

建筑工程质量安全数字化监管体系构建与实施效应评估

邬 逵

江西萍乡建工集团有限公司 江西萍乡 337000

摘 要：建筑工程质量安全数字化监管体系的构建需通过法规明确各方权责、整合共享数据资源、开发核心功能模块及建立组织保障与运行机制。实施效应评估应从监管效能、管理水平、项目绩效三个维度展开，采用对比分析、问卷调查与访谈、数据挖掘等定性定量结合的方法。综合分析表明，该体系能提升政府监管穿透力、推动企业管理数据化、实现风险主动防控，如杭州市实施后监管覆盖面、隐患处置效率、工程质量合格率显著提升，安全事故率下降。未来需解决技术成本、企业适应等挑战，完善生态以促进建筑业高质量发展。

关键词：建筑工程；质量安全；数字化监管

引言

建筑工程质量安全关乎人民生命财产与社会稳定，传统监管模式存在覆盖面不足、精准度有限、响应滞后等局限。数字化监管体系通过整合信息技术与监管业务，成为提升监管效能的关键路径。本文首先阐述了数字化监管体系构建的关键环节，包括以法规明确权责、整合共享数据资源、开发智能功能模块及建立组织运行机制；进而重点从监管效能、管理水平、项目绩效三个核心维度构建实施效应评估框架，提出对比分析、问卷调查与访谈、数据挖掘等评估方法；最后结合实例综合分析体系对政府监管、企业管理及风险防控的积极作用，并指出当前面临的挑战与未来发展方向，旨在为建筑工程质量安全数字化监管的实践与优化提供理论参考与实践指导。

一、建筑工程质量安全数字化监管体系构建的理论基础

（一）核心概念界定

精确界定“建筑工程质量安全”“数字化监管”“监管体系”等核心概念，是构建数字化监管体系的前提。建筑工程质量安全指工程全生命周期在结构安全等多方面符合相关要求的状态，是综合属性。数字化监管依托现代信息技术对工程质量安全活动进行数据处理，核心是通过数据流动共享实现监管实时、精准、高效。监管体系由监管主体等要素构成。本文的数字化监管体系是以数据为核心、信息技术为支撑的综合管理系统，强调从传统向数据驱动、从被动向主动、从单一环节向全链条协同转变，是提升治理能力现代化的重要路径。

（二）体系构建的理论支撑

数字化监管体系构建需理论支撑，系统论、信息论与控制论提供核心学理基础。系统论强调监管体系的整体性等，要求将工程质量安全监管视为复杂系统，各子系统相互依存，需整体规划与协同优化。信息论为数据处理应用提供方法，监管体系要建立高效采集网络，通过挖掘分析提供决策依据。控制论为监管反馈、调节提供理论依据，监管体系应建立实时监测与反馈机制，形成闭环控制流程，确保监管有效适应。这些理论保障了体系的科学性、系统性与可操作性^[1]。

二、建筑工程质量安全数字化监管体系的构建路径

（一）体系构建的目标与原则

数字化监管体系构建的总体目标，是实现建筑工程质量安全监管从被动响应向主动预防、从经验判断向数据决策、从碎片化管理向系统化治理的根本性转变。具体而言，主动预防意味着通过实时监测与数据分析，在质量安全问题发生前进行风险识别与干预，而非事后补救；数据决策强调监管行为以客观数据为依据，减少人为经验的主观偏差；系统化治理则要求打通各环节、各主体之间的信息壁垒，形成监管合力。为实现上述目标，体系构建应遵循若干基本原则。首先是顶层设计与分步实施相结合，即在国家或行业层面制定统一的战略规划与技术标准，同时在具体实施中根据地区、项目类型差异采取渐进式推进策略，确保体系既具有全局性又具备灵活性。其次是数据驱动与业务融合相统一，要求监管体系以数据流驱动业务流，将数字化工具深度嵌入日常监管流程，避免技术与业务“两张皮”。第三是开放共享与安全可控相协调，即在推动数据互联互通、促进多方

协同的同时,建立严格的数据权限管理、加密传输与隐私保护机制,确保数据安全与合规使用。这些原则共同指导数字化监管体系构建的全过程,确保其科学性、可行性与可持续性^[2]。

