

BIM技术在高速公路施工安全管理中的运用

何泓坪

云南交投集团云岭建设高原养护工程有限公司, 中国·云南 曲靖 655000

摘要: 在社会促进区域经济交流发展的背景下, 交通基础设施建设规模显著拓展。其中, 高速公路工程建设数量急剧增长, 然而, 高速公路工程施工量较大、工期较长、施工内容繁杂、涉及的跨专业领域与技术较多、所需设备装置复杂, 且外部环境不确定干扰因素较多, 由此导致施工危险隐患具有多变性、多样性, 增加了施工安全管理难度。传统施工安全管理工作主要依靠管理人员进行现场监督管控, 但人员、时间和精力有限, 易造成管理疏漏, 无法有效抑制施工风险。为此, 可通过引进 BIM 技术创新施工安全管理模式, 重构管理流程, 提高管理的自动化、智能化程度, 以更科学配置资源, 实时监管施工情况, 精准预警风险, 提升应急处理能力。据此, 本文分析了 BIM 技术在高速公路施工安全管理中的运用。

关键词: BIM 技术; 高速公路; 施工安全管理

The Application of BIM Technology in the Safety Management of Expressway Construction

He Hongping

Yunnan Communications Investment Group Yunling Construction Plateau Maintenance Engineering Co., Ltd., China Yunnan Qujing 655000

Abstract: Against the backdrop of social promotion of regional economic exchanges and development, the scale of transportation infrastructure construction has significantly expanded. Among them, the number of expressway engineering projects has increased sharply. However, expressway construction involves large workloads, long construction periods, complex construction contents, numerous cross-disciplinary fields and technologies, and complex equipment and facilities. Moreover, there are many uncertain external environmental interference factors, which lead to the variability and diversity of construction safety hazards, increasing the difficulty of construction safety management. Traditional construction safety management mainly relies on on-site supervision and control by management personnel, but due to the limitations of personnel, time and energy, it is prone to management loopholes and cannot effectively suppress construction risks. Therefore, BIM technology can be introduced to innovate the construction safety management model, restructure the management process, and improve the degree of automation and intelligence of management, so as to more scientifically allocate resources, monitor construction conditions in real time, accurately predict risks, and enhance emergency response capabilities. Based on this, this paper analyzes the application of BIM technology in the safety management of expressway construction.

Keywords: BIM technology; Expressway; Construction safety management

0 引言

BIM 技术具有数字信息仿真模拟功能与可视化操作系统, 表现出可优化性、协调性、灵活性, 能够确保信息的联系性、完整性、一致性。将其应用于高速公路施工安全管理中, 可搭建便捷、智能和快速响应、支持多主体协同合作的管理平台。通过全生命周期追踪监管、动态模拟、事前预警、溯源管控、智能分析、即时交互等, 可解决传统安全管理痛点, 显著提升管理效率、质量和水平, 从多维度出发减少危险源, 降低风险系数, 优化工作人员指令下达和正确性, 实现智慧化、精细化管理。

1 项目概况

本文以云南省某地区高速公路工程为例, 该项目设计建设公路总长度为 5.48km, 路基宽度为 28m, 允许车辆通行速度为 80km/h, 工程涉及到路基、路面、隧道、绿化、基础设施等子项目, 同时, 经现场勘察资料显示, 该公路工程需要穿越高山峡谷, 沿线具有多种大型活动断裂带、断层、破碎岩体; 施工区域分布有膨胀土、软土地基以及紫红色砂岩、泥岩, 特别是对于膨胀土而言, 具有遇水膨胀、失水收缩特点, 极易引发路基开裂、边坡滑移, 进而导致周围时常出现边坡失稳、滑坡、泥石流、岩溶塌陷等

灾害。考虑到工程施工量较大,为尽可能提升施工安全管理效果,切实保障现场人员生命财产安全,要求采用 BIM 技术开展管理工作。

2 BIM 技术在高速公路施工安全管理中的具体运用

2.1 打造数字孪生施工模型

在 BIM 建模阶段,应遵守“标准合规性、真实精准性、数据关联性、地质适配性”原则,首先,参照本工程的 CAD 图纸,根据建设要求与设计标准,建立 3D 主体模型,清楚标明路基、路面、桥梁等构件的参数信息,或是利用 Revit、Civil3D 软件,对道路几何线形、横断面参数进一步细化。其次,借助无人机、卫星导向系统、三维激光扫描技术,探测施工场地信息,获取点云数据,建立数字地形模型,待校准地形曲面误差后,可帮助管理人员直观掌握施工周围场地地形构造与地质条件、构筑物布局、空间结构等,基于此,通过虚拟还原的模型可便捷、多维度分析施工情况,深度剖析施工缺陷与不足,发掘施工风险隐患。

