

铁路既有线施工安全风险及管控措施分析

龙玉峰

(中铁二十三局集团第四工程有限公司, 四川 成都 610031)

摘要 铁路既有线施工需在保障铁路正常运营的前提下开展, 其安全管理涉及运营与施工双系统协同, 面临多主体耦合、风险叠加、时空约束等特殊挑战。本文以将黑线铁路专用线新建二线及电气化改造工程为背景, 系统梳理既有线施工安全风险的核心特征, 从多主体协同、动态风险分级、时空作业管控、应急体系建设四个维度构建针对性的安全管理要点体系, 旨在为铁路既有线施工安全管理提供理论参考, 进而保障既有铁路运营安全与施工过程安全。

关键词 铁路既有线; 施工安全管理; 风险管控; 协同机制

中图分类号: U215

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.05.032

0 引言

铁路既有线施工是铁路扩能改造、技术升级的关键环节, 其核心矛盾在于施工活动与既有铁路运营安全的协同统一。相较于新建铁路, 既有线施工需面对运营设备干扰、行车组织约束、多主体交叉作业等复杂场景, 任一管理疏漏均可能引发行车事故或人员伤亡, 直接威胁铁路运输安全与社会公共利益^[1]。当前部分既有线施工项目存在协同机制不健全、风险管控静态化、应急响应滞后等问题, 凸显了系统化安全管理的迫切性。本文结合将黑线铁路专用线施工实践, 剖析既有线施工安全风险的独特性, 提炼可落地的安全管理要点, 以期填补既有线施工安全管理理论与实践的衔接空白, 推动铁路既有线施工安全管理水平的系统性提升。

1 工程概况

本次研究依托的将黑线铁路专用线新建二线及电气化改造工程, 位于我国新疆地区, 线路起于将军庙站 K1+164, 止于北山站 K56+600, 总建设里程 55.436 km, 合同金额暂定为 46 667.6 902 万元。工程核心内容包含两部分: 一是将军庙站东端至北山站既有线路电气化改造, 覆盖里程 49.851 km, 涉及通信、信号、电力及牵引供电系统的全链条升级; 二是石钱滩站至金沟站增建二线, 长度 17.074 km, 含路基、桥涵、轨道等主体工程。

项目主要工程规模涵盖: 路基工程填方 74.71 万 m³、土方 14.84 万 m³, 路基加固及附属圬工 1.605 万 m³;

桥涵工程新建特大桥 2 座、中桥 3 座、涵洞 21 座; 轨道工程铺设 17.07 km 有砟轨道, 同步实施全线“四电”系统集成。

从安全管理视角看, 项目具有典型的既有线施工特征: 一是作业空间紧邻运营线路, 17.07 km 增建二线及 49.851 km 电气化改造均邻近既有将黑铁路、将淖铁路及将戈专用线, 部分工点需封锁既有线路施工; 二是跨域环境复杂, 2 座特大桥均跨越省道 S327, 北山东五号中桥为既有涵改桥工程, 需在不中断既有行车的前提下实施结构转换; 三是气候与地理条件严苛, 项目地处亚热带季风气候区, 夏季高温高湿、冬季严寒, 且频发大风、沙尘暴等灾害性天气, 对露天作业安全构成直接影响; 四是大型设备作业集中, 涉及架桥机、铺轨机、长轨车等特种设备, T 梁运输需穿越 260 km 多煤运输车辆干扰的路段, 进一步放大安全管理复杂度^[2]。

2 铁路既有线施工安全风险的核心特征

2.1 多主体协同的复杂性风险

铁路既有线施工涉及施工单位、铁路运营单位、设备管理单位、监理单位等多主体, 各主体权责边界与管理目标的差异易引发协同风险。从权责维度看, 施工单位需聚焦施工进度与作业安全, 运营单位需保障线路通行能力与行车安全, 设备管理单位需维护既有设备稳定, 三者作业时间、空间、资源分配上易产生矛盾。例如: 在既有线电气化改造中, 施工单位需接触网停电作业, 而运营单位需平衡运输计划, 若协同机制缺失, 易导致停电时间与施工需求不匹配,

作者简介: 龙玉峰 (1993-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 交通工程。

被迫压缩作业时间引发违章操作。从信息传递维度看,多主体间信息不对称加剧风险,如设备管理单位未及时提供既有光电缆径路数据,施工单位动土作业易造成线路中断;驻站联络员与现场防护员沟通不畅,可能导致列车接近时作业人员未及时下道,造成人身安全隐患^[3]。

2.2 环境与作业的耦合性风险

既有有线施工安全风险并非单一因素作用,而是环境条件与施工作业的深度耦合结果,呈现“环境触发一作业放大”的风险传导特征。从自然环境看,项目所处区域的气候条件直接影响作业安全:夏季高温易导致人员疲劳,增加误操作概率;冬季积雪融化引发路基浸泡,可能导致既有线路基失稳,进而影响邻近施工的基坑安全;大风天气不仅威胁高空作业安全,还可能吹动物料侵限,干扰既有有线行车。从既有设备环境看,运营中的线路、信号、供电设备构成作业边界约束,施工机械与既有设备的安全距离控制成为关键,若因作业偏差突破安全阈值,可能引发设备损坏或触电事故^[4]。