(二) 体系的核心构成要素

数字化监管体系由若干核心要素构成,各要素功能明确、协同运作,共同支撑监管目标的实现。首先是统一的数据标准与交互规范,作为体系运行的“通用语言”。该标准涵盖数据采集格式、传输协议、存储结构、接口规范等内容,确保不同系统、不同来源的数据能够无缝对接与互操作。例如,某省在数字化监管体系建设中制定了《建筑工程质量安全数据元标准》,对质量检测报告、隐患整改记录、施工日志等23类数据进行了标准化定义,实现了数据的一致性与可比性。其次是覆盖项目全周期的数据采集与感知网络,作为体系的“神经末梢”。该网络通过物联网传感器、移动终端、无人机、BIM模型等多种手段,对设计、施工、验收、运维等各环节的质量安全数据进行实时采集。例如,在混凝土浇筑过程中,通过埋设温度传感器实时监测内部温度变化,防止因温差过大导致裂缝;在高支模施工中,利用倾角传感器与位移传感器实时监测支撑体系的稳定性,及时发现变形异常。第三是集数据存储、处理、分析与应用于一体的云平台,作为体系的“智慧大脑”。该平台采用分布式架构,具备海量数据存储能力、高性能计算能力与智能分析能力,能够对采集到的数据进行清洗、整合、挖掘与可视化,为监管决策提供支持。

(三) 体系构建的关键环节

数字化监管体系的构建涉及多个关键环节,各环节环环相扣、缺一不可,直接决定体系的落地效果与运行效能。首先是制定数字化监管的顶层规划与政策法规,明确各方权责。该环节需由政府主管部门牵头,联合行业协会、科研机构、企业等多方力量,制定数字化监管的总体目标、实施路径、技术标准与保障措施,并通过法规形式明确各方在数据采集、共享、使用等方面的权利与义务。例如,某省出台《建筑工程质量安全数字化监管管理办法》,明确建设单位为数据采集的第一责任人,施工单位负责数据的真实性,监理单位负责数据的审核,政府部门负责数据的监管与应用,形成了权责清晰的管理框架。其次是推动数据资源的整合与共享,打破信息孤岛。该环节需建立统一的数据共享平台,制定数据共享规则,推动政府部门(如住建、质监、安监)、企业(如建设、施工、监理、检测机构)以及社会公众

之间的数据互通。例如,某市通过建立建筑工程质量安全数据共享交换平台,整合了住建部门的施工许可数据、质监部门的质量检测数据、安监部门的安全检查数据以及企业的施工过程数据,实现了跨部门、跨层级的数据共享与业务协同。第三是开发部署核心功能模块,如智能预警、隐患排查、人员管理、质量追溯等。该环节需基于业务需求与技术可行性,采用模块化、微服务架构,逐步开发并部署各项功能,确保系统的实用性与可扩展性^[3]。

三、建筑工程质量安全数字化监管体系的实施效应评估

(一) 实施效应的评估维度

实施效应的评估需从监管效能、管理水平、项目绩效三个核心维度展开,每个维度均需结合建筑工程质量安全监管的实际场景设定具体评估指标,确保评估的针对性与可操作性。在监管效能维度,监管覆盖面评估需关注体系对不同建筑项目(房建、市政、轨道交通等)及全建设周期(勘察设计、施工准备、主体施工、竣工验收)的覆盖比例,重点衡量此前监管薄弱的中小型项目、偏远区域项目的纳入情况;监管精准度评估聚焦问题识别的准确性,如通过数字化手段(AI视频监控、传感器数据)识别施工现场违规行为(未佩戴安全帽、临边防护缺失)、质量隐患(混凝土强度不达标、钢筋间距超标)的准确率,以及定位问题具体环节(如某楼层某工序)的精准程度;监管响应速度评估则以“问题发现-指令下达-现场处置-结果反馈”的闭环时间为核心,衡量从系统预警到隐患整改完成的平均耗时。

在管理水平维度,管理行为规范化评估核查企业是否通过监管体系落实质量安全制度,如施工方案审批等流程的线上闭环率、有无制度流于形式情况;管理行为标准化评估关注企业是否依据体系内置标准、规程作业,如一线人员是否按标准施工、关键工序操作是否达标;管理行为精细化评估聚焦过程管控颗粒度,如是否对关键参数实时采集与预警、能否实现工序记录与数据追溯。在项目绩效维度,工程质量合格率评估统计结构实体检测等关键指标合格比例及质量投诉量变化;安全事故率评估分类统计典型事故起数、伤亡人数及未遂事故上报量;项目成本与工期控制评估分析因质量隐患整改减少的返工成本、因安全事故减少降低的停工损失及工期延误率变化^[4]。

(二) 实施效应的评估方法

实施效应评估需采用定性与定量相结合的方法,通

过多维度数据与反馈的交叉验证,确保评估结果的客观性与全面性。对比分析法是核心定量方法,需选取体系实施前后的同类指标进行纵向对比,如对比实施前1年与实施后1年的监管覆盖项目数量、隐患整改及时率(整改完成时间 ≤ 24 小时的隐患占比)、安全事故起数、质量合格率等,同时可选取未实施体系的同类项目作为对照组进行横向对比,突出体系的实际作用;在数据选取上,需确保样本的代表性,涵盖不同规模、不同类型的建筑项目,避免因样本偏差导致评估失真。

