

利用大数据技术优化高速公路施工安全管理策略

龚乐平

新疆北新路桥集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：高速公路施工环境复杂多变，施工工序交叉繁杂，传统安全管理模式存在数据整合能力弱、风险预判滞后、管控针对性不足等固有缺陷。为提升施工安全管控质量，本文以大数据技术为核心研究载体，结合高速公路施工场景特征，梳理现阶段施工安全管理现存痛点，剖析大数据技术在安全管控中的应用优势。从数据采集、处理、分析、应用多层级构建技术应用体系，围绕人员、设备、环境、物料、施工流程五大维度，制定针对性的安全管理优化策略。研究旨在打破传统粗放式管理局限，挖掘施工数据潜在价值，实现安全风险动态识别、精准研判与智能管控，为高速公路施工安全管控提质增效提供技术参考与理论支撑。

关键词：大数据技术；高速公路；施工安全；动态管控；风险研判

引言：交通基建行业的持续发展推动高速公路建设规模不断扩张，山区、临水、高架等复杂施工场景占比逐步提升，施工过程中的安全干扰因素持续增多。传统安全管理多依托人工巡检、经验判断开展管控工作，数据收集碎片化，信息传递存在滞后性，难以精准捕捉隐性安全隐患，管控模式适配性不足。大数据技术具备海量数据整合、多维信息分析、动态趋势研判的技术特性，能够适配高速公路施工多要素、复杂化的管控需求。基于此，本文结合高速公路施工全流程作业特征，将大数据技术融入安全管理各个环节，剖析行业现存管理短板，搭建智能化安全管控体系，优化管控流程，以此提升施工安全防控能力，降低安全隐患发生概率，推动高速公路施工管理向数字化、精细化方向转型。

1 高速公路施工安全管理基本特征及现存短板

高速公路施工具备线性施工、作业跨度大、环境干扰强、工序衔接密集的行业特征，施工区域涵盖路基、桥梁、隧道、路面等多个作业板块，不同板块的作业模式、风险类型存在显著差异。施工过程中人员流动性大、机械设备种类繁多，外加自然气象、地形地质等不可控外部因素影响，安全管控覆盖范围广、管控难度偏高。同时，施工各环节产生的人员行为数据、设备运行数据、环境监测数据体量庞大，对数据整合分析能力提出较高要求。现阶段多数施工项目仍沿用传统管理模式，数据采集方式单一，仅聚焦于显性安全问题排查，缺乏对隐性风险的深度挖掘。数据存储形式分散，各类施工信息独立留存，未形成一体化数据资源库，数据互通性较差。此外，安全管控模式偏向事后处置，风险预判能力薄弱，无法实时捕捉施工过程中的动态风险变化，管控措施缺乏前瞻性与针对性，粗放式管理模式难以适配现代化高速公路施

工的发展需求，安全管理精细化升级迫在眉睫^[1]。

2 大数据技术应用于高速公路施工安全管理的适配性分析

2.1 海量数据处理适配性

高速公路施工全周期会生成多元化海量数据，涵盖施工人员动态信息、工程机械运行参数、施工现场环境指标、建筑物料存放使用数据等多个类别，数据格式包含结构化数据、半结构化数据与非结构化数据。传统数据处理工具存储容量有限，数据分析运算速度较慢，无法实现多类型数据的同步整合处理。大数据技术依托分布式存储架构，可兼容不同格式、不同来源的施工数据，依托并行运算技术缩短数据处理周期，能够在短时间内完成海量施工数据的筛选、归类、清洗与整合。该技术可持续性收录施工全过程动态数据，留存完整的数据链条，为安全风险溯源、管控方案优化提供充足的数据支撑，完美适配高速公路施工数据体量庞大、类型繁杂的数据处理需求。

2.2 动态风险监测适配性

高速公路施工现场风险具备动态变化特征，气象温度、地质湿度、设备损耗程度、人员作业状态等要素均会随施工时长产生波动，静态管控模式无法精准捕捉实时风险隐患。大数据技术可联动传感器、智能监控、定位采集等前端设备，不间断采集施工现场各类动态指标，实时追踪人员移动轨迹、设备运行状态、环境参数变化。通过实时数据更新搭建动态监测模型，对数据波动异常节点进行标记研判，精准识别临时出现的安全隐患。相较于传统人工定时巡检模式，该技术能够消除时间与空间监测盲区，实现全天候不间断动态监测，贴合高速公路施工风险随机性、动态性的变化规律。

