

频率可调的方波发生器的设计与测试报告

黄泽熙 刘豪 肖瑶

(电子科技大学 英才实验学院 611731)

摘要: 本设计采用 555 定时器作为函数发生器, 电路简单, 成本低廉. 该发生器同时具有较好的稳定性与较高的精度. 在基本电路的基础上添加的一个用于偏压的三极管, 保证了方波的占空比为 50%且稳定. 利用 Multisim 软件对所得电路进行仿真, 并进行实际测试, 均得到了较为理想的结果.

关键词: 555 定时器 方波发生器 偏压三极管

Report of Design and Test of A Frequency-Adjustable Square Wave Generator

Huang Zexi Liu Hao Xiao Yao

(Yingcai Experimental School University of Electronic Science and Technology of China 611731)

Abstract: With the utilization of the 555 timer as function generator, the circuit is easy to handle, the expense low. This function generator combines good stability and high precision. Based on the fundamental circuit, a triode was added for biasing voltage, in order to stabilize duty ratio to 50%. Simulation was done through Multisim and field tests were checked, both of which outputted ideal results.

Key words: 555 timer square wave generator biasing-voltage triode

1. 方案的选择与参数计算

为了得到频率可调的方波发生器，我们采用最为常用的用于设计波形发生器的 555 定时器.利用它作为核心所得到的电路不仅设计起来方便简单，而且成本较为低廉，也容易得到较好的波形.555 定时器的内部电路图如图 1 所示.

