

商业建筑电气设计中典型问题分析及改进策略

文 / 邱圆圆 上海天华建筑设计有限公司西安分公司

袁洁婧 上海天华建筑设计有限公司西安分公司

黄欢 西安天华建筑设计有限公司

摘要: 商业建筑电气设计作为现代建筑设计与施工的重要组成部分,直接关系到建筑的安全性、舒适性和运营效率。随着商业建筑规模的不断扩大和功能的日益复杂,电气设计面临着越来越多的挑战。从负荷计算的准确性到配电系统的优化,再到照明系统的完善以及电气安全与节能管理的加强,每一个环节都至关重要。然而,在实际设计中,常常会出现规划不周、负荷计算不准确、设备选择不当等问题,影响了电气系统的整体性能和建筑的运营效率。因此,深入分析商业建筑电气设计中的典型问题,并提出相应的改进策略,对于提高设计质量、保障建筑安全、降低运营成本具有重要意义。

关键词: 商业建筑; 电气设计; 典型问题; 改进策略

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.05.109

引言

随着城市化进程的加速和商业活动的繁荣,商业建筑电气设计的重要性日益凸显。商业建筑作为城市综合体的重要组成部分,其电气系统不仅承载着基本的照明、供电功能,还需满足节能、环保、安全和智能化等多方面的要求。然而,在实际设计中,商业建筑电气系统面临着诸多挑战,如负荷计算不准确、供电系统设计不合理、照明系统设计缺陷、电气安全与节能问题等。这些问题不仅增加了设计的难度,还可能影响建筑的安全运行和经济效益。因此,深入分析商业建筑电气设计中的典型问题,并提出有效的改进策略,对于提升建筑电气系统的整体性能和促进建筑行业的可持续发展具有重要意义。

一、商业建筑电气设计的定义

商业建筑电气设计是指根据商业建筑的功能需求、使用特点以及相关规范标准,对建筑内的电力系统、照明系统、弱电系统等进行规划、选型、布置与整合的过程。它犹如商业建筑的神经系统,为建筑的正常运转、

功能实现以及用户体验提供着不可或缺的电力支持与智能化保障。

其设计内容涵盖广泛,包括高压配电系统,确定电源进线、变配电室位置与容量,保障电力稳定供应;低压配电系统,合理分配电能至各用电设备;照明系统设计,兼顾基础照明、装饰照明与应急照明,营造舒适且安全的光环境;以及火灾自动报警系统、安防监控系统、通信网络系统等弱电系统的规划,提升建筑智能化水平与安全性。

二、相关规范要求

根据《全国民用建筑工程设计技术措施节能专篇(电气)》,大中型商业用电负荷指标 $60\sim 120\text{W}/\text{m}^2$,变压器装置指标为 $90\sim 180\text{VA}/\text{m}^2$ 。《商店建筑电气设计规范》JGJ392-2016规范用电指标取值如表1所示。根据GB51348-2019《民用建筑电气设计标准》第24.1.4节要求,变压器容量指标作为建筑电气节能设计的一项指标,对于大型商店建筑,限定值为 $170\text{VA}/\text{m}^2$,节能值为 $110\text{VA}/\text{m}^2$,商业综合体变电所装机容量不能超过限值。

表1 规范用电指标取值

商店建筑名称		用电指标 (W/m^2)		
购物中心、 超级市场、 百货商场	大型购物中心、超级市场、高档百货商场	100 ~ 200		
	中型购物中心、超级市场、百货商场	60 ~ 150		
	小型超级市场、百货商场	40 ~ 100		
	家电卖场	100 ~ 150 (含空调冷源负荷)	60 ~ 100 (不含空调主机综合负荷)	
步行商业街	零售	60 ~ 100 (含空调冷源负荷)	40 ~ 80 (不含空调主机综合负荷)	
	餐饮	100 ~ 250		
	精品服饰、日用百货	80 ~ 120		
专业店	高档商品专业店	80 ~ 150		
	一般商品专业店	40 ~ 80		

在供电负荷分级层面，商业区域分为三个负荷等级，详见表2。在供电负荷计算方面，通常利用需要系数法和负荷密度法进行计算，零售商业取值 $100\text{W}/\text{m}^2$ 、燃气餐饮取值 $300\text{W}/\text{m}^2$ 、用电餐饮取值 $500\text{W}/\text{m}^2$ 、配套用房取值 $80\text{W}/\text{m}^2$ 。

