

doi:10.11751/ISSN.1002-1280.2022.06.06

射频识别技术在牲畜电子耳标检测上的运用

张晶声,张旭,金闻名,张志轩,于遵波

(中国兽医药品监察所,北京 100081)

[收稿日期] 2022-01-05 [文献标识码] A [文章编号] 1002-1280 (2022) 06-0039-05 [中图分类号] TM93

[摘要] 简要概述了射频识别的原理,对比了超高频电子耳标引用的国际标准 ISO/IEC18000-6C 和国家标准 GB/T29768,对其中频率范围、编码方式等 8 个技术指标进行说明,对检测中的频点选择、链接时间 T_1 的计算和识读距离等项目进行解释,以期对超高频电子耳标检测提供参考。

[关键词] 射频识别技术;牲畜电子耳标;超高频

作者简介: 张晶声,硕士,副研究员,从事兽医器械质量监测工作。E-mail:1003959824@qq.com

(上接 38 页)

[8] Tian C, Zhang T, Wang L, *et al.* The hepatoprotective effect and chemical constituents of total iridoids and xanthenes extracted from *Swertia mussoitii* Franch[J]. *J Ethnopharmacol*, 2014, 154(1): 259-266.

[9] Patel T P, Rawal K, Soni S, *et al.* Swertiamarin ameliorates oleic acid induced lipid accumulation and oxidative stress by attenuating gluconeogenesis and lipogenesis in hepatic steatosis[J]. *Biomed Pharmacother* 2016, 83: 785-791.

[10] Sun H, Li L, Zhang A, *et al.* Protective effects of sweroside on human MG-63 cells and rat osteoblasts[J]. *Fitoterapia*, 2013, 84(3): 174-179.

[11] 朱秀珍,申文伟,龚翠莹,等. 异荛草苷体内外抗呼吸道合胞病毒活性研究[J]. *中山大学学报(医学科学版)*, 2015, 36(3): 352-359.

Zhu XZ, Shen W W, Gong C Y, *et al.* Antiviral activity of isoorientin against respiratory syncytial virus in vitro and in vivo[J]. *J Sun Yat-sen University (Medical Sciences)*, 2015, 36(3): 352-359.

[12] 任静娜,饶本龙,马宏昕,等. 异荛草素对大鼠心室肌细胞瞬时外向钾电流的影响[J]. *中国中药杂志*, 2017, 42(24): 4864-4869.

Ren J N, Rao B L, Ma H X, *et al.* Effects of isovitexin on transient outward potassium current of ventricular myocytes in rats[J]. *Chinese Pharm J*, 2017, 42(24): 4864-4869.

[13] 朱鹤云,关皎,郭小存,等. RP-HPLC 法同时测定龙胆中 3 种活性成分的含量[J]. *药物分析杂志*, 2011, 31(12): 2298-1304.

Zhu H Y, Guan J, Guo X C, *et al.* RP-HPLC simultaneous determination of three active components in *Radix Gentianae* [J]. *Chin J Pharm Anal*, 2011, 31(12): 2298-1304.

[14] 关皎,朱鹤云,郝乘仪,等. UFLC 法同时测定龙胆中 3 种环烯醚萜苷的含量[J]. *中药新药与临床药理*, 2017, 28(1): 81-84.

Guan J, Zhu H Y, Hao C Y, *et al.* Simultaneous determination of three iridoid glycosides in *Radix Gentianae* by UFLC[J]. *Tradit Chin Drug Res Clin Pharmacol*, 2017, 28(1): 81-84.

[15] 刘越,孙晓,杨瑞端,等. 六叶龙胆化学成分研究[J]. *中国药学杂志*, 2020, 55(21): 1780-1786.

Liu Y, Sun X, Yang R R, *et al.* Chemical constituents from *Gentiana hexaphylla* Maxim. ex Kusnez[J]. *Chinese Pharm J*, 2020, 55(21): 1780-1786.

[16] 匡海学,王斌,吴倩倩,等. 尖叶假龙胆化学成分的研究[J]. *中成药*, 2017, 39(12): 2546-2550.

Kuang H X, Wang B, Wu Q Q, *et al.* Chemical constituents from *Gentianella acuta* [J]. *Chin Tradit Pat Med*, 2017, 39(12): 2546-2550.

