

公路工程改扩建中安全技术

刘义林¹ 李志锐²

1. 巴林左旗交通运输综合行政执法大队 内蒙古 赤峰 025450

2. 巴林左旗公路管护和运输保障中心 内蒙古 赤峰 025450

摘要：文章聚焦公路工程改扩建中的安全技术。阐述改扩建工程特性及对安全技术的挑战，包括施工环境复杂、交通组织困难等。详细探讨施工区域、交通组织、既有设施保护及特殊工况下的安全技术措施。同时，从安全技术管理和应急保障两方面提出建议，涵盖构建科学管理体系、加强人员培训、完善应急预案等内容，旨在为保障公路工程改扩建施工安全提供参考。

关键词：公路工程改扩建；安全技术；应急保障

引言

公路工程改扩建是提升公路通行能力、适应交通量增长的重要举措。然而，与新建工程不同，改扩建工程面临诸多独特挑战，如周边环境复杂、施工空间受限等，这对安全技术提出了更高要求。安全技术贯穿于改扩建工程的全过程，关乎施工人员生命安全、既有设施稳定以及交通正常运行。深入研究并有效应用安全技术，对确保公路工程改扩建顺利推进、降低事故风险具有重要意义。

1 公路工程改扩建特性及对安全技术的挑战

公路工程改扩建项目与新建工程相比，呈现出诸多独特特性，这些特性给安全技术带来了复杂且严峻的挑战。在施工环境方面，改扩建工程多在既有公路基础上开展，周边环境错综复杂。既有公路下方往往埋设着各类地下管线，如供水、排水、电力、通信等，其分布走向不明且位置隐蔽。周边会存在建筑物、桥梁、隧道等既有结构物，施工空间受到极大限制。在此环境下进行作业，稍有不慎就可能破坏地下管线，引发停水、停电、通信中断等事故，影响周边居民生活与生产；也可能对既有结构物造成损伤，威胁其稳定性与安全性。这就要求安全技术须具备精准探测地下管线位置、有效保护既有结构物的能力，以确保施工过程中不发生意外破坏。交通组织也是改扩建工程面临的一大难题。施工期间，道路通行能力下降，交通拥堵状况加剧。在公路工程改扩建里，过往车辆与施工区域距离逼近，致使车辆和施工人员、设备碰撞风险大幅攀升。合理规划交通组织方案迫在眉睫，需依据公路实际状况与交通流量，科学制定交通管制举措、疏导路线，并精准设置交通标志标线与安全防护设施，如醒目的施工警示牌、坚固的隔离栏等，以引导车辆安全有序通行，同时护施工人员与设备

周全。施工期间，暴雨、大雾等恶劣天气，以及交通事故等突发事件等不可预见因素频发，让交通组织与安全保障工作更为棘手，安全技术需不断优化以应对挑战。

2 公路工程改扩建中的安全技术措施

2.1 施工区域安全技术措施

针对高处作业风险，需构建系统性防护体系。施工前期，依据工程设计要求，选用符合承载标准的材料搭建稳固脚手架与操作平台，其架构需通过力学计算确保稳定性，同时在周边设置高度达标、间距合理的防护栏杆，并张挂全封闭安全网，形成立体防护屏障。作业人员必须配备符合标准的全身式安全带，且挂点需经专业人员评估其承载能力，确保锚固点的可靠性。为保证防护设施持续有效，需建立定期巡检制度，采用专业检测设备对结构关键部位进行探伤和强度测试，及时修复或更换受损部件。对于物体打击防范，需建立精细化的现场管理体系。材料管理方面，按照品类、规格、使用阶段进行分区堆放，通过数字化管理系统对材料存储位置和数量进行动态监控，同时在堆放区域设置醒目标识牌。工具管理实行定置化管理，配备专用工具包和工具架，并采用防坠落设计。吊装作业环节，运用BIM技术进行模拟分析，优化吊物捆绑方案和吊点选择，通过应力传感器实时监测吊装过程中的受力情况，现场配备专业指挥人员，采用标准化信号指挥系统确保作业协同性。机械伤害预防则需聚焦人员与设备双重管控。在人员培训方面，构建分级分类培训体系，通过虚拟仿真技术开展实操训练，使操作人员熟练掌握设备运行原理、操作流程及应急处置方法。设备管理采用全生命周期维护策略，制定详细的维护保养计划，运用振动监测、油液分析等技术对设备关键部件进行状态监测，确保安全防护装置如防护罩、限位器等处于完好状态^[1]。

