

建筑电气节能设计及绿色建筑电气技术研究

张 飏

中免投资发展有限公司 北京 100027

摘 要：在全球能源危机与环境压力加剧的当下，建筑电气节能与绿色技术关乎建筑行业可持续发展。本文深入探讨建筑电气节能设计理念及方法，分析绿色建筑电气技术应用场景与优势，揭示当前存在的设计理念滞后、技术应用受限、设备选型不佳等问题。结合工程实践，提出创新设计、推广技术、优化配置等策略，致力于推动建筑电气节能降耗，提升绿色技术应用水平，为行业绿色转型提供参考。

关键词：建筑电气；节能设计；绿色建筑电气技术

引言

在城市化浪潮推动下，建筑能耗占比不断攀升，其中建筑电气系统节能改造意义重大。“双碳”目标的提出，更将建筑电气节能设计与绿色技术推至行业发展前沿。然而，传统设计理念滞后、技术应用局限等问题，严重制约着建筑电气领域的节能进程。本文聚焦建筑电气节能关键环节，剖析现存问题并提出优化策略，旨在为建筑行业绿色转型与可持续发展提供助力。

1 建筑电气节能设计与绿色建筑电气技术概述

建筑电气节能设计旨在通过科学合理的设计方案，在满足建筑电气功能需求的前提下，降低电气系统运行能耗。其涵盖供电系统设计、照明系统设计、动力系统等多个方面，需综合考虑设备选型、线路布局、控制策略等因素。绿色建筑电气技术则是以节能环保、可持续发展为目标，融合新能源利用、智能控制、高效设备等技术手段，提升建筑电气系统的绿色化水平。例如，光伏发电技术将太阳能转化为电能，应用于建筑供电；智能照明控制系统根据环境光线与人员活动自动调节照明强度，实现节能增效。二者相辅相成，共同为建筑电气领域的绿色发展提供支撑^[1]。

2 建筑电气节能设计与绿色建筑电气技术应用现状与问题

2.1 节能设计理念与实践脱节

建筑电气节能设计理念与实践的脱节，本质上是行业惯性思维与技术革新需求的矛盾体现。（1）在供电系统设计环节，部分设计人员因循“容量冗余保安全”的传统思路，未深入分析建筑实际用电负荷曲线，导致变压器选型过大。这种设计不仅增加初期投资成本，更会因长期低负载率运行，使变压器空载损耗显著增加。照明系统设计中，未能结合建筑功能分区特性进行精细化设计，公共区域普遍存在“一刀切”的全区域照明模

式，缺乏灵活的分区、分时控制策略，造成大量电能浪费。（2）设计与施工环节的割裂进一步加剧节能失效问题。设计方案中提出的节能措施，常因施工方技术能力不足、成本控制优先等因素难以落地。例如，智能照明控制系统的复杂布线要求，可能因施工人员未严格按图施工，导致系统功能缺失；节能型配电箱的特殊安装工艺，若施工环节执行不到位，将影响其能效发挥，最终使节能设计沦为纸面规划。

2.2 绿色建筑电气技术应用局限

（1）当前绿色建筑电气技术的应用呈现明显的“两极分化”态势。在大型公共建筑与高端住宅项目中，地源热泵、光伏发电等技术因投资承受力强、示范效应显著而得以应用；但在普通民用建筑领域，受制于初期高额投资与复杂施工工艺，地源热泵系统所需的地下换热孔施工、光伏发电的并网技术等，对中小型项目而言存在较高门槛。（2）技术兼容性问题也严重制约绿色建筑电气系统的集成效能。不同厂商的光伏逆变器与储能系统、智能控制系统与传统配电设备之间，常因通信协议不统一、接口标准不兼容，导致系统无法协同运行。例如，某商业综合体虽安装了光伏发电与储能装置，但因缺乏有效的能量管理系统集成，无法实现自发自用余电上网的最优运行模式，节能潜力未能充分释放。

2.3 节能设备与产品性能参差不齐

（1）建筑电气节能设备市场的无序竞争，导致产品质量良莠不齐。部分厂商为降低成本，在变压器生产中采用低等级硅钢片，使空载损耗大幅增加；LED灯具生产中使用劣质芯片与驱动电源，导致光衰严重、寿命缩短。节能型电动机的设计制造同样存在技术短板，部分产品启动转矩不足，难以满足设备负载需求，而过载保护机制的缺失，更易引发设备故障。（2）检测与认证体系的滞后加剧了市场乱象。现有检测标准对设备长期运行性能

的评估不足,缺乏对实际工况下能效衰减的测试指标。认证机构的资质审核与监管缺位,导致部分企业通过虚假认证获取市场准入,使得大量低质节能设备流入项目,不仅无法实现节能目标,更可能带来安全隐患^[2]。

