

# RFID技术在活猪检验检疫监督管理中的应用研究

周仲芳<sup>1</sup>, 游洪<sup>1\*</sup>, 王彭军<sup>1</sup>, 李辉<sup>1</sup>, 罗卓军<sup>2</sup>, 彭首创<sup>3</sup>,  
刘尚文<sup>4</sup>, 杨建成<sup>5</sup>

(1. 广东出入境检验检疫局, 广州, 510623; 2. 惠州出入境检验检疫局, 惠州 516084; 3. 河源出入境检验检疫局, 河源 517000; 4. 广州出入境检验检疫局, 广州 510623; 5. 江门出入境检验检疫局, 江门 529000)

**摘要:** 为了建立动物源性食品的高效溯源追踪体系, 该文基于无线射频识别技术(Radio Frequency Identification, RFID)建立了一个活猪检验检疫监督管理电子化系统, 并对RFID系统的技术参数和设备进行了筛选确定, 同时对试点应用效果进行了评价。测试结果表明, 系统实现了对活猪饲养、出栏检疫、运输及屠宰加工等全过程溯源追踪管理, 电子耳标为养猪业及相关养殖业提供了一条全新的信息化标识途径, 完全可以取代目前的供港活猪针印标识, 并大幅提高供港活猪安全卫生质量的监管水平。

**关键词:** RFID; 活猪; 检验检疫; 溯源追踪

中图分类号: S24; TP274

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2008)-2-0241-05

周仲芳, 游洪, 王彭军, 等. RFID技术在活猪检验检疫监督管理中的应用研究[J]. 农业工程学报, 2008, 24(2): 241-245.  
Zhou Zhongfang, You Hong, Wang Pengjun, et al. Application of Radio Frequency Identification in the supervision and management of live pigs [J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(2): 241-245. (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

近十几年来, 禽流感、疯牛病、口蹄疫等动物疫病在世界范围内不断暴发, 沉重打击了各国畜牧业生产, 也给人类的食品安全和身体健康带来了严重威胁; 同时, 以化学物污染和农、兽药残留引起的食物中毒事件也不断发生, 损害了消费者身体健康。食品安全问题, 尤其是动物源性食品的安全正日益引起广大消费者和政府的关注<sup>[1]</sup>。在贸易全球化和食用动物饲养集约化的形势下, 在动物和动物源性食品的产、供、销链上建立高效溯源追踪体系是增强动物疫病防控水平、提高食品安全信息透明度和保障动物源性食品安全卫生质量的重要措施<sup>[2]</sup>。近年来, 各国政府纷纷采取措施加强动物管理, 并建立食品安全溯源追踪体系, 如澳大利亚的“国家牲畜标识计划”(NLIS), 美国农业部“全国动物监测系统”(NAIS)以及欧盟的家畜和肉制品可追溯制度等<sup>[3-5]</sup>。

无线射频识别技术(Radio Frequency Identification, RFID)是一种非接触式的自动识别技术, 它通过射频信号自动识别目标对象并获取数据信息, 识别无须人工干

预, 可工作于各种恶劣环境, 并可同时识别多个目标对象, 操作快捷方便。与现在广泛应用的条形码技术相比, 电子标签具有防水、防磁、耐高温、使用寿命长、数据可加密、读取距离远、多目标识别和可重复使用等优势<sup>[6]</sup>。目前, RFID技术已经广泛应用于动物身份标识、门禁管制、仓储物流管理、航空行李分拣和高速公路自动收费等领域<sup>[7,8]</sup>。在动物身份标识管理方面, 常见的动物电子标签形式主要有注射型、药丸型、耳牌型、脚环型和颈圈型等<sup>[9,10]</sup>。

