

DOI:10.3969/j.issn.1000-1298.2010.12.036

# 种猪自动精细饲喂系统设计与试验\*

朱 军 麻硕士 慕厚春 毕玉革 陈小江

(内蒙古农业大学机电工程学院, 呼和浩特 010018)

**【摘要】** 设计了可用于种猪自动供料的精细饲喂系统。系统主要由可编程控制器、步进电动机及驱动器、卸料器组成,软件应用程序由组态王开发完成,主要由精细饲喂主界面和料量添加界面组成。系统运行结果表明,该系统运行稳定可靠,实现了自动精确的投放饲料,在一定的范围内投放饲料,其最大误差不超过 $\pm 2\%$ 。

**关键词:** 种猪 精细饲喂系统 自动控制 设计

中图分类号: S815.4; TP29 文献标识码: A 文章编号: 1000-1298(2010)12-0174-04

## Design of Auto-precision Feeding System for Pigs

Zhu Jun Ma Shuoshi Mu Houchun Bi Yuge Chen Xiaojiang

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, China)

### Abstract

An auto-precision feeding system was designed for pig breeding. According to system components both hardware and software, it's mainly components of hardware and software and their function were described in detail. The mainly hardware of precision feeding field system were PLC, stepping motor, driver and discharger. Software application program was developed by using KingView, which was composed of precision feeding interface and feed adding interface. Based on hardware and corresponding software application, automation and precision feeding system was achieved in the whole. The results of running indicated that the system runed stable and reliable, it realized automation and precision feeding, and its maximum error would be less than  $\pm 2\%$  within certain range.

**Key words** Pig, Precision feeding system, Automation control, Design

### 引言

我国传统的种猪饲喂方式,主要是由饲养人员根据自身长期的饲喂经验添加饲料,这种饲喂方式设施简陋,科技和智力因素要求低,劳动强度大,投料精度低,饲料损失量大,不利于大规模集中饲养。

目前,国际上已出现一些先进的自动饲喂设备,常见的有德国 Big Dutchman 公司的 CALLMATIC2、荷兰 Nedap 公司的 Velos<sup>[1]</sup>及其他国家的 ESF 系统,虽然这些设备的自动化性能较好,但是价格昂贵,对于一般的中小型规模化养猪场难以接受。国内专注于养猪自动化饲喂设备的企业和科研单位也

很少。

针对以上弊端和不足,有必要研究自动化程度高且可实现精确投放饲料的自动精确饲喂<sup>[2~6]</sup>系统。本文对从进入产床到断奶期间的固定栏中的种母猪个体精细饲喂系统进行设计。

## 1 系统结构及工作原理

### 1.1 系统结构

种猪自动精细饲喂系统由 2 部分组成:① 硬件部分,主要包括计算机、可编程控制器(S7-200)<sup>[7]</sup>、步进电动机及驱动器、卸料器。② 软件分为上位软件应用程序和下位软件应用程序。系统以

收稿日期: 2009-12-24 修回日期: 2010-02-24

\* 2008 年内蒙古自治区预算内基本建设农口重点项目(内发改农字(2008)1715 号)

作者简介: 朱军, 博士生, 主要从事电气自动化与信息化研究, E-mail: zhujunnd@163.com

通讯作者: 麻硕士, 教授, 博士生导师, 主要从事农业电气自动化与信息化研究, E-mail: mashuoshi@imau.edu.cn

硬件为基础,以软件为支撑实现饲料的适量精确投放。计算机系统根据种猪个体设定料量,传输给可编程控制器,控制步进电动机驱动卸料器投放准确的饲料量,系统总体结构如图 1 所示。

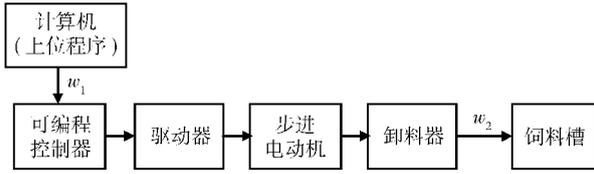


图 1 自动精细饲喂系统结构框图

Fig.1 Structure diagram of auto-precision feeding system

种猪自动精细饲喂系统采用开环控制系统,  $w_1$  为根据种猪个体情况由操作人员设定的饲料量,即目标值;  $w_2$  为卸料器的实际落料量,可编程控制器依据上位设定料量值,通过内部程序调节步进电动机的驱动脉冲数,实现精确落料。

