Research on the Optimization of Safety Risk Prevention and Control Mechanism in Highway Engineering Construction

Haonan Wei

Construction Management Branch of Shaanxi Communications Holding Group, Xi'an, Shaanxi, 710075, China

Abstract

With China's transportation infrastructure development advancing steadily, highway construction projects have seen a gradual expansion in scale. The safety risk prevention mechanism for highway engineering consists of four key elements: organizational structure, institutional frameworks, technical systems, and support measures. However, the current mechanism faces challenges such as incomplete risk identification and assessment, fragmented responsibility implementation, weak dynamic control, and inadequate emergency response, with root causes spanning management, technology, personnel, and industry environment. To address these issues, an optimized framework has been established based on principles of systematic coordination and precision feasibility, encompassing four dimensions: organizational collaboration and process control. By improving accountability coordination, revising full-process regulations, applying intelligent technologies, strengthening personnel and financial support, and enhancing emergency response capabilities, the framework aims to boost the effectiveness of risk prevention and control.

Keywords

highway engineering; safety risk; prevention and control mechanism; optimization strategy

公路工程施工安全风险防控机制优化研究

魏浩楠

陕西交通控股集团建设管理分公司，中国·陕西 西安 710075

摘　要

随着我国交通基础设施建设持续不断地向前推进，公路工程建设规模逐步呈现出扩大的态势。公路工程施工安全风险防控机制由组织、制度、技术、保障四大要素构成，现行机制存在风险识别评估不全面、责任落实脱节、动态管控薄弱、应急处置不完善等问题，根源涉及管理、技术、人员及行业环境多层面。基于此，以系统协同、精准可行等为原则构建包含组织协同、流程管控等四维度的优化框架，通过完善权责协同、修订全流程制度、应用智能化技术、强化人员资金保障及提升应急能力等措施，实现风险防控效能提升。

关键词

公路工程；安全风险；防控机制；优化策略

1 引言

施工环境日益变得复杂起来，如地质条件有多样性以及极端天气频繁发生等诸多因素，导致施工安全风险隐患数量有所增多，安全事故时不时就会出现，这对施工人员的生命财产安全构成了威胁，而且还会对工程建设的进度以及质量产生影响。基于此，构建科学且高效的施工安全风险防控机制成为行业发展的需求。

2 公路工程施工安全风险防控机制的现状分析

2.1 现有防控机制的构成要素

公路工程施工安全风险防控机制是一个由多维度要素有机耦合而成的系统整体，其核心构成要素包含组织、制度、技术以及保障四大体系，组织体系作为防控工作的具体实施主体，清晰地明确了建设单位、施工单位、监理单位等参与方的层级架构以及管理权责，依靠设置专职安全管理部门与岗位，搭建起纵向可贯通、横向可以协同的管理网络[1]。制度体系是防控工作的行为准则，它包含风险识别、评估、管控、应急处置等全流程的规范性文件，以及安全生产责任制、奖惩机制等配套制度，为风险防控给予刚性约束。技术体系是风险防控的核心支撑部分，包含风险辨识方法、监测预警技术、隐患治理手段等，借助技术工具的运用实现风险的精准管控。保障体系是防控机制得以有效运行的基础，包括人员安全培训、专项资金投入、安全设施配备等内容，为各项防控措施的落实提供资源保障，四大要素彼此相互关联、互相支撑，共同构建起现有风险防控机制的完整运行框架。

【作者简介】魏浩楠（1996–），男，中国陕西西安人，硕士，工程师，从事公路工程研究。

2.2 现有防控机制存在的问题与短板

当下公路工程施工安全风险防控机制于实际运行期间依旧存有诸多较为突出的问题，这对防控效能的充分施展形成了制约，风险识别与评估的全面程度欠缺。当前的工作大多聚焦于常规风险点，对于复杂地质条件、极端天气等非常规风险的辨识精准度较低，评估方法多依靠经验判断，在量化分析方面有所欠缺。防控责任落实出现脱节状况，部分参与方存在责任意识淡薄、相互推诿扯皮等问题。在分包工程环节，安全管理链条出现断裂，导致防控措施难以有效向下延伸，动态管控能力较为薄弱，现有机制对施工过程中风险因素的动态变化反应滞后，缺少实时监测与动态调整机制，容易出现风险管控的空白区域。应急处置体系并不完善，应急预案的针对性与可操作性不足，应急物资储备不够充足，应急演练只是走过场，导致突发安全事件发生时难以迅速且有效地进行处置，容易造成损失的扩大 [2]。