中国是一个养猪和猪肉消费大国, 各地的疫情状态和养殖水平并不平衡, 种猪的引进和肉猪、猪肉的调运频繁, 建立有效的安全卫生质量追溯体系的要求已非常迫切。随着近年来无线射频标识技术的发展, 中国的一些单位也试图将该技术用于动物的身份识别, 但目前尚未见实际应用的报道。中国内地每年供应香港的活猪近200万头, 香港特区政府对供港活猪的安全卫生质量提出了与国际接轨的要求, 并要求建立完善的追溯体系。而目前使用的针印标识系统由于存在诸如应激、劳动强度大和动物福利等问题急需改进。本文以内地供港活猪为对象, 采用基于RFID技术的“电子耳标”为身份标识认证数据载体, 通过互联网建立供港澳活猪检验检疫监督管理系统, 实现供港澳活猪从饲养场生产管理到出口报检、产地隔离检疫、监装放行和香港查验等检验检疫和通关环节的全方位、全过程监控和快速响应, 实现对供港活猪“监管信息化、放行自动化、通关便捷化、源头

收稿日期: 2007-05-11 修订日期: 2007-12-12

基金项目: 广东省2004年粤港关键领域重点突破项目(2004A11501004)

作者简介: 周仲芳(1964—), 男, 湖南新化人, 高级兽医师, 从事进出口动物检验检疫工作。广州 广东出入境检验检疫局, 510623。

Email: zhouzf@gdciq.gov.cn.

\*通讯作者: 游洪(1974—), 男, 江西宁都人, 从事进出口动物检验检疫工作。广州 广东出入境检验检疫局, 510623。Email: youh@gdciq.gov.cn.

可追溯化”。

### 1 基于 RFID 技术的供港活猪检验检疫监督管理系统的组成

基于 RFID 技术的供港活猪检验检疫监督管理系统由 RFID 硬件（电子耳标和读写器，详见本文第 4 部分）和应用软件两大部分组成；应用软件主要由“生产企业端，产业监管机构端，消费市场端”三大部分组成。按照国家质检总局《供港澳活猪检验检疫管理办法》的要求，供港活猪必须来自内地经检验检疫机构注册的养殖场（企业），饲养过程由检验检疫机构实施监管，出口前经过隔离检疫合格后方可输往香港。本研究以供港活猪检验检疫监管为例设置了以下三大子系统（系统网络部署架构见图 1）。

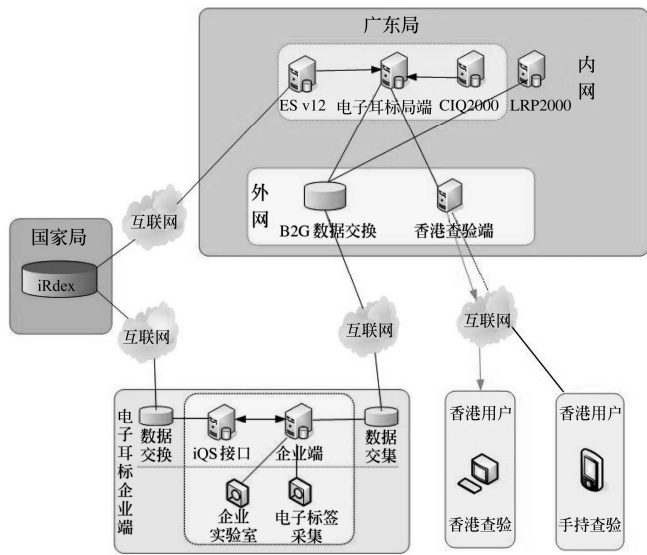


图 1 系统网络架构部署示意图  
Fig.1 Structure chart of system network

供港活猪饲养信息管理系统是整个 RFID 系统的数据源头，主要实现供港澳活猪注册饲养场生产过程各关键控制点的数据监控，基于电子耳标详细记录活猪个体的饲养履历（包括药物使用、免疫接种、饲喂饲料及临床检查和实验室检验结果等），同时按照国家有关规定和香港检验检疫要求对供港活猪执行合格评定和电子监装放行，并通过国家质检总局 iRdex 数据交换平台和 B2G 数据交换平台实现与电子监管系统（ESv12）、实验室管理系统（LRP2000）和“供港活猪电子耳标信息监管系统（产地局端）”的实时数据交互。该子系统业务流程见图 2。

