

# 商业综合体建筑电气负荷计算与配电系统优化

高洁

中国建筑设计研究院有限公司, 北京 100044

DOI:10.61369/ERA.2026030026

**摘要：** 伴随城市化脚步的加速，商业综合体变作城市商业演进的核心载体，其功能复合状态、业态多元模样的特征对电气体系的可靠程度、经济情况和安全状况提出更高需求。电气负荷核算作为商业综合体电气规划的根基，径直决断配电体系的谋划与布置；配电体系的优化便是保障电气体系高效运作的要害。本文联合商业综合体的业态特征，深刻剖析电气负荷核算的核心诉求与现存难题，探寻负荷核算办法的合理选用策略；在此根基之上，从供电架构、设备选型、运维管理等层面，提出接地气的配电体系优化途径，为商业综合体电气体系的科学规划与高效运作提供参照。

**关键词：** 商业综合体；电气负荷计算；配电系统优化；业态特性；供电可靠性

## Calculation of Electrical Load for Commercial Complex Buildings and Optimization of Power Distribution System

Gao Jie

China Architecture Design &amp; Research Group Co., Ltd., Beijing 100044

**Abstract：** With the acceleration of urbanization, commercial complexes have become the core carrier of urban commercial evolution. Their functional composite state and diverse business types pose higher requirements for the reliability, economic conditions and safety status of the electrical system. Electrical load calculation, as the foundation of electrical planning for commercial complexes, directly determines the planning and layout of the power distribution system; the optimization of the power distribution system is the key to ensuring the efficient operation of the electrical system. This paper, in combination with the business characteristics of commercial complexes, deeply analyzes the core demands and existing problems of electrical load calculation, and explores reasonable selection strategies for load calculation methods; on this basis, from the aspects of power supply architecture, equipment selection, and operation and maintenance management, it proposes practical ways to optimize the power distribution system, providing a reference for the scientific planning and efficient operation of the electrical system of commercial complexes.

**Keywords：** commercial complex; electrical load calculation; power distribution system optimization; business characteristics; power supply reliability

### 引言

当下，商业综合体已成汇聚购物、餐饮、娱乐、办公等多种功能于一体的城市公共空间，其电气体系作为保障各项功能正常运转的“生命力脉络”，其规划质量径直作用于商业综合体的运营效率与用户感受。电气负荷核算为电气规划的前提，若核算偏差过大，容易致使配电设备冗余浪费或过载运作；配电体系则为负荷输送的核心载体，其合理程度径直关联供电可靠度与能耗水准<sup>[1]</sup>。鉴于此，深刻研究商业综合体电气负荷核算办法，优化配电体系规划，对提升商业综合体电气体系运作质量、降低运营成本具备重要现实意义。本文就此展开深刻探寻。

### 一、商业综合体建筑电气负荷计算的核心要点与现存问题

#### (一) 电气负荷计算的核心要求

##### 1. 贴合业态负荷特性

商业综合体不同业态的用电需求存有本质差别，负荷核算需

充分贴合各业态的运作特征。比如，餐饮区域除常规照明、插座负荷之外，还涵盖厨房设备、通风排烟设备等专用负荷，这类负荷具备功率大、使用时段相对集中的特性；影院区域的负荷主要汇聚在放映设备、音响体系、空调体系，且负荷运作稳定程度要求高，需保障不间断供电；商铺区域的负荷则具备不确定性，受商户经营类别、营业时长、设备配置作用较大，核算时需预留一

定的负荷余量；公共区域像走廊、中庭的照明、应急照明、自动扶梯等负荷，具备全天候运作或定时运作的特性，负荷波动较小。所以，负荷核算需按业态分区开展，精准匹配各区域的负荷特性，规避“一刀切”的核算方式<sup>[2]</sup>。

