

高层建筑电气系统设计要点与可靠性分析

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】：随着城市化进程的加速，高层建筑已成为城市空间开发的主流形式，其功能的复杂性、用电负荷的密集性对电气系统的设计合理性与运行可靠性提出了极高要求。本文结合高层建筑电气系统的特点，系统梳理了电气系统的核心设计要点，深入分析了影响系统可靠性的关键因素，并提出针对性的可靠性提升策略，通过规范设计、优化配置、强化运维等手段，保障高层建筑电气系统安全、稳定、高效运行。研究结果可为高层建筑电气系统设计与运维提供理论参考和实践指导，助力提升高层建筑电气系统的整体性能与安全水平。

【关键词】：高层建筑；电气系统；设计要点；可靠性；运维优化

DOI:10.12417/2811-0536.26.06.057

1 引言

随着我国城市化建设的持续推进，高层建筑凭借土地利用率高、功能集成性强等优势，广泛应用于住宅、商业、办公等多个领域。高层建筑层数多、高度高、用电负荷大且类型复杂，电气系统作为其核心基础设施，承担着电力供应、照明控制、消防联动等关键功能，其设计质量与运行可靠性直接关系到建筑内人员安全、设备正常运转及使用体验。当前，部分高层建筑电气系统存在设计不规范、配置不合理、运维不到位等问题，易引发供电中断、电气故障等安全隐患。因此，深入研究高层建筑电气系统的设计要点，分析其可靠性影响因素并提出优化措施，具有重要的现实意义与应用价值。

2 高层建筑电气系统设计要点

2.1 供配电系统设计

供配电系统是高层建筑电气系统的核心，其设计需兼顾安全性、经济性与可靠性，核心是实现电力的合理分配与稳定供应。高层建筑用电负荷密集且等级差异大，设计时需先进行精准的负荷计算，采用需要系数法结合分项分区计算模式，充分考虑办公、商业、住宅等不同区域的负荷特性与使用时间差异，避免负荷估算偏差导致的供电不足或设备浪费。电源配置方面，应采用双电源供电模式，一回路接入市政高压配电网，另一回路配置应急电源，确保主电源故障时能快速切换，保障一级负荷的持续供电。配电方式优先采用分区、分层供电，在负荷中心设置配电室，缩短供电半径，减少线路损耗与电压降，同时采用单母线分段接线方式，提高供电灵活性，避免单点故障影响整个系统。此外，需合理选择电缆截面与敷设方式，兼顾载流量、机械强度与防火要求，确保供配电系统的安全稳定运行。

2.2 电气照明系统设计

电气照明系统是高层建筑不可或缺的组成部分，设计需满足照度标准、节能要求与使用便利性，同时兼顾应急照明的可靠性。设计时应根据不同区域的功能需求，合理确定照度值，例如办公室照度控制在300-500lx，走廊、楼梯间等公共区域适当降低照度，避免能源浪费。光源选型优先采用LED等高效节能光源，搭配节能型镇流器，降低能耗的同时延长使用寿命。照明控制方式需实现分区控制、智能调节，结合自然光强度自动调整照明亮度，部分区域设置人体感应开关，减少无效照明。应急照明设计是重点，需单独设置独立供电回路，配备UPS不间断电源，确保火灾、停电等突发情况下，应急照明与疏散指示标志能正常工作，照度满足疏散要求，为人员逃生提供保障，同时应急照明线路需与普通照明线路分开布置，避免相互影响。

2.3 消防电气系统设计

高层建筑火灾隐患风险较高，消防电气系统设计直接关系到人员生命安全，需严格遵循相关规范，确保火灾发生时能有效发挥作用。消防电气系统需设置独立的供电回路，采用双电源供电并配备应急电源，确保消防设备不受其他负荷影响，持续稳定运行。消防水泵、排烟风机、火灾报警控制器等核心消防设备，需采用放射式接线方式，保障供电的独立性与可靠性。火灾自动报警系统设计需覆盖建筑所有区域，合理布置火灾探测器、手动报警按钮，确保能及时检测火灾隐患并发出报警信号。此外，需设计完善的电气防火措施，包括线路防火封堵、漏电保护、过载保护等，避免电气故障引发火灾，同时联动应急照明、疏散指示系统与消防电梯，形成完整的消防联动体系，提升火灾应急处置能力。