2.2 施工工序模拟

基于数字化模型,根据施工方案对规划的施工工序进行模拟试运行,以提升环节衔接紧密性、减少施工矛盾、提升施工效率、加快施工进度、确保施工安全为目的,在观察分析施工工序期间,可及时对工序节点进行改进、对施工顺序进行调整,并指导完成组织优化任务。在实践过程中,可在空间模型内引入时间维度信息,使用 4D 模拟技术分别还原演示施工工艺操作流程、施工流程、设备应用流程,以更好地规划各个作业区、设计各环节施工进度,完善设计图纸,规避潜在的施工隐患。例如,在高速公路建设中,通过施工模拟可掌握环境、气候变化情况以及地质条件,由此,可调整工序,如避免在降雨季进行开挖施工,或要求提前做好排水、支护设施搭建工作,并明确设置专用机械通道或作业警戒区,以免出现因边坡失稳导致的坍塌、人员坠落、机械伤害等事故。

2.3 冲突碰撞检测

利用 BIM 技术展开冲突碰撞检测,可针对管线冲突、交叉作业、机械碰撞风险进行良好应对。实操时,可通过 4D 模型获取施工场地周围的收费站点、视频监控系统坐标、服务区站点、地下雨污水管道布局等位置信息,以形成完善的区域管线、构筑物分布图纸,在施工方案模拟期间进行自动化冲突碰撞检测,根据最终结果有针对性改进施工方案,并重复进行碰撞检测以验证方案可操作性,直

至解决冲突问题才可开展下一环节工作。同时,可对多样化施工机器装置进行冲突碰撞检测,依次对各类型机械的施工运行轨迹、与构件间的协同关系进行模拟,指导合理设计、规划设备运输路径、停放区域、操作动线,并调节各设备的运行参数。另外,可结合冲突碰撞检测结果,组织施工人员做好安全教育与技术交底工作。

2.4 设备运行监测

BIM 技术在设备运行监测中的应用,体现在以下几方面:第一,联合物联网技术、智能传感器,打造一体化监测系统。第二,在施工前将温度、振动、应变传感器安装在施工压路机、摊铺机、挖掘机、塔吊等设备中,全流程监测设备参数,如运行速度、运行温度、运行时间等。第三,精准获取数据,将其与设备规定标准变化阈值相比对,以判断设备是否处于超负荷状态、是否存在故障隐患、是否需要维修养护,从而可在第一时间向管理人员发送预警信息,从根源处遏制设备运行事故的发生,显著降低运行故障概率,提高维修有效率,延长设备使用寿命,确保设备运行稳定性,增强作业质量,为后续施工奠定扎实基础,减少返工、停工等乱象产生。

2.5 施工环境动态感知

针对施工环境动态感知而言,主要是指凭借 BIM 技术建立动态化智慧环境监测系统,在本工程中,可选择设置若干气象监控站、水平与垂直位移监测设备、倾角变化检测仪等,以全天候记录、采集温湿度、降雨量、边坡形变与位移等指标数据,随后传递至后台操控中心,在数字化模型中输入检测数据,进而达到同步可视化掌握环境状态的目的。在这一前提下,结合以往工程案例资料科学设定环境变化阈值,当各指标超出临界值后,将自动预警开展防范应急工作。例如,当显示风速超过 8 级、降雨量超出标准线、边坡出现明显变形、位移现象时,系统可发送警告,管理人员能够及时发布指令暂停施工,做好应急疏散、警戒布设工作,之后调配施工人员展开土工布+黏土覆盖防渗、坡面裂缝封堵、坡脚布设临时反压砂袋等工作,以在一定程度上降低滑坡、泥石流等现象产生概率。同时,BIM 模型可对工程历史监测的环境数据进行学习、研究,形成环境影响评估模型,掌握周围环境变化规律、特点,进而结合施工行为、影响要素,对可能引发的环境危险事故进行智能、精准预测,指导开展环境综合防控工作,可进一步改善环境条件,为施工人员创造有利的施工条件。

2.6 人员行为轨迹追踪

采用 BIM 技术对现场施工人员的行为进行追踪监管,

首先,有机结合施工场地、施工构件、施工人员的基础数据资料,打造综合性管理平台、立体化模型、智能定位与视频监控系统,从而开展全天候施工现场集成管理工作。其次,引进北斗定位技术、RFID技术,安装高清摄像头、热成像设备,高精度掌握人员、设备坐标数据、移动线路,传递至BIM管理平台后进行统一分析处理。最后,经由智能化数据系统可对数据进行计算分析,生成可视化活动轨迹图纸、危险行为鉴定报告,判断施工活动的风险系数。例如,BIM技术可获取施工人员的行动路线,评判是否处于危险区域。基于施工场地模型,预先标记出危险坐标位置,联系施工阶段各时间段内施工人员的活动范围,当施工机器、运输车辆等危险物体进入安全区域,或是施工人员脱离安全范围进入危险区域时,将自动发出预警进行阻止,对于已经出现的安全事故,通过模型也可立即定位到施工人员所在位置,以展开快速救援。BIM技术还可针对施工人员安全装备佩戴情况进行预警,对各岗位施工人员的设备操作权限进行识别限制,能够有效减少违规违纪施工行为出现频率。同时,也可通过AI智能算法计算施工人员的活动强度、作业时间,自动提取出现疲劳作业、超负荷工作的人员信息,以帮助管理人员合理安排、调配施工人员,避免因高强度施工而引发安全风险。

