

绿色施工理念下建筑电气安装技术的实践分析

张小康

(深圳市建安(集团)股份有限公司)

【摘要】在“双碳”目标与绿色建筑发展战略推动下,绿色施工理念已成为建筑行业转型的核心方向。建筑电气安装作为工程建设的关键环节,其能耗控制、资源利用与污染减排成效,直接影响项目整体绿色性能的实现。文章紧扣绿色施工“四节一环保”核心要求,针对电气安装中的实际技术难题,从绿色设计优化、节能材料选用、施工工艺革新与智能管控应用四个维度,系统分析绿色理念与电气技术的融合路径,旨在为建筑工程绿色转型提供可实施的技术方案与实践参考。

【关键词】绿色施工理念;建筑电气安装技术;节能设备;工程实践;智能管控

中图分类号:TU85

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2025.S2.056

Analysis of the Practice of Building Electrical Installation Technology under the Concept of Green Construction

ZHANG Xiao-kang

(Shenzhen Jian'an (Group) Co., Ltd.)

【Abstract】Driven by the "dual carbon" goals and the green building development strategy, the concept of green construction has become a core direction for the transformation of the construction industry. As a critical component of engineering projects, the energy consumption control, resource utilization and pollution reduction effectiveness of building electrical installation directly affect the realization of the overall green performance of projects. Focusing on the core requirements of "Four Savings and One Environmental Protection" in green construction, this paper addresses practical technical challenges in electrical installation. It systematically analyzes the integration path of green concepts and electrical technology from four dimensions: green design optimization, energy-efficient material selection, innovation in construction techniques, and application of intelligent management and control. The aim is to provide actionable technical solutions and practical references for the green transformation of building engineering.

【Keywords】green construction concept; building electrical installation technology; energy-saving equipment; engineering practice; intelligent management and control

1 引言

随着全球环境问题日益严峻和可持续发展理念的深入推进,绿色施工已成为建筑行业从粗放式建设向绿色精益化转型的必然选择^[1]。建筑电气安装贯穿工程建设全周期,不仅关乎建筑功能完整性与运行安全,更在能耗控制、资源消耗和污染排放方面具有显著影响。据统计,传统电气安装及后期运行能耗可占建筑总能耗的40%以上。长期以来,传统电气安装技术以满足基本功能为目标,忽视节能环保,导致施工现场存在能源浪费大、材料损耗高、污染严重等问题,既增加了项目成本,也违背了绿色建筑发展要求。因此,基于绿色施工理念开展电气安装技术创新与实践研究,对推动建筑业可持续发展、降低全周期碳排放具有重要现实意义。

2 传统建筑电气安装难点与转型需求

2.1 传统电气安装的核心技术难题

2.1.1 能耗控制难题

传统电气安装设计多依赖“经验选型”,缺乏精确负荷计算,导致变压器容量普遍过大。实际运行中,变压器负载率常低于30%(远低于国家标准推荐的60%~80%),年空载损耗占总能耗约15%,造成严重电力浪费。线路设计未与建筑结构协同优化,长距离敷设导致线损率居高不下,以10kV电缆为例,每千米损耗可达5%~8%,在大型建筑群中,线损导致的运营成本增加可达10%~15%。此外,照明与动力设备仍广泛采用传统荧光灯、定频电机等高能耗产品,致使运行能耗超出节能标准要求。

2.1.2 材料利用与浪费问题

传统线缆以PVC绝缘电缆为主,生产过程释放有毒气体,废弃后难以降解,不符合环保要求。安装阶段因管线设计与土建结构协调不足,频繁发生冲突,导致线缆切割和更换,材料损耗率达10%~15%。以10万 m^2 住宅项目为例,仅线缆浪费就增加成本20万元~30万元。辅助材料如接线盒、套管多为一次性塑料制品,回收利用率低于30%,既浪费资源,又增加工程垃圾量,违背绿色施工“节材”原则。

