

# 一种超低频伺服控制器的设计

王直<sup>1</sup>, 王刘柱<sup>1</sup>, 丁建军<sup>2</sup>, 施晓敏<sup>1</sup>

(1.江苏科技大学 电信学院, 江苏 镇江 212003;

2.中船重工第七零四研究所, 上海 200031)

**摘要:** 在分析了伺服控制系统特点的基础上, 以宏晶公司专用工业控制芯片 STC11F08XE 为主控芯片, 设计了一种高性能的超低频伺服控制器, 并给出了该控制器的硬件结构及软件流程设计。其中, 硬件电路包括三角波产生模块、A/D 转换模块、伺服驱动模块、RS232 串口通信模块和数码管显示模块等。现场测试结果表明, 该控制器符合设计的初衷, 具有高集成度、灵活性、实时性和模块化的特点; 同时, 其工作性能稳定、参数调整方便, 能较好地满足复杂环境下对伺服系统控制的要求。

**关键词:** 伺服控制; STC11F08XE; 超低频; 闭环控制

中图分类号: TP302

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2012)05-0029-03

## Design of an ultra-low frequency servo controller

Wang Zhi<sup>1</sup>, Wang Liuzhu<sup>1</sup>, Ding Jianjun<sup>2</sup>, Shi Xiaomin<sup>1</sup>

(1.School of Electronic Information, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang 212003, China;

2.The No.704 Research Institute of China Shipbuilding Industry Corporation, Shanghai 200031, China)

**Abstract:** On the basis of analysis the servo control system, the paper uses the special industrial control chip STC11F08XE, which produced by HongJing Technology, as the master control chip, and designs a high-performance ultra-low frequency servo controller. It gives the hardware architecture and the process of the software design of the controller. The hardware circuits include triangular wave generating module, A/D module, servo drive module, RS232 module and Nixie the display module. Field test results show that the controller meets the design in mind, with a high level of integration, flexibility, real-time, modular characteristics. At the same time, it has stable performance, is easy to adjust parameters, and can meet requirements of the servo system control in complex environment.

**Key words:** servo control; STC11F08XE; ultra-low frequency; closed-loop control

电液伺服阀控制技术作为连接现代微电子技术、计算机技术和液压技术的桥梁, 已经成为现代控制技术的重要组成部分。由于它具有线性好、死区小、灵敏度高、动态性能好、响应快和精度高等显著优点, 因而得到了广泛的应用。

本文设计了一种超低频伺服控制器, 它以微处理器产生控制信号, 控制伺服阀运动, 以位移传感器实时检测伺服阀的位置, 实现实时跟踪和精确定位, 能够很好地控制伺服阀运动。伺服控制的设计主要是伺服控制器以及相应的控制算法的研究。本文实现了微处理器技术和液压伺服控制技术的完美结合, 设计并实现了以微处理器为核心的高实时性、高稳定性、高跟踪精度的伺服控制器。

### 1 超低频伺服控制器

近年来电液伺服控制技术的发展非常迅速, 覆盖从民用机械到精确打击武器等关键国民经济领域。作为辅助设备——伺服控制器的应用场合也越来越多。电液伺服运动控制主要是以液压缸、液压马达为执行单元, 以比例阀或伺服阀配放大器为功率放大单元, 以位置、速度或压力传感器组成信号反馈单元, 配以必要的控制单元组成闭环运动控制系统。超低频伺服控制器的系统框图如图 1 所示。

### 2 硬件电路设计

#### 2.1 信号发生器模块

信号发生器模块采用美国 ADI 公司生产的 12 bit 高



D1 和 D2 组成限幅电路,主要是为了在电路中出现过冲或有较大的噪声干扰时保护后级电路。两组电容 C1、C2 和 C3、C4 主要是用于滤除电源的纹波和干扰。

### 2.3 A/D 转换模块

A/D 转换模块采用 B-B (Burr-Brown) 公司生产的低功耗、+5 V 单电源供电的 12 bit 串行模数转换芯片 ADS7812。该 A/D 转换器内部包含一个带有采样/保持 (S/H) 电路、基于电容的逐次逼近型 (SAR) A/D、内部时钟电路、内部基准产生电路和串行数据接口电路等<sup>[3]</sup>。同时,该芯片的采样速率在常温下最高可达 40 kHz,即 A/D 转换时间小于 20  $\mu$ s,且适应不同的输入电压范围,最大功耗小于 50 mW,省电模式时的功耗仅为 50  $\mu$ W。

