗,进一步压缩系统无效能耗。

3 热能与动力工程管理与智能化节能措施

3.1 建立规范化节能运行管理制度

(1)制定设备标准化操作与启停管理制度。热能与动力工程各类设备的运行工况、启停时机不规范,是造成人为能耗浪费的重要原因。通过结合设备性能参数与机组运行负荷,制定统一标准化操作规程,明确不同工况下设备的操作流程、运行参数区间及启停标准,杜绝随意启停、超负荷运行、低负荷空转等不规范操作,让设备始终处于合规高效的运行状态,从管理层面减少无效能耗损耗。(2)建立能耗分级统计、监测与考核体系。针对工程能耗分散、数据模糊、管控薄弱的问题,搭建分级能耗管控体系,对锅炉、汽轮机、辅助设备等不同单元的能耗进行分项统计、分类监测。同时将节能指标细化落实到各岗位、各设备,建立配套考核机制,将能耗指标与工作绩效挂钩,改变粗放式管理模式,实现能耗精细化管控。(3)完善设备定期检修与维保节能机制。设备密封老化、积灰结垢、部件磨损等隐性问题会持续增加能耗。建立常态化、周期性的设备检修维保制度,

定期对动力设备、管路系统、换热装置进行排查养护,及时处理设备故障、修复老化部件、清理设备积垢,避免设备带病运行造成的能耗升高,维持设备最优运行性能,降低长期运行能耗成本^[4]。

3.2 智能化节能控制系统应用

(1) 基于大数据的能耗实时监测系统搭建。依托物联网、大数据技术搭建智能化能耗监测平台,在系统关键设备、管路节点布设传感装置,实时采集燃料消耗、热能损耗、设备功耗等各项能耗数据。系统自动汇总、分析、存储数据,精准定位高能耗点位与能耗浪费时段,为节能优化、参数调整提供真实有效的数据支撑,解决传统人工监测滞后、误差大的问题。(2) 自动化调控系统优化设备运行工况。引入智能自动化调控系统,替代传统人工手动调节模式,根据机组负荷、环境温度、生产需求的动态变化,自动精准调整燃烧配风、蒸汽参数、设备运行频率等关键指标,实时优化系统运行工况,保证热力系统、动力设备始终维持高效运行状态,有效降低人工调节滞后与偏差带来的额外能耗^[5]。(3) 智能预警系统规避异常能耗损耗。智能化控制系统具备异常能耗识别与预警功能,可实时对比设备正常能耗阈值与实时运行数据,当出现设备故障、参数失衡、热能泄漏等异常能耗问题时,及时发出预警信号。帮助运维人员快速排查故障、处理隐患,避免异常工况长期运行造成的持续性能源损耗,大幅提升系统节能运行的稳定性。

3.3 人员节能素养与技术培训管理

(1) 开展专业节能操作技能培训。定期组织运维人员开展热能动力节能专项培训,围绕设备高效操作、参数优化调节、余热利用、故障节能处理等专业内容开展教学,更新人员节能技术知识,提升实操能力,让工作人员熟练掌握各类设备的节能运行方法,规避因操作不专业导致的能耗浪费问题。(2) 建立节能责任划分与奖

惩机制。明确各岗位人员的节能工作职责,将系统能耗管控、设备节能运维责任落实到人,构建全员参与的节能管理体系。配套设立节能奖惩制度,对节能成效突出、规范操作的人员予以奖励,对违规操作、造成能耗浪费的人员进行追责约束,充分调动人员节能工作积极性。(3) 强化运维人员节能创新意识。常态化开展节能案例分享、技术交流等活动,引导运维人员结合实际运行工况,主动发现能耗漏洞、探索新型节能优化方法。鼓励人员参与设备改造、工艺优化、智能节能技术落地等工作,打破传统运维思维,持续挖掘系统节能潜力,实现节能管理长效化、常态化发展。

结束语

综上所述,热能与动力工程能耗损耗贯穿能量转化、传输及设备运维全过程,节能降耗需兼顾技术革新与精细化管理。通过优化燃烧、热力循环、余热回收等核心技术,搭配智能管控体系与规范化管理制度,可全方位削减无效能耗。未来需持续融合智能技术,优化节能方案,挖掘系统节能潜力,推动热能与动力工程向高效、低碳、节能化方向稳步发展。

参考文献

- [1]郭红刚.火电厂热能与动力工程中的节能技术探讨[J].现代工业经济和信息化,2022,12(10):46-48.
- [2]于星,曹云锋.热能与动力工程中的节能技术研究[J].化工管理,2021,8(19):44-45.
- [3]皇海燕,牛黄.浅谈热能与动力工程中的节能措施[J].中国新技术新产品,2022,13(16):49-50.
- [4]张霖.浅析节能降耗中热能与动力工程的实际运用[J].科技资讯,2021,17(22):42-44.
- [5]魏春雷.热能与动力工程中的节能技术探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2024,10(31):166-169.