



基本运算电路的设计

电路基础实验

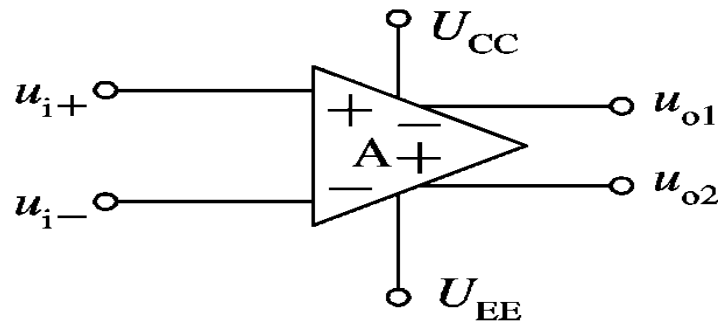
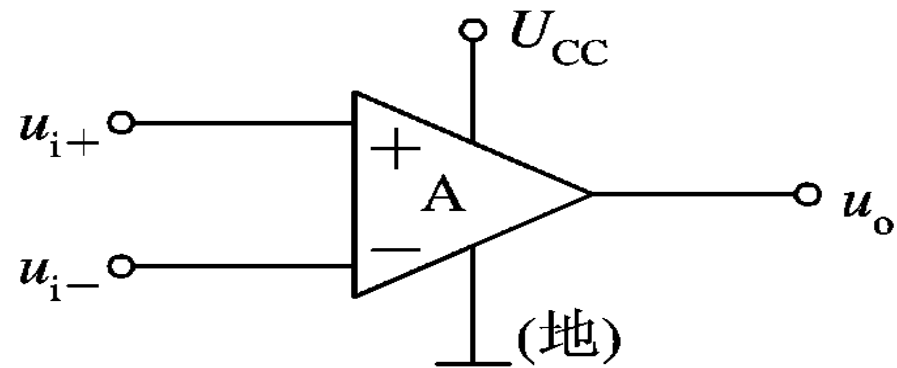
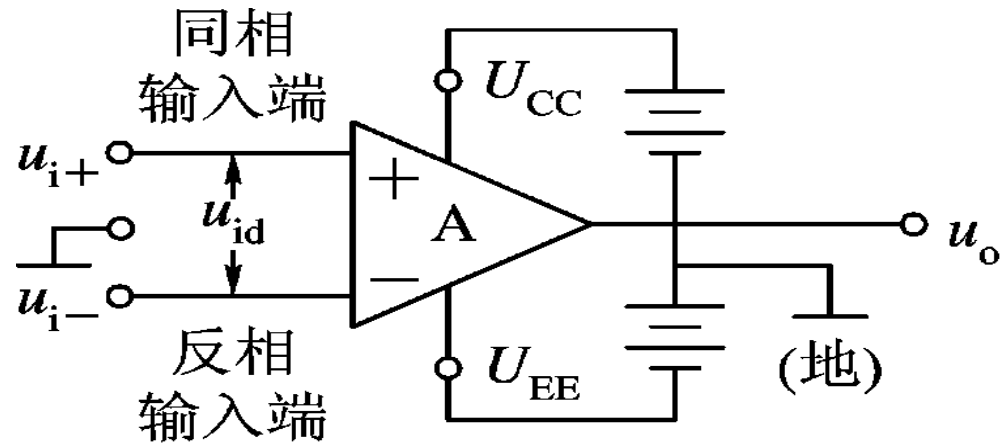


在电子技术中，运算放大器可以用于

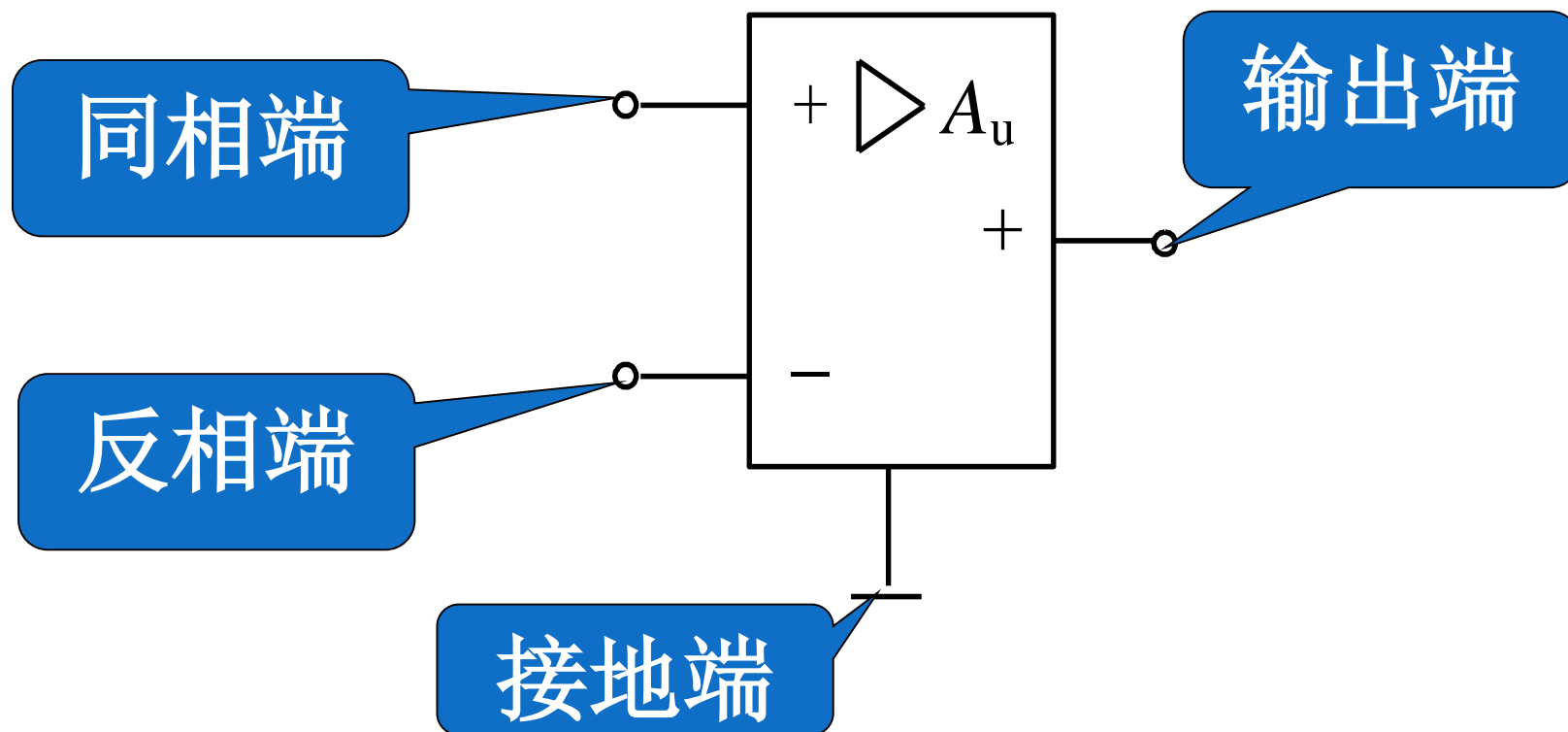
1. 信号的运算——比例、加法、减法、积分、微分等
2. 信号的处理——有源滤波、采样保持、电压比较等
3. 波形的产生——矩形波、锯齿波、三角波等
4. 信号的测量——主要用于测量信号的放大