2.1.3 施工污染与安全隐患

焊接、热熔等作业产生大量废气与粉尘,施工现场颗粒物浓度常超标2倍~3倍,危害人员健康且不符合环保要求。线缆敷设中缺乏有效防护,绝缘层易受损,在潮湿环境中易引发漏电事故。强弱电交叉敷设未作屏蔽处理,运行时产生电磁干扰,影响消防及智能系统稳定性,为后期运维埋下隐患。

3 绿色施工理念对电气安装的转型要求

绿色施工“四节一环保”(节能、节材、节水、节地和环境保护)的核心要求,为电气安装技术转型提供了明确的方向指引和工程实施准则,需要从系统性、全生命周期的角度进行整体规划和实施。

3.1 在节能方面

需要通过系统化的设计优化、高效设备选用和科学的线路路径规划,实现安装阶段材料损耗降低与运营阶段能耗下降的“双控目标”。具体要求包括:采用精确的负荷计算方法,确保设备容量匹配实际需求;优化供电半径,减少线路损耗;选用高能效等级的电气设备,提高系统整体能效。通过这些措施,确保电气系统全周期能耗符合项目绿色指标要求,力争使系统运行能效比传统设计提高20%以上,显著降低碳排放水平。

3.2 在节材方面

需在工程采购、使用、回收全流程推行环保材料应用,建立完善的“材料采购—现场使用—报废回收”循环利用制度。重点措施包括:全面采用可回收、无污染的环保型材料;推广模块化和预制化产品,减少现场加工损耗;建立材料追溯管理系统,提高材料利用效率。通过这些举措,减少对铜、塑料等

不可再生资源的依赖,将材料损耗率控制在5%以内,材料回收利用率提高到80%以上,实现资源的最大化利用。

3.3 环保方面

需通过施工工艺创新,采用无明火作业替代传统焊接工艺,运用精准定位技术替代经验施工方式,显著降低现场废气、粉尘及噪声污染。具体实施要求包括:全面推行清洁施工工艺,减少有害物质排放;采用低噪声施工设备,控制施工噪声在65dB以下;实施扬尘监测和控制系统,确保颗粒物排放达标。通过这些措施,推动工程现场实现“低排放”或“近零排放”目标,最大限度减少对周边环境的影响。

3.4 智能管控方面

需要深度融合现代信息技术,在电气安装中集成BIM、物联网等数字化技术,构建覆盖“设计—施工—运维”全生命周期的智能管控平台。该平台应具备以下功能:实时监测系统运行状态,自动诊断设备故障;优化能源分配方案,提高能源利用效率;提供预测性维护建议,延长设备使用寿命。通过这些智能化手段,既提升能源利用效率,又缩短工程检修时间,推动电气安装环节向绿色化、高效化、智能化方向转型,实现精细化管理。

4 绿色施工理念与建筑电气安装技术的融合实践

4.1 绿色设计优化:以精准设计降低全周期损耗

4.1.1 负荷精准计算与设备选型

负荷计算是绿色设计的基础。传统估算方式易导致设备容量不匹配,造成能耗增加或供电不足。实践中采用“负荷密度法+需要系数法”双模型计算,结合建筑功能分区用电特征(如办公区峰值在9:00~18:00,住宅区在18:00~22:00),精准确定变压器容量与线路截面,从源头杜绝资源浪费。设备选型优先采用一级能效产品,如光效 $\geq 120\text{lm/W}$ 的LED灯具、能效比 ≥ 4.5 的变频空调、节能型配电箱等,显著降低运行能耗。

4.1.2 线路路径与敷设方式优化

结合建筑结构图纸优化线路路径,优先沿梁、柱敷设,减少长度与弯折。例如,多层建筑中采用“垂

直干线+水平分支”设计,线路总长度可缩减15%~20%,损耗降低8%~10%。按环境条件选择敷设方式:干燥区域采用明敷便于检修;潮湿或有机械损伤风险区域(如地下车库、卫生间)采用暗敷或穿管保护,提升安全性并减少后期维护成本。

