

# 基于 RFID 的供港蔬菜安全监管溯源系统<sup>①</sup>

刘世明<sup>1,2</sup>, 陈建宏<sup>1</sup>, 张宗平<sup>2</sup>, 陈惠红<sup>3</sup>

<sup>1</sup>(中南大学 资源安全与工程学院, 长沙 410083)

<sup>2</sup>(广东出入境检验检疫局, 广州 510623)

<sup>3</sup>(甲骨文研究开发中心(深圳)有限公司, 深圳 518023)

**摘要:** 为保障供港蔬菜的安全, 提高供港蔬菜的安全监管能力, 本文从检验检疫部门监管工作实际出发, 提出了基于射频识别技术的供港蔬菜安全监管溯源系统. 首先介绍了 RFID 技术及其主要功能, 通过检验检疫角度提出供港蔬菜的业务框架结构、技术框架结构和安全保障体系结构, 在此基础上设计溯源系统种植基地、加工厂、口岸和超市四个点的功能需求, 并规定了溯源系统与 RFID 的接口标准. 实践证明, 该系统能够实现供港蔬菜流转中的每一管理节点的上下游追溯, 实现管理者对蔬菜从原料、生产、运输到销售全过程的了解和把握, 使企业的生产、仓储、通关、配送过程更加便捷, 全面保证了蔬菜集装箱在运输过程的完好性, 满足了供港蔬菜的安全溯源监管体系需求. 该系统对食品的安全监管、产品的伪劣甄别有着重要的启示作用和意义.

**关键词:** RFID 技术; 食品安全; 供应链; 追溯; 监管模式

## Vegetables Supplied to Hong Kong Safety Supervision Traceability System Based on RFID

LIU Shi-Ming<sup>1,2</sup>, CHEN Jian-Hong<sup>1</sup>, ZHANG Zong-Ping<sup>2</sup>, CHEN Hui-Hong<sup>3</sup>

<sup>1</sup>(Central south university school of resources and safety engineering, Changsha 410083, China)

<sup>2</sup>(Guangdong inspection and quarantine, Guangzhou 510623, China)

<sup>3</sup>(Oracle Research & Development Center, Shenzhen 518023, China)

**Abstract:** In order to ensure the safety of vegetables supplied to Hong Kong, improve safety supervision capacity of vegetables supplied to Hong Kong, the inspection and quarantine departments supervision work reality, proposes the vegetables supplied to Hong Kong Safety Traceability System Based on radio frequency identification technology. First introduced the RFID technology and its main function, the inspection and quarantine point of vegetables supplied to Hong Kong business framework, technology framework and security system structure, functional requirements on the basis of the design of traceability system of planting base, processing factory, port and the supermarket four points, and the provisions of the standard interface, traceability system and RFID practice has proved, this system can realize each management node vegetables supplied to Hong Kong in the circulation of the upstream and downstream tracing, realize the management of the vegetables from the raw materials, production, transportation to the sale of the entire process of understanding and grasp, make enterprise's production, warehousing, customs clearance, delivery process more convenient, fully guarantee the container in the transportation of vegetables process integrity, and meets the requirements of safety traceability supervision system of vegetables supplied to Hong Kong, It has important implications for the food safety supervision and inferior screening of the product.

**Key words:** RFID technology; safety; food safety; supply chain; retroactive; supervision mode

随着港粤外贸合作加深, 经广东输往香港的蔬菜 及其加工产品份额逐年扩大, 其中供港蔬菜数量将达

① 收稿时间:2013-07-11;收到修改稿时间:2013-08-19

到香港市场的 80% 以上<sup>[1]</sup>。如何确保供港蔬菜的质量安全, 实现生产源头追溯管理已不仅仅是一个单纯的经贸问题, 也是关乎香港食品安全及社会稳定的重大政治问题。

