

热能与动力工程中的节能技术与应用研究

郭守英

中盐青海昆仑碱业有限公司, 中国·青海 海西 817099

摘要: 随着全球能源需求的持续攀升与环境问题的日益严峻, 热能与动力工程领域的节能降耗已成为关键议题。论文深入剖析热能与动力工程中的各类节能技术, 详细探讨其作用原理、技术特性以及应用场景, 涉及热力发电、工业锅炉、制冷空调等多个关键领域。通过理论阐述与实际案例相结合的方式, 呈现节能技术的应用成效, 并对未来节能技术的发展趋向予以展望, 旨在为推动热能与动力工程行业的绿色、高效发展提供全面且具深度的理论依据与实践指导。

关键词: 热能与动力工程; 节能技术; 应用研究

Research on Energy Saving Technology and Application in Thermal Energy and Power Engineering

Shouying Guo

China Salt Qinghai Kunlun Alkali Industry Co., Ltd., Haixi, Qinghai, 817099, China

Abstract: With the continuous increase in global energy demand and the increasingly severe environmental problems, energy conservation and consumption reduction in the field of thermal and power engineering have become key issues. The paper deeply analyzes various energy-saving technologies in thermal energy and power engineering, and explores in detail their working principles, technical characteristics, and application scenarios, involving multiple key fields such as thermal power generation, industrial boilers, refrigeration and air conditioning. By combining theoretical exposition with practical cases, this paper presents the application effectiveness of energy-saving technology and looks forward to the future development trend of energy-saving technology, aiming to provide comprehensive and in-depth theoretical basis and practical guidance for promoting the green and efficient development of the thermal and power engineering industry.

Keywords: thermal energy and power engineering; energy saving technology; application research

0 前言

在当代社会, 能源作为经济发展的命脉, 其稳定供应与高效利用关乎国计民生。热能与动力工程学科专注于研究能量的热转换与动力输出, 广泛覆盖电力、化工、暖通等众多产业领域。然而, 传统的热能与动力工程系统往往存在能源转化率低、损耗严重等弊端, 致使大量能源被无端浪费, 还加剧了环境污染。因此, 深入探究节能技术, 并将之广泛应用于该领域, 是顺应时代发展需求、实现可持续发展目标的必然选择。

1 热能与动力工程节能技术分类

1.1 余热回收技术

余热是指在工业生产过程中, 未被充分利用而排放到环境中的热能。余热回收技术旨在捕捉这些散失的热量, 重新加以利用, 实现能源的“二次挖掘”。常见的余热回收设备有热管换热器、余热锅炉等。热管换热器凭借其高效的热传导性能, 能快速将高温废气中的热量传递至另一侧的低温流体, 预热生产工艺所需的物料或水; 余热锅炉则利用余热产生蒸汽, 用于发电、供暖等, 有效提升能源综合利用率。

1.2 变频调速技术

许多热能与动力设备, 如水泵、风机等, 在运行时需消耗大量电能。传统定速运行模式无法依据实际工况灵活调整, 常造成能量浪费。变频调速技术通过改变电机的供电频率, 精准调控设备转速, 使水泵、风机的流量、扬程与实际需求紧密匹配, 避免大马拉小车的现象, 大幅削减能耗, 节能效果显著, 通常能降低 30%~50% 的电耗。

1.3 热电联产技术

热电联产打破了传统发电与供热相互分离的模式, 实现了能量的梯级利用。在热电厂中, 燃料燃烧产生的高温高压蒸汽, 先用于驱动汽轮机发电, 做完功后的蒸汽余热, 依然蕴含大量热能, 再通过热网输送至周边用户用于供暖、工业用热等, 这种“电、热联产联供”方式, 相较于分别生产电、热, 可减少能源损耗, 提升能源利用效率。

1.4 优化燃烧技术

优化燃烧技术聚焦于让燃料在燃烧室中更充分、高效地燃烧, 减少不完全燃烧损失。采用先进的燃烧器, 精准控制燃料与空气的混合比例、流速以及喷射角度, 确保燃料颗粒在炉膛内均匀分散、完全氧化, 释放出更多热量, 降低未燃尽碳粒、一氧化碳等污染物排放, 同时提高能源利用率。

