

## 猪产业链质量安全溯源系统屠宰环节设计

赵 丽<sup>1</sup>,柳平增<sup>1</sup>,高 华<sup>1\*</sup>,马彬彬<sup>1</sup>,邓振民<sup>1</sup>,张 艳<sup>1</sup>,于 群<sup>1</sup>,魏述东<sup>2</sup>

1. 山东农业大学 信息科学与工程学院, 山东 泰安 271018  
2. 莱芜市畜牧局, 山东 莱芜 271100

**摘 要:** 屠宰环节是猪生产链的中间环节, 猪个体在该环节会相继转换为胴体以及分割肉, 个体的转变会导致溯源信息链断裂, 因此在该环节需要解决因个体转变带来的信息流传递问题。本文以莱芜黑猪作为研究对象, 分析了猪肉溯源系统在屠宰环节的溯源信息组成、标识方法以及信息流传递, 并结合莱芜猪的具体屠宰工艺, 设计了屠宰环节的标识载体、信息流传递方式以及信息管理系统。本系统将 RFID 电子挂标作为中间标识载体, 以生猪去头和胴体分割为关键控制点, 建立了信息传递机制, 实现信息的高效采集和信息流的无缝连接, 为猪肉全程溯源系统的建立提供了可能。

**关键词:** 莱芜黑猪; 溯源系统; 屠宰环节; RFID

**中图分类号:** TP202

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-2324(2015)03-0440-05

## Design for the System of Quality Safe Trace in Slaughter Tache of Pig Industry Chain

ZHAO Li<sup>1</sup>, LIU Ping-zeng<sup>1</sup>, GAO Hua<sup>1\*</sup>, MA Bin-bin<sup>1</sup>, DENG Zhen-min<sup>1</sup>,  
ZHANG Yan<sup>1</sup>, YU Qun<sup>1</sup>, WEI Shu-dong<sup>2</sup>

1. School of Information Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China

2. Laiwu Bureau of Animal Husbandry, Laiwu 271100, China

**Abstract:** Slaughter tache is an intermediate link in pig production chain. Pig will have been converted to the carcass and the carved meat. The change will cause fracture of the trace information chain, so this tache needs to solve the problem of information transfer. This paper took Laiwu Black Pig as an objective to analyze the source of information, the identification method and the flow of information transfer in the slaughter of pork trace system, and combine with the specific process of Laiwu pig slaughter design of the label carrier, information flow and slaughter houses trace information management system. It established the mechanism of information transfer by setting the RFID electronic tags as intermediate symbol carrier, pig head was removed and carcass segmentation as critical control point, and achieved the efficient acquisition information, a seamless connection with the information flow, and made possible the establishment of full trace system of pork.

**Keywords:** Laiwu Bblack Pig; trace system; slaughter tache; RFID

近年来, 由于国内外动物性食品安全事件不断发生, 不仅给人类带来无法估量的灾难和经济损失, 而且使得动物性食品安全问题成为全球关注的焦点问题之一。尽快解决动物性食品安全中存在的问题, 已成为当前一项十分紧迫的任务。我国是最大的猪肉生产国和消费国, 但是近年来由于动物疫病、兽药残留和重金属等有毒有害物质超标等问题, 不仅直接制约我国畜产品进入国际市场, 而且严重影响国内市场和消费者健康<sup>[1]</sup>。随着社会的发展和生活水平的提高, 人们越来越关注食品安全问题, 但由于猪肉生产的产业链比较长, 消费者很难获得其在生产过程中的信息, 猪肉安全问题事件的不断发生严重影响了消费者的消费信心。因此研究并构建猪肉全程可追溯体系不仅可以为政府保障猪肉食品的公共安全提供服务, 也可以使得消费者能够获取到猪肉整个产业链上的生产信息, 维护了消费者的知情权。其次在食品安全事件发生时, 可以快速追溯到源头, 确定不安全食品的范围从而得到及时的控制, 将损失降到最低。最后可以帮助经营者实施对生产过程管理的信息化, 提高猪肉安全生产水平, 保障合格的猪肉产品, 在猪肉出口量方面也可以有所提高。

