

# 基于RFID技术的种鸡数据采集系统研究与实现

王明 刘新\* 平阳 胡雁翔 王一罡

(北京市农林科学院数据科学与农业经济研究所 北京 100097)

**摘要** 为了解决北京油鸡育种过程中数据采集难度大、错误率高、数据管理水平低的问题,设计基于RFID技术的种鸡数据采集系统,研发可折叠式电子翅标、移动终端采集设备、自动称重台和数据管理云平台,实现育种过程中生长和生产关键数据的自动化采集、管理和应用。通过初步应用,电子翅标全生命周期掉签率小于1%,重量不超过0.5 g,数据采集准确率超过99%,总体育种效率提高2倍,减少了约50%的人力成本,解决了传统模式成本高、误差大、关键数据缺失等问题,提高了种鸡育种自动化程度。

**关键词** 育种 射频识别 电子翅标 称重台 数据采集

中图分类号 TP311

文献标志码 A

DOI:10.3969/j.issn.1000-386x.2024.06.018

## STUDY AND IMPLEMENTATION OF A DATA ACQUISITION SYSTEM FOR CHICKENS BASED ON RFID TECHNOLOGY

Wang Ming Liu Xin\* Ping Yang Hu Yanxiang Wang Yigang

(Institute of Data Science and Agricultural Economics, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097, China)

**Abstract** In order to solve the problems of difficult data collection, high error rate and low level of data management in the process of Beijing You Chicken Breeding, a data collection system for breeding chicken based on RFID technology is designed. The foldable electronic wing label, mobile terminal collection equipment, automatic weighing platform and data management cloud platform were developed to realize the automatic collection of key growth and production data in the breeding process management and application. The results through preliminary application show that the drop rate of electronic wing label is less than 1% in the whole life cycle, the weight is not more than 0.5 g, the accuracy of data collection is more than 99%, the overall breeding efficiency is increased by 2 times, and the labor cost is reduced by about 50%. The problems of high cost, large error and lack of key data in traditional model are well solved, which can improve the automation degree of breeder breeding.

**Keywords** Breeding RFID Electronic wing label Weighing platform Data acquisition

## 0 引言

北京油鸡是“北京市优质特色农产品”之一,北京市农林科学院近些年在北京油鸡品种的培育、养殖利用、示范推广方面取得了显著成效。在研究中发现:该鸡种携带大量优秀基因资源<sup>[1]</sup>,但是普遍具有生产性能较低、育种技术落后的现状;育种数据往往采用人工

登记的形式进行采集,存在成本高、效率低、误差大等问题,不能精准掌握每一只种鸡的生长和生产情况;缺乏有效的育种数据管理工具,已有数据没有充分挖掘,对种鸡选育支撑不够。

作为物联网体系中关键技术之一的无线射频技术(RFID)凭借其强大的技术优势和应用范围,改变了传统畜禽养殖和管理方式<sup>[2]</sup>,在实现养殖生产自动化和智能化中发挥着重要作用<sup>[3-4]</sup>。本文以此技术为基

础,从以上科研和生产中的实际问题出发,设计基于 RFID 技术的种鸡数据采集系统,通过配套硬件和软件系统的研发,实现种鸡育种过程中的个体、产蛋、外貌、体重、孵化等关键育种数据的自动化采集、管理、统计和分析功能,并选取北京市农林科学院北京油鸡育种基地进行探索式应用,通过该系统的初步应用很好地解决了人工育种成本高、误差大、关键数据缺失等问题,为种鸡育种选配提供了有效的工具。

## 1 实验材料与方法

### 1.1 实验材料与原理

基于 RFID 技术的种鸡数据采集系统分为数据感知层、网络传输层和应用层,其中感知层主要是用来体重数据的自动采集,网络传输使用 ZigBee 构建无线网络<sup>[5]</sup>,应用层由管理云平台和移动终端设备组成,完成数据的采集和管理应用,通过 TCP/IP 协议进行数据交互<sup>[6]</sup>,整体设计架构如图 1 所示。