供港活猪电子耳标信息监管系统（产地局端）是供港活猪产地检验检疫局业务人员操作的业务子系统，主要完成对供港活猪日常监管、出口猪只档案和香港反馈信息的查询、数据统计分析以及基础数据维护和系统管理等功能。同时，实现与中国检验检疫电子监管系统

（ESv12）和检验检疫综合业务系统（CIQ2000）等中国检验检疫业务系统的数据交换。

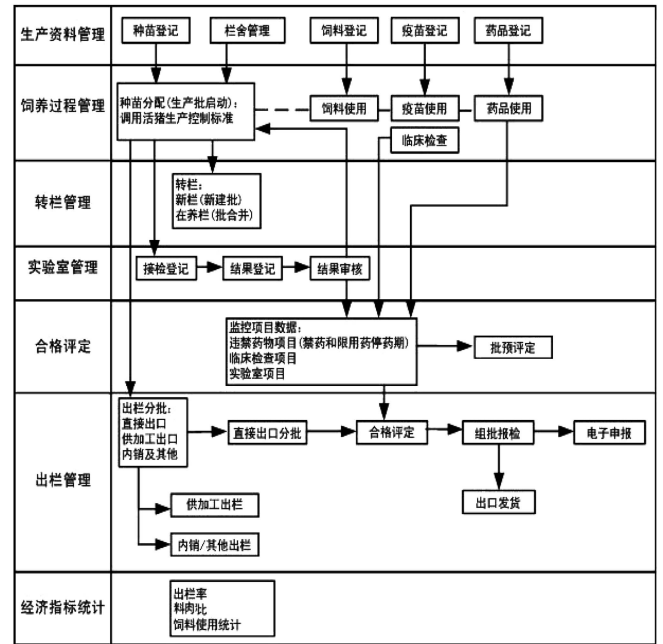


图 2 供港活猪饲养信息管理系统业务流程示意图  
Fig.2 Sketch map of working process of the feed information management system for live pigs supplied for Hong Kong consumer

供港活猪电子耳标信息监管系统（香港端）主要实现香港文锦渡口岸和屠宰场等环节对抵港活猪的查验以及将查验结果和检验结果反馈给产地局等功能，同时向香港工作人员预告当日抵港的活猪批次信息以利于工作安排，并实现数据统计分析以及为香港下游应用开放数据接口。

### 2 系统的业务流程

在供港活猪饲养过程中的适当时候给活猪佩戴电子耳标，建立电子耳标与活猪个体的一一对应关系。通过企业端详细记录活猪个体的饲养履历，从而形成每头活猪的猪只档案，为通过电子耳标执行溯源追踪建立数据仓库。出口公司通过企业端将对拟出栏的活猪进行合格评定，质量管理部门通过通道式阅读器或手持式读写器逐头鉴别猪只是否经隔离检疫合格，确保供港活猪安全。在供港活猪抵达香港的各个查验点后，香港用户登录香港端将当天拟到港的活猪批次信息下载到“查验门”或手持式读写器，通过“查验门”或手持式读写器扫描猪只的佩戴耳标，快速确认活猪来源的合法性，同时将查验结果反馈给产地监管部门。

### 3 技术重点

#### 3.1 RFID 工作频率和读写器

##### 3.1.1 RFID 工作频率的确定

我们对市面上可用于动物标识的分别处于低频、高频和超高频的不同工作频率的电子耳标及其读写设备进行了测试比较。根据对 125 kHz、134.2 kHz、13.56 MHz 和 915 MHz 4 个工作频段的 RFID 硬件设备的测试结果显示(见表 1), 134.2 kHz 工作频率的硬件在存储容量、读写能力、穿透性能、识读效果及耳标形状大小等方面更具优越性; 同时, 考虑到 134.2 kHz 为国际标准动物识别频段, 且尚在制定中的国家动物标识标准也倾向于 134.2 kHz 工作频率, 因此, 我们选定 134.2 kHz 作为本项目应用的工作频率。

