

智能化驱动下公路工程安全管理数字化进程研究

胡彪

中交一公局第四工程有限公司

DOI:10.12238/etd.v5i4.8537

[摘要] 传统的安全管理方法已经无法完全满足现代公路工程的施工需求。基于此,本文以重庆渝武高速公路项目为例,首先分析项目特点,其次分析智能化驱动下公路工程安全管理数字化进程案例,再次阐述智能化驱动下公路工程安全管理数字化进程,最后对智能化驱动下公路工程安全管理数字化进行展望,以供参考。

[关键词] 智能化; 公路工程; 安全管理; 数字化

中图分类号: TU714 **文献标识码:** A

Research on the Digitalization Process of Highway Engineering Safety Management Driven by Intelligence

Biao Hu

China Communications First Engineering Bureau Fourth Engineering Co., Ltd

[Abstract] Traditional safety management methods are no longer able to meet the needs of modern highway engineering. Based on this. This article first provides an overview of the Chongqing Chongqing Wuhan Expressway project, followed by an analysis of a case study on the digitalization process of highway engineering safety management under intelligent driving. It then elaborates on the digitalization process of highway engineering safety management under intelligent driving, and finally provides a prospect for the digitalization of highway engineering safety management under intelligent driving, for reference.

[Key words] Intelligence; Highway engineering; Security management; digitization

引言

在公路工程建设的发展过程中,智能化技术不仅被应用于提升工程建设效率,而且在一定程度上极其增强了项目安全性。其中,重庆渝武高速公路项目二分部(以下简称重庆渝武二分部),作为重庆渝武高速公路项目的一部分是我们国家的重点工程项目。同时,这个项目也是智能化如何推动工程安全管理数字化的典范,它的实践经验对于行业内具有重要的参考性和无法估量的价值。

1 重庆渝武高速公路项目特点概述

重庆渝武二分部是重庆市规划“三环十二射七联线”主骨架高速公路网中的重要射线之一。其项目起点桩号为K20+339.8,终点桩号为K24+348.0,全长总共4.01公里,合同工期为48个月。主要工程包括:观音峡嘉陵江特大桥(桥长1260.5米,主桥跨径布置为124+235+124m);中梁山隧道(左线长3375米,右线长3425米)。

观音峡嘉陵江特大桥属于超大跨径三车道大断面的连续刚构桥,对于设计和施工团队来说是一大挑战。此外,驰名中梁山的地质条件复杂且存在瓦斯、突泥、涌水等多种不良地质

现象,施工难度可谓较大。

项目的安全风险性较高,这是由于其工程种类繁多,地质环境独特所致。观音峡嘉陵江特大桥直接横跨北碚市区主干道(X293)及嘉陵江主航道,施工过程中对交通和航道的影

响不能小觑。再加上,中梁山隧道途经多个地质条件恶劣的区段,深埋段、煤层、瓦斯、溶洞等因素都可能对施工人员及设备的安全带来严重威胁。

2 智能化驱动下公路工程安全管理数字化进程案例

2.1 数字化安全管理

在智能化驱动下,重庆渝武二分部项目采用了先进的数字化安全管理系统,提高了施工过程中的安全管理水平和工作效率^[1]。项目引入了BIM(建筑信息模型)技术、物联网(IoT)技术和大数据分析等现代化管理手段,实施了全面的数字化管理。

2.1.1 BIM技术的应用

项目经理通过进度管理模块能够实时监控工程进度,确保各个阶段的工作按时完成,并且可以显著提高施工效率,因为它允许管理团队优化资源分配,减少空闲时间从而确保关键任务得到优先处理。

安全管理模块通过模拟潜在的危險场景来提高安全预警能力。这种模拟训练可以帮助工作人员识别和评估风险,学习如何预防事故的发生。安全管理模块通常包括紧急情况应对计划、安全规程培训以及危险识别系统。

2.1.2 物联网技术的应用

物联网技术在项目中的应用主要体现在对施工设备和人员的实时监控上。通过安装在设备和人员身上的传感器,可以实时监控设备运行状态和人员位置,提高施工安全性。

设备监控功能能够实时监控设备的运行状态,管理团队可以及时获得关于设备性能和可能出现的故障的信息,不仅有助于预防意外停机,还可以延长设备的使用寿命。

人员定位功能是施工现场安全管理的重要组成部分。管理团队通过实时监控施工人员的位置可以确保所有人员都在安全的区域工作,并在紧急情况下迅速找到他们。

2.1.3 大数据分析的应用

人员行为数据的收集和分析有助于理解施工现场人员的行为模式,这些数据包括工人的位置信息、移动轨迹和工作习惯等。管理团队通过分析这些数据可以发现潜在的安全隐患,如工人是否经常进入危险区域,是否遵守安全规程等。

