

民用建筑电气设计中的节能措施分析

罗春全

成都市建筑设计研究院有限公司

DOI:10.32629/etd.v7i1.22207

[摘要] 受建筑能耗逐年上涨、能源供给趋紧及环保管控收紧影响,民用建筑电气节能设计是削减建筑用能、落实可持续建设的核心路径。本文梳理电气节能四项基础设计原则,分别为适用性、经济性、节能性、环保性,从供配电、照明、用电设备三个系统梳理对应优化方案,依托供电参数优化、高效照明器材选型等方式缩减系统能耗,同步梳理可再生能源落地路径,光伏发电与太阳能热水系统分担建筑用电及热水负荷,地源热泵依托地热资源完成建筑冷暖供给,风能富集区域配套小型风电装置补充建筑电力供给,依托各类技术方案整体优化建筑电气节能成效。

[关键词] 民用建筑; 电气设计; 节能措施

中图分类号: TU85 **文献标识码:** A

Analysis of Energy-Saving Measures in Electrical Design of Civil Buildings

Chunquan Luo

Chengdu Architectural Design and Research Institute Co., Ltd.

[Abstract] With the continuous increase in building energy consumption, tightening energy supply, and increasingly stringent environmental regulations, energy-saving electrical design for civil buildings has become a key approach to reducing building energy consumption and promoting sustainable construction. This paper reviews four basic principles of electrical energy-saving design, namely applicability, economic efficiency, energy conservation, and environmental protection. Corresponding optimization measures are examined across three systems: power supply and distribution, lighting, and electrical equipment. System energy consumption can be reduced through measures such as optimizing power supply parameters and selecting high-efficiency lighting equipment. At the same time, pathways for the application of renewable energy are discussed. Photovoltaic power generation and solar water heating systems can help meet building electricity and hot-water loads; ground-source heat pumps utilize geothermal resources to provide heating and cooling; and small-scale wind power installations can supplement electricity supply in areas with abundant wind resources. Through the integrated application of these technical measures, the overall energy-saving performance of building electrical systems can be optimized.

[Key words] civil buildings; electrical design; energy-saving measures

引言

全球能源供应趋紧与环保管控不断收紧,民用建筑能耗占比偏高,电气节能设计成为推进建筑领域可持续发展的关键路径。优化电气设计能够压缩建筑日常运维开支,同步削减污染物排放。文章梳理民用建筑电气节能相关设计准则,围绕供配电、照明、各类电气设备系统梳理落地节能方案,研究太阳能、地热能、风能等清洁能源接入建筑电气系统的落地路径,以此完善民用建筑电气节能落地依据。

1 民用建筑电气节能设计的原则

(1) 适用性原则为民用建筑电气节能设计的基础,电气系统

整体设计需要匹配民用建筑实际使用功能,保证建筑内所有用电设备稳定供电、正常运行,满足建筑居住、办公等基础使用功能需求。设计工作中,需要精准把控建筑照明、暖通、升降设备等各类电气系统的运行参数,保证所有参数符合行业规范和建设标准,搭建安全合规的用电体系。同时结合建筑实际用电负荷和使用需求,完成电气设备与线路的选型及布局工作,摒弃多余的不合理设计,从源头减少电力资源闲置与浪费问题。(2) 经济性原则贯穿民用建筑电气节能设计的全部流程,设计工作需要统筹项目前期建设、设备布设成本以及后期用电运行、设备检修维护等各项开支,整体核算项目综合收益。节能方案制定和电

气设备选型阶段,不能只关注节能效果,需要结合建筑日常用电实际情况开展全面经济核算,选用前期投入合理、节能效果稳定、后期运维简单、维护成本低的设计方案和电气设备,平衡项目经济效益与节能效益,保障两项效益同步提升。(3)节能性原则是民用建筑电气节能设计的核心标准,全部设计工作都以降低电气系统能耗为核心目标开展。通过优化电气系统整体结构、调整设备常规运行方式、选用节能型电气设备,搭配成熟的电气节能技术,全方位降低建筑电气系统运行能耗。依托系统化的设计优化和设备升级改造,解决传统民用建筑电气系统能耗过高的问题,切实提高建筑电力资源整体利用效率^[1]。(4)环保性原则是现阶段民用建筑电气节能设计的重要标准,电气设计方案确定和设备选型,需要同时符合节能要求和环保规范,减少电气系统正常运行及故障状态下对周边环境、建筑内部人员造成的负面影响。设计阶段优先选用低污染、高安全属性的电气设备和施工材料,杜绝使用有毒有害建筑材料,严格管控电气设备运行产生的各类污染问题,提升建筑电气系统安全防护能力,同步落实生态保护和人员安全的建设要求。

