

# 优化机电设备设计实现建筑机电节能

姚文丰

河南省工建集团工程建设有限公司 河南 郑州 450016

**摘要:** 随着建筑行业的快速发展,机电设备作为建筑能耗的主要来源,其节能设计愈发重要。本文深入探讨了如何通过优化机电设备设计来实现建筑机电节能。分析了当前建筑机电设备节能的现状与挑战,详细阐述了节能设计的基本原则及在供配电、空调、照明、给排水和供配电系统等方面的具体应用策略。旨在通过科学合理的优化设计,降低建筑机电设备的能耗,提升能源利用效率,为构建绿色、低碳、可持续的建筑环境提供有力支持。

**关键词:** 建筑机电设备; 节能减排; 优化设计措施; 应用

引言: 在当今社会,随着能源需求的不断增长和环保意识的日益增强,建筑节能成为了一个备受关注的话题。而机电设备作为建筑能耗的主要组成部分,其节能设计对于实现整体建筑节能具有至关重要的作用。本文旨在探讨如何通过优化机电设备设计,有效降低建筑机电能耗,提高能源利用效率。我们将深入分析当前建筑机电设备节能的现状与挑战,并提出一系列创新性的优化设计策略,以期为实现绿色建筑、推动可持续发展贡献力量。

## 1 当前我国建筑机电设备节能状况及问题分析

### 1.1 建筑机电设备节能现状

(1) 民用与商用建筑机电设备能耗特点。民用建筑机电设备能耗具有分散性与季节性特征,住宅内空调、热水器等设备使用时间受居民生活习惯影响大,能耗波动明显,夏季制冷、冬季采暖期能耗骤增。商用建筑则因运营需求,机电设备多处于长时间高负荷运行状态,如商场空调系统每日运行超12小时,写字楼电梯、照明系统能耗随办公时长稳定消耗,整体能耗密度远高于民用建筑。(2) 能源消耗的主要领域。空调系统是能耗“大户”,占建筑机电总能耗的40%-60%,尤其大型商用建筑中,传统空调制冷制热效率低,冷热损失严重。照明系统能耗占比约15%-25%,部分建筑仍使用高耗能白炽灯、荧光灯,且存在照明亮度与实际需求不匹配的过度照明现象。给排水系统能耗占比虽相对较低(5%-10%),但因水泵选型不合理、管道漏损等问题,造成大量能源浪费,此外,电梯、通风等辅助设备也占据一定能耗份额。

### 1.2 节能优化设计面临的挑战

(1) 科研水平的限制。我国建筑机电节能科研聚焦于单一设备节能技术较多,对系统集成节能技术研究不足,如空调与照明系统协同节能控制技术尚未成熟。同

时,核心节能部件如高效压缩机、智能传感器等依赖进口,国产技术性能与国际先进水平存在差距,制约整体节能效果提升。(2) 设计缺乏可操作性。部分节能设计方案仅停留在理论层面,未充分结合建筑实际使用场景。例如,某些民用建筑采用的复杂节能控制系统,操作流程繁琐,居民难以掌握,导致节能功能闲置;商用建筑节能设计未考虑后期运营成本,方案落地难度大。(3) 优化设计过程欠缺科学合理性。设计阶段常缺乏对建筑全生命周期能耗的考量,仅关注初期建设成本,选用低价低能效设备。同时,能耗计算方法不够精准,未充分结合建筑所在地气候、使用功能等因素,导致节能设计方案与实际能耗需求脱节,节能效果未达预期。

## 2 建筑机电设备的节能减排依循原则及控制

### 2.1 基础运行所需的供配电设计

(1) 保证机电设备的基本使用功能和安全可操作性。设计需结合建筑类型匹配供配电容量与回路。民用建筑需保障空调、热水器等设备电压稳定,避免因欠压导致设备低效运行;商用建筑如写字楼采用双回路供电,防止断电影响电梯、照明系统,同时通过电流监控避免过载,确保设备在额定工况下发挥最佳能效,既满足使用需求,又规避安全风险。(2) 防雷、防浪涌、防静电及防火技术的应用。极端情况易引发设备故障,增加额外能耗。防雷方面,屋顶安装接闪器与接地装置,避免雷电损坏配电系统;配电箱加装浪涌保护器,抑制电压突变对空调、水泵的冲击;设备外壳接地消除静电,防止电路故障;选用阻燃电缆并设置防火封堵,避免线路起火中断供电,从源头减少故障导致的非必要能耗<sup>[1]</sup>。(3) 机电线路的保持距离和绝缘强度要求。不同类型线路(动力线与控制线)需保持 $\geq 0.2$ 米安全距离,防止电磁干扰降低设备效率;按电压等级选用绝缘导线,低压线路绝缘强度 $\geq 0.5$ kV,高压线路 $\geq 10$ kV,定

