

文章编号:1000-582X(2006)04-0062-03

# 视觉诱发电位提取中闪光刺激的 PWM 实现\*

吴西<sup>1</sup>, 季忠<sup>2</sup>, 秦毅<sup>2</sup>, 蔡绍哲<sup>1</sup>

(重庆大学 1. 生物工程学院; 2. 机械工程学院测试中心, 重庆 400030)

**摘要:**视觉诱发电位提取过程中,可以通过闪光刺激获得诱发脑电信号.实验发现,闪光刺激的脉宽、频率和闪光刺激次数对于视觉诱发电位的提取具有关键作用.针对视觉诱发电位的提取特点及其相关因素,探讨了基于脉宽调制(PWM)技术的闪光刺激方法,研究了 PWM 的软硬件实现方法,同时利用专用集成芯片实现了精确的 PWM 输出,从而可以根据视觉诱发电位提取过程中的具体条件调整闪光刺激的参数,实现视觉诱发电位的有效提取.实验结果表明利用 PWM 的精确提取方法控制闪光刺激的发生,对于闪光视觉诱发电位的有效提取具有较好的效果.

**关键词:**视觉诱发电位;闪光刺激;脉宽调制

**中图分类号:** TN787

**文献标识码:** A

颅内压监测是颅脑疾病处理的重要前提.常规的颅内压测量方法是通过腰椎,有时通过小脑延髓池或脑室穿刺获得.但这些方法是有创的,存在创伤、感染等不足.而无创颅内压监测方法,既能满足连续动态观察的需要,又能避免有创监测引起的损伤和感染等不足,因而受到了人们越来越多的重视.目前无创颅内压监测技术主要有以下几种:经颅多普勒(TCD)、测量骨膜移位(TMD)技术、闪光视觉诱发电位(FVEP)、前卤测压(AFP)技术、红外分光镜检查法和等效电路模型技术等<sup>[1]</sup>.其中,闪光视觉诱发电位之所以能应用于颅内压的监测,是由于 FVEP 的 N2 波潜伏期与颅内压的增高呈正相关的关系<sup>[2-3]</sup>.因此,正确提取视觉诱发电位的波形,确定 N2 波的潜伏期是获得颅内压正确结果的前提条件.但是,实验表明,闪光刺激的脉宽、频率和闪光刺激次数对于视觉诱发电位的提取具有关键作用.为了有效提取视觉诱发电位,笔者根据视觉诱发电位的提取特点及其影响因素,探讨了基于 PWM 技术的闪光刺激方法,从而根据视觉诱发电位提取过程中的具体条件进行闪光刺激参数的灵活调整,实现视觉电位的有效提取.

## 1 实现 PWM 脉冲的不同方法的比较

在视觉诱发电位采集系统中,通常利用 PWM 脉

冲驱动发光二极管阵列工作来刺激眼球,以获得视觉诱发电位(VEP). PWM 脉冲的实现方法目前有 3 种:第 1 种是用数字集成电路实现 PWM 控制;第 2 种是用软件方法实现 PWM 脉冲;第 3 种是用专用集成芯片控制实现精确的 PWM 输出.下面将举例介绍这 3 种方法,并对它们的特点进行比较.

### 1.1 应用中规模数字集成电路实现 PWM 脉冲

应用中规模数字集成电路(MSI)构成全数字式的脉宽调制器,控制信号是数字,其数值确定脉冲宽度,控制简单,产生信号方便容易,价格低廉,而且容易与计算机相连,可以较少占用 CPU 处理时间,提高工作效率.下面以计数器与比较器组成的数字 PWM 电路为例进行介绍.

以 8 位单片机 8051 为例.计数器可由 2 片 74LS161 级联成 8 位 256 进制的计数器,其计数代码送给 2 片 74LS85 级联的 8 位数值比较器,作为数据  $B = B_7B_6B_5B_4B_3B_2B_1B_0$ ;来自 8051 的 8 位数据代码  $N$  送给数值比较器,作为数据  $A = A_7A_6A_5A_4A_3A_2A_1A_0$ .在时钟脉冲 CP 的操作下,只要  $B < A$ ,则比较器输出端  $PWM = 1$ ;而计数到  $B \geq A$  时,  $PWM = 0$ ,直到计数器溢出.溢出后,  $B < A$ ,  $PWM$  又恢复为高电平 1.在 CP 的作用下,以后重复执行以上过程.电路的时序波形图如图

\* 收稿日期:2005-12-10

基金项目:重庆市自然科学基金资助项目(8773);重庆市科委重点攻关资助项目(7238)

作者简介:吴西(1965-),女,重庆人,重庆大学副教授,博士,主要从事生物医学工程研究.

