

基于 BIM 的建筑工程监理信息协同平台的应用分析

黄荣讯

440526*****0018

摘要：建筑工程监理是保障工程质量、进度与安全的核心环节，其效率直接受制于多方信息的协同程度。传统监理模式依赖纸质文档与口头沟通，常因信息孤岛、传递滞后引发返工、争议等问题，难以适配复杂工程的精细化管理需求。基于建筑信息模型（BIM）的监理信息协同平台，以全生命周期信息整合为基础，构建“感知-整合-协同-决策”的数字化流程，实现业主、设计、施工、监理多方实时联动。本文通过解析平台架构、核心功能与应用价值，结合技术整合、数据安全等挑战提出优化路径，验证 BIM 技术在监理信息协同中的有效性，为工程监理数字化转型提供理论支撑与实践参考。

关键词：BIM；建筑工程监理；信息协同平台；应用分析；数字化管理

DOI：10.64216/3104-9664.25.01.019

引言

建筑工程是集多专业、多主体、多环节于一体的复杂系统，其监理工作需协调业主需求、设计标准、施工实施与质量安全等多维度信息。传统监理模式下，信息传递以“纸质图纸+口头沟通”为主，常出现三大痛点：一是信息孤岛，设计变更未及时同步至施工方导致返工，质量标准不统一引发各方争议；二是流程滞后，安全隐患因信息不通畅未能及时预警，事故处理依赖“事后追责”；三是效率低下，文档管理依赖人工归档，检索与共享耗时耗力。这些问题不仅降低监理效能，更影响工程进度与成本控制。BIM 技术作为建筑信息化的核心工具，以其“全生命周期、全要素、全参与方”的信息整合能力，为监理信息协同提供了破局路径。基于 BIM 的监理信息协同平台，可将分散在各方、各阶段的信息集中管理，实现“实时共享、联动处置、全程追溯”，推动监理从“被动检查”转向“主动协同”。本文聚焦这一平台的应用分析，探讨其架构设计、功能实现与价值提升，为行业实践提供可复制的参考范式。

1 核心概念与理论基础

1.1 BIM 技术的本质与特征

BIM (Building Information Modeling) 即建筑信息模型，是整合几何形态、物理属性、性能参数等多维度信息的数字化载体，贯穿建筑规划、设计、施工、运营全生命周期。其核心特征体现在三方面：①全生命周期性，覆盖工程从立项到拆除的全阶段，打破“阶段断层”；

②全要素性，整合建筑结构、机电设备、材料工艺等信息，实现“数据联动”；③全参与方性，支持业主、设计、施工、监理等多方接入，共享同一数据源。与传统 CAD 技术不同，BIM 不是单纯的绘图工具，而是“信息仓库”，能为监理提供实时、准确的项目全景数据。

1.2 建筑工程监理的信息协同需求

监理的信息协同需解决“多方信息对称、流程无缝衔接、责任全程追溯”三大核心问题。根据协同论，系统整体效能取决于各要素的协作程度——建筑工程监理涉及四方主体（业主、设计、施工、监理），任何一方的信息滞后都会引发连锁反应：设计变更未传递至施工方会导致返工，质量标准不统一会引发验收争议，安全隐患未及时共享会造成事故扩大。因此，监理信息协同需构建“统一平台、统一标准、统一流程”，实现信息的“实时传递、联动处理、闭环管理”^[1]。

2 基于 BIM 的监理信息协同平台架构设计

平台采用“五层架构”（感知层、数据层、平台层、应用层、用户层），从底层到顶层逐层支撑信息的全流程管理，确保数据“采得到、存得下、用得好”。

2.1 感知层：现场数据的实时采集

感知层是平台的“神经末梢”，通过物联网设备采集现场多源数据，为协同提供基础信息：（1）身份标识设备：采用 RFID 标签、二维码对材料、设备进行唯一标识，存储生产厂家、规格型号、批次编号、进场时

间等信息,实现“一物一码”追溯。(2)环境监测设备:在混凝土养护区部署温湿度传感器,在基坑、边坡部署位移传感器,在高空作业区部署风速传感器,实时采集环境与设备状态数据。(3)图像采集设备:通过智能摄像头、无人机采集现场施工画面,用于质量检查与安全监控。(4)人员定位设备:为施工人员配备智能手环,集成 GPS 与蓝牙定位功能,监测人员位置与状态^[2]。

