

[文章编号] 1003—4684(2019)03-0056-05

PC 构件供应链追溯系统设计

徐 敏, 吴京戎, 王 彬

(湖北工业大学土木建筑与环境学院, 湖北 武汉 430068)

[摘 要] 传统装配式建筑在信息技术和自动化过程中产生的低效率、可控范围大、人工操作误差大等问题。对此, 需要初步构建一种统一的、全方位、全流程监控的集成融合平台, 基于 RFID(无线射频识别 Radio Frequency Identification)和 EPC(产品电子代码 Electronic Product Code)技术的追溯系统。该系统能通过智能手机 APP、无线智能终端以及各类传感器等形式进行追溯, 其追溯信息包括: PC 构件基本信息、PC 构件物流信息和出库信息以及构件地理位置信息等, 将实现从生产、出库及物流和安装全过程追溯, 为提高 PC 构件供应链有效运作提供有力保障。

[关键词] PC 构件; 供应链; 追溯系统; RFID 技术; EPC 技术

[中图分类号] TU18

[文献标识码] A

随着装配式建筑在国家政策不断推行, 尤其是绿色建筑的口号得到社会各界积极的响应。近年来装配式建筑方兴未艾, 但是与一些起步早、技术强的发达国家相比, 国内的装配式建筑还有相当的差距。《武汉市人民政府关于装配式建筑的通知》提出, 到 2017 年底, 新建装配式建筑面积占当年新建建筑面积的比例不低于 10%; 2018 年—2020 年, 上述比例力争逐年递增 10%, 到 2020 年底, 力争新建装配式建筑面积占当年新建建筑面积的比例不低于 40%。对于装配式建筑来讲, 国内的装配式建筑企业众多, 相关的技术程度不一, 建筑集成信息化效率低造成工程在某些建筑节点会造成许多低效率的操作。故有必要建设几个现代化、大规模、高性能的生产—配送中心, 使其具有强大资源吸收能力和地区竞争力, PC 核心组件技术得以在广泛地区以及全国推广, 并初步形成一套合理的行业标准, 设计并形成 PC 构件供应链系统, 使其效率大大提高, 投入先进设备, 完善上下游链接, 使其功能齐全, 标准化建立运营管理体系和严格化操作。因此建立一个安全、规范、可控的 PC 构件供应链智能监控和追溯系统势在必行。

现有对 RFID 和 EPC 技术在 PC 构件供应链追溯系统中的应用研究较少, 目前此两种技术在轻工

业及部分重工业研究应用效果良好, 许多专家对此进行大量研究工作。Zhu 等人对事件状态建立系统模型, 借助于 RFID 技术检测各个事件之间的复杂事件, 处理系统基于事件立即发生的模型来指定时间关系, 确定模型的准确性^[1]。Zheng 等人发现装配式建筑在现场服务不足和数据交互不完整以及缺乏实时性可追溯性的实时对象数据, 故定义和设计智能建筑对象(SCO)和智能网关, 使用射频识别(RFID)技术在预制建筑的现场组装的整个工作过程中收集实时数据, 结合 VR 技术和云平台, 帮助管理人员进行处理决策^[2]。李天华采用了相关案例, 证实 BIM-RFID 融合技术在整个建筑的生命周期中具有提高信息共享效率的作用^[3]。仲青等人对 RFID 和 BIM 技术的研究表明, 这两个技术的结合都与施工现场安全监控高度结合, 促进工程项目实时可视化、信息自动化, 协作安全监控高效, 有强大的信息交互能力, 实现有效和安全的不管理^[4]。周修理通过设计一种农产品溯源中超高频率 RFID 阅读器可用于实际产品追溯信息快速化、准确化^[5]; 安燕洁提出基于物联网技术的食物链物流可追溯性管理研究, 已经分析现有的信息可追溯性模型, 通过结合不同模型的优点, 提出一种适用于水产品供应链的可追溯性模型, 并选择了 SGINT-96 代码, 该结构对已

[收稿日期] 2019—01—21

[基金项目] 湖北省卓越工程师协同育人计划项目(20161216 鄂教高函(2016)35 号)