集成运算放大器的符号



同相输入端的输入信号与输出信号相位相同；
反相输入端的输入信号与输出信号相位相反。



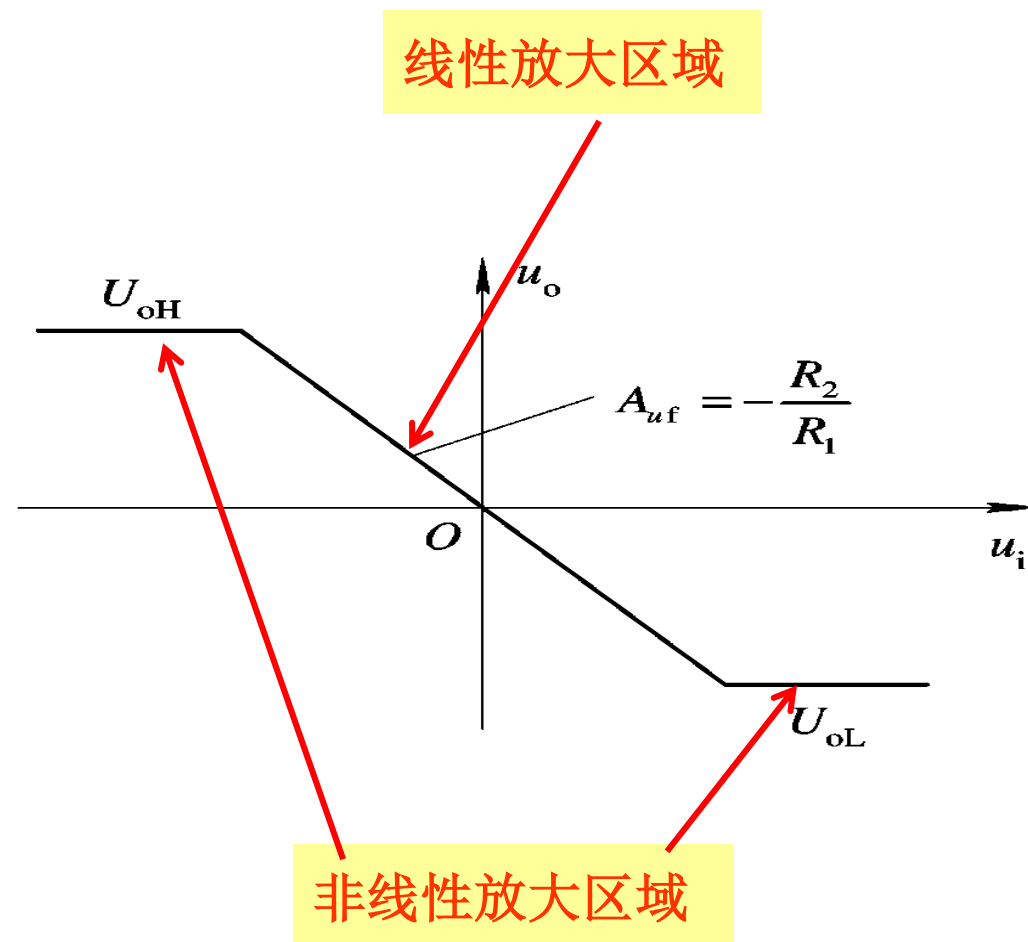
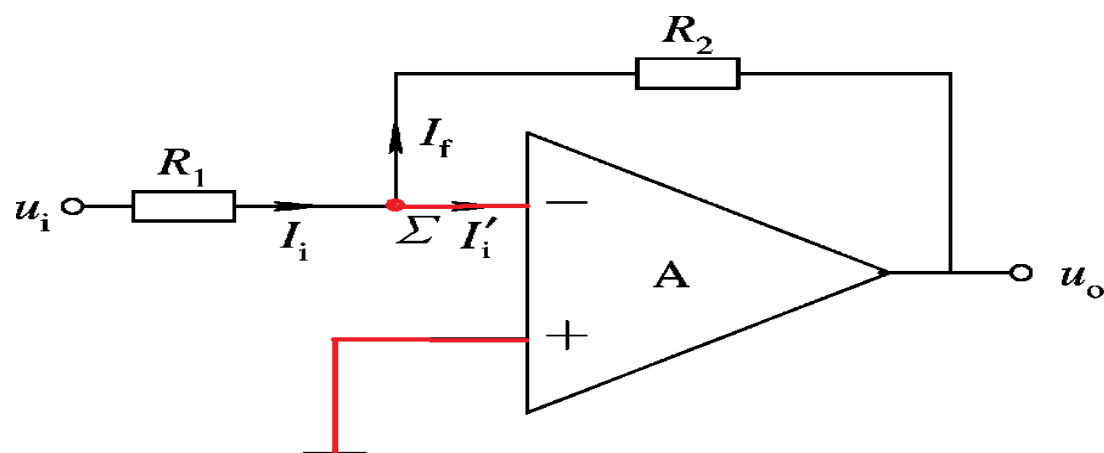
含理想运放电路的分析方法与原则:

- 1、虚短:** “虚短”是指在理想情况下，两个输入端的电位相等，就好像两个输入端短接在一起，但事实上并没有短接，称为“虚短”
- 2、虚断:** 理解成断路，运放处于线性状态时，把两输入端视为开路，即流入正负输入端的电流为零；
- 3、KCL,KVL:** 虚短用来得到电压相等；虚断用来得到电流为0



