

目录

一、电路设计题目.....	3
1. 设计制作要求.....	3
2. 主要技术指标.....	3
3. 注意事项.....	3
4. 实验器材.....	4
二、电路设计及理论计算.....	4
1、40KHz 方波发生电路	5
2、分频电路	6
3、积分器	8
4、二阶有源滤波器	9
5. 电源转换电路.....	9
三、仿真结果.....	10
1、在 Multisim14 软件下的总电路图	10
2、40KHz 方波发生器	12
3、分频电路	13
4、积分器	14
5、二阶有源滤波器	14
四、PCB 板的制作.....	15
五、面包板调试过程.....	17
40KHz 方波发生器、分频器	18

积分器.....	18
二阶有源滤波器.....	19
调试过程.....	19
六、实验结果、总结及个人感想.....	20

一、电路设计题目

以小组为单位（2 人一组，自由组合），使用敷铜板，NE555 芯片、74LS74 芯片和 LM324 芯片，设计制作一个频率可变的可输出方波 I、方波 II、三角波、正弦波的多种波形产生电路，如图 1 所示。完成实验报告，现场演示作品。

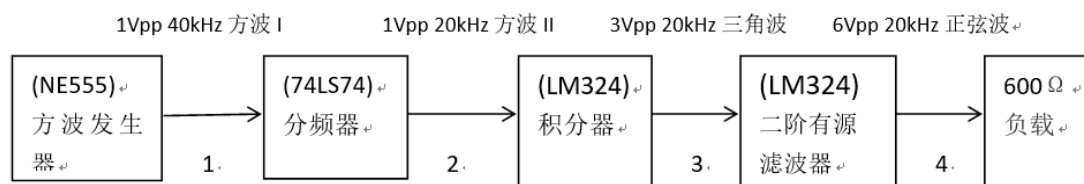


图 1 系统方框图

1. 设计制作要求

使用 555 时基电路产生频率为 40kHz, 1Vp-p 的方波 I 作为信号源(测试点 1); 利用此方波 I, 经过(74LS74)二分频后获得 20kHz, 1Vp-p 方波 II (测试点 2); 波形 II 经积分后输出 3Vp-p, 20kHz 三角波 (测试点 3); 三角波经二阶有源滤波器后输出 6Vp-p, 20kHz 正弦波 (测试点 4)。系统接 600Ω电阻作为负载。

2. 主要技术指标

各测试点波形的频率、峰峰值、误差、失真度，空载波形、指标，带载波形、指标。

3. 注意事项

- 1) 电源只能选用+10V 单电源，由实验中心（演示场地）直流稳压电源提供，不得使用其他电源。

- 2) 上图只是极简的系统框图, 要达目标, 需自行添加其他电路模块 (偏置, 限幅, 衰减或放大, 开关, 指示, 保护等)。
- 3) 注意留出测试点及转换开关, 以及电源输入口。
- 4) 实验实验室提供敷铜板, NE555 芯片、74LS74 芯片、LM324 芯片、IC 插座等常用元器件。实验完成后, 以小组为单位作现场演示考核, 并提交实验报告。

4. 实验器材

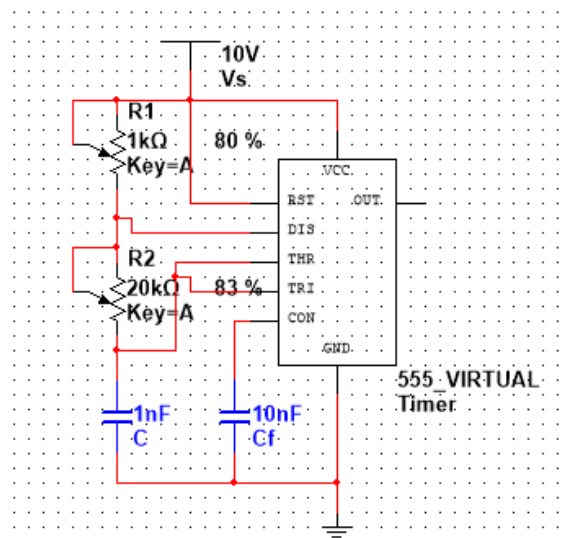
LM324	1 片
74LS74	1 片
LM324	1 片
覆铜板	1 块
焊锡丝	若干
焊烙铁	1 个
600 欧姆电阻	1 个
各阻值电阻	若干

二、电路设计及理论计算

实验设计共分为五个部分： 40KHZ 方波发生电路、分频电路、积分器、二阶有源低通滤波器、电源转换电路, 设计方案如下:

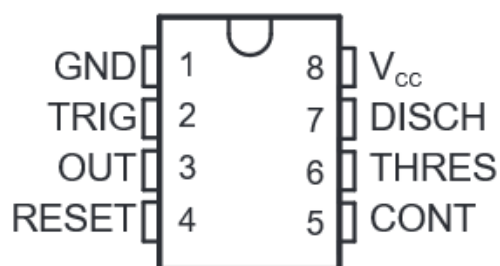
1、40KHz 方波发生电路

方案：利用 NE555 芯片产生方波：



图一

NA555...D OR P PACKAGE
NE555...D, P, PS, OR PW PACKAGE
SA555...D OR P PACKAGE
SE555...D, JG, OR P PACKAGE
(TOP VIEW)



图二

图一为 Multisim 仿真电路图，图二为 NE555 芯片的 datasheet。

各元器件作用：

R1:调节输出波形占空比

R2: 调节输出波形的频率

C: 隔直流通交流

Cf:降低噪声对波形的干扰

理论分析：

$$T_{w1} = (R1 + R2)C_1 \ln 2$$

$$T_{w2} = R_2 C_1 \ln 2$$

周期：

$$T = (R_1 + 2R_2)C \ln 2$$

占空比:

$$q = \frac{T_1}{T_2} = \frac{(R_1 + R_2)}{(R_1 + 2R_2)}$$

为使占空比更接近于 50%，即输出的方波更方， $R_1 < R_2$

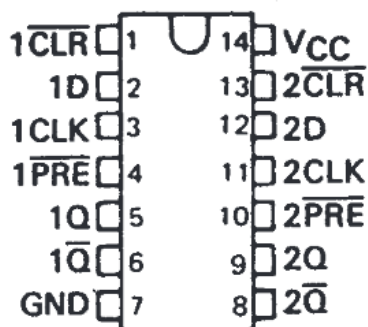
调节 R_1 和 R_2 可以分别得到理想的占空比和频率

2、分频电路

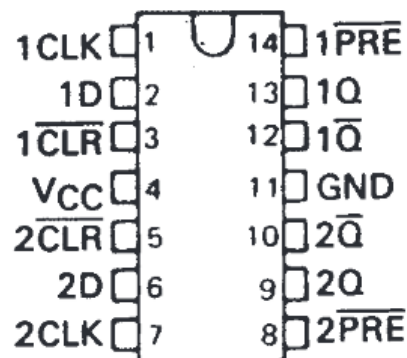
使用 74LS74 触发器来达到分频的效果，输入为 40KHz 方波，输出为 20KHz 方波。

74LS74 是一个很玄学的元器件，在寻找 datasheet 的时候发现他有两种封装，引脚位置的功能不一样，而且他的工作电压是 5V，而电源给的是 10V，因此需要构建一个电路去分压取得 5V 的电压（在下一步会介绍）

SN5474 . . . J PACKAGE
SN54LS74A, SN54S74 . . . J OR W PACKAGE
SN7474 . . . N PACKAGE
SN74LS74A, SN74S74 . . . D OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



