

二维码控制系统驱动混凝土生产全周期管理的效能提升与创新

●周文娟



[摘要] 本研究探讨了二维码控制系统在混凝土生产全周期管理中的应用及效能提升,通过设计涵盖原材料追踪、生产监控、物流交付和质量追溯的智能化管理体系,解决传统模式中的效率低、追溯难等问题。系统结合一键式混凝土布料振捣技术和 PLC 控制,实现生产过程的精准调度,并通过动态二维码生成与加密存储提升数据安全性与可追溯性。实际案例表明,该系统显著提高了生产效率、质量管控和物流准确性,为混凝土行业的数字化转型和未来工业智能化升级提供了创新方向与实践参考。

[关键词] 二维码控制系统;混凝土生产管理;全周期管理;数字化转型;质量追溯

随着建筑行业的快速发展,混凝土生产管理面临原材料追溯、生产监控、物流和质量管理等复杂挑战。传统管理模式因信息孤岛、数据滞后和人工误差而难以满足行业发展的需求。二维码技术以其高效、低成本、防伪、可追溯等优势,为混凝土生产全周期管理的数字化和智能化转型提供了解决方案。结合物联网和云平台技术,二维码技术实现了生产管理的可视化与精准化。

以中铁建重庆建筑科技有限公司为例,通过在轨道交通项目中引入二维码管理系统,显著提升了生产效率与资源利用率。本研究系统分析了二维码技术在混凝土生产中的应用潜力,设计了二维码控制系统,并结合实际案例验证其在效能提升与数字化转型中的作用,为行业管理创新提供了参考方向。

Q 相关研究与技术概述

(一)混凝土生产全周期管理现状

混凝土生产全周期管理涵盖原材料采购、生产调度、质量控制、物流运输和施工应用等环节,流程复杂且环环相扣。然而,传统管理模式存在信息孤岛、流程割裂、数据滞后等问题,尤其在原材料溯源、生产过程监控和质量追溯方面难以满足现代工程项目对高效、精准管理的要求。此外,人工干预频繁导致操作误差和生产效率低下,而物流环节因缺乏实时跟踪手段,常出现运输延误和交付错误,整体管理模式亟需数字化和智能化转型。

(二)二维码技术概述

二维码作为一种高效的二维信息编码技术,具有存储容量大、快速读取与识别、易于生成且成本低廉等显著优势,同时具备防伪和追溯功能,能够提升信息的安全性和管理效率。其技术已在多个领域得到广泛应用。在物流与供应链领域,通过二维码实现商品的高效追踪与管理;在医疗健康领域,应用于药品追溯和病历管理;在制造业领域,应用于生产工艺跟踪和设备维护记录等。上述应用为二维码技术在混凝土行业的推广提供了重要借鉴,展示了其在优化生产流程、提升管理水平方面的潜力。

Q 二维码控制系统设计与实现

(一)系统框架设计

二维码控制系统通过整合感知层、网络层、数据层和应用层,形成完整的生产全周期数字化管理架构。(1)感知层。在生产线关键节点安装二维码扫描设备,对混凝土生产中的原材料、模具、设备运行状态进行实时数据采集。特别是结合模具进气口、布料和振捣工艺的生产环节,确保每个批次的生产数据精准追踪。(2)网络层。利用高速工业物联网实现多设备的数据传输和交互,将采集到的信息实时上传至管理平台。(3)数据层。集中存储和分析二维码扫描数据,结合 PLC(可编程逻辑控制器)技术对振捣时间、布料流程进行分层分步控制,确保数据的准确性和一致性。(4)应用层。为用户提供直观的管理界面和多种应用功能,包括生产状态监控、质量追溯查询、动态调整生产计划等,提升系统的用户体验和管理效率。

(二)核心功能模块

二维码控制系统由以下核心功能模块组成。

(1)原材料追踪模块。为每批次水泥、砂石等原材料生成唯一二维码标签，记录其来源、检测结果等信息，实现来源可追溯和质量透明化。(2)生产过程监控模块。通过一键式混凝土布料振捣系统，将模具进气口、布料、振捣等环节整合为一体。利用二维码技术对生产批次信息进行关联，通过PLC控制布料分层、振捣时间等工艺参数，实现超厚管片混凝土的精确控制，杜绝人为因素干扰。(3)物流与交付管理模块。在混凝土运输车辆和交付单据上引入二维码，实现实时运输状态跟踪和精确交付管理，避免了运输延误及错误交付。(4)质量追溯模块。为每批次混凝土生成唯一二维码，记录其生产和应用全过程信息，包括振捣参数、养护方式等，实现生产质量的全面追溯。

