

基于 L297/L298 芯片步进电机的单片机控制

Singlechip control of a stepping motor based on L297/L298 chip

(1.中国科学院长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院研究生院)唐国栋^{1,2} 高云国¹

TANG GUODONG GAO YUNGUO

摘要:在分析了步进电机驱动芯片 L297/L298 的性能、结构的基础上,结合 AT89C52 单片机,介绍实现驱动步进电机的一种简单方法。文中给出了控制原理图。实测表明,利用该方法设计的步进电机驱动系统具有硬件结构简单、软件编程容易和价格低廉的特点。

关键词:步进电机;单片机;L297;L298

中图分类号:TM383.6 文献标识号:A

Abstract: This paper analyzes the performance, structure of stepping motor driving chip L297/L298, at the same time introduces a method for driving stepping motor combining with AT89C52 singlechip. This paper presents the principle chart of controlling. This design has the traits that make the hardware simple, software easy and cost low in practical use.

Keywords: Stepping motor, Singlechip, L297, L298

1 引言

步进电动机是一种将电脉冲信号转换成角位移或线位移的精密执行元件,由于步进电机具有控制方便、体积小等特点,所以在数控系统、自动生产线、自动化仪表、绘图机和计算机外围设备中得到广泛应用。微电子学的迅速发展和微型计算机的普及与应用,为步进电动机的应用开辟了广阔前景,使得以往用硬件电路构成的庞大复杂的控制器得以用软件实现,既降低了硬件成本又提高了控制的灵活性,可靠性及多功能性。市场上有很多现成的步进电机控制机构,但价格都偏高。应用 SGS 公司推出的 L297 和 L298 两芯片可方便的组成步进电机驱动器,并结合 AT89C52 单片机进行控制,即可以实现用相对便宜的价格组成一个性能不错的步进电机驱动电路。

2 工作原理

由于步进电机是一种将电脉冲信号转换成直线或角位移的执行元件,它不能直接接到交直流电源上,而必须使用专用设备一步进电机控制驱动器。典型步进电机控制系统如图 1 所示:控制器可以发出脉冲频率从几赫兹到几十千赫兹可以连续变化的脉冲信号,它为环形分配器提供脉冲序列。环形分配器的主要功能是把来自控制环节的脉冲序列按一定的规律分配后,经过功率放大器的放大加到步进电机驱动电源的各项输入端,以驱动步进电机的转动。环形分配器主要有两大类:一类是用计算机软件设计的方法实现环分器要求的功能,通常称软环形分配器。另一

类是用硬件构成的环形分配器,通常称为硬环形分配器。功率放大器主要对环形分配器的较小输出信号进行放大,以达到驱动步进电机目的。

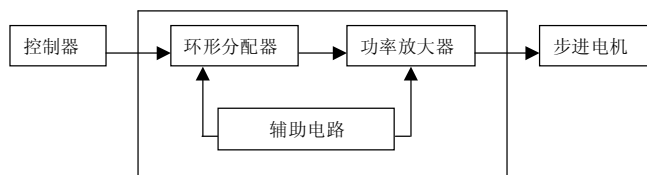


图 1 典型步进电机控制框图

3 硬件组成

文中所控制的步进电机是四相单极式 35BY48HJ120 减速步进电动机。本文所设计的步进电机控制驱动器的框图如图 2 所示。它由 AT89C52 单片机、光电耦合器、集成芯片 L297 和 L298

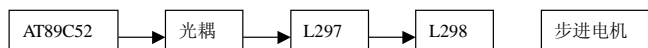


图 2 本文提出的步进电机控制驱动器框图

组成。AT89C52 是美国 ATMEL 的低电压、高性能 8 位 CMOS 单片机。片内置 8K 字节可重复擦写的 Flash 闪速存储器, 256 字节 RAM, 3 个 16 位定时器, 可编程串行 UART 通道, 对完成步进电机的简单控制已足以胜任。

