

智能给料控制器的设计与实现

Design and implementation of Intelligent Network Feeder

(华中科技大学图像识别与人工智能研究所, 湖北 武汉 430074)

齐文新, 熊 涛, 谢 军



齐文新 (1968 -)

男, 福建三明人, 博士, 现就职于华中科技大学图像识别与人工智能研究所图像信息处理与智能控制教育部重点实验室, 任硕士生导师, 主要研究方向为计算机控制、计算机网络、GPRS 移动数据通讯、智能仪器、数据采集与传感器。

收稿日期: 2006 - 03 - 06

摘要: 介绍了一种基于 C8051F020 单片机、线性可变差动变送器技术、PID 调速技术和现场总线技术的网络式智能给料控制器的设计与实现。

关键词: 智能仪表; 流量控制; 单片机; 网络化

Abstract: This paper introduces the design and implementation of the intelligent feeder based on the C8051F020 MCU, LVDT technology, speed control technology upon step motor and field bus technology.

Key words: Intelligent instrument; Flow control; MCU; Networking

1 引言

颗粒精细饲料的品质在养殖业中占有极其重要的地位。而决定精细饲料品质的一个重要环节是饲料中各种预加工原料的配比, 尤其是在需要添加微量元素的场合。各种预加工原料的配比包括称重和加料两步, 简称为给料过程。目前, 国内在精细饲料给料方式上有人工给料和微机自动给料两种。人工用衡器称重给料方式效率低下, 不适合现代化生产; 而自动给料方式则完全依靠进口设备, 成本高且操作极其复杂, 维护困难。为实现给料控制的智能化, 摆脱对国外技术的依赖, 笔者在充分研究了国内颗粒料加工市场具体需求的基础上, 开发研制了网络式智能给料控制器, 操作简单易维护, 不仅可进行现场给料控制, 而且可通过网络完成远程网络给料。

就自动给料方式来讲, 固态原料以流体方式加入机械设备 (如图 1 所示), 给料控制需要完成实时称重和动态控制流量的工作。国内目前有四种称重方式, 笔者研发的智能给料控制仪基于动量称重原理, 在 0.4-20t/h 的流量范围可使实际动态流量控制精度达到 0.5%。

2 智能给料控制系统工作原理

该系统可用于检测和控制粉料或颗粒料的流量。从结构上讲, 该系统由一次仪表和二次仪表以及上位机 (可选) 三部分构成。

一次仪表由送料滑道、活动仓门、步进电机、位移传动检测装置四部分构成。欲加工粉料从一次仪表的进料口流入, 进料口处有一个由步进电机控制的活动仓门。二次仪表通过控制该仓门的开合位置来控制粉料的实时流量。根据动量学原理, 当物体从高度为 h 处自由下落时, 对检测装置的冲击力与进料口粉料的瞬时流量成正比。机械检测部分将该力分解为水平分力 F 和垂直分力 F_1 (如图 1 所示), F_1 由一次仪表自身吸收, F 则由位移传动机械装置传送给线性可变差动变送器 (LVDT), LVDT 由此产生相应的位移 d 。用数学模型表示为:

$$F = K_1 \times d \quad (1)$$

二次仪表为基于 C8051F020 高速 SOC 单片机的智能仪表。该仪表把从一次仪表采集到的 LVDT 信号进行滤波、变换、A/D 转换等处理后, 由内置于仪表的经验公式计算出瞬时流量 f_i 。将 f_i 与时间 t_i 做乘积并累加便得到所送粉料总的流量 Q , 最终可得到 Q 与瞬时位移 d_i 和时间 t_i 的关系。经验公式表示为:

$$F = K_2 \times f_i \quad (K_2 \text{ 为经验值}) \quad (2)$$

$$\text{仪表换算公式为: } f_i = K \times d_i \quad (3)$$

$$\text{流量计算式为: } Q = f_i \times t_i \quad (4)$$

$$\text{由以上各式得: } Q = K \times d_i \times t_i \quad (5)$$

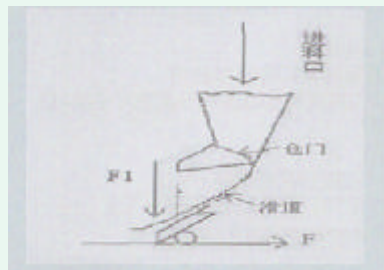


图1 测量原理图

二次仪表将检测到的Q值与设定的流量值(该流量值可由两种方式得到:在仪表上手动设定、由上位机远程设定)进行比较,然后以PID方式控制步进电机动作,进而控制一次仪表进口口仓门的位置,最终达到动态控制粉料流量的目的。式(5)简要的表达出系统实际上通过动态控制 d_i 达到控制给料流量的目的。

二次仪表是整个控制系统的核心,本文将主要介绍该部分的软硬件开发。

上述功能由图2所示。



图2 系统功能框图

3 系统硬件设计

二次仪表是以Cygna1 C8051F020为核心的单片机系统。仪表系统硬件框图如图3所示。按功能将系统细分为7个部分:

MCU模块; 人机交互模块; 流量检测模块; 步进电机控制模块; 数字量输入输出及继电器输出模块; 通信模块; 电源模块。

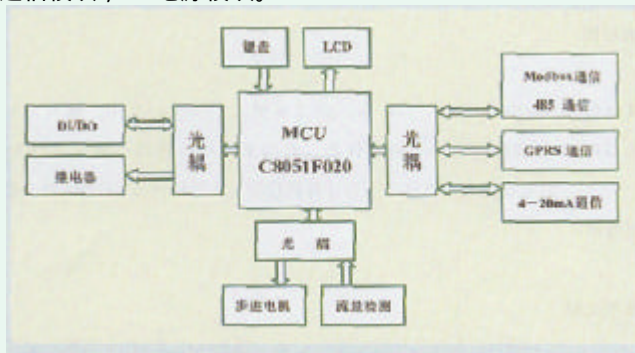


图3 控制仪表硬件框图

3.1 MCU模块

MCU的选型是整个系统的关键。就本仪表而言,我需要ADC用于流量检测,DAC用于4-20mA通信,33路通用IO口用于继电器控制、数字量输入输出、步进电机控制,需要扩展键盘液晶用于人机交互,需要UART用于实现多种通信方式,此外,系统的复杂性决定了需要大容量的ROM和SRAM,而C8051F020具有的以下优点使得笔者仅需扩展少量外围芯片便可完成系统的功能:

大容量存储器 - 64KB FLASH, 4352B SRAM; 集成了ADC和DAC - 8通道12位ADC, 2通道12位DAC; 大量I/O口 - 64个可用I/O端口; 双串口; 指令集同MCS51系列兼容; 低功耗 - 内核3.3V供电, I/O端口兼容5V; 调试方便 - 片内JTAG调试。

3.2 人机交互模块

扩展4×28位键盘和192×64图形点阵液晶。在中文菜单式界面下,用户可通过键盘完成各种参数设置及修改。

3.3 流量检测模块

流量检测部分电路框图如图4所示:

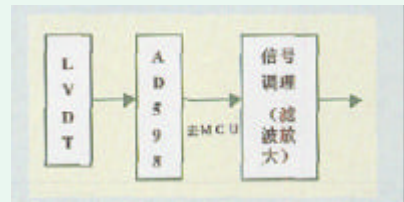


图4 固体粉料流量信号采集电路结构框图

位移传感器选用MSI公司的Schaevitz LVDT,线性度为0.25%。AD598将LVDT输出的交流电压信号转化为±1.25V的直流电压信号,然后经信号调理电路送入C8051F020的内部12位ADC进行AD转换。

3.4 步进电机控制模块

笔者将步进电机驱动电路模块化封装外置于仪表,仅把必要的接口预留与MCU相连。该驱动器采用64细分方式驱动步进电机,驱动器内部采用两相四拍方式控制步进电机的转动,使步进电机工作时震动更小。步进脉冲频率可高至100kHz。

3.5 数字量输入输出及继电器输出模块

仪表有8路数字量输入,4路数字量输出,4路继电器输出,共16路I/O信号用于反映系统运行的情况,每路信号均连有LED灯用于指示。操作人员根据这16个LED灯可基本判断仪表的运行状况。

3.6 通信模块

工业现场总线的普及要求仪表有符合一种或是多种工业总线标准的接口。根据国内饲料加工业工业现场总线使用情况,笔者对仪表配置了3种通信模式:4-20mA通信方式、485通信方式、Modbus通信方式,此外还用C8051F020的第二个串口扩展出标准RS232接口,使得仪表可配合GPRS模块实现GPRS无线通信方式。上位机(PC机/PLC等)可选用合适的通信方式完成与控制仪表的通信,实现对仪表的远程控制与网络控制。

3.7 电源模块

在整个给料控制系统中,出于隔离和功耗的考虑,将电源细分为CPU小系统电源、外围传感器及控制电路电源、步进电机电源三部分,外部电源可宽压输入,范围为AC220V±30%。在具体实现上笔者突破传统只用单一线性电源的做法,在系统中采用线性电源和开关电源配合使用的方法取长补短,为电源的纹波和效率找到一个平衡点。

4 系统软件设计

系统软件按照嵌入式前后台系统软件设计思想编制。笔者在软件分层的基础上进行模块化编程,首先将软件分为驱动层和功能层两层,然后驱动层按模块分为键盘液晶驱动及其它硬件初始化,功能层则划分为人机界面模块、数据采集模块、故障处理模块、步进电机PID控制模块、通信模块等部分。具体算法实现如图5所示。

