

建筑信息模型（BIM）在房屋建筑工程施工质量追溯管理中的应用研究

刘新强

广东建鑫投融资住房租赁有限公司，广东 广州 510170

DOI:10.61369/ETQM.2025110017

摘 要： 本文聚焦 BIM 技术在房屋建筑工程施工质量追溯管理中的应用，传统施工质量追溯管理依赖人工，存在信息记录不规范、传递滞后、责任难界定、追溯效率低等问题。基于 BIM 的管理框架通过构建基础层、数据层、功能层和应用层，借助 BIM 的可视化、参数化、协同化等特性，实现质量信息数字化、集成化管理。其核心要素包括 BIM 模型、质量信息、参与方、物联网技术和管理流程，各要素相互作用实现全过程精准追溯。配套的追溯系统设计涵盖感知层、传输层、数据层、应用层和用户层，核心功能模块包括 BIM 模型管理、质量信息采集、协同管理、预警与分析等，并对材料质量管理、工序质量控制、质量问题处理等关键业务流程进行再造，提升施工质量追溯的速度与精准度，保障工程质量。

关 键 词： 建筑信息模型（BIM）；施工质量追溯；管理框架；系统设计

Research on the Application of Building Information Modeling (BIM) in Quality Traceability Management of Housing Construction Projects

Liu Xinqiang

Guangdong Jianxin Investment, Financing, and Housing Leasing Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510170

Abstract： This paper focuses on the application of BIM technology in quality traceability management for housing construction projects. Traditional quality traceability management relies heavily on manual processes, leading to issues such as non-standard information recording, delayed information transmission, difficulty in defining responsibilities, and low traceability efficiency. The BIM-based management framework, through the construction of foundational, data, functional, and application layers, leverages BIM's visualization, parametrization, and collaboration features to achieve digital and integrated management of quality information. Its core elements include BIM models, quality information, participating parties, Internet of Things (IoT) technology, and management processes, which interact to enable precise traceability throughout the entire construction process. The accompanying traceability system design encompasses perception, transmission, data, application, and user layers, with core functional modules including BIM model management, quality information collection, collaborative management, early warning, and analysis. It also reengineers key business processes such as material quality management, process quality control, and quality issue handling, thereby enhancing the speed and accuracy of construction quality traceability and ensuring project quality.

Keywords： building information modeling (BIM); construction quality traceability; management framework; system design

引言

房屋建筑工程作为关乎民生安全与社会发展的重要基础设施，其施工质量直接影响建筑的使用寿命、使用安全及社会经济效益。随着建筑行业的快速发展，房屋建筑工程呈现出规模扩大化、结构复杂化、技术多元化的趋势，传统的施工质量追溯管理模式已难以满足现代工程管理的需要。建筑信息模型（BIM）技术以其可视化、参数化、协同化及全生命周期管理的特性，为解决传统施工质量追溯管理的痛点提供了全新思路。通过将 BIM 技术与施工质量追溯管理深度融合，能够实现质量信息的数字化集成、实时共享和精准追溯，打破各参与方之间的信息壁垒，构建从设计、施工到运维的全过程质量管控体系。鉴于此，本文以房屋建筑工程为研究对象，探索基于 BIM 的施工质量追溯管理框架构建方法，设计相应的追溯系统及关键业务流程，旨在为提升房屋建筑工程施工质量追溯的效率与精准度提供理论支持和实践参考，推动建筑行业向数字化、智能化质量管理转型。

