

智能交通在道路桥梁施工中的有效应用

刘靖军

临泉县交通运输局 安徽 阜阳 236400

摘要：智能交通在道路桥梁施工中发挥着关键作用。通过物联网传感器、5G 与北斗定位、AI 算法等技术构建智能体系，能实时监测施工安全，精准预警风险，优化应急响应；借助智能调度、机械协同及进度仿真预测提升施工效率；利用混凝土智能浇筑、焊接质量检测和资源动态分配保障质量、控制成本。不过，技术应用面临数据孤岛、成本限制及人员技能适配等挑战，需通过标准化建设、政策支持和培训体系优化来推动其发展，未来还将融合更多先进技术。

关键词：智能交通；道路桥梁施工；有效应用

引言：道路桥梁建设作为基础设施的关键部分，对经济发展和民生保障意义重大。传统施工模式在安全监测、效率提升、质量把控等方面面临诸多挑战，难以满足日益复杂的建设需求。智能交通技术的兴起为道路桥梁施工带来新契机，其融合物联网、大数据、AI 等前沿科技，能实现施工全过程的实时感知、精准决策与高效协同。深入探讨智能交通在道路桥梁施工中的有效应用，有助于推动施工方式变革，提高工程建设的质量与效益，对促进交通基础设施建设的可持续发展具有深远意义。

1 智能交通技术体系与施工应用基础

1.1 智能交通技术核心组成

（1）感知层：物联网传感器（如应变计、激光雷达、摄像头）负责实时采集道路桥梁施工全场景数据，应变计可精准监测结构受力变化，激光雷达实现三维环境建模，摄像头捕捉人员设备动态，为后续分析提供数据支撑。（2）传输层：5G/北斗定位保障数据高速低延迟传输，北斗定位精度达厘米级，能实时追踪施工人员与机械位置；边缘计算则在数据源头进行预处理，减少数据传输量，提升决策响应速度。（3）决策层：大数据分析整合多源施工数据，挖掘进度、质量、安全关联规律；AI算法基于数据实现风险预警与智能决策，如识别违规操作；数字孪生构建施工场景虚拟模型，模拟施工过程，提前发现问题。

1.2 道路桥梁施工关键需求

（1）施工安全监测（结构变形、设备状态、人员定位）：需实时掌握桥梁支架变形趋势，监测塔吊、压路机等设备运行参数，通过定位防止人员进入危险区域，规避坍塌、设备故障、人员伤亡风险。（2）进度与资源优化（物料调度、机械协同、工期预测）：合理调度砂

石、钢筋等物料，避免积压或短缺；协调多台机械高效作业；精准预测工期，确保项目按时交付。（3）质量管控（混凝土浇筑、焊接工艺、验收标准）：严格把控混凝土配比、浇筑温度与振捣质量；规范焊接参数，检测焊缝强度；依据统一验收标准，对施工环节逐一核查，保障工程质量^[1]。

1.3 技术融合可行性

（1）BIM+GIS技术实现三维可视化施工管理：BIM构建桥梁精细化三维模型，GIS整合施工区域地理信息，二者融合可直观呈现施工进度、管线布局，便于碰撞检查与方案优化，提升管理效率。（2）无人机与机器人替代高危作业：无人机搭载高清相机与传感器，可对桥梁高处、跨江区域进行巡检；机器人能完成隧道爆破、高空焊接等高危任务，降低人员安全风险，提高作业精度与效率。（3）AI+大数据优化施工方案：通过AI算法分析历史施工数据，优化混凝土浇筑顺序、机械调度方案；结合实时施工数据，动态调整进度计划，减少工期延误与成本浪费。（4）物联网+云平台实现远程监控：物联网设备采集的施工数据上传至云平台，管理人员可通过终端远程查看施工状态，实时掌握质量、安全、进度信息，实现跨区域协同管理。

2 智能交通技术在道路桥梁施工中的有效应用

2.1 施工安全管控

（1）实时监测系统。在道路桥梁施工过程中，实时监测系统如同“隐形守护者”，通过在桥梁关键结构部位布设传感器网络，持续捕捉桥梁结构的细微变化。这些传感器能够精准感知结构应力、沉降及温度波动，无论是桥梁支架的受力情况，还是桥面浇筑后的沉降趋势，亦或是环境温度对结构稳定性的影响，都能被实时采集并传输至管理平台。施工人员可通过平台直观掌握

