

电气自动化技术在节能减排工程中的应用

左文涛

宁夏正亿成智能科技有限公司 宁夏 银川 750001

摘要：节能减排是推动绿色发展、实现能源高效利用的核心举措，电气自动化技术凭借精准控制、高效管控的优势，成为支撑节能减排工程落地的关键技术。本文立足工业生产、建筑领域、新能源利用三大核心场景，系统阐述电气自动化技术在设备管控、系统优化、工艺改造等方面的应用路径，同时分析自动化检测、调控及监控系统等技术支撑作用，整合多场景应用经验与技术要点，明确电气自动化技术在降低能耗、提升能源利用效率中的实践价值，为节能减排工程的高效推进提供技术参考与实践指引。

关键词：电气自动化技术；节能减排；能源利用；设备管控；监控系统

引言：当前能源短缺与环境压力日益突出，节能减排已成为各行各业高质量发展的必然要求，推动能源利用模式向高效、低碳转型成为重要发展方向。电气自动化技术融合传感、控制、网络等多领域技术，能够实现能耗过程的精准监测、动态调控与高效管理，有效破解传统节能减排模式中管控粗放、效率偏低的难题。结合工业、建筑、新能源等重点领域节能减排需求，系统梳理电气自动化技术的应用场景与技术支撑，探索其在节能减排工程中的具体应用路径，为各类场景节能降耗提供可行的技术方案。

1 电气自动化技术在工业生产节能减排中的应用

1.1 生产设备自动化管控

设备运行状态动态调控依托电气自动化系统中的智能传感终端与闭环控制架构，实时采集设备运行过程中的转速、温度、振动及能耗等关键参数，结合工业控制算法构建设备运行状态动态分析体系。系统可根据生产工况的细微波动，自动生成精准调控指令，对设备运行参数进行实时校准与动态调整，规避传统人工控制模式下固定参数运行导致的能耗浪费，保障设备长期稳定处于高效低耗运行区间，实现设备运行状态与生产需求的精准适配^[1]。设备负荷与启停适配管控通过负荷感知模块实时捕捉设备运行负荷数据，结合生产节拍变化构建负荷需求与能耗关联分析模型。电气自动化系统可根据生产任务的增减变化，自动调节设备输出功率，有效规避设备轻载、空载状态下的无效能耗，同时按照生产流程的先后逻辑，实现设备按需启停管控，减少设备待机过程中的能耗累积，通过负荷与启停的精准适配，最大化降低设备运行全过程的能源损耗。

1.2 工业供电系统自动化优化

供电线路高效管控借助电气自动化监测终端的全域部

署，实现对工业供电线路电流、电压、线损等运行参数的实时采集与动态分析。自动化系统可智能识别线路重载、空载及异常损耗节点，通过负荷分配算法优化线路运行路径，缩短无效供电半径，消除迂回供电带来的能源损耗，同时对线路运行状态进行实时管控，及时调整线路负荷分配，提升电能传输效率，降低供电线路的能耗损耗。供电质量精准调节针对工业电网运行中存在的谐波干扰、功率因数偏低、三相负荷失衡等问题，集成动态无功补偿、谐波治理及负荷平衡调控等自动化模块。电气自动化系统实时监测电能质量各项参数，自动投切无功补偿装置，抑制谐波畸变，平衡三相负荷，将功率因数稳定在合理区间，减少电能传输过程中的无功损耗，提升供电系统的能源利用效率，为工业生产提供稳定高效的电能供应。

1.3 生产工艺自动化改造

工艺环节自动化衔接以工业以太网为载体，打通各生产工艺单元的数据壁垒，构建全流程工艺参数联动控制体系。电气自动化系统可根据上下游工序的运行状态，自动匹配并调节各工艺环节的运行参数，实现物料输送、能量供给、工序切换的精准协同，减少工艺衔接过程中的能量损耗与物料浪费，提升生产工艺的连续性与高效性，推动生产流程的节能化运行。冗余能耗环节精简管控通过电气自动化系统对生产全流程能耗数据的深度采集与分析，精准识别生产工艺中存在的能耗冗余工序及操作节点。基于能耗分析结果，通过自动化控制逻辑重构与工艺参数优化，剔除重复低效的工艺步骤，调整高能耗设备的运行时序，优化能量分配路径，压缩非必要能耗空间，实现生产工艺能耗的系统性精简，推动生产流程向低耗高效转型。

