

基于 AT89C52 单片机的步进电机控制系统设计

孟武胜, 李 亮

(西北工业大学 自动化学院, 陕西 西安 710072)

摘要:提出了一个由 AT89C52 单片机控制步进电机的系统实例, 可以通过键盘输入步进电机相关数据, 步进电机根据这些数据来进行工作; 并且可根据需要, 实时对步进电机工作方式进行设置, 具有实时性和交互性的特点; 该系统可应用于步进电机控制的大多数场合。实践表明, 系统性能优于传统的步进电机控制器。

关键词:AT89C52 单片机; 步进电机; 直流固态继电器; 实时控制

中图分类号:TM383.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-8829(2006)11-0045-03

Design of Control System for Stepping Motor Based on AT89C52

MENG Wu-sheng, LI Liang

(College of Automatization, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

Abstract: A stepping motor control system based on AT89C52 is described. The data can be input with keyboard, and stepping motor is controlled by these data. According to the demand, users can set the working model of stepping motor in real-time. This system can be widely used in stepping motor controlling. The practice shows that the performance of this system outdoes the traditional stepping motor controller.

Key words: AT89C52; stepping motor; direct current solid state relay (DC SSR); real-time control

步进电机是一种将数字信息直接转换成相应角位移或线性位移的控制驱动装置, 具有快速启动和停止的特点, 其驱动速度和指令脉冲能严格同步, 具有较高的重复定位精度, 并能实现正反转和平滑速度调节, 它的运行速度和步距也不受电源电压波动及负载的影响, 因而被广泛应用于数模转换、速度控制和位置控制系统, 使系统结构简单、性能稳定、工作可靠和成本低廉。

但步进电机的驱动信号往往还是用一些专用的模拟芯片控制器或者是信号发生器来产生, 缺乏灵活性、可靠性。在一些智能化要求较高的场合, 用模拟芯片及信号发生器来控制步进电机有一定的局限性, 可以采用 AT89C52 单片机控制步进电机以改善其性能。

1 实现原理

1.1 工作原理

以三相反应式步进电机为例, 其典型结构如图 1 所示。当 A 相控制绕组接通脉冲电流时, 在磁力作用下使 A 相的定、转子对齐, 相邻的 B 相和 D 相的定、

转子小齿错开。若换成 B 相通电, 则磁力使 B 相定、转子小齿对齐(转过), 而与 B 相相邻的 C 相和 A 相的定、转子小齿又错开, 即步进电机转过一个步距角。若按 A → B → C → A... 规律循环顺序通电, 则步进电机按一定方向转动。若改变通电顺序为: A → C → B → A, 则电机反向转动。这种控制方式称为三相单三拍。若按 AB → BC → CA → AB 或 A → AB → B → BC → C → CA → A 顺序通电则称为三相双拍或三相单、双六拍。无论采用哪种控制方式, 在一个通电循环内, 步进电机的转角恒为一个齿距角。所以, 可以通过改变步进电机通电循环次序来改变转动方向, 可以通过改变通电频率来改变其角频率。运用单片机的输出功能, 通过编程实现输出 3 个信号分别给步进电机的三相 A、B、C, 并通过输出时信号的循环次序, 来设定步进电机的转动方向及输出信号的频率以便设定步进电机的转动频率。

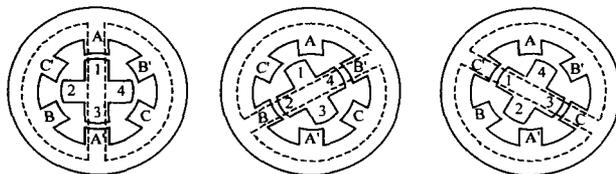


图 1 三相反应式步进电机工作原理图

1.2 实现原理

收稿日期: 2006-03-14

作者简介: 孟武胜(1960—), 男, 陕西富平人, 副教授, 主要从事航空电气领域的研究。

采用 AT89C52 单片机产生 A、B、C、D 四相信号(根据实际需要,可扩充更多相信号)。当采用单片机进行控制时,需要在单片机和步进电机之间设隔离电路以使强弱电分离。由于步进电机的驱动电流相对较大,可增设放大电路来提供步进电机的工作电流。系统电路由 5 大部分组成,即:输入、显示部分;AT89C52 单片机;隔离、放大部分;直流电压源及步进电机。系统的总体框图如图 2 所示。

