

文章编号: 2095-4980(2013)01-0113-06

RFID 标签应用于食品检验样品管理

胡威威^{1,2}, 李 军^{1,2}, 熊贝贝^{1,2}

(1. 深圳市检验检疫科学研究院, 广东 深圳 518001; 2. 深圳出入境检验检疫局食品检验检疫技术中心, 广东 深圳 518001)

摘 要: 基于射频识别原理, 集成高度定制开发的采集系统和全新设计的 RFID 标签, 构建样品管理系统。重点阐述了该系统的基本工作原理和设计思路, 解决了瓶装和盒装液态识别率较低的难题, 大幅提高普通材质样品识别率, 并给出程序设计方案流程图。从高效识别、科学管理与简单应用的角度设计适用于样品管理的识别系统。

关键词: RFID 标签; 样品管理; 物联网; 追溯

中图分类号: TN957.52⁺3

文献标识码: A

RFID Label for Sample Information Management System

HU Wei-wei^{1,2}, LI Jun^{1,2}, XIONG Bei-bei^{1,2}

(1. Shenzhen Academy of Inspection and Quarantine, Shenzhen Guangdong 518001, China;

2. Food Inspection Center of CIQ-Shenzhen, Shenzhen Guangdong 518001, China)

Abstract: Based on Radio Frequency Identification(RFID) principle, Sample Information Management System(SIMS) is built by integrating a high degree custom acquisition system and newly designed RFID tags. The basic working principle and design ideas are introduced in detail. The proposed system can solve the problem of low recognition rate for bottled and boxed liquid, and substantially increase the recognition rate of ordinary material samples. The flowchart of the program design is put forward. The identification system is designed for the sample management from the perspective of efficient identification, scientific management and simple application.

Key words: RFID label; sample management; Internet of Things(IoT); traceability

射频识别(RFID)是应用 RF 信号自动识别目标的技术, 已在各种领域有很多应用, 例如电子不停车收费系统(Electronic Toll Collection, ETC)、资产管理、零售项目管理、门禁控制、动物跟踪、车辆安全等, 并且日益显示出巨大潜力。随着 RFID 技术不断深入推广和应用, 其相较于条码用于资产管理的优越性逐步体现出来, 网络技术和自动识别技术被越来越多地引入到资产管理中。深圳国检食检中心(Food Inspection Center of CIQ-Shenzhen, FICS)主要负责食品、化妆品的安全卫生项目检测, 是深圳口岸唯一专业从事进出口食品、化妆品等检测的大型、综合性检测中心。每天有各种待检测样品送到 FICS, 针对大量样品的流转和检测需要进行科学有效的管理, 本样品信息管理系统(SIMS)旨在将 RFID 技术与条码技术相结合, 引入 FICS 样品管理体系中, 充分利用 RFID 识别技术优势弥补条码缺陷, 真正实现检测资源的实时、自动和可追溯, 大幅度提高现场工作效率; 自动实时跟踪记录检测资源信息以及相关操作人员信息, 将检测资源的流转信息转变为信息流; 同时提供自动化供、领、存一体化流程管理模块, 建立一个完善、高效的样品信息管理系统。

1 RFID 标签

目前管理样品使用大家所熟知的一维条码, 用于表示样品的唯一编码, 便于机器读取。本系统所使用的 RFID 标签(表面为标签纸用于打印条码信息^[1], 标签纸背面通过不干胶粘贴 UHF RFID Inlay, 称之为 RFID Label 或

收稿日期: 2012-05-07; 修回日期: 2012-07-13

基金项目: 超宽带通讯与射频识别重点实验室资助项目(CXB200903090057A); 科技部质检公益性行业科研专项资助项目(200810327); 深港创新圈资助项目(08LH-05); 深圳市基础研究计划资助项目(JC201005270268A)