2.2 交通组织安全技术措施

(1) 公路改扩建工程维持交通运行效能的核心在于构建科学化交通组织体系。需借助交通流量预测模型,结合历史流量数据与施工时序安排,对施工区域及周边路网的交通流演变进行动态仿真分析。通过优化交通管控策略,合理界定施工区、缓冲区、过渡区及终止区空间范围,运用交通分流合流优化算法设计疏导路线,均衡路网各路段交通负荷,降低施工对正常通行的影响,并利用交通仿真软件开展多场景验证,确保方案具备实践可行性。(2) 引导车辆安全通行的关键要素是完备的交通标志标线及安全防护设施。在施工区域周边,应依据交通工程学理论,遵循视认性、连续性与规范性原则布设各类交通标志,采用高亮度反光材料及主动发光技术提升环境适应性;标线选用耐久性强的热熔涂料并辅以振荡标线技术强化警示效果;隔离设施构建组合式防护体系,在关键区域配置适配防撞等级的钢护栏、水马及防撞桶,科学布局形成有效缓冲空间,防止车辆误入施工区域。(3) 应对施工期复杂交通状况的核心手段是实施高效化交通疏导与管理。搭建智能化交通管理平台,集成视频监控、雷达检测等感知设备实现交通状态实时监测;组建专业化交通疏导队伍,经系统培训掌握交通指挥及应急处置技能,采用网格化管理模式对重点路段实施定点值守与动态巡查;利用可变情报板、导航软件等媒介及时发布施工及诱导信息,引导驾驶员合理规划出行路径;同步开展交通安全宣教活动,借助新媒体等多元化渠道提升驾驶员安全意识与遵规自觉性^[2]。

2.3 既有设施安全保护技术措施

既有设施安全保护在公路改扩建中至关重要,尤其是地下管线和既有结构物的保护。针对地下管线,施工前需开展全面的探测工作。综合运用地质雷达、电磁感应等多种探测技术,对地下管线的位置、埋深、材质和规格进行精确探测,建立三维可视化的地下管线信息模型。结合施工方案,对管线可能受到的影响进行风险评估,制定分级保护策略。对于重要管线,采用人工开挖探坑进行精准定位,在施工区域设置保护套管,采用非开挖施工技术减少对管线的扰动;在施工过程中对管线进行实时监测,通过位移传感器、压力传感器等设备采集数据,运用大数据分析技术预测管线变化趋势,及时采取保护措施。对于桥梁、隧道等既有结构物,需构建完善的监测与加固体系。在施工前,对结构物进行详细的现状调查和检测评估,确定监测重点部位和关键参数。采用光纤光栅、应变片等先进监测设备,建立实时在线监测系统,对结构物的变形、应力、裂缝等情况进

行连续监测,通过数据采集和传输系统将监测数据实时传输至监控中心。运用有限元分析软件对监测数据进行分析处理,建立结构安全评估模型,及时发现结构异常情况。如果监测数据超出预警阈值,立即启动应急响应机制,根据结构特点和损伤情况,采用粘贴钢板、碳纤维加固、体外预应力加固等技术进行针对性加固,确保既有结构物在改扩建施工过程中的安全稳定。

2.4 特殊工况与风险协同管控技术措施

(1) 针对公路改扩建中夜间施工、交叉作业等特殊工况,需构建专项风险管控体系。夜间施工时,采用高显色性LED照明设备对作业区域进行立体式布光,确保光照强度满足施工与行车安全需求,同时设置主动发光轮廓标、太阳能警示灯等增强夜间警示效果;交叉作业场景下,运用空间冲突分析模型对不同作业面的施工时序与空间布局进行优化,设置物理隔离屏障与声光报警装置,实现作业区域间的安全分隔与动态预警。(2) 面对恶劣天气带来的风险,需建立环境自适应应对机制。在暴雨、大风等极端天气来临前,利用气象预警系统获取精准气象信息,提前对临时设施进行防风加固、排水系统疏通;针对冰雪天气,在施工区域及周边道路铺设防滑材料,配备融雪剂喷洒设备,动态调整交通限速与管制措施。通过温湿度、风速等环境传感器对作业环境进行实时监测,当环境参数超出安全阈值时,自动触发停工与人员撤离指令。(3) 针对改扩建工程中存在的高风险作业环节,需实施动态风险评估与分级管控。运用LEC风险评价法对深基坑开挖、桥梁拆除等高风险作业进行实时风险量化评估,根据风险等级配置相应的防护资源与管控措施;采用可穿戴设备对作业人员的生理状态、作业行为进行监测,结合AI视频分析技术识别违规操作,通过智能终端实时推送风险预警信息,形成“风险识别-评估-处置-反馈”的闭环管理流程,保障特殊工况下施工安全与交通运行的协同稳定^[3]。