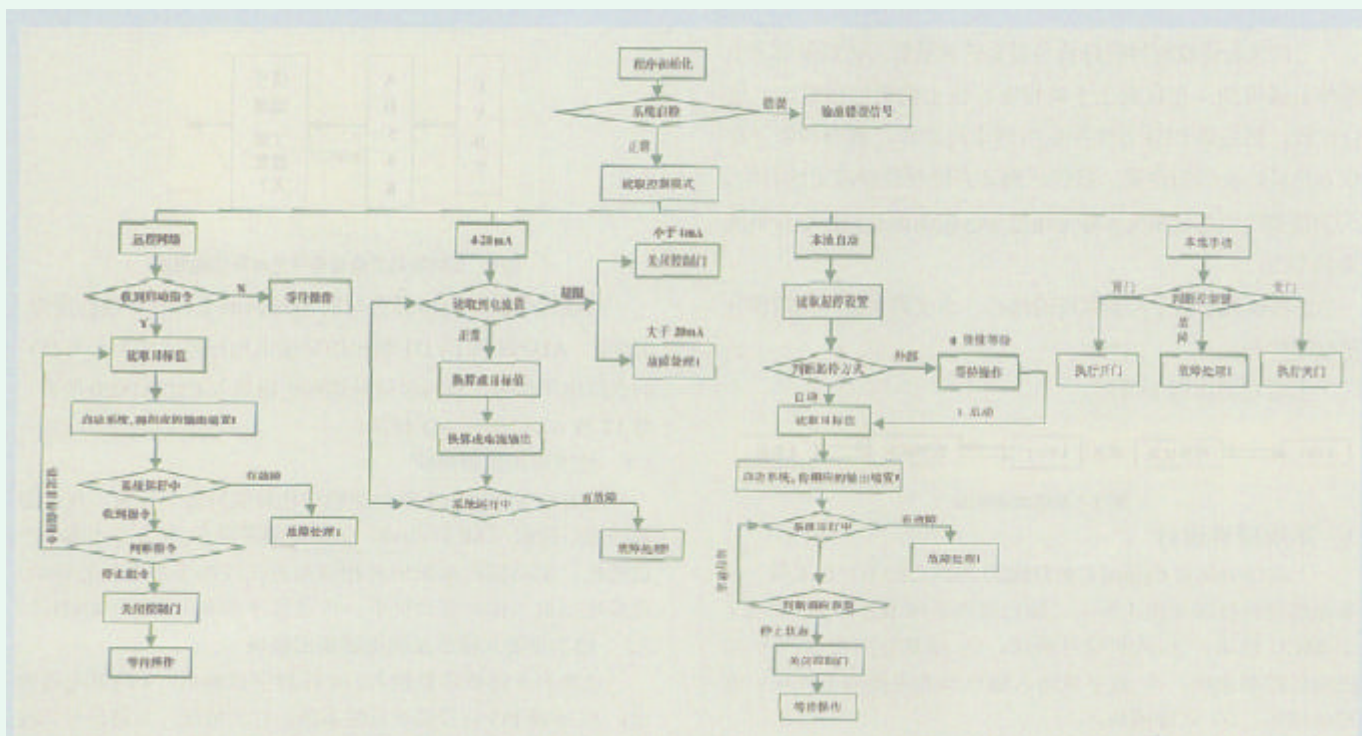


图5 系统软件流程图

仪表使用图形液晶和键盘作为人机交互结构,软件界面使用下拉式菜单结构,有三级菜单。一级菜单有十项,该级菜单指明了系统的功能;二级菜单为一级菜单的拓展,对一级菜单的每项功能做具体描述;三级菜单为二级菜单的各项所对应的参数,在此级菜单中可设定系统的各项参数。

仪表中内置了多条笔者在实际生产中得出的流量与位移的经验曲线,不同材质的固体粉料对应不同的曲线。此外,考虑到现场情况的差别,笔者提供了用标定的方式对经验曲线进行修正,该标定的主要思想在于,在现场用标准砝码静态测试得出测试曲线存于单片机内部FlashROM中,控制仪表将该曲线和仪表内置曲线进行比较修正,进一步提高了控制方法的适应性。

5 结语

该控制器开发完成后,已投入山东某饲料加工厂测试运行达一月,目前系统控制的流量范围为0-20t/h,动态控制精度为0.5%,可以满足当前精细饲料尤其是预混料加工应用,达到原定设计目标。虽然该控制器目前仅应用于饲料加工业,实际上所有符合流量控制范围及精度要求的固体粉料的给料控制均可使用本控制器,应用前景巨大。

其他作者:熊涛(1982-),男,湖北襄樊人,硕士研究生,研究方向为GPRS移动数据通讯、智能仪器、数据采集与传感器;谢军(1979-),男,湖北宜昌人,研究方向为计算机控制、计算机网络、GPRS移动数据通讯。

参考文献

- [1] 童长飞. C8051F系列单片机开发与C语言编程[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005.
- [2] 周玉涛,盛斌,等. 基于新型LVDT信号处理芯片-AD598的传感器信号检测电路的设计. 电子技术应用[J]. 1998(10): 63-65.
- [3] 中国规约网. <http://www.chinaprotocol.com>.
- [4] 赵望达,彭柏义. 智能固体流量计. 仪表与传感器[J]. 2001(9): 64-65.
- [5] CYGNAL. C8051F02x Family Datasheet R1. 1, 2002.1.

编号:060318