Label)通过专用的 RFID 条码打印机将样品编码信息(样品的唯一编码)打印条码的同时,将关联信息写入 RFID Inlay 中。如表1所示。

表 1 条码与 RFID 标签主要性能对比

Table1 Performance comparison of the bar code and RFID tags

items	one-dimensional bar code	RFID tags
identification ways	0-50 cm, close identification, single read	0-8 m, wireless remote identification, batch read
information capacity	30 bit	>96 bit
update	can not be changed after printing	can be changed
safety	easy to copy; can not be encrypted	not easy to copy; encryption
material costs	low price, consumable	high-priced, durable

送到 FICS 中心的待检样品所需储存条件不同,有的需要冷藏,在低温潮湿的条件下条码因为沾水而经常无法正常识别,而 Label 内的 RFID Inlay 由于是封装起来的,不受潮湿和冷冻的影响。Label 具有快速批量扫描、抗污染能力强、可重复使用、穿透性读取和较高安全性等优越性能,实践证明 SIMS 可大幅度提高 FICS 的工作效率。

传统的条形码技术是利用光电效应^[2],条码阅读器将光信号转换成电信号,读出条形码所“储存”的信息。如同“近视眼”,条形码只有在足够靠近条形码识别器的时候,才可以被“认”出来;而 RFID 标签则不同,当其处于 RFID 阅读器的覆盖范围内,可以被动地发射无线电波,从而被阅读器“感应到”并被正确识别出来,如图 1 所示。阅读器的收发距离根据本身的输出功率不同从几厘米到 10 m 可调。由于无线电波有着强大的穿透能力,在阅读器的覆盖范围内,无需拆开商品的包装,隔着箱子或其他包装容器即可扫描里面的商品(金属类除外);另外,RFID 的扫描速度也是传统条形码技术所不能比拟的,RFID 的读卡器每隔 250 ms 便可从射频标签中读出商品的相关数据;RFID 支持批量处理,条形码标签需要一个一个识别,而 RFID 阅读器可以同时处理 2 个以上的标签;在处理数据方面,RFID 的优势十分明显,当工作人员推着装有 RFID 样品的推车经过数据采集点,系统会在很短时间内获取到样品车上的样品信息。

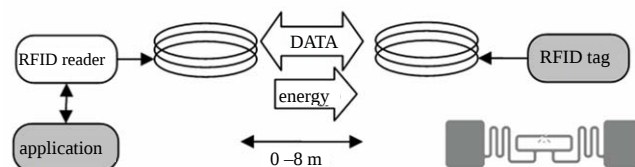


Fig.1 Working principle of RFID

图 1 RFID 的工作原理

传统条形码的信息是只读的,如果需要改变条码信息或增加新的内容,只能重新打印一张条码,旧的条码就被废弃了;RFID 支持可读写功能,不仅在打印标签时可通过打印机对 RFID 标签进行样品信息的写入,而且在任何装有读写器的节点均可以对标签信息进行读写操作。这一点对于样品流转过程中的节点记载、样品追踪非常有意义。例如,一车样品,从分样、制样和领样到各个实验室;流转起始地点、中转地点、终止地点及目标物经过某一点的具体时间和相关负责人,都可以写入 RFID 中。当然为保证 Label 信息的安全性,写操作必须经过加密验证。样品 RFID 编码中几乎包含了样品所有关键信息,从样品的领取到实验室的信息都是可追溯的,明确了流通中的权责关系,提高样品管理效率,也便于对样品进行追溯。

另外,RFID 还具有使用寿命长(寿命最高可以达到 10 年以上),安全性高,对环境要求低等优点,拥有条形码所不具备的防水、防磁、耐高温等性能;在雪、雾、冰、各种污迹等等各种恶劣的工作环境下,传统条形码的光学识别技术将会失效,而 RFID 依然可以正常工作。

1.1 RFID Inlay

本系统 Label 所选用的 RFID Inlay 为 ALIEN-Higgs-3,为 ALIEN 公司推出的新一代标签,采用分区&分埠级访问控制和读取、定稿分别控制,完全兼容 EPC Gen2,敏感性更高,可达到 10 m。RFID Inlay 参数如表 2。

