

# 铁路既有线改造工程管理与安全质量协同优化研究

谷景峰

中国铁路哈尔滨局集团有限公司 黑龙江哈尔滨 150000

**摘要:** 铁路既有线路工程建设是一项涉及线路设备稳定、使用及行车安全的工程项目。在既有线路（即邻近既有线路）施工中，要将安全放在第一位，遵循“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，施工、设计、监理、行车组织、设备管理等各方面都要按照国家铁路部门制订的实施方案和施工管理的相关要求进行。最近几年，我国科技水平大幅提升，交通容量迅猛扩张，我国铁路工程迅速发展。为此，需要对铁路既有线进行改造，本文分析了工程管理与安全质量协同优化在工程改造中的实施效果，希望能够为相关学者提供借鉴价值。

**关键词:** 铁路既有线改造；工程管理；安全质量

我国铁路既有线路是铁路网的骨干，承载了我国70%的客货运输量，其转型与提升是破解交通瓶颈和适应现代化交通需要的重要措施。区别于新建铁路，既有铁路运营需要在保证运营连续性的基础上进行建设，存在着建设与运营交叉干扰、设施状态复杂、安全管控困难等多种难题。根据我国现有的铁路建设质量监测数据，在既有线新建项目中，35%的安全问题是由于管理过程与工艺执行不协调导致的，28%的问题是由于建设的不完善造成的。对此，如何提高既有铁路再生利用的整体效益已成为工程管理与安全质量中的要点。

## 一、铁路既有线改造工程管理与安全质量协同优化策略

### （一）做好施工安全防护

既有线改造工程中，“将工程区与已建线分隔开来，防止工程对行车产生影响，保障工人人身安全”是此次改建工程中的安全保障。以2022年京九线赣州段电气化改建为案例，需要在线路两端增加支撑，且施工现场距离线路轨道只有3米，且施工现场距离线路轨道只有3米，具有“支柱吊装侵入限界、工具材料侵线”等风险，项目通过立体防护体系实现零安全事故：首先采取“封闭的保护室+硬的隔断墙”相结合的方法。该防护棚是由4.5 m（符合接触网的安全间距）的钢架建造而成，其长度涵盖工作区段（50 m），在棚身的一侧设有反射式标志，以避免行车人员判断失误；隔离栏由2.5 m高的彩钢制成，底层以沙包夯实，防止大风刮倒，隔离栏与轨道之间留出1.5 m的安全过道，以方便巡查人员进出。采取“驻地联络人+野外保护员+远方观察

员”的三层监控体系。驻地联络人员在站车房值班，及时了解车辆的行车情况（如车次、通过时间等），并通过对讲机将情况汇报给各站点；现场保护人员手持信号旗和对讲机，站在工作区外部的一个安全地点，一旦有火车靠近（距离工作区2公里），立刻下达“停止作业，撤离现场”的命令；远程瞭望哨分别在运行地点两侧1 km处设立瞭望哨，协助监控车辆移动，实现了“多重预警”。此外，还配备“行车靠近警报+紧急疏散路线”。在工作范围内，设置有行车靠近警报装置，可在火车经过时，对行车进行声、光报警（其声音强度大于100 dB，红灯闪起）；工作场地周围20 m处有一条1.2米宽的紧急疏散出口，并用箭头标示，以保证发生紧急事故时，工人能在30秒之内疏散到安全地带。本工程采用三维安全保护系统，保证了在工程建设过程中无“侵限”和“人穿线”事故，行车正点率在98%以上，证明了安全保护的效果。

### （二）安全培训，提高员工的安全素质

既有铁路改建工程的人员包括架子队、技术工和临时工等，他们的人员流动性很大，安全意识也各不相同，因此需要对他们进行有针对性的训练以减少人为危险。沪昆铁路株洲线（2023）全线提速改建，300多名建筑工人（含兼职），采用“三级培训”的方法，达到了培训覆盖率100%，考核达标率98%。基本培训以“既有线施工安全底线”为主线，以《铁路营业线施工安全管理办法》（“无防护不施工，列车不通过不能继续作业”）、既有线常见风险（27.5 kV高压触电、列车碰撞）和个人防护用品（安全帽、反光背心、绝缘鞋）的正确穿戴方式。

