

信息化技术助力公路工程建设

洪楠

武警第二机动总队某支队 西藏 林芝 860300

摘要:公路工程建设跨度广、工序多、管控难度大,传统施工管理模式存在精度低、效率差、管控滞后等诸多弊端。随着智慧基建不断推进,信息化技术逐步全面应用于公路工程全生命周期。本文以公路工程建设实际特点为基础,梳理 BIM、物联网、无人机测绘、大数据等信息化技术的主要类型,分析技术在勘察设计、施工筹备、现场管控及竣工运维各阶段的具体应用场景。结合工程落地现状,总结当前信息化建设中软硬件适配不足、数据孤岛、专业人才短缺等实际问题,并提出对应的优化提升对策,旨在推动公路工程数字化、精细化、规范化建设发展。

关键词:公路工程建设;信息化技术;全流程应用;提升对策

引言:公路交通是我国综合交通运输体系的核心基础,也是支撑区域经济发展的重要民生设施。现阶段国内公路建设逐步向山区、复杂地质区域延伸,工程施工难度、建设标准与管理要求持续提升,传统依靠人工经验的管理方式已难以适配现代化公路建设需求。为提升工程质量、施工安全与建设效率,行业持续推进信息化技术与公路工程的深度融合。基于此,本文结合公路工程建设流程与行业现状,系统分析信息化技术的应用场景、现存问题与优化路径,为公路工程智慧化建设提供实践参考。

1 公路工程建设与信息化技术概述

1.1 公路工程建设的特点与核心需求

公路工程属于线性基础设施工程,施工跨度大、涉及区域广,大多穿越山地、农田、村镇等复杂地形地貌,受气候、地质、周边环境的影响极大。公路建设工序繁杂,涵盖勘察、设计、施工、养护等多个环节,参建单位多、人员设备流动性强,现场管控难度较高。相较于普通建筑工程,公路工程建设周期更长、投入成本更高,且对施工标准化、质量稳定性和施工安全性有着严格要求。基于行业特性,现代公路工程建设不再局限于完成基础施工任务,核心需求集中在三方面。(1)质量可控,通过精准管控规避路基沉降、路面开裂等常见病害;(2)效率提升,减少施工延误、返工等问题,保障工程按期交付;(3)安全合规,落实全过程安全监管,兼顾施工安全与生态环保、征地协调等合规要求。

1.2 公路工程信息化技术的内涵

公路工程信息化技术,是立足公路建设全生命周期,依托各类数字化手段对工程数据进行采集、整合、

分析与应用的技术体系,核心是替代传统人工粗放式管理模式,实现工程建设的数字化、标准化管控。该技术体系区别于通用信息化技术,具备极强的工程针对性,紧密贴合公路施工场景与行业规范。其核心内涵主要包括数据数字化、管控智能化、管理系统化三个维度。通过物联网、无人机、传感设备等实现现场数据实时采集,依托 BIM、云计算完成数据建模与存储,借助大数据技术分析施工参数、质量隐患、进度偏差等关键信息,为项目决策提供真实有效的数据支撑,彻底改变传统经验化、碎片化的工程管理方式。

1.3 信息化赋能公路工程建设的核心价值

信息化技术融入公路工程建设,能够有效破解传统建设模式的诸多痛点,为行业转型升级提供核心支撑。在管理层面,可打通勘察、设计、施工、运维各环节的信息壁垒,实现各参建单位数据互通、协同作业,杜绝信息滞后、沟通偏差等问题,提升整体管理效率。在工程管控层面,数字化模拟、实时监测等技术可提前排查设计缺陷、施工隐患,有效降低工程返工率与安全事故发生率,稳步提升公路建设质量。在行业发展层面,信息化能够沉淀工程建设数据资源,形成可复用的施工、管理经验,助力公路工程实现精细化、绿色化、高效化发展,推动传统基建行业向智慧基建转型^[1]。

2 公路工程信息化技术的主要类型

适配公路工程全生命周期建设的信息化技术主要分为以下几类:(1) BIM 建模技术。BIM 技术是公路工程核心数字化技术,以三维数字化模型为核心载体,可对公路路线、桥梁、隧道、路基路面等结构进行参数化建模。区别于传统二维图纸,该技术可集成工程几何数