期检测绝缘性能,避免漏电损耗,保障供电系统稳定。

## 2.2 降低无谓的损耗

(1) 注重设备线路的合理选材。线路选材需兼顾导电性与经济性,优先选用铜芯电缆替代铝芯电缆,因铜的导电率比铝高30%以上,可减少线路电阻损耗;根据线路负载电流选择合适截面积的导线,避免“大马拉小车”(导线过粗造成材料浪费)或“小马拉大车”(导线过细导致损耗增加)。例如,住宅照明回路选用 $2.5\text{mm}^2$ 铜芯线,空调回路选用 $4\text{mm}^2$ 铜芯线,在满足负载需求的同时降低电能损耗。(2) 以功用为目的进行运行和维护阶段的节能。运维需避免“过度运行”与“维护缺失”。运行阶段,根据建筑使用场景调整设备启停时间,如办公楼下班后关闭非必要照明与空调;维护阶段,定期清理空调滤网、检查水泵轴承润滑情况,减少设备因阻力增大导致的能耗上升。例如,空调滤网每季度清理一次,可使制冷效率提升15%左右,降低无谓能耗。(3) 提升有功功率,补偿无功功率,最大化能源利用率。建筑中电机、变压器等感性设备会产生无功功率,导致功率因数下降,增加电网损耗。通过在配电系统中安装无功补偿装置(如电力电容器),可将功率因数从0.7-0.8提升至0.95以上,减少无功功率传输过程中的能源浪费。例如,商场安装无功补偿装置后,每月可降低电网损耗10%-15%,显著提升能源利用率。

## 2.3 科学合理地调整负荷

(1) 根据不同建筑环境计算设计优化系数。设计阶段需结合建筑所在地气候、使用功能、人员密度等因素,计算负荷优化系数。例如,北方寒冷地区住宅采暖负荷需考虑室外温度、建筑保温性能,引入“度日数”系数修正负荷计算值;商场需根据营业时间、客流量变化,计算照明与空调的动态负荷系数,避免按峰值负荷设计导致的设备冗余与能耗浪费,确保负荷计算贴合实际需求。(2) 调整机电设备的合理负荷,实现最低负荷下的最大有效功率。通过智能控制系统动态调整设备负荷,避免设备长期处于低负荷低效运行状态。例如,中央空调系统采用变频技术,根据室内温度变化调整压缩机转速,当室内温度接近设定值时,降低压缩机负荷至30%-50%,此时能耗仅为额定负荷的40%左右,实现“低负荷高功效”;电梯系统通过群控技术,根据客流量调整运行台数,非高峰时段减少运行电梯数量,降低无谓能耗,最大化有效功率输出。

## 3 建筑机电设备节能减排的优化设计措施应用

### 3.1 变压器的节能优化设计

(1) 应用调节电压、匹配阻抗、安全有效隔离装

置。根据建筑用电负荷波动特性,选用有载调压变压器,搭配智能电压调节装置,实时适配不同时段用电需求。例如,商用建筑在用电高峰(如商场营业时段)将电压稳定在 $380\text{V}\pm 2\%$ 区间,避免设备因电压不稳增加能耗;同时,依据变压器与负载的阻抗参数精准匹配,减少阻抗不匹配导致的电能损耗。此外,安装安全隔离装置(如隔离变压器),实现高低压系统物理隔离,防止故障扩散,保障供电连续性,间接降低因停机重启产生的额外能耗<sup>[2]</sup>。(2) 对变压器的有功功率进行科学调节,减少空载时的漏磁损耗和铁损耗。优先选用节能型变压器(如S13型卷铁芯变压器),其铁损耗较传统型号降低30%以上,通过优化铁芯材质与结构,减少磁滞与涡流损耗。运行阶段,结合建筑负荷变化动态调节有功功率输出:例如住宅小区夜间用电低谷时,关闭冗余变压器,仅保留1台运行,并将负载率控制在60%-80%高效区间,大幅减少空载状态下的漏磁损耗与铁损耗,提升能源利用效率。

