

智慧工地平台在建筑工程质量实时监管中的实践与应用

熊红宇

金溪县建筑工程检测中心 江西抚州 344000

摘要: 智慧工地平台依托先进数字技术,为建筑工程质量实时监管提供了全新解决方案。本文从平台支撑质量实时监管的技术基础入手,阐述物联网感知、BIM集成、云计算与大数据分析技术的核心作用;结合实践场景,分析平台在关键工序监控、质量数据管理、问题闭环追溯中的具体应用;针对应用过程中面临的数据标准、现场融合、成本效益等挑战,提出针对性对策,为建筑工程质量监管的智能化升级提供理论参考与实践指导。

关键词: 智慧工地平台;质量实时监管;物联网;BIM

引言

建筑工程质量关乎人民生命财产安全与城市可持续发展,传统质量监管模式依赖人工巡检、事后验收,存在监管滞后、数据分散、效率低等问题,难适应现代化工程建设要求。随着数字技术与建筑行业融合,智慧工地平台出现,它整合先进技术,实现质量数据自动采集、实时传输、智能分析与可视化呈现,推动质量监管从“被动应对”向“主动预防”、从“经验判断”向“数据驱动”转变。目前,智慧工地平台在质量监管应用已取得初步成效,但仍面临技术融合不深入、标准不统一、落地效果不一等问题。深入探索其技术基础与实践路径,破解应用难题,对提升建筑工程质量监管效能、推动行业数字化转型有重要意义。本文基于实际场景,系统分析其在质量实时监管中的实践价值与优化方向,为相关企业与监管部门提供参考。

一、智慧工地平台支撑质量实时监管的技术基础

(一) 物联网感知技术的应用

物联网感知技术是智慧工地平台实现质量数据自动化采集的核心支撑,通过在施工现场部署各类传感器、智能终端,构建全方位、立体化的感知网络,实时捕捉工程质量相关的各类数据。这类技术可突破人工采集时空限制,实现数据采集的连续、准确与及时,为质量实时监管提供基础数据。在原材料质量管控上,通过在钢筋、混凝土等原材料安装射频识别标签记录信息,结合现场读写设备,实现原材料全流程自动追踪,确保质量达标。施工过程中,部署振动、应变、温湿度等传感器,实时监测混凝土浇筑温度、结构应力应变、基坑变形等数据,捕捉质量隐患。如混凝土养护阶段,温湿

度传感器采集数据,确保养护条件规范,避免强度不足。物联网感知技术应用使质量监管突破人工巡检局限,实现对工程质量关键指标全天候、无死角监测。

(二) 建筑信息模型(BIM)的集成应用

建筑信息模型(BIM)技术为智慧工地平台提供了可视化、参数化的管理载体,通过构建涵盖工程设计、施工、运维全生命周期的三维信息模型,实现质量监管的精细化与协同化。BIM模型整合多维度信息,为质量监管提供基础数据支撑。施工准备阶段,利用BIM模型虚拟施工模拟,排查设计问题、优化方案,减少质量隐患。如模拟钢筋绑扎等工序,检查空间位置和施工操作,避免返工与缺陷。施工过程中,将BIM模型与现场数据关联,实现质量数据可视化与动态追踪。通过标注实时数据,监管人员掌握质量状况、定位问题。同时,BIM模型支持多方协同,各单位基于同一模型共享信息、协作沟通,确保质量要求传递一致,提升监管协同效率^[1]。

(三) 云计算与大数据分析技术

云计算与大数据分析技术为智慧工地平台提供了强大的数据处理与存储能力,能够有效应对施工现场海量、多源的质量数据处理需求,实现数据价值的深度挖掘与智能应用。云计算技术构建灵活可扩展的云端存储与计算平台,安全存储工程全生命周期质量数据,支持多终端、多地点便捷访问与数据共享,解决传统质量数据存储分散、查询不便问题。大数据分析技术建立专业分析模型,深度处理与分析采集的质量数据,挖掘质量规律与风险隐患。比如,统计分析历史质量数据识别关键工序与薄弱环节,为监管重点制定提供依据;实时分析施工质量数据,对比标准值识别异常并预警。同时,实现质量数据关联分析,探索质量指标内在联系,为优化方

案、提升质量提供数据支撑。云计算与大数据分析技术结合，让智慧工地平台从海量数据提取有效信息，为质量监管决策提供依据，提升监管智能化水平。

二、基于智慧工地平台的质量实时监管实践

(一) 关键工序的自动化监控与预警

关键工序的质量直接决定工程整体质量，智慧工地平台通过自动化监控与预警功能，实现对关键工序的精准管控，及时防范质量风险。平台整合物联网感知设备与大数据分析技术，对钢筋加工、混凝土浇筑、构件安装、防水施工等关键工序进行实时监测，设定质量控制阈值，当监测数据超出阈值时，自动触发预警机制，及时提醒相关人员采取整改措施。