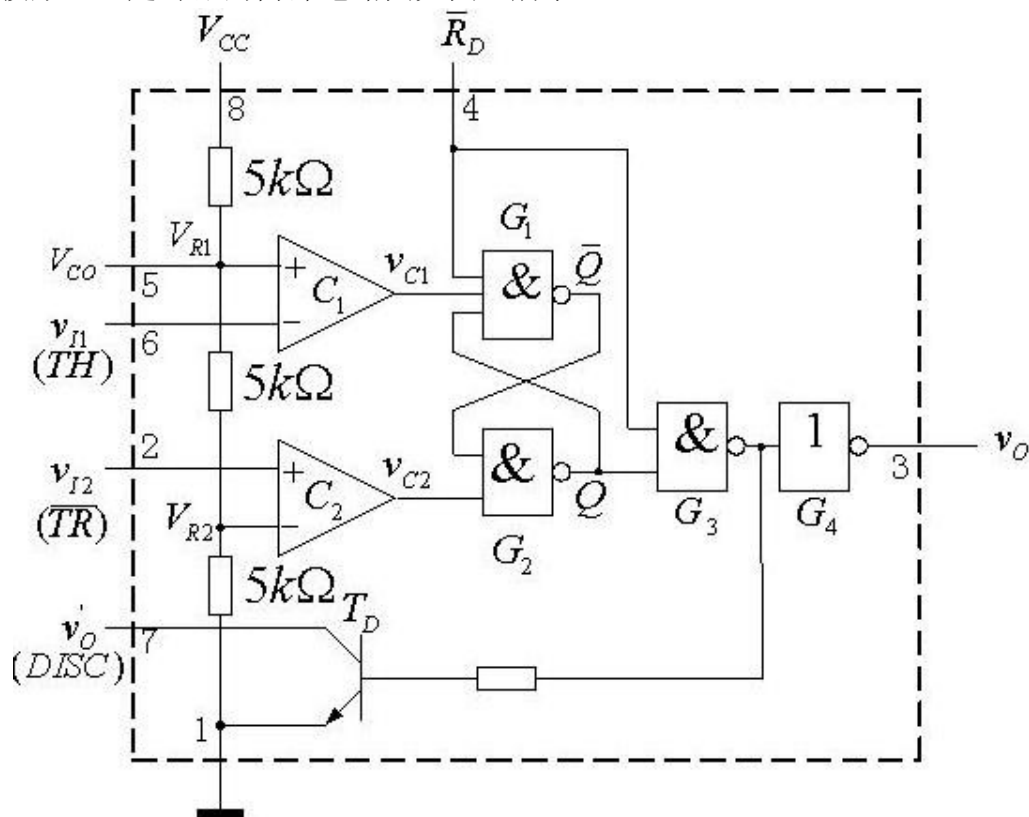


图 1 555 定时器内部电路

555 定时器内部包括两个电压比较器，三个等值串联电阻，一个 SR 触发器，一个放电管 T 及功率输出级.它提供两个基准电压 $V_{cc}/3$ 和 $2V_{cc}/3$. 555 定时器的功能主要由两个比较器决定.两个比较器的输出电压控制 SR 触发器和放电管的状态.在电源与地之间加上电压，当 5 脚悬空时，则电压比较器 C_1 的同相输入端的电压为 $2V_{cc}/3$ ， C_2 的反相输入端的电压为 $V_{cc}/3$.若触发输入端 TR 的电压小于 $V_{cc}/3$ ，则比较器 C_2 的输出为 0 可使 SR 触发器置 1，使输出端 $OUT = 1$.如果阈值输入端 TH 的电压大于 $2V_{cc}/3$ ，同时 TR 端的电压大于 $V_{cc}/3$ ，则 C_1 的输出为 0， C_2 的输出为 1，可将 SR 触发器置 0，使输出为 0 电平.它的各个引脚功能如下：

1 脚：外接电源负端 V_{ss} 或接地，一般情况下接地.

8 脚：外接电源 V_{cc} ，双极型时基电路 V_{cc} 的范围是，CMOS 型时基电路 V_{cc} 的范围为 $3 \sim 18V$.一般用 $5V$.

3 脚：输出端 V_o .

2 脚：低触发端.

6 脚：TH 高触发端.

4 脚：是直接清零端.当端接低电平，则时基电路不工作，此时不论 TH 处于何电平，时基电路输出为 0，该端不用时应接高电平.

5 脚： V_c 为控制电压端.若此端外接电压，则可改变内部两个比较器的基准电压，当该端不用时，应将该端串入一只 $0.01\mu F$ 电容接地，以防引入干扰.

