

# 建筑电气设备能耗偏高问题与节能改造技术应用分析

沈晓萌, 赵晶晶

(潍坊昌大公共建筑物业管理有限公司, 山东 潍坊 261000)

**摘要** 本文针对建筑电气设备能耗偏高的问题, 结合当前节能技术提出智能化控制系统、变频设备应用、高效照明替代等建筑电气设备节能改造技术, 以实际案例对建筑电气设备节能技术节能效果进行探究。研究结果表明, 建筑电气设备节能技术的实际应用能够降低建筑能耗以及建筑运营成本, 提高建筑能效水平, 提升建筑的环境适应性。

**关键词** 建筑电气设备; 能耗偏高; 节能改造技术

中图分类号: TU85

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.22.011

## 0 引言

很多建筑由于电气设备老化、管理不科学、设计不合理, 使得建筑电气系统运行效率低下, 能源损耗严重, 增加了建筑的能源使用成本, 依赖外部能源, 不利于绿色建筑和低碳建筑的发展。因此, 对建筑电气设备的能耗研究以及建筑节能改造技术应用的研究是实现建筑节能减排、绿色发展的必然选择。

## 1 建筑电气设备能耗偏高的原因分析

### 1.1 设备效率低下

建筑电气设备如空调、电梯等, 使用年限较长后, 如不及时进行维护保养, 就会出现效率降低的现象。在空调系统使用过程中, 滤网、蒸发器等部位会积灰或结成污垢, 造成空气流通不畅, 影响空调制冷或制热效果, 增加空调系统的能耗<sup>[1]</sup>。电梯在长时间运行过程中, 如不及时润滑或检查, 就会产生机械故障或运行不顺畅的现象, 增加电梯能耗。许多建筑使用的电气设备, 未按照要求进行及时更换或更新, 也会造成设备老化, 能效下降。

### 1.2 建筑设计与布局不合理

如果在建筑设计中没有考虑到设备能效问题, 或者空间布局不合理, 往往会导致设备运转的低效率, 增加能耗。例如: 空调系统室外机和室内机的距离太远, 或者通风管道设计不合理, 都会影响空调运行效率。建筑电气中的电梯井道、供暖设备等设计不合理, 也会导致电梯、供暖系统运行过度, 增加能耗。部分建筑在设计时没有考虑到日照、空气流通等环境因素, 导致空调、照明等系统的长时间工作, 增加了能耗。

### 1.3 管理和运维问题

建筑电气设备能耗高的主要原因之一就是缺乏管理和运维。建筑运营管理过程中缺乏设备维护保养等管理机制, 导致建筑电气设备长期运行后没有得到及时的维护保养, 部分建筑缺乏对电气设备能效的定期检查和评估, 使得设备故障或损耗问题不能被及时发现和解决, 造成能耗浪费。比如建筑内的空调设备, 在夏季长期运行过程中, 由于缺乏管理, 导致其处于低效率运行状态, 造成大量能耗浪费; 还有建筑物内的照明系统、加热系统等设备由于缺乏管理, 长期处于开启运行状态, 也会造成不必要的能耗浪费。

### 1.4 外部环境因素

外部环境会影响建筑的供热、供冷需求, 如天气情况的变化。冬天天气寒冷, 需要空调和暖气设备保持较长时间才能保证建筑室内温度, 夏季天气炎热, 空调运行较长时间, 能源消耗较高。建筑室内人员的生活习惯也会增加能源消耗, 如空调、照明设备使用时没有根据实际需求进行调节, 造成长时间不必要的运行<sup>[2]</sup>。建筑室内人员缺乏节能意识, 经常长时间使用设备, 无节制地使用空调、照明等, 也会增加设备的运行能耗。

## 2 节能改造技术与应用分析

### 2.1 智能化控制系统

智能化控制系统通过物联网、人工智能、大数据分析等技术能够实时监测建筑内的电气设备运行情况, 实现能源消耗、舒适度与设备效率之间的平衡, 提高建筑的整体能效, 降低不必要的能耗。智能化控制系

统可以实时监测并调节设备的使用,如智能照明系统可以根据室外光照强度的大小,自动调节室内照明的亮度,还可以根据建筑内人员的行动情况,自动开关照明,当无人时,照明系统会关闭,避免了照明系统的无效浪费,可以大大降低建筑内的无效能耗,延长照明设备的运行时间。通过环境传感器,智能空调系统可以检测室内温度、湿度、人员密度等数据,自动调整空调温度<sup>[3]</sup>。如果室内温度过高,智能空调系统会根据监测的数据,自动开启制冷模式。如果室内人员较少,智能空调系统则会关闭或者减少冷气供应,降低风速,避免系统运行。更先进的智能空调系统还能预测建筑内温度变化,提前预判或者调节空调设备,避免冷热需求高峰期的浪费。