据、施工参数、材料信息等多维数据,构建可视化、量化的工程数字模型,是公路工程数字化设计与施工的基础支撑技术。(2)物联网感知技术。该技术依托施工现场各类智能传感设备、北斗定位终端、视频监控、环境监测设备组成硬件感知网络,实时采集公路施工过程中的沉降数据、应力数据、设备运行数据、施工现场环境数据等动态信息,实现对工程现场物理状态的全方位数字化采集。(3)大数据与云计算技术。大数据技术主要用于归集、梳理公路工程建设全过程产生的海量碎片化数据,涵盖设计数据、施工日志、检测数据、验收数据等。云计算依托云端服务器为工程数据提供存储、运算、调度资源,解决公路工程数据量大、存储困难、运算效率低的行业难题,为数据统筹管理提供技术支撑。(4)遥感与无人机测绘技术。该技术多用于公路前期勘察阶段,通过无人机航拍、卫星遥感手段获取工程沿线地形地貌、地质条件、土地利用情况等基础地理信息,能够快速完成大范围、复杂地形区域的测绘作业,为公路路线规划、地质勘察提供精准的数据依据^[2]。

3 信息化技术在公路工程全流程的应用场景

3.1 勘察设计阶段:数字化勘测与 BIM 设计应用

公路工程勘察设计是项目建设的前置核心环节,现阶段信息化技术全面融入勘察设计全流程,形成数字化、精准化、可视化的作业模式,贴合公路线性工程、地形复杂的建设特点。(1)数字化实地勘测。当前公路工程勘测普遍采用无人机航测、三维激光扫描、卫星遥感等信息化设备开展作业。针对山区、丘陵、河湖沿岸等人工勘测难度较大的路段,通过无人机搭载高清摄像设备和激光雷达,可快速采集沿线地形地貌、地质构造、植被覆盖、构筑物分布等基础数据。三维激光扫描设备可对重点路段、边坡、基坑区域进行高密度点云数据采集,精准还原现场实际工况,规避传统人工勘测数据遗漏、测量误差大等问题。(2)BIM 协同数字化设计。依托 BIM 技术搭建公路工程三维参数化模型,覆盖路线、路基、路面、桥梁、隧道、涵洞等全部工程结构。设计人员可基于勘测数据完成线路优化、结构建模、参数校准,替代传统二维平面图纸。多专业设计人员可依托云端协同平台同步开展设计工作,实现道路、桥梁、给排水、交通工程等多专业模型整合。通过模型碰撞检查,可提前排查管线冲突、结构矛盾、线路不合理等设计问题,完成图纸优化修正,实现勘察与设计工作的无缝衔接。

3.2 施工准备阶段:智能方案模拟与进度规划

施工准备阶段信息化技术主要应用于施工方案验

算、场地规划、进度排布、资源配置等前期筹备工作,具体如下:(1)施工方案模拟验算。针对公路路基填筑、桥梁现浇、隧道开挖、高边坡防护等重难点施工工序,利用 BIM 模型结合仿真模拟技术,对专项施工方案进行动态模拟。可真实还原施工工序、施工流程、设备摆放、人员作业轨迹,直观呈现方案落地细节,排查施工流程漏洞、工序衔接冲突、施工空间不足等问题。针对高风险施工环节,通过模拟验算优化施工工艺参数,确定最优施工方案,为现场施工提供标准化技术依据。(2)数字化进度与资源规划。依托工程进度管理系统,结合公路工程施工总量、工期要求、施工段落划分,自动生成精细化施工进度计划。系统可精准划分分项工程施工节点,明确各阶段施工任务、工期时限与交付标准。同时结合施工进度数据,自动匹配人员、机械设备、砂石、水泥、沥青等物料资源用量,实现人力、物资、设备的统筹规划。通过数字化台账记录资源储备与调配情况,避免物料积压、设备闲置、人员配比失衡等问题,保障施工筹备工作有序落地^[3]。

3.3 现场施工阶段:数字化质量、安全、进度管控

现场施工阶段信息化技术应用依托物联网、智能监测、移动终端、大数据统计等技术,实现施工现场全要素、全过程动态管控,覆盖质量、安全、进度三大核心管理维度。(1)数字化质量管控。施工现场部署智能监测设备,对路基压实度、路面摊铺厚度、沥青温度、混凝土强度、边坡沉降等关键施工指标进行实时采集、自动上传。质检人员通过移动终端完成现场巡检、取样检测、质量验收工作,检测数据实时录入工程管理平台,形成可追溯的质量台账。针对路基、路面、桥梁等关键部位,依托 BIM 模型关联施工质量数据,实现施工质量的可视化管控,精准定位质量偏差点位,落实整改复核工作。(2)智能化安全管控。施工现场布设高清监控、AI 智能预警设备、边坡位移监测仪、基坑沉降传感器等硬件设备。AI 系统可实时识别现场违规操作,包括未佩戴安全防护用具、违规动火、高空抛物、设备违规操作等行为,自动抓拍预警。边坡、基坑等高危区域通过传感设备实时监测位移、沉降、应力变化数据,数据异常时系统自动报警,提前规避坍塌、滑坡等安全隐患。(3)动态化进度管控。施工管理人员每日通过移动端上传各段落施工完成情况、工序推进数据,系统自动对比计划进度与实际进度,生成进度偏差分析报表。针对滞后施工节点,系统可精准定位滞后原因,辅助管理人员调整施工计划、优化施工资源配置。