2 节能技术在热力发电中的应用

2.1 超临界与超超临界发电技术

超临界与超超临界发电技术通过提升蒸汽的压力与温度,使水在超临界状态下直接从液态转变为气态,无需经历传统的汽水两相转换过程。如此一来,汽轮机的热效率大幅提高,机组发电效率相比亚临界机组可提升 3%~5%,煤耗显著降低,减少二氧化碳等温室气体排放,契合节能减排的发展需求,在大型火力发电厂中逐步推广应用。

2.2 燃气—蒸汽联合循环发电

燃气—蒸汽联合循环发电融合了燃气轮机的高温快速发电特性与蒸汽轮机的余热回收发电优势。燃气轮机利用清洁的天然气等燃料燃烧产生的高温燃气推动涡轮发电,排出的高温尾气再进入余热锅炉产生蒸汽,驱动蒸汽轮机二次发电,整体发电效率可达 50%~60%,远超传统单纯的蒸汽发电方式,且污染物排放少,成为清洁能源发电的重要选择。

2.3 余热利用系统升级

在传统火力发电站,增设更为高效的余热回收装置,不仅回收汽轮机的排汽余热,还对锅炉的排烟余热进行深度捕捉。利用低温省煤器、有机朗肯循环等技术,将低品位余热转化为电能或用于预热锅炉给水,进一步提升发电站的能源利用效率,降低发电成本。

3 节能技术在工业锅炉中的应用

3.1 分层给煤技术

工业锅炉传统的给煤方式容易导致煤炭堆积不均,影响燃烧效果。分层给煤技术采用特殊的给煤机,将煤炭按颗粒大小分层铺设在炉排上,使空气与煤炭接触更充分,燃烧更完全,减少炉渣含碳量,提高锅炉热效率,一般能提升 5%~10% 的热效率,降低煤炭消耗。

3.2 冷凝水回收技术

工业锅炉产生的大量蒸汽在使用后会凝结成水,这些冷凝水仍蕴含较高热量。冷凝水回收技术借助疏水阀、凝结水泵等设备,将冷凝水收集并送回锅炉重新加热利用,节省了软化水制备成本与加热能耗,回收的冷凝水热量可使锅炉燃料消耗降低 15%~20%。

3.3 生物质混燃技术

为减少对化石燃料的依赖,部分工业锅炉引入生物质混燃技术,将生物质颗粒(如木屑、秸秆等)与煤炭按一定比例混合燃烧。生物质属于可再生能源,其燃烧过程相对清洁,而且在混燃时能改善煤炭的燃烧特性,降低污染物排放,同时拓展能源来源,提升锅炉运行的环境友好性与经济性。

4 节能技术在制冷空调中的应用

4.1 变频空调技术

家用与商用空调领域,变频空调技术已占据主流。通过变频器调节压缩机电机频率,空调能依据室内实际温度需

求,自动调整制冷量或制热量,避免频繁启停造成的能量损耗,相比传统定频空调,节能可达 30%~40%,还能精准维持室内恒温,提升舒适度。深入来看,传统定频空调压缩机转速固定,当室内温度达到设定值后,压缩机便停止工作,待温度回升,又重新启动。频繁的启停不仅消耗额外电能,还会造成室温波动较大。而变频空调的压缩机可在较宽频率范围内无级调速,在启动初期,以高频率快速制冷或制热,让室内环境迅速趋近设定温度;接近目标温度时,降低运转频率,维持微小的制冷或制热功率输出,保持恒温状态。

此外,现代变频空调还融入智能传感器与算法。温湿度传感器实时监测室内环境参数,将数据反馈给控制芯片,芯片依据环境变化趋势提前预判,微调压缩机频率。例如在白天阳光强烈时段,即便室内温度尚未明显上升,空调也能预判升温趋势,适度增强制冷功率;夜晚人体入睡后,代谢减缓,空调自动切换到低功耗、低风速的睡眠模式,贴合人体睡眠时的生理需求,在节能的同时提升用户体验。并且,随着半导体技术发展,新一代变频模块效率更高、能耗更低,进一步增强了变频空调的节能优势。

