

## 基于红外通信的动物身份智能识别装置

杜松怀<sup>1</sup> 刘志存<sup>1</sup> 王忠义<sup>1</sup> 施正香<sup>2</sup>

(1. 中国农业大学 信息与电气工程学院, 北京 100083; 2. 中国农业大学 水利与土木工程学院, 北京 100083)

**摘要** 利用红外电子识别装置识别和传输动物身份信息(如编号、养殖场、父母代信息等)是一种新的技术尝试。与 RFID 技术相比,这项技术具有许多优点。目前,制约应答器长期连续应用的最大障碍是其有源式设计。本研究对前期研制的红外传输动物身份智能识别装置进行了改进。采用低功耗元件和间歇式工作方式,由阅读器启动安装在动物耳朵上的应答器,应答器间歇工作,使整个系统的平均工作电流控制在 2 mA 以下,空闲时工作电流仅为  $\mu\text{A}$  级,延长了应答器的使用寿命;采用阵列式设计扩大了阅读器的信号启动和接收范围。实验室及现场测试结果表明:改进后的阅读器能在 2 m 范围内有效接收应答器的信号,在阅读器阵列边缘 45° 范围内对应答器正常启动,红外编码信号能够准确双向传输;传输距离和响应时间可调整硬件和软件设计来实现;有源式应答器可连续工作 6 个月以上。

**关键词** 红外通信; 身份识别; 阵列式阅读器; 低功耗设计

**中图分类号** TN 219; TN 929. 1

**文章编号** 1007-4333(2006)01-0080-04

**文献标识码** A

## An animal information identification device based on infrared communication

Du Songhuai<sup>1</sup>, Liu Zhicun<sup>1</sup>, Wang Zhongyi<sup>1</sup>, Shi Zhengxiang<sup>2</sup>

(1. College of Information and Electrical Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. College of Water Conservancy and Civil Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract** It is a new technical experiment to use infrared communication to identify and transfer animal information, such as coded number, breed field, information of their parents, and so on. Compared with RFID, this approach has many virtues. Now, the obstacles of continue and long-term usage is that the responder is powered by cell. The improvement on existed infrared communication animal information identification device has been made and described in this paper. The low power loss electronic components and special working manner of intermission were employed. The responder hanged on animal ear is started up by reader device and works in the manner of intermission. To the whole system, the average working current was less than 2 mA, and only  $\mu\text{A}$ -level current is needed at the idle time. The using life of responder is prolonged. LED array is adopted to extend the bound in which the starting signals and replying signals can be received. Test results in laboratory and the test site showed that the coded infrared signals can be correctly transported between the responder and reader device within 2m and within 45° solid angle around reader device. The response time and transmission distance can be regulated through the hardware and software. The power life in service of the responder was over six months.

**Key words** infrared communication; information identification; reader in array; less power loss design

随着精细养殖和现代化畜牧生产管理水平的逐步提高,对动物身份智能识别系统的需要越来越迫切。在欧美、日本等发达国家,动物电子身份识别系统已相当成熟,并得到广泛应用<sup>[1-4]</sup>。动物电子身

份识别系统的最大优点在于其可以跟随动物生长的整个过程,且经适当处理后可再利用。整个系统在室内外均可使用,动物移动或静止时均能准确采集信息。

收稿日期: 2005-10-08

基金项目: 国家高技术研究发展计划资助项目(2003AA209050-2);教育部重点项目(03018)

作者简介: 杜松怀,教授,博士生导师,主要从事电气工程、自动控制技术与应用研究, E-mail: songhuaidu@cau.edu.cn;

施正香,副教授,通讯作者,主要从事畜禽环境工程研究, E-mail: shizhx@cau.edu.cn

目前,国内外该方面的研究主要集中在无线射频识别(RFID)领域,对其他技术的应用研究还很欠缺。就 RFID 技术而言,欧美、日本等发达国家经过近 10 年的研究和应用,已制定了各自的技术标准<sup>[5-6]</sup>,如美国的 EPC、日本的 UID,欧洲的 ISO11784、ISO11785 等,韩国、印度近年来也提出了自己的标准<sup>[7]</sup>。