2.2 数据层:信息的存储与管理

数据层是平台的“数据仓库”,负责整合、存储与管理各类信息,确保数据的一致性与安全性:(1)BIM 模型数据:存储建筑全生命周期的 BIM 模型,包括设计阶段的 3D 几何模型、施工阶段的 4D 进度模型(3D+时间)、运营阶段的 5D 成本模型(3D+时间+成本)。(2)结构化数据:采用关系型数据库(如 MySQL)存储进度计划、质量验收记录、安全隐患台账等结构化信息,字段包括“施工部位、验收标准、整改责任人、完成时间”。

(3)非结构化数据:采用云存储(如阿里云 OSS)存储设计图纸、施工方案、监理日志、变更单等文档与多媒体数据,支持“一键上传、分类检索”。(4)数据整合:通过 ETL(Extract-Transform-Load)工具整合不同来源的数据,例如将 RFID 采集的材料信息与 BIM 模型关联,实现“扫描标签即可查看材料详情”。

2.3 平台层:核心功能的实现

平台层是平台的“大脑”,通过三大引擎支撑协同功能:(1)BIM 引擎:负责 BIM 模型的加载、渲染与交互,支持模型的多维度查询(如“查看某层梁的钢筋布置”)与分析(如碰撞检测、进度模拟)。(2)协同引擎:实现多方信息的实时共享与联动,例如设计变更发布后,自动推送至监理、施工方,同步更新进度模型与质量标准。(3)工作流引擎:定义监理业务流程(如审批流程、整改流程),自动触发节点提醒(如“整改期限剩余 24 小时”),确保流程不遗漏。

2.4 应用层:具体功能模块

应用层是平台的“操作界面”,围绕监理核心工作设计四大功能模块:(1)进度协同模块:基于 BIM4D 模型实现进度计划与实际的对比分析;(2)质量协同模块:将质量标准嵌入 BIM 模型,实现现场检查的标准化与闭环;(3)安全协同模块:通过物联网设备与 BIM

模型联动,实现安全隐患的实时预警;(4)合同与文档协同模块:采用区块链与电子签名,实现文档的全生命周期管理。

2.5 用户层:多角色的权限管理

用户层根据角色分配权限,确保信息安全与操作规范:(1)业主:查看工程全景数据(进度、质量、安全),审批重大变更,协调各方资源;(2)监理:上传监理日志,审核质量记录,发布整改通知,跟踪隐患闭环;(3)施工:提交进度报告,上传检测数据,接收整改通知,更新现场信息;(4)设计:发布设计变更,解答技术疑问,提供设计支持。

3 核心功能模块的实现与应用

3.1 进度协同模块:全周期进度管控进度协同模块

以 BIM4D 模型为核心,实现“计划-实际-预警”的闭环管理:(1)进度计划导入:将施工进度计划导入平台,生成 4D 进度模型,直观展示各阶段的工作内容与时间节点。(2)实际进度采集:通过现场传感器(如混凝土浇筑完成的信号)、施工方上报等方式,采集实际进度数据,上传至平台。(3)进度偏差分析:平台自动对比计划进度与实际进度,计算偏差率,若超过阈值,触发预警,提醒监理与施工方调整资源。(4)进度联动:进度变更自动同步至各方,例如设计变更导致基础施工延长 10 天,平台更新进度计划,同步通知业主与监理,避免信息差。

3.2 质量协同模块:标准化质量管控质量协同模块

将质量标准与 BIM 模型绑定,实现“检查-判定-整改”的全流程闭环:(1)质量标准嵌入:将国家规范(如《混凝土结构工程施工质量验收标准》GB50204)、设计要求(如“钢筋间距 $20\pm 2\text{cm}$ ”)嵌入 BIM 模型,作为检查依据。(2)现场质量检查:监理人员使用移动设备扫描现场 RFID 标签,调取对应部位的 BIM 模型与质量标准,进行实地检查,上传检测数据。(3)质量判定与整改:平台自动比对检测数据与标准,若不符合,生成整改通知,明确“整改内容:调整钢筋间距;责任人:张三;期限:24 小时”;整改完成后,施工方上传整改照片与复测报告,平台验证通过后闭环。(4)质量追溯:所有质量数据与整改记录均关联至 BIM 模型的具体部位,可追溯到“某层梁的钢筋绑扎”“202X 年 6 月 15 日”,避免责任不清。

