

# 高层建筑电气自动化节能技术体系研究

高春桥

北京市化工职业病防治院

**摘要:** 建筑电气自动化是楼宇自动化的重要组成部分, 为降低电气设备运行能耗, 高层建筑需采用节能技术对电气自动化系统进行改造升级, 智能化控制能耗大的电气设备能源消耗, 强化对电气设备的节能管控。本文从分析高层建筑电气设备能耗特点入手, 提出高层建筑给排水设备、空调设备、供电设备、照明设备、电梯设备等电气设备自动化节能技术, 期望对有效降低高层建筑能耗, 提高楼宇智能化控制水平有所帮助。

**关键词:** 高层建筑; 电气设备; 节能技术; 监控系统

【DOI】 10. 12254/j. issn. 2096-6539. 2023. 04. 082

在节能环保理念下, 高层建筑要将电气设备节能作为建筑整体节能的重点, 在保障电气设备安全稳定运行的前提下最大程度降低能源消耗, 提高电气设备运行效率。高层建筑中配备多种电气设备, 随着电气自动化技术的应用, 实现了对电气设备运行的远程控制, 有助于保持电气设备处于最佳运行状态。基于此, 高层建筑要依托电气自动化系统优势引入节能技术, 实现对电气设备的智能化节能调控。

## 一、高层建筑电气设备能耗分析

高层建筑的电气系统构成复杂, 涉及多种电气设备, 其主要的电气系统基本构成如图1所示:

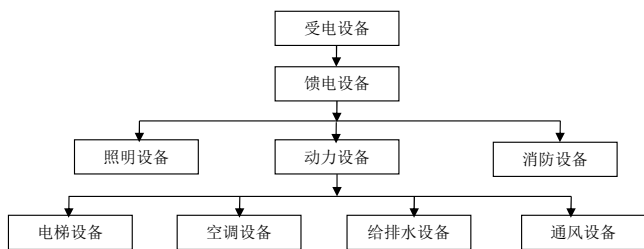


图1 高层建筑电气系统构成

电气设备能耗占高层建筑总能耗的比重较高, 其中电能是电气设备运行消耗的主要能源。根据对办公楼、酒店高层建筑电气设备电能消耗的调查数据显示, 空调、照明、给排水、电梯等电气设备的能耗占比较高, 具体如图2和图3所示。在高层建筑电气自动化节能控制中, 要重点针对能耗占比高的电气设备采取自动化节能技术, 以有效降低电气设备能耗, 实现节能目标。

