

建材供应链协同视角下搅拌站混凝土生产的质量追溯体系构建

符齐

海南永兆混凝土配送有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i8.4923

[摘要] 本文聚焦建材供应链协同视角下搅拌站混凝土生产质量追溯体系构建。阐述供应链协同理论、质量追溯技术基础及二者耦合机制,分析混凝土生产流程质量风险点与现有追溯模式问题。提出体系设计原则与总体框架,涵盖全链条覆盖、数据共享等原则及数据采集、传输存储等四层框架,并阐述物联网、区块链等关键技术实现路径,为提升混凝土生产质量追溯水平提供理论与实践参考。

[关键词] 建材供应链协同; 混凝土生产; 质量追溯

中图分类号: TU528 **文献标识码:** A

Construction of Quality Traceability System for Concrete Production at Mixing Plants from the Perspective of Building Material Supply Chain Collaboration

Qi Fu

Hainan Yongzhao Concrete Distribution Co., Ltd.

[Abstract] This paper focuses on the construction of a quality traceability system for concrete production at mixing plants from the perspective of building material supply chain collaboration. It elaborates on supply chain collaboration theory, the technical foundation of quality traceability, and their coupling mechanism, analyzes quality risk points in the concrete production process and problems in existing traceability models. It proposes system design principles and an overall framework, covering principles such as full-chain coverage and data sharing, as well as a four-layer framework including data collection, transmission, and storage. The implementation paths of key technologies such as the Internet of Things and blockchain are also elaborated, providing theoretical and practical references for improving the quality traceability level of concrete production.

[Key words] building material supply chain collaboration; concrete production; quality traceability

引言

在建材行业,混凝土质量关乎建筑工程安全与质量。当前混凝土生产质量追溯面临供应链节点信息断层、追溯数据真实性难保障等问题,影响质量追溯效果。建材供应链协同理论强调整合全环节资源、打破信息与利益壁垒,为质量追溯体系构建提供理论支撑。在此背景下,研究供应链协同视角下搅拌站混凝土生产质量追溯体系构建,对提升混凝土生产质量管控能力、保障建筑工程质量具有重要意义。

1 供应链协同驱动下的质量追溯体系构建逻辑

1.1 建材供应链协同理论

建材供应链协同理论聚焦于整合建材行业从原材料采购、生产加工到运输配送、终端应用等全环节资源,打破各参与主体间的信息壁垒与利益壁垒。该理论强调以协同合作为核心,通过建立统一的目标体系与沟通机制,让建材供应链中的供应商、生产商、物流企业、施工单位等节点主体形成利益共同体^[1]。在实际运作中,需通过优化资源配置,实现原材料供应与生产需求的

精准匹配,减少库存积压与资源浪费;同时借助协同决策,快速响应市场变化与质量需求,提升整个建材供应链的运行效率与抗风险能力,为质量追溯体系的构建提供理论指导,确保各环节在协同框架下有序衔接,为质量追溯奠定组织基础。

1.2 质量追溯技术基础

质量追溯技术基础涵盖多种关键技术,为质量追溯体系的实现提供有力支撑。其中,物联网技术通过各类传感器、RFID标签等设备,可实时采集建材生产、运输、存储等环节的关键数据,如原材料的产地、规格、进场时间,生产过程中的温度、湿度、配比参数等,实现对物理实体的精准感知与数据实时传输。区块链技术凭借其去中心化、不可篡改、可追溯的特性,能将采集到的质量数据进行分布式存储,保障数据的真实性与完整性,避免数据被篡改或伪造。大数据技术则可对海量的质量追溯数据进行挖掘分析,识别质量风险规律,为质量管控提供数据支持与决策依据,这些技术共同构成了质量追溯体系的技术基石。

1.3 供应链协同与质量追溯的耦合机制

供应链协同与质量追溯之间存在紧密的耦合机制,二者相互促进、相辅相成。一方面,供应链协同为质量追溯提供了良好的实施环境。通过供应链各节点主体的协同合作,可建立统一的数据采集标准与信息共享平台,确保质量追溯所需的数据能从原材料采购环节开始,无缝流转至生产、运输、施工等各个环节,避免因信息孤岛导致追溯中断,保障追溯数据的连续性与完整性,让质量追溯得以顺利开展。另一方面,质量追溯为供应链协同提供了有效的约束与保障。质量追溯体系能实时监控各节点的质量状况,一旦发现质量问题,可快速定位问题源头,明确责任主体,这就对供应链各节点主体的行为形成了约束,促使其严格遵守质量标准,积极参与协同合作,同时也能增强各主体间的信任度,进一步巩固供应链协同关系,推动供应链整体协同水平与质量管控能力的提升。

2 混凝土生产质量追溯体系现状分析

2.1 搅拌站生产流程与质量风险点

2.1.1 原材料采购(水泥、砂石、外加剂等)

