

基于单片机的交流伺服电机转速控制系统设计

张国斌 尹岗

(内蒙古工业大学信息工程学院 呼和浩特 010051)

摘要: 设计一种单片机控制下的交流伺服电机转速系统,详细介绍它的硬件组成原理及其软件实现过程,实现了对通用交流伺服电机的速度闭环控制。通过对实验结果的分析可以看出,本设计基本达到了系统对伺服电机转速控制的要求。这种方法可以广泛应用于电子机械、纺织机械、印刷机械等诸多行业中。

关键词: 单片机;交流伺服电机;速度控制

中图分类号: TP368.1 **文献标识码:** A

Design of AC servo motor speed control system based on the single-chip microcomputer

Zhang Guobin Yin Gang

(Information Engineering College, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010051)

Abstract: This paper designs a speed system of AC servo motor controlled by single-chip microcomputer. Details of its component of hardware and the process to realize of software. Realized its speed closed-loop control of a universal AC servo motor. Through the analysis on the experimental results, we can see, the design of this system reached the requirements to control the servo motor. This method can be widely used in electronic machinery, textile machinery, printing machinery and many other industries.

Keywords: single-chip microcomputer; AC servo motor; speed control

0 引言

伺服电机属于一类控制电机,分为直流伺服电机和交流伺服电机2种。交流伺服电机克服了直流伺服电机存在的电刷、换向器等机械部件所带来的各种缺点,特别是交流伺服电机的过负荷特性和低惯性更体现出交流伺服系统的优越性。所以交流伺服系统在工厂自动化(FA)等各个领域得到了广泛的应用。本文介绍了一种基于单片机的交流伺服系统,实现了对交流伺服电机转速的闭环控制^[1]。

1 设计原理

交流伺服电机转轴上带有光电编码器。当电机转动时,光电编码器随着转动,能够产生a、b两路脉冲信号,这两路信号相差90°相位角,由此可测出光电编码器转动方向与电机转速。如果a相脉冲比b相脉冲超前则电机正转,反之则电机反转。通过对这两路正交信号在一定时间内的计数,可以计算出电机当前的转速。然后对预定值与测量值进行比较,将差值通过D/A转换器转换成电压信号输出给驱动器,从而实现了对伺服电机的闭环控制。

2 系统硬件设计

系统硬件原理框图如图1所示。

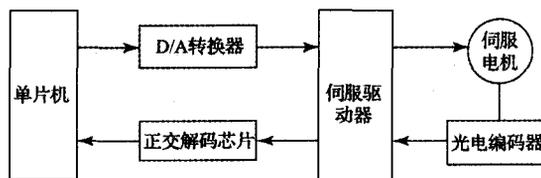


图1 硬件原理框图

本设计选用美信公司生产的51系列单片机89C450作为主控制芯片,它是当前8051兼容微控制器中性能最高的。具有重新设计的处理器内核,在相同的晶振频率下,执行指令的速度是最初的8051微处理器的12倍^[4]。特别适用于工业控制与自动化、汽车测试设备、电机控制等领域。

用Hewlett-Packard公司生产的带有数字接口的正交解码与可逆计数专用芯片HCTL-2020对脉冲信号进行正交解码及计数。其接口电路框图如图2所示^[2]。

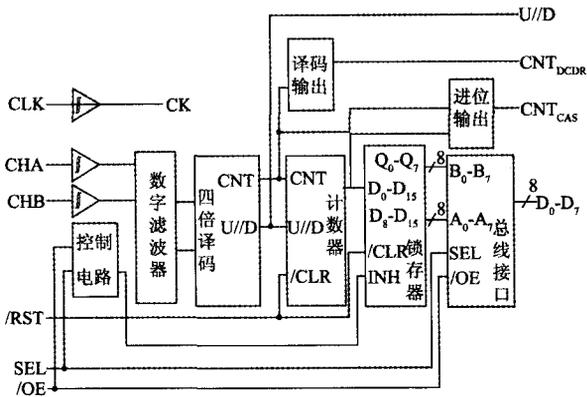


图 2 HCTL-2020 正交译码接口电路框图

正交译码器将通过滤波的信号译成计数信号,并将输入信号乘以一个 4 倍因子,这样可以使控制精度提高 4 倍。它给计数器提供一个计数信号和一个方向信号。图 3 表示了正交状态和有效状态的转变。当 CHA 信号超前 CHB 信号时,译码器给出加信号 U,反之给出减信号/D。

