

# 220kV电力线路上跨铁路施工安全技术研究

曾世能

茂名市电力工程监理有限公司 广东茂名 525000

**摘要:** 随着我国电力与交通基础设施建设的快速推进, 220kV 高压电力线路上跨铁路工程日益增多, 该类工程施工面临多重安全挑战。本文以 220kV 电力线路上跨铁路施工为研究对象, 分析其工程特点及潜在风险, 系统梳理了高空作业、电气干扰、铁路保护等方面的关键安全技术措施。通过典型案例研究, 总结出一套涵盖施工准备、过程控制及应急管理的系统性安全保障体系。研究表明, 科学合理的技术方案与严格的施工管控是保障施工安全、确保铁路运行稳定的关键。本文可为类似工程提供可行的技术参考和管理指导。

**关键词:** 220kV 线路; 上跨铁路; 施工安全; 风险控制; 技术措施

## 一、220kV 电力线路上跨铁路工程的特点

### 1. 高压线路工程的电气特性与风险

220kV 电力线路属于高压输电系统, 具有输电容量大、电压等级高、电场强度大的特点。其在架设与运行过程中, 极易受到外部环境、气象条件及施工操作的影响, 产生电晕放电、电弧击穿等风险。施工期间若绝缘保护不到位, 导线带电距离控制不合理, 极可能导致触电、短路等严重事故。此外, 导线放线与张力调节存在较高技术要求, 稍有偏差可能引发断线或导线下垂等问题。高压线路施工的这些电气特性, 决定了其施工必须在严格的电气安全规范指导下进行, 且应配备专业的检测与监控设备, 确保施工过程中始终处于可控范围内。

### 2. 铁路运行的特殊要求

铁路作为国家重要的交通基础设施, 其运行高度依赖于系统的安全性, 具有连续性强、调度紧密、对外界干扰敏感的特点。任何施工活动若影响到铁路接触网、轨道设备或信号系统, 均可能对列车运行造成延误、故障甚至安全事故。因此, 铁路系统对上跨施工设定了严格的技术与管理要求, 包括施工时间窗口、限界距离、安全防护等方面的刚性规定。特别是对于电力线路跨越电气化铁路的情况, 还需考虑电磁干扰对铁路信号系统的影响。施工单位必须在铁路运营方的协调指导下, 制定周密的保障措施, 确保施工过程不对列车调度、运行秩序造成干扰。

### 3. 施工区域的交叉限制

220kV 电力线路上跨铁路工程的施工区域往往位于铁路沿线或正上方, 空间受限, 操作环境复杂。施工现场不仅需要满足电力工程的空间布设需求, 还需避让铁

路既有设施、维持铁路通车状态。这种“空中作业+轨道保护”的交叉施工模式, 对施工组织与设备调度提出了极高要求。吊装设备、跨越架设、防护网安装等关键环节, 必须在极短的“天窗”作业时间内完成, 并确保任何掉落物或误操作不会影响铁路运行。此外, 铁路一侧的施工道路及设备进出路径也受到限制, 往往需通过专门审批。合理的施工区域划分、作业流程优化以及与铁路方的高效协同, 是确保工程顺利推进的基础保障。

## 二、上跨铁路施工的主要风险分析

### 1. 电力系统方面的风险

在 220kV 高压线路施工过程中, 电力系统本身就具有较高的技术敏感性与风险性, 尤其在跨越铁路时风险进一步加剧。主要风险包括导线张力控制不当引发的导线摆动、过近距离可能导致电弧放电或感应电压干扰, 进而危及现场作业人员与设备安全。此外, 带电作业或临近带电体施工若防护不到位, 极易造成触电或电气事故。同时, 系统调试阶段可能存在误合闸、操作错误等风险, 若信号联动不严谨, 也可能造成铁路系统受电干扰。电力系统的这些潜在问题必须通过严格的施工方案审查、电气隔离措施和全过程监控加以控制。

### 2. 铁路方面的风险

铁路系统对连续运行的稳定性和安全性要求极高, 上跨施工过程中若控制不当, 极易对铁路正常运营构成威胁。主要风险包括对接触网或架空线造成物理损伤、影响信号传输稳定性, 甚至由于施工振动或冲击导致轨道结构位移。此外, 施工产生的导体磁场可能干扰铁路信号系统, 特别是在电气化铁路上更为显著。若导线下垂过低, 存在与列车发生碰撞的可能, 后果严重。铁路

