

智能建筑电气系统节能优化设计研究

杨萧萧 130181198603165429
河北中泽泰旭工程咨询有限公司

摘要

随着我国城镇化进程加快与双碳战略推进，智能建筑作为建筑行业数字化转型的核心方向，其能源消耗问题逐渐成为行业关注的重点。电气系统作为智能建筑能源消耗的核心板块，占建筑总能耗的六成以上，通过优化设计实现电气系统节能，对降低智能建筑全生命周期能耗、推动建筑行业绿色转型具有重要意义。本文首先梳理了智能建筑电气系统的能耗构成与节能设计现存问题，随后从供电系统、照明系统、设备运行管理三个核心维度提出节能优化设计方案，最后分析了优化设计的实施保障，为智能建筑电气节能设计提供可参考的实践路径。研究表明，通过技术集成与管理优化结合的节能设计，可降低智能建筑电气系统能耗15%~25%，兼具环境效益与经济效益。

关键词：智能建筑；电气系统；节能设计；优化策略

一、智能建筑电气系统节能设计的研究背景与意义

当前我国建筑行业能耗占全国总能耗的比重超过 30%，其中既有与新建智能建筑的能耗增速远超传统建筑，主要原因在于智能建筑搭载了更多信息化设备与自动化系统，电气负载的持续增长推高了整体能源消耗。在双碳目标下，降低建筑领域碳排放成为实现我国整体碳减排目标的关键环节，智能建筑作为未来建筑的主要形态，其电气系统的节能优化设计已经成为绿色建筑领域的重要研究课题。

智能建筑的核心特征是通过信息技术整合建筑的各类功能系统，实现建筑运行的自动化、智能化管控，而电气系统是支撑所有智能功能运行的核心基础，包含供电配电系统、照明系统、暖通空调电气控制系统、安防与信息化设备供电系统等多个板块，其能耗占智能建筑总能耗的 60%~70%。因此，对电气系统进行节能优化设计，从源头降低能源损耗，不仅可以减少智能建筑的后期运行成本，还能够降低建筑全生命周期的碳排放量，助力我国双碳目标的实现，具备较强的理论研究价值与实践应用意义。

二、智能建筑电气系统节能设计的现存问题

（一）系统规划设计存在冗余

部分设计单位在开展智能建筑电气系统设计时，为满足所谓的“智能化功能要求”，过度配置电气设备与供电容量，导致变压器、配电路由等核心设施长期处于低负载运行状态。变压器的运行效率与负载率直接相关，当负载率低于 30% 时，变压器的自身损耗占输出功率的比重会大幅提升，进而产生不必要的能源浪费。同时，过度配置备用供电系统也会增加建设成本与运行损耗，造成资源的闲置与浪费。

（二）节能技术应用不到位

部分智能建筑虽然配备了智能化管控系统，但在节能技术的集成应用上存在明显不足。比如照明系统仍然采用传统的开关控制模式，没有结合自然光感应、人体感应等自动控制技术，造成无人区域长明灯问题；暖通空调系统的变频控制技术应用不充分，多数系统仍然采用定频运行模式，无法根据建筑内部的实际负荷调整运行功率，导致大量能源被无效消耗。

（三）节能管理体系不完善

智能建筑的电气节能不仅依赖技术设计，还需要完善的运行管理体系支撑能耗管控，但多数设计环节只关注硬件设备配置，没有搭建分级能耗监测与管理系统，导致建筑运行方无法实时掌握不同区域、不同设备的能耗数据，无法及时发现高能耗故障与不合理运行状态。

三、智能建筑电气系统节能优化设计的核心路径

（一）供电配电系统的节能优化设计

供电配电系统是智能建筑电气系统的基础，其节能优化的核心是合理配置设备容量、降低线路与变压器损耗。首先，设计阶段需要结合智能建筑的功能定位与用电负荷特性，准确计算计算负荷，合理选择变压器的容量与数量，将变压器的长期运行负载率控制在 40%~70% 的最优区间，避免大马拉小车造成的空载损耗浪费。同时，优先选用节能型变压器，如非晶合金变压器，其空载损耗比传统硅钢变压器降低约 70%，长期运行的节能效果十分显著。