环境监测数据的分析涉及有害气体浓度、粉尘水平、噪音等多个方面。项目团队对这些数据进行持续监测和分析可以及时了解施工现场的环境状况,并在必要时采取相应的防护措施。

2.2 数字化安全管理案例分析

以中梁山隧道为例,项目通过数字化安全管理系统,实现了对隧道施工过程中的全面安全管理。

2.2.1 瓦斯监测

中梁山隧道穿越多个瓦斯富集区,瓦斯监测是施工安全管理的核心环节。项目在隧道内实施全过程的瓦斯监测,通过安装瓦斯监测传感器,确保对瓦斯浓度的实时、全面掌控。相关部门对瓦斯浓度的实时监控,施工管理人员可以及时发现瓦斯浓度异常采取相应的防护措施,保障施工人员的安全。瓦斯监测系统不仅可以记录瓦斯浓度数据,还能设置预警阈值,当瓦斯浓度接近危险值时,系统会自动发出警报,提醒相关人员采取紧急措施。

2.2.2 氧气浓度监测

在隧道施工过程中,氧气浓度过低会导致施工人员窒息,因此项目在隧道内安装了氧气浓度传感器,实时监控空气中的氧气水平^[2]。当氧气浓度低于安全阈值时系统会自动发出警报,提醒施工管理人员及时采取通风措施,确保施工环境中有足够的氧气供给。

2.2.3 二氧化碳浓度监测

二氧化碳浓度过高会导致头晕、乏力等症状,甚至危及生命,安装二氧化碳浓度传感器实时监控隧道内的二氧化碳水平,可以及时发现异常情况。管理员可以根据监测数据对通风系统进行有效调整,从而降低二氧化碳浓度保障施工人员健康。

2.2.4 一氧化碳浓度监测

一氧化碳虽然无色、无味,但却属于有毒气体,施工单位在使用柴油设备或发生火灾时,可能会导致一氧化碳浓度迅速升高,而施工单位安装一氧化碳浓度传感器,就能够对隧道内的一氧化碳浓度进行实时监控。当一氧化碳浓度达到危险值时系统会立即发出警报,施工管理人员需迅速采取紧急通风措施,并撤离受影响区域的人员。

2.2.5 硫化氢浓度监测

硫化氢是一种有毒气体,其味道类似臭鸡蛋,存在于某些瓦斯层的气体严重影响了施工人员的人身安全,因此,项目在隧道内安装了硫化氢浓度传感器,当系统会自动报警时施工管理人员需立即采取通风措施,确保施工环境的安全。

2.2.6 温度与湿度监测

隧道内的温度和湿度不但会影响到施工人员的舒适度,还会对设备的运行效率带来负面影响。过高的温度会导致人员中暑,湿度过高则可能引发设备故障和安全隐患。项目通过在隧道内安装温度和湿度传感器,管理人员根据监测数据,调整通风和空调系统,维持适宜的工作环境。

2.2.7 环境监测

中梁山隧道位于缙云山国家二级风景保护区,项目对施工过程中的环境保护提出了严格要求。施工单位在隧道周边安装环境监测设备,用于实时监控施工环境中的空气质量以及水质等。

监测指标	实时数据
空气质量	PM2.5、PM10、CO、SO2、NO2等
水质	pH值、溶解氧、化学需氧量(COD)、总悬浮物(TSS)

施工单位通过对环境指标进行全面监测能够在第一时间发现环境异常情况,并及时采取相应的措施,从而减少了其对环境的影响。

2.2.8 桥梁大跨度的变形监测

在中梁山隧道项目中,与隧道相连的桥梁同样需要进行严格的安全管理。对于大跨度桥梁的变形监测,项目采用了先进的测量技术和安装高精度的位移传感器和应变计来实现,这些设备能够实时监测桥梁的变形和应力变化,并将数据传输至中央控制系统进行分析,一旦桥梁变形或应力超过安全范围,系统会第一时间发出警报并通知管理人员采取解决策略。

2.2.9 隧道沉降位移监测

中梁山隧道在施工和运营过程中,可能会受到如地质条件、

地下水、施工荷载等各种因素的影响,导致隧道发生沉降或位移。因此,项目在隧道内和周边安装了沉降观测点和位移传感器,实时监测隧道的沉降和位移情况。基于此,项目团队才能够根据监测数据分析出隧道的变形趋势和原因进行针对性修复。

2.2.10超前地质钻探预测

在中梁山隧道项目中,项目团队利用超前地质钻探技术,对隧道前方可能存在的地质异常体进行预测和探测获取隧道前方地层的岩性、构造、水文地质等数据。基于超前地质钻探预测的结果,项目团队可以制定针对性的施工方案和防护措施,降低地质灾害对施工的影响。

