

建筑工程电力系统节能改造与施工技术研究

史德凯¹, 周金星², 王晓龙³

(1. 山东黄河工程集团有限公司, 山东 济南 250013;

2. 山东龙源电力工程有限公司, 山东 济南 250014;

3. 山东省建设监理咨询有限公司, 山东 济南 250013)

摘要 建筑工程电力系统是保障建筑正常运行的核心基础设施, 承担电力输送、分配与供给功能, 能耗水平与运行稳定性直接影响建筑整体节能效果与使用安全。当前多数建筑电力系统存在设备老化、线路损耗大、节能配置不足、施工工艺不规范等问题, 导致能耗偏高、故障频发, 难以适配绿色节能发展需求。本文结合建筑电力系统结构特点与运行需求, 明确节能改造与施工技术核心要点, 分析现有系统节能短板与施工难点, 构建完善的技术体系, 提出针对性改造方案与施工优化措施, 并验证方案可行性。结果显示, 优化方案可使建筑电力系统能耗降低 20% 以上, 线路损耗减少 35%, 施工效率提升 40%, 有效提升系统稳定性与节能性, 实现电力资源高效利用, 契合建筑绿色低碳发展导向。

关键词 建筑工程; 电力系统; 节能改造; 能耗优化; 线路损耗

中图分类号: TU964

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.17.039

0 引言

建筑工程电力系统涵盖变配电设备、输电线路、配电装置、用电设备等多个组成部分, 广泛应用于住宅、商业建筑、工业厂房等各类建筑场景, 是保障建筑照明、通风、供水、设备运行等各项功能有序开展的基础。建筑电力系统的节能水平与施工质量直接关系到建筑能源消耗总量、运行成本及使用安全性, 对建筑绿色节能发展具有重要影响。当前各类建筑工程电力系统运行与施工中仍存在诸多薄弱环节, 老旧建筑电力设备老化、节能性能不足, 新建建筑电力系统设计不合理、施工工艺不规范, 导致电力损耗过大、能耗偏高, 同时施工过程中存在安全管控不到位、施工精度不足等问题, 影响电力系统运行稳定性。基于此, 聚焦建筑工程电力系统节能改造与施工技术核心, 优化改造方案、规范施工工艺、提升节能效果, 实现电力系统高效、节能、稳定运行, 成为解决当前建筑电力系统困境的关键。

1 建筑工程电力系统节能改造与施工技术核心内涵及特征

1.1 核心内涵

建筑工程电力系统节能改造, 是指针对建筑现有电力系统存在的能耗偏高、设备老化、配置不合理等

问题, 通过更换节能设备、优化系统结构、改进运行模式等措施, 降低电力损耗、提升能源利用效率的系统性工程, 核心目标是实现电力系统“低损耗、高效率、节能化”运行^[1]。施工技术则是指在电力系统节能改造过程中, 围绕设备安装、线路敷设、调试检测等环节采用的各类施工方法、工艺与管控措施的总称, 核心目标是保障改造施工质量、提升施工效率、确保施工安全。

二者相互关联、协同推进, 节能改造方案为施工技术提供明确方向, 合理的施工技术是节能改造效果落地的保障, 只有将科学的改造方案与规范的施工技术相结合, 才能实现建筑电力系统节能增效与运行稳定的双重目标, 兼顾节能性、安全性与经济性。

1.2 节能改造与施工技术特征

建筑工程电力系统节能改造的核心是具备针对性、系统性、经济性三大特征。首先是针对性, 节能改造绝不能套用通用模板搞一刀切, 必须结合项目的建筑类型、现有电力系统的实际运行状况, 以及项目核心的能耗痛点量身定制改造方案, 从源头规避盲目改造造成的无效投入。其次是系统性, 节能改造覆盖变配电设备、输电线路、终端用电设备等多个核心环节, 绝非单一设备更换、单条线路调整就能实现预期效果,

作者简介: 史德凯 (1989-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 建筑工程。

只有完成全系统的协同优化,才能发挥出最佳的节能效益。最后是经济性,改造方案必须兼顾节能效果与投入成本,在切实提升系统节能水平的同时,合理管控改造投入,才能保障方案具备实际可操作性与行业推广价值^[2]。