我国目前还没有成熟的动物电子身份识别系统,多依靠引进欧美、日本等主要厂家的 RFID 产品,应用于物流管理、卡式个人身份识别等场所。此类产品价格昂贵,大大限制了其在现代化畜牧生产过程中的使用范围和应用前景。为此,在国家“863”科技攻关项目的支持下,笔者从技术路线的角度分别对“RFID 技术”和“红外编码通信”技术 2 种方案实现动物身份的电子识别进行了研究,并对后者进行了多次优化设计和实验。与 RFID 技术相比,“红外编码通信”技术具有以下优点:抗噪声能力强,发送、接收之间完全电气隔离,信号传输过程不存在频率资源分配及电磁兼容问题,红外信号很难窃取;但同时也存在某些问题,譬如,有源供电模式影响应答器的使用寿命且会增加产品重量。本文中介绍的这种新的、自主设计的、基于红外通讯原理的动物身份智能识别系统,是在课题前期研究“基于红外通信的智能化动物身份电子识别系统”基础上进行的,对系统的信号接收距离、阅读器检测范围,以及应答器功耗等方面进行了改进和完善。

## 1 系统总体设计及主要模块

红外通信动物身份识别系统由前端装置、局域网设备和远程监控计算机构成(图 1)。前端装置由应答器和阅读器 2 部分组成。应答器又称“电子耳号”,为应用于动物身体上的身份识别装置,存储动物的基本信息,并可通过阅读器更新信息。阅读器可以实现与应答器之间的双向通信,准确读取应答

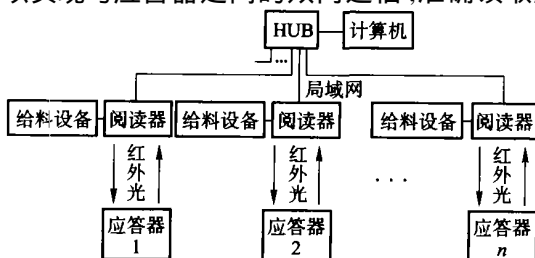


图 1 动物身份识别系统结构框图

Fig. 1 Framework of animal information identification system

器中的信息,通过远程通信上传给主机(远程控制计算机),同时可对应答器中的信息进行刷新和更改。

远程控制计算机通过串行接口 RS232 或 RS485 与前端的阅读器进行通信,也可通过 TCP/IP 协议与前端的阅读器动态链接,采集动物信息,然后根据预定的控制方案对动物生产过程实施优化控制,如通过自动给料设备控制饲料投放周期、次数及数量等。

阅读器和应答器之间以调制过的加密红外光作为通信媒介,采用主从工作方式,阅读器为主,应答器为从。为了满足动物生产管理的要求,应答器(耳号装置)必须具备以下特征和功能:功耗低、寿命长;数据可靠双向传输;具备网络传输和物理连接、串行通讯功能;体积小、重量轻;价格便宜。

## 2 应答器与阅读器结构设计

### 2.1 应答器电路原理及其特征

应答器电路见图 2。中央处理器(MCU)采用 Philips 公司的 P89LPC907F,其功耗低、体积小,价格低廉<sup>[8]</sup>;D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub> 为波长 850 nm 的红外发光二极管,峰值工作电流 20 mA;ISP 为 MCU 的程序下载接口;POWER 为应答器供电装置,采用钮扣电池。IC<sub>1</sub> 为 MCU 启动装置(图 3),其中光电池部分的电路为自行研制,专门用于提高红外脉冲光启动信号的接收面积,利用脉冲启动信号可以去除环境光,尤其是自然光的干扰;C<sub>4</sub> 为隔直电容;C<sub>4</sub>、R<sub>1</sub> 与运算放大器 Q<sub>1</sub> 组成电流电压转换器,转换后的电压再与 R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub> 的节点分压(事先设定,R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub> 阻值较大,可以降低应答器的功耗)进行比较,运算放大器 Q<sub>2</sub> 的输出作为 MCU 的启动信号。R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>、R<sub>1</sub> 的参数可以根据实际需要进行调整,从而改变应答器的最大启动距离(如 1 m、2 m 等)。

