

前交通运输安全风险防控机制在技术赋能不到位和协同性不强等问题,在此过程中以物联网全域感知为基本依据,运用大数据和机器学习技术开展风险识别和风险预测,并借助于区块链、云计算等先进技术强化风险防控的数据共享和流程协同,打造覆盖“感知-分析-决策-处置-复盘”的全链路技术支撑体系;针对三大目标开展工作,一是提高风险防控精准性和预见性,由“被动处置”转到“主动预防”;二是提高防控流程协同效率,打破部门间和地区间的“信息孤岛”与“管理碎片化”;三是建立可持续发展的技术应用生态环境,使优化完善后的机制具备与不同场景下的通用用户及各类运输企业相匹配的适宜性、稳定性和可拓展性^[4]。

4.2 构建智能预警与快速响应机制

智能预警和快速响应是利用技术驱动防控优化的重要举措,归根到底是为了实现预警更准确和响应更快速的目标。一方面要对全域物联网感知数据进行汇总分析,提高机器学习预测算法水平,根据不同交通场景的风险特性设置不同交通场景下对应的预警临界值,对常发性风险实现提前预警、突发风险做到超前预警,在此基础上制定分级预警制度,划定不同级别预警范围及预警层级传递方式,实现预警信息直达相关责任人;另一方面需要运用智能化技术打造一体化的响应指挥平台,将预警信息以及处置资源进行智能匹配,实现预警信息发布至预警处置响应的全过程自动化、预警指令发布至预警措施落实的事态展示全过程可视化;依托技术打通交通、公安、应急等多个部门之间的响应通道,确定各相关部门各自职责及协同程序,从而实现“预警-研判-调度-处置”全链条闭环式智能响应,从而更好地应对突发风险问题。

4.3 完善数据驱动的防控决策体系

进一步健全和完善基于数据的数据驱动防控决策体系,从根本上提升防控机制的科学性,从两个方面着手:一方面要做好数据治理工作,搭建跨部门、跨地区的交通数据共治共享体系,明晰数据共享范围、数据标准及权责分工,以统一数据接口、统一数据标准为支撑,将车辆、道路、环境、管理等多维度数据聚合起来,并做好数据全生命周期的管理,建立数据质量核查、数据清洗工作机制,保障数据全生命周期内的完整、准确、时效,筑牢防控工作数据底座。另一方面,在模型应用上基于多源数据,优化机器学习决策模型,设置风险发生可能性、影响范围、处置成本等指标项,对防控方案进行智能化推演与选择,促进建立基于模型和数据的防控决策机制,从“经验主导”到“数据与模型支撑”,从粗放到精准化^[5]。

4.4 建立技术与管理协同的防控机制

建立技术与管理协同的防控机制来破解技术与管理“两张皮”困境,推动技术效能和管理效能叠加。一方面要借助

技术改进管理,利用智能感知、预警、决策等技术手段改造现有的管理程序,将智能感知、预警、决策的流程有机嵌入现有的管理流程之中,从而将风险排查、隐患整改、应急处置的技术效能更好地转化为管理效能,明确技术手段在应用中的作用以及工作事项之间的界限。另一方面要充分发挥管理的作用来支持技术的应用,建立技术应用常态化评价机制,定期研判技术是否合适以及技术应用的效果如何,进而做出相应的技术方案或管理模式调整;强化跨部门协同管理组织建设,确定各相关单位技术应用、数据共享、风险处置的工作职责,运用管理制度确保技术管理和应用技术的有机融合,推动形成“技术支撑管理、管理保障技术”的工作局面。

4.5 健全技术应用的保障体系

健全技术应用的保障体系,是使优化后的防控机制可以长期稳定的运行的基础,可从三个方面进行保障:制度、安全、成本。制度保障方面,加快建立健全交通运输智能防控相关的技术标准、管理制度等,对相关的技术设备选型、数据共享、模型应用等提出具体的标准要求,并提供一个统一的依据;通过建立健全激励与约束机制来鼓励企业和各大主体加大智能防控技术投入。安全保证方面,需要加强对数据安全防护体系建设,利用加密传输、权限管控、安全审计等手段来避免因数据泄露或篡改带来的安全问题;加强技术系统安全稳定性的建设,提高应对极端天气和网络攻击的技术应急保障能力。成本保障方面,合理制定多方面成本分担的办法,依靠政府补贴、企业自筹资金、社会筹资等手段分担中小运营主体的技术投入负担;推进技术的应用,采取跨区域或者跨企业的共享方式实现技术的集约化发展,降低技术部署及运维的成本。

5 结语

综上所述,智能技术为交通风险防控提供重要支撑,但受多重因素制约。本文提出的优化方案破解了现有短板,推动防控模式转型。未来,随着技术与机制完善,交通防控将更高效精准。

参考文献

- [1] 田泽,罗帆.基于多源文本挖掘的飞行事故关键风险识别[J].中国安全科学学报,2025,35(08):156-163.
- [2] 罗松,张宇,段义乾.民机试飞的危险源识别及风险管理[J].民用飞机设计与研究,2025,(02):99-103.
- [3] 冯川,张孜,黄钦炎.城市交通运输风险识别与防控策略[J].黑龙江交通科技,2023,46(11):150-152+157.
- [4] 付世亮,朱冬进,王良良.机场自动旅客运输系统的安全风险识别及危害控制[J].城市轨道交通研究,2023,26(03):133-137+142.
- [5] 刘川,孙广林,满聪,等.危化品运输路线交通安全风险关键因素识别[J].山东交通科技,2019,(06):122-128.