### 3.1.2 电子耳标读写器的选择

在供港活猪检验检疫 RFID 应用研究中, 我们设计和选用了台式读写器和手持式读写器两款便携式读写器以及通道式固定阅读器<sup>[1]</sup>。

台式读写器(RHT01C): 适用于在固定工作场所中快速连续、批量耳标读写操作, 主要用于耳标编码发放工作;

便携式读写器(PT850-5): 该读写器配备长柄延长天线, 适用于游动性大、不便接近的识读对象和流动工作场所, 主要用于饲养场的生产管理、口岸猪只查验和抽样检验标识等流动作业;

通道式阅读器(RLF102A): 固定安装在活猪装运或卸载通道一侧, 适用于不需写入、多目标、大批量的识读工作, 主要用于出口电子监装放行和中转或暂放场所的快速查验。

表 1 不同 RFID 工作频段硬件性能比较

Table. 1 Comparison of performance of Radio Frequency Identification (RFID) hardware with different working frequency

硬件	性能	超高频	高频	低频	
		915 MHz	13.56 MHz	134.2 kHz	125 kHz
耳标	存储容量	96~256 bit	256 bit~1 k	256 bit	64 bit
	读写能力	可读写	可读写	可读写	只读
	穿透性能	差	较好	好	好
	大小形状	正方或长条	圆形或方形	圆形	圆形或钱币形
固定式阅读器	识读距离	20~700 cm	圆形: 5~20 cm, 方形: 5~60 cm	10~50 cm	10~50 cm
	识读效率	高	较低	高	高
便携式读写器	识读距离	5~150 cm	圆形: 1~5 cm, 方形: 1~8 cm	小天线 1~8 cm, 加长天线 1~20 cm	1~8 cm
	通讯方式	串口	串口或蓝牙	串口	串口或蓝牙
	操作系统	Windows CE	Windows CE	Dos 或 Linux	Dos 或 Linux

## 3.2 活猪通道建造方案的确定

### 3.2.1 通道宽度和阅读器安装高度的确定

我们在 7 家养猪场随机抽取待出栏供港的 150 头肉

猪(包括中猪和大猪)测量其体宽, 并给活猪佩戴耳标测量其在低头、仰头及正常姿态等不同状态下耳标的离地高度, 以确定通道式阅读器最佳安装高度及通道宽度的理论参数。

测量结果显示, 供港活猪的体宽为 20~45 cm, 平均 31.5 cm; 耳标离地高度为 17~66 cm, 平均为 41.2 cm。根据测量结果, 通道建造的宽度应不小于 45 cm, 阅读器的安装应确保其识读范围在垂直方向上离地高度覆盖到 17~66 cm 之外。

我们给拟出栏的 600 头肉猪(体重 90 kg 左右)佩戴电子耳标, 并逐头通过安装了阅读器宽度为 45 cm 的监控通道, 同时不断调整阅读器的安装高度, 以测试阅读器最佳识读效果的安装高度。经反复测试, 结果显示, 按照 45 cm 的宽度设置通道, 能够保证供港活猪个体正常通过; 通道式阅读器中心距离通道地面高度为 45 cm 时识读效果最佳。