3 智能化驱动下公路工程安全管理数字化进程

3.1 智能化技术在安全风险评估中的应用

重庆渝武高速公路项目工程中,BIM(建筑信息模型)和GIS(地理信息系统)的运用不仅提高了风险鉴定的准确程度,而且还优化了鉴定流程的执行。作为现代工程管理的利器BIM技术为项目塑造了个性的三维信息模型,基于此,工程师们得以深度解剖桥梁和隧道的内部结构并从中识别出可能的安全隐患。无论是桥梁的应力状况,或是隧道的承载结构,BIM都可为工程师们提供全方位的分析结果有效地预防潜在危险。

3.2 实时监控与预警系统的建立

为了确保工地的安全,渝武高速二分部工程项目已经建立了一套全面的实时观测和预警系统,并且借助了物联网(IoT)技术和各类的触觉设备,实现了对工地关键区域的实时观测。传感器被广泛收集温度、湿度、瓦斯浓度等关键性数据,然后通过无线网络实时传输给控制室。控制室内的软件能及时分析这些数据,一旦发现任何异常系统则会自动警告,并通过多种方式通知相关人员进行处理。

3.3 VR技术在安全培训中的应用

在对施工安全与效益等元素寻求平衡的当下,渝武二分部项目在重庆施行了虚拟现实(VR)技术搭建极度逼真的虚拟现实环境,成功地复刻出高危公共场所,使得施工员工可以在无安全隐患的情况下体验实战操作,从而显著提升了安全教育效益。VR培训让施工员工可全身心投入到多种施工现场中,比如高处作业、隧道建造等。在VR环境中进行的交互式训练使他们得以在真实操作前,进行反复的模拟实战,促使施工人员深化自身对于作业流程和安全操作关键点的掌握,大幅提升他们应对突发事件的能力。

4 智能化驱动下公路工程安全管理数字化展望

4.1 人工智能在提升公路工程安全监管效率中的角色

AI系统中的图像识别功能使施工现场的潜在安全风险的探测更加迅速和精确。例如,AI能够利用深度学习的技术,自动标识出没有正确佩戴安全头盔的工人,或者识别出可能存在风险的机器设备操作,为管理者提供信息来源。同样,AI也能对过往

记录的数据进行深度挖掘和学习,这些数据可能包含历次事故的完整记录、设备的维修日志、施工人员的行为模式等等,对这些数据的深度解析,AI可以揭示出更深入事故的发生规律,不但可防止相似事故的再一次发生,还可提升管理措施的精准度和有效性,以便更大幅度地提高安全管理的品质。

4.2 物联网技术在公路工程安全管理中的创新应用

物联网(IoT)技术,能让各类设备与传感器连接至互联网,形成一个覆盖整个施工现场的智能网络有效实现工地的实时监控。在这个网络中,各类设备与传感器可以收集并传输实时数据,如施工机械的工作状况、工作人员的实时位置、环境参数等等不仅为施工管理者提供了一手的、完整的实时工地信息,也可以在经过智能分析后,预测出可能出现的安全隐患。比如,如果某个区域的温度或湿度超过安全阈值,系统可以自动启动预警呼叫管理者及时采取相应的措施。物联网技术还可以和其他自动化设备结合使用,例如,无人机巡检系统可以自动巡视全工地,一旦发现异常情况即刻拍照或录制视频并将数据传回管理中心。

4.3 数字化管理平台在整合资源和信息中的作用

在公路工程的安全管理中,数字管理平台凭借其出色的数据处理和整合技巧,逐步蜕变为项目执行者进行精准管理的得力帮手。数字管理平台的要义在于,它可以糅合项目设计、施工等各个阶段的各类数据和信息,比如设计阶段趾高气扬的设计资料,施工阶段寥寥数笔的施工日志或安全检查记录等等。一旦这些散落在各处、在不同系统中的信息被集聚到一个统一的平台,管理层便能随时随地进行访问、检索和剖析,进一步熟知项目的安全水平。

5 结束语

总而言之,在当下智能化驱动下公路工程的安全管理数字化的应用迎来了前所未有的机遇和挑战^[3]。为了适应这种巨变,相关部门对数字化进程需要进行深入的研究,并且要全面提升公路工程安全管理效能和水平促进社会发展。在此期望本研究可以为相关学术领域的研究和实际公路工程应用提供有益的参考。

[参考文献]

[1]周浩宇.基于数字化平台的公路工程建设期安全管理系统研究[D].新疆农业大学,2021.

[2]尹春娥.高速公路交通事故应急管理关键技术研究[M].中国水利水电出版社,2017.01.135.

[3]刘冲,赵鑫,刘媛媛.以数字化转型推动提升标准化管理[J].中国信息化,2024,(05):30-32.

作者简介:

胡彪(1993--)男,汉族,贵州遵义人,本科,现就职于中交一公局第四工程有限公司,中级工程师,研究方向公路工程安全管理。