

绿色建筑中电气节能技术的实施与效果分析

牛春强

洛阳尚诺装饰工程有限公司 河南 洛阳 471000

摘要：为了推动绿色建筑能源结构优化与电气系统高效运行，本文围绕电气节能技术在绿色建筑中的实际应用展开系统研究，明确其在照明系统、供配电系统、暖通空调系统以及智能化管理中的具体实施内容与技术路径，并从节能效果及社会环境影响等多个维度对其实施成效进行综合分析。结果表明，电气节能技术在降低建筑能耗、优化用电结构及提升建筑智能化水平方面具有显著作用。

关键词：绿色建筑；电气节能技术；建筑能耗

引言

在“双碳”战略目标指引下，建筑行业面临着加快能耗结构优化和实现低碳转型的双重压力。电气系统作为绿色建筑能耗的核心组成，其节能潜力直接关系建筑整体运行效率与可持续发展水平。本文通过探讨电气节能技术在绿色建筑中的系统实施路径及其节能成效，为提升建筑能源管理水平提供理论支撑与实践依据。

1 电气节能技术概述

(1) 电气节能技术的定义。电气节能技术是指在建筑运行全过程中，通过优化电气设备选型、完善系统设计及引入智能控制手段，最大限度提高电能使用效率、降低能耗水平的综合性技术体系^[1]。(2) 电气节能技术的分类。绿色建筑中电气节能技术主要涵盖照明系统节能、供配电系统优化、暖通空调系统节能控制及智能化管理系统四个方面。照明系统节能侧重高效光源选型与智能照明控制；供配电系统优化主要通过低损耗变压器、无功补偿装置及智能监测实现能效提升；暖通系统则借助变频控制与分区调节优化运行工况；智能化管理技术依托楼宇自控及分项计量实现能源数据可视化与能耗动态优化。

2 绿色建筑中电气节能技术的实施

2.1 建筑照明系统节能技术实施

2.1.1 高效照明设备选型与安装

绿色建筑在照明系统节能实施中，应通过系统性优化实现从源头控制能耗。高效照明设备的选型应依据建筑功能区分、空间使用性质及照度标准，进行针对性照明方案设计。以LED为核心的固态照明技术因其高光效、低热损耗和优异的光维持率，成为主流选择。实施中，应综合考虑显色指数、功率因数等技术指标，确保照明质量与电能利用效率兼顾。在安装阶段，通过优化灯具的安装高度、投射角度和布灯间距，减少光通量损

失和照度不均等问题，同时结合反射材料与空间色彩处理，进一步增强照明系统的整体光效。

2.1.2 智能照明控制系统集成应用

智能控制系统的集成是建筑照明节能的核心环节，其作用不止于“控制”，更在于实现动态能耗管理与环境适应性调节。在实施过程中，对照明区域进行功能分区，结合传感设备将人员流动、空间使用频率与环境光变化转化为实时数据，实现多维度感知控制^[2]。在办公区域部署人体感应与时间控制双重逻辑，可避免因人员疏忽导致的长时间照明开启，而在公共区域如走廊、地下车库等低人流空间，则通过延迟关断与自动调光，维持基础照明与节能效益的平衡。系统可通过与建筑能耗监测平台联动，实现照明运行状态、能耗数据的实时监测与反馈调整，提高用电透明度和响应速度。在智能系统架构下，照明行为不再是静态预设，而是围绕使用者行为模式进行持续优化的动态过程，进一步提升绿色建筑的能效水平和管理智能化程度。

2.1.3 自然采光与人工照明协同控制

协同控制的关键在于将自然采光的利用与人工照明系统调节无缝整合，形成动态响应机制。在设计阶段，通过光环境模拟评估建筑朝向、窗地比、遮阳系统与反射面材料的组合效果，优化自然光在不同季节、时间段下的照射效率。在系统层面，通过照度传感器布设与区域控制模块设置，实现实时监测不同空间的自然光强度。当外部光照充足时，人工照明根据采光水平自动调暗甚至关闭，从而避免日间照明资源浪费；而在光照不足时，系统则智能补光，保障照明环境稳定性。此外，引入日光追踪与光导系统，将自然光引入核心区域或地下空间，实现深层空间采光覆盖。在运行层面，该系统应与用户行为数据融合，通过算法模型不断优化照明策略，实现真正意义上的照明负荷削减与用户舒适度同步

