

doi:10.11751/ISSN.1002-1280.2020.07.06

超高频电子耳标物理层及标签识别层测试方法研究

张旭¹,董明²,刘燕¹,戴波涛³,张晶声^{1*}

(1. 中国兽药药品监察所,北京 100081;2. 河北省涿州市农业农村局,河北涿州 072750;3. 辽宁省农业发展服务中心,沈阳 110032)

[收稿日期] 2020-04-16 [文献标识码] A [文章编号] 1002-1280 (2020) 07-0036-05 [中图分类号] TP391.4

[摘要] 基于 RFID 技术的电子耳标追溯体系可进行动物出生后、屠宰前的精准定位,实现畜产品的可追溯性管理。超高频电子耳标测试系统具有较远的读取距离及较高的传输速率,广泛应用于畜产品的可追溯性领域。该类标签的存储地址依据空中接口协议标准 ISO18000-63 定义,测试项目依据 18047-6 测试方法进行。对测试项目的测试方法和判定依据进行了详细介绍,并对链接时间 T1 进行 10 次测试,计算其测量不确定度,测量结果显示符合标准要求。

[关键词] RFID;超高频;耦合方式;测试方法;测量不确定度

Research on the Test Method of Physical Layer and Tag Recognition Layer of UHF Electronic Ear Tag

ZHANG Xu¹, DONG Ming², LIU Yan¹, DAI Bo-Tao³, ZHANG Jing-sheng^{1*}

(1. China Institute of Veterinary Drug Control, Beijing 100081, China; 2. Zhuozhou Agricultural and Rural Bureau of Hebei Province,

Zhuozhou, Hebei 072750, China; 3. Liaoning Agricultural Development Service Center, Shenyang 110032, China)

Corresponding author: ZHANG Jing-sheng, E-mail: 1003959824@qq.com

Abstract: The electronic ear tag tracing system based on RFID technology can accurately locate animals after birth and before slaughter, and realize the traceability management of animal products. UHF electronic ear tag test system has a long reading distance and high transmission rate, which is widely used in the traceability field of animal products. The storage address of this kind of label is defined according to the air interface protocol standard ISO/IEC18000-63, and the test item is carried out according to the ISO/IEC 18047-6 test method. In this paper, the test method and judgment basis of the test item are introduced in detail, and the link time T1 is tested 10 times, and the uncertainty of measurement is calculated. The measurement results show that they meet the standard requirements.

Key words: RFID; UHF; coupling mode; test method; measurement uncertainty

作者简介: 张旭,硕士研究生,从事兽医器械检测及研究工作。

通讯作者: 张晶声。E-mail:1003959824@qq.com

RFID 是 Radio - Frequency Identification 的缩写,即射频识别。RFID 技术是一种无线自动识别技术,应用该技术设计的标签或携带该标签的物品可实现准确快速定位。与传统的二维码技术相比,射频标签具有抗恶劣环境、耐高温、防水、防磁、使用寿命长、同时识别多个对象的特点。电子耳标追溯体系是 RFID 技术在畜牧业应用的一个重要方面,该追溯体系可进行动物出生后、屠宰前的精准定位,实现畜产品的可追溯性管理。目前青海省动物疫病预防控制中心已开展牦牛藏羊原产地可追溯工程试点建设项目,该项目借助青海“智慧农牧业大数据”平台,运用国家动物标识及产品可追溯管理平台和动物标识及产品可追溯体系数据库,目标是构建青海省牦牛藏羊原产地可追溯平台。该平台的技术核心是构建一套 RFID 测试系统,即在牦牛藏羊耳部佩戴电子耳标,通过阅读器对电子耳标进行信息识别,进而实现牦牛藏羊的可追溯化管理。