三、商业建筑电气设计中的典型问题分析

(一) 负荷计算不准确

负荷计算是商业建筑电气设计的基础，其准确性直接关系到电气系统的稳定性和经济性。然而，在实际操作中，负荷计算往往受到多种因素的制约，导致结果不

表2 商业建筑内部供电负荷分级

建筑物名称	负荷名称	
	一级	二级
大型商场 / 超市 / 各业态卖场 / 高层办公	消防系统设备；各弱电系统控制室电源；污水泵电力；应急照明；金库及重要办公室照明；营业厅、门厅备用照明；主要设备用房备用照明，收银台；客梯及客、货两用电梯电力。	生活热水系统水泵、锅炉、换热站电力、经营用冷冻、冷藏系统电力，扶梯电力。
商业街	消防系统设备，应急照明，各弱电系统控制室电源，收银台电源。	客梯及客、货两用电梯电力，扶梯电力。
影院	消防系统设备，应急照明，各弱电系统控制室电源，各影厅备用照明。	客梯电力，扶梯电力及放映系统电力。
地下车库 / 设备用房	消防系统设备，各弱电系统控制室电源，污水泵、雨水泵、行车道照明，应急照明；主要设备用房备用照明，第Ⅰ类停车库内机械停车设备及采用升降梯作车辆疏散出口的升降梯用电。	

准确。首先，商业建筑业态繁多，不同业态的用电需求差异显著。例如，购物中心、餐饮娱乐和办公区域在用电时间和用电负荷上存在差异，这种差异使得负荷计算变得复杂且难以精确。此外，随着商业建筑功能的不断扩展和变化，用电需求也随之动态变化，这进一步增加了负荷计算的难度。其次，设计人员在负荷计算过程中可能忽略了一些关键因素，如设备功率、同时使用系数、用电设备数量等。这些因素的不准确或遗漏，都会导致负荷计算结果与后期实际使用时的偏差。

(二) 供配电系统设计不合理

供配电系统设计是商业建筑电气设计的核心环节之一，其合理性直接关系到电气系统的可靠性和经济性。然而，在实际设计中，供配电系统往往存在一些问题。变电所位置的选择是供配电系统设计的关键。变电所应靠近负荷中心，以减少线路损耗和电压降。然而，在实际操作中，由于建筑布局、空间限制等因素，变电所位置往往难以达到最佳。此外，变电所的设计容量也需要根据用电需求进行合理规划，避免容量过大或过小导致的资源浪费或供电不足。变压器容量的选择也是供配电系统设计中的重要问题。变压器容量过小会导致供电不足，影响商业建筑的正常运行；而容量过大则会造成资源浪费，增加建设和运营成本。

(三) 照明系统设计缺陷

照明系统设计是商业建筑电气设计的重要组成部分，其合理性和经济性直接关系到商业建筑的舒适度和运营成本。然而，在实际设计中，照明系统往往存在一些缺陷。照明灯具的选择是照明系统设计的关键。不同区域和功能的商业建筑需要不同的照明灯具，以满足不同的照明需求和美观要求。然而，在实际操作中，一些

设计人员往往忽视灯具的选择和布局，导致照明效果不佳或资源浪费。照度标准是照明系统设计中需要严格遵守的规范。照度过高或过低都会影响商业建筑的舒适度和安全性。然而，在实际设计中，一些设计人员往往缺乏对照度标准的了解和掌握，导致照度设计不合理。

(四) 电气安全与节能问题

电气安全与节能问题是商业建筑电气设计中需要重点关注的问题之一。电气安全关系到商业建筑和人员的生命财产安全，而节能则关系到商业建筑的运营成本和环境保护。接地系统是电气安全设计中的重要组成部分。然而，在实际设计中，一些商业建筑的接地系统往往不完善或存在缺陷，导致电气设备的接地电阻过大或接地不良，增加了电气故障和安全事故的风险。漏电保护装置是电气安全设计中的关键设备之一。然而，在实际设计中，一些商业建筑的漏电保护装置往往缺失或失效，导致在电气设备发生漏电时无法及时切断电源，增加了电气火灾和触电事故的风险。节能设计是商业建筑电气设计中的重要环节之一。然而，在实际设计中，一些设计人员往往忽视节能设计的重要性，导致电气设备的选型不节能或能源管理系统不完善。这不仅会增加商业建筑的运营成本，还会对环境造成不良影响。

四、商业建筑电气设计改进策略

(一) 提高负荷计算准确性

精确的负荷计算是商业建筑电气设计的基石。首先，加强业态分析极为关键。商业建筑业态丰富多样，如零售、餐饮、娱乐、办公等，不同业态的用电设备特性差异显著。深入调研各业态所配备的用电设备种类、功率大小、使用频率与时长等信息，构建详细的业态用电数据库，为负荷计算提供精准依据。例如，餐饮场所

的厨房设备功率大且集中在营业时段使用，而办公区域的电脑、打印机等则在工作日有较为稳定的用电需求。

其次，动态调整用电需求预测不可或缺。商业运营具有不确定性，商家促销活动、季节变化以及新兴业态的引入都会使用电需求波动。借助大数据分析技术，收集商业建筑历史用电数据、市场趋势以及商家经营计划等信息，建立动态预测模型。依据模型实时修正负荷计算结果，确保与实际用电需求紧密契合。例如，商场在节假日促销期间，照明、空调及展示设备用电大幅增加，通过动态预测可提前规划电力调配，避免电力不足或浪费。

