

RFID技术在钢材质量追溯系统中的应用

张革伙,张小宁^①

(南华大学 经济管理学院,湖南 衡阳 421001)

[摘要] 文章首先简要介绍了无线射频识别 RFID 技术,探讨了现有的追溯方法在钢材质量管理中的局限性;然后,依据 RFID 的存储、跟踪、自动识别特性,在生产、运输、仓储、加工和使用等关键节点采集钢材质量属性信息,按操作顺序存储在 RFID 中;最后建立了一个贯穿于完整钢材供应链的质量安全控制体系,以支持从上游到下游的钢材质量追踪和从下游到上游的质量溯源。系统能有效实现钢材质量信息透明化管理,提升钢材使用工程质量。

[关键词] RFID; 追溯方法; 钢材质量; 追踪溯源系统

[中图分类号] TP311.52 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-0755(2014)02-0053-04

随着我国国民经济的迅速发展,钢材产量与消费量增长迅速。工程技术的迅速发展对钢材质量的要求日益提高,钢材质量是否合格对于工程质量有致命影响,甚至有大量废旧钢材仅经简单拉直、打磨后非法销售到建筑市场,因钢材质量导致的各种工程事故屡有发生,催生了很多“楼脆脆”、“楼裂裂”等豆腐渣工程^[1],导致重大安全隐患甚至人员伤亡。钢材的使用量、型号、规格与质量等因缺乏实际有效的跟踪技术在具体实施过程中难以实现共同监管。在一些工程管理领域,一些学者和技术人员提出了所谓质量追溯机制,以确保即使在最后的销售使用环节出现质量问题,也可对产品及其原材料进行追溯评估,例如使用 RFID 技术。在工民建领域还未有实际解决方案,本文研究 RFID 技术在钢材质量追溯系统中的应用,以有效实现共同监管。

一 RFID技术在钢铁质量追溯中的应用优势

(一)RFID技术及其在建筑业的主要应用

无线射频识别(RFID)是一种利用射频信号实现非接触信息传递以达到自动识别目标的技术,RFID系统一般由电子标签和阅读器两部分组成。电子标签是RFID系统中存储待识别物体相关信息的电子装置,通常贴在物体表面或嵌入物体内部。电子标签一般由天线和芯片组成,其中芯片相当于一个无线收发信息和存储数据的单片系统,根据磁场耦合原理和电磁场原理来设计其合适的电线外形

和尺寸,以满足阅读距离和工作频率的要求。阅读器可以电子标签,与这个电子标签建立信号联系并在应用软件和—个非接触的数据载体之间传输数据^[2]。RFID标签有2种,一种是无需提供电能,称之为无源RFID,其传播距离有限,1~2米;另一种是有源RFID,传播距离一般可超过百米,功率大的可达1千米。

RFID技术最初主要应用于物流行业,现在国内外已广泛应用于工业自动化、交通运输控制管理、身份识别、军事、医疗等众多领域,实现了人类社会与物理系统的紧密结合,促进了社会的智能化发展^[2]。在农产品及其他零售业的质量追溯管理中,RFID已经发挥着不可取代的重要作用。RFID技术在工程智能或建筑材料管理方面的应用目前不是很多,现在主要集中于:(1)建筑施工技术上应用RFID技术,结合传感器技术,监督施工的具体细节,保证施工质量和进度。(2)应用RFID技术高效调度建筑设备和施工人员,提高施工效率,同时可以跟踪施工人员,检查安全设施的佩戴等情况以保障人员的安全。

(二)RFID技术在钢铁质量追溯中的应用优势

追溯包含追踪和溯源两层含义。追踪是指从供应链的上游至下游,跟随追溯单元运行路径的能力,由此可了解追溯单元的去向,为产品的召回等提供决策支持;溯源是指从供应链下游至上游识别追溯单元来源、定位危害源头的能力,可为质量安全管理

