

## 基于组件技术的猪肉安全生产全程数字化监控系统

谢菊芳<sup>1</sup> 李保明<sup>1</sup> 陆昌华<sup>2</sup> 王立方<sup>2</sup> 时勇<sup>3</sup> 薛启奎<sup>4</sup> 李保生<sup>4</sup>

(1. 中国农业大学水利与土木工程学院,北京 100083; 2. 江苏省农业科学院资源与环境研究中心,南京 210014;  
3. 江苏畜产品质量检验测试中心,南京 210036; 4. 南京天环食品(集团)有限公司,南京 210025)

**摘要** 选用 Windows NT Server 操作系统平台、SQL Server 2000 数据库管理系统和 VB.NET 系统作为开发工具,采用了  $n$  层体系结构和可重用组件技术。系统主要包括养殖生产过程、屠宰加工和市场销售等 3 个应用模块,根据猪肉生产不同阶段的要求,在各应用模块中建立了档案管理、安全监控、标准法规和警级监控等子系统。系统中的畜体标识保留了原塑料耳标中的数字编码,同时增加了与数字编码一致的二维条形码(data matrix),提高了自动识别水平。系统的警级预报子系统,可自动判断生产操作是否违反法规和标准,并及时报警。系统为信息技术在畜牧业的运用提供了一种组件化的基础框架。

**关键词** 组件技术;猪肉安全;全程监控

**中图分类号** TP 277; X 954

**文章编号** 1007-4333(2005)01-0076-05

**文献标识码** A

## Global digital control system for pork safety production based on component technology

Xie Jufang<sup>1</sup>, Li Baoming<sup>1</sup>, Lu Changhua<sup>2</sup>, Wang Lifang<sup>2</sup>, Shi Yong<sup>3</sup>, Xue Qikui<sup>4</sup>, Li Baosheng<sup>4</sup>

(1. College of Water Conservancy and Civil Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China; 2. Research Center of Agricultural Resources and Environmental Sciences, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China;  
3. Quality Test Control of Animal Product in Jiangsu, Nanjing 210036, China; 4. Nanjing Tianhuan Food Ltd., Nanjing 210025, China)

**Abstract** The technologies of Windows Server, SQL server 2000 network database and VB.NET were taken as developing tools in the process of system research. The system consists of three modules, hogger module, slaughterhouse module, and distribution module. There are four subsystems in each module, recording management subsystem; safety monitoring subsystem; standard and statute subsystem; and yellow alarm management subsystem. The figure coding of the original plastic ear tag was kept down and a 2-D data matrix, having the same information as the coding, as animal identification in system was added. As a result, the automatically identifying capability of ear tag was improved. The yellow alarm subsystem can automatically give an alert for illegal acts in pork production processing.

**Key words** component technology; pork safety; global control

随着我国加入 WTO 以及人民生活水平的提高,猪肉产品的质量安全问题已成为众人关注的热点。长期以来,动物疫病控制与动物及动物产品有害残留物和污染物引起的食品安全问题<sup>[1]</sup>,使我国动物及动物产品的出口量仅占产量的极小部分。1999 年以来,各地区及有关部门先后采取一系列措

施保障食品安全<sup>[2-5]</sup>,充分表明了我国政府对食品安全的重视。猪肉生产是一项复杂的系统工程,包括生猪饲养、运输、屠宰和猪肉储藏、运输、销售等多个环节,任何一个环节出现质量安全问题都将影响到消费者对产品的选择;因此,对猪肉生产全程进行安全监控,对确保猪肉品质安全具有重要意义。

收稿日期: 2004-09-10

基金项目: 国家高技术研究发展计划资助项目(2003AA209050-8); 国家重要技术标准研究专项资助项目(2002BA906A17-07); “十五”江苏省科技攻关计划资助项目(BE2003346); “十五”南京市科技发展计划资助项目(04B460021)

作者简介: 谢菊芳,博士研究生;李保明,教授,博士生导师,通讯作者,主要从事农业生物环境工程和畜牧工程研究, E-mail: libm@capitalfarmer.net

信息化是促进畜牧业发展的关键<sup>[6]</sup>。目前我国已有信息化在畜禽养殖生产管理领域、营养与饲料、疾病防治<sup>[7-12]</sup>等方面的应用,但在实现畜产品安全控制方面,有关猪肉产品全过程信息化管理的研究尚未见报道。发达国家已有成功的实例<sup>[13]</sup>,如荷兰的完整质量控制计划体系(IQC, Integrated Quality Control, 荷兰为 IKB),美国的猪肉质量保障计划(PQA, Pork Quality Assurance Program)等,但我国畜牧业整体信息化程度较低,这些系统并不适合我国畜牧业的发展;因此如何根据我国国情,运用信息技术来提高畜产品的安全品质,提高消费者对生猪和猪肉产品的信任度,加快畜牧业的现代化进程,实现与信息社会的接轨,是我国现代畜牧业亟待解决的问题。