3 高层建筑电气系统可靠性影响因素分析

3.1 设计因素

设计环节是决定高层建筑电气系统可靠性的基础，设计不合理会直接导致系统运行隐患，降低可靠性。部分设计人员缺乏对高层建筑电气系统复杂性的充分认识，负荷计算偏差较大，要么负荷估算不足，导致高峰时段供电紧张、设备过载，要么估算过高，造成设备与资金浪费，同时影响系统运行效率。供配电系统接线方式选择不当，未采用双电源互备、单母线分段等可靠接线模式，单点故障易扩散，导致大面积供电中断。设备选型不规范也是重要问题，部分设计选用质量不合格、性能不达标或与系统适配性差的电气设备，如变压器、断路器、电缆等，这些设备在长期运行中易出现老化、故障，影响系统稳定性。此外，设计过程中未充分考虑建筑结构、环境条件等因素，线路敷设不合理、保护措施缺失，也会降低电气系统的抗干扰能力与可靠性，增加故障发生概率。

3.2 设备因素

电气设备是高层建筑电气系统运行的核心载体，设备的质量、性能与运行状态直接影响系统可靠性。当前，部分高层建筑为控制成本，选用低价劣质的电气设备，这些设备在材料、工艺上存在缺陷，抗老化、抗过载能力差，长期运行易出现绝缘损坏、接触不良、部件失效等问题，引发短路、漏电等故障。即使选用合格设备，若设备选型与系统负荷、运行环境不匹配，也会影响可靠性，例如变压器容量选择不当，会导致运行效率低下、过热老化，缩短使用寿命；电缆截面不足，会造成线路损耗过大、温度升高，增加故障风险。此外，设备运行过程中会出现自然老化现象，若未及时维护更换，老化部件会逐渐丧失原有性能，导致设备故障频发，进而影响整个电气系统的稳定运行，严重时可能引发安全事故。

3.3 运维因素

运维管理是保障高层建筑电气系统长期可靠运行的关键，运维不到位会导致设计与设备的优势无法发挥，增加故障发生概率。部分高层建筑缺乏完善的运维管理制度，未建立定期巡检、维护机制，电气设备长期处于“重使用、轻维护”的状态，设备隐患无法及时发现与处理，小故障逐渐发展为大故障，最终导致系统瘫痪。运维人员专业素质不足也是重要影响因素，部分运维人员缺乏系统的专业知识与操作技能，无法准确判断设备运行状态、排查故障隐患，甚至在维护过程中操作不规范，引发新的故障。此外，高层

建筑电气系统复杂，设备数量多、分布广，运维工作量大，若缺乏智能化的运维手段，仅依靠人工巡检，难以实现全面、高效的运维管理，无法及时发现隐蔽性故障，进而影响系统的可靠性与安全性。

4 高层建筑电气系统可靠性提升策略

4.1 优化设计方案

优化设计方案是提升高层建筑电气系统可靠性的根本措施，需从负荷计算、系统配置、设备选型等多个方面入手，结合高层建筑用电负荷密集、功能复杂的特点，确保设计科学合理、贴合实际需求。首先，进行精准的负荷计算，采用需要系数法结合实际使用场景，分项分区计算办公、商业、住宅等不同区域的用电负荷，充分考虑负荷增长潜力和不同区域的使用时间差异，预留足够的设计余量，避免负荷估算偏差导致的供电不足或设备浪费，为系统稳定运行奠定基础。其次，优化供配电系统配置，采用双电源互备、单母线分段接线方式，设置独立的应急电源系统，配备大容量 UPS 不间断电源和柴油发电机，确保主电源故障时能够实现毫秒级自动切换，保障消防、电梯、应急照明等一级负荷的持续供电；合理布置配电室，将其设置在负荷中心位置，缩短供电半径，优化线路敷设路径，减少线路损耗与电压降，降低线路故障概率，同时提升供电效率。最后，规范设备选型，优先选用符合国家标准、质量可靠、性能稳定且与系统适配的电气设备，例如选用低损耗节能型变压器、高分断能力断路器、阻燃耐火电缆等，同时结合建筑功能与运行环境，针对性选择设备型号，避免设备与系统不匹配导致的运行隐患。此外，可引入 BIM 技术进行三维建模与仿真分析，模拟电气系统运行状态，提前发现设计缺陷并优化，进一步提升设计的科学性和合理性，从源头保障电气系统的可靠性。

