

# 智能化技术在公路工程安全管理中的应用

马升升

山东德达基础设施建设有限公司 山东德州 251100

**摘要：**公路工程具有施工环境复杂、作业风险高、动态管控难度大等特点，只应用传统安全管理模式会出现响应滞后、覆盖不全、预警能力有限等问题，而智能化技术的发展可以为公路工程安全管理提供支持，因此对智能化技术在公路工程安全管理中的应用进行了探究。在探究过程中先简要分析了智能化技术与公路工程安全管理，之后探究了智能化技术在公路工程安全管理中的应用价值及具体应用，最后分析了如何保障智能化技术的应用。探究结果表明，灵活应用智能化技术可以更新管理模式、满足具体需求，所以需要提高对智能化技术的重视程度，充分发挥智能监控系统、安全风险预警等技术手段的作用，增强公路工程安全性。

**关键词：**智能化技术；公路工程；安全管理

## 前言

公路工程是至关重要的基础设施，其安全管理效果关乎公路建设质量与大众出行安全，但传统的安全管理模式过度依赖人工巡检、纸质记录以及经验判断，存在风险感知滞后、隐患识别粗放、应急响应被动等问题，不符合具体需求。但应用智能化技术可以通过技术手段代替人工巡检，有利于保障施工人员生命安全，提升工程施工质量，因此在现有研究成果的基础上分析智能化技术在公路工程安全管理中的应用具有重要意义。

## 一、智能化技术与公路工程安全管理概述

### （一）智能化技术

智能化技术是以计算机科学、精密传感技术等手段为基础的综合技术体系，主要包括机器学习、计算机视觉、自然语言处理等技术，具有感知、学习、推理、决策、适应等能力，且具有较强的自主性、适应性、协同性以及数据驱动性，在工业制造、城市治理、医疗健康、交通运输等诸多领域中发挥着重要作用<sup>[1]</sup>。

### （二）公路工程安全管理

公路工程安全管理指的是在公路工程全生命周期中通过组织、协调、控制等方法系统识别、评估、防控安全风险，降低事故发生率，保障人员生命健康以及工程财产安全的过程。公路工程安全管理的主要内容包括辨识并评估风险、制定安全技术方案、排查治理安全隐患、

加强安全教育培训、进行应急管理与安全监督，基本原则是安全第一、预防为主、动态管控、全员参与，具有较强的动态性、复杂性、系统性。

### 二、智能化技术在公路工程安全管理中的应用价值

智能化技术将物联网、人工智能、大数据、BIM、无人机等诸多技术手段结合了起来，能够推动公路工程安全管理从经验驱动向数据智能转型。

#### （一）有利于增强防控的精准性

公路工程传统的安全管理模式依赖人工巡检与经验判断，无法有效识别工程中的隐蔽风险，可能会产生不良后果，而智能化技术可以通过采集并分析各方面数据信息增强风险防控的精准性。例如，应用物联网技术部署相应的设备可以采集公路工程关键部位的形变，将隐蔽的风险转变为可以量化的数字指标；应用AI算法也可以识别风险关联规律并精准定位高风险工序；应用BIM等技术可以优化施工方案<sup>[2]</sup>。

#### （二）有利于强化主动预警能力

传统安全管理模式以事后处置为主，滞后性较强，应用智能化技术可以强化主动预警能力，帮助管理人员进行事前预防。例如，应用AI视觉算法可以自动识别公路工程施工中的违规行为并通过物联网自动触发警报，使安全管理人员能够在第一时间发现问题；应用神经网络模型也可以预测风险的演变趋势，使安全管理人员提前采取防控措施，这样不仅可以避免较大事故的发生，也可以减少资源浪费。

#### （三）有利于提高资源配置效率

传统安全管理模式对人力等资源的需求较高，会加

**作者简介：**马升升（1989--），男，回族，山东省德州市，大学，工程师，主要研究方向：公路工程专业方向。

大安全管理成本，应用智能化技术可以提高资源配置效率、降低总体成本。一方面，应用智能化技术可以进行智能化的自动巡查，有利于降低对人工巡检的依赖性，在降低人力成本的同时保障人员安全。另一方面，应用智能化技术可以综合分析安全管理对各种资源的需求量并根据突发情况自动匹配具体资源，不仅可以实现资源的动态调配，也可以提高救援效率。

#### （四）有利于推动管理模式升级

传统的安全管理模式存在信息壁垒，造成了监管碎片化，而应用智能化技术可以实现协同管理，促进管理模式的升级。首先，应用智能化技术可以实时监测并展示人员分布、设备状态等方面的情况，让管理者远程掌握全局并下达相应的指令<sup>[3]</sup>。其次，应用智能化技术可以构建协同管理平台，将业主、施工单位以及监理单位结合起来，达成协同联动的局面。

