

文章编号: 1009-8119 (2007) 10-0035-03

基于 ATmega128 的智能阀门 电动装置控制器的设计

刘 铮 夏继强 邢春香

(北京航空航天大学机械工程及自动化学院, 北京 100083)

摘 要 针对当前国内阀门电动装置控制器自动化水平不高的现状, 提出了以 AVR 单片机 ATmega128 为核心控制单元的智能化阀门电动装置控制器的设计方案; 详细阐述了该控制器系统总体结构和主要硬件及接口设计, 对其软件设计和抗干扰措施也进行了扼要的介绍; 结合实际运行的情况说明了该方案的正确和可行。

关键词 ATmega128, 阀门电动装置, 控制器

The Design of Intelligent Valve Actuator Controller Based on ATmega128

Liu Zheng Xia Jiqiang Xing Chunxiang

(School of Mechanical Engineering and Automation, Beihang University, Beijing 100083)

Abstract For the state-of-art of the lower level of valve actuator controller, the design scheme of an intelligent valve actuator controller based on ATmega128 is proposed in this paper. The architecture and main hardware and interface of the controller system are represented in detail. Furthermore, the software and anti-interference measures are described briefly.

Eventually, the practical operational aspect confirms the correctness and feasibility of the scheme.

Keywords ATmega128, Valve actuator, Controller

<http://www.BDTIC.com/Tech>

1 引言

阀门电动装置, 又称阀门电动执行机构, 是驱动和控制阀门的重要装置。它主要由电动机、传动执行机构和控制器三部分组成。其中, 控制器是在电动机和机械传动执行机构基础上开发的控制系统, 接受用户的控制指令, 控制电动机正转或反转从而带动传动执行机构实现开关阀门的操作。目前, 国内普遍使用的传统阀门电动装置控制器功能单一, 接线和操作复杂, 安全性差, 精度低, 已无法满足日益提高的自动化应用要求。

单片机技术和电子技术的发展为开发智能阀门电动装置控制器、弥补传统电动装置控制器的不足提供了条件。本文介绍了一种以 AVR 单片机 ATmega128 为核心控制单元的智能阀门电动装置控制器的设计及实现。由于单片机的引入, 该智能控制器与传统控制器相比, 具有更高的控制精度, 并可对电动装置工作状态进行更为全面的监控和保护, 提供人性化的人机交互界面, 配置灵活的联动触点及数字通信功能, 从而满足了阀门电动装置智能化的要求。

2 控制器系统总体结构

阀门电动装置及其控制器系统的结构如图1所示。在应用中, 阀门电动装置的主要任务就是对阀门在行程(即阀位开度)和转矩(即阀门承受力矩)两个方面进行监控, 本设计在对阀门行程的监控上, 用光电式编码器替代传统

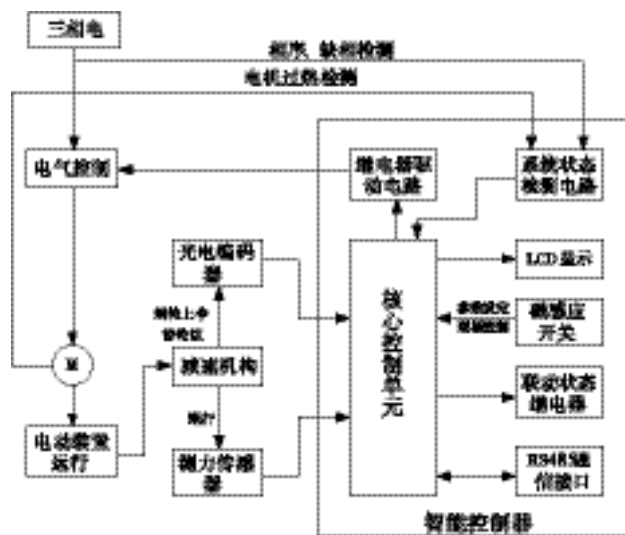


图1 阀门电动装置与智能控制器系统框图

的限位开关, 其输出码值为指示当前位置的数字量。与阀门开度一一对应, 且掉电不会改变; 在阀门转矩的监控上, 用压力传感器替代蝶形弹簧, 其输出为 4mA-20mA 的电流模拟量, 经过接口电路后接入单片机的内部 A/D 输入引脚。这种控制手段改变了以前对这两个重要参数单一的开关量控制, 实现了对阀门运转状态采集的数字化, 为引入单片机