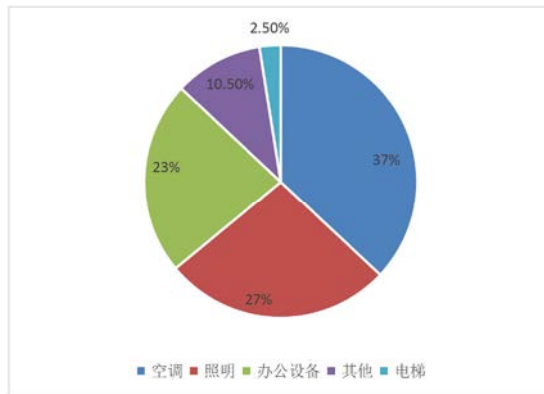


图2 办公楼高层建筑电气设备能耗分布图

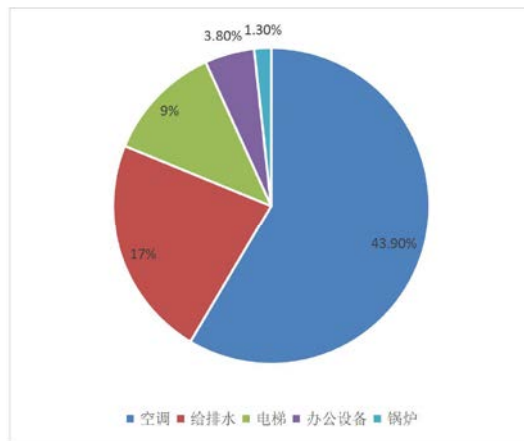


图3 酒店高层建筑电气设备能耗分布图

## 二、高层建筑电气自动化节能技术体系

高层建筑电气节能技术要以电气自动化控制系统为支撑, 结合采用自动控制技术、传感器技术、信息处理技术、计算机网络技术等先进技术, 建设电气自动化监控系统, 实现对每一类电气设备工作参数、运行状态和能耗数据的实时监测分析, 根据外界环境变化和和设备运行负载调整设备运行参数, 确保电气设备保持最优的运行性能, 有效降低建筑电气设备能源消耗<sup>[1]</sup>。

### (一) 给排水设备节能技术

在高层建筑给排水系统中, 可针对水泵给水系统、高位水箱给水系统以及排水系统采用以下节能技术。

#### 1. 水泵给水节能技术

在水泵供水系统中, 一般会设置缓冲池用于稳定水压, 采用变频水泵调节输水速度。为降低水泵给水系统能耗, 可将传感器安装到缓冲池的不同位置上, 利用传感器监控缓冲池内的水位变化, 保证恒压供水, 控制工变频泵启停<sup>[2]</sup>。如, 借助压力传感器监控水管压力, 通过

DDC计算出测量值与预设值的偏差，将其数据传输至水泵系统，通过调整水泵系统转速控制供水压力。

### 2. 高位水箱给水节能技术

高位水箱给水系统采用自动化控制技术，利用DDC控制器自动控制水泵启停，实时监控水池内的水位变化。如，高位水箱内设溢流水位、水泵停止水位、启动水位和报警水位，采用DDC控制器自动监控水位状态，当水箱内处于缺水状态时发出启动信号，开始蓄水。当水位达到饱和状态时，关闭水泵，起到节能作用。控制器自动监测水泵电机的运行数据，便于维修人员根据运行数据安排设备检修和维修，确保设备使用处于最佳的运行状态<sup>[3]</sup>。

### 3. 排水系统节能技术

在集水坑内设置最高水位、泵开水位和泵停水位，采用DDC控制器对潜污泵的启停进行控制。当集水坑中的实际水位达到泵停水位时，DDC控制器接收到传感信息后控制潜污泵停止运行。当集水坑中的实际水位达到最高水位时，DDC控制器自动启动潜污泵运行。通过对排水系统运行进行自动化控制，能够有效降低排水系统中各类设备运行能耗。

## （二）空调设备节能技术

### 1. 空调风系统节能技术

在高层建筑的空调风系统运行中，可采用温度传感器、压力传感器、湿度传感器、二氧化碳传感器、电动调节阀、变频器、电气控制箱等设备实现对空调风系统的节能控制。具体包括以下三种控制方式：①一般控制。在室内安装温湿度传感器，实时获取空调作用区域内的温湿度指标变化，采用PID算法有效调节空调风系统，确保在短时间内将室内温湿度调节到节能模式，且满足人体最适宜的温湿度范围要求<sup>[4]</sup>。②焓值控制。热调节是改变空气温度的主要方式之一，在空调风系统中可采用温度焓值控制调节室内温度，达到节能效果。焓值控制能够自动比较空气焓值，对空调风系统的风量回报进行控制，通过操控空气阀、排风阀和回阀调节室内空气，达到人体舒适度要求。③变风量控制。变风量控制技术能够自我调节空调气体，限制风力发电产生，促使实际风量协调风机运作，有效改善室内空气质量，降低能源消耗。

### 2. 空调水系统节能技术

在冷热源机组的自动化控制中，可采用具有自控制功能的集成接口对接通讯装置，借助可编程化智能控制系统控制集成水器或分水器。空调水系统运行中会消耗大量能源，采用变频控制技术能够根据设备负荷变化自动调节设备运行时间和运行顺序，在保证机组正常运行

