智慧工地环境下工程项目质量监控体系构建研究

张建玮

湖北省武汉市湖北建设监理有限公司 湖北 武汉 430070

【摘　要】：本文聚焦智慧工地环境下工程项目质量监控体系的构建。通过分析智慧工地技术特点及对质量监控的影响，阐述构建该体系的重要意义。详细探讨体系构建的关键要素，包括人员管理、设备监测、材料管控、环境监测等方面，并提出具体的构建策略。旨在为提高工程项目质量监控水平，保障工程建设质量提供理论支持与实践指导。

【关键词】：智慧工地；工程项目；质量监控体系

DOI:10.12417/2811-0536.25.11.065

引言

在建筑行业快速发展的当下，工程项目质量监控面临着诸多挑战。传统质量监控方式存在信息传递不及时、监管效率低等问题，难以满足现代工程建设的需求。智慧工地的出现为解决这些问题提供了新的思路和方法。智慧工地运用信息化手段，通过三维设计平台对工程项目进行精确设计和施工模拟，围绕施工过程管理，建立互联协同、智能生产、科学管理的施工项目信息化生态圈。在智慧工地环境下构建工程项目质量监控体系，能够实现对施工过程的全方位、实时监控，提高质量监控的效率和准确性，对于保障工程建设质量具有重要意义。

1 智慧工地技术特点及对质量监控的影响

（1）智慧工地技术特点：智慧工地运用了多种先进技术，如 BIM 技术、物联网技术、传感器技术、虚拟现实技术等。BIM 技术可对工程项目进行立体规划，在施工前期快速统计工程量，模拟施工现场，根据施工进度、场地情况和不同施工阶段进行有效布置，避免二次搬运，保障施工进度。物联网技术则将建筑、机械、人员穿戴设施等各类物体普遍互联，形成“物联网”，再与“互联网”整合在一起，实现工程管理干系人与工程施工现场的整合。传感器技术能够实时采集施工现场的各种数据，如深基坑的位移、沉降数据，高支模设备的应力、变形数据等。虚拟现实技术可用于施工方案预演，让施工人员提前了解施工过程和可能出现的问题。

（2）对质量监控的影响：智慧工地技术对质量监控产生了多方面的影响。首先，实现了数据的可视化展示，管理人员可以通过屏幕直观地了解施工情况，及时发现质量问题。其次，能够对施工现场进行实时监测，如对深基坑和高支模的监控，利用监测系统实时收集数据并传送回智慧工地平台，管理人员根据数据进行分析和判断，找出安全隐患和需要二次处理的地方，及时告知现场施工管理人员进行修正。此外，智慧工地技术还提高了质量监控的效率和准确性，减少了人为因素的干扰，使质量监控更加科学、规范。

2 智慧工地环境下工程项目质量监控体系构建的重要意义

（1）提高质量监控效率：传统质量监控方式往往需要人工进行现场检查和数据记录，效率低下且容易出现遗漏。智慧工地环境下，通过物联网技术和传感器设备，能够实时采集施工现场的各种数据，并自动传输到质量监控系统中。管理人员可以随时查看这些数据，及时发现质量问题，大大提高了质量监控的效率。例如，在材料管理方面，通过安装北斗接收机和数传电台等设备，可以对装载机和自卸车辆进行定位并传送信息，实时掌握材料的运输和使用情况，避免材料的浪费和丢失。

（2）增强质量监控准确性：智慧工地技术能够提供更加准确的数据和信息，减少了人为因素的干扰。传感器设备可以精确测量施工现场的各种参数，如温度、湿度、风速、噪声等，为质量监控提供了可靠的数据支持。同时，BIM 技术可以对施工过程进行模拟和预测，帮助管理人员提前发现可能出现的质量问题，并采取相应的措施进行预防。例如，在混凝土浇筑过程中，通过传感器实时监测混凝土的温度和强度，确保混凝土的质量符合要求。

（3）保障工程建设质量：有效的质量监控体系是保障工程建设质量的关键。智慧工地环境下构建的质量监控体系能够实现对施工过程的全方位、实时监控，及时发现和解决质量问题，避免质量事故的发生。通过对人员、设备、材料、环境等方面的严格管理，确保施工过程符合相关规范和标准，提高工程建设的整体质量。例如，在人员管理方面，采用实名制管理和