在混凝土搅拌站的原材料采购环节,涉及水泥、砂石、外加剂等多种关键材料,该环节存在明显的质量风险点。首先,原材料供应商资质参差不齐,部分供应商为追求利益,可能提供质量不达标的材料,如水泥强度等级不足、砂石含泥量超标、外加剂性能不稳定等,而搅拌站若未对供应商进行严格的资质审核与评估,易导致不合格原材料进入生产环节^[2]。其次,原材料采购验收流程不够规范,部分搅拌站仅依靠人工目测或简单检测手段对原材料质量进行检验,难以全面准确判断原材料的各项性能指标,如砂石的颗粒级配、外加剂的减水率等关键参数无法得到精准检测,使得不合格原材料蒙混过关,为后续混凝土生产质量埋下隐患。另外,原材料采购过程中缺乏有效的溯源机制,一旦后续发现混凝土质量问题,难以追溯到具体的原材料供应商与采购批次,增加了质量问题处理的难度。

2.1.2 生产配比与搅拌工艺

混凝土生产配比与搅拌工艺环节是决定混凝土质量的核心环节,同时也存在诸多质量风险点。在生产配比方面,部分搅拌站未根据工程实际需求与原材料特性进行科学合理的配比设计,而是沿用固定的配比方案,导致混凝土的强度、耐久性等性能无法满足工程要求。例如,在不同强度等级的混凝土生产中,若水泥用量、水灰比等关键配比参数设置不合理,会直接影响混凝土的抗压强度与抗渗性能。在搅拌工艺方面,搅拌时间不足或搅拌速度不当是常见问题,搅拌时间过短会导致原材料混合不均匀,出现局部配比失衡的情况,影响混凝土的匀质性;搅拌速度过快则可能导致混凝土离析,破坏混凝土的结构稳定性。生产过程中对配比参数的调整缺乏严格的审批与记录流程,当原材料特性发生变化时,操作人员随意调整配比,且未及时记录调整原因与调整参数,使得后续质量追溯时无法准确还原生产过程,难以分析质量问题产生的原因。

2.1.3 运输与浇筑环节

混凝土的运输与浇筑环节同样存在不容忽视的质量风险点,对混凝土最终质量影响显著。在运输环节,主要依赖混凝土搅拌运输车进行运输,若运输距离过长或运输时间过久,且运输过程中未采取有效的保温、保湿措施,会导致混凝土坍落度损失过大,影响混凝土的施工和易性,甚至出现初凝现象,无法正常浇筑。同时,部分搅拌运输车驾驶员为赶时间,存在超速行驶、急刹车等情况,可能导致混凝土在运输车内发生离析,破坏混凝土的均匀性。在浇筑环节,浇筑顺序混乱、浇筑速度不当是常见问题,浇筑顺序不合理会导致混凝土内部出现冷缝,影响结构整体性;浇筑速度过快则可能使模板承受过大压力,引发模板变形或漏浆问题。浇筑过程中缺乏对混凝土坍落度、温度等关键指标的实时监测,无法及时发现混凝土质量异常情况,且浇筑后的振捣不充分或振捣过度,会分别导致混凝土密实度不足或骨料下沉、浆体上浮,影响混凝土的强度与耐久性。

2.2 现有质量追溯模式的问题

2.2.1 供应链节点信息断层

在混凝土生产质量追溯的现有模式中,供应链各节点之间存在严重的信息断层问题。混凝土供应链涵盖原材料供应商、搅拌站、物流运输企业、施工单位等多个节点,各节点主体往往只关注自身环节的信息记录与管理,缺乏统一的信息共享平台与数据交互机制。原材料供应商仅向搅拌站提供简单的材料合格证证明,未详细共享原材料的生产批次、检测报告、存储条件等关键信息;搅拌站在生产过程中记录的生产数据、质量检测数据,也未及时同步至物流运输企业与施工单位;物流运输企业仅记录运输时间与目的地,不反馈运输过程中的温度、湿度等影响混凝土质量的参数;施工单位在浇筑过程中发现质量问题,也难以快速获取前期原材料采购、生产、运输环节的相关信息。这种信息断层导致质量追溯无法贯穿整个供应链,一旦出现质量问题,只能在局部环节排查,难以快速定位问题源头,大幅降低了质量追溯的效率与准确性。

2.2.2 追溯数据真实性难以保障

现有混凝土生产质量追溯模式下,追溯数据的真实性难以得到有效保障,主要存在数据篡改、伪造与记录不规范等问题。目前,多数搅拌站仍采用人工记录的方式记录生产数据与质量检测数据,如人工填写原材料进出台账、生产配比单、质量检测报告等,这种人工记录方式易受人为因素影响,操作人员可能因疏忽大意导致数据记录错误,或为逃避责任故意篡改数据,如虚报原材料检测结果、伪造生产配比参数等^[3]。即使部分搅拌站引入了信息化管理系统,由于系统缺乏有效的数据加密与监管机制,内部人员仍可通过后台操作修改数据,且数据存储多集中在单一主体的服务器中,缺乏第三方监督与验证,数据的可信度较低。此外,各节点主体之间的数据缺乏交叉验证机制,如搅拌站记录的原材料用量与原材料供应商提供的供货量无法相互印证,物流运输企业记录的运输时间与搅拌站、施工单位的交接时间存在差异,这些都进一步加剧了追溯数据真实性的质疑,使得质量追溯失去了应有的意义。

