单片机步进式PWM输出的实现

■ 杨洪军

摘　要：介绍一种PWM输出的方法，利用AT89C51单片机作为主控制器，用8253可编程定时器/计数器来实现1HZ-1.5KHZ步进式PWM的输出；具有分辨率高、反应速度快及占用CPU时间少的特点。

关键词：8253；AT89C51；脉宽调制（PWM）；分辨率

1 概述

脉宽调制（PWM）技术是利用半导体形状开关器件的导通与关断把直流电压变成电压脉冲列，并通过控制电压脉冲宽度或周期以达到变压的目的，或者控制电压脉冲宽度和脉冲列的周期以达到变压变频的一种控制技术，现在在电机调速中得到了很好的应用。本设计中要求输出PWM从1HZ—1.5KHZ步进式递增，单步为1HZ。由于AT89C51系列单片机的时钟最大可取24MHZ，单指令周期为0.5us，计数频率为2×106HZ。当输出1HZ和1500HZ时，若采用89C51内部计数器来计数，根本无法区别。因为计数频率为2MHZ，单指令周期为0.5us，而要输出1499HZ时，计数应为1334；输出1500HZ时，计数应为1333.3。本设计采用外部定时器/计数器8253，另处采用8253的工作方式3输出方波。此外，为了使分辨率过到要求，还需要考虑程序指令所占用的时间，尤其是在输出高频时，分辨率尤为重要。

2 硬件设计

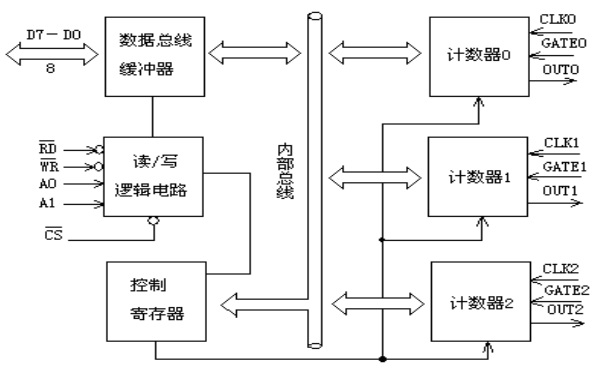

图1　8253的工作原理

2.1 8253可编程定时器/计数器工作原理

Intel公司的8253[1]是NMOS工艺制成的可编程定时器/计数器，最高计数速率为2.6MHZ。图1是8253的工作原理图。

这3个计数器互相独立，各自可按不同的方式工作。每个计数器包含一个16位的初始值寄存器，一个计数执行部件和一个锁存器。计数执行部件从初始值寄存器中获得计数初值，便进行减1计数，此时，锁存器跟随计数执行部件的内容而变化，当有一个锁存命令来到时，锁存器便锁定当前计数，直到被读走以后，又跟随计数执行部件的动作。读/写逻辑电路从系统控制总线接收输入信号，经过组合，产生对8253各部分的控制，具体为：A1、A0用来对3个计数器和控制寄存器进行寻址。当A1A0＝00时，对计数器0设置计数初值；当A1A0＝01时，对计数器1设置计数初值；当A1A0＝10时，对计数器2设置计数初值；当A1A0＝11时，选中控制寄存器，此时CPU可以写入控制字

控制寄存器的格式如下：

SC1	SC0	RW1	RW0	M2	M1	M0	BCD

图2　8253的计数器状态字

BCD位用来设置计数值格式：1—计数初值为BCD码格式；0—计数初值为二进制格式；M2　、M1　、M0　为模式选择，8253工作时可以有6种模式供选择，每种模式下的输出波形各不相同。本设计选择8253的方式3工作。方式3是一种方波发生器。在这种方式中，当CPU设置控制字后，输出为高，在写完计数值后就自动开始计数，输出保持为高；当计数到一半计数值时，输出变为低，直至计数到0，输出又变为高，重新开始计数。若在计数期间写入1个新的计数值，并不影响现行的计数过程。但若在方波半周期结束前和新计数值写入后收到GATE脉冲，计数器将在下一个CLK脉冲装入新的计数值并以这个计数值开始计数。否则，新的计数值将在现行半周期结束时装入计数器。