本课题研究是利用国际先进的 RFID 识别技术, 研发和制作合适的识别成品和读写成品, 针对关键的数据, 例如: 到港蔬菜的信息(包括: 蔬菜名称, 数量, 基地名称、播种、施肥、用药、采收等种植情况, 加工厂名称、加工日期等加工情况, 农药残留等检测结果信息)和到港蔬菜的物流信息(包括: 车辆牌号、发车时间等蔬菜运输信息、装车情况信息), 进行产品识别跟踪的监管, 再通过开发和建立电子网络信息化管理系统平台, 运用高效快速的信息网络技术, 实现供港蔬菜流转中的每一管理节点的上下游追溯, 实现管理者对蔬菜从原料、生产、运输到销售全过程的了解和把握, 使企业的生产、仓储、通关、配送过程更加便捷。这样的应用将摆脱人为的恶意干预和造假的可能性, 又将改善粤港跨境货物的供应链的透明度, 为检验检疫、海关等口岸加快货物通关速度, 全面实现了供港蔬菜“从田间地头到餐桌”全过程、无缝隙监管; 同时, 由于本系统利用 RFID 技术记录了供港蔬菜从生产、加工到销售的全过程识别管理的数据信息; 全面保证了蔬菜集装箱在运输过程的完好性, 完全实现了供港蔬菜的安全溯源体系需求, 从而给香港市民树立起广东“放心菜”的信心品牌<sup>[1,2]</sup>。

## 1 电子标签简介

### 1.1 电子标签技术

如同互联网的使用带来巨大技术革命一样, RFID 技术在物联网的应用, 将会极大地改变我们的工作和生活方式。RFID 英文全称为 Radio Frequency Identification, 也是所谓的射频识别技术。它的原理是应用微波或者无线的电波来进行相应的双向方面的通讯或者进行相关的非接触性方面的单向通讯, 以此使得数据的交换和数据的采集等得到自动识别。射频识别系统的相关工作方面的原理是其内嵌的读写器在有效的区域中发射出一些无线的信号, 这些无线信号将产生一个相关的电磁场, 当电子标签经过这个电磁场时候, 此电子标签将被触发, 并且使得保存在点在标签中的数据可以根据读写器内设的相关指令得以修改或者发送。读写器和电子标签进行互相通信, 传送或

者接收相关的数据, 并且读写器可以讲此数据与计算机网络互联和通信<sup>[4-7]</sup>。

RFID 的一种应用模式为电子标签, 电子标签是可存储的电子芯片, 其可储存少量的可识别的相关电子数据。这些电子数据的读取方式, 可以根据使用的需求设置成只读或者可读可写的方式。电子标签相关的应用系统可以由以下三类组成: 一是用来管理收集而来的数据应用软件; 二是用来扫描及读取标签数据读写器(reader); 三是里面含有数据的标签(tag)。电子标签技术用于食品安全监管与追溯具备很大的优势, 电子标签解决方案可以跟踪到食品供应链的每一个环节, 范围覆盖从农场的家畜及新鲜农作物, 到人们在餐馆里食用的食品以及在超市中购买的包装食品, 真正地做到“从农场到餐桌”全程监管的目标<sup>[3]</sup>。标签标识内容的自动获取, 可以解放人力, 实现全程的自动化, 大大提高供应链管理的效率; 标签中包含更多的信息, 可以记录产品及属性的信息和供应链每一个环节的信息, 做到了物流与信息流的完美结合; 数字信息更易于防伪, 使得食品防伪技术更上一层楼, 确认食品质量与安全; 电子标签是实物与信息的结合, 有利于企业生产信息管理系统的发挥, 也有利于监管机构对生产过程中的监督管理, 使得监管部门的电子监管系统发挥更大的作用。

