

AVR 单片机在直流伺服控制系统中的应用

南京东南大学机械工程系(210096) 殷召生 张传海 郝建平

TP27 B

摘要: 一种用新型 AT90S8515 单片机设计的闭环位置伺服控制系统。介绍了 AVR 单片机的特点以及和 PWM 调速相关寄存器的设置,给出了系统硬件电路原理简图和相应的软件设计方法,并说明了位置与速度的测量方法。

关键词: AVR 单片机 直流电机 PWM 伺服系统

由于直流电动机具有良好的起动、制动性能,直流伺服控制技术已广泛应用于工业和宇航领域的伺服驱动和调速系统。随着电力电子技术的发展及其应用技术的进步,新型功率半导体器件与专用集成芯片的不断涌现,使得近年来直流脉宽调制(PWM)控制技术和伺服功率驱动发展更加迅速,为研制高精度、快响应、宽调速、低损耗的高性能直流伺服控制系统和变速传动系统提供了基础。当前伺服控制系统所用的微处理器的性能正在不断地提高,表现在:(1)与 CPU 有关的性能提高,如运算速度、指令系统、寻址空间和总线宽度等。(2)片内外围数量不断增加。本文介绍一种新型高速 AVR 单片机在伺服控制系统中的应用。

1 AVR 单片机结构特点

AT90 系列单片机是 ATMEL 公司生产的新一代基于 AVR 增强性能、RISC 结构、低功耗、CMOS 技术的微控制器,简称 AVR 系列单片机。与 MCS-51 系列微控制器相比有以下特点:

(1)AVR 微电子的机器周期为 1 个时钟周期,绝大多数指令为单周期指令,1MHz 的频率有近 1MIPS 的性能。在 8MHz 时钟频率下,每条指令执行时间仅为 125ns。因此优化了功耗和速度之间的矛盾。

(2)AVR 内核为 32 个通用工作寄存器与丰富指令集的组合。32 个寄存器全部直接地与运算逻辑单元连接,这种组合机构具备的代码效率比完成同样处理能力的常规 CISC 微处理器要快 10 倍以上。

(3)程序存储器和数据存储器有各自的总线,程序可以高效率地执行。8MHz 频率下工作的 AVR 单片机相当于 224MHz 频率下工作的普通 MCS-51 微控制器。

(4)拥有 2 路 PWM 发生器。这 2 路 PWM 可以在双 8 位、9 位或 10 位下自运行、抗误、节拍修正操作。同时还有 1 路输入捕获口,可以捕获引脚 ICP 上的上升和下降沿。

(5)AVR 单片机内置可重复编程的闪速程序存储器和

256KB 的 E²PROM。E²PROM 可以保存运动参数,适于现场参数修改,使其在运动控制方面有很大的灵活性。同时 AVR 单片机还支持对存储器的系统编程。

这些特点使 AT90 系列单片机成为一种能满足众多需要的、具有高度灵活性和低成本的嵌入式控制应用的高效微控制器。

2 系统结构原理与特点

(1)直流伺服控制系统一般由电流环、速度环和位置环 3 个环路组成。其中位置环是外环,电流和速度环是内环。位置信号可以从电机轴取出,也可以从负载取出。对于中小功率的伺服系统,电机的电枢电阻大,允许过负载数高,可以不必限制动态过程中的电流。因此在设计时,只设计了位置环和速度环。系统控制结构框图如图 1 所示。

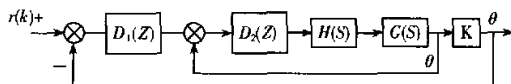


图 1 系统控制结构框图

其中 $D_1(Z)$ 、 $D_2(Z)$ 是由计算机软件实现的数字控制器,分别是位置和速度调节器,可以采用 PI 或其它的计算机控制算法。 $G(S)$ 为功率放大模块与直流电机的传递函数,它是系统固有部分。 $H(S)$ 是零阶保持器,它是虚拟的。

(2)系统硬件结构如图 2 所示。在驱动电路中,PWM 输出利用的是引脚 PD3 的第 2 功能(OC1),它是定时器/计数器 1 输出比较匹配(即 PWM)的输出。定时器/计数器 1 可以从晶振时钟(CK)、预定比例晶振时钟或外部引脚中选择时钟源,且可在定时器/计数器 1 对控制寄存器 B(TCCR1B)的低 3 位(CS12、CS11、CS10)进行设置。在 TCCR1A 中可以设置 PWM 为 8 位、9 位或 10 位,通过对定时器/计数器 1 输出比较寄存器 OCR1AH 和 OCR1AL 赋比较值来输出 PWM。改变输出比较寄存器中的比较值即可改变 PWM 的占空比。

