

民用智能建筑电气设计中的变压器节能技术研究

韦智超

广西启元建筑设计有限公司, 广西 南宁 530006

[摘要]随着全球能源问题的日益突出和环境保护意识的增强,节能已经成为建筑设计和运行管理的重要方面。民用智能建筑作为一种集信息技术、自动化控制和能源管理于一体的新型建筑形式,其电气设计对于实现节能目标具有重要意义。在智能建筑的电气系统中,变压器作为电能传输和配电的关键设备,其能源利用效率直接关系到整个建筑的能源消耗和运行成本。因此,对于变压器的节能技术研究显得尤为重要。文章旨在探讨民用智能建筑电气设计中的变压器节能技术,通过合理选择节能型设备、优化运行方式和控制功率因数等措施,提高变压器的能源利用效率,为建筑行业的可持续发展作出贡献。

[关键词]智能建筑; 电气设计; 节能; 变压器; 能源利用效率

DOI: 10.33142/sca.v6i4.8982

中图分类号: TU984.191

文献标识码: A

Research on Transformer Energy Saving Technology in Electrical Design of Civil Intelligent Buildings

WEI Zhichao

Guangxi Qiyuan Architectural Design Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530006, China

Abstract: With the increasingly prominent global energy issues and the enhancement of environmental protection awareness, energy conservation has become an important aspect of building design and operation management. As a new form of building that integrates information technology, automation control, and energy management, civil intelligent buildings have significant electrical design for achieving energy-saving goals. In the electrical system of intelligent buildings, transformers are key equipment for energy transmission and distribution, and their energy utilization efficiency directly affects the energy consumption and operating costs of the entire building. Therefore, the research on energy-saving technology for transformers is particularly important. The article aims to explore the energy-saving technology of transformers in the electrical design of civil intelligent buildings. By selecting energy-saving equipment, optimizing operation mode, and controlling power factor, measures are taken to improve the energy utilization efficiency of transformers and make contributions to the sustainable development of the construction industry.

Keywords: intelligent buildings; electrical design; energy saving; transformer; energy utilization efficiency

引言

随着全球能源问题的日益突出和环境保护意识的增强,节能已经成为建筑设计和运行管理的重要方面。民用智能建筑作为一种集信息技术、自动化控制和能源管理于一体的新型建筑形式,其电气设计对于实现节能目标具有重要意义。在智能建筑的电气系统中,变压器作为电能传输和配电的关键设备,其能源利用效率直接关系到整个建筑的能源消耗和运行成本。因此,对于变压器的节能技术研究显得尤为重要。

1 民用智能建筑电气设计节能设计的原则

1.1 适应性节能设计原则

适应性节能设计原则的核心思想是根据建筑的实际需求和运行情况,采取灵活、智能的控制策略和设备选择,以最大程度地满足用户的舒适需求,同时最小化能源的消耗。在适应性节能设计原则下,首先需要对建筑的功能、使用特点和负荷需求进行深入分析和评估。通过充分了解建筑的用电特点、用电峰谷时段、峰谷差异等信息,可以合理规划和设计电气系统,以适应实际需求,避免过度设计和能源浪费^[1]。其次,在设备选择方面,适应性节能设

计要求选用具有灵活性和可调节性的设备。例如,在照明系统中可以采用调光技术和智能控制系统,根据不同场景和需求进行照明亮度的调节,实现能源的合理利用。在空调系统中,可以采用变频调节技术,根据室内温度和负荷情况调整空调运行状态,提高能效。

通过建立智能化的建筑管理系统,实时监测和控制建筑内各个电气设备的运行状态和能耗情况,进行精细化的管理和调控。例如,通过智能化的能源管理系统,可以实时监测建筑的用电负荷,根据需求和电网的实际情况进行灵活调整,实现电能的优化分配和使用。另外,适应性节能设计原则还需要考虑建筑的综合能源利用。除了电气能源外,还可以利用可再生能源、余热利用等技术,将多种能源进行综合利用,提高能源的利用效率,降低对传统能源的依赖。在实施适应性节能设计原则时,需要综合考虑建筑的舒适性、经济性和可持续性。通过科学的数据分析和技术应用,合理利用建筑内各种资源和设备,实现能源的高效利用和节约。适应性节能设计原则的实施,不仅能够减少建筑的能源消耗和运行成本,还能提高建筑的竞争力和可持续发展水平。

1.2 节约型节能设计原则

通过了解建筑的用电负荷特点、能源消耗的主要部分以及能源消耗的峰谷差异等信息,可以有针对性地制定节能目标和策略。在设备选择和配置方面,节约型节能设计要求选用高效节能的设备和系统。例如,在照明系统中可以选择LED照明灯具,其能效高、寿命长,相比传统照明设备能够节约大量能源。在空调系统中,可以选择高效节能的变频空调系统,通过精确的温度控制和负荷匹配,实现能源的节约^[2]。在设计和使用阶段,需要采取有效的节能措施。例如,在建筑的隔热和保温设计上,选择合适的材料和技术,减少能量的传导和损失,通过优化建筑的天窗、采光和通风系统设计,最大限度地利用自然光和自然风,减少人工照明和通风设备的使用频率,实现节能效果。在运行管理方面,节约型节能设计要建立科学的能源监测和管理系统,定期对能源消耗进行监测和分析,及时发现和纠正能源浪费的问题,通过制定合理的能源使用策略,如合理设定温度和湿度范围、合理调整设备运行时间等,实现节能效果。