基于组件技术的系统开发方法(CBD, component-based development)是在模块化系统、结构化设计和面向对象技术的基础上发展起来的,是一种继面向对象技术之后的软件开发新技术<sup>[14]</sup>。采用组件化程序开发方法,用户可以挑选合适的组件来构架关系,从而实现整个系统的灵活配置,满足不同层次、不同需求的用户要求;每一个组件都可以在不影响其他组件的情况下被升级,可实现软件的快速升级,减少系统的维护工作;由于组件的复杂度要比一个完整的软件低得多,因此其可靠性更高,同时,由于一个组件可用于多个系统模块,故程序具有很高的可重用性。总之,组件技术可方便有效地实现软件扩展、软件管理和软件复用,使大型软件高效率、高质量地开发、维护和升级成为可能。

近年来,动物标识从传统的耳号发展到电子标

识<sup>[15]</sup>,使用范围也从养殖场扩展到整个畜产品生产链。欧盟、美国、加拿大和澳大利亚的畜牧业普遍使用电子标识,包括装在耳朵上的电子标签、从血管注射的异频雷达收发机和 DNA 标识<sup>[16]</sup>等。当前我国生猪个体识别的要求只局限于养殖阶段,屠宰和销售环节国家没有相关规定。2002 年农业部发布了《动物免疫标识管理办法》,在全国统一使用塑料耳标,耳标上印制编码,通过编码可惟一区别畜体。目前使用的塑料耳标只能靠人工读取号码,速度很慢,不能满足自动化生产的要求。

基于上述问题,笔者利用计算机网络技术、数据库管理技术、电子识别技术、条形码技术和可扩展标记语言(XML, extensible markup language)结合南京天环食品(集团)有限公司的顶山养殖场、天环屠宰场以及相关定点销售超市的实际情况,建立了猪肉工厂化生产全程数字化监控系统(简称“猪肉生产监控系统”)。

## 1 系统结构设计

### 1.1 系统组成

根据猪肉生产流程,猪肉生产监控系统主要包括养殖生产过程、屠宰加工和市场销售等 3 个应用模块(图 1)。

1) 养殖场系统。主要实现生猪生长过程的档案记录和管理,包括兽药、饲料和消毒产品的购买、储存、领取和使用;对养殖环境监控是否符合国家或地区的环境标准和法规,出口生猪监控是否符合出口国或地区的猪肉生产标准和法规进行监控,并对违规现象进行警级预报。

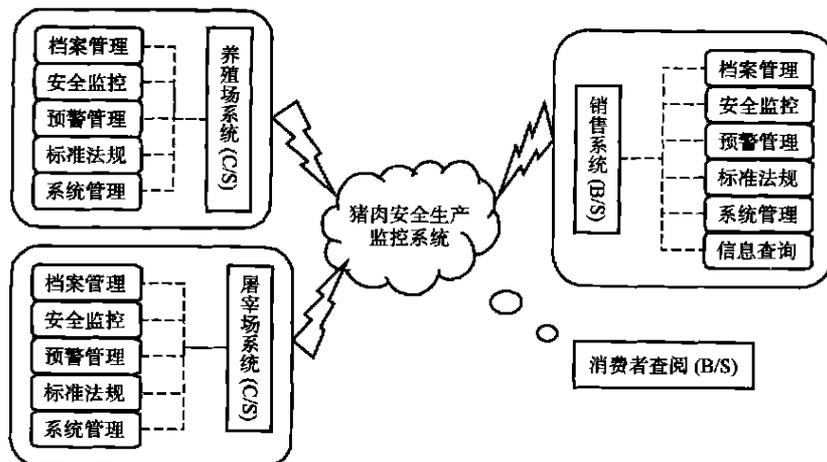


图 1 猪肉工厂化生产全程数字化监控系统组成

Fig. 1 Composition of global monitoring system for pork production

2) 屠宰场系统。主要实现生猪运输监控、屠宰档案记录和保存,猪肉检验结果监控、猪肉存储及运输监控,对违规现象进行警级预报。

3) 销售系统。主要监控销售环节猪肉的环境安全、销售人员的健康状况以及猪肉的存储是否符合相关法规和标准,同时提供消费者信息查询系统。

目前我国养猪场网络通讯多为电话拨号上网,网速较慢。为减少网络连接,提高运行速度,对养殖场和屠宰场系统均采用 Client/ Service 结构进行场

内信息管理,只有当生猪出售或猪肉销售时,才通过 Web Service 将档案信息上传到网络服务器。销售信息直接实现网络管理,以利于用户实时查询。

### 1.2 系统软件结构

选用 Windows NT Server 操作系统平台、SQL Server 2000 数据库管理系统和 Visual Basic .NET 系统作为系统开发工具,采用灵活的 *n* 层软件体系结构,分为用户界面窗口、外观层、业务层、数据访问层和数据库等 5 个层次(图 2)。