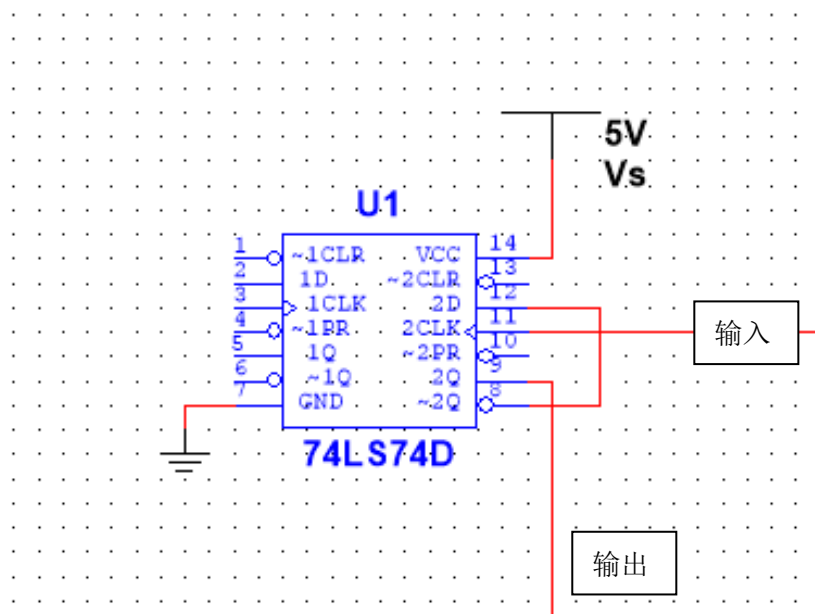
SN5474 . . . W PACKAGE
(TOP VIEW)



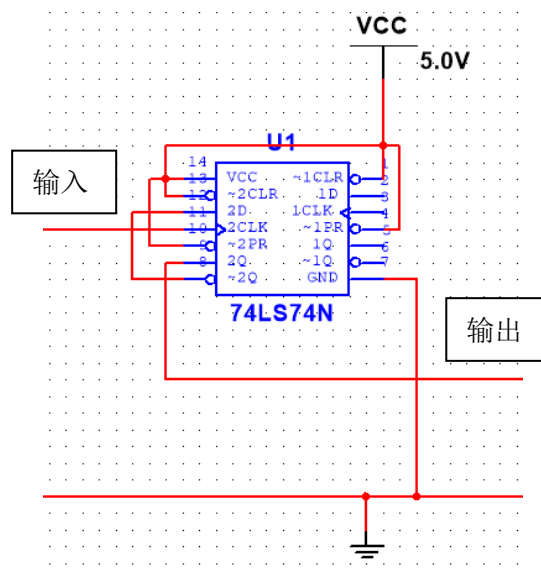
在仿真中仿真软件默认的 74LS74 是右图的 datasheet，而实际中实验室提供的元件是左图，故而采用左边 datasheet 的连接方式，但在连接 74LS74 的过程中，小组两人就连接方式出现了分歧，两者在仿真中都是能够完美的分频，因此我们决定此模块分开做两种不同

的分频方式，即采取两种方案。

此方案是由 11 号引脚输入，9 号引脚输出，14 号引脚作为 VCC，7 号引脚作为接地端。



方案一

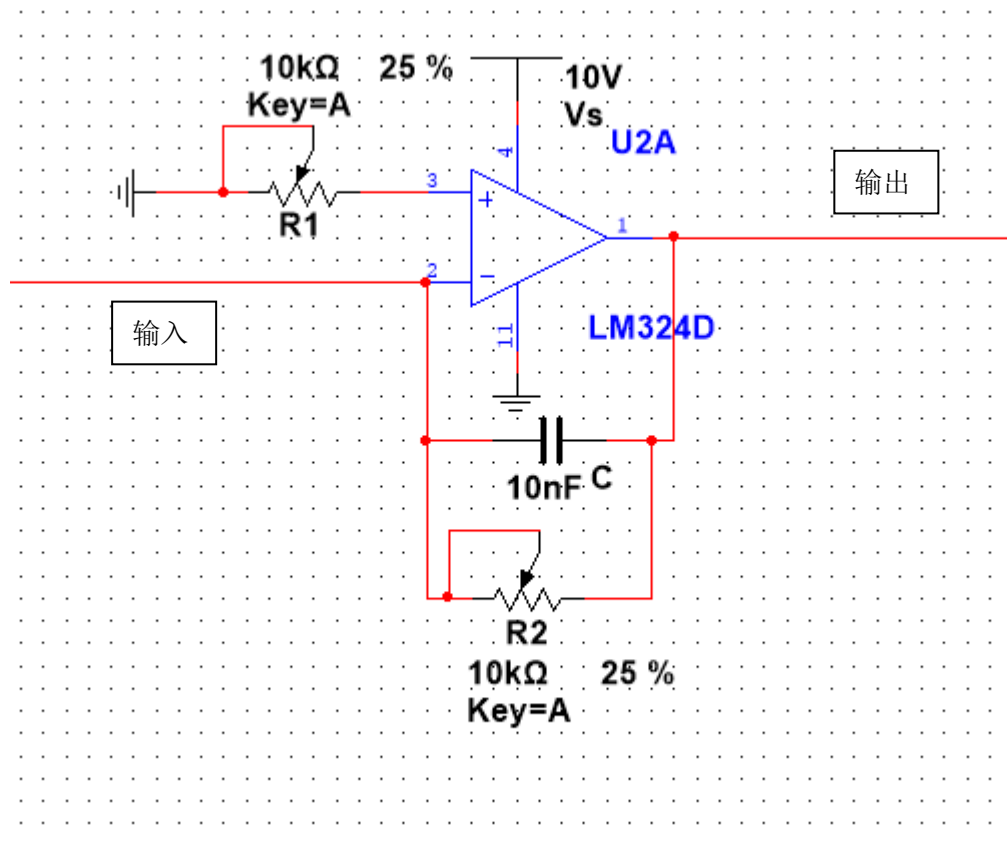


方案二

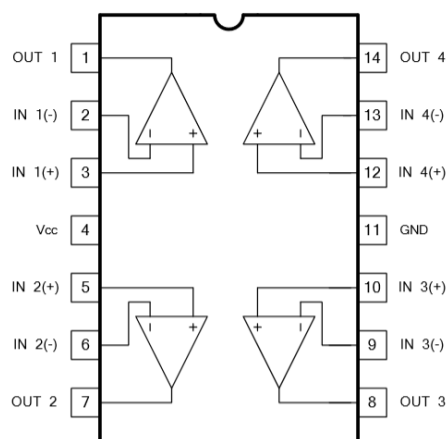
此方案是输入端从 3 端口进入，2 口连接 6 口，从 5 口输出分频后的电路，1 和 4 口接入 5V 的电压源。