处理提供了条件，并达到更高的控制精度。

整个控制器系统以电路板组的形式固定于电动装置控制箱内部，除了与绝对值编码器和压力传感器的接口外，主要由图1中右下方所示7个模块组成：单片机ATmega128作为核心控制单元，协调整个系统各个模块的工作；继电器驱动电路使得单片机I/O口驱动继电器来控制交流接触器实现开关阀门的操作；系统状态检测电路把开关量信号提供给单片机，以使其判断是否有电源缺相、相序错误、控制回路熔断器报警及电机线圈过热等错误和故障发生；LCD以I/O口模拟读写时序方式与单片机连接，在设置状态下提供人机交互界面，使用户进行相应参数的选择，在操作状态下实时更新阀门0~100%的开度，并提供状态报警信息；磁感应开关共有6个，与单片机I/O口连接，单片机采集其开关量的组合信息，以执行相应的设置和操作。之所以选用磁感应开关主要是因为通过磁感应开关来感应电动装置箱体（铝制）外部嵌入磁钢的操作旋钮，能够实现箱体内外电气上的完全隔离，从而具有更高的安全性；联动状态继电器也是由单片机I/O口通过继电器驱动电路驱动的继电器，它按照用户预先对其进行的设定在电动装置出现设定的状态时进行相应的触点翻转（常闭、常开间状态切换），以方便用户实现与其它系统的联动功能；该控制器提供RS485通信接口，能够实现数字化的远程操作和网络控制。

3 控制系统主要硬件及接口设计

以下主要对所选单片机进行简介，并着重介绍单片机与光电编码器和压力传感器的接口设计及对220V电路信号采集的原理。

3.1 单片机ATmega128简介

ATmega128是ATMEL公司8位RISC结构的高端单片机，它采用大型快速存取寄存器组、快速单周期指令系统及单级流水线等先进技术，使其具有高达1MIPS/MHz的高速运行处理能力。其片内资源丰富：128K字节的系统内可编程Flash（具有在写的过程中还可以读的能力，即RWW）、4K字节的EEPROM、4K字节的SRAM、53个通用I/O口线、32个通用工作寄存器、实时时钟RTC、4个灵活的具有比较模式和PWM功能的定时器/计数器（T/C）、两个USART、面向字节的两线接口TWI、8通道10位ADC（具有可选的可编程增益）、具有片内振荡器的可编程看门狗定时器、SPI串行端口、与IEEE1149.1规范兼容的JTAG测试接口，以及6种可以通过软件选择的省电模式。

ATmega128的上述特点使其不需要系统扩展就完全能满足控制器系统的要求。本设计中选用16MHz晶振，使单片机处理速度达到最大。

3.2 单片机与光电编码器的接口

本设计所选用光电编码器的输出接口为SSI（同步串行接口），该标准为两路信号，一路接收主控者（单片机）发出的时钟脉冲；另一路则在该脉冲的控制下，将位置码从最高有效位开始同步传输，在电气上这两路信号符合RS422

标准，即每一路为两线制的差分信号。

如图2所示，对于SSI信号，当完整的数据字传输的控制周期没有传输时，时钟线和数据线都为高电平。在时钟信号的第一个下降沿，编码器的当前位置值被储存，在随后的时钟上升沿储存的数据被送出。一个完整的数据字传送完成后，数据线保持一段时间（ t_3 ）的低电平，直到编码器准备好（被查询）下一个值。如果在 t_3 期间接收到时钟的下降沿，相同的值被再次发送；如果时钟线保持高电平的时间长于 t_3 周期，数据输出将会中断。在这种情况下，在下一个时钟信号的下降沿，新的位置值被储存，并在随后的时钟上升沿被送出。