2.2 PWM输出的硬件设计

本设计选用可编程定时器/计数器8253，其最高计数频

作者简介：杨洪军，烟台南山学院计算机教学部讲师，研究方向：计算机应用。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

率可达2.6MHZ；充分利用8253的3个定时器/计数器，采取频率分段输出，并且不需要外部信号源输入，硬件电路简单化；通过软件的处理可以实现连续（1HZ—1.5KHZ）PWM输出。本设计中将要输出的PWM波分为3段，分别由8253中的3个定时器/计数器输出，门控由P2.2、P2.3、P2.4分别加以控制。在1—20HZ的输出时，采用定时器0，计数频率为104HZ，最大计数为104，最小计数为500符合要求；在21—200HZ的输出中，采用定时器1，计数频率为105HZ，最大计数为4762，最小计数为500；在201HZ—1500HZ输出中，采用定时器2，计数频率为260000HZ，最大计数为12935，最小计数为1733。这些数值可以由单片机89C51送给8253数据端，通过除法运算来得到这些数值，由除法运算得到商。所得到的商减去程序指令占用的时间即为所需要的计数值。采用8253的3个定时器的输出经过1个或门作为CD4046锁相环的输入，同时经过1个非门进入89C51的INT1口，申请下降沿中断；CD4046锁相环输出所需要的PWM。具体硬件电路如图3所示。

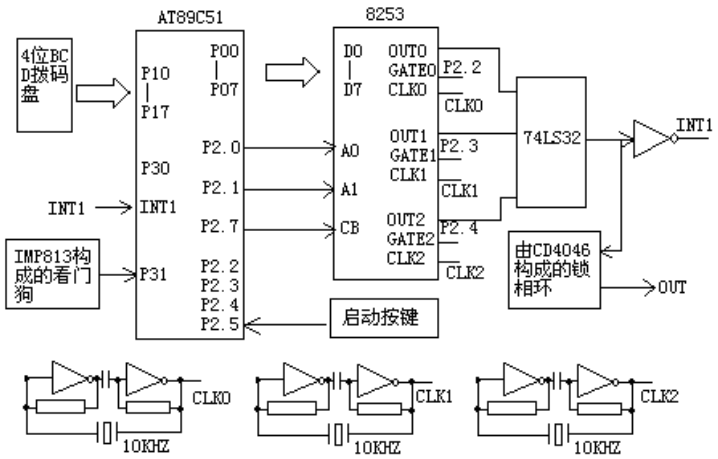

图3　产生PWM输出的硬件原理图

3 软件设计

软件主要由3部分组成：主程序、键盘扫描程序、中断处理程序。主要地址分配如表1所示。

表1　地址分配

30H、31H	显示频率的高、低8位
32H—34H	计数时钟频率的高、中、低8位
35H、36H	8253所需计数值的高、低8位
37H、38H	缓存显示频率的高、低8位（十六进制）
40H—43H	显示缓存区地址（BCD数）

3.1 中断处理过程

当89C51检测到有INT1中断时，进入中断处理程序中，首先检测30H和31H中的内容是否大于20；若不大于20则门控为P2.2，选中8253，选择计数器0、方式3、16位二进制计数，送上次计算出来的这次所需要的计数值给8253，将104送入32H、33H中作为除法运算的被除数，而30H、31H中的内容作为除法运算中的除数，，将所得的商送入32H、33H中，余数放在35H、36H中。比较余数是否大于除数的一半，若大于除数一半则所得商加1，否则商不变放在32H、33H中。假设程序指令所占用的时间为X/200（其中X为中断程序中单指令周期的个数），将32H、33H中的内容减去X/200，即为下次所要送入8253的计数值，放在35H、36H中，返回中断；若大于20则门控为P2.3，选中8253，选择计数器1，方式3，送入上次计算出来的这次所需的计数值给8253，将105送入32H、33H、34H中作为除法运算的被除数，调用除法运算子程序，将所得的商送入32H、33H中，余数放在35H、36H中。比较余数是否大于除数的一半，若大于除数一半则所得商加1，否则商不变放在32H、33H中。假设程序指令所占用的时间为X/20，将32H、33H中的内容减去X/20，

