多场景铁路工程施工技术要点与现场管理实践研究

田文彬

（西安铁一院工程咨询管理有限公司，陕西 西安 710065）

摘 要 随着我国铁路基建体系持续发展，建设格局呈多元化发展。不同地区受地域气候、围岩条件、既有运营设施、施工场地等因素制约，普遍存在施工场地工序交叉复杂、建设标准严格、安全风险高、质量管控难度大等突出问题。本文以四类典型铁路施工场景为研究载体，依托新建深汕高铁、兰张三四线铁路大跨度连续梁桥工程、兰州车辆段扩能改造工程及乌鲁木齐地铁2号线隧道工程现场施工实践经验，系统梳理高铁施工管理、挂篮悬臂梁浇筑、既有铁路场区改造、严寒地区隧道施工的核心技术重难点。结合现场问题，从施工工艺优化、质量过程管控、安全防护及现场人员调配，总结形成多场景铁路工程的标准化施工与现场管理方法。

关键词 铁路工程；高铁施工；连续梁桥；隧道施工；房建改造

中图分类号：U215 **文献标志码**：A **DOI**：10.3969/j.issn.2097-3365.2026.29.032

0 引言

随着我国高速铁路网与城市轨道交通基础设施的持续完善，已然突破传统单一线路土建施工模式，形成高铁新建、干线桥梁施工、既有铁路改扩建、城市地铁隧道施工并存的建设格局。不同施工场景的地形环境、气候条件、技术标准、安全管控要求差异显著，施工组织与现场管控难度大幅提升。其中，高铁工程对线路线形精度、基础沉降稳定性、施工标准化程度要求极高，微小施工偏差均会影响线路后期运营平顺性；干线大跨度连续梁桥多采用挂篮悬臂浇筑工艺，存在高空作业量大、线形微调精度高、预应力施工工艺复杂、冬季施工干扰大等难点；既有铁路车辆段改扩建工程需在不停业、不影响既有设备运营的前提下施工，场地狭窄、新旧结构衔接节点多、成品保护难度高；西北严寒地区地铁隧道围岩破碎、自稳性差，叠加昼夜温差大、冻融循环频繁等气候特征，极易引发围岩坍塌、隧道渗水、结构冻损等病害，施工质量与安全管控压力突出。本文基于四项真实工程项目施工实践，系统剖析不同铁路施工场景的技术难点、核心工艺要点与现场管控短板，提炼可复制、可落地的精细化施工管理体系，对提升铁路工程建设质量、规避施工安全风险、保障项目履约提质增效具有一定的工程应用价值。

1 多场景铁路工程施工项目概况

本文选取华南、西北不同地域的四项典型铁路工程作为研究案例，覆盖高铁新建、干线桥梁、既有线房建改造、严寒地区地铁隧道四种不同场景铁路施工。

新建深圳至深汕合作区高铁，线路施工精度管控标准严苛。施工沿线紧邻市政道路、居民区及管线密集区，外部协调难度大、多工序交叉施工干扰频繁。项目核心管控重点为土建施工统筹规划、现场标准化建设、交叉作业协同管控、路基及桥梁沉降变形动态监测，全程严格执行高标准施工规范。

兰张三四线铁路为甘肃省重点干线铁路升级改造工程，线路分布多座大跨度连续梁桥，桥梁跨越既有道路、农田沟渠，主体采用挂篮悬臂浇筑施工工艺。项目地处西北内陆，冬季低温施工周期长、有效施工工期短，同时存在高空作业、桥梁线形控制精度高、预应力张拉及压浆工艺要求严格等特点，是全线质量安全管控的重难点工程。

兰州车辆段扩能改造房建工程属于典型既有运营铁路场区改造项目，主要施工内容包含原有房屋结构加固、扩建施工及机电配套设备升级。施工区域场地狭小、物料转运及堆放受限，新旧结构交接节点繁杂，且施工区域紧邻在用铁路运营设备，需在保障既有设备正常运营、不停业施工的前提下完成改造，对施工

作者简介：田文彬（1995-），男，本科，助理工程师，研究方向：轨道交通桥梁隧道及既有铁路站房扩能改造施工技术。

时序排布、安全隔离防护、成品保护工作提出极高要求。

乌鲁木齐地铁2号线隧道工程位于西北严寒地区，隧道穿越地层以风化岩、破碎围岩为主，岩体整体性差、自稳能力弱，施工过程中易出现围岩掉块、局部坍塌、衬砌渗水等隐患。区域昼夜温差悬殊、冬季低温持续时间久，长期冻融循环易造成隧道混凝土结构损伤、耐久性下降，对隧道开挖、初期支护、二次衬砌、防排水及越冬保温施工管控提出了特殊技术要求[1]。

