

建筑材料数字化管理与质量追溯研究

方 未

舟山市方正检测技术有限责任公司, 浙江 舟山 316000

[摘要]建筑材料的质量同建设工程的安全性、耐久性有着直接的关系。目前建材管理存在着信息采集滞后、检验衔接不畅、追溯链条断开等问题,信息孤岛和数据管控困难并存,数字化转型给摆脱以上困境提供技术途径。文章在分析建筑材料管理现存问题的基础上,从信息平台建设、数据共享、关键环节控制、预警机制和制度保障五个方面提出数字化管理与质量追溯的优化策略,为建材行业数字化转型提供一定的借鉴。

[关键词]建筑材料;数字化管理;质量追溯;全生命周期;信息平台

DOI: 10.33142/aem.v8i8.20491

中图分类号: TU50

文献标识码: A

Research on Digital Management and Quality Traceability of Building Materials

FANG Wei

Zhoushan Fangzheng Testing Technology Co., Ltd., Zhoushan, Zhejiang, 316000, China

Abstract: The quality of building materials is directly related to the safety and durability of construction projects. At present, there are problems in building materials management such as lagging information collection, poor inspection connection, and broken traceability chain. Information silos and difficulties in data control coexist, and digital transformation provides a technical approach to overcome these difficulties. On the basis of analyzing the existing problems in building material management, this article proposes optimization strategies for digital management and quality traceability from five aspects: information platform construction, data sharing, key link control, early warning mechanism, and institutional guarantee, providing certain reference for the digital transformation of the building materials industry.

Keywords: building materials; digital management; quality traceability; full lifecycle; information platform

引言

建筑材料是工程建设的物质基础,建筑材料质量管理水平的好坏直接影响到建筑结构的安全和使用寿命。建材管理一直依靠人工记录和纸质台账,信息传递迟缓、数据口径不同、责任不清等问题一直存在。建筑材料质量直接关系到建设工程的安全性和耐久性,传统管理方式中施工过程的信息分散在不同的记录和各个单位之间,质量事故发生后很难迅速找到问题的环节和责任人。近些年来,BIM、物联网、区块链这些数字技术飞速发展,促使建筑材料管理由原来的模式向数字化转变。2025年4月发布的GB/T 45592-2025《建筑材料产品追溯体系通用要求》,对建材产品追溯体系的通则、追溯体系构成、追溯流程、追溯系统要求和追溯体系管理要求进行了规定,适用于建材产品的追溯体系设计、开发、应用和管理。该标准对原料、生产、检测、物流、销售、应用全过程的追溯过程做了规定,给建材产品的追溯体系的设计和使用提供了一个

统一的标准。本文以建筑材料数字化管理及质量追溯为研究对象,对目前存在的管理现状和问题进行梳理,提出系统的优化措施。

1 数字化管理的基本特点

建筑材料数字化管理就是利用信息技术手段,对建筑材料从生产、运输、进场、使用到运维的全过程进行数据采集、传输、存储和分析,从而达到管理过程透明化、标准化、可追溯化的目的。建筑行业材料管理目标就是对各种材料、设备、人员、数据从生产到运维全过程进行管理,利用区块链、追溯、智能合约等技术来形成整体性的系统管理方案。

数字化管理同传统的管理模式相比,有明显的特征。数据采集的实时性,传感器和射频识别技术的布置使得材料状态信息可以在产生时就被记录下来,避免了人工抄录造成的滞后和偏差。第二是信息传递的连续性,系统会对每一个材料打上唯一的数字标示,即来源、供应商、位置、环境影响等等,同时各个环节的流转数据也用同一个标识

来联接起来,就形成了一个完整的追踪链条。三是管理决策的数据驱动性,通过对采购、库存、消耗等数据的实时分析来使管理者可以更准确地做出采购计划和调配方案。除此之外,数字化管理还要强调多方协同,即平台服务要覆盖到供应商、企业、施工方以及第三方检测机构等各类主体,从而达到数据透明化和统一管理的目的。

2 建筑材料管理现状及存在的问题

2.1 材料信息采集与更新不及时

目前大部分施工项目在材料信息管理上仍然采用纸质台账和人工填报的方式。施工现场材料出入库记录、使用部位登记、库存盘点等信息大多是由材料员手工填写,数据录入存在明显的滞后性,人工操作也容易出现笔误、漏填的情况,信息准确性无法得到保证。施工过程中信息分散于各类记录和各方面单位之中,并且还存在着记录滞后、口径不一、证据链不完整等状况,致使质量缺陷不能找到责任人以及找出其产生的原因。由于没有建立统一的信息管理系统,各个环节所采集到的数据格式不一样,材料进场的时间、批次编号、检验状态等重要字段在传递过程中很容易被遗漏或者错位,信息在施工方、监理方和供应商之间多次流转也会导致数据失真或者丢失,从而使得追溯链条从一开始就出现了断裂。生产过程大多依靠人工数据采集的方式,数字化程度低,建材生产环节尤其如此,生产端和施工端之间存在着信息断层现象,追溯难度增大。