置和停止等通过键盘输入相应指令,由单片机输出步进电机控制信号来实现控制。用数码管显示输入的参数,并在工作时显示剩下的转矩数。运用 8279 可编程键盘/显示器接口芯片作为键盘及显示器接口。运用 2 块 7407 芯片作为 4 位数码管的驱动。其硬件电路如图 3 所示。

2.2 单片机电路

本系统采用 AT89C52 单片机产生控制信号。单片机内部的 RAM 和 ROM 即可满足该项目的要求,在以后的实际运用中,如需扩展较多的外部 RAM 和 ROM 时,可加上数据缓冲器。步进电机控制信号通过 AT89C52 单片机的 P1 口的 P1.0、P1.1、P1.2、P1.3 四个口输出的具有时序的方波,经 74HC04 芯片(为方便输出,起非门的作用)作为步进电机的控制信号。为了增加步进电机工作的灵活性,在启动步进电机工作之后,当有键按下时,设置产生外部中断,达到灵活控制步进电机的目的。硬件电路如图 4 所示。

2.3 隔离、放大及步进电机部分

由于步进电机的大功率、高电平会对单片机产生比较严重的干扰,不能直接把单片机产生的控制信号

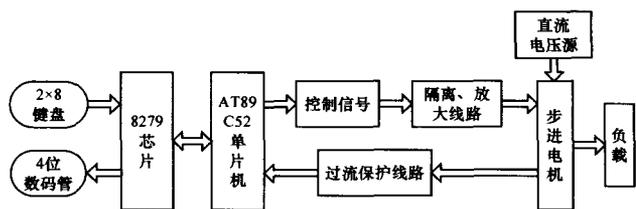


图 2 系统总体框图

2 硬件部分设计

2.1 输入、显示部分

本系统是基于提高智能化及灵活性而设计的,对于步进电机的转动频率、转动方向、转动步数、转动位

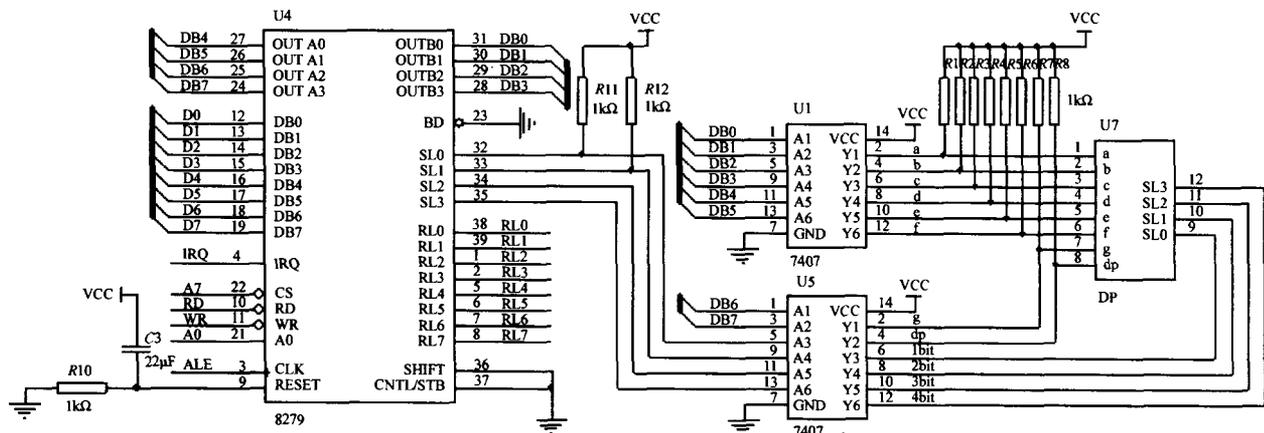


图 3 键盘、显示电路

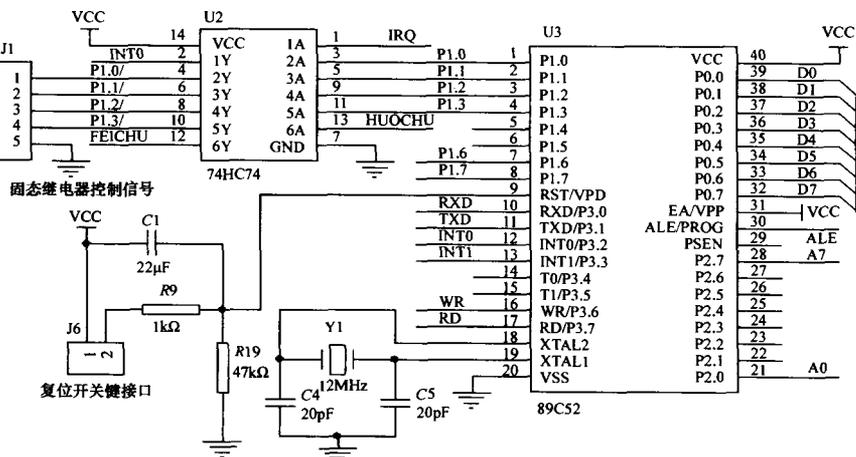


图 4 单片机电路

直接连在步进电机上,需要进行强弱电隔离。在实际运用中,对于强弱电隔离一般采用电子开关方法或光电隔离的方法。由于步进电机工作需要较大的功率,所以通常需要使用功率放大器来提供步进电机的工作电流,将光电隔离器送来的弱电信号变为强电信号,可以采用集成功放,也可以采用分立元件。