(编辑:陈希)

RFID in Livestock Electronic Ear Tag Test

ZHANG Jing - sheng, ZHANG Xu, JIN Wen - ming, ZHANG Zhi - xuan, YU Zun - bo

(China Institute of Veterinary Drug Control, Beijing 100081, China)

Abstract: For better quality test of livestock electronic ear tag, the principle of RFID are introduced; eight parameters including frequency and data encoding of ISO/IEC18000 - 6C and GB/T29768 are compared; the choice of frequency, the deduction of link time T_1 and the read range during test are explained.

Key words: RFID; livestock electronic ear tag; UHF

射频识别技术(RFID)是一种非接触式的自动识别技术,它不是一个单一的而是一组识别技术。根据使用的无线电波的频率不同呈现不同的特性,同时由于采用的传感技术不同识别物体的技术原理也不同。从上世纪 50 年代开始至今,经历了电子科技、IC 芯片、无线通讯和计算机技术的发展,射频识别技术已经在动物身份识别、物流运输、交通收费、超市商品结算等方面进行了广泛的运用,并形成了较为完善的标准体系^[1]。射频识别系统的区分主要在于采用的无线电频率、激发标签的能量方式和遵循的标准/协议,它们决定了系统的使用范围、成本和特性。

1 射频识别简述

1.1 基本原理^[2] 利用射频信号的空间耦合传输特性,在识读器的问讯和标签的应答过程中,实现能量和信息的传递,实现对标签所附着的物体身份的自动识别。低频、短距离的射频识别系统采用电感耦合方式,即识读者((Reader 或 Interrogator))天线产生交变磁力线,穿透标签(Tag 或 Transponder)线圈在其上产生感应电压;超高频及微波频段的长距离射频识别系统采用电磁反向散射耦合方式,此时,识读者天线发射射频信号,电磁波在天线远场中传播衰减,一部分能量传播到标签所在的位置,被标签的天线吸收,提供给标签芯片内部整流电路以维持芯片的工作,另一部分能量被芯片反向散射,并通过标签内部的阻抗变化把返回信息调制到反向散射的信号上,反向散射的信号被识读者所接受,解调出标签所附带的信息。

1.2 协议标准 系统包括识读器和标签两大元件,通讯过程包括识读器向标签传递信息的前向链路和标签向识读器传递信息的反向链路两部分。为保证信息传递的准确性,形成了规定双向通讯遵循的调制方式、编码方式、传输速度、时序要求和安全性能的符合性协议标准,规定识读器和标签性能的性能标准,以及各自对应的测试规范。在业内具有广泛使用性的为 EPC Global 组织制定的 EPC 系列标准和国际标准化组织制定的 ISO 系列标准。近年来,我国国家标准体系也日趋完善。在超高频 860 ~ 960 MHz 领域,EPC UHF Class1 Gen2 和 ISO/IEC18000 - 6 应用最广,前者于 2006 年被 ISO 采用并入后者,成为 Type C 类型,业内简称 ISO/IEC18000 - 6C。我国对应的标准为 GB/T29768。

1.3 调制^[3] 幅度随时间周期性变化的电信号产生连续电波(CW),为了传递数据,在其上附加相对缓慢变化的变量——称之为调制,如对其幅度由常量改为变量,这个幅度信号称之为基带信息,而频率相对较高的谐振电波称为载波。若基带信号为谐振信号,这种调制的结果在频域(功率 - 频率曲线)上看,就是将载波信号分为了两个以载波频率为中心的边带信号,导致频谱变宽,基带信号的频率越高,带宽越大。调制的目的就是将频率低的数字信号转换成可以在适合信道传输的射频信号。

1.4 编码 数字调制中最常用的是 OOK(On - Off - Keyed Signal)信号,高能量用二进制数字 1 表示,低能量用二进制数字 0 表示,二进制数字 1 和数字 0 各占 1/2 周期,在数字 0 时不能持续为标签

提供能量,无源标签无法持续工作。为了提供持续的能量给标签,需要先对二进制数据进行编码,例如采用 PIE 信号,二进制数字 0 的时间长度为参考时基 T_{ari} ,其中高低脉冲时长相等;二进制数字 1 的时间长度是数字 0 的 1.5 ~ 2 倍。用 PIE 编码的基带信号对载波进行调制后,即使在数字 0 时也会有至少 50% 的能量发送给标签,从而保证了标签的工作。

