

自动化系统在燃气锅炉的供热及节能技术应用

陈学智

天津市煦润供热有限责任公司 天津 301700

摘要:在“双碳”战略目标背景下,供热行业正面临能源结构转型与能效提升的双重挑战。燃气锅炉作为城市集中供热的核心设备,其运行效率与节能水平直接影响区域碳排放强度与用能成本。鉴于此,本论文深入探讨自动化系统在燃气锅炉供热及节能领域的应用,通过分析燃气锅炉供热现状及节能需求,详细阐述自动化系统的构成、工作原理及其在燃气锅炉温度控制、燃烧优化、故障诊断等方面的具体应用,并提出一系列应用策略,旨在为提升燃气锅炉供热效率、降低能源消耗、推动供热行业绿色低碳发展提供理论依据与实践参考。

关键词:自动化系统;燃气锅炉的供热;节能技术应用

引言:随着社会经济的快速发展和人民生活水平的不断提高,集中供热需求持续增长,燃气锅炉作为主要的供热设备之一,因其清洁、高效的特点得到广泛应用。但是,传统燃气锅炉在运行过程中存在供热效率低、能源浪费严重、自动化程度不高等问题,难以满足当前节能减排和智能化发展的要求。自动化系统融合了计算机技术、传感器技术、自动控制技术等先进技术,能够高效实现燃气锅炉供热过程的精准控制和优化运行,有效提高供热质量和能源利用效率。研究自动化系统在燃气锅炉供热及节能技术中的应用,对于推动供热行业转型升级、实现可持续发展具有重要的现实意义。

1 燃气锅炉供热现状及节能需求分析

1.1 燃气锅炉供热现状

目前,我国燃气锅炉供热系统在运行过程中仍存在诸多问题。具体表现如下:一是部分燃气锅炉设备老化,热效率较低,导致能源浪费严重。二是供热系统自动化程度不高,多依赖人工操作和经验判断,难以实现精准控制,容易出现供热温度不稳定、能源消耗不合理等情况。三是,在供热过程中,燃烧控制不够精准,空气与燃气的混合比例难以达到最佳状态,导致燃烧不充分,不仅降低了热效率,还增加了污染物的排放。

1.2 节能需求分析

在“双碳”目标的大背景下,节能减排已成为各行各业的重要任务。燃气锅炉作为能源消耗大户,其节能潜力巨大。通过采用自动化系统,对燃气锅炉供热过程进行优化控制,能够有效提高能源利用效率,显著降低燃气消耗,减少二氧化碳、氮氧化物等污染物的排放,实现绿色供热。更重要的是,节能技术的应用还能降低供热企业的运营成本,提高企业的经济效益和市场竞争力,最终满足社会对清洁、高效供热的需求。

2 自动化系统的构成及工作原理

2.1 自动化系统的构成

2.1.1 传感器系统

传感器是自动化系统的“感知器官”,用于实时采集燃气锅炉运行过程中的各种参数,如温度、压力、流量、液位、氧量等^[1]。常见的传感器包括温度传感器、压力传感器、流量传感器、液位传感器和氧含量传感器等。这些传感器将物理量转换为电信号或其他可测量的信号,并传输至控制系统。

2.1.2 控制系统

控制系统是自动化系统的核心,主要由可编程逻辑控制器(PLC)、工业计算机、智能控制器等组成。它接收传感器采集的数据,根据预设的控制策略和算法进行分析处理,然后发出控制指令,调节执行机构的动作,以实现燃气锅炉运行参数的精准控制。

2.1.3 执行机构

执行机构可根据控制系统发出的指令,对燃气锅炉的运行进行调节。常见的执行机构包括电动调节阀、气动调节阀、电磁阀、变频器等,用于控制燃气流量、空气流量、给水流量、风机转速等,以实现燃烧优化、温度调节等功能。

2.1.4 通信网络

通信网络用于实现传感器、控制系统和执行机构之间的数据传输和通信。常见的通信方式包括现场总线、以太网、无线网络等。利用通信网络,自动化系统能够实现各部件之间的互联互通,进而实现数据共享和远程监控。

2.2 工作原理

自动化系统通过传感器实时采集燃气锅炉的运行参数,并将数据传输至控制系统。接着,控制系统对数据

进行分析处理,与预设的参数值进行比较,根据偏差情况按照预定的控制算法计算出控制量,然后向执行机构发出控制指令。之后,执行机构根据指令调整相应的设备运行状态,如调节燃气阀门开度控制燃气流量、调节风机转速控制空气流量等,从而实现对燃气锅炉燃烧过程、温度、压力等参数的自动调节,使燃气锅炉始终保持在最佳运行状态,达到高效供热和节能的目的。其中,值得肯定的是,自动化系统还能够对运行数据进行存储、分析和处理,为供热系统的优化运行和故障诊断提供依据。