2.4 智能控制技术应用深度不足

(1)当前智能控制技术在建筑电气领域的应用仍停留在初级阶段。以智能照明系统为例,多数项目仅实现基于时间设定的开关控制,未能构建包含环境光感、人员存在检测、空间功能需求的多维度感知网络,无法根据实际使用场景动态调节照度。智能配电系统同样存在功能局限,多数仅能实现电能计量与故障报警,对电网谐波治理、无功补偿等电能质量优化功能支持不足,难以满足现代建筑对高效用电的需求。(2)系统集成能力的欠缺进一步制约智能控制技术的应用深度。不同品牌的智能设备缺乏统一的数据交互标准,导致各子系统形成信息孤岛。例如,楼宇自控系统无法与智能照明、配电系统实现数据共享与联动控制,无法通过综合分析建筑用电数据实现全局节能优化,使得智能控制技术的节能潜力大打折扣。

3 建筑电气节能设计及绿色建筑电气技术优化策略

3.1 创新节能设计理念与方法

建筑电气节能设计理念的革新需从人员意识培育与技术方法升级两方面同步推进。针对设计人员节能意识薄弱问题,应构建系统化培训体系,通过行业研讨会、专题讲座等形式,剖析国内外先进节能设计案例,深入讲解《民用建筑电气设计标准》中节能条款,强化设计人员对节能设计必要性的认知。在供配电系统设计环节,摒弃“放大容量保安全”的粗放模式,采用变压器经济运行计算软件,结合建筑负荷曲线与用电特性,精准匹配变压器容量与台数。例如,对昼夜负荷差异显著的商业建筑,可配置一大一小两台变压器,在低负荷时段启用小容量变压器,减少空载损耗;同时优化变压器布局,缩短配电半径,降低线路损耗。照明系统设计需突破传统控制模式,推广智能照明控制系统。通过在办公区域设置红外感应、光线感应装置,实现人来灯亮、人走灯灭及照度自动调节;在走廊、楼梯间采用声控与延时控制结合的方式,避免长明灯现象。同时,优先选用高光效、长寿命的LED灯具,合理规划灯具布置间距与安装高度,在满足照度标准的前提下减少灯具数量。引入全生命周期成本分析方法时,不仅要考虑设备初期购置成本,还需对设备运行能耗、维护检修费用、更换周期等进行动态测算,例如对比传统荧光灯与LED灯具的全生命周期成本,通过量化分析体现节能灯具的经济

性优势,为设计方案优化提供数据支撑^[3]。

3.2 推广先进绿色建筑电气技术

绿色建筑电气技术的推广需建立“因地制宜-示范引领-产业协同”的推进机制。在太阳能资源丰富地区,大力发展光伏发电与建筑一体化(BIPV)技术,将光伏组件与建筑屋面、幕墙结合,实现建筑自身发电。设计时需考虑光伏组件的朝向、倾角及遮挡情况,通过光热分析软件模拟发电效率,优化组件布局;同时解决光伏系统与建筑电气系统的并网兼容性问题,采用智能逆变器实现电能质量调节与功率控制。在水资源充足区域,推广水源热泵技术,利用水体作为冷热源进行建筑供暖与制冷。设计中需准确评估水体热容量与水温变化,合理规划取水与回水管路,避免对水体生态造成影响;通过设置板式换热器实现水体与循环水的隔离,防止水质对热泵机组的腐蚀。建立绿色建筑电气技术示范项目是加速技术推广的有效途径,选取不同建筑类型(如高层住宅、大型商场、医院等)建设示范工程,系统展示光伏发电、地源热泵、储能系统等技术的集成应用效果。通过设置能耗监测系统,实时对比示范项目与传统建筑的能耗数据,直观体现节能优势。同时,组织行业观摩与技术交流活动,邀请开发商、施工单位、设计人员参与,分享技术应用经验与成本效益分析,降低企业对新技术应用的顾虑。此外,推动产业链上下游协同发展,鼓励设备制造商、系统集成商与科研机构合作,针对技术应用中的难点问题开展联合攻关,提升技术成熟度与市场竞争力。