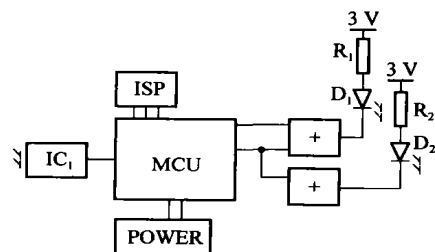


图 2 应答器原理电路

Fig. 2 Electric circuits of responder

当 IC<sub>1</sub> 接收到阅读器的启动信号后,激发应答器 MCU 工作。MCU 将数据与 38 kHz 脉冲调制信

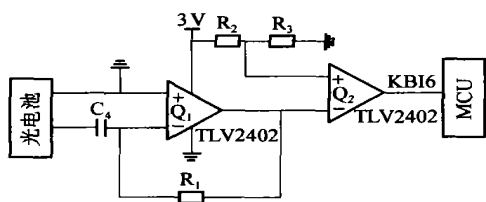


图3 启动装置(IC<sub>1</sub>)原理

Fig.3 Electric circuits for starting-up

号耦合后,分时驱动红外发光二极管 D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>,这样可以提高数据传输的可靠性。为了节约能量,在应答器传送完数据后,立即关闭 D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>,使 MCU 进入掉电模式。

应答器的主要耗电元件为 D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>、MCU 及 IC<sub>1</sub>,一旦应答器进入掉电模式,D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub> 停止工作,MCU 在掉电模式下的工作电流只需维持在 10 μA 以内,IC<sub>1</sub> 电路的工作电流 3 μA。

有源应答器由于自身体积、重量、价格、工作时间等诸多因素的限制,必须采用低功耗设计。系统采用由阅读器启动应答器,使应答器间歇工作的措施,使整个系统的平均工作电流控制在 2 mA 以下,空闲时工作电流仅为 μA 级,大大降低了整个系统的功耗,有效延长了应答器的使用周期。

### 2.2 阅读器电路原理及其特征

阅读器电路见图 4,其中 MCU 为 51 内核的 W77E58,其多串口配置适于本装置的设计要求;NIR1(HS0038)为红外信号接收器,接收应答器发出的信号;外部数据存储器 RAM 用于存储所需要的动物信息。MCU 通过网络接口实现与上位机的实时通讯;给料设备由阅读器发出驱动信号,实现机械设备的自动精确控制;MCU 通过驱动装置控制由 D<sub>1</sub> ~ D<sub>16</sub>组成的启动阵列回路。在阅读器面板上将 D<sub>1</sub> ~ D<sub>16</sub>阵列形式排列,大大改善了阅读器的启动范围。启动阵列的 LED 以一定的时间间隔不断地并行发出红外脉冲信号,从而确保及时有效地启

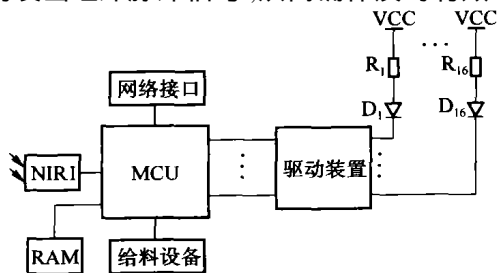


图4 阅读器原理电路

Fig.4 Electric circuits of reader device

动应答器。启动应答器的时间间隔可以很方便地通过软件,并根据生产工艺和动物的活动规律等实际情况进行调整。

### 3 红外编码通信方案设计

红外通信不受电磁波干扰,但会受白炽灯光和太阳光的干扰。红外接收器 NIR1(HS0038B)采用环氧树脂封装后可滤除可见光,具有抗连续光或连续脉冲光的能力。阅读器采用 LED 阵列脉冲红外光的启动方式,提高了启动信号的覆盖范围。应答器使用自主开发研制的光电池接收启动信号,改善了应答器的接收范围,信号接收装置只对脉冲信号响应且可对响应强度进行事先设定,从而有效防止了工频和自然光的干扰。

应答器软件流程见图 5。在通信程序中,制定了严格的通信协议。应答器发送的数据和阅读器接收的数据都以数据帧的形式进行传输。数据帧的开始为帧头,随后是数据内容及校验和,最后为帧尾。