1 RFID 测试系统概述及实现原理

一套完整的 RFID 系统由射频电子标签、阅读器、天线和应用系统四部分组成。从电子标签到阅读器之间的通信及能量感应方式来看,RFID 系统一般可分成两类,即电感耦合系统和电磁反向散射耦合系统。电感耦合通过交变磁场实现耦合,依据的是电磁感应定律,耦合原理如图 1 所示,一般适用于中、低频工作的近距离 RFID 系统。电磁反向散射耦合为雷达原理模型,发射出的电磁波碰到目标后反射,同时携带回目标信息,依据的是电磁波空间传播规律,耦合原理如图 2 所示,一般适用于超高频、高频工作的远距离 RFID 系统。

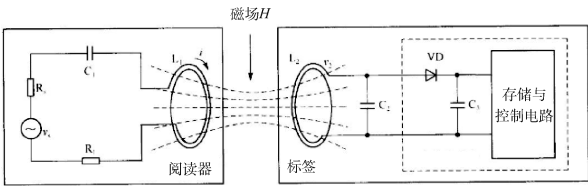


图 1 电感耦合原理模型^[1]

Fig 1 Principle model of inductive coupling^[1]

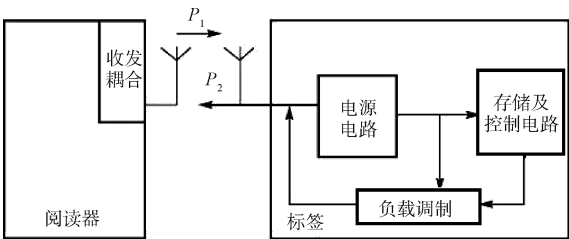


图 2 雷达原理模型^[1]

Fig 2 Radar principle model^[1]

2 频段选择

RFID 技术的工作频段可以分为低频、高频、超高频和微波频段,在不同工作频段,RFID 技术将会有不同的特性,这些特性使它们作用于不同的应用场合。

2.1 低频 (125 ~ 134 KHz) 该频段主要是通过电感耦合方式进行工作的,标签供电的电压由交变磁场提供,磁场区域能够很好的被定义,但是场强下降的太快。其具有相对均匀的读写区域、较慢的传输速率及较近的读取距离^[2]。

2.2 超高频 (860 ~ 960 MHz) 该频段主要是通过电磁反向散射耦合方式进行工作的,RFID 系统通过电场传输能量,电场的能量下降的不是很快,但读取区域很难定义。其具有较远的读取距离及较高的传输速率,很短时间就可以读取大量的标签^[2]。鉴于以上特点,在畜牧业可追溯体系建设中广泛应用超高频电子耳标测试系统。

3 超高频射频测试标准、测试项目及测试方法

3.1 测试标准 空中接口协议标准 ISO18000 - 63^[3] 标准定义了物理层和标签标识层两层分层结构。其中物理层主要涉及到工作频率、数据编码方式、调制格式、包络形状及数据速率等问题;标签标识层主要处理读写器读写标签的各种指令。该标准具体规定了超高频 (860 ~ 960 MHz) 从阅读器到标签的工作频段、速率、调制方式、编码方式及错误链路检测等技术要求,还规定了从标签到阅读器的负载波频率、速率、调制方式、编码方式、存储地址及错误链路检测等技术要求。

在阅读到标签的前向链路中,采用 PIE 编码、DSB/SSB/PR 调制方式^[4]。在标签到阅读器的后向链路中,采用 FM0/Miller 编码、ASK/PSK 调制方式,标准规定了传输的信息格式(前同步码、占空比、链接频率、连接定时)、命令格式、响应及标签状态图等内容。

3.2 测试项目及方法 ISO18047-6 的 8.2 中^[5]规范了依据 ISO18000-63 设计的标签的测试方法。

3.2.1 标签频率范围 标签应具有从频率范围 860~930 MHz 内的各个频率接受能量并与读写器通信的能力。分别设置中心频率 866、915 MHz,设置发射功率、接收功率(约为带内功率),发送 Query 指令,若返回随机数,则表示该频段有响应,上述两个频段都有响应,则表示该耳标的频率范围是 860~930 MHz。

3.2.2 标签解调性能 测试系统依次使用双边带幅度键控(DSB-ASK)/单边带幅度键控(SSB-ASK)/反相幅度键控(PR-ASK)调制,按照 ISO18047-6 中 8.2.2 中^[5]的要求设定参数。发送 Query 指令,若 6 种状态均返回随机数,则标签解调性能良好。