2 多场景铁路工程核心施工技术要点

2.1 深汕高铁工程整体施工管理技术

高速铁路工程具有高精度、高稳定性、高标准化的建设特征，全过程需落实精细化、规范化、数字化管控理念。结合深汕高铁项目施工实际，重点从施工组织统筹、交叉作业管控、沉降变形监测、质量通病治理四个维度落实核心技术管控工作。

依据线路走向、现场场地条件及周边建构筑物分布，科学划分人员、机械设备、周转材料配置，有效规避工序冲突与资源闲置问题。针对路基填筑、桥梁浇筑、涵洞施工、地下管线迁改等交叉工序，提前梳理施工冲突点位，编制专项施工方案，采用分区作业、错峰施工的组织模式，有效提升多工序协同效率，保障施工有序推进。

沉降变形控制是高铁施工的核心，路基、桥梁基础施工严格遵循分层填筑、分层碾压、分层检测的施工工艺，按照规范标准布设常态化监测点位，定期开展沉降、水平位移观测。依托实时监测数据动态调整施工参数，精准把控基础压实质量，从源头杜绝不均匀沉降、路基变形等问题，保障线路基础长期稳定。

针对钢筋加工、模板安装、混凝土浇筑、养护等关键工序，统一现场施工工艺标准与验收标准。通过标准化作业管控，有效规避混凝土裂缝、蜂窝麻面、线形偏差等常见质量通病，全面提升高铁土建工程施工品质，满足高铁高精度建设要求。

2.2 兰张三四线连续梁桥施工关键技术

大跨度连续梁桥是干线铁路的重难点分部工程，本项目桥梁主体采用挂篮悬臂浇筑施工，核心技术管控要点涵盖挂篮体系施工、桥梁线形控制、预应力施工、合拢段施工四大模块。

挂篮施工前严格执行拼装、调试、分级预压工艺流程，通过分级加载预压消除挂篮非弹性变形，精准采集挂篮变形、沉降数据，建立变形拟合模型，为后续各节段立模标高调整提供精准数据支撑。悬臂浇筑施工严格遵循对称平衡施工原则，每一节段浇筑完成后，实时对比实测线形与设计线形偏差，动态修正立模参数，确保桥梁整体线形平顺、偏差可控。

预应力施工严格执行“张拉应力控制为主、伸长值校核为辅”的双控原则，全程管控钢绞线穿束、分级张拉、孔道压浆、端头封锚全流程工艺。严控张拉应力、持荷时间、压浆饱满度，有效规避预应力损失超标、梁体受力不均、混凝土开裂等质量缺陷，保障梁体结构受力性能满足设计及规范要求[2]。

2.3 兰州车辆段扩能改造房建施工技术

既有铁路场区房建改造工程区别于新建房建工程，核心施工难点集中在新旧结构衔接、既有运营设备防护、狭小场地施工、不停业施工保障四个方面。结合兰州车辆段改造项目现场工况，重点落实精准拆除、结构衔接加固、全过程安全防护三项核心技术措施。

施工前期全面排查现场既有建筑结构、管线布设、机电设备分布情况，绘制完整现场工况施工图，精准划分拆除作业区、保留保护区、警戒隔离区，杜绝盲目拆除、误拆乱改问题，最大程度保护既有结构与运营设备完好。针对新旧混凝土结构交接节点，采用界面机械凿毛、植筋加固、涂刷高强界面剂等复合工艺，强化新旧结构结合强度，避免后期衔接部位出现开裂、渗水、脱落等病害。

针对施工场地狭小、物料堆放受限、作业空间不足的难题，采用分段流水、分层施工的组织模式，科学规划材料进场、现场堆放、场内转运路线，规避现场拥堵、工序停滞等问题，提升施工连续性。同时，对临近运营设备区域设置硬质隔离围挡、安全警示标识，严格管控施工机械作业范围、施工震动及扬尘污染，定期开展设备巡检与成品保护排查，确保改造施工与既有铁路设备安全运营互不干扰。同步优化屋面、墙体、给排水及电气配套工程施工工序，保障改造后房建工程的安全性、功能性与耐久性。

2.4 乌鲁木齐地铁2号线隧道施工技术

乌鲁木齐地铁2号线隧道工程地处西北严寒地区，受复杂围岩条件与极端气候双重影响，隧道施工稳定性、质量管控及越冬施工难度极大。项目采用矿山法施工，核心围绕围岩开挖控制、初期支护加固、防排水施工、防寒防冻管控开展技术管理工作。

隧道开挖严格落实“短进尺、弱爆破、强支护、快封闭、勤量测”的核心施工原则。针对风化岩层、破碎围岩等不良地质区段，适当缩小单次开挖循环进

尺，降低爆破扰动对围岩的破坏作用，开挖完成后及时开展初喷混凝土、锚杆架设、钢拱架安装、挂网支护作业，快速封闭围岩暴露面，有效防范围岩松动、掉块、坍塌风险。建立常态化监控量测体系，实时监测隧道拱顶下沉、周边收敛、地表沉降数据，数据异常时立即停工研判、优化支护参数，保障隧道施工全过程安全可控。