3 供应链协同视角下的质量追溯体系构建

3.1 体系设计原则

供应链协同下混凝土生产质量追溯体系设计,要遵循四项关键原则。一是全链条覆盖原则,体系需贯穿混凝土供应链的原材料采购、生产搅拌、物流运输、施工浇筑等所有环节,全面采集与记录各环节质量数据,实现从原材料源头到最终应用的全生命周期追溯,防止因环节缺失造成追溯中断。二是数据共享与协同原则,建立统一信息共享平台,打破各节点主体间的信息壁垒,推动质量数据实时交互共享,让各主体及时获取所需追溯信息。同时,通过协同决策机制,共同应对质量问题,提升供应链整体质量管控能力。三是数据真实可靠原则,引入区块链、物联网等技术,加密存储并实时上传质量数据,利用区块链特性保障数据真实。建立数据审核与交叉验证机制,对上传数据多方验证,杜绝篡改伪造。四是动态性与可扩展性原则,体系要具备实时数据采集与动态监控能力,及时预警质量风险。架构需有良好可扩展性,可依行业技术发展、政策变化和企业需求,灵活增加功能模块、接入新节点,适应行业质量追溯发展。

3.2 总体框架设计

供应链协同下混凝土生产质量追溯体系总体框架分四层。数据采集层是基础,部署物联网设备自动采集全环节质量数据。如原材料采购环节用RFID标签、传感器采集产地等信息;生产环节用智能仪表等采集配比等参数;运输环节用GPS等采集运输数据;浇筑环节用移动检测设备采集坍落度等数据,减少人工干预。

数据传输与存储层负责实时传输与安全存储数据。通过5G等通信技术实时传至统一平台,利用区块链构建分布式数据库加密存储,结合云存储实现海量数据高效存储与便捷访问,保障数据安全可及。数据处理与分析层运用大数据技术,清洗、整合、挖掘分析海量追溯数据,形成标准化数据集。建立质量分析模型,识别质量风险规律,为质量管控提供数据支持。应用层是核心输出层,为各节点主体提供多样化服务。为原材料供应商提供材料溯源与反馈服务;为搅拌站提供监控与预警服务;为物流企业提供路线优化与追踪服务;为施工单位提供质量查询与追溯服务;为监管部门提供监管与数据分析服务,实现高效质量追溯与

管控。

3.3 关键技术实现

供应链协同下混凝土生产质量追溯体系关键技术实现,需突破四方面技术。

物联网数据采集:各环节适配设备与技术。原材料采购用超高频RFID标签与阅读器;生产环节在搅拌设备装智能传感器,经PLC系统上传数据;运输环节在搅拌运输车装北斗/GPS定位、超声波及温湿度传感器,通过4G/5G模块传数据;浇筑环节用便携式检测设备,数据经蓝牙同步至APP再上传。区块链数据存证:采用联盟链架构,各节点独立记账^[4]。数据上传后生成交易记录,经共识验证写入区块,用哈希算法加密,开发浏览器供查询,实现透明可追溯与多方验证。大数据分析:构建预处理模型,清洗、标准化数据;建立质量预测模型,用机器学习算法预测关键指标,预警风险;搭建可视化平台,直观展示数据趋势等信息。信息共享平台搭建:采用微服务架构,拆分功能为独立模块;基于API接口对接各节点信息系统;运用身份认证与权限管理技术分配权限,保障数据安全,实现协同工作与信息共享。

4 结束语

建材供应链协同视角下搅拌站混凝土生产质量追溯体系构建,是提升混凝土质量管控水平的关键举措。通过遵循全链条覆盖、数据共享等原则,搭建四层总体框架,突破物联网、区块链等关键技术,可实现混凝土生产全流程质量追溯。未来,随着技术发展,该体系将不断完善,为建材行业高质量发展提供更有保障,推动行业向更安全、高效、可持续方向迈进。

[参考文献]

- [1]张明.混凝土生产中质量控制的关键因素分析[J].建筑材料,2021,33(5):12-22.
- [2]李红,王志远.混凝土生产中原材料选择的研究与实践[J].混凝土技术,2020,28(3):45-56.
- [3]贺东东.混凝土搅拌站的生产及质量控制管理[J].大众标准化,2024(4):13-15.
- [4]苏文卓.预拌混凝土搅拌站绿色生产管理措施探究[J].居业,2025(6):203-205.