

分析室外景观照明电气系统设计常见问题

谭婷婷

广州园林建筑规划设计研究总院有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/ADA.2026010029

摘 要 : 室外景观照明是城市夜景的重要组成部分, 其电气系统设计的合理性与可靠性直接影响照明效果、运行安全及维护成本。文章探讨了当前设计中存在的典型问题, 包括配电系统设计不当、防雷设计考虑不足、电击防护措施缺失、线缆选型与敷设不合理等。所以提出了优化配电架构、强化安全防护、规范线缆工程、提升控制可靠性等解决措施, 并结合实际工程经验给出了具体技术要点, 为提升室外景观照明电气系统设计质量提供参考。

关 键 词 : 景观照明; 电气设计; 配电系统; 电击防护

Analysis of Common Issues in the Design of Electrical Systems for Outdoor Landscape Lighting

Tan Tingting

Guangzhou Landscape Architecture Design and Research Institute Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract : Outdoor landscape lighting is a crucial component of urban nightscapes, and the rationality and reliability of its electrical system design directly impact lighting effects, operational safety, and maintenance costs. This article explores typical issues in current designs, including improper design of the power distribution system, inadequate consideration of lightning protection, lack of electric shock protection measures, and irrational selection and laying of cables. Therefore, it proposes solutions such as optimizing the power distribution architecture, strengthening safety protections, standardizing cable engineering, and enhancing control reliability. Additionally, specific technical points are provided based on practical engineering experience, serving as a reference for improving the quality of electrical system design for outdoor landscape lighting.

Keywords : landscape lighting; electrical design; power distribution system; electric shock protection

引言

在实际工程应用中, 景观照明电气系统设计往往滞后于照明艺术效果的设计, 电气系统存在的诸多问题在运行阶段逐渐暴露, 如配电系统频繁跳闸、防雷设计考虑不足、电击防护缺失导致安全隐患、线路故障率居高不下、智能控制失灵及能耗异常等。这些问题不仅影响照明效果的稳定呈现, 更对公共安全构成威胁, 增加了运维成本。结合工程实践与相关技术规范, 系统梳理室外景观照明电气系统设计中的常见问题, 分析其成因, 并提出针对性的解决措施, 为设计人员提供参考, 促进景观照明工程质量的整体提升。

一、室外景观照明电气系统设计的重要性与特点

(一) 室外景观照明的功能定位与电气系统的支撑作用

室外景观照明不仅承担着夜间照明的基本功能, 更是塑造城市形象、提升公共空间品质、营造夜间氛围的重要手段。随着城市建设水平的不断提升, 景观照明已从单纯的“亮化”向“美化”“文化”“智能化”方向演进, 成为城市夜间经济的重要载体和文化表达的形式之一。一个科学合理的电气系统设计, 能够保障灯具在复杂室外环境中长期稳定工作, 降低故障率, 并为智能控制提供可靠的基础平台。因此, 在景观照明工程中, 电气系统设计绝非附属环节, 而是决定项目成败的关键要素之一, 应当给予与照明效果设计同等甚至更高层次的重视。

(二) 室外环境对电气系统的特殊要求

与室内照明相比, 室外景观照明所处的环境条件更为严苛和复杂, 对电气系统的适应性与耐久性提出了更高要求。首先, 室外环境存在明显的温湿度变化、雨雪侵蚀、紫外线辐射以及温差应力, 要求电气设备具备较高的防护等级和耐候性能, 电气元件在极端天气条件下仍能保持正常工作状态。其次, 景观照明灯具往往分布于广场、绿地、水体周边、桥梁、建筑立面等多种场景, 部分区域存在积水、盐雾、腐蚀性气体等不利因素, 对线缆绝缘、接头防水、接地系统提出了更高要求, 尤其是在沿海地区或工业污染环境中, 防腐设计更显重要^[1]。

(三) 电气系统设计在景观照明全生命周期中的价值

从全生命周期视角审视, 电气系统设计对景观照明工程的影

响贯穿于建设、运营、维护各阶段，其价值体现为全过程的综合效益。在设计阶段，合理的系统架构与设备选型能够减少材料浪费、优化投资成本，避免因设计缺陷导致的后期整改费用；在施工阶段，清晰的配电系统图、准确的线缆敷设路径及节点详图可有效指导施工，减少现场变更与返工，提高施工效率和质量；在运营阶段，良好的电气设计意味着系统具备稳定的电压质量、完善的保护机制和便捷的故障定位能力，可显著降低故障停机时间，保障照明效果的持续呈现；在维护阶段，模块化设计、预留备用回路、规范标识等措施可提升维护效率，延长设施使用寿命，降低全生命周期运维成本。