1.3 先进性节能设计原则

随着科学技术的发展,出现了许多先进的电气设备和系统,如智能控制系统、能量回收装置、节能传感器等,在设计过程中,应优先考虑并采用这些先进设备,以提高能源利用效率和节能效果。通过引入先进的数据采集、监测和控制技术,实现对能源消耗的实时监测、分析和调控。通过智能化的能源管理系统,可以精确掌握建筑的能源消耗情况,及时发现能源浪费的问题,并采取相应的措施进行优化和调整^[3]。先进性节能设计强调整合多种能源和能源互联网的应用。通过综合利用可再生能源、储能技术和能源互联网技术,实现能源的高效利用和互补性。例如,将太阳能光伏发电系统与建筑的电气系统相结合,实现太阳能的自动化供电,降低对传统能源的依赖。在运行管理方面,先进性节能设计要充分利用先进的数据分析和人工智能技术。通过大数据分析和智能算法,对建筑的能源消耗和设备运行状态进行精确预测和优化,利用人工智能技术,可以实现设备的智能控制和优化调度,最大程度地提高能源利用效率和节能效果。

2 民用智能建筑工程电气系统中的变压器节能设计

2.1 节能型变压器设备的合理选择

在民用智能建筑工程的电气系统中,变压器是关键的电能传输和配电设备。为了实现节能目标,选择节能型变压器设备至关重要。传统的变压器在电能传输过程中存在一定的能量损耗,而节能型变压器采用了先进的设计和材料,能够显著降低损耗。在选择变压器时,应关注其能效指标,如额定效率和负载率效率等。高效率的变压器能够在工作时减少能量损失,从而节约能源。负载率是指变压器实际工作负荷与其额定容量的比值。选择适合负载的变压器可以避免不必要的能源浪费。一般来说,变压器的负

载率应保持在较高的水平,但也不能超过其额定容量。根据实际负荷需求,合理选择变压器容量,避免过度容量和过低容量造成的能源浪费。注重变压器的冷却方式和散热设计,冷却方式直接影响变压器的散热效果和能源消耗。传统的冷却方式如自然冷却和强制风冷却,而现代的节能型变压器还采用了更高效的冷却技术,如液体冷却和空气-液体混合冷却。选择适当的冷却方式,能够有效降低变压器的工作温度,减少能量损失^[4]。另外,考虑变压器的损耗监测和管理。通过实时监测变压器的损耗情况,可以及时发现潜在的能源浪费问题,建立监测系统,对变压器的输入功率、输出功率和损耗功率进行精确测量,进行能源分析和评估。通过分析损耗数据,可以找到优化变压器运行的方法,减少能源消耗。

2.2 变压器容量的合理选择

变压器容量的选择应考虑建筑的用电负荷特点和未来的扩展需求,过小的容量会导致变压器超负荷运行,影响其效率和寿命;而过大的容量则会造成能源浪费和投资成本的浪费。因此,合理选择变压器容量可以实现节能效果和经济性的平衡,下表1是一个变压器容量的选择:

表1 不同楼层变压器容量的选择

楼层	用电负荷 (kVA)
1楼	150
2楼	100
3楼	120
4楼	80
5楼	90
总计	540

根据表中的数据,建筑的总用电负荷为540kVA。各楼层的用电负荷,确定峰值负荷。根据实际情况,假设各楼层的用电负荷不会同时达到峰值,可根据历史数据或经验确定一个合理的峰值负荷系数。假设峰值负荷系数为0.8,即峰值负荷为总负荷的80%。因此,峰值负荷为432kVA (540kVA×0.8)。根据峰值负荷确定变压器的容量。一般情况下,建议变压器容量应大于峰值负荷,以确保正常运行和未来扩展的需求。根据计算结果,建议选择一个容量稍大于432kVA的变压器,例如500kVA的容量。通过合理选择变压器容量,可以确保变压器在满足建筑用电需求的同时,避免过度容量造成的能源浪费和投资成本的浪费。在变压器容量的选择过程中,需要综合考虑建筑的用电负荷特点、峰值负荷和未来的扩展需求。合理选择变压器容量可以实现节能效果和经济性的平衡。以上的数据表格分析表明,建筑的总用电负荷为540kVA,峰值负荷为432kVA。根据峰值负荷选择500kVA的变压器容量是合理的,留有一定的余量以应对未来的扩展需求。

2.3 优化变压器运行方式

优化变压器运行方式是民用智能建筑工程电气系统

中实现节能设计的重要一环。变压器是电气系统中的关键设备,用于将电力从高压输电网转换为适用于建筑内部各个电气设备的低压电能。在变压器的运行中,存在着一定的能量损耗,而通过优化变压器的运行方式,可以最大程度地减少能源浪费,实现节能目标。通过合理的变压器容量匹配,可以降低运行时的空载损耗。变压器的空载损耗主要来自于铁芯磁化电流和激磁电流,而在设计过程中选择合适的变压器容量,可以使变压器在实际运行中更接近额定负载,从而减少空载损耗。因此,在设计阶段应该充分考虑建筑内部各个电气设备的负载需求,合理选择变压器容量,避免过度配备造成的能源浪费。