A/D 转换的实现主要是由处理器芯片控制 ADS7812,使从位移传感器输入的信号经 ADS7812 转换成数字信号,再经单片机处理成速度信号后在数码管上显示。本设计是基于外部时钟的模拟数字转换电路,如图 5 所示。由图可知,引脚 R1IN 接 VIN, R2IN 接 BUF, R3IN 接 GND,此时,模拟输入范围为  $\pm 10$  V,输入阻抗为 45.7 k $\Omega$ 。当 AD\_CV 由高电平转为低电平时,在 AD\_CV 的下降沿 ADS7812 由采样状态转入保持状态,并启动 A/D 转换。同时,前一次 A/D 转换的结果在 AD\_CK 时钟的控制下从 AD\_DA 端串行输出,且 MSB 位首先移出,数据格式为二进制补码。在转换期间,AD\_BY 保持低电平,且输入端 AD\_CV 的状态被忽略。为了提高 A/D 转换电路的抗干扰能力,在 A/D 转换期间应保持 AD\_CV 的状态不变,同时,电源引脚的滤波电容和参考电压的滤波电容都应该用滤波效果更好的钽电容。

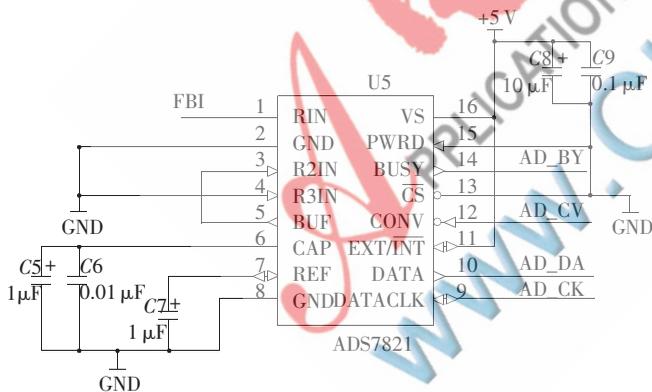


图 5 采用外部时钟的 A/D 转换电路模块

### 2.4 伺服阀驱动模块

伺服驱动模块主要是指伺服放大器,即驱动电液伺服阀的直流功率放大器,其前置级为前置放大电路,功率级为电流放大电路<sup>[4]</sup>。前置放大电路的作用是把输入的初始指令信号和传感器反馈输入信号进行比较和放大。该电路 INS、FBO 分别为输入信号和反馈信号,通过电位器 RP4 调节电路增益,使其适应功率放大电路的要求,使电路电压前后级达到匹配。调零电路的作用是通过叠加可调电压,调整电路基准电压。通过调节电位器

进行零偏补偿,克服伺服放大器系统偏置。功率放大电路的作用是将小功率电压信号转换放大为功率较大的电流信号,以便提供足够的伺服阀额定电流,以驱动负载。由于要求有良好的抗干扰能力和静、动态性能,该电路利用 NPN 和 PNP 型三极管的基极和发射级相互连接在一起,信号从基极输入,发射极输出。该电路可看成由 2 个射极输出器组合而成,构成推挽功率放大电路,分别在输入信号正负半周期内工作<sup>[5]</sup>。此外,本电路还增加了限幅电路,防止过冲。伺服驱动电路结构如图 6 所示。

