

# 基于地理坐标和多重加密的农产品追溯编码设计

杨信廷, 钱建平, 张 正, 吉增涛, 刘学馨, 赵 丽

(北京市农林科学院国家农业信息化工程技术研究中心、农业部农业信息技术重点开放实验室, 北京 100097)

**摘 要:** 统一的追溯码是实现农产品溯源的基础, 该文设计了一种由产地位置码、产品码、生产日期码、认证类型码等部分组成的农产品追溯码, 其中位置码采用经纬度坐标, 并根据中国经纬度跨度的特点将中国划分为6大区域, 通过编码换算将13位的经纬度产地位置码转换为10位的相对位置码和1位位置标识码; 分别对生产日期码、产品码进行转换, 转换后的生产日期码变为3位相对日期码和1位时间标识码, 变换后的产品码为5位; 将位置标识码、时间标识码和认证类型码进行排列组合生成验证码。此编码码长较短、便于输入, 加密性较强, 应用此编码进行农产品溯源可实现在脱离数据库的情况下追溯出产地位置、生产日期、认证类型等与质量安全密切相关的关键信息。

**关键词:** 编码, 农产品, 设计, 追溯, 地理坐标, 加密

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2009.07.024

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2009)-7-0131-05

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 Xinting, Qian Jianping, 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. (in Chinese with English abstract)

## 0 引 言

建立农产品追溯系统, 促进中国农产品安全体系搭建是保障消费者食用农产品安全和提升农产品竞争力的重要手段<sup>[1]</sup>。而统一编码是实现农产品追溯系统的基础。

关于追溯码编码的研究, 国外多采用EAN.UCC系统对农产品的生产过程进行跟踪和溯源, EAN.UCC系统(全球统一标识系统)是由国际物品编码协会和美国统一代码委员会共同开发、管理和维护的全球统一标志系统和通用商业语言, 已广泛应用于工业、商业、运输业、物流等领域<sup>[2-3]</sup>, 其编码由全球贸易项目代码(GTIN)、属性代码(如批次、有效期、保质期等)、全球位置码(GLN)、物流单元标识代码(SSCC-18)、储运单元标识代码(ITF-14)等构成; 欧盟等国已采用EAN.UCC系统成功对牛肉、蔬菜等开展了食品跟踪研究<sup>[4-5]</sup>。国内在这方面的研究起步较晚, 但发展较快, 并取得了一定进展。如中国物品编码中心参考国际物品编码协会出版了《牛肉产品追溯指南》、《生鲜农产品追溯指南》和EAN比利时/卢森堡2003年版的《EAN.UCC规范用于水果、蔬菜和马铃薯的标识与追溯》, 并结合中国的实际情况出版了《牛肉产品跟踪与追溯指南》和《水果、蔬菜跟踪与追溯指南》<sup>[6-7]</sup>等; 中国农业部于2002年颁布了《动物免疫标识管理办法》, 规定动物免疫标识的编码、标准由农业部统一设计, 编码全国统一, 为8位阿拉伯数字, 分上下两排, 上排6

位编码为免疫工作所在地, 使用本地邮政编码, 下排2位编码为防疫员的编号。除了政府部门出台相关指南和办法外, 一些学者也对农产品追溯码的编码进行了研究, 提出了相关设计方案。如杨信廷等通过对果蔬物流情况的分析以及编码标准的研究, 采用全球贸易代码+产品日期+产品产地相结合的条码设计方案, 该研究团队从分析水产养殖品的业务流程入手, 提出了一种产品编码与过程编码相结合编码方法, 建立了适用于国情同时又符合国际标准的水产养殖产品质量追溯编码方案<sup>[8-9]</sup>; Qu等在剖析蔬果物流可追溯地理空间特性基础上, 采用位置编码+地块编码+生产日期+生产批次+校验码的编码方式设计追溯码, 其中位置编码采用省级、县级、基地代码相结合<sup>[10]</sup>; 邓勋飞等对种植区域进行产地划分, 采用以行政区划码和地块编号为主体的方式进行统一编码<sup>[11]</sup>。