## 2.2 高效节能设备的替代

传统空调在使用过程中,压缩机转速固定,导致能效低下、频繁开关机造成能源浪费。而变频空调可以根据室内温度及载体的变化,动态调节压缩机转速,在需要时才提供恰当的冷量或热量。当室内温度接近设定值时,变频空调会自动降低功率,避免空调系统长期处于高负荷状态,对节能有着非常好的效果。变频空调还可以快速调整温度,当温度瞬时波动时,变频空调能够及时做出调整,使室内温度保持恒定,避免了传统空调大幅度波动造成能源浪费。变频空调与同型号的传统空调相比,节能20%以上是非常理想的节能设备。

传统的电梯以固定频率的电机驱动,电梯运行时需要对电机进行启动和停止,而且在电梯没有乘客时也会有一定的能量消耗。变频驱动技术被应用到电梯系统中,可以根据需要来调整电机转速,优化电梯的加减速过程,避免传统电梯频繁启停造成的能量浪费。变频驱动还能降低电梯运行过程中的能耗,延长电梯的使用寿命,减少机械磨损。

在传统的白炽灯或者荧光灯中,存在能效低、寿命短、更换频繁等缺点,而LED灯光照则是利用半导体技术,将电转化为光,效用的概率比以前的白炽灯或者荧光灯大大提升,能够达到光效比提高数倍的效果,从而在更低的能耗下获得同样的亮度<sup>[4]</sup>。相比传统光源,LED灯寿命更长,使用次数减少,维修次数自然也减少。

## 2.3 建筑外立面与隔热改造

建筑外立面隔热设计可有效提高空调系统的节能效率,降低建筑内外温差。可通过采用高性能隔热玻璃、外墙外保温材料等方式,防止外部环境热量进入室内。例如:采用双层玻璃和低辐射涂层的窗户,可减少热量的传导,降低空调系统负荷。外墙外保温系统是在

建筑外立面添加隔热材料,避免建筑在高温环境中吸收过热,从而达到减轻空调系统负荷的效果。对于外立面的隔热处理还可以采用改变建筑的外立面和结构体系的方式,提高建筑的能耗。例如:给建筑的外立面设置遮阳篷、百叶窗、阳台等设施,可以阻挡夏季过于强烈的日照,减少空调负荷,而在冬季可适当增加日照,使其成为建筑的主要自然采暖,这些设计方式可有效节约空调和采暖设备的使用,减少建筑能耗和碳排放。

## 2.4 需求响应管理

需求响应管理可以和电力公司或能源管理系统实时互动,协调建筑中各电气设备的运行时间及负荷,建筑电气通过智能化控制系统,依据电力需求、时段、电网负荷等改变建筑中各电气设备的负荷使用情况。高峰时段电气需求时,建筑空调、热水器、电梯等电力需求较大的设备推迟或延迟启停,减少高峰负荷;低谷时段电气需求时,建筑运行中的设备减少高峰负荷,增加低谷负荷。需求响应管理能够使建筑降低最大实有电量需求高峰负荷,起到减少需求侧的负荷需求峰值,减轻建筑对电网的负荷需求紧张的作用,可以保证电力系统的稳定性。在实际需求响应管理实践中,建筑中的空调系统是典型应用场景,智能建筑空调系统可以根据建筑内外的空气温度、湿度以及人员活动情况来调节空调的运行负荷<sup>[5]</sup>。当电网负荷较大时,智能建筑空调系统可以推迟或者延迟空调系统的启动,或者将空调温度设定在相对较高的温度来降低空调运行能耗。热水器、照明系统以及其他电气设备等都可以根据需求响应管理策略进行调节,高峰负荷时段内,建筑内的设备会按照需求响应计划自动降低工作强度或者暂停工作运行,等待负荷相对较低的时段再开始工作。

## 3 实施节能改造技术的建筑案例分析

### 3.1 某商业办公楼节能改造案例的节能效果

上海市某商业办公楼使用传统的空调系统、照明系统和电梯系统,能耗较大。由于夏季和冬季的温差较大,空调系统和照明系统的负荷较重。建筑管理方决定对该商业办公楼进行节能改造,降低建筑能耗,提高建筑运营效率。该商业办公楼通过物联网相关智能系统,对空调系统、照明系统、电梯系统等进行集中控制,能够根据室内实际温度、湿度、人员数量等环境参数的变化,自动调节空调温度风速、室内灯光照明的亮度。室内照明系统由传统的白炽灯、荧光灯更换为节能的LED照明灯具,空调系统更换为变频空调,电梯系统也采用了变频驱动技术。建筑外立面也采用

了隔热保温层,窗户替换为高性能玻璃,这样可以减少外热量进入室内,降低空调制冷量的需求。通过节能分析,建筑空调系统负荷降低 30%,室内照明能耗降低 40%,改造后建筑物电梯系统运行效率提高 20%,整体建筑能耗降低 35%,约节省 150 000 kW·h 电量,建筑年节省电费约 12 000 元。由于建筑物设备的使用寿命延长,维护费用也随之降低,改造后该项目整体回收期约为 4~5 年。

