

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200510119009.5

[43] 公开日 2007 年 6 月 6 日

[51] Int. Cl.
G01P 3/64 (2006.01)
G01P 3/481 (2006.01)

[11] 公开号 CN 1975436A

[22] 申请日 2005.11.24

[21] 申请号 200510119009.5

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 贾宏光 刘治华 黎海文 白越
吴一辉

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司
代理人 梁爱荣

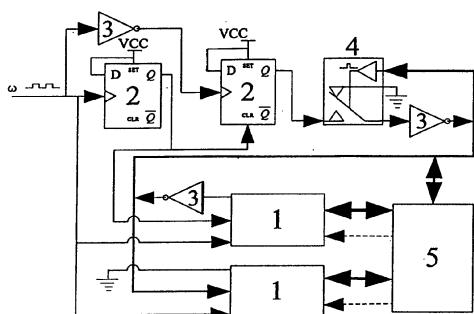
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称

一种高精度宽范围的测速方法及电路

[57] 摘要

本发明涉及一种高精度、宽范围测速方法和电路，方法微当被测系统中的电机转速低于临界转速，测量 N 个完整电机脉冲所用时间，算出电机转速为 ω_1 ，当被测系统中的电机转速高于临界转速，测量采样时间内电机脉冲个数，算出电机转速 ω_2 。采用计数器、触发器、反相器、模拟开关、微处理器组成的数字电路，解决易受外界干扰的问题，采用相对误差相等的临界转速，使得被测系统测量精度提高，解决了被测系统的不能从低速到高速连续测量问题。被测系统易出现中断阻塞，采用模拟开关，可以在两次中断中开启和关闭微处理器的定时器，实现多个电机脉冲周期的精确计时，克服被测系统中断阻塞的不足。本发明适用机电控制过程中需要在宽范围内精确测量电机转速的场合。



1、一种高精度宽范围的测速方法，其特征在于：

当被测系统中的电机转速低于临界转速，测量 N 个完整电机脉冲所用时间 T_1 ，算出电机转速为 ω_1 为： $\omega_1 = 60 \cdot n_2 / (2^{n_1} \cdot T_1)$ ，

其中电机端部码盘为 n_1 位，所记的完整电机脉冲个数为 n_2 ，所用时间为 T_1 ；

当被测系统中的电机转速高于临界转速，测量采样时间 ΔT_1 内电机脉冲个数，算出电机转速 ω_2 为： $\omega_2 = 60 \cdot n_3 / (2^{n_1} \cdot \Delta T_1)$

其中电机端部码盘为 n_1 位，采样时间为 ΔT_1 ，电机脉冲个数为 n_3 。

2、根据权利要求 1 所述的一种高精度宽范围的测速方法，其特征在于：所述临界转速 ω 是根据被测系统低速阶段测量相对误差与高速阶段测量相对误差相等来求取的速度。

3、根据权利要求 2 所述的一种高精度宽范围的测速方法，其特征在于：在低速阶段，利用高频晶振对被测系统电机脉冲个数计时，低速时的相对误差 ε_1 为：

$$\varepsilon_1 = \frac{\omega_1 \cdot 2^{n_1}}{60n_2 \cdot n_4 \times 10^6}$$

其中电机转速为 ω_1 ，电机端部码盘为 n_1 位，所记的完整电机脉冲个数为 n_2 ，定时器的时钟频率为 n_4 。

4、根据权利要求 2 所述的一种高精度宽范围的测速方法，其特征在于：在高速阶段的采样时间内，对被测系统测量电机脉冲个数计数，则高速时的相对误差 ε_2 为：

$$\varepsilon_2 = \frac{60}{2^{n_1} \times \omega_2 \times \Delta T_1}$$

其中电机转速为 ω_2 ，电机端部码盘为 n_1 位，采样时间为 ΔT_1 。

5、根据权利要求 1 所述的一种高精度宽范围的测速方法，其特征在于：根据电机端部码盘为 n_1 位，低速测量时所记的完整电机脉冲个数为 n_2 ，定时器的时钟频率为 n_4 ，高速测量时的采样时间为 ΔT_1 ，