二、室外景观照明电气系统设计的主要难点

（一）配电系统架构复杂且负荷分散

室外景观照明工程覆盖范围广，灯具点位分散，单条配电回路往往需要带载数十个，且各灯具之间的距离不等，造成线路阻抗分布不均匀，给配电系统的设计带来了巨大挑战。这种分散负荷的特性使得配电系统的设计难度显著增加，设计人员需要在满足供电可靠性的同时兼顾经济性。一方面，长距离供电导致线路压降问题突出，末端灯具的实际工作电压可能远低于额定值，造成亮度不均、色温偏移甚至无法正常启动，严重影响整体照明效果的一致性。另一方面，传统照明配电箱通常集中设置，出线回路众多，若回路划分不合理，会出现某一回路故障导致大片区域熄灭的情况，且故障点难以快速定位，影响照明效果的同时增加了维护难度。此外，景观照明配电系统常面临供电点选择困难的局面，当现场无专用配电房时，需从邻近建筑或市政箱变引接电源，引接距离长、协调难度大，且容易与原有负荷产生相互干扰，引接点本身的剩余容量也需详细核算^[2]。

（二）防雷系统设计的技术难点

室外景观照明电气系统防雷设计存在多项难点。景观灯具多位于空旷草坪、滨水步道或高处，雷击风险较高，但加装传统接闪杆会破坏场地美感。设计师需将接闪器隐藏于现有构筑物或不显眼位置，这给方案构思带来难度。

室外线缆长距离埋地或沿墙敷设时，雷电电磁场会在导线上耦合出过电压，击穿 LED 驱动电源或控制模块。合理选用浪涌保护器的通流容量、保护电平及安装间距十分关键，参数设置不当则保护效果显著下降。

分散布置的灯杆、金属外壳与配电箱接地点之间存在土壤电阻率差异，实现统一的接地电阻值并不容易。各接地装置间距过大会在雷电流泄放时产生电位差，引发反击放电。施工中电缆金属护套、穿线钢管等外露导电部分常出现漏接或螺栓松动，这些隐患难以通过外观检查全部发现。

防雷与配电系统需明确分工。电气与景观、结构专业沟通不足时，易遗漏接地或重复保护。因此防雷设计应从方案延伸至施工图，并保持专业协同，以降低雷击风险。

（三）线缆选型及敷设方式难以满足实际工况

室外景观照明的线缆选型与敷设是电气设计中问题频发的环

节，其缺陷往往在工程投运后逐步暴露，处理难度大、整改成本高。首先是线缆型号选择不当，部分设计未充分考虑室外环境的耐候要求，选用普通 PVC 绝缘线缆，长期暴露于紫外线及温差环境下，绝缘层快速老化、开裂，导致绝缘电阻下降、漏电保护频繁动作，甚至引发线缆短路起火。其次是线缆截面计算不严谨，往往仅依据载流量进行选型，忽视了电压降校核，设计阶段预留的电压降余量不足，给后续扩容改造带来困难。此外，室外照明接线盒数量多、分布散，接头防水处理不到位是造成系统故障的主要原因之一，统计表明，景观照明故障中有相当比例源于接头问题。设计图纸中常缺少详细的接线节点图，现场施工随意性大，接头采用普通绝缘胶带缠绕，未使用防水灌胶盒或专用防水接头，水分渗入后引发接头腐蚀、电阻增大、发热烧毁等故障，造成大面积停电，维修难度极大^[3]。

（四）智能控制系统与电气设备的兼容性与可靠性不足

随着智慧城市建设的推进，室外景观照明普遍集成了智能控制系统，实现远程监控、定时控制、调光控制及场景联动等功能，系统复杂程度显著提升。然而，智能控制系统与前端电气设备之间的兼容性、电磁兼容性 & 供电可靠性问题日益突出，成为影响系统稳定运行的新难点。一方面，部分控制系统采用电力载波通信方式，通信信号在长距离、多分支的线路上衰减严重，且易受变频器、开关电源等设备产生的谐波干扰，导致通信不稳定、控制指令丢失、反馈数据错误，现场经常出现“指令已发、灯具未动”或状态反馈延迟严重的情况。另一方面，控制系统的供电可靠性未得到足够重视，控制器、网关、传感器等关键设备未配置备用电源，一旦市电中断或电压波动，整个控制系统瘫痪，不仅影响照明运行，还导致监控功能失效，故障报警无法上传。

三、室外景观照明电气系统常见问题的解决措施

（一）优化配电系统架构，实现分级分区供电

针对配电系统复杂且负荷分散的问题，应从规划阶段入手，科学划分供电分区，建立清晰合理的配电架构。根据景观照明工程的总平面布局、功能分区及照明负荷分布，合理设置多处配电箱，缩短低压供电半径，将单条回路长度控制在 200 米以内，并优先采用放射式配电为主、树干式为辅的接线方式，确保各回路供电独立性强、故障影响范围可控。对于重要节点、标志性建筑的景观照明，应采用双回路供电或设置备用电源，确保关键区域照明的可靠性，必要时可设置自动转换开关（ATS），实现主备电源的无缝切换。在回路划分时，应遵循“功能分区、回路独立”的原则，将不同功能或不同区域的灯具分开回路供电，避免交叉控制，减少故障影响范围，同时便于分时段、分场景的节能控制。电压降计算应作为选型校核的必要环节，根据实际线路长度、负荷电流及允许压降，合理放大线缆截面，必要时可采用末端电压提升装置或采用分段供电方式，确保末端灯具电压偏差符合规范要求^[4]。