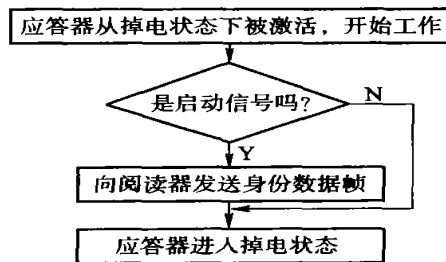


图5 应答器程序流程

Fig.5 Flowchart of the responder program

动物身份的信息结构可以灵活设计,譬如采用 11 B(Byte)数据表格(表 1)。数据框架包括帧头、数据体、校验码和帧尾,该表格被存放在应答器的非易失存储器中。

表1 通信数据格式

Table 1 Data format in communication B			
帧头	数据体	校验码	帧尾
1	8	1	1

### 4 实验结果

在实验室环境和天津某动物养殖场,对阅读器和应答器的功能和参数进行测试,结果如下:

1) 应答器功耗。掉电方式下工作电流为 10 μA,应答器启动后平均工作电流为 1.78 mA,每次

发送和接收红外编码信号所占用的持续工作时间为 40 ms。经计算, 应答器在 440 mA · h 供电情况下可连续工作 6 个月以上。

2) 数据双向传输。在光开放环境中, 应答器与阅读器相距 2 m (可根据需要进行调节), 选择阅读器启动阵列平面法线方向 45° 立体角内任意 100 个位置放置应答器 (图 6)。信号双向传输成功率 100 %。

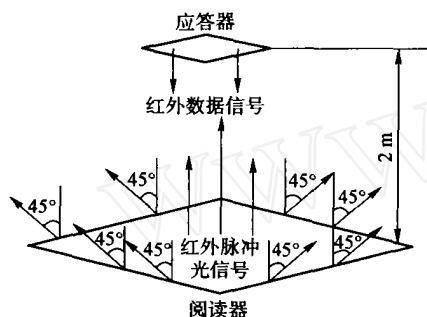


图 6 应答器与阅读器的红外传输结构

Fig. 6 Structure of responder and reader

3) 实验用应答器体积不大于 62 mm × 25 mm × 7 mm。

4) 红外编码信号传输和识别时间小于 0.5 s。

## 5 结 论

动物身份智能识别系统的硬件由阅读器和应答器组成。采用红外通信和编码传输技术实现了动物信息的实时采集、通信、存储、传输和处理, 采用低功耗技术和特殊的软驱动方式延长了应答器的使用周期。在实验室环境和生产现场环境下分别进行了实

验, 结果表明, 所设计的动物身份电子识别系统能可靠传输编码数据, 可应用于实际生产。有待改进之处是, 完善应答器电源激励方式, 向无源或外部红外激励方案过渡, 根除功耗和重量的约束, 降低成本, 将该研究成果推向产业化。

## 参 考 文 献

- [1] Artmann R. Sensor systems for milking robots[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 1997, 17: 19-40
- [2] Chang D I, Lim Y I, Lim Z T, et al. Development of a monitoring and forecasting system for the delivery of pregnant sow [M]. ASAE Annual International Meeting. Milwaukee (Wisconsin, USA): Midwest Express Center, 2000: 1-8
- [3] Korthals R L. A review of open housed farrowing and experiences with electronic farrowing [M]. ASAE/CSAE-CGCR Annual International Meetings. Toronto: [s. n.], 1999: 1-9
- [4] Finkenzeller K. 射频识别 (RFID) 技术 [M]. 陈大才, 译. 北京: 电子工业出版社, 2001
- [5] 王斌. 美国的牲畜身份识别系统 [J]. 政策与管理, 2004 (8): 22-23
- [6] Artmann R. Electronic identification systems: stage of the art and their further development [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 1999, 24: 5-26
- [7] 李永胜, 高雪娟. RFID 中国的机会 [N]. 中国计算机报: 中国信息化专版, 2005-04-25 (1406): B1-B3
- [8] 金明亮, 游大海, 黄上游. RS232C 串口红外数据传输系统 [J]. 电子产品世界, 2003, 13: 27-29