

住宅小区的建筑电气设计及节能措施

洗可乐

(深圳华森建筑与工程设计顾问有限公司)

【摘要】文章针对住宅小区建筑电气设计中的节能问题,提出了构建智能能源管理系统和采用绿色节能设备的措施。通过照明设计、电梯节能设备和智能能源管理系统的应用,可以实现能源的有效监控与管理,提高能源利用效率,降低碳排放。积极采用绿色节能设备,如太阳能光伏发电系统和空气源热泵系统等,可以进一步提升节能效果。本文对推动住宅小区建筑的节能与可持续发展具有一定的参考意义。

【关键词】住宅小区建筑;节能;智能能源管理;绿色节能设备

中图分类号:TU85;TU201.5

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2025.S2.052

Building Electrical Design and Energy-saving Measures for Residential Areas

XIAN Ke-le

(Shenzhen Huasen Architectural & Engineering Design Consultants Co., Ltd.)

【Abstract】This article proposes measures to build an intelligent energy management system and adopt green energy-saving equipment for energy-saving issues in the electrical design of residential buildings. Through the application of lighting design, energy-saving equipment for elevators and intelligent energy management systems, effective monitoring and management of energy can be achieved, improving energy utilization efficiency and reducing carbon emissions. Actively adopting green energy-saving equipment such as solar photovoltaic power generation systems and air source heat pump systems can further enhance energy-saving effects. This article has certain reference significance for promoting energy conservation and sustainable development of residential buildings.

【Keywords】residential community buildings; energy saving; intelligent energy management; green and energy-saving equipment

1 引言

在全球能源结构转型与“双碳”目标的大背景下,建筑领域作为能源消耗的重点领域,其节能潜力日益受到关注。而住宅作为与人们生活息息相关的建筑类型,电气系统的能耗占比逐年攀升,电气设备已成为家庭能源消耗的“主力军”。据统计,我国住宅电气能耗约占建筑总能耗的40%,其中不合理的用电习惯、低效设备的长期运行以及传统电气系统设计的局限性,导致消耗大量能源。

当前技术发展中,智能能源管理系统和绿色节能设备被广泛应用于建筑电气设计中:前者能实时监测和管理能源使用,优化能源利用效率;后者则可减少能源消耗并降低碳排放^[1]。因此,借助这些新技术和设备,对住宅小区建筑电气设计中的节能问题进行深入研究和应用,具有重要的意义和价值。住宅电气节能并非简单地“减少用电”,而是通过科学的系统设计、高效设备的应用、智能技术的赋能以及居民行为的引导,在满足舒适生活需求的前提下,实现能源利用效率最大化。这不仅是缓解能源供应压力、降低碳排放的关键举措,更是提升住宅品质、降

低居民生活成本的民生工程。本文将介绍照明设计、智能能源管理系统、电梯节能设备以及绿色节能设备在住宅小区电气设计中的应用,旨在为推动住宅小区建筑的节能提供参考和指导,为构建绿色低碳的居住环境注入动力,为实现社会可持续发展目标奠定坚实基础。

2 住宅小区建筑电气设计要点

2.1 配电设计

配电设计应符合相关安全标准和规范,确保电气系统安全可靠。主要包括电气设备选型、绝缘与接地保护、过载和短路保护等。

根据住宅小区的规模和用电负荷,合理评估配电系统的容量,包括主变配电容量、主干线容量以及各个分支回路的容量,如各变压器设计负荷率控制在85%以内,有利于降低损耗及初期投资。某知名地产设计案例对入住率较低住宅小区的变压器灵活运用具有较大启发:业主设计任务书要求住宅公变配电所内两两变压器低压柜各段母线间必须设联络开关,以备负荷率较低时,可减少运行变压器数量。

根据住宅小区的结构和功能分区的特点,将配电系统划分成相应的区域,确保各区域电气设备独立供电并合理分配负荷。例如,变电所靠近负荷中心,低压供电半径基本控制在200m内,有效减少电缆消耗;在大型住宅小区中合理设置多个配电房,控制供电半径,可减少整体电缆成本中铜材消耗;此外低压电力系统采用放射式与树干式相结合的方式,对于单台容量较大的负荷或重要负荷(如水泵房、电梯机房、弱电机房、消防中心等)采用放射式供电;对于一般负荷采用树干式与放射式相结合的供电方式^[2]。根据住宅小区的需求设计合适的电源回路,确保各种使用设备的供电可靠性。

