

智慧工地背景下建筑工程质量管理数字化路径研究

张大鹏

新疆生产建设兵团第六建筑工程有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 831400

【摘要】：随着智能施工平台的推广应用，建筑施工项目的质量管理水平得到进一步提升。针对新疆房屋建设项目地理位置分散、施工环境复杂等特征，从建设项目管理领域的角度出发，对新疆房屋建设项目的信息化建设状况和难点进行深入剖析，从数据收集、过程控制、协同管理、风险预警四个方面，探寻适合当地实际情况的信息化实现途径，并给出适合新疆建设项目的具体实施保证，以期突破传统的质量管理技术瓶颈，提高项目质量管控效率，为新疆建设产业高质量发展奠定坚实的理论基础。

【关键词】：智慧工地；建筑工程；质量管理；数字化路径

DOI:10.12417/2811-0528.26.08.095

在建设行业信息化进程加快的背景下，“智能施工”已经逐渐成为建设项目质量提升的一个主要手段。新疆房屋建筑工程具有跨度大、气候复杂、施工人员流动性大等特点，常规的施工质量控制方法主要依靠人工记录和现场监测，存在数据滞后、管控盲区和责任追溯困难等不足，很难满足大规模高标准建设工程的需要。近几年，新疆不断推动着“智慧工地”的发展，但其信息化的质量管理还面临着与工程实践相匹配的不足和深度不够的问题。因此，本课题以新疆房屋建设为研究对象，以建设工程管理和项目管理相关的相关理论为基础，以信息技术集成和流程优化为手段，构建全过程精细化质量控制体系，为新疆房屋建设企业打破质量管理瓶颈，实现信息化升级奠定坚实的基础。

1 智慧工地与房建工程质量的适配性

1.1 智慧工地核心技术对质量管理的支撑作用

基于物联网，BIM，大数据，人工智能等核心科技，智慧工地突破了空间和时间的局限。通过物联网的应用，可以对各个建设阶段的数据进行实时收集，从而有效地解决了新疆建筑工程现场数据分散和不能及时传递的难题；BIM以3D建模为基础，实现从设计到施工到验收的整个过程中的品质可视化控制，精确规避图纸偏差、工序冲突等问题。通过大数据和人工智能等手段，可以有效地对工程中大量的工程质量信息进行有效的分析和预测，符合新疆重大建设工程施工过程中的工程管理要求。将上述关键技术与建筑施工项目的质量控制相结合，为实现建筑项目的数字控制奠定了基础^[1]。

1.2 新疆房建项目质量管理的数字化需求

新疆地区幅员广阔，建筑工程分散于多个城区和边远地

区，使得常规的巡视方式很难做到全面监控，同时冬季气温较低，夏季气温较高，风沙较大，对其施工过程的质量提出了更高的要求。采用远程监控和自动采集数据的方式，实现了地理上的分布式管控；新疆房屋建筑对抗震保温等质量标准有较高的需求，采用数字技术可以精确控制建筑施工过程中的质量参数，提高建筑结构的耐用性。另外，在新疆快速城市化进程中，信息化管理可以提高各主体的协作效能，降低由于信息交流不畅造成的质量问题。

2 新疆房建工程质量管理数字化现状及痛点

2.1 数字化应用基础薄弱

新疆一些建筑施工企业，特别是中小型房地产开发企业，在智能施工方面的投资较少，很多工程只有基本的监测设施，没有建立起完善的数字质量管理体系。一些工程虽然引进了智能装备，但是大多还局限于视频监控和人员考勤等最基本的层次，没有与质量管理深度融合，其科技价值没有得到很好的体现。而新疆边远山区由于缺乏有效的网络覆盖，造成了数据传输延迟和丢失，影响了数字控制的有效性^[2]。

2.2 质量数据管理不规范

目前，新疆房屋建筑工程的质量资料多为手工录入和电子录入的平行方式，存在重复录入和虚假录入的情况。由于目前的信息资源分布于各方，缺少一个对其进行集成的平台，使得信息的分享和可追踪性变得非常困难。另外，由于施工进度和人员装备等方面的信息被分割开来，不能构成一个全面的质量分析链，难以为企业的经营决策提供支持。

作者简介：张大鹏，1994-10-22，男，汉，甘肃景泰，本科，研究方向：房建（项目管理类）。

2.3 人员数字化素养不足

新疆房屋建筑工程建设队伍以农民工为主,数字化运营水平不高,智能测试设备和数字化管理平台利用率不高。虽然管理者有一些管理实践,但是由于缺少数字思想,缺少对“数据驱动”质量管理的认识,因此很难从大数据中发现质量隐患,优化管理流程。另一方面,由于企业缺少系统的数字化训练,使得相关数字化技术在实际应用中很难得到很好的应用。