方面的风险具有突发性强、影响范围广的特点，必须通过完善的铁路安全隔离、防护网结构设计以及施工时段管控等手段进行防范。

### 3. 现场施工风险

上跨铁路的220kV线路施工多为高空作业，作业人员面临坠落、触电、物体打击等多种风险。在狭窄的施工空间中进行吊装、放线和跨越架搭设作业，人员与设备之间的配合难度较大，稍有不慎便可能发生设备倾倒、吊索滑脱或导线掉落等危险情况。此外，施工过程中常涉及多专业协作（如电力、土建、铁路单位），若协调不当或安全交底不到位，极易引发指令混乱与作业冲突。施工时间限制也加剧了作业紧张度，提升了误操作概率。因此，必须强化施工组织、技术培训和现场安全监管，确保每个环节都处于严格可控状态。

### 4. 气象和外部环境因素

气象条件是影响上跨铁路施工安全的重要外部因素。强风、雷雨、冰雹等极端天气不仅增加高空作业的危险系数，也可能导致脚手架、跨越架、防护网等设施变形或失稳，形成坠物风险。尤其在导线展放与张力调整阶段，突发风力变化可能使导线偏摆至铁道限界范围，威胁列车通行安全。同时，高温天气可能使金属构件膨胀变形，严寒则会使材料脆化，影响施工质量与安全。此外，地质条件差、地形起伏大或施工区临近高压管道、通信设施等也会增加不可预见的安全隐患。因此，施工单位需制定完善的气象应急预案，并结合现场环境进行科学评估和动态调整施工计划。

## 三、安全施工技术措施

### 1. 施工前期准备工作

施工前期的准备工作是保障整个工程安全顺利实施的基础。首先需对施工现场及铁路运行情况进行详尽的勘察，明确施工区域与铁路限界、信号、接触网等设施的相对位置。其次，需组织相关单位（电力、铁路、地方政府等）召开协调会，落实各方职责与配合机制，编制专项施工组织设计与安全技术方案。施工前应完成技术交底、安全培训和应急预案演练，确保所有作业人员了解施工工艺、风险点及紧急处置流程。同时，对施工设备进行检查与调试，确保其技术状态满足安全施工要求，为后续作业奠定坚实基础。

### 2. 关键工序的控制措施

在220kV电力线路上跨铁路施工中，导线展放、跨越架搭设与拆除、绝缘防护安装等工序为安全控制的重点。导线展放应选用张力放线技术，严格控制弧垂，避

免导线下垂影响铁路限界。搭设跨越架时需设置稳定可靠的支撑系统，确保结构强度满足荷载要求，同时在导线下方设置安全防护网，防止导线或工具掉落。绝缘防护材料的安装应全面覆盖可能与带电体接触的部位，降低触电风险。关键工序实施过程中，应安排专人监控，实施“双重确认”制度，确保每一道工序均符合安全技术标准和质量控制要求。

### 3. 施工设备与监测系统应用

高效、安全的设备配置是施工顺利实施的重要保障。在上跨铁路工程中，应优先选用绝缘性能好、稳定性高的起重吊装设备、张力放线装置及高空作业平台。施工现场应布设视频监控系統、导线张力与弧垂在线监测系统，实时掌握施工动态，及时预警异常情况。对于接近铁路接触网或信号线路的作业点，还应配备电磁干扰监测装置，确保施工活动不会对铁路系统造成干扰。此外，作业车辆应符合铁路施工区域通行标准，配备反光标识和定位系统，提高施工可控性和管理效率。科学合理的设备选型和信息化系统的引入，大幅提升了施工过程的安全性和可视化管理水平。

### 4. 铁路保护措施

铁路保护是220kV电力线路上跨铁路施工中的核心环节，必须以“绝对安全、零干扰”为基本原则，开展全方位、系统性的防护措施。铁路作为国家重要的交通命脉，其运行的连续性和安全性至关重要，因此在施工过程中，任何操作均不得对铁路设施和列车运行构成干扰。首先，应根据铁路运营单位的相关规定和限界标准，在施工区域搭设硬质限界防护装置，明确导线、吊装工具及施工材料不得超出限界范围，并设置显著警示标志，防止误操作。其次，应在铁路上方搭建临时防护棚或防落物网，对导线展放区域进行全面覆盖，从源头杜绝导线、工器具等异物坠落伤及列车、接触网或轨道设施的风险。

施工期间，必须安排铁路安全员与电力施工安全员联合值守，实行交叉监督与同步巡查，确保第一时间发现并处置风险隐患。对于部分关键工序如跨越导线展放、跨越架搭拆等，若存在列车干扰隐患，应提前向铁路调度部门申请“天窗”计划，即安排列车临时停运或限速运行，保障作业时间窗口的安全性和连续性。同时，施工方案和时间表应提前报备铁路运营单位，确保施工计划与列车运行调度充分协调，避免发生调度冲突或误操作。通过严格落实各项铁路保护措施，不仅可以有效预防施工期间的各类安全事故，也为保障铁路运输的正常

