

食品包装安全研究

基于二维码技术的热带水果质量安全追溯系统设计与实现

孟猛, 孙继华, 邓志声

(中国热带农业科学院科技信息研究所 海南省热带作物信息技术应用研究重点实验室, 儋州 571737)

摘要: **目的** 实现对热带水果生产流通环节的质量安全追溯,规范企业生产管理,提高消费者最终知情权,加强政府监管。**方法** 在研究二维码技术的基础上,通过研究分析热带水果生产与流通环节所涉及的要素,采用 HACCP, FMECA 等技术方法,找出热带水果质量安全的关键要素。采用国家及行业的相关编码标准,设计热带水果追溯编码结构,构建基于二维码技术的热带水果质量安全追溯系统。**结论** 热带水果企业或基地通过使用该系统提高了热带水果安全生产管理水平,实现了热带水果质量安全溯源,促进了热带水果产业化经营和标准化管理。

关键词: 二维码; 质量安全; 追溯系统; 追溯编码

中图分类号: TP399

文献标识码: A

文章编号: 1001-3563(2014)05-0013-08

Design and Realization of Tropical Fruit Quality Safety Traceability System Based on 2-Dimensional Code Technology

MENG Meng, SUN Ji-hua, DENG Zhi-sheng

(Institute of Scientific and Technical Information · CATAS, Key Laboratory of practical research
on tropical crops information technology In Hainan, Danzhou 571737, China)

ABSTRACT: **Objective** To realize the quality safety traceability of the production and circulation of tropical fruit, standardize enterprise production management, improve the consumers' right to know, and strengthen government supervision. **Methods** On the basis of the study of the two-dimensional code technology, the elements involved in tropical fruit production and circulation were analyzed using HACCP, FMECA and other technical methods, and the key elements of the quality and safety of tropical fruit were put forward. Using country and industry relevant coding standards, the code structure of tropical fruit quality safety traceability was designed, and the tropical fruit quality safety traceability system was constructed based on two-dimensional code technology. **Conclusion** By using this system, the tropical fruit production safety management level of the tropical fruit companies or production bases was improved, the tropical fruit quality safety traceability was realized, and tropical fruit industrialization and standardization management were promoted.

KEY WORDS: 2-Dimensional code; quality safety; traceability system; retrospective coding

食品是维系人类生存、发展最重要的物质,但是食品安全问题如今已成为很多人的“心头之患”。无论是在发展中国家,还是在发达国家,食源性疾病一

直是人类健康的重要威胁。关注食品安全就是关注人类的现在与未来^[1]。可追溯体系作为控制农产品质量安全的有效方法日益受到世界各国的重视^[2-3]。

收稿日期: 2013-10-18

基金项目: 海南省热带作物信息技术应用研究重点实验室开放基金项目(rdzwkfj008)

作者简介: 孟猛(1977—),男,河南淮阳人,硕士,助理研究员,主要研究方向为基于GS1系统的农产品供应链编码研究、基于二维码技术的农产品质量安全追溯研究、基于二维码系统的智慧旅游信息服务研究。

通讯作者: 孙继华(1971—),女,湖南人,硕士,研究员,主要研究方向为信息分析与预测。

1996年欧盟为应对丹麦的猪肉沙门氏菌污染事件、苏格兰大肠杆菌事件,以及英国疯牛病引发的恐慌事件所导致的欧盟消费者对政府食品安全监管缺乏信心,率先建立畜产品可追溯系统^[4]。欧盟“疯牛病”危机之后,日本也逐步开展了食品质量安全追溯体系的建设工作。2001年,日本农林部门决定建立肉牛质量安全追溯体系^[5]。2002年,美国颁布了“生物反恐法案”,提出了建设“从农场到餐桌”的食品质量安全管理体系统^[6],此外,美国已在2009年底将70%的牛包含在NAIS项目内^[7]。国内对农产品可追溯系统的构建虽起步较晚,但在农产品安全追溯制度及其系统建设方面已经开展多项试点示范工程^[8]。国家条码推进工程办公室在山东寿光蔬菜基地实施“蔬菜安全可追溯性信息系统研究及应用示范工程”^[9]。上海市畜牧部门依据《上海市动物免疫标识管理办法》开始为猪、牛、羊等畜产品建立产品档案^[10]。近几年科研领域也在积极开展溯源相关研究,如刘世洪等开展了主要粮油产品溯源研究^[11],杨信廷等对蔬菜及水果溯源系统构建进行了研究^[2],郭建宏等开展了二维码在蔬菜产品质量追溯中的应用研究^[12],赵卓等对QR码在农产品供应链追溯系统中的应用进行了研究^[13]等。这些研究及应用为农产品和食品质量安全可追溯系统的建立、完善和实施奠定了基础。