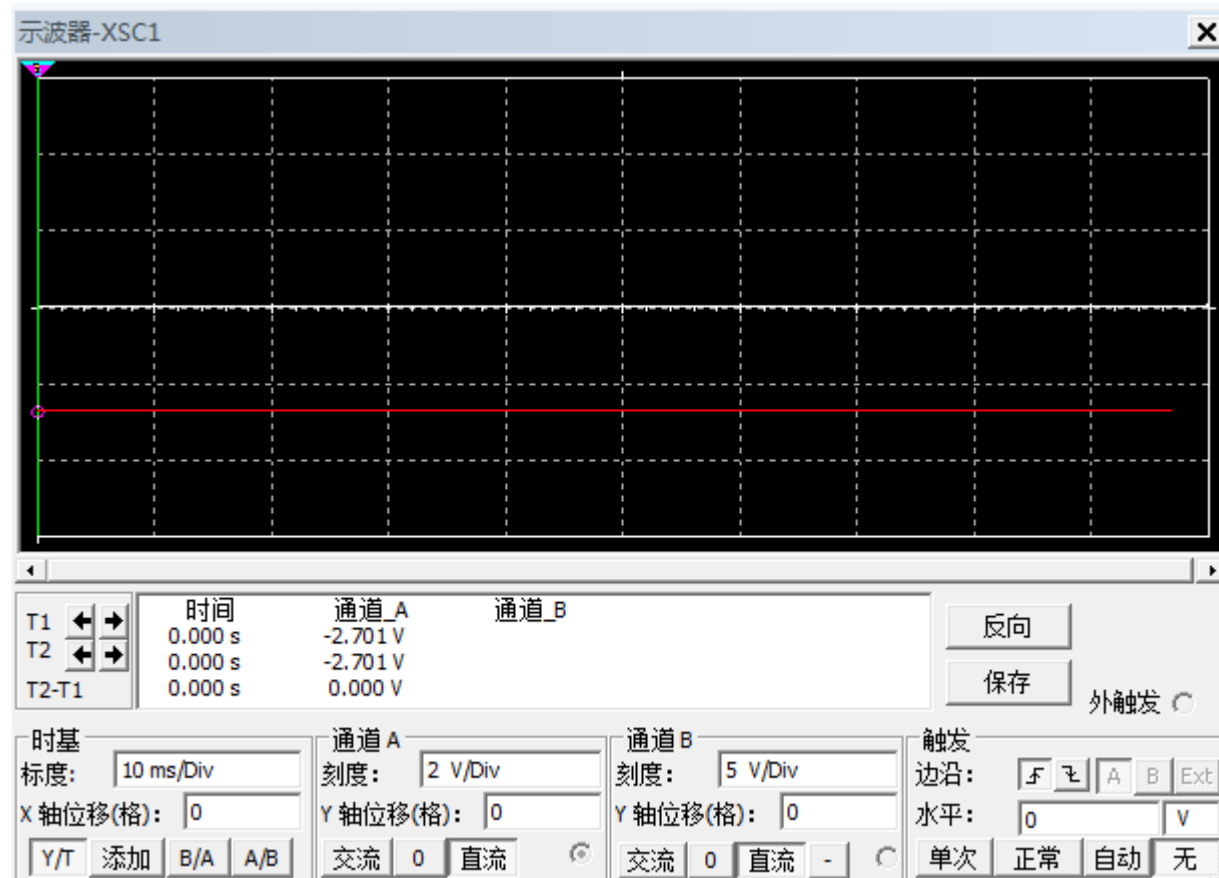
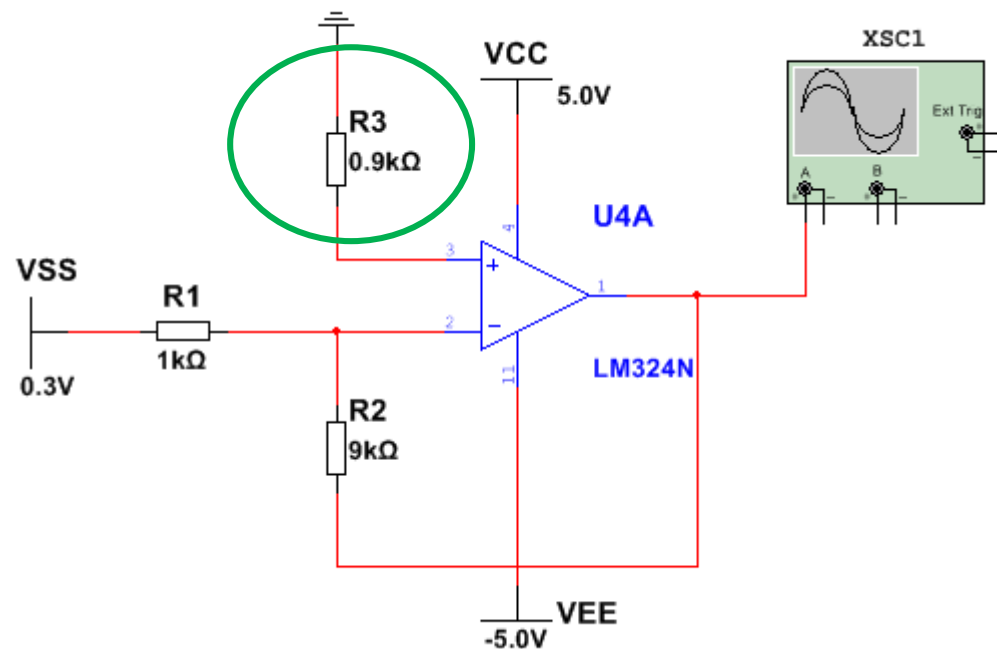
- 1. 集成运算放大器-LM324
- 2. LM324组成的反向放大器与积分器等基本运算电路的设计。
- 3. 实际使用集成运放时的注意事项

反相比例放大器



输出与输入反相、运算电路输入电阻较小

反相比例放大器



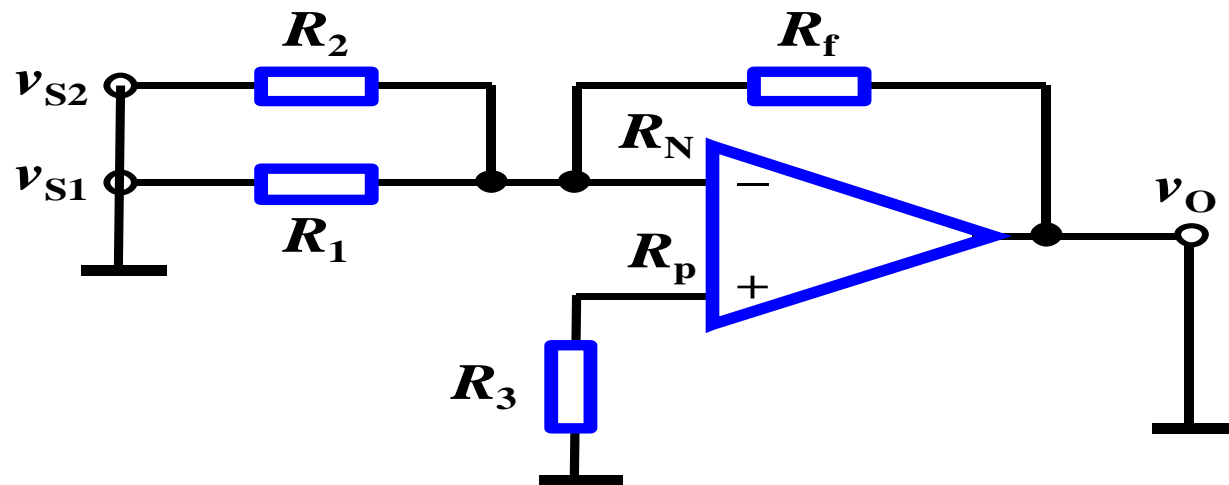
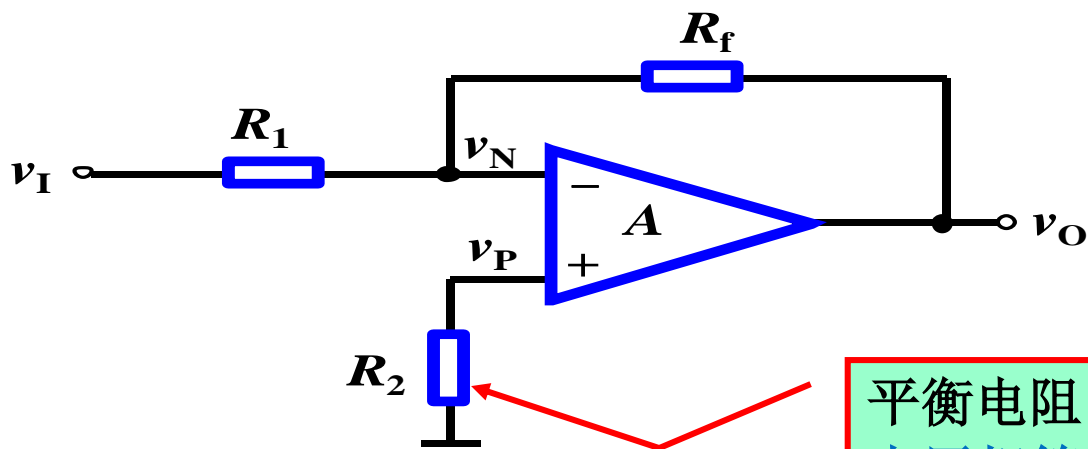
和前一个电路的区别在哪儿