### 1.2 RFID 体系框架

图 1 描述了 CIQ 的 EPC 网络架构。

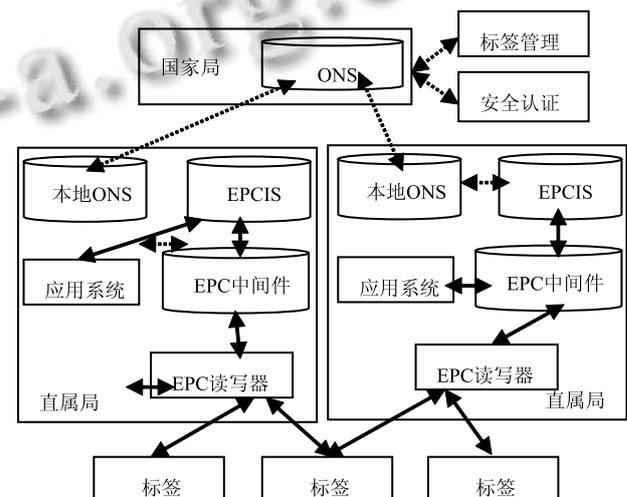


图 1 检验检疫 EPC 网络架构

由表 1 所示, CIQ 的 EPC 网络架构是由五个基本要素所构成的。

表 1 EPC 网络 5 要素表

要素	简写	定义
射频识别系统	RFID	它包括 EPC 标签和 EPC 识读器。EPC 标签包含微芯片以及与芯片相连的天线。EPC 代码存储在该标签中, 标签应用于货箱、货盘和/或贸易项目上。EPC 标签使用射频识别技术传送 EPC 到识读器; EPC 识读器通过无线电波与 EPC 标签通信并利用 EPC 中间件传输信息到本地的信息系统。
EPC 中间件		管理事件和信息的实时读取, 提供警告, 此外还管理那些等待传送到 EPC IS 和其它企业现有信息系统的基本信息。保证 EPC 识读器之间以及由识读器与信息系统组成的网络之间进行有效的数据通信。
EPC 信息服务	EPCIS	使单个用户之间能够通过 EPC 网络交换与 EPC 相关的数据。
发现服务		使用户能够查找与特定 EPC 相关的数据并请求访问该数据的一套服务。对象名称解析服务(ONS)是“发现服务”的一个部分。
产品电子代码	EPC	它是一种标识方案, 通过射频识别标签和其它方式普遍地识别物理对象。EPC 数据包括可以唯一标识单个对象的 EPC 代码, 以及为了能够有效的识读 EPC 标签而设定的滤值(可选)

1.3 RFID 中间件

粤港进出口商品质量监管种类较多, 针对不同类型的应用, 将使用不同种类、不同频段的 RFID 设备。如图 2 所示, RFID 中间件作为 RFID 标签和应用程序之间的中间部件, 提供一组比较通用的 API(应用程序接口), 利用这组 API 就可以实现从 RFID 读写器连接到系统并且读取 RFID 的数据到应用程序等功能。

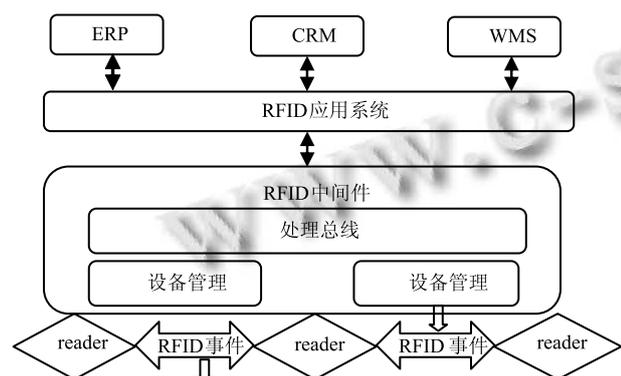


图 2 RFID 中间件功能图

这样一来, 即使存储 RFID 标签情报的数据库软件或后端应用程序增加或改由其他软件取代, 或者读写 RFID 读写器种类增加等情况发生时, 应用端不需修改也能处理, 省去多对多连接的维护复杂性问题<sup>[4]</sup>。

