

住宅小区建筑电气工程设计要点分析

段帅刚

邯郸汇胜工程设计有限公司 河北 邯郸 056001

摘要：居民生活品质提升与智能化技术普及，使住宅小区建筑电气工程成为保障居住舒适与安全的核心基础设施，其设计质量关乎供电稳定性、能源利用效率及居住体验。本文聚焦该电气工程设计，从设计基础、供配电、照明、防雷与接地、智能化五大维度，梳理各环节要点。通过明确设计原则与范围，剖析负荷计算、节能照明等关键技术并提出优化方案，为工程设计人员提供实操指导，推动设计向安全可靠、节能高效、智能便捷发展，助力打造高品质居住环境。

关键词：住宅小区；电气工程设计；供配电系统；照明系统

引言：在城市化进程加速与居民生活品质追求提升的当下，住宅小区作为居民生活的重要载体，其建筑电气工程设计的重要性日益凸显。电气工程不仅关乎小区的供电稳定性与能源利用效率，更直接影响居民的居住安全与便捷体验。然而当前设计领域仍存在标准执行不严谨、系统协同性不足等问题，本文立足实际需求，深入剖析住宅小区建筑电气工程设计的要点，为打造高品质居住环境提供理论支撑。

1 住宅小区建筑电气工程设计基础

1.1 电气设计基本原则

住宅小区电气工程设计遵循安全、可靠、节能、经济原则。安全是首位，要严格依《低压配电设计规范》等国标设计，合理设置漏电、过流保护装置，优化线路绝缘，规避触电、电气火灾风险。可靠要求保障电力持续供应，对电梯、消防等关键负荷构建冗余供电回路。节能要贯穿全程，优先选LED照明、高效变压器等节能设备，用智能控制技术降耗。经济是在满足功能前提下，优化设备选型与线路布局，防止过度设计致成本浪费。

1.2 设计范围与内容

住宅小区电气工程设计范围涵盖居民生活与公共服务全场景，核心含四大系统及配套设施。供配电系统负责电力输送，包括负荷计算、变压器选型、线路敷设等；照明系统分住宅室内、公共区域和景观照明，满足不同光照需求；防雷与接地系统构建防护体系，保障设备免遭雷电危害；智能化系统整合安防、门禁、能耗管理等功能，提升居住便捷性^[1]。配套设施含机房规划、管线预埋、应急供电系统建设，管线敷设需多专业协同，应急系统保障突发停电时关键设施正常运行。

2 住宅小区供配电系统设计要点

2.1 负荷计算与变压器选型

负荷计算是供配电系统设计的基础，直接决定供电容量与设备选型，需采用“需要系数法”精准核算。居民住宅负荷按户型分类计算，小户型（ $\leq 90\text{m}^2$ ）按6-8kW/户标准，大户型（ $> 144\text{m}^2$ ）提升至10-12kW/户，同时考虑空调、电热水器等大功率设备的同时使用系数（取0.4-0.6）。公共区域负荷涵盖电梯、水泵、安防设备等，按设备额定功率与运行时间确定，消防负荷需单独列出并保障一级供电。基于总负荷计算结果选型变压器，容量需预留10%-20%余量应对未来增长，优先选用S14系列低损耗节能变压器。变压器安装位置应靠近负荷中心，如小区中部区域，缩短供电半径以减少线路损耗，提升供电效率。

2.2 供电电源与负荷等级

供电电源与负荷等级需结合小区规模及城市电网规划确定。二类高层住宅小区（ $27\text{m} < H \leq 54\text{m}$ ），其电梯、排水泵、生活给水泵、走道及楼梯照明、智能化系统机房、安全防范系统为二级负荷；一类高层住宅小区（ $H > 54\text{m}$ ），其走道及楼梯照明为二级负荷、电梯、排水泵、生活给水泵、智能化系统机房、安全防范系统为一级负荷；除上述一级负荷和二级负荷以外的用电负荷均为三级负荷。三级负荷可采用单路10kV电源供电；一、二级负荷必须采用双路10kV电源“一用一备”，配置自动切换装置，保障供电连续性。外部接入电源统一采用10kV等级，内部配电采用0.4kV/0.23kV三相四线制，满足居民单相用电与公共区域三相用电需求。电源接入点由供电部门现场勘查确定，接入线路优先采用电缆直埋敷设，避免架空线路影响小区景观与安全。同时需配备应急供电系统，采用柴油发电机或EPS应急电源，保障消防泵、应急照明等关键负荷的应急供电^[2]。