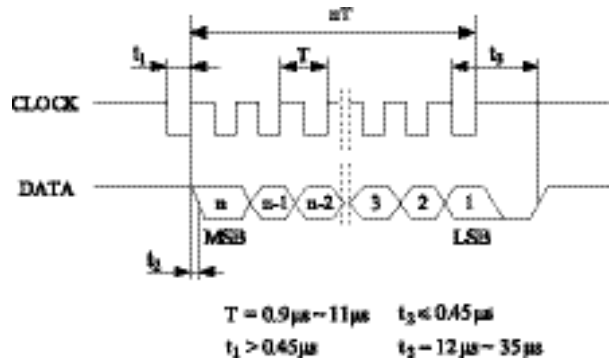


图2 SSI信号时序

设计中选用了Maxim公司的RS422与TTL电平转换芯片MAX490，实现了编码器与单片机I/O的连接，通过编程使用I/O口模拟SSI时序完成两者的通信。

读取n位SSI编码器输出数据的C语言代码如下：

```

unsigned long data = 0;  // 先把数据清零
SET_CLOCK;             // 置时钟为高电平
for (i=0; i<32; i++)
{
    CLR_CLOCK;         // 置时钟为低电平
    delay_nus (10);   // 延迟10μs
    SET_CLOCK;        // 置时钟为高电平
    data = data<<1;
    data = data+DATA; // DATA为SSI的输出
    delay_nus (10);   // 延迟10μs
};
    
```

3.3 单片机与压力传感器的接口

压力传感器的输出为4mA~20mA电流环，图3中利用精密电阻将电流信号转换成模拟电压信号接入单片机的内部AD转换引脚，图中电容的作用是滤除高频干扰，稳压管提供过压保护。

3.4 对交流220V信号的处理

系统状态检测电路中，对三相电源缺相、控制回路熔断器报警和电机过热等故障的判断，都是通过判断220V交流信号的通断来实现的，利用半波整流、光电隔离和单稳

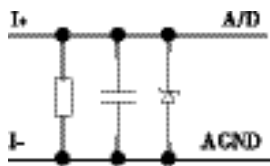


图3 压力传感器与单片机接口

态触发三个环节, 可将220V交流信号的有通断变换成“1”和“0”逻辑电平输入单片机I/O。

交流220V的信号经过二极管进行半波整流, 由于交流信号的特点, 即使是在220V交流电一直存在的情况下, 发光二极管也不是常亮的, 经过整流隔离电路后成为5V的断续信号, 经过滤波后的信号作为单稳态多谐振荡器的输入, 单稳态多谐振荡器选用4098。该器件的工作方式是可再触发方式, 只要在输出脉冲宽度的时间内再一次触发, 输出信号的状态保持不变; 如果在这一时间段内未曾触发, 则状态发生改变, 其每次触发可输出的脉冲宽度Tx是由外部的R和C决定的, 计算公式如下:

$$T_x = 0.5RC \quad (\text{其中} C \geq 0.01\mu\text{F})$$

并且外部引脚有上升沿触发端子和下降沿触发端子, 在本设计用到的电路为上升沿触发。信号经过单稳态多谐振荡器后送给单片机的I/O口。图4将输入的交流信号、单稳态多谐振荡器的输入脚A、输出脚O三个信号的波形进行了比较。

在图4(a)中, 交流220V信号从t时刻起有三个正弦波, 然后停止正弦波的给定波形, 图4(b)中给出了经过隔离滤波后的直流信号, 进入单稳多谐振荡器的上升沿触发端A脚的波形, 图4(c)给出了上升沿触发端的信号变化对输出O脚的影响。在前三个周期内由于是可再触发方式, 因此, 第三个脉冲的上升沿后不再有上升沿仍然可以保持Tx, 然后才变为低电平。

