

智能化技术在道桥施工中的应用与创新

黄江荣

142602*****1515

摘要: 在基础设施建设迈向高质量发展的关键时期,智能化技术为道桥施工注入了强大动力。本文深入剖析智能化技术在道桥施工中的应用现状,直面传统施工模式的局限,挖掘智能化技术的适配潜力与现实挑战。聚焦核心技术应用场景,涵盖施工过程智能监测与控制、数字化建模与虚拟施工、智能装备与自动化施工,探索施工流程优化路径及创新发展方向,并从技术、管理、人才多维度构建保障体系。研究成果旨在为道桥施工智能化、精细化转型提供系统思路,助力基础设施建设高质量发展,推动行业转型升级。

关键词: 智能化技术;道桥施工;技术应用;施工创新;工程管理

DOI: 10.64216/3080-1508.25.07.007

引言

道桥工程作为交通网络的关键支撑,其施工质量与效率关乎出行安全与经济活力。传统施工模式因工序繁琐、精度欠缺、安全风险高,难以契合现代工程建设的高要求。而物联网、大数据、人工智能等智能化技术的蓬勃兴起,为道桥施工注入了新活力,实现施工监测智能化、管理数字化、决策科学化,成为突破传统瓶颈、推动行业转型升级的关键路径,对构建现代化基础设施体系意义非凡。

1 道桥施工智能化技术应用的现状分析

1.1 传统道桥施工模式的局限性

传统道桥施工依赖人工操作与经验决策,工序衔接易出错,施工精度难把控。例如,在桥梁浇筑中,人工振捣易出现不均匀,影响结构强度;在道路铺设时,人工摊铺平整度欠佳,易致路面早期损坏。且施工现场环境复杂,安全风险隐患多,如高空作业防护不足、机械操作失误等,事故时有发生。此外,施工进度受天气、材料供应等不确定因素影响大,工期难以精准把控。传统模式下,施工信息传递效率低下,各参与方协同困难,导致施工过程中问题频发,严重影响施工质量和效率,难以满足现代工程建设对高精度、高安全性和高效性的要求。

1.2 智能化技术在施工中的应用基础

智能化技术在道桥施工的应用基础源于其强大的数据处理与自动化控制能力。传感器可实时采集施工数据,如位移、应变、振动等,经无线传感器网络传输至数据处理中心,借助机器学习算法分析结构健康状态,为预警与决策提供依据。同时,现代通信技术如4G/5G、

WiFi、LoRa等,保障数据高效传输,云存储技术实现数据大规模集中存储与管理,为智能化施工提供了稳定的数据支撑。随着技术的不断进步,智能化设备的性能不断提升,成本逐渐降低,使其在道桥施工中的应用成为可能。例如,智能监测设备能够实时、准确地获取施工过程中的各项数据,为施工质量控制和安全预警提供有力支持;自动化施工设备则可以提高施工效率,减少人工操作带来的误差和风险。

1.3 技术应用面临的现实挑战

尽管智能化技术潜力巨大,但在道桥施工中应用仍面临诸多挑战。一方面,道桥施工环境恶劣,高温、潮湿、粉尘等影响传感器精度与稳定性;另一方面,施工场景复杂多变,不同项目对智能化技术的适配性要求高,需定制化开发与调试。此外,数据安全与隐私保护在数据共享与传输中至关重要,一旦泄露,后果不堪设想。技术应用还面临人才短缺的问题,既懂道桥施工又掌握智能化技术的复合型人才匮乏,影响技术的有效推广和应用。同时,智能化技术的应用需要大量的资金投入,对于一些中小企业来说,可能存在一定的经济压力,限制了其在道桥施工中的广泛应用。

2 道桥施工中的核心智能化技术应用场景

2.1 施工过程智能监测与控制技术

智能监测与控制技术贯穿施工全程。在桥梁施工中,通过在关键部位安装传感器,实时监测结构应力、变形情况,一旦数据异常,系统自动预警并调整施工参数,确保施工安全。如在混凝土浇筑时,利用智能温控系统,实时监测混凝土内部温度,自动调控养护温度,防止裂缝产生。在道路施工中,智能压实系统可实时监测压实

