

公路施工安全风险防控路径研究

张 辉 汪广博

摘 要：公路建设是国家基础设施建设的重要组成部分，其施工安全直接关系到人民生命财产安全和社会稳定。本文旨在深入研究公路施工安全风险防控路径，通过对公路施工过程中存在的内部风险、外部环境风险以及管理协同风险进行全面分析，提出了工艺改进创新、区域封闭管理、动态监测和设备管理升级等针对性的防控措施。研究结果对于提高公路施工安全管理水平，降低安全事故发生率具有重要的理论和实践意义。

关键词：公路施工；安全风险；防控路径

引言

公路是国民经济的主要命脉，公路建设规模越来越大，速度也越来越快。但是在公路施工期间所面临的风险因素众多且错综复杂，安全事故频发，对施工人员生命安全以及国家财产造成严重损害。因此，对公路施工安全风险防控路径进行深入研究，提升施工安全管理水平是目前我国公路建设领域急需解决的一个重要课题。

一、公路施工安全风险分析

（一）施工内部风险

公路施工的内部风险是复杂的，涵盖了施工技术、质量安全、装备等诸多方面。在施工技术方面，路基高边坡的开挖及深基坑支护如果工艺失当，很容易诱发坍塌；桥梁桩基施工具有孔壁坍塌的危险，而梁板吊装这种高空作业具有坠落的危险；在隧道开挖过程中，塌方及特殊地质段瓦斯突出安全隐患较多。从质量安全的角度来看，路基压实度的不足将使路基在车辆荷载的长期作用下发生沉降变形；桥梁钢筋焊接质量不过关将减弱结构连接强度，并埋下裂缝和坍塌等潜在危险；沥青路面在施工过程中温度的错误控制可能诱发车辙和裂缝等早期病害。在设备方面，特别是像塔吊和压路机这样的特种设备，如果操作失误或设备老化，都有可能导机械伤害事故的发生。这些风险交织在一起，严重威胁公

路施工的安全，需要引起高度的重视和有针对性的预防与控制。

（二）外部环境风险

公路施工的外部环境风险是多种多样的，也是比较复杂的。从地质和环境的角度来看，山区公路经常受到滑坡、泥石流等地质灾害的威胁，在软基路段容易发生路基沉降，如果处理不好，将对公路的质量和安全隐患造成严重影响。极端的气候条件，例如暴雨、暴雪和高温，不仅可能导致工程进度的延误，暴雨还有可能触发基坑的积水和坍塌现象，高温环境更有可能导致人员中暑和设备出现故障。施工过程中产生的各种污染物，如噪音和粉尘，都可能对附近的环境和居民的日常生活产生负面影响。长时间的噪音干扰对居民的健康构成威胁，而粉尘污染还可能导致呼吸道疾病的发生。外部干扰方面，施工路段和既有交通干线相交时车辆的干扰容易诱发碰撞事故；周围的电力、燃气管道如不进行勘探，一旦施工挖断将造成次生灾害；社会人员进入施工区域还容易导致意外伤害的发生。这些外部环境风险使公路施工面临着许多挑战，需要引起高度的重视和有效的处理。

（三）管理协同风险

公路施工过程中管理协同风险对施工安全有显著影响，它涉及分包单位管理与应急管理两个层面。就分包单位的管理而言，存在着安全责任不明的严重问题。有些施工企业在转包某些项目时，对转包单位安全职责不明确，造成“以包代管”的情况经常发生。分包单位为了谋求利润最大化，降低安全投入，安全设施配置不足，安全防护措施不力等问题在施工现场埋下了许多隐患。安全培训流于表面也是一个普遍存在的问题，作业人员缺少必要的安全知识与技能培训，对于施工过程中存在

作者简介：

1. 张辉（1994.12——），男，汉族，本科学历，中级工程师，主要从事公路工程方面的研究工作。
2. 汪广博（1994.11——），男，汉族，本科学历，中级工程师，主要从事公路工程施工方面的研究工作。