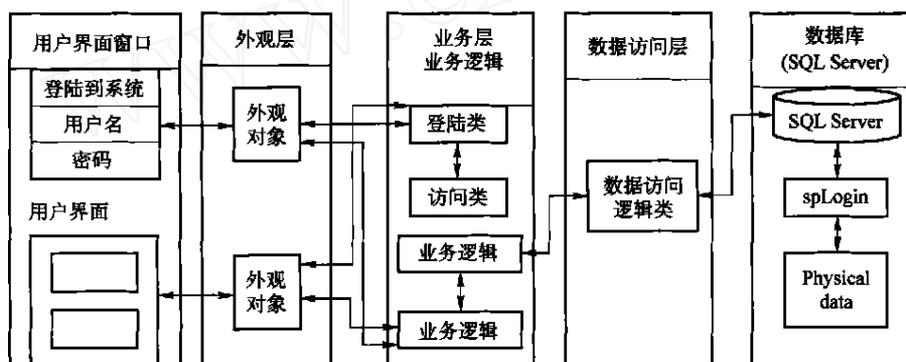


图 2 *n* 层软件体系结构

Fig. 2 *n*-tie framework of software

## 2 系统实现

系统的基本功能包括:生产数据和标准法规数据的录入、编辑、显示、输出和多种方式的查询,以及数据传输和系统维护等。

根据猪肉生产不同阶段的要求,建立了档案管理、安全监控、标准法规和警级监控等 4 个子系统,其功能如下:

1) 档案管理子系统。包括生猪的来源(仔猪出生或购买)、转群、用料、免疫、用药、出售、检疫、运输、屠宰,以及猪肉的检测、存储、运输、销售等基本生产信息。

2) 安全监控系统。以国内外相关法规和标准为依据,对猪肉生产过程中影响质量安全的因素进行监控。其中包括兽药、饲料和消毒产品的使用监控,免疫监控,养殖、屠宰和销售环境监控,运输车辆卫生监控,存储环境卫生监控,养殖、屠宰和销售阶段生产工作人员的健康情况监控以及各种检测结果监控,尤其是对于兽药和饲料药物添加剂的使用是否遵守休药期规定,以及是否属于违禁药品等要进行重点监控。

下面以兽药使用监控为例介绍安全监控子系统

的实现过程。

根据兽药使用流程和关系数据库的特点,兽药使用监控分为 4 个部分:兽药的说明、领取、使用和作废。其关系模式如下:

- a. 兽药说明。包括记录编号、兽药的名称、规格、主要成分、批准文号、适应症、用法、用量、含量、停药期、生产企业名称、保质期以及注意事项等字段。
- b. 兽药领取。包括记录编号、兽药说明编号、生产日期、产品批号、有效期和领取日期等字段。
- c. 兽药使用。包括记录编号、猪耳标号、兽药领取编号、用药日期、兽药的用法和用量以及兽医姓名等字段。
- d. 作废兽药。包括记录编号、兽药领取编号、作废日期和原因等字段。

依据 2002 年农业部的《兽药标签和说明书管理办法》,对“兽药说明”中违反该办法的情况进行监控和预警,同时对违反《食品动物禁用的兽药及其它化合物清单》和《撤销的兽药产品批准文号目录》的情况进行监控和预警。“兽药领取”主要监控兽药是否有效,对已过有效期的情况进行预警并计入“作废兽药记录”中。“兽药使用”同时也是猪肉档案记录的

一部分,所以设有“猪耳标号”字段。该部分根据猪档案记录中的预计出售时间,监控兽药使用是否违反休药期规定;根据兽药的用法和用量,监控兽药使用是否符合兽药说明中的要求;禁止使用已作废的兽药。消费者在查询猪肉生产档案信息时,通过关键词“猪耳标号”,就可快速了解该猪生产过程中使用过哪些兽药及使用的兽药是否安全可靠。