7 脚：放电端. 该端与放电管集电极相连，用做定时器时电容的放电。
 利用 555 定时器，我们分别设计了如图 2、图 3 所示的方波发生器电路。

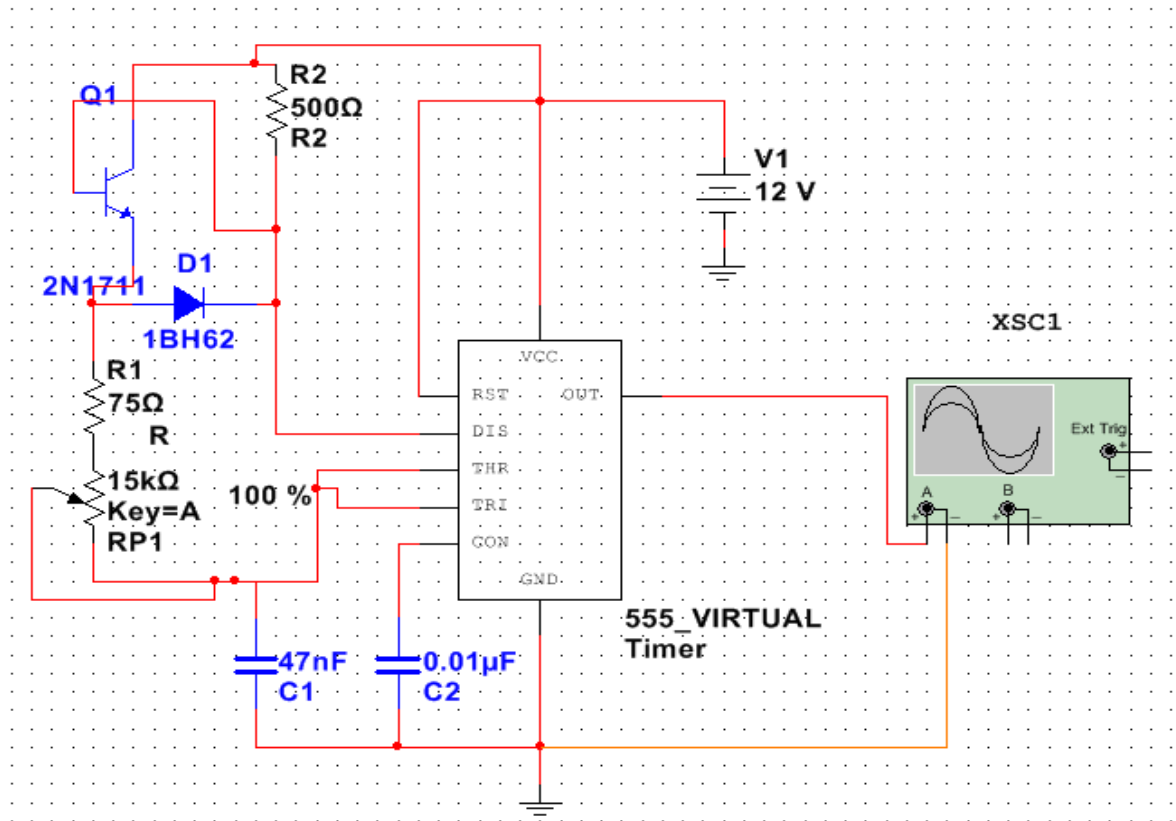


图 2 方波发生器电路 1

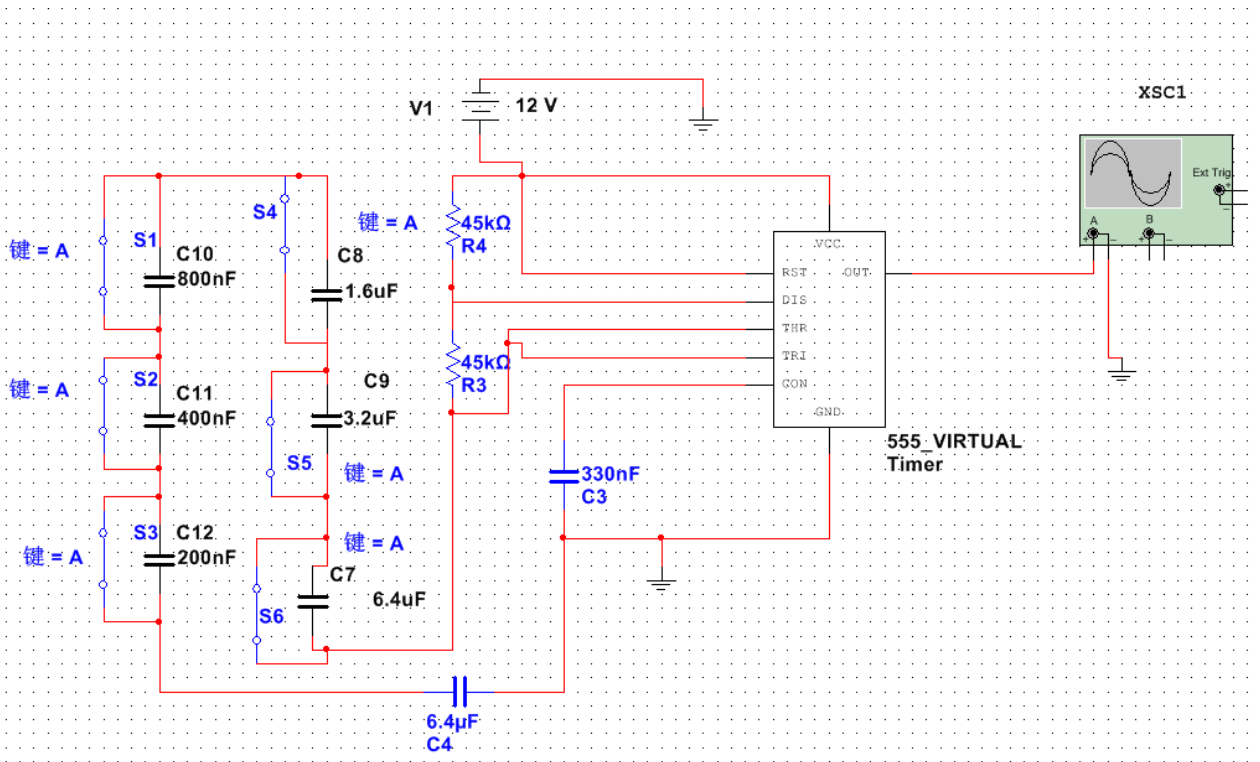


图 3 方波发生器电路 2

下面先以电路 1 为例说明原理。

当电容被充电时，TRI 与 THR 引脚电压上升，二极管导通，接通12V 电源后，电容 C_1 被充电，电压升高，当电压上升到 $2V_{CC}/3$ 时，放电端导通，电容通过 R_{P1} 对地放电，此时输出电平 V_o 为低电平，当 V_c 下降到 $V_{CC}/3$ 时，放电管截止， V_o 输出高电平，电容 C 又继续充电直到 $2V_{CC}/3$ ，如此反复在输出端得到一个周期变化的方波.而频率的调节则通过改变电位器 R_{P1} 的阻值来实现.利用正偏压的的晶体管 Q_1 ，在 R_2 的偏压作用下充分导通，在 C_1 放电时完全截止，即可实现周期比相同的方波输出.因为 Q_1 的正向导通电阻很小，对充放电时间常数影响不大.利用电路原理计算得到该电路冲放电震荡周期为

$$t_1 = t_2 = 0.639(R_1 + R_{P1})C_1$$

则一个方波的周期为

$$T = t_1 + t_2 = 2 * 0.639(R_1 + R_{P1})C_1$$

于是可得频率

$$f = 1.43 / (2R_1 + R_{P1})C_1$$

为了使调节频率时较为方便，且实验元器件都容易得到，采用如图 2 所示的各个电阻、电位器的阻值和电容的容值.