目前国内外对溯源体系的研究都已经比较多。发达国家对食品可溯源系统的研究比较早, 最早是 1997 年欧盟为应对“疯牛病”问题而逐步建立并完善起来的食品安全管理制度<sup>[2]</sup>。目前国外的畜产

**收稿日期:** 2013-06-11

**修回日期:** 2013-07-02

**基金项目:** 国家星火重大专项(2011GA740001);山东省科技发展计划(2011GNC11106)

**作者简介:** 赵 丽(1986-),女,硕士研究生,主要从事农业信息技术的研究. E-mail:zhaoli9980@126.com

**\*通讯作者:** Author for correspondence. E-mail:gaoh@sdau.edu.cn

品溯源体系已经比较成熟，并且已经有相对完善的法律法规体系推动溯源系统的发展。他们大都采用统一的电子耳标或 DNA 作为个体标识，由统一的国家中央数据库对信息进行管理<sup>[3]</sup>。我国加入 WTO 以后，在食品生产与流通领域发生了极为深刻的变革<sup>[4]</sup>。2002 年以来国家设立了众多研究课题，进行畜产品可追溯性研究，探索适合中国国情的可追溯技术和架构方法<sup>[5]</sup>。目前国内在猪肉溯源方面研究取得了许多成果，例如 2006 年陆昌华等建立了国内第一套《工厂化猪肉安全生产溯源数字系统》，该系统对猪产业链上的溯源指标进行了跟踪记录，建立了猪肉生产记录与文档，并利用 RFID 电子标识实现对胴体的标识，使用自行研发的软件完成耳标号与胴体号的对应，为以后猪肉溯源体系的研究积累了宝贵的经验<sup>[6]</sup>；2008 年，江苏大学的马从国等研制了猪肉工厂化生产的全程监控与可溯源系统，该系统综合应用 RFID 技术和二维条码技术，实现猪肉的全程可溯源体系<sup>[7]</sup>。2009 年熊本海等人以天津市为例建立了猪肉溯源系统解决方案，本系统使用化学合成聚丙烯薄膜作为材料制作了二维码胴体标签，用于屠宰阶段胴体的标识，并把耳标号与胴体号建立严格的二对一关系，保证了信息流的链接<sup>[8]</sup>。其后又在新型标识载体上做了相关研究，例如基于超高频 RFID 的生猪屠宰数据采集方案，该方案利用 RFID 技术实现屠宰数据的高效采集<sup>[9]</sup>；2010 年重庆大学的张可、柴毅等分析和设计了猪肉生产加工信息追溯系统，该系统利用条码作为中间信息载体，实现了信息流与实物流的有效连接<sup>[10]</sup>。以上系统的研究与实现，推动了我国畜产品溯源系统的发展。

从已有猪肉溯源系统来看，在屠宰环节的研究主要集中在溯源数据组成、标识方法以及信息流传递三个方面，每个方面都已经存在多种解决方案，但是还没有形成一定的标准。本文在已有研究成果基础上，结合莱芜猪的具体屠宰工艺，分析了屠宰环节的溯源需求，并完成屠宰环节系统设计，包括标识设计、信息管理系统设计以及数据流传递设计，最终服务于猪肉生产全过程的溯源系统的整体方案的建立。

### 1 系统分析

溯源系统目的是为了实物的可追踪以及可溯源，其在各环节中的应用应实现猪体的标识、溯源数据的获取以及溯源信息的传递。生猪屠宰是猪肉生产链上的重要环节，该环节经历时间短、过程较复杂、环境恶劣并且猪个体的物理形态会发生变化，因此在该阶段在溯源实现方面存在较多特殊性，具体表现为溯源信息的确定、个体标识的选择以及因个体形态变化引起的数据转换。

