

装配式住宅建筑电气设计要点研究

徐黎鹏

(深圳市光明人才安居有限公司, 广东 深圳 518000)

摘要 装配式住宅凭借其工业化生产、标准化设计、快速施工等优势, 已成为建筑业发展的重要趋势。电气系统作为装配式住宅的重要组成部分, 其设计质量直接影响居住环境的舒适性、安全性和智能化水平。本文从电气管线敷设、配电系统、照明系统、智能化系统集成、防雷与接地系统等方面探讨了装配式住宅电气设计的关键点, 并结合工程案例, 分析了设计优化的效果。研究表明, 合理优化电气管线布置、提高照明能效、强化防雷接地等措施, 可显著提升装配式住宅电气系统的性能, 旨在为推动装配式建筑高质量发展提供参考。

关键词 装配式住宅; 电气设计; 管线敷设; 照明节能; 防雷接地

中图分类号: TU85

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0094-03

装配式建筑以其标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修等特点, 代表了现代建筑业发展的方向。在装配式住宅中, 电气系统承担着配电、照明、智能化控制等重要功能, 其设计水平直接关系到建筑的品质和性能。传统现浇建筑的电气设计已不能完全适应装配式住宅的要求, 亟需探索适合装配式建筑特点的电气设计方法。本文从装配式住宅电气系统的关键设计点切入, 并结合实际工程案例, 分析装配式建筑电气设计的优化策略。

1 装配式住宅电气系统设计关键点

1.1 电气管线敷设优化

电气管线敷设是装配式住宅电气系统施工的重点和难点。由于装配式住宅大量采用预制构件, 电气管线需与预制构件相匹配, 减少现场开槽、叠合板斜孔的数量, 尽可能实现管线分离。合理的管线敷设优化, 不仅能提高施工效率, 减少材料损耗, 还能方便后期维护检修。常用的管线敷设优化方法包括利用吊顶空间、墙体预埋薄壁管、分区设置电气竖井、公共区域明敷线槽等^[1]。在具体设计时, 应充分考虑建筑平面布局、结构形式、装修方案等因素, 因地制宜地选择敷设方式, 并做好与土建、给排水等专业的协调, 预留必要的管线空间。

1.2 配电系统设计要点

配电系统是装配式住宅电气系统的核心, 其设计的可靠性和安全性直接关系到住户的用电质量。装配式住宅的配电设计除应满足《住宅建筑电气设计规范》JGJ/T 402等现行标准的基本要求外, 还应注重标准化、模块化的设计理念, 提高设备选型的通用性, 便于工

厂预制和现场装配。配电系统的设计要点包括合理布置配电室、优先选用成套预制配电箱、提高系统的自动化智能化水平、重视供电可靠性、加强电能质量治理等。尤其是在选择智能配电箱时, 应兼顾测量、控制、通信等功能的需求, 宜具备故障定位、负荷管理、谐波监测等智能化功能。在负荷容量允许的条件下, 可采用母线槽代替传统的电缆桥架, 节约管线空间。

1.3 照明系统设计与节能措施

照明是住宅电气的常见负荷, 直接影响居住视觉环境的舒适性。在满足照度、显色性等视觉要求的基础上, 现代住宅照明设计日益重视节能环保。装配式住宅的照明设计首先应做好自然采光利用, 通过合理布置外窗、天窗、明堂等提高采光效果, 减少人工照明的需求。在人工照明设计中, 应因空间功能、视觉任务等差异合理确定照度标准, 并优先选用LED等高光效光源^[2]。通过灯具配光设计与空间几何匹配, 在满足面照度均匀性的同时, 避免眩光等光污染。在公共区域, 宜采用智能照明控制系统, 通过情景控制、人体感应控制、自然光补偿控制等策略, 在满足使用需求的同时最大限度节约照明用电。智能照明控制系统还能通过数据采集与分析优化系统运行参数, 发挥节能增效的潜力。

2 装配式住宅防雷与接地系统设计

2.1 防雷系统设计要点

我国幅员辽阔, 各地雷电活动参数存在显著差异, 装配式住宅的防雷设计应因地制宜。设计时应先查明工程所在地的雷电活动参数, 如地闪密度、雷暴日数等, 再确定建筑物的防雷类别。当建筑高度超过周围地物

或山体时,防雷等级应适当提高。装配式住宅常采用钢筋混凝土结构,可利用建筑结构内的钢筋作为天然接闪器和引下线,通过焊接紧固连接形成防雷网络^[3]。预制构件常采用预留预埋的方式预先布置防雷导体。对于建筑突出屋面的高大构筑物,如水箱、电梯机房、避雷针塔等,应单独设置避雷带,并与主体防雷系统等电位联结。防雷系统应定期检测接地电阻,必要时应增设人工接地极。

