

低碳背景下建筑电气节能设计分析

黎嘉裕

广东省轻纺建筑设计院有限公司

摘要：在二十一世纪，人类生产活动越来越频繁，导致各种能源总量日益减少，出现供不应求的情形，尤其是煤炭、石油等不可再生资源，面临能源危机。这无形中限制了城市经济发展。我国作为人口基数较大的能源大国，人均能源相对排名较为落后，为了满足国民生产、生活能源需求，大力推动太阳能、风能等可再生能源应用成为关键，与此同时对节能、绿色、环保等理念大力推广。在此种背景下，建筑行业加强电气节能技术应用符合新时期节能减排需求，对达成“碳中和、碳达峰”战略有积极意义。

关键词：低碳；建筑电气；节能设计

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.13.087

引言

在绿色高质量发展背景下，建筑电气节能显得尤为重要，双碳目标下，需要将节能和低碳思维融入全过程电气设计和运维中，从负荷源头开始，应用系统化思维和全过程设计模式，将电气设计与建筑运维融合，并制定长期的节能减碳路径。只有降低建筑能耗总量，才能实现建筑碳排放尽早达峰，也只有不断加强可再生能源的应用和提高建筑电气节能水平，才能逐步实现建筑碳中和。

一、建筑电气节能设计现状

在提倡可持续发展、绿色理念的今天，建筑行业也应该跟上时代的步伐努力践行。但是我国在建筑电气节能技术应用方面起步比较迟，发展时间相对较短，且发展速度缓慢。相对于发达国家，我国现阶段的电气节能技术创新水平还是处于落后。此外，虽然我国大力宣传绿色低碳的理念，但目前大部分设计人员的设计观念依旧陈旧，设计方式较为单一，且缺乏对节能设计的重视，一定程度上阻碍了电气节能设计的发展。因此需要学习、推广国外先进节能技术，同时需要设计人员提升对电气节能的了解和加强电气节能设计应用的能力。此外，虽然我国将节能减排定为基本国策，也出台了一系列的政策法规，但在实施过程中，仍然存在一些缺陷，比如缺乏监管，节能技术应用不足等。很多民用建筑中还是存在非常严重的电力资源浪费现象，此问题俨然已经成为制约建筑行业发展的核心问题之一。为保障建筑节能效果，一方面需要加强监管，对在节能方面表现较好的进行表扬奖励，另一方面要从电气设计入手，强化节能技术应用工作，保障电气节能效果和质量。

二、建筑电气节能设计基本原则

(1) 满足建筑物的适用性原则。满足建筑物的功能需要，符合人们工作生活的需求，这是建筑电气设计最基本的要求。严格遵循国家标准规范，保证设计质量，且在保障建筑使用需求的同时，提高电气在建筑使用中的稳定性和可靠性。

(2) 满足经济效益原则。建筑电气在设计时要综合考虑经济效益，控制建筑电气的初期投资和运行成本，选择合适的节能材料和设备，尽量做到经济合理。

(3) 满足节能要求。节省、避免不必要的能量损耗是建筑电气节能设计中的关键。在设计过程中，找出与建筑功能无关且可避免的能量损耗，采取对应的节能措施，保持电力系统传输情况处于恒定状态，降低能源的不必要损耗。并在设计中运用节能理念，利用技术上的科学创新，更加有效地利用能源。

(4) 应充分考虑适用性，在设计过程中应保证电能的使用处于合理范围之内，并能够满足建筑正常运作的基本需求，为建筑设备运行提供帮助。

三、低碳背景下建筑电气节能设计策略

(一) 照明系统节能设计

1. 加强对自然光的利用

通过对自然光的利用，可以达到建筑电气照明系统节能设计目标。然而，由于当前技术水平和装备条件的限制，自然光的利用仍然存在一定的困难。在建筑工程中增加玻璃窗的数量和在建筑顶部安装相应的光能转换装置是利用自然光的重要措施，可以有效地提升照明系统的节能效果。然而，这些使用自然光的措施仅适合于建筑中的高层住户，而对下层用户作用不大。对此，开发人员应加大对电气照明设备和技术的研究力度。例如，光纤照明技术是一种利用太阳光进行室内照明的技术，它通过安装在建筑外部的光源收集器，将太阳光转换为室内照明光源，从而实现节能照明目的。利用光纤照明技术可以提高建筑照明品质、达到节能减排目标。