平衡电阻 R_N 与 R_P

$$R_N = R_P$$

R_N 、 R_P ：令 v_i 和 v_o 为零，分别指从N（-）或P（+）端到地之间的直流电阻。

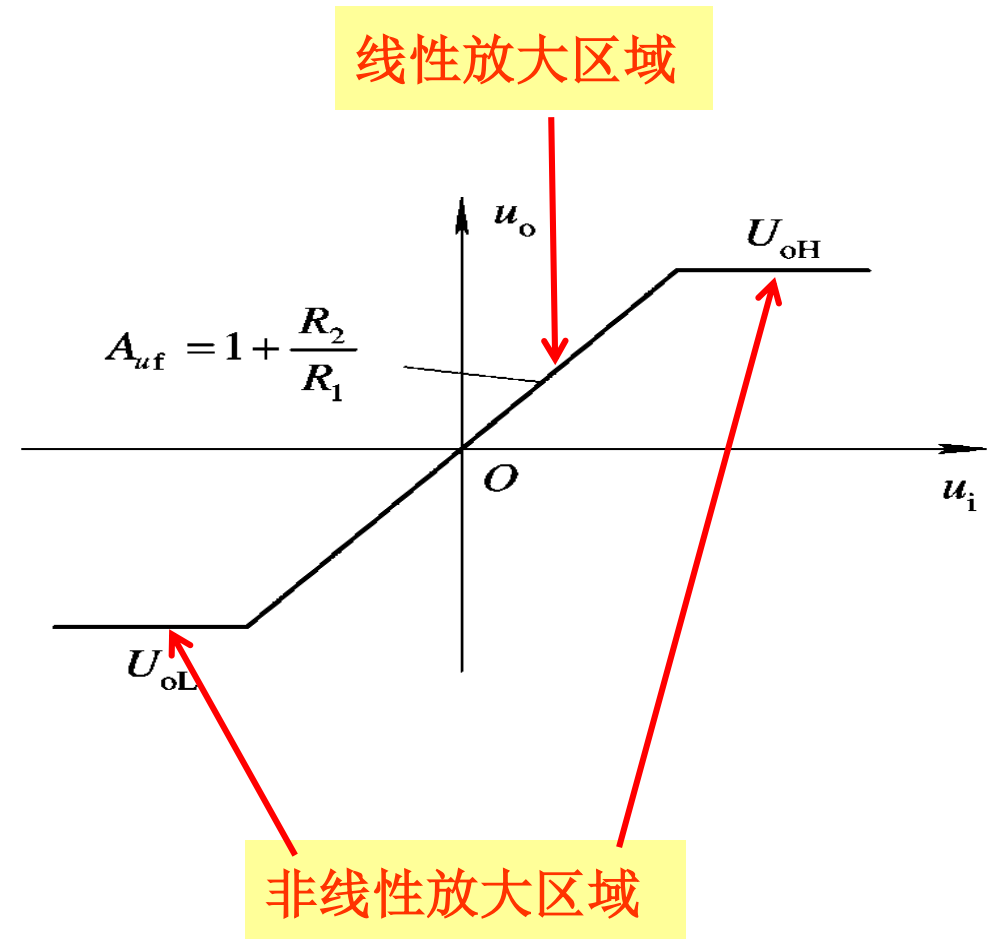
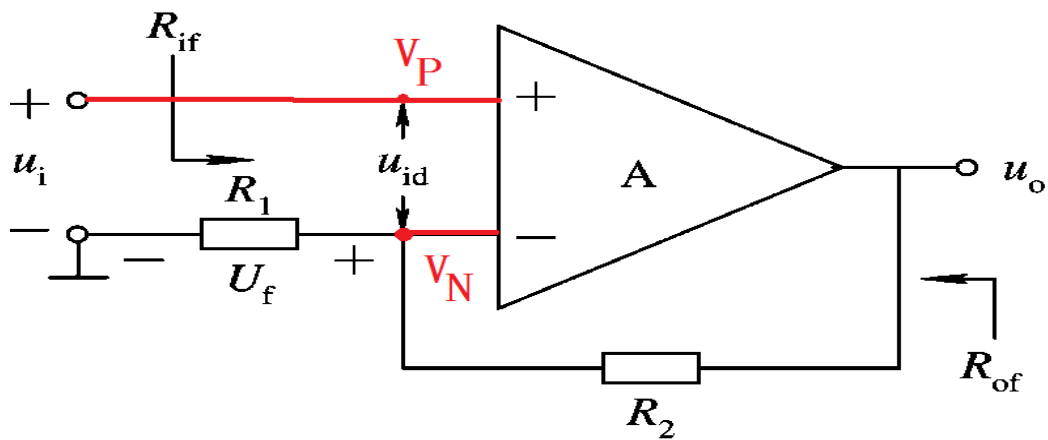
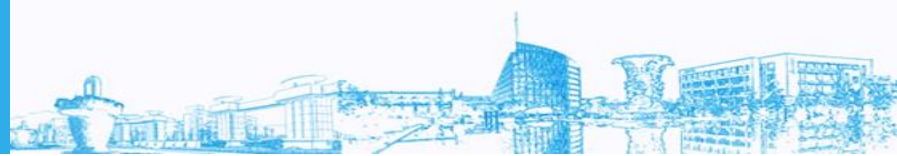
$$R_2 = R_1 // R_f$$