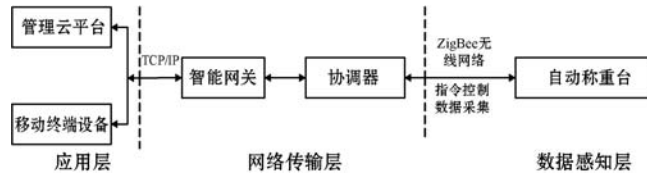


图 1 系统结构架构

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 硬件设计

系统硬件主要由电子翅标、移动终端采集设备和自动称重台组成,其中电子翅标是种鸡身份识别和数据采集的核心部件,采用非接触式无源设计,可重复利用;移动终端采集设备为联合研制的便携式手持机,该设备集成了 RFID 读写模块,能快速对电子标签进行数据初始化和识别,通过数据接口与管理平台进行数据交互;自动称重台实现了身份识别和体重数据的自动传输,采用功耗和复杂度低、自组网强的 ZigBee 进行数据传输,通过 ZigBee 协调器和智能网关实现数据上传和指令下达。

(1) 电子翅标设计。翅标设计需要考虑寿命、重量、成本等问题,遵循一次佩戴终身有效的原则,翅标需要满足从雏鸡、青年期、成年期整个生长周期的需求,雏鸡出生时重量很轻,平均 30 g 左右,并且鸡舍的环境较为恶劣,翅标材质对耐用性和重量要求较高;翅标材质设计过硬容易造成脚部运动损伤,过软容易松动不牢固;电子芯片成本较高,需要解决重复性读写的问题,提高循环利用率,减少支出成本。因此本课题从以上问题出发,采用聚乙烯材质外壳,设计三层可折叠

结构,集成 13.56 MHz 的高频 RFID 玻璃管芯片,通过 ISO15693 协议进行数据传输,识别稳定,耐水、耐腐蚀,可进行冲洗消毒处理;玻璃管芯片可以反复利用,干扰小,读取距离 2 ~ 25 cm;通过封装和小型化处理翅标成品重量为 0.49 ~ 0.50 g,具有小巧、易戴、耐用、不易脱特性;每一个翅标芯片编码由地理位置、企业编号、栋舍号、出生日期、性别、顺序号组成共计 33 位,确保每一只鸡都有唯一的身份信息<sup>[7]</sup>。电子翅标的实物如图 2 所示。



图 2 电子翅标实物

(2) 移动终端采集设备。手持机是数据采集的核心终端设备,其硬件部分与第三方厂家联合研制,搭载新一代 4 核 2 GHz 处理器,支持安卓系统升级;大容量电池配合超低功耗,实现 3 小时快充,15 小时超长工作时长,50 天待机;通信性能支持 4G 全网通 LTE,网络无死角,蓝牙 4.0,低功耗,远距离。另外,采集终端集成射频功率 0.25 ~ 1.50 W、工作频率 13.56 MHz 的 RFID 读写模块,符合 ISO15693 国际协议标准,识别距离 28 cm 以内,穿透力强,可透过鸡翅遮挡识别电子标签,响应时间小于 20 ms,考虑鸡舍网络条件,支持本地存储,批量上传,实现了鸡个体性能数据的高效采集。

(3) 自动称重台。本称重平台针对种鸡的体型特征和活动特点,利用无线射频和物联网技术,设计研制集个体识别、称重和数据上传功能于一体的种鸡自动称重台,能覆盖青年鸡到产蛋鸡的各个周期。称重台主要由称重桶、箱体、称重模块、RFID 识别模块、控制模块、网关模块和显示模块组成,其称重桶采用倒圆锥式设计,下截面直径为 6 cm,上截面直径为 25 cm,高度为 27 cm,当鸡放进称重桶后能很好地束缚鸡,让鸡处于静止状态;称重模块中,电阻应变式称重传感器每秒可完成 5 000 次采样,灵敏度 2 mV/V,最大称重量程为 7 kg;处理器采用 32 位高性能嵌入式 ARM 芯片,配合 RFID 识别模块能高效实现身份获取、数据处理和指令控制,结合智能网关、通信串口和服务器应用程序实现种鸡个体身份、设备编号、称重结果、称重时间等信息的自动采集。桶式称重台结构如图 3 所示。