综合分析目前已有的农产品追溯码编码方式, 存在着长度较长、加密较弱、所有追溯信息的获取必须依赖数据库、遇到质量安全问题不能迅速定位到产品来源地等问题。本文正是针对上述问题, 采用位置码、产品码、生产日期码、认证类型码、多重校验码相结合的编码方式设计农产品追溯码, 其中位置码以精确到秒的经纬度表示; 考虑到加密性和编码长度, 在满足追溯要求和可扩展性的前提下, 采用编码算法将26位编码压缩为20位编码。同时可在脱离数据库情况下快速定位到企业。

## 1 编码构成

追溯码编码除遵循商品条目编码的基本原则之外, 还要考虑追溯信息的全面性, 也要尽量缩短追溯码的长度, 这样既是为了条码打印的方便, 也是为了在使用短信方式追溯查询时尽量占用较少的字符空间, 方便用户输入; 同时为了防止追溯码被私自修改, 在设计追溯码时要采取一定的防伪和加密技术。

收稿日期: 2008-11-23 修订日期: 2009-03-31

基金项目: 国家“863”计划-集约化水产品养殖数字化集成系统研究与应用(2007AA10Z232361); 国家科技支撑计划-城郊农业信息化技术研究与示范(2006BAD10A08)

作者简介: 杨信廷 (1974—), 男, 山东安丘人, 副研究员, 中国农业工程学会会员 (E041200352S), 主要从事农产品质量安全溯源及农业信息化关键技术研究。北京 国家农业信息化工程技术研究中心, 100097。

Email: yangxt@nrcita.org.cn

本编码中以批次作为追溯单元，同一批次是指同一责任主体在同一时间内生产的同一品种的产品，考虑到认证类型对农产品质量安全较重要，因此编码一般由产地位置码、产品码、生产日期码、认证类型码等 26 位数组成，如表 1。

表 1 追溯码构成  
Table 1 Structure of trace code

产地位置码													产品码						生产 日期码	认证 类型码
L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>	L <sub>8</sub>	L <sub>9</sub>	L <sub>10</sub>	L <sub>11</sub>	L <sub>12</sub>	L <sub>13</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	YYMMDD	A

1.1 产地位置码

产地位置码13位数字，经度7位，纬度6位，可精确到秒，其中经度的度为3位（L<sub>1</sub>L<sub>2</sub>L<sub>3</sub>）、分为2位（L<sub>4</sub>L<sub>5</sub>）、秒为2位（L<sub>6</sub>L<sub>7</sub>），纬度的度、分、秒均为2位（L<sub>8</sub>~L<sub>13</sub>）。

1.2 产品码

产品码6位数字，由3部分组成，其中类别2位（P<sub>1</sub>P<sub>2</sub>），含义见表2；名称2位（P<sub>3</sub>P<sub>4</sub>），从01~49，包括每个大类下的50种类，采用流水自动增加的方式编号；品种2位（P<sub>5</sub>P<sub>6</sub>），从01~99共99个品种分类。以蔬菜为例，按其农业生物学的特性作为分类依据，共分为11类，即根菜类、白菜类、绿叶蔬菜、葱蒜类、茄果类、瓜类、豆类、薯芋类、水生蔬菜、多年生蔬菜和食用菌类，而中国栽培的蔬菜有一百多种，其中普遍栽培的有40~50种，蔬菜相对与其他农产品又是属于品种较多的，因此采用此产品编码能保证在中国农产品的多样性和多品种性的问题下能覆盖绝大部分农产品，即使随着生物技术发展，品种增加，编码中也有扩展备用的。

表 2 农产品类别编码  
Table 2 Coding of agricultural product sort

编码	含义
01~20	蔬菜分类
21~40	水果分类
41~60	畜禽分类
61~80	水产分类
81~99	扩展备用

1.3 生产日期码

生产日期码6位数字，由3部分组成，其中年2位（YY），编号范围为00~50，实际表示则为2000年到2050年；月2位（MM），编号范围为01~12；日2位（DD），日的编号范围为01~31。