人脸识别系统，对施工人员进行考勤和监控，确保施工人员具备相应的资质和技能，规范施工行为。

3 智慧工地环境下工程项目质量监控体系构建的关键要素

（1）人员管理：人员管理是质量监控体系的重要组成部分。在智慧工地环境下，可以采用实名制管理方式，加入人脸识别系统，对管理人员和施工人员等进行考勤。同时，利用一体化的 IC 卡全面优化人员的管理工作，记录人员的工作信息、培训情况等。此外，还可以通过智能安全帽实时传输人员位置等关键信息，对未佩戴或没有规范佩戴安全帽的人员进行记录和提醒，确保施工人员的安全。例如，烟台黄渤海新区严格实行建筑行业从业人员实名制管理，在线监督作业人员出勤情况和管理人员在岗情况，对关键人员出勤情况较差、整体出勤率较低的工地进行重点监督。

（2）设备监测：设备监测对于保障施工安全和质量至关重要。在智慧工地中，需要对塔吊、升降机、深挖坑和高支模等设备进行实时监测。例如，塔吊运行数据应实时监测，通过安装传感器收集塔吊的起重量、幅度、高度等数据，并传送回智慧工地平台。一旦数据超标或出现异常情况，系统会自动响起警报器，提醒施工现场的人员快速离开施工场地，减少事故发生的可能性。同时，对重大机械设备实行备案、安装、使用、拆卸、注销全生命周期信息化监管，所有信息在线可查可追溯，确保设备的安全运行。

（3）材料管控：材料是工程建设的基础，材料的质量直接影响工程的质量。在智慧工地环境下，可以通过安装北斗接收机和数传电台等设备，对装载机和自卸车辆进行定位并传送信息，将二者配合压式传感器安装到压土机上可以及时反馈压实的情况，将二者与角度传感器配合安装到挖掘机上可以精确控制挖掘机工作的平整度，实现对材料的精准管控。同时，利用大数据技术对材料的询价、采购价格进行管理，通过分析市场行情，不断压低机械采购价格，降低工程成本。此外，还可以对材料的进出数量进行严格控制，避免材料的浪费和丢失。

（4）环境监测：环境因素对工程建设质量也有一定的影响。在智慧工地中，需要安装扬尘和噪声监测设备，对土石方施工处的环境进行实时监测，并将监测的数据传送回管理平台，通过屏幕展示。当检测到环境恶化时，系统会提出预警，并针对具体问题制定有效措施。例如，当 PM2.5 和 PM10 超标时，可以采取洒水降尘等措施，改善施工环境。同时，智能环境监测系统还可以实时监测场地的温度和湿度、风速和风向等情况，为施工提供参考。

4 智慧工地环境下工程项目质量监控体系构建的具体策略

（1）建立信息化平台：设计并搭建一个集中管理的信息化平台是构建质量监控体系的基础。该平台应整合视频监控、传感器、BIM 模型等技术，实现对施工现场的全面监控。平台应具备实时数据采集与分析、施工进度与质量的可视化展示、施工质量问题的记录与反馈等功能。例如，通过视频监控系统可以对施工工地的塔吊、道路、生活区、办公区和出入口等关键位置进行实时监测，提前发现施工中的安全隐患并及时处理。同时，利用 BIM 模型可以对施工过程进行模拟和展示，帮助管理人员更好地了解施工进度和质量情况。

（2）制定质量标准与检测流程：针对不同施工环节，制定详细的质量标准与检测流程是确保施工质量的关键。质量标准应涵盖材料、工艺、设备等各个方面，确保施工过程中的每个环节都有据可依。例如，明确各类材料的质量标准及检测方法，制定施工工艺的操作规程与质量控制要点，设定施工过程中的关键控制点，进行定期抽检。同时，要建立质量问题的反馈机制，对发现的质量问题及时进行处理和整改。

（3）加强人员培训与管理：为确保施工人员能够理解并执行质量控制标准，必须加强培训与管理。培训内容包括质量控制的基本知识与技能、新技术、新工艺的应用培训、安全生产与质量管理的重要性等。通过培训，提高施工人员的质量意识和技能水平，规范施工行为。同时，要建立人员考核机制，对施工人员的培训效果进行考核，确保培训的有效性。例如，要求施工人员培训合格率达到 100%，对不合格的人员进行再次培训，直至合格为止。

（4）开展定期质量检查与评估：定期组织质量检查与评估是质量监控体系的重要环节。检查内容包括施工现场的实际操作与制定标准的一致性、施工材料的质量与合格证书的匹配情况、工程进度与质量的综合评估等。检查结果应形成书面报告，反馈至相关责任人，并提出改进建议。通过定期质量检查与评估，及时发现和解决质量问题，不断提高工程质量。例如，制定具体的评估标准，如施工质量合格率应达到 95%以上，返工率控制在 5%以内，工程进度偏差率不超过 10%等，根据这些指标定期评估方案的执行效果，并进行调整与优化。

