

# 生猪有源电子标签的设计和應用研究

赵金燕<sup>1</sup>, 陶琳丽<sup>2</sup>, 高士争<sup>2</sup>, 葛长荣<sup>2</sup>, 张曦<sup>2\*</sup>

(1. 云南农业大学基础与信息工程学院, 云南昆明 650201; 2. 云南省动物营养与饲料重点实验室, 云南昆明 650201)

**摘要** 该研究介绍了基于RFID技术的2.4 GHz频段生猪有源电子标签的设计方案,并通过实际的电路板测试,得出下列结果:随着数据传输率呈倍数的减小,通讯距离和信号强度都逐渐增加;采用60或10 kbps数据传输率时,都能达到较好的通讯效果;使用该有源电子标签,可在50 m范围内准确识别,极大地提高了生猪食品安全溯源系统的安全性。

**关键词** 生猪;有源电子标签;设计;应用

**中图分类号** TP271 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)08-03432-03

## Design and Application Research on Active Tags for Pig

ZHAO Jin-yan et al (College of Foundation and Information Engineering, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201)

**Abstract** This study aimed to introduce the active tag with the 2.4 GHz frequency band based on RFID technology. And through the actual circuit test, the research drew the following conclusions: along with the data rate reduced as half multiple, the RSSI and communication distance increased gradually. It could achieve good communication effect when used 60 or 10 kbps data rate. It could be recognized accurately in 50 mscopes. The security would be enhanced in pig food safety traceability system by using this active tag.

**Key words** Pig; Active tag; Design; Application

据统计,在近几年的中国肉类食品消费结构中,猪肉一直占65%左右,居于领先地位。中国人均猪肉消费量从1990年的20.0 kg上升到2006年的39.6 kg,16年间几乎翻了一番<sup>[1]</sup>。因此猪肉食品安全成为关系到消费者身体健康和生命安全的头等大事。特别是近几年,随着“瘦肉精”、“苏丹红”等食品安全公共事件的相继曝光,食品安全问题更是受到社会各界的高度关注。从生猪食品产业链来看,生猪的养殖过程是猪肉食品安全监管的源头,如何有效地对生猪进行识别和跟踪管理,加强猪肉食品安全的监督管理工作,已成为当前一项十分紧迫的任务。

## 1 生猪有源电子标签的设计

无线射频识别(Radio Frequency Identification,简称RFID)技术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相关数据,识别工作无须人工干预,可应用于各种恶劣环境。按照目前比较标准的说法,RFID电子标签是当前使用的条形码的无线版本;它具有条形码所不具备的防水、防磁、耐高温、使用寿命长、读取距离大、标签上数据可以加密、存储数据容量更大、存储信息可更改等优点<sup>[2]</sup>。电子标签的分类方式有多种,按照电源供应方式分为无源电子标签和有源电子标签2种。

目前国内外一般采用低频无源标签系统来对生猪进行识别和跟踪管理,主要是因为其成本较低,技术简单,但该系统最主要的缺点是通信速率低、工作距离短(小于10 cm)、天线尺寸大;而且无源标签芯片本身只有一个ID号码<sup>[3]</sup>,动物饲养管理的基本信息还依赖于人工录入,所以在监督食品安全方面存在隐瞒部分疾病信息的可能,使整个系统提供的信息可信度有所降低。相比较而言,高频有源标签系统由于传输距离远,比较适合动物追踪,其通信速率快,标签信息存储量大,可以每天定时自动更新数据,最大限度地降低人为因素的干预,提高整个系统信息的可信度。而且有源标签系统

采用分布式管理,即使系统中某个环节出现问题,也不会导致整个系统崩溃,提高了系统的安全性。因此,在生猪食品安全监管中使用高频有源电子标签成为一种发展趋势。

**1.1 有源电子标签芯片的选择** 根据使用工作频率的不同,RFID系统可分为4类:低频(30~300 kHz)、高频(3~30 MHz)、超高频(300 MHz~3 GHz)以及微波(2.4 GHz以上)<sup>[4]</sup>。通过对不同频段RFID系统的优缺点进行分析比较,该研究选用2.4 GHz的微波频段芯片。

该芯片采用0.18 μm CMOS工艺生产,工作在工业、科学和医疗(ISM)频段,设计标准频段为2.4 GHz,采用嵌入式8051 MCU,其闪存存储量可为8/16/32 kb,随机存储器存储量可为1/2/4 kb,并具有功率放大器(PA)、低噪声放大器(LNA)、调制解调器(MODEM)等功能,QLP封装,体积小(6 mm×6 mm),支持流行的跳频技术以及各种调制方式,能够使数据传输率达到500 kbps。