随着信息技术的迅速发展和互联网技术的全面普及,尤其是移动互联网技术的广泛应用,使得二维码(QR Code)技术得到广泛应用,以二维码作为信息载体为农产品质量安全追溯提供了保障。文中以热带水果生产流通过程为主线,研究分析生产流通过程中的质量安全关键控制点及其要素,利用二维码技术、物联网技术、网络技术、数据库技术以及移动互联网技术等,构建基于二维码技术的热带水果质量安全追溯系统,实现热带水果从“农田到餐桌”的质量安全跟踪与溯源。

1 QR Code 简介

1.1 二维码概述

二维码也叫二维条形码,最早发明于日本,它是用某种特定的几何图形按一定规律在平面(二维方向上)分布的黑白相间的图形记录数据符号信息。在代码编制上巧妙地利用构成计算机内部逻辑基础的“0”,“1”比特流的概念,使用若干个与二进制相对应

的几何形体来表示文字数值信息,通过图像输入设备或光电扫描设备自动识读,以实现信息的自动处理^[14-15]。

常用的码制有PDF417码、DataMatrix码、QR code码等,其中PDF417码在邮政快递EMS使用得较多;DataMatrix码密度高,尺寸小,信息量大,特别适用于小零件标识、商品防伪、电路标识等,比如三星手机的零部件标识;QR code码目前在国内使用比较广泛,比如火车票防伪、税务发票防伪、信息溯源等,它们的符号结构见图1—3。



图1 PDF417 码

Fig. 1 PDF417 code



图2 DataMatrix 码

Fig. 2 DataMarix code



图3 QR 码

Fig. 3 QR code

1.2 QR Code 的特点

QR Code 称为快速响应矩阵码^[16],是由日本 Denso 公司于1994年9月研制的一种矩阵式二维码,它除具有其他二维码的共同特点——信息容量大、可靠性高、可表示汉字及图像等多种格式信息之外,还具有超高速识读、全方位识读、高效表示汉字等特点。

1.3 QR Code 与其他自动识别技术的比较

二维码与磁卡、IC卡和射频识别等技术相比,具有一些显著的优点,也使得其具有较大的市场竞争力^[14]。

二维码技术与其他自动识别技术的比较见表 1。

表 1 二维码与其他自动识别技术的比较
Tab.1 Two-dimensional code compared with other automatic identification technologies

	二维码	磁卡	接触式 IC 卡	射频识别
信息载体	纸或物质表面	磁条	存储芯片	存储器
信息量	大	较小	大	大
读写性	读	读/写	读/写	读/写
读取方式	光电转换	磁电转换	电路接口	无线通信
保密性	好	一般	好	好
智能性	无	无	有	有
抗环境污染	较强	较差	一般	较强
抗干扰能力	较强	较差	一般	一般
识读距离	0~0.5 m	接触	接触	0~2 m
使用寿命	很长	短	长	长

2 系统设计

2.1 编码设计

2.1.1 编码对象确定

文中以热带水果生产与流通过程为主线,采用 HACCP, FMECA 等技术方法,研究提出热带水果质量安全关键要素,针对热带水果生产流通环节(见图 4)所涉及的要素(种植、采摘、采后处理、包装、运输等),分别确定了生产者、产地、采摘日期、产品种类、包装日期等要素作为编码对象。