1所示。

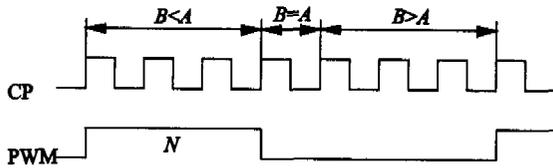


图1 PWM时序图

若设CP周期为 $T_{CP}$ ,由计数器的模 $M=2^8=256$ ,则PWM波形周期为 $T=M \cdot T_{CP}$ ,脉冲宽度 $t=N \cdot T_{CP}$ ,占空比 $\delta=t/T=N/M$ .实际使用时, $6 \leq N \leq 250$ ,即占空比 $2.3\% \leq N \leq 98\%$ .由此可见调节数据代码 $N$ 就可以改变PWM波形地脉宽或占空比;而脉冲频率的改变只能通过调整CP频率 $f_{cp}$ .可见使用该方案不能方便地调节脉冲频率,且无法输出占空比很高的PWM信号。

### 1.2 软件方法实现PWM脉冲

利用微控制器或微处理器的内部定时器,再结合软件编程就可以很方便地输出PWM脉冲.具体步骤:1)明确定时初值与定时时间的关系;2)计算出PWM信号高、低电平时对应的定时器的定时初值,选择处理器的某一输出口线作为输出;3)用高级语言或汇编语言编制程序<sup>[4]</sup>.

若某微控制器时钟频率 $f$ 为MHz,定时器/计数器为 $N$ 位,则定时初值与定时时间的关系为: $TC=2^n - T/\frac{M}{f \times 10^6}$ .式中的 $M$ 代表一个机器周期的时钟数,在应用中根据具体机型而给出相应的值。

根据高、低电平对应的定时器的定时初值开始定时,每次定时时间到,通过中断处理程序实现高、低电平的轮替,从而输出连续的PWM脉冲。

软件方法实现PWM脉冲不需附加硬件,且控制简单,但将占用微处理器或单片机较多的机时,影响系统的处理效率,故它仅适用于实时性不高的场合。

### 1.3 用专用集成芯片控制实现精确的PWM输出

利用专用集成芯片也能实现PWM脉冲输出.以8254为例.首先给芯片选择特定的工作方式,再根据脉冲频率、脉宽计算出计数初值.微处理器给芯片送去特定的计数值后,在芯片的输出端就能得到连续的PWM输出<sup>[5]</sup>.

前面介绍的2种方法在用于提取VEP时,各有其优点,但都存在一些缺点.而利用专用集成芯片实现PWM输出,结合了以上2种方法的优点:占用微处理器机时较少,控制简单,脉冲频率、脉宽容易调节且输

出的脉冲占空比高、周期短等.因此非常适合于提取VEP.下面将具体介绍用8254实现两路高速PWM输出。

## 2 用8254实现PWM脉冲

### 2.1 8254芯片的介绍

INTEL公司生产的8254可编程定时器/计数器,片内具有3个独立的16位计数器通道,分别称为:计数器0通道、计数器1通道和计数器2通道.每个计数器通道都可以单独作为定时或计数使用,且都可以按照二进制或二—十进制计数,其计数速率可达8MHz<sup>[6]</sup>.

8254通过8位双向三态数据缓冲器与系统数据总线相连.在读/写逻辑的控制下,数据总线缓冲器可以接收来自总线的命令和数据,并将8254的状态字送上系统总线.计数器#0,#1,#2是具有相同结构的减法计数器,每个计数器有6种工作方式,并可以进行计数预置.它的输出端OUT、控制端GATE和计数过程由暂存在控制寄存器中的工作方式来决定.每一个计数器是完全独立的,并有各自独立的工作方式。

### 2.2 8254初始化编程和工作方式

8254的内部功能通过软件编程来确定.系统通过接口传送所要求的工作方式和数值来初始化计数器.初始化编程时,必须遵守以下2条原则:其一是对计数器设置计数初值前必须先将控制字写入;其二是初始值设置时,要符合控制中的格式规定.计数器的工作方式共有6种.利用8254内部计数器产生PWM输出采用了工作方式1和工作方式2。

