

# 新建桥梁邻近既有铁路的安全风险识别与管控技术

杨凯吉

中国铁路设计集团有限公司 天津 300000

**【摘要】**：随着我国铁路交通网络的持续扩展，邻近既有铁路桥梁的新建与改扩建工程日益增多。此类工程因施工区域紧邻运营线路，作业空间受限、环境复杂，极易对既有桥梁结构安全及铁路运营安全构成威胁。本文系统识别邻近施工过程中的关键风险点，从前期预控、过程管控到后期维护等多个阶段，构建论述一套科学、可操作的安全风险管控技术。旨在为同类工程提供理论支撑与实践指导，切实保障既有铁路桥梁在邻近施工影响下的结构稳定性与运营安全性。

**【关键词】**：邻近既有铁路桥梁；安全风险识别；管控技术体系。

DOI:10.12417/2811-0536.26.06.095

## 前言

铁路桥梁作为铁路运输系统的核心基础设施，其结构安全直接关系到列车运行的可靠性与公众生命财产安全。近年来，伴随铁路网加密与城市轨道交通建设的推进，大量新建工程不可避免地需在既有铁路桥梁附近实施。由于既有桥梁长期承受列车动荷载、环境侵蚀及材料老化等多重因素影响，结构性能可能已有所退化；而邻近施工带来的振动、地层扰动、降水开挖等外部干扰，开展邻近既有铁路桥梁施工过程中的风险识别与防控技术研究，具有重要的工程价值与现实意义。

## 1 邻近既有铁路桥梁风险识别

### 1.1 设计阶段风险点

(1) 基础设计风险：在邻近既有铁路桥梁的基础设计中，若对既有桥梁基础的受力状况、地质条件勘察不足，新桥梁基础设计方案可能与既有桥梁基础产生冲突。比如，新桥梁基础的桩位布置过于靠近既有桥梁基础，在施工过程中会扰动既有桥梁基础周边土体，改变其应力状态，导致既有桥梁基础沉降不均，影响桥梁结构稳定性。另外，当地质条件复杂，如存在岩溶、软土等不良地质时，若基础设计未针对性采取加固措施，如未采用钢护筒跟进、注浆加固等工艺，施工过程中极易出现塌孔、突水等事故，进而危及既有铁路桥梁安全。(2) 结构设计风险：结构设计阶段，若未充分考虑施工过程中对既有铁路桥梁的影响，新桥梁的结构形式、跨度选择不合理，会在施工和运营阶段对既有桥梁产生不利作用。例如，新桥梁采用大跨度结构，施工时的支架搭设、梁体吊装等作业可能会侵入既有铁路限界，影响列车正常运行。(3) 接口设计风险：邻近既有铁路桥梁工程涉及多个专业接口，如与既有铁路的信号系统、通信系统、供电系统等接

口设计不当，会影响既有铁路的正常运营。例如，新桥梁施工时的临时设施若与既有铁路的信号设备距离过近，会对信号产生干扰，导致列车信号显示异常；或者新桥梁的供电系统设计与既有铁路供电系统衔接不合理，可能引发供电故障，影响列车运行。

### 1.2 施工阶段风险点

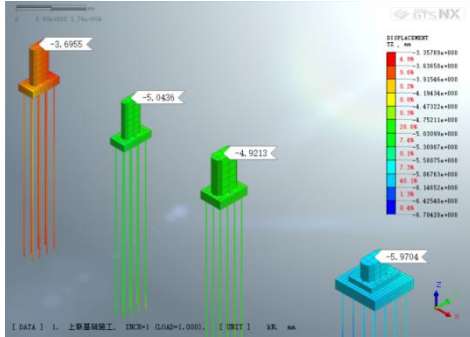
(1) 基础施工阶段：深基坑施工是基础作业的关键环节。在软土或砂层地质条件下，若基坑开挖深度 $\geq 5\text{m}$ 且边坡坡率不足1:1.5，易引发边坡失稳甚至坍塌，进而威胁既有桥梁基础的稳定性。此外，基坑周边堆载超过10kPa时，将显著增加地基附加应力，导致基底沉降，影响既有桥梁基础受力状态。桩基施工中，若钻孔灌注桩泥浆比重低于1.2，且在砂层中未采用套管跟进工艺，易发生塌孔，不仅影响成桩质量，还可能引发土体位移。(2) 墩身与梁体施工阶段：对于高度 $\geq 30\text{m}$ 的桥墩，模板支架的稳定性至关重要。若模板整体刚度不足，存在爆模风险，可能波及既有铁路桥梁。混凝土浇筑分层厚度过大时，内部水化热难以及时散发，易产生温度应力，导致墩身出现裂缝，影响结构耐久性。预制梁施工中，若张拉设备油压表精度低于1.5级，将导致预应力损失超过设计值的5%，降低梁体承载能力。梁体浇筑后24小时内未及时覆盖并洒水养护，表面易产生干缩裂缝，影响耐久性。(3) 架梁与桥面施工阶段：架桥机支腿地基承载力低于150kPa时，易发生不均匀沉降，影响架设精度，严重时可能导致整机倾覆，危及既有线路安全。

