

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

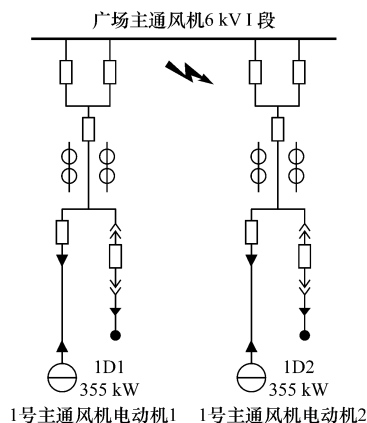
CAO Jing-long, AN Bai-xiu, NIU Jie

(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



1 号主通风机电动机 1 电气监测数据			
名称	A 相	B 相	C 相
相电压/V	310 020	311 053	308 987
线电压/V	178 995	179 592	178 399
相电流/A	00	00	00
相功率因数	0.544 3	0.545 6	0.552 7

1 号主通风机电动机 2 电气监测数据			
名称	A 相	B 相	C 相
相电压/V	307 953	310 537	311 157
线电压/V	177 802	179 294	179 652
相电流/A	00	00	00
相功率因数	0.536 5	0.547 8	0.533 4

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] 陈士玮, 胡亚非, 王家兵. 煤矿主通风机在线监测系统的建立[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 hydrø valve, and adopts a flow sensor and a pressure sensor to collect hydrø-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: hydrø-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。控制系统的核心是微控制器 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^[4-5]。

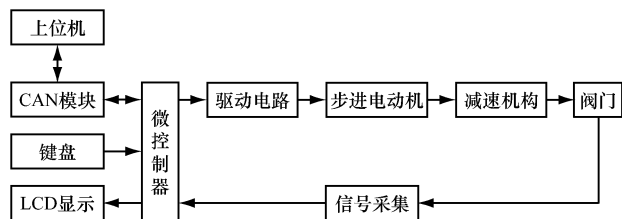


图 1 阀门电动执行器结构

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 90 MHz)、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 PMM8713PT 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 PMM8713PT 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。PMM8713PT 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、 ϕ_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。 ϕ_1 、 ϕ_2 、 ϕ_3 、 ϕ_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 ϕ_1 驱动 L1 绕组的电路,其它三相绕组的驱动方式与之相同。

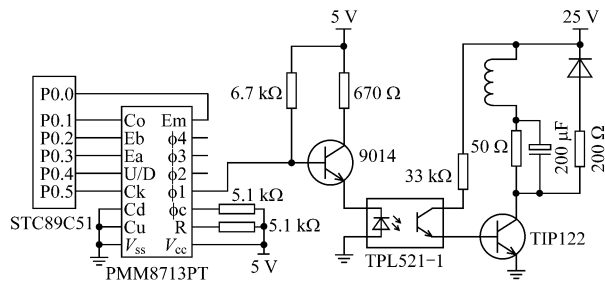


图 2 步进电动机驱动电路

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^[5-6]。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。

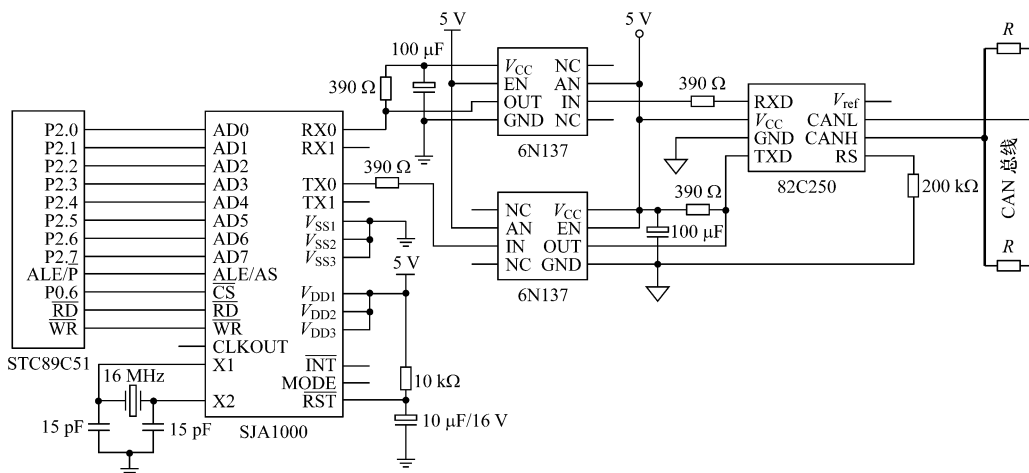


图 3 CAN 总线电路

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 LU GB 型涡街流量传感器。该流量传感

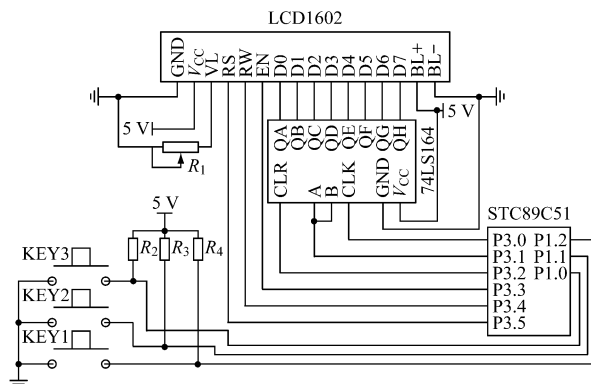


图 4 人机交互模块电路

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 μ s,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

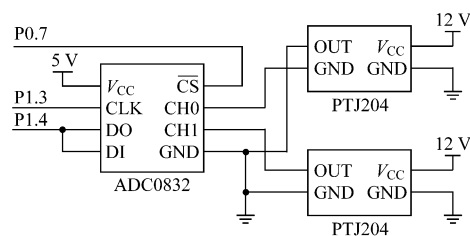


图 5 数据采集电路

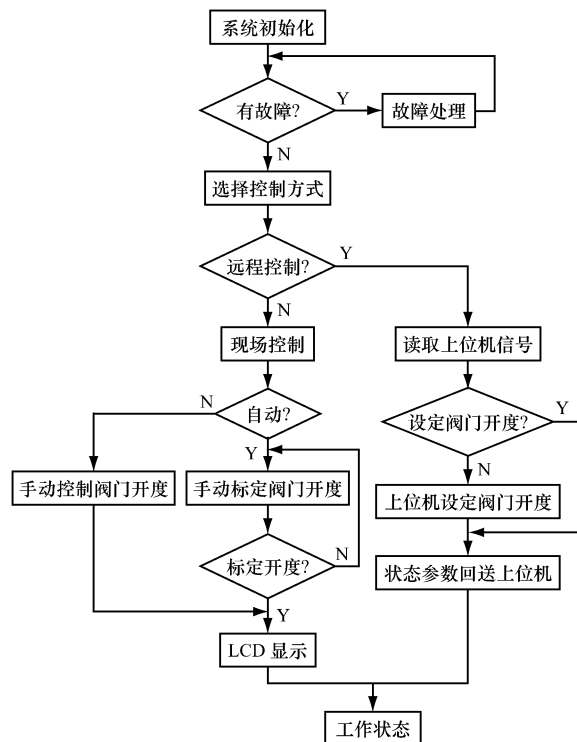


图 6 控制系统软件程序流程

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,对其它控制系统的设计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. 单片机原理及应用及 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.