### 1.2 工作原理

为提高种猪养殖饲喂设施的自动化水平、稳定性以及精确落料性能,采取了两方面的措施:① 采用计算机作为整个系统的监控中心,将可编程控制器作为现场的控制设备,提高系统的自动化水平和稳定性。② 利用步进电动机的精准控位优势以及自行设计的旋转卸料器和闭环反馈系统,实现饲料的精准投放。

自动精细饲喂系统硬件在应用软件的配合下,实现系统功能。当给种猪投放饲料时,首先按照系统中给定的方案,根据种猪自身情况在计算机上位监控程序中设定所需的饲料量,设定的料量值通过通信总线传递给下位可编程控制器,为落料做准备;然后,开启上位计算机监控系统中的落料程序,启动步进电动机驱动卸料器投放饲料,直到实际落料值等于设定的落料值。

## 2 主要硬件系统组成

硬件系统组成如图 2 所示。

计算机作为整个系统的监控中心,即系统的指挥中心。这里选用主频 3.0 GHz 双核处理器、3 GB

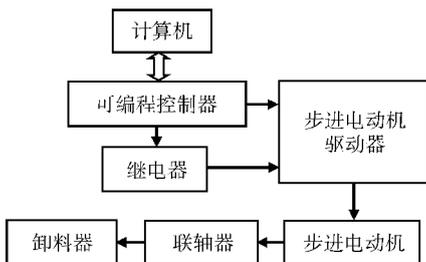


图 2 硬件系统组成框图

Fig.2 Composition block diagram of hardware

内存的计算机以满足系统的性能要求。可编程控制器作为整个系统的核心控制器件,为了保证系统的稳定性和可靠性选用 SIEMENS 的 S7-200 产品及其扩展模块,给步进电动机提供高速脉冲,驱动步进电动机旋转。S7-200 和步进电动机的连接如图 3 所示。

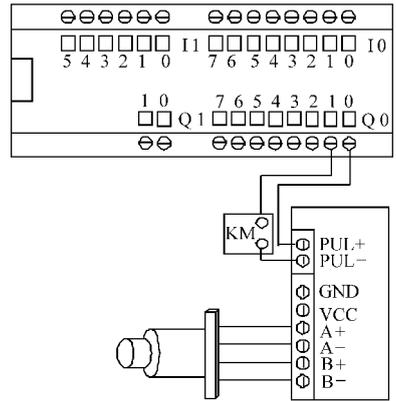


图 3 S7-200 和步进电动机连接图

Fig.3 Connection graph of S7-200 and stepping motor

选用两相四线制混合 BY86 型步进电动机及匹配的驱动器,可以提供 7.5 N·m 的静态力矩,以确保驱动卸料器旋转落料。卸料器为自行设计,专门用于种猪精细饲喂的槽轮式旋转下料器<sup>[8]</sup>,其结构如图 4 所示。

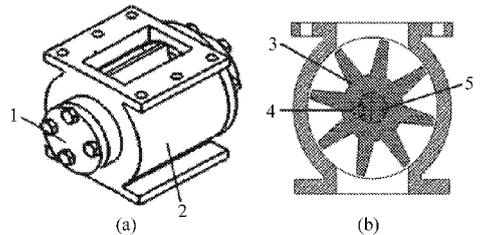


图 4 卸料器结构图

Fig.4 Structure diagram of discharger

(a) 外部结构 (b) 内部结构

1. 轴承端盖 2. 卸料器外壳 3. 旋转叶轮 4. 联接键 5. 轴

## 3 主要软件系统组成

实现系统的自动精细饲喂功能,除了必需的硬件系统之外,还得有必备的应用软件系统作为支撑。应用软件系统包括两部分:

(1) 计算机上位监控应用软件系统,其主要功能是监控整个系统的运行情况,以 24 个饲喂器为例的系统监控主界面如图 5 所示,即各喂料器的实时运行情况,并反映料量的设定情况。在料量添加界面(图 6)中设定好猪只所需的料量后,开启下料开关,系统便会自动投放精确的饲料量,这时正在运行的饲喂器上方输料管图形便会不停地闪烁,以提示该饲喂器正在投放饲料。