2.2 接地系统优化设计

接地是电气安全的基础,直接关系到人身和设备的安全。装配式住宅的接地系统设计应严格执行《建筑物防雷设计规范》GB 50057、《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 等标准。考虑装配式结构的特点,住宅接地体首选利用建筑物基础钢筋笼,可靠焊接形成封闭回路。对于高层建筑,尚需在不同高度设置水平环形钢筋,增加接地体的横向连通性。预制外墙体宜预留接地螺栓,用于和结构钢筋、外墙金属构件的电气连通。当基础钢筋未能满足接地要求时,应增设射线状人工接地极,如钢板、角钢等。工作接地和保护接地应分别设置接地汇集箱,采用专用接地线与接地体连接。对于弱电机房、管井等电位差较大的场所,应做好等电位联结。

2.3 等电位联结的实现方法

等电位联结是消除电气设备和相关金属物体之间电位差,防止间接接触电击伤害的有效措施。在装配式住宅中,预制构件内的钢筋可作为良好的等电位连接体。施工时应注意保证预制楼板钢筋网的焊接质量,确保连续可靠。预制阳台、空调板等突出构件应通过可靠导电连接件与主体钢筋等电位联结^[4]。给水管、燃气管道等市政管线引入时,应在公共区域内做等电位联结,并预留检测端子。对于装配式外墙体常见的金属门窗、栏杆、雨棚等带电可能的金属构件,应采取可靠的电连接措施,并与室内接地母线等电位联结。在有浴室的住宅,应额外在浴室等使用容易受潮环境中设置局部等电位联结。

2.4 电涌保护系统的设置要求

对于电源系统,总配电箱处的一级 SPD 选用标称放电电流 I_n 不小于 30 kA (10/350 μ s) 的 B 级电涌保护器。每个供电配电箱应设置二级 SPD,标称放电电流 I_n 不小于 5 kA (8/20 μ s)。重要负载回路或长距离供电回路(如电梯、水泵等),宜在现场就近再装设三级 SPD,标称放电电流可选用 1.5 kA (8/20 μ s)。通信系统、监控系统线路引入建筑时,信号防雷箱内应设置二级电涌保护器,其参数应满足监控设备的耐水水

平。重要通信线路端口处,宜增加三级电涌保护器。

在实际设计中,装配式住宅的电涌保护器应尽量靠近被保护设备,且避免与其他金属构件形成回路。电涌保护器的接地线应做到短、直、粗,接地点宜就近连接至环形等电位联结体。为了便于维护检修,电涌保护器前端应设置专用的隔离开关或熔断器。对于预制外墙体的强弱电预留孔洞,应采取屏蔽或密封措施,必要时可在孔洞处加装管状 SPD。

3 工程案例

3.1 工程概况

某装配式住宅小区位于上海市郊,占地面积约 10 万平方米,由 11 栋 18 层装配整体式混凝土结构高层住宅和 1 栋 2 层现浇框架结构地下车库组成,地上总建筑面积 30 万平方米,地下车库建筑面积 3 万平方米。小区住宅均为精装交付,全部采用钢筋混凝土装配整体式结构,预制率达到 50%。住宅建筑设计执行绿色建筑二星级标准,对节能、环保、舒适性提出了较高要求。

3.2 电气设计方案

小区住宅的电气设计以舒适性、安全性、节能性为目标,在设备选型、系统架构、施工工艺等方面进行了优化。小区采用一级负荷供电,设置 1 座总配电所,11 台箱式变压器,容量均为 800 kVA。在用电力负荷较为集中的地块设置分配电所。配电所内采用 GCS 型低压抽出式开关柜,实现一机一柜。住宅单元采用“三级配电两级计量”的供电方式,即总配电所至分配电所、分配电所至住宅楼、楼层至户内为三级配电,而住宅楼至楼层、户内为两级计量^[5]。低压配电系统的架空线路采用电缆,直埋线路采用铠装电力电缆。

在建筑内部电气设计方面,通过科学合理的管线布置方案,满足预制施工要求。首先是提高电气与土建的协同,优先利用预留预埋技术布置管线。在叠合楼板内预埋套管,用于穿越楼板的立管和支管。同时,合理利用吊顶、内隔墙等空间布置管线,减少线管开槽,实现强弱电分离。电气竖井内管线竖向敷设采取桥架和金属线槽,尽量减少敷设电缆数量,缩短电缆长度。对公共空间照明,采用分区控制,降低不必要的照明能耗。在住户家中,采用一户一箱的配电方式,由强电箱直接控制各房间的照明和电器回路。同时通过智能化的用电管理系统,实现用电安全管理、电量采集、负荷控制等功能。

在满足日常生活用电的基础上,小区充分考虑了智能化系统的接入。系统采用分布式架构,各子系统既能独立运行,又通过总线互联,实现系统集成。在

小区出入口、重点区域设置智能安防系统,包括车辆车牌识别系统、人脸识别系统、视频监控系统等。住宅单元门口和楼层均配备可视对讲系统。住户家中配备了包括照明控制、窗帘控制、家电控制等功能的智能家居控制系统,并通过无线路由器接入小区的宽带网络,用户可通过手机APP等多终端实现远程控制。