秩序和人民生命财产安全提供了坚强支撑。

### 5. 应急管理体系建设

在高风险作业环境下，健全的应急管理体系是预防事故扩大、降低损失的重要保障。应根据工程实际编制应急预案，明确各类突发事件的响应机制与责任分工，如导线脱落、设备故障、天气突变等典型应急场景。现场应设置应急物资储备点，配备救援工具、绝缘防护用品、通信设备等，同时组织定期应急演练，提升一线作业人员的快速响应能力。施工期间还应建立信息快速上报机制，一旦发生险情，能在第一时间启动预案并通知铁路与电力相关部门联动处置。通过构建“预防为主、响应及时、协同高效”的应急体系，可有效提升施工现场的安全管理水平与风险抵御能力。

### 四、存在问题与优化建议

#### 1. 当前技术与管理中存在的不足

在220kV电力线路上跨铁路施工过程中，尽管相关技术和管理体系已较为成熟，但仍存在若干制约工程效率与安全水平提升的问题。技术方面，部分施工单位仍依赖传统手工操作与经验判断，缺乏智能化、数字化施工手段，特别是在导线张力控制、气象监测和高空作业安全防护方面，存在一定技术滞后。管理方面，跨部门协调机制不完善，电力与铁路单位之间在信息沟通、调度联动方面存在时间差，容易导致作业时间延误或风险评估不到位。同时，一线作业人员安全培训不到位、应急响应能力不足，也在一定程度上增加了事故发生的概率。这些问题制约了工程质量和施工效率的进一步提升。

#### 2. 优化建议

针对当前220kV电力线路上跨铁路施工中暴露出的技术与管理问题，优化路径应从制度建设、技术升级与人员素质三方面协同推进，构建全方位的施工保障体系。首先，在制度层面，应健全跨行业统筹协调机制，建议设立电力企业与铁路运营单位之间的联席工作小组，明确责任分工与信息传递渠道，实现施工调度、风险预警、应急响应等信息的实时共享，从源头提升跨部门协同效率与工作透明度。其次，在技术手段上，应加快推进智能化设备应用，如使用智能张力放线系统控制导线张力，利用无人机进行施工空域巡检，以及引入环境感知与气象监测系统，实现施工全过程的数字化监控与动态风险

识别。这些技术手段的集成应用，有助于在第一时间发现异常并及时处置，显著提升安全管理水平。

同时，在人员管理方面，应注重施工队伍的专业化建设与安全意识培养，强化进场前的培训与考核制度，结合典型事故案例组织实战演练，提升施工人员的安全防范与应急处置能力。此外，还应在施工组织设计中引入标准化流程控制与质量评估体系，从施工准备、过程管控到竣工验收全周期设立关键控制点，确保每一道工序可追溯、可评估、可改进。通过制度、技术和人员的协同优化，不仅能够有效防范安全事故的发生，也能推动整个上跨铁路电力工程施工向更加科学化、精细化和规范化方向发展。

### 结束语

220kV电力线路上跨铁路施工工程兼具高电压、高风险与高协同要求，其安全管理与技术保障工作尤为关键。通过对施工特点、主要风险以及安全技术措施的系统研究，本文提出了具有实践意义的优化建议，旨在为类似工程提供参考依据。当前，随着电力与铁路基础设施的快速发展，交叉施工场景日益增多，亟需提升管理水平与技术手段，构建更加高效、可靠的协同机制。未来，建议进一步引入智能化监测系统、大数据分析与管理标准体系，推动施工安全管理由经验型向科学化、智能化转变，不断提升跨行业工程的安全管控能力和综合建设水平。

### 参考文献

- [1] 党石磊. 110kV电力线路上跨高速铁路迁改施工技术[J]. 电力设备管理, 2023(09): 178-180+222.
- [2] 王曦冉. 500kV输电线路同跨多条电气化铁路迁改施工方案优化[J]. 电气化铁道, 2023, 34(03): 93-96.
- [3] 叶家成, 梁嘉韵, 温喜廉. 地铁车站风道及冷却循环水管线迁改施工技术[J]. 建筑施工, 2023, 45(11): 2276-2279.
- [4] 高晗, 李意欣. 探究输电线路迁改工程施工管理技术措施[J]. 互动软件, 2023, 14(05): 3453-3454.
- [5] 赵彦林. 高压电力线路上跨高速铁路迁改施工方案研究[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2022, 21(04): 1.