2.3 配电系统结构优化

配电系统结构优化以“可靠高效、便于管理”为目标,采用“放射式与树干式结合”的混合模式。居民住宅用电采用放射式供电,从小区配电房引出独立回路至每栋楼的配电箱,实现各楼栋电力供应独立控制,避免单栋楼故障扩散影响其他区域。公共区域分散负荷如楼道照明、景观灯等采用树干式供电,通过主线路串联多个负荷点,简化线路布局降低成本。线路敷设需根据场景选择方式,地下车库与设备机房采用电缆桥架敷设,便于检修;室外线路采用直埋敷设并做好防腐处理;住宅室内线路穿PVC管暗敷,避免后期装修破坏。配电系统中需配置无功补偿装置,通过并联电容器组提高功率因数至0.9以上,降低电网损耗。

2.4 电能计量与管理

电能计量与管理系统需实现精准计量、分类核算与智能管控。居民用电严格执行“一户一表”制度,选用具备远程抄表、过载报警、数据上传功能的智能电表,集中安装于楼栋一层的电表箱内,便于维护与管理。智能电表通过电力载波技术接入小区电能管理平台,实现用电数据自动采集、统计分析与费用核算,彻底取代人工抄表,减少误差与人力成本。公共区域用电按功能分类计量,电梯、水泵、景观照明等分别接入专用电表,计量数据作为物业费分摊的依据。电能管理平台具备实时监测、异常预警功能,管理人员可远程查看各区域用电数据,识别高能耗环节;居民则可通过手机APP查询用电明细、在线缴费,提升用电服务体验。

3 住宅小区照明系统设计要点

3.1 照明分类与标准

住宅小区照明系统按使用场景分为住宅室内、公共区域、景观照明三类,设计需严格遵循国家《建筑照明设计标准》。住宅室内照明采用“主照明+辅助照明”的分层设计,客厅主灯选用吸顶灯或吊灯,照度控制在100-150lx,辅以壁灯、落地灯满足局部照明需求;卧室采用可调光吸顶灯,照度75-100lx,床头设置可调节台灯方便阅读;厨房、卫生间选用防水防雾灯具,照度分别不低于150lx、100lx。公共区域照明中,楼道与电梯厅采用人体感应式灯具,照度30-50lx;地下车库采用均匀布灯方式,照度保持50-75lx;小区主干道照明采用高杆灯,照度15-20lx,支路采用庭院灯,照度10-15lx。景观照明照度控制在5-10lx,避免强光污染。

3.2 节能设计措施

照明系统节能设计需从光源选型、控制方式、能源利用三方面协同推进。光源选用上,全面采用LED节能灯具,其光效可达100lm/W以上,较传统白炽灯节能70%

以上,寿命延长5-8倍;公共区域与景观照明优先选用低功耗LED产品,进一步降低能耗。控制方式上,公共区域推行“人体感应+光控”双重控制,楼道灯在光线昏暗且有人活动时自动点亮,人离开后延时30秒关闭;地下车库采用分区感应控制,仅点亮有人车活动区域的灯具。能源利用上,充分挖掘自然光源,户型设计优化窗户尺寸与朝向增加采光;景观照明与部分公共区域采用太阳能LED灯具,通过太阳能电池板吸收光能转化为电能,实现能源自给,减少电网供电压力。

3.3 特殊场景照明设计

特殊场景照明设计需结合使用功能聚焦安全与实用。地下车库照明采用“主照明+诱导照明”组合模式,主灯选用宽光束角LED面板灯沿车道布置,诱导灯安装在通道两侧及转弯处,通过箭头标识指引方向;车库入口与出口设置过渡照明区域,避免光线突变影响驾驶视线。消防通道照明必须符合消防规范,采用应急照明灯具,平时与正常照明联动,突发火灾时自动切换为应急模式,照度不低于5lx,灯具表面标注红色“消防应急照明”标识,明确通道位置^[3]。老年活动中心照明选用防眩光LED灯具,照度提升至150-200lx,减少视觉疲劳;儿童游乐区采用柔和暖光灯具,安装高度不低于2.5m,采用防碰撞外壳设计,防止儿童意外受伤。

4 住宅小区防雷与接地系统设计要点

4.1 防雷等级划分

防雷等级划分需依据《建筑物防雷设计规范》,结合建筑长度、宽度、高度、及年平均雷暴日数综合确定年预计雷击次数。年预计雷击次数大于0.25的住宅建筑应按不低于第二类防雷建筑物考虑防雷措施;其他可能发生地闪地区的住宅建筑,应按不低于第三类防雷建筑物考虑防雷措施。对于多栋住宅组成的小区,需按单栋建筑的年预计雷击次数分别定级,不得统一按最低标准设计。等级确定后需在设计文件中明确标注,一类防雷建筑需设置独立接闪杆,二类与三类可采用屋顶避雷带,确保防雷措施与建筑防雷等级匹配。