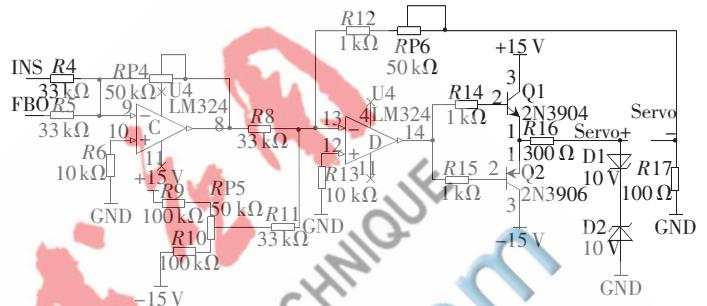


图 6 伺服驱动电路模块

### 2.5 其他模块

其他模块主要包括串口通信模块、显示模块和按键模块。串口通信模块主要是 RS232 串口通信,实现该控制器与上位机的通信和调试。显示模块主要是用来显示初始信号的频率设定值和工作过程中被测仪器的速度值。考虑到设计的方便和简洁,本设计选用了串行输入、串行输出、共阴极新型 LED 显示驱动器 MAX7219。该芯片占用 CPU 的 I/O 口线少,且亮度可控,一片芯片就可以驱动 8 bit 7 段数码管。按键模块采用的是中断实现的方式,避免占用过多的 CPU 资源。

### 3 软件流程设计

软件的主要作用就是在系统上电后运行主控制程序,实现所要完成的控制动作。程序主要完成的是软硬件初始化、通信端口的初始化以及各个系统参数的初始值设定。初始化完成后,系统逐步执行控制算法完成预定的控制。系统软件部分主要由主程序和中断程序组成。系统软件主程序流程如图 7 所示。

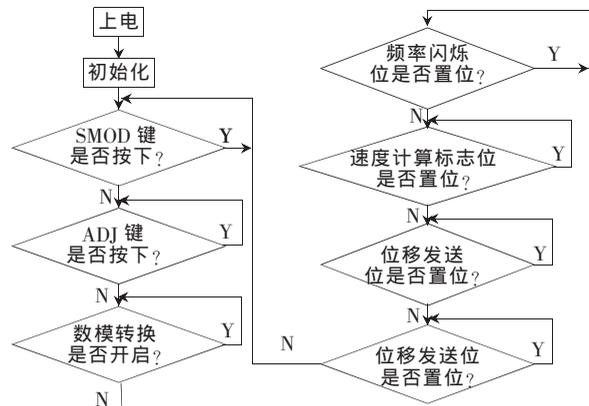


图 7 系统软件主程序流程图

中断程序由 T0 中断和 T1 中断构成。T0 中断程序主要用来产生系统所需的三角波函数；T1 中断程序主要用来设置 A/D 转换的时间间隔和启动 A/D 转换子程序及计算速度子程序。图 8 为中断程序框图。

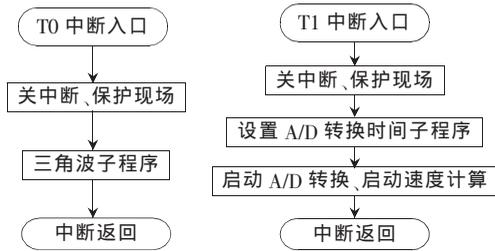


图 8 中断程序框图

本文给出了一种基于单片机技术和液压伺服控制技术的电液伺服控制的硬件结构和软件流程。实验证明，该设计紧凑灵活，控制算法完全由控制器完成，使用 RS232 串口通信方式传输实验数据安全可靠。

#### 参考文献

[1] 陈仁伟,朱长青,王军阵,等.基于 CH372 的 USB 虚拟交

流电压表的设计与实现[J].应用天地,2009,29(9):69-72.

[2] 吕秋霞.四路输出 D/A 转换器 DAC 8420 及其应用[J].国外电子器件,2004(8):62-63.

[3] 卜广炎.串行 A/D 转换器 ADS7812 与单片机的接口技术[J].仪表技术,2001(3):33-34.

[4] 周恩涛,张栋,李井杰,等.伺服放大器的设计及特性仿真[J].机床与液压,2006(2):113-115.

[5] 陈新元,卢云丹.伺服放大器的设计及特性分析[J].仪表技术与传感器,2008(2):63-64.

[6] 张欣,孙宏昌,尹霞.单片机原理与 C51 程序设计基础教程[M].北京:清华大学出版社,2010.

[7] 张毅刚,彭喜元.单片机原理与应用[M].北京:电子工业出版社,2008.

(收稿日期:2011-10-13)

#### 作者简介:

王直,男,1963 年生,教授,主要研究方向:导航控制系统。

王刘柱,男,1985 年生,硕士,主要研究方向:信号与信息处理。