1.5 反向调制 识读者天线发射经过用特定编码、调制过的附加在高频载波上的数据信号,标签天线接收到后,通过调制开关电路调节负载电阻产生相应的感应电流,通过标签的逻辑电路来解调。此电流产生反向散射到识读者端。在标签到识读者的反向链接中,同样需要对返回信号进行编码调制,通过幅度变化(AM)或相位变化(PSK)来进行。常用的一种编码形式是 FMO,在每个信号的起始和结尾有相位的反转,数字 0 在信号中部多一次反转,这样,读写器不是通过高低电平来区分数字 1 和 0,而是要通过相位反转来判断。另一种编码形式是米勒码,根据一个比特内有多个周期信号时,分为 miller2/miller4/miller8,此时的调制称为副载波调制。

2 射频识别技术在牲畜电子耳标上的运用

射频识别技术在动物身份识别上使用的初衷,是为了避免原先在动物体表上做标记污损珍贵的皮毛^[3]。国际上通用的动物射频识别技术采用的是低频 134.2 kHz^[4],这种低频信号通过电感线圈耦合方式工作,不易受环境电磁反射影响,能透过水、金属,识度距离短,满足近距离(10 cm)识度要求。

我国将射频识别技术用于动物身份识别上主要体现在牲畜电子耳标上。2011 年,《动物电子耳标试点方案》(农办医[2011]75 号)发布,对电子耳标质量提出基本要求。其中包括了 134.2 kHz 和 920 ~ 925 MHz 两种频段,并在 2012 年 1 ~ 8 月开展了对奶牛的试戴工作。到目前为止,低频耳标在成都市等某些地区使用性良好。青海省 2019 年启动牦牛、藏羊原产地可追溯工程,对牦牛藏羊佩戴

超高频电子耳标。政府引导引发了动物电子耳标的开发热潮,有的超高频电子耳标附加有声光提醒功能。2021 年,农办牧[2021]3 号文发布了新版《牲畜电子耳标技术规范》,规定了超高频电子耳标应符合 ISO/IEC18000 - 6C^[5] 协议标准,工作频率为 920 MHz ~ 925 MHz;低频电子耳标应符合 ISO11784/5 协议标准,工作频率为 134.2 kHz。同时规定了电子耳标的识读距离测试条件为发射功率 27 dBm。

牲畜电子耳标是指在普通牲畜耳标中注塑封装进写入了畜禽标识编码信息的电子芯片(带天线)。这种耳标除了符合普通牲畜耳标的强度性能要求,还需要符合射频性能要求。

对采用国际标准的超高频牲畜电子耳标检测的项目在文献^[6]中已列出。依据国标生产的牲畜电子耳标,需要参考国标 GB/T29768^[7]来进行。国标采用了我国的很多专利技术而成。

3 ISO/IEC18000 - 6C 和 GB/T29768 的几点不同

3.1 频率范围 ISO/IEC18000 - 6C 的频率范围为 860 ~ 960 MHz,在全球范围内使用;GB/T29768 的频率范围为 840 ~ 845 MHz 和 920 ~ 925 MHz 两个频段,每个频段内有 20 个信道,信道带宽为 250 kHz。实际上 840 ~ 845 MHz 主要用于无人机。牲畜电子耳标使用频段为 920 ~ 925 MHz。

3.2 编码方式 从识读者到标签的前向链路中,ISO/IEC18000 - 6C 中规定采用的是 PIE 编码,信号一个脉冲占一位;GB/T29768 中规定采用的是 TPP 编码,信号两个脉冲占一位,以提高数据率和平均占空比。

3.3 调制方式 从识读者到标签的前向链路中,ISO/IEC18000 - 6C 中规定采用双边带幅移键控(DSB - ASK)、单边带幅移键控(SSB - ASK)和反相幅移键控(PR - ASK)三种方式;GB/T29768 只有前面两种方式。

3.4 邻道功率泄漏比 ISO/IEC18000 - 6C 规定第一和第二邻道的功率泄露不得超过 -20 dB 和 -50 dB,GB/T29768 规定更严,为不超过 -40 dB 和 -60 dB。

3.5 参考时基 *Tari* ISO/IEC18000 – 6C 有 6.25 μs 、12.5 μs 和 25 μs 三个数值,GB/T29768 中只使用 12.5 μs 和 25 μs ,未使用最短的 6.25 μs ,这是为了降低占用信道带宽。