和危害控制提供有效支撑^[3]。因此,质量追溯是从上至下或从下至上的质量跟踪与溯源,贯穿于产品的生命过程,定位问题之所在。

目前追踪溯源方法在质量管理方面主要应用于食品、工业流水线、制造业、军事装备、机械设备等领域,主要有化学、生物、统计、制度和物理等方法^[4]。不同的方法有其应用领域的局限性。化学方法如同位素溯源技术主要应用于食品的质量检测;生物方法中的虹膜识别技术和 DNA 技术只适用于生物体的识别;统计方法中的可靠性分析和控制图理论等较多的应用于制造业、产品的生产过程及数据处理、分析和应用等;制度方法如国家层面的法律制度和企业层面的制度方法在质量管理中的应用可一定程度上控制产品质量,但在产品质量出现问题时的追溯管理和责任追究有很大困难;物理方法如条形码、二维码、RFID 等被广泛应用于水果、农产品、水产品等食品零售业的物流领域和制造业的生产过程。RFID 技术相对于条形码和二维码技术有识别距离大、信息可更新等优势,具有穿透性强、读取距离远、无屏障阅读、安全性好、体积小、存储信息容量大等特点,是钢材质量跟踪的最佳解决方法。对于钢材质量追溯往往涉及到多个部门之间的协同,需要共同监管,涉及多部门、跨区域之间的数据共享与检索。因此,单纯的 RFID 技术无法满足工民建中钢材质量追溯的需要,还需要有以此为基础的系统性解决方案。

二 要解决的关键问题与应用方案

(一)钢材质量追溯中的主要问题

钢材的生产和使用在化学成分、力学性能、工艺性能、变形性能和表面状态都有严格标准。若钢材的某个性能达不到标准,就有可能导致施工不便、工程质量不合格,甚至发生工程事故。2011 年,住建部下发《关于进一步加强建筑工程使用钢筋质量管理工作的通知》,提出高度重视建筑工程使用钢筋质量管理工作,严把钢筋进场关,加强对钢筋生产企业的监管,对生产不合格钢筋违法行为要严格依法查处^[5]。所谓钢材质量追溯就是对出问题的已建成房屋与基础设施,从用户地开始,一直倒推到生产商,以确定责任方,从而约束各方的行为以确保工程质量。因为钢材的质量问题可能在从生产商到施工用地的各个环节出现或产生,常见情况如下:(1)在生产过程中,可能会出现化学成分如钢铁中碳的含量不符合要求、力学性能与工艺性能不达标、麻面、结疤等现象;在钢材加工过程中,构件的冷加工可能会

引起钢材刮伤、硬化,产生微裂痕。这些钢材不能满足工程施工的要求,但因利益驱动和管理不善,最后流入到了市场,也进入到了施工工地。(2)在仓储环节或摆放在施工地时,钢材可能因存放环境导致钢材生锈、腐蚀,场地不平引起的折叠、变形,但实际因不愿增加成本而没被舍弃,施工中继续使用。(3)在施工过程中,钢材本身存在的一些变形、放样尺寸的差别、组装方法不正确,施工的粗放管理让非标准材料直接用于施工。因此,钢材质量需要生产商、供货商、开发商、施工方和政府的共同监管。

(二)钢材质量追溯的软硬件结构

钢材质量追溯的硬件结构由计算机、RFID 标签、RFID 读写器等组成。RFID 的类型选择非常重要,本系统要求 RFID 具有一定的水泥墙体穿透能力,因此优先考虑发射功率与信号发射周期的影响。考虑将 RFID 放置于墙体内时,RFID 附着于钢材上,根据天线的发射功率决定适当的埋设深度,且标签朝外。标签的信号发射周期越大,电池的使用年限越长,所以可设定适当的发射周期来保证电池的使用年限。无源 RFID 虽然不受电池寿命限制,但其穿透性对读写器的发射功率要求高,且可适度距离非常短。做好 RFID 的位置记录比较有效,有利于未来的识读。应用中,采用 RFID 标记批量钢材特征,即单个 RFID 记录一定批量的钢材使用。

实施中,首先要将所有的 RFID 标签与地理位置、钢材批量及其质量特征、厂商、渠道、质检信息等关联起来,一部分存储在 RFID 中,一部分存储在数据库中。建筑工程所使用的数据全部被存储在 Microsoft SQL Server 中,数据库系统与 WEB 服务器等构成一个数据服务中心,服务中心被接入因特网。大楼内的 RFID 识别网络可以采用 ZigBee 模式,可以将任何地点的 RFID 通过手持终端 RFID 识读器,将数据发回数据服务中心。微软的 VS.NET 平台不仅可以开发 C/S 结构的信息平台,还可以是 B/S 结构的,并且可集成 web service 在二类系统中使用。基于 B/S 的信息管理系统平台集成了对钢材的生产、加工、运输、仓储及交易各环节的信息,为终端查询和网络查询提供相关数据^[6]。RFID 标签由于具有较大的信息存储容量,每经过一个流通环节、一道工序,可通过读写器将一些信息写入到 RFID 标签中,因此,可以记录各个环节中的特征数据。这些数据在以后将成为追溯要素。