2. 采用智能照明控制系统

智能照明控制系统是有机结合了网络技术、通信技术和建筑照明节能技术的先进系统，它具有高度的智能化管理能力，可以提升照明系统的效率和安全性。与常规的照明控制系统相比，智能照明控制系统具有节能、安全、可靠等显著优点。具体有以下三点：

(1) 智能照明控制系统可以对全部的照明灯具进行监测和管理，可以科学地调整照明的亮度和启动特定时刻等，避免了电力浪费。

(2) 智能照明控制系统可以准确地感知自然光照

的变化，并根据自然光照的强度来合理地调整人工光照的强度，从而达到科学使用自然光照的目的。

(3) 智能照明控制系统可以改进传统手动照明控制方式的缺点，使照明装置能够自动调整，提高了电气照明设备的管理效率，降低了工作人员的压力，减少了人力成本。

3. 灯具选择

现阶段照明系统中发光二极管应用极为广阔，尤其是LED灯具凭借寿命长、耗电低等优势得到广泛应用。同时在选用灯具时，结合应用场所，合理选择光源和设备，可以显著提升节能效果。以LED灯为例，它能够直接通过感应器件，将电能信号直接感应转化输出为光，不仅安全，而且有耗电少的优势。

4. 增加新能源的应用

新能源具有洁净、高效的特性，可以替代传统能源，从而减少环境污染、提升能源利用率和转换效率。此外，在建筑电气照明系统节能设计中通过对新能源的开发和利用，可以减少社会大众的生活费用，同时促进我国建筑行业的快速发展。随着技术的进步，太阳能、风能、核能等新能源已经被广泛用于建筑电气照明系统节能设计，尤其是太阳能，其不但可以增强光线，而且可以提供能量，因此，太阳能在建筑电气节能领域具有巨大的应用潜力。在国内许多的城镇，都已经将太阳能用于建筑电气照明系统。有关人员必须继续改进和发展太阳能的转换技术，提高太阳能的利用率，为建筑电气照明系统提供更好的服务。

(二) 供配电系统节能

供配电电压等级的合理选择是降低电能损耗及电压损失的关键。依据供电距离、用电设备的容量、受电变压器的容量以及用电区域公共电网的状态，分别选取35kV，10kV，6kV和220V/380V供电电压级别。根据用户需求，在满足市政公共供电要求的前提下，可采用10kV、6kV和220V/380V负荷的三相四线制供电方式。随着用户对配电距离要求越来越高，对配电的电压偏差也提出了更高的要求。低压电器（如接触器、熔断器）安装时，应注意其接线方式与主电路相序一致。低压电缆宜采取单芯敷设形式，并应装漏电保护器，以防止触电事故发生。国家标准《供配电系统设计规范》GB50052-2009规定，当电动机用于一般照明或其他用电设备时，应保证配电端电压偏差不超过额定电压的5%。随着我国城市人口急剧增长，对低压电器产品提出了更高的质量要求，必须考虑供电安全问题，尽量不发生“倒送电”事故。对于供电半径比较大的电缆，可根据实际情况加大电缆截面以减小电压偏差。干式变压器采用D和Yn11两种接线形式，且损耗小、噪声低。低压侧宜采用集中无功自动补偿和自动投切装置，以提高功率因数至0.9以上；在10kV供电进线时，要求功率因数达到0.95以

上；变压器空载合闸时，一般采用单相控制方式。在高压侧加电容补偿，低压侧加消弧线圈进行补偿。功率因数低的原因是多方面的，可从用户和用电设备进行分析，并采取抑制谐波的对策，加装无源滤波装置。