### 2. 保障供电可靠性需求

商业综合体呈现人流量庞大、功能关键之特征，部分区域像应急通道构造、消防系统装置、安防系统设备等归属于一级负荷范畴，对供电可靠性具备极高要求标准，需运用双电源架构或多电源供电模式。在开展负荷计算操作时，必须清晰划分不同等级的负荷种类类型，精准核算一级负荷、二级负荷、三级负荷的容量数值，为后续配电系统的电源配置工作提供基础依据支撑。与此同时，还需要考量负荷的同时系数指标，即同一时间区段内各个负荷实际运行功率与额定功率之间的比值关系，商业综合体各业态领域的负荷同时系数存在差异状况，倘若对这一因素要素予以忽视，容易造成计算结果产生偏差误差，要么形成配电设备投资的浪费情形，要么无法满足实际用电的需求状况<sup>[3]</sup>。

### 3. 兼顾远期发展预留

商业综合体拥有较长的运营周期时长，在其生命周期过程当中可能遭遇业态调整变革、商户更替变化等情形状况，用电负荷也会随之产生变化波动。基于此，负荷计算工作需要具备一定程度的前瞻性，为远期负荷的增长幅度预留合理适当的空间范畴<sup>[4]</sup>。比如讲，商铺区域可以依照未来可能出现的业态升级需求期望，适当提升负荷密度的预留标准；公共区域能够考虑新增电气设备的潜在可能，在负荷计算过程当中预留相应对应的容量数值，防止后期因为负荷增长因素而开展大规模的电气改造工程，降低改造成本开支与运营干扰影响。

## （二）当前电气负荷计算存在的主要问题

### 1. 负荷特性把握不准确

部分设计人员在实施负荷计算工作之际，没有充分开展商业综合体具体业态规划的调研活动，对于不同区域的负荷类型类别、运行规律特征了解不够深入透彻，仅仅采用统一一致的负荷密度标准进行估算操作。例如来讲，把餐饮区域和普通商铺运用相同的负荷密度标准尺度，忽略了餐饮区域大功率厨房设备的用电需求情况；针对影院场所、超市空间等特殊业态的负荷特性特点分析不够充分，造成计算结果和实际负荷之间出现较大偏差差异。这种粗放形式的计算方式方法，要么造成配电设备配置不够充足，无法满足高峰时段的用电需求要求，引发设备过载现象、跳闸问题等情况；要么造成设备配置存在冗余过剩，增加初期投资成本与后期运维成本费用<sup>[5]</sup>。

### 2. 计算方法选用不合理

当前普遍运用的电气负荷计算方法包含需要系数方法、负荷密度方法、单位指标方法等类型，不同方法各自适用于不同的场景情形。然而在实际设计工作当中，部分设计人员没有依据商业综合体的业态特点特征合理选用计算方法方式，存在“一种方法贯穿使用”的状况情形<sup>[6]</sup>。例如来说，负荷密度方法适用于初步设计阶段的负荷估算工作，精度水平相对较低，但部分设计人员将其应用于施工图设计阶段的精确计算任务；需要系数方法适用于

各类用电设备的负荷计算工作，但没有依据不同业态设备的需要系数差异差别进行精准取值操作，造成计算结果不够准确无误。

### 3. 远期负荷预留存缺陷

部分项目于负荷核算之际，对远期演进需求忖度欠周，仅契合当下业态之用电需求，未预存合理之负荷增长幅度。当商业综合体运营进程中业态整饬、商户晋级之时，新增之用电装置无法接入现存配电体系，需对配电线路、变压器等装置实施改造，非但增添了改造资费，更会对商业综合体之正常运营产生影响。另有部分项目却过度预存远期负荷，致使配电装置长久处于低负荷运转态势，拉低了装置运转效能，增添了能耗与运维成本<sup>[7]</sup>。

## 二、商业综合体建筑电气负荷计算的优化方法

### （一）精准调研业态，细化负荷分类

负荷核算之前，需开展全面业态调研，明晰商业综合体各区域功能定位、商户类别、装置配置情形，细化负荷分类准则。譬如，将商业区域划分为零售商铺、餐饮区域、娱乐区域、超市区域、办公区域、公共区域等，针对不同区域之负荷特征，分别梳理负荷类别<sup>[8]</sup>。就餐饮区域而言，需详尽统计厨房装置、通风排烟装置、照明装置、空调装置之数目与功率；对影院区域来讲，要着重核查放映装置、音响体系、空调体系、应急照明之功率与运转规律；对于零售商铺，鉴于商户经营类别的不可确定性，可采用“基础负荷+可变负荷”之分类模式，基础负荷涵盖照明、基础插座等必需用电负荷，可变负荷依据商铺面积与经营类别预存合理容量。借由细密化负荷分类，为后续精确核算筑牢根基。