的前提下降低设备运行能耗。在空调水系统中设额定水压和运行最低水流量，利用总管水压控制每台设备的水阀开关，促使冷冻水量处于额定水量。在供水温度控制中，安装设备监测器，获取水温信息，利用自动化控制系统调控换热器开关，将水温维持在稳定状态。

### 3. “冰蓄冷”节能技术

在高层建筑中淘汰高能耗的传统空调设备，安装蓄冷空调系统，提高空调系统运行的节能效率。蓄冷空调系统能够自动化监测和控制空调运行状态，利用夜间低谷用电时段开启制冷机组，将蓄冰装置中的水制成冰，供日间用电高峰期时融冰取冷用。蓄冷空调系统可以解决空调在高温时间段用电高峰期的超负荷运行问题，起到调峰移谷的作用，降低空调运行费用。在安装蓄冷空调系统时，低楼层安装大功率空调机组，高楼层安装小功率空调机组，对空调机组运行中的能量消耗进行调控，实现节能目标。为保证冰蓄冷系统稳定运行，避免发生蓄冷系统冷中断现象，可安装蓄冷式应急制冷系统，在切换冷源时起到暂时控制的作用。

### 4. 风机组监控系统

高层建筑在风机组中配置HW-BA5515控制器，使风机组与控制器一一对应，满足自动监控要求。风机组监控系统的节能控制过程为：①PID调控系统按照设定的温度和送风温度自动调整冷热水阀门以达到节能目的。在夏季时温度值设置小于送风温度值，适当增大水阀门。在冬季时温度值设置大于送风温度值，适当调小水阀门。通过PID调控，促使送风温度维持在稳定状态。②连接风阀与水阀，当风机停止运行时，风阀和水阀也随之停止。③在过滤网处安装压差开关，利用HW-BA5515控制装置监测过滤网是否存在淤堵现象，及时将监测信息传输到中央控制装置，通知运维人员第一时间处理淤堵。④安装多联机空调系统，在回风口处、回水管的处、压力差值调节阀处安装传感器和比例积分控制器，通过传感器获取实际温度信息，将其与设置温度进行对比，转换为电压值信息，经由模块控制器传输到监控系统中，下达压力差值调节阀操作指令，将温度维持在预设水平<sup>[5]</sup>。

## （三）供配电设备节能技术

### 1. 科学设计供配电系统

高层建筑要结合建筑实际用电需求科学设计供配电系统，在建设供配电系统中落实节能降耗理念，有效改善用电环境和电能消耗。如，平衡三相电压，降低零线电能传输消耗，延长电气设备使用寿命；安装干式变压器、非晶合金变压器等节能型变压器，合理控制电压，既保证设备的输电能力，又降低设备电能消耗；调整供

电和输电系统的功率因素，避免出现供电半径过大、近电远供、迂回供电、线缆老化的情况，有效降低线路损耗；设计电气自动化系统，对造成供配电设备大谐波电流现象的各种非线性元件进行监督管控。

## 2. 供配电自动化监控技术

在供配电系统中安装具备自动化监控功能的控制系统，对设备运行状态进行监控，控制设备发电机。自动化监测系统能够实时记录设备开关中高压侧的运行数据，当监测到设备电路电流、功率异常时，自行发出警告，快速反馈设备运行故障。同时，自动化监测系统可检测低压侧数据和电路中的重要回路运行状态，当发现问题时发出警告。此外，自动化监测系统还能够监测控制设备总机房运行状态，为快速维修故障提供依据。如，在高层建筑低压柜中设置智能电量变动器HW-BA5401模块，可动态监控建筑供配电系统中的电压、电流、有功功率、无功功率、电能等参数，监测电能消耗情况；在供配电系统中采用智能化远程管理体系，实现对所有用户用电情况的自动计量，之后将计量数据传输到中央管理操作站，对数据运算和分析，确定用户是否存在用电量不合理的情况，及时向用户端发出节能控制预警信息；高层建筑要求变配电设备运行具备较高的安全性，故此可采用双回路供电系统，系统中两条供电线路互为备用电源，同时为建筑物提供电能。