本次培训以“录像+个案分析”的方式，放映了2021年一起铁路改建项目“临时员工误碰接触网”的事故录像，以最直接的方式展现违章作业的严重后果。

岗位专题训练针对不同的工作进行不同的专业训练，例如：架子工重点培训“高空作业安全”（如脚手架搭设与验收标准、防坠落措施），接触网工重点培训“高压设备防护”（如验电接地电路、绝缘工具使用），信号工重点培训“设备误动防范”（如信号机施工时的停电保护措施）。在训练过程中，会向员工分发《工作地点的安全说明书》，说明书将工作中的危险部位和紧急处理步骤（例如：接触网电击后，先断电，再抢救）。最后是情景仿真训练，在建筑仿真现场，还原既有线路的工作情景，开设“火车靠近时的应急疏散”“接触网意外带电的避险”“工具侵限的处置”等实操科目。经过“笔试（40%）+实际操作（60%）”的培训，不能达到要求的人员必须再进行一次训练，直到通过为止。

### （三）技术交底，保证技术要求的实施

在既有铁路改建工程中，应对施工规范、质量要求和安全注意事项进行详细说明，以防止出现“家底不清”的质量隐患和安全事故。为了避免工程中出现的问题，在施工过程中，必须明确地基与管道之间的对应关系。把工艺指标转换成“施工步骤”，根据各工人的工作任务（如：测量员、挖掘工、浇筑工），确定各自的责任和工作重点。比如，在施工过程中，将“砗的坍塌度要求控制在 $180 \pm 20$  mm以内”；对安全人员进行了详细的说明：“在施工过程中，必须每隔一段时间进行一次线路标高，以避免因地基下沉引起的管线的变形。”对交底的整个流程要进行“签字确认”，填写《技术交底记录》，归档保存，便于查阅。在此过程中，无“基础偏移”“线路变形”等不良现象发生，说明文件是否规范是决定工程质量的重要因素。

### （四）设备管理，排除安全隐患

既有铁路改建工程设备（如起重机、挖掘机和压路机等）大多沿线路运行，一旦出现设备故障（如吊臂侵入、挖掘机撞击接触网等），将导致严重的安全事故。沪昆铁路株洲线提速改建工程中，50多台套采用“三全管理”，确保了机电设备的“零事故”。进入工地的机械必须达到“三证齐全”（设备资质证书、年度报告和驾驶员驾驶证）和“既有线适应性改装”的标准。如，在吊车靠近铁轨边缘（距离铁轨2.44 m）时，需要设置“极限警报”，以实现吊车的警报和闭锁；挖土机需要

在司机座位上方装有“接触警告器”，在与接触线不超过2米的情况下，用声音和声音警告。机器进入场地之前，由设备主管和安全工程师共同检查，不合格的人员不准进入。制定《设备维修记录表》，按照“日检，周检，每月检”的频率进行检验。日检：作业人员对制动系统，照明，喇叭，极限报警等进行全面的检测，如有异常，应及时停车；周检由机电班进行，主要是对“液压系统，燃油管路，轮胎磨损”进行检测，保证机器运行的稳定性；月检是由工程装备部门组织的，并邀请企业的专业人士参加，对发动机和变速箱等重要零件进行定期检查，并适时替换。机器操作采用“有领导+有边界”的方式进行。要求指挥员拥有“既有机器指令证明”，并能以“抬臂”“旋转”“停止”等标准动作来进行机器作业。

### （五）完善闭环管理与监督

做好风险闭环管理，构建“发现—报告—治理—验收—验收”的闭环体系，将存在的隐患全部纳入“工程隐患治理体系”，并经验收人（组长验收低风险，安全全部验收中风险，联合组验收高风险，联合组验收高风险）签字确认，方可销号；未能按时完成或未能完成整改的，将给予业绩奖励（如扣除奖励），并将限期延期，直到通过考核。当然，还要做好危险源分析和预警工作，每个月都要举行一次“危险分析”，对存在的危险种类（如防护、机械、作业）、高发区域（如接触网施工段、线路牵引段）、诱发因素（培训不够、设备老化等）进行汇总，并编制《隐患分析报告》。依据上报情况，制订“预警措施”，一旦出现“机电设备（以报警设备失效为主）”，马上对机器作业人员进行“安全警示设备的专门训练”，并在设备定期检修过程中，对“预警装置”进行检测。同时，可以把隐患排查治理工作列入“工程考评系统”，对积极主动、及时整改的单位和个人进行表彰（如“隐患排查标兵”称号，绩效加分）；对检查不力或隐藏隐患的（如有隐患而未报告），从重处理（通报批评、待岗学习）。在施工现场设立“安全隐患举报箱”和公布举报电话，鼓励施工单位和周围群众积极举报安全生产中的安全问题，凡举报属实的，将获得200-500元的奖金。如，赣州京九线改建工程中，经群众反映，在接到市民投诉后，发现1个“晚上堆料侵入”的隐患（施工队伍不能及时清除，物料超过界限1米），当即进行了整治，并对检举人进行了表彰，营造了“全员监督”的气氛。