3 自动化系统在燃气锅炉供热及节能技术中的应用

3.1 温度自动控制

3.1.1 供热温度精准调节

自动化系统利用温度传感器实时监测供热介质(如热水或蒸汽)的温度,并将数据反馈至控制系统。控制系统根据设定的温度值和实际温度值的偏差,自动调节燃气阀门的开度和风机的转速,改变燃气燃烧量和空气供应量,从而精确控制供热温度。比如,当供热温度低于设定值时,控制系统增加燃气流量和空气流量,提高燃烧强度,使供热温度回升;反之,则减少燃气和空气流量,降低供热温度,确保供热温度稳定在设定范围内,满足用户的供热需求。

3.1.2 分时分区供热控制

为了进一步提高节能效果,自动化系统可实现分时分区供热控制。根据不同时间段和不同区域的供热需求,设定不同的供热温度。在夜间或人员较少的区域,适当降低供热温度;在白天或人员密集的区域,提高供热温度。这种方式,大幅度避免了能源的浪费,实现了按需供热。其中,在学校、办公楼等场所,可根据作息时间设置供热温度曲线,在非工作时间降低供热温度,节省能源消耗。

3.2 燃烧优化控制

3.2.1 空燃比自动调节

合理的空燃比是实现燃气充分燃烧、提高热效率的关键。自动化系统通采用过氧含量传感器实时监测烟气中的氧含量,根据氧含量的变化自动调节空气和燃气的流量比例,使空燃比保持在最佳状态。当氧含量过高时,说明空气过量,控制系统减少空气流量;当氧含量过低时,说明空气不足,控制系统增加空气流量,确保燃气充分燃烧,提高燃烧效率,降低能源消耗和污染物排放。

3.2.2 燃烧负荷自适应调节

燃气锅炉的供热负荷会随着用户需求的变化而波

动。自动化系统能够根据供热负荷的变化,自动调节燃气锅炉的燃烧负荷^[2]。当供热负荷增加时,系统增加燃气和空气的供应量,提高燃烧强度;当供热负荷降低时,系统减少燃气和空气的供应量,降低燃烧强度,使燃气锅炉的运行负荷与实际供热需求相匹配,避免因燃烧负荷过高或过低导致的能源浪费。

3.3 故障诊断与预警

3.3.1 故障实时监测

自动化系统通过对燃气锅炉运行过程中的各种参数进行实时监测和分析,能够及时发现设备运行中的异常情况。当某个参数超出正常范围或出现异常变化时,系统会自动判断是否发生故障,并进行记录和报警。

3.3.2 故障诊断与处理

一旦检测到故障,自动化系统能够根据预设的故障诊断逻辑和算法,对故障进行分析和定位,判断故障的类型和原因,并提供相应的处理建议。最关键的是,系统还可以自动采取一些应急措施,如关闭燃气阀门、停止风机运行等,防止故障扩大,保障设备和人员的安全。操作人员可根据系统提供的故障信息和处理建议,及时进行故障排除和维修,从而缩短设备停机时间,提高供热系统的可靠性和稳定性。

3.4 能源管理与数据分析

3.4.1 能耗数据采集与统计

自动化系统能够实时采集燃气锅炉的能源消耗数据,包括燃气消耗量、用电量、用水量等,并对数据进行统计和分析。在对能耗数据的长期监测和分析的基础上,供热企业可以清楚了解燃气锅炉的能源消耗规律,评估能源利用效率,为节能改造和优化运行提供数据支持。

3.4.2 节能潜力分析与优化建议

基于能耗数据的分析,自动化系统可以对燃气锅炉的节能潜力进行评估,精准找出能源浪费的环节和原因,并提出相应的优化建议。如,通过分析发现某台燃气锅炉在某个时间段内燃气消耗过高,系统可以建议调整燃烧控制策略、优化设备运行参数或进行设备维护保养,以降低能源消耗,提高供热效率。

4 自动化系统在燃气锅炉供热及节能技术中的应用策略

4.1 提高系统可靠性

系统可靠性是自动化技术落地应用的基础保障,需从设备选型、运维管理、抗干扰设计三个维度构建全生命周期保障体系。在设备选型层面,应建立供应商分级评估机制,对传感器、控制器等核心部件开展加速寿命试验与环境适应性测试,优先选用通过CE认证、具