[第一作者] 徐 敏(1994—), 男, 湖北武汉人, 湖北工业大学硕士研究生, 研究方向为工程管理

[通信作者] 吴京戎(1970—), 女, 湖北武汉人, 硕士, 湖北工业大学副教授, 研究方向为工程管理, 房地产开发

识别的元素进行编码和识别,并使用 Microsoft SQL Server 20012 开发分布式数据库^[6]。董娜等人提出基于 BIM 和 RFID 的工业建筑构件日历管理系统框架,并通过二次开发,形成基于 BIM 的工业建筑构件日历管理系统^[7,8]。郭振军等人在实验仿真后对确定性的 RFID 标签防碰撞算法存在的识别效率不高、系统数据交换量大等问题,分组机制防碰撞算法,将其与融合后的二进制树搜索算法相结合,分批次识别标签组中的标签,能有效地减少数据通信量,结果表明,该算法相比其他几种算法,具有识别效率高、数据交换量小等优势^[9]。

笔者主要针对 PC 构件供应链追溯系统进行研究,结合现有国内外研究基础,在装配式建筑构件的各个重要节点的基础上,构思并设计一套基于 RFID&EPC 技术的 PC 构架供应链追溯系统。增强 PC 构件供应链追溯系统的交互性、安全性和可靠性,提高装配式建筑的效率。

1 PC 构件供应链系统介绍

1.1 重要节点

PC 构件供应链系统一般分为供应链前期工作、中期工作和后期工作,初步工作涉及生产和加工阶段;中期工作主要以供应链物流配送阶段;后期工作是输入构件的入库存储和安装阶段。供应链的主要任务是监控整个供应链过程,尤其是在前期工作阶段。现将武汉市某构配件厂为例,根据《装配式建筑评价标准》GB/T51129-2017,将供应链前段共分为 8 个控制点,详见表 1。

表 1 PC 构件生产控制节点

序号	控制节点	操作记录信息
1	半成品、原料进场	日期、地点、等级、操作人
2	半成品、原料分拣及检查	日期、地点、等级、操作人
3	初次处理	日期、地点、操作人
4	入模成型	日期、地点、操作人
5	养护检查	日期、地点、操作人
6	信息匹配	日期、地点、操作人
7	场内候放	日期、地点、操作人
8	出库及物流运输	日期、地点、操作人

1.2 PC 构件供应链系统模型

传统装配式建筑在技术与信息自动化的过程中产生效率低、可控性范围大、人工操作性误差大等问题,需要进一步研究 PC 构件供应链模型的交互性与可靠性,故对各个参与方进行统一的、全方位、全流程的集成融合。其主要参与方包含:建材生产商、建材供应商、PC 构件生产商(构件厂设计中心)、物流配送中心、监控中心(由业主和政府第三方)、施工

方。根据当前 PC 构件供应链的特点和实际现状,提出一种 PC 构件供应链系统模型,如图 1 所示。

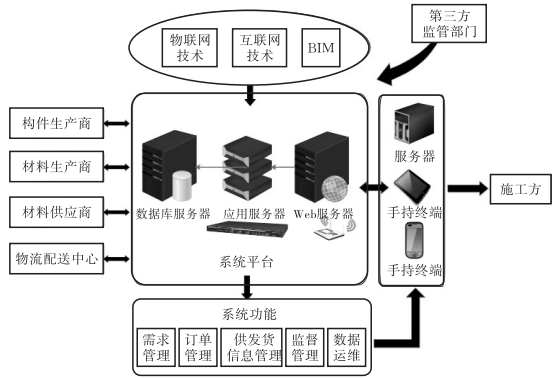


图 1 PC 构件供应链系统模型

1.3 建立参与方协同机制

实际工程中,由于各方产生信息不对称及沟通不到位等问题,整体的供应链过程较长内部交叉信息多。因此,需建立一个完整各方协同的机制,通过 PC 构件供应链平台使得各方能够在每个阶段高效地参与全程的运作管理和监督。既保证构件供应链的整体性,也在技术和管理上可以降低企业成本、提高效率,高质量完成工程项目。

2 系统设计

2.1 设计思路

关于 PC 构件供应链智能追溯系统设计思路主要分为以下三点:

1)基于预制建筑生产标准,采用新型传感器、无线传感器网络技术和百度地理 API,实现 4G 和 ZIGBEE 网络的实时数据传输,建立 PC 构件供应链的智能监控和可追溯系统,从而确保整个系统的供应链交互性、可靠性和安全性。

2)使用 Microsoft SQL Server 2012、Asp.net C# 等软件技术,独特地管理 PC 构件供应链数据,建立 PC 构件供应链可追溯系统,并管理从生产公司到终端制造商的 PC 构件的信息可追溯性。