一、传统施工质量追溯管理现状及问题分析

（一）传统施工质量追溯管理流程分析

传统的施工质量追溯依赖人工记录与经验判断，面对日益复杂的施工流程和海量信息，这种方式如同“盲人摸象”，效率低下且准确性难以保证^[1]。在传统施工质量追溯管理流程中，施工前相关人员会依据设计图纸、施工规范等文件制定质量计划，明确各环节的质量标准和检验要求^[2]。施工材料进场时，由材料员进行外观检查和资料核对，确认无误后手动记录材料信息，随后将材料入库。施工过程中，各工序完成后，施工班组自检合格后填写自检记录表，再报给质检员进行检验^[3]。质检员按照质量标准对工序质量进行现场检查，合格则在检查表上签字确认，不合格则要求返工整改，整改后重新检验。同时施工日志由施工员手动填写，记录当天的施工内容、施工人员、天气情况以及质量情况等信息。当工程出现质量问题时，管理人员会根据施工日志、检验记录表等纸质资料，追溯问题产生的环节。先查看问题部位对应的施工工序，找到该工序的施工班组和质检员，再检查当时的材料使用情况，逐步排查问题原因。若涉及材料问题，还需联系供应商，查阅材料进场记录和相关资料。

（二）传统模式存在的主要问题

传统模式主要依赖人工手动记录信息，易导致记录不规范和信息遗漏，给后续质量追溯带来困难。信息传递依赖纸质资料人工交接，耗时久且滞后；资料分散存放，缺乏统一管理平台，跨部门查阅耗时，严重影响追溯效率。因信息记录不完整、不规范，出现质量问题时难以界定责任主体，各方易推诿，影响问题解决及工程进度与质量^[4]。传统质量追溯需人工翻阅大量纸质资料，耗时费力且易疏漏，大型项目中资料庞大，更难及时处理问题。此外，质量信息多集中于施工过程检验记录和日志，对施工前设计交底、材料采购及施工后维护等环节记录少，难以实现从设计到使用的全过程追溯，无法全面掌握工程质量形成过程。

二、基于 BIM 的施工质量追溯管理框架构建

（一）构建目标与原则

基于 BIM 的施工质量追溯管理框架构建目标，是借助 BIM 的可视化、参数化、协同化等特性，解决传统模式中信息不规范、传递滞后、共享难、责任不清、效率低及难全过程追溯等问题，实现施工质量信息数字化、集成化管理，保障信息准确完整规范，提高信息传递共享效率，明确各方责任，提升追溯速度与精准度，最终实现从设计、施工到运维的全过程质量追溯，保障工程质量^[5]。构建原则包括实用性原则，需结合施工实际，满足现场需求，确保可操作；集成性原则，将 BIM 技术与材料、人员、工序、检验等各类信息有效集成，实现集中管理与共享；协同性原则，支持建设、设计、施工、监理、供应商等各方在同一平台协同工作，促进信息实时交互；可扩展性原则，能随技术发展和需求变化灵活扩展，适应新功能与业务；准确性与安全性原则，保证录入信息真实准确，采取措施保障信息安全。

（二）总体框架设计

基于 BIM 的施工质量追溯管理总体框架分为基础层、数据层、功能层和应用层，基础层作为支撑，包含硬件设施、软件系统和网络环境，为信息处理传输提供支持与保障；数据层是核心数据层，以 BIM 模型为载体，集成材料、人员、工序、设计、运维等各类质量信息，通过数据库技术分类存储管理，确保信息完整一致，为上层功能提供数据支持；功能层是核心功能实现层，涵盖信息采集与录入、信息查询与追溯、协同管理、预警与分析等模块；应用层面向不同参与方提供服务，施工单位用于质量控制追溯，监理单位进行实时监督，建设单位查询质量与进度，供应商了解材料反馈，运维单位参考历史信息用于维护。

（三）核心要素与运行机理

基于 BIM 的施工质量追溯管理框架核心要素包括 BIM 模型、质量信息、参与方、物联网技术和管理流程，BIM 模型是载体核心，提供三维可视化空间载体；质量信息是运行基础，影响追溯效果；参与方协同推动管理实施；物联网技术助力信息自动采集传输；管理流程规范行为与信息流转^[6]。运行机理为，施工前设计单位转化 BIM 模型并录入设计信息，施工单位制定计划，供应商关联材料信息；施工中自动与手动结合采集信息并关联 BIM 模型，各方协同共享；出现质量问题时通过模块定位追溯原因并通知整改，预警模块实时分析预警；交付后录入运维信息关联模型供运维参考。各要素相互作用，实现全过程精准追溯。

