

市政道路电气设计与运行中的安全性及优化策略研究

鲁苹

成都市简州新城投资集团有限公司

摘要: 市政道路电气系统归属城市基建范畴,整体运行状态影响区域公共秩序与路网通行能力。聚焦市政道路电气现存风险,梳理设计、运维两大环节显露的各类问题,配套落实设备选配、供电排布、安防管控等改良举措。结合实际道路电气项目开展研判,印证改良方案对系统运转、风险防控、运维开支起到的实际作用。科学规划与常态化管控可强化道路电气整体状态,为城市交通运转筑牢基础。

关键词: 市政道路; 电气设计; 运行安全; 优化策略; 系统可靠性

DOI: 10.65976/3078-8145.2026.03.008

引言

城市化推进过程里,市政道路电气体系兼顾路面照明、交通信号调控、公共设施供电等多项职能,整体运转状态关联城市交通秩序与日常民生。道路电气设施服役期间,硬件老化、荷载分配失衡、防护配置缺位等状况普遍存在,各类故障与安全隐患随之滋生。只有正视系统运行短板并梳理风险点,才能找到适配的改良方向。剖析市政道路电气从规划搭建到日常运维的全流程,梳理落地性较强的改良思路,为城市道路电气管控工作补充参考思路与实操方向。

1 市政道路电气系统设计的重要性

1.1 市政道路电气系统的基本构成

市政道路电气系统包括多类软硬件设施,涵盖路面照明、电力分配、交通信号管控、监测及通信布线等板块。路灯、调控装置、配电箱体、感应器件共同组成路面照明体系,点位排布结合道路规格、通行车速与行人出行需求规划。供电主干线、分支线路搭配配电箱体完成电能输送,配套设置过载、短路防护模块保障供电常态。信号灯、感应设备、控制柜及监测装置组成信号管控单元,依托实时数据完成车流调配。光缆、低压线缆结合无线传输模式搭建通信监测网络,支撑远程查看与远端操控功能。综合管控平台串联各个分支模块,统筹数据交互与电力调配,让整套电气设施适应复杂交通场景,运转状态保持平稳,后期检修与功能拓展也更为便捷。

1.2 电气设计对道路运行安全的影响

电气设计左右道路运行安全与运行状态。规整排布供电线路可规避局部过载、电压波动问题,降低设备故障与交通意外发生概率。照明布设改变驾驶员可视范围与行人识别效果,匀光处理、防眩光设置可压低夜间交通意外出现可能。信号控制系统电气布设把

控探测元件灵敏程度与指令反应速率,杜绝信号滞后、设备异常引发的车流阻滞与车辆相撞问题。监控通信配套电气布设支撑系统完成交通核心数据的采集与传送,完成交通异常情况的快速处置^[1]。规范接地处理、防雷手段、过流防护举措可阻挡电气意外侵害道路设施,保障公众人身安全。整套布设兼顾基础使用效能,考量系统备用空间与应急处置能力,应对突发状况时维持道路正常通行状态。

1.3 加强安全设计的现实意义

安全设计是维系道路电气设施运转的技术准则,也为公共安全、社会秩序筑牢基础。高密度城市道路内部管线交错,可用空间较为局促,电气系统规划疏漏会引发线路互相干扰、电压异动或是设备损毁。落实安全设计可压低设备故障频次,强化系统运转状态,缩减运维开支与事故带来的损耗。暴雨、雷电等恶劣天气环境下,布设防雷、防潮及备用供电结构,能防护电气设施不受损毁,维持道路照明、交通信号不间断运转。科学规划安全设计可推动电气系统走向智能管控与信息管理,道路运营方依托监测、数据研判排查隐患,落实防控手段,让整套电气系统长期平稳运转。

2 市政道路电气设计中存在的主要安全问题

2.1 供电线路布局不够合理

供电线路排布存在缺陷,主干与分支线路规划缺少整体思路,走线扎堆或是交错繁杂,局部承载压力超标,进而出现电压起伏、供电中断现象。城市道路场景繁杂,地下管线排布密集,规划阶段忽视负荷分布与备用通路,会加大线路能耗,削弱系统运转稳定性。线缆间距、架设高度、分支点位设置脱离道路等级、车流状况及现场环境,外力破坏、线路短路出现后故障切断流程受阻,各类事故发生概率随之上升。线路标识划分不清、回路管控缺少独立标准,检修、

线路扩容环节易出现操作偏差,引发电气问题或是设备损毁。各类问题扰动供电状态,也会阻碍道路照明、交通信号平稳运转,设计环节需结合道路用途与现场环境完成线路统筹规划。