3) 标准法规子系统。收集整理生猪养殖 屠宰猪肉销售整个生产链中有关的国内外安全生产标准和法规,作为安全监控子系统的监控标准,同时,便于生产者在操作过程中了解最新国内外法规动态。

4) 警级预报子系统。对生产中违反监控标准的行为进行预报,督促生产者按照相关标准和法规进行生产,同时将违规行为记录于预警数据库。

### 3 系统实现的关键技术

#### 3.1 畜体标识的改进

使用电子标识虽然好处很多,但成本较高,难以在我国应用推广;因此根据 2002 年农业部《动物免疫标识管理办法》和我国国情,对现有畜体标识作了改进,保留了原塑料耳标中的数字编码,同时增加了与数字编码一致的二维条形码(data matrix),从而提高了耳标的自动识别水平,且成本增加不多。在屠宰线上,当猪头被割下时,采用二维条码阅读器读取耳标编码,存入系统;与此同时,在胴体上挂上射频电子标识(RFID, radio frequency identification)装置,自动读取 RFID 编码,在数据库中实现 RFID 编码与耳标编码一一对应。当胴体下屠宰线后,根据电子标识的编码在数据库中读取对应的耳标编码,用一维条形码对胴体或分割肉进行标识,直到超市出售。

#### 3.2 可重用组件技术的应用

根据  $n$  层软件体系结构,系统应用组件分为数据访问组件、业务组件、安全组件和外观组件 4 类。每一组件生成独立的 .dll 文件。

数据访问组件连接数据库服务器和业务组件,它由一个类组成,没有用户界面,直接连接数据库存储过程来实现数据操作功能。下面以“从数据库读取数据填充数据集”为例,说明数据访问组件对数据库进行的数据操作。

```
Public Overloads Shared Function ExecuteDataView (ByVal connectionString As String,
```

```
ByVal spName As String, ByVal ParamArray parameterValues() As Object) As DataView
...
```

End function

其中 ExecuteDataView 为函数名;接口参数 connectionString 表示数据库连接串,spName 表示存储过程名称,ParameterValues() 表示存储过程参数数组。ParameterValues() 选用 object 类型,使得数组中可同时包含字符型、整数型、实数型以及日期型数据等等数据类型,具有通用性。

业务组件是一个缓冲层,它需要引用数据访问组件的命名空间,与数据访问组件共同实现数据管理。根据系统不同功能的要求,分别建立预警类组件、安全监控类组件、档案类组件、标准和法规类组件、信息查询类组件等。根据不同的管理对象,每类组件又分为多个组件(图 3)。

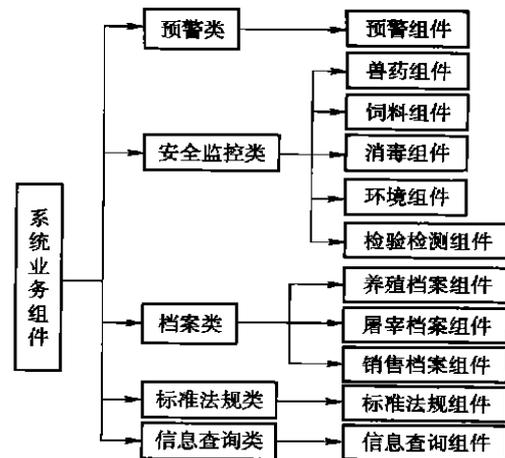


图 3 系统业务组件框架

Fig. 3 Frame of system operation component

猪肉生产的不同阶段,各应用模块根据实际需要选用不同的组件组合。养殖场系统包括兽药组件、饲料组件、消毒组件、环境组件、检验检测组件、养殖档案组件、预警组件和标准法规组件;屠宰场系统包括消毒组件、环境组件、检验检测组件、屠宰档案组件、预警组件和标准法规组件;销售系统包括消毒组件、环境组件、销售档案组件、预警组件、标准法规组件和信息查询组件。

安全组件实现用户身份验证,窗体身份验证和授权的安全控制功能。输入接口参数为用户名和密码,安全组件实现数据的加密或解密,以及用户凭据(如用户名、密码)的检查。输出接口参数为用户名和身份,系统根据用户身份提供相应的功能。

外观组件封装系统反复用到的用户界面控件如网页徽标、主菜单标签、导航标签和数据列表等,由于网页徽标在所有 Web 页面中都存在,系统也将其作为安全标头组件,封装安全组件功能。