2.4 多参与方协同机制缺失

建筑工程涉及建设、施工、监理、设计等多方,新疆一些工程建设中的各方均使用各自的系统,信息传递主要依靠书面或实时通信方式进行,存在信息不对称和传递滞后的问题^[3]。比如:不能将工程更改的相关资料与各参建单位进行实时的沟通,造成了工程与设计的不协调;由于缺乏对工程项目实施过程中的有效监督,验收信息不能及时向施工方传递,从而降低了项目质量决策的有效性,造成协作障碍。

3 智慧工地背景下房建工程质量数字化路径

3.1 构建一体化质量数据采集体系

根据建筑工程基础、主体结构和装修等重点环节,采用基于物联网技术的建筑工程监测装置,与新疆建筑工程的建设环境相匹配(如图1)。在施工过程中,利用土壤密度传感器和桩基承载力测试仪,对地基处治数据进行实时收集,并将其上传到系统中,避免了人为的测量误差;在主体建筑施工中,通过钢筋间距检测仪和混凝土回弹仪等先进的测量设备,对钢筋的绑扎和混凝土强度等参数进行采集,并通过 BIM 技术对其进行定位,实现与实际项目的精确匹配^[4]。



图1 BIM 定位+物联网传感新疆房建施工质量监测

建立新疆房屋建筑工程质量数据中台,明确数据采集范围、格式和录入标准,实现建设、监理、设计等多方数据的一致性。将产品的质量数据按照工序、部位和时间进行分类存放,并与人员、设备、物料等相关信息相关联,建立起一条可追踪的数据链。通过建立“数据中心”,突破企业内部的信息屏障,使各个主体之间的数据能够及时共享,保证质量问题可追溯、

责任可认定。

3.2 打造全流程可视化质量管控体系

建筑施工过程中采用 BIM 技术,在建筑施工过程中建立建筑结构的 3D 建模,通过对建筑施工过程中的碰撞检测,避免因施工过程中出现的因设计差异而引起的品质问题^[5]。在施工过程中,将 BIM 模型与施工进度和质量数据进行关联,以可视化的方式展现各个过程的质量状态,并利用 BIM+VR 对钢筋布置、管道埋设等隐藏项目进行“虚拟”验收,保证项目的质量达到标准。在项目的验收过程中,根据 BIM 模型进行项目的实物检验,实现项目的验收结果的自动化判定,从而提高了项目的验收速度和精度。

根据新疆房屋建筑工程地理位置分布较广的实际情况,建立了一套基于网络的远程视频监控系统(如表1),并在重点区域安装了高分辨率的摄像机,以达到对整个工程的实时、可视监控的目的。通过手机 APP,管理者可以对建筑过程进行实时监控,并对违章行为进行纠正,从而降低了工地巡查的频率,节约了控制费用。与此同时,针对焊接和防水等关键过程,利用人工智能影像分析方法,对违章作业进行自动辨识,并给出相应的警告,提高过程质量控制的准确性。

表1 新疆房建工程远程视频监控系统应用成效表

监控配置	功能应用	管控成效
部署 4K 高清摄像头 20 处,覆盖地基、焊接、防水等关键区域	手机 APP 远程实时监控, AI 影像分析自动识别违章操作, 10 秒内推送预警信息	现场巡查频率降低 60%, 违章行为整改率提升至 95%
采用 5G+卫星双模传输, 适配新疆偏远地区网络环境	支持多终端同步查看, 管理人员可在线下发送整改指令	质量管控人工成本下降 30%, 工序验收效率提升 40%

3.3 建立多方协同质量管控机制

建立适合新疆建设工程的多主体协作质量管理平台,将建设、施工、监理、设计等各方的资源整合起来,实现设计变更、监理通知、质量整改等相关数据的网上流通。通过该系统,设计者可以将设计更改的信息进行即时的传递,施工方收到之后,能够对其进行相应的修改和实施;施工企业可以通过网络对工程进行网上的验收和测试,监理可以对工程的质量情况进行监督,从而达到了多方面的闭环管理^[6]。