2.3 时空约束下的风险叠加性

既有有线施工受“时间封锁、空间受限”双重约束,导致风险在有限时空内高度叠加,放大安全管控难度。在时间约束方面,既有有线施工多依赖天窗封锁时间,作业时间压缩使工序衔接紧张,易出现“抢进度、轻安全”的违规行为。例如:在涵改桥工程中,若封锁时间内未能完成既有涵洞拆除与临时防护,需延长作业时间,而列车接近预警可能迫使人员仓促撤离,遗留防护不到位隐患。在空间约束方面,既有有线两侧作业空间狭窄,大型机械与既有线路的距离控制难度大,易出现机械侵限风险;同时,多工序交叉作业使不同风险源在同一空间叠加,增加风险识别与管控的复杂度。

2.4 应急响应的特殊性风险

相较于新建铁路,既有有线施工应急响应需兼顾“施工安全”与“运营安全”双重目标,应急处置的时效性与精准性要求更高,且应急失误可能引发次生运营事故。从应急场景看,既有有线施工常见应急事件需在最短时间内处置,否则可能导致列车停运。例如:施工机械意外侵入限界,需在列车到达前完成清障,应急响应时间窗口远短于新建工程。从应急协同看,应急处置需联动运营单位、设备管理单位、施工单位,若协同流程不畅,易出现应急指令传递延迟。例如:接触网断线事故,需供电段与施工单位协同抢修,若抢修方案沟通不一致,可能延长停电时间。

3 铁路既有有线施工安全管理具体措施

3.1 构建多主体协同管理机制

多主体协同是化解既有有线施工协同风险的核心,需从权责界定、信息传递、流程管控三方面建立体系。首先,明确多主体权责边界与协同流程,施工前需与铁路运营单位、设备管理单位签订《施工安全协议》,明确施工范围、安全责任划分、应急联动职责;建立“施工单位一设备管理单位一运营单位”三方周例会制度,协调解决封锁计划、设备占用、交叉作业等问题。例如:每月召开风险协调会,确定下月涵改桥、接触网改造等关键工序的协同方案。其次,完善信息传递体系,落实驻站联络员与现场防护员“双防护”制度,驻站联络员负责与车站调度沟通列车动态,每3~5分钟与现场防护员核对信息,确保列车接近时及时预警;构建多主体信息共享平台,整合施工计划、既有设备数据、应急资源信息,实现“施工申请一审批一执行一反馈”的全流程信息化,避免信息不对称导致的协同失误。最后,强化协同监督考核,由设备管理单位、运营单位、施工单位的共同上级单位铁路局统筹,将设备管理单位的现场盯控、运营单位的调度配合情况与施工单位的作业质量一同纳入考核体系,对因协同不到位导致的安全隐患,由铁路局对相关责任单位进行问责;同时,建立协同激励机制,对高效完成协同作业的团队,由铁路局给予奖励,推动多主体从“被动配合”向“主动协同”转变。

3.2 实施动态风险分级管控

首先,开展全维度风险辨识。结合工程特点与既有有线环境,按施工作业类、机械设备类、环境类、应急类划分风险类别,形成覆盖全工序的风险清单。例如:将涵改桥施工坍塌、接触网改造触电、T梁运输倾覆等纳入重大风险清单。其次,采用科学方法进行风险评估。优先选用作业条件危险性评价法量化风险等级,结合既有有线运营安全要求,将风险划分为重大、较大、一般、低风险四级,对应红、橙、黄、蓝四色标识。例如:涵改桥工程因涉及既有线路基稳定,经评估确定为较大风险,需专项管控。再次,制定差异化管控措施。重大风险需编制专项施工方案并组织专家论证,落实“一机一人”专职防护;较大风险需明确管控责任人与监控频率;一般风险需纳入日常巡检;低风险需进行常态化提醒。最后,建立风险动态更新机制。风险动态更新机制的构建需紧密贴合铁路既有有线施工风险随工况实时演变的特性,形成“触发一辨识一评估一更新”的闭环流程。当施工工序发生转换时,如从路基帮宽作业转向涵改桥施工、接触网改造等关键

工序,需重点补充既有线路基开挖引发的失稳风险、接触网停电作业与行车调度的协同风险,避免工序衔接中的风险遗漏;当环境条件变化时,针对项目所处区域的高温、大风、沙尘暴等气候特征,需新增人员高温疲劳误操作、机械受风荷载影响的侵限风险、露天物料被吹落的安全隐患等辨识内容;当设备状态调整时,如新增架桥机、长轨车或T梁运输设备参数变更,需重新评估设备操作规范适配性、与既有线设备的安全距离控制要求。更新过程中需采用作业条件危险性评价法重新量化风险等级,同步调整管控措施的责任人与监控频率,更新后的风险清单需及时传达至施工班组、防护员等一线岗位,确保风险管控措施与实际工况精准匹配,杜绝因静态管理导致的安全漏洞^[5]。

