

基于无线射频识别技术的食品检测实验室样品 管理系统的设计与建立

熊贝贝, 丁晶, 梁通雯, 乔彬, 林燕奎*

(深圳出入境检验检疫局食品检验检疫技术中心 深圳市食品安全检测技术研发重点实验室, 深圳 518045)

摘要: **目的** 为了使食品检测实验室能对检测样品的接受、流转、储存、处置及样品的识别各个环节进行有效的记录和质量控制, 需要采取先进的物联网技术, 建立一套对实验室样品进行全流程进行记录和控制的管理系统。 **方法** 将样品管理系统与无线射频识别(radio frequency identification, RFID)技术相结合, 充分利用RFID 识别技术的信息量大、可以读写等优势, 实现检测样品的在实验室分样、制样、检测和销毁处理的全程监控与实时追溯。 **结果** RFID 样品管理系统可以弥补条码管理的缺陷, 记录样品在实验流通过程的全部信息, 方便查询和追溯, 大幅提高了样品管理效率和满足实验室质量管理的要求。 **结论** 实践表明, 实验室利用RFID 技术进行样品管理, 满足了样品的流转监控与可追溯性的需要, 有效地提升了实验室样品管理的自动化和信息化水平。

关键词: RFID 技术; 样品管理; 自动化

Design and establishment of sample management system for food inspection laboratory based on RFID technology

XIONG Bei-Bei, DING Jing, LIANG Tong-Wen, QIAO Bin, LIN Yan-Kui*

(Shenzhen Key Laboratory of Detection Technology R & D on Food Safety, Food Inspection and Quarantine Center, Shenzhen Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Shenzhen 518045, China)

ABSTRACT: Objective In order to manage acceptance, transferring, storage, and disposal of test samples, effectively record and identify all aspects of the sample for recording and quality control, food testing laboratory needs to establish a management system of test sample recording and control situation with advanced internet technology, to record and control the whole sample process of the laboratory. **Methods** Combining the sample management system and radio frequency identification (RFID) technology, the full advantage of the RFID technology with large amount information and reading-writing function were applied to achieve control and tracking the process of sample separating, sample preparation, sample testing and destroy in laboratory. **Results** RFID sample management system can overcome the shortage of barcode management system, record all the information of the sample flow process, and is convenient to search and track, which can substantially

基金项目: 国家质检总局科技计划项目(2014IK145)、深圳检验检疫局科技计划项目(SZ2014223)

Fund: Supported by the Scientific and Technological Project of the General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China (2014IK145) and the Science and Technology Fund of CIQ-Shenzhen (SZ2014223)

通讯作者: 林燕奎, 副主任技师, 主要研究方向为食品安全检测与实验室信息化研究。E-mail: 247580680@qq.com

***Corresponding author:** LIN Yan-Kui, Associate Chief Technician, Food Inspection Center of Shenzhen Entry-Exit Inspection & Quarantine Bureau, Room 1313, CIQ Building A, 1011, Fuqiang Road, Futian District, Shenzhen 518045, China. E-mail: 247580680@qq.com

increase the efficiency of sample management and meet the requirements of quality control in laboratory.

Conclusion The practice shows that to use the RFID technology for sample management can meet the demand of sample monitoring and tracking, effectively improve the level of automation and informatization of laboratory sample management.

KEY WORDS: RFID technology; sample management; automation

1 引言

近年来,随着食品安全保障需要的日益增长,食品检测实验室业务量不断增长,检测样品数量庞大、种类复杂。大部分实验室在样品管理的过程中,是采用纸质条码配合手工记录的方法实现,只记录样品物理信息,不对样品流转信息进行记录,如何对检测样品的接受、流转、储存、处置及样品的识别各个环节进行有效的质量控制,是一直以来困扰实验室质控建设的一大问题。

如同互联网的使用带来巨大技术革命一样,无线射频识别(RFID)技术在物联网的应用,极大地改变了我们的工作和生活方式,其快速读写、抗污染能力和耐久性,信息识别的穿透性和无障碍,多应用支持等方面的突出能力使这项技术应用日益广泛,物流、制造、交通运输、医疗、防伪和资产管理等多个领域都有大量成功的运用案例。专家预计,这一领域将会发展成为一个上万亿元规模的高科技市场^[1]。因此,结合 RFID 技术,针对样品管理信息化水平低、自动化程度低、信息采集和管理困难的情况,开发食品检测实验室样品管理系统,极具创新性和实际应用价值,能够更好地推动物联网技术的发展,同时也为我国食品行业实验室的样品管理水平提升提供技术保障。

