

施工阶段质量与安全管理的监理创新

文 / 陈 标 安徽鑫睿建设管理有限公司

摘要：本研究围绕施工阶段质量与安全管理的监理创新探索。研究旨在构建动态质量安全评估模型、解析风险传导机制并实施协同治理理论应用。工作采用 BIM 协同监理平台、物联网实时监测系统与 AI 辅助诊断模型实现智能监测技术集成，监理流程数字化重构设计标准化工作流引擎、多级预警机制以及区块链存证溯源技术。监理体系持续优化路径注重权责动态匹配、知识沉淀迭代和标准体系演进。实践结果表明监理创新有效提升工程质量管理效能，监控信息传递迅速，风险防控机制得以完善，工程管理水平与项目稳定性均获得实质性改善，为施工阶段安全生产提供坚实技术支持。

关键词：监理创新；质量管理；安全管理；智能监测；协同治理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.12.037

引言

自 1984 年安全质量监督机构创立至 1988 年开始实行建设监理，我国在建筑工程监督工作方式方法等方面不断积极探索，但建筑行业的飞速发展给工程监督管理工作带来严峻的考验，虽未积重难返，仍存较多问题，如近年较大的江西电厂事故、上海莲花南路住宅倒塌事故等等安全质量事故，告示我们现行监督体制存在弊端，仍需进一步规范、法制化、合理化，通过改革创新解决现有制度程序等方面的弊端，做到制度适用于时代，管理扼得住施工，创新监管体制。建筑工程的施工阶段是决定工程安全质量尤为重要的一环，也是安全质量监督机构和监理单位工程监督工作中的重点^[1]。其中，施工阶段监理工作关系到工程全生命周期的质量与安全，监理创新成为推动工程管理升级的重要动力。本文聚焦监理创新理论框架构建、智能监测技术集成应用以及监理流程数字化重构三大方面，探索监理体系持续优化路径。工程项目中，监理环节涵盖质量评估、安全管控与风险预警，技术手段在信息共享和数据处理上展现出前沿优势。监理创新激发了工程管理新活力，促使现场风险管控和质量监督实现智能化、信息化转型。研究以典型工程数据为依托，展开多角度探讨，力求阐明技术集成和流程重构对施工阶段安全生产的实际影响。本文期望为工程监理实践提供新思路，推动监理模式向更高水平发展，构筑高效、精准、全方位的施工阶段质量与安全管理体系。

一、监理创新理论框架构建

（一）动态质量安全评估模型

在工程监理实践中构建灵活评判机制对质量与安全监控具有深远意义。该模型引入多维数据分析技术实现现场状况实时捕捉和风险指标监测，监理信息采用数值化手段转化为可比指标，利用算法计算权重与分布特征，令监控体系具备自适应调控功能。模型内部各环节数据交互紧密，采用高精度传感装置获取结构动态信息，辅

以人工智能方法识别异常状态。系统设计注重全局信息整合与局部细节呈现，有效推动施工过程安全防控和质量稳定保障。该模型在实际应用中表现出良好效能。

（二）风险传导机制解析

监理过程中风险因素复杂多变，构成传导网络呈现非线性扩散特性。风险传导机制解析致力于揭示现场各隐患间内在联系，利用数据采集和模型计算确定风险蔓延路径。系统采用信息融合手段，将施工现场温度、湿度、振动等参数转化为风险指标，呈现隐患传递规律。解析过程中采集历史工况数据，对风险发生概率和传导速度进行量化描述，探索各节点间互联互通属性。风险传导机制的研究注重动态监测和数理模型构建，揭示监理工作中潜在事故诱因，为安全防控提供预警依据^[2]。现场数据与理论模型反馈使工程监控体系不断优化，形成科学合理风险防范网络。

