

智能化监测技术在建筑工程施工中的应用现状与优化对策

张智慧

郑州西亚斯学院 河南 郑州 451150

摘要:现代建筑工程工况复杂、安全风险集中,传统人工监测精度低、数据滞后、覆盖面有限,难以满足高标准管控要求。依托物联网、大数据、人工智能及传感技术的智能化监测体系,可实现施工全过程数字化、实时化、全方位感知,是建筑业数字化转型的关键支撑。本文结合施工实操场景,系统总结智能化监测技术的落地应用现状,深入剖析设备适配不足、数据孤岛、运维缺失、人才短缺等现实问题,并提出针对性优化策略,旨在提升施工监测质效,有效防控安全质量隐患,为助推建筑施工行业智能化、规范化高质量发展提供实践参考与理论支撑。

关键词:智能化监测技术;建筑工程;施工管理;应用现状;优化对策

引言:在新型城镇化与智能建造政策推动下,超高层、深基坑、装配式等高难度建筑工程逐年增多,施工管控难度与安全管控压力持续攀升。智慧工地建设的全面落地,为智能化监测技术的应用提供了良好基础,有效突破了传统施工管控的诸多局限。基于此,本文系统梳理该技术在施工领域的应用短板与现存问题,探索科学的优化路径与实施方案,为建筑工程精细化、动态化、智能化施工管控提供有力的理论与实践支撑。

1 智能化监测技术核心内涵与技术体系

1.1 核心内涵

智能化监测技术是融合现代信息技术与工程监测技术的新型管控手段,区别于传统人工被动监测模式,该技术以自动化数据采集、智能化分析研判、实时化预警处置为核心,依托各类感知设备与数字平台,对建筑工程施工全流程的关键参数进行动态捕捉、智能分析与闭环管控。其核心优势在于突破人工监测的时空限制,实现施工风险的提前预判、施工质量的精准把控、施工过程的全程溯源,有效解决传统施工管理效率低、误差大、管控盲区多的行业痛点,适配现代建筑工程标准化、精细化、智能化的发展趋势。

1.2 核心技术体系

当前建筑工程施工领域的智能化监测技术已形成成熟的技术体系,主要包含四大核心技术。一是物联网感知技术,通过布设应力传感器、沉降传感器、扬尘噪声传感器、人员定位终端等设备,实现施工现场各类数据的自动化、全天候采集,是智能化监测的基础载体。二是大数据分析技术,对海量监测数据进行筛选、整合、

建模分析,挖掘数据背后的施工隐患与质量问题,为管理决策提供数据支撑^[1]。三是人工智能识别技术,依托计算机视觉算法,自动识别高空违章作业、设备违规操作、基坑形变异常等问题,实现智能预警。四是5G与云平台技术,保障监测数据高速传输、实时同步与云端存储,实现施工现场远程监控与动态管控,构建一体化智慧监测体系。

2 智能化监测技术在建筑工程施工中的应用现状

2.1 施工安全监测广泛普及

施工安全是智能化监测应用最成熟的领域。目前多数在建项目已普及塔机、升降机、深基坑及高支模等智能监测系统。大型机械方面,传感器实时采集起重量、倾角、风速等参数,超限即触发声光报警并锁定操作,防止倾覆坠落。高危区域监测中,深基坑系统实时跟踪边坡位移与支护应力,高支模系统动态监测支架形变,有效防控坍塌风险。此外,智能视频监控可自动识别未戴安全帽、违规翻越等行为并即时推送预警,显著提升现场安全管控的实时性与覆盖面。

2.2 施工质量监测精准落地

智能化技术有效弥补了传统质量检测的抽样性与滞后性缺陷。光纤传感与微雷达技术可对主体结构沉降、裂缝及梁柱应力进行毫米级实时监测,及时发现不均匀变形等隐蔽隐患。在混凝土施工中,智能测温设备全天候监控浇筑及养护阶段温度变化,辅助精准把控养护周期,预防开裂与强度不足问题。装配式施工中,智能定位与监测系统可精确控制构件安装位置、垂直度及拼接精度,保障标准化作业,大幅降低安装偏差,从过程端

提升整体工程质量管控水平。

2.3 施工现场环境监测常态化应用

响应绿色施工要求,环境智能化监测已成为工程标配。施工现场普遍部署集成终端,实时采集PM_{2.5}、PM₁₀、噪声及温湿度等数据,并同步上传至监管平台与管理后台。当扬尘或噪声超限时,系统可自动触发喷淋降尘、雾炮开启及设备降噪等联动处置,实现环境问题的快速自动化响应。同时,全程记录的环境数据可生成完整监测台账,既能满足环保合规检查,又能有效降低施工对周边社区与生态的影响,是推动建筑工程绿色化施工的重要技术支撑^[2]。