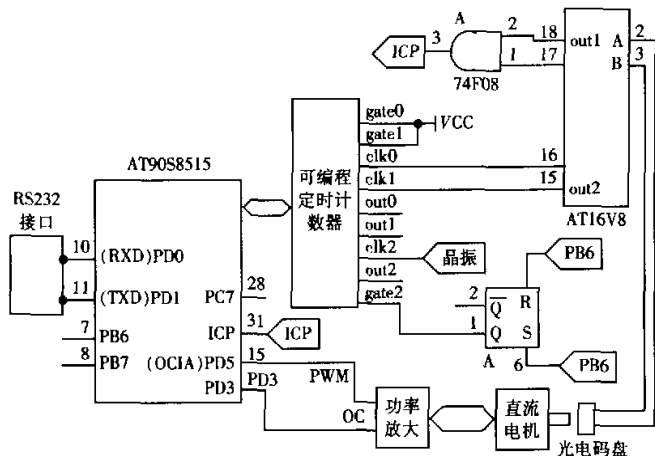


图2 系统硬件结构原理简图

功率放大电路采用的是自制的直流电机驱动器,它只需要1个30V的驱动电源,单片机只需提供给它1个PWM和enable信号,就可以驱动直流电机以给定的速度和方向旋转。同时它有1个故障反馈信号给单片机以便及时处理故障。

(3)位置与速度信号的测量处理。在增量式光电码盘的应用中,一般要把光电码盘输出的1对正交信号进行细分与辨向后送给计数电路,最后通过接口和计算机连接。这个过程在传统的处理方法上需要复杂的数字电路。在这里采用1片GAL芯片和8253可编程计数器设计出了既经济又可提高光电码盘分辨率的细分计数接口电路。具体原理如下:

速度的测量采用M/T法对电机转速实现高精度的测量。它将定时器的2通道作为计时用,通道的打开和关闭通过捕获ICP引角的上升或下降沿来决定。位置的测量通过计数器的0和1通道测出,这2个通道用来记录脉冲数。

(4)本系统可以满足不同规格的直流电机的正、反向可逆运行的控制需求(对于不同规格的电机控制系统,均可以满足控制要求)。驱动电路只需要改变H型可逆PWM变换器的元件参数,就能适用于不同功率的直流电机。其测速部分电路简单、结构紧凑。

3 控制软件设计

在直流伺服控制系统中,伺服控制算法有许多种。在不同的应用场合,为了满足不同的动态性能指标,必须采用不同的控制策略。在本系统中采用的是数字串级控制算法。它是在单回路PID控制的基础上发展起来的一种控制技术,针对单回路的缺陷,增加1个内回路(在本设计中引入的是速度环),用以控制可能引起位置变化的因素,从而提高系统特性。

根据控制任务的需要,必须从被控对象的特性出发,

直接以计算机控制理论来设计数字控制器,这样所选择的采样周期可以比较大且控制质量比较好。在本设计中,由单片机实现的数字控制器 $D_1(z)$ 和 $D_2(z)$ 采用的是PI控制算法。在具体实现上有增量型算法和位置型算法,此处采用了增量型算法。这种算法中控制量增量的确定仅与最近几次误差采样值有关,而计算误差和计算精度对控制量的计算影响较小。它得出的是控制量的增量,误动作影响小,不会严重影响系统的工作。其计算过程如下:

(1)计算位置控制回路的偏差 $e_1(k)$

$$e_1(k) = r_1(k) - y_1(k)$$

(2)计算位置控制回路的输出 $D_1(z)$ 的输出 $u_1(k)$

$$u_1(k) = u_1(k-1) + \Delta u_1(k)$$

$$\Delta u_1(k) = K_{P1}[e_1(k) - e_1(k-1)] + K_{D1}e_1(k)$$

其中 K_{P1} 为比例增益, K_{D1} 为积分系数。

速度环的计算过程和位置环类似。计算的顺序是从位置环到速度环,而且位置环的采样周期是速度环的2倍,分别为3ms和6ms。各个控制算法的调用等功能由各中断子程序完成。程序的编制采用C语言对AVR单片机编程,软件采用ICC-AVR。同汇编语言比较,采用C语言具有编程方便、程序易维护和移植;在大的系统应用中,代码效率高、等优点。位置控制环的流程框图如图3所示。