2.2 无功补偿设计

首先需评估住宅小区的功率因数情况,通过准确测量和分析确定整个电气系统的功率因数水平,明确是否存在功率因数偏低问题;根据评估结果确定需采取的无功补偿措施,常见的无功补偿装置包括电容器、静止无功发生器(STATCOM)等;选择电容器时,需考虑设备额定容量、电压等级和可靠性等因素。根据功率因数需求确定补偿容量,并遵循相关设计规范和标准;确定无功补偿装置的布置位置,通常应放置在电源侧以减少无功功率流动。可考虑在配电变压器旁边或主供电柜中安装电容器。

2.3 继电保护设计

继电保护设计应能准确快速地识别电气系统中的故障,包括短路、过载、接地故障等。采用合适的故障检测方法和设备,如电流互感器、电压互感器、差动保护装置等;继电保护装置应具备高可靠性,确保故障发生时及时切除故障电路,并尽量减少误动作。可采用双重或多重保护方案提高整个保护系统的可靠性;继电保护设计应具备快速动作能力,以迅速切除故障电路,减少对电气设备和用户的损害。保护装置需满足相应动作时间要求,并考虑传输延迟和装置响应时间等因素;根据不同电气设备和故障类型,选择合适的继电保护装置。常见保护装置包括过电流保护、差动保护、接地保护、过温保护等。

2.4 自备电源设计

首先需要评估住宅小区的负荷需求,确定自备电源所需的容量和类型。考虑不同区域和设备的负荷特性和需求,包括照明、通风、供暖、电梯等;根据

负荷评估结果选择合适自备电源类型,常见自备电源包括柴油发电机组、太阳能发电系统、储能系统等。结合实际情况选择能源类型和容量;设计自备电源时应考虑自动切换装置,以实现主电源和备用电源自动切换。自备电源设计应考虑安全和防护措施,包括防火、防水、防雷击等。自备电源设备应符合相关安全标准和规范,并保证设备的安全运行。

3 住宅小区建筑电气设计的节能措施

3.1 电气设备的选择

选择高效照明设备,如LED灯具,其比传统白炽灯和荧光灯更节能且寿命更长,可显著减少能耗。此外,可采用光感应和智能照明控制系统自动调节照明亮度,按需实现节能控制;选择高效电动设备能节约大量能源。优先选用具有能效标识的产品,并合理匹配设备容量与负荷需求;在住宅小区使用电子设备时,选择低功耗节能产品。

3.2 照明设计

选用LED灯具作为主要照明光源,其具有较高能效和长寿命,还具备更优的光色和色温调节性能;安装光感应器实现照明亮度自动调节;在公共区域、走廊和楼梯等区域安装移动感应器,当探测到有人进入范围时,灯光自动开启,区域无人时则自动关闭。避免长时间无效照明,节约能源。在住宅小区地下车库、门厅、公共区域等公共场所照明均采用智能照明控制系统控制,现场设置各类传感器、开关、执行器,配合中央管理系统,可实现便捷控制和出色的节能效果,达到分区、分组按照亮度或时段调节控制^[3]。小区泛光照明、景观照明设置平时、一般节日及重大节日多种控制模式,在节约用电的同时为小区住户提供丰富体验感。泛光照明设计时需提前考虑控制室外照明光束的强度及方向,合理选择遮光措施,防止对夜空以及居民外窗产生光污染。

3.3 构建智能能源管理系统

通过安装传感器和智能电表,实时监测住宅小区的能源使用情况,包括电力、燃气、水等。通过数据采集和监测分析,掌握能源使用模式和用量,进而有针对性地调整和优化;利用大数据分析和人工智能技术,对采集的能源数据进行深度分析,发现能源使用的潜在问题和机会。通过数据分析识别能源浪费模式,制定节能措施和策略;基于能源数据分析结

果,智能能源管理系统可自动调整能源设备的运行模式和参数,以实现能源使用效率优化。

全面采集能耗数据:每户安装智能电表(支持分时计量、远程抄表)、智能水表(超声波/电磁式,精度达0.5级),燃气表采用物联网远传型;公共区域加装分项计量仪表(如变压器损耗计量、水泵功率计量),实现“户—楼栋—小区”三级数据采集。