其次，优化配电路由设计，缩短供电半径，降低线路的电阻损耗。设计过程

中尽量将配电间设置在负载中心区域，避免线路迂回过长，同时根据负载电流合理选择导线截面，在满足载流量与电压降要求的基础上，适当提升导线截面规格，降低线路运行的电阻损耗，虽然会小幅提升初期建设成本，但在建筑数十年的运行周期中可回收成本并产生持续收益。

最后，优化无功补偿设计，智能建筑中存在大量感性负载，如空调风机、水泵等，会降低系统的功率因数，增加线路损耗。设计中采用集中补偿与分散补偿结合的无功补偿方案，在配电端配置并联电容器，同时对大容量感性负载进行就地无功补偿，将系统功率因数提升到 0.9 以上，有效降低无功功率带来的线路损耗，还可以减少供电部门的功率因数罚款，提升经济效益。

（二）照明系统的节能优化设计

照明系统是智能建筑电气能耗的重要组成部分，占比约为总电气能耗的 20%~30%，其节能优化空间较大。首先，优先选用高效节能光源与灯具，淘汰传统的白炽灯与低效荧光灯，推广使用 LED 光源，LED 光源的光效是白炽灯的 8 倍以上，寿命是传统荧光灯的 3~5 倍，节能效果十分显著。同时，根据不同功能区域的照明需求合理设计照度，避免过度照明，比如办公区域的照度设计满足国家标准 300~500lx 即可，无需盲目追求高照度造成能源浪费。

其次，充分利用自然光，结合智能控制技术实现照明系统的自动调节。在建筑设计阶段，优化采光设计，扩大采光面积，电气设计环节搭配自然光感应控制系统，当室内自然光强度满足照明要求时，自动调暗或关闭对应区域的人工照明，充分利用自然光降低人工照明能耗。同时，针对走廊、卫生间、地下停车场等人员流动较少的区域，采用人体感应或微波感应控制，实现有人开灯、无人关灯，有效解决长明灯问题。

（三）智能化运行管控系统的优化设计

智能建筑的优势在于可以通过信息化技术实现能耗的动态管控，设计阶段需要搭建分级能耗监测与管控平台，对不同楼层、不同功能区域、不同类型设备的能耗数据进行实时采集、分析与展示，帮助运行管理者及时发现高能耗异常，制定针对性的节能改进措施。同时，将节能控制逻辑嵌入建筑设备管理系统（BAS），实现各类电气设备的动态节能调度。比如针对暖通空调系统，采用变频控制技术，根据室内温度、人员数量自动调整冷水机组、水泵、风机的运行功率，避免定频运行造成的能源浪费；针对电梯系统，优化调度算法，根据人流规律调整运行台数，低峰时段减少运行电梯数量，降低空载能耗。

四、结论

智能建筑电气系统的节能优化设计是一项系统性工作，需要从规划设计、设备选型、控制管理多个层面协同推进，通过合理配置供电系统、推广应用高效节能设备、搭建智能化能耗管控体系，能够有效降低智能建筑电气系统的能源消耗，实现节能降碳与运行成本降低的双重目标。在双碳战略的背景下，未来智能建筑电气节能设计还需要进一步融合物联网、大数据等新技术，不断优化节能控制策略，挖掘更深层次的节能潜力，推动智能建筑行业的绿色可持续发展。

参考文献

- [1] 江亿. 我国建筑节能与低碳发展的路径[J]. 建筑学报, 2021(01): 1-6.
- [2] 王毅. 智能建筑电气节能设计存在的问题及优化策略[J]. 智能建筑与智慧城市, 2023(05): 134-136.
- [3] 王静. 绿色智能建筑中电气节能设计的应用研究[J]. 建筑节能, 2022, 50(08): 124-128.