

文章编号:1671-1513(2011)05-0069-05

# 射频识别技术在食品安全控制中的应用

陈天华, 唐海涛

(北京工商大学 计算机与信息工程学院, 北京 100048)

**摘要:**介绍了国内外在食品安全信息溯源方面的发展与应用,以及无线射频识别(RFID)技术的系统组成和工作原理,从技术与性能等方面对RFID和条码技术进行了对比,分析了RFID技术在食品安全信息跟踪与溯源、质量管控和生产过程优化等方面的典型应用,并结合我国RFID与食品安全信息追溯技术的应用实际,提出了食品安全溯源的关键技术与面临的主要问题。

**关键词:**无线射频;食品安全;食品溯源;质量控制

**中图分类号:**TS207

**文献标志码:**A

无线射频识别技术(radio frequency identification, RFID)是近年来国际上迅速发展起来的一种非接触式自动识别技术,与传统的条码技术、IC卡和磁条(卡)等自动识别技术相比,由于RFID技术具有更高的自动化程度、更远的识别距离、更大的存储容量和更好的环境适应性,国内外众多科研院所已开始关注和重视RFID的研发工作<sup>[1]</sup>。

目前,该技术在食品生产流通中的应用越来越广,逐渐成为确保食品安全和质量的重要手段<sup>[2]</sup>。食品安全溯源能够有效预防和减少食品供应链各环节中可能产生的问题,即使某一环节出现问题,亦可追踪溯源,找到问题的源头并进行有效处理。食品安全溯源是食品安全风险管理的重要举措,是食品业实现安全生产、流通、销售全供应链管理的有效手段。为确保食品安全,欧、美和日本等发达国家明确要求出口到当地的食品必须可进行追踪溯源。

## 1 RFID技术与食品安全

由于信息技术的快速发展和食品安全溯源的需要,近年来,RFID技术被国际标准化组织(ISO)和一些食品安全认证机构确定为食品供应链的首选管

理方法<sup>[3]</sup>。RFID技术在食品供应链管理,甚至军事物流等重点领域得到了广泛应用。

### 1.1 食品信息溯源

食品安全信息溯源的提出始于1997年,当时欧盟为应对疯牛病(BSE)食品安全事件,而逐步建立起来并得到完善的食品安全管理制度<sup>[1]</sup>。欧盟委员会的一个食品安全特委会对可追溯系统的定义是指食品市场各个阶段的信息流的连续性保障体系,根据该规定,食品、饲料、食用家畜及相关后期制成品,在生产、加工与流通的各个环节必须具有信息追踪系统。

世界各国政府对食品的溯源非常重视。美国农业部曾颁布法令,在全美各州和各地区,若发现动物及家禽患遗传性疾病或者传染性疾病,必须进行检疫。在英国,政府规定对猪、牛、羊等肉食动物饲养必须采取追踪溯源的技术手段<sup>[4]</sup>。我国也同样非常重视食品的安全问题,食品质量安全认证与溯源已被全社会所重视和接受。在我国,人们的衣食住行随着经济的发展而发生了巨大变化,食品安全已成为人们的最大关注和迫切需求。食品安全溯源对于人民的身体健康以及社会稳定起着非常重要且不可

收稿日期:2011-07-08

基金项目:北京市教委科技创新平台项目(201151);北京市自然科学基金资助项目(4092012)。

作者简介:陈天华,男,教授,主要从事智能信息处理、计算机网络测控等方面的研究。

替代的作用。

## 1.2 RFID 技术

RFID 的工作原理是利用射频信号和空间耦合传输特性,实现对所检查物体的自动识别。RFID 系统主要由电子标签(tag)和读写器(阅读器,reader)两个部分组成,如图1。阅读器通过发射天线发送特定频率的射频信号,当贴有电子标签的物品进入发射天线有效识别区域时产生感应电流,被激活的电子标签通过卡内置发送天线将标签的编码信息发送出去。接收天线接收由标签发送的载波信号,经调节器传入阅读器并对信号进行解调和解码,后台系统进行相关数学运算和一系列逻辑运算,据此判别其合法性。

图1 RFID 技术原理示意

Fig. 1 Schematic diagram of RFID technology

近年来,RFID 技术日益受到重视,其应用已从刚开始的个别行业向各个领域渗透。国际上 RFID 技术已被广泛应用于工业自动化、商业自动化、交通运输控制、供应链管控、流水线自动化生产、出入境