（二）强化防雷设计、电击防护体系，规范接地系统设计

强化防雷与电击防护体系，规范接地系统设计。防雷方面，

将闪电器隐藏于构筑物或不显眼位置，避免破坏景观。针对长距离线缆，合理选用浪涌保护器的通流容量、保护电平及安装间距，防止雷电过电压击穿驱动电源或控制模块。不同接地点间的电位差易引发反击放电，施工中需确保金属护套、穿线钢管等外露部分可靠连接并做等电位联结。电气与景观、结构专业应协同配合，避免遗漏接地或重复保护。电击防护上，室外景观照明统一采用 TN-S 系统，中性线与保护接地线严格分开并保持独立。若采用 TT 系统，则为每个回路或每组灯具设置独立接地极（接地电阻不大于 10Ω ），并配套剩余电流动作保护器（动作电流 $\leq 30\text{mA}$ ，时间 $\leq 0.1\text{s}$ ）。所有金属灯杆、灯具外壳、金属线槽等外露导电部分通过 PE 线可靠接地并形成等电位联结。设计图纸中明确标注接地型式、接地极位置、电阻要求等电位做法及浪涌保护器参数，将防护要求落实到施工。

（三）规范线缆选型与敷设，加强接头防水处理

线缆工程的质量直接决定了电气系统的长期运行可靠性，需从选型、敷设、接头处理三个环节进行全过程管控。在选型方面，室外环境应选用耐候型线缆，直埋敷设宜选用铠装电缆（如 YJV22）或采用穿管保护，电缆绝缘及护套应具备耐紫外线、耐老化性能，对于潮湿、腐蚀性强的区域，可选用交联聚乙烯绝缘、低烟无卤护套的电缆，提升使用寿命。线缆截面选择应综合载流量、电压降、热稳定及机械强度进行校核，对于长距离供电回路，应按允许电压降进行截面放大，必要时分段计算，确保末端电压偏差在规范允许范围内，同时为未来可能的负荷增长预留适当余量。敷设设计应明确敷设方式、埋设深度、保护管材、过路防护等细节，直埋电缆上方应铺设保护板并敷设警示带，电缆与热力管道、燃气管线保持安全距离，穿越道路时应加设钢管保护。接头处理是室外电气施工的重中之重，设计应规定采用专用的防水接头或灌胶式接线盒，严禁使用普通绝缘胶带缠绕。对于水下或高湿度区域的接线，应采用环氧树脂灌封或热缩防水套

管进行双重防护，并在接头外部加装防水保护盒。在图纸中应绘制标准接线节点图，明确各类接线盒的安装位置、防水等级及施工工艺要求，从设计源头控制施工质量，减少现场随意性^[5]。

（四）提升控制系统可靠性，优化信号与电源兼容性

智能控制系统的可靠性需要从供电、通信、兼容性三个维度进行保障，形成稳定、高效的管控体系。控制系统核心设备，确保在市电波动或短暂停电时系统仍能正常运行并维持监控功能，UPS 后备时间应根据实际需求确定。对于采用电力载波通信的系统，应在设计阶段进行通信距离核算，合理设置中继器，并采取滤波措施抑制电源侧谐波干扰，同时确保各节点阻抗匹配，提升通信稳定性。对于分体式调光系统，信号线应与电源线分开敷设，保持一定间距，若条件受限需共管时，应采用屏蔽线缆且屏蔽层单端接地，减少电磁干扰对信号传输的影响。在设备选型上，应确保 LED 驱动器、控制器及调光协议之间的良好匹配，调光范围、响应速度、兼容性需经过实际测试验证，避免不同厂家设备间的兼容性问题。此外，控制系统应具备故障自诊断与报警功能，能够实时监测各回路的运行状态、剩余电流值、温度等参数，并将故障信息上传至管理平台，实现快速定位与处置，缩短故障响应时间。

四、结束语

室外景观照明电气系统设计是一项涉及配电安全、环境适应、控制集成及能效管理的综合性工作。当前设计中普遍存在的配电架构不合理、防雷设计考虑不足、电击防护缺失、线缆工程不规范、控制系统可靠性差及谐波污染等问题，严重制约了照明工程的质量与长效运行。解决上述问题需从系统规划入手，优化配电结构，强化接地保护与等电位联结，规范线缆选型与施工工艺，提升控制系统的供电可靠性与电磁兼容性。

参考文献

- [1] 曹鹏程. 室外景观照明电气系统设计常见问题研究 [J]. 警戒线, 2020(31): 177-178.
- [2] 陈娟. 室外景观照明电气系统设计常见问题探讨 [J]. 数码精品世界, 2021(10): 549.
- [3] 陈杰. 智能照明控制系统在电气照明节能设计中的应用研究 [J]. 中国照明电器, 2026(1): 168-170.
- [4] 王矛. 建筑电气照明系统节能设计研究 [J]. 光源与照明, 2025(4): 47-49.
- [5] 鲁明, 郭思思. 基于电气自动化的智能照明系统设计与控制策略研究 [J]. 中国照明电器, 2025(4): 162-164.