电子标签的核心部分是对射频(RF)信号的处理,也就是射频收发模块部分<sup>[5-6]</sup>。该芯片的射频收发功能模块比较复杂,首先把接收到的RF信号通过低噪声放大器(LNA)和功率放大器(PA)进行积分转换,输入到混频器中,再经过频率合成器和90度的相位转换,以及模数转换(ADC)、调制解调和同步信号校准(FEC)、信息包处理,然后送入RX/TX中,最后通过嵌入式的微控制单元(MCU)进行数据的传输。

**1.2 有源电子标签原理图的设计** 无源电子标签本身没有电池,利用耦合的读写器发射电磁场能量作为标签自身的能量。有源电子标签使用标签内电池的能量,识别距离较远。与无源电子标签相比,有源电子标签的电路设计更为复杂,要综合考虑电池的容量以及电路的抗干扰性等。根据选用芯片的特性,其主要电路原理图如图1所示。

有源电子标签的外围元件功能:偏置电阻R1用于设置一个精确的偏置电流;去耦电容C1用于印制电路板(Printed Circuit Board,简称PCB)精确的功率供给;C5、C6和C7、C8分别为晶体X3和X4的负载电容。RF端口由C4、C8、L1和L2共同组成不平衡变压器,用于芯片不同RF端口信

**基金项目** 国家科技支撑计划子课题(2006BAD14B04-4)。

**作者简介** 赵金燕(1979-),女,云南大姚人,硕士,讲师,从事RFID技术在畜牧业中的应用研究。\*通讯作者。

**收稿日期** 2008-10-15

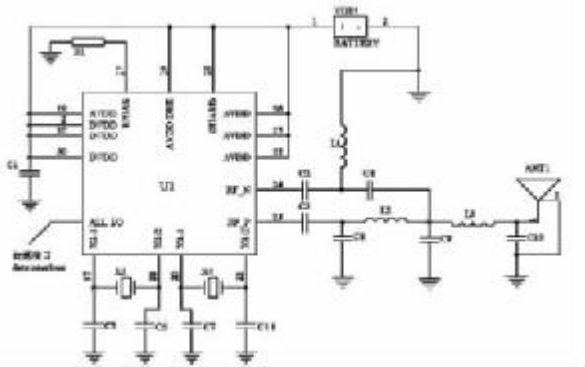


图1 有源电子标签原理图

Fig.1 The schematic of active tags

号转换成单个 RF 信号,再通过一个  $\pi$  型 LC 滤波器 (C9、C10、L3) 的作用,最终输出 50  $\Omega$  的 RF 信号,与天线达到最佳的阻抗匹配。

1.3 有源电子标签 PCB 图的设计 大量实践证明,即使电路原理图设计正确,PCB 板设计不当,也会对电子设备的可靠性产生不利影响。因此,在设计有源电子标签 PCB 板的时候,应特别注意以下几个方面<sup>[7-8]</sup>。

1.3.1 电磁兼容性设计。电磁兼容性设计的目的是使电子设备既能抑制各种外来干扰,可在特定的电磁环境中正常工作,同时又能减少电子设备本身对其他电子设备的电磁干扰。为了避免高频信号通过印制导线时产生的电磁辐射,在 PCB 板布线时,应注意尽量减少印制导线的不连续性,在双面 PCB 板中,上下两层信号线的走线方向要尽量相互垂直或斜交叉,避免平行走线,以减少寄生耦合的产生。

1.3.2 地线设计。在电子设备中,接地是控制干扰的重要方法。地线设计中应根据电路特性,正确选择单点接地与多点接地,对高频电路要采用多点接地,并尽量加粗接地线,接地线的宽度一般为普通走线的 2 倍,而且要将接地线构成闭合环路。

1.3.3 去耦电容配置。在直流电源回路中,负载的变化会引起电源噪声。因为在数字电路中,当电路从一种状态转换为另一种状态时,会在电源线上产生一个很大的尖峰电流,形成瞬变的噪声电压。合理配置去耦电容可以抑制因负载变化而产生的噪声,提高 PCB 板的可靠性。

1.3.4 RF 端口走线。根据芯片特性,在有源电子标签 PCB 板布局和布线时,要优先对 RF 端口的元件进行布局,这样才能可以保证 RF 端口布线最短,以达到最佳的阻抗匹配和信号传输。利用电路辅助设计软件 Protel 99 SE,最终设计的有源电子标签 PCB 图如图 2 所示。