方式1是一种可重复触发的单稳态触发器.在这种方式下,系统执行输出指令向8254写入控制字之后,输出OUT将保持为高电平.当CPU写入计数值后,计数器并不开始计数,要等到门控脉冲GATE启动之后的下一个输入CLK脉冲的下降沿开始计数.开始计数时输出OUT变低,在整个计数过程中,输出OUT都维持为低电平,直到计数到0时,输出OUT方变为高.当计数到0后,不用再次送计数值,即可以实现重复触发.其时序图见图2。



图2 工作方式1时序图

方式 2 是一种分频器. 在该方式下, 系统向 8254 输出控制字后, 计数器输出 OUT 变高. 在写入计数值后, 计数器在下一个 CLK 的下降沿对输入时钟 CLK 计数. 当计数到时, 输出 OUT 变高, 并且计数器开始重新计数. 其时序图见图 3.

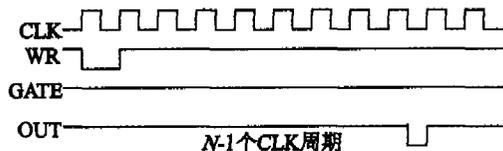


图 3 工作方式 2 时序图

### 2.3 PWM 输出的实现

以输出频率为 1 Hz, 脉宽为 2 ms 的脉冲为例. 系统为了实现 PWM 输出, 8254 的一个计数器被设置为工作方式 2, 以产生 PWM 所需要的脉冲频率(定时周期). 而其它 2 个计数器被设置为工作方式 1, 以产生可调的脉宽, 这 2 个计数器的控制端 GATE 受到前一个计数器的输出端 OUT 的控制, 从而产生了频率与脉宽均可调的两路方波输出. 计数值与脉冲频率、脉宽的关系:  $f = \frac{f_{CLK}}{N}$ . 本例中系统输入时钟频率  $f_{CLK}$  为 8 kHz.

由公式得通道 1 对应的计数值为  $N = \frac{8 \times 10^3}{1} = 8000$ , 通道 2, 3 对应的计数值为  $N = 8 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-3} = 16$ . 由 8254 构成的两路 PWM 脉冲输出的硬件电路如图 4 所示.

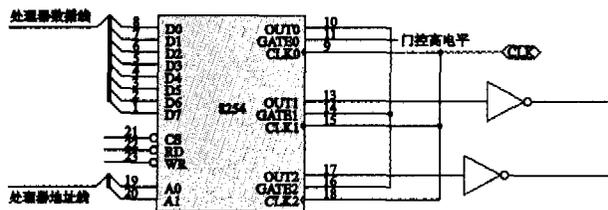


图 4 用 8254 输出 PWM 脉冲电路

3 个计数器的时钟端 CLK 接到同一时钟源上, 以保证它们之间的同步工作. 计数器#0 被置为工作方式 2, 以产生可编程的定时周期信号. 而计数器#1 和计数器#2 被设置为工作方式 1. 它们的控制端 GATE1 和 GATE2 被计数器#0 的输出端 OUT0 所控制. 当定时周期的负脉冲(上升沿)信号在 OUT0 出现时, 将触发计数器#1 和计数器#2 的计数过程, 同时它们的输出端 OUT1 和 OUT2 分别变为低电平. 低电平持续时间取决于 2 个计数器被预置的计数值的大小. 当预置数被减到 0 时, OUT1 和 OUT2 变成高电平, 这样就产生了 PWM 脉冲输出. 当下一轮的定时周期的负脉冲到来时, 如果计数器#1 和计数器#2 的预置数值没有改变, 则它们的输出时序将与前一

次相同. 在输出端各接一个反向器, 就能得到所需的两路 PWM 脉冲. 时序图见图 5 所示.

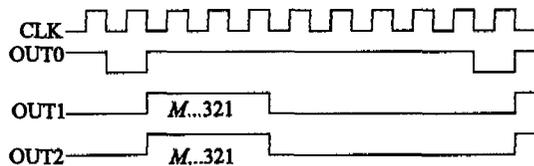


图 5 输出时序图

### 3 实验与结论

利用 8254 实现闪光刺激的脉冲控制. 脉冲输出频率、占空比可调. 图 6 所示是利用频率为 1 Hz, 占空比为 0.25 的脉冲控制发光二极管阵列实现闪光刺激, 而提取到的两路视觉诱发电位. 由图 6 可以看出, 视觉诱发电位得到了有效提取.