## 3. 运用人工智能技术

高层建筑供配电设备节能要依托人工智能和自动化技术，实现对供配电系统的智能化控制。当供配电设备运行时，借助模糊控制、可编程逻辑控制器、神经网络算法等，及时诊断和分析供配电系统的运行故障，全方位实时化检测故障数据，自动生成供配电设备运行信息，全面反映设备异常状况和故障表现，进而准确判断故障原因，帮助维修人员找到故障具体部位，在最短时间内修复故障。在人工智能技术支持下，高层建筑供配电系统可监测所有电气系统线路运行情况，智能化调节电压、电流和负荷，联动管控其他电气设备，包括消防系统、给排水系统、供暖系统、空调系统等，满足集成化管控电能消耗的需求。

## （四）照明设备节能技术

### 1. 更换节能灯具

高层建筑将公共场所内所有光源从高效三基色节能荧光灯更换为LED灯具，此类灯具具有显色指数高、光照率高、功率低、光衰小、使用寿命长等应用优势。如，在建筑物走廊区域使用14W的LED灯具，在室内使用18W的LED灯具，能够降低照明系统电能消耗50%以上。

### 2. 安装监控系统

高层建筑照明系统中安装监控系统，在各个照明箱

内安装HW-BA5204模块，并在照明灯具上安装传感器，由远程监控系统根据不同时段的光照强弱程度调整建筑内部照明程度，通过控制灯具光照程度、照明时间等运行参数，降低电能消耗。

## （五）电梯设备节能技术

### 1. 电梯自动化监控系统

高层建筑中的电梯设备运行对电能消耗较大，为实现电梯节能目标，可采用电梯控制箱和DDC控制箱对电梯运行状况进行监控。电梯监控系统根据轿厢重量调整拖动负载，减少轿厢与对重的重量差，避免电梯运行中消耗多余机械势能，进而节约电梯整体能耗。在电梯控制箱内可设置HW-BA5203模块，确定电机运行状态最优情况下的电流标幺值范围，采取电梯制动控制程序，实现电梯运行节能。同时，在电梯机械功能控制中采用三相交流电变频变压调速技术，当电梯运行时机械动能会随之增加，可利用曳引机释放机械动能。此外，在电梯监控系统中配置智能控制芯片，使监控系统能够根据电梯载重和楼层跨度实施提速控制或减速控制方案，且保持电梯平缓释放机械动能，确保电梯运行安全。

### 2. 电梯楼层预选系统

当高层建筑集中布置多台电梯时，可安装目的楼层预选系统，当乘客在预选系统中选定楼层后，系统会将去往同一楼层的乘客安排到同一部电梯，减少电梯载人运行中的停站次数，缩短电梯完成单程运行耗用的时间。在电梯单次行程停层次数减少的情况下，电梯起停次数随之减少，电梯运行能耗大幅度降低。

## 三、结论

综上所述，高层建筑要在电气设备运行中建设电气自动化监控系统，基于节能目标利用监控系统实时监测分析空调设备、照明设备、给排水设备、供配电设备等高能耗电气设备的运行状态，对电气设备执行节能调控操作，从而有效降低电气设备能耗，保障电气设备处于最佳的运行状态，提高电气设备运行效率。

## 参考文献

- [1] 吴伟俊. 超高层建筑电气设计探讨——以某超高层多功能组合建筑为例[J]. 福建建设科技, 2022(6): 121-124.
- [2] 薛英杰. 高层楼宇建筑电气节能技术要点及安全与能效研究[J]. 中国住宅设施, 2021(1): 70-71.
- [3] 吴小波. 高层建筑智能化电气节能负载控制技术[J]. 光源与照明, 2022(5): 225-227.
- [4] 黄文彪. 针对高层建筑电气设计中低压配电系统安全性分析[J]. 居舍, 2021(23): 91-92, 96.
- [5] 柳进财. 高层建筑电气设计的内容及需要注意的问题探究[J]. 智能城市, 2020(10): 43-44.