2 有源电子标签在生猪养殖阶段的应用

针对生猪养殖过程的特点,采用自行设计的 RFID 有源电子标签和配套的读写器,即可实现数据的快速读取。无须动物集中到专用的识别通道,可减少动物因驱赶而出现的应激反应。读写器与计算机之间的通信可采用 RS232/485 接口,或者 USB 接口,计算机与数据中心之间的通信方式可根据需要采用 GSM、DDN 或者 PSDN 方式。生猪养殖阶段的 RFID 系统硬件结构框图如图 3 所示。

2.1 生猪养殖阶段软件系统的设计 在养殖环节中养殖场需建立详细的养殖日志,记录动物健康状况、养殖情况、兽药

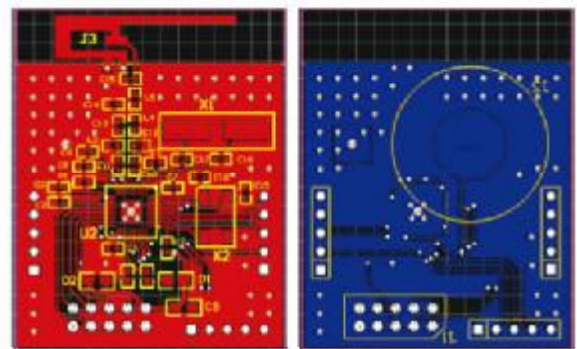


图2 有源电子标签 PCB 图

Fig.2 The PCB of active tags

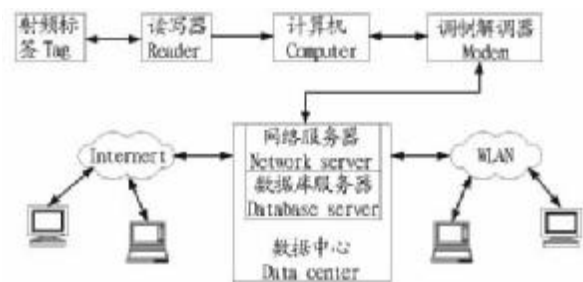


图3 生猪养殖阶段的 RFID 系统硬件结构框图

Fig.3 Hardware structure of RFID system in breeding stage

及疫苗的使用情况等内容。对生猪个体信息如入舍时间(年、月、日)、日龄、产地、品种、初生重、毛色、数量及引种运输方式、天气情况、气温变化等项和出栏的时间、体重、标签号等进行详细记载。

在饲料方面,如何料标准、饲料来源、采购日期、饲料价格和添加剂的种类及添加方法要详细记录。疫病档案要记明发病时间、舍号、发病日龄、数量、发病率、发病特征、死亡数量、诊断方法、用药来源、用药量和用药时间、用药反应、用药过程、临诊人员、消灭措施及处理结果和归转日期。检疫档案应对检疫检验项目、采样数、采样方法、检疫结果、处理事项及方法进行记录,以备引种防病时查阅。防疫档案应详细地记录疫情状况、疫苗名称、规格、批准文号、生产厂家、生产日期及免疫接种时间、接种人员、接种方法。养殖环节的数据库设计软件界面如图 4 所示。



图4 养殖环节软件界面

Fig.4 Surface of software in breeding stage

2.2 有源电子标签测试结果与分析 将硬件驱动程序写入电路板之后,再利用 Smart RF-studio 软件设置数据传输率、调制方式、滤波带宽等相关参数。电子标签的相关参数设置

为:主频 2.43 GHz; 频带宽度 200 kHz; 时钟频率 26 MHz; 输出功率绝对值 0 dBm。

测试条件:将其中一个标签设置为接收模式,即可为系

统的读写器使用;其余标签设置为发送模式,即可为系统的电子标签使用;设置不同通讯参数条件时,系统测试结果如表 1 所示,部分参数比较图如图 5 所示<sup>[9]</sup>。

表 1 电子标签测试结果

Table 1 The results of active tags detection

组别 Group	数据传输率//kbps Data transmission rate	调制方式 Modulation	滤波带宽//kHz Filtering band width	丢包率//% Frame loss rate	CRC 校验错误率//% CRC test error rate	RSSI 强度//dBm RSSI intensity	通讯距离//m Communication distance
1	500	MSK	812	3.0	5	-73.31	12
2	250	MSK	540	1.5	2	-73.38	22
3	120	MSK	540	0.5	1.5	-82.01	40
4	60	MSK	540	0	0	-82.90	50
5	10	2-FSK	232	0	0	-85.27	64
6	2.4	2-FSK	203	0.5	1	-92.92	90