2.3 问题产生的根源分析

当前防控机制出现问题，究其根源是管理、技术、人员以及行业环境等多个层面因素共同作用的结果。在管理层面，现行管理模式呈现出碎片化的弊端，各参与方之间缺少有效的协同联动机制，信息共享不够及时，使得防控工作出现协同方面的妨碍，部分企业安全管理理念较为滞后，重视进度和效益而轻视安全的倾向十分明显，对安全风险防控的投入不足，管理制度执行缺乏刚性约束。在技术层面，先进防控技术的推广应用不够充分，部分企业依旧依赖传统防控手段，智能化监测、大数据分析等新技术的应用场景较为有限，技术支撑能力欠缺。在人员层面，安全管理人员专业素养高低不一，一线作业人员大多是农民工，安全意识淡薄、操作不规范，并且缺乏系统的安全培训，难以契合风险防控的实际需要。在行业环境层面，行业竞争激烈导致部分企业为降低成本而压缩安全投入，同时安全监管体系不完善，监管手段单一、执法力度不足，难以形成有效的外部约束。

3 公路工程施工安全风险防控机制的优化框架构建

3.1 优化目标与原则

优化目标着重于打造一套公路工程施工安全风险防控体系，该体系要系统完备、协同高效且精准可控，实现风险识别全面化、管控流程规范化、技术应用智能化以及责任落实闭环化，以此从源头上降低安全事故发生概率，保障施工人员生命财产安全以及工程建设有序开展。优化原则方面，遵循系统性原则，全面统筹各参与方以及各环节要素，实现整体效能的提升，需遵循精准性原则，针对核心风险点以及现有短板精准施策。遵循可行性原则，结合行业发展实际状况与工程实践需求，保证优化措施可切实落地实施，还需遵循动态性原则，适应施工过程中风险因素的动态变化，保证防控机制持续适配 [3]。

3.2 优化框架的核心维度

优化框架以解决现有机制的不足之处为方向，确定四个核心维度，其一为组织协同维度，着重解决管理碎片化问题，加强各参与方的权责协同与联动。其二是流程管控维度，围绕风险全生命周期管理，重新构建从识别、评估到处置、复盘的闭环流程。其三是技术赋能维度，依靠新技术提升风险监测与预警能力，构建技术防控屏障。其四是保障支撑维度，从人员、资金、制度执行等方面强化保障，保证框架有效运行。这四个维度相互联系，共同构成了全方位、多层次的防控优化体系。

3.3 各维度的具体构成与逻辑关系

组织协同维度包含了权责清单制定、跨主体协调机制以及分包商一体化管理等一系列内容，流程管控维度有分级风险识别标准、动态评估流程以及隐患闭环整改机制等方面，技术赋能维度覆盖智能化监测系统、大数据风险分析平台以及应急响应数字化工具等，保障支撑维度涉及专业化培训体系、专项安全投入保障以及常态化考核监督机制等。各维度之间逻辑衔接较为紧密，组织协同为框架运行奠定组织基础，流程管控明确核心运行路径，技术赋能为流程落地给予技术支持，保障支撑为各维度有效运转提供底层保障，共同构成了“组织引领—流程驱动—技术支撑—保障兜底”的一个有机整体。

4 公路工程施工安全风险防控机制的优化路径与关键措施

4.1 权责划分与协同机制完善

组织体系优化的关键要点是清晰界定各参与方的权责边界以及加强协同联动，构建层级分明的权责划分体系，依据法规政策，制定精细的权责清单，明确建设、施工、监理等主体在风险防控各个环节的具体责任，消除权责交叉和空白区域。针对分包工程管理较为薄弱的情况，推行分包商安全一体化管理模式，将分包商纳入总包单位安全管理体系，同时进行安全监管与考核。搭建跨主体协同管理平台，建立定期会商、信息共享以及联合督查机制，打破企业间的信息壁垒，促进防控资源整合与优势互补，形成上下连贯、横向协同的组织管理格局，保证防控指令可高效传达且措施得以有效落实。

4.2 全流程风险管理制度修订与完善

制度体系的优化应当围绕风险全生命周期管理来构建闭环制度框架，对于风险识别阶段而言，要完善风险辨识的标准以及流程制度，明确不同工程类型、施工阶段的风险辨识范围和方法，并且强制要求开展非常规风险的专项辨识工作。在风险评估阶段，需建立分级分类的评估制度，引入量化评估方法，规范评估指标体系以及等级划分标准，以此提升评估结果的科学性与精准程度。在风险管控阶段，要健全隐患排查治理制度，明确排查的频次、整改责任以及复查

