

低碳背景下建筑电气供配电系统设计要点

何立光¹ 张克博²

1. 新疆中部合盛硅业有限公司 新疆乌鲁木齐 830000

2. 新疆合盛实业发展有限公司 新疆吐鲁番 838000

摘要: 面对全球气候变化与能源危机的双重挑战, 低碳发展已经成为国际社会的共识。建筑作为耗能大户, 其电气、配电系统的低碳化设计具有重要意义。随着我国提出2030年碳排放峰值和2060年前碳中和目标的“双碳”目标, 建筑用电系统正逐渐向低碳、节能和绿色方向发展。这种转变既有利于降低建筑业碳排放, 又有利于提高能源利用率, 推动建筑业可持续发展。因此, 深入探讨建筑电气供配电系统设计要点, 对推动我国建筑产业绿色转型具有重要意义。

关键词: 低碳背景下; 建筑电气; 供配电系统

据有关资料表明, 我国建筑业的能源消耗约占全球能源消耗的40%左右, 其中用电能耗占了很大比重。随着中国城市化进程的不断加快, 建筑面积不断扩大, 建筑用电能耗也在不断上升。有资料显示, 中国的建筑面积比欧美高出三倍, 而节能建筑却只占电力总量的三成, 远低于欧美四成多的比例。这种情况说明中国的电气节能还有很大的发展空间。对建筑电气、配电系统进行优化设计, 提高能源利用率, 减少不必要的能源浪费, 是实现建筑业低碳发展的重要途径。

一、建筑电气供配电系统设计中存在的问题

(一) 线路负荷过大问题

在建筑物供配电系统设计过程中, 线路负荷过大是一种普遍而又严重的问题。随着建筑物结构日趋复杂, 用电需求迅速增长, 单根线路已很难满足巨大用电需求。如现代高层建筑兼具居住、商业和办公等多种功能, 其用电量巨大, 特别是空调(40%~50%)和电力照明(30%~35%)等设备的耗电量更是巨大。面对这一现状, 增加线路是最直接的解决办法。但是, 在实际操作中, 却存在着许多困难。一方面, 增加线路意味着要投入更多的资金与资源, 对一些追求成本控制的施工企业来说, 无疑是一个巨大的负担。另一方面, 由于线路数目的增加, 使得系统变得更加复杂, 给以后的维修、管理带来了不便。因此, 一些施工企业冒险采用单线供电, 这无疑加大了供电的安全风险^[1]。

(二) 设计不合理问题

建筑供配电系统设计中, 存在着设计不合理的问题。

一方面, 电路设计没有充分考虑建筑实际用电负荷, 造成功率分布不均匀; 如, 在一些大型商业建筑中, 由于在设计之初对电力需求量的预测不够准确, 造成部分地区电力供应不足、其他地区电量过剩等问题。这不仅影响建筑的正常使用, 而且造成能源浪费。另外, 线路设计不当还会影响到建筑的美观和后期的维修。有些设计者在进行线路规划时, 没有考虑到建筑的总体布局及美观需求, 造成线路走向杂乱, 影响建筑的视觉效果。同时, 这种不合理的线路设计增加了后期维修的难度与费用, 对建筑的长期运营造成了很大的影响。据有关资料表明, 建筑物电气故障中, 因设计不合理而造成的配电不平衡、线路维修等故障占30%以上, 显示出其重要性与迫切性。

二、低碳背景下建筑电气供配电系统设计要点

(一) 配电系统优化

随着我国经济社会的发展和社会经济的发展, 建筑供配电系统的设计越来越受到人们的重视。合理地选择电压等级是提高电网容量、减少网损的重要措施。根据电力设备的特点、容量、供电距离和供电线路数目等因素, 科学地确定供电电压。如, 当设备的安装量为250千瓦或者更高的时候, 应该考虑10千伏或者20千伏的电力供应。该方案既能提高电网输送能力, 又能扩大供电半径, 又能显著减少电网损耗, 达到减排目标。在变电站选址设计中, 必须充分考虑变电所距供电核心区较近这一重要因素。变电站的合理布局, 可大大减少配电环节, 提高供电效率。以某大型工程为例, 将变电站选址