度,自动调整压实机工作参数,保证路面压实质量。这些技术的应用不仅提高了施工过程的可控性,还减少了人工干预,降低了施工风险,提高了施工质量。

2.2 数字化建模与虚拟施工技术

数字化建模与虚拟施工技术为施工提供精准蓝图。借助BIM技术,构建道桥三维模型,集成设计、施工信息,实现可视化交底与协同工作。在施工前,通过虚拟施工模拟,优化施工方案,提前发现潜在问题并解决。如在复杂桥梁施工中,利用虚拟施工技术模拟不同施工阶段的结构受力,优化施工顺序,减少施工风险。此外,数字化建模与虚拟施工技术还可以提高施工效率,减少施工过程中的变更和返工,降低施工成本。

2.3 智能装备与自动化施工技术

智能装备与自动化施工技术大幅提高施工效率。智能分拣机器人、全自动钢筋加工设备等减少人工投入,提升加工精度与效率。在混凝土浇筑环节,智能布料机精准布料,保证浇筑质量;在道路铺设中,3D摊铺技术结合智能控制系统,实现高精度摊铺,提升道路平整度与使用寿命。这些技术的应用不仅提高了施工效率,还减少了人工操作带来的误差和风险,提高了施工质量。

3 基于智能化技术的施工流程优化路径

3.1 施工前期规划的智能化决策

施工前期,利用大数据分析历史项目数据,结合地理信息系统(GIS)评估施工场地地质、水文条件,为选址、设计提供依据。通过智能算法模拟不同施工方案的成本、工期、质量,辅助决策者选择最优方案,精准规划施工资源与进度。此外,智能化决策还可以考虑环境因素、社会影响等多方面因素,提高决策的科学性和全面性,为施工项目的顺利实施奠定坚实基础。通过智能化决策,施工团队可以更好地应对复杂多变的施工环境,提高施工项目的成功率和经济效益。

3.2 施工过程的动态协同管理

施工过程中,智能化技术打破信息孤岛,实现各参与方实时协同。基于BIM平台,设计、施工、监理等单位共享数据,及时沟通调整。如遇设计变更,平台即时推送信息至各相关方,确保施工按最新方案执行。同时,智能调度系统根据实时施工进度与资源使用情况,动态调整人力、物力分配,提高施工效率。这种动态协同管理方式可以减少施工过程中的沟通成本和协调难度,提高施工效率和质量。通过动态协同管理,施工团队可以

更好地应对施工过程中的各种变化,确保施工项目的顺利进行。

3.3 施工质量与安全的智能管控

智能化技术为施工质量与安全筑牢防线。质量方面,智能检测设备实时监测施工质量指标,如混凝土强度、钢筋间距等,数据异常自动报警,便于及时整改。安全领域,利用视频监控与智能识别技术,实时监测施工人员安全帽佩戴、安全绳系挂情况,对违规行为即时预警。同时,基于大数据分析安全风险,提前制定预防措施。通过智能化技术的应用,可以实现施工过程的精细化管理,提高施工质量和安全性。此外,智能管控还可以通过数据分析,提前预测潜在的质量和安全隐患,优化施工方案,进一步提高施工效率和质量。

4 道桥施工智能化技术的创新发展方向

4.1 多技术融合的施工集成应用

多技术融合推动施工技术集成创新。BIM与GIS技术融合实现道桥工程与周边环境的三维建模,整合地形地貌、地质水文等环境数据,为选线与施工规划提供空间分析支持,提升方案适应性。物联网与人工智能结合,通过机器学习算法对监测数据进行趋势预测,提前识别结构劣化风险,如预测桥梁支座老化趋势并制定预防性维护计划,延长结构使用寿命。5G技术支撑远程控制与实时协同,专家可通过AR眼镜远程查看现场情况并指导施工,解决偏远地区技术支援难题。多技术融合打破单一技术应用局限,形成“感知-分析-决策-执行”的智能施工闭环,提升整体施工智能化水平。

4.2 施工数据的价值挖掘与应用

施工数据价值挖掘为管理优化提供新路径。建立全生命周期数据中台,整合设计、施工、运维各阶段数据,通过大数据分析识别施工规律,如分析不同地质条件下路基压实参数与沉降量的关联关系,优化施工工艺参数。利用数据挖掘技术发现质量隐患模式,如识别混凝土强度不足与养护温度、时间的相关性,建立针对性管控措施,提升混凝土施工质量。数据资产化管理逐步推进,施工数据用于训练AI模型,为后续类似项目提供智能决策支持,如自动生成适配的施工方案建议,实现“数据-知识-价值”的转化,提升企业核心竞争力。