1.4 认证类型码

认证类型码1位数字（A），认证类型包括无公害认证、绿色认证、有机认证及其他认证，分别编码为1、2、3、4。

2 改进的产地位置码设计

本编码的特点是直接用经纬度表示产地位置，这样便于在农产品发生质量安全问题时在脱离中心数据库的情况下直接定位到产品来源地，以利于在第一时间、第一地点内采取相关措施控制不安全产品的生产和流通。

但由于 13 位的经纬度长度较长，且直接用经纬度进行编码也不利于防伪，因此对产地位置码进行改进。对产地码的改进思路如下：

1) 划分区域。中国地理位置的四至点为，最东端东经 135°2'30"、最西端东经 73°40"、最南端北纬 3°52'、最北端北纬 53°33'<sup>[12-13]</sup>，其中经度跨度约为 62°、纬度跨度约为 50°。考虑位长和加密的需要，将经度和纬度分别用 5 位表示，由于 99999 秒可表示的经纬度跨度约为 27 度，因此将经度划分为 3 个带、将纬度划分为 2 个带，这样整个中国地图被划分为 6 个区域，如图 1。

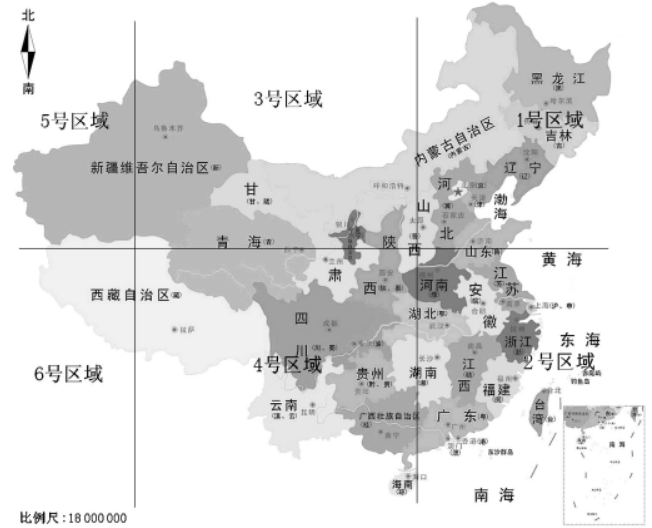


图 1 农产品产地位置区划示意图  
Fig.1 Sketch map of regional planning in producing area of agricultural products

2) 确定区域。在划分出 6 个区域的基础上，进行编码换算前，先需要确定某生产基地的坐标属于哪个区域，确定区域时参考表 3 的原则；确定农产品产地区域后，查找其对应的换算数值，如果产地区域为 1，经度减去 110、纬度减去 28；如果产地区域为 2，经度减去 110、纬度为原值；如果产地区域为 3，经度减去 85、纬度减去 28；如果产地区域为 4，经度减去 85、纬度为原值；如果产地区域为 5，经度减去 73、纬度减去 28；如果产地区域为 6，经度减去 73、纬度为原值。

表 3 农产品产地位置对应区域表  
Table 3 Position corresponding district in producing area of agricultural products

产地经纬度范围	对应产地区域
东经 135°02'30"至东经 110°00'01" 且北纬 53°33'00"至北纬 28°00'01"	1
东经 135°02'30"至东经 110°00'01" 且北纬 28°00'00"至北纬 3°52'00"	2
东经 110°00'00"至东经 85°00'01" 且北纬 53°33'00"至北纬 28°00'01"	3
东经 110°00'00"至东经 85°00'01" 且北纬 28°00'00"至北纬 3°52'00"	4
东经 85°00'00"至东经 73°40'00" 且北纬 53°33'00"至北纬 28°00'01"	5
东经 85°00'00"至东经 73°40'00" 且北纬 28°00'00"至北纬 3°52'00"	6

