

文章编号: 1671- 251X(2011)01- 0092- 04

# 基于 STC89C51 的流体阀门电动执行器 控制系统的应用设计

曹景龙, 安百秀, 牛杰

(山东科技大学机电学院, 山东 青岛 266510)

**摘要:**介绍了 一种基于 STC89C51 单片机控制的流体阀门电动执行器的结构及工作原理, 重点阐述了该电动执行器控制系统的组成及软、硬件设计方案。该电动执行器控制系统以 STC89C51 单片机为核心, 利用环形分配器及功率放大电路控制步进电动机的转速、旋转角度等, 进而控制阀门开度, 并利用流量和压力传感器采集流体参数信号, 并将该信号经 AD 转换后发送给 STC89C51 单片机, 形成闭环控制, 同时具有 CAN 通信和人机交互功能。

**关键词:**流体阀门; 电动执行器; STC89C51; 环形分配器; 数据采集; 闭环控制; CAN 总线; 人机交互  
**中图分类号:** TP273      **文献标识码:**B

Design of Control System of Electric Executer of Hydro-valve Based on STC89C51

CAO Jing-long, AN Bai-xiu, NIU Jie

(College of Mechanical and Electronic Engineering of Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510, China)

**Abstract:** The paper introduced structure and working principle of an electric executer of hydro-valve

收稿日期: 2010- 09- 10

作者简介: 曹景龙(1983- ), 男, 山东汶上人, 硕士研究生, 研究方向为机电系统控制。E-mail: caojinglong0537@163.com

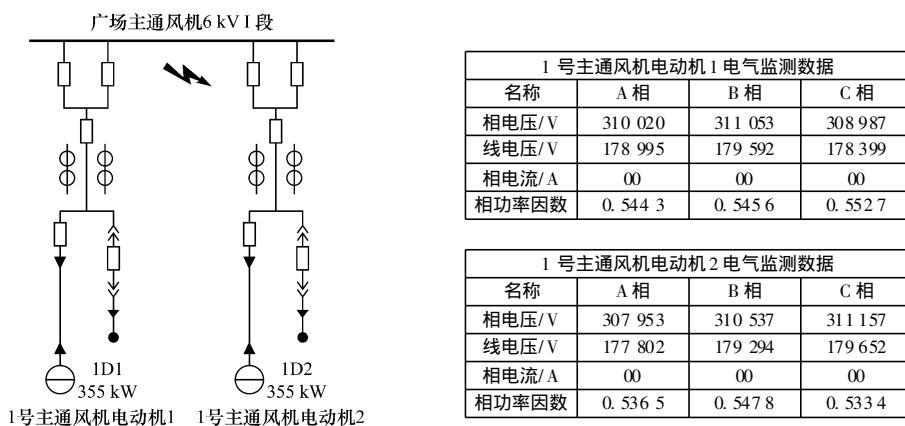


图 4 峻德煤矿主通风机在线监测系统电力监测界面

## 参考文献:

- [1] 陈士伟, 胡亚非, 王家兵. 煤矿主通风机在线监测系统网站的建立[J]. 风机技术, 1999(6): 40-42.
- [2] 张更鸿. 离心式通风机运行工况微机控制系统的研究[D]. 青岛: 山东科技大学, 2005.

- [3] 吕振, 郭凤仪, 刘雨刚. 煤矿风机监测系统中传感器智能转换单元研制[J]. 辽宁工程技术大学学报: 自然科学版, 2006(6): 885-886.
- [4] 夏天, 方康玲, 黄卫华. 基于消息机制的风机监测系统的实现[J]. 微计算机信息, 2006(34): 38-40.
- [5] 赵云霄. 矿井风机监测系统中信号变换单元的研制[J]. 工矿自动化, 2008(4): 122-124.

based on STC89C51 single-chip microcomputer and expounded composition and design schemes of software and hardware of control system of the electric executer. The control system takes STC89C51 single-chip microcomputer as core, uses ring distributor and power amplifier to control rotator speed and rotator angle of step motor so as to control opening degree of the hydro-valve, and adopts a flow sensor and a pressure sensor to collect hydro-parameter signals, which are sent to STC89C51 single chip microcomputer after AD conversion so as to form closed loop control. The control system has functions of CAN communication and human-machine interaction.

