

智能化施工技术在道路与桥梁工程中的应用

赵永鹏

甘肃中南工程质量检测有限公司 甘肃 兰州 730000

摘要：在城镇化建设与交通路网持续更新的背景下，传统人工主导的道桥施工模式弊端逐渐凸显，智能化施工手段，已然成为工程提质增效、优化作业方式的重要途径；本文结合道桥施工实际场景，分析智能技术的应用优势与各类技术形式，探讨现存应用问题，并且给出对应的优化思路，为道桥工程智能化施工的普及应用提供基础参考。

关键词：智能化施工；道路工程；桥梁工程；施工技术；工程提质

引言：道路与桥梁是交通基建的重要组成部分，它的施工质量、施工效率以及结构稳定性能，都会影响整体路网的运行效果；传统施工多依靠人工经验开展作业，普遍存在精度差、管控滞后、作业模式单一等问题。随着建造技术不断更新，智能施工体系逐步完善，能够弥补传统施工的诸多不足，助力道桥施工朝着精细化、标准化的方向稳步发展。

1 智能化施工技术在道桥工程中的应用优势

智能化施工技术整合传感识别、数字建模以及自动控制等多种技术，能够搭建出一体化的现场作业体系，有效改善了道桥工程以往粗放化的人工施工模式。在实际施工过程中，智能设备可以精准采集施工数据，也能自主校准作业参数，减少人为操作带来的偏差，让路基压实、桥梁铺装、构件安装等关键工序更加规范；在施工效率方面，这类设备可替代人工完成高强度、重复性的作业，保障施工工序连贯推进，减少人工失误和岗位交接造成的工期损耗。同时，动态监测的管控方式可以实时排查施工隐患，合理调配现场人力资源，降低高危作业风险，实现工程质量、施工效率与作业安全的同步提升^[1]。

2 道桥工程核心智能化施工技术类型

2.1 数字建模技术

数字建模技术主要依靠搭建三维数字化模型开展工作，也是道桥工程智能化施工当中较为基础的支撑技术。工作人员可以结合场地地貌、施工环境以及工程设计参数等基础信息，搭建出精度更高、可视性更强的道桥工程整体模型，能够真实还原道路线条、桥梁构造以及场地地形等关键内容；对比传统二维图纸的平面展示形式，三维模型能够更加直观地体现工程结构细节，也能清晰反映各施工模块的空间位置关系，可以有效规避二维图纸存在的信息偏差、细节模糊等常见问题。在正式施工之前，技术人员可依托三维模型开展施工方案模

拟、工序推演以及结构碰撞检测等工作，提前找出方案设计不合理、工序相互冲突等问题，以此优化现场施工布局与资源分配方式；在施工开展的过程中，工作人员也能借助模型动态匹配施工进度与作业参数，把各项设计标准落实到具体施工环节，为现场智能施工和精细化管理提供可靠的模型与数据保障，整体提升施工筹备的科学性与现场作业精准度。

2.2 智能测控技术

智能测控技术是道桥工程施工里把控作业精度的关键技术，常常被用于道路线形调整、桥梁构件定位以及施工参数调节等重要施工环节。该技术整合了智能传感、卫星定位与数据传输等多项技术内容，能够对施工空间位置、工艺参数开展实时、精准的监测与调控，也慢慢取代了以往依靠人工测量、人工校准的传统作业方式。在道路施工阶段，工作人员可以利用智能测控设备实时收集摊铺厚度、路面坡度、线形偏差等各类施工数据，设备会自动对照设计标准，随时调整机具的运行状态，以此保障路面铺装的平整性与线形规整效果；在桥梁施工过程中，技术人员能够借助该技术完成墩台、箱梁、支座等核心构件的精准定位，有效把控构件安装的垂直度、水平度与安装间距，避免安装偏差造成的结构受力异常问题。这项技术可以实现全天候持续测控，能够有效减少环境因素和人工经验带来的测量误差，稳定维持道桥工程的标准化施工精度^[2]。

2.3 自动化施工技术

自动化施工技术主要依托各类智能施工设备开展作业，是实现道桥工程工序自动化作业的核心技术，比较适用于路基处理、路面铺设、桥梁现浇等常规标准化施工场景。智能设备搭载了内置控制系统与传感组件，工作人员可以提前设定好施工参数，设备就能自主完成摊铺、压实、振捣、打磨等重复性作业，基本不需要人工全程值守操控。在路基压实作业时，智能设备能够自行

