

# 单片机系统直流电机速度闭环控制实验

马 俊

(青海师范大学物理系,青海 西宁 810000)

**摘要:**以单片机系统为平台,设计直流电机速度闭环控制实验,给出相应的程序流程图和初始化程序。结果表明,该系统具有优良的性能和较好的品质。

**关键词:**单片机系统;直流电机;速度;PID;闭环控制

**中图分类号:**TP503.1 **文献标识码:**C **文章编号:**1006-3996(2004)01-0046-03

随着计算机技术、电子技术的飞速发展,微控制技术正以其优异的控制性能日益为工业所接受,特别是以单片机为核心的计算机控制系统在大、中、小过程控制中起重要作用。本文用 MCS-51 单片机与 PC 机连接组成单片机系统,以其为平台结合实际设计实验,利用成熟的 PID 算法实现直流电机速度闭环控制,并模拟其控制曲线。

## 1 实验硬件组成

在简单的过程控制中,单片机一般作为控制的核心部件嵌入到系统中实现过程控制。由于大多数工业控制是一个复杂的过程,在单片机上进行源程序的编辑、调试速度慢,费时间。为此,将单片机与 PC 机连接组成单片机系统,并在 PC 机上安装相应的软件,可以直接进行编辑、调试程序,需要时加载到单片机的 RAM 中。该方法具有编辑快、调试直观方便的特点。以该系统为平台的实验硬件结构框图如图 1 所示。

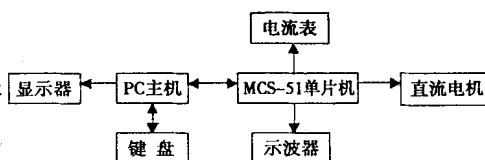


图 1 实验硬件结构框图

## 2 实验原理

在实现对速度、温度、压强等物理量的控制中,PID 是一种较成熟的算法<sup>[1]</sup>,实验设计中采用该算法实现直流电机速度闭环控制。

### (1) PID 算法

在连续调节系统中,PID 算法的表达式为: $y(t) = K_p [e(t) + 1/T_i \int e(t) dt + T_d de(t)/dt]$

式中: $y(t)$ —调节器的输出信号; $e(t)$ —调节器的偏差信号; $K_p$ —调节器的比例系数;

$T_i$ —调节器的积分时间; $T_d$ —调节器的微分时间

(2) 在直流电机速度闭环控制中采用一测速器件(霍尔元件、小磁钢),将 PWM 脉冲信号作为电机的控制信号,首先对过程参数进行采样,采样值输入 PID 调节器,与给定数字值进行比较,其差值经 PID 算法进行处理,改变脉冲信号的占空比,并通过执行机构控制电机速度,以达到给定数字值<sup>[2]</sup>。图 2 为直流电机速度闭环控制框图。

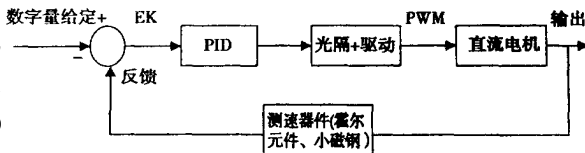


图 2 直流电机速度闭环控制原理图

(3) 在控制过程中校正 PID 相关参数,校正原则:在控制的起始阶段取较小的 PID 校正参数,当控

制达到基本稳定时,根据系统的误差逐渐增大 PID 校正参数,以获得平稳上升并消除稳态误差;当整个系统已基本稳定时,则根据系统要求和误差适当减小 PID 校正参数。

### 3 软件设计

(1) 控制系统的主程序和相关中断服务子程序流程图如图 3 所示,为了使速度控制响应速度快,必须选择系统的 P、I、D 等参数,实验系统利用 PLC 的高速运算和判断能力,由 PID 算法子程序算出控制量,对扰动作出动态调节,使稳态误差减小。<sup>[3]</sup>