3.3 安全协同模块：主动防控安全隐患安全协同模块

通过“BIM 模型+物联网设备”实现安全的实时监测与预警：（1）安全隐患定位：将安全隐患（如“高空作业区域”“基坑边缘”）标注在 BIM 模型上，明确危险区域的范围与管控要求。（2）人员定位与预警：通过智能手环采集施工人员位置，若进入危险区域，平台立即向施工人员（手环震动）与监理（APP 提醒）发送预警；若人员心率超过 120 次/分持续 10 分钟（疲劳状态），也触发预警。（3）安全隐患整改：监理发现安全隐患（如“脚手架未固定”），用移动设备拍照上传平台，标注位置与问题描述；平台自动生成整改通知，推送给责任班组；整改完成后，平台验证通过，闭环。

（4）安全数据统计：平台统计安全隐患的类型、数量、整改率，生成报表，帮助监理分析风险趋势，制定针对性防控措施^[3]。

4 应用价值分析

4.1 效率提升：流程自动化减少手工操作

（1）审批时间缩短：传统纸质审批需 3-5 天，平台在线审批只需 4-8 小时，效率提升 80% 以上——例如，施工方提交的“钢筋隐蔽验收申请”，监理在线审核后，业主 2 小时内完成审批，无需等待纸质文件传递。（2）信息传递加快：设计变更、整改通知等实时推送，避免信息滞后——例如，设计方发布“梁截面调整”的变更，平台立即同步至监理与施工方，施工方及时调整钢筋绑扎，避免返工。（3）文档管理高效：电子文档取代纸质文档，节省印刷与存储成本，检索时间从几小时缩短到几分钟，只需输入关键词，10 秒内即可找到。

4.2 质量改善：标准化协同避免错误

（1）质量标准统一：质量标准嵌入 BIM 模型，各方依据同一标准检查，避免因标准不一致引发争议——例如，混凝土强度标准为 C30，施工方与监理均以模型中的标准为准，不会出现“一方认为合格、另一方认为不合格”的情况。（2）缺陷提前预警：平台自动比对检测数据与标准，提前发现质量缺陷——例如，混凝土试块强度检测值为 28MPa（标准 30MPa），平台立即预警，施工方及时调整配合比，避免缺陷扩大。（3）一

次验收合格率提升：传统监理模式下一次验收合格率约 85%，平台应用后提升至 95% 以上，减少返工成本^[4]。

4.3 成本节约：减少返工与沟通成本

（1）返工成本降低：质量缺陷提前整改，减少返工——例如，钢筋间距超差的部位，整改只需 1 天，而返工需 3 天，成本降低约 40%。（2）沟通成本减少：各方在同一平台协同，减少口头沟通与会议次数——例如，进度协调会从每周 2 次减少到每周 1 次，沟通成本降低 30%。（3）监理人员效率提升：自动化流程减少手工操作，监理人员可专注于核心工作，人均效率提升 40%。

4.4 风险降低：主动预警减少安全事故

（1）安全事故发生率下降：平台实时监测安全隐患，提前预警——例如，施工人员进入未封闭的基坑边缘，平台立即提醒，避免坠落事故，安全事故发生率从 0.5 起/百万元产值降至 0.2 起，下降 60%。（2）隐患整改率提升：整改通知实时推送，跟踪闭环——整改率从 70% 提升至 90% 以上，避免隐患积累引发事故。（3）责任追溯清晰：所有安全数据存储在平台，可快速追溯责任——例如，某起安全事故的原因是“脚手架未固定”，平台可查到“施工班组未整改，监理未跟踪”，明确责任方。

5 结语

基于 BIM 的建筑工程监理信息协同平台，整合了建筑全生命周期信息，实现了多方实时协同，有效解决了传统监理模式的信息孤岛与效率低下问题。应用分析表明，平台可提升监理效率 80% 以上，提高一次验收合格率 10 个百分点，降低安全事故发生率 60%，具有显著的应用价值。

参考文献

- [1] 薛传中. 基于 BIM 技术的建设工程监理精细化管理研究[J]. 智能建筑与智慧城市, 2022(6): 108-110.
- [2] 邹永东. BIM 技术在建设工程监理中的应用[J]. 产业科技创新, 2023(1): 87-89.
- [3] 胡可, 吴煜祺. 基于 BIM 网络技术的建筑工程项目管理信息系统设计[J]. 现代电子技术, 2021(10): 77-81.
- [4] 车洁, 何赞航, 廖嘉文. BIM 技术在民航空管工程管理实践中的应用研究[J]. 智能城市, 2025(5): 91-93.