**Key words:** hydro-valve, electric executer, STC89C51, ring distributor, data collection, closed loop control, CAN bus, human-machine interaction

## 0 引言

阀门广泛应用于工业、农业、国防、航天、交通运输、城市建设等行业。在对阀门实行远程控制、集中控制、自动控制的过程中,电动执行器是一种必不可少的执行部件。为适应实际应用需求,笔者结合电子技术、嵌入式控制技术和网络技术,设计了一种由STC89C51微控制器控制的流体阀门电动执行器,重点介绍该执行器控制系统的设计方案。该控制系统增加了自诊断和网络操作控制功能,进一步提高了流体阀门的综合性能和抗干扰能力。

## 1 电动执行器结构及功能描述

阀门电动执行器由控制系统和执行装置组成,具体结构如图1所示。控制系统的中心是微控制器STC89C51,执行装置采用步进电动机。电动执行器通过上位机或者现场控制面板来设定数值,微控制器根据设定值控制步进电动机的速度、旋转角度等,步进电动机的输出再通过减速机构控制阀杆,从而利用阀杆控制阀门的开口度。在阀门的输出侧采用传感器采集流量或压力数据,然后将这些数据经A/D模块转换后送入微控制器,微控制器将这些参数与设定值进行比较,根据比较结果调整阀门的开口精度,实现自动控制<sup>[1,3]</sup>。

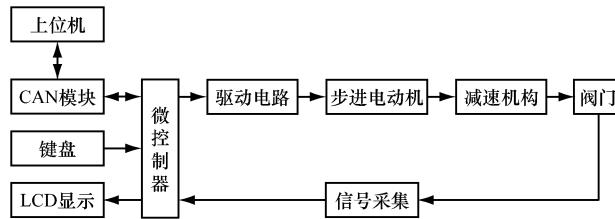


图1 阀门电动执行器结构

从图1可看出,电动执行器的控制系统主要包括微控制器、步进电动机驱动模块、参数检测模块、人机交互模块、网络通信模块。

### (1) 微控制器

系统选用STC89C51单片机作为微控制器,它具有高速(最高时钟频率为90MHz)、低功耗、价格低、稳定可靠、应用广泛、通用性强等特点。

### (2) 步进电动机驱动模块

步进电动机驱动模块实现步进电动机的速度控制和转角控制。为提高控制精度和可靠性,选用PM M8713PT环形分配器,结合光电耦合电路及功率放大电路来控制步进电动机动作。

### (3) 参数检测模块

为了实现闭环控制及便于实现自动化,需要采集流体的参数信号,信号经AD转换后由微控制器进行比较,进而通过控制电动机旋转来控制流体参数的改变。参数检测模块由流量和压力传感器、信号放大电路、AD转换电路等组成。

### (4) 人机交互模块

人机交互模块包括参数显示和参数设定两部分。需要显示的参数包括流量、流量特性、压力、阀门的工作方式、阀门工作状态指示等,显示器件使用LCD。参数设定包括流量、故障处理方式、对阀门操作速度等的设定,参数设定使用3个按键来完成。

### (5) 网络通信模块

为适应网络化控制的需求,控制系统应具有网络接口。CAN总线是目前工业控制普遍使用的现场总线技术,因此,系统采用CAN接口实现上位机和下位机之间的通信。

## 2 系统硬件电路设计

### 2.1 步进电动机驱动电路

市场上的通用步进电动机驱动器成本比较高。为降低成本,减小体积,将步进电动机驱动电路与微控制器做在同一块PCB板上。步进电动机驱动电路的核心有两部分,一个是功率部分,另一个是环形分配器。环形分配器可以用硬件实现,也可以用软件实现。硬件实现方式可以减少微控制器的软件工

作负担,减少微控制器口线的占用,可靠性较高,且环形分配器有许多专用集成电路可供选用。本控制系统选用 PMM 8713PT 专用步进电动机控制器作为环形分配器,该控制器可用于 2 相(4 相)步进电动机的控制,控制功能较为丰富。由于步进电动机的驱动电流较大,所以微控制器与步进电动机之间的连接需要有功率放大电路。由于步进电动机的大功率、高电平会对微控制器产生比较严重的干扰,因此,不能将微控制器产生的控制信号直接连在步进电动机上,需要进行强弱电隔离。

步进电动机驱动电路如图 2 所示。STC89C51 PMM 8713PT 的接口共使用 6 个口线,分别是 P0.0、P0.1、P0.2、P0.3、P0.4、P0.5。PMM 8713PT 的 Cu、Cd 接地,Ck 收到 STC89C51 发来的脉冲,当脉冲处于下降沿、P0.4 引脚为高电平时,步进电动机正转,P0.4 引脚为低电平时,步进电动机反转,即输入模式和旋转方向采用了输入模式 1。R、 $\phi_c$  通过上拉电阻接高电平,当 P0.2、P0.3 引脚同为高电平时,步进电动机通电模式是双 4 相 4 拍;当 P0.2、P0.3 引脚同为低电平时,步进电动机通电模式为 4 相 8 拍;当 P0.2 为高电平、P0.3 为低电平时,步进电动机通电模式为 4 相 4 拍。引脚 P0.0 用于检测环形分配器是否通电,引脚 P0.1 用于检测环形分配器是否收到 STC89C51 发出的脉冲信号。 $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、 $\phi_3$ 、 $\phi_4$  用于输出控制步进电动机四相绕组的信