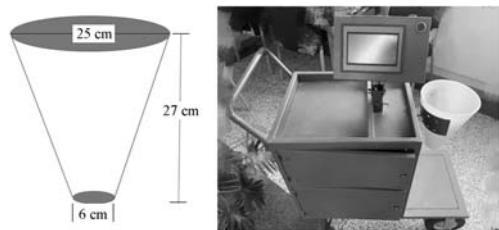


图 3 桶式称重台结构

### 1.2.2 软件设计

(1) 数据库设计。系统数据库采用关系型数据库 SQL SERVER,配合 Redis 缓存、存储过程、定时作业来减小数据库承载压力<sup>[8]</sup>,提升数据导入及查询效率,数据内容上包括了鸡群登记、谱系登记、孵化、外貌登记、上笼、产蛋、体重记录、淘汰、调群等信息。主要数据库表结构如表 1 所示。

表 1 主要数据库表结构设计

数据库表名	主要属性
鸡群登记表 (Chicken_Group)	主键编号、纯繁次数、年份批次、家系号、电子翅号、翅号、脚号、栋舍、笼号、品种、性别、出生日期、年度翅号、父翅号、母翅号、凤头、胡须、毛腿、鸡左脚、鸡右脚、脚趾数、是否在群、离群时间
系谱对应表 (Chicken_FamilyMap)	主键编号、年份批次、家系号、公鸡翅号(6 位翅号)、父脚号、母鸡翅号(6 位翅号)、母脚号
雏鸡登记 (Chicken_ChickRecord)	主键编号、纯繁次数、电子翅号、品系、性别、出生日期、年度翅号、父翅号、父脚号、母翅号、母脚号、年份批次、家系号、12 周龄体重
外貌登记 (Chicken_Appearance)	主键编号、电子翅号、翅号、凤头、胡须、毛腿、脚趾数(鸡左脚 + 鸡右脚)、鸡左脚(4,4x,5,5x,6,6x)、鸡右脚(4,4x,5,5x,6,6x),备注:其中 x 表示 +1
上笼登记 (Chicken_Cage)	栋舍 ID、年份、所属纯繁次数、批次、品系、电子翅号、翅号、脚号、栋舍、笼号
产蛋采集 (Chicken_Eggs)	栋舍 ID、年份、所属纯繁次数、批次、品系、电子翅号、翅号、脚号、栋舍、笼号、蛋状态、产蛋时间、日龄(根据出生日期自动计算)
体重采集 (Chicken_Weight)	栋舍 ID、年份、所属纯繁次数、批次、品系、电子翅号、翅号、脚号、栋舍、笼号、重量、采集时间、日龄(根据出生日期自动计算)
淘汰登记 (Chicken_Eliminate)	栋舍 ID、年份、所属纯繁次数、批次、品系、电子翅号、翅号、脚号、栋舍、笼号、淘汰类型(死亡、白血病、白痢、不产蛋、蛋色蛋形不符、销售、屠宰、弱残)、淘汰原因、淘汰日期、日龄
调群登记 (Chicken_Blockhouse)	主键编号、年份、所属纯繁次数、批次、品系、电子翅号、翅号、脚号、原栋舍、原笼号、新栋舍、新笼号

(2) 移动终端软件设计。手持机是基于 RFID 技术来实现的种鸡移动数据采集终端,核心采集方式是通过手持机扫描电子翅号或电子笼位卡获取鸡个体身份信息,输入生长、生产性能信息提交即可完成数据采集工作,其主要功能包括鸡个体信息录入、称重、上笼采集、外貌采集、产蛋信息采集、淘汰信息采集、数据查询服务、数据同步服务等。App 软件开发环境使用 Eclipse + ADT + Android SDK,开发语言为 Java,基于 TCP/IP 的数据响应机制,数据传输采用 JSON 格式,重要数据统一采用加密算法进行加密,即请求端在数据包发送之前进行加密,响应端应答后对数据进行解密处理,以保证数据安全性和完整性,同时为提高数据查询及显示效果,页面操作渲染工具采用 jQuery、H5、CSS3 和 ECharts。移动终端软件的界面如图 4 所示。