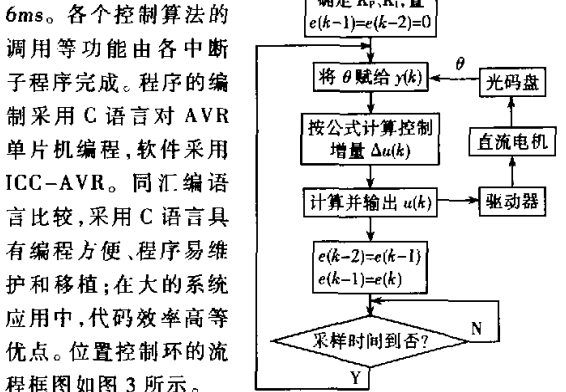


图3 位置控制环的流程框图

4 结束语

按上述方案所设计的直流伺服控制器已在我所研制的项目中得到应用。由于它采用运算速度较高的AVR单片机,电路设计中还采用了PLD器件,因此简化了电路设计,提高了电路的抗干扰能力。同时由于AVR单片机价格低廉,编程开发方便,本系统在低成本的伺服控制领域中有良好的发展前景。

参考文献

- 1 于海生.微型计算机控制技术.北京:清华大学出版社,1999
- 2 耿德根.AVR高速嵌入式单片机原理与应用.北京:北京航空航天大学出版社,2001
- 3 易继锴.电气传动自动控制原理与设计.北京:北京工业大学出版社,1997

(收稿日期:2001-10-29)

AVR单片机在直流伺服控制系统中的应用

作者: [殷召生](#), [张传海](#), [郁建平](#)
 作者单位: [南京东南大学机械工程系, 210096](#)
 刊名: [微型机与应用](#) **ISTIC** **PKU**
 英文刊名: [MICROCOMPUTER & ITS APPLICATIONS](#)
 年, 卷(期): 2002, 21(4)
 引用次数: 1次

参考文献(3条)

1. 于海生 [微型计算机控制技术](#) 1999
2. 耿德根 [AVR高速嵌入式单片机原理与应用](#) 2001
3. 易继错 [电气传动自动控制原理与设计](#) 1997

相似文献(10条)