3)优化 RFID 技术结合 BIM 数据库,与 BIM 数据库相关联的优化 RFID 技术可以执行接收、传递和反馈功能。

a)属性信息设计阶段以.xls 格式存储基本构件信息,为 BIM 的每个构件分配识别码,通过 BIM 的开发自动将规划信息保存在 BIM 数据库。程序自动识别和匹配生产构件交付,构件属性信息和在设计阶段确定的预期进度被自动记录在 RFID 标签中。

b)状态信息由 RFID 标签记录在每个重要节点上,并且诸如构件状态、实时进度和相关管理人员的

信息存储在设备中,RFID 标签中包含信息以及 BIM 数据库中包含的数据库和信息是实时的、互动的。

2.2 具体步骤

1)初步设计模型

基于装配式建筑生产标准,采用新型无线传感器网络技术、百度地理 API、4G 和 ZIGBEE 网络等技术支撑,搭建模型组织框架,熟悉各参与方具体信息。

2)数据库平台建设

数据库采用以 Microsoft SQL Server 2012 的核心为主要操作平台,主要基于 PC 构件的原材料信息、生产处理日志信息、销售分发信息和物流过程信息。将创建可追溯性信息的统计表,可追溯性统计表连接到后台管理,可以通过主要管理机构进行修改和更新。

3)创建 EPC 编码输入构件

在 RFID & EPC 为主要技术手段支持下,构建 PC 构件供应链可追溯性网络系统,用处理完备的 RFID 信息和规范的 EPC 编码作为系统可追溯性的基础。该系统有这样三种主要的 EPC 代码格式: EPC-64/EPC-96/EPC-256。根据 PC 构件供应链系统的大小和特性,该项目采用 EPC-96 编码格式^[10],如表 2 所示。

表 2 编码原则				
项目	位数			
	8	28	24	36
格式	X	XXX	XXX	XXXXX
意义	标头 (header)	管理 (regulation)	内容 (text)	序列号 (Serial)

4)参与方信息共享平台

参与方主要的名称、地理位置、企业资质、组织架构等信息以及参与平台后对于系统数据对接企业数据,会产生何种效益和分歧,共同探讨,按照参股多少为原则,以资源信息、平台建设款项、设备、技术等为参股媒介,合理区分各方利益,做到信息互通、效率利益最大化。

5)供应链系统平台优化

系统初步建成后,工程进行时,平台运作信息进行专人专管,信息实时更新,当市场规模达到一定时,成立类似“淘宝”公司性质的平台,不断链接新的公司数据入口,优化系统平台。

3 系统构建

3.1 整体框架

PC 构件供应链系统主要采用 B/S 结构,允许

用户通过智能手机 APP、无线智能终端以及各类传感器等形式以及 RFID 智能分析终端或浏览器查询 PC 构件供应链系统相关信息和调控手续。该系统主要使用 Microsoft SQL Server 2012、Asp.net、C# 等操作平台构建完整、方便、跨界可持续的可追溯性系统软件^[6,11](图 2)。

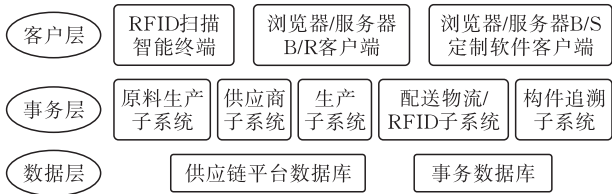


图 2 PC 构件供应链追溯系统框架

系统软件平台的架构如图 3 所示。使用客户层,事务层和数据层的三层体系结构。数据层使用(查询、插入、删除和修改)所获取的产品数据来向事务层或客户层提供数据服务,并且事务层管理服务逻辑。客户层使用智能终端或定制客户端软件 B/S 完成并行查询。事务层主要是各种节点的数据提供的平台,为数据层和客户层提供依据。