备IP65防护等级的产品。针对关键设备冗余配置需求,可采用双机热备架构,确保单一设备故障时系统无缝切换。尤其是在维护保养环节,需制定标准化巡检规程,明确设备清洁、校准周期及操作规范,如要求每季度对温度传感器进行零点校准,每年对PLC模块进行散热性能检测。同时建立设备健康档案,利用振动分析、红外热成像等手段监测设备劣化趋势,提前识别轴承磨损、接触不良等潜在故障。而针对复杂电磁环境下的抗干扰需求,需从硬件设计与系统集成两个层面实施防护^[3]。在硬件层面,传感器信号线应采用双绞屏蔽电缆,控制柜内安装滤波器与浪涌保护器,对220V/380V动力电缆与信号电缆实施分层走线。在软件层面,需在PLC程序中设置数字滤波算法,对模拟量输入信号进行滑动平均处理,抑制脉冲干扰。对于变频器等强干扰源,应配置独立接地系统,确保接地电阻小于 4Ω ,并采用光纤通信技术实现关键控制信号传输。

4.2 加强技术集成与标准化建设

技术标准化是推动自动化系统规模化应用的关键路径。需建立涵盖通信协议、数据接口、功能安全的三级标准体系:在通信协议层面,优先采用OPC UA、Modbus TCP等开放标准,明确设备发现、数据建模、方法调用的技术规范;在数据接口层面,制定统一的XML/JSON数据格式标准,定义设备状态、报警信息、能耗数据等关键参数的编码规则;在功能安全层面,参照IEC 61508标准建立安全完整性等级(SIL)认证体系,对燃烧控制、连锁保护等安全功能实施分级管理。

需要注意的是,技术集成能力的提升需构建“研发-测试-示范”创新链。在研发阶段,鼓励企业与高校共建联合实验室,聚焦边缘计算、数字孪生等前沿技术的工程化转化^[4]。在测试阶段,需建立第三方认证平台,开展设备兼容性测试与系统集成验证,如验证不同厂商PLC与变频器的Profibus通信稳定性。在示范应用阶段,应选取典型场景建设标杆项目。

4.3 加强专业人才培养

第一,在学科教育层面,建议高校增设“智慧能源工程”本科专业,设置自动控制原理、热能工程、物联网技术等核心课程,配套建设燃气锅炉仿真实验室。第二,在职业培训层面,企业应建立“新员工-骨干-专家”三级培养路径,制定岗位能力矩阵。第三,产学研协同创新机制需创新合作模式。建议设立行业技术创新联盟,由龙头企业牵头,联合高校、科研院所开展技术攻

关。第四,在人才激励方面,企业可实施“技术入股+项目分红”机制,对关键技术人员给予股权激励,同时建立职称晋升绿色通道,将自动化系统开发、节能改造等成果纳入职称评定指标。

4.4 降低成本,加大政策支持

成本控制需从技术创新与商业模式创新双路径突破。在技术创新层面,鼓励企业开展国产化替代,如某企业研发的基于ARM架构的工业控制器,成本较进口产品降低40%,性能满足锅炉控制需求。在商业模式层面,可推广“设备租赁+节能分成”模式,由服务提供商投资建设自动化系统,与用户共享节能收益。

政策支持体系需构建“财政引导-金融支持-示范推广”政策包。在财政政策方面,建议将自动化改造纳入技术改造专项资金支持范围,提高补贴比例至项目投资的30%,同时对首台(套)设备给予应用奖励。在金融政策方面,可协调政策性银行提供专项贷款。在示范推广方面,应建立“国家-省-市”三级示范项目体系,对认定项目给予税收减免。

结语:自动化系统在燃气锅炉供热及节能技术中的应用,通过集成传感器、控制算法与执行机构,实现了供热过程参数的实时监测与动态调节。该系统可根据环境温度、用户负荷变化自动优化燃烧工况,维持空燃比在最佳区间,显著提升热效率并降低污染物排放。基于历史数据的能耗分析功能,可精准定位设备运行偏差与能源浪费环节,为运维决策提供量化依据。在行业层面,自动化技术的推广促进了供热系统从经验驱动向数据驱动的转型,推动了设备运维模式的标准化与智能化升级。随着工业互联网平台与边缘计算技术的发展,自动化系统将进一步融合数字孪生、机器学习等前沿技术,构建预测性维护与全局能效优化能力,为供热行业低碳转型提供关键技术支撑。

参考文献

- [1]林平,刘自愿,彭放.燃气锅炉烟气在线监测系统的设计与应用[J].电子技术,2024,53(12):102-103.
- [2]马跃.自动化系统在燃气锅炉集中供热及水力平衡节能技术上的应用探析[J].中国设备工程,2022(1):33-34.
- [3]王朝.基于模糊PID集中供热燃气锅炉控制系统的设计[J].机械管理开发,2023,38(3):170-171,174.
- [4]王志建.燃气工业锅炉运行工况热效率测试与分析[J].质量技术监督研究,2023(06):51-53.