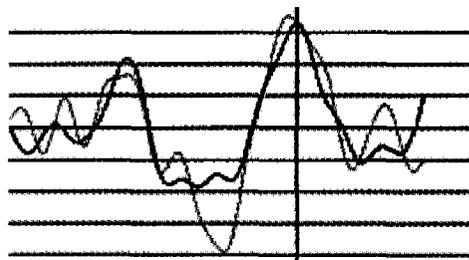


图 6 闪光视觉诱发电位输出

在利用闪光视觉诱发电位无创检测颅内压的过程中, 能否正确诱发是利用闪光视觉诱发电位检测颅内压的前提, 而闪光频率和强度对有效诱发起着重要作用. 利用文中所述 PWM 控制闪光刺激的方法, 可以取得比较好的效果.

#### 参考文献:

- [1] 张丹, 彭国光, 董位伟. 无创颅内压监测技术研究进展[J]. 国外医学脑血管病分册, 2003, 8(4): 204-207.
- [2] DESCH L W. Longitudinal Stability of Visual Evoked Potentials in Children and Adolescents with Hydrocephalus[J]. Dev Med Child Neural, 2001, 43(2): 113-117.
- [3] 张丹, 彭国光, 董位伟. 短潜伏期体感诱发电位和闪光视觉诱发电位对脑出血患者预后的判断[J]. 中国临床康复, 2002, 6(9): 1278-1279.
- [4] 张运波. PWM 信号的软件实现方法[J]. 微计算机信息, 2002, 18(10): 46-48.
- [5] SIRIPRUCHYANUM M, WARDKEIN P. Low-voltage High-speed PWM Signal Generations Based on Relaxation Oscillator[Z]. 2002 Asia-pacific Conference on Circuits and Systems, Osaka, 2002.
- [6] 郭永飞. 用可编程计数器/计时器芯片 8254 实现两路分辨率可变的高速 PWM 输出[J]. 电子技术应用, 1996, 14(7): 47-48.

## Technologic Study on the Isolation of Polysaccharides from *Herba Spirodela* seu *Lemnae* by Ultrafiltration

ZHOU Jing, WANG Bo-chu, WANG Yang, LI Zhi-min

(Key Laboratory for Biomechanics & Tissue Engineering Under the State Ministry of Education,  
College of Bioengineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** The aim of the paper is to investigate the technics of isolating the immune-active polysaccharides from *Herba Spirodela* seu *Lemnae* (PHS) by ultrafiltration. PHS were extracted and isolated through decoction, ultrafiltration, removal of protein and ethanol precipitation et al. The total contents of saccharides in the extraction and sample were determined by the methods of sulphuric acid phenol and sulphuric acid anthrone. The protein contents were determined by colorimetric method of coomassie brilliant blue G 250. Some hazel powder was gained. The purity, the contents of protein, and the recovery are 53.5%, 1.2%, and 6.43%, respectively. Ultrafiltration is a kind of method, which can isolate PHS simply, quickly and effectively.

**Key words:** *Herba Spirodela* seu *Lemnae*; polysaccharides; isolate; ultrafiltration

(编辑 陈移峰)

(上接第 64 页)

## Realization of Flash Stimulation with PWM in the Extraction of Visual Evoked Potential

WU Xi<sup>1</sup>, JI Zhong<sup>2</sup>, QIN Yi<sup>2</sup>, CAI Shao-xi<sup>1</sup>

(1. College of Biomedical Engineering;

2. Test Center, College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** Evoked EEG signal can be obtained by flash stimulation in the extraction of flash visual evoked potential (FVEP). Experiments show that the width, frequency and flash times of flash pulses will play key role for extracting FVEP. Aims at the feature of VEP extraction and its correlation factors, the flash stimulation method with pulse width modulation (PWM) technology has been discussed, and the realization methods based on hardware and software are studied, then the output of precise PWM with special integrated circuit is realized. So the parameters of flash stimulation can be adjusted based on the material conditions of FVEP extraction, then VEP can be extracted effectively. Experiments show that it is of better effectiveness for FVEP extraction by using the method based on the output of precise PWM to control the flashing stimulation.

**Key words:** visual evoked potential; flash stimulation; pulse width modulation

(编辑 李胜春)