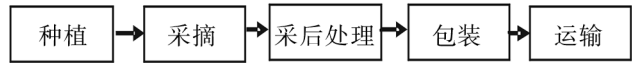


图 4 热带水果生产流通环节
Fig.4 Tropical fruit production and circulation

2.1.2 追溯编码设计

根据已确定的编码对象,采用《GB/T 16986—2003, EAN·UCC 系统应用标识符》^[17]标准中规定的相应应用标识符,确定热带水果追溯码应用标示符。

- 1) 用贸易项目标识符 AI(01)来标识热带水果 GTIN 代码(14 位)。
- 2) 用生产日期标识符 AI(11)来标识生产日期(6 位)。

- 3) 用包装日期标识符 AI(13)来标识批次代码(6 位)。
- 4) 用源实体参考代码标识符 AI(251)来标识产地代码。

同时,根据全球贸易项目代码 GTIN-14 代码结构及 UCC/EAN-128 条码的要求,结合已确定的热带水果编码对象和所选取相关应用标示符,设计热带水果追溯码结构,见图 5。

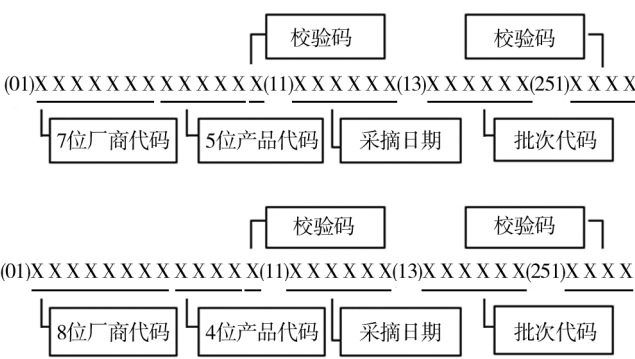


图 5 基于厂商代码的热带水果追溯码结构
Fig. 5 Tropical fruit trace code structure based on the vendor code

考虑到一些水果企业没有厂商代码,文中还设计一种基于组织机构代码的热带水果追溯码结构,见图 6。



图 6 基于组织机构代码的热带水果追溯码结构
Fig. 6 Tropical fruit trace code structure based on the organization code

2.1.3 校验码的计算方法

上述热带水果追溯码(见图 5)中校验码的计算采用《GB/T 16986—2003, EAN·UCC 系统应用标识符》附录 B 中 EAN·UCC 数据结构标准校验码的计算方法^[18],见图 7。

2.2 功能设计

通过对热带水果生产企业或基地进行调研,分析其生产与流通环节,充分考虑生产企业或基地、监管部门和消费者的实际操作情况,该系统采取 B/S 体系结构进行系统设计。该系统共包括 6 个子系统:生产企业申请子系统、后台审核监督子系统、企业信息管

	数字位置																	
EAN/UCC-8										N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₇	N ₈	
UCC-12							N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₇	N ₈	N ₉	N ₁₀	N ₁₁	N ₁₂
EAN/UCC-13						N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₇	N ₈	N ₉	N ₁₀	N ₁₁	N ₁₂	N ₁₃
EAN/UCC-14					N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₇	N ₈	N ₉	N ₁₀	N ₁₁	N ₁₂	N ₁₃	N ₁₄
18 digits	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	N ₇	N ₈	N ₉	N ₁₀	N ₁₁	N ₁₂	N ₁₃	N ₁₄	N ₁₅	N ₁₆	N ₁₇	N ₁₈
	每个位置乘以相应的数值																	
	×3	×1	×3	×1	×3	×1	×3	×1	×3	×1	×3	×1	×3	×1	×3	×1	×3	×1
	乘积结果求和																	
	以大于或等于结果数值 10 的整数倍数字减去求和结果,所得的值为校验码数值。																	