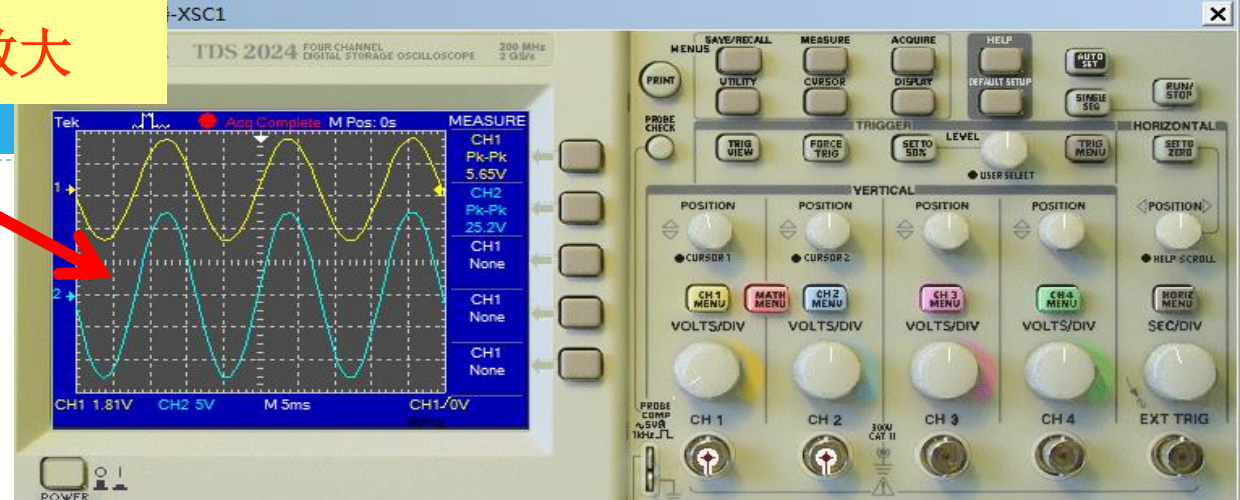
$$R_3 = R_1 // R_2 // R_f$$

平衡电阻 \rightarrow 输入端对地的静态电阻相等（避免同相端与反相端的电压相等，对地电阻不相等，形成偏置电流），保证静态时输入差分级的对称性

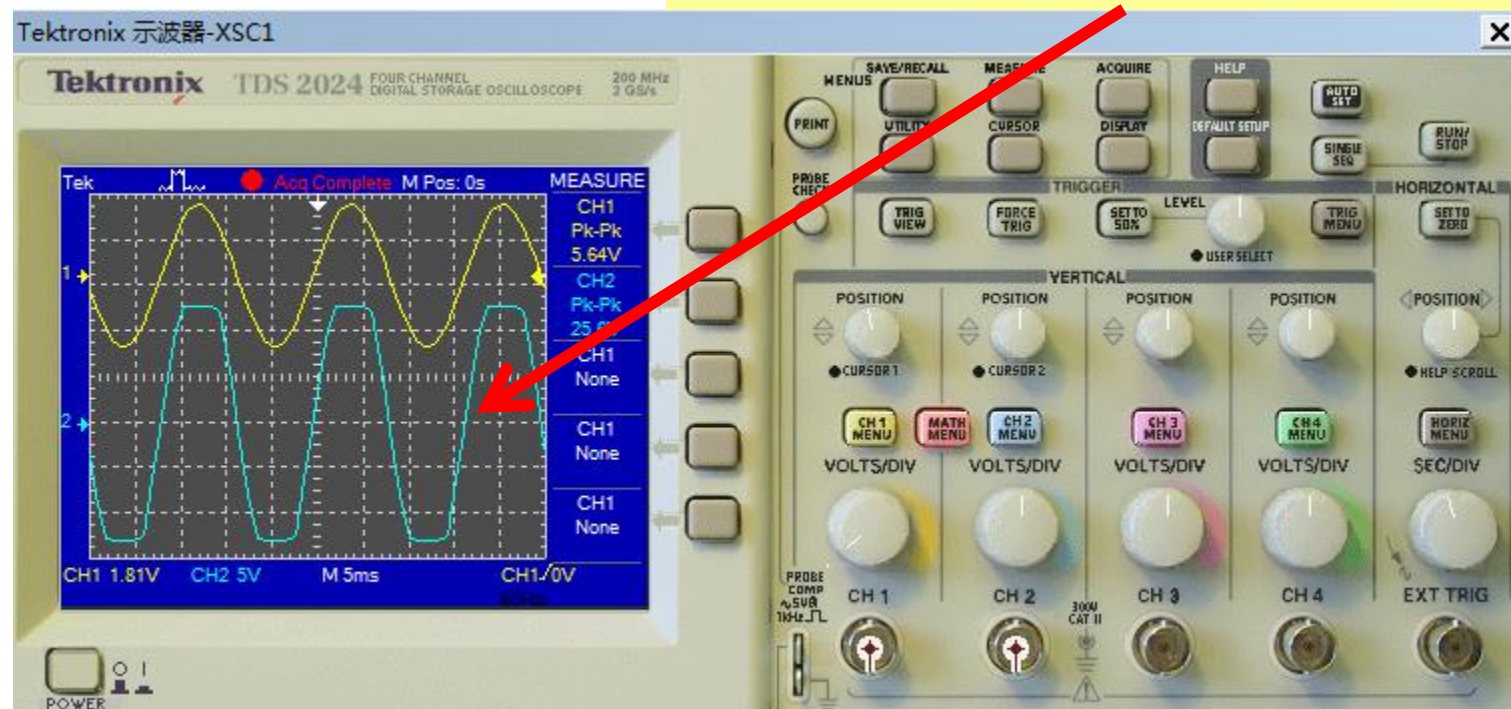
同相比例放大器

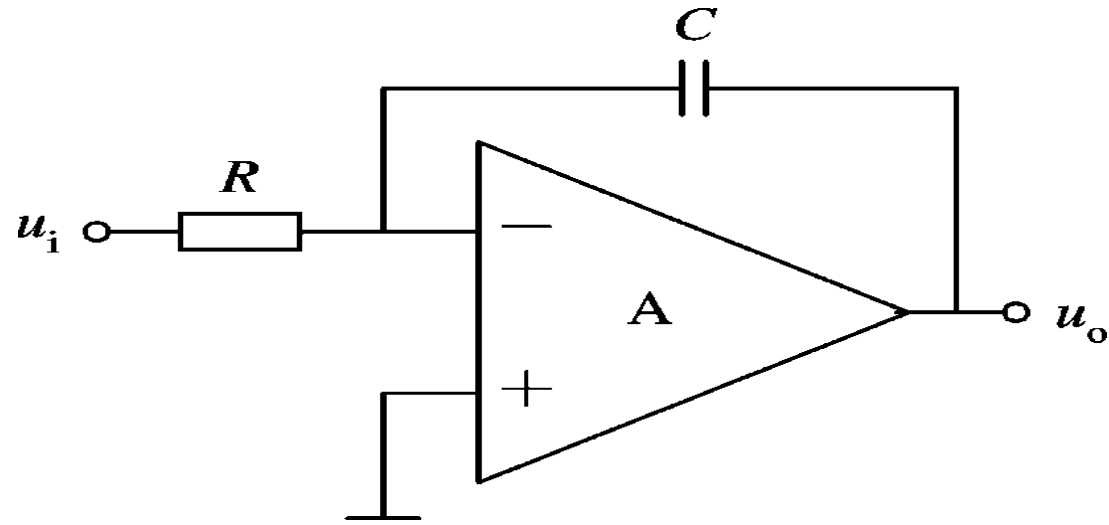


输出与输入同相、运算电路输入电阻较大



失真-放大器工作在非线性区





$$u_o(t) = -\frac{1}{RC} \int u_i(t) dt$$



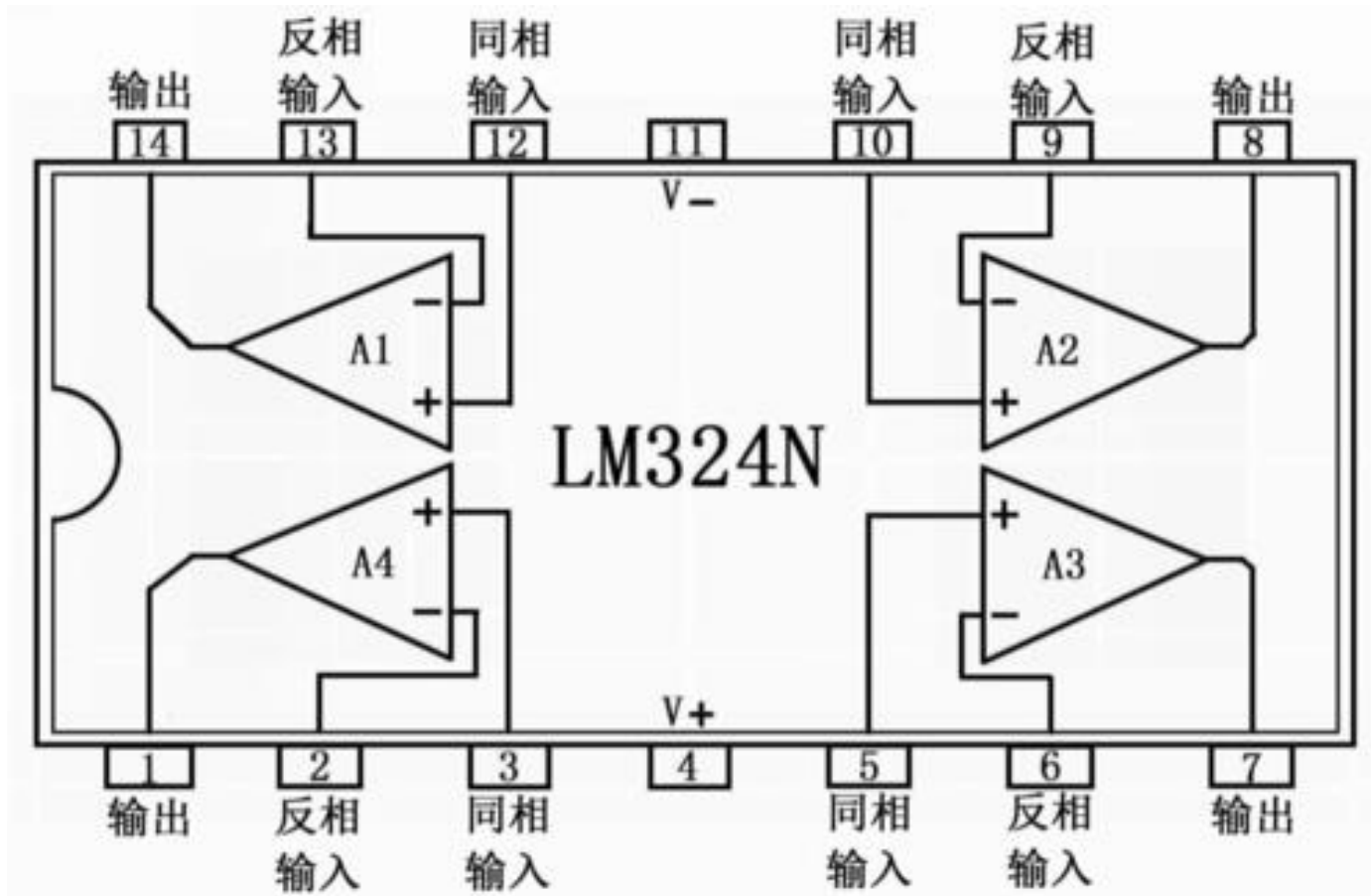
■ LM324系列