2.4 人员与设备智能化管控逐步完善

人员与设备管控正借助智能化技术走向精细化管理。人员管理层面,依托北斗/GPS双模定位与面部识别系统,实现实名制管理、实时轨迹追踪及高危区域电子围栏预警,有效监控脱岗、违规进入等行为,辅助优化用工调度。设备管理层面,在大型机械安全监测基础上,系统可统计分析设备运行时长、故障代码及能耗数据,自动推送维保提醒,防止设备带病作业。这有助于提高机械利用率与使用寿命,从源头降低因设备突发故障引发的工期延误与安全事故风险。

3 智能化监测技术应用存在的问题

3.1 设备适配性不足,监测精度参差不齐

当前监测设备市场品类繁杂、标准不一,现场适配性较差。中小项目为控成本选用低端设备,其传感器灵敏度与抗干扰能力弱,在雨天、扬尘、强电磁干扰等环境中易出现数据漂移与误差,难以真实反映施工状态。针对异形建筑、超深基坑、复杂地质等特殊工况的专用设备匮乏,通用设备难以精准适配,致使关键环节监测覆盖不全、存在盲区。此外,设备安装调试不规范、定期校准不到位等现象普遍,进一步降低了监测数据的精准度与可靠性,严重制约了技术效能的充分发挥。

3.2 数据孤岛问题突出,资源整合利用率低

多数项目的智能化监测系统呈碎片化格局,安全、质量、环境、设备等各系统独立运行,数据端口不互通、标准不统一,无法实现共享与联动分析,形成严重的数据孤岛。管理人员需逐一登录多个平台查看数据,不仅增加工作负担,更难以开展施工全维度综合研判。同时,多数项目仅停留在数据采集与简单阈值报警层面,缺乏深度挖掘与建模分析,海量历史数据资源闲置,无法用于隐患规律预判或工艺优化。智能化监测因此沦为“表面数字化”,其数据资产价值与风险预控潜

力远未得到有效释放。

3.3 运维体系不完善,系统稳定性不足

智能化监测系统的持续稳定运行离不开规范的运维保障,但目前多数施工企业缺乏制度化运维机制。现场粉尘、雨水、机械碰撞等复杂环境易损坏传感器与终端设备,项目缺乏常态化巡检、清洁与保养安排,故障发现及修复不及时,系统频繁中断或数据异常频发。软件层面,系统更新、漏洞修复及数据备份工作落实不足,老旧系统兼容性差,难以集成新增设备与功能模块,卡顿、闪退问题突出^[3]。

3.4 专业人才匮乏,技术落地能力不足

智能化监测技术高度跨学科,对从业者的施工经验与数字技能均有较高要求,但行业复合型人才缺口显著。一线管理人员多熟悉传统施工工艺,缺乏智能化设备操作、系统运维及数据分析的专业能力,无法精准研判预警信息或及时采取处置措施,致使监测设备“重安装、轻使用”现象普遍。同时,企业常态化培训机制缺失,从业人员技术水平难以跟上技术迭代速度。更深层的问题在于,既懂建筑施工又精通数字技术的复合型人才供给严重不足,这不仅制约了现有系统的有效利用,更阻碍了智能化监测技术的深度推广与后续创新研发。

3.5 行业标准不健全,监管体系滞后

我国建筑工程智能化监测领域起步较晚,行业统一的技术标准与规范体系尚未建立。不同厂商设备在数据采集格式、传输协议、预警阈值设定及安装要求等方面差异显著,导致设备兼容性差、系统对接困难,严重制约行业标准化发展。与此同时,现行监管制度多针对传统施工模式设计,对智能监测数据的有效性认定、系统运行规范及预警处置流程缺乏明确要求。部分项目设备安装流于形式,甚至存在数据造假、预警敷衍等问题,使智能化监测沦为应付检查的“摆设”,其风险识别、预警与辅助决策功能被严重削弱,实际应用效果大打折扣。

4 智能化监测技术在建筑工程施工中的优化对策

4.1 规范设备选型,提升监测精准度与适配性

针对监测设备适配性差、精度不足的问题,需建立标准化的设备选型与安装管控体系。首先,施工企业应结合项目施工规模、地质条件、施工工况,制定差异化的设备选型标准,优先选用符合行业规范、抗干扰能力强、精度稳定的正规品牌监测设备,杜绝低价劣质设备入场。针对超高层建筑、深基坑等复杂工程,定制适配专项工况的智能化监测设备,补齐特殊场景监测短板,

实现施工全环节无死角监测。其次,规范设备安装、调试与校准流程,安排专业技术人员开展设备安装作业,施工前期完成系统调试与精度校验,施工期间定期开展设备校准、清洁、检修工作,及时修复故障设备,保障监测数据的连续性、精准性。同时,建立设备质量溯源机制,对设备运行状态全程记录,为设备优化更换提供数据支撑。