### 3.2 某高端住宅小区节能改造

某高端住宅小区包含多个楼栋,建筑总面积约 10 万平方米,空调系统为老旧的中央空调,照明设备陈旧,由于年久设备老化,性能下降,能耗较高,业主及物业顾问决定对小区进行全面节能改造,以提升居住舒适性,降低能耗。在该项目改造中,家庭配置了智能家居系统,通过手机 App 对空调、照明、热水器等进行远程控制,根据室内温度、湿度等自动调节各设备的运行参数。将普通空调换成变频空调,将老旧节能灯和白炽灯换成 LED 灯节能照明。建筑物外围进行保温处理,窗户更换为双层中空玻璃,增加遮阳装置,降低夏季空调使用能耗。节能改造后,该住宅小区能耗整体下降 28%,空调使用能效提高 35%,照明能效提高 45%,建筑空调负荷下降 25%,减少了空调使用时间。据测算,整个住宅小区年节省电力消耗约 2 万 kW·h,节省电费约 160 000 元。改造后的住宅小区,既舒适又节能,年均节能费用可在 3~4 年内回收。

## 4 建筑电气设备节能改造的实施策略与建议

### 4.1 前期评估

建筑电气设备节能改造前期,要对建筑中现有电气设备的能效情况进行有效核查,项目团队需要准确掌握建筑能源消耗情况。评估环节涉及能源审计,对设备运行数据、能耗情况、使用习惯等进行全面评估,确认设备是否存在能源浪费的情况,并分析设备节能减排空间<sup>[6]</sup>。另外,还要对建筑物使用情况、运行环境等进行评估,如建筑物的朝向情况、空调使用情况、照明使用习惯等。建筑管理方通过数据收集进一步分析不同设备、系统的用能情况。如通过安装智能电表、传感器等设备收集用电情况,结合实时天气、室内人员活动等情况进行针对性分析,为后期节能改造方案的制定提供科学依据。

### 4.2 设计与实施阶段

基于前期评估结论选择能效提高明显的设备和技术,如将普通空调更换为变频空调,变频空调能根据实时温度需求调节压缩机转速,节约不少能源,采用 LED 光源替换传统荧光灯,不但能节约能源,而且能延

长设备使用寿命。智能照明能针对环境光照度及人员活动情况自动调节光效,最大限度地节约能源。智能空调系统根据室内温、湿度及人员数量等实时数据自动调节运行状况,调节智能空调运行能效。在实施阶段要求项目团队对实施步骤进行详细规划,同时与设备厂家、施工单位沟通,保证方案准确实施,还需要考虑项目预算、工期及项目技术可行性,确保项目改造不低于预算且在预期时间完成。

### 4.3 监测与维护阶段

节能改造之后,建筑管理者需要进行相关的监测和养护工作,对节能效果进行持续跟踪,确保相关设备始终处于高水平运行状态<sup>[7]</sup>。建筑管理人员可以通过智能能源管理系统,对建筑内相关电气设备的不同能效进行实时监督,并进行自动调节和优化。节能设备在长时间使用后,会逐渐降低能效,通过定期养护,可以及时发现设备存在的隐患,确保设备不会出现能效衰减的情况。定期对设备进行养护,除了对设备进行清洁和检修之外,还需要对相关软件和系统进行更新,通过维护和更新来让智能系统维持高效的能效水平。

## 5 结束语

针对建筑电气设备能耗高的问题,智能化控制系统可以根据实时数据来控制设备运行,进一步减少不必要的能耗。高效的设备替代可以减少设备运行能耗,如变频空调、LED 照明等设备都可以大幅度降低能耗。建筑外立面隔热改造使空调、暖气使用率降低,需求响应管理技术可以通过对设备运行模式进行动态化调控,降低建筑能耗。节能改造还可以提升建筑能效和舒适度,为建筑行业可持续发展提供技术支撑,减少建筑能耗,降低碳排放,推动绿色建筑发展。

## 参考文献:

- [1] 孔晓兵,富钢.建筑电气节能设计技术创新研究[J].冶金设备管理与维修,2024,42(04):66-67.
- [2] 陈鹏飞.浅谈建筑电气设计中的节能技术应用[J].四川建材,2024,50(03):210-212.
- [3] 徐静.建筑电气设计中的节能技术措施[J].中国住宅设施,2023(09):34-36.
- [4] 闫沛颖.建筑电气设计中的节能技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(18):76-78.
- [5] 李士明.建筑电气节能设计及绿色建筑电气技术[J].石材,2023(03):98-100.
- [6] 张弛.建筑电气设备自动化节能技术的研究与应用[J].工程与建设,2023,37(01):340-342,404.
- [7] 肖磊.建筑电气设备自动化的节能技术[J].建筑技术开发,2019,46(09):156-157.