2.2 材料采购与进场管理不规范

材料采购和进场验收属于质量控制的第一道防线,在实际操作过程中还存在着很大的改进余地。采购环节中部分项目对供应商资质审核不严,采购合同中质量条款约定不清,造成之后的质量纠纷没有依据。进场验收问题更加集中,个别项目检测报告只包含部分指标,缺少烧失量、不溶物等必检项目,监理单位对进场材料复检审核把关不严,不能及时发现检测项目缺项,原材料质量控制存在明显漏洞^[1]。材料进场后存放管理也存在薄弱环节,一些项目没有建立分类分区存放制度,不同批次的材料混放现象时有发生,增大了误用的风险。

2.3 材料质量检验信息衔接不足

材料质量检验包含施工单位送检、检测机构试验、监

理单位审核等诸多环节,信息在各个环节之间传递的快慢直接影响质量控制的效果。数据采集不全面,现有的部分试验设备可以实现数据自动采集,但是大量的试验不能实现自动化,原始记录不能自动生成,数据偏差、信息误填难以避免。深层次问题就是信息孤岛,预制构件供应链管理中信息垂直传递失真、信息横向传递受阻、数据管理没有统一标准。检测报告由检测机构发出后传送到施工现场,一般要经过纸张形式或者邮件形式,时效性差,真实性无法检验。当检测结果出现异常的时候,信息反馈的滞后会造成不合格材料已经使用,失去事前拦截的最佳时间。

2.4 材料使用过程监管不够完善

材料从进场到实际使用之间的过程监管,是目前建材管理体系中比较薄弱的环节。施工现场材料领用、搬运、加工、安装等环节操作记录不详细,材料实际使用部位与设计要求对应情况没有系统化的记录。由于施工过程信息分散在不同的记录、不同的单位之间,当某个部位出现问题的时候,很难很快找到所用的材料是哪一个批次、由哪个供应商提供的、检测结果又是如何的。另外,材料使用过程中损耗管理比较粗放,缺少准确的消耗核算手段,造成成本浪费的同时也使得材料使用量和进场量之间的对账困难^[2]。部分项目的相关原材料台账不能提供、不可溯源的情况仍然存在,说明基础管理工作还存在着不足。

2.5 质量追溯信息完整性不足

质量追溯信息完整是追溯体系有效运行的前提。目前大多数项目的追溯信息只包含材料进场验收这个节点,而向前延伸到生产环节、向后延伸到使用和运维环节的数据几乎全部缺失。由于原材料采购、配合比、生产、运输、交付验收等各个环节的数据各自为政,没有形成统一的记录格式和传递渠道,形成了一个断续的追溯链。当发生质量纠纷或者工程事故的时候,“由于过程数据缺失或者不规范,无法迅速找到问题环节及责任人,推卸责任的现象时有发生”。绿色建筑材料产业链数据流通场景存在多源异构数据质量低、流通过程权责不明、全链路可信追溯证据链缺失等问题,在建材行业普遍存在。GB/T 45592-2025给追溯体系的建设赋予了统一的标准,不过从标准走向实际操作还存在着诸多的现实难题。

表 1 建筑材料管理现存问题汇总表

问题类型	具体表现	对质量追溯的影响	主要原因
信息采集更新不及时	纸质台账为主,数据录入滞后	追溯链条起点缺失	缺乏统一信息平台
采购进场不规范	资质审核不严,检测项目缺项	材料来源无法确认	流程执行不到位
检验信息衔接不足	数据分散、传递滞后	质量证明不完整	数据标准不统一
使用过程监管不足	领用记录粗放,部位对应缺失	责任难以界定	过程留痕意识薄弱
追溯信息不完整	关键节点数据缺失	无法实现全流程追溯	追溯体系尚未建立

3 建筑材料数字化管理与质量追溯应用优化

3.1 完善材料信息管理平台

建立统一的材料信息管理平台属于推进数字化管理的基础性工作。平台应该包括材料从计划、采购、进场、检测、存储到领用、安装全过程,实现各个环节数据的标准化录入和自动化流转。平台的功能设计包含材料基础信息管理、进场登记和验收、检测数据关联、库存实时监控、使用部位追踪等主要模块。BIM 应用插件、用户系统以及分布式文件存储的协同工作属于平台技术架构的关键部分,借助 BIM 模型同材料信息的关联,可以达成对建筑空间内材料的精准定位。利用分布式数据库的透明性、不可篡改性以及计算逻辑,平台可以依靠智能合约来实现建材的自动化交易,从而提高管理效率并且保证数据可信。平台建设要符合 GB/T 45592-2025 对追溯系统的相关要求,保证追溯信息的采集、存储、查询功能符合标准规范。