4.3 智能化施工技术的场景拓展

智能化施工技术场景拓展至更多应用领域。在既有道桥改造中,采用无损检测与BIM逆向建模技术,精

准获取结构现状数据,结合历史运维记录制定个性化改造方案,减少对交通通行的影响。应急抢险引入无人机勘察与快速建模技术,灾害发生后迅速评估道桥损伤情况,生成应急抢险方案,缩短抢险决策时间。绿色施工方面,应用智能能耗监测系统优化机械设备调度,合理安排施工工序,减少能源浪费;通过AI算法优化混凝土配合比,在保证强度的前提下降低水泥用量,减少碳排放。场景拓展使智能化技术覆盖道桥建设全领域,推动行业全面升级。



图1 道桥施工智能化技术应用场景示意图

5 智能化技术应用的保障体系构建

5.1 技术标准与规范体系完善

技术标准与规范体系是智能化应用的基础保障。需制定BIM模型交付标准,明确各阶段模型精度、信息深度要求,统一数据格式与命名规则,确保不同参与方模型数据可共享。完善智能监测技术规范,对传感器选型、布设要求、数据精度等作出规定,明确数据采集、传输、存储的技术要求,确保监测数据可靠可比。建立智能装备应用标准,规范无人设备操作流程、安全防护措施等,明确设备进场验收、日常维护的技术指标。推动地方标准与行业标准衔接,吸收前沿技术应用经验,形成覆盖设计、施工、验收全流程的标准体系,为技术应用提供统一遵循。

5.2 专业人才培养与建设

专业人才培养需构建多层次体系。高校加强智能建造专业建设,增设BIM技术、物联网应用等课程,结合道桥施工特点设计实践教学内容,培养复合型技术人才。企业开展在职培训,针对项目经理、技术骨干开展智能化技术专项培训,提升技术应用规划能力;对一线工人进行智能设备操作培训,确保规范使用智能装备,减少操作失误。建立校企合作机制,通过实习实训、联

合研发等方式,提升人才实践能力,促进理论知识与工程实践结合。设立技能认证制度,对智能化施工技能进行考核认证,激发学习积极性,打造适配技术发展的人才队伍。

5.3 资金投入与激励机制建立

资金投入与激励机制保障技术持续应用。加大财政支持力度,对采用智能化技术的项目给予适当补贴,降低企业应用成本;设立智能建造专项基金,支持关键技术研发与装备升级,鼓励企业开展技术创新。企业建立多元化融资渠道,通过专项贷款、融资租赁等方式解决资金问题,减轻前期投入压力。完善激励机制,将智能化技术应用纳入企业资质评价与项目评优指标,对技术应用成效显著的单位与个人给予表彰奖励,树立行业示范。推动保险机构开发智能施工相关保险产品,降低技术应用风险,增强企业应用新技术的信心,调动应用积极性。

6 结论

智能化技术为道桥施工带来了质量、效率与安全的全面提升,是行业转型升级的必然方向。当前虽面临技术融合不足、成本较高、人才短缺等挑战,但通过核心技术场景落地、施工流程优化与创新方向探索,已初步形成可行的应用路径。构建完善的技术标准、人才培养与资金激励保障体系,能为技术应用提供有力支撑,提升技术应用覆盖率与深度。未来需持续推动多技术融合与数据价值挖掘,拓展应用场景,实现道桥施工向智能化、精细化、绿色化转型,为基础设施高质量发展提供坚实技术保障。

参考文献

- [1] 谢昊. 市政道桥施工中的装配式梁板预制与安装技术研究[J]. 时代汽车, 2025, (15): 175-177.
- [2] 孙登. 市政道路工程道桥施工管理措施分析. 河南省, 河南泽宇建筑工程有限公司, 2022-12-01.
- [3] 曾宪柳. 斜拉桥施工挂篮自动化与智能化控制技术应用[J]. 中外公路, 2021, 41(01): 122-125.
- [4] 赵亚宁. 基于BIM的高铁连续梁桥施工监控智能化技术研究[D]. 东南大学, 2020.
- [5] 王欢欢. 我国道路桥梁施工技术的现状及发展趋势[J]. 河北企业, 2018, (11): 158-159.