2 电气自动化技术在建筑领域节能减排中的应用

2.1 建筑供配电系统自动化管控

用电负荷科学分配依托电气自动化监测系统与负荷预测算法,实时采集建筑各区域用电数据,结合建筑功能分区与用能规律构建设施用能负荷分析体系。自动化系统可根据不同区域用能需求差异,动态调整电能分配方案,优化供配电资源配置,规避局部区域负荷过载或负荷不足导致的能耗损耗,提升建筑供配电系统的整体能效,实现电能资源的高效利用。结合建筑不同时段、不同区域的用能差异,实现用电负荷的动态调配,避免电能资源闲置或浪费,进一步提升建筑供配电系统的节能水平^[2]。闲置设备自动关停通过智能传感与逻辑控制模块,实时捕捉建筑内各类用电设备的运行状态与使用场景,构建设备运行与用能需求的联动机制。系统可精准识别长期未投入使用或处于待机状态的闲置设备,自动触发关停指令,切断设备无效能耗回路,减少待机能耗与无效电能消耗,从源头降低建筑供配电系统的整体能耗水平。

2.2 建筑环境控制自动化应用

暖通空调系统智能调控整合环境感知终端与自动化控制架构,实时采集建筑内温度、湿度、空气质量等环境参数,结合室外环境变化与建筑用能需求,动态优化暖通空调系统运行参数。系统可通过变频调速、分区控温等方式,按需调节系统供能强度,规避传统粗放式运行带来的能耗浪费,在保障建筑室内舒适度的前提下,实现暖通空调系统的节能运行。根据建筑室内外环境的动态变化,自动调整暖通空调系统的运行模式,避免过度供能或供能不足,在保障舒适度的同时最大限度降低能耗。照明系统自动化管控依托照度感应、人体感应等智能模块,构建照明系统与建筑使用场景的联动控制体系,实时捕捉环境光线强度与人员活动状态。系统可自动调节照明亮度、切换照明模式,人员离开后自动关停对应区域照明,光线充足时适当调低照明强度,杜绝长明灯与无效照明现象,在满足建筑照明需求的同时,最大限度降低照明能耗。

2.3 建筑能源传输优化

能源传输过程监控通过电气自动化监测终端的全域部署,实现对建筑能源传输线路、传输设备运行参数的实时采集与动态分析,构建能源传输全流程监测体系。系统可实时捕捉传输过程中的参数波动,及时识别传输异常节点,保障能源传输过程的稳定有序,为能源传输损耗抑制提供精准的数据支撑。传输损耗抑制管控基于能源传输监测数据,结合自动化调控算法,优化能源传输路径与传输参数,减少传输过程中的线路损耗与设备损耗。通过优化传输线路布局、调整传输功率,抑制能

源传输过程中的无效损耗,提升建筑能源传输效率,推动建筑能源利用向高效低耗转型,实现建筑领域节能减排目标。

3 电气自动化技术在新能源利用中的应用

3.1 新能源发电系统自动化管控

发电设备高效运行管控依托电气自动化传感与控制体系,实时采集新能源发电设备运行参数,结合新型电力系统建设要求构建设备运行状态分析体系^[3]。自动化系统可对发电设备运行状态进行持续管控,及时识别设备运行异常,优化设备运行参数,规避设备低效运行导致的能源浪费,保障发电设备始终维持高效运行水平,契合新能源大规模高比例发展的需求。发电过程动态调节结合新能源发电特性,通过电气自动化控制算法与实时监测模块,捕捉自然能源供给的波动变化,动态调整发电过程中的各项参数。系统可根据能源供给强度变化,灵活调节发电设备输出功率,平衡发电效率与能源利用水平,避免能源供给波动造成的发电损耗,提升新能源发电过程的稳定性与高效性,支撑新能源发电系统有序运行。

3.2 新能源并网自动化适配

新能源电力并网调控依托电气自动化并网控制模块,遵循涉网安全管理规范,实时监测新能源电力的电压、频率等关键参数,构建并网过程精准控制体系。系统可优化并网接入流程,自动调节并网参数,确保新能源电力平稳接入电网,规避并网过程中的功率冲击的能源损耗,保障并网过程安全有序,助力新能源电力高效消纳。并网后电力平衡调节通过电气自动化系统对电网运行状态的实时监测,结合电网调度要求,动态调节新能源电力输出与电网负荷的匹配度。系统可根据电网负荷变化,灵活调整新能源电力注入量,优化电力资源分配,平衡电网供需关系,减少并网后电力失衡导致的能源损耗,提升电网对新能源电力的接纳能力,支撑新型电力系统高质量发展。