1.3 主要影响因素

建筑工程电力系统节能改造效果与施工质量受系统、技术、施工、管理四大因素影响:一是系统因素,电力系统结构设计不合理、设备配置老化、线路布局不科学,会导致电力损耗过大,影响节能改造效果;二是技术因素,节能改造技术与施工技术适配性不足、技术应用不规范,会降低改造效果与施工质量;三是施工因素,施工人员专业技能不足、施工工艺不规范、施工设备精度不够,会影响施工进度与质量,埋下安全隐患;四是管理因素,施工管控不严格、安全管理不到位、后期运维不完善,会导致节能改造措施落实不到位,难以实现长效节能。

四大影响因素并非独立存在,而是存在显著的联动传导效应。系统设计的先天缺陷会放大技术应用与施工操作的难度,施工环节的质量偏差会直接削弱节能技术的应用效果,而管理体系的不完善则会导致系统、技术、施工层面的各项优化措施难以落地。只有统筹把控四大核心影响因素,实现全流程、全维度的协同管控,才能从根本上破解节能改造效果不达预期、施工质量难以保障的行业共性痛点。

2 研究方法与节能改造及施工技术体系构建

2.1 研究方法

采用理论分析与试验研究相结合的方法开展研究:通过理论分析,明确建筑工程电力系统节能改造与施工技术的核心环节、现存短板与痛点,梳理节能改造与施工技术的核心要点,构建节能改造与施工技术体系框架;选取典型建筑工程(住宅建筑、商业建筑)作为试验对象,应用优化后的节能改造方案与施工技术,设置传统改造与施工模式作为对照组,对比分析电力能耗、线路损耗、施工效率、运行稳定性等核心指标,验证体系的可行性与优越性,优化完善改造方案与施工技术。

试验选取两类建筑工程的电力系统进行节能改造,覆盖变配电设备更换、线路优化、节能设备安装等改造内容,试验周期为7个月,重点监测改造前后的电力能耗、线路损耗、施工质量等指标,确保试验结果贴合实际建筑场景,为节能改造与施工技术的推广应用提供数据支撑。

2.2 节能改造与施工技术体系构建

2.2.1 体系框架

结合建筑工程电力系统节能改造需求与施工质量要求,构建“节能改造层—施工技术层—管控保障层”三层体系,各层协同联动、职责明确,形成“方案设计—施工实施—质量管控—长效运维”的闭环管理,实现电力系统节能改造效果与施工质量的双重提升,兼顾节能性、安全性与经济性。

节能改造层负责制定科学合理的节能改造方案,解决电力系统能耗偏高、设备老化等短板;施工技术层负责优化施工工艺、规范施工流程,保障改造施工质量与效率;管控保障层负责人员、制度、设备、安全等全方位保障,确保节能改造与施工工作有序推进、落地见效。

2.2.2 核心节能改造方案

1. 变配电设备节能改造:针对现有变配电设备老化、能耗偏高的问题,更换高效节能型变压器,替代传统高损耗变压器,降低变压器空载损耗与负载损耗,提升电能转换效率;优化变配电装置布局,减少配电距离,降低线路损耗;引入智能变配电控制系统,实时监测变配电设备运行参数,自动调节运行状态,确保设备在最佳节能工况下运行,避免能源浪费^[3]。

2. 输电线路节能改造:梳理现有输电线路存在的线路老化、截面不合理、布局混乱等问题,更换节能型导线,选用低电阻、高强度的导线材料,减少线路电阻损耗;优化线路布局,缩短输电距离,避免线路迂回、交叉,降低线路损耗;对线路进行绝缘处理,加强线路维护,防止线路漏电、老化,提升线路运行稳定性与节能性;定期对线路进行检测,及时整改线路隐患,确保线路安全、高效运行。

3. 用电设备节能改造:针对建筑内高能耗用电设备进行针对性节能改造,更换节能型照明设备、空调、水泵等用电设备,替代传统高能耗设备,提升用电效率;安装智能控制装置,对用电设备进行精细化管控,根据使用需求自动调节设备运行状态,避免设备空载运行,减少电能浪费;优化用电负荷分配,平衡各区域用电负荷,避免负荷过载导致的能耗增加与设备故障。此外,搭建建筑用电智能管控平台,集成实时能耗监测、短期负荷预测与自动调控功能,可实现对各区域用电设备的集中化、精细化管理。平台通过采集分钟级用电数据,精准识别高能耗设备与无效用电时段,自动下发优化调控指令,如夜间自动关闭公共区域非必要照明、根据室内人员密度动态调节空调运行功率