本设计采用成本低、电路简单且可靠性高的直流固态继电器(产品型号:JGXEL;主要技术参数:工作电压 12 ~ 150 VDC,额定电流 1 ~ 5 A,隔离电压 ≥ 1 500 V,绝缘电压 ≥ 2 000 V,控制电压 3 ~ 32 V,开启电流 5 mA,通态压降 < 1.3 V,通态电流 < 1 mA,开关时间 ≤ 0.1 ms,工作环境温度 -30 ~ 80 ℃)来同时实现隔离和放大的两大功能。通过上面的主要技术参数可以看出,直流固态继电器(DC SSR)完全可以满足该设计对于隔离和放大的需要。

2.4 电源电路部分

由于系统中包含弱电和强电两部分,需要提供两种电源电压,这里采用集成稳压器 CW7805 和输出电压可变的 LM317 来分别提供 +5 V 和 1.25 ~ 37 V 电源,两电源不共地。其中一路给单片机供电,另一路给步进电机供电。

3 软件程序设计

在单片机控制步进电机系统中,相应的控制信号由单片机来产生,根据需要通过键盘输入步进电机的转动方向、转动速率及转矩数,在工作时用数码管来显示剩下的转矩数。所以,软件部分由 4 大模块组成:系统监控、键盘扫描及处理、显示程序、控制信号产生程序。

3.1 系统监控模块

在监控模块中,应完成系统的启动,进行键盘扫描,得到相应键值,完成对步进电机转动方向、转动速率及转动的转矩数的设置,并启动步进电机按照要求进行工作。为增加控制的灵活性,键盘输入数据及启动命令采用中断的方式来实现。所以监控程序只完成对系统的初始化设置,通过键盘中断,实现键盘扫描及处理程序的跳转。

3.2 键盘扫描及处理、显示模块

本模块应完成对键盘有无键按下进行确认,当有键按下时,确定按键值,并根据所得键值进行处理(包括所按键是不是输入键还是执行键。如是输入键,启动数据输入程序;如是执行键就启动产生步进电机控制信号程序)。显示模块主要是完成在进行数据输入时,显示输入的数据值(转矩数、转动方向、转动速率及运行方式),其流程如图 5 所示。

