

建筑电气设计中的负荷计算与设备选型研究

孙伟博

河北和腾城乡规划设计有限责任公司 河北 石家庄 050000

【摘要】：建筑电气设计是建筑工程的核心组成部分，直接关系到建筑使用的安全性、可靠性与经济性，而负荷计算与设备选型则是其中的关键环节。本文结合当前建筑电气设计行业现状，阐述负荷计算与设备选型的核心意义，分析负荷计算的常用方法、影响因素及实操要点，探讨变压器、高低压配电设备、电缆线路等核心电气设备的选型原则与实操策略，针对设计过程中存在的常见问题提出优化措施，通过理论结合实操的方式，为建筑电气设计中负荷计算与设备选型提供科学参考，助力提升建筑电气系统的运行效率与安全性，满足建筑多元化用电需求。

【关键词】：建筑电气设计；负荷计算；设备选型；供电可靠性；节能优化

DOI:10.12417/2705-0998.26.02.032

1 引言

随着建筑行业的快速发展，智能化、多元化建筑不断涌现，建筑电气系统的复杂度大幅提升，对供电可靠性、节能性及安全性的要求也日益严格。负荷计算作为建筑电气设计的前提，是确定电气系统容量、合理配置设备的基础，直接影响设备选型的科学性与经济性；设备选型则需基于负荷计算结果，结合建筑功能、使用环境等因素，选择适配的设备，保障电气系统稳定运行。当前，部分建筑电气设计中存在负荷计算偏差、设备选型不合理等问题，导致能源浪费、运行故障频发等隐患。因此，深入研究建筑电气设计中的负荷计算与设备选型，规范设计流程、优化设计方案，具有重要的工程实践意义，本文就此展开详细探讨。

2 建筑电气设计中负荷计算的核心基础

2.1 负荷计算的核心意义

负荷计算是建筑电气设计的首要环节，其核心意义在于为电气系统设计提供科学、准确的基础数据，保障电气系统安全、稳定、经济运行。建筑电气负荷涵盖照明、动力、空调、给排水等各类用电设备，负荷计算通过统计各类用电设备的容量，结合设备运行特性，计算出建筑电气系统的总计算负荷，为变压器容量确定、配电线路设计、保护装置配置提供依据。若负荷计算偏差过大，会导致后续设备选型不合理：计算负荷过高会造成设备容量冗余，增加投资成本与能源消耗；计算负荷过低则会导致设备过载运行，引发线路发热、设备损坏等安全隐患，甚至影响建筑正常用电。同时，精准的负荷计算也是实现建筑电气节能的前提，通过优化负荷分配，可提升能源利用效率，契合当前低碳建筑发展理念。此外，负荷计算还需兼顾建筑后期用电负荷的增长需求，预留合理裕量，避免后期改造带来的成本增加与施工不便。

2.2 负荷计算的常用方法

建筑电气设计中负荷计算的方法较多，结合《民用建筑电气设计标准》GB 51348-2019 要求，常用方法主要有需要系数

法、单位指标法、利用系数法三种，不同方法适用于不同设计阶段与建筑场景，需结合实际需求合理选用。

需要系数法应用最广泛，核心是结合用电设备工作特性选取合理需要系数，通过公式计算计算负荷，简便实用、精度较高，适用于初步设计及施工图设计阶段，涵盖各类建筑场景，如机械加工车间电动机类负载，可精准核算各类计算负荷，保障设计合理经济。单位指标法适用于方案设计阶段，此时用电设备未明确，通过单位建筑面积或人数用电指标结合建筑规模计算总负荷，快捷高效但精度较低，可为后续设计提供基础支撑。利用系数法核心是通过利用系数求最大负荷班平均负荷，结合设备台数、功率差异及最大系数计算，虽过程较繁杂，但结果更贴合实际，适用于用电设备数量少、容量差异大的场景。实际设计中，需结合设计阶段、建筑类型及设备特性选方法，必要时多方法交叉验证，提升精度，为电气系统设计、设备选型及节能优化提供依据。

2.3 负荷计算的影响因素

建筑电气负荷计算的准确性受多种因素影响，主要包括用电设备特性、建筑功能、使用环境及负荷分级等方面。用电设备特性是核心影响因素，不同类型设备的额定容量、工作时长、启动特性不同，对负荷计算的影响较大，如电动机类设备启动电流较大，需考虑启动负荷对总计算负荷的冲击，而照明设备则需结合使用时长、开启率计算实际负荷。建筑功能差异导致负荷分布与负荷特性不同，住宅建筑负荷相对分散、波动较小，商业建筑负荷集中、高峰时段明显，工业建筑则存在大量动力设备，负荷波动较大。使用环境方面，温度、湿度、海拔等因素会影响设备运行效率，进而影响负荷计算结果，如高温环境下设备散热效率降低，需适当调整负荷计算参数。此外，负荷分级也会影响计算结果，一级负荷如医院手术室、数据中心需采用双重电源供电，计算时需单独核算，确保供电可靠性，二级、三级负荷则可结合实际情况合理计算，同时需遵循消防负荷计算的相关规范，区分消防负荷与非消防负荷的核算要求。