防排水系统是隧道工程的核心隐蔽工程，直接影响隧道长期运营安全。施工中严格把控防水板铺设、热熔焊接、止水带安装、施工缝及变形缝处理工艺，杜绝焊缝漏焊、空鼓、搭接不规范等质量缺陷，从源头规避隧道渗水、漏水病害。结合当地严寒气候特征，优化衬砌混凝土防冻配合比，强化混凝土浇筑后的保温蓄热养护措施，严控低温环境下混凝土强度增长速率，有效抵御冻融循环对隧道结构的破坏，保障隧道结构长期稳定运营[3]。

3 多场景铁路工程现场施工管理优化措施

3.1 质量管理精细化管控

结合多场景铁路工程施工经验，构建“事前技术交底、事中过程管控、事后验收复盘”的三级精细化质量管理体系。施工前针对不同工程类型、施工重难点开展专项技术交底，明确工艺标准、操作流程、质量通病及防控方案；施工过程中对钢筋、模板、混凝土、预应力、防水等关键工序落实技术人员全过程旁站监督，实时纠偏不规范施工行为；工序完成后严格执行自检、互检、交接检的“三检制度”，验收合格后方可进入下一施工环节。同时，依托数字化管理手段，完善施工台账、试验检测资料、隐蔽工程影像留存，实现施工质量全过程可追溯、可复盘，全面提升工程施工质量[4]。

3.2 安全与进度统筹管理

铁路工程涵盖高空作业、有限空间作业、临近既有线作业等多项高危作业类型，不同施工场景风险隐患特征差异明显。针对桥梁挂篮施工高空坠落、物体打击风险，隧道施工坍塌、透水、有害气体超标风险，既有线改造设备损坏、运营干扰风险，分别编制专项安全施工方案及应急处置预案。通过常态化安全隐患排查、班前安全教育、全员安全生产责任制落实，实现施工现场隐患动态清零、安全全程可控。

进度管理实行分级计划管控模式，依据项目总工期节点，分解制定月度、周度施工计划，动态跟踪现场施工进度。针对恶劣天气、场地限制、设备材料滞后、工序冲突等导致的工期偏差，及时优化施工方案、增补人力机械设备资源、调整工序排布，精准化解工期滞后问题，保障项目按期履约交付。

3.3 多场景施工经验整合与改进

通过四类差异化铁路工程的施工实践，总结形成针对性管控体系：高铁工程以施工精度、沉降稳定、标准化作业为核心管控重点；大跨度连续梁桥聚焦线形调控、预应力施工、冬施质量管控；既有线改扩建工程侧重新旧结构衔接、既有设备防护、不停业施工组织；严寒地区隧道工程重点强化围岩支护、防排水施工、防冻抗冻管控。在后续铁路工程施工管理中，可依托标准化工艺、数字化监测、精细化管控模式，实现多场景优质施工经验互通复用，系统性解决铁路工程常见的质量、安全、进度难题，持续提升现场技术管理专业化水平[5]。

4 结束语

本文依托深汕高铁、兰张三四线连续梁桥、兰州车辆段房建改造、乌鲁木齐地铁隧道四项实际工程项目，系统梳理了多场景铁路工程的施工工况、技术难点、核心施工工艺及现场管控方法，可为同类铁路基建工程施工组织、技术落地、现场管控提供参考借鉴。工程实践表明，铁路工程施工无统一通用的管控模式，需结合项目地域气候、地质条件、工程类型、施工约束条件，制定差异化、针对性的施工技术方案与管理体系。通过落实精细化质量管控、常态化安全防控、动态化进度管理，可有效解决线形偏差、结构开裂、隧道渗水、设备损伤、低温冻害等典型施工问题，切实保障铁路工程建设质量与施工安全。未来可结合智能化、数字化施工技术，持续优化多场景铁路工程施工管控体系，推动铁路工程建设向标准化、精细化、智能化方向高质量发展。

参考文献：

[1] 林涛.铁路工程施工安全管理与事故预防机制分析[J].全面腐蚀控制,2025,39(11):205-207.
[2] 申志胜.高铁连续梁桥悬浇施工关键技术与控制技术研究[J].建筑技术,2025,56(01):57-60.
[3] 谢小峰.寒冷地区隧道冬期施工综合管控技术[J].建筑机械化,2025,46(09):104-107.
[4] 鲜永开.铁路工程技术管理与施工质量控制策略[J].工程技术研究,2025,10(08):7-9.
[5] 季峰.基于多源数据融合的铁路施工管理应用设计与实现[J].铁路计算机应用,2025,34(07):65-74.