3.3 控制信号产生模块

本模块根据从键盘上输入的数据(包括转矩数、

转动方向、转动速率及运行方式),产生步进电机控制信号,通过单片机 AT89C52 的 P1 口输出,其流程图如图 6 所示。

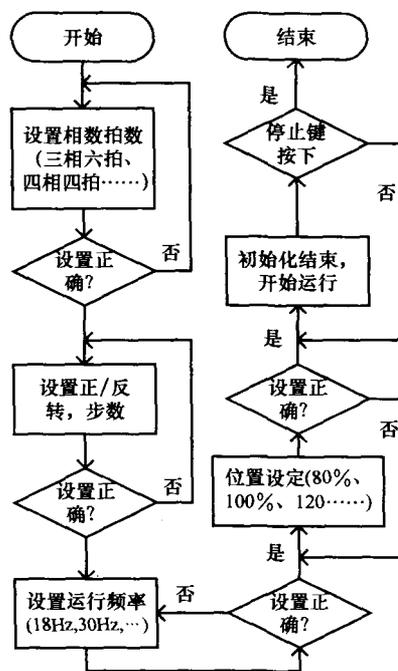


图 5 键盘扫描、处理流程图

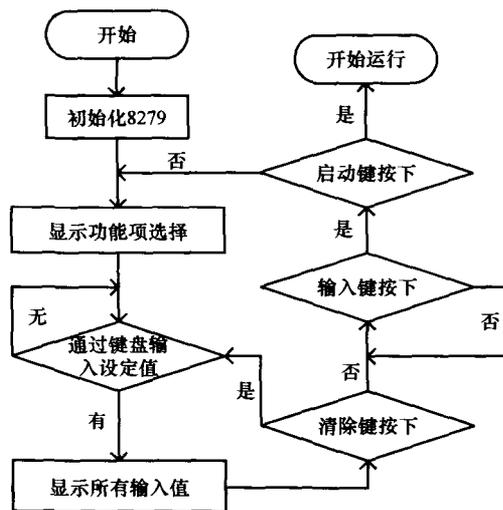


图 6 步进电机控制信号产生程序

其中 AT89C52 单片机 P1 口数据与步进电机(本图只列出了三相六拍和四相四拍的步进电机,其余励磁方式类推即可)励磁方式对照表如表 1 所示。

4 结束语

本系统采用单片机控制的步进电机系统,其转动方向、转动速率及转矩数可以通过键盘输入,运用程序对这些数据进行处理,由单片机发出相应的控制信号

(下转第 51 页)

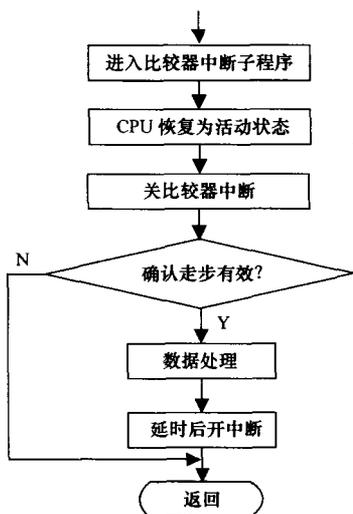


图4 计步数子程序流程图

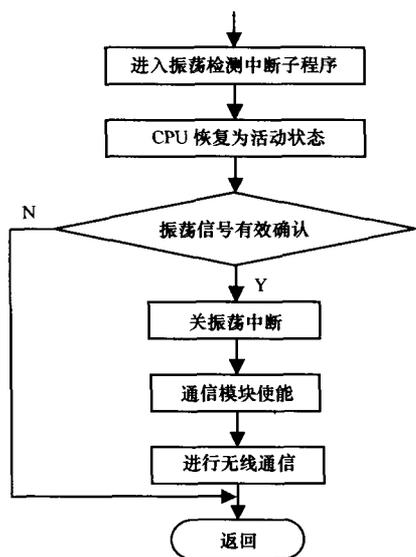


图5 无线传输子程序流程图

表1 试验结果

采集卡采集走步数	眼睛观察走步数	正确率/%	采集卡采集走步数	眼睛观察走步数	正确率/%
105	105	100	217	215	99.1
307	305	99.3	57	57	100
163	162	99.4	73	73	100