电路 2 与电路 1 原理类似，只是电路 2 中并没有采用三极管进行偏压，因此得到的波形占空比与理想条件差距较大.而通过开关的打开与闭合来改变电容值从而改变频率较为复杂，而且不能连续调节，因此权衡利弊后，选择电路 1 为我们的实验电路.

2. 仿真结果

利用电路软件 Multisim12.0 对图 2 所示电路进行仿真.调节电位器 R_{P1} 的滑动端，得到所需频率的方波，波形分别如图 4、5. 由图 4、图 5 可见，本电路仿真结果符合要求，能够得到所需输出的频率范围（ $1k \sim 100kHz$ ）.

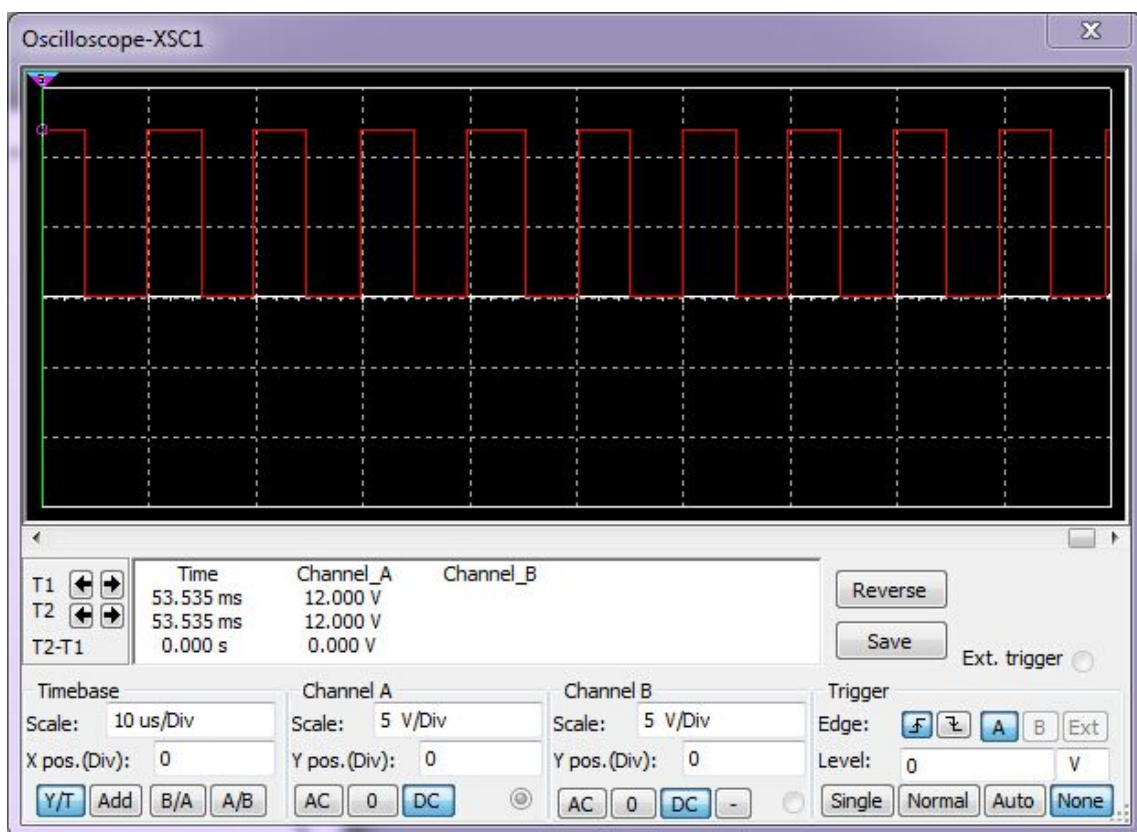


图 4 电位器阻值 $R_{P1} = 50\Omega$ 时所得波形 ($f = 100kHz$)