三、基于 BIM 的施工质量追溯系统设计与关键流程

（一）系统总体架构设计

基于 BIM 的施工质量追溯系统总体架构分为感知层、传输层、数据层、应用层和用户层，是对前述框架技术实现路径的细化。感知层借助 RFID 阅读器、传感器、摄像头等物联网设备，采集材料信息、环境数据、施工影像等，将物理信息转为数字信号^[7]。传输层以有线和无线网络为通道，结合安全技术保障数据安全高效传输，并有冗余能力确保连续性。数据层作为数据中枢，以分布式数据库和数据仓库存储结构化与非结构化数据，经处理保证数据准确一致，为应用层提供支持。应用层基于数据开发各类业务模块，如质量信息管理、BIM 模型集成等，协同完成追溯管理，且可灵活扩展。用户层为不同参与方提供个性化终端界面和权限控制，保障系统安全有序运行。

（二）核心功能模块设计

BIM 模型管理模块是系统的核心支撑，负责 BIM 模型的导入、更新、浏览和关联管理。它支持主流 BIM 建模软件生成的模型文件导入，并能对模型进行轻量化处理，方便在移动终端上快速浏览。在施工过程中，当设计发生变更时，该模块支持 BIM 模型的版本管理和更新，并自动关联相关的设计变更信息，确保模型与实际施工情况保持一致^[8]。同时它实现 BIM 模型与质量信息的精准关联，将材料、人员、工序等信息附着到对应的模型构件上，用户点击模型中的任意构件，即可查看与之相关的所有质量数据。质量信息采集模块旨在实现质量信息的多元化采集，提

高信息录入的效率和准确性^[9]。录入的信息会自动与 BIM 模型关联,并带有时间戳和录入人员信息,确保信息的可追溯性。用户可通过输入构件编号、工序名称、材料批次、施工时间等关键词,快速定位到相关的质量信息;也可直接在 BIM 模型上点击目标构件,查询其对应的材料来源、施工人员、检验记录、质量问题及处理结果等全生命周期信息。在追溯方向上,既能从发现的质量问题出发,逆向追溯至问题产生的工序、使用的材料和相关负责人,也能从材料进场、工序施工等环节正向追踪其质量状态和影响范围,为质量问题的分析和处理提供全面的数据支持^[10]。协同管理模块打破各参与方之间的信息壁垒,实现高效协同工作。该模块提供信息共享平台,各参与方可在平台上发布和获取相关质量信息,如施工单位发布工序验收申请,监理单位在线查看并反馈验收意见,建设单位实时了解验收进展。同时它支持任务分配和跟踪,管理人员可将质量整改任务分配给具体责任人,并设置完成期限,系统会自动提醒责任人及时处理,跟踪任务的完成情况,确保问题得到及时解决。预警与分析模块通过对质量信息的实时监测和深度分析,为质量管理提供决策支持。该模块设置了各类质量预警阈值,当采集到的信息超出阈值时,系统会自动发出预警信号,通过短信、APP 推送等方式通知相关人员,以便及时采取措施防范质量风险。在分析功能方面,它运用统计分析、数据挖掘等技术,对历史质量数据进行分析,生成质量趋势报告、不合格项分布图表等,帮助管理人员识别质量薄弱环节,总结质量问题规律,为优化施工工艺、改进质量管理措施提供依据。

(三) 关键业务流程再造

材料质量管理流程再造针对传统流程中依赖人工导致的信息滞后和错误问题进行优化。材料质量管理流程再造优化人工导致的信息问题,供应商为每批材料附含详细信息的 RFID 标签;进场时施工单位用阅读器读取上传系统,关联 BIM 模型对应构件;质检员按系统标准抽检录入结果,合格入库,不合格系统预警并通知供应商;出库扫码记录使用部位和数量,实现材料全程追踪。工序质量控制流程再造改变纸质记录弊端,施工前人员查