3、积分器

使用运算放大器 LM324 进行积分运算，方案如下：



积分器



左图是 LM324 的 datasheet 图，由 LM324 的 datasheet 可以看出一个 LM324 芯片中含有 4 个运算放大器。

4、二阶有源滤波器

二阶有源滤波器同样建立在 LM324 的基础上，方案如下：

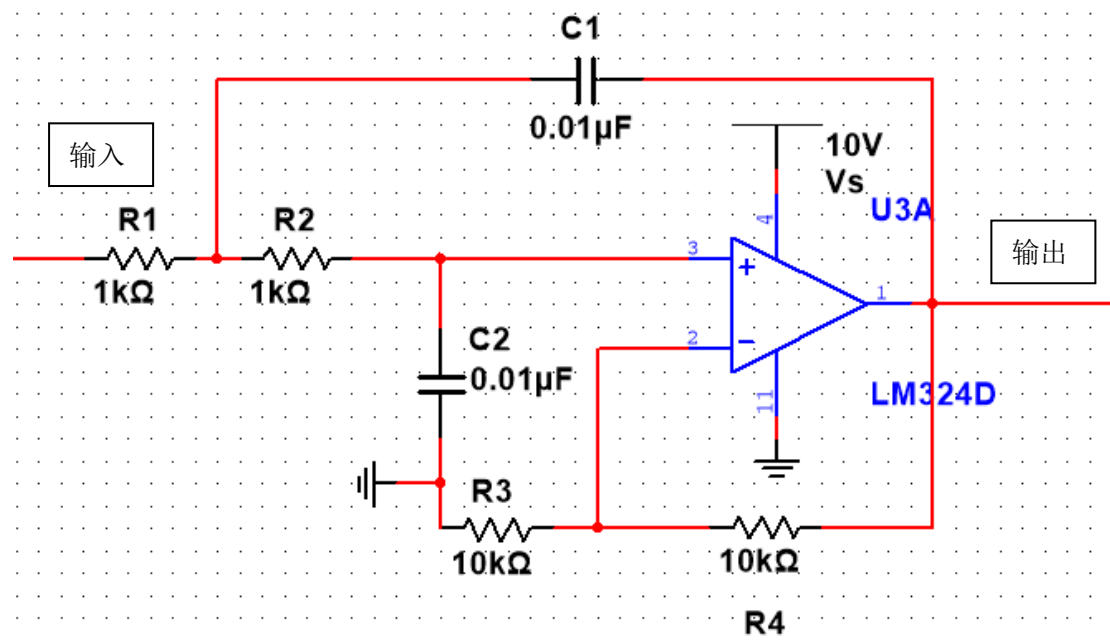


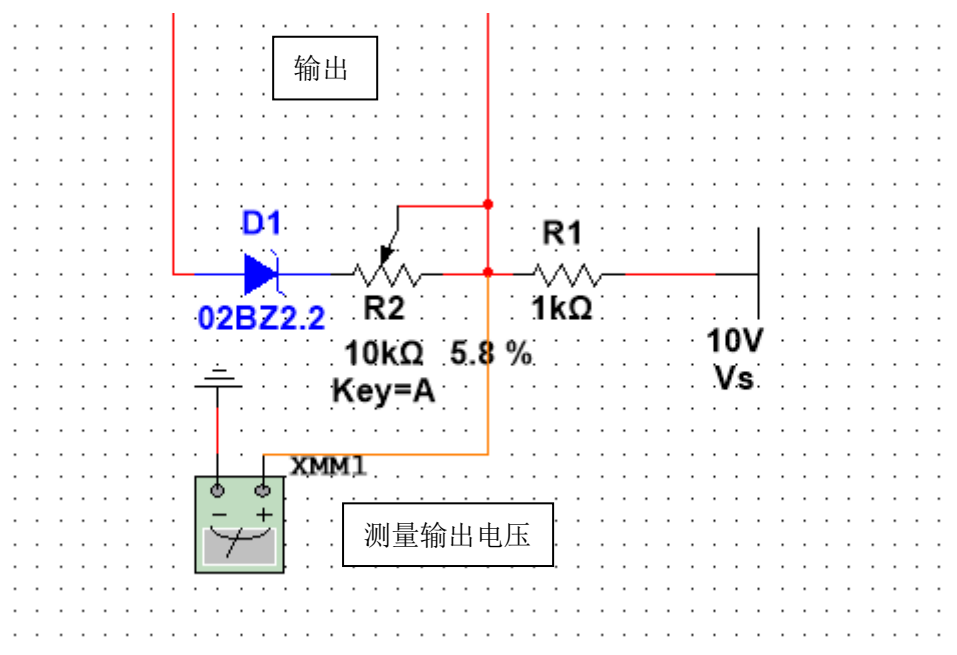
图 6

5. 电源转换电路

由于 74LS74 需要一个稳定的 5V 电源为其提供直流电压，所以需要对 10V 直流电源进行电源的转换。

首先我们考虑到了稳压二极管，因为稳压二极管在大部分区间内其两端的电压值都能够稳定在一定的值，考虑到实际电路的影响，如果单单串联两个 5V 的稳压管，可能会引起误差或者导致二极管破裂，故采用一个稳压管串联电阻来取到 5V 的稳压源。

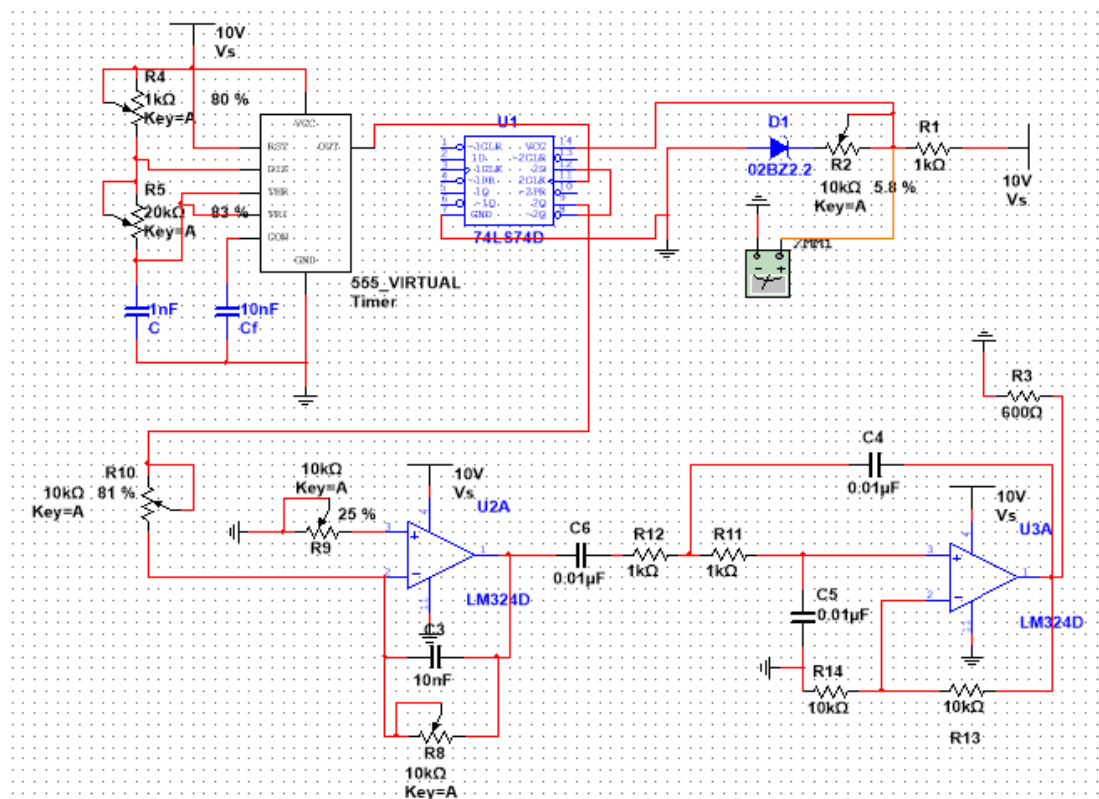
除此之外，因为 5V 稳压管本身的精度以及考虑到接入电路后产生的误差因素，我们还采用接入滑动变阻器来调整输出电压能达到稳定标准的 5V.方案如下：