L297 是步进电动机控制器 (包括环形分配器), L298 是双 H 桥式驱动器。它们所组成的微处理器至双桥式步进电动机的接口如图 3 所示。这种方式结合

唐国栋:硕士研究生

的优点是,需要的元件很少.从而使得装配成本低,可靠性高和占空间少。并且通过软件开发,可以简化和减轻微型计算机的负担。另外, L297 和 L298 都是独立的芯片,所以应用是十分灵活的。

L297 芯片是一种硬件环分集成芯片,它可产生四相驱动信号,用于计算机控制的两相双极或四相单极步进电机。它的核心部分是一组译码器它能产生各种所需的相序,这一部分是由两种输入模式控制,方向控制 (CW/CCW) 和 HALF/FULL 以及步进式时钟 CLOCK,它将译码器从一阶梯推进至另一阶梯。译码器有四个输出点连接到输出逻辑部分,提供抑制和斩波功能所需的相序。因此 L297 能产生三种相序信号,对应于三种不同的工作方式:即半步方式(HALF STEP);基本步距(FULL STEP, 整步)一相激励方式;基本步距两相激励方式。脉冲分配器内部是一个 3bit 可逆计数器,加上一些组合逻辑,产生每周期 8 步格雷码时序信号,这也就是半步工作方式的时序信号。此时 HALF/FULL 信号为高电。若 HALF/FULL 取低电平,得到基本步距工作方式,即双四拍全阶梯工作方式。

L297 另一个重要组成是由两个 PWM 斩波器来控制相绕组电流,实现恒流斩波控制以获得良好的矩频特性。每个斩波器由一个比较器、一个 RS 触发器和外接采样电阻组成,并设有一个公用振荡器,向两个斩波器提供触发脉冲信号。图 3 中,频率 f 是由外接 16 脚的 RC 网络决定的,当 $R > 10k$ 时, $f = 1/0.69RC$ 。当时钟振荡器脉冲使触发器置 1,电机绕组相电流上升,采样电阻的 R_s 上电压上升到基准电压 U_{ref} 时,比较器翻转,使触发器复位,功率晶体管关断,电流下降,等待下一个振荡脉冲的到来。这样,触发器输出的是恒频 PWM 信号,调制 L297 的输出信号,绕组相电流峰值由 U_{ref} 确定。L297 的 CONTROL 端的输入决定斩波器对相位线 A、B、C、D 或抑制线 INH1 和 INH2 起作用。CONTROL 为高电平时,对 A、B、C、D 有控制作用;而为低电平时,则对 INH1 和 INH2 起控制作用,从而可对电动机转向和转矩进行控制。

L298 芯片是一种高压、大电流双全桥式驱动器,其设计是为接受标准 TTL 逻辑电平信号和驱动电感负载的,例如继电器、圆筒形线圈、直流电动机和步进电动机。具有两抑制输入来使器件不受输入信号影响。每桥的三级管的射极是连接在一起的,相应外接线端可用来连接外设传感电阻。可安置另一输入电源,使逻辑能在低电压下工作。L298 芯片是具有 15 个引出脚的多瓦数直插式封装的集成芯片。

图 3 中, AT89C52 通过串口经 MAX232 电平转换之后与微机相连,接受上位机指令,向 L297 发出时钟信号、正反转信号、复位信号及使能控制等信号。电路中,电阻 R13, R15 用来调节斩波器电路的参考电压,该电压将与通过管脚 13, 14 所反馈的电位的大小比

较,来确定是否进行斩波控制,以达到控制电机绕组电流峰值、保护步进电机的目的。

由于 L297 内部带有斩波恒流电路,绕组相电流峰值由 U_{ref} 确定。当采用两片 L297 通过 L298 分别驱动步进电机的两绕组,且通过两个 D/A 转换器改变每相绕组的 U_{ref} 时,即组成了步进电机细分驱动电路。