（三）协同治理理论应用

监理领域协同治理理论应用旨在实现多方主体高效互动，构建全员参与管理模式。项目各参与方在信息平台上共享数据，推动技术、管理与运营间协同融合。智能系统利用分布式数据处理和算法判断，实现现场问题多角度监控和及时调控。研究探索治理机制中各角色权责界定，优化决策信息流动路径。现场运行中构建协同工作网络，推动监理、施工与监管部门形成联动机制，形成动态调整、实时反馈的管理体系。协同治理理论应用赋予工程监控系统更高灵活性和精准性，为质量提升和安全保障提供全程技术支持，推动工程项目管理模式革新升级。应用成效显著。

二、智能监测技术集成应用

（一）BIM 协同监理平台开发

BIM 协同监理平台开发在工程项目管理中展现出前沿技术优势，平台整合建筑信息模型、施工进度计划、设备参数与现场监控数据，构建高效数据共享互动体系。系统采用三维数字模型呈现建筑构件细节，激活信息交

互功能，实现工程各环节状态精确传递。平台内嵌多层数据接口设计，确保各类监控信息实时更新并统一管理。智能算法对数据进行深度解析，调配风险预警与质量控制指标，令现场管理水平不断提升^[3]。各专业部门依托平台实现协同作业，形成贯穿设计、施工与运营全周期的信息闭环。实时数据处理与可视化展示技术支持监理操作，提升监控准确度与项目管理效率。系统构架开创数据融合与智能分析新模式，为工程监理提供坚实技术支撑，促进管理流程和决策水平全面提升。

(二) 物联网实时监测系统

物联网实时监测系统在工程监理中构成重要技术平台，集成各类传感器与通信模块，实时采集温度、湿度、振动、压力等现场参数。系统依托无线网络构建数据传输通道，实现现场信息无缝对接监控中心。传感器网络通过自动校准与数据融合技术，保障数据采集精度和传输稳定性。监控系统对关键指标进行实时分析与动态显示，激发现场隐患检测与风险预警功能。监理人员借助移动终端获取监控数据，实时掌握现场环境变化并调度安全措施。系统架构采用分布式设计，确保各监测节点高效运作和信息同步。物联网技术应用推动监理数据数字化升级，提升工程现场安全管理水平，构建全面、实时、智能的监控网络，为项目运行提供坚实数据保障。

(三) AI 辅助诊断模型

AI 辅助诊断模型在工程监理中扮演核心角色，借助人工智能技术对监控数据进行自动识别和故障预测。系统结合深度学习算法与大数据分析，构建多层次智能诊断框架，提炼施工质量与安全风险关键特征。模型对图像、传感数据及文字报告进行综合处理，判定隐患风险等级和异常状态。智能诊断模块能够实时反馈现场状况，为监理决策提供科学参考。算法模型不断更新训练参数，提升故障识别率和预警精准度。监理人员可依据系统输出进行现场巡查和措施调整，优化工程管理流程。系统构建数据处理与风险评估闭环，推动监理工作迈向数字化、智能化新阶段^[4]。

三、 监理流程数字化重构

(一) 标准化 workflow 引擎设计

监理流程数字化重构依托标准化 workflow 引擎实现各环节高效衔接。workflow 引擎采用模块化设计思路，对监理任务进行拆分并形成重复执行操作体系。系统整合信息采集、数据处理与指令传输功能，令监控流程呈现规范状态。引擎设计注重数据接口统一、过程监控精确及操作路径全程留痕，确保各环节信息准确记录。平台部署自动校验机制，验证传输数据准确性，并支持异常状态即时响应。智能算法应用于任务调度优化，提升作业效率并降低人工干预风险。系统结构融合分布式计算和实时反馈机制，构筑稳定安全的监控环境，推动工程管

