

文章编号:1006-9798(2000)01-0010-03

直流电机 PWM 闭环调速系统

邱 丹,王 东,高振东

(青岛大学机电工程学院,青岛 266071)

摘要:推出一种使用单片机的 PWM 直流电机闭环调速系统。本系统结构简单,价格低廉,在实际应用中效果良好。

关键词:PWM;单片机;速度闭环控制

中图分类号:TP273 文献标识码:A

采用硬件电路实现直流电机闭环调速系统已在实践中应用多年,其硬件组成复杂,调整困难,缺乏控制的灵活性。本文介绍的直流电机 PWM 闭环调速系统,使用低价位的单片微机 89C2051 为核心,实现闭环控制,并可进行数字显示和速度预置,方便了使用。电机调速采用脉宽调制方式,与晶闸管调速相比技术先进,可减少了对电源的污染。本系统已用于健身跑步机调速,工作可靠,使用效果良好。图 1 是本系统的线路图,主要有 PWM 信号发生、闭环调速微机控制、直流电机驱动等几部分组成。

1 PWM 信号发生电路

PWM 波可由具有 PWM 输出的单片机(如 80C198 等)通过编程产生,也可采用 PWM 专用芯片来实现。PWM 波的频率太高时,对直流电机驱动的功率管要求太高,太低时产生电磁噪声较大。实践中 PWM 波的频率在 18kHz 左右效果最好。经综合分析,本系统采用两片 4 位数值比较器 4585 和一片 12 位串行计数器 4040 组成了 PWM 信号发生电路。两片比较器 U3、U2 的 A 组接 4040 计数输出 Q2~Q9 端,B 组接单片微机的 P1 端口。改变 P1 端口的输出值,可使 PWM 信号的占空比产生变化,进行调速控制。计数器 4040 的计数输入端 CLK 接单片微机 2051 晶振的振荡输出 XTAL2。晶振选用 18MHz 时,经 Q0~Q2 的 8 分频,Q2~Q9 的 256 分频,产生的 PWM 波形的频率为 17.6kHz,适合光

耦及功率开关管的合理工作范围^[1]。

计数器 4040 每来 8 个脉冲,其输出 Q2~Q9 加 1,当计数值小于或等于单片机 P1 端口输出值 X 时,U2 的(A>B)输出端保持为低电平,当计数值大于 X 时 U2 的(A>B)输出端为高电平。随着计数值的增加,Q2~Q9 由全“1”变为全“0”时,(A>B)输出端又变为低电平,这样,在 U2 的(A>B)端得到 PWM 的信号,其占空比为 $(255-X/255) \times 100\%$,改变 X 值可改变 PWM 信号的占空比,进行直流电机的转速控制。使用此方法单片机只需根据调整量输出 X 值,PWM 信号由三片通用数字电路生成,使软件大大简化,有利于单片机系统正常工作。由于单片机上电复位时 P1 端口输出全“1”,使用 4585 的 B 组与 P1 端口相连,升速时 P0 端口输出 X 按一定规律减少,降速时按一定规律增大。

2 单片微机闭环速度控制电路

本系统的闭环控制选用低价位的单片机 89C2051,与带 PWM 输出的 80C552 及 80C198 相比,无需外扩 EPROM,且价格低的多。2051 单片机片内有 2K 的 flash 程序存储器,15 个 I/O 口,两路 16 位的定时/计数器,指令及中断系统与 8031 兼容,给闭环速度控制带来很大的灵活性^[2]。

闭环速度控制中传感器选用霍尔传感器,小磁钢固定在被测转轴上,每转一周输出一个脉冲信号。转速脉冲信号经施密特触发器 U6-1,U6-2 整形后,

输入到 2051 单片机的 INTO 中断口 P3.2 端口上。软件设置 INTO 为下降沿中断,进入中断服务程序后开启定时/计数器 0 进行定时,测出每转的周期,再由软件计算出控制值 X,由 P1 端口输出 PWM 波