(三)RFID 技术在钢材质量追溯中的应用方案

钢材质量追溯系统主要记录从生产、运输、仓储、交易到最终建筑工程使用的整个供应链上的追

溯要素,一旦发生钢材质量问题能够及时召回,或者追责。生产厂商在钢材出厂时附带合格报告,钢材经运输、仓储、交易由钢材贸易商到达建设单位或施工单位,建设单位或施工单位在钢材进入施工场地后进行抽样复试,监理对到场的材料在钢材使用前及时进行检查,以监督其质量达到要求,政府质检部门进行宏观控制和监督工程质量。在工程建设或使用过程中因钢材质量出现工程问题时,首先追究施工方和监理单位的责任,若复试环节没有问题,再依次追究建设单位、经销商或生产厂商的责任。该系统采用 RFID 来记录各个节点的钢材使用与维护信息,通过与网络信息管理系统的有机结合,确保各个相关部门能及时、准确地获知钢材的属性以及数量、状态等信息。系统框架如图 1 所示。图中各单位之间可提供服务接口通过 web service 技术来实现信息的共享和协同,实现基于互联网的企业间的协同办公,供其他各方查询信息。

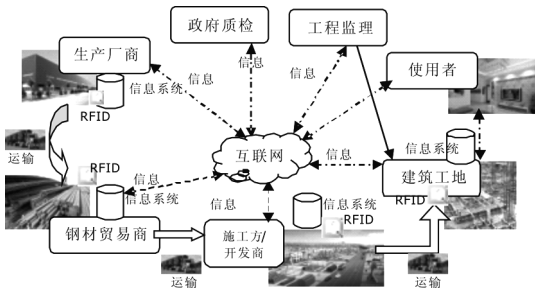


图 1 系统框架

(四)要解决的关键问题及业务流程

对于一条实施追溯的钢材供应链,各节点对上一节点具有溯源功能,对下一节点具有跟踪功能。由于钢材供应链及建材单位质检部门的相对独立性,要溯源追踪,就必须有移动的信息要素贯穿整个链条。RFID 芯片中的存储器可存储约 64K 的数据。出厂时,经过质检部门,厂商将有关的产品特征数据,并连同厂商特有的标记和给下游的读取编码给下一个节点。下一个节点如贸易商的仓储部门,读取 RFID 内信息,进行材质等的比较,在出库发货环节,对该 RFID 再写入本节点的状态信息。运输部门读取 RFID 的信息,并进行比对,然后在交货环节,对该 RFID 写入部门的标记信息和状态信息。接货部门在收到货物后,读取 RFID 信息,在验收完毕后,写入自己的标记信息。进入施工场地后,现场可读取 RFID 内的数据,并进行比对,写入现场的状态信息。RFID 附着在单根钢材的一端的一个面,朝向墙外,位置保证在混凝土内适当的埋设深度。埋

放完毕,可向 RFID 写入当前的特征信息,包括批次、数量、外观状态、时间与地点。当出现质量问题时,质检部门可用 RFID 识读器,在各个标记埋设位置,读取 RFID 的信息,并将该信息与各个部门的管理信息系统进行比对,最终可追溯到钢材生产厂商的信息系统。从而可确定质量问题产生的地点与原因。系统流程图如图 2 所示。任何一个节点不可更改上一个节点写在 RFID 内的信息,包括其标记,因而不可能造假,除非把整个 RFID 的内容全部重写,但这样会导致政府质检部门无法识读源数据。

