

全自动液体饲喂系统的电气控制研究^{*}

沈国强¹, 易志刚¹, 倪 敬¹, 李永明²

(1. 杭州电子科技大学 机械工程学院, 浙江 杭州 310018; 2. 浙江省农业科学院, 浙江 杭州 310021)

摘要:为了实现对一套猪用液体饲喂系统的全自动控制与管理, 采用了由计算机、可编程控制器(PLC)、称重传感器、电磁阀组成的电控系统, 并完成了系统的软件设计。系统通过计算机软件实现了对牲畜记录的管理, 并利用 PLC 通信给 PLC 电控系统提供喂养信息和参数, 由 PLC 控制称重传感器采样并编程控制电磁阀来实现喂养。试验结果表明, 此系统提供的饲养方法能够较好地满足规模为 200 头的猪场的要求。生长肥育猪日增重提高 15% ~ 52%。

关键词:液体饲喂; 电控系统; 可编程控制器; 控制软件

中图分类号:TH13; TP271⁺.4

文献标识码:A

文章编号:1001-4551(2010)06-0061-04

Research of automatic controlling system for liquid feeding device

SHEN Guo-qiang¹, YI Zhi-gang¹, NI Jing¹, LI Yong-ming²

(1. College of Mechanical Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China;

2. Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China)

Abstract: Aiming at realizing automatic controlling a liquid feeding system for pigs, using a electronic controlling system composed by the computer, programmable logic controller(PLC), weighing sensors, and solenoid valves, the software was designed. Computer controlling software of this system can manage livestock records and communicate with the PLC to provide feeding information and parameters for the PLC electrical controlling system, and the PLC system can control weighing sensor to sample and solenoid valve to feed livestock. Test results show that the farming method of this system can meet the requirements of the pig farm of 200 pigs. Daily gain of growing-finishing pig can increase by 15% ~ 52%.

Key words: liquid feeding; electronic controlling system; programmable logic controller(PLC); controlling software

0 引 言

与现行的粉状料和颗粒料相比, 液体饲料有着显著的优越性。液体饲料可以大量使用廉价的液体原料, 大大降低了饲料生产成本, 增进养殖效益; 液体饲料中存在的天然有益菌可降低猪消化道 pH 值, 保障畜产品安全; 液体饲料可降低猪舍小环境中粉尘密度进而减少呼吸道疾病, 液体饲料通过饲料内源酶增进饲料的可消化性, 提高了饲料资源利用率。而且使用液体饲料可方便地实现精确的自动控制, 进一步降低了人工成本^[1-2]。国际上尤其是欧洲养猪业发达国家

已开始大面积推广应用液体饲料, 但是其系统大多不具备良好的扩展性。而国内由于尚无计算机控制的自动化液体饲喂系统设备生产供应, 对新型液体饲料技术的研究与应用也处于空白^[3]。

本研究设计了一个基于 PLC 的电控系统来控制猪用液体饲喂系统, 可以实现饲喂的全过程自动化。并且具有良好的扩展性和稳定性。利用 PLC 的通信模块, 与上位机进行通信; 并且在上位机采用 VB6.0 和 prodave.dll 编写全自动液体养猪系统软件, 实现对相关信息的记录管理并利用 PLC 通信给 PLC 电控系统提供喂养信息和参数。样机实现了对规模为 200 头

的猪舍的全自动液体饲喂。

1 液体饲喂系统主要结构

液体饲喂系统由供料机构、液体饲料混合搅拌机构、喂养系统和管路、猪舍管路、电气控制系统、上位机控制系统等组成。硬件结构详细介绍如下：

(1) 送料结构:各种饲料放在料塔中,系统包含多个料塔。料塔配有电磁阀,打开料塔下的电磁阀,饲料从料塔内进入到传输皮带,经过管道缓慢下落到制作罐中搅拌。送料机构结构示意图如图 1 所示。