占空比的控制数。软件中还可进行显示线速度或角速度的转换计算,由八位驱码驱动器带动 LED 数码管进行显示。预置速度由按键 S1、S2 输入,进行“+”“-”控制,预置数也由 LED 数码管显示。

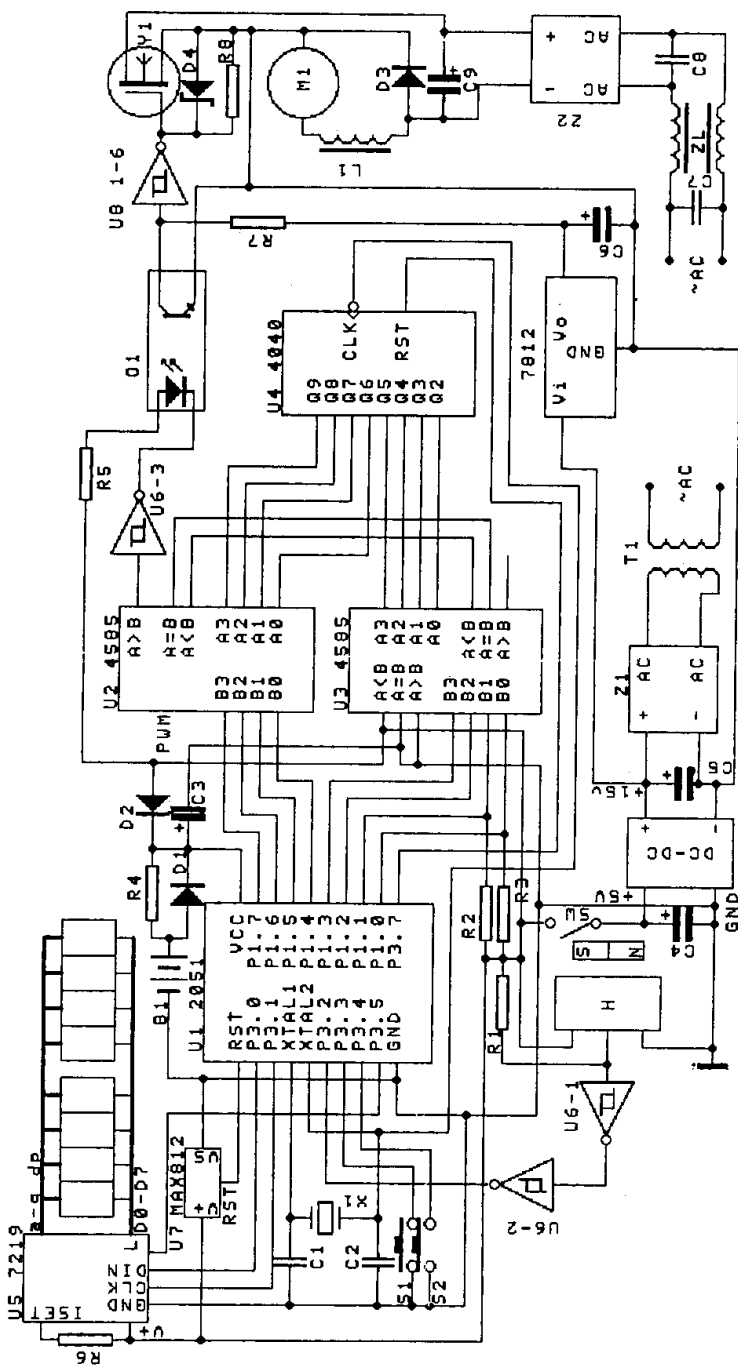


图 1 直流电机 PWM 闭环调速系统原理图

显示使用了高集成度的 MAX7219 串行 LED 显示驱动器,带动八位 LED 数码管进行显示,前四

位显示当前运行速度,后四位显示预置速度。MAX7219 是 24 脚窄封装芯片,串行口工作频率最

高 10MHz, 八位 LED 显示, 通过对译码模式寄存编程, 可控制各位显示方式 (BCD 码或非译码), 显示是片内动态扫描模式, 通过一个电阻和编程可控制亮度, 并可多个芯片串联显示多达 64 位共阴极 LED 数码管。MAX7219 的数据输入端 DIN、时钟端 CLK、数据锁定端 L 分别与 2051 单片机的 P3.0、P3.1、P3.5 端口相接。改变电阻 R6 的阻值可调整显示亮度, R6 取值在 3.9~10k Ω 之间。使用 MAX7219 不仅可减少硬件电路, 由于是片内动态扫描显示, 并可降低功耗和简化软件设计。

2051 单片微机的上电复位使用了 MAX812 电压监控器, 上电时约有 200 ms 的延迟, 以保证复位正常进行。为了防止掉电后预置数丢失, 使用了使用备用电池保护 2051 单片机片内 RAM 数值。电源经变压整流后, 一路经 DC-AC 开关电源输出 5 V 直流电压给单片机系统供电, 一路经三端稳压元件 7812 稳压输出 12 V 电压供驱动大功率开关管使用。单片机系统电源与驱动电路部分电源隔离, 以提高系统工作的可靠性和安全性。

3 直流电机驱动系统电路

U2 生成的 PWM 信号经施密特反相器 U6-3 驱动光电耦合器 01, 送至直流电机驱动电路。大功率开关管选用 N 沟道 VMOS 功率场效应管, 它为压控元件, 具有很高的输入阻抗, 因而驱动功率很小, 对驱动电路要求也较低。经光电耦合器传送的 PWM 信号, 经并联使用的六施密特反相器, 接到 VMOS 功率管 Y1 的栅极上, 直接驱动即可。稳压管 D4 和电阻 R8 起保护作用。VMOS 功率管的源极接直流电机绕组, 经感抗器接电机直流电源负端。漏极接电机直流电源正端。快速关断二极管 D3 起保护