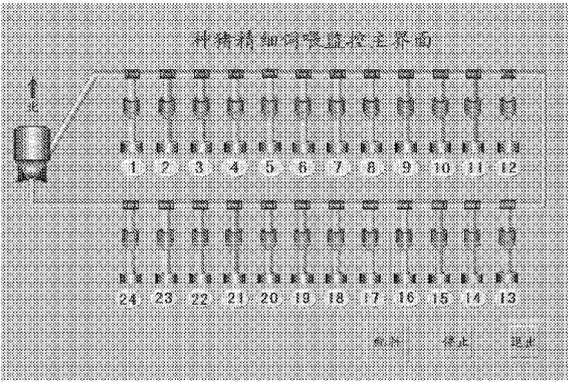


图5 系统监控主界面

Fig.5 System monitoring interface

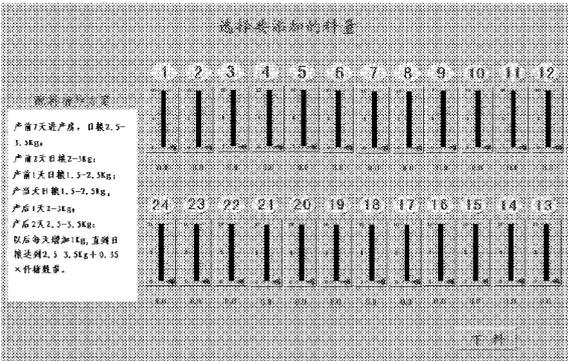


图6 料量添加界面

Fig.6 Interface of feed adding

(2) 通过编写的内部控制程序,可编程控制器实时接收监控主界面中下达的料量设定值和下料命令,同时接收反馈的料量信息以进行微调,给步进电动机发送相应的脉冲信号驱动卸料器落料。控制器运行时部分状态图如图7所示。

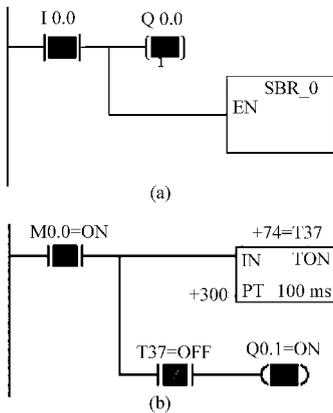


图7 控制器运行时部分状态图

Fig.7 Part running state diagram of controller

(a) 产生脉冲信号 (b) 卸料器落料

### 4 试验

为了测定自动精细饲喂系统的自动控制性能和饲喂的精度,以内蒙古科技园区养猪场的种猪及饲喂用混合饲料作为自动精细落料系统的研究对象,全面检验系统的功能。

试验中分别为步进电动机选定不同的脉冲,产生驱动信号,用来测定系统的工作效率,经过不同周期的试验对比,从中选出适合种猪养殖所需要的落料效率。通过前期试验得知,脉冲周期为 500 μs 时,落料系统本身工作噪声很小(不会影响哺乳母猪及小猪的正常生活),落料效率适中,精确度高。因此确定脉冲的周期为 500 μs,将脉冲数转换成时间量与落料量相对应,得到两者的数学模型如图8所示。

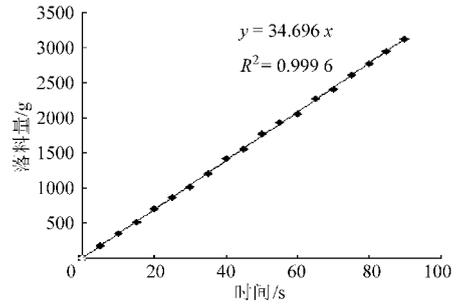


图8 落料量与时间关系图

Fig.8 Relationship between time and blanking amount

由图可知,落料量与时间成正比例关系,其正比例函数关系拟合度达到 0.9996,因此该模型完全可以编写为可编程控制器中落料的内部指导程序,实现自动精细饲喂的功能。

通过试验得到设定落料量与实际落料量之间的关系如图9所示。由图可知,种猪自动精细饲喂系统实际落料量与设定的落料量基本一致,通过大量的试验得知其误差为 ±15%,如果以平常实际最小投料量 500 g 为起点,其最大误差为 ±2%。