（二）优化供配电系统设计

合理选择变电所位置意义重大。应运用专业的负荷计算与分析软件，精准确定建筑的负荷中心。将变电所尽量靠近负荷中心布局，可有效缩短供电半径，降低线路损耗与电压降。例如，在大型购物中心设计时，综合考虑各楼层店铺、公共区域以及附属设施的用电分布，选择中心位置或靠近主要用电区域设置变电所。同时，要兼顾变电所与外部电源的接入便利性以及对周边环境的影响，如电磁干扰与噪音等因素。

优化变压器容量选择可提高供配电系统效率。依据商业建筑的负荷特性曲线与发展规划，采用科学的计算方法确定变压器容量。充分考虑商业用电的峰谷差异，如周末与工作日、白天与夜晚的用电变化，避免变压器容量过大导致空载损耗增加或过小无法满足高峰需求。对于用电负荷增长预期明显的商业建筑，可采用分期配置变压器或选用可调节容量的变压器，以适应不同阶段的用电需求。

降低线路损耗也是优化供配电系统的重要环节。根据计算负荷与允许的电压降，选用合适截面积的导线，遵循经济电流密度原则，在满足载流量与机械强度要求的前提下，尽量增大导线截面积以减小电阻。同时，优化线路走向与布线方式，减少迂回与交叉，降低线路长度。对于长距离供电线路，可考虑采用高压供电结合就地降压的方式，以减少线路电流，降低损耗。

（三）完善照明系统设计

在照明灯具选择方面，应依据商业建筑不同区域的功能需求进行差异化选择。在商品展示区，采用高显色指数、高光效的LED灯具，能够真实还原商品色彩与质感，吸引顾客目光；在公共通道与办公区域，选用光效高、寿命长且节能的灯具，如荧光灯或新型LED平板灯等，并配备智能调光装置，可根据环境亮度与人员活动情况自动调节亮度，实现节能降耗。

优化照度标准要遵循相关规范并结合实际需求。对商业建筑内的各个区域进行细致划分，如营业大厅、仓库、卫生间等，分别确定适宜的照度值。借助专业照明设计软件进行模拟计算与分析，确保照度均匀性与合理性，避免照度过高造成能源浪费或过低影响使用体验与

工作效率。

加强应急照明系统建设关乎人员安全与疏散。严格按照建筑消防规范要求，在疏散通道、安全出口、楼梯间等关键部位合理布置应急照明灯具，确保无照明死角。选用质量可靠、电池容量充足且具备自动检测与报警功能的应急照明设备，定期进行维护与测试，保证在紧急情况下能够正常工作，为人员疏散提供清晰的引导。

（四）加强电气安全与节能管理

完善接地系统是保障电气安全的重要举措。根据商业建筑的地质条件与电气设备分布，采用联合接地方式，将防雷接地、工作接地与保护接地整合为统一的接地网，降低接地电阻。对接地极的材质、数量与埋设深度进行优化设计，在高土壤电阻率地区可采用降阻剂或增加接地极数量等方法，确保接地电阻符合安全要求，并定期进行检测与维护。

安装漏电保护装置可有效预防触电事故。在商业建筑的所有用电回路，包括固定电气设备、插座回路以及临时用电回路等，均应配备合适额定动作电流与动作时间的漏电保护器。依据回路电流大小与使用环境进行选型，如一般插座回路选用30mA动作电流、0.1s动作时间的保护器，确保在发生漏电时能迅速切断电源，保障人员安全，并定期对漏电保护装置进行测试与校验。

推广节能型电气设备有助于降低能耗。在商业建筑电气设计中，优先选用能效比高的设备，如变频空调可根据室内外温度自动调节制冷制热功率，节能型电梯采用永磁同步无齿轮曳引技术降低能耗，照明系统全面采用LED灯具等。同时，在设备运行管理中，合理设置运行参数，如空调温度设定、电梯运行模式等，进一步提升节能效果。

结语

综上所述，商业建筑电气设计是一个复杂而重要的过程，需要综合考虑多种因素，确保设计的准确性和合理性。通过深入分析电气设计中的典型问题，并采取有效的改进策略，我们可以提高电气系统的稳定性和安全性，优化建筑的运营效率，降低运营成本，为商业建筑的可持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1] 张蕾. 商业综合体建筑电气设计体会[J]. 新型工业化, 2022, 12(12): 117-120+124.
- [2] 曲高峰, 赵程斐. 城市大型地下商业兼人防建筑电气设计分析[J]. 工程技术研究, 2022, 7(02): 156-157.
- [3] 贺洋灏. 商业综合体绿色建筑电气设计分析[J]. 新型工业化, 2020, 10(08): 158-159+162.
- [4] 危启亦. BIM技术在商业综合体建筑电气设计中的应用[J]. 现代制造技术与装备, 2019, (09): 51-52.