表 2 RFID Inlay 参数

Table2 Parameters of RFID Inlays

frequency	860 MHz-960 MHz
protocols	EPC C1 GEN2/ISO18000-6C
storage capacity	96 bit/512 bit
operating temperature	-40°C ~ +70°C
label size	4"×2"
tag surfaces	adhesive paper
label substrates	release paper

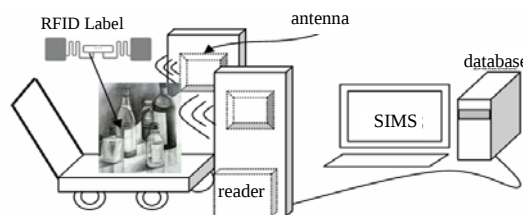


Fig.2 Collection points

图 2 采集点

1.2 Label 采集点

采用 Label 管理样品, 样品从进入 FICS 中心录入建档和领样后会在各个实验室之间进行流转, 流转过程中均会被安装在采集点的 RFID 读写器采集信息并进行记录, 如图 2 所示。由于实验室的每个样品都是受控样品, SIMS 系统可以有效帮助管理人员实时掌握样品的流转信息。由于 SIMS 系统为自动运行, 保证样品检测过程受控的同时也保证了检测结果的公平公正。系统还开放客户端供送检单位和人员查询样品检测的进度。

1.3 编码定义

条码只能包含对应样品的唯一编号, RFID 也对应一段区域存放样品编号, 但 RFID 可包含更多的信息。为了便于对样品的分类管理, 对数据定义如表 3 和表 4 所示(样品编号对应为条码编号)。

当贴有 RFID Label 的样品完成流转过程后, 系统不仅可从 RFID 标签中读出样品编号, 还可读出样品是否为有效样品、样品类别、去过哪些实验室、样品流转过程中经过哪些采集点等, 所有的信息都包含在 RFID 标签中^[3]。

1.4 半干半湿 Label

RFID 超高频(UHF)标签因电磁反向散射(Backscatter)特点, 对金属和液体等环境比较敏感, 可导致这种工作频率的被动标签(Passive tag)难以在具有金属表面的物体或液体环境下进行工作。为监测不同电介特性、机械特性等因素对标签识别的影响, 在一个无反射的环境中测试天线模式, 包括各种类型包装的样品。经过大量测试与实验, 通过不断的工艺改进将普通的 Label(全部粘贴于样品或包装表面)改为半干半湿型(湿 Inlay: 两面都有双面胶; 干 Inlay: 无双面胶), 底面涂抗金属涂料, 同时联合打印机厂家对 Label 打印机进行改进, 以适应新型的 Label。经现场检验, 新型 Label 对液体(红酒、醋、油等)样品识别率有较大改善。针对金属包装样品, 设计了专用的样品袋, 将 Label 粘贴于样品袋表面, 由于样品袋未与金属直接接触, 受金属影响较小, 解决了金属包装无法识读问题。图 3 反映了不同产品类型、包装类型(包装材料和封装容量)与射频系统的“友好程度”。

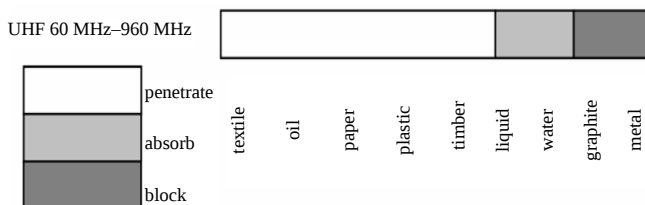


Fig.3 RFID and material
图 3 RFID 与材料

1.5 天线布置

由于现场环境比较复杂, 工作人员领样后到实验室路线各不相同, 设计了比较利于 Label 识读的规范路线。天线采用圆极化方式, 每个采集点配置 1 个读写器、2 个天线, 分别为左旋(Left Hand Circular Polarized, LHCP)和右旋极化(Right Hand Circular Polarized, RHCP)^[4]。