3.6 反向链路频率 *BLF* ISO/IEC18000 – 6C 中标签根据前向链路前导码中的 DR 计算出链接频率,进行自身调节与计算值相同,是 40 kHz 至 640 kHz 的连续数值。GB/T29768 中的是由启动查询命令中的反向速率因子数据域决定的,是 64 kHz 至 640 kHz 之间的 8 个独立数值。由于定义了反向链路速率因子,不再依赖于前向链路速率,并且使用了非整数速率有利于提高抗干扰性能。

3.7 标签存储区 *MemBank* ISO/IEC18000 – 6C 的标签存储区分为保留区(Reserved 或 RFU)、编码区(UII)、信息区(TID)和用户区(User)。保留区内包含了标签灭活口令(字 0 和字 1)和确认口令(字 3 和字 4);UII 区包含了协议控制(PC)、物品编码(UII)、校验码(CRC)和扩展信息等内容;信息区包含了 8 位的 TID 标识符。

GB/T29768 中标签的存储区分为标签信息区、编码区、安全区和用户区 4 个逻辑存储区,每个区包含一个或多个字。编码区和信息区与国际标准相似。安全区分为三个子区,子区一中的字 0 和字 1 存储灭活口令,字 3 和字 4 存储锁定口令,与国际标准中的保留区相似;子区二存储安全参数,子区三存储鉴别密钥。两者的用户区皆为可选区。

3.8 链接时序 T_1 为识读者发出查询命令结束到标签发送响应的时间。ISO/IEC18000 – 6C 中 T_1 的公称值取 *RTcal* 和 10 T_{pri} 两者中较大者,GB/T29768 直接用 10 T_{pri} 。其中 T_{pri} 指反向链路的基准时钟周期,为反向链路频率的倒数。

4 检测中需要注意的几点

4.1 频点的选择 针对频率范围项目,可以测量边界频率,对 ISO/IEC18000 – 6C 的符合性测试可以选 860 MHz 和 960 MHz,对 GB/T29768 的符合性测试可以选 920 MHz 和 925 MHz。

4.2 T_1 的计算 T_1 不是标准给出的确定值,需要根据测试规范给出的测试条件计算出来。以针对

ISO/IEC18000 – 6C 的测试为例,计算出要求 T_1 的范围。

T_1 的公称值($T_1\text{ nominal}$)为 $\text{MAX}(RTcal,10T_{pri})$,最小值为 $\text{MAX}(RTcal,10T_{pri}) \times (1 - |FT|) - 2 \mu\text{s}$,最大值为 $\text{MAX}(RTcal,10T_{pri}) \times (1 + |FT|) + 2 \mu\text{s}$ 。 FT 为链接频率允差,在 640 kHz 时为 $\pm 15\%$,320 kHz 时为 $\pm 10\%$,40 kHz 时为 $\pm 4\%$ 。

根据测试规范 ISO/IEC18047^[8] 给出的测试条件,*RTcal* 为 3*Tari*,先计算公称值,见表 1;根据 FT 和公称值,计算 T_1 的范围,见表 2。

表 1 T_1 的公称值

Tab 1 T_1 Nominal				
<i>BLF</i> /kHz	<i>Tari</i> / μs	<i>RTcal</i> / μs	10 <i>Tpri</i> / μs	T_1 / μs
640	6.25	18.75	15.625	18.75
320	12.5	37.5	31.25	37.5
40	25	75	250	250

表 2 T_1 的范围

Tab 2 Range of T_1				
<i>BLF</i> /kHz	T_1 / μs	$ FT $	$T_{1\text{ min}}$ / μs	$T_{1\text{ max}}$ / μs
640	18.75	15%	13.94	23.56
320	37.5	10%	31.75	43.25
40	250	4%	238	262

4.3 识读距离 标签获得能量的多少直接影响其识读距离^[9],能量的获得与天线的增益和极化特性密切相关。天线的增益为增加在特定方向上的能量强度。*EIRP*(Effective Isotropic Radiated Power)即等效全向辐射功率,指发射机功率与在给定方向上天线绝对(相对于全向天线)增益的乘积。识读器的天线一般是平板圆极化天线,而电子耳标标签天线一般为线极化即单极化天线,会产生极化损失,标签最多只能接受到传输功率的一半。

实际测试时,指在规定发射功率下,标签能被读取的最短距离。可在开阔场地按照规范要求的条件测量。实验室环境中一般要求在射频屏蔽箱内进行测量。若受屏蔽箱尺寸限制,需要通过下列公式^[10]换算求得。

$$Range=r*10^{(\frac{27-EIRP}{20})}$$

(1)