标准，实现隐患治理的闭环管理，完善制度执行监督机制，将制度落实情况纳入绩效考核范畴，构建奖惩分明的约束机制，强化制度的刚性约束，防止制度流于形式。



图 1

4.3 智能化风险识别、监测与预警技术应用

技术体系的优化将智能化升级当作核心内容，以此提升风险防控的精准程度以及时效特性。在风险识别环节中，积极推广运用无人机航拍、三维激光扫描等技术手段，再结合地质勘察所获取的数据来构建工程三维模型，最终实现对复杂地形以及隐蔽工程风险的可视化识别。在风险监测环节，着手搭建智能化监测系统，针对高边坡、桥梁桩基等关键部位布置传感器，实时采集位移、沉降、应力等数据，借助物联网技术实现数据的实时传输。在风险预警环节，开发大数据风险分析平台，整合监测数据、施工数据以及环境数据，依靠算法模型实现风险趋势的预测以及分级预警，及时将预警信息推送给相关责任人，为风险处置提供精确依据，促使风险防控从被动应对朝着主动预判转变。

4.4 人员培训、资金投入与考核评价机制建设

保障体系的优化需要从人员、资金以及考核这三个方面来构建全面的支撑。在人员培训方面，要建立起分层分类的培训体系，对于安全管理人员，开展专业技能以及管理能力的培训，而对于一线作业人员，则开展安全意识以及操作规范的培训，借助案例教学、实操演练等多种方式来提高培训的实际效果。在资金投入方面，需建立安全专项投入保障制度，明确安全投入的比例以及使用范围，包括安全设施购置、技术升级、培训教育等领域，定期开展资金使用的专项审计，以保证资金足额到位并高效使用。在考核评价方面，构建多维度的考核指标体系，包括风险识别准确率、隐患整改率、事故发生率等核心指标，实行常态化考核以及动态评价，考核结果与薪酬、评优直接关联，以此激发各主体风险防控的积极性。

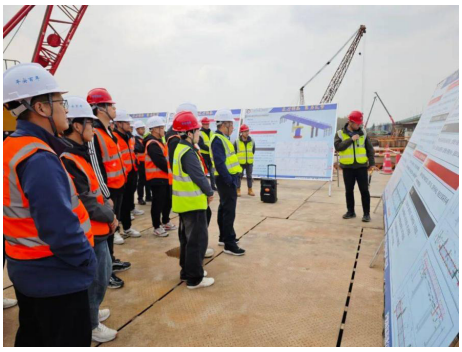


图 2

4.5 应急预案完善与应急处置能力提升

应急防控体系的优化着重于提高突发安全事件的处置效率，在应急预案完善工作中，依据工程实际的风险特点来编制有针对性的预案，确定不同类型突发事件的应急响应流程、责任划分以及处置举措，详细地列出应急物资清单并制定调配方案，以此提高预案的可操作性，对于应急物资保障。构建分级储备以及跨区域调配机制，在施工现场的关键区域设置应急物资储备点，定期进行物资盘点和维护工作，保证应急物资充足且可正常使用。在应急处置能力提升方面，实行常态化的应急演练制度，结合典型事故案例开展实战演练，提高作业人员的自救互救能力以及管理人员的应急指挥协调能力，建立应急联动机制，强化与消防、医疗等部门的协同合作，打造多方联动的应急处置体系。

5 结语

公路工程施工安全风险防控对保障工程建设顺利开展起着非常关键的作用，当前现有防控机制所存在的问题是多种维度因素相互叠加而产生的，要想优化完善防控机制就得基于系统思维，全面统筹组织、流程、技术以及保障等多个维度，让它们协同发挥作用，只要明确了权责边界，强化全流程的管控，推动技术实现赋能升级，夯实保障基础并提升应急处置能力，就能有效解决现有机制存在的短板问题。未来，还需要持续推动防控机制进行动态优化，强化各个参与方之间的协同联动，切实提高风险防控的效能，帮助公路建设行业朝着高质量安全的方向发展。

参考文献

[1] 乔通. 公路工程施工阶段的成本控制与风险管理研究 [J]. 汽车周刊, 2025, (11): 200-202.

[2] 沈延斌. 公路工程建设中的质量控制与安全风险管理探究 [J]. 工程建设与设计, 2025, (18): 254-256.

[3] 兰超群. 公路项目路面工程的施工安全管理探讨 [J]. 交通科技与管理, 2025, 6 (18): 167-169.