2 系统架构

本系统硬件构成如图 4 所示, 主要由标签打印机(可同时打印条码与 RFID)、多通道读写器、桌面读写器、手持便携式读写器和手持条码枪构成, 实现样品领样、制样和流转全程记录, 最终达到样品从进入实验室到最终得出检测报告关键过程可追溯和实时监控。系统还包含专用的数据库管理后台及操作界面, 便于操作人员进行管理操作。

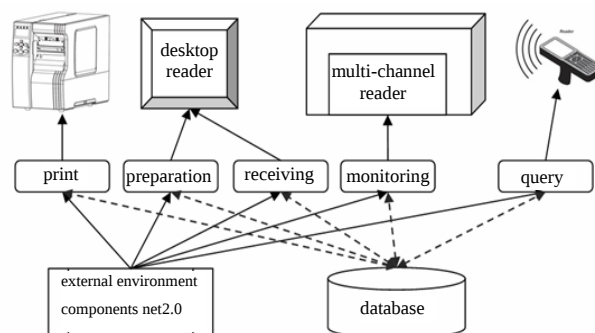


Fig.4 System architecture
图 4 系统架构

2.1 RFID Reader-采集点工作原理

各个关键采集点(样品流转必经路径)布置多通道读写器,采集样品流转信息。读写器选用 CS461智能读写器,底层包含 Impinj Speedway 技术。Impinj Speedway 技术极大提高了读写器空中媒介接口能力,例如它在高读写器密度环境中读写标签的速度、距离和准确度,经测试均有优异表现。

CS461智能读写器的高层包含一个由恒进信息科技有限公司(Convergence Systems Limited, CSL)额外发展的高增值嵌入式智能代工^[5]。这个智能代工包含以下5个引擎,能令读写器自主运行,如图5所示。

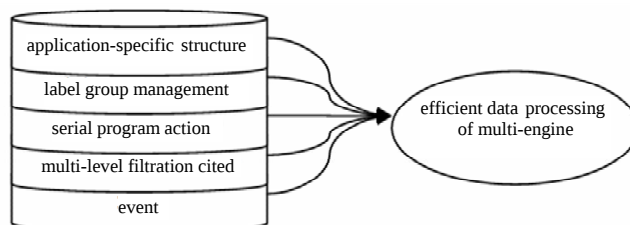


Fig.5 Multi-engine processing

图 5 多引擎处理

2.2 手持机-样品模糊查询

在只知道样品储存在某个区域但不知道具体位置时,需要使用到手持机,输入样品唯一编码,通过手持机进行模糊查询与定位。也可以使用手持机进行样品信息的批量采集。

3 软件系统设计

软件系统采用客户端+服务器的方式布置,模块化设计分为建档打印模块、制样&领样模块、流转监测模块、数据交换模块和查询统计模块^[6]。各个采集点通过网络连接,所有操作数据和采集到的数据保存到数据库中,可通过客户端和网页查询。如图 6。