深圳出入境检验检疫局食检中心是深圳口岸唯一专业从事进出口食品、化妆品检测的大型综合性检测中心。日前,该中心成功开发了基于 RFID 技术的食品检测实验室样品管理系统,该系统充分利用 RFID 识别技术优势弥补条码管理的缺陷,实现了检测样品的实时监控与全程追溯,大幅提高了样品管理效率。系统以模块化平台设计思想为指导,始终以样品流转全程监控为目标,满足了实验室样品管理的需要。本文对基于 RFID 技术的食品检测实验室样品管理系统的设计与建立思路进行了深入的探讨。

2 食品检测实验室样品管理现状

目前食品检测实验室样品管理主要存在以下几方面问题:①检测样品信息存在信息录入不完整、差错率高、放置时间较长后难以寻找,特别是冻品的情况尤其突出;②样品出现损坏、遗漏等情况后难以追查;③样品管理信息全凭手工录入,管理手段落后;④检测资源控制措施不到位,浪费严重;⑤未建立规范化的流程管理模式,样品流转、销毁等管理手段没有规范,随意性大;⑥未建立实验室资源信息数据库,信息化滞后。

3 RFID 技术用于样品管理的特点和优势

RFID 系统组成由 RFID 标签(俗称电子标签)、读写器、应用软件三部分组成。其工作原理是读写器发射特定频率的无线电波给电子标签,用以驱动电子标签电路将内部的数据送出,此时读卡器便依序接收解读数据,送给应用程序做相应的处理^[2,3]。电子标签保存约定格式的电子数据,在实际应用中,电子标签附着在待识别物体表面,读写器又称读卡器,可无接触地读取并识别电子标签中所保存的电子数据,从而达到自动识别样品的目的。

深圳出入境检验检疫局食检中心之所以将 RFID 技术应用于实验室样品管理系统,是因为其具有以下应用优势。

3.1 性能优势

部分送到食品检测实验室的样品需要冷藏保存,在低温潮湿的条件下,一维条码标签会因为沾水而经常无法正常识别。RFID 标签经过全部封装,不仅不受潮湿与低温影响,还具有可快速批量扫描、抗污染能力强、可重复使用、穿透性读取和较高安全性优越性能^[4],见图 1。在实际使用过程中,相比原有的条码标签,RFID 标签可大幅提高实验室的工作效率。



图 1 条码标签与 RFID 标签对比

Fig. 1 The comparison of the bar code label and RFID tag

3.2 全程监控

根据 RFID 读写器监控到的信息可以很容易管理实验室内的各种物品，随时随地可以查询出某个物品所处的位置，防止物品的丢弃以及难以寻找，实现实验室样品的自动化管理。

3.3 有效追溯

由于样品各项信息可以加密写入到标签中，以及调用系统数据库内的信息资料，可以辨别出任一样品在实验室所有的流转轨迹^[5]，实时查找出以往样品的所有流转记录，有效追溯到实验室样品生命周期的任一位置。

3.4 方便查找

食品检测实验室对样品保存的时间都有固定要求，对一些保存时间较长的留样样品，特别是冷冻食品，在冰柜保存后较难寻找，利用手持 RFID 读写器，可以方便快捷地实时查找到任何时间保存的样品。

3.5 防止误领或丢失

每张 RFID 标签都有全球唯一 ID 号码，而且是不可修改的，因此 RFID 技术具有无可比拟的识别性能。RFID 标签中，除了 ID 号外，还有一部分 DATA 区，若有需要是可以写入数据信息，把样品所属部门写入到这个区域，通过读写器对样品的检查，误领或丢失的样品很容易被识别出来。

4 系统需求分析与模型建立

基于 RFID 技术的食品检测实验室样品管理系统是指将 RFID 标签贴在实验室的检测样品上，实现样品名称、样品编号、检测项目、检测要求、检测要求完成时间等信息的自动存储和传递。RFID 标签能将