### （二）合理选用计算方法，精准取值参数

依照商业综合体不同设计阶段之需求与各区域，合理选用负荷核算方式，并精确择取核算参数。在初步设计阶段，可运用负荷密度法或单位指标法开展整体负荷估算，迅速确定电气体系；在施工图设计阶段，需运用需要系数法开展精确核算，保障配电装置配置。对于不同业态之负荷核算，需依照其装置运转特征精确择取需要系数。例如，餐饮区域运转概率较高，需要系数择取可相对偏高；零售商铺之装置运转具有随机性，需要系数择取可适度调低；公共区域、自动扶梯等装置运转规律平稳，需要系数择取相对恒定。同时，需考量负荷，同一楼层或同一功能区域内，因运转时段存在差异，同时系数需依照区域面积、负荷类别实施调整，规避因同时系数择取过大或过小引致核算偏差<sup>[9]</sup>。

### （三）科学预留远期负荷，兼顾经济性与前瞻性

依照商业综合体的运营规划同城市商业发展走向，对预留比例进行合理确定操作。就零售商铺、办公这类易于产生业态调整情形的区域来说，远期负荷预留比例能够在当前计算负荷的20%—30%范围之内实施控制动作；针对餐饮、影院等业态处于相对固定状态的区域，预留比例可在10%—20%区间开展控制行为。与此同时，于配电系统设计领域当中，运用模块化设计思维模式，对配电线路、变压器的扩容空间实施预留举措，举例来讲，变压器室开展额外的变压器安装位置预留事务，配电线路选用截面略大规格的电缆，为后期负荷呈现增长态势时开展快速扩

容活动提供便利条件，对大规模改造情况进行规避。

### 三、商业综合体建筑配电系统优化策略

#### (一) 优化供电架构，提升供电可靠性

依据商业综合体不同区域的负荷等级状况，开展分级供电网络构建工作。对于一级负荷诸如消防系统、应急照明设施、安防系统、影院放映设备等内容，运用双电源或者多电源供电形式，保证当其中一路电源出现故障问题时，另一路电源可以开展快速切换操作，对负荷不间断供电情形进行保障；针对二级负荷像普通办公设备、超市冷藏设备等项目，采用双电源供电形式，将供电连续性保障工作放在优先位置；对于三级负荷例如普通照明装置、非必要插座等物件，运用单电源供电形式，达成降低供电成本目标<sup>[10]</sup>。与此同时，对供电区域进行合理划分操作，采用“总配电室—分区配电室—楼层配电箱”的三级供电架构模式，每个分区配电室承担特定区域的供电任务，为故障隔离工作与运维管理事项提供便利条件，对某一区域出现故障问题对整体供电情况产生影响的现象进行避免。配电线路布局工作需要结合商业综合体的建筑结构和业态分布状况，遵循“短路径、少转角”的原则内容，开展线路损耗降低工作与故障概率减少事宜。对于大功率设备比如餐饮厨房设备、空调主机等装置，运用单独的配电线路开展供电作业，避免和其他负荷共同使用线路情况，对线路过载问题进行防止；针对人员密集区域例如中庭、疏散通道等场所，配电线路需要采用阻燃、耐火材料物质，并开展穿管保护措施，推进线路安全性提升工作。

#### (二) 精准选型设备，降低能耗水平

变压器作为配电系统的核心设备构成，其选型情况对能耗水平和供电可靠性产生直接影响效果。按照负荷计算结果内容，结合商业综合体负荷呈现的季节性、时段性波动特征，对变压器的容量与台数进行合理选择操作。对于负荷波动幅度较大的区域范围，能够采用多台变压器并联运行的方式形态，依据负荷变化实际情况对变压器进行投切操作，避免单相变压器处于长期低负荷运行状态，推进运行效率提升进程；开展节能型变压器选择工作，降低变压器的空载损耗与负载损耗数值，开展能耗减少工作。与此同时，变压器的安装位置需要靠近负荷中心区域，缩短配电线路长度距离，开展线路损耗降低工作。开关设备的规格选取应契合负载容量与供电级别，保障其分断功能、额定电流等指标符合运行需求。针对一级负载供电线路，选用具备迅速切换性