2.7 施工风险预警

BIM技术还可用于风险源识别与风险预警机制建立,由此为制定风险防范措施提供可靠参考依据。具体而言,全面采集、汇总工程安全管理文件、施工现场勘察信息、施工合同要求、施工方案、施工材料设备和清单等资料,通过综合评估、分析、分类整理,建立安全风险识别数据库,在此基础上划分为一般危险源和特殊危险源识别两个模块,并随时更新、补充、编辑数据,其中,主要通过研究类似工程案例资料、学习安全管理规定条例等方式挖掘普通危险源,通过工程施工性质、特点探究与施工活动监控的方法识别特殊危险源,之后,BIM模型将智能评估各类危险源的危害程度、影响范围、引发后果的严重程度,进一步划分风险等级,从而辅助安全管理人员科学规划危险管控计划,选择性进行危险消除或有效应对措施。另外,为尽可能提高危险防范与处理工作开展效率、质量,保障工作秩序性、规范性,参照BIM模型提出的危险源等级,制定风险预警机制,采用红色、橙色、黄色、蓝色依次代表重大风险(导致大规模人员伤亡、设备损毁)、较大风险(造成一定数量人员伤亡与设备损毁)、一般风险(造成少数人员伤亡)、低风险(无人员伤亡与设备损毁),

并运用机器学习算法对风险数据进行深度解析,建立风险预警模型,依据警报显示的风险等级,确定风险处理顺序,以免风险扩大,增大经济损失与威胁性,保证能够有效降低风险产生概率。

2.8 智能决策支持

在BIM技术辅助下,可建立形成数据驱动、模型联动、AI赋能的决策系统,该系统包括有基础层、模型层、数据层、算法层、应用层,凭借数据技术、传感器装置、先进检测仪器,可自动、全面采集地质、水文、围岩结构等环境数据;凭借Revit、Civil3D软件,可快速绘制比例标准的施工场地模型;凭借GIS技术、物联网技术等,实现多源异构数据高质量整合处理,以能够加大数据共享力度,确保数据的有效性、联系性、完整性;凭借机器学习模型,可合理设计各施工指标、参数的标准限值,进而对风险进行精准识别与预测;凭借人工智能算法、知识图谱技术,可联合数据资料,明确管理需求,快速调取相关案例进行总结学习,以自动生成处置预案、优化建议,缩短决策探讨时间,提高方案编制效率,增强决策执行的实效性。

2.9 应急处置方案优化

BIM技术所具备的动态优化系统管理,多维度、可计算的动态预案库,能够分析评价以往方案处理效果,汲取成功经验,以智能对原有应急处置方案的不足和问题进行改进。实践过程中,BIM技术能够对施工危险、灾害影响程度、损坏性进行评估,生成可视化灾情图,随后在4D模型中输入制定的应急处置方案内容,对多种方案展开预演,对方案实施效果进行模拟,之后,从资源调配、交通管控、人员指挥方面着手,通过模型统计现有物资、设备,分析可行的运输路径,结合实际路况,经过算法优化后规划出最佳调度方案,联动调度系统,自动锁定援助站点,并对交通组织措施进行模拟,以指导开通救援通道,推送最优撤离路线。此外,还可通过沉浸式情景模拟,组织施工人员快速掌握事故处置流程与应对方法,以提升作业效率。

3 结语

在高速公路施工安全管理中引入BIM技术,可促使由以往被动应对状态转变为主动预防状态,提高管理工作的智能化、数字化程度;利用仿真模拟功能全面挖掘潜在风险,提前规避设计冲突、施工危险,可摆脱凭借经验判断、识别风险的管理习惯,且能够通过立体化数字模型、先进机器设备开展自动化审核与全方位巡检工作,经由协

同管理平台实时、快速传递、共享数据。因此，应积极、灵活运用该技术完成施工方案模拟分析、设备运行参数动态监测、施工环境与现场人员行为轨迹追踪管控、施工进度监控、风险预测与警告、智能决策、应急处置方案优化等任务，从而推动高速公路工程顺利、安全开展。

参考文献：

[1] 彭耿佛，陈勇. BIM 技术在高速公路桥梁施工安全管理中的应用[J]. 运输经理世界，2021,(23):99-101.

[2] 李亮，韩晓虎. BIM 技术在高速公路跨线桥施工安全管理中的应用研究[J]. 运输经理世界，2021,(04):50-51.

[3] 莫智仁. 基于 BIM 技术的高速公路施工安全管理分析[J]. 四川水泥，2020,(05):150-151.

[4] 沈鹏，姜明映，徐跃等. 基于 BIM 技术的高速公路施工安全管理分析[J]. 公路交通科技 (应用技术版)，2019,15(08):286-288.