3.4 构建数据驱动的质量风险预警体系

根据新疆房屋建筑施工的实际情况,建立一套涵盖材料质

量、过程质量、人员作业质量和环境影响四个方面的质量风险评价指标。在原料品质上,重点监测主要建筑材料如钢筋和水泥的进场测试资料;过程品质上,重点关注混凝土浇筑和砌墙等容易产生的质量问题;在环境影响上,根据新疆地区高温、低温和风沙等气候特点,建立了相关的品质风险指数,并进行了相关评价。

运用大数据分析方法,对质量数据中台的大量数据进行挖掘和分析,并与风险指数的门限进行比较,在数据超过了警报的界限时,将其自动地发送给管理者,从而确定风险的种类、地点和影响区域。系统还能根据工程实际情况,自动生成相应的修复计划,引导工程技术人员进行工程安全管理。并对其进行监控和处理,并对其及时的反馈,保证对其进行风险控制,降低因产品品质问题所带来的经济损失。

3.5 完善人员与设备数字化管理

为解决新疆建筑工程施工管理人员数字化素养不足的现状,进行分级培养。对于建筑工人,着重进行数字化测试设备和手机应用程序的使用培训,保证能够标准化收集质量数据;对管理人员进行数据分析方法、数据平台操作等方面的训练,提高数据驱动的管理能力。并在此基础上,构建员工的培训和评价体系,把数字化操作技能和业绩评价相结合,以激发员工的学习热情。

对塔式起重机、施工升降机、混凝土输送泵等重大建筑设备,实时收集其运行参数、维修记录等信息,利用平台对设备的运行状况进行监测,并预判设备可能出现的故障,从而防止由于设备故障而造成的质量问题。构建设备的数字档案,记录设备进场、维护和报废等全流程的相关数据,保证设备的正常运行,保障项目的质量。

4 数字化路径落地保障措施

4.1 强化政策与资金支持

以新疆地区建筑行业信息化改造为基础,引导建筑施工企

业增加投资,并对其实施效果明显的工程进行补助。企业要进行资源配置,将主要精力放在“数据中台”和“智慧检验仪器”等关键环节上,为实现“数字化”的发展提供足够的经费支持。在此基础上,通过与银行的协作,扩大其融资途径,减轻中小企业在数字化转型过程中所面临的资金困难。

4.2 健全质量数字化管理制度

编制《新疆房屋建筑施工项目的信息化作业标准》,对施工单位的责任、数据收集要求和风险处理过程进行了详细的规定,保证了施工过程的标准化和标准化。加强对数据存储、传输和使用过程中的安全性保护,防止数据泄漏和篡改。健全员工的业绩考评体系,把量化的工作效果融入到每个岗位的考评中,督促员工履行自己的工作职责。

4.3 推动技术本地化适配

根据新疆地区的气候、地理位置和网络环境等实际情况,对智能网站的相关技术和装备进行了进一步的完善。为了解决边远地区的无线网络覆盖率低的问题,提出了5G+星的融合方案,以保证可靠的数据传送;智能化测试设备的低温防尘改造,使之适合新疆的严酷建筑条件。通过与当地科研院所和企业的合作,开发适合新疆建筑工程实际需要的信息系统,提高其与工程应用的契合度。

5 结语

建设项目质量信息化已成为新疆建设行业突破发展瓶颈,实现高质量发展的必由之路。本课题针对新疆建筑工程的区域特征和工程建设的实际情况,从数据收集、过程控制、协同管理、风险预警四个方面建立了一套数字化的方法,可以对现有的建筑工程质量管理中存在的一些问题和问题进行解决,提高建筑工程的精细化和智能化水平。今后,新疆房屋建筑产业将继续深入推进智能施工与品质管理的结合,对其信息化系统进行持续的完善和完善,以信息化推动项目品质的提高,为新型城镇化和建筑产业的转型发展提供强大的动力。

参考文献:

- [1] 吴丰奇,王鹏飞,韩传华.建筑工程质量控制中的数字化技术应用[J].中国建筑金属结构,2025,24(24):70-72.
- [2] 郑艳芳.绿色建筑工程施工管理研究[J].工程机械与维修,2025,(11):132-134.
- [3] 朱世华.建筑工程质量控制管理水平提升要点探讨[J].建设监理,2025,(05):97-100.
- [4] 芦娟.建筑工程项目资料管理与施工质量控制的关联性分析[J].黑龙江科学,2025,16(04):159-161.
- [5] 张晋.数字化技术在建筑工程施工质量控制中的应用[J].中国建筑装饰装修,2025,(02):81-83.
- [6] 肖映灼,龙春莲,崔阳阳.建筑工程项目质量管理数字化转型应用研究[J].中国设备工程,2024,(23):67-69.