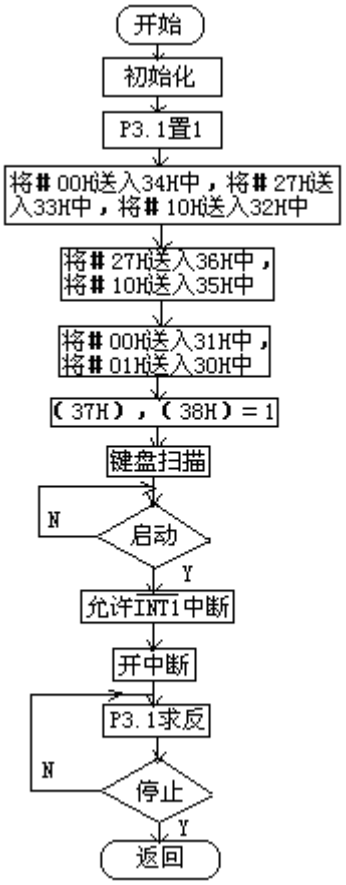

图4　主程序流程图

（下转第53页）

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

高，继电保护配置利用共享的控制信号而发生改变，这些都是智能电网中继电保护研究的较前沿的一些问题。控制信号传输网络的可靠性必须得到保证，这是与传统二次电缆的传输方式的不同之处。数字化变电站分为过程层、间隔层和站控层，各层内部及各层之间采用高速网络通信。通过智能控制装置实现对一次和二次设备的智能化控制，使得控制电缆大大减少二次回路也得到了优化，设计也得到了简化，真正实现了智能开关功能。由此可知，网络化二次回路的关键问题就是数字化变电站条件下继电保护的可靠性问题以及如何进行保护配置保证可靠性。

3.3 安全自动装置性能的提高

先进的相量测量（PMU）和广域测量技术（WAMS）为电力系统防御和紧急控制提供了广域信息，对时间敏感性不强的后备保护和安全自动装置的性能的提高可以利用其已建成的网络来进行，从而使得现有保护和安全自动装置的延时整定原则得以改变，并使得大停电等恶性事故的发生得以避免。

3.4 继电保护功能的发展

继电保护预保护功能的发展，能够使事故的发生减少，将保护功能提高到具有事故预警、保护为一体的程度上来，这样很可能满足智能电网的新要求。

4 结语

目前，我国智能电网建设已取得了重要的进展，但在各项技术方面存在着诸多的问题和不成熟，继电保护作为电力系统安全稳定的第一道防线，具有举足轻重的重要，需要不断的进行深入的研究，以保证继电保护适应智能电网的发展，维持电力系统的安全稳定运行。

[参考文献]

[1]林宇锋,钟金,吴复立.智能电网技术体系探讨[J].电网技术,2009,(12).

[2]何世恩,刘竣.IEC 61850数字化变电站对继电保护专业的影响[J].电力系统保护与控制,2009,27(3).

[3]张保会,郝治国,BO Zhi-qian.智能电网继电保护研究的进展[J].电力自动化设备,2010,30(2).

（上接第48页）

即为下次所要送入8253的计数值，放在35H、36H中，返回中断；若大于200则门控为P2.4，选中8253，选择计数器2，方式3。

3.2 设置软件陷阱

当程序进入到非程序区，只要在非程序区设置拦截措施，使程序进入陷阱，然后强迫程序回到初始状态。如对CPU的RST指令对应的字节码为0FFH，如果在不用的程序存储区预先写入0FFH，则程序因干扰而“飞”到该区域执行代码时，就相当于执行了1条RST指令，从而达到系统复位的目的。

4 结束语

采用89C51控制PWM分段，8253步进式输出1HZ—1.5KHZ的PWM，可以通过软件编程的方法提高分辨率。在有些特殊场合只靠单片机内部的定时器或模拟电路无法精确输出1HZ—1.5KHZ，单步为1HZ的PWM波形时，此设计就显出明显的优越性，而且它占用CPU时间短。些设计的结构简单、成本低、可靠性好、抗干扰能力强，可在控制和测量中得到应用。

[参考文献]

[1]刘黎明,刘慧环,等.用89C51和8254—2实现步进式PWM输出[J].单片机与嵌入式系统应用,2002(10):27-29.

[2]杜铭唐,孙玉国,黄静.基于AT89S52的步进电机控制系统[J].机电一体化,2010,16(4):89-91.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net