#### 1.1 屠宰环节溯源信息组成

生猪屠宰阶段是猪活体转换成猪肉的过程，流程比较复杂（见图 1），存在较多的安全控制点。



图 1 屠宰流程

Fig.1 Slaughtering process

通过对屠宰流程的详细分析，结合我国对生猪屠宰的相关规定，将存在的安全因素分为两类。第一类是由屠宰环境导致的屠宰过程中的微生物污染，如屠宰车间、屠宰刀具等引起的污染；第二类是

猪体中的疫病污染,如猪瘟、结核等。对于上述两类安全因素,可以通过相应的措施保证猪肉的安全生产。对于第一类,可通过对屠宰环境的消毒防止微生物污染。对于第二类,根据国家相关法律法规,屠宰检疫是保证猪肉质量的主要措施,可及时发现疫病防止其蔓延,因此可以通过对猪体的检疫,保证猪肉的安全。溯源信息的确定主要根据安全因素,获取最能反应安全生产的信息,因此在屠宰过程中可以将溯源信息确定为屠宰过程中的消毒信息以及检疫信息。据国家标准《生猪屠宰产品品质检验规程》可知,屠宰过程中的检疫行为主要包括宰前检疫、宰中检疫以及宰后胴体检疫,因此可以将溯源信息进一步细化为消毒信息、宰前检疫信息、宰中检疫信息以及宰后胴体检疫信息。

## 1.2 个体标识

个体标识是实现猪肉可追溯的关键,它是实现实物与数据库中信息的对应以及信息自动化采集的基础。由屠宰流程可知,在该环节猪的形态会发生多次转变,分别为猪个体到去头劈半个体的转变以及去头劈半个体到分割肉的变化,原有的个体标识在去头之后随之去掉,为了保证信息链的连接,需要为其设计新的标识。屠宰阶段个体标识在设计时需要具备易被识别、实用、易被收集以及不能有碎片进入猪肉和血液等特点<sup>[11]</sup>,然而生猪在屠宰时经历工序较多,如烫毛、开膛等,屠宰环境湿度大、血污多<sup>[12]</sup>,容易对标识造成破坏,影响标识的自动化识别。因此在屠宰阶段选择标识时需要重点考虑两方面因素,第一是标识不容易受到外界环境的破坏,抗逆能力强;第二是标识容易在恶劣环境下实现自动化识别,利于标识信息的获取。

## 1.3 信息流传递

猪追溯体系主要包括动物标识、中央数据库和信息流传递 3 个基本要素<sup>[12]</sup>。信息流传递在猪溯源体系中占重要部分,由于猪的产业链很长,并且结构复杂,如何保证信息流在整个产业链上不会出现断点尤为重要。屠宰环节是猪产业链的中间环节,向上关联养殖环节,向下关联仓储物流环节,并且猪个体形态发生多次变化,因此是信息流传递的关键控制环节。根据屠宰过程中猪个体的形态变化,从保证信息链的连贯性出发,在该阶段需要解决两个基本问题:一是宰前活体身份信息与宰后胴体标识对应问题,另外一个完整胴体与分割肉的标识转换问题<sup>[3]</sup>。根据莱芜猪的具体屠宰流程,可以将以上问题转化为猪个体到胴体的信息传递问题和胴体到初分割肉的信息传递问题。从个体形态变化可以看出,信息流传递的关键控制点在于去头和胴体分割。屠宰过程比较复杂,环境恶劣,并且该过程是流水线模式,给信息流的传递带来了困难。因此在该阶段进行信息流传递时需要考虑的因素为标识转换时的高效性和准确性,保证信息链连贯性的同时尽可能小的影响屠宰流水线。