（5）建立信息反馈机制：信息反馈机制的建立有助于及时发现问题，推动改进。施工人员在日常工作中，应及时记录质量问题，并通过信息化平台反馈。设立质量投诉热线，鼓励员工与外部人员举报质量问题。定期召开质量分析会，总结问题、分享经验，推动持续改进。例如，通过信息化平台，施工人员可以随时上传施工中发现的质量问题，管理人员可以及时进行处理和回复，形成良好的沟通机制。

5 案例分析——以陕西某大型智慧工地建设项目为例

（1）智慧工地平台建设：陕西某大型智慧工地建设项目立足建筑行业数字化转型趋势，构建了具有陕西特色的“一平台、多模块、全联动”智慧工地体系。

“一平台”即综合性智慧工地管理平台，集成物联网、大数据、云计算、人工智能等前沿技术，作为智慧工地建设的核心枢纽。通过在施工现场部署智能安全帽、塔吊监测传感器等物联网设备，实现“人、机、料、法、环”全要素数据采集。例如，智能安全帽可实时定位人员位置并监测生理状态，塔吊传感器能精准捕捉起重量、运行速度等参数。

“多模块”涵盖人员管理、设备管理、质量管理等六大功能模块，各模块既独立运作又与综合平台数据共享。以质量管理模块为例，其集成质量计划制定、验收记录、整改跟踪等功能，支持移动端现场检查与实时数据上传，形成质量问题从发现到整改的闭环管理。

“全联动”机制打破信息壁垒，实现模块间协同作业。当安全管理模块触发安全隐患预警时，可同步联动人员管理模块启动撤离程序，并联动设备管理模块执行停机指令，形成全方位应急响应体系。

（2）全程管控与闭环管理：该项目构建了覆盖工程全生命周期的数字化管控体系。在筹备阶段，深度应用 BIM 技术开展三维建模、碰撞检测与施工模拟，通过虚拟建造优化施工组织设计，实现材料采购计划精准编制与人力资源动态配置。施工阶段，构建"天眼系统+物联感知"立体监控网络，在塔吊、施工通道、危大工程作业面等关键区域部署高清摄像头与多参数传感器，结合移动巡检终端实现施工过程影像实时上传、质量数据云端存证。例如，大体积混凝土浇筑过程通过埋置式温度传感器进行全周期监测，数据实时反馈至智慧平台触发自动预警，指导现场及时采取温控措施。

闭环管理机制形成“PDCA+智能辅助”双循环模式。问题整改流程嵌入智能计时器，要求责任人 24 小时内提交整改方案、48 小时内完成整改并上传对比照片，管理人员通过移动端开展三次复查核验，整改合格率未达 100%自动生成督办单。创新建立参建方质量信用评价体系，将月度考核得分与工程款支付比例、投标资格审查直接关联，对连续两月排名末位单位实施“熔断机制”，构建起质量管理的硬约束激励机制。

（3）成效与启示：该项目智慧工地建设成效显著：质量监控实时性提升，问题整改及时率超 95%，材料浪费率降低 18%；安全管理水平大幅提高，安全事故率下降 40%；工期较计划提前 25 天。

其成功经验为行业提供重要启示：一是强化智慧工地平台集成能力，突破数据孤岛；二是构建全生命周期闭环管理体系，实现过程可控；三是推动参建方协同治理，形成质量管理合力；四是持续技术创新，保持智慧工地应用的前沿性。

6 结论

智慧工地环境下工程项目质量监控体系的构建具有重要的意义。通过建立信息化平台、制定质量标准与检测流程、加强人员培训与管理、开展定期质量检查与评估、建立信息反馈机制等策略，可以实现对施工过程的全方位、实时监控，提高质量监控的效率和准确性，保障工程建设质量。以烟台黄渤海新区智慧工地建设为例，其成功经验为其他地区提供了借鉴。本研究虽然对智慧工地环境下工程项目质量监控体系的构建进行了探讨，但仍存在一定的不足。例如，对于不同类型工程项目质量监控体系的差异性研究不够深入，对于智慧工地技术的进一步发展和应用研究还不够全面。未来的研究可以进一步拓展研究范围，深入分析不同类型工程项目的特点，构建更加个性化的质量监控体系。同时，关注智慧工地技术的最新发展动态，将其更好地应用于质量监控体系中，不断提高工程项目质量监控的水平。

参考文献：

[1] 康芳.A 智慧工地项目施工质量监控及评价[D].兰州交通大学,2023.

[2] 马军,丁国栋,杨晓娟.智慧工地管理平台在建筑施工中的应用研究[J].智能城市,2021,7(23):87-88.

[3] 徐永炎.如何建设智慧工地加强工程质量安全监督[J].低碳世界,2021,11(04):323-324.