的风险意识不强, 违规操作频繁出现, 加大了发生事故的概

率。应急管理中的风险也不容低估。应急物资储备不充足, 事故发生后不能及时供应抢险需要的灭火器、急救药品和抢险设备, 贻误了抢险时机, 造成事故损失不断扩大。预案演练的欠缺使施工人员对于应急预案感到陌生, 面对突发事件的发生, 不能快速有序地采取应对措施并有效地组织抢险与撤离, 应急处置的效率下降。并且, 各部门间协调不畅易造成事故中沟通受阻、责任推诿等问题, 从而影响救援工作进行。存在管理协同风险严重威胁了公路施工的安全性, 需要采取切实有效的解决对策。

二、公路施工安全风险防控措施

(一) 工艺改进创新

公路施工工艺的改进创新, 是防范和控制安全风险, 促进施工质量和效益提高的重点措施。利用装配式施工就是一个很大的革新方向, 其把传统的现场施工中的一些工作迁移到了工厂预制中, 可以在工厂中确保构件的质量与准确性, 降低了现场的施工误差。像预制梁在桥梁施工中的应用, 可以减轻现场浇筑梁的工作量和减少高空作业的风险, 同时也可以提高施工效率, 缩短工期, 降低施工过程中的安全隐患。

BIM技术的运用, 给建设带来新的管理模式。其能够仿真分析施工流程, 并通过构建三维模型直观地显示各个施工环节及构件, 预先辨识碰撞风险。施工人员可以根据模型进行施工方案的调整和优化, 以避免在施工过程中因管道和结构的碰撞而产生的不同工序之间的矛盾, 同时也可以进行施工进度控制、质量与安全的实时监控与管理, 为施工决策的制定提供了强有力的支撑。

提倡绿色施工工艺具有十分重要的意义。环保型桩基泥浆处理技术能够对桩基施工过程中所产生的泥浆进行有效地处理, 传统泥浆的直接排放污染了土壤与水源, 对周围生态造成了影响, 而此技术能够将泥浆中固体与液体进行有效地分离, 固体可以回填或者回用, 液体经过处理达标排放, 减轻了对环境的污染和环境污染带来的次生风险。另外, 采用新型节能材料可以降低施工能耗和减少环境影响, 使公路施工能够持续发展。

(二) 区域封闭管理

公路施工区域封闭管理对于确保施工安全, 降低外部干扰具有十分重要的意义。施工区域四周设有硬质围挡, 可有效地与外界隔绝, 挡住无关人、车的任意出入。

硬质围挡有一定的强度及稳定性, 能抵抗一定外力冲击, 并给施工营造一个相对独立的场地。在重点出入口设置门禁系统, 有保安巡逻, 严格控制进入施工区域内的人、车通行。只有经许可的人、车才可驶入, 保安巡逻时可及时发现和阻止违章驶入, 保证施工区域安全。

向社会人员宣传安全是非常必要的。采取张贴宣传海报及发放宣传资料的形式, 向附近居民及过往行人宣传施工安全知识及注意事项, 增强其对施工区域安全风险问题的了解与警惕。施工区域四周有隔离带和警示标语, 并清楚地告诉无关的人不允许入内。警示标语应当醒目清楚, 能够引人注目, 使其看完标语之后能够有意识地离开施工区域。

对施工区域内的作业区域进行合理的分区也是非常重要的。不同施工工序及作业内容要在对应地区完成, 以免互相干扰。同时定期巡视作业区域并进行检修, 保证围挡及警示标识完好。发现设施破损、缺失时, 应当及时维修、补充, 确保区域封闭管理有效。通过这些措施的综合实施, 能够最大程度地减少外部干扰, 为公路施工营造安全、有序的环境。

(三) 动态监测

公路施工的动态监测需要在整个施工周期内持续进行, 构建一个“确定—监控—报警—处理—优化”的管理流程, 以确保施工的安全性和质量。在项目的早期阶段, 我们结合了地质勘查和施工计划, 对深基坑、高支模等重大工程风险进行了识别, 并据此编制了《风险清单》, 以明确监测的主要焦点。

