

老旧建筑电气改造中的负荷测算与安全扩容技术研究

刘 鹏

广东博仁工程顾问有限公司 广东 湛江 511464

摘要：随着城市的发展，老建筑电气系统的改造迫在眉睫。本文着重对老旧建筑电气改造进行探讨，对负荷测算方法进行深入探讨，对老旧建筑中常用的需要系数法、利用系数法、单位面积功率法等方法应用及其局限性进行分析，并从变压器更换与扩容、线路改造、无功补偿等安全扩容技术进行说明。并通过实际案例分析，总结经验与成果，为老旧建筑电气改造提供技术支持，提高电气系统的安全性与可靠性，满足现代用电需求。

关键词：老旧建筑；电气改造；负荷测算；安全扩容

引言：

老旧建筑见证着城市的发展历程，但他们的电气系统往往因年代久远而难以适应当今多样化、不断增长的用电需求。据有关统计，在一些建成30年以上的老旧小区中，有70%左右存在不同程度的电气安全隐患与供电能力不足问题。一方面，电气线路老化严重，绝缘性能下降，极易引发漏电、短路等安全事故；另一方面，随着居民生活水平提高，各种空调、电暖器等大功率电器的广泛使用，原有电气系统的负荷承载能力捉襟见肘，频繁出现跳闸、电压不稳等现象，严重影响居民生活质量，同时也威胁到建筑的正常使用。

一、老建筑电气系统现状及问题分析

（一）电气线路老化

老旧建筑电气线路使用多年，老化现象普遍。绝缘层因长期受温度、湿度、氧化等因素影响而逐渐老化、开裂、脱落，导致电线金属部分裸露，极易引发漏电事故。例如，某建于20世纪80年代的居民楼，由于电线绝缘层老化，在过去一年中发生了3起轻微漏电事件，所幸未造成严重后果。而且，线路长期过载运行，加速了老化进程。早期建筑设计时，对未来用电负荷增长预估不足，电线线径选择相对较小，难以承受如今大功率电器的用电需求。

（二）配电设备陈旧

老旧建筑中的配电设备，如配电箱、开关、插座等，普遍存在陈旧老化问题。配电箱内的开关、接触器等元件，使用多年后，触头磨损、接触电阻增大，易出现接触不良现象，导致发热甚至烧毁，影响供电稳定性。一些老旧配电箱还存在防护等级低的问题，无法有效防尘、防水，在潮湿环境或灰尘较多的场所，极易引发短路故障。开关、插座方面，同样存在老化、损坏情况，插拔次数过多使内部接触部件松动，不仅影响正常使用，还存在漏电风险。一旦电器发生漏电，无法将电流导入大地，威胁使用者人

身安全。

（三）用电负荷增长带来的挑战

随着居民生活品质提升，各类新型、大功率电器不断进入家庭，老旧建筑用电负荷急剧增长。在夏季用电高峰期，空调的大量使用使许多老旧建筑电力负荷远超设计值。以某老旧小区为例，夏季高温时段，约80%的住户同时使用空调，小区变压器负载率经常超过120%，导致频繁跳闸停电，严重影响居民正常生活。商业建筑中，随着业态更新，如大型数据中心、高亮度LED照明系统、大功率制冷制热设备等的引入，用电负荷大幅增加。一些老旧商业建筑因无法承受新增负荷，不得限制部分商户用电，阻碍了商业活动的正常开展，也制约了建筑的进一步发展及改造升级。

二、负荷测算方法研究

（一）需要系数法

需要系数法是一种常用的负荷测算方法，其核心原理是通过设备功率乘以需要系数和同时系数，直接求出计算负荷。在老旧建筑负荷测算中，该方法具有一定的适用性。例如，对于功能相对单一、用电设备类型较为固定的老旧居民楼，可根据不同类型用电设备（如照明、空调、插座

等)的额定功率,结合相应的需要系数(可通过查阅相关设计手册获取)和同时系数(考虑不同设备同时使用的概率确定),计算出各用电设备组的计算负荷,进而汇总得到整栋楼的计算负荷。