则得到临界转速 ω 为：

$$\omega = \frac{60 \times 10^3}{2^n} \cdot \sqrt{\frac{n_2 \cdot n_4}{\Delta T_1}}$$

6、一种高精度宽范围的测速电路,其特征在于包括：计数器[1]、触发器[2]、反相器[3]、模拟开关[4]、微处理器[5]，计数器[1]的第一门控端分别与触发器[2]第一输出端 Q、第二清零端相连，计数器[1]的第一输出端与反相器[3]的第二输入端相连，微处理器[5]的外中断端分别与反相器[3]的第二输出端、第三输出端相连，用于实现微处理器[5]对外部中断信号的响应；计数器[1]的时钟端和电机脉冲信号端相连，用于实现对电机脉冲上升沿及紧随其后的下降沿的捕捉；计数器[1]的第二输出端接地，计数器[1]的第二门控端分别与触发器[2]的第一清零端和微处理器[5]的 I/O 口相连；反相器 3 的第一输入端、第一输出端分别与电机脉冲信号端和触发器[2]的第二时钟端相连，用于实现对电机脉冲下降沿的捕捉；触发器[2]的第一输入端 D 和第一预置端与高电平相连，用于实现触发器[2]的第一时钟端上升沿触发第一输出端 Q 翻转；触发器[2]的第一时钟端与电机脉冲信号相连，用于实现对电机脉冲信号上升沿的捕捉；触发器[2]的第二输入端 D 和第二预置端与高电平相连，用于实现触发器[2]的第二时钟端上升沿触发第二输出端 Q 翻转；触发器[2]的第二输出端 Q 与模拟开关[4]的第一输入端相连，模拟开关[4]的第二输入端接地，模拟开关[4]的控制端与微处理器[5]的 I/O 口相连，用于实现对模拟开关[4]的接通与断开；反相器[3]的第三输入端与模拟开关[4]的输出端相连，用于将触发器[2]捕捉到的电机脉冲的上升沿及紧随其后的下降沿所产生的中断信号传输给微处理器[5]；微处理器[5]的数据双向传输端与计数器[1]的数据双向传输端相连，用于数据在两者之间的传输；微处理器[5]的地址端与计数器[1]的片选及地址端相连，用于实现微处理器对计数器内部定时/计数器的选择；微处理器[5]的读写信号端与计数器[1]的读写信号端相连，用于实现微处理器[5]对计数器[1]的读写操作。

一种高精度宽范围的测速方法及电路

技术领域

本发明属于机电控制领域，涉及一种高精度、宽范围测速电路。

背景技术

在工程实践中，经常会遇到各种需要测量转速的场合，例如在发动机、电动机、卷扬机、机床主轴等旋转设备的试验运转和控制中，常需要分时或连续测量、显示其转速或瞬时转速。为了能精确地测量转速，还要保证测量的实时性，要求能测得瞬时转速，随着微型计算机的广泛应用，特别是高性能/价格比的微处理器的涌现，转速测量普遍采用了以微处理器为核心的数字法，智能化微电脑式代替了一般机械式或模拟量结构。目前，常用的数字式转速测量方法主要有三种，分别是 M 法（频率法）、T 法（周期法）和 M/T 法（频率/周期法）。M 法是在既定的检测时间内，测量所产生的转速脉冲信号的个数来确定转速，适合于高速测量；T 法是测量相邻两个转速脉冲信号的时间来测定转速，适合于低速测量；M/T 法是同时测量检测时间和在此时间内的转速脉冲信号的个数来确定转速，该种方法既能适合高速测量，也能适合低速测量，但在速度精度要求特别高的场合，如高精度飞轮控制方面也无能为力。由于传统测量方法例如用触发器来实现计数器计数功能具有电路复杂、容易受外界干扰；而单纯采用 82C53 计数器，则由于 82C53 计数器打入计数初值需要外界被测脉冲的一个上升沿和紧随其后的一个下降沿才能实现，从而导致 82C53 计数器在计数时容易出现多记一个电机脉冲或者少记一个电机脉冲的情况，降低系统的测量精度；例如《电脑学习》（1999 年 4 月第 2 期 37 页）所述的“采用 8253 定时器实现转速测量的方法”，只能实现对单个电机脉冲周期的计数，当电机转速相对提高时，则会降低测速精度；如果采用微处理器中断方式实现对 N 个完整电机脉冲的计数，则会出现中断阻塞，影响微处理器正常工作，所以上述技术不能实现对电