3.4 竣工验收与运维阶段:数字化归档与智慧养护

竣工验收与后期运维阶段信息化技术实现工程验收标准化、档案管理数字化、道路养护精细化,彻底改变传统竣工资料杂乱、后期养护被动滞后的管理模式。(1)数字化竣工验收。项目竣工阶段,依托 BIM 竣工模型整合施工全过程数据,包含设计变更资料、施工记录、检测报告、隐蔽工程数据、物资资料等全部工程档案。验收人员可通过三维模型直观核查工程结构尺寸、施工工艺、隐蔽工程施工情况,对照行业标准完成分项、分部、单位工程验收。所有验收数据实时录入系统,自动生成标准化验收报告,简化验收流程,提升验收工作的规范性与高效性。(2)智慧化运维养护。公路投入运营后,依托智慧公路运维平台开展常态化养护管理。通过道路监测传感器、路况巡查终端、视频监控设备,实时采集路面破损、路基沉降、桥梁结构变形、道路通行状况等数据。系统自动梳理路况病害信息,分类统计病害类型、位置、破损程度,自动生成养护任务清单。养护人员接收线上任务,完成病害处置、修复复核,全程记录养护作业数据,形成“监测—研判—处置—归档”的闭环养护模式,实现公路工程长效、精细化运维管理^[4]。

4 信息化技术赋能公路工程建设存在问题及提升对策

4.1 主要存在问题

现阶段信息化技术在公路工程建设中的落地应用仍存在以下问题:(1)软硬件配套适配性不足。多数基层公路项目信息化设备老旧,智能监测设备、数据终端布设覆盖率低,部分高端数字化平台与现场简易施工场景不匹配,无法发挥实际应用价值。(2)工程数据存在孤岛现象。勘察、设计、施工、运维各阶段数据独立存储,各参建单位数据标准不统一,缺乏统一的数据互通渠道,数据无法联动复用。(3)专业人才与管理制度缺失。施工现场管理人员多擅长传统施工技术,缺乏信息化平台操作、数据研判能力。同时行业缺乏统一的信息化施工管理规范,作业流程较为随意。

4.2 针对性提升对策

结合公路工程信息化建设的现存短板,立足项目实际施工与管理需求,针对性制定优化对策,切实提升信

息化技术落地实效,推动工程数字化规范化发展。(1)完善分级配套信息化基础设施。结合公路项目规模、施工场景差异,按需布设智能传感设备、无人机测绘设备、移动质检终端等硬件设施,淘汰老旧落后设备。同时选用适配公路施工场景的轻量化数字化管理平台,摒弃功能冗余、实操性差的系统,保障软硬件设备贴合现场作业需求,降低数字化落地门槛。(2)搭建统一数据共享管理体系。统一公路工程各环节数据采集、录入、存储标准,搭建一体化工程数据共享平台,打通参建单位、各施工阶段的数据壁垒。对工程设计数据、施工检测数据、安全监测数据、养护数据进行统一归集,实现数据实时同步、全程追溯、高效复用。(3)构建常态化人才培养与管理机制。针对现场管理人员、施工技术人员开展分层信息化培训,重点讲解 BIM 建模、智能监测设备操作、数字化平台运维等实操内容。同时结合公路工程行业规范,制定项目信息化管理制度,明确各岗位数字化工作职责与作业标准,形成规范化、常态化的数字化管理模式^[5]。

结束语:信息化技术对公路工程建设提质增效、降险降耗具有重要的现实作用,是传统基建转型升级的必然趋势。本文梳理了公路工程信息化的技术类型与全流程应用场景,发现目前行业仍存在设施配套不足、数据共享不畅、人才体系不完善等落地难题。通过完善基础设施、打通数据壁垒、健全人才与管理制度,能够有效提升信息化技术落地质量。

参考文献

- [1] 张红梅. 基于计算机技术的公路工程档案信息化建设研究 [J]. 办公自动化, 2025, 30(21): 83-85.
- [2] 项伟康, 谢伟春, 陈丽凤. 信息化技术在公路工程项目管理中的应用 [J]. 中国建设信息化, 2022(8): 72-73.
- [3] 李力勇. 依托信息技术构建智慧公路工程管理应用探讨 [J]. 中国水运, 2025(16): 45-47.
- [4] 李振京, 舒佃龙. 公路工程监理信息化管理的现状与对策研究 [J]. 建设监理, 2025(2): 68-71.
- [5] 郑桢轩. 公路工程项目管理信息化建设策略分析 [J]. 中国建设信息化, 2022(15): 74-75.