另外,为了有效地抑制电磁干扰,提高系统的可靠性,在单片机与步进电动机驱动回路中利用两个 16 引脚光电耦合器件 TLP521—4 组成如图 3 所示的隔离电路。其作用是切断了单片机与步进电动机驱动回路之间电的直接联系,实现了单片机与驱动回路系统地线的分别联接,防止处于大电流感性负载下工作的驱动电路产生的干扰信号以及电网负载突变产生的干扰信号通过线路串入单片机,影响单片机的正常工作。

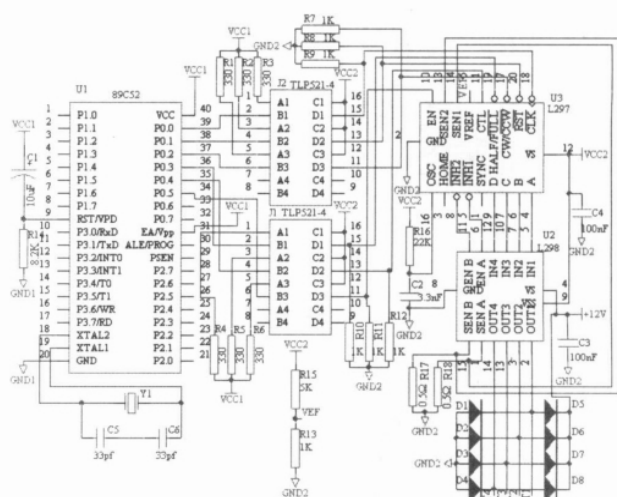


图 3 步进电机控制驱动器部分原理图

4 软件组成

在该电路中,将 P1.0 口设为电机开始按钮, P1.1, P1.2, P1.3 为速度选择按钮,速度由低到高, P1.4 为电机停止按钮,并设三档速度的最高速度依次为 500pps、1000pps、2000pps。RXD, TXD 已由 MAX232 电平转换接出串口。此外,步进电机其启动,停止的频率较低,一般在 100—250Hz 之间,而最高运行频率要求较高,通常为 1—3kHz,为使其在启动、运行和停止整个过程中,既不会失步,又能够尽快精确地达到目标位置,运行速度都要有一个加速—恒速—减速的过程。这里采用常用的离散办法来逼近理想的近似梯形的升降速曲线,如图 5 所示。即利用定时器中断方式来不断改变定时器装载值的大小。本例中,为计算方便,把各离散点的速度所需的装载值用公式转化为各自所需的定时时间固化在系统的 ROM 中,这里用 $TH0 = (65536 - time)/256$, $TL0 =$

(65536-time)%256 来计算装载值, time 表示各阶梯所需定时时间。系统在运行中用查表法查出所需的时间,从而大幅度减少占用 CPU 的时间,提高系统的相应速度。因此,该程序主要由控制主程序、加减速子程序组成,主程序框图如图 4 所示。

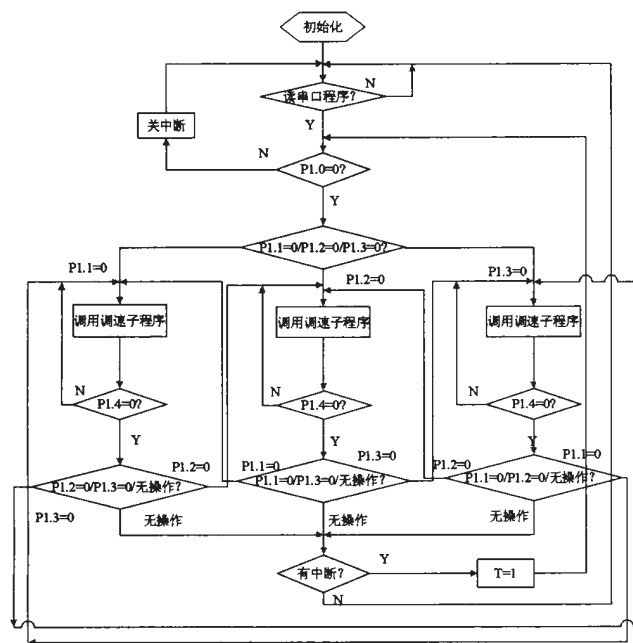


图 4 主程序框图

5 结论

本文创新点在于提出应用单片机和 L297、1298 集成电路构成步进电机控制驱动器。使之具有元件少,可靠性高、占空间少、装配成本低等优点。通过软件开发,可以简化和减轻微型计算机的负担。另外,在上面提出的在加减速程序中定时器的装载值用式子计算不精确,这两条赋值要执行不少的时间,具体做的时候,可直接把初值计算出来或把除号用相加来计算,以达到精确的目的。