于负荷中心,可有效缩短供电距离,降低线路损耗,提高供电稳定性与可靠性^[2]。

在负荷分配上,要根据建筑的用电量及负荷特点,认真规划。实施负荷分配方法,如负载均衡法,最近负荷法,负荷优先法,以保证各负荷点的供电可靠性。例如,就居民生活负荷而言,可依据人口密度、用电量统计资料等因素确定负荷点的位置,再利用负荷均分法,将总负荷平均分配到每一个负荷点,从而达到负荷均衡分布的目的。另外,对消防泵房、网络机房等重要负荷部位的供电质量及可靠性要优先考虑,以保证突发事件的发生。设计人员需要借助先进的需求响应控制系统,对建筑物用电需求进行实时监测与分析,从而合理地调整供配电策略。同时,引入智能电力管理系统及电力监测装置,实时监控电力用户用电状况,进一步提升电力系统的综合性能。在低碳的大背景下,配电网的优化设计是一个非常重要的方面。合理选择电网电压等级,科学布局变电站布局,实现电负荷的精细化分配,可有效提高电网的输电能力,减少电网损耗,提高供电的稳定性与可靠性。

(二) 材料与设备选择

随着我国经济社会的发展,建筑供、配电系统的选材越来越受到人们的重视。根据线路负荷状况,选用适当的供、配电材料,是保证供电可靠性的基础;铜线、铝线是电力系统中常用的供、配电材料,各有其优缺点。铜线具有优良的导电性、低电阻、低能耗等优点,但其成本较高;与之相比,铝线的成本更低,但是电阻略大,能耗稍高。在实际应用中,应根据具体的线路负荷情况,经济、安全等方面进行综合考虑,选用最佳材料。例如,为了保证电路的稳定与安全,可优先选用铜线作为负载大而对电能质量有较高要求的场合。在变压器的选择上,节能高效的变压器对节能降耗至关重要。非晶合金铁芯变压器是一种新型的节能变压器,具有明显的优越性。该变压器的铁芯为非晶合金,具有低损耗,节能等优点。与普通硅钢片铁芯变压器相比,非晶合金铁芯变压器在空载及有载情况下的能量消耗明显减少。实验数据表明,非晶合金铁芯变压器空载运行能耗可降低80%左右,对节能降耗具有重要意义^[3]。

另外,为提高电路的安全稳定,采用低压断路器是一项重要的措施。低压断路器是一种具有短路、过载、接地等功能的断路器,它能在发生故障的情况下快速切断电源,避免事故的扩大。相对于传统熔断器、漏电开

关而言,低压断路器具有更加专业化的功能,可以对线路故障进行准确地判断,并采取相应的保护措施。如在漏电开关上加装电压损耗保护装置后,当运行电压降至额定电流50%~60%时,断路器立即动作,实现欠压保护跳闸,有效地保护了线路及设备。在低碳发展的大背景下,建筑供、配电系统的选材应以高效率、高安全、高安全性为原则。选用合适的供配电材料,采用高效率、高效率的变压器及低压断路器,可有效地减少建筑物的能源消耗,提高线路的安全性和稳定性。如广州供电局首个“风、电、储、充一体化零碳配电房”项目,采用高效率、节能的变压器、先进的低压断路器,实现全寿命周期内的零碳排放。

(三) 照明系统节能设计

随着我国经济社会的发展,建筑照明系统的节能设计越来越受到人们的重视。要达到节能的目的,先确定合理的照明模式,并采取多种方法综合运用。其中包括常规照明,分区照明,混合照明等多种照明方式,满足不同场合对照明的要求。如,在门厅、门厅等区域,可采用分组平行照明的侧窗布置,采用就地分组控制,不仅能满足照明要求,而且便于管理,节约能源。严格执行照明功率密度限值是降低照明设备功耗的关键。照明功率密度通常表示为LPD,也就是每平方米的表面照度除以照明功率,以千瓦/平方米(W/m^2)表示。为保证室内照明安全,避免因大功率照明引起的热辐射、可见光辐射对人体及建筑造成危害,国家对其制定了严格的限值要求。因此,在照明设计中,应优先选用高效率的产品,采用智能化照明控制系统,达到节能的目的^[4]。

另外,采用高效光源代替传统光源,对照明系统进行节能设计具有重要意义。如,LED灯的能量消耗只有白炽灯的1/10和节能灯的1/4,但是它的发光视效能力可以达到100~160 lm/w,可以任意选择不同的色温,显色指数高,显色性好。如,对一家企业进行照明改造工程,LED管代替原来的日光灯管,不但每年节省大量电能,而且亮度提高30%,节能效果非常明显(如表1所示)。在实际的照明节能设计实践中,设计者要根据建筑的实际情况及照明需要,将光源种类、照明布局、控制模式等因素综合考虑,制定科学、合理的照明方案。同时,要定期维护、检查照明系统,保证其高效、稳定地工作,以达到最佳的节能效果。这些措施的实施,既能减少建筑能耗,又能降低碳排放,又能提高建筑的整体质量和舒适性。