图 7 EAN · UCC 数据结构标准校验码的计算方法

Fig. 7 The calculation method of EAN · UCC data structure standard parity check code

理子系统、二维码在线生成子系统、消费者溯源查询子系统和消费者信息反馈子系统,见图 8。

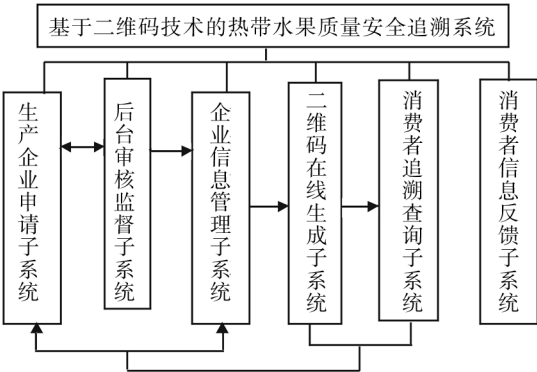


图 8 系统功能结构

Fig. 8 The system function structure

其中该系统主要解决的问题如下所述。

- 1) 调研发现,很多水果企业没有厂商代码,但有组织机构代码,考虑到系统使用的广泛性,根据图 5—6 所示的追溯编码结构及图 7 所示校验码的计算方法。该系统实现了既可利用厂商代码进行追溯编码,又可利用组织机构代码进行追溯编码,见图 9。
- 2) 在企业注册页面,作为企业肯定有组织机构代
码,但未必有厂商代码,所以组织机构代码必填。在企
业管理页面,该系统实现了既可利用厂商代码作为帐
号登录,也可用组织机构代码作为帐号登录。
- 3) 该系统在设计时,利用了 PDCA 闭环管理的
思想,增添了消费者在线反馈功能。消费者可以通过
在线反馈子系统,将所购买的水果情况及时反馈给生
产企业,生产企业可根据消费者反馈的信息及时查找
原因、调整生产,进一步提高了企业生产管理水平。



图 9 追溯编码

Fig. 9 The tracing code

4) 在系统注册企业审核方面,系统管理员主要
核对注册企业的企业名称、厂商代码证或组织机构代
码证等与实际提交电子材料是否一致,并到生产企业
采集相关信息,最后决定是否允许该企业加入,见图
10。而且与企业有关的生产信息一旦输入系统,企业



图 10 系统审核

Fig. 10 The system audit

将无法更改,保证追溯的可靠性,进而提高消费者对企业的可信度。

2.3 结构设计

1) 物理结构设计。该系统物理结构设计采用分布式结构,即 Web 服务器和 DataBase 服务器进行分布式架构,并通过互联网技术和跨平台开发,实现了基于 SMS-SDK 短信开发组件(SMS, Short Messaging Service; SDK, Software Development Kit)和多运营商(中国移动、中国联通、中国电信)统一接入及服务技术的热带水果质量安全追溯系统整体系统架构,见图 11。