图 4 移动终端软件界面

(3) 数据管理云平台。该平台主要是对移动终端设备、Excel 导入、表单、其他方式录入的育种数据进行有序梳理和分类管理,数据范围包括鸡个体数据、孵化数据、体重数据、外貌数据、产蛋数据、体尺数据、死淘数据和系谱数据在内的种鸡育种各个环节的数据,开发数据统计分析功能,挖掘数据之间的内在联系,实现育种数据管理的数字化和智能化。系统软件采用 ASP.NET MVC(业务开发框架) + Enterprise Library(数据封装框架) + Ngix(负载均衡) + IIS Web 服务器技术,保证系统技术的先进性和可靠性。即基于 .NET 的分布式计算技术进行系统架构设计和系统开发,开发工具为 Visual Studio 2012,开发语言为 C#,jQuery、H5、CSS;主要查询及统计页面采用成熟的 ECharts、Layui 和 COM 组件来提升交互性能和显示效果;系统支持 IE8 及以上版本的 IE 内核浏览器,同时兼容 Chrome、火狐、360 等主流浏览器。

## 2 结果与分析

系统于 2020 年 6 月份研发完成,并选取北京市农

林科学院畜牧兽医研究所种鸡厂进行初步应用,使用用户共计 26 人,电子标签共计佩戴于 14 711 只鸡,累计采集产蛋、体重、外貌等数据 400 多万条,总体运行稳定、可靠,没有发生数据泄露、病毒注入等安全问题。

## 2.1 数据采集情况

经应用实验,鸡全生命周期掉签率小于 1%,较传统铝质翅标降低了 58%,佩戴时间降低 37%;在鸡翅完全遮挡下,识别速度 10 ms 以内,较传统肉眼识别速度提升 3~5 倍,综合掉签率小于 1%。在实际应用过程中,手持机通过标准数据接口实现与管理云平台实时通信,数据传输延迟时间在 30 ms 以内,电子标签响应及时,功能平均操作反应时间小于 2 s;数据综合采集效率较传统现场纸质记录、后期电子表格二次录入存储的方式有了大幅提升,并且数据入库具有自校正功能,准确性超过 99%,尤其是在录入产蛋数据时,工作人员只需要扫描与翅标对应的电子笼位卡即可快速进行产蛋数据的录入,解决了种鸡蛋数据采集工作量大、错误率高的问题。

## 2.2 称重效率实验

选择 4 个鸡群进行传统称重与自动称重台进行称重正确率对比,群体 A、B 采用传统称重,群体 C、D 采用自动称重台,不符合体重范围、翅标号不正确为判定标准,其中传统称重方式是将鸡双脚捆绑后放在称重台上进行静态称重,对比结果如表 2 所示。

表 2 传统称重与自动称重台称重正确率对比结果

类别	群体	总数	正确	错误	错误率/%
传统 称重	群体 A	2 027	1 993	34	1.68
	群体 B	1 691	1 682	9	0.53
	合计	3 718	3 675	43	1.16
自动 称重台	群体 C	1 570	1 570	0	0
	群体 D	1 296	1 296	0	0
	合计	2 866	2 866	0	0

可以看出,群体 A 错误数据 34 条,其中 5 条因为体重数据不在正常范围,其余 29 条均因为翅号读取或录入错误导致,群体 B 的 9 条错误数据全部因为翅号错误,采用自动称重台的群体 C 和群体 D 错误率均为 0%。在称重耗时上,使用自动称重台,平均每分钟可以称重 3 只左右的鸡,一小时能够完成 180 只鸡的称重,与传统的人工抓鸡、手抄体重相比,速度上有明显的优势,并且综合称重误差小于 2%,考虑到体重数据的录入、数据的准确性,自动称重台较传统称重台具有更高的称重效率。