2.2 电气设备选型缺乏针对性

电气设备选配和道路场景、负荷特征不相契合,系统安全水平与运转效率随之下降。开关、配电柜、防护器件未结合实际电压、负荷波动与环境耐受能力选用,过载、升温过快、绝缘层老化等问题频繁出现。柜体材质与通风结构存在短板,高温、雨雪天气里局部温度异常,防护器件出现误触发或是部件损毁。电缆规格、布设长度和实际负荷不相适配,电压出现回落,能源消耗有所增加。交通信号、照明相关器材品级不达标,遭遇雷击、线路短路等状况便会失灵损毁,路面通行风险有所上升。设备选配未结合现场实际,系统扩容与智能改造受到制约,整套电气设施的运行状态与维保效率受到影响。

2.3 接地与防雷保护措施不完善

接地与防雷体系存在疏漏,道路电气设施遭遇雷击、浪涌、线路短路时会承受超标电压,部件发生损毁,人员安全也会受到威胁。接地电阻不符合标准、回路规划存在偏差,电流疏导分布失衡,局部温度异常升高,元器件被击穿失效。防雷构件布设欠缺考量,接闪器防护范围不足,引下线截面、接地节点规格偏小,雷电能量难以顺利疏导,精密设备随之受损^[2]。道路区域内金属构件、灯杆、监控设备易引落雷击,未设置等电位连接与屏蔽结构,电磁感应、雷击波会顺着线路蔓延至整套系统,信号调控与电力输送失去平稳状态。防雷接地环节存在的各类问题,加大日常维保开展难度,运行过程中突发断电、设备故障等状况,市政道路电气体系的平稳运转面临显著隐患。

3 市政道路电气运行中的安全隐患分析

3.1 设备老化导致运行故障增加

设备长期运转受外界环境与持续荷载作用逐步出现老化,电缆绝缘层、开关器件、接线端以及控制器内部构件都会产生磨损、氧化、疲劳损耗。老化状态改变设备原有电气性能,还会造成供电不稳、信号中断、防护器件错误触发。电气系统频繁启停,再叠加潮湿、积尘等外界条件,老化进程持续加快,线路阻抗随之上升,继电器、断路器触点接触效果变差,滋生短路、漏电、指令滞后等问题。搭载传感部件与数据采集终端,持续监测电压、电流及器件工况,捕捉异常迹象开展检修,削减设备老化诱发的道路电气故障与安全隐患。

3.2 负荷分配不均影响系统稳定

市政道路电气系统负荷分配失衡,部分线路与配电箱承载荷载超标,其余设备利用率偏低,造成局部电压跌落、供电工况失衡。长期负荷分配失衡会催生设备升温、绝缘老化等问题,加速电气元器件损耗,提升短路、过载、供电中断的发生概率^[3]。交通高峰时段信号调控与照明设备荷载集中,分支回路与备用线路规划不足,系统整体稳定性会大幅降低。动态追踪荷载波动,持续采集各回路电流、电压、温度数据,可精准定位超载区段与潜在故障点位,优化荷载调配模式,提升整套系统的运行稳定性与安全保障能力。

3.3 日常维护管理不到位

电气系统平稳运转依托常态化维保与台账管理,维保工作缺位或落实不到位,潜藏故障会长期留存。线路、开关设备、接地设施及报警装置未按标准巡检,磨损、部件松动、绝缘性能衰减等问题无法及时察觉。限位器、防撞装置这类防护设施缺少校验流程与台账登记,运行中容易出现动作偏差或是功能失效。划分区域搭建标准化维保体系,明确检查条目、执行周期与对应职责,搭配全流程管控,各项维保行为均可追溯,各类隐患也能第一时间排查。智能监测搭配台账管理,可提早察觉部件老化、触点接触异常、指令响应滞后等状况,维保模式从事后检修转向事前防控,进一步强化道路电气系统运行安全。

4 市政道路电气安全设计与运行优化策略

4.1 优化供电系统与线路布置

供电系统与线路布设需在设计阶段统筹规划主干及分支线路,调配荷载并搭建备用通路,保障重点路段、交通信号在车流高峰与特殊工况下电力供应平稳。线路排布结合道路等级、车流规模与现场环境,规避走线密集、线路交错等问题,减少电压起伏与断电情况。配电箱、开关设备依照荷载特征划分分支回路,平衡各区荷载并划分管控区域,方便故障隔离与检修作业。运用模块化线缆布设并落实标识管控,简化施工流程与后续维保工作,搭配监测设备采集电压、电流、荷载分布相关数据,依托数据完成动态调配,强化市政道路电气体系运行品质与运转效率。