### 三、智能化技术在公路工程安全管理中的具体应用

#### （一）智能监控系统的应用

智能监控系统主要是由感知层、传输层、数据层以及应用层共同构成的，其中感知层涉及到摄像头、传感器等设备，能够实时采集公路工程现场的人员、环境、设备等数据；传输层多采用有线与无线相结合的传输方式，可以将数据实时传输至平台上；数据层可以通过大数据技术进行数据信息的处理，为风险研判提供支撑；应用层涉及到人员监控、环境监测、设备监控、风险识别等功能。安全管理人员可以通过智能监控系统加强人员监控，防止施工人员误入高危区域并判断施工人员是否存在疲劳作业、注意力不集中等情况，若存在需及时提醒；加强环境监测，通过气象传感器采集现场的气象数据，若可能会出现暴雨、大风等极端天气需提前调整施工计划，且需要通过气体传感器监测隧道、深基坑等空间的有害气体浓度，若超标需立即疏散人员并调整通风系统；加强设备监控，全面采集起重机械、土方石机械等设备的运行数据，判断其是否存在过热、超载等故障，若存在需及时检修<sup>[4]</sup>。

#### （二）智能穿戴设备的应用

智能穿戴设备在公路工程安全管理中也发挥着重要作用，安全管理人员可以通过智能穿戴设备保障人员安全。首先，智能安全帽具有GPS定位、视频采集、音频对讲、危险预警、脱帽报警等功能，安全管理人员可以通过智能安全帽识别施工人员的违规行为并发出声光报警。其次，智能手环能够实时监测施工人员的心率、血氧、体温等生理指标，且具有跌倒识别、定位追踪、一

键求救等功能，安全管理人员可以通过这一设备实时监测施工人员的身体状况，判断施工人员是否存在中暑等异常情况，及时提醒施工人员休息。再次，智能背心具有反光、定位、报警等功能，安全管理人员可以通过智能背心判断施工人员是否遇到了危险。此外，智能定位标签应用了RFID等技术，能够实现厘米级定位，可以防止施工人员误入危险区域。

#### （三）无人机巡查技术应用

无人机巡查技术具有自动化、智能化、精准化的巡查能力，能够弥补传统人工巡检的不足，可以为公路工程安全管理提供有效的技术支撑，安全管理人员可以通过无人机巡查技术开展各个环节的工作。第一，施工安全监管。公路工程施工过程中可能会出现交通组织不规范等问题，安全管理人员可以通过无人机巡查技术的自动巡检系统与AI识别技术加强施工安全监管，提高监管效率。第二，公路桥梁结构安全检测。桥梁是部分公路工程的关键结构，其梁体、桥墩都是安全检测的重点，若进行人工检测需要搭建脚手架并使用吊篮，危险系数相对较高，为此安全管理人员可以通过无人机巡查技术进行近距离的结构安全检测。例如，某企业就通过AI云台相机与大型无人机对长江公路大桥进行了结构安全检测，自动识别了梁体、缆索等结构的病害，为后续养护提供了支持。第三，边坡与隧道风险监测。在多种因素的影响下，公路工程可能会出现边坡坍塌、隧道洞口滑坡等问题，安全管理人员可以通过无人机巡查技术的高空俯瞰与三维建模功能快速识别边坡裂缝、岩体松动等隐患<sup>[5]</sup>。例如，某企业通过空天地一体化边坡监测技术对公路边坡进行了风险识别。第四，应急响应与灾后评估。在极端天气后公路工程可能会出现边坡滑塌、路面破损等问题，安全管理人员可以通过无人机巡查技术采集受灾区域的数据信息并自动生成三维实景模型，为应急救援提供支持。

### 四、保障智能化技术在公路工程安全管理中应用的策略

#### （一）加大资金保障力度

在公路工程安全管理中应用智能化技术具有重要意义，但需要大量资金的支持，因此需要通过有效手段拓宽资金渠道并降低应用成本。第一，拓宽资金渠道。在这一过程中政府部门需要设置交通运输智能化专项经费，为智能化技术的应用提供支持，同时可以通过PPP模式引入社会资本，将智能安全管理系统的建设与运营纳入到PPP项目包中。例如，某高速公路项目就采用了PPP