机转速进行高精度、宽范围的测量。

发明内容

为了解决上述背景技术容易受外界干扰、测量精度低、记多个电机脉冲周期系统易出现中断阻塞、被测系统的不能从低速到高速连续测量的问题，本发明的目的是克服现有电机测速技术方面的不足，提供一种既能测量低速，又能测量高速的高精度、宽范围的测速电路。

本发明的方法：

当被测系统中的电机转速低于临界转速，测量 N 个完整电机脉冲所用时间 T_1 ，算出电机转速为 ω_1 为： $\omega_1 = 60 \cdot n_2 / (2^{n_1} \cdot T_1)$ ，其中电机端部码盘为 n_1 位，所记的完整电机脉冲个数为 n_2 ，所用时间为 T_1 ；

当被测系统中的电机转速高于临界转速，测量采样时间 ΔT_1 内电机脉冲个数，算出电机转速 ω_2 为： $\omega_2 = 60 \cdot n_3 / (2^{n_1} \cdot \Delta T_1)$ ，其中电机端部码盘为 n_1 位，采样时间为 ΔT_1 ，电机脉冲个数为 n_3 。

所述临界转速 ω 是根据被测系统低速阶段测量相对误差与高速阶段测量相对误差相等来求取的速度。

在低速阶段，利用高频晶振对被测系统电机脉冲个数计时，低速时的相对误差 ε_1 为：

$$\varepsilon_1 = \frac{\omega_1 \cdot 2^{n_1}}{60n_2 \cdot n_4 \times 10^6}$$

其中电机转速为 ω_1 ，电机端部码盘为 n_1 位，所记的完整电机脉冲个数为 n_2 ，定时器的时钟频率为 n_4 。

在高速阶段的采样时间内，对被测系统测量电机脉冲个数计数，则高速时的相对误差 ε_2 为：

$$\varepsilon_2 = \frac{60}{2^{n_1} \times \omega_2 \times \Delta T_1}$$

其中电机转速为 ω_2 ，电机端部码盘为 n_1 位，采样时间为 ΔT_1 。

根据电机端部码盘为 n_1 位，低速测量时所记的完整电机脉冲个数为 n_2 ，定时器的时钟频率为 n_4 ，高速测量时的采样时间为 ΔT_1 ，则得到临界转速 ω 为：

$$\omega = \frac{60 \times 10^3}{2^{n_1}} \cdot \sqrt{\frac{n_2 \cdot n_4}{\Delta T_1}}$$

本发明的测速电路包括：计数器、触发器、反相器、模拟开关、微处理器，计数器的第一门控端分别与触发器第一输出端 Q、第二清零端相连，计数器的第一输出端与反相器的第二输入端相连，微处理器的外中断端分别与反相器的第二输出端、第三输出端相连，用于实现微处理器对外部中断信号的响应；计数器的时钟端和电机脉冲信号端相连，用于实现对电机脉冲上升沿及紧随其后的下降沿的捕捉；计数器的第二输出端接地，计数器的第二门控端分别与触发器的第一清零端和微处理器的 I/O 口相连；反相器的第一输入端、第一输出端分别与电机脉冲信号端和触发器的第二时钟端相连，用于实现对电机脉冲下降沿的捕捉；触发器的第一输入端 D 和第一预置端与高电平相连，用于实现触发器的第一时钟端上升沿触发第一输出端 Q 翻转；触发器的第一时钟端与电机脉冲信号相连，用于实现对电机脉冲信号上升沿的捕捉；触发器的第二输入端 D 和第二预置端与高电平相连，用于实现触发器的第二时钟端上升沿触发第二输出端 Q 翻转；触发器的第二输出端 Q 与模拟开关的第一输入端相连，模拟开关的第二输入端接地，模拟开关的控制端与微处理器的 I/O 口相连，用于实现对模拟开关的接通与断开；反相器的第三输入端与模拟开关的输出端相连，用于将触发器捕捉到的电机脉冲的上升沿及紧随其后的下降沿所产生的中断信号传输给微处理器；微处理器的数据双向传输端与计数器的数据双向传输端相连，用于数据在两者之间的传输；微处理器的地址端与计数器的片选及地址端相连，用于实现微处理器对计数器内部定时/计数器的选择；微处理器的读写信号端与计数器的读写信号端相连，用于实现微处理器对计数器的读写操作。