信息传递给 5~8 米范围内的射频读写器上^[6,7]，使样品在实验室各部门的流转不再需要使用手持条形码读卡器对样品进行逐个扫描条码，实现实验室检测样品的实时、自动化管理。读写器时刻监控实验室内的物品所绑定的标签，通过网络将感应到的标签信息传输给 RFID 中间件系统；RFID 中间件系统根据这些感应信息，进行数据挖掘分析，建立 RFID 事件模型，生成符合业务需求的事件信息，将事件信息传输给管理系统。样品检测监管系统根据 RFID 读写器监控到的信息可以很容易管理实验室内的各种物品，随时随地可以查询出某个物品的所处位置，可以防止物品的丢弃以及难以寻找，实现实验室的自动化管理。

检测实验室需要根据本身实际情况确认系统结构和实现方案，并针对相关要求建立相关模型。一般需要分为两大模块：硬件系统、数据库管理系统。通过 RFID 硬件系统为入库样品建立数字档案，并根据硬件系统检测信息对样品状态进行实时更新，并可实时查询到样品综合信息。系统架构主要由硬件系统与软件系统共同组成，其中硬件系统包括 RFID 标签、手持机、桌面读写器与多通道读写器；软件系统主要包括数据库管理等。硬件系统与软件系统由中间件进行数据交换，见图 2。

5 系统分析和设计

系统可以根据以下五个方面进行分析设计：建立一个完善、高效的实验室检测资源自动监管系统；有利于样品的分类与查找；有利于实现减轻工作人员对样品进行分类和查找的工作量；有利于建立一个电子化样品检验信息库^[8]；有利于样品信息共享。为了满足设计要求，确保系统完成后能长期稳定安全运行，确保系统的先进性、创新性和可扩充性，方便用户根据实际需要定制相应功能，实现系统各级之间的紧密联系，实验室应尽量使用面向对象的技术进行系统设计和实现，系统客户端及后台管理系统构成项目应用架构的核心和主体，其他应用功能部分基本独立建设和维护。

6 系统的建立和调试

6.1 硬件选型与调试

系统建立的前提条件是硬件基础。除了正常系统

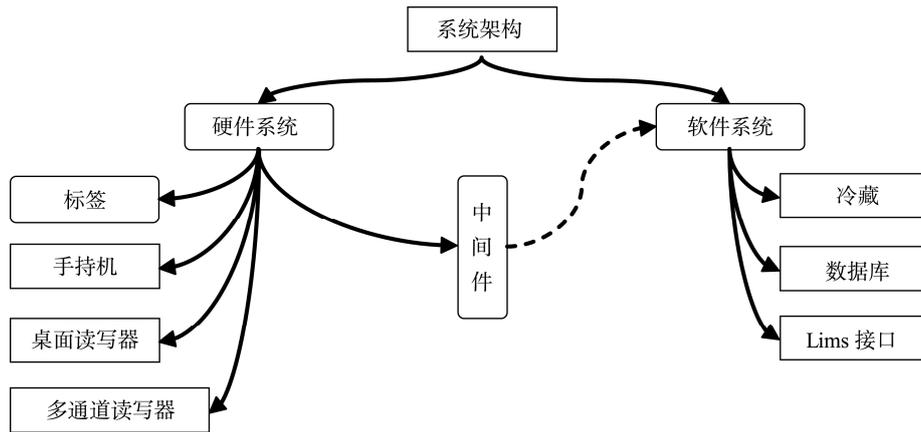


图 2 系统架构图

Fig. 2 System architecture diagram

运行的服务器与客户端电脑外, 建立本系统需要配置 RFID 打印机、RFID 读写器(见图 3)与 RFID 标签^[9]。RFID 打印机与标签的选型工作尤其重要, 目前市场上 RFID 标签与打印机型号较多, 因各实验室检测的重点样品类别有所区别, 建议实验室对硬件进行测试比较, 找到最适合本实验室的型号规格。

因食品检测实验室样品的存放环境特殊(低温、潮湿等), 实验室需针对硬件进行测试, 见图 4, 包括对 RFID 读写器、天线、标签等功能和性能进行测试; 测试各种标签读写; 比较各读写器和标签性能并选型; 模拟现场环境仿真测试。主要目的是对 RFID 硬件系统进行对比测试和选型, 为系统的软件开发提供硬件支持; 对比测试各厂家 RFID 读写器和天线性能参数, 为后台软件开发提供依据; 对比测试各种适用标签性能参数, 为系统选型提供参考; 模拟应用环境, 进行仿真测试。