公式(1)中,*Range* 为识读距离,*r* 为识读者天线到标签天线的距离,实际测量中为天线与标签间的距离;*EIRP* 为识读者天线处的等效全向辐射功率。

实际检测中发现牛耳标的识读性能一般较好。在于牛耳标的尺寸大,适合采用方形区域内两个相互垂直的偶极子天线、其间相位差为 90°的真 3D 圆极化标签。而羊耳标由于尺寸所限,多采用伪 3D 圆极化标签,有些识度比较困难。

4.4 定制功能 如电子耳标发光功能。这种设计是铅封功能的演变,主要是在标签芯片上连接有发光 LED 灯,芯片的 4 个管脚中除了 RF 和 GND 接天线,另外两个管脚之间连接 LED 灯,设置特定的命令控制发光开关通断。测试发光功能,需要了解其针对的存储区位置、所作的特定动作,运用其设置,将命令代码写入正确的命令中,如查询、选择等,查看返回响应信号并且目测到灯亮即可。

5 结 语

随着超高频射频识别技术被越来越多的国家和地区用于动物识别和畜禽养殖^[11],对畜禽电子标签的检测需求会越来越多。应深入理解射频识别的原理,理解不同协议标准的异同,针对不同的电子标识采取合适的方法进行检验。

参考文献:

[1] 甘 泉. 物联网 UHF RFID 技术、产品及应用[M]. 清华大学出版社, 2021: 18-23.

Andy Gan. UHF RFID – IoT technology, production and applications, with mirco – video[M]. Tsinghua University Press, 2021: 18-23.

[2] 苏 卓. 超高频射频识别标签基准测试研究[D]. 中山大学硕士学位论文, 2009: 9-10.

Su Z. Research on benchmarking of UHF RFID tags[D]. Sun Yat – sen University Master Degree Thesis, 2009: 9-10.

[3] Daniel Dobkin. The RF in RFID. Passive UHF RFID in practice [M]. Elsevier, 2007: 18-73.

[4] 中华人民共和国国家标准. GB/T22334 – 2008 动物射频识别技术准则[S].

National Standards of the P. R. C. GB/T22334 – 2008 Radio – frequency identification of animals – Technical concept[S].

[5] 国际标准化组织(ISO). ISO/IEC18000 – 6:2010 信息技术 物品管理射频识别 860MHz ~ 960MHz 的空中接口通信参数[S].

International Organization for Standardization (ISO). ISO/IEC18000 – 6: 2010 Information technology – Radio frequency identification for item management – Part6; Parameters for air interface communications at 860MHz to 960MHz[S].

[6] 张 旭,董 明,刘 燕,等. 超高频电子耳标物理层及标签识别层测试方法研究[J]. 中国兽药杂志, 2020, 54 (07): 36 – 40.

Zhang X, Dong M, Liu Y, *et al.* Research on the test method of physical layer and tag recognition layer of UHF electronic ear tag [J]. Chinese Journal of Veterinary Drug, 2020, 54 (07): 36 – 40.

[7] 中华人民共和国国家标准. GB/T29768 – 2013 信息技术 射频识别 800/900MHz 空中接口协议[S].

National Standards of the P. R. C. GB/T29768 – 2013 Information technology – Radio frequency identification – Air interface protocol at 800/900MHz[S].

[8] 国际标准化组织(ISO). ISO/IEC18047 – 6:2011 信息技术 射频识别 860MHz ~ 960MHz 的空中接口通信的测试方法[S].

International Organization for Standardization (ISO). Information technology – Radio frequency identification device conformance test methods – Part 6; Test methods for air interface communications at 860MHz to 960MHz[S].

[9] 张聪杰. 超高频无源 RFID 标签芯片射频前端的研究[D]. 西南交通大学研究生学位论文, 2015: 12 – 17.

Zhang C J. Research on RF front end of passive UHF RFID tag chip[D]. Southwest Jiaotong University Master Degree Thesis, 2015: 12 – 17.

[10] EPCglobal. Tag performance parameters and test methods v1.1.3 [S].

[11] RFID 世界网(微信公众号). UHF RFID 跟踪散养鸡的行为习惯[Z]. 2021 – 11 – 23.

(编 辑:李文平)