2) 逻辑结构设计。在逻辑结构图(见图 12)中,Web 浏览器为客户层,它是用户与系统交互信息的窗口,所有的客户端只是浏览器,不需做维护,主要作用

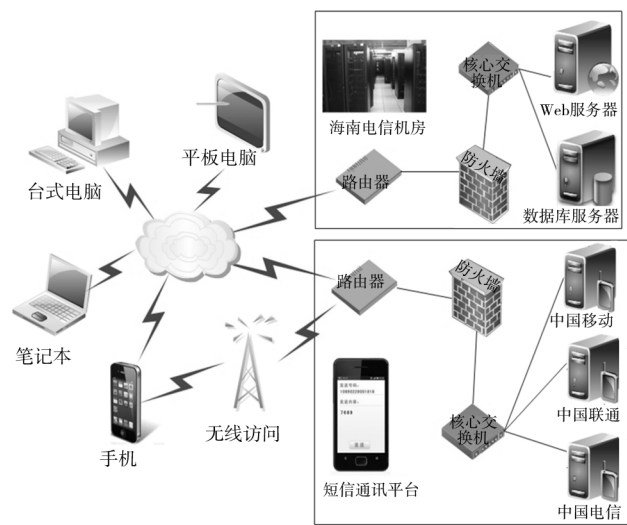


图 11 系统物理结构
Fig. 11 Physical structure of the system

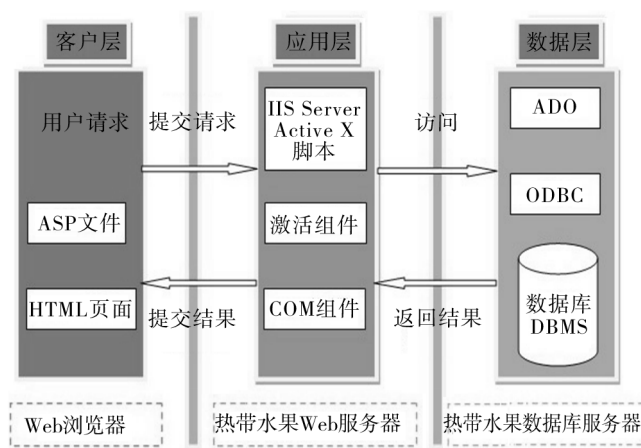


图 12 系统逻辑结构
Fig. 12 Logic structure of the system

是帮助,检查用户输入的数据,显示系统输出的数据。操作用户使用已定义好的服务或函数热带水果 Web 服务器为应用层,负责处理前端客户层的应用请求,当 Web 浏览器(客户端)连接到服务器上并请求文件时,服务器将处理该请求,并将文件反馈到该浏览器上,附带的信息会告诉浏览器如何查看该文件(即文件类型)。热带水果数据库服务器为数据服务层进行数据库管理的系统,并由其负责提供和管理各类数据。

2.4 二维码在线生成

该系统(www. zs12316. com)二维码在线生成是在基于企业组织代码的热带水果追溯码基础上,通过二维码技术将字符串长度和容错率(ECC)显示编码模式(EncodeMode),生成黑白两色二维图片显示出来,相关代码为:

```
function GetTwoCode($data,$size=4,$leve='H')
{
    $PNG_WEB_DIR = './../code';
    $PNG_TEMP_DIR = dirname(__FILE__). DIRECTORY_SEPARATOR. $PNG_WEB_DIR. DIRECTORY_SEPARATOR;
    if (! file_exists($PNG_TEMP_DIR))
        mkdir($PNG_TEMP_DIR);
    $filename = $PNG_TEMP_DIR. 'test. png';
    $errorCorrectionLevel = 'L';
    if ($leve != '' && in_array($leve, array('L','M','Q','H')))
        $errorCorrectionLevel = $leve;
    $matrixPointSize = min(max((int)$size, 1), 10);
```

```
if (trim($data) == '')
    die('data cannot be empty! ');
$filename = $PNG_TEMP_DIR. 'test'. md5($data. '1'. $errorCorrectionLevel. '1'. $matrixPointSize). '.png';
QRcode::png($data, $filename, $errorCorrectionLevel, $matrixPointSize, 2);
return str_replace(' ../code', './code/', $PNG_WEB_DIR. basename($filename));
}
```

例如海南省澄迈无籽蜜柚追溯码为 59492326130620130626,在线生成二维码见图 13,通过智能手机扫描该二维码,显示信息为 <http://www.zs12316.com/s/?m=59492326130620130626> (点击以上链接即可对水果质量安全进行追溯)。



图 13 无籽蜜柚二维码

Fig. 13 Two-dimensional code for seedless pomelo

3 实现效果

目前,该系统在海南省多家热带水果生产企业或基地进行试用。经过试用,该系统平台 6 大功能模块运行良好,满足各种层面的信息需求,对提高热带水果信息化管理水平,保障热带水果质量安全具有重要意义。