规划行驶路线,灵活调整压实力度、作业频率与行驶速度,可以让路基压实效果更加均匀,有效避免漏压、过压等常见施工问题;在路面摊铺作业中,智能摊铺设备能够参照路面设计标准,自主调整摊铺厚度、行进速度以及熨平板角度,保障路面厚薄均匀、平整度符合施工要求。在桥梁混凝土浇筑作业里,智能振捣设备可以精准控制振捣深度、频率和间距,提升混凝土浇筑的均匀度与密实度。这类技术能够减轻人工作业压力,统一现场施工标准,有效提升道桥工程整体的施工效率与作业规范性。

2.4 动态监测技术

动态监测技术主要针对道桥工程的施工过程以及结构运行状态开展监测工作,能够实时捕捉施工隐患与结构变形问题,并且做出动态预警,是保障现场施工安全、维持工程结构稳定的重要技术。工作人员会在施工现场和结构关键位置安装智能传感设备,用来收集结构沉降、形体变化、内部应力、环境温湿度、施工荷载等各类数据,再通过数据处理系统对采集信息进行实时筛选和综合研判。在道路施工期间,设备可以持续监测路基沉降、边坡变形等情况,方便工作人员及时发现路基松动、边坡滑移等隐患,为施工调整提供可靠的数据参考;在桥梁施工过程中,该技术能够全程跟踪支架、模板以及主体结构的变形和应力变化,规避结构受力失衡、变形超标等施工问题。同时,系统会持续保存并更新监测数据,形成完整的数据记录,为质量核查、结构状态评估提供支撑,让整体施工过程能够实现动态化管控。

3 智能化施工技术在道桥工程中的具体应用

3.1 工程前期勘测与方案优化应用

道桥工程的前期勘测工作以及施工方案编制质量,会直接影响后续施工的整体质量与作业效率,智能化技术的运用,能够有效改变传统人工勘测、经验化编案的老旧作业方式。工作人员可以借助智能测绘、三维扫描等设备,全面采集施工现场的地形特征、地质条件以及周边环境信息,这类勘测方式的覆盖范围更广,数据精准度也更高,可细致捕捉场地地形起伏、地质分层等细微情况,为工程设计与施工规划提供充足的数据支撑。施工人员还能结合勘测数据搭建三维场地模型,真实还原现场实际工况,依托模型开展施工方案的模拟推演工作,以此校验路线布设、基础选址、工序排布等内容的合理性,提前排查施工冲突与资源浪费等问题,逐步优化施工布局与人员设备配置,从源头提升施工方案的适配性与实用性^[3]。

3.2 道路工程主体施工智能化应用

道路工程施工主要涵盖路基、路面、边坡等关键施工模块,这类施工内容大多具备标准化、规模化的作业特点,和智能化施工技术有着很高的适配性,能够帮助道路工程各施工工序实现提质增效。路基是道路成型的基础结构,它的密实程度、平整效果和整体稳定性,都会直接决定道路的实际使用年限,智能化技术也主要应用在路基摊铺与压实两道核心工序当中。工作人员可以提前设定施工参数,让智能摊铺设备自主完成填料铺设工作,均匀把控摊铺厚度与作业速度,改善人工摊铺厚薄不均、物料堆积的常见问题;搭配智能压实测控系统,压实设备能够实时采集作业轨迹、压实次数和压实密度等数据,系统会自动判断压实质量,精准标记漏压、欠压和过压区域,指导设备完成补压作业,保障路基整体压实效果均匀统一。在路面施工阶段,智能摊铺、碾压设备搭载高精度传感构件,能够围绕路面厚度、平整度、坡度等关键指标开展动态管控,实时匹配设计参数并调整作业状态,修正施工偏差,让沥青、水泥路面施工更加规范。在边坡施工过程中,智能监测设备可以持续捕捉边坡形变与位移数据,动态判断边坡的稳定状态,提前规避边坡滑移、坍塌等安全隐患,全面实现道路主体施工全过程的智能化管控。