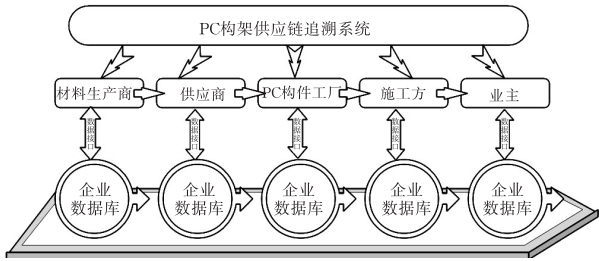


图 3 PC 构件供应链追溯系统图

3.2 功能介绍

系统维护模块主要管理所有用户(管理者账号),该系统分配三类账户:监管机构、生产制造商和终端者。根据帐户类型授予三种不同的权限。常规帐户只能查询基本信息,没有数据管理权限;一般管理员可以查看显示所有信息的可能性,有数据管理权限;终端管理员是管理所有权限的人员,也是系统主要开发者。系统具体功能主要有:

1)需求管理

系统提供 MRP(物资需求计划 Material Requirement Planning)计算生成、配套查询产生、库存缺料分析产生、销售订单下推、智能录入等多种采购需求生成方式,并可按照物料、供应商等信息进行采购需求的灵活合并,满足不同企业不同业务的采购需求管理要求。

2)订单管理

系统提供完整的订单管理功能,支持订单手工和自动关闭方式及采购订单变更管理,帮助企业有效的规范采购订单作业流程,提高采购业务处理

效率。

3)供货生产—发货信息管理

系统提供发货通知单,帮助企业销售部门控制发货。在企业之间的采购业务中,发货通知单和退货通知单是重要单据,可以在企业数据库间相互传递,完成业务处理。

4)跟踪—监督管理

主要提供 PC 构件供应链系统的相关查询信息。普通用户可以使用智能终端设备或 Web 运行查询。查询信息包括构件名称、制造公司名称、构件制造历史信息、配送中心、供应链销售分配信息数据、输出数据统计等,以及第三方监控备份数据,用以作为构件生产外部保证,更加保障产品的质量。

5)数据运维

数据管理操作和维护模块主要包括两个用于更新数据和输入信息的子功能。常规帐户只能查询信息和更新数据,一般系统管理员有权限在 PC 的组件供应链系统中输入构件相关信息,终端管理员有权限更新数据并输入所有信息^[6,9]。

4 系统操作流程

PC 构件供应链追溯系统面向建材生产商、建材供应商、PC 构件生产商(包括构件厂设计中心)、物流配送中心、施工方以及业主而设计。该系统主要有客户订单管理、需求管理、供—发货信息管理、监督管理、数据运维等业务管理功能,实现装配式上下游企业全过程的物流、信息流的有效管理和控制。其主要操作流程如下。

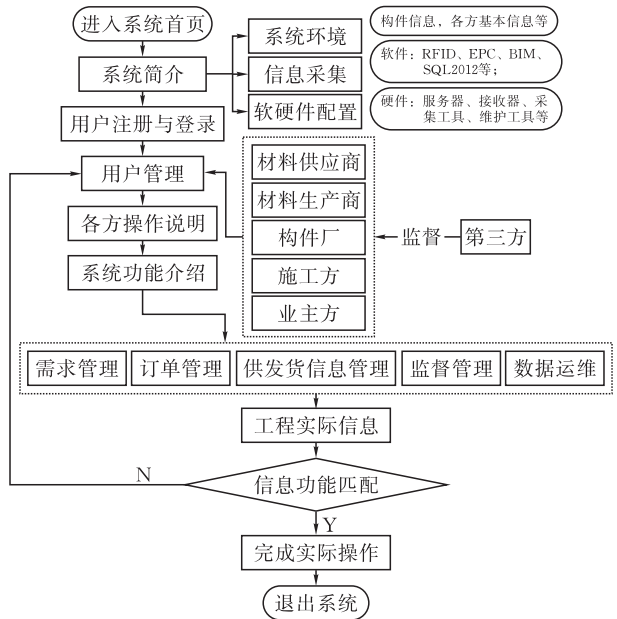


图 4 系统操作流程

5 结论

本文研究并初步设计从 PC 构件厂到施工方两级供应链追溯系统,其上下游涉及到建材生产商、建材供应商以及物流配送中心等参与方,其主要是为解决当前技术水平有限、工作节点效率低等问题,实现各工作节点满足智能化管理,同时对装配式建筑进行了实际调研考察,在设计构思系统时,得出 4 条相关结论。

1)基于 RFID 和 EPC 技术的 PC 构件供应链实时可追溯性管理系统,应对传统人工管理在装配式建筑低效率和缺乏管理新思维的问题;

2)该系统主要功能是实现对装配式建筑各个节点实时监控 PC 构件产品,能及时向管理部门以及参与各方提供准确实时的生产、销售和物流信息;