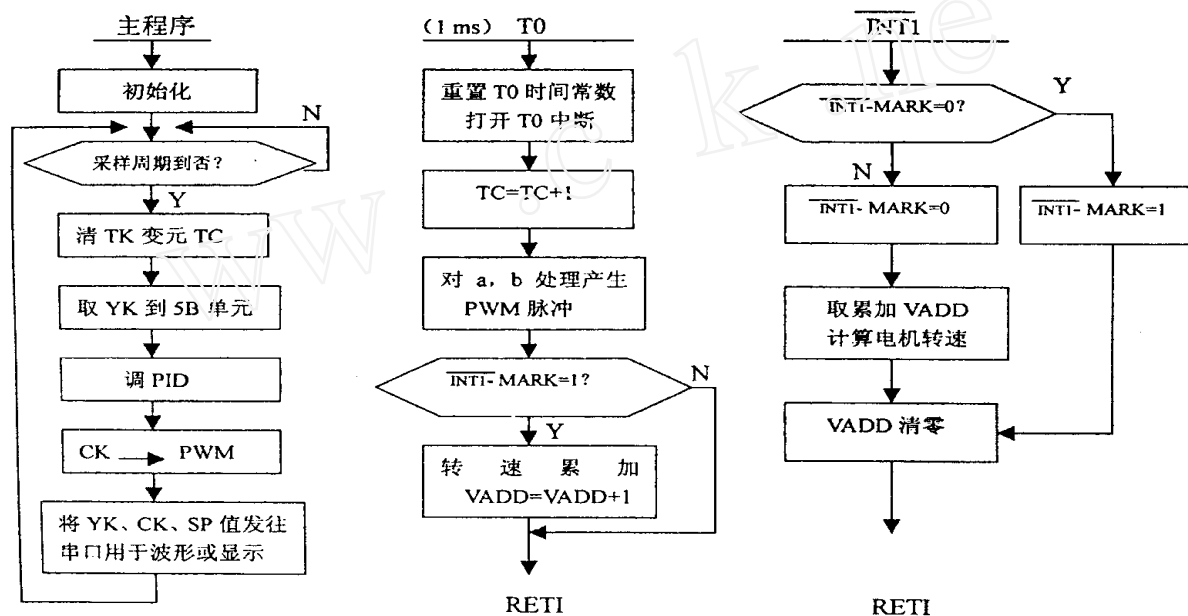


图 3 程序流程图

#### (2) 软件设计

由于篇幅有限这里仅给出相应的初始化程序:

```
ORG 0000H
```

```
LJMP MAIN
```

```
...
```

```
MAIN: ... ;主程序入口
```

```
...
```

```
INIT:MOV TMOD, # 21H ;初始化
```

```
MOV IP, # 02H
```

```
MOV TH0, # 0FEH ;T0 时间常数(1 ms)
```

```
MOV A, # 00H
```

```
MOV R0, # 50H
```

```
II:MOV @R0, A
```

```
INC R0
```

```
CJNE R0, # 80H, II
```

```
MOV 2FH, # 00H
```

```
MOV 5EH, # 01H
```

```
MOV 6AH, # 7FH
```

```
MOV 68H, # 7FH
```

```
MOV    90H, # 0FEH
LCALL   TX           ;8251
...
SETB    EX1
SETB    IT1
SETB    ET0
SETB    TR0
SETB    EA
RET
```

## 4 实验结果

该控制系统调试过程中,给定速度为  $30 \text{ r/s}$ ,系统刚开始进行加速转动,当速度达到  $30 \text{ r/s}$  左右时,由于 PWM 脉冲作用,能够在给定速度范围内进行调节,反应性能良好,调节精度可达  $\pm 1$  转。经改变电机的速度和设置不同的参数实验,可得到不同的调节曲线,系统能快速进行自动调节,恢复时间约为  $1\text{s}$ ,其速度调节曲线如图 4 所示。

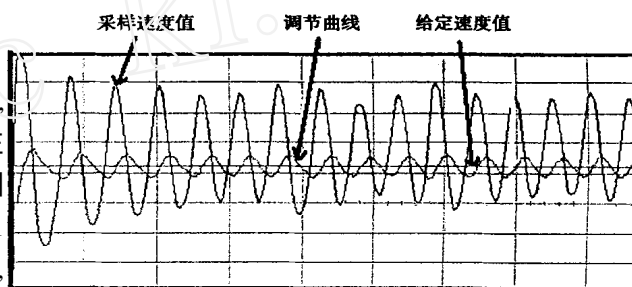


图 4 实验结果模拟曲线图

## 5 结语

本实验系统充分利用了多种控制功能,控制算法采用了参数子整定 PID 算法,实现了精确的速度闭环控制。实验数据表明,该系统能实现各种电机速度的精确控制,实用性强,有较好的市场前景。

### 参考文献:

- [1] 台方. 微型计算机控制技术[M]. 北京:中国水利水电出版社,2001. 107 - 108.
- [2] 顾滨. 单片微计算机原理、开发及应用[M]. 北京:高等教育出版社,2000. 264,291.
- [3] 胡汉才. 单片机原理及接口技术[M]. 北京:清华大学出版社,1996. 410,412.

(责任编辑 张文英)