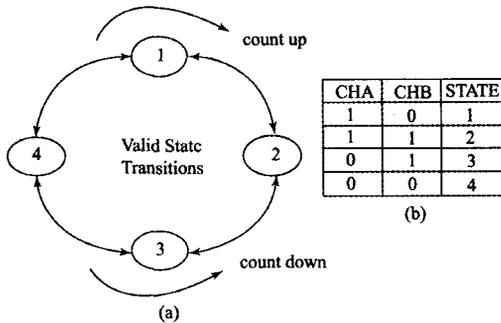


图 3 正交状态和有效状态的转变

计数信号通过计数器计数后锁存在数据锁存器中,当需要读取数据时,上位机发出抑制逻辑信号阻止新的数据被锁存器捕捉,然后通过总线接口读取锁存器中数据。读取结束后锁存器被自动激活,锁存器被 RST 信号异步清零^[7]。Hctl-2020 与单片机接口电路如图 4 所示。

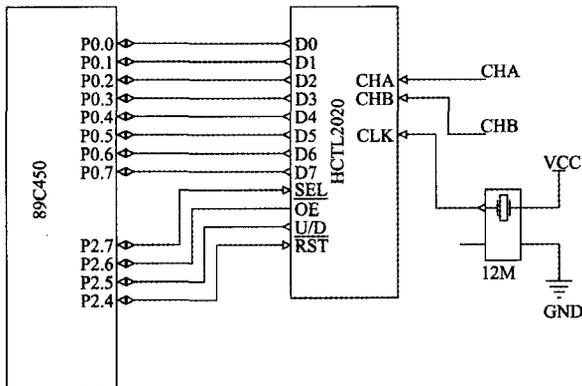


图 4 HCTL-2020 与单片机接口电路

用单片机内部定时器 T0 定时 T_c 时间,定时时间到,单片机发逻辑信号给 HCTL-2020,关锁存,单片机通过数据总线读取锁存器中数据 m 。本文选用 2 500 线的增量式编码器,则电机的转速^[3]为 $n = \frac{60m}{P \cdot T_c} = \frac{60m}{2500 \times 4 \times T_c} \circ$ 单片机根据所设定值与这个测量值进行比较,将误差值转换成数字量经 D/A 转换器变成模拟量送给驱动器,从而达到控制电机转速的目的。

由于驱动器需要 +10 V/-10 V 的电压输入范围,所以选用 Texas Instruments 公司生产的 16 位 D/A 转换器 DAC7731 作为本设计的转换元件。它提供一个 +10V 的内部参考电压,它的输出振幅可以设定在 +10 V/-10 V、+5 V/-5V 或 +10 V。特别适用于闭环伺服控制、电机控制等领域^[6]。

DAC7731 的数字逻辑电压由 VDD 提供,它的范围是 4.75 V~5.25 V,而 DS89C450 的工作范围也在这个范围内,所以它们的引脚可以直接相连。DAC7731 与单片机的接口电路如图 5 所示^[5]。