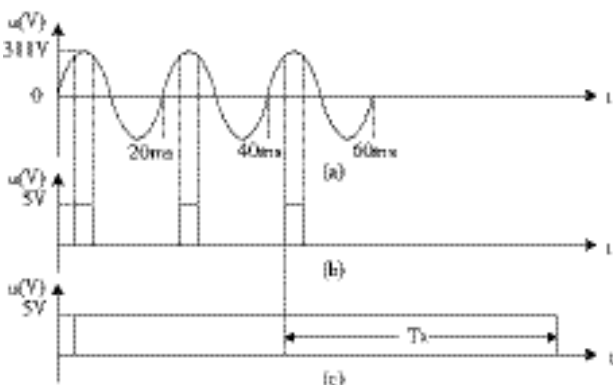


图4 三点信号波形比较

4 控制器系统软件设计

在本设计中采用C语言进行程序设计, 利用了模块化设计的思想, 把整个程序根据图1描述的系统结构分成行程检测、转矩检测、电机驱动、状态故障检测、LCD驱动、开关输入检测、联动状态继电器驱动、远程通信八个模块, 每个

模块均由若干个相关的功能函数组成, 程序运行中根据相应的操作调用功能函数, 这样可增强程序的可读性和可移植性。

整个程序的运行可分成系统初始化和循环监控两个阶段: 系统初始化完成对各个模块硬件设备的初始化和EEPROM中系统参数的读取工作, 使系统进入就绪状态; 循环监控阶段则进入控制循环, 根据外部的操作和状态监控做出相应的动作。由于ATmega128具有8个外部中断源, 故上述几个状态故障检测功能均可通过外部中断实现, 这样既保证了故障响应的迅速性, 也节省了主程序的时间开销。主程序的简要流程如图5。

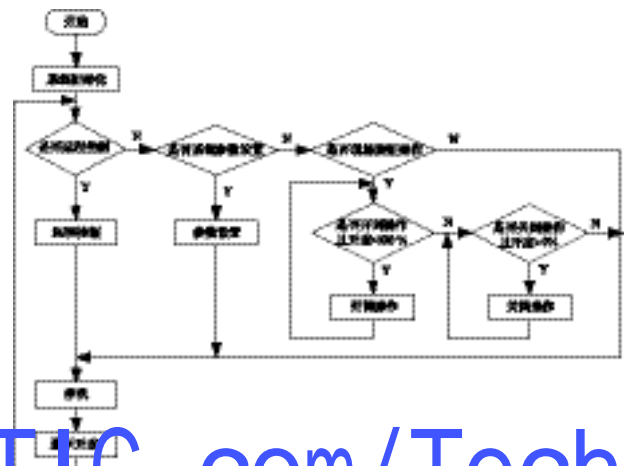


图5 主程序简要流程

5 控制器系统的抗干扰措施

由于阀门电动装置不可避免地会用在环境恶劣的条件下, 工作现场干扰比较严重, 所以应采取必要的软硬件措施, 避免和减少各种不良因素对它的影响和损害, 保证其可靠、稳定的运行。

硬件方面, 电路板上各芯片的电源入口处都利用电容退耦; 数字和模拟电源利用磁珠隔离; 通过两块电路板摆放元器件实现强弱电的分离; 交流接触器动作时产生火花, 利用RC电路加以吸收。

软件方面, 对于传感器数据的采集进行数字滤波, 即去大小极值取平均数法; 重复检测输入口的开关量信号; 对写入EEPROM中的系统参数进行冗余保存; 使用片内“看门狗”。

6 结束语

本智能阀门电动装置控制器已完成设计并经过调试试验, 运行良好, 达到了预期的效果, 证明了系统设计方案的正确和可行。

参考文献

- 刘欣等. 智能化阀门电动装置的开发. 自动化与仪表, 1998; 6
- 马潮. 高档8位单片机ATmega128原理与开发应用指南(上). 北京: 北京航空航天大学出版社, 2004
- 相田泰志 [日]. CMOS器件手册. 北京: 清华大学出版社, 1997