## 2 设计阶段风险预控技术

### 2.1 精细化勘察与评估技术

采用地质雷达、钻孔取芯、长期水文监测等综合勘察手段，获取施工区域详实的地质与水文数据。针对岩溶地区桩基施工，运用高密度电法、地震反射法

等物探技术, 探明溶洞规模与填充状态, 为“钢护筒跟进+注浆加固”等成孔工艺提供依据。同时, 对既有桥梁结构进行全面评估。桥梁工程施工会引起地层移动和变形, 导致既有铁路发生移动和变形, 进而引起结构受力的变化。通过对结构的沉降变形、水平变形进行计算, 分析新建桥梁对既有铁路的影响。



## 2.2 施工方案优化与审批技术

针对复杂结构的施工, 应用 BIM 技术等手段, 模拟施工流程、体系转换等高风险环节, 实现施工方案的风险推演与优化。通过可视化手段, 直观展示工序衔接与场地布置, 提前发现潜在问题并调整方案。如, 在架梁施工中, 通过 BIM 模拟架桥机行走路径与梁体吊装过程, 优化架设顺序与时机, 规避对既有结构的影响。

## 3 施工过程风险管控技术

(1) 物理隔离与防护技术: 根据工程性质、规模及既有运营条件, 合理设置硬质围挡、彩钢板、防护栅栏或钢管架防护网等隔离设施, 防止人员、机具侵入铁路限界。临近既有桥梁施工时, 应布设防护网覆盖作业区域, 避免杂物坠落损坏桥梁设施。(2) 过程监控与动态管理技术: 强化现场盯控, 施工负责人与专职安全员须全程在岗, 对防护设施、作业行为、材料堆放及限界情况实施全方位监督。在既有桥梁上布设传感器, 实时监测沉降、位移、振动等参数, 实现动态预警。当数据超限时, 立即报警并采取应对措施。

## 参考文献:

- [1] 刘鹏. 邻近既有高铁桥梁深基坑施工安全风险管控研究[D]. 重庆交大[2026-03-05].
- [2] 陈金良. 深基坑施工对邻近高铁桥梁影响研究[J]. 商品与质量, 2017, 000(014): 210, 212.
- [3] 卞德宝. 铁路营业线工程施工安全风险分析及控制措施[J]. 中国铁路, 2023(4): 21-26.
- [4] 张志强, 李刚, 王艳. 紧邻既有有线城际铁路施工安全风险分析与对策[J]. 铁道建筑技术, 2020(6): 123-127.
- [5] 中国铁道科学研究院, 清华大学联合研究团队. 铁路特大桥临近既有有线施工风险控制与优化研究[J]. 中国铁道科学, 2025, 46(4): 23-31.

施。(3) 环境风险应对技术: 建立天气预警机制, 获取实时气象信息。遇风力 $\geq 6$ 级或降雨强度 $\geq 50\text{mm/h}$ 时, 应暂停高空、水上等高危作业, 并对设备与材料进行加固。暴雨前应检查排水系统, 防止积水影响结构物安全。在山区施工时, 提前设置挡土墙、抗滑桩等边坡防护设施, 防范滑坡与塌方。

## 4 施工后期风险管控技术

(1) 工程验收与缺陷整改技术: 工程完工后, 依据规范标准组织多单位联合验收, 重点检查结构尺寸、混凝土强度、预应力张拉、防水层质量等。采用超声波、回弹法等无损检测技术评估内部质量。对发现的缺陷制定整改方案, 明确责任人与期限, 整改后复验直至达标。(2) 既有桥梁监测与评估技术: 施工结束后持续监测既有桥梁沉降、位移、裂缝等指标, 周期一般不少于6个月。采用自动化监测系统实时采集数据, 分析施工影响是否在允许范围内。若发现沉降速率加快或裂缝扩展, 立即组织专家评估并采取注浆加固等措施。(3) 后期维护与管理技术: 建立桥梁后期维护制度, 制定定期检查与保养计划, 重点维护支座、伸缩缝、防水层等关键部件。严禁在桥梁安全保护区内取土、采砂或堆放垃圾。设置防护栏与警示标志, 加强日常巡查, 及时发现并处置周边安全隐患, 如违建建筑等。

## 5 结论

邻近既有铁路桥梁施工的安全风险管控是一项系统性、全过程的工程。需从前期的风险识别与预控, 到施工过程中的动态监控与防护, 再到应急管理 with 后期维护, 形成闭环管理体系。通过精细化勘察、BIM 模拟、物理隔离等技术手段的综合应用, 可有效降低施工对既有结构的不利影响, 保障铁路运营安全。在实际工程中, 应结合项目特点灵活运用上述技术, 持续优化管控策略, 不断提升邻近铁路桥梁施工的安全管理水平。