4.2 内部防雷设计

内部防雷设计核心是防止雷电感应与雷电波侵入,通过屏蔽、等电位连接、浪涌保护构建三重防护体系。屏蔽防护利用建筑钢筋混凝土结构中的钢筋作为自然屏蔽层,确保楼板、墙体钢筋可靠连接,形成完整的法拉第笼;地下车库、设备机房的电气管线采用金属桥架敷设,增强对雷电电磁脉冲的屏蔽效果。等电位连接将建筑内金属构件、设备外壳、管线等通过导体连接成等电位体,消除电位差引发的电击风险;卫生间、厨房等潮

湿区域设置局部等电位端子箱，将金属水管、散热器等设施可靠连接。浪涌保护在供电与智能化系统关键节点安装浪涌保护器（SPD），如配电房变压器低压侧、住户配电箱、安防设备前端等，雷电波侵入时迅速导通泄流，保护电气设备^[4]。

4.3 接地系统设计

接地系统设计采用共用接地装置，整合保护接地、工作接地、防雷接地等功能，确保接地电阻满足各系统要求。共用接地装置由垂直接地体、水平接地体、接地干线组成，减少占地面积与工程成本，同时避免不同接地系统间的电位差。垂直接地体选用直径50mm、长度2.5m的热镀锌钢管，间距5m均匀布置；水平接地体采用40mm×4mm热镀锌扁钢，与垂直接地体通过焊接连接形成环形接地网，埋设深度不小于0.8m，避开地下管线与电缆。接地电阻需满足各系统最小值要求，当防雷接地 $\leq 10\Omega$ 、保护接地 $\leq 4\Omega$ 、智能化系统接地 $\leq 1\Omega$ 时，共用接地装置的接地电阻需控制在1 Ω 以内。接地干线采用50mm×5mm热镀锌扁钢沿外墙敷设，确保连接可靠、导电性良好。

5 住宅小区智能化系统设计要点

5.1 智能化系统架构

住宅小区智能化系统采用“三层架构、集中管理”模式，含感知层、网络层与应用层。感知层是数据采集终端，由安防摄像头、人体感应器等多种设备构成，能实时采集小区安防、环境等各类数据，为系统运行提供支撑。网络层负责数据传输，采用“有线+无线”混合架构，光纤与以太网传输高清视频等大容量数据，WiFi、ZigBee等无线技术连接智能家居终端，保障数据传输高效稳定。应用层是核心，整合安防监控、智能门禁等子系统，对传输数据进行处理分析，实现智能化服务与管理，形成完整的“采集-传输-应用”闭环。

5.2 子系统设计要点

智能化各子系统设计注重实用、便捷与安全可靠。安防监控子系统在关键位置装高清红外摄像头，24小时无死角监控，有移动侦测、夜视功能，异常情况自动报警并推送信息。智能门禁子系统采用三重验证，小区和

单元楼门均安装设备，外来人员需住户远程确认进入，系统联动监控记录人员信息。智能家居控制子系统模块化设计，居民可按需选择模块，用手机APP或语音助手远程控制。物业管理子系统实现住户信息管理等功能，支持线上办理，提升管理效率。

5.3 系统集成与数据安全

系统集成与数据安全性是智能化系统稳定运行的关键。系统集成采用统一的通信协议与数据标准，构建小区智能化管理平台，将各子系统接入平台实现数据共享与联动控制。例如，智能门禁检测到异常闯入时，立即联动监控系统聚焦该区域并启动声光报警；物业管理平台通过智能电表数据自动生成电费账单，推送至住户手机。数据安全从传输、存储、访问三个层面保障，传输过程采用SSL加密协议防止数据被窃取或篡改；存储采用云服务器与本地服务器双备份模式，避免数据丢失；访问实行权限分级管理，居民仅能查看自家相关信息，物业管理按职责分配操作权限，同时记录所有访问日志，便于追溯审计，确保系统与数据安全。

结束语

住宅小区建筑电气工程设计是一项系统工程，涉及多专业协同与多环节把控，直接关系到居民居住安全与生活品质。本文从设计基础出发，系统剖析了供配电、照明、防雷接地及智能化系统的核心设计要点，形成了覆盖设计全流程的技术框架。通过科学合理的设计，打造安全、节能、智能、舒适的居住环境，满足居民对高品质生活的追求，推动住宅建设行业高质量发展。

参考文献

- [1] 邵光耀. 住宅小区建筑电气工程设计要点分析[J]. 现代工程科技, 2025, 4(12):65-68.
- [2] 徐桃. 住宅小区建筑电气工程设计技术要点研究[J]. 文渊(高中版), 2021(10): 1259-1260.
- [3] 包凤玲. 建筑电气工程施工中的质量控制及安全管理分析[J]. 中国建筑装饰装修, 2023(01):142-144.
- [4] 任熠. 基于住宅小区建筑电气工程管理的研究[J]. 中华建设, 2022(11):48-50.