# 2 系统设计

## 2.1 个体标识设计

目前屠宰阶段的个体标识比较混杂,主要有条码标签<sup>[13]</sup>以及 RFID 电子标签<sup>[14,15]</sup>等。由于猪屠宰环境比较恶劣,使用条码标签存在很多局限性,例如容易被污染、抗逆性不好、不能远距离识别等。目前在屠宰环节使用较多的是 RFID 电子标签,该标签可以工作于各种恶劣环境,并能实现远距离识别<sup>[16]</sup>,可以满足该阶段对标签的要求。因此在屠宰环节选用基于 RFID 技术的电子标签,考虑到电子挂标具有方便悬挂的特点,故选用电子挂标实现对胴体及分割肉的标识。

## 2.2 信息流传递设计

目前屠宰环节的信息流传递具有较多的解决方案,这些解决方案主要分为两类,第一类为根据屠宰的顺序建立猪耳标编号与胴体标签号的对应关系,这种方式无论是在屠宰中还是屠宰完成之后悬挂标签都需要保证屠宰过程中猪个体的顺序没有发生变动<sup>[17]</sup>;第二类是在屠宰过程中直接获取耳标信息然后制作出对应的标签悬挂在胴体或者分割肉上,同时将对应关系上传至数据库中。第一类在实现时需要保证屠宰顺序不发生变化,否则对应关系将会产生错误。对于该方法存在一定的局限性,在屠宰过程中未知因素很多,万一屠宰次序发生了变化,不容易控制因次序变化导致的对应关系错误。第二类方式是目前较为常用的数据流传递方式,它可以将数据传递与对应关系的获取同时发生,保证信息链的连贯性。但是该方法在实现时需要有一定的新标识产生的时间,这势必会

影响屠宰流水线的进行。本文根据莱芜猪的屠宰工艺,以去头和胴体分割为关键控制点,从易用性和高效性出发设计了信息流的传递方式,具体如下:根据莱芜猪屠宰工艺,猪个体在去头之后,虽然胴体已经被分成两部分,但是还在同一个挂钩上直至屠宰完成,因此可以将去头猪胴体和劈半(1/2胴体)整合成一个形态,在挂钩上设置标识,完成对猪的信息识别。故信息的传递可以分为猪耳标信息到挂钩标识的传递和挂钩标识到初分割肉标识的传递。如果在去头时进行标识的转换,那么一定会因为新标识产生需要消耗时间而影响流水线的进行。故在进行数据流传递时,考虑到在胴体初检时需要消耗一些时间,将此处作为产生新标识的时间点,这样既能保证信息的有效衔接又能使得流水线流畅进行。实现流程(见图2)为:在生猪胴体初检时,读取头部的电子耳标信息然后写入到电子挂标中,并将其悬挂在挂钩上,之后到达去头环节时可以直接去头;在进行初分割(六分体模式)时,猪胴体下悬挂钩,读取电子挂标的信息,这时候读取的挂标信息跟猪耳标中的信息是一样的,而6大块初分割猪肉需要唯一的编码来识别,该编码根据猪个体的编码信息按照一定的规则生成,编码生成之后写入电子挂标,挂在各部分猪肉上。