6.2 软件开发与测试

硬件测试完成后, 实验室可以即刻开展软件开发工作, 具体软件功能可根据实验室本身的需求进行定制, 软件开发过程中建议预留与实验室信息管理系统的接口, 以备将来与实验室信息系统进行无缝联接^[10]。

6.3 正式上线运行

系统经过充分测试后, 正式上线运行。相比原来的手工处理方式, 基于 RFID 技术的食品检测实验室样品管理系统在深圳出入境检验检疫局食检中心上线后, 从检测样品送达实验室开始、对各项资源的分

配、流转、销毁等信息进行流程化管理, 实现了该中心检测资源管理的规范化、网络化、信息化运作, 极大地提高了样品管理的工作效率。



图 3 RFID 打印机与 RFID 读写器

Fig. 3 RFID printer and RFID reader



图 4 硬件性能测试

Fig. 4 Hardware performance test

7 系统设计建立过程需要考虑的问题

根据作者所在实验室开发本系统的经验,在系统设计建立过程中,根据实验室自身需要,需要提前介入并考虑解决以下问题。

(1)应用于食品检测样品的 RFID 标签的封装。食品检测实验室待检测的样品有很多种类,各个类型的包装不尽相同、各式各样,其对射频信号的影响也不一样,因此其对标签的需求也是不一样的^[11]。需要设计合适的 RFID 标签的外部封装方式,能够适应不同的样品包装,以便能够被读写器准确无误地感应到^[12]。

(2)读写器的布设。读写器的布设是 RFID 系统能否良好应用的一个关键环节,如何能够覆盖所制定区域,如何使读写器之间干扰最低,如何才能全方位均能感应到区域内标签,需要精心设计读写器布设方案^[13],才能达到良好的效果。

(3)读写器的管理及调度技术。大量读写器需要同时并且不间断地监控各自的区域,读写器之间会有电磁干扰,同时为平衡大量读写器与服务器之间的数据交换,需要设计良好的读写器管理和调度算法,使得读写器有序、快速地向服务器提交感应信息^[14]。

(4)数据流的过滤以及事件处理技术。读写器向服务器提交的数据信息很庞大,同时又是杂乱无序的,而且读写器在感应标签的过程中会收到各种干扰从而感应数据有可能会出现错误信息。设计数据过滤技术,将数据流通过平滑过滤,生成有序准确的数据流^[15]。在此基础上,建立事件模型,将数据流中的相关信息简化处理,生成事件信息。

(5)复杂事件处理技术。中间件处理数据流后生成的事件信息是与业务无关的事件流,无法直接提供业务应用。根据业务规则,建立复杂事件模型,将简单事件流经过进一步处理,生成与业务相关的复杂事件,提交给用户,执行用户做出的相应操作处理。

8 结束语

RFID 技术近年来已经在国内各个行业开始应用,作者所在的实验室,已开始使用基于 RFID 技术的食品检测实验室样品管理系统。作者根据系统的实际使用情况分析了 RFID 技术在食品检测实验室样品管理上的技术优势,讨论了系统设计建立过程需要考虑的问题,阐述了基于 RFID 技术的食品检测实验室样