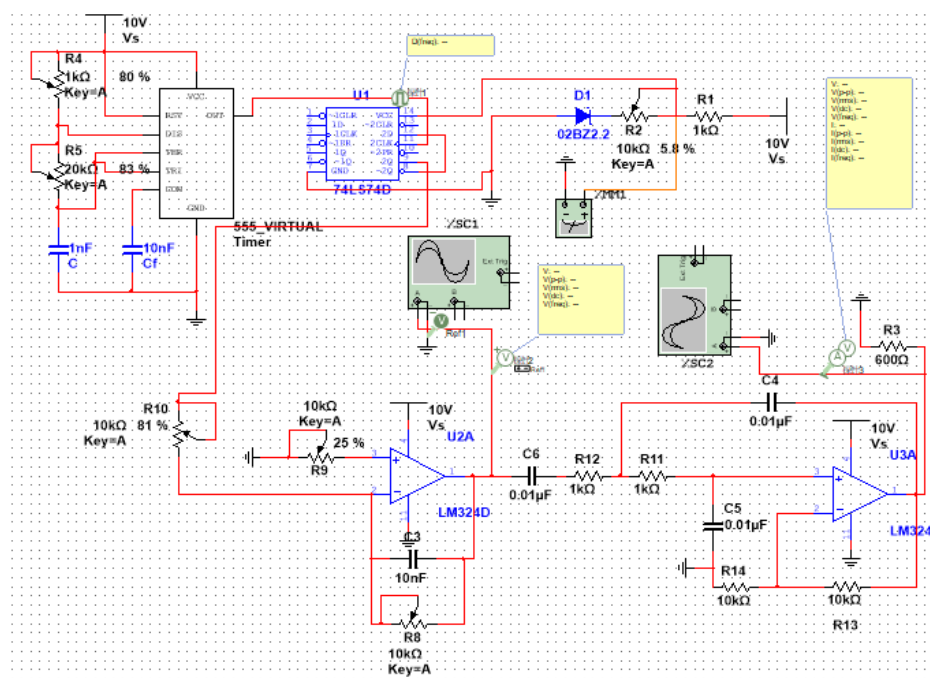
三、仿真结果

1、在 Multisim14 软件下的总电路图

由于各个板块的电路有各自的电压电流特性，单纯的拼接会使得电路工作不正常。于是我们在级与级之间加入了去耦电容，来去除直流分量对信号的影响，也帮助减小交流信号的不稳定性，除此之外还在级与级之间加入了滑动变阻器来控制输入到下一级的信号的电压大小，并且还独立设置了供检测信号的输出端口，并在输出的端口上加入了滑动变阻器控制输出信号的电压幅值大小。

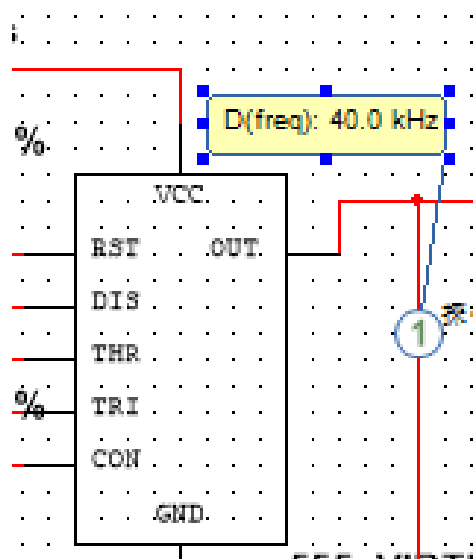
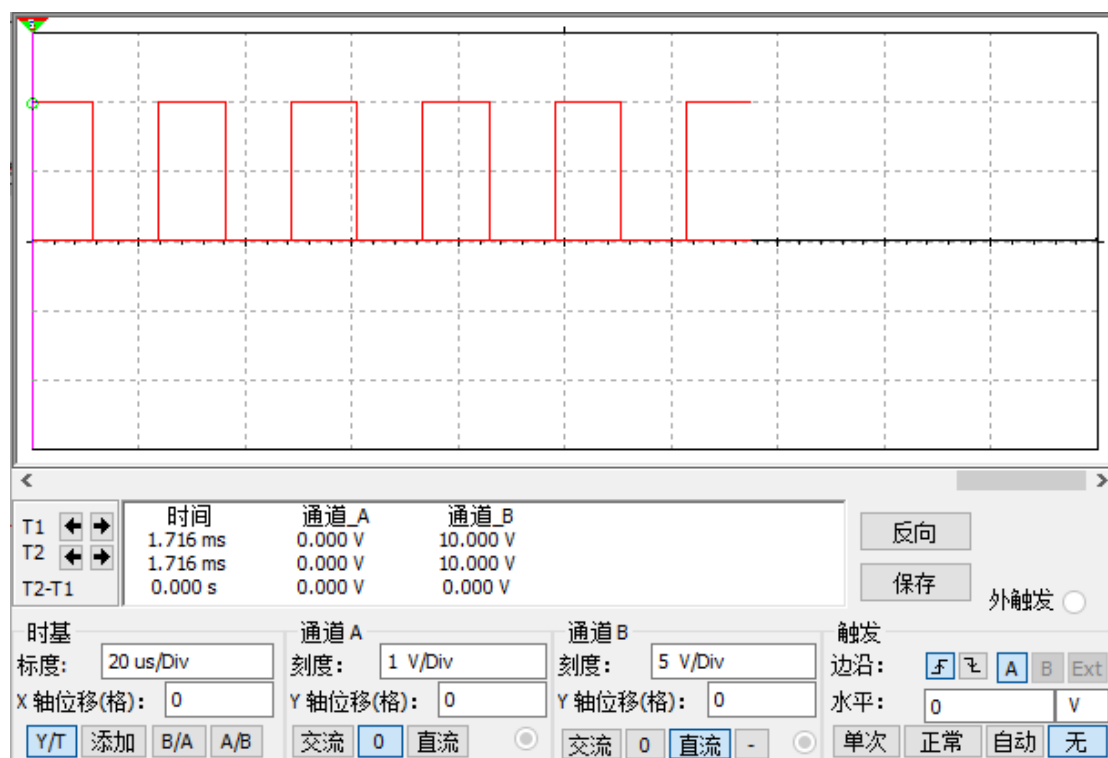


总电路图（不含示波器以及电压电流探针）



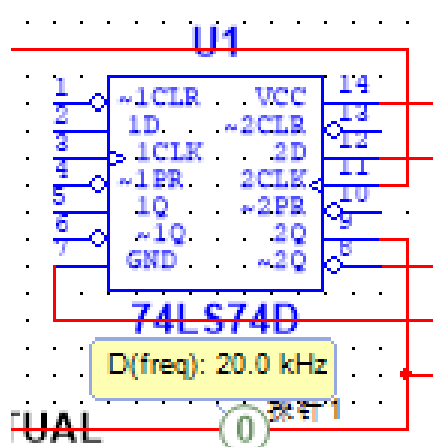
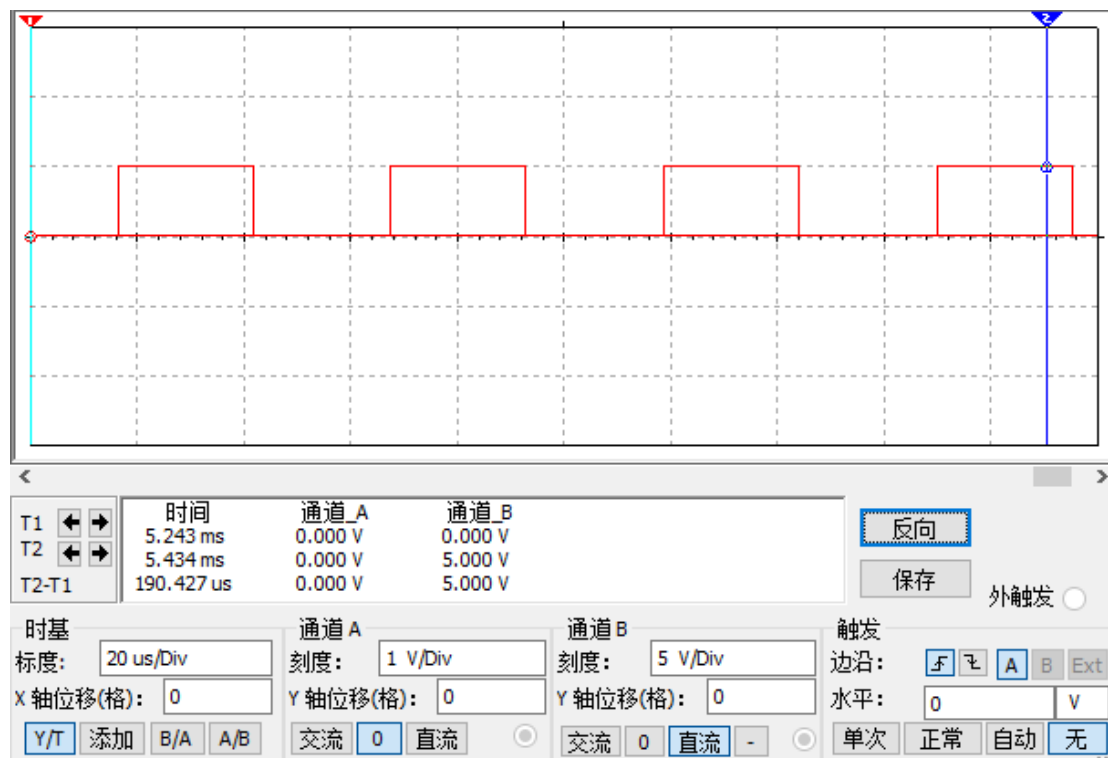
总电路图（含有示波器以及电压电流探针）

