

基于风险预控的10kV及以下线路交叉跨越施工技术与质量控制

陈怀 黄永波 邓黎云

四川路桥城市建设有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i7.4881

[摘要] 当前配电网建设中,10kV及以下线路交叉跨越施工因涉及多类复杂场景,安全事故与质量问题频发,已成为制约电网高效建设的关键瓶颈。传统施工模式多侧重事后处置,缺乏系统性风险预控机制,难以应对环境、技术、管理层面的多重挑战。本文立足工程实践痛点,以风险预控为核心主线,整合技术优化与质量控制方法,旨在为提升交叉跨越施工安全性、保障配电网稳定运行提供切实可行的技术路径与管理方案,兼具理论参考与实践指导价值。

[关键词] 10kV及以下线路; 风险预控; 交叉跨越施工技术; 质量控制

中图分类号: TV52 文献标识码: A

Construction Technology and Quality Control for 10kV and Below Crossings Based on Risk Pre-control

Huai Chen Yongbo Huang Liyun Deng

Sichuan Road & Bridge Urban Construction Co., Ltd.

[Abstract] In current distribution network construction, the crossing and spanning of 10kV and lower voltage lines involves multiple complex scenarios, leading to frequent safety accidents and quality issues, which have become a key bottleneck restricting the efficient development of power grids. Traditional construction methods primarily focus on post-event handling, lacking a systematic risk prevention mechanism, making it difficult to address multifaceted challenges in environmental, technical, and management aspects. Based on practical engineering pain points, this paper centers on risk prevention as the core theme, integrating technical optimization and quality control methods. It aims to provide practical technical pathways and management solutions to enhance the safety of crossing and spanning construction and ensure the stable operation of distribution networks, offering both theoretical reference and practical guidance.

[Key words] 10kV and below power lines; risk pre-control; crossing construction techniques; quality control

引言

随着我国新型城镇化进程的加速与配电网建设的持续深化,10kV及以下配电线路作为连接主网与用户的关键环节,其建设规模与复杂性日益提升。其中,线路交叉跨越施工因涉及公路、铁路、河流、既有电力线路等多种障碍物,且常处于复杂地形与人口密集区域,已成为配电网建设中的高风险作业环节。传统施工管理模式多依赖于经验判断与事后处置,缺乏对风险源头的系统性识别与全过程预控,导致施工过程中安全事故频发、质量隐患突出,严重制约了配电网的安全、高效建设。在此背景下,构建一套以风险预控为核心、贯穿施工全周期的技术优化与质量控制体系,对于提升配电网建设本质安全水平、保障电力可靠供应具有重要的现实意义。本文旨在系统分析10kV及以下线路交叉跨越施工的风险特征,并以此为基础,提出一套集风险识别、技术优化与质量控制于一体的综合解决方案,以期对相关工

程实践提供理论指导与技术支撑。

1 10kV及以下线路交叉跨越施工的风险特征与识别方法

1.1 施工风险的主要特征

10kV及以下线路交叉跨越施工的风险具有复杂性、突发性、关联性三大特征。从复杂性来看,交叉跨越场景涉及多类障碍物,不同障碍物(如高速公路与乡村公路、高压线路与低压线路)的施工要求差异显著,且需协调交通、通信、市政等多个部门,统筹难度大;从突发性来看,施工过程中可能遭遇暴雨、大风等恶劣天气,或因过往车辆、行人干扰导致突发安全事件;从关联性来看,某一环节的风险(如导线张力控制不当)可能引发连锁反应,导致跨越架倾倒、导线损伤等多重问题,进一步增加事故处理难度。

1.2 基于“三维度”的风险识别方法

为全面覆盖施工风险,本文提出“环境—技术—管理”三维度识别方法,结合现场勘查与历史案例分析,明确各类风险点:

环境维度:重点识别交叉跨越区域的地形条件(如陡坡、水域)、周边设施分布(如加油站、学校)、气象条件(如雷雨高发期)及交通流量(如国道高峰期车流量),评估环境因素对施工的制约与潜在威胁;

技术维度:围绕施工工艺环节,识别导线展放、跨越架搭设、接地装置安装等过程中的技术风险,如跨越架材质强度不足、导线弛度控制偏差、绝缘遮蔽不到位等;

管理维度:聚焦人员、流程、设备管理中的漏洞,如施工人员资质不符、作业票审批流程不规范、安全防护设备老化等。

通过三维度识别,建立10kV及以下线路交叉跨越施工风险清单,为后续风险评估与管控提供基础依据。

2 基于风险预控的施工技术优化

针对风险识别结果,结合10kV及以下线路交叉跨越施工的技术特点,从跨越方式选择、关键工艺改进、智能化技术应用三方面实现技术优化,降低施工风险。

2.1 跨越方式的差异化选择

根据交叉跨越障碍物类型与环境风险等级,选择“安全适配”的跨越方式,避免“一刀切”式施工导致的风险叠加:

公路/铁路跨越:对于车流量较大的国道、省道或铁路干线,优先采用“封网+悬浮式跨越架”组合方式。悬浮式跨越架通过钢丝绳悬浮固定,避免传统落地式跨越架对道路通行的长期占用;同时,在跨越架顶部设置绝缘封网,防止导线坠落引发交通事故。若施工区域存在无法长时间封路的情况,可采用“无人机展放导引绳+张力展放导线”技术,减少地面作业时间,将道路通行影响降至最低;

河流/水域跨越:针对水深较浅、流速较缓的河流,采用“装配式钢管跨越架”,通过模块化组装提高跨越架搭设效率,同时在跨越架底部设置防水基础,防止水流冲刷导致基础沉降;对于水深超过5m或流速较快的水域,放弃传统跨越架方案,采用“飞艇展放牵引绳+空中锚定”技术,利用飞艇将牵引绳跨越水域后锚定在两岸塔架上,避免水上作业风险;

原有电力线路跨越:当交叉跨越对象为带电运行的高压线路时,采用“绝缘遮蔽+带电跨越架”技术。先对原有线路进行绝缘遮蔽处理,再搭设带电跨越架,架体采用绝缘材质(如玻璃钢),确保与原有线路保持安全距离,避免发生相间短路事故。

2.2 关键施工工艺的风险管控改进

针对技术维度识别的风险点,对导线展放、跨越架搭设、接地处理等关键工艺进行改进,强化风险预控能力:

导线展放工艺:传统导线展放过程中易出现导线跳槽、弛度偏差等问题,优化后采用“双张力机同步控制+实时弛度监测”技术。通过两台张力机同步调节导线张力,避免单侧张力过大导致导线变形;同时,在导线展放路径上设置多个激光弛度监测点,实时反馈导线弛度数据,结合气象条件(如温度、风速)动态调整张力,确保导线弛度符合设计要求,避免因弛度过大触碰障碍物

或过小导致导线拉断;

跨越架搭设工艺:针对跨越架倾倒风险,改进为“分层搭设+荷载预试验”模式。搭设过程中按“先基础、后架体、再防护”的顺序分层施工,每完成一层搭设后,进行荷载试验(施加设计荷载的1.2倍),检测架体稳定性;同时,在跨越架两侧设置防风缆绳,缆绳与地面夹角控制在 30° — 45° 之间,增强架体抗风能力;

接地处理工艺:为避免施工过程中静电或感应电引发触电事故,优化接地系统设计。在跨越架、张力机、牵引机等设备处设置独立接地极,接地电阻值控制在 10Ω 以下;同时,采用“双接地+实时监测”方式,即每个接地极连接两根接地线,并安装接地电阻在线监测装置,实时预警接地故障风险。

3 施工质量控制体系的构建与实施

基于风险预控理念,构建“事前—事中—事后”全流程质量控制体系,明确各环节控制要点与责任主体,确保施工质量符合规范要求。

3.1 事前质量控制: 方案优化与资源保障

事前质量控制是风险预控的基础,重点通过方案审核、资源管控消除质量隐患:

施工方案精细化审核:成立由技术专家、监理人员、业主代表组成的方案审核小组,对交叉跨越施工方案进行多维度审核。审核内容包括:跨越方式是否适配环境风险,技术参数是否符合设计标准(如跨越架高度需高于障碍物2m以上),应急预案是否覆盖各类风险场景(如暴雨天气的停工流程)。审核通过后,组织施工人员进行方案交底,确保每人掌握自身岗位职责与技术要求;

施工资源质量管控:对进入施工现场的材料、设备进行“双重检验”。材料方面,对导线、绝缘子、跨越架管材等关键材料,不仅要查验出厂合格证、检测报告,还需按规范要求抽样送检(如导线的拉断力试验、绝缘子的绝缘性能试验),不合格材料严禁入场;设备方面,对张力机、牵引机、无人机等施工设备,在使用前进行全面检修与调试,确保设备运行状态良好,并留存检修记录,避免因设备故障导致质量问题。

3.2 事中质量控制: 过程监测与动态调整

事中质量控制是风险预控的核心,通过实时监测与动态调整,确保施工过程始终处于质量可控状态:

关键工序旁站监督:针对跨越架搭设、导线展放、接地装置安装等关键工序,实行监理人员旁站监督制度。旁站过程中,监理人员需对照施工方案与质量标准,逐项检查施工操作是否规范(如跨越架横杆间距是否符合设计要求)、质量参数是否达标(如接地电阻是否小于 10Ω),并填写旁站记录,对发现的质量偏差及时要求整改,整改合格后方可进入下一道工序;

质量问题闭环管理:建立“发现—上报—整改—复查”的质量问题闭环管理机制。施工人员在作业过程中发现质量隐患(如导线表面损伤),需立即通过手机APP上传问题照片与位置信息至质量管控平台;平台自动将问题分派给责任人员,明确整改

期限: 整改完成后,由监理人员现场复查,确认合格后关闭问题工单,确保质量问题不遗留、不扩大。

3.3 事后质量控制: 验收评估与经验总结

事后质量控制是风险预控的延伸,通过验收评估与经验总结,提升后续施工质量水平:

多维度竣工验收: 施工完成后,组织开展“技术+安全+环保”多维度竣工验收。技术验收重点检查线路参数(如导线弛度、相间距离)是否符合设计规范;安全验收核查接地系统、绝缘遮蔽等安全设施是否有效;环保验收评估施工区域是否恢复原貌(如临时占地的植被恢复)。验收过程中发现的问题,需制定整改方案,限期整改完成后重新验收:

质量风险经验库建设: 收集本次施工过程中的风险事件、质量问题及整改措施,建立质量风险经验库。对典型案例(如因跨越架基础沉降导致的架体倾斜)进行深入分析,总结风险产生的原因与管控要点,并将经验库内容纳入施工人员培训体系,实现“一次风险,全员预防”,持续提升10kV及以下线路交叉跨越施工的质量管控能力。

4 未来发展展望

随着配电网向“智能化、绿色化、精益化”升级,10kV及以下线路交叉跨越施工需从技术、管理、环保多维度创新,进一步提升安全性、效率与可持续性,未来可聚焦四大方向突破。

4.1 数字孪生技术赋能全流程管控

数字孪生将成风险预控核心手段,构建“施工场景—数字模型—实时数据”系统:通过无人机、激光雷达采集地形、障碍物数据,生成高精度三维模型;在施工中接入张力机运行、导线弛度、跨越架应力等实时参数,实现物理与数字场景同步。依托系统可模拟大风、张力波动等风险场景,预测风险概率与影响,优化施工方案;管理人员还能远程监控进度与质量,实现“无人值守”管控,减少人为偏差。

4.2 新型材料与装备破解施工难题

针对“高风险、低效率”痛点,发力材料与装备创新:材料上,研发碳纤维复合跨越架材料,重量仅为传统钢管1/3、强度提升2倍,降低运输架设难度,适配山地、沿海环境;开发自修复导

线绝缘层,可自动愈合轻微损伤,避免线路故障。装备上,推出“跨越架设搭设机器人”,自动完成杆件组装,精度±1mm,提升架设效率;研发“导线巡检机器人”,沿导线移动并搭载探伤仪与红外传感器,补全无人机细节检测短板。

4.3 跨部门平台打破信息孤岛

针对多部门协调难题,建立跨部门协同管理平台,实现“信息共享、流程互通、责任共担”:整合交通(车流量)、通信(地下管线)、市政(周边规划)数据,保障施工方案兼顾多部门需求;设立协同审批模块,将道路封锁、停电申请等流程审批时间从7—10天缩至2~3天;建立应急联动机制,突发安全事件时自动通知部门处置,降低事故影响。

5 结束语

本文围绕10kV及以下线路交叉跨越施工的风险预控与质量控制展开系统研究,提出的三维度风险识别法、差异化技术优化路径及全流程质量管控体系,为解决施工实践中的安全与质量难题提供了新思路。后续工程中,需进一步结合实际场景验证与完善研究成果,推动风险预控理念与智能化技术深度融合,切实提升配电网交叉跨越施工水平,为保障电网安全稳定运行、助力新型电力系统建设奠定坚实基础。

参考文献

- [1]王勇.10kV电力工程施工安全管理及现场质量控制措施[J].大众标准化,2025,(22):22-24.
- [2]邱文辉.电力工程10kV配电线路施工技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(31):7-9.
- [3]李奋奇,张茂雨.10kV配电线路电力工程施工的关键技术分析[J].中国高新科技,2025,(20):58-60.
- [4]王凯,鲁鹏.10kV配电网工程施工技术研究[J].电力设备管理,2025,(15):214-216.
- [5]张泽林.电力工程220kV输电线路交叉跨越施工技术研究[J].电气技术与经济,2025,(07):55-57+64.

作者简介:

陈怀(1986—),男,汉族,四川南充人,本科,高级工程师,研究方向:公路工程。