2.3 多维关联分析适配性

高速公路施工安全隐患并非单一因素诱发,人员操作失误、设备故障老化、环境恶劣、物料堆放不当等要素相互交织,形成复合型安全风险。传统分析模式仅针对单一风险要素进行研判,忽略各类要素之间的内在关联,风险分析片面性较强。大数据技术具备多维关联分析能力,可打破不同施工板块、不同数据模块的信息壁垒,挖掘人员、设备、环境、物料四大要素之间的内在联动关系。通过构建多维度数据关联模型,研判多要素叠加引发的安全隐患,精准定位风险诱发根源,规避单一维度分析造成的判断偏差,提升风险研判的全面性与准确性^[2]。

2.4 智能预判预警适配性

传统施工安全管理以事后整改为主要管控手段,风险处置存在滞后性,隐患整改成本偏高,极易造成施工资源损耗。大数据技术依托历史施工数据库,整合同类施工场景的安全事故数据、隐患整改数据,搭建智能化预判模型。通过实时录入的施工动态数据,对比历史数据变化规律,推演风险演化趋势,提前识别潜在隐性隐患。同时可设置分级预警机制,依据风险危害程度划分预警等级,匹配差异化处置方案,实现从被动整改向主动防控的管理转型,大幅提升施工安全管控的前瞻性,契合现代化基建安全管理的发展逻辑。

3 基于大数据技术的高速公路施工安全管理优化策略

3.1 搭建一体化施工安全数据采集体系

数据采集是大数据技术落地应用的基础,为保障高速公路施工安全数据的完整性、精准性,需搭建全覆盖、多维度、智能化的数据采集体系,拓宽数据采集渠道,优化数据采集模式。在人员数据采集层面,依托智能穿戴设备、人员定位终端,实时采集施工人员作业位置、工作时长、身体状态、操作行为等数据,记录人员进出施工区域的时间节点,甄别违规作业、擅闯危险区域等不良行为。在设备数据采集层面,为挖掘机、摊铺机、塔吊等工程机械加装传感监测装置,不间断采集设备运行转速、能耗、损耗、故障代码等运行参数,追踪设备维保记录、使用时长,判断设备运行健康状态。在环境数据采集层面,布设温湿度传感器、扬尘监测仪、地质探测设备,实时监测施工现场气象条件、土壤地质、空气质量等环境指标,重点把控隧道、高边坡等特殊施工区域的环境变化。在物料数据采集层面,利用智能扫码、射频识别技术,记录建筑物料的进场时间、存放位置、质量参数、消耗用量,实现物料全流程溯源管控。同时,整合施工图纸、施工进度方案、工序交接记录等文本数据,

丰富数据采集维度,做好原始数据预处理工作,剔除失真、无效数据,保障录入数据库的信息真实有效,为后续数据分析筑牢基础^[3]。

3.2 构建智能化安全数据处理与存储平台

结合高速公路施工数据繁杂、流通性强的特点,搭建专属云端数据处理存储平台,优化数据处理流程,规范数据存储标准,解决传统数据分散留存、调取困难的问题。平台采用分布式云端存储架构,划分人员管理、设备运维、环境监测、物料管控、施工进度五大存储模块,对采集的多元数据进行分类归档,实现数据结构化整理。依托大数据清洗算法,自动修正采集过程中产生的异常数据,补充缺失数据,统一不同设备、不同格式的数据统计标准,提升数据规整度。同时,搭建数据加密防护体系,设置分级访问权限,对施工核心数据进行加密处理,规避数据泄露、数据丢失问题,保障数据存储安全。优化数据传输链路,实现前端采集设备与后台平台的实时联动,缩短数据传输延迟,确保施工现场动态数据可同步更新至平台终端。此外,建立数据备份机制,定期自动留存施工数据备份文件,防止因设备故障、网络波动造成的数据损毁,持续完善施工数据库,形成全周期、可溯源的数据资源体系,为安全分析研判提供稳定的数据支撑。