提升,为绿色建筑提供低碳运行的重要支撑。

2.2 供配电系统节能技术应用

2.2.1 变压器能效优化与选型

在绿色建筑供配电系统中,变压器作为电能传输与转换的核心设备,其选型与能效直接决定系统的基础能耗水平。实施过程中应优先选用符合国家能效等级要求的低损耗型号,如S13、S20系列节能型变压器,其空载损耗和负载损耗均较传统型号显著降低,适用于高运行时长建筑场景。选型不仅需基于负荷率合理匹配容量,避免“大马拉小车”或“超载运行”引发效率损失,还应结合负载特性、用电规律与用能时段分析,优化变压器组网与运行方式^[3]。在多台并列运行场景下,建议采用智能调度控制,实现轮换运行与负载平衡,降低长期运行单元的热损耗。为降低运行温升和提升散热效率,在安装阶段对通风环境、电缆布设及电气间布局进行综合优化,从源头控制电能损耗的积累。

2.2.2 无功补偿装置安装与调试

在建筑配电系统中,大量感性负载如电动机、变频器等广泛存在,导致系统功率因数下降,增加线路电流与能量损耗。为有效改善电能质量,应在系统中配置自动无功补偿装置,如低压并联电容器组或动态无功补偿装置(SVG、SVC等),实现对无功功率的实时补偿。补偿装置宜设于总配电柜或重点用电末端,以减少传输损耗。装置配置需依据负载变化特性进行容量匹配,并结合功率因数在线检测系统,设置合理的投切逻辑与保护机制,保障系统稳定性。调试阶段应重点校核响应速度、谐波抑制能力与运行温升,必要时引入滤波模块消除高次谐波影响,避免电容器组谐振。

2.2.3 配电系统智能化改造

推动配电系统向智能化转型是实现绿色建筑电能精细化管理的重要手段。在具体实施中,在配电回路中部署智能电表、开关状态监测单元、温湿度传感器及电能质量采集装置,形成多维感知网络,实时掌握各支路电压、电流、功率因数及谐波等关键参数。数据采集终端通过通信模块接入建筑能效管理平台,实现用能数据的实时上传、存储与分析。系统支持对异常电流、过载、短路等状态进行自动识别与预警,并联动断路保护装置实现快速响应。并结合配电负荷特征开展能耗趋势分析与分项统计,实现不同区域、不同系统的能耗分级管理与目标控制。对于重点负荷区域,建议配置智能配电箱与能效控制模块,通过远程监控与策略调节,优化运行时序与负荷转移策略,从而实现建筑供配电系统的全面感知、高效运行与智能决策。

2.3 暖通空调系统节能改造

2.3.1 变频技术应用与系统优化

在绿色建筑中,暖通空调系统能耗占比高,实施变频技术是降低其运行能耗的关键手段。变频控制的核心在于根据负荷变化动态调节末端设备的运行频率,实现按需供冷或供热,避免传统定频运行造成的能源浪费。在实际改造中,针对冷水机组、水泵、风机等能耗集中设备,优先更换为具备变频驱动能力的高效机组,并确保控制系统具备联动调节功能。系统调试阶段,通过设定多工况负荷模型,构建变频调节与室内舒适度之间的最优控制逻辑,确保节能同时不牺牲使用体验^[4]。此外,为提高系统整体能效比,还应同步优化冷却塔配合运行策略、水系统流量分配模式与供回水温差调控范围,实现从源端到末端的全链路效率提升,进而实现系统级节能目标。

2.3.2 空调系统分区控制实施

分区控制的核心在于依据使用功能、人员密度、朝向与热负荷分布等因素对建筑内部空间进行科学分区。在具体实施中,对不同区域分别设定独立的温控策略,通过配置区域温控器、风阀执行器与数据采集单元,实现对各区域运行状态的实时感知与自主调节。在办公建筑中,可根据工作时段启停对应区域空调系统;在商用建筑中,则通过人流量感应与环境参数反馈动态调节送风量与温度设定。系统运行数据应与中央控制平台集成,形成基于区域负荷预测与能效反馈的调度机制。分区控制的实施能有效降低空调系统的无效运行时间,还可根据空间热环境差异精准匹配能耗分布,实现全局与局部的协同节能优化。