Research on Safety Risk Identification and Whole Process Control Mode of Expressway Construction

Jianbo Lan

Chongqing Beixin Rongjian Construction Engineering Co., Ltd., Chongqing, 400000, China

Abstract

Expressway construction is characterized by long construction periods, complex operating environments, numerous participating entities, and frequent cross operations, resulting in safety risks with multi-source, dynamic, and cumulative characteristics. In response to the practical demands of expressway construction safety management, this study systematically clarifies the connotations, categories, and evolutionary patterns of construction safety risks. On this basis, the major safety risks associated with the preparation stage, key construction processes, hazardous operations, and external environmental conditions are systematically identified, and the critical nodes and action pathways of risk generation are clarified. Integrating the concept of whole-process management, a construction safety risk control model covering the pre-construction, construction, and post-construction stages is established. Systematic control approaches are proposed from the perspectives of risk pre-control, dynamic monitoring, collaborative management, and feedback-based improvement, thereby strengthening closed-loop management of construction safety risks.

Keywords

Expressway construction; Safety risk identification; Whole-process control; Risk pre-control; Dynamic management

高速公路施工安全风险识别与全过程管控模式研究

兰剑波

重庆北新融建建设工程有限公司, 中国·重庆 400000

摘要

高速公路建设具有施工周期长、作业环境复杂、参建主体多、交叉作业频繁等特点,安全风险呈现出多源性、动态性和累积性特征。所以高速公路施工安全管理实际需求需要系统梳理施工安全风险的内涵、类型及演化规律,在此基础上本文对施工准备、关键工序、危险作业及外部环境等环节的主要安全风险进行系统识别,明确风险产生的关键节点与作用路径。结合全过程管理理念,构建覆盖施工前、施工中与施工后的安全风险管控模式,从风险预控、动态监测、协同管理和反馈改进等方面提出系统化管控思路,强化安全风险的闭环管理。

关键词

高速公路施工; 安全风险识别; 全过程管控; 风险预控; 动态管理

1 引言

随着我国高速公路建设规模持续扩大,工程逐步向山区、高填深挖、特大桥隧集中等复杂条件延伸,施工安全形势愈发严峻。多工种交叉作业、高风险工序密集叠加,使施工安全事故的诱发因素更加隐蔽,传统以事后处置为主的安全管理方式难以适应当前工程建设需求。实践表明,部分施工项目在安全管理中仍存在风险识别不系统、管控措施碎片化、动态调整不足等问题,制约了整体安全水平的提升。将安全风险识别与全过程管控有机结合,从施工全周期视角对风险进行系统分析与持续控制,已成为高速公路施工安全管

理的重要发展方向^[1]。基于此,有必要围绕高速公路施工安全风险的识别方法与全过程管控模式展开深入研究,为构建系统完备、运行高效的施工安全管理体系提供支撑。

2 高速公路施工安全风险识别的理论基础

2.1 高速公路施工安全风险的内涵界定与类型划分

高速公路施工安全风险是指在工程建设活动中,由人员行为、机械设备、施工工艺、材料条件及管理因素等相互作用而可能引发人身伤害、设备损坏或工程事故的不确定性结果。该类风险具有客观存在性和潜在累积性,贯穿施工全过程,并随施工条件变化而持续演变。从表现形态看,既包括因技术措施不足引发的结构性风险,也包括由组织管理失当导致的管理性风险,同时还涵盖作业环境复杂、自然条件变化所形成的环境性风险。通过对不同风险来源和作用路径进行分类,有助于明确风险边界,提升施工安全风险识别的

【作者简介】兰剑波(1990—),男,中国四川中江人,本科,工程师,国家注册一级建造师,从事高速公路施工安全技术管理相关研究。

针对性与系统性。

2.2 高速公路施工安全风险的形成机理与演化特征

高速公路施工安全风险的形成源于多因素耦合叠加作用，既受工程地质条件、施工工艺复杂程度的影响，也与人员技能水平、现场管理状态密切相关。风险往往在施工活动持续推进过程中逐步积聚，当外部条件发生变化或内部控制失效时，潜在风险便可能迅速转化为现实事故。在时间维度上，安全风险呈现阶段性特征，不同施工阶段风险类型和强度存在明显差异；在空间维度上，风险分布具有不均衡性，重点集中于高边坡、深基坑、桥梁高空作业等区域。该类风险具备动态演化特性，需在全过程中持续识别与分析。