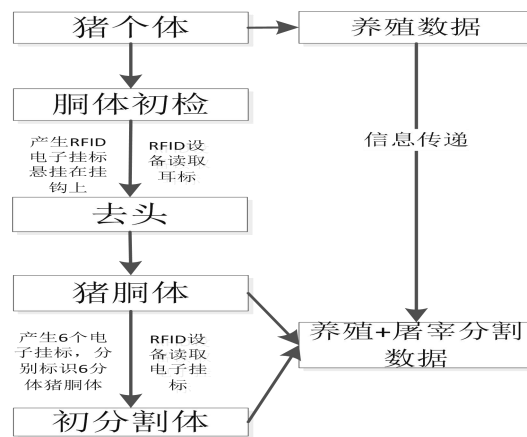


图2 屠宰阶段信息流传递

Fig.2 Slaughtering stage information transfer

### 2.3 信息管理系统设计

2.3.1 信息管理系统功能设计 根据屠宰阶段的溯源信息以及企业对生产管理的需求,设计了屠宰环节的信息管理系统(见图3)。该信息管理系统分为四大模块,具体功能如下:(1)基本信息管理,该模块主要对屠宰企业的基本信息进行管理,包含企业基本信息管理、用户信息管理以及员工信息管理。屠宰企业用户可以对本企业的基本信息和用户信息进行修改。并且对该企业的员工信息可以进行添加、修改、查询以及删除操作;(2)基本屠宰管理,该模块实现屠宰过程中部分屠宰数据的管理,包括批次信息、猪重量信息、转入猪信息以及消毒信息;(3)检疫管理,该模块主要实现检疫数据的管理,包括宰前检疫信息、宰中检疫信息、宰后胴体检疫信息以及异常猪信息的管理;(4)屠宰统计,屠宰统计主要是对屠宰量以及出肉率进行统计。可以根据时间段查询屠宰数量,并且可以根据屠宰批次号查询该批次的出肉率。

2.3.2 信息采集设计 信息采集是对屠宰过程中的数据进行采集获取,然而屠宰过程复杂、环境恶劣给信息采集带来了困难。在屠宰过程中需要采集的数据主要包含两部分,一部分是溯源信息,另一部分是屠宰企业需要获取的生产信息。根据上文对溯源信息的分析可知,溯源数据主要包含检疫信息以及消毒信息。对于企业需要获得的生产信息,根据实际的调研可知主要是屠宰过程中猪个体以及猪胴体的重量信息。屠宰环节是一个流水线的生产模式,在进行信息采集时要充分考虑采集的便捷性以及可靠性。目前溯源系统对屠宰数据的获取多是采用手持式或者固定式读写器完成对标识信息的获取以及溯源信息的提交。但是屠宰阶段的数据较多,使用读写器完成数据的一一录入会使得效率低下。因此本文在进行数据采集时使用手动录入和RFID读写器相结合的方式完成对数据的采集。由上文可知屠宰环节需溯源的数据主要集中在检疫信息以及消毒信息,这些数据多是针对当前

屠宰批次的描述性报告, 该批次中猪的信息多数是相同的, 如果对每一头猪都添加相同的信息, 不仅会导致信息的冗余, 而且每头猪都要需要使用读写器扫描也会影响执行效率。因此本文以屠宰批次为主单位、猪个体标识编码为次单位的方式进行数据采集, 其中以屠宰批次为单位的数据直接录入系统中, 而以猪个体编号为单位的数据使用 RFID 读写器扫描耳标完成信息的采集。具体实现过程如下: 某养殖企业的一批猪进场之后, 为该批次猪生成屠宰批次号, 输入批次的相关信息, 如来源企业、数量等。同时使用手持式信息读写器读取该批次的所有猪的耳标信息与批次号建立对应关系, 并将对应关系上传数据库。此后相关的检疫信息以及消毒信息都以批次号为单位, 直接将信息录入系统中。对于体重信息以及异常猪的信息等以猪个体标识号为单位, 使用手持式读写器或者固定式读写器完成该部分信息的采集。