品管理系统的设计与建立思路。实践表明,利用 RFID 技术可以实时对食品检测实验室样品的接受、流转、储存、处置及样品的识别各个环节进行有效的质量控制。

参考文献

- [1] 杜云明,周杨. 无线射频识别技术与应用研究[J]. 自动化技术与应用, 2010, (5): 52-55.
Du YM, Zhou Y. Radio frequency identification technology and application research [J]. Tech Auto Appl, 2010, (5): 52-55.
- [2] 吕玉明,吴艳玲. 基于 RFID 技术的实验室信息管理系统设计[J]. 中国电子商情(RFID 技术与应用), 2009, 2: 32-34.
Lv YM, Wu YL. Design of laboratorial information management system based on RFID [J]. Present Solu, 2009, 2: 32-34
- [3] 陈惠,吴建明,吴昌永. 实验室样品物流管理系统开发与设计[J]. 现代测量与实验室管理, 2011, (5): 42-43.
Chen H, Wu JM, Wu CY. Development and design of logistics management system in laboratory [J]. Adv Measure Lab Manage, 2011, (5): 42-43.
- [4] 胡威威,李军,熊贝贝. RFID 标签应用于食品检验样品管理[J]. 太赫兹科学与电子信息学报, 2013, 11(1): 113-118.
Hu WW, Li J, Xiong BB. RFID label for sample information management system [J]. J Terahertz Sci Elect Inform Technol, 2013, 11(1): 113-118.
- [5] 王若昆,安景,魏学业. 基于 RFID 技术的无线信息传输系统的设计与研究[J]. 电气自动化, 2014, (3): 17-20.
Wang RK, An J, Wei XY. Design and research of RFID-based wireless information transmission systems [J]. Elect Auto, 2014, (3): 17-20.
- [6] 张博阳,张艳鹏,孙凯. 基于 RFID 技术的实验室信息管理系统研究[J]. 自动化与仪器仪表, 2014, (6): 6-8.
Zhang BY, Zhang YP, Sun K. Based on RFID technology, laboratory information management system research [J]. Auto Instrum, 2014, (6): 6-8.
- [7] 谷峪,于戈,张天成. RFID 复杂事件处理技术[J]. 计算机科学与探索, 2007, (3): 255-267.
Gu Y, Yu G, Zhang TC. RFID complex event processing techniques [J]. J Comp Sci Front, 2007, (3): 255-267.
- [8] 粘华. 基于 RFID 的开放实验室实现网上资源共享[J]. 实验室技术与管理, 2008, 25(12): 110-111.
Nian H. RFID-based public laboratory and achieving resource sharing via internet [J]. Experim Technol Manage, 2008, 25(12): 110-111.
- [9] 张红燕,袁永明,贺艳辉,等. 物联网技术在现代渔业中的应用[J]. 农业网络信息, 2014, (6): 8-11.
Zhang HY, Yuan YM, He YH, et al. Application of the internet of things technology in modern fisheries [J]. Agric Network Inform,

- 2014, (6): 8–11.
- [10] 李彪, 蒋平安, 宁松瑞, 等. 基于 RFID 和二维码技术的新疆哈密瓜溯源系统[J]. 农机化研究, 2014, (8): 196–201.
Li B, Jiang PA, Ning SR, *et al.* Xinjiang Hami melons' traceability system based on the rfid and the two dimensional code technology [J]. J Agric Mech Res, 2014, (8): 196–201.
- [11] 郑楠. 物联网技术在 B2C 电子商务配送运输中的应用[J]. 物联网技术, 2013, (12): 34–39.
Zheng N. Application of IOT in distribution and transportation of B2C e-commerce [J]. Inter Thing Technol, 2013, (12): 34–39.
- [12] 李泉林, 郭龙岩. 综述 RFID 技术及其应用领域[J]. 中国电子商情(RFID 技术与应用), 2006, (1): 51–62.
Li QL, Guo LY. An overview on RFID technology and application [J]. Radio Freq Identif Technol Appl, 2006, (1): 51–62.
- [13] 王英健, 朱幸初. 基于 RFID 技术的定位系统在装卸场的应用[J]. 自动化技术与应用, 2014, (4): 98–102.
Wang YJ, Zhu XC. Application of RFID-based location system in handling yard [J]. Technol Auto Appl, 2014, (4): 98–102.
- [14] 王瑾. 基于物联网的实验室管理技术[J]. 电脑知识与技术, 2010, 6(21): 11.
Wang J. Laboratory management based on the internet of things [J]. Comp Knowl Technol, 2010, 6(21): 11.
- [15] 史艳伟, 张岩庆, 刘克胜. 基于 RFID 系统的安全性问题研究[J]. 计算机科学, 2012, (6A): 214–216.
Shi YW, Zhang YQ, Liu KS. Study of security problem based on RFID system [J]. Comp Sci, 2012, (6A): 214–216.

(责任编辑: 杨翠娜)

作者简介



熊贝贝, 工程师, 主要研究方向为实验室数字信息化研究。
E-mail: 25429705@qq.com



林燕奎, 副主任技师, 主要研究方向为食品安全检测与实验室信息化研究。
E-mail: 247580680@qq.com