本发明的有益效果是：由于本发明采用计数器、触发器、反相器、模拟开关、微处理器组成的数字电路，电路不容易受外界干扰。由于背景技术低速测量时采用测量多个电机脉冲周期的方法，它只适合于低速测量；高速测量时，采用测量采样时间内电机脉冲个数方法，它只适合于高速测量；本发明采用临界转速将两者结合起来，不但适合

于低速测量，而且适合于高速测量。背景技术在临界转速状态下，使得被测系统测量精度最低，本发明采用相对误差相等的临界转速，使得被测系统测量精度提高，被测系统的测量范围可以从低速到高速连续测量。解决了背景技术只能测低速或者只能测高速的不足。背景技术低速时，只能计单个电机脉冲周期，当计多个电机脉冲周期时，被测系统易出现中断阻塞，而本发明采用模拟开关，可以在两次中断中开启和关闭微处理器的定时器，实现多个电机脉冲周期的精确计时，克服了被测系统中断阻塞的不足。

由于本发明具有测量精度高、测量范围宽、测速方便灵活的特点，故能解决工程实践中经常遇到的需要测量电机转速的问题，尤其是高精度机电控制过程中需要在宽范围内精确测量电机转速的场合。

附图说明

图 1 是本发明测速原理框图

图 2 是本发明测速程序流程图

图 3 是本发明中断服务程序 1 流程图

图 4 是本发明中断服务程序 2 流程图

图 5 是本发明中断服务程序 3 流程图

图 6 是本发明实施例

具体实施方式

本发明一种高精度宽范围的测速电路的实施例图 1 和图 6：包括计数器 1、触发器 2、反相器 3、模拟开关 4、微处理器 5。

计数器 1 采用含有三个定时/计数器的计数器 82C53，选用其中两个，包括：第一门控端，第一输出端、第一时钟端；第二门控端，第二输出端和第二时钟端。

触发器 2 采用含有两个 D 触发器的 74HC74：

其中一个为第一触发器，包括第一时钟端、第一清零端、第一预置端、第一输入端 D 和第一输出端 Q；

另一个为第二触发器，包括第二时钟端、第二清零端、第二预置端、第二输入端 D 和第二输出端 Q。反相器 3 采用含有六个反相器的 74LS04，选用其中三个反相器包括第一输入端，第一输出端，第二输入端，第二输出端，第三输入端，第三输出端。

模拟开关 4 采用含有四路可控模拟开关的模拟开关 MAX333，采用其中一路，包括第一输入端，第二输入端，第一控制端，第一输出端。微处理器 5 采用 89C52 单片机。