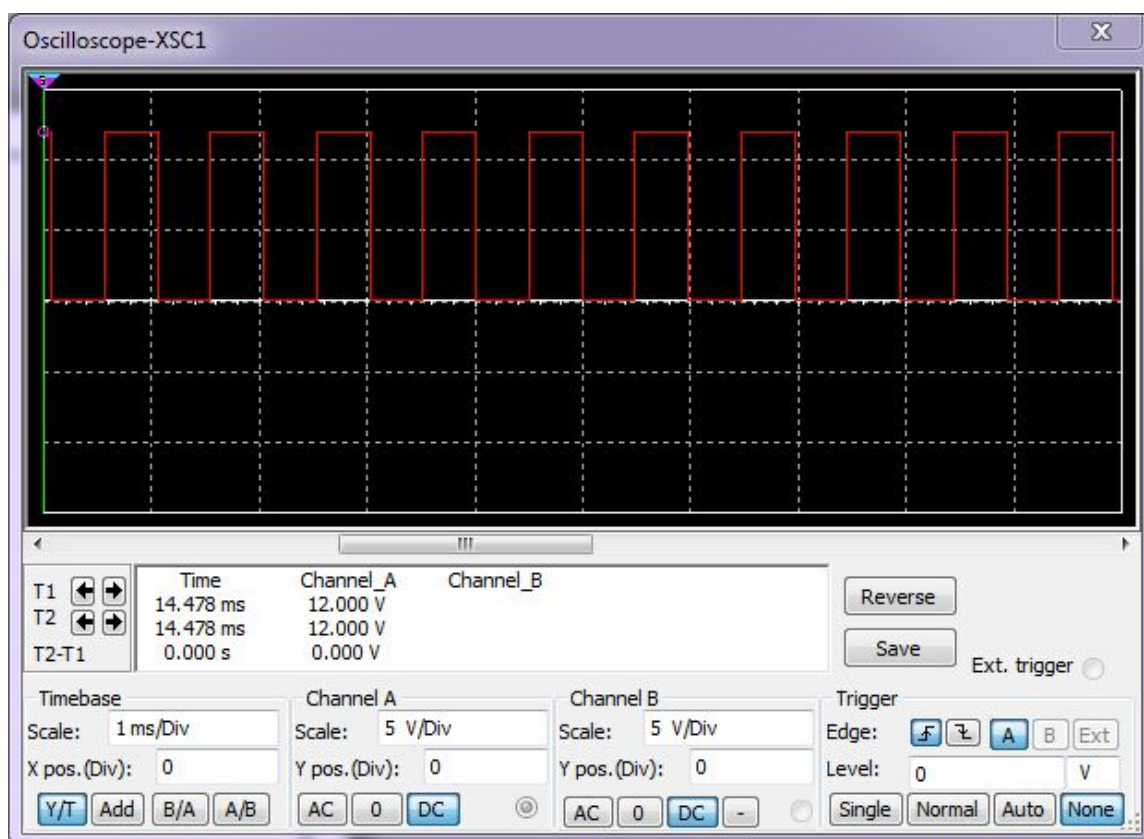


图 5 电位器阻值 $R_{P1} = 12.5k\Omega$ 时所得波形 ($f = 1kHz$)

3. 安装与焊接

根据所得电路图进行安装与焊接，所得电路的正面如图 6，背面如图 7.在焊接过程中为使测试部分方便，在电路板上预留了较多的引脚.