(二) 利用系数法

利用系数法基于概率论和数理统计原理,通过求出最大负荷班的平均负荷,再考虑设备台数和功率差异的影响,乘以与有效台数有关的最大系数得出计算负荷。此方法在老旧工业建筑负荷测算中有一定优势。老旧工业建筑内设备种类繁多、运行规律复杂,利用系数法能更好地反映设备实际运行状态。通过对不同类型设备的利用系数(可通过实测或参考类似企业数据获取)进行分析,结合设备数量和功率,可较为准确地计算出车间或厂区的平均负荷,进而得到计算负荷。不过,利用系数法计算过程相对繁琐,需要收集大量设备运行数据,包括设备运行时间、实际功率等。在老旧建筑资料缺失、设备运行记录不完整的情况下,获取准确的利用系数较为困难,这在一定程度上限制了其应用。而且,该方法对设备运行工况的变化较为敏感,若老旧建筑内设备运行工况近期发生较大改变,而利用系数未及时更新,会导致负荷测算偏差较大。

(三) 单位面积功率法

单位面积功率法是采用单位面积负荷密度与建筑面积相乘,得出用电功率。在老旧民用建筑,尤其是住宅和一般性商业建筑的负荷测算中应用广泛。对于老旧住宅,可根据所在地区的住宅用电负荷标准(如每平方米40~80W,不同地区有所差异),结合建筑总面积,快速估算出整栋住宅的用电功率。在一般性老旧商业建筑中,根据商业类型(如普通商店每平方米60~120W,超市每平方米100~150W等)对应的单位面积功率指标,乘以建筑面积,即可得到大致的用电负荷。然而,单位面积功率法过于依赖地区标准指标,未充分考虑老旧建筑内部实际的功能布局、用电设备分布及使用情况的特殊性。一些老旧商业建筑经过多次改造,内部业态发生变化,实际用电负荷与按原商业类型指标计算的结果可能相差较大。而且,该方法未考虑不同楼层、不同朝向房间的用电差异,对于一些存在特殊用电需求区域(如顶层设置了大量机房设备的建筑)的老旧建筑,测算结果准确性欠佳。

三、安全扩容技术措施

(一) 变压器更换与扩容

当老旧建筑原有变压器容量无法满足增长后的用电负荷需求时,需考虑变压器更换或扩容。在选择新变压器

时,要综合多方面因素。根据精确的负荷测算结果,确定合适的变压器容量,确保有一定裕度以应对未来可能的负荷增长。同时,要关注变压器的性能参数,优先选用节能型变压器,如SC(B)系列干式变压器,其具有低损耗、低噪音、防火性能好等优点,可有效降低运行成本与能源消耗。在变压器更换施工过程中,要制定详细的施工方案。提前做好停电计划,与用户充分沟通,尽量减少停电对用户正常生活或生产的影响。施工时,严格按照电气安装规范操作,确保变压器安装牢固,接线正确可靠。安装完成后,进行全面调试与检测,包括变压器的空载试验、负载试验、绝缘电阻测试等,确保变压器运行稳定、性能良好,各项参数符合设计要求与相关标准。

(二) 线路改造

老旧建筑电气线路改造是安全扩容的关键环节。首先是线径选择,根据负荷测算得出的各回路计算电流,依据电线电缆载流量标准,选择合适线径的电线电缆。对于负荷较大的回路,如空调、电热水器等大功率电器专用回路,要确保线径足够承载电流,避免线路过载发热。例如,某老旧居民楼改造中,将原2.5平方毫米的空调回路电线更换为4平方毫米,有效解决了线路发热问题。在布线方式上,优先采用穿管暗敷方式,选用符合防火、阻燃要求的线管,如PVC阻燃线管或金属线管。线管敷设要遵循横平竖直原则,减少弯头数量,避免出现死弯,以方便电线穿管与日后维护。强弱电线路要保持安全距离,一般间隔30厘米以上,防止相互干扰。在交叉部位,要用锡箔纸包裹弱电线路,增强屏蔽效果。对于穿越防火分区的线路,要做好防火封堵措施,采用防火泥、防火包等材料,确保火灾发生时火势不会通过线路蔓延。

(三) 无功补偿

老旧建筑电气系统中,由于存在大量感性负载,如电动机、变压器等,功率因数往往较低,导致线路损耗增加,变压器利用率降低。因此,进行无功补偿十分必要。可通过在配电室或配电箱内安装并联电力电容器进行无功补偿。根据负荷性质与大小,合理选择电容器容量与分组方式。对于负荷波动较大的场所,采用动态无功补偿装置,能够实时跟踪负荷变化,自动投切电容器,实现精准补偿,提高功率因数。无功补偿不仅能降低线路损耗,一般可使线路损耗降低20%~40%,还能提高变压器的带载能力,使变压器可承载更多的有功负荷。同时,能改善电压质量,减少电压波动与电压降,保障电气设备稳定运行。