在防雷接地系统设计中,小区内建筑物均设置了独立避雷针,并利用钢筋混凝土结构内钢筋作为接闪器和引下线。住宅单元每层的钢筋水平钢筋焊接成网,垂直钢筋可靠连接,形成防雷导体网络。在屋面女儿墙、阳台、外墙等部位预留检测端口,定期测量接地电阻。小区内形成完整的防雷系统,各建筑物之间通过总等电位联结汇集,最终与总接地极连通。接地极采用垂直钢板和环形体共用接地的形式,有效降低了接地电阻,提高了接地可靠性。

在电气设备安装和调试阶段,通过BIM技术进行碰撞检查,减少管线与土建、给排水等专业的冲突。吊顶内管线安装采用“一次成型”的方式,管线固定牢靠,便于后期装修。在强电与智能化系统调试过程中,对预制构件内预留的导线、信号线进行连续性检查,确保接口的正确对接。通过对系统反复调试和试运行,及时优化系统参数,满足使用要求。

3.3 施工难点及解决措施

1. 加强设计深化,提高预留预埋位置精确度。充分利用BIM等数字化技术,对管线综合进行碰撞检查,形成精准的预留预埋方案,严格控制预制构件生产偏差,确保管线型位正确。

2. 合理安排施工工序,防止构件吊装碰撞管线。在预制构件吊装前,对外露管线端部采取成品保护,避免磕碰变形。在吊装过程中,需专人指挥,缓慢就位,调整平稳。构件吊装完成后,及时检查管线完好情况,发现问题及时处理。

3. 因地制宜地选择管线连接方式,化解施工空间限制。管线连接应尽量采取免锡免焊工艺,热熔对接、冷接、卡套连接等均是较好的选择。在线盒、接线盒等处预留检修口,必要时分段验收。对接触不良、虚焊等质量缺陷,通过红外测温等方法排查,及时返工。

4. 加强施工组织管理,提高工效。合理划分施工区段,实行流水施工。加强施工作业面的平整与洁净,为机械化施工创造条件。做好技术交底和方案交底,提高一次施工合格率。

3.4 设计优化效果分析

通过对小区电气系统的优化设计,取得了良好的工程应用效果。主要体现在以下几个方面:

1. 预制率明显提升。通过管线预留预埋等措施,小区住宅电气管线预制率达到60%以上,较常规住宅提高20%,有效减少了现场湿作业,工期缩短10%。

2. 能耗水平显著降低。得益于分区控制照明、智能化用电管理等节能措施,小区住宅人均日耗电量低于4度,与同类住宅相比节电30%以上。

3. 电能质量稳步提高。通过无功就地补偿、谐波治理,小区供电系统的功率因数均在0.9以上,电压合格率达到99%,各项电能质量指标满足标准要求。

4. 智能化体验不断升级。基于信息化、自动化技术的智慧社区管理系统有效提升了物业管理效率,业主通过手机APP即可实现家居设备的远程控制,提高了居住便捷性和安全性。

5. 防雷效果持续稳定。通过完善的防雷接地系统设计,并定期检测,运行5年来小区各建筑物均未发生雷击事故,避雷器动作次数明显低于周边建筑群。

小区的电气系统设计理念和实施效果得到了同行和业主的广泛认可,为装配式住宅电气设计积累了宝贵经验。随着装配式建筑的不断发展,电气设计也将进一步与之深度融合,不断优化设计方案,创新施工工艺,提供更加节能、环保、智慧的现代化居住环境,推动我国建筑产业的转型升级。

4 结束语

本文基于工程实践,全面分析了装配式住宅电气设计的关键环节,包括电气管线布置、配电系统架构、照明节能设计、智能化系统集成、防雷接地等,并通过具体案例论证了设计优化的可行性和有效性。在装配式建筑日益兴起的今天,做好与之相匹配的电气设计至关重要。设计应以建筑功能需求为基础,以施工便利性为依托,以节能增效为目标,协同推进电气与土建、智能化与信息化的深度融合。

参考文献:

- [1] 邹世华,许阳,刘文强,等.基于BIM的装配式住宅建筑装修一体化设计研究[J].居业,2024(04):129-131.
- [2] 刘长泉.装配式住宅建筑电气设计方法及发展[J].建筑与装饰,2024(10):22-24.
- [3] 肖荣.装配式建筑电气设计优化探究[J].广东建材,2024,40(06):96-99.
- [4] 刘爱平.装配式住宅建筑电气设计方法研究[J].广东建材,2023,39(07):66-69.
- [5] 黄臆涟,罗飞,朱迪.预制装配式建筑的设计要点研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(02):63-66.