在混凝土浇筑工序中，平台通过安装在搅拌设备上的传感器，实时监测混凝土的配合比、坍落度等关键指标，确保混凝土质量符合设计要求；同时，通过部署在浇筑现场的摄像头与传感器，监测浇筑速度、振捣时间等施工参数，避免因浇筑不规范导致的蜂窝、麻面、裂缝等质量缺陷。当传感器监测到混凝土坍落度不符合标准或振捣时间不足时，平台立即通过手机APP、现场声光报警器等方式发出预警，通知技术人员与施工人员及时调整施工参数，确保工序质量。在构件安装工序中，通过激光测距仪、倾角传感器等设备实时监测构件安装的平面位置、高程、垂直度等精度指标，与BIM模型中的设计值进行实时比对，一旦超出允许偏差范围，立即启动预警，避免因安装精度不足影响工程结构安全。自动化监控与预警功能的应用，有效减少了人工监控的疏漏与滞后，实现了关键工序质量的实时把控与风险前置防范^[2]。

(二) 质量数据的实时采集与可视化

智慧工地平台实现了质量数据的实时采集、集中管理与可视化呈现，打破了传统质量数据采集分散、传递滞后、形式单一的局限，提升了质量监管的透明度与效率。平台通过物联网感知设备、移动终端APP等多种渠道，实时采集施工现场的各类质量数据，包括原材料检测数据、工序验收数据、质量问题整改数据等，确保数据采集的全面性与及时性。

采集到的质量数据通过网络实时上传至云端平台，进行集中存储与标准化处理，形成完整的工程质量数据库。平台支持质量数据的多维度查询与统计分析，监管人员可根据需要按工序、按时间、按质量指标等维度查询相关数据，生成各类统计报表，直观掌握工程质量整体状况。同时，平台通过可视化技术，将质量数据以图

表、曲线、热力图等形式呈现，结合BIM模型的空间可视化功能，实现质量数据的空间化、动态化展示。例如，通过折线图展示混凝土强度随养护时间的变化趋势，通过热力图展示施工现场质量问题的分布情况，通过BIM模型标注构件安装精度的实时数据，使监管人员能够快速、直观地了解质量状况，发现质量问题的规律与特点，提升监管决策的科学性与针对性。

(三) 质量问题的闭环追溯与整改管理

智慧工地平台构建了质量问题的闭环追溯与整改管理体系，实现从问题发现、上报、派单、整改到验收的全流程跟踪管理，确保质量问题及时得到解决，避免问题遗留。在问题发现环节，监管人员、施工人员可通过移动终端APP拍摄现场质量问题照片、视频，录入问题描述、所在位置、严重程度等信息，一键上报至平台，平台自动记录上报时间、上报人员等信息，确保问题可追溯。

问题上报后，平台根据预设的责任分工，自动将整改任务派单给对应的责任单位与责任人，并设定整改期限。责任单位收到整改任务后，及时组织整改工作，在整改过程中可通过平台上传整改照片、视频、文字说明等资料，实时反馈整改进展。监管人员通过平台实时跟踪整改情况，对整改过程进行监督指导。整改完成后，责任单位提交验收申请，监管人员现场核实整改效果，通过平台确认验收结果。验收合格的，问题闭环处理；验收不合格的，退回责任单位重新整改，直至验收合格。同时，平台自动记录质量问题的整个处理过程，形成完整的整改档案，包括问题详情、整改措施、整改结果、验收意见等，为工程质量追溯提供完整依据^[3]。

三、智慧工地平台应用面临的挑战与对策

(一) 数据标准不统一与信息孤岛问题

当前，智慧工地平台应用面临的数据标准不统一与信息孤岛问题较为突出，严重影响了质量数据的共享与协同应用。不同设备供应商提供的感知设备数据格式各异，不同参与方使用的管理系统数据标准不一，导致数据难以有效整合与互通，形成信息孤岛。这使得质量数据无法在不同系统、不同参与方之间顺畅流转，影响了监管协同效率与数据价值的充分发挥。

为解决这一问题，首先需要建立统一的智慧工地质量数据标准体系，明确质量数据的采集范围、格式、编码规则、传输协议等要求，规范数据采集与处理流程，确保不同来源、不同类型的数据具有兼容性与可比性。相关行业协会与主管部门应牵头制定统一的数据标准