结构状态,及时发现潜在风险,避免因结构异常引发安全事故。(2)风险预警机制。AI算法为施工安全筑起“智能防线”,通过在施工现场部署高清摄像头,结合AI图像识别技术,能够自动识别施工人员的违规操作行为。例如,施工人员未按规定佩戴安全帽进入作业区,或擅自闯入机械作业的危险区域等情况,AI算法可快速捕捉并分析,一旦确认违规,系统会立即触发声光警报,同时将违规信息推送至现场管理人员的移动终端,提醒管理人员及时制止违规行为,将安全隐患消除在萌芽状态^[2]。(3)应急响应优化。基于交通流模拟技术的应急响应优化,为施工突发情况处置提供科学指引。施工前,技术人员会构建施工现场及周边区域的交通流模型,模拟火灾、坍塌等突发事件发生时的人员疏散场景。通过分析不同疏散路径的人流密度、通行效率等因素,规划出最优疏散路线,并在施工现场设置清晰的标识引导。当事故发生时,现场人员可依据预设路线快速撤离,同时管理人员借助模拟数据调配救援力量,提升应急处置效率,减少人员伤亡与财产损失。

2.2 施工效率提升

(1)智能调度系统。物联网设备联动构建的智能调度系统,让物料运输更高效。在物料运输车辆上安装物联网终端,实时采集车辆位置、载重、行驶状态等信息,同时结合施工现场的物料需求、库存情况以及路况信息,管理平台通过智能算法优化物料运输路线。以无人驾驶运输车为例,其可根据调度指令自动规划最优路径,避开拥堵路段,精准将砂石、钢筋等物料运送至指定施工区域,减少运输等待时间,避免物料积压或缺,保障施工连续推进。(2)机械协同作业。V2X(车联网)技术打破了施工机械间的“信息壁垒”,实现挖掘机、起重机、压路机等设备的高效联动。通过在设备上加装V2X通信模块,设备之间可实时共享作业位置、作业进度、设备状态等信息。例如,在桥梁基础施工中,挖掘机完成土方开挖后,可立即将作业完成信息同步至起重机,起重机提前调整位置做好吊装准备,无需人工协调即可衔接作业;压路机则能根据摊铺机的作业速度,自动调整行驶速度与碾压次数,确保路面压实质量,大幅提升多设备协同作业效率。(3)进度仿真预测。数字孪生模型为施工进度管理提供“智慧大脑”,技术人员根据施工图纸、施工方案以及现场环境数据,构建与实际施工现场高度一致的数字孪生模型。通过在模型中模拟施工全过程,可直观呈现各环节的作业进度、资源投入情况以及可能出现的延误风险。若模拟过程中发现某一工序进度滞后,系统会自动分析原因,并

结合实际施工条件动态调整后续施工计划,优化工序衔接,确保项目整体进度按预期推进^[3]。

2.3 质量与成本控制

(1)混凝土智能浇筑。混凝土智能浇筑技术通过传感器实时监测与自动调控,保障混凝土施工质量。在混凝土搅拌站和浇筑现场安装传感器,实时监测混凝土的坍落度、温度等关键指标。当传感器检测到坍落度不符合施工要求或温度过高、过低影响混凝土强度时,系统会自动向搅拌站发出指令,调整水、水泥、骨料等原材料的配比,确保混凝土性能达标。同时,在浇筑过程中,传感器还能监测混凝土浇筑速度与均匀度,避免因浇筑不当出现蜂窝、麻面、裂缝等质量问题,减少后期返工成本,保障道路桥梁结构强度。(2)焊接质量检测。机器视觉技术为焊接质量检测提供了精准、高效的解决方案。在焊接作业完成后,机器视觉设备通过高清相机采集焊缝图像,利用图像识别算法对焊缝的外观形态、尺寸及内部缺陷进行分析,自动识别焊缝中的气孔、裂纹、未焊透、咬边等缺陷。相较于传统人工检测,机器视觉检测不仅速度更快,还能避免人工检测的主观误差,确保检测结果的准确性。对于检测出的不合格焊缝,系统会标记缺陷位置与类型,指导焊工进行针对性修复,保障焊接部位的结构安全性,降低因焊接质量问题引发的后期维护成本^[4]。(3)资源动态分配。基于大数据的资源动态分配,实现施工资源的高效利用与成本管控。系统通过收集过往类似项目的施工数据、当前项目的施工进度、物料消耗情况及市场供应信息,利用大数据算法对不同施工阶段的物料需求进行精准预测。根据预测结果,施工团队可提前制定物料采购计划,合理控制物料库存,避免出现物料积压导致资金占用过多,或物料短缺影响施工进度的情况。同时,系统还能实时监控物料使用情况,及时发现物料浪费现象,通过优化物料使用方案减少浪费,降低施工成本,提升项目经济效益。