### 3.2.2 活猪通道建造的设计方案

根据养猪场和屠宰场的实际情况, 采用在原活猪通道上开凿入口和出口接驳电子耳标监装通道的分道回流方式(见图 3), 或者新建一条电子耳标监装专用通道。

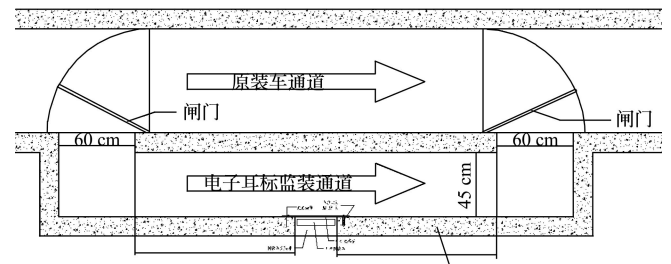


图 3 活猪电子耳标通道设计图

Fig.3 Design draft of the channel for live pigs with RFID eartag passage

## 4 现场测试

试点饲养场运行供港活猪饲养信息管理系统期满一个生产周期后, 我们组织了 10 批次, 共 400 头活猪进行全流程的软硬件运行效果测试。

### 4.1 RFID 系统试运行的过程

#### 4.1.1 猪场电子监装的测试

试点猪场给活猪佩戴耳标, 并在供港活猪饲养信息管理系统中记录活猪在整个生产周期内的饲养过程信息。在活猪装车发运输港时, 通过安装在通道上的阅读器扫描电子耳标实施电子监装放行。

#### 4.1.2 香港文锦渡牲畜管制站查验的测试

香港文锦渡牲畜管制站用户通过安全认证登录香港端, 查看当天待抵港的活猪批次信息以提前安排工作, 并将数据下载到手持式读写器。当佩戴电子耳标的活猪

装运车到达文锦渡牲畜管制站时,现场工作人员按照不少于 10%的比例通过手持式读写器扫描电子耳标查验活猪来源的合法性,同时进行临床检查,并将检查结果通过手持式读写器记录后上传到系统平台。

#### 4.1.3 屠宰场卸载通道的测试

香港屠宰场用户通过安全认证登录香港端,查看当天待抵港的活猪批次信息以提前安排工作,并将数据下载到通道式阅读器。当佩戴电子耳标的活猪装运车到达屠宰场时,卸载整批活猪通过电子耳标通道,逐头扫描查验活猪来源的合法性。

#### 4.1.4 屠宰场回收耳标的测试

在活猪屠宰前,通过手持阅读器逐头扫描确认电子耳标识读性能。活猪屠宰后回收电子耳标,统计宰后可回收耳标数量,并用手持阅读器查验回收耳标的识读性能,测试屠宰工艺后对电子耳标识读性能的影响程度。

### 4.2 结果与分析

试点猪场发运活猪 10 批次,共 400 头,在深圳口岸查验剔除残次猪 1 头,实际到达香港活猪 399 头。各个应用环节电子耳标的识读情况见表 2。

表 2 电子耳标读写器的识读效果

Table 2 Reading ability of different RFID readers

测试环节	读写器类型	扫描耳标数	可识读数
耳标发放	台式读写器	400	400
猪场电子监装通道	双通道式阅读器	200	192
文锦渡牲畜管制站	手持式读写器	65	63
屠宰场卸载通道	单通道式阅读器	239	227
活猪宰前查验	手持式读写器	399	383
宰后回收耳标查验	手持式读写器	340	317

对宰后回收的不可读耳标进行追踪分析显示,耳标结构存在物理损伤影响其识读效果。从试验过程来看,导致耳标损伤的过程主要有耳标施加过程、活猪相互撕咬和屠宰脱毛工艺等。当然,物理损伤并不会导致数据的丢失,通过手持式读写器查询电子耳标表查面号可以追溯查验活猪来源的合法性。

根据实际应用测试结果显示,台式读写器和手持式读写器的识读性能稳定,在电子耳标无物理损坏的前提下,耳标信息成功读写率为 100%,能够满足耳标编码发放、饲养场的生产管理及口岸快速查验等工作需要。

单个通道式阅读器能够快速读取耳标信息,准确鉴别每头活猪的来源及合法性,在耳标无物理损坏的情况下,一次性识读率达到 95%。在有必要的情况下,配合使用手持式读写器输入电子耳标表查面号查询相关信息,通道式阅读器能够满足活猪查验需要。对通道式阅读器进行改良加装双阅读器后,一次性识读率达到 96% 以上。