LM324系列是低成本的四路运算放大器，具有真正的差分输入。共模输入范围包括负电源，因此在众多应用中无需外部偏置元器件，静态功耗小，可单电源使用。





■ LM324系列





单电源与双电源供电：双电源的总动态范围、输出电压/电流、精度、负载抗干扰性优于单电源运放单电源的输入输出电压范围相比供电电源电压来说更大，但是在实际电路设计中，由于工艺等问题，单电源设计越来越普遍，

然而：

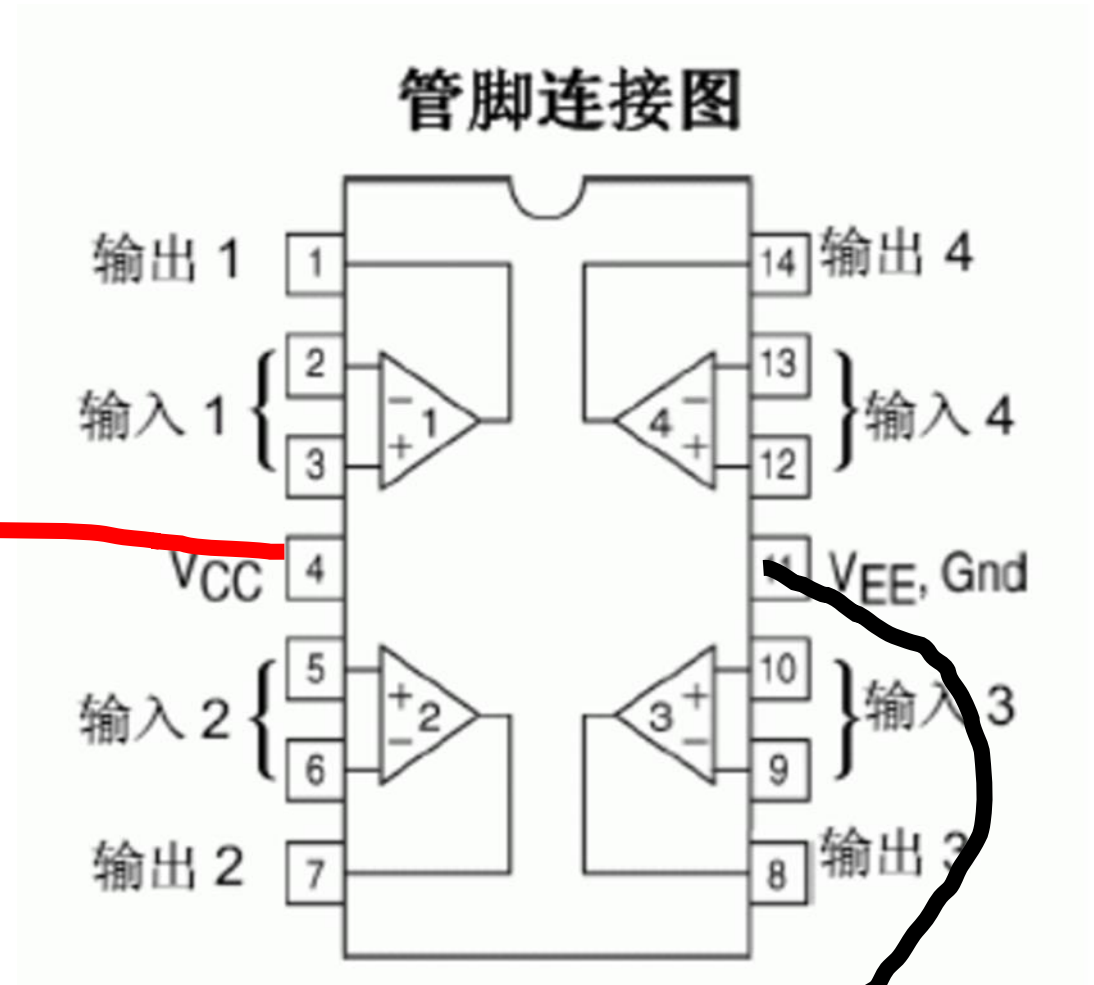
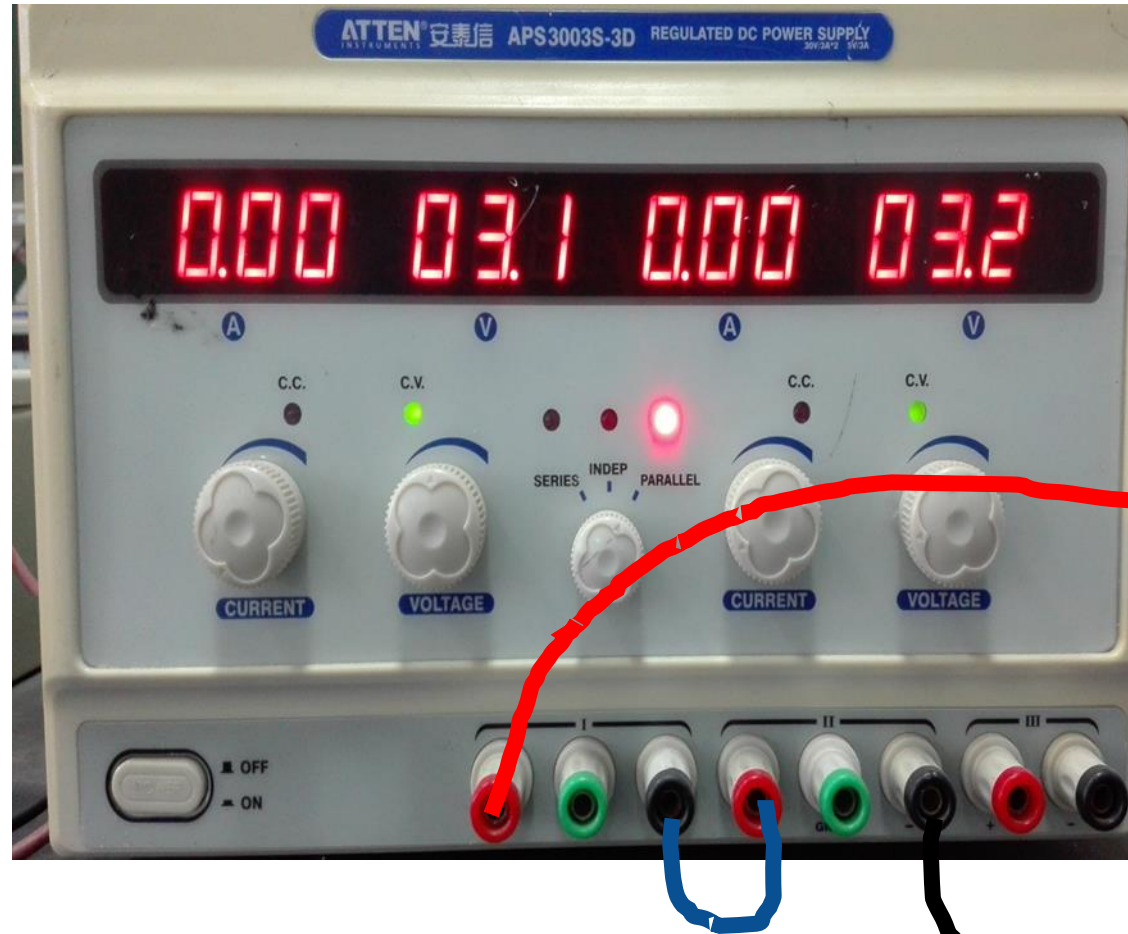
- 1) 单电源供电的同向比例运放要求输入电压不能为负
- 2) 单电源供电的反向比例运放要求输入电压不能为正
- 3) 单电源供电的运放要放大交流信号必须提供合适的偏置电压