作用, 消除 VMOS 功率管开关过程由电机绕组产生的感生电势。电源是交流电压经 C7、ZL、C8 组成的滤波器后, 由高压桥整流器件 Z2 整流, 高压电解电容滤波后供 VMOS 功率管。VMOS 功率管, 快速关断二极管及高压电解电容器及整流桥等根据选用直流电机的电压、功率等要求确定相应型号和参数^[3]。

4 结束语

本文所述的直流电机闭环调速系统以低价位单片微机 89C2051 为核心, PWM 波的生成使用三片通用数字电路, 显示使用了高集成度的八位 LED 串行译码驱动器 MAX7219, 电机驱动使用 VMOS 场效应管, 反馈信号使用霍尔传感元件, 系统设计合理。使用单片机定时器对传动轴的周期进行检测, 可由软件计算出相应的线速度或角转速进行显示, 并可进行速度定量预置。软件中可用 PLD 算法或查表的方法确定闭环控制的补偿量。这些是由数字线路组成的直流电机闭环调速系统所不及的。以前也曾试过使用单片机的定时/计数器直接生成 PWM 波, 这样使软件频繁工作中断服务程度中, 整体效果不太好。使用少量硬件后单片机仅输出 X 值, 使软件工作量大大减少, 程序中有充足时间进行闭环控制的测控和计算, 使程序设计和软件运行合理可靠。

[参 考 文 献]

- [1] 高振东. 基于单片机低价位直流电机 PWM 系统的设计[J]. 东南大学学报, 1998, 3
- [2] ATMEL CO. PRODUCT GUIDE-AT89C2051. 1997
- [3] 王志良. 电力电子器件及其应用技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 1995

VELOCITY-LOOP SPEED GOVERNING SYSTEM OF DC MOTOR

QIU Dan, WANG Dong, GAO Zhen-dong

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Qingdao University, Qingdao 266071)

Abstract: A velocity-loop speed governing system of DC motor is introduced. The system's structure is simple and cost is low. In practices, it has aquired a good result.

Key words: PWM; single-chip microprocessor; velocity close-loop control