这些模块协同工作，实现对混凝土生产全周期的精细化管理。

(三)系统实现关键技术

(1)二维码生成与解析技术。系统使用高效算法生成唯一二维码，并结合工业扫描设备实现精准解析和实时信息录入。(2)PLC控制系统的集成。将二维码数据与PLC系统集成，针对布料分层、振捣时间等生产环节进行自动化精细控制。PLC控制系统支持以秒为单位对振捣时间进行调节，确保操作的高效性和精确性。(3)实时数据采集与云平台存储。通过感知层的扫码设备与网络层的物联网连接，将生产数据实时上传至云端，为数据的分析和可视化提供支持。

表 1 系统功能模块与对应技术

功能模块	对应技术
原材料追踪模块	二维码生成与解析技术、物联网数据采集技术
生产过程监控模块	二维码技术、PLC控制系统、一键式混凝土布料振捣体系、实时数据采集与反馈技术
物流与交付管理模块	二维码跟踪技术、GPS定位与物流管理系统、无线通信技术
质量追溯模块	二维码全流程追溯体系、云平台数据存储与管理、数据可视化分析技术
数据分析与反馈模块	大数据分析技术、人工智能算法、智能化可视化平台

Q 效能提升与评价

(一)效率提升的关键指标

二维码控制系统在混凝土生产全周期管理中显著提升了管理效能，从数据准确性、生产调度效率、物流交付效率和质量追溯能力四个关键指标体现出其优势。通过二维码实

时采集和存储原材料、设备运行、物流和交付数据，消除了人工录入错误，确保数据可靠性；结合PLC控制实现布料分层和振捣时间的精准控制，动态调度减少了生产线停滞时间；在物流环节，通过二维码跟踪运输车辆和交付单据，确保交付的准确性和及时性，降低了错误率；同时，通过二维码完整记录每批次产品的生产全过程数据，大幅缩短质量问题溯源时间，为高效解决问题提供了可靠支持。

(二)二维码控制系统在各阶段的效能提升

二维码控制系统在混凝土生产全周期管理的各阶段实现了显著效能提升。在原材料管理阶段，系统通过二维码标签记录原材料来源和检测信息，实现供应链的透明化，并通过动态监测库存状态优化采购计划，减少浪费；在生产阶段，利用一键式布料振捣系统和PLC精准控制，实现分层布料和振捣的统一管理，确保工艺一致性并减少人为干预；在物流和交付环节，二维码实现了运输状态和交付进度的可视化跟踪，提高物流效率并避免交付信息遗漏；在质量管理方面，系统通过唯一二维码记录每批次产品的生产和应用全过程数据，可快速追溯质量问题来源，显著缩短问题处理时间并提升客户满意度。

(三)实践案例：重庆轨道交通建设的实际应用

1.重庆轨道交通项目中的二维码系统应用

中铁建重庆建筑科技有限公司在多个轨道交通建设项目中率先引入二维码控制系统，成功实现了混凝土生产管理的智能化和数字化转型。例如，在重庆轨道交通24号线和15号线轨道板生产项目中，公司利用二维码技术和PLC控制系统，将模具、布料、振捣等环节集成到统一平台，实现了一键式布料与振捣的精准控制。(1)原材料追踪。通过为每批次水泥、砂石生成二维码标签，记录其供应商、检测报告和入库信息，实现原材料来源的透明化管理，确保了轨道板生产的质量标准。(2)生产过程控制。系统结合PLC控制实现振捣时间的精确控制(以秒为单位)，并对布料分层厚度进行动态调整，确保轨道板和管片产品的一致性。(3)物流与交付。在轨道板的运输与交付环节，二维码实时跟踪运输状态，提高了物流效率，避免了交付环节中的误差。

2.成果与效益

(1)提升生产效率。轨道板生产线改造后，通过提升料斗实现灌注优化，每天最高产能可达到36块轨道板，节省了人工成本30万元/年。(2)降低运营成本。二维码系统支持实时数据采集和动态调度，改造后的生产线减少了工装费用及人工操作成本，总节约31.15万元。(3)优化场地利用。通过设计轨道板存放的二层工装结构，节约场地面积，创造经济效益53.35万元。(4)解决质量问题。针对轨道板腋角气泡问题，通过优化模具侧模结构，结合二维码技术实现工艺改进，减少了修补材料和人力成本，增加效益36万元。

3.西渝高铁项目中的管片生产

在西渝高铁康渝段管片生产任务中,二维码控制系统通过记录每环管片从原材料到出厂的全过程信息,实现了全面的质量追溯和动态管理。结合二维码的物流跟踪功能,公司完成了近两千环管片的高效生产与交付,确保了项目施工进度。

(1)振捣时间控制。通过一键式振捣技术,解决了管片生产中超厚结构振捣不均的问题,提升了产品质量。(2)动态追溯。二维码记录了每环管片的生产、运输及现场应用信息,为施工中的质量问题提供了快速定位和解决依据。