粤港进出口商品质量监管过程中要大量使用各种 RFID 读写器, 通过应用系统中的 RFID 中间件, 可以降低系统建设与系统维护的成本。

2 总体架构设计

2.1 业务框架结构

系统总体业务框架结构如图 3 所示。从检验检疫角度看, 粤港进出口商品质量监管包括生产企业(养殖场/加工厂)监管、产地查验、口岸查验和目的地查验与追溯四个主要环节。在每个不同的环节, 有不同的系统进行管理, 并通过数据接口将生成的信息存入系统的数据中心。生产企业监管环节使用质量监管系统企业端对种植养殖、生产加工等产品信息进行有效管理; 产地查验环节通过 CIQ2000 系统、产地检验系统、质量监管系统对产地商品质量进行有效管理; 口岸查验环节使用 CIQ2000 系统、质量监管系统对口岸查验信息进行有效管理; 目的地查验环节通过终端查验系统访问数据中心, 获取产品的生产信息、监管信息等相关信息; 海关系统、企业系统等外部系统通过数据接口与数据中心进行各种数据交换; RFID 电子标签封装成电子耳标、电子铅封、电子标识等不同形状, 加施在货物表面, 实现标签与物流的绑定。标签中存储的电子信息, 通过数据中心, 可以迅速绑定该货物所对应的各种信息与单据, 在物流监管的各个环节, 通过部署手持机、通道门等读写设备, 可以自动批量的读写标签信息, 从而自动实现货物物流、信息流、单据流的三流合一。

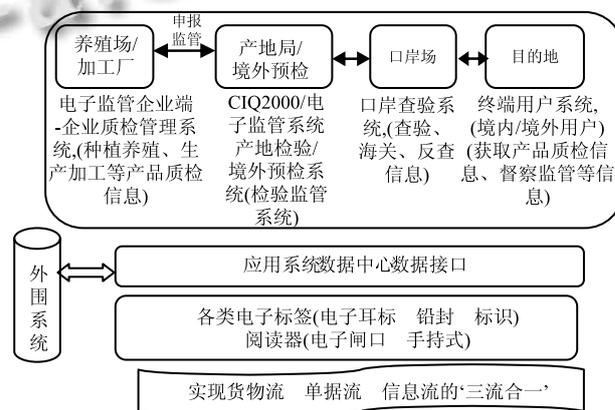


图 3 业务架构图

2.2 技术框架结构

系统总体技术框架结构采用多层分布式体系结构,

分为硬件设备层、数据资源服务层、应用支撑层、应用层和展现层, 以上各层构成了整个系统的基础结构, 此外, 不可或缺的是, 贯穿以上各层的电子政务安全体系、以及电子政务标准和规范。

**系统硬件设备层:** 系统硬件设备层是系统运行的基础, 是保证整个系统运行的前提, 是系统具体应用的载体, 强调的是可用性和可靠性。系统硬件设备层包括网络设施、统一接入系统、主机服务器系统、存储备份系统、RFID 硬件读写器和各种 RFID 电子标签。

**数据资源服务层:** 提供基础信息资源(包括商品信息、企业信息、口岸信息等)、生产信息、质量信息、报检信息、查验信息、运输信息等各种数据库, 以及各种网页/文字/音频/视频等非结构化数据信息的存储和资源的具体操作, 保证数据库的可靠运行。

**应用支撑层:** 应用支撑层提供内容管理、数据交换、工作流引擎以及 RFID 中间件服务。其中, 内容管理可实现对 Internet 信息和 Word、Excel、WPS、Notes 等应用系统文档信息的全面访问, 及文档到 HTML 的转换; 提供搜索引擎; 非结构化信息采集、编审校、信息发布; Web 页面的防篡改。信息交换: 应用 iRdex 交换软件, 通过统一的信息交换规则和信息交换标准, 提供信息交换策略、信息交换接口, 处理信息交换请求, 支持与其他应用之间的信息交换。工作流控制: 实现对业务流程的快速生成与控制。RFID 中间件: 处理通过 RFID 硬件终端采集的数据, 自动过滤冗余信息<sup>[5]</sup>。

**应用层:** 应用层包括基于系统架构的应用系统, 如活猪监管与追溯系统、从产地局到口岸局的集装箱监管系统、供港蔬菜, 人员快速通关系统等。

**显示层:** 面向检验检疫、粤港两地政府、海关、各类企业提供专业数据访问服务。可根据每个用户使用特点和角色授权的不同, 为用户提供个性化的安全访问界面。门户层管理可以实现面向申请者、管理者的多层体系结构的薄客户端界面; 支持高度个性化的内容展现模块、用户可个性化定制界面; 提供一站式的安全访问。