3 智能交通在道路桥梁施工应用中的实施挑战与对策建议

3.1 技术应用瓶颈

(1)数据孤岛。在道路桥梁施工智能改造过程中,数据孤岛问题尤为突出。不同施工环节引入的智能系统往往来自不同厂商,系统间兼容性差,数据格式与接口不统一。例如,安全监测系统、进度管理系统、质量管控系统各自采集和存储数据,无法实现信息共享,导致施工人员难以获取全面的项目数据,无法基于完整数据做出科学决策,影响智能技术应用效果。(2)成本限

制。智能设备的高投入成为制约技术普及的重要因素。智能传感器、无人驾驶运输车、数字孪生建模软件等设备与技术,初期购置与维护成本较高。对于资金实力有限的中小企业而言,难以承担这笔费用,导致其在智能交通技术应用上滞后,无法享受智能化带来的效率提升与安全保障,进一步拉大了行业内企业间的发展差距。

(3) 人员技能。传统施工人员的技能水平难以适配智能技术需求。长期以来,施工人员习惯依赖传统经验开展作业,对智能设备的操作、智能系统的数据分析能力不足,且对新技术存在抵触心理,接受度较低。这使得智能设备与系统无法充分发挥作用,甚至因操作不当引发故障,影响施工进度与安全。

3.2 优化策略

(1) 标准化建设。加快制定智能施工设备接口与数据格式标准是突破数据孤岛的关键。行业相关部门应组织专家与企业共同研究,明确各类智能设备的数据传输接口规范、数据存储格式要求,推动不同系统间的数据互联互通。通过标准化建设,实现施工数据的高效共享与整合,为智能化管理提供完整的数据支撑。(2) 政策支持。政府需出台针对性政策降低企业应用成本。通过提供智能设备购置补贴、给予应用智能技术的企业税收减免优惠,减轻企业经济压力。同时,设立专项扶持资金,鼓励中小企业开展智能技术研发与应用试点,引导更多企业参与到道路桥梁施工智能化进程中,促进行业整体智能化水平提升。(3) 培训体系。构建完善的人员培训体系,提升施工人员技能水平。推动校企合作,根据行业需求设置智能施工相关专业课程,培养兼具理论知识与实践能力的“数字工匠”。此外,开发VR模拟培训系统,模拟智能设备操作、智能系统使用场景,让施工人员在虚拟环境中反复练习,降低实操风险,提高其对新技术的接受度与应用能力。

3.3 未来发展方向

(1) 5G+全息投影技术实现远程施工指导。随着5G

技术的成熟,将其与全息投影技术结合,可打破空间限制实现远程施工指导。专家无需抵达施工现场,通过全息投影设备将自身影像投射到施工区域,实时观察施工情况,直接向现场人员演示操作规范、指出问题并提供解决方案,提升施工指导的及时性与精准性,尤其在复杂桥梁结构施工中,能有效保障施工质量与安全。(2) 区块链技术保障施工数据不可篡改与溯源。区块链技术的去中心化、不可篡改特性,可为施工数据安全提供有力保障。将施工过程中的质量检测数据、进度数据、安全监测数据等上传至区块链平台,数据一旦录入便无法随意修改,确保数据真实性。同时,通过区块链的溯源功能,可快速追踪数据来源与流转过程,在出现质量或安全问题时,及时定位责任主体,为事故处理与责任认定提供可靠依据。

结束语

智能交通在道路桥梁施工中的应用,是科技与工程深度融合的生动实践。它凭借实时监测、智能决策等能力,有效提升了施工安全性、效率与质量,还降低了成本。尽管目前存在数据孤岛、成本高、人员技能适配难等问题,但随着标准化建设推进、政策支持力度加大和培训体系完善,这些问题将逐步解决。未来,5G+全息投影、区块链等新技术有望进一步融入,为道路桥梁施工带来更多创新变革,推动行业朝着智能化、高质量方向不断迈进。

参考文献

- [1]贺春宇.动态质量控制方法在道路桥梁施工管理中的应用[J].四川建材,2023,(11):204-205.
- [2]黄华健.高效施工技术在市政道路桥梁工程中的应用与优化[J].城市建设理论研究,2023,(13):127-129.
- [3]和玉亮.道路桥梁施工技术中的细节问题及处理对策探究[J].建材发展导向,2023,(10):90-92.
- [4]李爽,赵浩.智能交通在道路桥梁施工中的应用[J].运输经理世界,2024,(10):71-73.