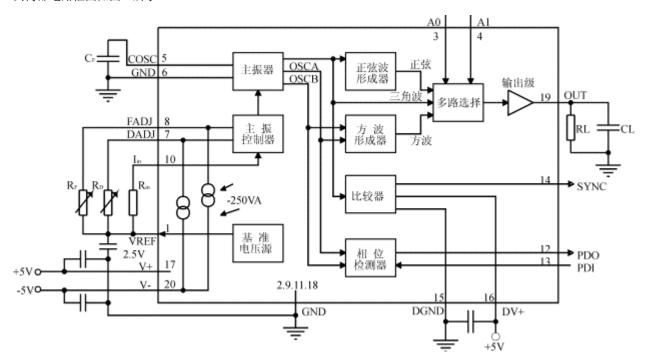
各种波形曲线均可以用三角函数方程式来表示。能够产生多种波形,如三角波、锯齿波、矩形波(含方波)、正弦波的电路被称为函数信号发生器。函数信号发生器在电路实验和设备检测中具有十分广泛的用途。函数信号发生器可以由晶体管、运放 IC 等通用器件制作,更多的则是用专门的函数信号发生器 IC 产生。早期的函数信号发生器 IC,如 L8038、BA205、XR2207/2209等,它们的功能较少,精度不高,频率上限只有 300kHz,无法产生更高频率的信号,调节方式也不够灵活,频率和占空比不能独立调节,二者互相影响。鉴于此,美国马克西姆公司开发了新一代函数信号发生器 ICMAX038,它克服了上述芯片的缺点,可以达到更高的技术指标,是上述芯片望尘莫及的。MAX038 频率高、精度好,因此它被称为高频精密函数信号发生器 IC。在锁相环、压控振荡器、频率合成器、脉宽调制器等电路的设计上,MAX038 都是优选的器件。其内部电路框图如图 1 所示。



## MAX038 的性能特点:

- 1) 能精密地产生三角波、锯齿波、矩形波(含方波)、正弦波信号。
- 2) 频率范围从 0.1Hz~20MHz, 最高可达 40MHz, 各种波形的输出幅度均为 2V (P-P)。
- 3) 占空比调节范围宽, 占空比和频率均可单

独调节,二者互不影响,占空比最大调节范围是

 $10\% \sim 90\%$ .

- 4) 波形失真小,正弦波失真度小于0.75%,占空比调节时非线性度低于2%。
- 5) 采用±5V 双电源供电,允许有 5%变化范围,电源电流为 80mA,典型功耗 400mW,工作温度范围为  $0\sim70$   $^{\circ}$   $^{\circ}$  。
  - 6)内设 2.5V 电压基准,可利用该电压设定 FADJ、DADJ 的电压值,实现频率微调和占空比调节。

MAX038 采用 DIP-20 封装形式,各管脚的功能如表 1 所示。

## 表 1MAX038 的管脚功能

引脚号	名称	功能	
1	VREF	2.5V 基准电压输出	
2	GND	地	
3	A0	波形选择编码输入端(兼容 TTL/CMOS 电平)	
4	A1	同 AO 脚	
5	COSC	主振器外接电容接入端	
6	GND	地	
7	DADJ	占空比调节输入端	
8	FADJ	频率调节输入端	
9	GND	地	
10	Iin	电流输入端,用于频率调节和控制	
11	GND	地	
12	PD0	相位检测器输出端,若相位检测器不用,该端接地	
13	PD1	相位检测器基准时钟输入,若相位检测器不用,该端接地	
14	SYNC	TTL/CMOS 电平输出,用于同步外部电路,不用时开路	
15	DGND	数字地。在 SYNC 不用时开路	
16	DV+	数字+5V 电源。若 SYNC 不用,该端开路	
17	v+	+5V 电源输入端	
18	GND	地	
19	OUT	正弦、方波或三角波输出端	
20	v-	-5V 电源输入端	