### 2.3 安全保障体系结构

系统在物理安全、网络安全、系统安全、标签安全、信息安全、管理安全等六个层面上实现安全保障体系建设。安全保障体系利用国家质检总局现有的隔离系统、应用安全系统、监控检测系统、防病毒系统、应急恢复系统和 VPN 网关, 并在此基础上加入 RFID 硬件安全防护系统、SSL 数据加密系统、电子标签真伪识别系统构成。这些安全系统从物理环境、网络、系统和应用各个方面为系统建立了安全防护措施, 形成整体安全防护体系。

## 3 系统建设框架

图 4 所示阐述了整体架构中 RFID, 及数据交换系统的应用情况, 下面进行一下详细的说明:

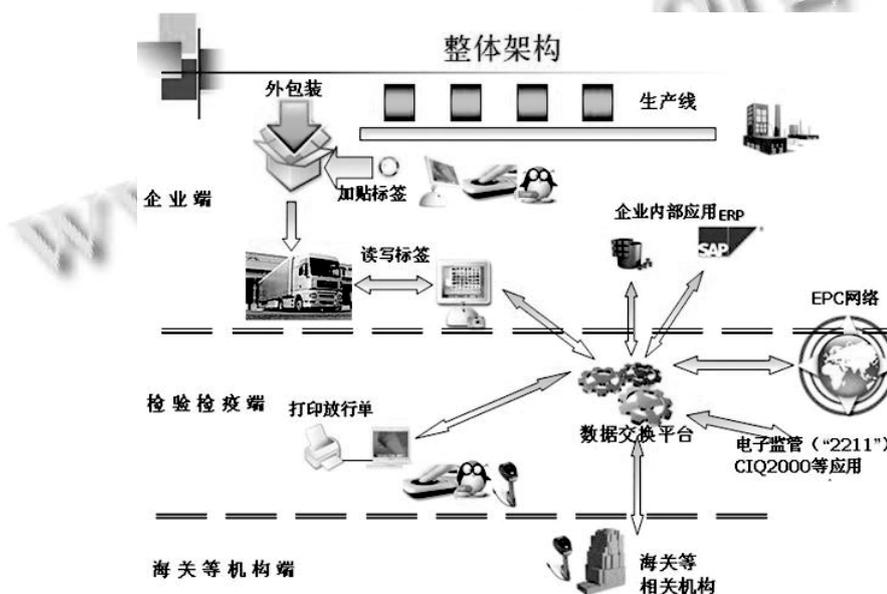


图 4 系统架构图

企业端：供港蔬菜进厂到生产线上的加工，在进行包装后，将电子标签加施在周转箱上。施检时，可以通过不同的方式来进行电子标签数据的读取，例如：检验检疫人员或企业被认可的人员手持阅读器方式、工厂流水线固定安装的阅读器或是在工厂或相关检验机构安装固定阅读器等<sup>[6]</sup>。图示中是在仓库的门口加装固定的读写器，读取的 EPC 数据发送至数据交换系统，数据交换系统同时在企业端还和企业的内部应用系统整合在一起，方便各种数据的提取。由于数据交换系统具有 EPC 网络的适配器，所以这些 EPC 数据今后也可以作为 EPC 网络资源获取的“引用”。

检验检疫端：发送至数据交换系统的信息，经过格式转换、内容加工和入库等操作，和后台的监管系统进行信息处理、比对，并产生相应的回执，并可预留和“2211”同以及海关等机构完成信息交互的接口。数据交换系统还可以和放行单的处理打印系统连接，实现放行单的自动打印。

海关或其他机构端接口：数据交换系统会把检验检疫的信息格式自动转换成海关等相关机构的格式，并按业务规则和顺序发送出去，海关接受到相应的报文可以自动进行内部的处理。同时由于今后在海关我们也将实现 RFID 的应用，所以这在通讯和信息基础上保证了真正全方位电子通关的实现。