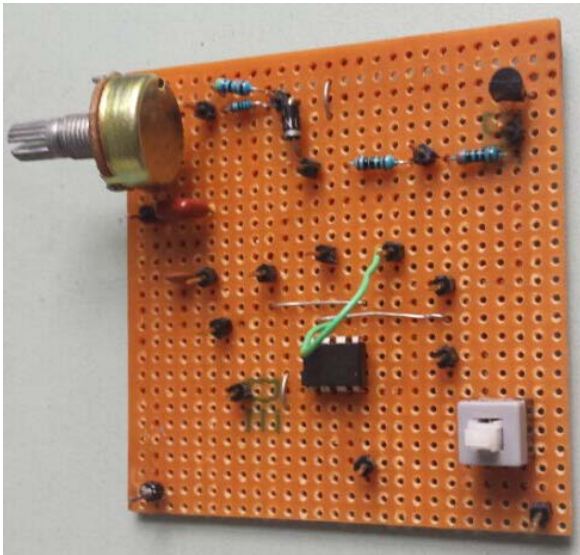


图 6 电路正面效果图

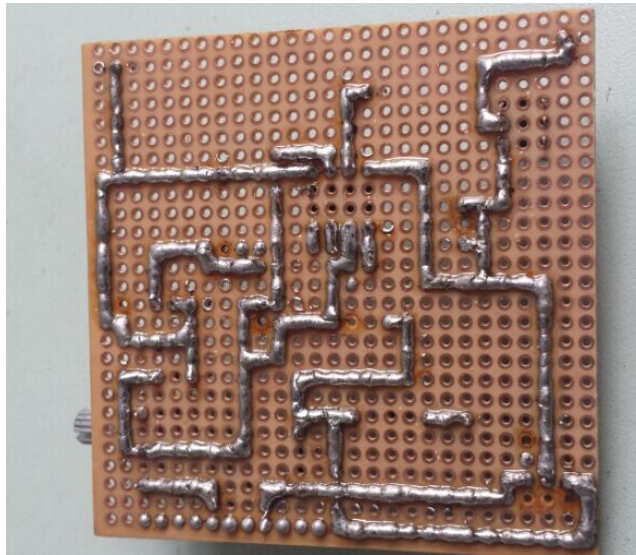


图 7 电路背面效果图

4. 测试结果

利用实验室所提供的学生电源向电路输出12V 电压进行测试，调节电位器阻值，分别得到所需频率的方波输出.测试结果如图 8、9，可见该电路能够达到所需参数指标，方案理想.

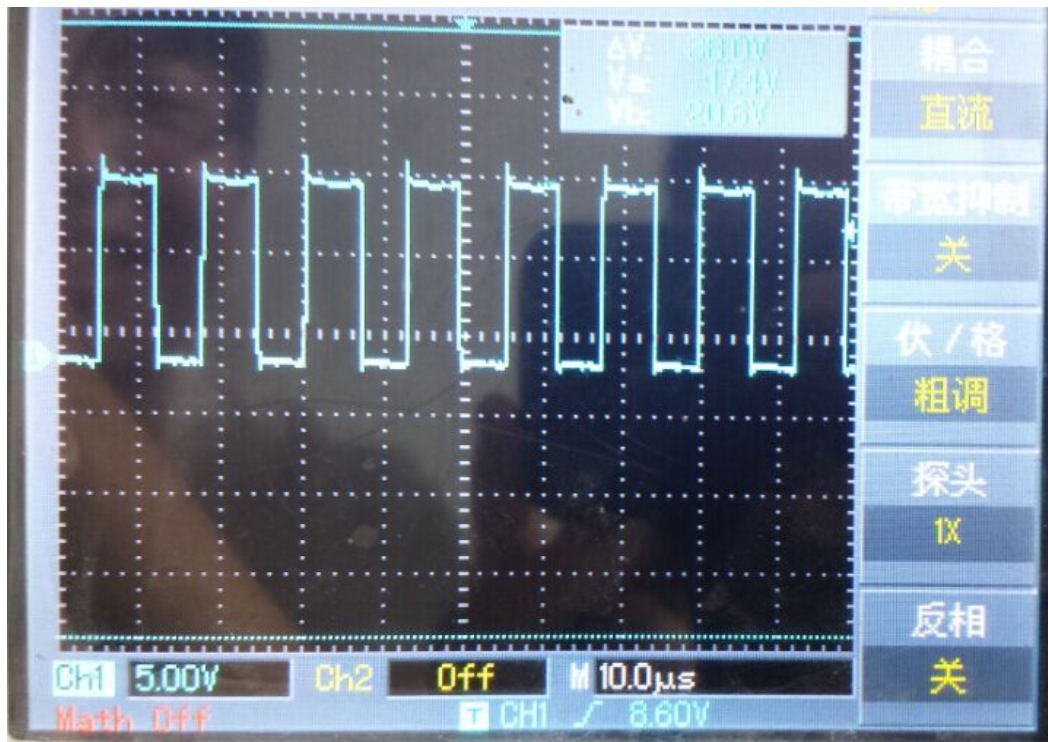


图 8 输出 $f = 100\text{kHz}$ 所得方波波形



图9 输出 $f = 1\text{kHz}$ 所得方波波形

参考文献

- [1] 钟洪声等.电子电路设计技术基础[M].四川: 电子科技大学出版社, 2012.
- [2] 胡翔骏等.电路分析[M].北京: 高等教育出版社, 2012.
- [3] 崔红玲等.电子技术基础实验[M].四川: 电子科技大学出版社, 2014.