3.3 新能源储能系统自动化管理

储能设备充放电控制依托电气自动化控制架构,结合储能系统运行规律与电网需求,构建充放电精准控制体系。系统可实时采集储能设备运行状态与电网负荷数据,自动触发充放电指令,优化充放电时序与强度,规避储能设备无效充放电造成的能源损耗,提升储能设备运行效率,发挥储能系统调峰调频作用。储能容量动态调配通过电气自动化系统对储能容量的实时监测与分析,结合新能源发电波动与电网用能需求,动态调整储能容量分配方案。系统可灵活调配各储能单元的容量利

用效率,优化储能资源配置,避免储能容量闲置或过载,提升储能系统对新能源电力的储存与释放能力,推动新能源与储能系统协同节能运行。

4 电气自动化技术在节能减排中的技术支撑

4.1 自动化检测技术应用

能耗参数自动化检测依托分布式传感网络与数据采集终端,遵循相关能耗监控技术标准,实时捕捉节能减排场景中各类能耗相关参数,涵盖电压、电流、功率、能耗损耗等核心指标。检测系统通过预设采样频率完成参数采集,同步完成数据有效性检验与去噪滤波预处理,确保采集数据的准确性与稳定性,为后续能耗分析与调控提供可靠的数据支撑,夯实节能减排技术实施的基础^[4]。设备运行状态监测整合智能传感技术与自动化检测架构,对节能减排相关各类设备运行状态进行持续捕捉与动态追踪,涵盖设备运行参数波动、部件运行状态等关键信息。检测系统可及时识别设备运行异常节点,捕捉设备低效运行的细微特征,将监测数据实时反馈至控制终端,为设备运行优化与故障处置提供及时支撑,保障设备始终处于节能运行状态。

4.2 自动化调控技术应用

能耗调节控制逻辑基于能耗检测数据与节能减排目标,构建分层式优化控制框架,整合动态控制算法与逻辑决策模块,形成精准的能耗调节控制逻辑。控制逻辑可根据能耗参数变化与设备运行状态,自动生成适配的调节指令,优化能耗分配路径与设备运行参数,规避无效能耗产生,实现能耗调节的精准化与智能化,推动能耗利用效率提升。多设备协同调控依托工业控制网络与协同控制算法,打破不同设备间的控制壁垒,构建全局协同控制体系。调控系统可根据各设备运行特性与能耗需求,优化设备运行时序与负荷分配,实现多设备运行的精准协同,避免设备独立运行导致的能耗浪费,通过设备间的协同联动,提升整体节能减排效果,适配各类场景的节能运行需求。

4.3 自动化监控系统搭建与运行

能耗监控系统自动化运行采用分层架构搭建,涵盖现场设备层、采集传输层与监控管理层,遵循相关系统搭建技术规范,实现监控系统的自主运行与动态优化。系统可自主完成能耗数据采集、运行状态监测、异常预警等功能,无需人工过多干预,自动适配不同节能减排场景的运行需求,持续保障能耗监控的连续性与高效性^[5]。监控数据传输与处理依托兼容型通讯协议,优化数据传输路径,确保监控数据快速、稳定传输,兼顾传输效率与数据安全性。传输完成后,系统对数据进行单位转换、异常值处理与归一化处理,消除不同量纲数据的影响,整合形成完整的能耗数据体系,为能耗分析、调控优化提供精准的数据支撑,推动节能减排技术持续优化。

结束语

电气自动化技术已在工业生产、建筑运营及新能源开发等领域展现出显著的节能降耗成效,通过精准感知、智能决策与协同管控,有效解决了传统节能模式中响应滞后、调控粗放等突出问题。展望未来,随着人工智能、数字孪生与边缘计算等新兴技术的深度融合,电气自动化将向更高维度的自适应、自优化方向演进,推动节能减排工程从单一环节优化向全系统智慧管控跃升。各行业应结合自身用能特征,持续深化自动化技术的场景化落地,加速构建绿色低碳的现代能源体系,为实现“双碳”战略目标提供坚实的技术保障。

参考文献

- [1]钱其锋.电气工程自动化技术在水电站节能减排中的应用研究[J].电力设备管理,2024(21):255-257.
- [2]祁大鹏.工业电气自动化技术在焦化厂节能工程中的应用研究[J].山西冶金,2021,44(1):185-187.
- [3]刘斌.基于电气工程自动化技术的楼宇智能照明节能系统[J].光源与照明,2025(12):54-56.
- [4]张书绮,任延良.电气自动化工程中节能设计技术的应用研究[J].建筑工程技术与设计,2021(32):1600-1601.
- [5]王蕊,张磊.电气工程及其自动化技术在绿色建筑中的应用研究[J].新城建科技,2025,34(2):70-72.