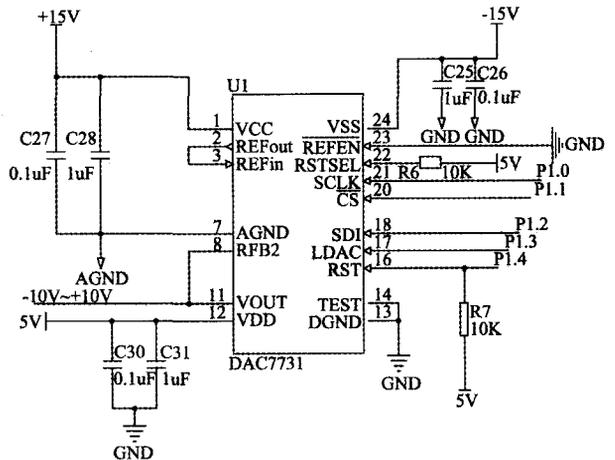


图 5 DAC7731 与单片机接口电路

3 系统软件设计

本设计在 Keil uVision3 软件下通过 C 语言进行编程,通过串口下载到单片机中。程序流程图如图 6 所示。

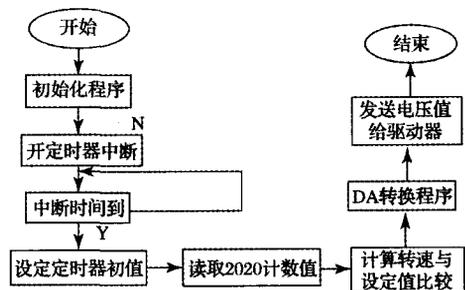


图 6 程序流程图

以给定转速 100 r/min 为例,假定电机转速为准确的

100 r/min,则电机运转1周所用时间应为0.6 s。根据系统指标,转速的周期准确率应优于 1×10^{-5} s,转速的周期稳定度应优于 1×10^{-6} s。表1所示是根据上述测量方法得到的计数值以及误差。

由表中数据可以看出电机运行较平稳,速度的周期准确度已基本达到指标要求,但周期稳定性有待进一步改进。

4 结 论

基于DS89C450单片机的转速测量系统,具有硬件电路简单,程序编程简单和运算速度快,测速范围宽,抗干扰性好的特点。在设计的信号处理电路中经过滤波,能够进一步减少误差,使测速精度得到提高^[8]。

表1 给定转速是100 r/min时的测量结果

序号	周期时间		周期准确度 $T_N \sim T_0 / (\times 10^{-6} \text{ s})$
	$T_N / (\times 10^{-7} \text{ s})$	$T_{N-1} / (\times 10^{-6} \text{ s})$	
1	6000058		0.58
2	5999977	-8.1	-0.23
3	6000017	4.0	0.17
4	6000033	1.6	0.33
5	6000070	3.7	0.70
6	5999983	-8.7	-0.17
7	5999956	-2.7	-0.44
8	6000054	9.8	0.54
9	5999986	-6.8	-0.14
10	6000023	3.7	0.23

参 考 文 献

- [1] 孙克梅,腾金玉,等.交流伺服电机的单片机控制及其应用[J].沈阳航空工业学院学报,2003,20(2):50-52.
- [2] 王秀华,郭光明,等.正交译码接口电路的原理与设计[J].机电一体化,2003,(5):62-64.
- [3] 肖本贤.用单片机实现的电机速度和位置测量与控制[J].微电机,1996,29(1):23-26.
- [4] Maxim公司.DS89C430/DS89C440/DS89C450超高速闪存微控制器技术手册[M].
- [5] Texas Instruments. Interfacing the DAC7731 to the MSP430F149. 2002[M].
- [6] 张磊,孙国良.电机控制卡设计[J].电子测量技术,2005,(6):59-60.
- [7] 谢元平,罗晖.正交解码与可逆计数专用芯片 hctl-2020 及其应用[J].仪表技术,2000,(3):37-39.
- [8] 刘丽,王翔.基于MCS-51单片机的转速测量系统[J].测量测试技术,2007,(3):58-60.

作 者 简 介

张国斌,男,1981年10月出生,内蒙古工业大学信息工程学院在读硕士。

E-mail:zhangguobinnly@163.com

尹岗,男,1958年出生,内蒙古工业大学信息学院硕士生导师,学士,高级工程师,主要研究方向为微弱信号处理。

(上接第94页)

- [4] 吴幼芬,李曼.简易晶体管特性图示仪[J].江汉大学学报,2001,6(18):47-50.
- [5] SMITH M, JOHN S. Application Specific Integrated Circuits. Addison Wesley[R]. Geneva: WHO, 1998.
- [6] 关鹏.单片机控制DDS芯片设计可控数字频率源[J].今日电子,2005,(6):64-69.
- [7] 马志兵.基于51单片机的简易晶体管输出特性图示仪原理与设计[J].电子元器件应用,2006,(5):93-95.
- [8] 林益平.基于LCD的晶体管特性曲线图示仪[J].电子测量技术,2008,(2):110-112.

- [9] 傅志仁,杨衍明.基于PC机的晶体管特性测试系统[J].核电子学与探测技术,1998,(3):212-214.

作 者 简 介

张银胜,男,1975年11月出生,讲师,硕士学位,研究方向:电子与通信系统设计、VoIP等。

E-mail:yorkzhang@nuist.edu.cn

单慧琳,女,1981年6月出生,讲师,研究方向:遥感信号处理、电子系统设计等。