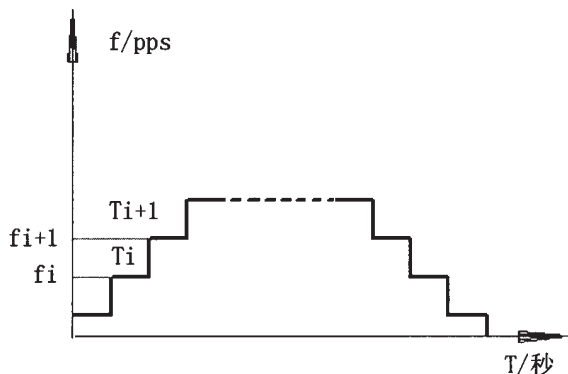


图 5 梯形规律升降速控制

参考文献:

- [1] The L297 Stepper Motor Controller Application Note.
- [2] 刘宝廷. 步进电动机及其驱动控制系统[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工

业大学出版社, 1997.

- [3] 潘永雄. 新编单片机原理与应用[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2003.

- [4] 雷海波, 杨新. 用微机和单片机控制步进电机的走动[J]. 微计算机信息, 2000, 5: 30-32.

- [5] 杨忠宝, 林海波. 基于 80C196MC 的步进电机斩波恒流均匀细分电路的实现[J]. 微计算机信息, 2003, 7: 51-52.

- [6] 徐进, 孙兴进. 步进电动机最佳变速控制的单片机实现[J]. 上海电力学院学报, 2000, 16(1): 21-25.

- [7] 邓红, 郭威娜. 用字位显示接口驱动步进电机的设计方法[J]. 微计算机信息, 2005, 8-1: 111-112.

作者简介: 唐国栋, (1982—) 男, 江苏镇江人, 中科院长春光机所硕士研究生. 专业: 机械制造及其自动化专业方向: 光电仪器总体技术研究. E-mail: tgd8217@yahoo.com.cn.

Biography: Tang Guodong. I was born in 1982, male, the native in Zhenjiang of Jiangsu province. Now I am a postgraduate of Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences. My speciality is machine-manufacture and automation, the professional direction is the overall technical research of the photoelectric instrument.

(130033 吉林长春 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) 唐国栋 高云国

(100039 北京 中国科学院研究生院) 唐国栋

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China) Tang Guodong Gao Yunguo

(Graduate school of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China) Tang Guodong

通讯地址: (130033 长春 长春经济技术开发区东南湖大路 16 号 中科院长春光学精密机械与物理研究所光电对抗部) 唐国栋

(收稿日期: 2006.5.26) (修稿日期: 2006.6.25)

(上接第 122 页)

参考文献:

- [1] 张世德, 苏玮, 薛立军. 基于电力线载波的抽油机井巡回监测系统[J]. 微计算机信息, 2005, 6.

- [2] 林海雪, 李世林, 刘惠民. 电压电流频率和电能质量国家标准应用手册. 北京: 中国电力出版社, 2001.

作者简介: 侯丽华, 女, 1966 年 2 月出生, 硕士, 副教授, 研究方向为电力电子技术及其应用. E-mail: jlhoulhua@tom.com.

(130012 吉林长春市长春工程学院) 侯丽华

(Changchun Institute of technology Changchun 130012 China) Hou Lihua

通讯地址: (130012 长春市宽平大路 395 号 长春工程学院电气与信息工程学院) 侯丽华

(收稿日期: 2006.5.26) (修稿日期: 2006.6.26)