3.3 优化多维度安全风险智能研判模型

为精准识别复合型施工安全风险,需依托大数据算法搭建多维度智能研判模型,结合高速公路施工场景特征,优化模型运算逻辑,提升风险研判精准度。模型整合人员、设备、环境、物料、施工流程五大核心要素,拆解各要素下的细分风险指标,明确指标权重配比,构建系统化风险评估体系。依托历史施工安全数据训练算法模型,归纳不同施工场景下的风险演化规律,挖掘各风险要素之间的联动影响关系,规避单一指标分析的局限性。针对路基施工、桥梁架设、隧道开挖等不同施工板块,定制差异化研判子模型,结合板块作业特征调整分析参数,精准适配不同施工场景的风险研判需求。同时,引入动态阈值判定机制,根据施工进度、环境变化实时调整风险判定标准,弱化固定阈值造成的判断误差。模型自动对实时数据进行运算分析,生成风险研判报告,标注高风险点位、风险诱发因素以及风险危害等级,为管理人员制定管控方案提供数据依据,实现风险研判的智能化、专业化、精细化^[4]。

3.4 建立分级式安全预警与动态管控机制

基于风险研判结果,搭建分级式安全预警机制,结合风险危害程度、扩散范围、处置难度,将施工安全风

险划分为低级、中级、高级三级预警等级，匹配差异化预警提示方式与处置流程。低级预警为轻微隐患，仅在后台平台留存隐患记录，推送优化整改建议，由现场管理人员常态化管控整改；中级预警为一般性风险，通过声光提示、终端弹窗的方式提醒管控人员，限定整改时长，跟踪整改进度；高级预警为重大安全隐患，同步触发现场报警、后台推送、人员通知多重预警模式，即刻暂停相关施工作业，组织专业人员排查处置。依托大数据联动能力，打通预警平台与施工现场管控终端的连接通道，实现预警信息快速传递。同时，构建动态闭环管控流程，从风险识别、预警推送、隐患处置、整改核验、数据复盘形成完整管控链条，实时追踪隐患整改状态，整改完成后录入数据库复盘分析，优化预警模型参数。结合施工人员岗位划分，精准推送对应区域的风险预警信息，明确管控责任，提升隐患处置效率，实现风险动态闭环管控。

3.5 打造数字化安全管理人才与运维保障体系

为保障大数据技术在安全管理中长效落地，需从人员培训、设备运维、系统优化三个维度搭建保障体系，夯实技术应用基础。在人才培养方面，针对现场施工人员、后台管控人员开展分层培训，面向施工人员普及智能设备操作、风险识别基础常识，规范作业行为；面向管控人员开展大数据平台操作、风险研判、数据分析专业培训，提升数字化管控能力。搭建内部技术交流机制，定期梳理平台运行过程中的问题，总结数据分析、风险管控实操经验，打造复合型管理人才队伍。在设备运维方面，制定前端采集设备、后台平台设备常态化检修方案，定期校准传感器、监控设备，排查线路故障，保障数据采集精准度与传输稳定性。在系统优化方面，结合施工进度、作业

场景变化，持续更新数据库资源，迭代优化研判算法与预警机制，适配不同施工阶段的管控需求。同时，搭建专属技术运维团队，实时处理平台卡顿、数据异常等问题，保障管控系统平稳运行，构建人员、设备、系统协同联动的全方位保障体系，持续强化大数据安全管理效能^[5]。

结束语：高速公路施工安全管控是保障基建工程有序推进的核心环节，传统粗放式管理模式已无法适配复杂化、规模化的施工发展需求。本文依托大数据技术，结合施工场景特征，剖析当前安全管理存在的数据碎片化、风险预判滞后等短板，从数据采集、平台搭建、风险研判、预警管控、运维保障五个维度制定优化策略，构建智能化、精细化的安全管理体系。大数据技术能够深度挖掘施工数据价值，实现风险动态监测、精准研判与主动防控，有效弥补传统管理模式的不足。未来，可结合物联网、人工智能等技术持续优化数据管控体系，完善算法模型，进一步提升安全管控智能化水平，为高速公路施工安全、高质量推进提供坚实保障。

参考文献

- [1] 顾黎敏.智能高速公路路基路面施工安全管理策略[J].智能建筑与智慧城市,2025(1):174-176.
- [2] 李金泽.物联网与大数据融合的高速公路施工管理模式创新[J].微型计算机,2026(2):148-150.
- [3] 翟泽辉.高速公路隧道施工安全信息化监控技术研究[J].大众科学,2026,47(1):93-95.
- [4] 王潇泉.基于信息化技术的高速公路路基施工管理优化策略[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(10):019-022.
- [5] 赵博.大数据在高速公路智能交通中的应用[J].微型计算机,2026(6):82-84.