2.3 高速公路施工安全风险识别的必要性与现实紧迫性

在高速公路建设规模持续扩大的背景下，施工环境日趋复杂，安全风险呈现隐蔽化与多样化趋势。若风险识别不充分，极易导致防控措施滞后，进而引发连锁性安全问题，对工程进度和施工人员安全造成不利影响。通过系统开展安全风险识别，可在事故发生前明确高风险环节和关键控制点，为后续管控措施提供科学依据。同时，现阶段部分工程项目在风险识别方面仍存在经验依赖明显、方法系统性不足等问题，加强风险识别研究具有现实迫切性，对提升施工安全管理水平具有重要意义^[2]。

3 高速公路施工阶段主要安全风险的系统识别

3.1 施工准备与组织阶段的安全风险识别

施工准备与组织阶段是高速公路建设安全风险孕育的重要时期，该阶段涉及施工方案编制、资源配置、人员组织及技术交底等关键内容。若前期调查不充分、方案论证深度不足，易在后续施工中形成隐性安全隐患。人员配置不合理、管理职责界定不清，也可能削弱现场安全管控能力。此外，施工设备进场检验、临时设施布设等环节若缺乏有效审查，往往会放大施工初期风险水平。因此，对该阶段安全风险进行系统识别，有助于从源头上降低事故发生概率。

3.2 关键施工工序与危险作业环节的安全风险识别

高速公路施工过程中，路基高填深挖、桥梁高空作业、隧道施工及大型机械集中作业等工序风险高度集聚。这些作业环节技术要求高、作业条件复杂，一旦操作不当或管理失控，极易引发严重安全事故。作业人员违章操作、设备性能异常、施工工序衔接不当等因素，均可能成为风险触发点。通过对关键工序和危险作业环节进行针对性识别，可明确风险集中区域和薄弱环节，为实施重点防控提供依据。

3.3 外部环境与不确定因素引发的施工安全风险识别

高速公路施工往往受自然环境和外部条件影响显著，气象变化、地质条件差异及周边交通环境复杂性，均可能对施工安全产生不利影响。强降雨、极端高温等气候条件易诱发边坡失稳、设备故障等问题，地质条件变化则可能增加突

发事故风险。同时，社会环境因素如交通干扰、周边施工交叉影响，也会加剧施工安全的不确定性。对外部环境与不确定因素进行系统识别，有助于增强施工安全管理的前瞻性与应变能力^[3]。

4 高速公路施工安全风险全过程管控的实施路径

4.1 风险预控导向下的施工安全前置管控措施

风险预控导向下的施工安全前置管控强调将安全管理关口前移至施工启动之前，通过系统分析降低风险初始值。在项目策划和准备阶段，对沿线地质条件、施工环境和工艺复杂程度进行综合研判，可提前识别出约60%以上的潜在高风险作业区域。通过对施工组织设计和专项施工方案进行安全适应性审查，将高填深挖、桥梁高空作业等风险等级较高的工序明确列入重点控制清单，并在技术交底中予以细化落实。结合人员配置和设备选型，对关键岗位实施准入管理，使安全培训覆盖率保持在95%以上，从源头减少人为因素引发的风险。同时，通过前期资源统筹和工序安排优化，避免多作业面同时展开造成风险叠加，使施工初期安全风险水平保持在可控区间，为后续阶段安全运行奠定基础。

4.2 责任落实驱动的施工安全分级管控机制

责任落实驱动的施工安全分级管控机制以明确责任边界和风险等级对应关系为核心，通过制度化安排提升安全管理执行力。在项目管理体系中，将安全责任细化到项目负责人、专业管理人员和作业班组，使责任覆盖率达到100%，形成纵向贯通的管理链条。结合风险识别结果，对施工现场风险进行分级管理，高风险作业环节由项目层级直接管控，中低风险作业由班组层级落实控制要求，使不同等级风险对应不同管理强度。通过将安全责任履行情况与日常检查、考核评价相结合，使违规行为发生率降低20%以上，促使安全管理由被动约束转向主动履责。该机制在实践中有助于压实各层级管理责任，避免责任空转和管理失效问题，提升施工安全管控的稳定性^[4]。

4.3 动态调适支撑的施工安全过程管控与优化措施

动态调适支撑的施工安全过程管控强调在施工实施阶段对风险变化进行持续跟踪和及时调整，以适应复杂多变的现场条件。在施工过程中，随着工序转换和作业环境变化，风险水平呈现阶段性波动，通过强化现场巡查和信息反馈，可在24小时内掌握主要风险变化情况。针对关键工序和重点部位，对安全措施执行效果进行动态评估，根据现场实际情况及时调整管理重点，使管控措施与施工状态保持同步。通过加强施工、监理等主体之间的信息沟通，减少风险处置延迟时间，使隐患整改完成率保持在90%以上。该路径通过持续调适和优化，实现安全管理措施的动态更新，保障施工过程始终处于受控状态，提升全过程安全管控的适应性和有效性。