3.2.3 占空比 按照 ISO18047-6 中 8.2.3 中^[5]的要求设定参数。读写器发射 Query 命令,若测试的 24 个状态的占空比均在 50%±5% 范围内,则占空比合格。

3.2.4 标签前同步码 按照 ISO18047-6 中 8.2.4 中^[5]的要求设定参数。读写器发射 Query 命令,若测试的 8 个状态均通过则合格。

3.2.5 标签链接频率容差和变差 按照 ISO18047-6 中 8.2.5 中^[5]的要求设定参数。读写器发射 Query 命令,若测试的 6 个状态容差在 ±15%,变差在 ±2.5% 范围内则合格。

3.2.6 标签连接定时 T1 按照 ISO18047-6 中 8.2.6^[5]的要求设定参数。读写器发射 Query 命令,若测试的 6 个状态 T1 在 MAX(RTcal, 10Tpri) × (1±FT) ±2 μs 的范围则合格。

3.2.7 标签连接定时 T2 标签在处于 Reply 和 Acknowledged 状态时,接受的响应时间 T2 应该处于 3Tpri 到 20Tpri 区间之内,按照 ISO18047-6 中 8.2.7^[5]的要求设定参数,读写器发射 Ack 命令,若测试的 6 个状态在 T2 = 3Tpri 及 T2 = 20Tpri 有响应,在 T2 = 32Tpri 无响应则合格。

3.2.8 状态图 按照 ISO18047-6 中 8.2.11 中^[5]的要求设定参数。阅读器发射每个状态的命令,若标签响应符合表 1,则状态跳转合格。

表 1 状态跳转图

Table 1 State transition table		
状态跳转	阅读器发送命令	标签响应
上电→准备	发送 Power on 命令	无响应
准备→仲裁	发送 Query 命令	无响应
仲裁→应答	发送 QueryAdjust 命令	返回 RN16
应答→确认	发送 ACK 命令	返回 RN16, Handle 及 CRC16
确认→开放	发送 Req RN 命令	返回 Handle
开放→安全	发送 Access 命令	返回 Handle
安全→灭活	发送 Kill 命令	返回 Handle

4 测量不确定度及测量结果

链接时间 T1 是从阅读器发射到标签应答的时间,如图 3 所示,即从发射的最后位的最后上升沿到标签应答的第一上升沿的时间。对于单读写器和单标签之间的通信,T1 的重要性在于,读写器在发送完命令信号后,会按照理论的 T1 值来等待特定的时间,然后在特定的时间窗内接收标签响应信号,如果标签 T1 时间过短或者过长,读写器可能会接收不到标签响应信号。对于单读写器和多标签之间的通信,T1 时间准确与否会影响各个标签的响应信号之间的同步性,如果各个标签的 T1 时间有长有短,则响应信号有早有晚,读写器可能无法正确判断是否发生了标签碰撞,从而导致防碰撞流程失败。

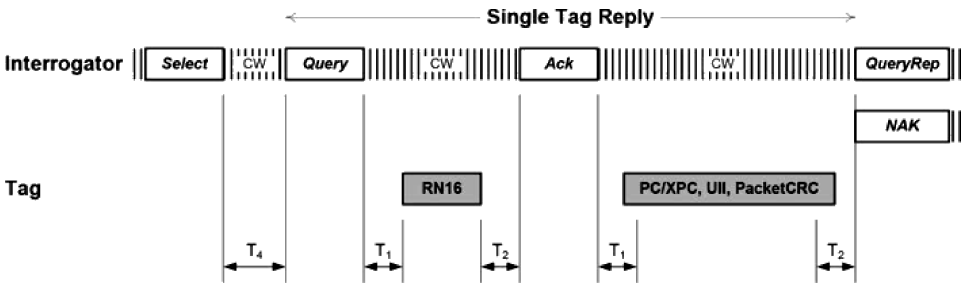


图 3 单个标签响应时序

Fig 3 A single tag response sequence diagram

以测试链接时间 T1 为例,依据 ISO18047 - 6 表 29 中 case 4 测试 T1 值、计算其测量不确定度并评定测试结果。依据 ISO18000 - 63, T1 的测试值应在 $\text{MAX}(\text{RTcal}, 10\text{Tpri}) \times (1 \pm \text{FT}) \pm 2 \mu\text{s}$ 内,即应