2、40KHz 方波发生器



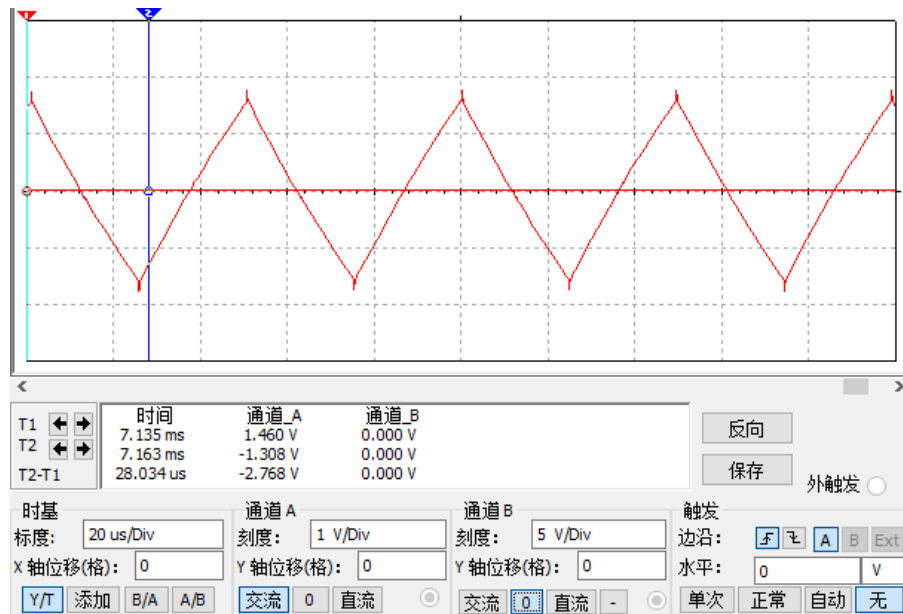
由仿真结果图可知，电路成功产生方波，方波频率为 40KHz，幅值可由滑动变阻器调节，仿真结果与理论值相符合，符合预期设计。