3) 编码换算。根据 2) 中产地位置所在的产地区域确定其换算数值, 将产地位置的经纬度减去换算数值, 再进行相对位置换算, 经度的换算方法如下: 经度的度 $\times 3600$ +经的分 $\times 60$ +经度的秒, 如此得到的数值即为相对位置值, 如果此值不够 5 位在得到的数值前面补充 0; 纬度相对位置的计算方法也一样。转换后的 5 位经度相对位置值加 5 位纬度相对位置值即为 10 位改进后的产地位置码, 而对应产地区域则为位置标识码。

遵循以上设计, 以实例说明改进的产地位置码设计:

若天津市某淡水鱼养殖企业所在位置为经度  $117^{\circ}19'7''$ 、纬度  $39^{\circ}26'15''$ ; 根据经纬度对应产地区域表 (表 3) 为 1;

那么经度减去 110 ( $117-110=7$ )、纬度减去 28 ( $39-28=11$ ); 5 位经度值为  $7\times 3600+19\times 60+7=26347$ 、5 位纬度值为  $11\times 3600+26\times 60+15=41175$ ;

10 位产地位置码为 2634741175, 1 位位置标识码为 1。

### 3 基于多重加密的追溯码设计

在对产地位置码进行改进设计的基础上, 考虑到码长和防伪的需要, 还要对生产日期码、产品码及认证类型码进行压缩和加密。

#### 1) 生产日期转换

生产日期加密是通过划分相对时间单元的方法实现的, 其具体方法为以 2008 年 1 月 1 日为基准, 到 2018 年 12 月 10 日为一个周期, 将其间的时间以 999 d 为时间间隔划分为 4 个子周期, 4 个子周期的起止范围分别为: 2008 年 1 月 1 日到 2010 年 9 月 26 日、2010 年 9 月 27 日到 2010 年 2013 年 6 月 21 日、2013 年 6 月 22 日到 2016 年 3 月 16 日、2016 年 3 月 17 日到 2018 年 12 月 10 日, 这样就将 6 位的日期转化为 3 位的时间间隔期和 1 位的时间标识码。如 2008 年 10 月 20 日生产的产品, 其时间落在第 1 子周期 (2008 年 1 月 1 日到 2010 年 9 月 26 日) 内, 因此其时间标志码为 1; 而 2008 年 10 月 20 日与 2008 年 1 月 1 日的差值为 293 d, 因此转换后的日期码为 293。由于《中华人民共和国农产品质量安全法》规定, 农产品生产记录保存时间为 2 a, 而本编码的时间跨度为 10 a, 因此采用本压缩算法可满足对农产品质量追溯的要求。

#### 2) 产品码转换

考虑到目前常用农产品的品种要求及编码的可扩展性, 将存在冗余的 6 位产品编码转换为流水号的 5 位产品编码, 该编码根据产品先后顺序生成的, 不足 5 位的前面补零。

#### 3) 验证码的生成与转换

在产地位置码、生产日期码的转换中均存在着标识位, 其中产地位置码的标识码为 1~6 的数字、生产日期码的标识码为 1~4 的数字, 由于这 2 个标识码的信息关系到产地位置码的区域范围及生产日期码的时间区间, 因此将标识码与产品认证类型一起组成两位验证码, 这样既利于防伪也可缩短码长。验证码的生成规则如下:

将位置标识码 (1~6 的数字)、生产日期标识码 (1~

4 的数字) 和认证类型码 (1~4 的数字) 进行排列组合, 共有 96 种组合, 如表 4。

表 4 验证码组合  
Table 4 Combination of validation code

位置标识码	生产日期标识码	认证类型码	验证码
1	1	1	01
1	1	2	02
1	1	3	03
1	1	4	04
1	2	1	05
1	2	2	06
1	2	3	07
...	...	...	...
6	4	4	96