(四) 电气设备升级

对老旧建筑内的电气设备进行升级，可有效提升电气系统安全性与可靠性。

配电箱作为电气系统的关键枢纽，要进行全面升级改造。选用防护等级更高、内部布局更合理的配电箱，箱内配置性能优良的断路器、漏电保护器、接触器等元件。断路器额定电流要根据各回路计算电流合理选择，确保在发生过载、短路故障时能迅速切断电路，保护线路与设备安全。漏电保护器要具备灵敏的漏电监测功能，漏电动作电流一般设置为30mA，动作时间不超过0.1秒，及时发现并切断漏电电流，防止人员触电事故发生。开关、插座的升级同样重要。选择质量可靠、带有安全保护门的开关、插座，防止儿童误触。对于卫生间、厨房等潮湿场所，要选用防水型开关、插座，提高使用安全性。

四、案例分析

（一）项目概况

A建于20世纪90年代的综合性商业建筑，总建筑面积25000平方米，共6层。建筑内业态丰富，包括商场、餐饮、娱乐等多种功能区域。随着城市商业发展与消费者需求变化，该建筑原有电气系统暴露出诸多问题，无法满足日益增长的用电需求，急需进行电气改造。改造前，建筑内电气线路老化严重，部分电线绝缘层破损、脱落；配电设备陈旧，配电箱内开关、接触器频繁出现故障；用电负荷增长显著，尤其是夏季，商场内大量空调设备运行，经常出现跳闸现象，严重影响商户正常经营与顾客消费体验。

（二）负荷测算过程

针对该商业建筑，采用多种负荷测算方法相结合的方式。首先，对于商场区域，运用单位面积功率法，根据当地商业建筑用电标准，商场部分单位面积功率取120W/平方米，结合商场实际建筑面积15000平方米，初步估算出商场区域用电功率为1800kW。对于餐饮区域，考虑到餐饮设备功率较大且使用频繁，采用需要系数法。统计餐饮设备总功率为800kW，通过查阅资料，取需要系数0.7，同时系数

0.8，计算得出餐饮区域计算负荷为448kW。娱乐区域则根据设备类型与运行特点，利用系数法进行测算，经实地调研与数据分析，确定娱乐区域计算负荷为280kW。将各区域计算负荷汇总，得出该商业建筑总计算负荷约为2528kW。

（三）安全扩容技术实施

根据负荷测算结果，实施了一系列安全扩容技术措施。变压器方面，将原有两台800kVA的变压器更换为两台1600kVA的节能型SC(B)干式变压器，满足了当前及未来一定时期内的用电负荷需求。线路改造上，对整栋建筑的电气线路进行全面更换，按照不同区域用电需求与负荷大小，合理选择线径。如商场照明回路采用2.5平方毫米电线，大功率空调回路采用6平方毫米电线，所有线路均采用穿管暗敷方式，强弱电分开敷设，并做好防火封堵。无功补偿方面，在配电室安装了动态无功补偿装置，根据负荷实时变化自动投切电容器，使功率因数从改造前的0.7提高到0.95以上，有效降低了线路损耗，提高了变压器利用率。电气设备升级上，更换了所有配电箱，选用防护等级为IP54的配电箱，内部配置高性能断路器、漏电保护器等元件；对开关、插座进行全面更换，选用知名品牌带有安全保护门的产品，在潮湿区域安装防水型开关、插座。

五、结论

本文对老旧建筑电气改造中的负荷测算与安全扩容技术进行了深入研究。在负荷测算方面，分析了需要系数法、利用系数法、单位面积功率法等常用方法在老旧建筑中的应用及局限性，强调应根据老旧建筑实际情况合理选择或综合运用多种方法，以获取准确的负荷测算结果。在安全扩容技术措施上，阐述了变压器更换与扩容、线路改造、无功补偿、电气设备升级等关键技术要点，通过这些措施可有效提升老旧建筑电气系统的安全性、可靠性与供电能力，满足现代用电需求。案例分析进一步验证了负荷测算与安全扩容技术实施的有效性，改造后的商业建筑在安全性、供电可靠性、节能等方面均取得显著成效。

参考文献：

[1]李瑞,严俊,李红亮.城市更新背景下老旧小区改造项目设计策略研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(19):13-15.

[2]张宏林.建筑施工废弃物的二次有效利用——基于低碳视角[J].大众标准化,2025,(12):94-96.

[3]方莹,周红刚,张凤超.传统建筑材料在现代老旧小区改造中的应用与创新[J].居舍,2025,(19):31-34.