表1 照明节能设计措施效果表

措施	节能效果	实例说明
LED灯替换	75%	企业照明改造, 年节电 75%
分区照明	20%	门厅分组控制, 节能 20%
智能化系统	30%	智能调光控制, 综合节能 30%

(四) 谐波抑制与功率因数补偿

谐波抑制及功率因数补偿是实现低碳建筑节能减排的重要途径, 它是一种利用非线性负荷设备对电网谐波成分进行有效控制的技术, 如变频器、整流器、开关电源等设备在运行过程中会产生谐波, 若采用合适的谐波滤波器, 或采用特定变压器 (如阻抗变压器、三相变压器等), 可以有效地抑制谐波传播, 降低其对电网的扰动。功率因数补偿可以减少无功电流, 降低线路和变压器的损耗。电网中大量的电感性负载, 如电动机、变压器等, 在运行过程中既要吸收有功也要吸收无功。无功补偿装置如并联电容器, 可供给无功, 补偿感性负荷消耗的无功, 减少电网电源供给的无功, 减少输电线路的损耗。实践表明, 采用PFC技术可使电网功率因数由0.7提高到0.95以上, 有效降低了无功电流, 从而减少了线路、变压器的损耗, 提高了电能的利用率。

例如, 广州供电局首个“风—电—储—充一体化零碳配电站”, 融合光伏建筑、智能运营、节能降耗等先进技术, 在提高能源使用效率的同时, 显著降低碳排放。在配电房设计中, 采用一种新型的直卷铁芯干式变压器, 与传统变压器相比, 每年可节省约15000度电, 减少CO₂排放8.7吨。另外, 本项目采用储能技术, 通过储能与释能, 进一步提升电网的稳定与安全, 并为配电站带来额外的经济效益。因此, 谐波抑制和功率因数补偿在建筑物供配电系统设计中是必不可少的。在此基础上, 利用谐波滤波器、专用变压器及无功补偿装置等先进技术手段, 可有效减少电网谐波成分及无功损耗, 提高电能利用率, 为低碳绿色供配系统的设计提供有力支撑^[5]。

(五) 智能化与自动化技术应用

在低碳的大背景下, 为实现高效率、高稳定性和环境友好的供电目的, 建筑物的电气供配电系统设计越来越

多地关注智能化和自动化技术的运用。将智能控制系统应用于电力系统, 实现对电力系统的远程监控与自动调整。智能建筑是一种集信息、自动化和通信为一体的智能建筑, 它可对电力系统的运行状态进行实时监控。如, 现代智能大楼的电能监测系统, 采用实时数据采集技术, 通过传感器和数据采集模块, 定期地将电参数测量并传送到中央处理单元, 然后通过监测软件对电参数进行实时显示以及异常报警。这种智能化的监测手段, 不但提高了供电系统的反应速度, 而且为电力设备的安全运行提供了保障^[6]。

结束语

综上所述, 在低碳发展背景下, 进行电力供配电系统的设计, 对推动我国建筑业绿色转型, 具有十分重要的现实意义。通过对配电系统的优化设计, 不仅能降低碳排放, 而且能提高能源利用率, 降低运行成本。在未来, 随着科学技术的进步以及低碳理念的深入发展, 建筑物的供、配电系统将向智能化、高效率和环境友好的方向发展。我们有理由相信, 在不远的未来, 低碳化、节能和环境保护将是建筑电气供配电系统设计的主要方向。

参考文献

- [1] 郭燕. 超高层公共建筑电气供配电的设计研究[J]. 科学技术创新, 2024, (18): 113-116.
- [2] 李婧. 建筑电气供配电线路的设计与保护[J]. 光源与照明, 2023, (11): 246-248.
- [3] 王方宇. 智能化建筑电气供配电系统的设计研究[J]. 科学技术创新, 2023, (17): 192-195.
- [4] 隋国栋. 建筑电气供配电系统的节能设计[J]. 电子技术, 2023, 52(05): 134-135.
- [5] 李建明. 建筑电气供配电的安装施工技术[J]. 江苏建材, 2023, (01): 88-89.
- [6] 李兴葆. 低碳背景下建筑电气供配电系统设计要点简析[J]. 电气技术与经济, 2022, (06): 85-87.