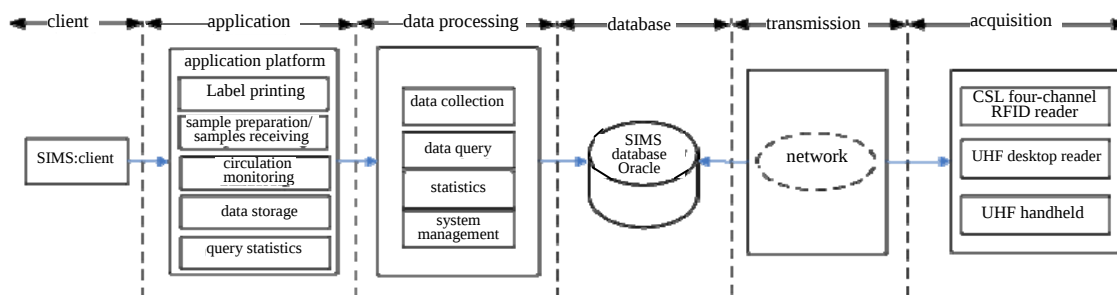


Fig.6 Software architecture

图 6 软件系统架构

4 流程设计

深圳出入境检验检疫局食品检验检疫中心专门负责对出入境各类物品进行抽样检查,样品送达食检中心进行样品检测^[7]。流程如下(见图7)。

1) 口岸局人员抽样后,将抽样的样品信息录入 SIMS 系统;

2) 样品信息录入后,由深圳局服务中心送至食检中心,中心人员收到样品进入系统核对样品信息,核对无误后在系统中正式受理该样品。自此,样品流程正式进入实验室流程。

3) 样品室、综合部工作人员通过系统内打印样品标签,该标签上的信息包括检测实验室等,检测项目 RFID Inlay 包含对应编码信息。

4) 条码打印好后,样品有以下 2 种流转情况:

a) 如果样品不需要制样(如红酒等),直接贴上相应的标签待实验室领走;

b) 如果样品需要制样(如猪肉等),在制样室由工作人员(通过搅拌等手段)将猪肉制成实验室需要的待检样品,贴上标签待实验室领走。

5) 各实验室人员到样品室取样。实验室领样人员到样品室,登陆 SIMS 系统,找到待领的样品,扫描后确认领样。领样后样品会放入标准样品框通过推车流转各个实验室,会经过各个数据采集点,系统会自动记录样品从领样到达实验室过程中所有关键数据并录入数据库。

6) 样品被领到实验室后,有以下 2 种流转情况:

- a) 需要进行样品前处理(利用提取、稀释、浓缩、净化、定容等手段)的,前处理过后进行检测;
- b) 不需进行前处理的,直接检测。

7) 检测完毕后,样品废弃。至此整个流程完成。

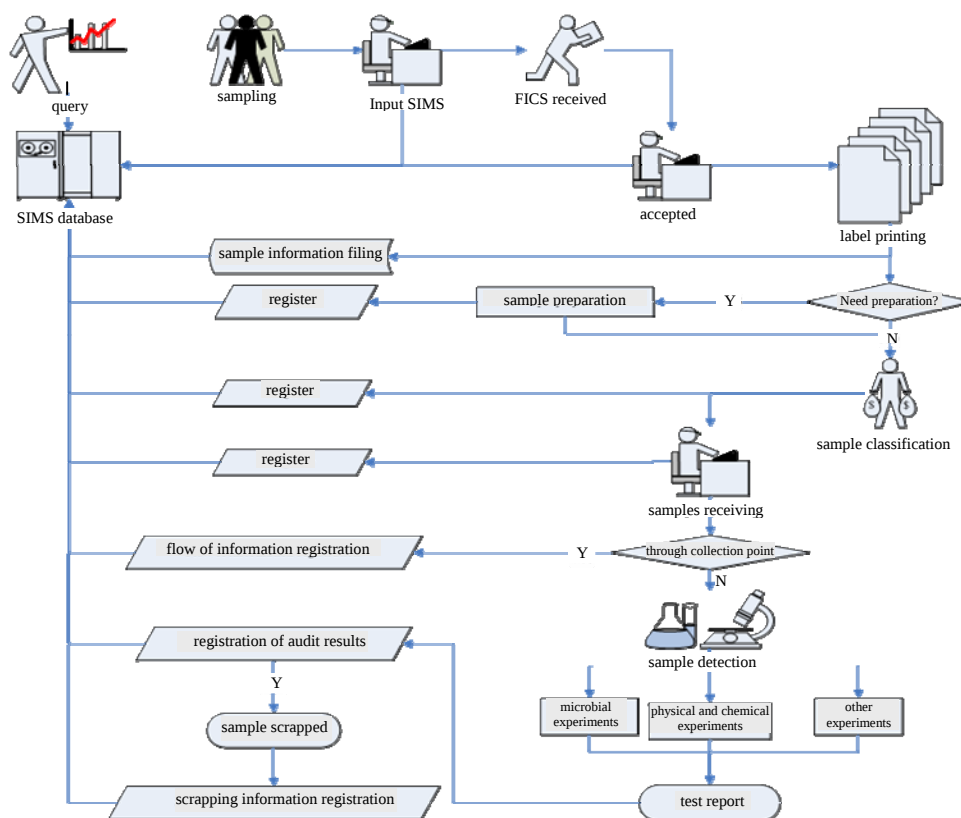


Fig.7 Business processes

图 7 业务流程

5 结论

本文基于实用的应用对象——样品信息管理系统,研究不同电介特性、机械特性等因素对标签天线性能的影响,识别系统针对不同应用环境的布局等,为 RFID Label 技术应用于类似领域归纳出一般的应用设计方法和系统方案。

本文所设计的样品管理系统在深圳出入境检验检疫局食品检验检疫技术中心上线实测数据显示,使用 RFID Label(RFID 与条码相结合)管理中心样品比传统管理方式更加高效和科学,可实现样品信息与样品流转信息的完美结合,极大地提高了样品信息的实时性和可追溯性。

参考文献:

- [1] Curty Jari-Pascal, Michel Declercq, Catherine Dehollain, et al. 无源超高频 RFID 系统设计与优化[M]. 陈力颖, 毛陆虹, 译. 北京: 科学出版社, 2008. (Curty Jari-Pascal, Michel Declercq, Catherine Dehollain, et al. Passive UHF RFID system design and optimization[M]. Translated by CHEN Liying, MAO Luhong. Beijing: Science Press, 2008.)
- [2] 陈丹晖, 刘红. 条码技术与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011. (CHEN Danhui, LIU Hong. Barcode technology and application[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2011.)
- [3] 曾孝平, 赵小刚, 熊东, 等. ASK 调制对无源 RFID 系统能量和数据传输的影响[J]. 信息与电子工程, 2009, 7(6): 495-500. (ZENG Xiaoping, ZHAO Xiaogang, XIONG Dong, et al. The ASK modulation passive RFID system energy and data transmission[J]. Information and Electronic Engineering, 2009, 7(6): 495-500.)

- [4] 李华植. 海量数据库解决方案[M]. 郑保卫,盖国强,译. 北京:电子工业出版社, 2010. (LI Hua Chik. Database solutions[M]. Translated by ZHENG Baowei,GAI Guoqiang. Beijing:Electronics Industry Press, 2010.)
- [5] 廖国琼. RFID 实时中间件技术[M]. 成都:西南交通大学出版社, 2010. (LIAO Guoqiong. RFID real-time middleware technology[M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2010.)
- [6] 程振,刘年生,李琳,等. 一种适用于RFID读写器的加密算法及其实现[J]. 信息与电子工程, 2009,7(4):1-3. (CHENG Zhen, LIU Niansheng,LI Lin,et al. A suitable RFID reader encryption algorithm and its implementation[J]. Information and Electronic Engineering, 2009,7(4):1-3.)
- [7] 刘胜利. 食品安全 RFID 全程溯源及预警关键技术研究[M]. 北京:科学出版社, 2012. (LIU Shengli. Application of RFID technology in traceability and risk warning for food safety[M]. Beijing:Science Press, 2012.)

作者简介:



胡威威(1982-), 男, 山西省吕梁市人, 毕业于太原理工大学, 工程师, 研究方向为嵌入式和射频技术应用.email:hww_ic@163.com.

李 军(1975-), 男, 云南省昆明市人, 毕业于浙江大学, 高级工程师, 主要从事信息技术产品研发与测试.

熊贝贝(1981-), 男, 江西省抚州市人, 毕业于东华理工大学, 工程师, 研究方向为食品安全.