3、分频电路

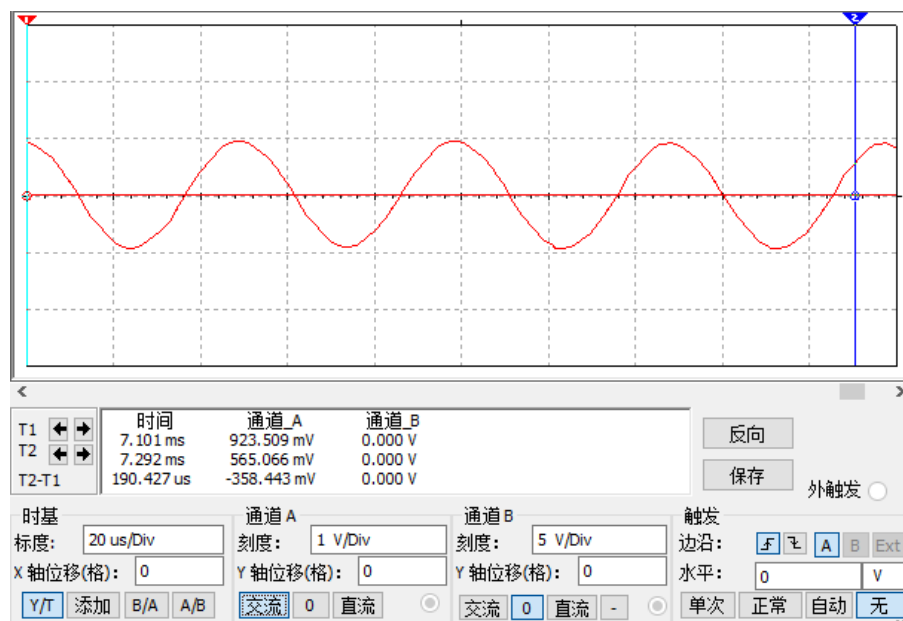


由仿真图结果图并比较 40KHz 仿真结果图可得，该电路输出的方波信号频率为 20KHz，幅值可由滑动变阻器调节，仿真结果与理论值相符合，符合预期设计。

4、积分器



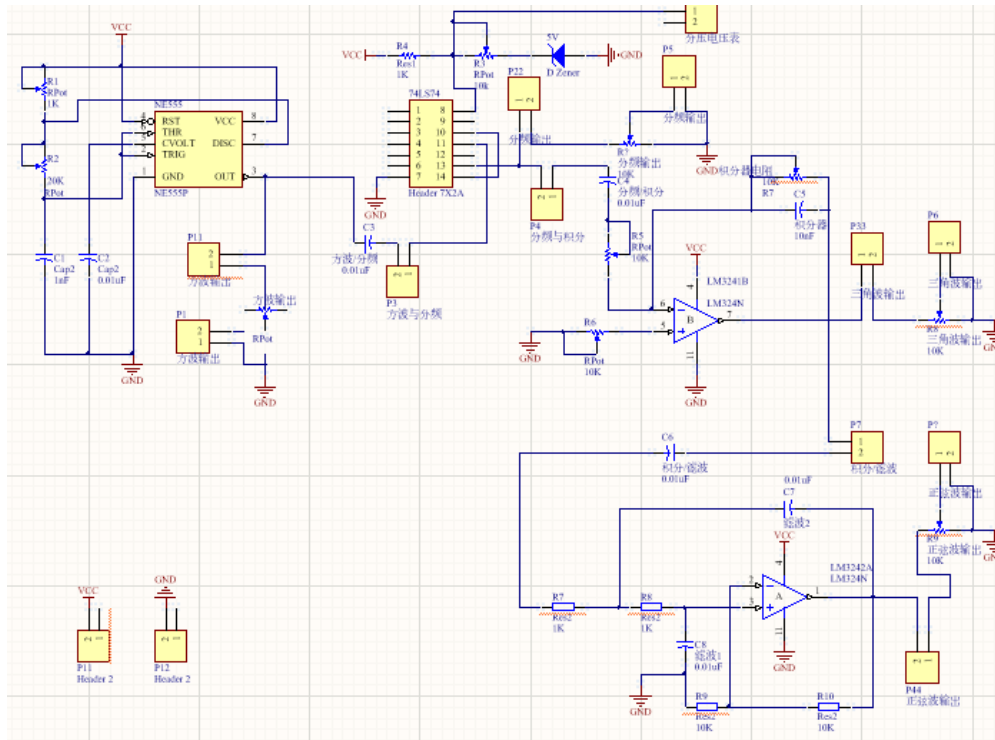
5、二阶有源滤波器



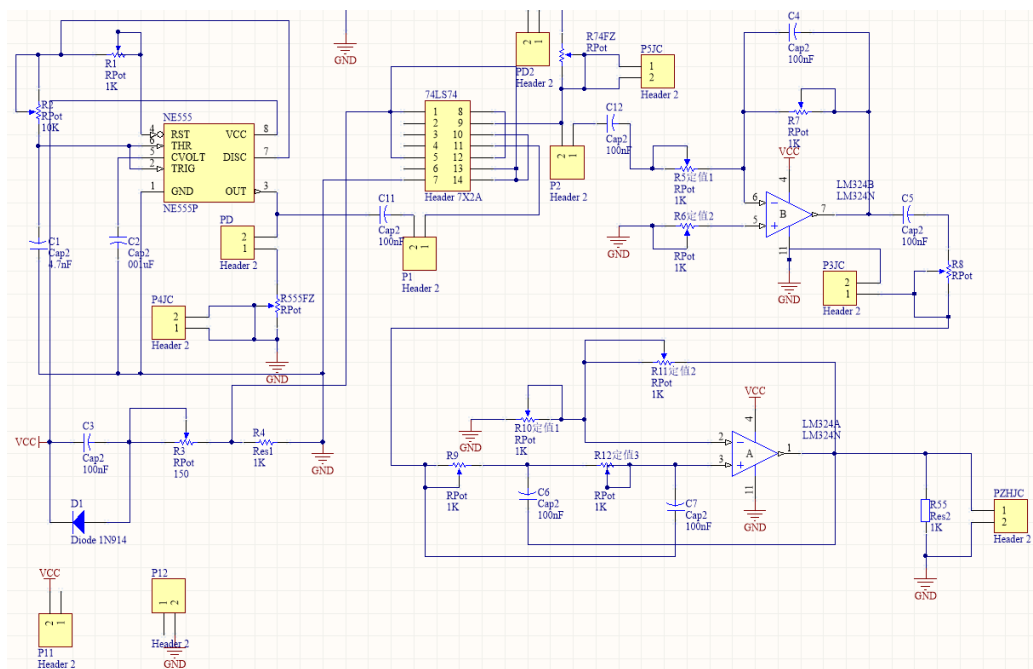
四、PCB 板的制作

1、 在 Altium Designer 18 软件下的原理图：

方案一：

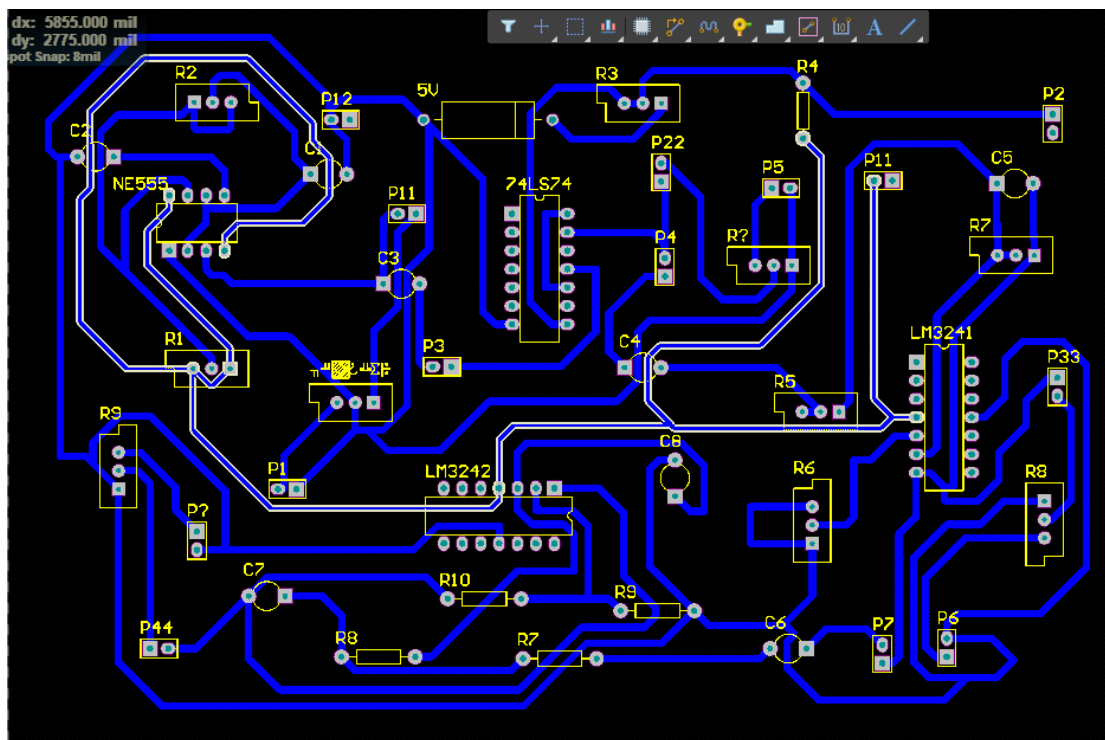


方案二：

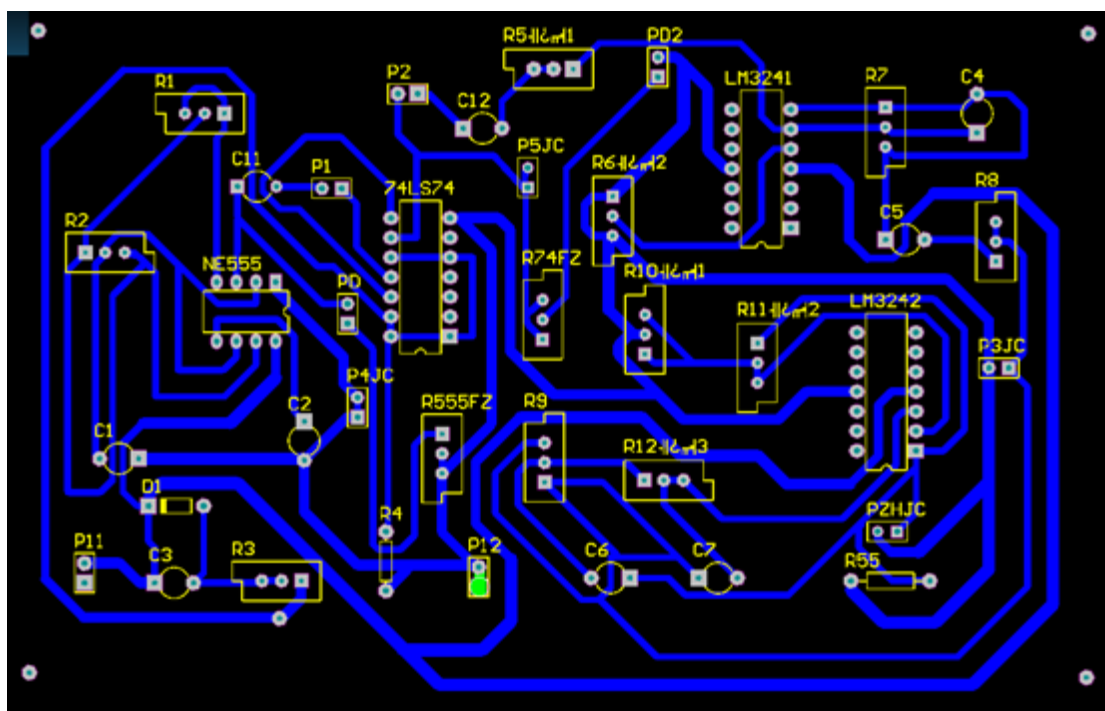


2、 在 Altium Designer 软件下 PCB 布线图：