本次实验采用双电源供电

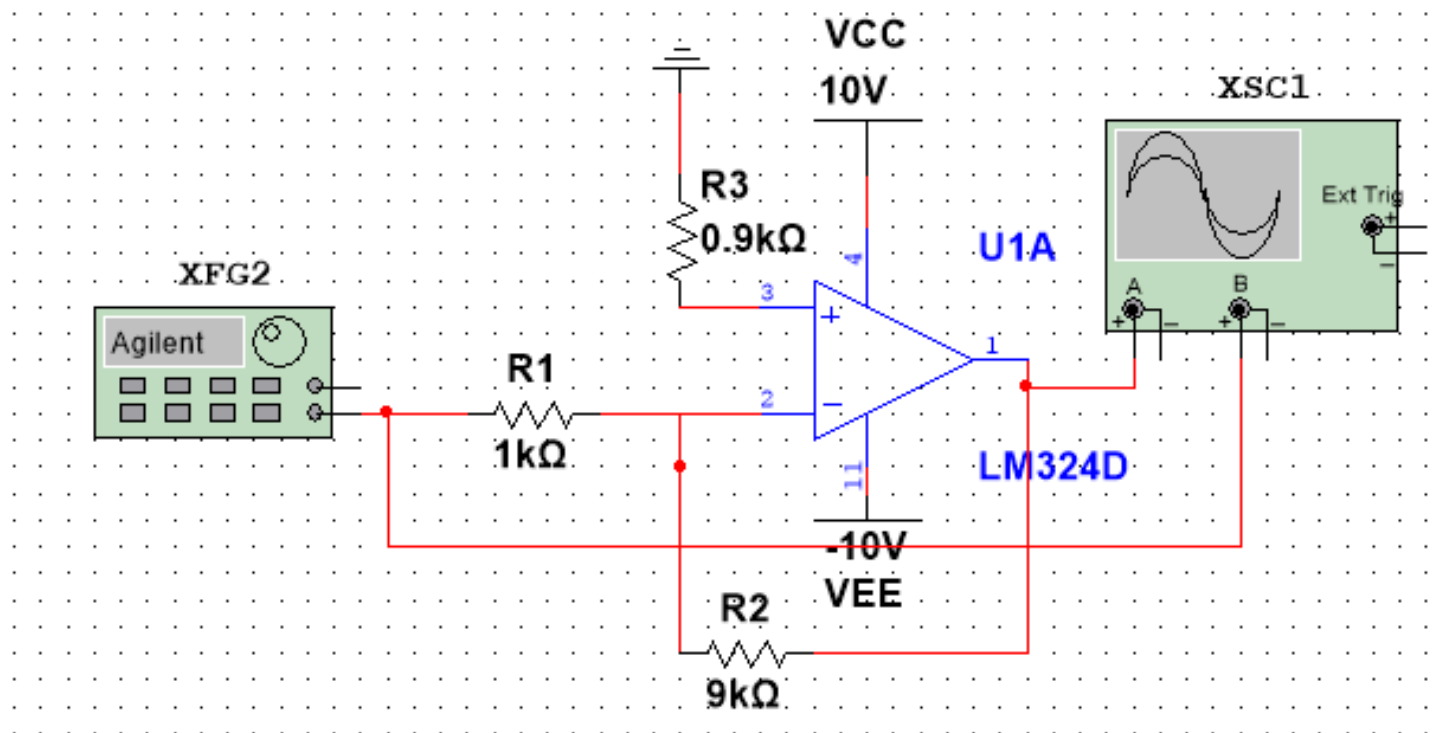
如何连接？



集成运算放大器-供电



共地问题？ 输入信号以双电源的中点为零电位参考点！



反向比例放大

$$A_u = -R_2/R_1$$

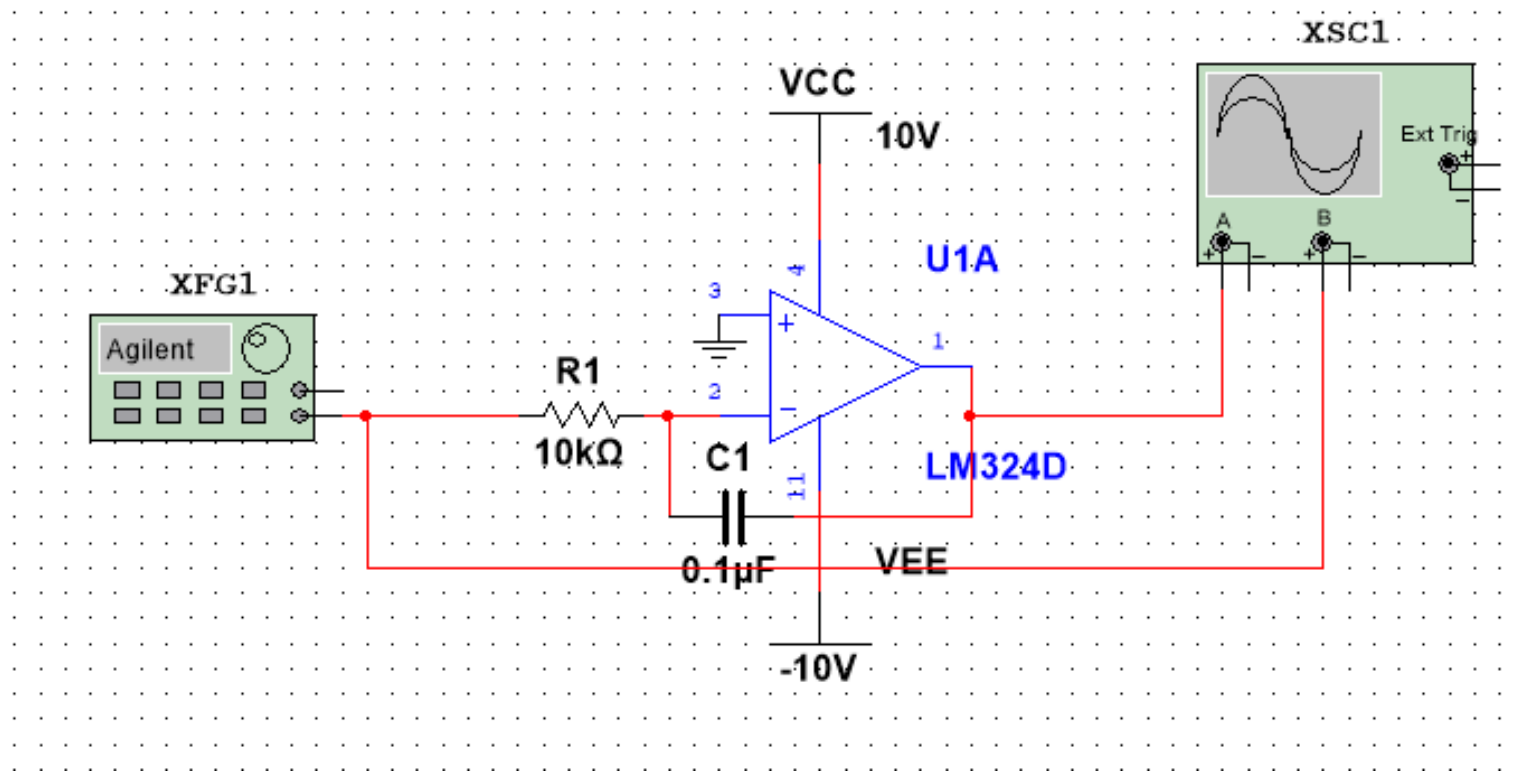
$$R_3 = R_2 // R_1$$



反向比例放大器



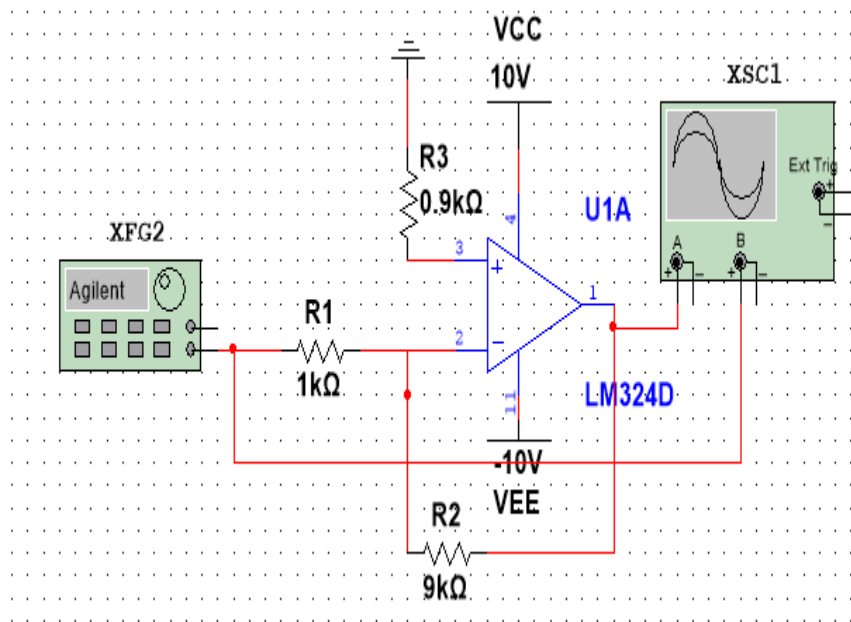
输入电压 V_{pp} (V)		0.5	1	2	3	4
输出电压 V_0	理论估算值 (V_{pp})	4.5	9	18	27	36
	实测值 (V_{pp})					
	误差					



含运放的有源积分器



- 1、集成运放接线要正确可靠：由于集成运放外接端点比较多，很容易接错，因此要求电路接线完毕后，认真检查，确认没有错误后，方可接通电源，否则可能烧坏芯片设备。
- 2、电源电压不能过高，极性不能接反，否则会烧坏芯片。
- 3、LM324具有线性工作区间，如果输入信号过大，则会造成阻塞现象或损坏器件，具体参数详见说明书。
- 4、实验中所给的元器件都需要实际测量，包括给运放供电的稳压源的输出电压。