规范,引导设备供应商、软件开发商、施工企业等共同遵循。其次,推进各参与方管理系统的互联互通,通过API接口、数据中台等技术手段,实现智慧工地平台与设计系统、施工管理系统、监理系统、监管部门系统等的对接,打破信息壁垒,实现质量数据的无缝共享与协同应用。例如,某城市通过建立统一的智慧工地数据中台,整合各参与方的质量数据,实现了监管部门、建设单位、施工单位、监理单位之间的数据实时共享,显著提升了监管协同效率。

(二) 平台应用与现场管理的融合难题

智慧工地平台应用与现场管理的融合不够深入,是影响平台应用效果的重要因素。部分企业虽然引入了智慧工地平台,但平台应用与现场施工管理流程脱节,未能充分融入日常质量监管工作,导致平台成为“摆设”,难以发挥实际作用。例如,部分施工人员仍习惯于传统的人工记录与管理方式,对平台应用积极性不高;平台功能设计与现场实际需求不符,操作复杂,不便使用;缺乏有效的培训与引导,相关人员对平台功能掌握不熟练,影响了平台的推广与应用。

针对这一问题,首先需要优化平台功能设计,坚持以现场实际需求为导向,简化操作流程,提升平台的易用性与实用性。平台应根据不同用户群体的需求,设计个性化的操作界面与功能模块,如针对施工人员的简洁操作界面、针对监管人员的数据分析与可视化功能等,提高用户使用体验。其次,加强平台应用培训与引导,定期组织施工人员、监理人员、监管人员等进行平台操作培训,讲解平台功能、使用方法与注意事项,提升相关人员的平台应用能力与操作熟练度。同时,建立平台应用考核机制,将平台应用情况纳入相关人员的绩效考核,鼓励员工积极使用平台,推动平台应用与日常质量监管工作深度融合^[4]。

(三) 技术应用成本与效益的平衡

智慧工地平台的建设与应用需要投入大量成本,包括硬件设备采购、软件系统开发与维护、技术培训等,对于部分中小企业而言,较高的投入成本成为制约平台推广应用的重要因素。同时,部分企业对平台应用的长期效益认识不足,过于关注短期投入,导致在平台建设与应用过程中投入不足,影响了平台功能的完整性与应用效果。

为实现技术应用成本与效益的平衡,首先需要根据企业自身规模与项目特点,制定差异化的平台建设方案,

合理选择硬件设备与软件功能,避免盲目追求高端配置与复杂功能,降低不必要的投入。例如,中小型项目可选择功能精简、性价比高的平台解决方案,重点满足关键质量指标的监测与管理需求;大型项目可根据实际需要,配置全面的硬件设备与完善的软件功能,实现全方位的质量监管。其次,加强平台应用的效益评估与管理,建立科学的效益评估指标体系,从质量提升、效率提高、成本节约等方面量化平台应用带来的实际效益,让企业充分认识到平台应用的长期价值。同时,政府相关部门可出台相应的扶持政策,如提供财政补贴、税收优惠等,鼓励企业投入智慧工地平台建设与应用,降低企业应用成本^[5]。

结语

智慧工地平台依托物联网、BIM、云计算与大数据分析等技术,为建筑工程质量实时监管提供高效智能方案,推动质量监管模式革新升级。通过自动化监控预警、质量数据可视化、问题闭环管理等功能,提升了质量监管精准性、及时性与协同性,减少质量隐患,提高工程质量。但应用中面临数据标准不统一、现场融合不深入、成本效益不平衡等挑战,需政府、企业、行业协会等多方合作,建立统一数据标准、优化平台设计、加强培训引导、出台扶持政策等,完善应用环境,推动与现场管理深度融合。未来,随数字技术发展,智慧工地平台将在质量监管中发挥更大作用,支撑建筑行业高质量发展。企业应积极数字化转型,发挥平台优势,提升监管效能,实现工程质量与企业效益双赢。

参考文献

- [1] 伍洪.智慧工地在市政公用工程中的应用与分析[J].户外装备,2020(11).
- [2] 周朝辉,嵇威威,杨继伟.无人机在智慧工地上的应用探究[C]//第26届华东六省一市土木建筑工程建造技术交流会.浙江省土木建筑学会,2020.
- [3] 彭雪晴.智慧工地政府监管信息系统构建研究[D].中南大学,2022.
- [4] 王蜀元,程萌,吴春艳,等.建筑行业智慧工地安全监管平台的设计研究[J].中小企业管理与科技,2022(011):000.
- [5] 无.成都智慧工地平台应用实践[J].中国建设信息化,2021,000(012):P.34-37.