号,然后经光耦电路和功率放大电路来控制绕组,图 2 中只画出了  $\phi_1$  驱动 L1 绕组的电路,其它三相绕组的驱动方式与之相同。

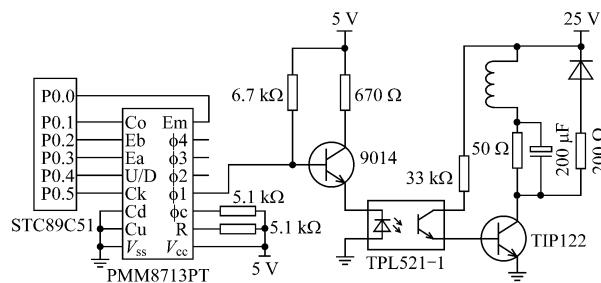


图 2 步进电动机驱动电路

## 2.2 CAN 总线电路

CAN 即控制器局域网络,由于其具有较强的抗干扰能力、通信中没有地址概念及节点数不受限制等优点,已经被广泛应用于汽车、数控机床、仪器仪表、现场总线控制等领域<sup>[5-6]</sup>。CAN 总线节点包括微控制器 STC89C51、CAN 控制器和 CAN 收发器。CAN 控制器主要完成 CAN 总线的通信协议,实现报文的装配和拆分、接收信息的过滤和校验等,此处选用 SJA1000。CAN 收发器选用 82C250 驱动器,其具备瞬间抗干扰、降低射频干扰(RFI)以及实现热防护的能力。为了增强通信的抗干扰能力,在 SJA1000 和 82C250 之间采用光耦进行光电隔离,同时为了减轻光耦对信号的延迟,选用高速光耦 6N137。具体电路如图 3 所示。

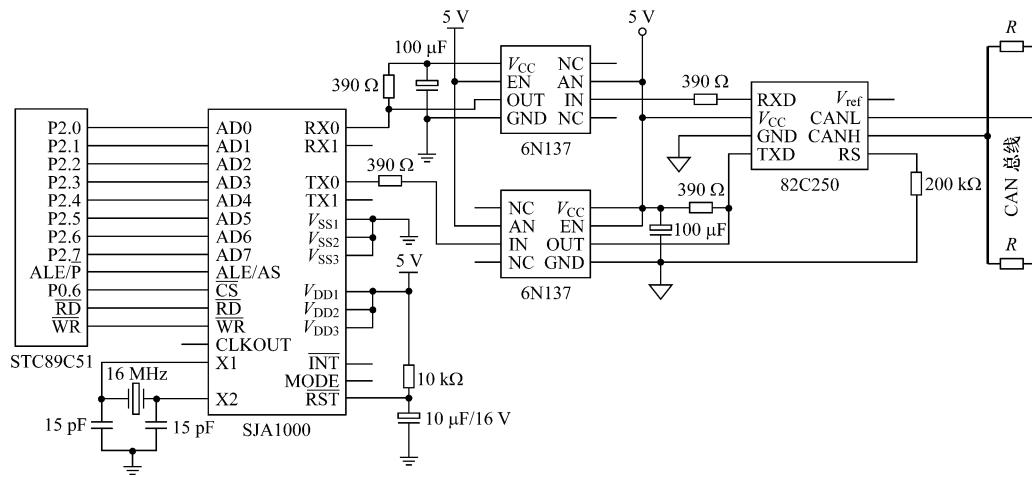


图 3 CAN 总线电路

## 2.3 人机交互模块

人机交互模块包括按键输入电路和 LCD 显示电路,如图 4 所示。按键采用 3 个按钮,控制阀门的开停以及设定一些参数。LCD 显示器选用 LCD1602 小型液晶屏,用来显示阀门开度、流量、压

力、故障等重要参数数值,以及对应参数类型的文字说明。该液晶屏重量轻,体积小,显示清晰,显示容量为 16 × 2 个字符,工作电压为 4.5~5.5 V。

## 2.4 数据采集电路

选用 LUGB 型涡街流量传感器。该流量传感

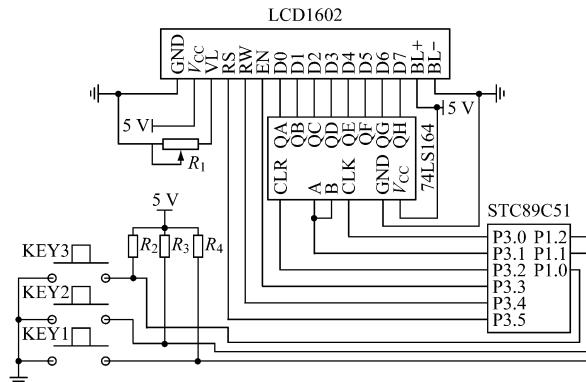


图4 人机交互模块电路

器由一个与公称直径相同的表体和一个断面为三角形的柱体组成。三角柱两侧交替产生旋涡，在柱体下游交替排列的旋涡称为涡街，涡街的频率与流体的流速成正比。由于涡街分离在柱体两侧产生压力脉动，探头体产生交变应力，埋设在探头体内的压电晶体元件受交变应力作用而产生交变电荷。检测放大器将交变电荷进行变换处理后，输出0~5 V标准电压信号。该电压信号经A/D元件ADC0832转成数字量后传入微控制器STC89C51。