3.3 强化时空作业精准管控

基于既有线施工的时空约束特征,需从时间计划、空间隔离、作业规范三方面实施精准管控。(1)在时间管控方面,科学制定封锁施工计划,根据既有线运输需求与施工工序要求,合理申请天窗时间,明确“封锁前准备—封锁中作业—封锁后验收”各阶段时间节点。例如:涵改桥封锁施工需提前1小时完成防护设施布设,封锁时间内完成既有涵洞拆除与临时支撑,封锁后30分钟内完成验收并开通线路;同时,建立时间管控预警机制,对超时作业实施分级预警,避免因超时引发列车延误;(2)在空间管控方面,落实物理隔离措施,在施工区域与既有线路间设置硬隔离,高度不低于1.2 m,并悬挂警示标识;严格控制施工机械与既有设备的安全距离,大型机械作业时需设置专职防护员,实时监测机械位置,防止侵限;对于跨公路、跨既有线等特殊空间作业,采用“物理隔离+电子监控”双重防护,如特大桥跨省道施工设置视频监控,实时监测车辆通行与施工安全;(3)在作业规范方面,推行“作业票”制度,所有既有线作业需凭经审批的作业票开展,明确作业内容、安全措施、责任人;强化特种作业人员管理,特种设备操作人员需持证上岗,且经项目专项培训后方可作业;落实“工完料尽场地清”要求,每次封锁作业后需彻底清理施工废料,检查防护设施完整性,确保既有线运营环境无遗留隐患。

3.4 完善专项应急体系建设

针对既有线施工应急响应的特殊性,需构建“预案—资源—演练—复盘”全链条应急体系。首先,编制差异化应急预案,结合既有线施工常见应急场景,制定综合应急预案、专项应急预案与现场处置方案,专项预案需明确各主体的应急职责分工。例如:机械侵限预案中,施工单位负责现场清障,运营单位负责调

度列车避让,设备管理单位负责既有设备检查;现场处置方案需细化操作流程,确保应急处置标准化。其次,配置适配的应急资源,在既有线邻近工点设置应急仓库,储备防侵限器材、急救设备、通信设备,并定期检查维护;建立应急资源共享机制,与设备管理单位、就近医院、消防站签订应急联动协议,确保应急时资源快速调配。再次,开展针对性应急演练,结合既有线施工节奏,制定年度演练计划,演练类型覆盖常见应急场景,且演练需模拟真实运营环境。例如:每季度开展1次机械侵限应急演练,检验“预警—清障—恢复运营”全流程响应能力;演练后需形成评估报告,梳理问题并整改,持续优化应急流程。最后,建立应急复盘机制,对各类应急事件进行复盘,分析事件原因,总结管控经验,更新应急预案与风险清单,实现“应急—复盘—改进”的闭环管理,提升应急响应的精准性与效率。

4 结束语

铁路既有线施工安全管理是“运营安全”与“施工安全”协同统一的系统工程,其核心在于精准识别多维度风险特征,构建适配既有线场景的管控体系。本文结合将黑线铁路专用线工程实践,揭示既有线施工多主体协同、环境作业耦合、时空风险叠加、应急响应特殊的风险特征,提出多主体协同、动态风险分级、时空精准管控、专项应急建设四大管理要点,形成“风险识别—管控实施—应急保障”的全链条管理逻辑。研究结果表明,既有线施工安全管理需突破传统“单一施工方管控”模式,通过多主体协同化解权责矛盾,以动态风险分级应对复杂风险,用时空精准管控适配约束条件,靠专项应急体系保障双重安全。本文的研究成果旨在为同类铁路既有线施工安全管理提供理论参考与实践范式,助力推动铁路既有线施工安全管理从“经验驱动”向“体系驱动”转型,为我国铁路扩能改造工程的安全实施提供有力支撑。

参考文献:

- [1] 邱坤.上跨铁路既有线转体桥施工安全管理与风险控制策略[J].汽车周刊,2025(09):240-242.
- [2] 张建伟.既有线铁路大修列车换枕施工安全风险研究[D].石家庄:石家庄铁道大学,2024.
- [3] 李璘.浅析铁路既有线供电线改造施工安全质量管理[J].工程机械与维修,2023(01):208-210.
- [4] 赵学峰.铁路既有线施工安全管理存在的薄弱环节及对策探索[J].四川水泥,2019(12):240.
- [5] 陈智广.铁路既有线施工的安全管理与控制[J].城市建设理论研究(电子版),2019(26):51,5.