## 2.3 数据管理云平台界面

从目前运行结果来看,系统能便捷、有序地管理通过表单、移动终端设备、Excel 文件导入等方式录入的鸡个体基本信息、外貌信息、孵化信息、产蛋信息、体重信息、死淘信息等数据;通过种鸡智能选种选配模型,能够准确快速地筛选出满足特定条件的优良种鸡,避免人工筛选带来的误差损失和人力浪费;利用可视化和报表技术,可高效地进行育种数据分析。种鸡育种管理云平台的界面如图 5 所示。

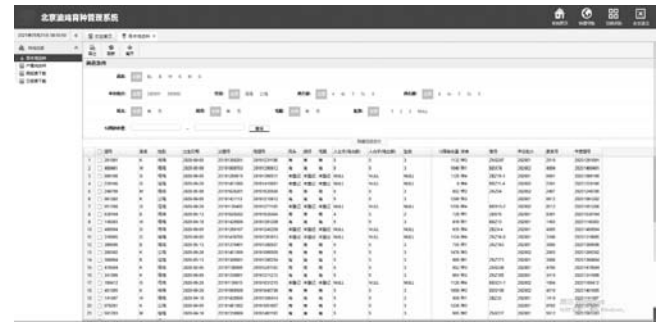


图 5 种鸡育种管理云平台界面

## 3 讨论

### 3.1 数据采集

根据种鸡的生长情况和身体结构,从读写频率、佩戴方式、尺寸、重量、读写距离、防干扰、成本等方面进行综合考虑,研制了适合不同鸡龄且可重复利用的 RFID 电子翅标,并顺利进行实验,已完成油鸡一个品系的佩戴实验,使用效果较好;研发了基于 RFID 的移动终端数据采集系统,很好地解决了育种数据采集错误率高、时效性差、工作量大的问题,将手工记录、电子表格录入的传统方式升级为产蛋、外貌、死淘、体重等信息的一站式采集和存储,有效地提升了育种数据采集效率。

### 3.2 鸡个体称重

自动称重台集成了 RFID 识别模块、称重模块和数据控制模块,实现了鸡个体的身份识别和体重数据自动上传;采用独特结构的称重桶,可适应不同周龄和尺寸的鸡,称重过程减少了人工干预,在保障鸡健康生长的同时降低了人力成本;可自动对数据进行动态校验,对不符合要求的体重进行判定,通过电子翅标读取翅号,避免翅号读取错误,并且自主设计的高精度动态称重算法<sup>[9-10]</sup>使数据采集准确率达到 98% 以上,提升了种鸡称重准确度。通过本称重台的研发初步实现了种鸡称重的数字化和智能化,但在称重效率和准确率

上仍然有一定的提升空间,目前只能对一只鸡进行称重,不支持多只鸡同时称重,称重算法也有待进一步调教。

### 3.3 数据管理

系统以鸡个体信息为中心,将种鸡育种相关的生长和生产数据进行分类存储和科学梳理,实现了育种数据管理的数字化和智能化,提升了种鸡选种选育的准确度和自动化程度,总体育种效率提高2倍,减少了约50%的人力成本,有效降低了工作量和数据出错的可能性,高效地支撑了种鸡育种工作的开展。系统运行以来,总体运行稳定,数据录入正常,数据查询效率高,复杂查询反馈时间控制在5 s以内,网页平均响应时间控制在2 s以内,系统运维保证7×24 h不间断运行。系统研发在育种数据管理方面取得了较好的成效,在快速选种选育方面进行了初步应用,但如何快速准确地选出满足用户条件的优良种鸡还需要探索,如何从海量的育种数据挖掘精准、可靠的育种模型也需要进一步研究。