如图 6 所示：

该电路的组成部分都是由集成化电子元件构成，可在市面上直接购买到，82C53 计数器的 1~8 管脚分别与微处理器 89C52 的 32~39 管脚相连，作为 82C53 计数器与微处理器 89C52 的双向数据总线和地址总线的低 8 位，82C53 计数器的 19、20、21 管脚分别与微处理器 89C52 的 27、28、26 管脚相连，作为地址总线的高 8 位，82C53 计数器的 22、23 管脚分别与微处理器 89C52 的 17、16 管脚相连，作为微处理器 89C52 对 82C53 计数器的读写操作信号；82C53 计数器的第一时钟端 9 管脚、第二时钟端 15 管脚与 D 触发器 74HC74 的第一时钟端 3 管脚、反相器 74LS04 的第一输入端 1 管脚相连后接电机的脉冲信号，实现对电机信号的捕捉，从而计数；82C53 计数器 1 的第二门控端 14 管脚与 D 触发器 74HC74 的第一清零端 1 管脚相连后接微处理器 89C52 的第 4 管脚，82C53 计数器的第一门控端 11 管脚与 D 触发器 74HC74 的 5 管脚第一输出端 Q、第二清零端 13 管脚相连，82C53 计数器的第一输出端 10 管脚与反相器 74LS04 的第二输入端 3 管脚相连；D 触发器 74HC74 的 2 管脚第一输入端 D、第一预置端 4 管脚、第二预置端 10 管脚、第 12 管脚为第二输入端 D 相连后接高电平，实现 D 触发器 74HC74 的 CLK 端出现上升沿时，D 触发器 74HC74 的 Q 端翻转，第二时钟端 11 管脚与反相器 74LS04 的第一输出端 2 管脚相连，第二输出端 9 管脚与模拟开关 MAX333 的第二输入端 2 管脚相连；模拟开关 MAX333 的第二输入端 4 管脚接地，第一输出端 3 管脚与反相器 74LS04 的第三输入端 5 管脚相连；反相器 74LS04 的第二输入端 4 管脚、第三输出端 6 管脚与微处理器的 12 管脚相连。如图 2 所示，当电机转速小于临界转速时，选通 82C53 计数器的定时/计数器 0，在 D 触发器 74HC74、反相器 74LS04、模拟开关 MAX333 和微处理器 89C52 共同作用下，实现对整数个电机脉冲的测量；高速时，由 82C53 计数器和 89C52 微处理器共同作用实现一定时间内采样电机脉冲个数，从而完成电机转速的测量。

本发明的电源为±5V 和地，模拟开关 MAX333 需要工作电源为±5V，82C53 计数器、D 触发器 74HC74、反相器 74LS04 和微处理器 89C52 需要工作电源为+5V，所有器件电源共地。

本发明测量方法，如图 2 所示，当电机转速小于临界转速时，由 82C53 计数器、D 触发器 74HC74、反相器 74LS04、模拟开关 MAX333 和微处理器 89C52 组成测速电路，实现对 N 个完整电机脉冲的精确计时，从而测定电机转速，在微处理器 89C52 控制下，将微处理器 I/O 口的第 4 管脚置高电平，相应地 D 触发器 74HC74 的第一清零端 1 管脚也变为高电平，当电机脉冲的上升沿到来时，第一 D 触发器翻转，D 触发器 74HC74 的 5 管脚第一输出端 Q 输出高电平，打开 82C53 计数器的定时/计数器 0，开始准备捕捉电机脉冲信号的第一个上升沿和紧随其后的一个下降沿，同时打开第二 D 触发器，准备捕捉上升沿，也就是电机脉冲的下降沿，在这一下降沿作用下，82C53 计数器将计数初值从内部寄存器打入到 82C53 计数器的定时/计数器 0 中，对 D 触发器而言，是在 D 触发器 74HC74 的 9 管脚第二输出端 D 输出一高电平，经过模拟开关 MAX333 的 2、3 管脚和反相器 74LS04 的第三输入端 5 管脚，第三输出端 6 管脚，反相后得到一低电平送至微处理器 89C52 的 12 管脚 INT0，产生中断，如图 3 所示，在这次中断中启动微处理器 89C52 的内部定时器，开始计时；82C53 计数器在第一时钟端 9 管脚所接的电机脉冲信号下降沿作用下，减 1 计数，当从计数初值减至零时，82C53 计数器的第一输出端 10 管脚产生一高电平，经过反相器 74LS04 的第二输入端 3 管脚、第二输出端 4 管脚反相后产生一低电平，接至微处理器 89C52 的 12 管脚 INT0，产生中断，如图 4 所示，在这次中断中关闭微处理器 89C52 的内部定时器，停止计时。

当电机转速高于临界转速时，由 82C53 计数器和微处理器 89C52 组成测速电路，实现在 ΔT_1 时间内，采样电机脉冲个数，从而测定电机转速，在微处理器 89C52 控制下，关闭外中断，通过微处理器 89C52 内部的定时器设定采样时间，启动定时器的同时，微处理器 89C52 I/O 口的第 4 管脚输出高电平，开启 82C53 计数器的定时/计数器 1 开始采样，采样时间结束后，微处理器 89C52 产生中断，如图 5 所示，