实际运行部分效果见图 14—20。



图 14 系统首页

Fig. 14 Home page of the system



图 15 企业注册

Fig. 15 Enterprises registration



图 16 企业登录

Fig. 16 Enterprise login



图 17 系统管理

Fig. 17 System management



图 18 在线反馈

Fig. 18 Online feedback



图 19 二维码在线生成

Fig. 19 Generation of two-dimensional code



图 20 手机扫描二维码查询

Fig. 20 Mobile phone query by scanning the QR code

4 结语

在研究二维码技术的基础上,通过研究分析热带水果生产与流通环节所涉及的要素,采用 HACCP, FMECA 等技术方法,提出热带水果质量安全关键要

素,采用国家及行业的相关编码标准,设计热带水果追溯编码结构,构建基于二维码技术的热带水果质量安全追溯系统,提高了热带水果生产流通过程控制的可信度,规范了企业生产管理,提高了消费者最终知情权,加强了政府监管力度,对我国实施热带水果生产流通追溯提供了借鉴模式和技术支持。

加强对热带水果生产流通环节的质量安全追溯,是提高热带水果质量安全的有效方法。基于二维码技术的热带水果质量安全追溯系统在海南省多家热带水果生产企业或基地进行了应用测试。应用表明热带水果企业或基地通过使用该系统,提高了热带水果安全生产管理水平,实现了热带水果质量安全溯源,促进了热带水果产业化经营和标准化管理。

1) 实现了二维码在线生成和智能手机扫描查询。消费者通过智能手机扫描热带水果包装箱上二维码,即可对热带水果生产基地信息、生产记录信息、检测信息和物流信息等信息进行追溯,做到了让消费者放心消费,提高了热带水果质量档次,确保了产销安全。

2) 提升了热带水果在高端市场的占有率。热带水果生产企业或基地通过使用该系统,提高了企业或基地的安全生产管理水平,促进了热带水果产业化经营和标准化管理。

3) 基于二维码技术的热带水果追溯系统适用于具有厂商代码或组织机构代码,且信息化、网络化和组织化程度较高的生产企业或基地。目前,还不能在农户或散户进行推广应用,如何保证该系统能在农户或散户中使用,需要进一步的研究。

参考文献:

[1] 孙旭东,章海亮,欧阳爱国,等. 柑桔质量安全可追溯信息系统实现方法[J]. 农机化研究,2009(12):162—164.
SUN Xu-dong, ZHANG Hai-liang, OUYANG Ai-guo, et al. Citrus Quality Safety Traceability Information System Implementation Method[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2009(12):162—164.

[2] 杨信廷,钱建平,孙传恒,等. 蔬菜安全生产管理及质量追溯系统设计与实现[J]. 农业工程学报,2008,24(3):162—166.
YANG Xin-ting, QIAN Jian-ping, SUN Chuan-heng, et al. Design and Application of Safe Production and Quality Traceability System for Vegetable[J]. Transactions of the

