

单片机控制的数字比例阀系统

蒋 少 茵

(华侨大学机电工程系, 泉州 362011)

摘要 介绍单片机在数字比例阀控制系统中的应用, 包括系统的工作原理、组成, 系统的硬件、软件设计. 利用步进电机做 D/A 转换器, 用增量方式对液压阀的压力流量进行控制, 使之具有灵活性、可靠性、价格低廉、抗污力强、重复性好、工作稳定和功耗小等优点. 该系统具有广泛的实用性.

关键词 数字比例阀, 步进电机, 单片机

中图分类号 TH 137.52; TP 368.1; TP 271⁺.31

文献标识码 A

用数字信息直接控制的阀称为电液数字控制阀, 简称数字阀. 它将计算机技术和液压技术紧密结合, 用计算机对电液控制系统进行实时控制, 更发挥了液压控制技术的优越性. 数字阀可直接与计算机接口, 不需要 D/A 转换器. 与伺服阀、比例阀相比, 它具有结构简单, 价格低廉, 抗污力强, 重复性好, 工作稳定可靠和功耗小等优点. 在微机实时控制的电液系统中, 它部分取代了比例阀或伺服阀的工作, 是液压控制技术发展的一个趋向.

1 基本原理

1.1 增量式数字阀控制原理

数字比例阀是由比例阀阀芯和步进电机轴相连接构成^[1]. 流量由阀芯的位置决定, 改变步进电机轴的转角, 也就改变了阀芯的位置, 从而控制流量. 电液控制系统中最普遍的信号是连续变化的电压或电流, 对计算机来说, 其信号为数字信号. 数字阀利用步进电机做 D/A 转换器, 实现计算机对液压系统的控制. 控制的方法有多种, 如脉宽调制 PWM, 脉频调制 PFM 和脉数调制 PNM 等. 我们采用脉数调制的增量式控制, 即利用步进电机作为电-机械转换器的阀. 在脉数调制信号的基础上, 增加或减少前一采样周期的步数决定阀芯的位置. 这种在原有参数的基础上增加或减少一些步数以达到控制目的的方法称为增量法. 用这种方法控制的阀称为增量式数字阀. 因此根据步进电机原有的位置 and 实际走的步数, 便得到阀的开度, 计算机可按此要求控制液压输出. 此外, 改变脉冲序列的频率, 即可改变电机的速率, 也就控制了阀到达一定开度所需的时间. 脉冲序列与液压输出的关系见图 1 所示. 图中 Q 表示液压输出, CP 表示脉冲序列.