(三) 能耗计量系统设计

能耗计量系统主要针对建筑的各个区域水、电、燃气进行核算，实现能耗数据的实时计量和分析，树立节能意识，提升物管效率，提高能源设备使用寿命。通过对建筑各个区域和房间的水、电、燃气能耗计量，前端计量表具的数据通过总线传输至各区域管理器，区域管理器通过网络至管理中心计算机。能耗管理系统控制中心部署在建筑监控中心，由物业管理人员进行统一集中监管。

(四) 优选变压器

建筑电气节能设计还应该从变压器的选用着手，变压器作为整个建筑电气系统中不容忽视的关键构成要素，如果在选用中出现较为明显的偏差问题，不仅会对整个电气系统的运行安全性产生不良影响，还会带来不必要的电力能源损耗，应该引起设计人员高度重视。在变压器选用时，设计人员应该首先明确变压器的型号，确保变压器的运行功能较为适宜合理，避免因性能方面的不足，影响到变压器应用功能的呈现，杜绝该方面电力能源损耗问题。基于变压器型号的选用而言，设计人员应该重点考虑到负载率的分析，确保变压器的负载率能够处于较为理想的状态，以此有效保障变压器的运行效率，提升电力能源利用率。一般而言，变压器在后续长期运行中的负载率应该控制在85%以下，设计人员应该由此判断所需要的变压器型号，避免可能出现的严重偏差问题。为了更好优化变压器方面的节能效果，设计人员还应该积极关注新型节能变压器的优先选用，逐步淘汰传统变压器，力求在提升变压器运行效率的基础上，解决该环节存在的严重能耗损失问题。

(五) 无功补偿

在开展建筑电气节能设计工作时，无功补偿的应用同样也是重要手段，设计人员应该结合建筑电气系统的整体运行状况，合理布置无功补偿方案，由此解决建筑电气系统中因为功率因数较低产生的能耗损失问题。无功补偿方式在建筑电气系统节能中的应用目标就是提升电气系统的功率因数，尤其是对于建筑电气系统运行中出现的电力能源损耗问题予以积极应对。为了有效提升无功补偿在节能方面的作用价值，设计人员还应该重点关注于电容器的优化运用，以便促使电容器的容量可以符合项目施工应用要求，能够最终确保建筑电气系统的功率因数达到0.95以上。

(六) 建筑楼宇设备自控管理系统节能

建筑楼宇设备自控管理系统由空调通风控制系统、污水监视系统、智能照明控制系统、智能变配电监控系

统及其他子系统组成。通过对这些系统的控制和管理,可使建筑设备管理系统处于良好的运行状态。该系统能使其集中配置、集中利用,同时该系统还可以依据大楼运行历史记录分析并做出趋势报告。此外,还能对未来的能耗进行预测与优化,在保证建筑物安全稳定运行的前提下,最大限度地节约能源。结合大数据分析向操作人员清晰地显示建筑中各个设备、系统的运行状况,并且在系统中控设备处于停机状态的时候可以通过现场DDC进行监控。针对空调系统联系温度控制区的实际,应用冷热负荷量进行运行台数和运行工况的调控。系统监控主要包括空调机组、空调风机的防冻保护、风过滤堵塞及风阀启停等。冷冻机房及换热机房内各设备之间形成一个自成系统的整体,并对其运行设备进行监测和管理,如故障报警、冷热水供回水温度、流量等数据采集与分析以及建筑管理系统;对于新风系统,该系统对上述参数进行监测,从而使整个空调系统内的各种设备相互配合,减少空气处理需要消耗的能量。通过该控制系统可以随时掌握整个建筑物内各种设备的工作情况及运行状况,并及时采取应对措施。使建筑在保持比较低能耗的前提下得到舒适健康的空气,达到节能的目的。建筑楼宇设备自控管理系统对供配电系统内高压配电系统进出线电流和电压、有功和无功率、计量数字等进行监测,对低压配电系统的出线开关和母联开关的工作状态、进线功率因数、计量数字进行监测;监控主机通过通信总线与上位机连接。当柴油发电机出现故障时,通过检测蓄电池电压和日用油箱油位来进行故障报警;与电梯运行状态、故障报警及其他信号一起汇集到控制室。通过监控计算机,对变配电设备在配电室内的运行状况以及建筑内部设备运行状况和用电计量等方面进行有效的管理。