在 $(10.500, 20.750) \mu\text{s}$ 范围内。取电子耳标样品一个,在 case4 条件下对链接时间 T1 进行 10 次测试,测试结果见表 2。

表 2 链接时间 T1 多次测量结果

Tab 2 Multiple measurement results of link time T1										μs
序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1 值	17.707	17.505	17.744	17.749	17.454	17.620	17.650	17.490	17.643	17.550

只考虑多次测量造成的不确定度,计算 T1 的 A 类测量不确定度^[6]:

$$s(q_k) = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (q_k - q)^2}{n - 1}} \quad (1)$$

式 1 中, q_k 是第 k 次测量结果; q 是 k 次测量的算术平均值,计算其测量不确定度:

$$s(q_k) = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (q_k - 17.611)^2}{9}} = 0.161 \mu\text{s}$$

测量结果为 $T1 = (17.611 \pm 0.161) \mu\text{s}$ 。该测量结果在 $(10.500, 20.750) \mu\text{s}$ 范围内,符合标准要求。

5 结 语

现阶段,绝大多数电子耳标是依据 ISO18000 - 63 协议规范进行设计的,因此其必须通过 ISO18047 - 6 所规定的测试方法进行测试。该测试结果反映了标签是否符合协议对物理层和标签标识层的要求,以确保阅读器准确识别标签。

目前青海省已全面开展牦牛藏羊原产地可追溯工程试点建设工作,作为青海省重大民生工程,电子耳标的质量关乎这项工程能否顺利推进。而可靠的检测将为省内招标提供有力的技术支撑。

面对越来越多的送检样品,提高检测准确性及效率是当前工作的重点,检测人员需要熟悉协议及测试规范,在测试中及时准确记录结果,对被测参数进行多次测量,剔除粗大误差,计算测量不确定度,确保测量结果准确性,为推动动物防疫可追溯体系建设提供技术支撑。

参考文献:

[1] 刘 岩. RFID 通信技术测试技术及应用 [M]. 北京:人民邮电出版社, 2010.
Liu Y. RFID communication technology testing technology and application [M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2010.
[2] 黄玉兰. 物联网 射频识别 (RFID) 核心技术讲解 (第 2 版) [M]. 北京:人民邮电出版社, 2012.
Huang Y L. Internet of things radio frequency identification (RFID) core technology explanation (2nd edition) [M].

Beijing: Posts & Telecom Press, 2012.

- [3] 国际标准化组织(ISO). ISO18000-63-2015 信息技术—无线射频项目管理—第 63 部分:空中接口参数 860 MHz to 960MHz Type C 类标签[S].

International Organization for Standardization (ISO). ISO18000-63-2015 Information technology—radio frequency identification for item management—Part 63: Parameters for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz type C[S].

- [4] 于光玉. 符合 ISO/IEC 18000-6C 标准的 RFID 信号测试系统软件的设计与实现[D]. 山东:山东大学,2016.

Yu G Y. Design and implementation of RFID signal test system software accords to ISO / IEC 18000-6c protocol [D]. Shandong: Shandong University, 2016.

- [5] 国际标准化组织(ISO). ISO18047-6-2017 信息技术-射频识别装置合格试验方法-第 6 部分:860 MHz 至 960 MHz 频段空中接口通信的试验方法[S].

International Organization for Standardization (ISO). ISO18047-6-2017 Information technology - radio frequency identification device conformance test methods - Part 6: Test methods for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz[S].

- [6] 国家质量监督局. JJG1059-1999 测量不确定度评定与表示[S]. National Bureau of quality supervision. JJG1059-1999 evaluation and expression of measurement uncertainty [S].

(编辑:李文平)