3)利用比较先进的物联网和互联网技术,结合大数据处理,推动建筑信息化,提升建筑信息化水平;

4)该系统对于满足装配式建筑企业以及上下游的相关企业的工作计划有着很大的改善,有效地提高 PC 构件供应链管理水准以及装配式建筑管理效率。

因此,后续开展工作中,可对 RFID&EPC 技术在装配式建筑中的应用范围进行延伸,实现对 PC 构件供应链全寿命周期的优化管理。

[参 考 文 献]

[1] Weiping Zhu, Shengchao Sun.Supporting interval time complex events processing in an RFID System[J].Procedia Computer Science,2019 (147) : 324 - 330.

[2] Clyde Zhengdao Li, Fan Xue, Xiao Li, et al.An internet of things-enabled BIM platform for on-site assembly services in prefabricated construction[J].Automation in Construction,2018(89) : 146-161.

[3] 李天华,袁永博,张明媛.装配式建筑全寿命周期管理中 BIM 与 RFID 的应用[J].工程管理学报,2012,26 (3) : 28-32.

[4] 仲青,苏振民,王先华.基于 RFID 与 BIM 的集成施工现场安全监控关键技术研究[J].建筑科学,2015,31 (4):123-128,147.

[5] 毕昕.农产品质量追溯系统模型及应用[D].天津:天津大学,2014.

[6] 周修理,王玲,李艳军,等.农产品溯源中超高频 RFID 阅读器的研究与设计[J].农机化研究,2014(11): 204-209.

[7] 董娜,张宁,赵雪媛,等.基于 BIM 与 RFID 的工业化

建筑构件进度管理研究[J]. 施工技术, 2018, 47(10): 5-10.

[8] 董娜,李鲁洁,杨冬梅,等. 基于 BIM 与 RFID 技术的设备管理系统构架研究[J]. 施工技术, 2018, 47(21): 107-112.

[9] 郭振军,孙应飞. 基于标签分组的 RFID 系统防碰撞算法[J]. 电子与信息学报, 2017, 39(1): 250-254.

[10] 黄友文. 基于 RFID 及物联网技术的茶叶溯源系统研究[J]. 保鲜与加工, 2016, 16(4): 112-117.

[11] 张顺,李少波,黄海松,等. 基于 EPC GID-96 老干妈企业物联网 RFID 标签编码方案研究与应用[J]. 制造业自动化, 2014, 36(17): 134-138.

PC Component Supply Chain Traceability System
based on RFID & EPC Technology

XU Min, WU Jingrong, WANG Bin

(School of Civil Engin.,Architecture and Environment ,Hubei Univ.of Tech.,Wuhan 430068,China)

Abstract: In view of low-efficiency, controllable range and large manual error caused by traditional fabricated buildings in information technology and automation, it is necessary to initially construct a unified, comprehensive, full-process monitoring integration, a traceability system based on RFID(Radio Frequency Identification) and EPC(Electronic Product Code) technology. The system can be traced through smart phone APP, wireless intelligent terminal and various types of sensors. The traceability information includes: PC component basic information, PC component logistics information and outbound information, and component geographic location information, etc. The whole process from production, delivery, logistics and installation can be traced back, which provides a powerful guarantee for improving the effective operation of the PC component supply chain.

Keywords: PC components; supply chain; traceability system; RFID technology; EPC technology

[责任编辑: 裴 琴]

(上接第 34 页)

Carbon Emission Reduction, Information Asymmetry and
Enterprise R&D Investment: A Literature Review

DAI Wen, QI Hang

(School of Economics and Management , Hubei Univ. of Tech., Wuhan 430068,China)

Abstract: Starting from the constraints of carbon emission reduction and information asymmetry, the relationship between the constraints of carbon emission reduction and enterprise R & D (research and development) activities is systematically reviewed and analyzed from both the macro and micro aspects. It is found that the gradual improvement of the constraints of carbon emission reduction and information asymmetry is beneficial for enterprises to expand R & D investment. Based on this view, this paper explored the impact of information asymmetry on the expansion of investment among enterprises from the perspective of environmental uncertainty, government enterprise relationship and financing constraints. Further analysis shows that sound and effective systems, good government-enterprise relationship, and market with low level information asymmetry would have a positive impact on R & D activities of enterprises in China.

Keywords: research and development investment; Carbon emission reduction; Information asymmetry

[责任编辑: 张 众]