变压器组是将多台变压器连接并行运行的方式,通过合理的运行控制,可以使各台变压器的负载均衡,避免某台变压器过载,从而降低整个变压器组的运行损耗,还可以提高供电可靠性,一旦某台变压器发生故障,其他变压器可以自动接替负荷,保障电力供应的连续性。另外,合理的运行控制策略也是优化变压器运行方式的关键。通过采用智能化的运行控制系统,可以实时监测建筑内部的电力需求和变压器的运行状态,并根据需求进行调整。例如,在低负载时可以选择关闭一部分变压器,降低无功功率损耗;在高峰负荷期间可以采用滑差运行控制策略,提高变压器的效率。通过智能化的运行控制,可以根据实际情况灵活调整变压器的运行方式,实现节能效果。

2.4 变压器功率因数的合理控制

在民用智能建筑工程电气系统中,合理控制变压器的功率因数对于提高电能利用率和节能效果至关重要。功率因数是指电力系统中有功功率与视在功率之间的比值,它直接关系到电能的有效利用程度,通过控制变压器的功率因数,可以减少无功功率损耗,提高电能的利用效率,降低能源浪费,下表2记录了不同功率因数下的变压器输入功率、无功功率和视在功率的数据:

表2 不同功率因数下的变压器输入功率、无功功率和视在功率的数据

功率因数	输入功率(kW)	无功功率(kVAR)	视在功率(kVA)
0.7	100	70	141.4
0.8	100	50	125.0
0.9	100	31.6	111.1
1.0	100	0	100.0

从上述数据表格可以得出随着功率因数的降低,无功功率的增加导致变压器的视在功率也随之增加。当功率因数为0.7时,变压器的无功功率占用了相当大的比例,使得视在功率达到了141.4 kVA。而当功率因数为1.0时,无功功率为0,变压器的视在功率与输入功率相等,为100 kVA。高功率因数对于降低无功功率损耗非常重要。由数据表格可知,当功率因数由0.7提高至1.0时,无功功率

从70 kVAR降低至0 kVAR。这说明通过提高功率因数,可以减少无效功率的消耗,提高电能的有效利用率。在数据表格中,当功率因数由0.7提高至1.0时,输入功率保持不变为100 kW,但无功功率从70 kVAR减少至0 kVAR,实现了无功功率的降低,从而提高了电能的有效利用率。

2.5 抑制变压器谐波的设计方法

谐波是指电力系统中频率为基波频率的整数倍的电信号成分。谐波产生的主要原因是非线性负载,如电子设备、电力电子装置等。谐波对变压器及其周围设备造成不良影响,如增加电流、升高温升、降低功率因数等。因此,需要采取一些设计方法来有效抑制变压器谐波。低谐波设计的变压器结构通常包括三相五级双绕组变压器或三相六级双绕组变压器。通过合理的线圈设计和铁芯处理,可以降低谐波电流的产生和传输,减少谐波对变压器的影响。谐波滤波器是专门用于过滤谐波的装置,可安装在变压器的输入或输出侧。谐波滤波器根据谐波成分的频率和电流值进行选择,通过引导谐波电流进入滤波器中,有效降低谐波的影响。

在电力系统的规划和布置中,需要合理安排电气设备的位置和连接,减少谐波电流的传播和干扰。采用谐波抑制技术,如使用谐波隔离变压器、谐波补偿装置等,可以有效限制谐波的传播。定期监测和维护电力系统的谐波水平,及时发现并解决谐波问题,有助于保障变压器及其周围设备的正常运行。

3 结语

本文通过对民用智能建筑电气设计中变压器节能技术的研究,提出了适应性节能设计、节约型节能设计和先进性节能设计三大原则,并探讨了节能型变压器设备选择、变压器容量选择、优化变压器运行方式、变压器功率因数控制和抑制变压器谐波的设计方法,这些技术的应用有助于提高变压器的能源利用效率,降低能耗和环境污染。未来的研究可以进一步完善和推广这些技术,促进民用智能建筑电气系统的可持续发展。

[参考文献]

[1]张明,王建华.智能建筑电气节能技术研究与应用[J].电工技术学报,2021,36(5):46-54.
[2]李伟,张雷.变压器节能技术研究与应用[J].电力系统保护与控制,2022,50(3):32-38.
[3]王超,刘宇.智能建筑电气设计中变压器节能技术的探讨[J].建筑科学与工程学报,2022,39(2):112-118.
[4]陈晓东,张琳.智能建筑电气系统中变压器节能设计的实践与研究[J].建筑科学,2023,35(1):84-90.
作者简介:韦智超(1987.1—),毕业院校:湖北大学,所学专业:环境工程,当前就职单位名称:广西启元建筑设计有限公司,职称级别:建筑电气工程中级工程师,职务:电气设计专业负责。