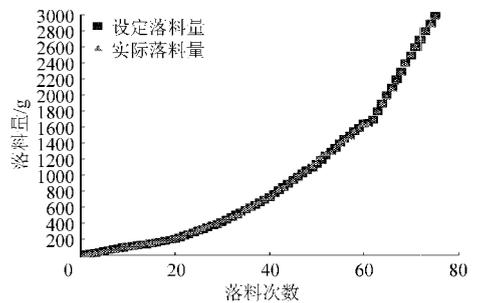


图9 落料量对比图

Fig.9 Comparison graph of blanking amount

### 5 结论

(1) 从软、硬件两个方面实现种猪饲喂系统的自动精细饲喂功能,并增添了实时监控和互动性,便于饲养人员操控;系统本身运行可靠,性能稳定。

(2) 设计了专门用于种猪自动精细饲喂的槽轮式卸料器,为系统精确落料提供了硬件基础。

(3) 系统落料精度可达 ±15%,若以平常实际最小投料量 500 g 为起点,其最大的误差为 ±2%。

## 参 考 文 献

- 1 叶娜,黄川. 荷兰 Velos 智能化母猪饲养管理系统在国内猪场的应用[J]. 养猪,2009(2): 41~42.
- 2 苏希. 商品猪精细养殖生产管理数字化平台的构建与实现[D]. 北京:中国农业科学院,2005.  
Su Xi. The construction and realization of production management digitization platform for precision feeding of commercial pig [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Science, 2005. (in Chinese)
- 3 范永存,张长利,董守田,等. 奶牛精量饲喂系统研究[J]. 农业机械学报,2009,40(增刊): 65~68.  
Fan Yongcun, Zhang Changli, Dong Shoutian, et al. Research on precise feeding system of dairy cattle[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009,40(Supp): 65~68. (in Chinese)
- 4 熊本海,钱平,罗清尧,等. 基于奶牛个体体况的精细饲养方案的设计与实现[J]. 农业工程学报, 2005,21(10):118~123.  
Xiong Benhai, Qian Ping, Luo Qingyao, et al. Design and realization of solution to precision feeding of dairy cattle based on single body status [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2005,21(10):118~123. (in Chinese)
- 5 Nikos Papandroulakis, Papaioannou Dimitris. An automated feeding system for intensive hatcheries [J]. Aquacultural Engineering, 2002,26(1): 13~26.
- 6 Tay M L, Patrick S K Chua, Sim S K, et al. Development of a flexible and programmable parts feeding system [J]. International Journal of Production Economics, 2005,98(2):227~237.
- 7 张扬,蔡春伟,孙建明,等. S7-200 PLC 原理与应用系统设计[M]. 北京:机械工业出版社,2007.
- 8 陈宏勋. 管道物料输送与工程应用[M]. 北京:化学工业出版社,2003.
- 9 倪志江,高振江,蒙贺伟,等. 智能化个体奶牛精确饲喂机设计与实验[J]. 农业机械学报,2009,40(12):205~209.  
Ni Zhijiang, Gao Zhenjiang, Meng Hewei, et al. Design and experiment on intelligent precising feeding machine for single dairy cow[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009,40(12):205~209. (in Chinese)

~~~~~

(上接第 168 页)

## 参 考 文 献

- 1 陶俊勇,陶利民,杨定新. 组合导航系统故障检测技术研究[J]. 国防科技大学学报,2001,23(1):31~35.  
Tao Junyong, Tao Limin, Yang Dingxin. New fault detection method for the integrated navigation system [J]. Journal of National University of Defense Technology, 2001, 23(1):31~35. (in Chinese)
- 2 刘国良,张迎春,强文义,等. 组合导航系统故障检测方法的比较研究[J]. 控制工程,2006,13(2): 117~119.  
Liu Guoliang, Zhang Yingchun, Qiang Wenyi, et al. Comparative research on fault detection methods for integrated navigation system[J]. Control Engineering of China, 2006, 13(2): 117~119. (in Chinese)
- 3 张同双,陈锋,李晓勇,等. 航天测量船 INS/GPS/DVL 组合导航系统容错滤波方法[J]. 中国惯性技术学报,2006, 14(5):21~23.  
Zhang Tongshuang, Chen Feng, Li Xiaoyong, et al. Fault-tolerance filtering of TT&C ship's INS/GPS/DVL integrated navigation [J]. Journal of Chinese Inertial Technology, 2006,14(5):21~23. (in Chinese)
- 4 刘剑慰,姜斌. 基于卡尔曼滤波的 GPS 导航系统故障检测[J]. 东南大学学报:自然科学版,2008, 38(11):46~49.  
Liu Jianwei, Jiang Bin. Fault detection in GPS navigation system based on Kalman filter [J]. Journal of Southeast University: Natural Science Edition, 2008, 38(11):46~49. (in Chinese)
- 5 冯斌. AgGPS132 定位测量技术研究[J]. 农业机械学报, 2002, 33(6):83~85.  
Feng Bin. Study on technology of AgGPS132 positioning measurement [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2002, 33(6):83~85. (in Chinese)
- 6 刘思峰,党耀国,方志耕,等. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京:科学出版社,2004.