### 4.3 存在问题及解决方案

在应用测试中也发现,采用单通道单侧安装通道式阅读器的方式查验电子耳标,在一定程度上会影响活猪的在通道上的通行速度,存在猪只拥堵现象,可能会影响工作高峰时段活猪的通行效率。为解决这一问题,我们在活猪通道上开辟多个查验通道并在单侧加装双阅读器的方式提高识读率,加快活猪通过速度,解决活猪拥堵问题,提高查验效率。同时,通过反复调整双阅读器的安装位置,减少阅读器间的相互干扰,提高其识读效果。

电子耳标在饲养过程和长途运输过程中没有发现耳标脱落的情况,但经屠宰脱毛工序等强力机械作用后耳标回收率为 85%。为保证电子耳标数据在下游环节的应用,我们将改进耳标材质和封装工艺,同时,在进入屠宰车间后的适当环节施加电子脚环作双重保险,对数据进行备份。

## 5 结论与应用展望

1) 该研究将 RFID 技术与活猪检验检疫监督管理工作有机结合,实现了活猪安全卫生质量的全程跟踪和溯源,既符合了政府对动物疫情疫病和食品安全卫生质量控制的需要,也满足了消费者对问题食品的溯源的要求。以“电子耳标”作为监管手段,将传统的以场为单位的粗放型管理方式转变为以“头”为单位的精细化管理方式,结合对饲养过程的全程监管,打造了从“农场到餐桌”的全程安全卫生质量控制体系。测试结果表明,系统功能强大,工作稳定,使用便捷,能够满足对内地供港活猪检验检疫监督管理工作的需要。

2) 该研究将电子耳标作为活猪的身份识别认证手段,为养猪业及相关养殖业提供了一种新的信息化标识途径,电子耳标完全可以取代现行的供港活猪针印标识方法,并提高中国内地和香港有关政府职能部门对供港活猪安全卫生质量监管的信息化水平。

3) 作为 RFID 技术应用研究的新兴领域,动物电子身份标识正在动物监管的各个应用方向上不断拓展。目前,应用最为成熟的是宠物电子身份验证管理,日本和中国的香港、上海、深圳等城市要求对宠物植入电子标签,实行一犬(猫)一标管理;在肉牛和奶牛等大动物上的应用研究主要集中在动物饲养管理和疫情防控上;为节省管理成本,澳大利亚正在推出电子牧羊计划。

4) RFID 以其实用技术优势被誉为是条形码的终结者,但受成本、标准和市场培育等因素的影响,国内外 RFID 技术规模化应用进程较为缓慢<sup>[12]</sup>。

RFID 应用的成本主要在于 RFID 标签的芯片,目前一个芯片生产成本约为 40 美分,高成本严重制约了 RFID 技术的普及,特别是在低附加值商品中的应用。但是,当前电子技术日新月异的快速发展,加之全球 RFID 芯片

的需求量不断扩大,在这双重因素的共同作用下,芯片成本将有可能大幅度下降。全球芯片的主要生产商飞利浦、德州仪器和意法半导体公司等正在努力通过技术合作和技术改良来降低芯片的生产成本。有专家预测,当全球 RFID 芯片的需求量超过 50 亿片后,芯片的成本将降低到 2 美分,届时 RFID 的普及应用将成为可能。在当前应用成本的限制下,我们选取附加值相对较高的供港活猪作为 RFID 应用的突破口,同时也在积极寻求电子耳标成本的消化途径。由于供港活猪比国内销售的活猪利润更高,加上耳标的应用可以减少针印加施成本,增强消费者的消费信心,只要分配得当,增加的成本可以在各个环节消化。