模式，筹集了大量社会资本金，有效缓解了资金压力。其次，可以灵活应用金融工具盘活存量资产，例如可以将已运营的智能安全管理项目打包成REITs，通过资本市场募集资金，盘活存量资产，也可以发行公路智能化专项债券，为智能化安全管理系统的建设提供支持<sup>[6]</sup>。第二，降低应用成本。在公路工程安全管理中应用智能化技术时也需要加强成本控制，即综合分析各类智能化设备的性能、使用寿命以及维护成本等因素，优先选择性价比较高的设备，对于短期或临时使用的智能化设备可以采用租赁等方式，降低初始投资。同时，也需要做好智能化设备的监控工作，及时发现其问题并采用合适的维护与检修措施，降低运维成本。

### （二）加强人才培养力度

在公路工程安全管理中应用智能化技术要求安全管理人员同时具备安全管理与智能化等方面的知识，但这类复合型人才相对短缺，因此需要做好人才培养工作，为智能化技术的应用提供人才保障。一方面，应营造浓厚的智能化安全管理氛围，通过微信公众号、抖音等新媒体平台宣传智能化安全管理的优势以及相关案例，让安全管理人员了解为什么要应用智能化技术。另一方面，应对安全管理方面的人员进行专业技术培训。即对项目负责人等决策层人员进行智能化战略认知与决策培训，让其了解智能安全管理系统的价值、行业智能化趋势、政策要求；对安全管理总监等管理层人员进行智能化系统管理与协同培训，让其了解智能安全监测平台的操作方法、风险预控流程；对基层安全管理人员进行智能化工具使用与应急处置培训，让其了解智能设备操作方法、应急处置流程、违规行为识别策略。在培训时需要完善基础认知、核心技术、实战应用以及法规标准等模块的内容，并做好互动式教学、实操式教学、案例式教学等工作，加强模拟演练与效果评估。

### （三）完善安全保护机制

应用智能化技术会采集大量的人员信息、施工现场信息，如果这些数据信息泄露可能会造成严重后果，所以需要完善安全保护机制。首先，需要强化数据合规管理，筑牢数据安全与隐私保护的底线。即根据相关法律法规将公路工程数据分为核心数据、重要数据以及一般数据，对高精度地理信息等核心数据进行强加密、本地化存储以及访问控制；对关键设施数据以及个人信息等重要数据进行加密传输、权限分级以及定期审计；

对常规施工日志等一般数据进行基本加密、访问记录<sup>[7]</sup>。其次，应构建技术防护体系，打造数据安全与隐私保护的技术屏障。即通过加密技术对传输以及存储中的数据进行加密处理，避免数据信息被篡改，并对脱敏数据进行去标识化处理，确保数据可用不可见；完善权限管理与访问控制，根据最小权限原则对数据访问权限进行最小化分配，并通过零信任理念对数据访问进行持续验证。

### 结语

在公路工程安全管理中应用智能化技术可以从传统的模糊管理转变为精准防控，所以安全管理部门需要深入研究智能化技术的应用方法，通过智能监控系统对施工现场进行全方位的监控，及时发现不规范的操作；通过智能穿戴设备保障施工人员的人身安全；通过无人机技术进行细节巡查。同时，为了保障智能化技术的应用效果，安全管理部门也需要做好成本控制与资金渠道拓宽、人才培养、机制完善等环节的工作，促进公路工程安全管理向更智能化、自动化的方向发展，为建设平安交通奠定坚实基础。

### 参考文献

- [1] 崔玲玲. 智能化技术在高速公路工程安全管理中的应用[J]. 智能城市, 2025, 11(11): 49-52.
- [2] 刘兴强. 智能化技术在公路工程安全管理中的应用[J]. 张江科技评论, 2025, (01): 103-105.
- [3] 苏航. 智能化技术在公路工程项目施工管理中的应用探讨[C]//中国智慧工程研究会. 2024智慧施工与规划设计学术交流会议论文集. 浙江交投路信新材料科技有限公司, 2024: 1075-1077.
- [4] 安韦晓, 冯明辉. 智能化技术在公路工程施工中的应用与优化[J]. 中国科技信息, 2025, (21): 33-35.
- [5] 史腾飞. 智能化技术在公路施工项目管理中的应用探索[J]. 汽车周刊, 2025, (06): 176-177.
- [6] 张伟. 智能化技术在公路施工中的应用与前景分析[C]//广西网络安全和信息化联合会. 第七届工程技术与数字化转型学术交流会议论文集. 浙江交工集团股份有限公司路面工程分公司, 2025: 584-586.
- [7] 秦娟. BIM和区块链技术在公路工程质量智能化管理中的应用[J]. 中国公路, 2023, (07): 113-116.