注: 表中5个地内部不相连, 需外部连接。

## 2 具有三种输出波形的函数信号发生器设计实例

笔者采用 MAX038 设计了输出三角波、方波和正弦波的函数信号发生器,频率范围为 10Hz~1MHz,能够满足大多数实验与检测的需求。

整机电路由信号产生级、电压放大级、功率输出级和电源四部分组成。信号产生级的核心器件为 MAX038,它的输出波形有三种,由波形设定端 A0(3), A1(4)控制,其编码如表 2 所示。其中 x 表示任意状态。1 为高电平,0 为低电平。MAX038 的输出频率 f0 由 Iin,FADJ 端电压和主振荡器 COSC 的外接电容器 CF 三者共同确定。当 UFADJ=0V 时,输出频率 f0=Iin/CF,Iin=Uin/Rin=2.5/Rin。当 UFADJ  $\neq$ 0V 时,输出频率 f0=f(1-0.2915UFADJ)。由波段开关 SA2 选择不同的 CF 值,将整个输出信号分为 4个频段。

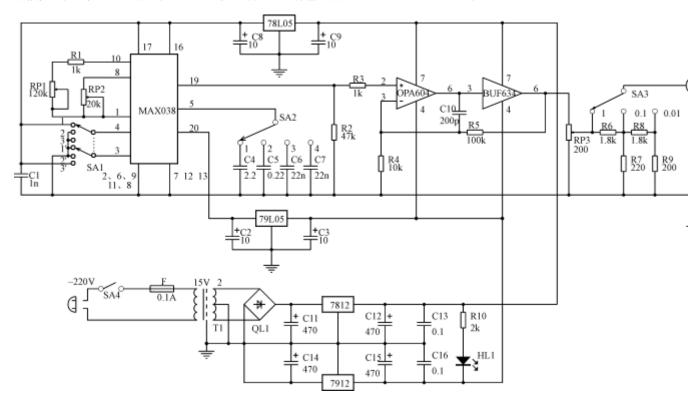
## 表 2A0 和 A1 的编码

A0	A1	波形
X	1	正弦波
0	0	方波
1	0	三角波

- 1) 10Hz~1kHz
- 2) 100Hz~10kHz
- 3)  $1kHz\sim100kHz$
- 4) 10kHz~1MHz

每频段频率的调节由电位器 RP1 和 RP2 完成。RP1 为粗调电位器,改变 RP1 数值,使振荡电容器 CF 的充电电流 Iin 改变,从而使频率改变。RP2 为细调电位器,它通过改变 UFADJ 的数值,使输出频率变化,它的变化范围较小,起微调作用。为简化电路,各种波形的占空比固定为 50%,这已能满足多数场合的使用要求。为此将 MAX038 的脚 7DADJ 端接地。MAX038 的各种输出波形的幅度均为 2V(P-P),为了得到更大的输出幅度,加有一级电压放大级,由运放 OPA604 担任。OPA604 是 FET 输入高保真运放 IC,性能十分优越,低噪声 10nV/Hz,低失真率,1kHz 时,仅为 0.0003%,高转换率 25V/μ s,功率带宽为 20MHz,电路中 OPA604 的闭环电压增益 GV=100k/10k=10,输出电压的幅度增至 20V(P-P),有效值为 7V 左右。如将 OPA604 换成 AD747 视频运放 IC,函数信号发生器能够输出更高的频率。功率输出级由 BUF634 担任,这是一种高速缓冲器 IC,具有 2000V/μ s 的转换速率,输出电流达 250mA,其电压增益为 1,但负载能力很强,在电路中起功率扩展的作用。输出信号的幅度由电位器 RP3 调节,为了更精确地调节输出信





电源电路比较简单,电源变压器的容量为 8W,初级接 220V 交流,次级绕组为 15V×2,经桥式全波整流后,再由两只三端集成稳压器 LM7812 和 LM7912 变成稳定的 $\pm$ 12V 直流电压。HL1 是用发光二极管制成的指示灯,无论正负哪一路出现故障,HL1 均将熄灭。 $\pm$ 12V 的电压再经两只三端集成稳压器 LM78L05和 LM79L05进一步稳压后,变成 $\pm$ 5V 的直流电压供给 MAX038。