3 建筑电气设计中负荷计算的实操要点

3.1 负荷统计与分类梳理

负荷统计与分类梳理是负荷计算的基础,直接影响计算结果的准确性,实操过程中需遵循全面、细致、分类的原则。首先,需全面统计建筑内所有用电设备,涵盖照明、动力、空调、给排水、消防、智能化等各类设备,明确每台设备的额定容量、额定电压、工作方式及安装位置,避免遗漏重要用电设备,尤其是消防用电设备、应急照明等关键负荷,需单独统计备案。其次,根据用电设备的特性与用途进行分类,常见分类包括照明负荷、动力负荷、消防负荷、应急负荷等,其中照明负荷可分为普通照明、应急照明、装饰照明等,动力负荷可分为电动机、水泵、风机等,分类梳理可便于选取合理的需要系数与计算方法。同时,需区分单相负荷与三相负荷,当单相负荷总计算容量超过三相对称负荷总计算容量的15%时,需将单相负荷换算为等效三相负荷后再进行汇总计算,避免因三相负荷不平衡导致计算偏差。此外,还需统计设备的同时运行系数,结合建筑使用场景,分析不同时段设备的开启情况,确保负荷统计贴合实际运行状态,为后续计算工作奠定坚实基础。

3.2 计算参数的合理选取

计算参数的选取是负荷计算的关键,核心参数包括需要系数、同时系数、功率因数等,需结合建筑类型、设备特性及相关规范要求合理确定,避免参数选取不合理导致计算偏差。需要系数的选取需参考《民用建筑电气设计标准》及相关工程经验,不同类型设备的需要系数差异较大,如普通照明的需要系数通常为0.7-0.9,电动机类设备的需要系数为0.5-0.8,电焊机等设备的需要系数为0.3-0.5,同时需结合设备的运行频率、工作时长调整,长期连续运行的设备需要系数取值较高,间歇运行的设备取值较低。同时系数需根据用电设备的数量与运行特性选取,设备数量越多,同时系数取值越小,如住宅建筑照明负荷的同时系数为0.5-0.7,商业建筑动力负荷的同时系数为0.6-0.8。功率因数需结合设备类型与无功补偿措施确定,自然功率因数较低的设备如电动机、电焊机,需考虑无功补偿装置的影响,合理选取补偿后的功率因数,一般取值为0.85-0.95。此外,短路电流计算参数的选取也需规范,结合变压器阻抗、线路阻抗等因素,精准计算系统最大短路电流,为后续设备选型提供依据。

3.3 负荷计算的误差控制

负荷计算过程中,需采取有效措施控制误差,确保计算结果精准可靠,为设备选型提供科学依据。首先,需规范负荷统计流程,安排专业设计人员进行设备统计,对统计数据反复核对,避免因设备遗漏、参数录入错误导致的误差,尤其是大型建筑,需分区域、分系统进行统计,确保数据全面准确。其次,合理选择计算方法,根据设计阶段与建筑场景,结合多

种计算方法进行交叉验证,如方案设计阶段采用单位指标法进行初步估算,施工图设计阶段采用需要系数法进行精准计算,对比两种方法的计算结果,分析偏差原因并进行调整。同时,需注重工程经验的积累与应用,参考同类建筑的负荷计算案例,结合当前建筑的实际情况,优化计算参数,避免参数选取过于保守或宽松。此外,需考虑建筑后期用电负荷的增长,预留10%-20%的负荷裕量,既避免后期改造的麻烦,又不会造成设备冗余与能源浪费。同时,需严格遵循消防负荷计算的相关规范,明确消防负荷与非消防负荷的核算边界,确保消防用电负荷计算准确,保障建筑消防安全。

4 建筑电气设计中的设备选型策略

4.1 变压器的选型

变压器是建筑电气系统的核心设备,其选型需基于负荷计算结果,结合建筑功能、使用环境、节能要求等因素综合确定,确保运行可靠、节能高效。首先,变压器容量的确定需以总计算负荷为基础,结合负荷裕量与负荷增长需求,合理选取容量,通常变压器容量应大于等于总计算负荷的1.1-1.2倍,同时需控制变压器负载率在70%-85%之间,负载率过低会降低能源利用效率,过高则会影响变压器使用寿命。其次,变压器的类型选择需结合安装环境与建筑要求,干式变压器无油、防火性能好,适用于高层建筑、商业综合体、医院等对防火要求高的场所,优先选用SCB13以上能效等级的产品;油浸式变压器成本较低、散热性能好,适用于户外或独立配电间。此外,变压器的能效等级需严格遵循《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052-2024标准,优先选用1级能效产品,降低运行能耗。同时,需考虑变压器的接线组别,居民配电变压器优先采用Dyn11接线组别,抑制三次谐波,确保供电质量。对于供电可靠性要求高的场所如数据中心、医院,需配置双绕组或三绕组变压器,实现冗余备份,避免单台变压器故障影响正常用电。