在进行编码时, 根据位置标识码、生产日期标识码和认证类型码的值找到对应的 2 位验证码。

### 4 产品追溯

将追溯码反演算法用计算机语言设计为一个动态链接库, 其具体反演流程为:

1) 提取 20 位的追溯码, 分离出第 19、20 位, 根据其值得到位置标识码、生产日期标识码和认证类型码的验证码组合;

2) 提取编码中的前 10 位, 其中前 5 位为经度相对值, 后 5 位为纬度相对值, 将 5 位相对值换算为度、分、秒;

3) 根据第 1 步得到的位置标识码得到经纬度换算数值, 并将第 2 步得到的值加到经纬度换算数值上, 即得产地位置;

4) 与位置反演类似, 可根据生产日期标识码和追溯码中的第 16~18 位的时间相对值反演出生产日期;

5) 可根据认证类型码反演出认证类型。

由于反演算法和相关数值作为方法和参数被设计成一个动态链接库, 任何程序只要引用此动态链接库即可将符合本编码设计的产品追溯出相关信息; 在脱离数据库的情况下, 也可通过上述反演流程得到产地位置、生产日期、认证类型等重要信息。

### 5 示 例

天津市某淡水鱼养殖企业生产的某一批次产品的基本信息如下:

企业位置经度坐标:  $117^{\circ}19'7''$

企业位置纬度坐标:  $39^{\circ}26'15''$

水产品大类: 鲜、活品类

水产品种类: 淡水鱼

水产品名称: 青鱼

生产日期: 2008 年 11 月 7 号

认证类型: 有机认证

对企业坐标经纬度根据本文第 3 部分所述计算得到 10 位地理坐标码和 1 位标识码, 分别是 2634741175 和 1; 根据产品信息在数据库中的先后顺序, 由于青鱼是第 1

位,得到产品的流水号为 00001;根据本文第 4 部分所述的生产日期转换得到 3 位日期码和 1 位标识码,分别是 312 和 1;根据认证类型对认证类型码为 3;位置标识码为 1、生产日期标识码为 1、认证类型码为 3 的组合,其验证码为 03,综合以上信息,该企业该批次产品的追溯码为:26347411750000131203,此追溯码固定长度为 20 位,经过几次转换从其数字组成很难看出所表示的含义,因此其长度较短、加密性较好。

在产品溯源时,在脱离数据库的情况下,采用该编码方式可追溯出企业地理位置、生产日期、产品认证类型等与农产品质量安全密切相关的信息,追溯效果如图 2。



图 2 追溯结果图

Fig.2 Chart of traceability result

## 6 小 结

1) 本文采用经纬度地理坐标作为追溯码中的产地位置码部分,并根据中国经纬度坐标的跨度特点将中国划分为 6 大区域,通过编码换算将 13 位的经纬度地理坐标位置码转换为 10 位的相对产地位置码和 1 位位置标识码,这样既在保证实用和可扩展的条件下缩短了码长,也起到了加密的功能。

2) 分别对生产日期码、产品码进行转换,转换后的生产日期码变为 3 位相对日期码和 1 位时间标识码,变换后的产品码为 5 位;将位置标识码、时间标识码和认证类型码这 3 个“加密钥匙”进行排列组合,根据不同数值得到 2 位的验证码,这样就又进行了一次编码长度压缩和加密。

3) 将本编码方案设计的 20 位追溯码应用于农产品溯源中,可实现在脱离数据库的情况下追溯出产品来源地位置、生产日期、认证类型等与农产品质量安全密切相关的信息,为发生农产品质量安全问题时精准定位到企业、快速采取应急措施奠定了基础。