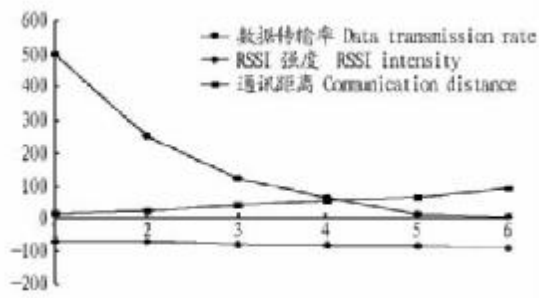


图 5 参数比较图

Fig. 5 Comparison chart of parameters

从表 1 和图 5 可以看出:随着数据传输率呈倍数的减小,通讯距离和 RSSI 强度都逐渐增加;采用 60 或 10 kbps 数据传输率时,都能达到较好的通讯效果。

在实际应用时,如果对数据传输要求高,可选择数据传输率为 60 kbps,调制方式 MSK,滤波带宽 540 kHz 这组参数,能达到 50 m 范围准确识别;如果要求通讯距离远,可选择数据传输率为 10 kbps,调制方式 2-FSK,滤波带宽 232 kHz 这组参数,能达到 64 m 范围准确识别。

3 结语

随着生活水平的提高,人们对畜产品质量提出了更高要求;另外,我国加入 WTO 后,一些发达国家高筑技术“贸易壁垒”,提高畜产品市场准入门槛,从而使畜产品质量和安全面临着国内消费市场和国际贸易市场的双重压力和挑战。

在生猪养殖阶段使用自行设计的高频有源电子标签,可以提高猪肉产品的安全性,并为彻底实现食品的“源头”追踪和食品安全的透明化管理提供了技术支撑。随着电子标签国家标准的推出和电子标签的广泛应用,我国畜牧产品物流管理能力、质量监督能力、可跟踪能力以及在国际贸易中的竞争力将大大提高,同时畜牧产品市场也将得到进一步规范和净化<sup>[10]</sup>。因此,在动物食品安全监管中使用有源电子标签,将促进我国畜牧业向更高层次发展。

参考文献

[1] 富江. 中国肉类工业发展的现状与前景 [EB/OL]. (2007-09-17) <http://news.tom.com>.

[2] 郎为民. 射频识别 (RFID) 技术原理与应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2006: 47-49.

[3] 文汉云, 金升藻. 基于 RFID 技术的动物识别与跟踪管理系统研究 [J]. 计算机系统应用, 2006 (3): 73-75.

[4] 卢瑞文. 自动识别技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 84-85.

[5] 王玉林, 曹金荣, 先锋, 等. 声表面波射频识别无源电子标签 [J]. 半导体电子学研究与进展, 2007 (2): 109-114.

[6] 陈力颖, 吴顺华, 毛陆虹, 等. 无源 UHF RFID 电子标签模拟前端设计 [J]. 半导体学报, 2007 (5): 687-692.

[7] 胡志勇. 满足高性能多层印制板的设计 [J]. 印制电路信息, 2007 (10): 18-21.

[8] 潘宇倩, 白东炜. 电磁干扰的产生及 PCB 设计中的抑制方案 [J]. 航天器工程, 2007, 5: 125-129.

[9] 赵金燕. 动物食品可溯源“RFID-条码”标识技术的研究 [D]. 昆明: 云南农业大学, 2008.

[10] 钱平, 熊本海, 王众, 等. 射频识别技术及其在农业上应用 [J]. 农业图书情报学刊, 2005 (2): 16-19.

(上接第 3431 页)

synthase gene engineered via the chloroplast genome [J]. Transgenic Res, 2002, 96: 1840-1845.

[21] MCBRIDE K E, SVAB Z, SCHAAF D J, et al. Amplification of a chimeric *Bacillus* gene in chloroplasts leads to an extraordinary level of an insecticidal protein in tobacco [J]. Bio/Technology, 1995, 13: 362-365.

[22] KOTA M, DANIELL H, VARMA S, et al. Overexpression of the *Bacillus thuringiensis* (Bt) Cry2Aa2 protein in chloroplasts confers resistance to plants against susceptible and Bt-resistant insects [J]. Proc Nati Acad Sci USA, 1999, 96: 1840-1845.

[23] SUSANNE R, PAULD F, JOY W K. Elevation of the provitamin A content of transgenic tomato flowers [J]. Nat Biotechnol, 2000, 18: 666-669.

[24] VARDA M, MARK H, IRIS P. Metabolic engineering of astaxanthin production in tobacco flowers [J]. Nat Biotechnol, 2000, 18: 888-892.

[25] KANEVSKI I, MALIGA P, RHOADES D F. Plastome engineering of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase in tobacco to form a sunflower large subunit and tobacco small subunit hybrid [J]. Plant Physiol, 1999, 119: 133-141.