## 4 结 语

本文描述的主要工作涵盖三方面的技术应用。在不影响雏鸡正常健康成长的情况下,运用RFID电子标签技术,设计研发结构小巧、佩戴方便、耐用性强并且可重复利用的电子翅标,配合移动终端采集系统,实现了种鸡外貌、产蛋、体重、上笼、孵化等数据的自动化采集,大幅提升了育种数据采集的准确率和工作效率;设计适合不同周龄的称重桶,并开发适用于鸡的体重自动计量系统,集鸡个体识别、自动称重和体重数据上传功能于一体,实现鸡称重数据的自动采集和记录,简化日常工作,提高种鸡称重工作效率和数据记录的准确性;以报表统计、数字 workflow 和智能分析技术为基础,研发种鸡智能管理云平台,该平台覆盖了种鸡育种的各个环节,将杂乱无章的数据有序地组织管理起来,实现了种鸡育种信息管理的数字化、自动化和智能化,为种鸡育种数据分析、品种选育提供了科学有效的工具。

### 参 考 文 献

[1] 赵灵改,吕学泽,刘毅,等.北京油鸡遗传育种与品质研究进展[J].肉类研究,2021,35(4):57-63.  
[2] 肖培,宫鹤,孟楚,等.基于物联网的梅花鹿精准养殖监控系统设计与应用[J].黑龙江畜牧兽医,2020(24):141-

145.

- [3] 刘本帅,王统苗,张莘,等.畜禽智能化饲养关键技术研究进展[J].中国家禽,2019,41(6):42-45.  
[4] 聂鹏程,张慧,耿洪良,等.农业物联网技术现状与发展趋势[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2021,47(2):135-145.  
[5] 刘忠超,范伟强,常有周,等.基于 ZigBee 和 Android 的牛舍环境远程监测系统设计与应用[J].黑龙江畜牧兽医,2018(17):61-64.  
[6] 张光跃,金诚谦.基于云平台设施种植监测系统设计与应用[J].中国农机化学报,2019,40(6):140-144.  
[7] 陈长喜,许晓华.基于物联网的肉鸡可追溯与监管平台设计与应用[J].农业工程学报,2017,33(5):224-231.  
[8] 孟超英,张雪彬,陈红茜,等.基于 Hadoop 的蛋鸡设施养殖智能监测管理系统研究[J].农业机械学报,2018,49(9):166-175.  
[9] 吕乾涛,秦兴.用于动物的动态称重系统设计与研究[J].工业控制计算机,2016,29(11):100-101.  
[10] 刘新,王明,平阳,等.基于无线射频技术的活鸡体重智能检测系统的构建[J].黑龙江畜牧兽医,2019(16):65-68.

### (上接第114页)

- [15] Jing Y, Ying T. A multiscale feature learning scheme based on deep learning for industrial process monitoring and fault diagnosis[J]. IEEE Access,2019,7:151189-151202.  
[16] 吴守军,冯辅周,吴春志,等.基于 VMD-DE 的坦克行星变速箱故障诊断方法研究[J].振动与冲击,2020,39(10):170-179.  
[17] Dragomiretskiy K, Zosso D. Variational mode decomposition [J]. IEEE Transactions on Signal Processing,2014,62(3):531-544.  
[18] Downs J, Vogel E F. A plant-wide industrial process control problem[J]. Computers & Chemical Engineering,1993,17(3):245-255.  
[19] 江升,旷天亮,李秀喜.基于稀疏过滤特征学习的化工过程故障检测方法[J].化工学报,2019,70(12):4698-4709.  
[20] Zhao H T, Sun S Y, Jin B. Sequential fault diagnosis based on LSTM neural network[J]. IEEE Access,2018,6:12929-12939.  
[21] Wu H, Zhao J S. Deep convolutional neural network model based chemical process fault diagnosis [J]. Computers & Chemical Engineering,2018,115:185-197.  
[22] Shao B L, Hu X L, Bian G Q, et al. A multichannel LSTM-CNN method for fault diagnosis of chemical process [J]. Mathematical Problems in Engineering,2019(3):1032480.