#### 4 功能模块说明

结合用户的需求及溯源目标，本系统主要实现如图 5 所示的所有任务：通过计算机系统平台规范原有

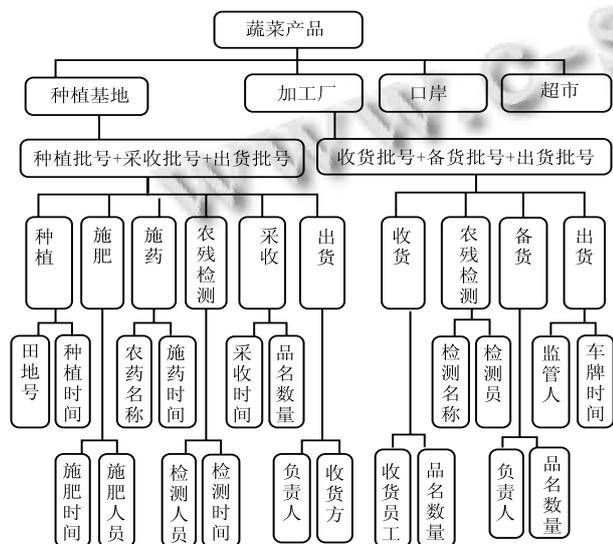


图 5 功能需求架构图

业务流程；通过电子标签的应用完善溯源管理体系；通过数据库记录数据流的过程及数据验证结果，从而解决数据的存储和业务流程的流转等。

其中包括表 2 所示的 A 溯源系统功能说明。

表 2 A 溯源系统

子系统	功能模块	子模块
种植基地信息管理	种植地块管理	信息录入
		统计查询
	种植批次管理	信息录入
		统计查询
	施肥管理	信息录入
		统计查询
	施药管理	信息录入
		统计查询
	采收管理	信息录入
		统计查询
	出货管理	信息录入
		统计查询
农残检测管理	信息录入	
	统计查询	
加工厂管理	订单录入管理	信息录入
		统计查询
	收货管理	信息录入
		统计查询
	农残检测管理	信息录入
		统计查询
	备货管理	信息录入
		统计查询
	出货管理	信息录入
		统计查询
出入境检验检疫管理模块	种植基地抽检	信息录入
		统计查询
	种植基地年审	信息录入
		统计查询
	加工厂抽检	信息录入
		统计查询
	加工厂年审	信息录入
		统计查询
管理员模块	用户管理	信息录入
		统计查询
	日志管理	信息录入 统计查询

表 3 所示 B 溯源客户端功能说明。

表 3 B 溯源系统

子系统	描述
标签打印管理	根据出货清单自动打印蔬菜标签
RFID 标签写入管理	根据出货清单给每框菜写入 RFID 标签数据
监装管理	出货时数量读取, 实现监管