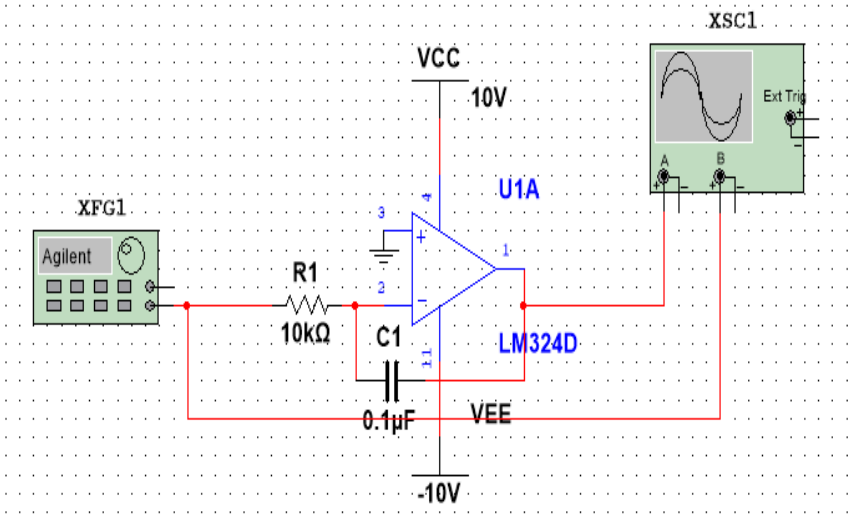
1、预习报告 (2分)

2、如图1连接电路，构成一个反向比例放大器，其中函数信号发生器输出正弦波，频率为1000Hz
调整函数信号发生器的电压幅度 V_{pp} ，从示波器上观察LM324输出端电压波形，画出 $V_{pp}=0.5V$ 时输入输出波形。(3分)

3、改变 V_{pp} : :0.5V-4V并记录输出端 V_{pp} ,填入表格。(2分)

4、记录输入信号幅度从多少开始，输出信号波形出现失真。(1分)

5、如图2连接电路，构成一个含运放的积分电路，其中函数信号发生器输出方波，频率自选，要求实现输出为三角波，观察示波器，画出此时输入输出波形 (2分)



实验报告： 1、记录数据，并在坐标纸上定量描绘波形
2、分析波形失真的原因 (3分)



- 1、根据第6次实验中的RC无源滤波器相关内容，设计含运放的有源滤波器电路，在Multisim上仿真实现，要求分别具有低通，高通特性。并根据以上低通高通电路设计一个带通滤波器，画出其频率特性曲线。
- 2、无源、有源滤波器各有什么优缺点？
- 3、电压（电流）、功率放大倍数分贝数的定义各是什么，说明二者之间的联系。