4.2 地源热泵技术

地源热泵利用地下浅层地热资源,冬季从地下吸热用于室内供暖,夏季向地下放热实现室内制冷。地下温度相对稳定,使得地源热泵运行效率高,耗能少,与传统空调系统相比,可节约 30%~60% 的能源,且减少对大气环境的热排放,环保效益显著。拓展而言,地源热泵系统的核心部件是地下换热器,其形式多样,包括垂直埋管、水平埋管等。垂直埋管换热器能深入地下几十米甚至上百米,更充分利用深层稳定的地温,适合场地面积有限但地下空间充足的区域,像城市中的高层商业建筑。水平埋管换热器则铺设在浅层地下,施工相对简便,适用于土地资源丰富的郊外住宅、别墅项目。

地源热泵运行时,热泵机组中的制冷剂在蒸发器、冷凝器间循环,冬季从地下低温热源吸取热量蒸发成气态,经压缩机压缩升温后,在冷凝器中将热量释放给室内循环水用于供暖;夏季则逆向运行,把室内热量传递到地下。为提升系统性能,新型地源热泵采用强化传热的管内结构,增大制冷剂与管壁的接触面积,加速热量传递;同时,智能控制系统实时监测地下温度场变化,根据负荷需求,精准调控压缩机频率与水泵流量,保障系统始终处于高效运行区间,最大化节能效果。

4.3 蓄冷技术

在用电低谷时段,蓄冷技术利用制冷设备将冷量储存起来,如冰蓄冷、水蓄冷系统。待到用电高峰、电价高昂时,释放储存的冷量满足建筑制冷需求,起到移峰填谷的作用,降低用户用电成本,同时缓解电网高峰时段供电压力,实现能源与经济的双重优化。冰蓄冷系统是利用水的相变潜热来储存冷量,在夜间低谷电价时段,制冷机将水制成冰,冰的蓄冷密度大,同等体积下能储存更多冷量。白天用电高峰,

冰融化吸热,为空调系统提供冷源。水蓄冷则是利用水的显热储存冷量,通过冷水与热水分层的原理,将低温冷水存储在蓄冷水池底部,使用时抽取底部冷水,上部热水补充进来,维持水温分层稳定。

如今,蓄冷技术与智能建筑管理系统深度融合。控制系统依据天气预报、历史用电数据预测次日负荷,提前规划蓄冷量;还能实时监测电价波动,灵活调整蓄冷与放冷策略,确保在最便宜的时段蓄冷,最需要的时候放冷。此外,新型蓄冷材料不断涌现,一些有机相变材料加入蓄冷阵营,它们相变温度范围广、蓄冷性能好、化学稳定性高,能适配更多样的制冷空调工况,进一步拓展蓄冷技术的节能应用场景。

5 节能技术应用案例分析

5.1 某热电厂节能改造案例

某传统热电厂采用热电联产、余热回收升级等节能技术综合改造。新增燃气—蒸汽联合循环机组,优化蒸汽管道布局强化余热回收,改造后全厂能源利用效率从 38% 跃升至 45%,年减少标煤消耗 3 万吨,二氧化碳排放量降低 8 万吨,在节能降耗的同时,经济效益显著提升。深入剖析,该厂在引入燃气—蒸汽联合循环机组前,发电流程单一依赖传统蒸汽轮机,能源梯级利用不足。新机组投产后,燃气轮机以天然气为燃料,燃烧产生的高温燃气驱动涡轮发电,排气温度仍超 500℃,这部分余热进入余热锅炉产生蒸汽,带动蒸汽轮机二次发电,形成两级发电模式,发电效率大幅跃升。