## [参 考 文 献]

- [1] 申广荣,赵晓东,黄丹枫.关于农产品安全体系建设的思考[J].上海交通大学学报(农业科学版),2005,23(1): 77—83.  
Shen Guangrong, Zhao Xiaodong, Huang Danfeng. Consideration of farm product safety system in China[J]. Journal of Shanghai Jiaotong University (Agricultural Science), 2005, 23(1): 77—83. (in Chinese with English abstract)
- [2] 李素彩.EAN.UCC 物流信息标识与交换标准的应用[J].中国物流与采购,2003,(1): 42—43
- [3] 黄丹琳,廖小平,李隍.EAN.UCC 标准条码设计的实验研究[J].广西大学学报(自然科学版),2008,33(B06): 333—336.  
Huang Danlin, Liao Xiaoping, Li Li. The designing experiment of EAN·UCC standard bar code[J]. Journal of Guangxi University(Natural Science Edition), 2008, 33(B06): 333—336. (in Chinese with English abstract)
- [4] 陈章鹏,施远国.浅析条码标识在肉品管理中的应用[J].中国动物检疫,2006,23(10): 11—12
- [5] 杨信廷,孙传恒,钱建平,等.基于 UCC/EAN-128 条码的农产品质量追溯标签的设计与实现[J].包装工程,2006,6(27): 113—114  
Yang Xinting, Sun Chuanheng, Qian Jianping, et al. Design and implementation of quality traceable label for farm products based on UCC/EAN-128 bar code[J]. Packaging Engineering, 2006, 6(27): 113—114. (in Chinese with English abstract)
- [6] 中国物品编码中心.牛肉产品跟踪与追溯指南[Z].2005.
- [7] 中国物品编码中心.水果、蔬菜跟踪与溯源指南[Z].2005.
- [8] 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 Xinting, Qian Jianping, Sun Chuanheng, et al. Design and application of safe production and quality traceability system for vegetable[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2008, 24(3): 162—166. (in Chinese with English abstract)
- [9] 杨信廷,孙传恒,钱建平,等.基于流程编码的水产养殖产品质量追溯系统的构建与实现[J].农业工程学报,2008,24(2): 159—163.  
Yang Xinting, Sun Chuanheng, Qian Jianping, et al. Construction and implementation of fishery product quality traceability system based on the flow code of aquaculture[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2008, 24(2): 159—163. (in Chinese with English abstract)
- [10] 曲晓辉,庄大方,邱东生.基于 GIS 的农产品安全溯源与追溯性研究[J].农业科学,2007,6(6): 724—731.
- [11] 邓勋飞,吕晓男,郑素英,等.基于 GIS 的农产品安全溯源体系[J].农业工程学报,2008,24(增刊 2): 172—176.  
Deng Xunfei, Lü Xiaonan, Zheng Suying, et al. GIS-based traceability system of agricultural product safety[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2008, 24(Supp.2): 172—176. (in Chinese with English abstract)
- [12] 百度:领土四至点经纬度[EB/OL].http://zhidao.baidu.com/question/21583451.html?fr=qrl,2008-10-20.
- [13] 中国雅虎:中国地理位置四至点[EB/OL].http://ks.cn.yahoo.com/question/1406091104400.html,2008-11-15.

## Design of agricultural product trace coding based on geography coordinate and multi-encrypt

Yang Xinting, Qian Jianping, Zhang Zheng, Ji Zengtao, Liu Xuexin, Zhao Li

*(National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture/*

*Key Laboratory for Information Technologies in Agriculture, Ministry of Agriculture, Beijing 100097, China)*

**Abstract:** Uniform trace code is the basis for implementing traceability in farm products. A coding scheme that was composed of producing area position code, product code, production date code and attestation type code was designed. Producing area position code was consisted of 13 bits of longitude and latitude, which was converted to ten bits of relative position code and one position identifier by plotting six districts according to the range characters of longitude and latitude in China. Production date code was converted three bits of relative date code and one bit of date identifier. Product code was converted to five bits. The validation code was generated by permutation and combination of position identifier, date identifier and attestation type code. The design of this trace code has the characteristics of short code extent and strong encryption. With it for farm product traceability, the key quality safety information such as production area position, produce date and attestation type can be traced without the support of database.

**Key words:** encoding, agricultural products, design, traceability, geography coordinate, encryption