问卷调查与访谈法用于收集主观反馈:针对监管人员,了解其对工作效率(如日均监管项目数、问题处置时间)、监管便捷性(如非现场获取关键数据)的评价;针对企业管理人员,调查其对管理流程优化(如方案审批时间缩短)、责任落实(如追溯责任人)的感受;针对一线作业人员,了解其对标准化操作指导(如平台作业指引)、风险预警及时性的评价。问卷设置量化评分题(如1-5分评监管便捷性)与开放题(如体系改进建议),访谈选不同岗位典型对象深度交流,补充问卷未覆盖细节。

数据挖掘法从数字化监管平台提取客观数据深度分析,重点挖掘隐患类型分布(如临边防护、混凝土质量问题占比)、隐患整改闭环率(发出通知后按时整改比例)、设备运行异常数据(如塔吊力矩限制器报警次数)等,通过分析数据规律识别体系薄弱环节(如某类隐患整改率低),验证体系风险预警能力(如异常数据与事故关联性)。数据挖掘用统计分析工具,确保数据处理规范,避免主观解读影响结果。

(三) 实施效应的综合分析

从综合效应看,建筑工程质量安全数字化监管体系通过“数据穿透式监管”,提升政府监管穿透力与威慑力。传统监管依赖人工巡查,有“人少事多、覆盖不全、事后追责”局限,而数字化体系通过实时数据传输,让监管部门穿透企业层级获取现场真实情况,平台自动记录违规与整改情况,形成“痕迹化监管”,倒逼企业主动落实责任。

在企业管理层面,体系通过“标准内置、流程闭环、数据追溯”,推动施工现场管理从“经验驱动”转向“数据驱动”,促进管理透明规范。如平台自动校验施工方案是否符合标准,关键工序数据实时上传、超标预警,促使企业将管控嵌入工序,减少“事后补救”成本。

在风险防控层面,体系通过“早期识别-精准干预-闭环整改”逻辑,主动防控质量安全风险。如平台AI视频监控识别违规行为实时预警,管理人员及时处置;传

感器监测深基坑变形,接近阈值自动停工。

2021年,浙江省杭州市住建局推行数字化监管平台,公开数据显示,实施后监管覆盖项目比例从75%提升至98%,AI识别违规精准度达92%,隐患处置时间从48小时缩至12小时;企业方案提交合规率从60%提升至95%,结构实体检测合格率从88%提升至96%;全市施工安全事故起数下降32%,工期延误率从8%降至3%,减少经济损失约1.2亿元。这证明数字化监管体系能从监管、管理、项目绩效三维度提升建筑工程质量安全水平,产生显著经济与社会效益^[5]。

结语

建筑工程质量安全数字化监管体系的构建与实施是一项复杂的系统工程,其成功落地不仅依赖于技术的创新,更需要政策、管理、组织等多方面的协同推进。从理论基础到实践路径,再到效应评估,本文全面剖析了数字化监管体系的核心要素与关键环节,并通过实证数据验证了其在提升监管效能、优化管理水平、改善项目绩效等方面的显著作用。然而,数字化监管体系的推广仍面临诸多挑战,如技术成本高、企业适应能力不足、数据安全与隐私保护等问题亟待解决。未来,应进一步加强技术研发与标准化建设,完善法律法规与激励机制,推动行业各方深度参与,共同构建更加智能、高效、可持续发展的建筑工程质量安全监管生态。这不仅是建筑业转型升级的必然选择,更是实现高质量发展的关键一步。

参考文献

- [1]王宗德.农产品质量安全评价及政策效应分析[D].青岛大学,2020.
- [2]刘子杨,王强,官正兴,等.基于航空机加零件的质量风险管理模式构建[J].机械工业标准化与质量,2022(12):32-35.
- [3]郑沃林,郑荣宝,谢昊,唐晓莲.村庄建设用地再开发实施后效应评估体系研究——以广州市林和村和横沙村为例[J].城市规划,2020,44(9):7.DOI:10.11819/cpr20200917a.
- [4]谢小波.浅谈水利工程监理质量管控评估指标体系构建[J].城镇建设,2021(1):165-165.DOI:10.12254/j.issn.2096-6539.2021.01.135.
- [5]郑沃林,郑荣宝,谢昊,等.村庄建设用地再开发实施后效应评估体系研究——以广州市林和村和横沙村为例[J].城市规划,2020(009):044.