余热回收方面,更新后的低温省煤器布置在锅炉尾部烟道,有效捕捉排烟余热,预热锅炉给水,降低排烟温度,减少热量散失。同时,对全厂热力管网进行保温优化,减少输送过程热损失。厂内还搭建了智能能源管理系统,实时监控各设备能耗、蒸汽流量、温度等参数,依据数据分析调整机组运行工况,精准匹配发电与供热负荷,杜绝能源浪费,使得该厂不仅在环保指标上达标,还因能耗降低、发电供热效率提升,在区域电力市场竞争中更具优势,盈利能力增强。

5.2 某工业企业锅炉节能优化案例

某化工企业对工业锅炉实施分层给煤、冷凝水回收改造。分层给煤改善燃烧状况,冷凝水回收降低燃料成本,锅炉热效率从 70% 提升至 80%,每年节省煤炭费用 200 余万元,减少废水排放,实现经济与环保双赢。具体来看,未改造前,企业的锅炉采用传统闸板给煤方式,煤炭颗粒大小不均,落到炉排上堆积杂乱,空气难以均匀穿透煤层,导致燃烧不充分,炉渣含碳量居高不下。分层给煤改造后,给煤机设置多层筛板,煤炭依颗粒大小分层落下,大颗粒在底层,小颗粒在上层,形成疏松且透气性良好的煤层,让空气与煤炭充分接触,燃烧效率显著提升。

冷凝水回收环节,过去企业忽视了蒸汽冷凝水的热量与水资源价值,冷凝水直接排放。改造时,安装了高效疏水阀与凝结水泵,构建冷凝水回收管网,将高温冷凝水收集回锅炉除氧器重新加热利用。一方面节省了大量软化水制备成本,另一方面回收的热量减少锅炉燃料投入。企业还配套建立了锅炉运行监测平台,实时监测燃烧参数、给水水质、蒸汽产量等,定期依据数据调整分层给煤装置与冷凝水回收系统参数,保障长期稳定节能运行,在化工行业竞争愈发激烈的当下,降低生产成本,增强企业可持续发展能力。

5.3 某商业建筑制冷节能实践案例

某大型商场引入地源热泵与蓄冷技术。地源热泵满足日常基础制冷供暖,蓄冷系统应对夏季高峰负荷,不仅降低商场全年能耗 35%,还因用电成本优化节省大量运营费用,提升商场竞争力。在该商场的地源热泵系统建设中,考虑到商场周边土地资源有限,选用垂直埋管换热器,打了上百口深达百米的钻孔,确保足够的地下换热面积。热泵机组采用高效螺杆压缩机与满液式蒸发器,提升换热效率。智能控制系统与商场的 BA 系统集成,依据商场内客流量、不同区域温度需求,灵活调控地源热泵运行功率。

蓄冷系统方面,采用冰蓄冷技术,夜间低谷电价时段,利用螺杆式制冷机全力制冰蓄冷。蓄冷槽采用保温性能优异的聚氨酯材料,减少冷量散失。白天高峰时段,冰蓄冷释放的冷量通过板式换热器与商场空调水系统换热,为商场供冷。商场运营团队依据历年夏季气温、客流量数据,提前预设蓄冷策略,遇到极端高温天气,还能实时调整蓄冷量与放冷速率,在保障顾客舒适度的同时,通过降低能耗与电费支出,为商场带来显著经济效益,也树立了绿色商业建筑的良好形象。

6 结语

热能与动力工程中的节能技术种类丰富、应用广泛,在热力发电、工业锅炉、制冷空调等关键领域成效斐然。这些节能技术的应用,有效降低能源消耗、削减污染物排放,为企业节省成本,助力行业迈向绿色可持续发展。展望未来,随着新材料、新技术、新算法的持续涌现,节能技术必将不断革新升级,在热能与动力工程领域释放更大的节能潜力,为全球能源与环境问题的解决贡献关键力量。

参考文献:

- [1] 蒋智力.热能与动力工程概论[M].北京:中国电力出版社,2023.
- [2] 王战.余热回收技术及其应用[M].北京:化学工业出版社,2009.
- [3] 江虹路.变频调速技术在动力设备中的应用[J].电气传动,2020,50(6):45-49.
- [4] 凌霄花.热电联产技术发展与实践[J].热电技术,2021,40(1):3-8.