理从传统模式转向数字化智能模式。workflow 引擎实现信息共享与协同控制，为工程监理提供统一标准和数据支撑，促进项目管理质量不断提升^[5]。

(二) 多级预警机制构建

监理流程数字化重构中构建多级预警机制意在捕捉施工现场潜在异常并及时反馈风险信息。系统设计中，各级预警模块分担现场状态监测任务，构成层次分明的风险提示网络。监控系统对环境参数、施工指标及设备状态进行实时监测，自动识别隐患风险并生成预警信号。信息传递依托高速数据通道，使预警信息在各监控环节中迅速扩散。平台内嵌智能判断算法，对风险指标实施量化处理，形成不同等级的预警提示，便于监理人员进行科学决策。系统支持数据动态更新和预警规则调整，以适应现场情况的快速变化。监控中心接收预警信息后能够迅速调度资源，启动安全防范措施，保障现场管理即时响应。多级预警机制构建实现风险管理与安全监控一体化，构成覆盖全过程的动态风险防控网络，为工程监理提供精密而全面的安全保障（如图 1 为多级预警模块图）。

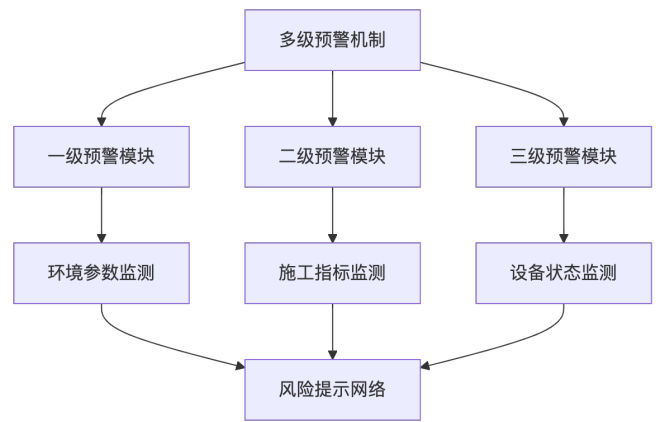


图 1 多级预警模块图

(三) 区块链存证溯源技术

区块链存证溯源技术在监理流程的数字化转型中发挥着至关重要的作用，其设计初衷在于通过分布式账本技术确保工程监督数据的透明性、不变性和全程可追踪性。这一创新应用让每一份监理报告、质量检验结果以及安全日志等重要信息，在经过加密并赋予独特标识后，被安全地嵌入区块链中，形成了一个不可篡改的数据链。得益于区块链的分布式特性，它不仅加强了数据共享的能力，促进了跨部门之间的信息真实流动，还允许所有项目相关方便快捷验证数据的原始状态，极大地增强了数据的安全性和可信度。

四、 监理体系持续优化路径

(一) 权责动态匹配模型

权责动态匹配模型构建旨在完善监理体系内各参与方责任划分与权限分配。该模型采用数学建模方法，将

任务目标、资源分布、信息反馈等变量纳入计算,并利用实时数据采集监控工程进展。监理系统依托传感器网络、数字平台与云数据库,整合现场各节点数据,实现场景风险预警、质量监控与安全监管的精细分工。模型设计引入动态参数调节机制,使各环节权责比例始终处于最优状态,推动管理单元协同作业。系统配置灵活调整接口,确保权责匹配随工程环境变化及时更新。构建过程中应用大数据分析、智能算法与分布式存储技术,确保数据处理准确可靠^[6]。模型输出为工程管理提供明确责任分工依据,指引管理层落实风险控制与监测,促使工程监理效能提升。效益稳固。

(二) 知识沉淀与迭代机制

知识沉淀与迭代机制旨在构建工程监理知识库,实现管理经验与数据资源的长效积累。该机制采用信息归纳、知识提炼与结构化存储方法,将监理过程中产生的操作记录、风险案例、质量反馈等内容整合入系统。智能算法对各类数据进行语义分析和关联匹配,使知识库具备自学习功能,支持动态更新和迭代优化。监理系统依托分布式数据库与云平台,实现知识共享与跨部门协同,推动经验沉淀转化为标准管理流程。机制设置定期评审和更新策略,确保知识体系紧密契合工程实践。系统内嵌反馈通道,将现场监理结果及专家意见汇聚入库,为后续决策提供参考依据,促使管理水平稳步提升。