通过几个月的实验室及现场测试,系统工作正常,采集数据正确率在99%以上。通过对在奶牛场采集的数据进行初步分析,发情期奶牛活动量增加明显。本采集卡的研制成功,为进一步深入研究奶牛发情及健康状况,打下了基础。

参考文献:

[1] 汪懋华. 现代集约农业的工程科学技术[J]. 农业工程学报,1998,14(3):1-9.
 [2] 娄立华,柴国祥. 赴以色列考察奶牛饲养业情况汇报[J]. 北京奶业,1998,(1):18-20.
 [3] 胡松庭. 奶牛生产使用技术[M]. 济南:山东科学出版社,

2001.

[4] Lehrer A R. Oestrus detection in cattle; recent developments [J]. Animal Reproduction Science, 1992, 28: 355-361.
 [5] McDougall S, Compton C W R, Anness F M. Effect of exogenous progesterone and oestradiol on plasma progesterone concentrations and follicle wave dynamics in anovulatory anoestrous post-partum dairy cattle [J]. Animal Reproduction Science, 2004, 84: 303-314.
 [6] 刘太宇,李贵喜,哈斯通拉嘎,等. 奶牛高效饲养技术图说[M]. 河南:河南科学技术出版社,2001.
 [7] 成勇,王杏龙,朱吉勤,等. 家畜排卵遥测器的研制和应用[J]. 北京:中国畜牧杂志, 1995,(2):1-2,46.
 [8] Peralta O A, Pearson R E, Nebel R L. Comparison of three estrus detection systems during summer in a large commercial dairy herd [J]. Animal Reproduction Science, 2005, 87: 59-72.
 [9] 胡大可. MSP430 系列 FLASH 型超低功耗 16 位单片机[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
 [10] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.

(上接第 47 页)

给步进电机,增加了控制的灵活性。运用中断方式,使系统在运行时可随时改变步进电机的运作方式,做到实时控制。经实验验证,达到了预期的设计目的,并在西安海声航空技术有限公司投入了使用。本系统具有通用性,在使用步进电机的场合都能够使用。对于不同的步进电机,可以通过修改相应的电路及相关程序即可实现。

表1 AT89C52 单片机 P1 口数据与步进电机励磁方式对照表

励磁方式	励磁相	P1.0 (A相)	P1.1 (B相)	P1.2 (C相)	P1.3 (D相)	P1口输出
三相六拍 (751A 步进电机,963 步进电机等)	A	1	0	0	0	08H
	AB	1	1	0	0	0CH
	B	0	1	0	0	04H
四相四拍 (801053 步进电机等)	BC	0	1	1	0	06H
	C	0	0	1	0	02H
	CA	1	0	1	0	0AH
四相四拍 (801053 步进电机等)	BC	0	1	1	0	06H
	BD	0	1	0	1	05H
	AD	1	0	0	1	09H
四相四拍 (801053 步进电机等)	AC	1	0	1	0	0AH

参考文献:

[1] 刘国永,陈杰平. 单片机控制步进电机系统设计[J]. 安徽技术师范学院学报,2002,16(4):61-63.
 [2] 杨宁,胡学军. 单片机与控制技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005-03.
 [3] 何立民. MCS-51 系列单片机应用系统设计[M]. 北京:人民邮电出版社,1993.
 [4] 陈隆昌,等. 控制电机(第三版)[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2000.
 [5] 程宪平. 机电传动与控制[M]. 武汉:华中科技大学出版社,1997-03.