2.4 智能化系统集成与节能管理

2.4.1 楼宇自控系统建设

楼宇自控系统在绿色建筑中作为各子系统协调运行与能耗优化的中枢,其建设需从系统集成、通信协议统一与控制逻辑设计三个层面系统推进。实施过程中,应将空调、照明、给排水、电气、安全等系统通过标准化接口接入统一的BAS平台,实现运行状态、环境参数及设备响应的集中管理^[5]。重点区域应布设多功能传感器与执行终端,确保数据采集的实时性与控制策略的精细性。控制逻辑需结合建筑运行周期、人员活动模式与负荷特性进行编程,实现定时控制、联动控制与闭环控制的有机统一。系统平台应具备远程访问、权限分级与异常预警功能,提升建筑管理效率与能耗响应能力。通过BAS平台统一调度能源使用与设备运行状态,可实现建筑运行工况的动态最优调节,是绿色建筑实现节能目标

与智能管理的关键基础。

2.4.2 能源计量与监测系统实施

能源计量与监测系统的实施是实现能耗精细化管理的重要支撑,应围绕“分项计量、分区管理、实时监测”三大目标进行部署。在实施过程中,需在主要用能设备及系统节点设置智能电表、热量表、水表等计量终端,实现对照明、空调、电梯、动力用电等各类能耗的独立监测与数据采集。采集终端应具备通信能力,与后台管理系统形成完整的数据传输链路。系统构建统一的能耗数据库,对实时数据进行归类、统计与存储,并与基准能效指标进行比对分析,实现用能异常预警与超限提示。在数据处理层,引入数据可视化技术,形成能耗趋势图、设备耗能分布图与时段负荷曲线等图形化报表,为管理人员提供直观决策依据。该系统可为节能改造提供数据支撑,也为能效评估与后期运维优化奠定技术基础。

3 绿色建筑中实施电气节能技术的效果分析

3.1 节能效果分析

绿色建筑中电气节能技术的系统化实施在整体能耗控制方面表现出优异效果,尤其在照明、暖通空调及配电系统中节能成效最为明显。以智能照明控制与高效光源替代传统照明为例,可使该系统电耗降低40%以上;暖通空调系统在设计变频调速、分区控制与热回收后,其运行能耗较常规系统降低约25%。此外,配电系统通过智能化改造与无功补偿,提升了功率因数并降低了传输损耗,从源头上减少了系统性能耗浪费。能耗监测系统的数据支撑使建筑实现了用电行为的可视化与动态优化,推动能源分配更加精准与高效。综合各子系统的节能效果评估,建筑整体单位面积能耗普遍低于常规建筑标准20%以上,部分技术集成度高的建筑甚至实现了近零碳运行的阶段性目标。

3.2 社会环境效益分析

绿色建筑实施电气节能技术不仅在经济与能源层面实现突破,更在生态环境与社会责任方面展现出积极成效。首先,大幅降低的电力消耗意味着能源需求总量的减少,从而有效缓解电力系统负荷,间接减少上游能源生产环节的碳排放与污染排放。根据能耗强度换算,单栋绿色建筑年均可减少二氧化碳排放数十吨,对区域碳达峰与碳中和目标形成重要支撑。其次,节能系统运行过程中产生的噪声、热量及电磁干扰水平均低于传统系统,有助于优化建筑物内部生态环境,提高居住与工作舒适度。最后,在社会层面,绿色建筑的广泛示范应用提升了公众对低碳生活方式的认知水平,带动了节能环保技术的推广与转化,对推动城市绿色转型与实现可持续发展战略目标具有显著的引领与带动作用。

4 结语

电气节能技术在绿色建筑中的集成应用有效提升了建筑能效水平与运行智能化程度,展现出显著的节能价值与环境效益。未来,应持续深化技术协同与系统优化,推动节能手段与建筑全生命周期管理深度融合,以实现更高层次的低碳转型与绿色发展目标。

参考文献

- [1]李蕾蕾.绿色建筑中太阳能利用技术的节能效果分析[J].门窗,2025(3):28-30.
- [2]付杰.建筑电气设计中的节能技术措施分析[J].建材发展导向,2025,23(3):130-132.
- [3]刘佳亮.绿色节能技术在建筑电气设计中的应用分析[J].大众标准化,2024(11):134-136.
- [4]吴海明.绿色节能技术在建筑电气设计中运用分析[J].建筑与装饰,2024(3):168-170.
- [5]闫蕊.民用建筑电气设计中绿色节能技术的应用研究[J].居业,2024(3):173-175.