2 民用建筑电气节能设计措施

2.1 供配电系统的节能设计

一是合理确定供电电压与供电半径,建筑电气设计前期需结合项目整体建设规模、用电负荷类型及负荷分布情况,确定适配的供电电压等级和供电覆盖范围,利用高电压供电模式减少电力传输过程中的能耗。大型民用建筑项目可采用高压直接接入负荷中心的布设方式,压缩低压供电覆盖区域,规范梳理供电网络结构,严格控制供电线路敷设总长,从传输源头把控电能损耗,兼顾供电系统的节能效果与运行稳定性。二是优化变压器选型与配置,变压器是供配电系统的主要耗能设备,设备运行损耗直接决定系统整体能耗水平,设计工作需依托建筑实际用电负荷参数,精准选配变压器容量,合理确定运行设备台数,保证变压器常态处于经济运行工况。工程设计中优先选用低损耗节能型变压器,通过优化设备选型与配置方案,降低变压器自身运行损耗,提升供配电系统整体节能运行能力^[2]。三是改善系统功率因数,系统功率因数过低会产生大量无功功率,增加线路输电损耗,设计阶段需配套设置并联电容器等无功补偿装置,根据建筑用电负荷的动态变化特点,及时调整无功补偿设备的运行容量和投切方式,将系统功率因数稳定维持在0.9及以上,有效削减无功电能损耗,提升供配电系统整体运行效率,满足民用建筑电气节能设计的基础要求。

2.2 照明系统的节能设计

(1)合理选用高效节能光源,传统白炽灯等老旧照明光源发光效率低、能耗量大,不符合现阶段建筑节能的设计要求,已经基本不再应用于各类民用建筑照明工程中。现阶段建筑照明主要采用LED光源,该光源具备发光效率、使用年限、节能性等多方面的应用优势,适配绝大多数民用建筑的照明场景。在具体设计工作中,设计人员需严格依据建筑各区域的功能定位、现行照明设计规范及实际使用需求,针对性选用适配的光源,结合场地

使用功能确定光源色温、照度等核心照明参数,在满足建筑日常照明使用标准的前提下,有效控制照明系统基础能耗。(2)完善优化照明控制体系,照明控制方式直接影响建筑照明的整体能耗水平,粗放的单一开关控制模式会造成大量电力资源浪费。现代建筑照明设计需改变传统单一控制模式,落实分区、分组、场景化的多元控制方案。结合建筑不同区域的使用功能、人员进出流动规律、昼夜时段变化等实际情况,对照明设备的开启关闭、光照亮度进行差异化、精细化调控,杜绝无人照明、长明灯等无效能耗问题,平衡建筑照明的使用功能与节能效果。(3)充分挖掘自然光利用价值,自然光为零能耗、无污染的天然照明资源,提高自然光利用率能够直接减少人工照明的使用时间,从源头降低照明系统能耗。在建筑整体方案设计阶段,需统筹规划建筑采光结构,科学调整建筑窗户、天窗等各类采光结构的布局与尺寸,提升建筑整体自然采光能力。针对建筑内部采光较差的纵深区域,可采用光导照明技术弥补采光短板,全面提升建筑整体自然光利用效率,实现照明系统长期稳定的节能运行效果。

2.3 电气设备的节能设计

第一,规范选用高效节能型电气设备,电气设备自身能耗参数是决定建筑整体电气能耗的基础条件,在设备选型与采购环节,需严格遵照国家现行电气设备能效标准,核验设备正规能效标识,优先选用高能效等级的合规电气设备,从源头管控设备能耗指标,摒弃各类高能耗、技术老旧、性能落后的电气设备,通过普及应用节能型电气设备,有效降低建筑电气基础能耗^[3]。第二,优化电气设备运行控制模式,合理的运行管控方式可以切实提升电气设备能源利用效率,减少各类无效能耗损耗,结合建筑内部各类电气设备的实际运行工况和使用需求,配套应用智能控制与调速相关技术,依据现场环境条件、设备运行负荷等实时变化数据,动态调整电气设备的运行状态和运行功率,杜绝设备长期满负荷运行、超额运行等不良情况,稳步提升整体能源利用效率。第三,落实电气设备常态化维护管理,电气设备长期连续运行会出现部件老化、表面积污、运行性能衰减等常规问题,直接导致设备运行能耗增加,需建立健全标准化的设备定期运维管理制度,常态化开展电气设备检修、清洁、调试等基础工作,及时排查并处置设备运行故障及安全隐患,保证所有电气设备始终维持标准、稳定的运行状态,杜绝因设备故障、性能降低产生的额外能耗,稳定保持电气设备节能成效,全面落地建筑电气节能设计的各项规范要求。

3 新能源在民用建筑电气节能中的应用

3.1 太阳能的应用

太阳能是当前民用建筑电气节能领域应用最广泛的清洁能源,现阶段主要以光伏发电系统和太阳能热水系统两种形式服务于民用建筑节能改造与建设工作。光伏发电系统的核心作用是实现太阳能向电能的转化,以此补充建筑日常用电,减少市政电网电力消耗,该系统包含并网和离网两类基础运行模式。并网光伏发电系统可将建筑自用富余的电力输送至公共电网,帮助用户降低用电成本、获取收益,离网光伏发电系统主要适配电网