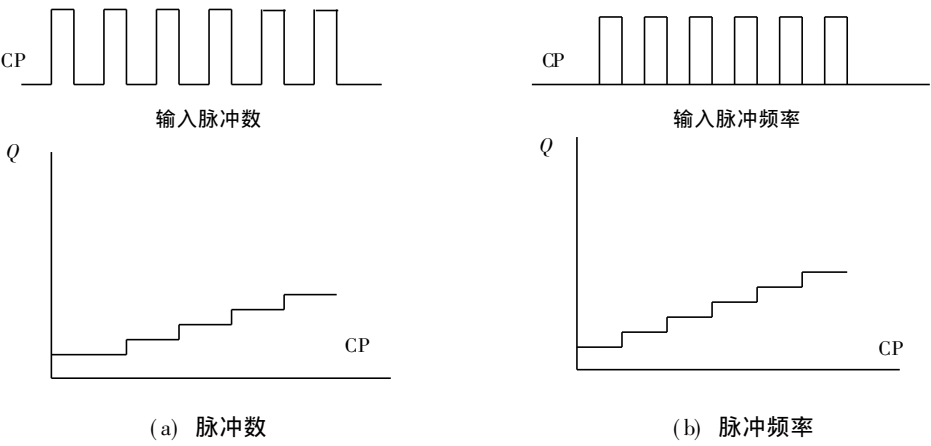


图1 脉冲序列与液压输出的关系

1. 2 增量式数字阀控制系统

图 2 为增量式数字阀控制系统的方框图 . PC 机发出的脉冲序列 , 经驱动电源放大后 , 使

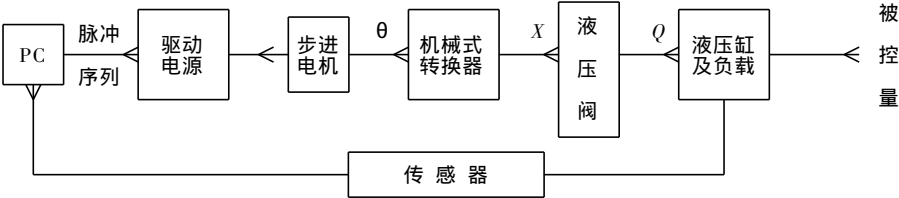


图1 系统方框图

步进电机按信号动作 . 每个脉冲使电机转过一个步距角 . 电机转动时 , 通过滚珠丝杆等机构使旋转角度 $\Delta\theta$ 转换成位移量 ΔX , 带动节流阀阀芯移动 , 阀口开启 . 电机转一定的步数 , 则阀芯开启一定的开度 , 可控制相应的流量 . 这种阀是开环控制 , 但装有单独的零位传感器 . 在每个控制周期终了 , 阀芯由零位传感器控制回到零位 . 这样就保证了每个工作周期都在相同的位置开始 , 使阀的重复精度比较高 .

2 系统设计

2. 1 驱动电源的设计

PC 机发出的脉冲序列 , 需经一定的功率放大才能带动步进电机等负载工作^[1] . 功放除放大信号外 , 还要求尽可能减少通、断过程的时间 . 由于电机是感性负载 , 必定带来时间的滞后问题 . 因此必须考虑两个问题 : (1) 保护管子不受电流切断时 , 由于电感引起的尖峰信号冲击 ; (2) 减少感性负载的切换响应时间 . 因为它对数字阀的动态性能影响较大 , 需将功放电路设计为双电压驱动电源 , 如图 3 所示 . 在绕组内 , 用高电压使电流达到峰值 . 在达到额定电流或设定的时间后 , 切断高压 , 接入低压 . 这种方法效率高 , 性能好 . 当三极管 T_1 、 T_2 都导通时 , 电机绕组接高电压 , 在电流达到一定值后 T_2 截止 , T_1 导通 , 低压供电 . T_1 一直保持稳定导通 , 到断相时才截止 .

图 4 为电源电压检测电路 , 用于检测电源的电压状态 . 电压检测的目的 : (1) 接通电源时 , 只有电压上升到设定的最小允许工作电压时 , 控制器方可进入正常工作状态 ; (2) 当电源断开 ,

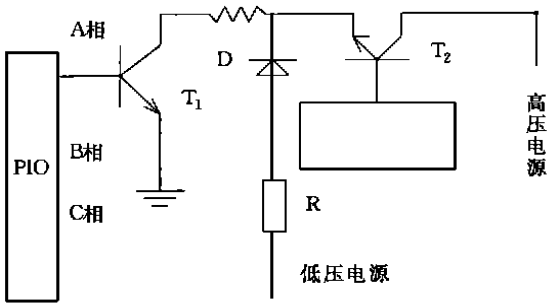


图3 功放电路

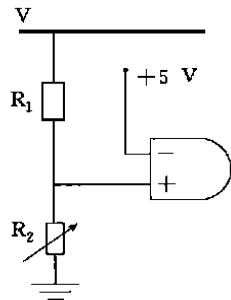


图4 电源电压检测电路

或电源电压波动使电压下降到设定的最小允许工作电压时,控制板应发出控制信号控制步进电机回工作零位,该零位对应的往往是阀的安全工作状态,通过可变电阻 R_2 可以改变最小允许工作电压的大小。