(三) 标准体系演进策略

标准体系演进策略在现代工程监理中占据核心地位,它综合当前法规、行业标准与实践经验,形成一套动态适应性极强的规范体系,旨在引领监理模式的革新。此策略通过综合分析,将国家法律如《建设工程质量管理条例》与行业最佳实践相结合,确保标准既严谨又实用。利用先进的数字平台,它建立了专家反馈循环,实时监控现场数据,确保标准随着技术进步和工程复杂性的增加而适时调整。例如,通过BIM技术与物联网的集成,标准更新能够即时反映在项目管理中,从材料入场到竣工验收的每个环节都有详细的操作指南和安全标准^[7]。通过这些努力,标准体系不仅提高了工程项目的质量和安全性,而且提升了监理工作的效率,减少了误解和错误,促进了整个行业的标准化进程,为工程监理的现代化和智能化奠定了坚实的基础。

(四) 技术应用的监管合规与安全审计

在施工阶段监理创新技术的广泛应用中,监管合规与安全审计机制的构建成为保障工程质量与安全的重要基础。首先,通过建立基于AI辅助诊断、物联网实时监测平台与BIM协同管理系统的监理技术应用合规管理制度,明确数据采集标准、权限管理和隐私保护措施,确保数据采集、传输、分析及存储全链条合法合规,防范

敏感数据泄露和违规使用。同时,定期开展监控数据真实性验证和系统合规检查,杜绝数据篡改、虚假信息传播的风险,保障监控信息的真实性、准确性与安全性。其次,建立独立的第三方技术安全审计机制,定期评估监理平台算法的可靠性、数据隐私保护的有效性以及监理流程规范性,及时发现、整改潜在安全隐患与合规风险,防止技术应用过程中出现伦理风险或违法违规问题。此外,融合区块链技术建立完善的数据存证溯源体系,对施工阶段监理行为实施全过程透明记录与责任追溯,确保监理各参与主体的权责清晰、证据可靠、全程可查。

结语

研究结果显示监理创新在施工阶段质量与安全管理中发挥着核心作用。构建动态质量安全评估模型使监理工作能够及时捕捉现场实际状态,解析风险传导机制使风险信息在各监控环节间顺畅流转,协同治理理论应用实现多主体决策有效互动。智能监测技术集成中,BIM平台协同作用、物联网实时监控以及AI辅助诊断构成了完善的数据支撑网络,确保监理信息全覆盖和高精度传递。监理流程数字化重构方案中,标准化工作流引擎、多级预警机制和区块链存证溯源技术赋予监理环节信息追溯与风险管控全流程闭环保障。权责动态匹配模型和知识沉淀迭代机制推动监理体系持续进化,标准体系演进策略完善了技术应用制度保障。实践表明,新型监理模式使工程项目整体管理水平获得大幅提升,现场隐患及时发现,事故发生风险明显降低。监控信息传递即时,风险预警反应迅速,工程质量与安全水平得到显著改善,智能化监理体系具备较高推广价值,对行业转型和可持续发展产生深远影响。

参考文献

- [1] 潘国栋. 建筑工程监理及施工技术创新要点分析[J]. 房地产世界, 2020, (17): 78-79.
- [2] 梁智斌. 浅谈建筑工程中施工监理工作及创新[J]. 建材与装饰(中旬刊), 2008, (01): 260-261.
- [3] 林晓华. 建筑工程管理创新模式浅论[J]. 建材与装饰, 2018, (49): 134-135.
- [4] 姚兵. 工程质量的制度创新[J]. 建筑, 2010, (07): 31-33.
- [5] 付建新, 王俊杰. 建筑工程质量监督工作要点及监督创新举措[J]. 工程质量, 2021, 39(S1): 22-25.
- [6] 王新, 王金飞. 对提高建筑工程安全质量监督工作的再探讨[J]. 建设监理, 2021, (08): 44-46+64.
- [7] 莫谎. 工程质量监督管理创新发展路径研究[J]. 工程质量, 2021, 39(06): 13-16.

作者简介: 陈标, 1988年07月, 男, 汉, 本科, 目前职称: 工程师(建筑工程)注册监理工程师, 从事工作: 监理公司从事项目监督管理。