覆盖不到的偏远民用建筑,解决这类建筑的基础用电问题。光伏系统安装施工前,需要依据建筑所在区域环境、建筑整体朝向、屋面可用面积等基础条件,确定光伏组件的安装角度和实际装机容量,保证光能转化的稳定性与效率^[4]。太阳能热水系统利用太阳能热能完成水体加热,满足建筑日常热水使用需求,该系统运行过程能耗低、无污染、安全性高。系统选型与安装需参考建筑日常热水总消耗量以及屋面安装条件,合理规划集热器铺设面积、储水箱规格和管道铺设路径,保障系统长期稳定运行。通过两类太阳能系统的合理应用,能够有效减少民用建筑的电气能源消耗,切实提升民用建筑整体节能效果,契合建筑节能的发展要求。

3.2 地热能的应用

地热能依托地球内部储存的热量形成能源体系,本身具备清洁、运行稳定的基础特性,是建筑领域可开发利用的优质清洁能源。现阶段民用建筑领域对地热能的应用,主要依托地源热泵系统完成,以此解决建筑日常供暖与制冷的能耗需求。该系统的核心工作原理,是依靠地下预埋的管道换热设备和地层土壤完成热量双向交换,根据季节温度变化调整热量输送方向。冬季环境温度较低时,系统抽取地下土壤中储存的热量,输送至建筑内部,满足室内供暖需求。夏季环境温度偏高时,系统反向运作,将建筑内部产生的余热转移输送至地下土壤中,降低室内温度,实现制冷效果。地源热泵系统运行过程中无废气、废渣排放,能源转化效率较高,能够切实减少建筑运行过程中的传统能源消耗,降低建筑能耗成本。地源热泵系统的落地应用效果,和前期设计规划密切相关,正式开展系统设计工作时,需要全面勘测建筑场地的实际情况,结合区域地质结构、常年气候参数以及建筑整体冷热负荷等核心数据,精准核算并确定地下预埋管道的各项参数,包含管道长度、埋设深度、整体排布方式等,同时依据实际需求匹配对应容量、规格的热泵机组,保障系统后续稳定、高效运行,适配建筑长期的冷热供应需求。

3.3 风能的应用

国内多数风能资源条件优越的区域,可在民用建筑配套建设小型风力发电设施,通过设备运作将自然界的风能转化为可供建筑使用的电能,满足建筑日常用电的部分需求。常规小型风力发电系统具备固定的设备组成结构,核心设备主要包含风力发电机、控制器、逆变器三类装置,各设备分工协作,保障发电、

控电、变电全过程稳定运行,是整套发电系统正常工作的基础。开展小型风力发电系统搭建工作前,需完成前期实地勘测与需求统计工作,结合场地实际风能资源禀赋、常年风力变化规律以及民用建筑整体用电总量、日常用电负荷等核心数据,匹配适配的风力发电机设备型号与装机容量,杜绝设备选型偏大或偏小造成的资源浪费、供电不足等问题^[5]。设备安装阶段的位置规划同样关键,工作人员需结合建筑周边整体环境选定安装点位,充分规避周边高层建筑、高大乔木等遮挡物对气流的阻挡与削弱影响,保证风力发电机运行过程中能够获取稳定、充足的风力资源,最大限度提升风能转化利用率,保障小型风力发电系统的运行效率与供电稳定性,让风能资源能够切实服务于民用建筑节能供电需求。

4 结语

综合来看,民用建筑电气节能设计直接影响能源利用率与行业可持续发展落地。项目落实阶段需要恪守四项基础设计准则,在供配电、照明、电气设备各分项系统落实对应节能改造方案,同步落地太阳能、地热能、风能等可再生能源配套项目。整套方案可以压缩建筑日常能耗,控制项目运行开支,减少化石能源消耗总量,削减污染物排放。相关配套技术会随行业研发迭代持续升级,民用建筑电气节能设计体系会持续改良,助力绿色低碳建筑落地,推动建筑产业朝着节能环保的方向稳步发展。

【参考文献】

- [1]陆庆.民用建筑电气设计中的节能措施分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(6):122-125.
- [2]黄育伟.绿色节能技术在民用建筑电气设计中的应用分析[J].工程建设标准化,2025(12):113-116.
- [3]付杰.建筑电气设计中的节能技术措施分析[J].建材发展导向,2025,23(3):130-132.
- [4]宋学志.建筑电气设计中的节能措施与应用[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(3):050-053.
- [5]黎明伟,常志伟,刘士玺.民用建筑电气设计中绿色节能技术的融合应用[J].中国厨卫,2025,24(7):248-250.

作者简介:

罗春全(1990--),男,汉族,四川人,本科,工程师,研究方向:建筑电气与智能化。