(七) 减少线路传输损耗实现节能

在设计中供电线路应合理分布,减少线损。其中要全面考虑配电小间及配电室的位置,控制供电半径,减少供电距离,避免发生返送的情况。在设计中还要科学选择配电网的材料,保证送电安全,控制线缆界面,以此提高配电效率。同时在管线分布上要做无功补偿,保证三相电荷平衡,可以选择铜芯作为导线。考虑到节约用铜,部分高层建筑设计时可以采取铜铝复合母线来作为垂直干线母线。减少配线的长度,在低压柜出线与配电箱出线设计时,要尽可能设计为直线,低压线路的半径一般不大于300m为宜,负荷中等密集的地区不超过150m为宜,负荷密集的地区不超过100m为宜,按此原则进行设计,可有效减少电缆电线的长度,做到供电配线的距离最短。根据建筑性质,还可以通过加大一级导线截面,虽然此举在一定程度上增加了成本,但在运维中整体运行上可以节约电能,也为后期的设备技术升级提供有利整改条件。

(八) 绿色产品节能

在目前的社会大环境下,伴随着科学技术突飞猛进的进步,各类清洁型电气设备也逐渐走入人们的视线。由于我国特殊的地理位置和自然条件,使得低碳能源开发成为可能,而低碳能源是未来电气设计的发展趋势之一。风力和水力作为自然力中最清洁的可循环能源之一,受到越来越多的关注。光伏发电因具有安全可靠、无污染和不受环境限制等优点而成为提高城市能源质量的重要途径之一。利用建筑物的外立面和屋面等不能有效使用的地区铺设光伏板,以实现建筑物的自我发电和节省电网消耗。当太阳光线不足时,太阳能电池会自动转换为电能存储到蓄电池中;而当阳光充足时,蓄电池会把剩余电量通过逆变器输出给负载设备或其他用电设备。即使在光照强度较大的区域,在用电低谷时段,也可将光伏发电建筑反向送至公共电网。

结语

综上所述,建筑电气节能是实现“双碳”目标必然要求。在建筑电气设计的过程中,首先要遵循我国电气设计技术的标准与规范,以满足用户建筑可以正常运转,同时也需要结合项目的实际情况,综合考虑,做到既符合规范要求,又绿色节能。在绿色高质量发展理念下,我们建筑电气设计人员要全面分析当前电气节能技术的应用现状与存在的问题,深入研究电气系统绿色化低碳化发展路径,将新理念和新技术有效地应用在现代建筑中,未来“光储直柔”建筑将会有很大发展空间。我们应了解并把握趋势,为进一步推动我国建筑电气节能工程的发展出一分力。

参考文献

- [1] 石传广.绿色节能技术在民用建筑电气设计中的应用研究[J].住宅与房地产,2021(2):113-114.
- [2] 穆然楠,程继东.关于建筑电气设计中的安全及节能问题的思考[J].房地产世界,2020(16):36-37.
- [3] 崔守浩.对建筑电气设计中的安全及节能问题的探讨[J].门窗,2022(16):13-15.
- [4] 王庆健.基于安全和节能的建筑电气设计要点探讨[J].工程技术研究,2020,5(9):205-206.
- [5] 孙希静.建筑电气绿色节能设计评价研究[J].能源技术与管理,2020,45(01):150-152.
- [6] 徐灵.探析建筑电气设计中的绿色节能技术措施运用[J].地产,2019(14):25-26.
- [7] 袁观娜.低碳时代建筑电气节能技术的设计与应用[J].环境工程,2022,40(8):287.
- [8] 孙明华.绿色建筑电气节能措施研究[J].光源与照明,2023(2):246-248.
- [9] 宋健.绿色建筑的节能减排效应[J].储能科学与技术,2023,12(3):1000-1001.