## 二、案例分析与措施协同

### (一) 京通铁路换梁改造：在复杂条件下进行协调优化的实例

#### 1. 项目概况

京通线修建于70年代，此次改建工程涉及隆化—朝阳段14座桥共214孔梁体，且改建工程与电气化施工同时进行。建设过程中存在三个难点：1/12的陡坡，接近装备限制的500m小曲率半径；老梁桥的混凝土强度由35 MPa降至20 MPa，存在极大危险；工程建设需在18个工作日零4个小时的封闭时间内完成，时间压力非常大。中铁六公司运用“治理—安全—质量”协调优化的工艺系统，确保设备更新换代工作顺利进行。

#### 2. 协同最优方法的运用

基于BIM技术，提前6个月建立3D DBIM，对桥梁结构的力学状况和臂架的安全性进行动态模拟，对44.3 km范围内的4个标段进行分区，制定“多工作面平行”的施工方案。基于BIM平台，整合人员、设备和进度等数据，采用“人停机器不停”的两班轮班制进行精确排产，组织792名建筑工人和4台架桥机，发挥装备群协同作战的优势。其中，在安保协作方面，构建了一套完整的监测体系，跟踪支撑柱的垂直度和水平位移，设置3毫米和5毫米的极限值，整个过程中发布了12次预警，均得到有效处理，未发生任何意外。考虑到老梁拆卸风险，本项目采用链锯法代替常规方式，在降低对邻近梁干扰的同时，提高了40%的切割效率；拆除过程中，最大变形量仅1.2 mm，远低于安全限值。在品质管控协调方面，新梁施工主要采用M50自密实混凝土浇筑技术，使新、老结构界面达到100%密实，有效解决了新老结构应力集中问题。在BIM建模基础上，预先设定安装位置（面内偏差不超过2毫米），施工过程中利用激光定位法进行现场标定，93孔梁体全部一次安装到位，装配精度达100%。

本项目通过工艺的协调和优化，使更换主梁的周期由原来的15~16个小时缩短到8.5个小时，提高了将近一倍的工作效率；在大跨铁路线路上，首次实现了“零事故、零质量缺陷”的大跨铁路线路换梁目标，在整个建设过程中，设备失效率0.3%，比业界的3.2%要低得多；该项目比正常情况下提前2个小时封闭，通车后，大桥的通行容量提高到原来的1.5倍，满足了电气化运行的需要<sup>[3]</sup>。

### (二) 陇海铁路信号大修工程：多专业协同改造实践

#### 1. 项目概况

陇海铁路虞城县城到夏邑县车站信号检修项目，涉及两座车站49套道岔、75台信号机，对室内和室外设施进行全面改造，确保每天120列旅客列车和货物列车通过。中国铁建项目部运用协作优化方法，使项目建设和运行过程达到了“无缝对接”。

#### 2. 协作最优方法的运用

构建“装备—进展—安全”相关数据库，实现26套道岔、39台信号机等装备的精准匹配，并对各个分区的职责进行了详细划分，使天窗的使用效率由65%提高到92%。实行“双防范机制”，根据信号设备的特性，将17个安全警告区域划分出来，将红外线监测装置应用于电缆铺设等临近电气工作的各个阶段，没有发生过触电、设备损坏等事故。在品质控制协作方面，贯彻“直齐、圆柔、平滑分明”的技术规范<sup>[4]</sup>，通过对布线的标准化和焊点对称的控制，实现了对施工质量的有效控制，并利用一套智能化的测试系统对信号参数进行检验，投入使用后，一次检测的合格率达到100%，在试车过程中，信号装置的失效周期达到了180天，远远超过了业界的90天。

## 结束语

铁路既有有线建设项目工程管理与安全质量管理的协调优化，其关键是要用科技创新打通各个节点之间的屏障，借助信息化技术达到精准决策、主动的安全防控和全程的质量控制的目的。京通、陇海两条线的实际运行结果显示，通过对智能等技术的深入运用，能够建立智能传感—自动决策—自动处理的无人协同控制体系，在实时风险辨识和质量缺陷自动预警上取得新的进展，为我国铁路既有有线工程建设的高质量发展奠定基础。

## 参考文献

- [1] 成军刚. 既有铁路信号电气化改造工程的施工技术关键点研究[J]. 价值工程, 2025, 44(24): 24-26.
- [2] 李春辉. 既有铁路信号设备改造工程施工技术研究[J]. 运输经理世界, 2025, 6(12): 157-159.
- [3] 邢喆. 无缝铁路施工技术要点在铁路既有改造中的应用[J]. 运输经理世界, 2024, 12(26): 161-163.
- [4] 李璘. 浅析铁路既有有线供电线改造施工安全管理[J]. 工程机械与维修, 2023, 9(1): 208-210.