4.2 搭建一体化数据平台,破除数据孤岛

为解决数据碎片化、利用率低的问题,需整合各类监测资源,搭建一体化智慧施工监测云平台。统一各监测系统的数据采集标准、传输协议与接口规范,打通安全、质量、环境、人员、设备等各监测模块的数据壁垒,实现多源数据集中汇总、同步更新、互联互通。依托大数据与人工智能技术,构建施工监测数据分析模型,对海量监测数据进行深度挖掘、智能研判,自动生成施工质量分析报告、安全风险评估报告、环境管控报告,精准识别施工隐患规律,提前预判潜在风险。同时,优化平台管理功能,增设远程管控、数据溯源、智能预警闭环管理功能,实现“数据采集—智能分析—风险预警—整改处置—复查闭环”的全流程管控,充分发挥数据价值,推动施工管理从被动处置向主动预判转型^[4]。

4.3 完善运维体系,保障系统稳定运行

构建常态化、标准化的系统运维管理体系,是保障智能化监测长效运行的关键。施工企业需制定完善的设备运维管理制度,明确专人负责监测系统、终端设备、网络线路的日常巡检与保养工作,每日核查设备运行状态、数据传输情况,定期开展设备除尘、紧固、校准与系统升级工作,及时排查设备故障与系统漏洞。建立数据安全保障机制,定期完成云端数据备份,加密传输监测数据,杜绝数据丢失、篡改、泄露问题。制定系统故障应急处置预案,针对设备损坏、网络中断、系统瘫痪等突发问题,明确应急处置流程,配备备用监测设备与应急监测方案,确保施工监测全程无空档。建立运维考核机制,将系统稳定运行、故障处置效率纳入岗位考核,倒逼运维工作落地落实。

4.4 强化人才培育,打造复合型专业团队

针对行业专业人才匮乏问题,需构建系统化的人才培育与引进体系。一方面,施工企业建立常态化内部培训机制,定期组织管理人员、技术人员、一线操作人员开展智能化监测技术培训,内容涵盖设备操作、系统运维、数据分析、预警处置等核心内容,结合项目实操案例开展实操教学,提升从业人员专业技能,解决设备

“不会用、用不好”的问题。另一方面,加大复合型人才引进力度,重点引进兼具建筑工程施工经验与数字技术、大数据分析能力的专业人才,组建专属智能化监测技术团队,负责系统优化、技术落地、难题攻坚工作。加强校企合作,对接高校建筑工程、智能建造相关专业,定向培养专业人才,为行业智能化发展储备人才资源,夯实技术应用的人才基础。

4.5 健全行业标准,完善监管考核体系

行业主管部门应加快完善建筑工程智能化监测技术行业标准与规范,统一设备生产、安装调试、数据采集、预警阈值、系统运维等全流程标准,规范市场设备质量与技术应用流程,提升行业标准化水平。同时,完善智能化施工监测监管体系,明确施工企业、监理单位、监管部门的岗位职责,建立智能监测数据核查、预警处置督办、系统运行考核机制,严厉打击监测数据造假、设备闲置、预警处置不力等违规行为。将智能化监测落实情况纳入工程项目质量安全考核评级体系,倒逼施工企业重视智能化监测技术落地应用。此外,鼓励行业开展技术交流与创新研发,推动智能化监测技术迭代升级,助力建筑行业智能建造高质量发展。

结束语

智能化监测技术是建筑工程行业数字化转型、提质增效的核心抓手,彻底革新了传统施工监测的管控模式,在防范施工安全风险、提升工程施工质量、推进绿色施工、优化现场管理等方面发挥着不可替代的作用。未来,需通过标准化设备管控、一体化数据建设、常态化运维保障、专业化人才培育、规范化行业监管多重发力,持续优化智能化监测应用体系。依托技术创新与管理升级,推动建筑工程施工监测向精准化、智能化、高效化、规范化深度发展,为建筑业高质量、可持续发展筑牢技术根基。

基金项目:2024 年河南省民办普通高等学校专业建设资助项目(教政法[2023]369号)

参考文献

- [1] 李回. 智能化监测技术在建筑工程施工中的应用现状与优化对策[J]. 北方建筑,2026,11(1):19-22.
- [2] 李治政,黄江. 建筑工程施工中智能化监测技术的研究与应用[J]. 建筑与装饰,2024(9):163-165.
- [3] 黄珍珍. 建筑工程施工智能化监测技术应用研究[J]. 工程技术研究,2025,10(13):122-124.
- [4] 朱敬冬. 建筑工程施工中智能化监测技术的研究与应用[J]. 智能建筑与智慧城市,2023(10):96-98.