4.2 高低压配电设备的选型

高低压配电设备包括高低压开关柜、断路器、漏电保护器等,其选型需与负荷计算结果、系统电压等级相匹配,遵循安全可靠、经济适用、便于维护的原则。高压配电设备选型方面,高压开关柜优先选用全封闭金属铠装开关柜,具备良好的防尘、防潮、防误操作性能,柜内元件需选用标准化产品,便于后期维护;高压断路器优先选用真空断路器,其灭弧性能好、体积小、维护量小,适用于10kV及以下建筑供电系统,断路器的分断能力需大于系统最大短路电流,确保故障时可靠分断电路。低压配电设备选型方面,低压开关柜根据配电系统接线方式与回路数量,选择抽屉式或固定式,抽屉式开关柜检修方便,适用于回路较多的商业建筑、医院,固定式开关柜成本较低,适用于负荷稳定的住宅建筑;低压断路器需根据负荷类型选择,照明、插座回路选用微型断路器(MCB),电机、空调

等大功率设备选用塑壳断路器（MCCB），具备过载、短路保护功能。漏电保护器的选型需结合使用场景，居民住宅插座回路选用额定漏电动作电流不大于30mA、动作时间不大于0.1s的快速型产品，潮湿环境需选用额定漏电动作电流≤10mA的产品，消防负荷选用仅报警不跳闸的漏电保护器。

4.3 电缆线路的选型

电缆线路是建筑电气系统中电能传输的核心载体，其选型需兼顾载流量、电压降、环境适应性及安全性能，确保电能传输稳定、安全。首先，电缆截面的选择需基于负荷计算得出的计算电流，结合敷设方式与环境温度进行修正，确保电缆载流量大于等于计算电流，避免电缆过载发热。例如YJV-0.6/1kV-4×70电缆在空气中明敷（环境温度30℃）载流量为170A，穿钢管敷设时载流量降为135A，需根据实际敷设方式调整截面。其次，电缆的电压降需满足相关规范要求，动力线路电压降≤5%，照明线路电压降≤3%，可通过公式 $\Delta U\%=(P \times L \times \rho) / (U \times A \times 10)$ 计算，结合线路长度、有功功率等参数，合理确定电缆截面。环境适应性方面，消防线路需选用NH（耐火）电缆，爆炸危险区域选用ZR（阻燃）或WDZ（无卤低烟）电缆，沿海潮湿地区需选用防腐蚀电缆，户外电缆需具备良好的耐候性。此外，电缆的敷设方式需与建筑结构相匹

配，优先选用桥架敷设、穿管敷设，避免直接埋地敷设，减少外界因素对电缆的损坏。同时，电缆的型号选择需符合系统电压等级，确保绝缘性能达标，避免因绝缘损坏引发短路故障。

5 结论

建筑电气设计中的负荷计算与设备选型，是保障建筑电气系统安全、可靠、经济运行的核心环节，二者相互关联、密不可分，负荷计算为设备选型提供科学依据，设备选型则需贴合负荷计算结果，兼顾建筑功能、使用环境与节能要求。本文研究表明，负荷计算需遵循全面统计、合理选法、精准控误的原则，通过规范负荷统计、合理选取计算参数、控制计算误差，提升计算结果的准确性；设备选型需立足负荷计算结果，针对变压器、高低压配电设备、电缆线路等核心设备，结合相关规范与工程经验，选择适配的类型、规格，确保设备运行稳定、节能高效。当前建筑电气设计中，仍存在负荷计算偏差、设备选型不合理等问题，需通过完善设计流程、强化规范执行、积累工程经验等方式加以优化。未来，随着建筑智能化、低碳化的发展，需进一步优化负荷计算方法，推广节能型电气设备，提升建筑电气设计的科学性与合理性，为建筑行业高质量发展提供支撑。

参考文献：

- [1] 孙逸豪.BIM技术在建筑电气设计中的运用[J].电力设备管理,2025,(14):234-236.
- [2] 庞兴坤.建筑电气设计中的电气负荷计算方法[J].电气时代,2025,(07):114-117.
- [3] 姚冬平.探析等效负荷计算在建筑电气设计中的应用[J].建材与装饰,2020,(17):72+74.
- [4] 易思为,陈汉,黄正林.基于Revit的二次开发在建筑电气设计负荷统计的应用研究[J].土木工程信息技术,2025,17(S1):147-152.
- [5] 严俊.住宅绿色建筑电气设计问题及对策分析[J].中华民居,2025,18(06):85-87.