安全检查、仓储管理、动物管理及车辆防盗等众多领域<sup>[5]</sup>。国内射频识别技术起步相对较晚,与国外相比,国内 RFID 应用水平相对落后。目前,我国已成立了电子标签标准化工作组,负责进行我国电子标签标准研究与制定工作,拟建立我国自主的 RFID 应用标准体系。目前国内已有许多行业引入 RFID 技术并投入实际使用。

## 2 RFID 与条码技术比较

目前,食品供应链安全管理的技术手段主要有两种。一是 RFID 无线射频技术,在食品包装上加贴一个带芯片的标识,产品进出仓库和运输就可以自动采集和读取相关的信息,产品的流向也可以记录在芯片上;另一种是条码技术(含二维码),消费者只需使用手机拍摄二维条码,就可以查询到食品的相关安全信息,查询的记录也会保留在系统内,一旦该食品需要召回就可以直接给消费者发送短信,实现点对点的精确召回。

在物流行业早期,食品供应链安全管理主要采用条码技术进行安全追溯,但由于其前端采用光学信号读取装置获取信号,容易受到光、雾和污渍等外部环境的影响。相对于 RFID 技术,条码技术具有一定的局限性,其性能比较如表1。

表1 条码技术与 RFID 技术比较

Tab. 1 Comparison of bar code and RFID

	条码技术	RFID 技术
尺寸	尺寸相对较大,不适宜在尺寸较小的商品上应用	RFID 电子标签可实现小型化与多样化,可适应不同尺寸商品的需求
扫描方便性	采用条码技术,一次只能扫描 1 个条形码	RFID 读写器可同时读取多个带有 RFID 的电子标签
可再写人性	不能对条码进行再写入,只能读取条码数据,读取数据时间相对较长	可进行读和写操作,且写入和存取数据时间很短
可靠性	载体为一定尺寸的纸张,磨损或脏污情况下不可读取,不具备穿透性	即使在一定的磨损情况下,RFID 系统具备穿透性与无屏障读取能力
安全性	条形码数据存储量小,安全性相对较低	数据存储量大、安全性高
可复用性	条形码不具备可重复使用性	RFID 系统的电子标签抗污染能力和耐久性很好,可重复使用

基于上述诸多优点,RFID 技术更适合用于实现食品供应链的全程高效管理。

## 3 RFID 在食品行业中应用

由于生活水平的提高,人们安全意识不断增强,

食品行业具有直接关系人民身体健康的特点. 食品业采用 RFID 技术可真实记录食品链的各个环节, 实现信息采集的实时性和准确性, 提高食品安全和管理的水平, 增加相关环节的责任心, 提高食品安全透明度.

### 3.1 食品追踪和溯源

安全信息溯源与追踪的核心是强调产品的惟一标识和全过程追踪, 食品的跟踪和溯源是 RFID 技术的重要应用之一<sup>[5-6]</sup>. RFID 系统可确保食品供应链的高速数据交换, 从而实现对食品的“源头”追踪和在食品供应链中提供完全透明的信息查询机制. RFID 系统为食品链提供了食品与来源之间的全流程关系数据, 确保食品来源清晰, 并可追踪到具体的动物或植物个体与养殖场信息, 实现“从源头到餐桌”的质量监控和追溯机制, 如图 2.

图 2 食品安全信息追踪溯源示意

Fig. 2 Tracking tracing diagram of food safety information

近年来, 世界范围内动物疫情数次爆发, 每次都引起了各国政府尤其是欧洲国家的高度重视, 许多国家制定法规强制对动物食品进行溯源与追踪. 美国政府规定, 必须为食用牛配带电子标签, 采用 RFID 系统对畜禽进行跟踪, 以获得食品供应链中肉类食品与其他动物来源之间的联系, 追溯肉类食品的来源, 为人们提供放心的健康食品.

国内食品安全溯源技术的大规模应用是 2008 年北京奥运会. 根据奥运会食品供应规定, 奥运食品一律需贴有记录种植、养殖、用药、生产、加工、包装、运输、分装、销售等生产过程和流通过程全部信息的电子标签, 由于每一过程都实现了对信息的存储、分析和管理的, 因此发现问题食品时, 可准确查清食品的来源和流向, 及时采取控制措施消除危害.

我国上海等城市已开始试用以 RFID 技术为核心的猪肉监控系统<sup>[7]</sup>, 在饲养的生猪耳背上配有“电子射频耳标”, 记录每一头猪的饲料、病历、药

物、检验检疫等相关信息, 并在通往上海的交通要道和全市所有定点屠宰场应用 RFID 系统进行点对点监管, 确保所有生猪都进行定点屠宰. 在批发市场, 则通过电子标签, 当猪肉转运到收货点时, 阅读器读取相关信息并以短信息方式传递给中间件系统, 由中间件系统对数据进行过滤和保存, 之后将数据传送到后台系统存储, 系统记录进场交易的交易时间、每批货物的源产地和安全检测结果. 消费者通过扫描货物的电子条码即可以查询到供应环节的全部相关信息.