环境与设备监测:通过温湿度传感器(监测室内外温差,辅助调节空调负荷)、CO浓度传感器(地下车库,联动排风机启停)、设备状态传感器(电梯运行电流、水泵转速),捕捉能耗关联数据。

3.4 小区电梯节能设计

选择高效电梯驱动装置(将异步电机更换为永磁同步曳引机),如某18层两梯四户小区,原异步电机电梯年均能耗约1.2万kW·h/梯,更换永磁同步曳引机+群控系统后,年均能耗降至0.7万kW·h/梯,年节电5000kW·h,折合电费约3000元(按0.6元/kW·h计)。这些驱动装置采用先进的电机控制技术,能够降低能耗并提高运行效率。

安装变频器,根据实际需求调节电梯运行速度,避免无效能耗。变频器可根据电梯负荷和乘坐需求调整运行速度,以达到最佳节能效果;两台及以上电梯集中排列时,应设置群控措施。电梯应具备无外部召唤且轿厢内一段时间无预置指令时,自动转为节能运行模式的功能^[3]。自动扶梯应具备空载时暂停或低速运转的功能。

将电梯内部照明设备替换为LED灯具。轿厢设备联动休眠:无人使用时,30s后自动关闭轿厢照明(保留1盏应急灯)、风扇(保留低档位通风),显示屏切换至节能模式(亮度降低50%),待机功率从约200W降至50W以内。

3.5 使用绿色节能设备

配置太阳能光伏发电系统,为小区提供绿色可再生电力,降低碳排放;采用空气源热泵系统,借助空气中的环境热能实现制热与制冷,有效减少能源消耗,满足供暖制冷需求;配备高效热水供应系统(如太阳能热水器、热泵热水器等),相比传统燃气或电热水器更具节能优势。

光伏发电在住宅小区的应用正从“补充能源”向“核心节能方案”转变,影响覆盖能源结构、经济成本、环境效益及社区管理等多个层面。住宅小区光

伏发电量可覆盖公共区域(含照明)30%~60%的用电需求(具体取决于装机容量与光照条件)。例如,1万m²效率18%的光伏板,年均发电量约15万度,可满足500户规模小区40%以上公共用电;部分配备储能装置的光伏系统,在极端天气(如电网故障)时可作为应急电源,保障电梯、应急照明等关键设备运行,提升能源韧性。

光伏发电的短期投入与长期收益具有良好平衡性:集中式光伏成本约3元/W~4元/W(含光伏板、逆变器、支架),100kW装机需30万元~40万元;户用光伏因安装分散,成本略高(约4元/W~5元/W)。凭借电费节省额、余电上网收入及地方补贴(部分地区对住宅光伏给予0.1元~0.3元/度补贴),北方地区回报周期约8年~10年,南方光照充足地区可缩短至6年~8年(光伏板寿命25年,后期几乎零成本)。

深圳市工程建设地方标准《居住建筑节能设计标准》(SJG45-2025)于2025年10月1日实施,明确新建居住建筑应将太阳能系统纳入建筑工程设计,实行统一规划、同步设计;其太阳能应用规模需满足:太阳能光伏系统安装面积不应少于屋面有效面积的30%,光伏发电量不应少于屋面有效面积30%安装光伏系统时的当量综合年发电量。

4 结语

在住宅小区建筑电气设计中,照明设计、智能能源管理系统、电梯节能设备以及积极使用绿色节能设备是关键的措施。通过采用LED照明、光感应控制和移动感应控制等节能照明设计方法,可降低能耗并提高照明效果。构建智能能源管理系统能够实时监测和管理能源使用,优化能源利用效率。在电梯方面,采用高效驱动装置、变频器和LED照明等节能设备可以降低能源消耗。此外,积极使用绿色节能设备如太阳能光伏发电系统、空气源热泵系统和高效热水供应系统等可以进一步减少碳排放并提高能源利用效率。

参考文献

- [1] 田健.微电网绿色低碳发展的关键技术与应用[J].计量科学与技术, 2023, 67(7): 25-33.
- [2] 电气专项施工方案[N/OL].互联网文档资源, 2014-06-26: <https://jz.docin.com/p-845817798.html>.
- [3] 左顺涛.谈医疗建筑电气设计[J].智能建筑电气技术, 2025, 19(1): 136-139.