### 3.2 空调系统的节能优化设计

(1) 分析空调系统能源消耗的主要环节。制冷环节中,压缩机能耗占系统总能耗的50%-60%,传统定频压缩机频繁启停易造成能耗波动;制热环节若采用电加热方式,能耗较制冷环节高30%;风机与水泵作为辅助设备,能耗占比约25%,其中风机因风阻过大、水泵因选型冗余,易产生额外能耗。此外,管道保温不足、新风处理效率低导致的冷热损失,也是重要能耗点。(2) 制定科学优化的方案减少能源消耗,如利用自然风力调节室内温度,优化排风过程中的热量回收功能。充分利用自然条件:夏季开启建筑通风窗口,引入自然风实现空气对流,降低空调开启频率;安装智能新风系统,根据室外温湿度自动调节新风量,避免过度引入室外空气增加负荷。同时,在排风系统加装全热交换器,回收排风中的冷量或热量:冬季可将新风温度提升 $6\text{-}8^{\circ}\text{C}$ ,夏季降低新风温度 $5\text{-}7^{\circ}\text{C}$ ,热量回收效率超70%,显著减少空调系统制冷制热能耗<sup>[3]</sup>。

### 3.3 照明系统的节能优化设计

(1) 划分不同照明区域,应用不同照明标准。依据建筑功能划分照明区域:办公区照度需达500lux保障工作效率,走廊照度控制在150-200lux,卫生间照度设定为200-300lux,避免过度照明。搭配智能控制系统,如走廊安装人体感应传感器,人员经过时自动开灯,无人时延时关闭,减少无谓能耗。(2) 开发应用自然光线资源,选择高效率、低能耗的灯具。通过建筑设计最大化利用自然光:采用大面积玻璃窗、室内反光板与导光管,将

自然光引入深层空间，白天可替代50%以上人工照明。灯具选型优先选用LED灯具，其光效达120lm/W以上，较传统荧光灯节能50%，寿命长达5万小时，大幅降低更换成本与能耗。（3）保障照明系统的安全性，降低应用成本。照明线路选用阻燃绝缘导线，避免短路起火；安装应急LED灯具，确保突发断电时的安全疏散，同时降低待机能耗。通过集中管理系统监控灯具运行状态，及时更换故障设备，减少维护成本与能源浪费，实现安全与经济性平衡。

### 3.4 给排水系统的节能优化设计

（1）优化水的供应系统，使用高效变频水泵。替换传统恒速水泵为高效变频水泵，依据供水管网压力变化自动调节转速：例如住宅小区早高峰用水时，水泵以额定转速运行；夜间用水量减少时，转速降至额定值的50%，此时能耗仅为额定状态的12.5%。同时优化管网布局，减少管道转弯与长度，降低水流阻力，进一步提升供水效率。（2）开发适用、可控的第二水源，延续长远发展规划。构建雨水、再生水回收系统：办公楼屋顶安装雨水收集装置，经沉淀过滤后用于绿化灌溉，每年可节约自来水300-500吨；住宅小区建设中水处理站，将生活污水处理为中水，用于卫生间冲水，替代50%以上自来水。搭配智能控制系统，根据用水量需求自动调节第二水源供水量，为建筑长期节能提供保障<sup>[4]</sup>。

### 3.5 供配电系统的节能优化设计

（1）应用具有开放性、放射状、环形等特点的供配电系统。小型民用建筑采用放射状供电系统，线路直连电源与负载，减少中间损耗；大型商用建筑（如综合体）采用环形供电系统，双回路布局实现负荷均匀分配，且具备故障自愈能力，某段线路故障时自动切换路

径，保障供电连续性。系统设计预留扩展接口，便于后期接入光伏、储能等新能源设备，提升能源利用多样性。（2）合理设计供配电系统的布置和运行，防止重叠供电，保障安全。将变压器、配电箱等设备靠近负荷中心，缩短供电半径：例如高层建筑将配电房设置在中间楼层，减少线路损耗。运行阶段通过智能监控系统实时监测各回路负荷，防止多条线路对同一区域重叠供电；定期检测设备绝缘性能与接地电阻，避免漏电、短路等故障造成的能源浪费与安全隐患，实现效率与安全双重保障。

### 结束语

综上所述，优化机电设备设计对于实现建筑机电节能具有至关重要的意义。通过科学合理的节能设计，我们能够显著降低机电系统的能耗，提升建筑整体的能效水平。这不仅有助于保护环境、节约资源，还能够为建筑使用者创造更加舒适、健康的生活和工作空间。展望未来，我们应持续探索和应用先进的节能设计理念和技术，推动建筑机电节能事业不断向前发展，为构建绿色、低碳、可持续的城市环境做出更大贡献。

### 参考文献

- [1]江建生.论建筑工程机电设备安装施工中的技术与质量管理[J].建筑与预算,2021,(11):62-64.
- [2]聂曙光.机电节能措施在建筑机电工程中的应用研究[J].建材与装饰,2020,(20):112-113.
- [3]刘秉祥.机电节能措施在建筑机电工程中的应用研究[J].资源节约与环保,2020,(07):85-86.
- [4]张雪.机电节能措施在建筑机电工程中的应用研究[J].大众标准化,2020,(05):48-49.