1. 期刊论文 [张立勋, 沈锦华, 路敦民, 杨勇](#) [AVR单片机实现的直流电机PWM调速控制器](#) -[机械与电子](#)2004(4)
 介绍一种新型的主要由AVR单片机8535和 L298驱动构成的直流电机PWM调速控制器. 详细介绍了本调速控制系统的工作原理、光电编码器接口电路、PWM驱动接口电路和相应的各种控制软件设计. 设计了实验, 并给出了实验结果. 实验结果表明, 本PWM直流调速控制器具有良好的工作性能.
2. 期刊论文 [马书雷, 张立勋, 杨双华, MA Shu-lei, ZHANG Li-xun, YANG Shuang-hua](#) [用AVR单片机实现直流电机PWM调速](#) -[应用科技](#)2000, 27(10)
 介绍了由AT90S2313单片机和L298构成的直流电机调速系统, 详细介绍了AVR单片机中关于PWM调速的相关寄存器的设置, 给出了硬件电路和相应的软件设计.
3. 期刊论文 [殷召生, 张传海, 郁建平](#) [AVR单片机在直流伺服控制系统中的应用](#) -[工业控制计算机](#)2002, 15(2)
 介绍一种用新型AT90S8515单片机设计的闭环位置伺服控制系统, 详细介绍了AVR单片机的特点以及和PWM调速相关寄存器的设置. 给出了系统硬件电路原理简图 and 相应的软件设计方法, 说明了位置与速度的测量方法. 实验表明采用这种单片机设计的伺服系统能提高系统实时性, 简化接口硬件, 提高抗干扰能力, 在实际应用中可以取得较好的控制效果.
4. 期刊论文 [赵红菊, 王岚, 张立勋](#) [一种用于教学实验的多功能直流电机控制系统](#) -[应用科技](#)2004, 31(5)
 介绍了一种多功能教学实验仪器, 它是由AVR单片机实现的直流电机控制系统. 详细说明了系统的工作原理、工作模式、单片机控制系统的硬件接口电路及软件设计, 并给出了教学实验仪器的样机. 经实验验证, 本系统可以再现由单片机构成的直流电机闭环伺服系统的工作过程, 能够完成机电一体化相关课程的实验.
5. 学位论文 [李枝俊](#) [基于AVR的直流电机软启动器的设计](#) 2009
 直流电机是重要的工业产品, 它的启动状况是影响其寿命的重要因素, 因此受到人们重视. 直流电机直接启动时会产生高达5~10倍的冲击电流, 不但会对电机及拖动的设备造成电气和机械损伤, 还会影响其他电气设备的正常运行. 因此, 额定功率在2KW以上的直流电机不允许直接启动, 必须安装软启动装置. 本文以蓄电池供电的他励直流电机为研究对象, 依据直流电机控制原理和PWM直流斩波技术, 设计了一种集电机软启动、软停车和多种保护功能于一体的电机控制装置. 本文给出了直流电机软启动器的整体设计, 对主电路、驱动电路、电流检测电路、温度检测电路等进行了详细的分析和设计, 并制作了软启动器样机. 在对额定电压为220V, 额定功率为5.5KW的他励直流电机的启动试验中, 可以将启动电流峰值控制在2.5倍额定电流以内, 启动电压平均值控制在20V以内, 启动时间控制在10秒以内, 可根据负载情况选择启动模式, 并且当电枢电流、IGBT导通电流和散热板温度超过警戒值时, 系统将自动实施保护功能. 本装置不仅实现了整个启动过程中无冲击、平滑地启动电机, 而且可根据电动机负载的特性来调节启动过程中的参数, 如限流值、启动时间和启动模式等. 相比于传统的启动器, 它突出的优点体现在能够连续无级的调节电机启动、冲击转矩和冲击电流小、控制简便、启动重复性好以及体积小等方面, 这就从根本上解决了传统的降压启动设备的诸多弊端.
6. 期刊论文 [申忠宇, 汪倩倩, SHEN ZHONGYU, WANG QIANQIAN](#) [基于单片机电风扇摇头角度自调装置的实现](#) -[微计算机信息](#)2007, 23(2)
 本文介绍了一种基于AVR单片机ATmel169, 与旋转编码器AS5040及3966控制直流电机构成的电风扇360度内摇头角度调节装置的实现, 设计了AS5040旋转编码器接口电路、PWM驱动接口电路和防积饱和的PI控制算法.
7. 会议论文 [夏尔宏, 杨世兴](#) [逻辑无环流可逆调速数字控制系统设计](#)
 本文探讨用AVR单片机ATmega16组成直流电机数字PID控制器, 数字触发器及逻辑无环流控制器的设计.
8. 期刊论文 [周斌, 陈伟海, 于守谦](#) [基于AVR单片机的门禁控制器的设计与实现](#) -[安防科技](#)2008(2)
 介绍了一种基于ATmega16单片机控制的门禁控制系统的硬件和软件设计方法, 该系统以直流电机为执行器; 系统首先对光电编码器的脉冲信号进行采样, 经ATmega16单片机中PID算法处理后产生PWM信号驱动直流电机, 以此实现对控制门禁的开关时序和转速的调节控制; 同时又有外连设备可供用户根据实际需要来改变系统参数, 达到最合理配置; 实验结果表明, 该方法可以在生产中推广应用.
9. 期刊论文 [周斌, 陈伟海, 于守谦, Zhou Bin, Chen Weihai, Yu Shouqian](#) [基于AVR单片机的门禁控制器的设计与实现](#) -[计算机测量与控制](#)2007, 15(12)
 介绍了一种基于ATmega16单片机控制的门禁控制系统的硬件和软件设计方法, 该系统以直流电机为执行器; 系统首先对光电编码器的脉冲信号进行采样, 经ATmega16单片机中PID算法处理后产生PWM信号驱动直流电机, 以此实现对控制门禁的开关时序和转速的调节控制; 同时又有外连设备可供用户根据实际需要来改变系统参数, 达到最合理配置; 实验结果表明, 该方法可以在生产中推广应用.
10. 期刊论文 [杨福涛, 孙鹏](#) [基于单片机的寻迹小车的研究与实现](#) -[大庆师范学院学报](#)2009, 29(3)
 寻迹机器人是一个很好的应用单片机技术的设计. 本系统所用的单片机采用性能优秀的AVR单片机的ATmega16L芯片, 由其通过L/O口控制小车的前进后退以及转向. 自制了单片机电路板和程序下载ISP线, 能够顺利完成小车的寻迹. 同时还可以扩展控制小车的行进路线, 可以改变程序文件来变换寻迹的

路线. 所完成的设计可以直接应用于单片机的教学之中, 使本设计有了重要的应用价值.

引证文献(2条)

1. 陈殿生, 王田苗, 白峰, 乔雷 教学用数控工作台的模块化控制系统设计[期刊论文]-实验室研究与探索 2008(10)
2. 李云梅 一种新型振动供料器及其控制系统的研究[学位论文]硕士 2005

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wxjyyy200204007.aspx

下载时间: 2010年1月10日