BIM 模型中工序要求;完成后班组自检合格,上传结果和照片至系统并申请验收;质检员依标准和模型检验录入数据关联工序,合格进入下道,否则记录并分配整改,直至合格,信息实时录入可追溯。质量问题处理流程再造解决了传统流程中问题上报、原因分析和整改跟踪效率低下、责任难以界定的问题。当发现质量问题时,相关人员通过系统在 BIM 模型中定位问题部位,上传问题描述和现场影像资料,发起质量问题处理单;系统自动通知相关责任单位(如施工单位、监理单位)和责任人;责任单位接到通知后,结合系统中该部位的材料信息、工序记录、人员信息等进行原因分析,将分析结果和整改方案录入系统;整改方案经监理单位和建设单位审批通过后,施工单位组织整改,整改过程中的信息实时上传至系统;整改完成后,申请验收,质检员检验合格后在系统中确认,问题处理完毕。系统全程记录问题处理的每一个环节,包括问题发现时间、原因分析、整改措施、验收结果等,明确各参与方的责任,提高问题处理效率。

四、结束语

本文通过对传统施工质量追溯管理现状及问题的剖析,构建了基于 BIM 的施工质量追溯管理框架,设计了相应的追溯系统及关键业务流程,为解决传统模式下的诸多弊端提供了切实可行的方案。研究表明,基于 BIM 的施工质量追溯管理模式,能够有效实现施工质量信息的数字化、集成化管理,打破信息壁垒,提高信息传递与共享效率,显著提升质量追溯的速度与精准度,真正实现从设计、施工到运维的全过程质量追溯,为保障房屋建筑工程质量奠定了坚实基础。在实际应用中,BIM 技术的推广还面临着部分施工人员技术水平不足、初期投入成本较高等问题,且系统的稳定性和安全性在复杂工程环境下仍需进一步验证。相信随着 BIM 技术的不断发展和完善,其在房屋建筑工程施工质量追溯管理中的应用将更加广泛和深入,为推动建筑行业的高质量发展贡献重要力量。

参考文献

- [1] 赵俊.大数据环境下施工质量问题追溯技术研究[C]//2025工程技术与材料应用学术交流会论文集.2025:1-2.
- [2] 高佳.基于 BIM 的立井井筒施工质量管理研究[D].中国矿业大学,中国矿业大学(江苏),2022.
- [3] 吴俊希.基于区块链技术的工程施工质量追溯体系研究[D].重庆:重庆大学,2019.
- [4] 周涛.信息化背景下水利水电工程管理及施工质量控制路径[J].建筑与施工,2025,4(14):164-166.DOI:10.12417/2811-0528.25.14.069.
- [5] 张艺文.数字化+物联网技术在桥梁施工管理中的应用研究[D].山西:中北大学,2024.
- [6] 董雪松.基于全生命周期的建筑工程项目质量、安全管理与分包商管控研究[J].中州建设,2025(7):83-84.DOI:10.3969/j.issn.1005-4863.2025.07.042.
- [7] 朱建旭,胡宇翔,陈云海,等.基于区块链下装配式建筑全过程质量管理研究[J].安徽建筑,2024,31(8):85-87.DOI:10.16330/j.cnki.1007-7359.2024.8.32.
- [8] 周琳凤.预制构件供应链关键利益相关者质量追溯系统采纳意愿研究[D].陕西:长安大学,2023.
- [9] 刘征峰.市政公用工程施工质量控制与技术问题探讨[J].电脑校园,2025(21):100-102.
- [10] 张涛,李力,高卫平,等.基于二维码技术的质量追溯系统在建筑工程中的探索与实施[J].建筑安全,2015,30(5):12-14.DOI:10.3969/j.issn.1004-552X.2015.05.005.