3 安全技术管理与应急保障

3.1 安全技术管理

(1) 公路工程改扩建安全管理的核心在于构建科学化技术管理体系。施工企业应依据项目特性,搭建具备清晰层级划分与明确权责界定的制度框架,运用责任矩阵工具精准定义各级人员安全职责,实现管理责任的数字化追踪与量化考核;围绕工程工艺特性编制全流程安全技术规程,对操作流程、技术指标及风险控制点进行系统性规范,为施工实践提供标准化操作指引。(2) 人员安全能力建设依赖多维教育培训模式。通过理论与实践融合的课程体系,系统传授安全技术原理与设备操作

规范,借助模拟作业环境开展实操训练,重点强化设备操控与安全防护技能。引入VR仿真技术构建事故场景模拟系统,以沉浸式体验方式提升人员应急处置能力,实现安全意识与操作技能的同步提升。(3)事故预防机制依托智能化隐患管控体系。采用多维度检查机制,综合运用无人机巡检、红外检测等技术手段,对设备工况、防护设施及作业环境实施动态监测。构建数字化隐患管理平台,运用风险评估模型实施分级管控,明确整改责任、技术方案与时间节点,通过信息化跟踪系统实现隐患治理的全流程闭环管理,确保风险隐患及时有效消除。

3.2 应急保障

应急保障体系的完善程度直接关系到公路工程改扩建项目面对突发安全事故时的应对能力。施工单位需依据项目潜在风险类型与危害程度,制定具有针对性、可操作性的应急预案。运用系统工程方法,对应急预案进行系统设计,明确应急救援组织机构的组成架构、各部门及人员的职责分工,细化应急响应程序,包括事故预警、应急启动、现场救援、应急结束等环节的具体操作流程,同时制定不同事故场景下的处置方案,确保应急救援工作有序开展。专业的应急救援队伍是实施有效救援的关键力量。通过选拔具备专业技能与丰富经验的人员组建应急救援队伍,并进行系统化、专业化的培训。培训内容涵盖应急救援理论知识、救援设备操作技能、伤员急救技术等方面,同时定期组织实战演练,模拟坍塌、火灾、机械伤害等多种事故场景,检验和提升队伍的协同作战能力与应急处置水平。配备齐全且性能可靠的应急救援设备和物资,如破拆工具、救生器材、医疗急救设备等,并建立动态管理机制,定期对应急物资进行维护、更新,保障其处于随时可用状态。应急值守和信息报告是确保应急响应及时性与有效性的重要保障。

在施工期间,建立24小时应急值守制度,安排专人负责信息接收与传递工作,配备先进的通信设备,确保信息传输畅通无阻。如果发生安全事故,值守人员需立即启动应急预案,按照既定程序迅速组织救援力量赶赴现场;严格遵循信息报告流程,及时、准确、全面地向上级部门报告事故发生的时间、地点、原因、人员伤亡及财产损失等情况,为后续救援决策与事故处理提供准确依据,最大限度降低事故造成的损失^[4]。

结束语

公路工程改扩建中的安全技术是保障工程顺利实施的关键要素。通过对施工区域、交通组织、既有设施保护以及特殊工况等多方面采取针对性的安全技术措施,并强化安全技术管理和应急保障工作,能够显著降低施工过程中的安全风险。在实际工程中,需结合项目具体情况,不断优化和完善安全技术体系,持续提升安全管理水平,以实现公路工程改扩建的安全、高效推进,为交通运输事业的发展提供坚实保障。

参考文献

- [1]邵志高.公路改扩建工程路基拼宽施工中的技术要点与监理控制分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(1):085-088.
- [2]赵梅.公路改扩建工程中的新旧路基拼接技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(3):127-130.
- [3]郑杰.公路改扩建项目中路面病害防治技术分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(3):005-008.
- [4]李涛.高速公路改扩建工程新老路基路面施工技术分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(1):102-105.