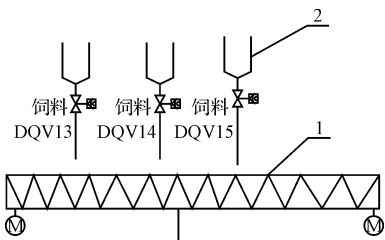


图 1 送料机构结构示意图

1—皮带;2—料塔

(2) 混合搅拌结构:在两个制作罐中各配有一个搅拌电机、称重传感器,传感器信号将进入到 PLC 的模拟输入模块。混合搅拌结构示意图如图 2 所示。

(3) 喂养系统:主要由临时罐、继电器和环形分配器等组成。其中临时罐内配有称重传感器(如图 2 所示)。

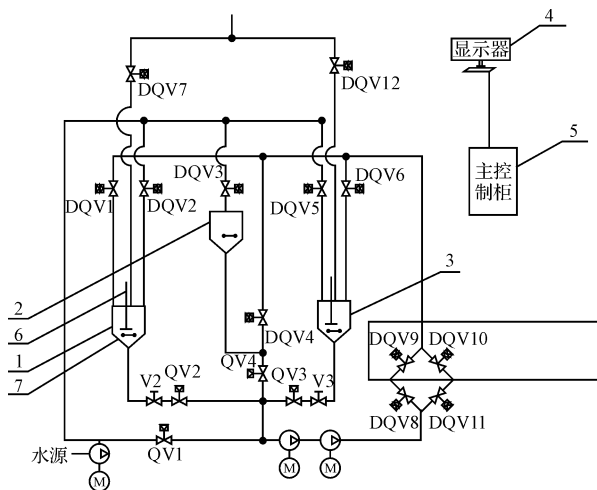


图 2 混合搅拌结构示意图

1—制作罐 1;2—临时罐;3—制作罐 2;4—电脑;5—主控制柜;6—搅拌器;7—称重传感器

(4) 猪舍管路:在每个猪圈中装有一个食槽,电磁阀控制管路是否给食槽供料。猪舍管路结构示意图如图 3 所示。

(5) 电气控制部分:本设备电气控制系统是以工

业上通用的 PLC 为控制核心。它由一个主控制柜和两个从控制柜并结合相应软件、称重传感器及相应的执行元器件对喂养全程作业进行自动控制(如图 2 及图 3 所示)。

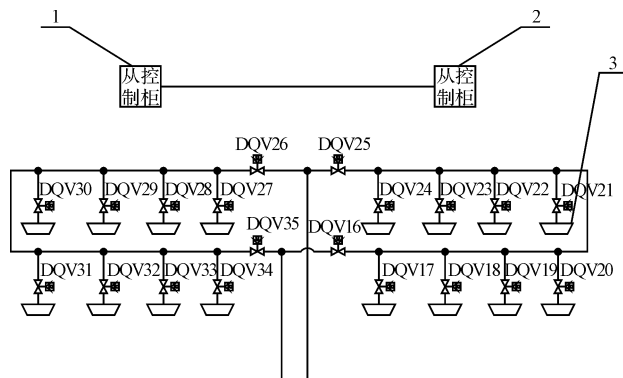


图 3 猪舍管路结构示意图

1—从控制柜 1;2—从控制柜 2;3—猪槽

(6) 上位机控制部分:上位机控制部分主要是在服务器上提供一个人机交互的界面,并且实现上位机和下位机 PLC 的通信(如图 2 所示)。

2 工作原理

系统工作时,操作员从上位机输入喂养信息(包含喂养时间、喂养猪舍编号、饲料编号、饲料质量、配比浓度等)和系统参数,形成一个信息队列,通过通信模块传达至下位机 PLC 接收。下位机启动初始化后,等待上位机命令。读取队列中的一个信息分配给制作罐 1,启动水泵,环形管道以及所需喂养猪舍管路给制作罐 1 进水,由称重传感器称重检测,然后打开相应料阀,将饲料经过皮带传输和缓冲装置倒入制作罐内,由制作罐内称重传感器称重。到规定数值时,关闭料阀。启动制作罐 1 中搅拌电机,搅拌规定时间直至均匀。启动喂料泵经过环形分配器给猪舍供料。喂养的时候逐个打开猪圈的阀门,当称重传感器称重制作罐 1 中的质量即喂养到相应猪圈的饲料量。一次喂养结束后制作罐 1 判断消息队列中是否还有消息,重复上述过程。

在上述过程动作到制作罐 1 进料的同时,判断消息队列读取第 2 个喂养信息给制作罐 2,通过制作罐 2、临时罐、猪舍管路、环形分配器运行类似于上述步骤,完成第 2 次喂养后制作罐 2 判断消息队列中是否还有消息重复上述过程。如此循环直至系统信息队列全部处理结束。系统初始化,进行下一次通信,等待下次喂养命令。