3.2 加强材料质量数据共享

数据共享属于打破信息孤岛的手段。材料质量数据牵涉到生产厂家、供应商、施工单位、监理单位、检测机构以及监管部门等诸多主体,各个主体所使用的数据系统各自为政,接口标准不统一。“创建起包含建材生产、运输、使用以及监管全周期的数字化溯源平台,从而实现监管部门对于全部品类建材品质全生命周期的动态、实时、高效监管。”从技术实现角度来讲,可以制定统一的数据接口标准和交换格式,创建以材料唯一标识为纽带的共享体系,让各方在授权范围内得到想要的质量数据。打通建筑、物流、监管等各方面的数据孤岛,保证产品的全生命周期可追溯,区块链技术的去中心化、不可篡改的特点给多方数据共享提供信任基础^[3]。另外还要确定数据共享的权限等级和安全范围,用智能合约把责任分配矩阵表逻辑代码化,从数据产生和提交、申请和授权、存储和安全、审计和监督四个方面进行矩阵定位,在保证数据安全的基础上最大限度地实现共享效益。

3.3 强化关键环节质量控制

建筑材料管理各个重要的节点处,必须加强数字管控。在进场验收阶段推行一物一码溯源技术,给每一批次的材料赋码,扫描二维码可以查看厂家信息、检测报告、运输轨迹等数据,并使用防拆技术保证标签的唯一性。在检测环节推动检测数据的自动采集、实时上传,削减人工干涉环节,达成见证、委托、试验、报告出具全链条追溯管控,保证检测结果的真实性、准确性。在使用环节把材料信息同 BIM 模型里的构件联系起来,从而达成材料的精确定位和用量追踪。“在材料进场阶段,用物联网采集材料信

息并和 BIM 构件标识关联起来,用智能合约产生初始区块”,保证每一笔材料的关键质量信息在流转过程中不会消失。关键环节的控制点要按照材料种类、工程特性实施差别化的规划,对与结构安全相关的材料采取更为严格的标准。

3.4 建立全过程预警与异常处理机制

预警机制成了从事后追责变为事前预防的助推器。依靠信息管理平台收集到的实时数据,可以创建多个方面的质量预警指标,即检测数据超出标准范围、材料进场时间有异动、库存量低于安全界限、供应商资质将要到期等。当系统发现异常数据的时候,就会自动发出警报,并把警报信息发送给有关责任人。对于平台预警的异常数据实行专人负责、逐个销号、闭环处理的工作方式,具体项目的监督人员对整改情况全程跟进并上传处理结果。从技术上来说,智能合约事先设定数据调用次数上限、异常访问特征等预警规则,当达到阈值的时候就会立刻引发“黄色预警-红色熔断-账户冻结”这三级反应,把处理手段由事后追责提前到事前阻止^[4]。若预测的成本超过预算,智能合约会暂停执行并发出有关通知。当预测出品质不达标的时候,系统可以给出相应的调整建议来实现及时的干预。预警机制的建立要合理确定预警阈值,防止因为阈值过大造成漏报或者过小造成误报频繁发生。

3.5 完善数字化管理制度与人员保障

技术手段的落实要依靠制度保障和人员支撑。从制度上来说,应该建立与数字化管理相适应的操作规程,明确各个环节数据录入的责任、审核的权限和时限的要求,把数字化管理执行情况作为岗位考核的内容。应设立项目数字化管理岗位,配备专门或者兼职的数字化管理人员,根据各参与方的职责分工制定分级权限管理制度,保证平台操作权限与岗位职责相匹配。人员方面要对材料管理人员进行信息技术培训,分层次、持续性地开展培训工作,分别对决策层、管理层、操作层进行不同的培训,对决策层培训理念与价值、对管理层培训流程与管理方法、对操作层培训软件技能进行分析。新入职员工必须经过考核后才能上岗,每年不少于 4 次全员培训,内容包括追溯系统操作、质量标准识别、异常处理流程等。压实主体责任属于制度创建的关键准则,须经由制度规划来保证各个参与方在数字化运作中的责任明确、可追查。另外还要建立与 GB/T 45592-2025 等标准对接的内部管理规范,保证数字化管理有标可依、有据可查。

4 结语

建筑材料数字化管理以及质量追溯体系的创建,属于

建筑行业数字化转型的关键部分。本文从建筑材料管理的现实问题入手,对信息采集、采购进场、质量检验、过程监管、追溯信息等五个方面存在的问题进行了分析,并从平台建设、数据共享、环节管控、预警机制、制度保障五个方面提出优化策略。数字化管理不单单是技术工具的更新,也是管理理念和管理方式的深刻变革,需要技术、制度、人员的共同推进。“研究成果可以为建筑材料行业监管的数字化转型提供技术支持,对提高监管效率、保证建设工程质量有重大的应用价值和参考意义”。随着 BIM、物联网、区块链、人工智能等技术的不断发展,建筑材料的数字化管理以及质量追溯越来越趋向于智能化、自动化、标准化。

[参考文献]

- [1]庞喆.建筑工程项目中的建筑材料管理与控制分析[J].陶瓷,2026(7):122-124.
- [2]旷蓉.绿色建筑材料与数字化技术的融合应用[J].上海建材,2025(3):35-37.
- [3]段玉洁,余泽泽,薛倩倩,等.工程项目材料数字化管理系统研究[J].土木建筑工程信息技术,2024,16(5):114-118.
- [4]张澜沁,刘珊珊.我国建材数字化管理发展现状及思考[J].建设科技,2020(8):75-77.

作者简介:方未(1979—),女,汉族,浙江舟山人,助理工程师,本科,国家开放大学土木工程专业。