监测内容涉及工程地质、施工环境、结构安全、施工进度及费用等诸多方面。工程地质监测的内容有地基承载力、沉降、倾斜和裂缝; 环境监测主要集中在噪声、粉尘、废水和废气; 结构安全监测的对象是梁、柱、墙、基础及其他构造的变形、开裂和位移; 施工进度监测涵盖施工进度计划和实际进度、材料消耗、劳动力投入等方面; 对施工成本进行监控, 控制好材料、人工和机械的费用。

采用了各种监测方法, 保证了资料的准确性。工程地质监测通过静载荷试验、动力触探和钻孔取芯等方法确定地基承载力的大小, 并通过水准仪和全站仪对沉降、倾斜和裂缝等进行监测; 环境监测在噪声、粉尘、水质和废气检测仪的辅助下, 通过对数据分析来保证达到国家标准; 质量监测通过抽样检测、现场检测和实验室检测; 安全监测采取现场巡查、安全检查和隐患排查相结

合的方式开展。

随着监测设备和技术的持续创新，像智能安全帽和定位手环这样的可穿戴设备能够实时监控人员的行为，从而实现对“人—环境”风险的联动感知；还利用传感器技术，如光纤传感、振弦传感器、GPS/GNSS，具有高精度、抗干扰能力强的特点。通过对其进行动态监测可以及时地发现施工中存在的安全隐患及质量问题，并进行提前预警，以便于后续处理，并对施工方案及管理措施进行优化，保证了公路施工的安全、质量、进度、成本等各项指标的完成。



图1 智能安全帽

（四）设备管理升级

对公路施工设备进行管理升级，是确保施工安全、高效进行的重点。特种设备“一机一档”的设置是非常关键的，对设备的基本情况、使用状况、维修记录进行细致的记录，可以清楚地把握设备的运行状况，对其进行维修、更新和安全管理是基础。特种设备需要经常进行检测和维修，运行人员须持证上岗并严格按照规程运行，以减少机械伤害的发生。

设备管理自动化方面，通过自动化清洗设备实现设备的定期清洗和自动化润滑设备的自动润滑，降低了人工操作的误差，增加了设备工作的稳定性。还可实现对设备操作流程的自动化控制，减少人为干预，提高工作效率并降低错误率。

设备管理集成化方面，通过物联网技术将设备互联互通起来，实现远程监控及管理的目的，各设备、各系统之间可以进行信息共享、协同工作。通过将ERP、MES、SCM等多个信息系统进行集成，能够实现数据的共享和团队协作。例如，ERP可以帮助我们制定生产计划，MES提供详细的生产排程，而SCM则支持供应链的协同管理，从而更好地配置施工资源。此外，设备管理应该涵盖从采购到报废的整个生命周期，对设备进行全面的监控和管理，及时发现并处理潜在的故障隐患，提高设备的可靠性和稳定性，确保施工的安全和质量。

结论

公路施工安全风险防控是一项复杂且关键的工作。施工内部风险、外部环境风险和管理协同风险相互交织，威胁着施工安全。工艺改进创新、区域封闭管理、动态监测和设备管理升级等防控措施，能有效降低风险。工艺创新提升施工技术与管理水平，区域封闭减少外界干扰，动态监测及时预警隐患，设备升级保障设备运行。通过这些措施的综合实施，可提高施工安全管理水平，降低事故发生率，保障公路建设顺利进行，为社会经济发展提供坚实基础。

参考文献

- [1] 闫皓. 高铁施工安全双重预防机制优化路径研究[J]. 门窗, 2025(6): 223-225.
- [2] 王晓平. 公路工程施工现场安全管理标准化建设与提升路径研讨[J]. 大众标准化, 2024(11): 90-92.
- [3] 祁骁. 高速公路交通安全设施施工管理体系构建路径研究[J]. 运输经理世界, 2024(30).
- [4] 杨悦. 高速公路改扩建工程交通安全管理研究[J]. 运输经理世界, 2025(20).
- [5] 刘晓庆. 工程建设安全管理体系的优化与升级路径研究[J]. 2025(9): 43-45.