### 3.2 食品监控

越来越复杂的食品加工工艺在给人们提供越来越多样化食物的同时, 也给食品安全带来了前所未有的挑战. 对食物成分及信息的溯源是保证食品安全, 以及在出现安全事件时能及时解决问题的有效措施. 在食品加工和储藏过程中, 时间、温度和湿度等因素对肉类食品的品质影响较大, 因此, 对上述因素进行真实记录非常重要. 采用 RFID 技术与传感检测技术结合, 可以方便地实时记录加工过程中的环境温度、湿度和光照等信息, 并通过无线通信技术将这些环境数据传送出来.

对于食品温度监控, 日本 NTT 公司已进行了成功的应用. 该公司将 RFID 技术引入酒类运输途中的品质控制, 将内置有温度传感器的 RFID 标签贴在米酒的酒瓶上以感知环境温度, 通过监控运输过程中的温度变化及时了解米酒的品质变化, 并采用 3G 无线通信方式将温度数据发送到系统总控室, 从而确定该批次酒在运输过程中是否保持新鲜品质. 美洲某食品公司采用将温度传感器和定时器内置于 RFID 标签之中的技术方案, 以监控食品流通, 当食品出现腐烂时系统会自动发出警报信息.

在对食品运输途中的细菌监控方面, 也已有相关研究机构使用 RFID 标签结合生物传感器技术监测食品细菌数量, 取得了很好的应用效果. 大量的应用表明, RFID 系统应用于食品品质监控及时、高效, 具有很好的应用前景.

### 3.3 食品物流管理

RFID 技术用于食品链物流管理, 本质是以高技术和高性价比方式, 从根本上促进了食品供应链流程的优化, 是一种非常适合国内食品安全现状的综

合解决方案。

以食品流通链中最难管理的肉类食品物流管理为例,在屠宰环节,可以利用 RFID 系统屠宰场的数据采集设备集读供应商信息、采购商信息、采集重量信息、打印销售票据、传送销售数据等功能于一体,可以方便实现在屠宰场将生猪来源信息、重量信息、销售信息进行综合集成,并将集成信息上传数据库<sup>[8]</sup>。在批发环节,利用 RFID 系统采集供货商、零售商的相关信息,在进入批发市场通道门系统内置超高频阅读器。食品进入市场时,系统自动读取白条肉上的标签信息,在离开市场时,系统同样读取标签信息,作为零售商在菜市场销售的依据,完成生猪溯源链上批发环节的数据自动录入。

物流运输管理中还有一个难点是难以确保鲜、冻食品运输中的品质,而采用 RFID 技术却迎刃而解<sup>[1]</sup>。对于新鲜农产品和冷冻食品而言,食品在运输途中应尽量减少搬运次数,缩短运输时间。采用 RFID 技术进行保质期管理,能快速识别产品的生产日期,从而确保了早生产的食品首先运出,并且还可以方便、快捷地剔除超过保质期的食品。食品流转过程中,依据 RFID 技术还可以随时了解每一批次食品的在流通中的位置信息,当出现盗窃和掉包现象时及时发出相关信息。

### 3.4 防伪与生产过程控制

假冒的食品防伪也是食品安全中一个不容小视的多发事件,它不仅欺骗了消费者,扰乱了市场秩序,而且对人们的身心健康会产生严重危害。与激光防伪和数字防伪等防伪技术相比,射频识别防伪技术的优点主要体现在,每个标签都有一个全球唯一的 ID 号,而且该号码无法修改和仿造,为了最大限度地确保 RFID 系统的自身安全,其读写器并不直接对终端用户开放物理接口;在数据安全方面,生产商可以写入其独有的加密编码,而且标签可以集成到商品的内部,因此大幅提高了造假的难度和成本。美国 FDA 已推荐 RFID 技术作为预防假冒的重要措施,并在全美食品和药品业得到了广泛应用。

中科院自动化所 RFID 研究中心推出了基于 RFID 技术的酒类防伪系统综合解决方案,该系统将 RFID 技术从酒类推广到了带有瓶盖的所有其他容器上,即采用经特殊设计的瓶盖和瓶体,通过容器的

结构设计和系统的后台认证实现对商品的综合防伪。当开启酒瓶时,RFID 标签即被破坏,彻底杜绝了酒瓶的二次使用,消费者查看读写器显示的相关信息,即可方便地判断每一瓶酒的真伪。该系统主要包括 RFID 读写器、瓶盖、瓶体、通信网络和防伪数据库服务器等,目前该系统在国内得到了广泛的应用。