#### 4 结束语

结合南京天环食品(集团)有限公司的顶山养殖场、天环屠宰场以及相关定点销售超市的实际情况,运用组件技术,电子识别技术和条形码技术,初步设计建立了猪肉生产全程质量安全数字化监控系统的框架。系统采用  $n$  层软件体系结构和基于组件技术的开发方法,将多次重复使用的外观控件组合设计为外观组件,无需编写重复的业务规则,又可将规则的应用包装到外观层中,让外观层来调用客户端所需的各种改变,解决了代码重用问题<sup>[17]</sup>;同时,根据业务层与数据库间增加的数据访问层,建立相应的数据访问组件,封装数据访问和数据处理代码,从而不需进行繁琐的存储过程参数定义。根据实际需求的变化可方便地增改组件,易于系统的维护和升级。影响猪肉质量安全的因素很多,为避免人为有意或无意的不规范操作,特别设计了警级预报子系统。

系统的使用提高了生产管理自动化水平,同时提高了生猪及猪肉市场的质量透明度,可为我国畜牧业实施安全管理信息化提供参考。生产实际中存在的诸多问题,如烫毛猪和剥皮猪在猪头割下时,条形码阅读器对塑料耳标的扫描应用等,尚需进一步完善。

#### 参 考 文 献

- [1] 刘秀梵. 加入 WTO 后我国的动物疫病控制和食品安全控制[J]. 中国兽医杂志, 2002, 38(3): 58 - 59
- [2] 农业部. 全面推进“无公害食品行动计划”的实施意见. [EB/OL]. [http://news.xinhuanet.com/zhengfu/2002-08/02/content\\_508333.htm](http://news.xinhuanet.com/zhengfu/2002-08/02/content_508333.htm), 2002 - 08 - 02
- [3] 国家经贸委、财政部、铁道部、交通部、卫生部、国家环保总局、国家工商总局、国家质量监督检验检疫总局关于进一步做好“三绿工程”工作的意见 [EB/OL]. <http://www.law999.net/law/doc/c012/2001/07/19/00124438.html>, 2001 - 07 - 19
- [4] 卫生部关于印发《食品安全行动计划》的通知 [EB/OL]. <http://www.law999.net/law/doc/c012/2003/08/14/00137334.html>, 2003 - 08 - 14
- [5] 关于加快食品安全信用体系建设的若干指导意见 [EB/OL]. [http://www.agri.gov.cn/zcfg/t20040430\\_200929.htm](http://www.agri.gov.cn/zcfg/t20040430_200929.htm), 中国农业信息网. 2004 - 04 - 30
- [6] Petersen B, Knura-Deszczka S, Pönsger-Schmidt E, et al. Computerised food safety monitoring in animal production [J]. *Livestock Production Science*, 2002, 76: 207 - 213
- [7] 陆昌华, 吴孜, 王立方, 等. 规模化蛋鸡场现代化生产管理系统的建立与应用 [J]. *农业工程学报*, 2003, 19(6): 256 - 259
- [8] 苑存忠, 王建民, 樊新忠, 等. 现代肉羊生产管理系统的的设计与应用 [J]. *中国畜牧杂志*, 2004, 40(1): 35 - 37
- [9] 王根林, 韩兆玉, 闰玉琴, 等. “牛场技术管理软件系统”设计 [J]. *畜牧与兽医*, 2003, 35(9): 15 - 16
- [10] 扬毅, 张曦, 陶琳丽, 等. 基于 Internet 的动物营养与饲料专家咨询系统设计与关键技术研究 [J]. *计算机应用与软件*, 2003, 20(9): 89 - 91
- [11] 陆昌华, 王立方, 胡肆农, 等. 鸡病临床诊断多媒体专家系统的研究 [J]. *中国家禽*, 2001, 23(4): 8 - 12
- [12] 熊本海, 罗清尧, 庞之洪. 网络远程交互畜禽饲料配方系统的研制 [J]. *畜牧兽医学报*, 2003, 34(5): 447 - 451
- [13] 张书存, 项玉燕, 徐厚则. 欧美一些国家对猪肉产品质量的监控 [J]. *国外畜牧科技*, 2001, 28(6): 3 - 5
- [14] Brown A, Barn B. Enterprise - scale CBD: building complex computer systems from components [A]. *Proceedings of the Software Technology and Engineering Practice [C]*. Pittsburgh: IEEE Computer Society Press, 1999: 82 - 91
- [15] Madec F, Geers R, Vesseur P, et al. Traceability in pig production chain [J]. *Rev Sci Tech*, 2001, 20(2): 523 - 527
- [16] Arana A, Soret B, Lasa I, et al. Meat traceability using DNA markers: application to the beef industry [J]. *Meat Science*, 2002, 61: 367 - 373
- [17] Ken S, Tom E, John A. 面向对象可重用组件开发 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003: 29 - 44