与新风量。该管控模式可深度挖掘终端用电节能潜力,显著提升整体节能改造的综合效益。

2.2.3 核心施工技术优化

1. 设备安装施工技术:完善变配电设备、节能设备的安装工序,细化安装流程与精度标准,运用精确定位工艺,保障设备安装平整、稳固,防止因安装偏差引发的设备运行异常与能耗上升;严格遵照施工规范完成设备接线,保障接线合规、接触紧密,降低接触电阻损耗;安装完工后,对设备开展全项调试,保障设备运行稳定、节能效果达标。

2. 线路敷设施工技术:优化输电线路敷设工序,结合建筑结构与线路排布要求,选用架空敷设或埋地敷设形式,保障线路敷设合规、规整;架空线路布设时,科学把控线路间距与高度,防止线路摩擦、磕碰,降低线路损耗;埋地线路布设时,做好线路防护措施,防止线路被腐蚀、破损,同步做好标识,便于后期运维;线路布设完工后,开展绝缘检测与耐压试验,保障线路绝缘性能达标,消除漏电隐患。

3. 施工安全与质量管控技术:建立全流程施工安全管控体系,对施工人员进行安全培训,规范高空作业、高压作业等危险环节的操作行为,配备齐全安全防护用品,防范安全事故;采用全过程质量检测技术,在施工前对施工材料、设备进行严格检测,杜绝不合格材料、设备进入施工环节;在施工过程中,对设备安装、线路敷设等关键环节进行实时检测,及时发现并整改施工缺陷;施工完成后,进行全面竣工验收,确保施工质量符合规范与节能改造要求^[4]。

2.2.4 体系保障措施

为确保节能改造与施工技术体系落地见效,采取四大保障措施:

1. 人员保障,加强施工人员、技术人员与管理人員的专业培训,提升其节能改造技术水平、施工操作能力与安全管理意识,定期开展培训考核,考核合格者方可上岗,明确各岗位职责分工,落实岗位责任制。

2. 制度保障,完善电力系统节能改造管理制度、施工质量管理体系、安全管理制度等,细化管理流程,明确各项工作的具体要求与完成时限,定期对制度执行情况进行检查,及时修订完善不匹配实际施工场景的条款。

3. 设备与材料保障,严格把控施工设备与材料质量,优先选用节能型、高质量的设备与材料,建立设备与材料采购、检测机制,杜绝不合格产品进入施工环节,定期对施工设备进行维护保养,确保设备性能稳定。

4. 技术保障,加大节能改造与施工技术的研发与应用力度,引入先进的施工技术与设备,优化改造方案与施工工艺,建立技术指导机制,及时解决施工过程中遇到的技术难题,确保节能改造与施工工作有序推进。

3 试验结果

试验周期内,对比节能改造与施工技术应用组(试验组)与传统改造与施工模式组(对照组)的核心指标,结果显示:试验组建筑电力系统能耗较对照组降低 21.3%,其中变配电设备能耗降低 25.6%,线路损耗减少 36.8%;试验组施工效率较对照组提升 42%,施工质量合格率提升 19.5%,施工安全事故发生率为 0;试验组电力系统运行稳定性显著提升,故障发生率为 0.6%,较对照组(4.9%)下降 87.8%;试验组改造后的电力系统节能效果与运行稳定性均达到预期目标,节能改造与施工技术应用效果显著^[5]。

4 结束语

针对建筑工程电力系统节能改造与施工技术的核心问题,结合建筑电力系统的结构特点与运行需求,通过理论分析与试验研究,明确了节能改造与施工技术的核心内涵、特征与影响因素,构建了“节能改造层—施工技术层—管控保障层”三层体系,提出了针对性的节能改造方案与施工技术优化措施,验证了体系的可行性与有效性。优化后的节能改造方案与施工技术可显著降低建筑电力系统能耗与线路损耗,提升施工效率与运行稳定性,有效解决传统改造与施工模式的短板,为建筑工程电力系统节能改造与施工技术推广提供了科学可行的技术支撑与实践参考。

参考文献:

- [1] 张益滔.基于能效评价模型的油田电力系统节能改造策略研究[J].石油石化节能与计量,2025,15(12):31-35.
- [2] 张文明.发电厂热动力系统优化与节能改造研究[J].百科论坛电子杂志,2020(11):215.
- [3] 崔博.探析发电厂热动力系统优化与节能改造[J].安防科技,2020(08):117.
- [4] 陆超,詹研.超低能耗居住建筑技术体系优化与工程实践[J].建设监理,2025(S1):51-53.
- [5] 刘洪高.优化建筑施工技术降低建筑能耗[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2022(06):218-221.