能的开关设备，提高电源切换效能；针对频繁操作的线路，选用操作性能稳定的开关设备，减少故障几率。电缆选型需依照线路的负载电流、铺设形式、环境温度等要素，合理挑选电缆截面与材质，防止电缆过载发烫，同时选用低损耗电缆，降低线路能耗。比如，在负载较大的配电线路，选用铜芯电缆，其导电性能胜过铝芯电缆，损耗更低；在铺设空间受限的区域，选用铠装电缆，增强电缆的机械强度与防护性能。

#### (三) 完善运维体系，提升管理效率

结合智慧建筑发展态势，搭建商业综合体电气系统智能化运维平台，达成对配电系统的实时监控、故障预警与远程操控。通过在变压器、开关设备、配电线路等关键节点安装传感器，实时收集电压、电流、温度等运行数据，传输至运维平台；平台对运行数据进行剖析，当数据超出正常范围时，及时发出故障预警，提示运维人员处置；对于部分设备，可实现远程投切控制，提高运维效率。例如，当某区域负载过载时，平台可自动发出预警，运维人员可远程调节负载分配，避免设备故障。制定健全的运维管理制度，明确运维人员的职责与工作程序，建立常态化的巡检、维护机制。定期对配电设备进行巡检，检查设备的运行状态、接线状况、绝缘性能等，及时发现并处理设备隐患；定期对变压器、开关设备等进行维护保养，如清理设备灰尘、检查润滑油位、测试保护装置性能等，延长设备使用年限；建立设备运行档案，记录设备的安装时间、维护记录、故障处理情况等，为后续运维工作提供参照。同时，强化运维人员的专业培训，提高其对复杂配电系统的操作与故障处理能力。

### 四、结论

商业综合体建筑电气负载计算与配电系统优化是保障其高效、可靠运行的关键环节。负载计算需充分结合商业综合体业态多样化的特征，通过精确调研业态、细化负载分类、合理选用计算方法、科学预留远期负载，提高计算准确度；配电系统优化需以负载计算结果为基础，从供电架构、设备选型、运维管理三个层面入手，构建分级供电网络、精准选型节能设备、健全智能化运维体系，提高供电可靠性、降低能耗水平、简化运维流程。在实际工程中，需结合商业综合体的具体规划与运营需求，灵活运用相关方法与策略，实现电气系统与商业运营的协同发展，为商业综合体的持续稳定运行提供有力保障。

### 参考文献

- [1] 廖巍. 建筑电气系统中分布式互补能源优化配置分析[J]. 山西建筑, 2025, 51(15): 105-108.
- [2] 李艳文. 商业综合体建筑电气一体化设计分析[J]. 建材发展导向, 2025, 23(07): 7-9.
- [3] 冯志文, 迭勇, 刘森. 商业综合体建筑电气设计探讨[J]. 建筑电气, 2024, 43(03): 51-55+4.
- [4] 叶瑾, 陈碧虎. 大型商业综合体建筑的消防监督对策研究[J]. 今日消防, 2023, 8(01): 79-81.
- [5] 黄耀川. 商业综合体建筑电气设计探究[J]. 江西建材, 2022, (12): 117-118+121.
- [6] 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.
- [7] 赵磊, 马宝元, 赵纪超. 大型商业综合体建筑电气与智能化一体化设计要点[J]. 现代建筑电气, 2022, 13(09): 23-27+38.
- [8] 刘炳汶. 商业综合体绿色建筑电气设计研究[J]. 中国建材科技, 2021, 30(04): 116-117.
- [9] 沈少卿. 社区商业综合体建筑电气设计管理及要点分析[J]. 现代建筑电气, 2021, 12(06): 10-13+65.
- [10] 李炳华, 潘鑫, 岳云涛, 常昊. 商业综合体建筑电气负荷密度研究[J]. 建筑电气, 2021, 40(05): 5-11.