## 5 接口标准

如图 6 所示, 描述了各层之间的接口关系。

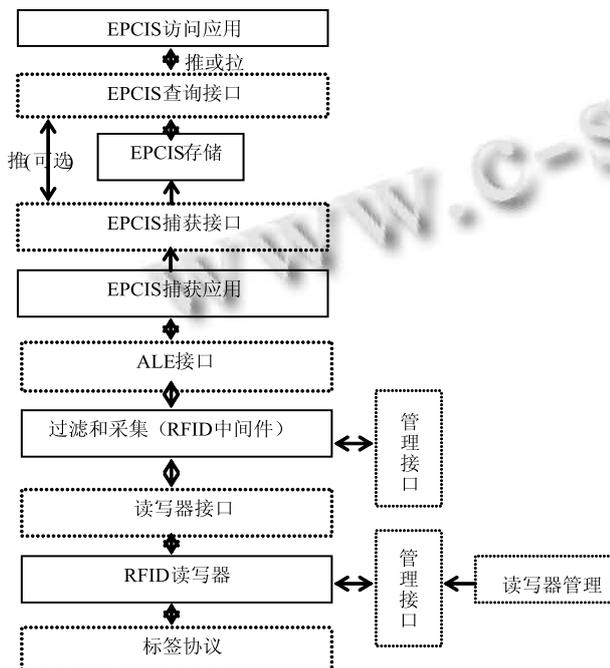


图 6 接口标准

食品安全追溯管理系统包括很多 RFID 读写器和应用终端, 还可能包括一个分布式的网络。为确保不同厂家设备之间兼容性, 我们需要制定以下几个方面的标准: EPC 编码; 读写器性能控制与设备管理; 读写器与标签之间的交互接口; 主机与读写器之间的交互接口; 与应用系统、与其它用户之间的交互接口。

## 6 结论

基于 RFID 的供港蔬菜安全溯源监管系统, 提高了供港蔬菜安全监管的有效性, 对提高食品安全全过程监管提供新的思路, 可以更好地指导进出口食品安全监管。

① 通过该项目的研发, 使 RFID 技术在质量溯源与监管领域的大量应用。一是为物联网产业发展带来极大的促进作用。二是加快通关效率为企业带来直接

经济效益。三是对产品质量甄别和监管提供了便利。

② 立足 RFID 视角, 能有效克服传统食品安全监管中仅仅针对某一环节的行为, 强调用系统的思想对可能影响食品安全的源头及系统要素进行综合考察, 增强了食品安全监管的全面性。

③ 通过该系统确定的食品安全监控状态, 为安全和监管部门有效防范和控制食品安全提供决策依据, 可以基于 RFID 视角构建由食品安全监控、信用监管和逆向追溯等子系统构成的食品卫生安全监管体系, 预防和控制食品安全, 改善和提高食品安全质量。

④ 在一定程度上能保障食品安全, 避免假冒伪劣。通过 RFID 溯源技术可以从食品生产源头监管, 依托 RFID 电子标签信息载体, 可以对整个食品安全供应链进行监管和溯源, 有利于打击非法食品经营者, 保障合法食品经营者的利益, 保证公民餐桌食品安全, 促进社会和谐发展。

## 参考文献

- 1 刘沛国. 供港蔬菜监管引入射频技术. 中国国门时报, 2011, 4:16-20.
- 2 杨蔚, 程远, 李辉, 莫海华. RFID 技术在供港蔬菜检验检疫监管中的应用. 射频世界, 2010, (2):2-8.
- 3 袁胜军, 黄立平, 詹锦川, 朱轶峰. 射频识别技术(RFID)在蔬菜供应链中的应用研究. 安徽农业科学, 2005, (6):65-72.
- 4 钱莹, 凌云. RFID 中间件设计研究. 电脑与信息技术, 2008, (5):32-37.
- 5 于海燕, 崔君成, 王同, 宁殿双. 基于中间件技术的制造业需求管理的设计与实现. 计算机系统应用, 2005, 14(10):56-63.
- 6 石蕾, 陈敏雅. RFID 系统中阅读器的设计与实现. 电脑开发与应用, 2008, (7):43-50.
- 7 胡洋. RFID 技术的定位算法改进及其在图书馆的应用. 计算机系统应用, 2010, 19(5):78-85.
- 8 任晓奎, 梁朝忠. RFID 系统防碰撞算法分析与改进. 计算机系统应用, 2010, 19(2):35-43.
- 9 刘筱霞, 陈春霞. 现代电子标签及其印刷技术. 包装工程, 2008, (5):14-22.
- 10 文汉云, 金升藻. 基于 RFID 技术的动物识别与跟踪管理系统研究. 计算机系统应用, 2006, (3):37-40.
- 11 程雪, 周修理, 李艳军. 射频识别(RFID)技术在动物食品溯源中的应用. 东北农业大学学报, 2008, (10):72-78.
- 12 李辉, 刘国栋, 胡小云, 高丽芳, 沈焯, 郑映钦. 电子标签技术在出口鳊鱼产品监管中的应用研究. 中国国境卫生检疫杂志, 2007, (6):34-42.