压力采集选用PTJ204型压力传感器，其量程为0~150 MPa，综合精度为0.1%FS(FS表示全量程)、0.2%FS、0.5%FS、1.0%FS，供电电压为DC 9~36 V。该压力传感器输出0~5 V电压信号，该电压信号经ADC0832转换成数字量后传送给STC89C51。

ADC0832是美国国家半导体公司生产的一种8位分辨率、双通道ADC芯片，输入输出电平与TTL/CMOS相兼容，5 V电源供电时输入电压在0~5 V之间，工作频率为250 kHz，转换时间为32 μs，具有体积小、功耗低、兼容性强、性价比高等特点。正常情况下，ADC0832与微控制器的接口应为4条数据线，分别为CS、CLK、DO、DI。但由于DO端与DI端在通信时并未同时有效并与微控制器的接口是双向的，所以设计电路时可将DO和DI并联在一根数据线上使用。具体电路如图5所示。

### 3 系统软件设计

系统软件程序的主要任务有系统自检、初始化、处理键盘命令、读取远程设定信号、显示、故障处理等，程序流程如图6所示。

### 4 结语

该阀门电动执行器控制系统采用液晶屏显示，不仅可以显示阀门的开、关状态和正常运行时阀门

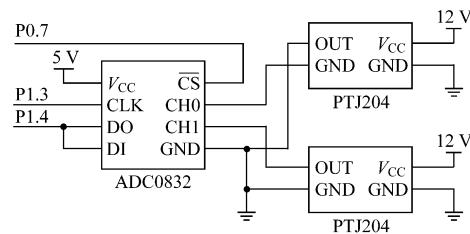


图5 数据采集电路

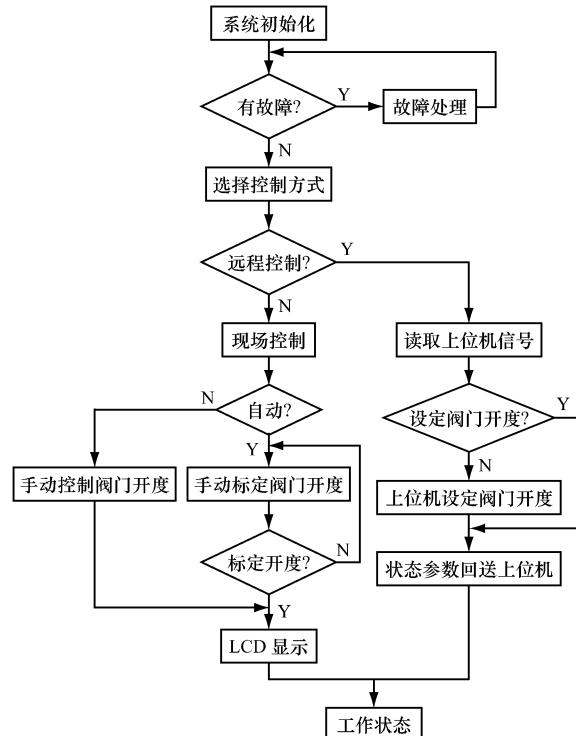


图6 控制系统软件程序流程

的开度，还可以通过菜单设定运行参数，当系统出现故障时能显示出故障信息。该系统具有结构简单灵活、成本低、性能稳定等优点，可满足工业场合较高的精度要求，对其他控制系统的应用具有一定的参考和应用价值。

#### 参考文献:

- [1] 黄春英.新型阀门电动执行机构的研究与开发[D].大连:大连理工大学, 2003: 6-12.
- [2] 徐耀良, 石锦翔, 孔璐, 等.智能型直行程电动执行机构原理及应用[J].华东电力, 2010(3): 354-355.
- [3] 席培刚, 谢剑英, 陈应麟.新型智能阀门电动执行装置的硬件设计和实现[J].微计算机信息, 2006(8): 1-3.
- [4] 谢维成, 杨加国, 董秀成.单片机原理与应用及C51程序设计[M].北京:清华大学出版社, 2007: 169-243.
- [5] 孙英科.基于CAN总线通信的电动执行机构的研究[D].天津:河北工业大学, 2000: 20-25.
- [6] 范大鸣.基于DSP的电动执行机构[J].科技信息, 2010(2): 249.