3.3 严格把控节能设备选型与质量

节能设备选型与质量管控需构建“标准制定-市场监管-全流程检验”的质量保障体系。首先应完善节能设备质量标准,细化能效等级划分,例如对变压器明确规定空载损耗、负载损耗的上限值,对LED灯具制定显色指数、光效维持率等技术指标。建立第三方认证机制,对通过检测认证的设备颁发统一标识,便于市场识别。加强市场监管力度,开展专项整治行动,打击虚假能效标识、以次充好等违规行为,规范市场秩序。在设备选型阶段,设计人员需严格依据建筑功能需求与节能标准进行选型。对于供配电系统,优先选用非晶合金变压器、高过载能力变压器等高效节能设备,关注设备的能效比、谐波抑制能力等参数;在动力系统中,采用变频调速电机替代传统定速电机,根据负载变化自动调节转速,降低能耗。同时,建立设备供应商评估制度,对厂家的生产工艺、质量管控体系、售后服务能力进行综合评价,优选信誉良好的供应商。设备进场时,需进行严

格的开箱检验与性能测试,包括变压器直流电阻测试、电机绝缘电阻测试、灯具光电参数测试等,确保设备性能符合设计要求;在设备安装调试阶段,持续监测运行参数,对异常设备及时更换,保证整个电气系统的节能效能。

3.4 深化智能控制技术应用

智能控制技术的深化应用需以构建智能化管理平台为核心,实现建筑电气系统的全域感知与精准调控。开发集成供配电、照明、动力、电梯等子系统的智能建筑电气管理平台,通过物联网技术将各类传感器、控制器、执行器接入网络,实现数据的实时采集与传输。利用大数据分析技术对海量运行数据进行挖掘,建立建筑用电行为模型,例如分析办公建筑不同时间段、不同区域的用电规律,预测负荷变化趋势。基于人工智能算法,开发智能优化控制策略,如根据光照强度、人员密度自动调节照明亮度与开启数量;根据空调负荷需求动态调整制冷机组运行台数与水泵转速,实现系统协同节能。在配电系统中,部署智能电表、电能质量监测装置,实时监测电压、电流、功率因数、谐波含量等参数,通过数据分析诊断系统故障与能耗异常点,及时进行优化调整。例如,当检测到三相负荷不平衡时,自动调整用电设备接入相别,降低线路损耗;对谐波超标的回路,配置有源电力滤波器进行谐波治理,提高电能质量。在照明系统中,采用DALI(数字可寻址照明接口)协议实现灯具的单灯控制,结合场景模式预设(如会议模式、清扫模式、节能模式),满足不同使用需求的同时降低能耗。加强智能控制技术与绿色建筑电气技术的融合,如将光伏发电系统纳入智能管理平台,根据发电量与负载需求自动调整储能系统充放电策略,实现能源的高效利用^[4]。

3.5 加强技术研发与人才培养

技术研发与人才培养是推动建筑电气节能与绿色技术发展的核心动力。加大研发投入力度,设立专项科研基金,鼓励高校、科研机构与企业围绕建筑电气节能关键技术开展联合攻关。重点研究方向包括高效储能技术

在建筑中的应用、微电网能量管理系统优化、智能电网与建筑电气系统的互动技术等。建立产学研合作平台,促进科研成果的快速转化,例如通过共建中试基地,将实验室技术进行工程化验证,缩短技术从研发到应用的周期。在人才培养方面,高校应优化建筑电气专业课程体系,增设“建筑电气节能设计”“绿色建筑电气技术”“智能电网与微电网”等专业课程,引入实际工程案例教学,培养学生的工程实践能力与创新思维。加强校企合作,建立实习实训基地,让学生参与实际项目的设计、施工与调试,熟悉行业最新技术与规范。对于在职人员,开展继续教育与技能培训,通过线上线下相结合的方式,定期举办技术培训班、技能竞赛等活动,更新知识结构,提升专业技能。同时,完善行业人才评价机制,建立以创新能力、实践能力为导向的人才评价标准,吸引更多优秀人才投身建筑电气节能与绿色技术领域,为行业发展提供持续的智力支持。

结语

建筑电气节能设计与绿色建筑电气技术是建筑行业践行绿色发展的核心驱动力。当前虽面临理念滞后、技术应用局限等困境,但通过革新设计思维、推广前沿技术、强化设备管控等举措,可显著提升建筑电气系统的节能与绿色化水平。展望未来,随着技术迭代与创新突破,这些技术将深度赋能建筑行业,助力“双碳”目标实现,加速行业向低碳可持续方向转型。

参考文献

- [1]刘培培,王誉翔,吴瑶.建筑电气节能设计及绿色建筑电气技术研究[J].中国厨卫,2024,23(9):268-270.
- [2]牛美英,渠基磊,牛晓波.建筑电气节能设计及绿色建筑电气技术研究[J].中小企业管理与科技,2021(34):191-193.
- [3]倪春洁.建筑电气节能设计及绿色建筑电气技术研究[J].工程技术研究,2022,7(11):185-187.
- [4]刘华普.建筑电气节能设计及绿色建筑电气技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(7):90-93.