2.2 微机系统的设计

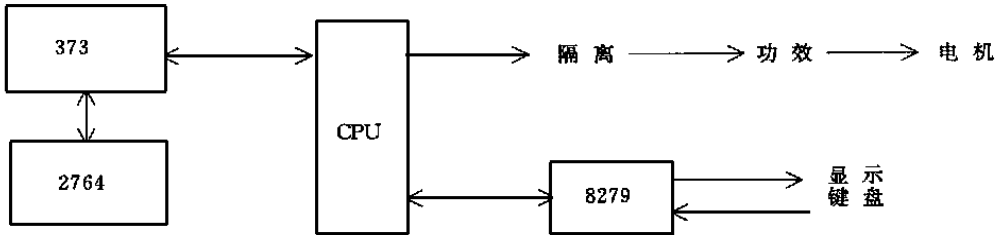


图5 系统硬件原理

2.2.1 硬件设计 系统硬件原理如图5示^[6]。采用8098单片机最小系统结构,充分利用8098的内部存储单元。监控程序存储器采用了2764 EPROM。键盘输入和数码显示部分采用专用管理键盘显示器的芯片8279,可实现人机对话。键盘选用薄膜按键,隔离部分选用光隔4N25。从扩展角度及性能价格比上看,这种方案是较合理的。

2.2.2 软件设计 软件设计包括初始化功能、人机对话功能、控制运算功能和信号输出功能设计等,如图6所示。步进电机在初始化的过程中,主要是控制步进电机回零位。人机对话主要是接收和显示控制参数,如设置步进电机的转速、转向和步数等运行参数。当有键按下时,

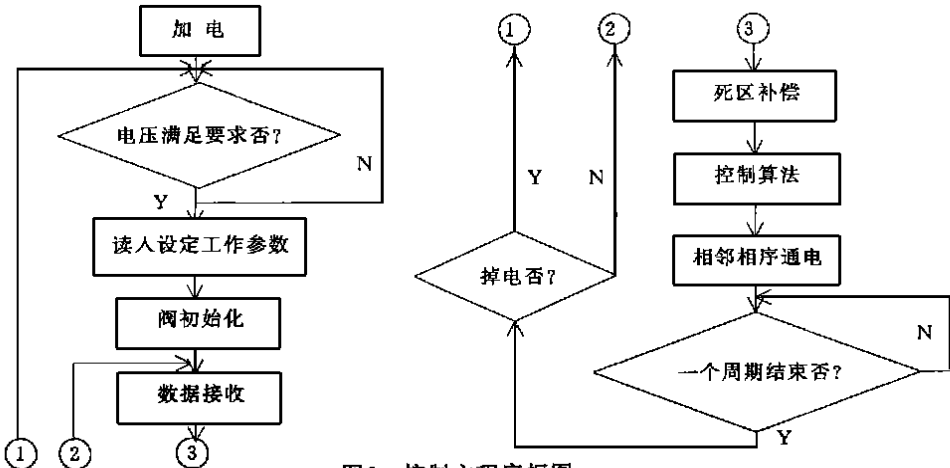


图6 控制主程序框图

8098 响应中断,接收输入的参数存入相应的单元,同时送入显示内存显示数据。运算模块包

括死区补偿和控制算法两个内容,用于产生所需的脉冲序列.首先,它判断键盘输入参数的可行性,然后化成可执行的内部参数.如果给定参数值太大或者错误,则自动关闭输出,防止误操作造成的失控.信号输出模块主要把计算好的内部参数传到输出端口,送出脉冲,并且随时响应键盘中断.

3 结束语

采用单片机控制的数字比例阀系统,能实现多种运行状态,提高了控制精度.该系统操作方便,简单直观,具有广泛的实用价值,也可用于控制其它数字阀.

参 考 文 献

- 1 骆涵秀,李世伦,朱捷等.机电控制[M].杭州:浙江大学出版社,1994.137~140
- 2 杨渝软.控制电机[M].北京:机械工业出版社,1987.161~166
- 3 孙育才.MCS-51 系列单片微型计算机及其应用[M].南京:东南大学出版社,1999.196~218

A Digital Proportional Valve System Controlled by Single Chip Microcomputer

Jiang Shaoyin

(Dept. of Electromech. Eng., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

Abstract The application of single chip micro-computer to the digital proportional valve control system is described in detail. The description includes the operating principle and composition of the digital valve control system, circuit design and program design, the use of step-by-step motor as D/A converter, and the control of pressure-flow of hydraulic valve by incremental mode. This is a flexible and reliable method. It is cheap in price, strong in fouling resistance, good in repetitiveness, steady in work, and small in power consumption. It has a wide practical applicability.

Keywords digital proportional valve, step-by-step motor, single chip microcomputer