3 自动控制系统

本机自动控制系统主要有系统硬件和软件两部分。控制系统框架如图 4 所示。

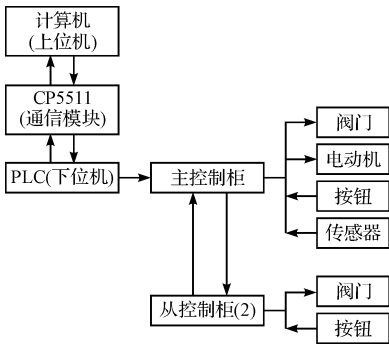


图 4 控制系统结构框图

3.1 硬件的选型和组态

系统主控制柜的核心 PLC 机选用 SIEMENS S7-300 型。其中 CPU 为 315-2DP 型;数字量输入扩展模块 2 块同为 SM321 型,32 点输入;数字量输出扩展模块 2 块同为 SM322,32 点输出;模拟量输入扩展模块为 SM331 型(AI8×12);电源模块 PS307,PLC 与上位机之间的通讯采用 MPI 口;开关电源为输入 120/230 VAC,输出 24 V/5 ADC,称重传感器为 3 个 NHS-A 型,量程为 1 吨;水泵为 DBY50,其通径为 50 mm。环形分配器中电磁水阀的通径为 50 mm。

系统从站选用 SIEMENS ET200 (IM153-1) 通信 CPU,数字量输入扩展模块为 SM321 型;数字量输出扩展模块为 SM331。电源模块为 PS307,与主站通过 DP 口进行通信。主、从控制柜分别如图 5、图 6 所示。

硬件的组态在西门子公司提供的 STEP7 V5.4 上进行。

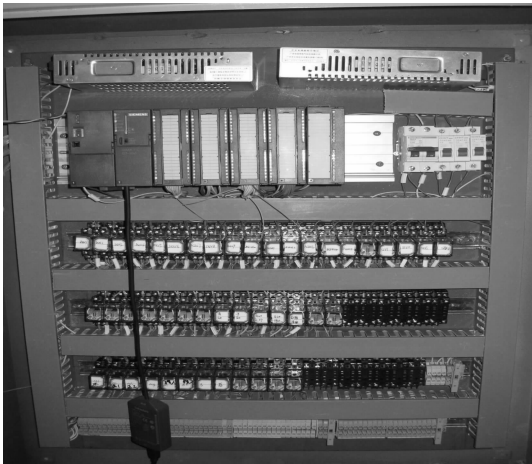


图 5 全自动液体养猪系统主控制柜



图 6 全自动液体养猪系统从控制柜

3.2 软件的设计

控制软件的设计主要分为人机交流软件和系统监控软件两部分。

人机交流软件:该软件采用 VB6.0 编写,主要实现对饲料的记录和选择、猪舍中信息的管理和电控系统的参数设置。它还将根据设置的参数计算出每次喂养的总量以及其他的参数。该系统由主菜单(如图 7 所示)、饲料管理、猪舍管理和系统参数 3 幅界面组成,由命令键调入或退出。每幅界面设置数字输入框、信息输出框、按钮命令等,可将相应的命令、数据输送给 PLC,也从 PLC 读出相应参数或状态信息,以此实现人机交流。软件和 PLC 之间的通信通过程序内嵌 prodave.dll 动态链接库并调用其中的连接、读写、断开函数来实现^[4]。

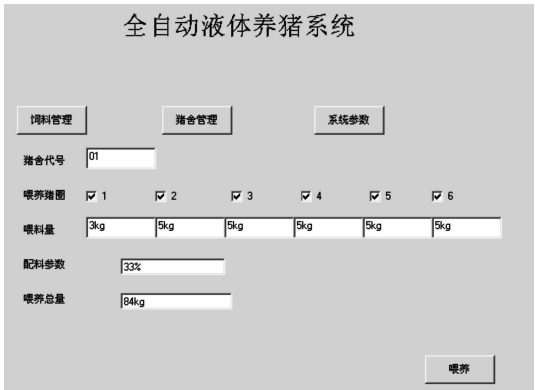


图 7 全自动液体养猪系统主界面

系统监控软件:该软件(程序框图如图 8 所示)是控制系统的核心,在 Step 7-Micro/WIN 编程环境下以梯形图方法在 PC 机上编制,经调试编辑后下载至 PLC 机。实现的主要功能如下:

(1) 软件可实现设备各工作部件根据作业中发生的不同状况而有机组合、按序启闭、协调工作。

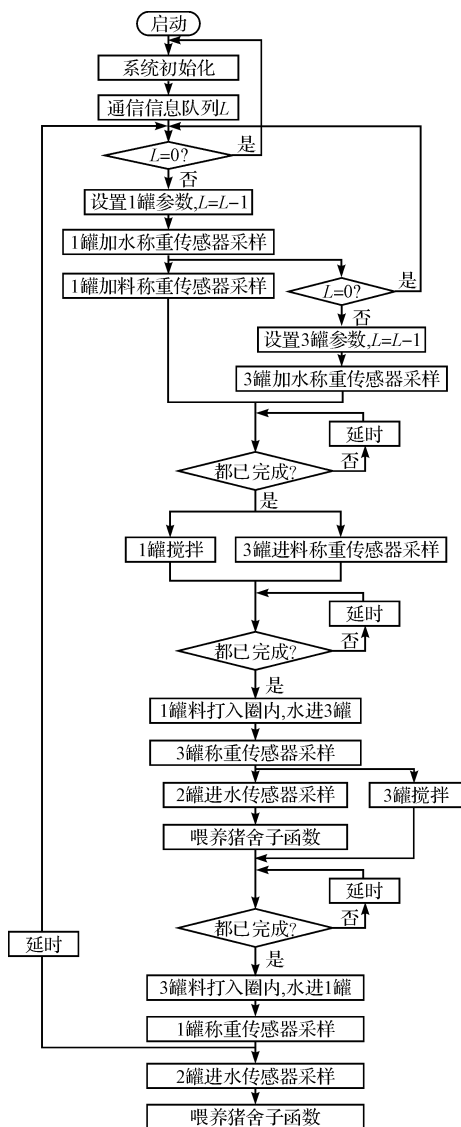


图8 系统监控软件程序框图

(2) 软件设置了上位机的通信程序,能够有序分配接收到的上位机的信息。

(3) 软件设置了多种工作模式用于选择。有手动启动、全自动启动可供选择。有多种喂养供选择。并且软件设计了对于每个执行器的控制。

(4) 考虑到电机开启/关闭的延时等继电器开启/关闭的延时、管道的长短不一、电机的功率不同等因素对精确性的影响,软件可通过上位机中系统参数进行调整,易于现场调试和测量。

(5) 软件针对故障(如无料、无液、堵料、电源故障、电机参数设置不合理等)采取报警或最终中止全部工作等方式处理,保障人身、设备安全与作业效果。并针对料位、堵料、等传感器不同功用编制了相应的软件模块。

(6) 软件设置了扩展选项,方便用户增加规模。

4 抗干扰措施

由于设计的全自动液体饲喂系统,结构复杂、电磁环境恶劣、电压不稳定,此外,有些设备会成为严重的干扰源。如不采取措施,将造成 PLC 系统程序的失控,影响正常的作业。为此,在硬、软件上都采取了抗干扰措施,主要有:

(1) PLC 机采用独立的开关电源,且其 PE 点良好接地;

(2) 接触器主触点跨接压敏电阻,消除电源冲击电压与电火花对弱电的影响^[5-6];

(3) 强电、弱电采用分开走线,间距 15 cm 以上;

(4) 各传感器的信号读取后,采用在延时数秒内持续存在方予确认的方式,以剔除偶尔的干扰可能造成的数据误读,故而在软件中设置了堵塞延时、有料延时、无料延时等参数项。

5 结束语

本研究探讨了以下内容:

(1) 研究了利用全自动液体饲喂系统的主从控制柜。

(2) 研究了利用 PLC、控制电磁阀、按钮开关等组成的系统的控制方法的设计。

(3) 研究了通过上位机计算机管理 PLC 和猪舍的控制算法。

(4) 研制了全自动液体饲喂系统,样机使得生长肥育猪日增重提高 15% ~ 52%。

试验结果表明,此系统提供的饲养方法能够较好地满足规模为 200 头的猪场的要求。

参考文献(References):

- [1] GADD J. The pipeline pig—feeding revolution[J]. *The Pig Pen*, 1998, 4(4): 1 - 8.
- [2] 邓 波,徐子伟,李永明,等. 液体饲料在养猪生产中的应用[J]. *粮食与饲料工业*, 2003(3): 28 - 32.
- [3] 马京汉,程存仁,王 影,等. 集约化猪场液体饲料自动饲喂系统研究[J]. *农业工程学报*, 2006(S2): 15 - 21.
- [4] Siemens Inc. . Simatic S7 Prodave S7 Manual[M]. Siemens Inc. , 2003.
- [5] 谢焕雄,高刚华. 种子丸化机自动控制系统[J]. *农业机械学报*, 2003(4): 147 - 149.
- [6] 李文雄,陆俭国. 交流接触器的可靠性技术[J]. *低压电器*, 2005(8): 3 - 5.