方案一：

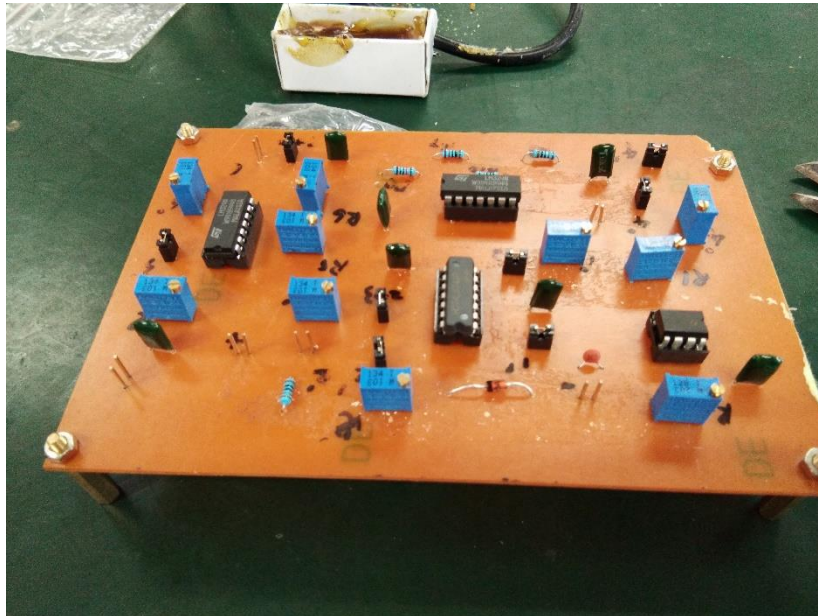


方案二：

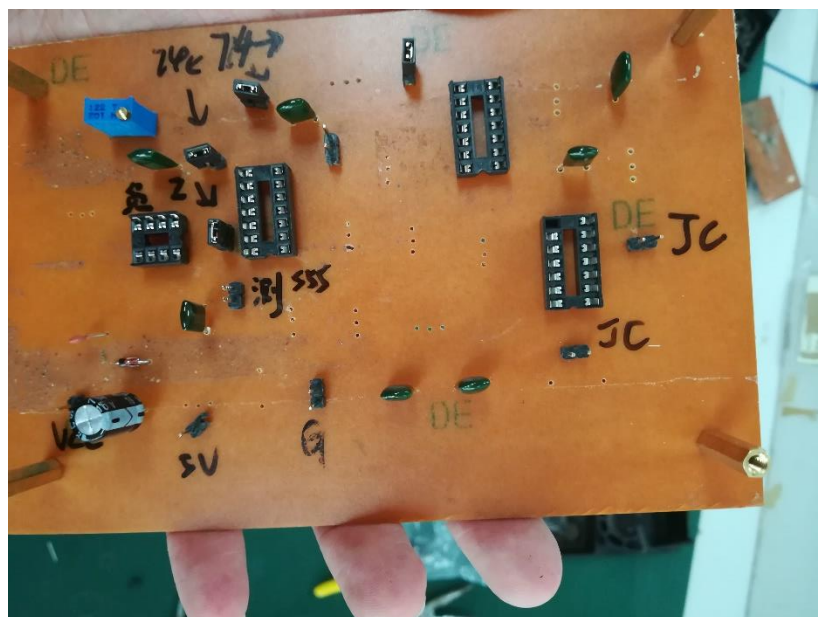


3、 实验焊接后的 PCB 版成品图

方案一：



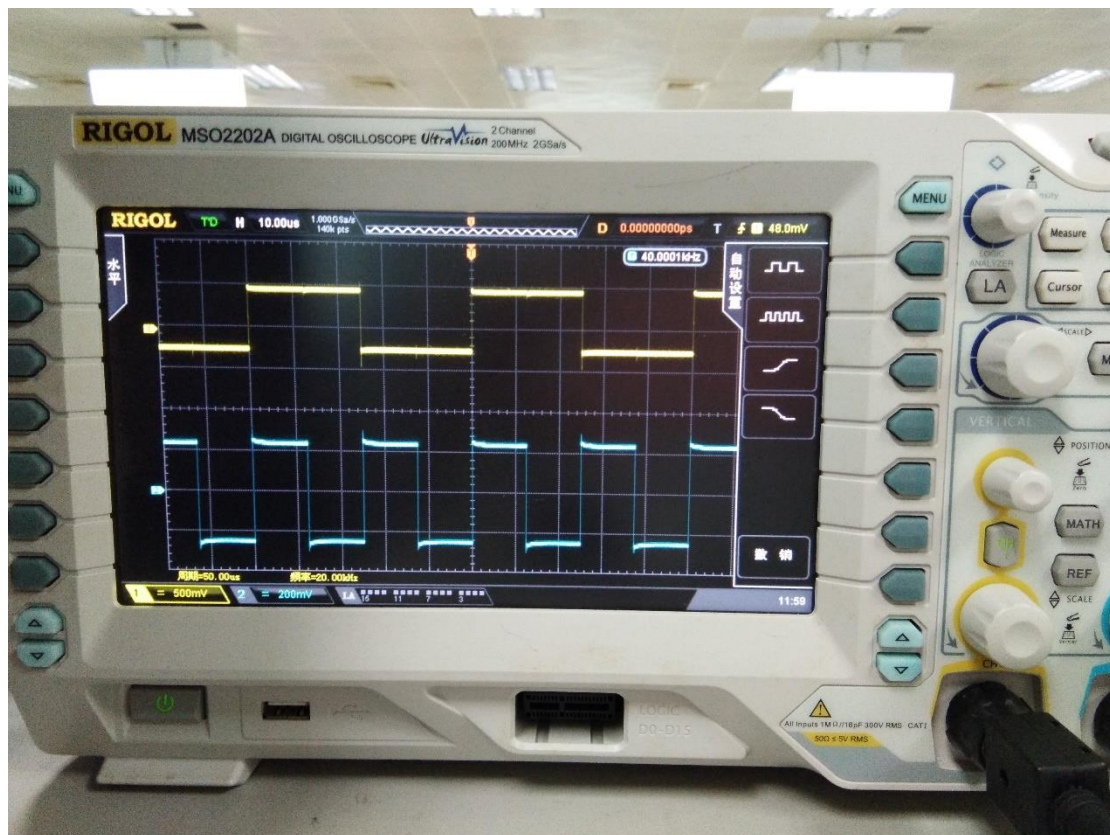
方案二：



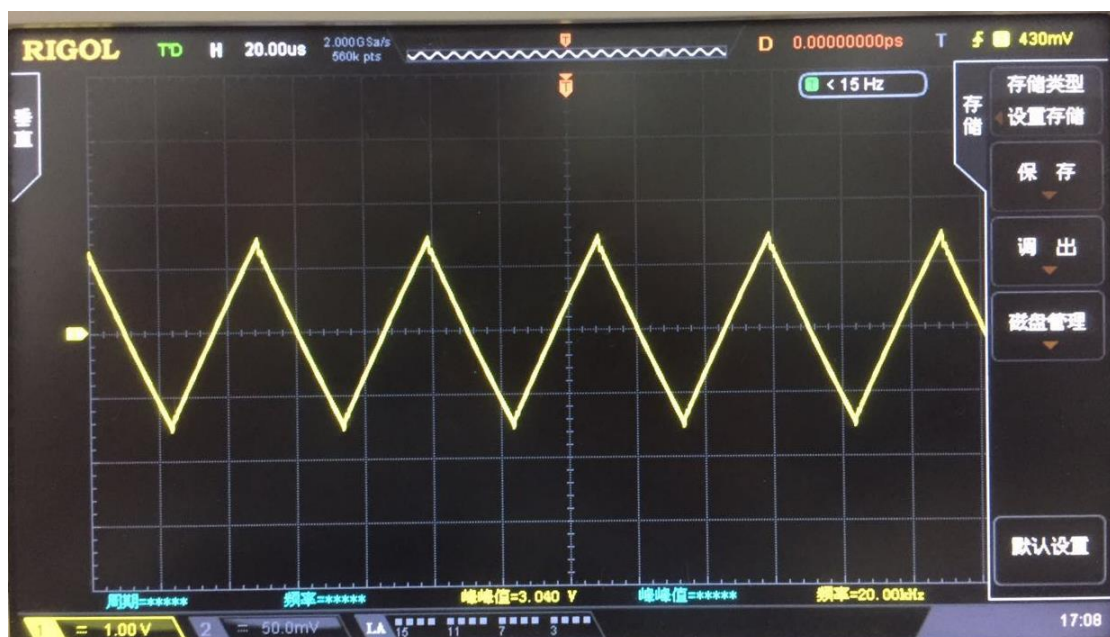
五、 面包板调试过程

对单模块在面包板上进行调试，过程如图：

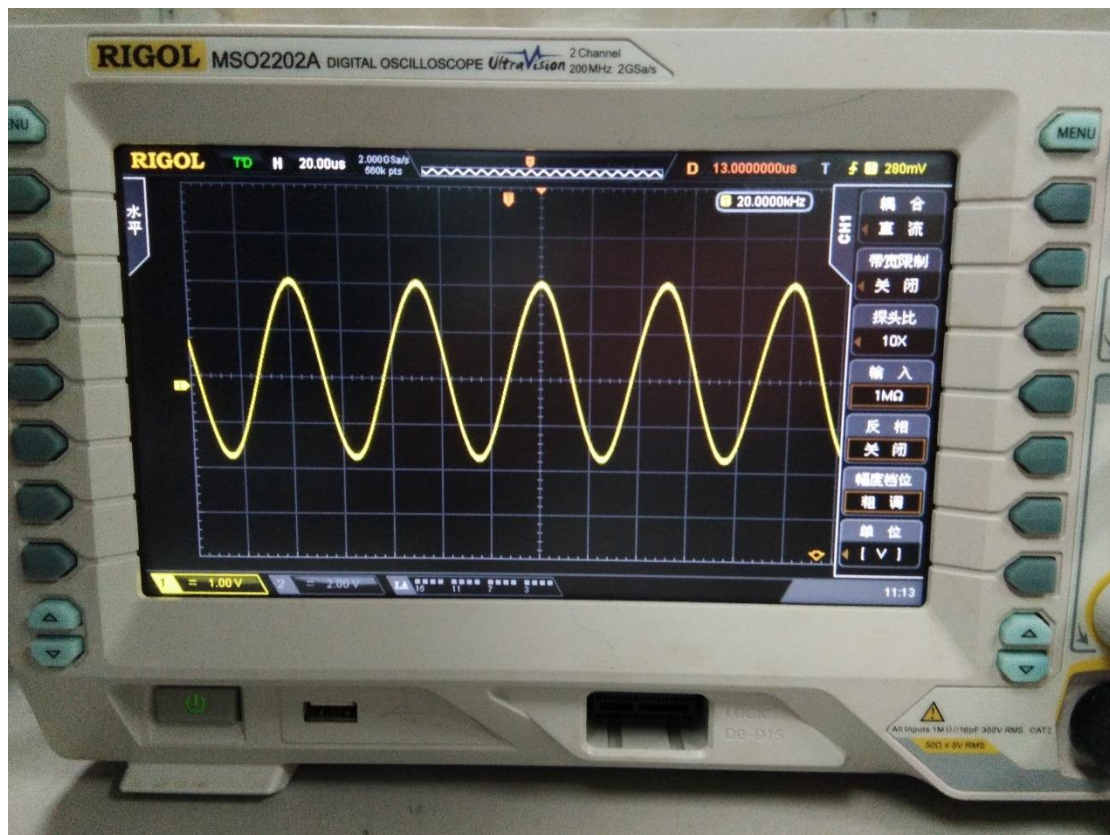
40KHz 方波发生器、分频器



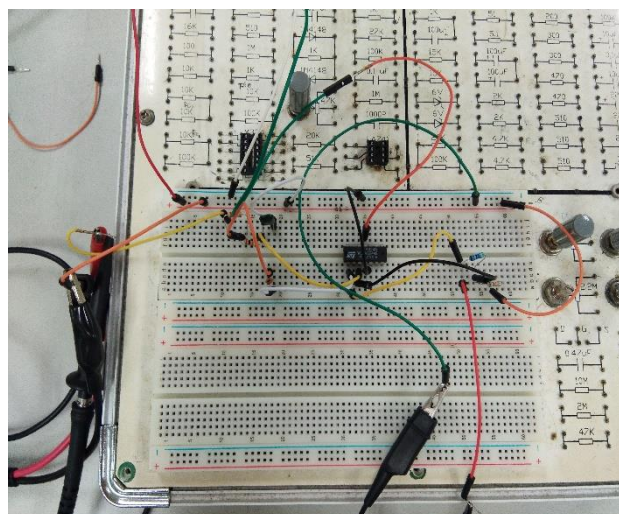
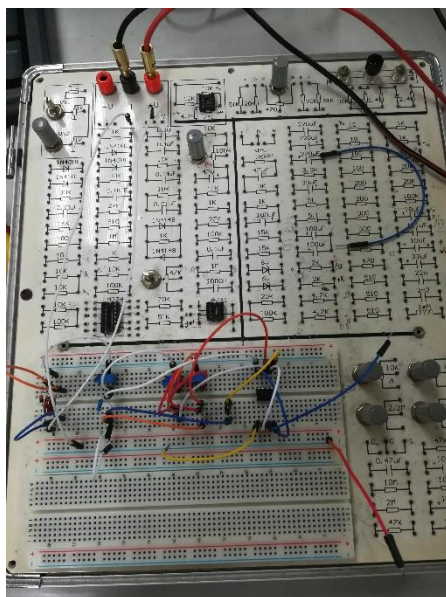
积分器



二阶有源滤波器



调试过程



六、实验结果、总结及个人感想

实验结果：

将 PCB 板接入 10V 直流电源后发现输出的方波并没有预想中的标准，后续的环节也受到了影响，实验失败。

实验总结：

1、各级电路之间的链接存在相互影响：

虽然单个模块运行仿真成功，但是，连接为整个电路图时，各功能模块的波形会受到其他模块的影响而产生失真。处理方法是在各模块之间加入耦合电容来降低各级之间的相互影响。

2、由于各级电路之间容易相互影响，所以在设置电路时要确保各级电路的稳定性，并适当考虑其负载能力，故而在电路设计时频繁改进方案。

3、单电源和双电源的区别及其对电路的影响：

改用单电源电路时，要对电路的静态工作点进行重新设置，确保同相、反相输入端和输出端的静态工作电压为二分之 V_{CC} ，才能使得运放正常工作。

4、实验室器材质量不稳定，电源以及实验箱干扰较大，以及转印焊接质量不佳是导致实验失败的一大原因。