4.2 完善电气保护与监控措施

健全电气防护与监测体系,为供电线路、配电设备、信号控制系统加装过载、短路、漏电防护器件,同步配套防雷、防浪涌及接地设施。依托在线监测设备捕捉线路电流、电压数据与告警信息,掌握整套电气设备实时工况。监测平台对接智能管控系统,搭建

故障预警模块与自动断电组件,突发问题可快速阻断,遏制险情扩散^[4]。配电柜、控制箱结合防护器件一体化布设,保障防护动作响应及时、执行精准。重点点位接入远程监测与数据采集模块,对照历史数据研判运行走势,提前甄别安全隐患,让电气设施在复杂路网环境中保持安全高效运转。

4.3 加强设备维护与运行管理

设备运维管理划分区域、时段与岗位职责形成标准维保体系,针对供电线路、开关器件、接地设施及控制器开展周期性巡检与性能检测。作业内容包含表面清理、防腐处理、绝缘核验、端子紧固以及防护器件灵敏度核验,依托台账记录与全流程管控完成隐患整治。核心设备运用无损探伤、热成像、在线监测等技术,排查部件老化、连接松动与构件损伤问题。梳理班前核验、日常养护、月度排查、专项检测四类作业流程,比对检测结果与运行数据,让运维决策依托数据落地,细化管控环节。强化日常管控与智能监测手段,拉长设备使用周期,减少故障出现频次,保障市政道路电气设施在复杂交通场景中长期平稳运转。

5 市政道路电气系统安全优化的保障措施

5.1 建立健全安全管理制度

安全管理制度贯穿市政道路电气系统设计、施工、运行、运维各个阶段,厘清各环节岗位职责与作业准则。针对线路巡查、设备检测、接地防雷核查、故障处置流程等核心环节设定统一标准,规范作业流程并留存完整台账。搭配定期复核与风险研判模式,区分隐患类型落实分级管控,划定责任归属与处置时限,形成完整管理链条。制度同步纳入应急处置方案、技能培训及考核规则,作业人员熟练掌握设备操控、故障排查与应急处置相关技能。制度落实情况纳入常态化督查与考评体系,依托规章约束提升系统运行安全,规避人为操作偏差、管理缺位引发的各类风险。

5.2 提升智能化监测与应急处理能力

智能监测依托传感元件、数据采集终端与管控平台,抓取电气设备电压、电流、温度及各类异常工况信息,为运维管理提供数据支撑。系统搭载故障预警、故障隔离、远程操控功能,异常信号出现即可快速处置,遏制事故范围扩大。应急处置体系对接智能监测模块,

串联故障识别、告警、处置、恢复全流程^[5]。解析监测数据研判运行走向,提早察觉部件老化、负荷分配失衡、防护器件失灵等问题,辅助运维安排与动态调配。平台统筹多处点位协同管控,提升重点路段、路口电气设备运行稳定性与应急处置速度。

5.3 推动设计、施工与运维协同发展

市政道路电气系统的安全优化需打通设计、施工与运维环节的信息壁垒,形成协同管理模式。设计阶段需充分考虑施工便捷性和运维可达性,合理确定线路、设备布置及保护装置位置;施工阶段需严格按照设计要求实施,并将现场调整信息反馈至运维部门,以保证后续管理的连续性。运维阶段通过建立设备台账、巡视路线及故障隔离范围,实现日常管理与突发事件处置的高效衔接。通过三阶段协同,可减少设计变更、施工返工,降低运维难度,提高系统整体安全性,同时支持信息化和智能化管理平台的数据共享,使优化措施贯穿系统全生命周期。

6 结语

市政道路电气系统安全关联城市交通秩序与公众权益,设计、投用、维保各阶段均存在安全隐患。优化线路排布、选用适配设备、补齐接地防雷相关举措,能够有效削减各类风险。设备老化、负荷分配失衡、运维疏漏等问题,可依靠科学监测与管控体系增强系统运行品质。融合智能监测、应急处置以及设计施工运维一体化模式,为设备全周期筑牢安全防线,保障照明、信号、监控设施稳定运转,为城市交通常态运行与长效发展提供坚实保障。

参考文献:

- [1] 司波. 市政道路照明工程中的电气节能设计探讨[J]. 中国照明电器, 2024(10):81-83.
- [2] 汪红山. 市政道路工程中电气防火设计分析研究[J]. 消防界(电子版), 2024, 10(16):46-48.
- [3] 姜婷. 市政道路照明电气节能设计分析[J]. 运输经理世界, 2020(16):117-118.
- [4] 杨晶晶. 市政道路工程照明电气系统节能控制策略[J]. 光源与照明, 2025(12):15-17.
- [5] 丁路发. 市政道路工程照明电气系统节能控制研究[J]. 光源与照明, 2025(6):4-6.