应用 RFID 技术可以记录食品生产过程中的加工对象、加工工位和加工员工,从而实现食品生产过程中的全程优化控制。在食品加工环节,若在每个加工工位装上读写器,可将食品生产流水线上每一加工对象的生产要素信息、加工工位信息和员工信息都采集到 RFID 标签之中。RFID 技术还可用于对加工对象和加工工位的监控,从而实现食品加工的精细控制和精确配方,大幅提高食品加工质量,保证食品安全。

## 4 RFID 系统面临的问题

RFID 技术在应用中也出现了一些问题,从某种意义上讲,这些问题一定程度上制约了 RFID 的进一步推广与应用,主要体现在如下几个方面。

1) 成本因素。由于技术原因,现阶段 RFID 标签价格不可能像条形码一样低廉,甚至可以将成本忽略不计。这是影响 RFID 技术在食品行业广泛应用的重要因素之一,因为食品行业中的大多数商品的单件价格较低,生产数量又十分庞大,要实现每一件商品都贴有 RFID 标签可能还有一段较长的路要走。

2) 干扰因素。由于液体和金属制品等介质对 RFID 无线信号的干扰较大,食品中不乏具有水和金属的环境,例如饮料和一些食品带有金属包装,使标签的读写性能和数据的准确性可能会受到一定的影响。另外,RFID 系统中,无源标识可识别范围相对较小,当遇到距离较远或者尺寸较大的货物时,会受到干扰出现不能识别或者识别错误的情况。

3) 无源标签安全性。目前无源标签还没有非常可靠的安全机制,其数据的加密性能不及有源标签可靠,标签内的数据相对容易受到威胁,读写 RFID 芯片数据时可能容易被他人攻击,特殊情况时甚至感染病毒。

因此,国家有关部门应当出台激励 RFID 技术的开发和应用,鼓励企业增加对 RFID 技术的投入,提高食品安全信息溯源的应用范围和应用水平,确保食品安全。

## 5 结束语

RFID 技术可以解决食品行业的安全溯源需求,对于保证食品安全、维护人民群众身体健康具有重要意义。食品安全信息溯源与物联网相关技术的发展直接相关,未来国内应致力于推出性能更好的食品溯源硬件和软件应用于食品领域,建立和进一步完善多级、互联、互通的可追溯网络,降低电子标签成本,增加无源标签的数据安全性,推行统一的行业标准,强化和推进食品安全信息的可追溯机制。由此可以预见,随着电子标签成本的逐渐降低和无线射频识别技术的不断发展,RFID 技术在食品安全中的应用将日益广泛。

## 参考文献:

- [1] 侯春生,夏宁. RFID 技术在农产品质量安全体系中的应用研究[J]. 中国农学通报,2010,26(3):296-298.
- [2] 杨彦,廖洪波. 国内外食品追溯标准化工作现状分析与建议[J]. 西南农业大学学报,2009(5):27-29.
- [3] 刘建峰. 供应链管理中部署 RFID 的方案及面临的挑战[J]. 条码与信息系统,2007(2):24-26.
- [4] David F. RFID tags security and the individual [J]. Computer Law & Security Report, 2006, 22(2):165-168.
- [5] 邵瑜,晓兵. 基于 RFID 技术的危化品储运一体化管理模型[J]. 商业科技,2008(1):21-22.
- [6] 林健. 用射频识别技术改造传统产业的研究[J]. 上海交通大学学报,2007(41):140-142.
- [7] 王月桥. 上海世博会进口食品质量安全追溯系统的研究[J]. 信息与电脑,2011(2):65-66.
- [8] 张可,柴毅,翁道磊,等. 猪肉生产加工信息追溯系统的分析和设计[J]. 农业工程学报,2010(4):332-338.

# Application of Radio Frequency Identification Technology in Food Safety Management

CHEN Tian-hua, TANG Hai-tao

(School of Computer Science and Information Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China)

**Abstract:** The development and application of food safety traceability aspects in domestic and abroad were introduced in this paper. The system components and working principles of radio frequency identification (RFID) technology were presented. The RFID and 2D bar code were compared from the technical performance. The typical application of RFID technology in tracking and traceability of food safety information, quality control, production process optimization and other aspects was analyzed. The key technologies and major problems of food safety and traceability were proposed according to the actual applications situation of RFID.

**Key words:** radio frequency identification; food safety; food traceability; quality control

(责任编辑:王 宽)