- CSAE, 2008, 24(3):162—166.
- [3] 宋英华. 食品安全应急管理体系建设研究[J]. 武汉理工大学学报, 2009, 36(4):161—164.
- SONG Ying-hua. Research on the Construction of Emergency Managerial System for Food Safety[J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2009, 36(4):161—164.
- [4] 涂传清, 王爱虎. 我国农产品质量安全追溯体系建设中存在的问题与对策[J]. 农机化研究, 2011(3):16—20.
- TU Chuan-qing, WANG Ai-hu. Problems and Suggestions on the Construction of Traceability System for Quality and Safety of Agricultural Food in China[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2011(3):16—20.
- [5] 吴巍. 基于 RIA 技术的肉鸡质量安全追溯系统研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- WU Wei. RIA-based Quality and Safety Traceability System for Chicken Industry[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2013.
- [6] 赵荣, 陈绍志, 乔娟. 美国、欧盟、日本食品质量安全追溯监管体系及对中国的启示[J]. 世界农业, 2012(3):6—10.
- ZHAO Rong, CHEN Shao-zhi, QIAO Juan. Supervision System of Food Quality Safety Traceability of The United States, the European Union and Japan and Its Enlightenment to China[J]. World Agriculture, 2012(3):6—10.
- [7] 郑火国, 刘世洪, 孟泓, 等. 粮油产品质量安全可追溯系统构建[J]. 中国农业科学, 2009, 42(9):3243—3249.
- ZHENG Huo-guo, LIU Shi-hong, MENG Hong, et al. Construction of Traceability System for Quality Safety of Cereal and Oil Products[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2009, 42(9):3243—3249.
- [8] 杨信廷, 钱建平, 张正, 等. 基于地理坐标和多重加密的农产品追溯编码设计[J]. 农业工程学报, 2009, 25(7):131—135.
- YANG Xin-ting, QIAN Jian-ping, ZHANG Zheng, et al. Design of Agricultural Product Trace Coding Based on Geography Coordinate and Multi-encrypt[J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(7):131—135.
- [9] 周应恒, 耿献辉. 信息可追踪系统在食品质量安全保障中的应用[J]. 农业现代化研究, 2002, 23(6):451—454.
- ZHOU Ying-heng, Geng Xian-hui. Application of Traceability in Food Safety[J]. Research of Agricultural Modernization, 2002, 23(6):451—454.
- [10] 上海市农业委员会. 关于实施《上海市动物免疫标识管理办法》的通知[EB/OL]. http://e-nw.shac.gov.cn/zfxgk/mulu/zcfg/snwgfxwj/yangzhi/200404/t20040429_115882.htm. 2001-08-24.
- Shanghai Municipal Agricultural Commission. Notice on the Implementation of "Shanghai City Animal Immune Identity Management Measures"[EB/OL]. http://e-nw.shac.gov.cn/zfxgk/mulu/zcfg/snwgfxwj/yangzhi/200404/t20040429_115882.htm. 2001-08-24.
- [11] 刘世洪, 郑火国, 朱海鹏, 等. 主要粮油产品质量全程跟踪与溯源技术研究[J]. 农业网络信息, 2007(8):47—53.
- LIU Shi-hong, ZHENG Huo-guo, ZHU Hai-peng, et al. Study on Quality Traceability Technique of Major Grain and Oil Products[J]. Agriculture Network Information, 2007(8):47—53.
- [12] 郭建宏, 钱莲文. 二维条码在蔬菜产品质量追溯中的应用[J]. 武汉理工大学学报, 2010, 32(21):110—114.
- GUO Jian-hong, QIAN Lian-wen. 2-D Barcode Application in the Traceability of Vegetables[J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2007(8):47—53.
- [13] 赵卓, 戴小鹏, 贺智勇. QR 码在农产品供应链追溯系统中的应用研究[J]. 农业图书情报学刊, 2010, 22(11):5—8.
- ZHAO Zhuo, DAI Xiao-peng, HE Zhi-yong. Application Research of QR Code in Traceability System of Farm Product Supply Chain[J]. Journal of Library and Information Sciences in Agriculture, 2010, 22(11):5—8.
- [14] 中国物品编码中心. 二维条码技术与应用[M]. 北京: 中国计量出版社, 2007.
- Article Numbering Center of China. Two Dimensional Bar Code Technology and Application[M]. Beijing: China Metrology Publishing House, 2007.
- [15] 杨永生. 清真牛羊肉产品全程质量溯源系统架构设计与实现[D]. 银川: 北方民族大学, 2011.
- YANG Yong-sheng. Architecture Design and Implementation of Halal Beef and Mutton Quality Traceability System[D]. Yinchuan: Beifang University of Nationalities, 2011.
- [16] 冯宇梁. 高速二维条码识别算法、研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2004.
- FENG Yu-liang. Studies on the High-speed Recognition Algorithms for 2-D Barcodes[D]. Suzhou: Soochow University, 2004.
- [17] GB/T 16986—2003, EAN·UCC 系统应用标识符[S].
- GB/T 16986—2003, Application Identifier of EAN·UCC System[S].