4.1.3 可再生能源整合设计

将太阳能光伏系统作为主要可再生能源应用。根据项目地理条件、建筑朝向与屋顶面积合理规划容量与布局。例如,华南地区10万 m^2 住宅项目安装200kW光伏系统,年发电量25万度~30万度,可满足公共照明与电梯用电30%~40%。配套锂电池储能系统,将太阳能利用率提升至80%以上;在风资源丰富地区,增设小型风力发电机(5kW~10kW)作为补充,进一步降低对电网依赖,实现多元能源供应。

4.2 绿色材料选用:环保材料提升工程绿色属性

4.2.1 环保型线缆与绝缘材料

全面采用低烟无卤阻燃(LSZH)电缆替代PVC电缆,燃烧时无毒低烟,回收利用率超90%,显著提升安全性并降低环境影响。绝缘材料选用交联聚乙烯(XLPE),耐热性好(长期工作温度90℃)、机械强度高,且可回收再利用,减少材料损耗与污染。

4.2.2 模块化与预制化材料应用

推广模块化电气装置(如配电箱、灯具、开关集成模块),工厂预制与调试后现场拼装,施工效率提高40%~50%,现场垃圾减少60%以上。采用预制线缆槽盒,根据设计图纸工厂生产槽体与配件,现场组装避免切割,减少粉尘与噪声,材料回收利用率达80%,降低成本并符合节材要求。

4.3 绿色施工工艺:以革新工艺减少污染与风险

4.3.1 无明火作业工艺替代传统焊接

采用压接工艺代替焊接,通过专用工具实现导线与端子可靠连接,无明火、无烟尘,连接电阻 $\leq 0.01\Omega$,稳定性更优。推广冷压端子与穿刺线夹,实现快速连接且无需剥离绝缘层,减少导线损伤,火灾风险降低70%以上,保障施工人员健康。

4.3.2 管线敷设精准定位技术

引入激光定位与三维扫描技术,激光定位误差控制在 $\pm 5\text{mm}$ 内;三维扫描生成建筑实景模型,预规划管线路径,避免与土建、管道冲突。大型商业综合体应用,返工率降至3%以下,工期节省10d~15d。

4.3.3 节能调试与验收工艺

分阶段调试:空载调试检测空载损耗(如变压器空载损耗 $\leq 0.5\%$ 额定功率);带载调试模拟50%、80%、100%负荷工况,优化设备参数。验收阶段进行72h能耗连续监测,确保符合《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378-2019),不达标须整改复验,保障绿色施工实效。

4.4 智能管控技术:以数字化手段提升运维效率

4.4.1 电气系统数字化监测平台

在关键节点部署智能电表、传感器等,实时采集电流、电压、功率因数、温度等数据,通过物联网传输至云端平台。平台具备实时显示、异常报警与能耗分析功能,故障定位时间从4h~6h缩短至30min内,并生成能耗报表支持动态管控。

4.4.2 BIM+GIS全生命周期管理

融合BIM与GIS技术,构建电气系统数字孪生模型,集成管线位置、设备参数及施工记录,关联地理与电网信息。运维人员通过移动端查看模型,直观定位故障,实现不破坏结构的快速检修。系统依据运行数据提示维护周期(如变压器每2年绝缘检测),实现预防性维护,故障率降低30%以上,设备寿命延长5a~8a。

5 结语

在绿色施工理念推动下,建筑电气安装技术正向绿色精益化深度转型,需将绿色理念融入设计、选材、施工与运维全流程。实践表明,通过精准负荷计算、环保材料应用、无明火工艺及智能管控,可实现工程能耗降低20%~30%、材料损耗率控制在5%以内、现场污染减排60%以上,提升经济效益并满足绿色建筑要求。未来,随着零碳能源、柔性配电与数字化技术的深度融合,绿色电气安装将向“全周期零碳”和“智慧自适应”方向发展,为行业绿色转型与国家“双碳”目标实现提供关键技术支撑。

参考文献

- [1] 黄江丽.绿色建筑评价标准在工程管理中的应用与挑战[J].新城建科技, 2024, 33(10): 184-186.