4.2 强化设备质量管控

强化设备质量管控是提升电气系统可靠性的核心环节，电气设备作为系统运行的核心载体，其质量和性能直接决定了系统的稳定运行水平，需从设备采购、安装、验收及后期预防性维护等全流程入手，构建全方位的质量管控体系，确保设备质量达标。采购环节，建立严格的设备采购审核机制，明确设备采购标准和质量要求，选择资质齐全、信誉良好、行业口碑佳的供应商，优先选用知名品牌、通过国家质量认证的电气设备，坚决杜绝为控制成本而选用低价劣质设备；采购过程中，安排专业技术人员全程参与，加强设备质量检验，对设备的规格、性能、材质、出厂检测报

告等进行全面核查,确保设备符合设计要求和相关规范标准。安装环节,严格按照设计规范与施工标准进行操作,加强对电缆敷设、设备接线、接地装置、绝缘处理等关键环节的质量控制,聘请专业的施工团队,避免安装不规范导致的接触不良、绝缘损坏、接线错误等问题,确保设备安装质量。验收环节,建立完善的验收标准和流程,组织专业技术人员、设计人员、施工人员共同参与验收,对电气设备的安装质量、性能参数进行全面检测和试运行,确保设备安装合格、运行正常后,方可投入使用。此外,定期对设备进行预防性试验和状态检测,建立设备运行台账,及时发现设备潜在隐患,提前进行维护和更换,避免设备故障扩大,延长设备使用寿命,保障电气系统长期稳定运行。

4.3 完善运维管理体系

完善运维管理体系是保障电气系统长期可靠运行的关键,再好的设计和优质的设备,若缺乏科学规范的运维管理,也会逐渐丧失原有性能,增加故障发生概率,因此需从管理制度、人员素质、技术手段三个方面入手,构建完善的运维管理体系。首先,建立健全运维管理制度,明确运维部门和人员的职责分工,制定详细的巡检周期、维护内容和操作规范,编制设备巡检记录表、故障处理流程和维护台账,确保运维工作规范化、标准化;定期对电气系统进行全面巡检,重点检查设备运行状态、线路连接情况、保护装置有效性、接地系统完整性等,及时排查故障隐患,建立隐患台账,实行闭环管理,确保隐患及时整改到位。其次,加强运维人员专业培训,定期组织开展电气专业知识、设备操作技能、故障排查方法、应急处置流

程等培训,邀请行业专家进行现场指导和授课,提升运维人员的专业素质和应急处置能力,确保运维人员能准确判断设备运行状态、快速排查和处理设备故障,避免因操作不规范引发新的故障。最后,引入智能化运维技术,在电气设备和线路上安装智能监测终端与监控系统,实时采集设备运行参数、线路温度、电压电流等数据,通过云平台进行数据分析、趋势预判和故障预警,实现故障早期诊断、精准定位,减少人工巡检工作量,提高运维效率,缩短故障停机时间,进一步提升电气系统的可靠性和安全性,保障高层建筑电气系统持续稳定运行。

5 结论

高层建筑电气系统设计与可靠性直接关系到建筑的安全运行、使用体验与经济效益,是高层建筑建设与运维的核心内容。本文通过对高层建筑电气系统设计要点、可靠性影响因素及提升策略的深入研究,得出以下结论:供配电系统、电气照明系统、消防电气系统是高层建筑电气设计的核心要点,需结合建筑功能与负荷特点,进行科学设计、规范配置;设计不合理、设备质量不达标、运维不到位是影响电气系统可靠性的主要因素,三者相互关联、相互影响;通过优化设计方案、强化设备质量管控、完善运维管理体系,能够有效提升高层建筑电气系统的可靠性,减少故障发生概率,保障系统安全、稳定、高效运行。未来,随着智能化、信息化技术的发展,可进一步将人工智能、数字孪生等技术应用于高层建筑电气系统设计与运维中,实现系统的智能化监测、精准化运维,推动高层建筑电气系统向更安全、更可靠、更节能的方向发展。

参考文献:

- [1] 林巨鹏.超高层建筑电气系统设计要点分析[J].建筑技术开发,2020,47(16):24-25.
- [2] 冯伟恩.超高层建筑电气设计要点分析[J].通讯世界,2019,26(07):318-319.
- [3] 王守龙,贾夫银.多数据融合下的高层建筑消防电气系统应急电力保障系统[J].电气技术与经济,2025,(09):158-161.
- [4] 张梦娇.谐波治理技术在高层建筑电气系统中的应用[J].电气技术与经济,2025,(06):135-137+140.
- [5] 徐炳祥.高层建筑电气系统低压配电设计[J].光源与照明,2022,(10):207-209.