目前,世界各国和国际组织的 RFID 技术标准差异较大,而国内标准尚未出台,这造成了 RFID 产品在不同市场和应用上的混乱和不兼容,制约了 RFID 的普及应用。鉴于以往国家标准的制定通常会考虑国内外应用情况并参照或引用 ISO 等国际标准,因而本研究在关键技术上尽量与国内外应用案例靠拢,并尽可能遵循 ISO 标准。供港活猪业务是一个相对独立、质量要求高的供求体系,只要内地和香港有关部门调整现行有关规定,就可以投入使用。

5) 在初步试点应用的基础上,下一阶段我们将启动较大规模的试点,进一步测试 RFID 系统软硬件在各种环境中应用的稳定性。同时,对 RFID 硬件进行产业化设计,以尽快达到规模化应用的要求。我们正在对活猪 RFID 系统承载信息进行下游开发,以实现消费环节的全程追溯

和即时查询功能。

#### [参 考 文 献]

- [1] 周仲芳,游洪,王彭军. RFID 技术在进出境动物检验检疫工作中的应用初探[J]. 中国检验检疫, 2007, (1):14-15.
- [2] 丁博文. 动物个体追踪是根除疾病的关键[J]. 国外畜牧学——猪与禽, 2006, (1): 57-58.
- [3] 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, (7):168-174.
- [4] 白云峰,陆昌华,李秉柏. 畜产品安全的可追溯管理[J]. 食品科学, 2005(8): 473-477.
- [5] 史喜菊,马贵平,刘全国,等. 欧盟的食品追溯体系[J]. 动物医学进展, 2006, 27, (12):109-112.
- [6] 任晓庆. 浅谈 RFID 技术\_取代传统条形码的新技术[J]. 半导体行业, 2006, (3):24-27.
- [7] 张益强,郑铭,张其善. 远距离射频识别系统及其应用前景[J]. 中国数据通信, 2004, (1):95-98.
- [8] 梁鹏斌,张晓凌,耿志刚. 基于 RFID 的物流应用解决方案[J]. 电脑应用技术, 2006, (2):25-27.
- [9] 刘佩红,陆承平,张苏华,等. 电子标识在奶牛现代化饲养管理及防疫中的应用[J]. 畜牧与兽医, 2005, (5):32-34.
- [10] 陈一天. RFID 及其在动物识别与跟踪中的应用[J]. 金卡工程, 2005, (7):39-42.
- [11] 李澎. RFID 读写器的选择[J]. 中国自动识别技术, 2006, (3):68-71.
- [12] 戴晓震,韩辉,施学良. 浅析 RFID3 大阻力及其解决之道[J]. 铁路采购与物流, 2006, (5): 38-39.

## Application of Radio Frequency Identification in the supervision and management of live pigs

Zhou Zhongfang<sup>1</sup>, You Hong<sup>1\*</sup>, Wang Pengjun<sup>1</sup>, Li Hui<sup>1</sup>, Luo Zhuojun<sup>2</sup>,  
Peng Shouchuang<sup>3</sup>, Liu Shangwen<sup>4</sup>, Yang Jiancheng<sup>5</sup>

(1. Guangdong Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Guangzhou 510623, China;

2. Huizhou Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Huizhou 516084, China;

3. Heyuan Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Heyuan 517000, China;

4. Guangzhou Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Guangzhou 510623, China;

5. Jiangmen Entry-Exit Inspection and Quarantine, Jiangmen 529000, China)

**Abstract:** In order to establish an efficient traceability system of animal-derived food, an information system based on Radio Frequency Identification (RFID) technology for the supervision and management of the inspection and quarantine of live pigs was established, critical technical parameters and equipment of the RFID system was screened and optimized, and evaluation of the effect in a preliminary trial was done. The test results show that covering the overall management of live pigs including feeding, quarantine, transportation and slaughter, the RFID system provide a new information-based identification approach for pig breeding industry and other breeding industry. The RFID eartags can completely replace the current official tattoos of live pigs supplied for Hong Kong consumer, and significantly improve the supervision level of the health and safety of live pigs supplied for Hong Kong consumer.

**Key words:** RFID; pigs; inspection and quarantine; traceability