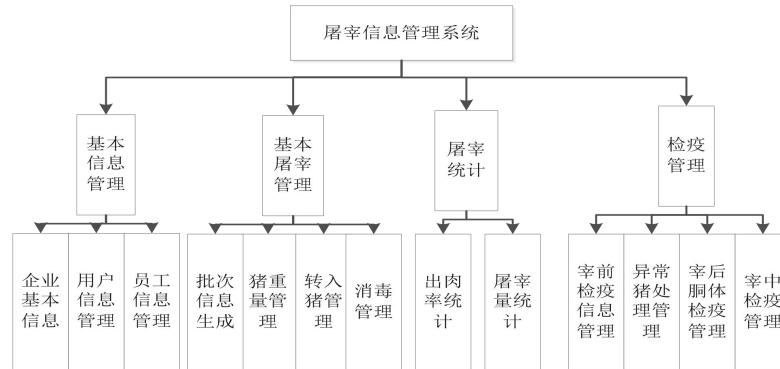


图 3 屠宰信息管理系统

Fig.3 Slaughter information management system

### 3 结论

本系统借鉴国内外成功的溯源系统开发经验, 充分利用已有的食品安全溯源技术, 设计了猪肉溯源系统在屠宰环节的实现机制, 包括个体标识的设计、信息流的传递设计以及信息管理系统设计。本系统以 RFID 电子挂标作为中间标识, 该标识载体具备远距离读写、抗逆能力强等特点, 实现标识的自动化识别, 能较小的影响屠宰流水线的正常运行。并且根据具体的屠宰流程, 设计了屠宰线上的信息流传递方式, 实现数据流的高效准确传递。最后根据分析的屠宰阶段需要记录的溯源数据类型以及屠宰企业的生产需求, 设计了信息管理系统, 实现数据的高效采集和信息化管理。生猪产业链上的屠宰企业不仅可以利用该系统实现屠宰信息的可追溯, 而且能够满足其生产管理的需求。

### 参考文献

- [1] 谢菊芳.猪肉安全生产全程可追溯系统的研究[D].北京:中国农业大学,2005:1-2
- [2] 周 峰,徐 翔.欧盟食品安全可追溯制度对我国的启示[J].经济纵横,2007(10):71-73
- [3] 柴 毅,牛 楠,屈剑锋,等.基于 RFID 和条码技术的猪肉加工链信息可追溯系统设计与实现[J].网络与信息化,2009,28(4):127-129
- [4] 方 炎,高 观,范新鲁,等.我国食品安全追溯制度研究[J].农业质量标准,2005(2):37-39
- [5] 陆昌华,王立方,胡肄农,等.动物及动物产品标识与可追溯体系的研究进展[J].江苏农业学报,2009,25(1):197-202
- [6] 谢菊芳,陆昌华,李保明,等.基于.NET 构架的安全猪肉全程可追溯系统实现[J].农业工程学报,2006,22(6):218-220
- [7] 马从国,赵德安,刘叶飞,等.猪肉工厂化生产的全程监控与可溯源系统研制[J].农业工程学报,2008,24(9):121-125
- [8] 熊本海,傅润亭,林兆辉,等.生猪及其产品从农场到餐桌质量溯源解决方案:以天津市为例[J].中国农业科学,2009,42(1):230-237
- [9] 罗清尧,熊本海,杨 亮,等.基于超高频 RFID 的生猪屠宰数据采集方案[J].农业工程学报,2011,27(2):370-375
- [10] 张 可,柴 毅,翁道磊,等.猪肉生产加工信息追溯系统的分析和设计[J].农业工程学报,2010,26(4):332-339
- [11] 陆昌华,白云峰,白云武,禽及禽产品可追溯体系的构建[J].中国家禽,2008,30(13):1-4
- [12] 王立方,陆昌华,谢菊芳,等.家畜和畜产品可追溯系统研究进展[J].农业工程学报,2005,21(7):168-174
- [13] 李 旭.猪肉生产质量安全可追溯平台的构建[D].成都:西华大学,2011:23-24
- [14] 李益敏.RFID 生猪屠宰实时监控系统的研究[D].兰州:兰州理工大学,2012:18-20
- [15] 徐 恺.猪肉产品溯源追踪系统的研究与设计[D].上海:上海交通大学,2011:11-12
- [16] 张姝楠.冷却猪肉供应链跟踪与追溯系统的研究[D].北京:中国农业科学院,2008:7-8
- [17] 杨 亮,罗清尧,熊本海,等.猪肉质量安全可追溯系统屠宰环节的设计与实现[J].农业网络信息,2008(1):22-25