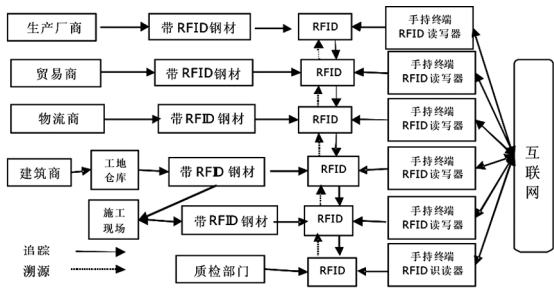


图 2 基于 RFID 技术的钢材质量管理追溯系统流程

系统根据 RFID 内钢材的生产、存储、运输、交易、质检和工程使用各环节的属性状态的质量信息,可快速和准确地发现钢材质量问题并找到质量问题的源头,同时可保存钢材质量信息档案,进一步规范钢材市场,避免非法翻新钢材流入建筑市场。网络的公开互联使钢材的供应链透明化,满足人们的知情权和选择权,方便了监督管理部门的监督,减少了钢材质量安全事故的发生,优化了钢材供应链,提高了钢材质量安全水平。经销商和钢材采购者可以通过该系统选择钢材供应商,保障合适的价格和较好的质量,以此促进生产厂家的良性竞争。施工者可以通过追溯系统的网址和溯源码查询到钢材生产厂家的注册信息和生产资质等,以及各项钢材的工程指标,实现对钢材质量的追溯管理。

三 结语

工民建工程中,钢材质量的保证至关重要,而钢材质量的追溯则是一个系统性工程,不仅涉及的部门多,还涉及政府监管部门的职能活动。通过在每个节点进行相互认证,可以保证下一个节点监管上一个节点的活动特征的真实有效性,从而确保材质的质量和使用状态,反过来可实现责任的溯源。从系统本身来看,在植入 RFID 标签时,一方面可选用抗金属类 RFID,另一方面可采用陶瓷基以及塑料膜封装,可保证标签在混凝土浇筑时的使用;另一方面

RFID 本身的信息存储容量与当前可移动读写技术,对于各个环节都不是负担。系统独特之处在于 RFID 的信息存储,基于 RSA 技术以对 RFID 进行加密读写^[7],可实现供应链各个节点上的监督与反抵赖需求,也符合因特网的应用环境。

钢材供应涉及面较广,从生产加工到运输、存储再到工程使用等环节,国际物品协会已开发全球统一标识系统,统一编码和供应链上的频段以方便信息的读写、查询、跟踪、追溯,但国内标准迟迟没有出台,使 RFID 产业难以形成规模^[8],也会阻碍这种质量监控模式的全面实施。

[参考文献]

[1] 李小聪. 南昌南池路暗藏多家废钢加工点,翻新钢材或可致建筑倒塌[EB/OL]. (2013-07-12)[2013-07-28]. http://jx.ce.cn/kx/201307/12/t20130712_981134.shtml.

[2] 郑宁. RFID 在供应链物流管理中的应用研究[J]. 物流工程与管理,2013(1):92-94.

[3] 刘丽梅. 食品安全追溯方法研究[J]. 标准科学,2012(2):48-51.

[4] 陈睿. 食品安全可溯源体系及其溯源方法研究进展[C]. 全国农产品质量控制与溯源技术交流研讨会论文集,2010(5):8-10.

[5] 住建部、质检总局(建质[2011]26号)文件. 关于进一步加强建筑工程使用钢筋质量管理工作的通知[EB/OL]. (2011-02-01)[2013-07-01]. http://www.mohurd.gov.cn/zcfg/jsbwj_0/jsbwjgczl/201103/t20110303_202734.html.

[6] 赵金燕,陶琳丽,高士争,等. 基于 RFID 技术的动物食品安全可溯源系统研究[J]. 云南农业大学学报,2008(4):104-107.

[7] 程振. 基于 AES 和 RSA 加密算法的 RFID 安全机制[D]. 厦门:厦门大学硕士学位论文,2009:7.

[8] 何源. RFID 标准暗战[N]. 计算机世界,2005-07-04.

The Design of Steel Quality Traceability System Based on RFID Technology

ZHANG Ge-fu,ZHANG Xiao-ning

(University of South China,Hengyang 421001,China)

Abstract: Firstly, this paper has briefly introduced the radio frequency identification technology and explored the limitations of present traceability methods of steel quality management. Then, based on the RFID technology's characteristics of storage, tracking and automatic identification, steel quality attribute information is collected in those key-nodes such as production, transportation, storage, processing and using, and stored in the RFID tags according to the operating sequence. Finally, it established steel quality and safety control system through the complete steel supply chain, for supporting steel quality tracking from upstream to downstream and quality traceability from downstream to upstream. It can realize the steel quality information of transparency management to improve the overall quality of steel applications in projects.

Key words: RFID; traceability method; steel quality; tracking traceability system