微处理器 89C52 对 82C53 计数器 1 进行闩锁操作，读出 82C53 计数器的定时/计数器 1 的数值，通过计算得到采样数据，进而得到电机转速。

所述临界转速是指低速测量与高速测量的速度相等，是根据低速测量相对误差与高速测量相对误差相等的原理来得到的，其计算方法和公式如公式 $\omega = \frac{60 \times 10^3}{2^n} \cdot \sqrt{\frac{n_2 \cdot n_4}{\Delta T}}$ 所示。

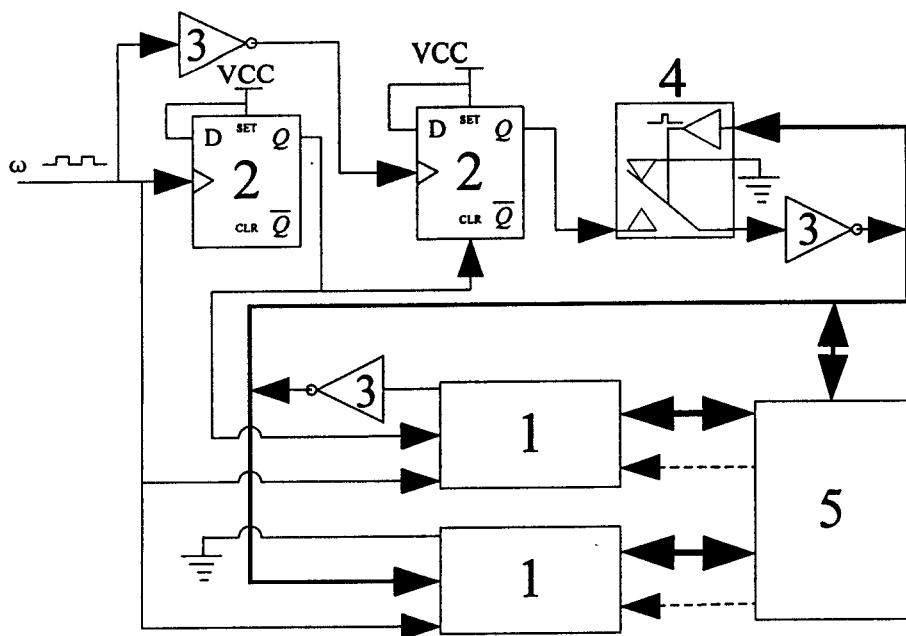


图 1

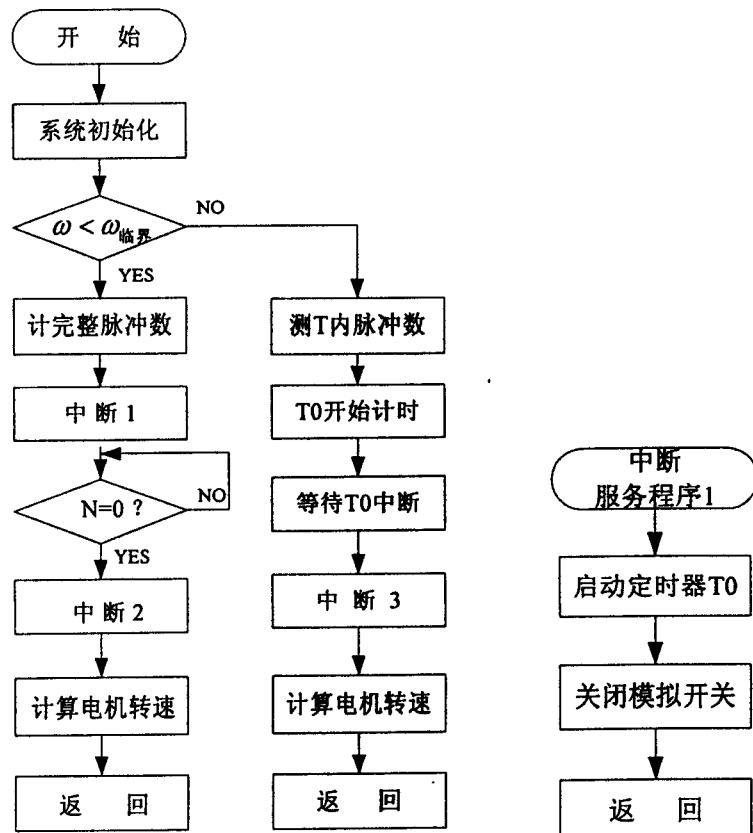


图 2

图 3

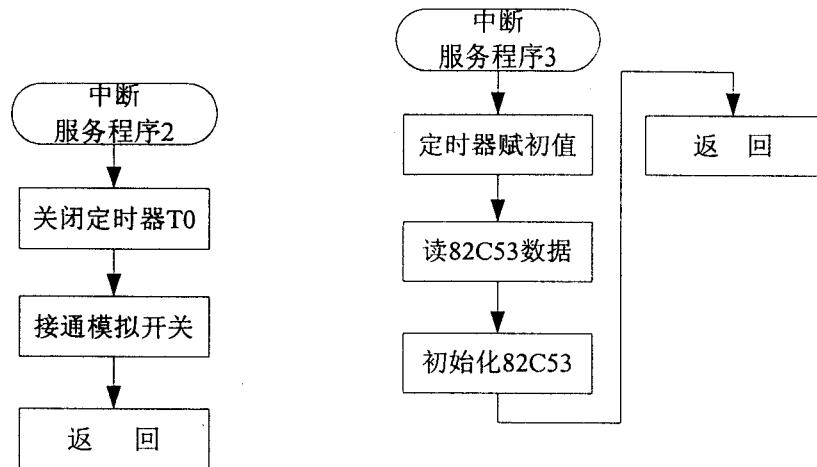


图 4

冬 5

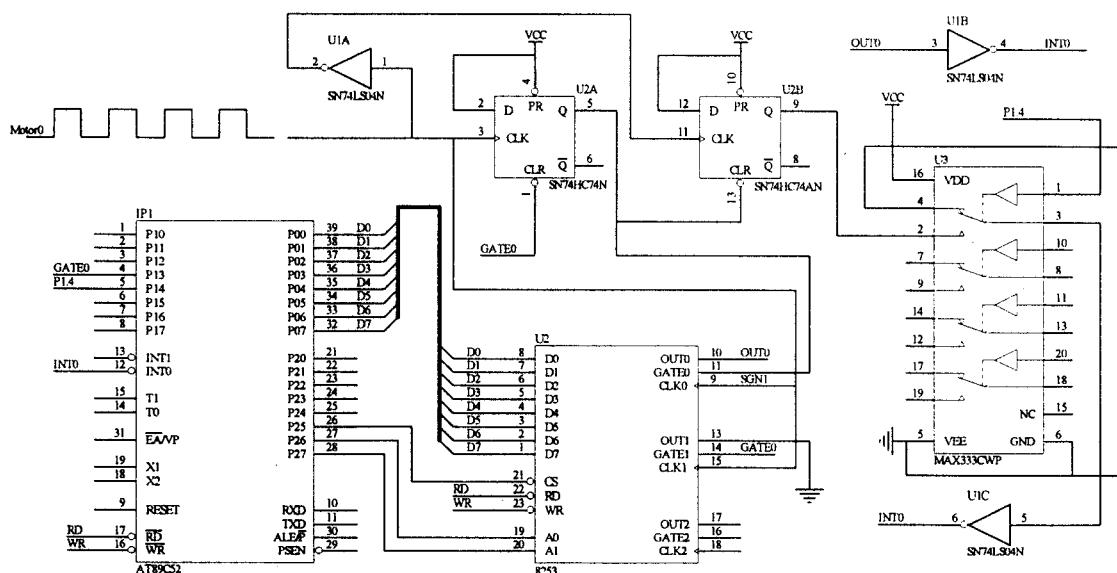


图 6