3.3 桥梁工程施工智能化应用

桥梁工程本身的结构形式较为复杂,整体施工精度标准比较严格,现场高危作业内容也相对较多,传统人工施工的方式,很难把控各类细微结构的施工精度;智能化施工技术可以适配桥梁基础、墩台施工、构件安装以及桥面铺装等多个施工环节,能够有效提升桥梁工程的施工质量与作业安全性。在桥梁基础施工阶段,技术人员可以利用带定位测控功能的智能钻孔设备,精准把控钻孔位置、孔径大小、孔深以及钻孔垂直度,设备能够自主调整作业参数,改善人工钻孔容易出现的偏位、孔径不均等问题,切实保障桩基施工的精准度,为桥梁整体结构稳定打下良好基础。在墩台浇筑施工中,智能模板控制系统能够实时监测模板变形、垂直度以及混凝土浇筑状态,可随时微调模板固定参数,避免浇筑过程里出现模板偏移、变形等情况,保证墩台结构规整、尺寸合规。在构件预制与安装作业时,工作人员可以借助数字建模技术提前完成构件设计与模拟拼装,核验构件适配性,搭配智能吊装设备,能够精准完成箱梁、支座、护栏等构件的对位安装,减少拼接偏差。在桥面铺装作业中,智能摊铺、碾压设备可适配桥面曲面与坡度工况,配合动态监测设备把控铺装厚度、平整度与密实度,全面提升桥梁施工的精细化与标准化程度^[4]。

3.4 施工过程智能管控应用

施工过程管控是道桥工程提升施工质量与作业效率的关键环节,传统的现场管控大多依靠人工巡查和完工后核验的模式,往往存在管控覆盖不全、信息更新滞后、隐患处理不及时等诸多问题,而智能化管控体系,能够对整个施工过程开展全方位、全天候的动态管理工作。工作人员可以依托一体化智能管控平台,整合现场设备运行状态、施工工艺参数、结构工况以及作业环境等各类信息,完成施工数据的统一收集、直观展示与智能分析工作。在工艺管控层面,平台可以实时对比现场施工数据与设计标准,一旦摊铺厚度、结构尺寸、压实度等指标出现偏差,系统就会及时发出预警,方便技术人员快速调整施工方式,从源头杜绝批量质量问题;在进度管控层面,平台能够结合工序施工逻辑,对比实际施工进度与计划进度,分析偏差产生的原因,合理优化后续资源调配与施工节奏,保障工期稳步推进。同时,平台结合传感设备与视频识别技术,能够规范现场设备操作与工序衔接,规避违规施工的情况,还可以留存完整的施工数据档案,实现施工全过程可追溯,有效改善道桥工程传统粗放的现场管控模式。

3.5 工程质量智能核验应用

道桥工程完工后的质量检测工作,是把控整体施工品质、排查结构潜在隐患的重要环节,智能核验手段对比传统人工抽样检测方式,会表现出检测范围广、精度高、速度快的优势,能够完成工程整体质量的全面检测工作。传统人工检测大多依靠抽样排查的模式,不仅覆盖范围不够全面,还容易产生人为误差,各类细微的结构隐患也很难被及时发现;智能化检测则结合了无损探测、智能扫描与数据对比等手段,工作人员可以对路

基、路面、桥梁主体以及构件衔接位置开展全域检测,不会损伤工程结构本体,能够精准收集各项施工质量数据,系统可自动分析数据、判别施工质量是否达标,精准找出结构裂缝、内部空洞等细小问题。同时,设备能够联动比对设计数据与施工过程数据,提升道桥工程质量检测的准确性与规范性^[5]。

结束语:随着各类智能施工技术的不断推广与落地,道桥工程的施工模式得到了有效升级,也很好地突破了传统施工方式存在的各类技术短板与作业弊端;这类智能化技术能够贯穿道桥工程的整体施工流程,可以有效提升现场施工精度、作业效率以及综合管控能力,保障工程结构的稳定性能与整体施工质量。在后续的交通基建施工当中,道桥工程还需要继续推广智能施工技术的实际应用,不断优化技术适配效果,逐步完善整套智能化施工体系,以此推动基建建造工艺朝着精细化、数字化与智能化的方向稳步发展。

参考文献

- [1]钟睿.智能化施工技术在道路与桥梁工程中的应用[J].移动信息,2026,48(2):285-287.
- [2]吴耀军.无人机技术在公路桥梁工程检测过程中的智能化应用[J].企业科技与发展,2026(2):97-100.
- [3]袁中玉.智能化技术在公路桥梁工程中的应用与发展趋势研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2026(2):111-114.
- [4]梁远铭.道路与桥梁工程中的智能化技术应用[J].计算机产品与流通,2025(11):70-72.
- [5]任远帅.智能化技术在道路与桥梁工程质量控制中的应用研究[J].大众科学,2025,46(14):82-84.