Q 技术创新与挑战

(一)技术创新点

(1)全流程数字化与集成管理。二维码控制系统实现了从原材料采购到生产调度、物流运输、质量追溯的全流程数字化管理。通过整合二维码标签和 PLC 控制系统,生产过程中的每一环节均可实现实时监控和动态调整,避免了传统管理模式中因数据孤岛而造成的信息不对称。(2)一键式智能控制。结合一键式混凝土布料振捣体系,将布料、振捣工艺等环节整合为一体。利用 PLC 控制振捣时间和布料分层厚度,消除人为操作干扰的同时提升工艺精准性,实现超厚管片的高质量生产。(3)数据驱动与智能优化。系统结合大数据分析和人工智能算法,对生产数据进行实时分析,为生产调度、设备维护和工艺优化提供智能化建议。例如,通过数据趋势分析预测设备故障,提前排除隐患,进一步提高生产效率。(4)动态防伪与溯源能力。二维码标签不仅用于生产管理,还具备强大的防伪功能,通过加密算法和动态二维码生成技术,实现数据的高安全性和唯一性,确保质量问题可快速溯源。

(二)技术实现中的挑战

(1)数据安全性与系统防伪力。二维码技术虽然实现了信息的高效传递,但在信息安全方面仍面临潜在威胁,如二维码内容被篡改或复制的问题。为此,系统需要引入加密算法和防伪技术,例如结合区块链技术实现数据的不可篡改性。同时,需加强权限管理,确保不同用户在不同操作环节中的数据访问安全性。(2)复杂生产环境的适应性。混凝土生产环境通常伴随高温、高湿、粉尘等挑战,这对二维码标签的耐久性和扫描设备的性能提出了更高要求。未来可采用耐高温、防水、防腐蚀的特制二维码标签,并升级工业扫码设备,使其在恶劣条件下仍能实现高效精准的识别。(3)系统集成与用户操作习惯。二维码控制系统需要与企业现有的 ERP、MES 等系统无缝集成,不同系统间的数据兼容性和协同性是技术实现的难点之一。此外,部分一线工人对新技术接受度较低,需要优化系统界面和操作流程,通

过用户友好型设计降低技术门槛,同时提供必要的培训支持。

(三)未来改进方向

(1)区块链与动态二维码结合。引入区块链技术,与二维码控制系统结合,构建分布式数据存储体系,进一步提升系统的数据安全性和透明度。通过动态二维码技术,定期更新二维码内容,增强防伪功能。(2)智能硬件与环境适应性提升。研发高性能工业扫码设备,结合传感器技术实现实时环境监测,并设计更耐用的二维码标签材料,确保系统在极端环境下的长期稳定运行。同时,融合物联网技术,实现设备与数据的深度连接和智能联动。(3)用户体验优化与智能化升级。优化系统界面和操作流程,增强用户的交互体验,并引入人工智能技术对数据进行更深入的分析,提供生产预测、工艺优化和设备调度的智能化支持。通过移动端应用扩展功能,用户可随时随地完成数据查询和管理操作。

Q 结束语

二维码控制系统的引入,为混凝土生产全周期管理带来了创新的管理模式。通过整合二维码技术、PLC 控制 and 一键式振捣体系,成功实现了生产流程的数字化与智能化管理。研究表明,系统在提升数据准确性、生产调度效率、物流交付能力和质量追溯能力方面效果显著,同时有效解决了传统管理模式中的痛点。然而,二维码控制系统的全面推广仍面临数据安全、环境适应性和系统集成等多重挑战。未来,应进一步结合区块链技术提升数据防伪性,开发适用于复杂环境的智能硬件设备,并优化系统的用户交互体验以推动技术的普及。总体而言,该系统不仅为混凝土行业提供了创新解决方案,还为其他传统工业领域的数字化转型作出了示范,具有广泛的应用前景和发展潜力。

Q 参考文献

- [1]郑宇,占成元,秦晓豪.二维码在混凝土原材料质量管理的应用[J].工程质量,2023,41(12):55-58.
- [2]赵文祥.基于 BIM 和二维码的盾构管片全生命周期管理系统研究[J].铁道勘察,2022,48(05):88-93.
- [3]嵇道青.混凝土拌和站智能化管理技术[J].智能城市,2021,7(17):69-70.
- [4]蔡荣喜,王磊.信息化管理模式提升高速铁路混凝土品质的探讨[J].铁道建筑,2021,61(01):147-150.

作者简介:

周文娟(1990—),女,汉族,山东菏泽人,本科,工程师,中铁建重庆建筑科技有限公司,研究方向:混凝土预制构件生产管理、成本管理。