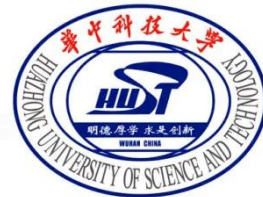




电子信息与通信学院

School of Electronic Information and Communications



# 电子线路设计与测试

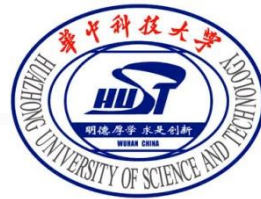
电子信息与通信学院 陈林

# 实验室有关规定

1. 座位安排      按hub系统登记次序就座
2. 实验完毕后      每人将自己的桌面整理干净  
关闭仪器电源，将各类测试线整理好
4. 每班安排3人值日

# 实验室有关规定

- 出现异常情况（如冒烟、异味等）及时报告老师并做相应处理，如切断电源等。
- 发现仪器有问题，确认后在记录本上做好登记。
- 不能在实验室内吃东西、喝饮料。



# 实验室有关规定

- 教师授课时间按照学校有关规定执行，考虑到实验室管理方便，调整如下：
  - 秋冬季时间（10.1~4.30）  
上午 8:00~11:10    下午14:00~17:10  
**晚上 18:30~21:40    中间休息10分钟**
  - 夏季时间（5.1~9.30）  
上午 8:00~11:10    下午14:30~17:40  
晚上 19:00~22:10    中间休息10分钟
- 每个单元实验时间结束时下课铃响，准时拉闸停电。



# 课程资源-教材与参考资料



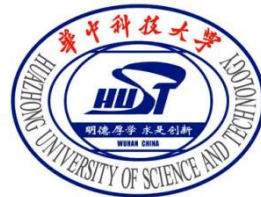
## ◆精品课程电子资源

本课程为国家精品资源共享课程《电子线路设计与测试》

在爱课网

<http://www.icourses.cn>  
上提供开放课程资源

要求用邮箱注册登陆进行在线学习---用户名：班级姓名



# 课程资源-教材与参考资料

- 华中科技大学《电子线路设计、测试与实验（一）》MOOC课程：

[https://www.icourse163.org/course/HUST-1001942004?from=searchPage&outVendor=zw\\_moo\\_c\\_pc\\_ssjg](https://www.icourse163.org/course/HUST-1001942004?from=searchPage&outVendor=zw_moo_c_pc_ssjg)



## 国家精品 电子线路设计、测试与实验（一）

第14次开课 ∨

开课时间：2023年08月21日 ~ 2023年12月31日

学时安排：3-5小时每周

进行至第7周，共19周

立即参加

# 成绩评定

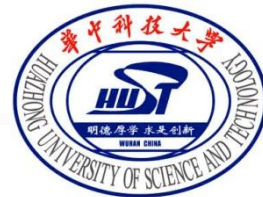
## ■ 平时成绩：占40%

- 电路设计、安装、测试成绩（以验收记录为准）
- 实验报告成绩
- MOOC课程成绩 占25%

## □ 实验考试：占60%

- 笔试部分：
- 现场电路设计、安装、测试、实验报告

注意：无故旷课累计1/3以上，本课程重修。  
本课程没有补考。



# 实验一

- 常用器件的识别
- 常用仪器的使用
- 基本运算电路





# 电子元器件相关课程资源

- 教材：附录D；附录E
- 华中科技大学《电子线路设计、测试与实验（一）》MOOC课程：模块二 电子元器件

# 常用元器件的识别

- ◆电阻、电容、电位器
- ◆二极管、发光二极管、三极管
- ◆共阴7段显示器
- ◆集成电路

# 电阻值的辨识方法：P316



金色(允许偏差)  
橙色(乘数)  
红色(第二位有效数字)  
棕色(第一位有效数字)

阻值 =  $12 \times 10^3 \Omega = 12000 \Omega = 12k \Omega \pm 5\%$



颜色	每一段	第二段	第三段	乘数	误差	
黑色	0	0	0	1		
棕色	1	1	1	10	$\pm 1\%$	F
红色	2	2	2	100	$\pm 2\%$	G
橙色	3	3	3	1K		
黄色	4	4	4	10K		
绿色	5	5	5	100K	$\pm 0.5\%$	D
蓝色	6	6	6	1M	$\pm 0.25\%$	C
紫色	7	7	7	10M	$\pm 0.10\%$	B
灰色	8	8	8		$\pm 0.05\%$	A
白色	9	9	9			
金色				0.1	$\pm 5\%$	J
银色				0.01	$\pm 10\%$	K
无					$\pm 20\%$	M

黄 紫 黑 橙 棕

4 7 0 1K 1%

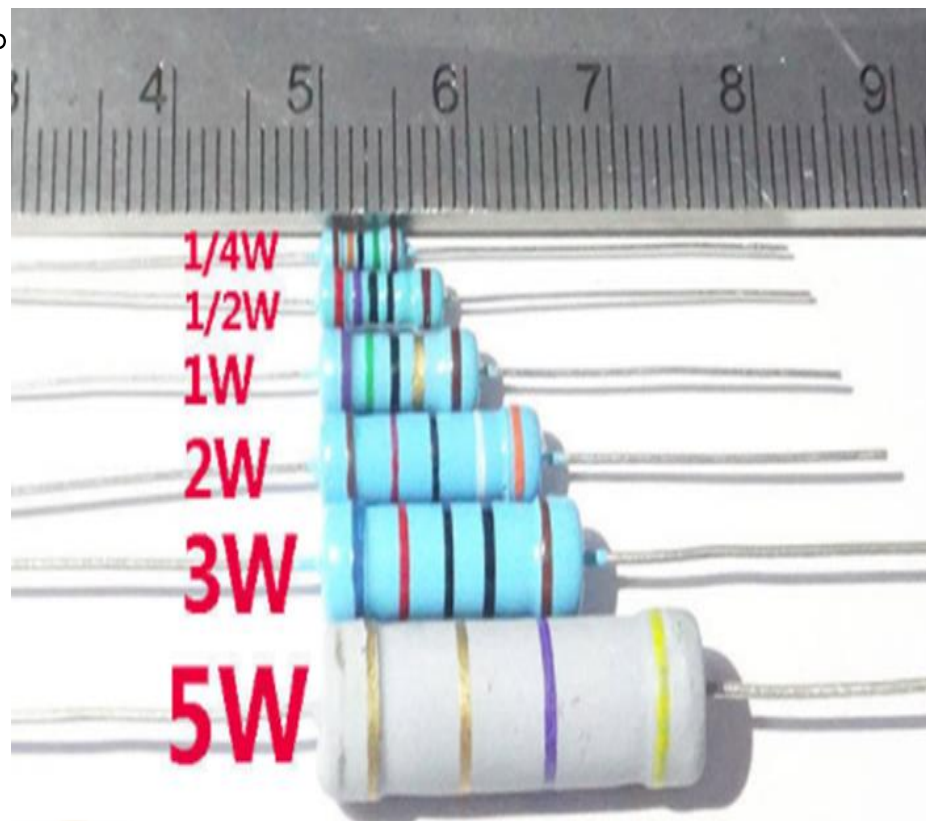
470X1K 1% = 470K  $\pm 1\%$

# 电阻的额定功率

额定功率是指电阻器在一定的气压和温度下长期连续工作所允许承受的最大功率。

电阻器的额定功率也采用标准化系列值：标称值有1/8W、1/4W、1/2W、1W、2W、5W、10W

在电阻的使用中，电阻的额定功率应大于电阻在电路中实际功率值的1.5~2倍。

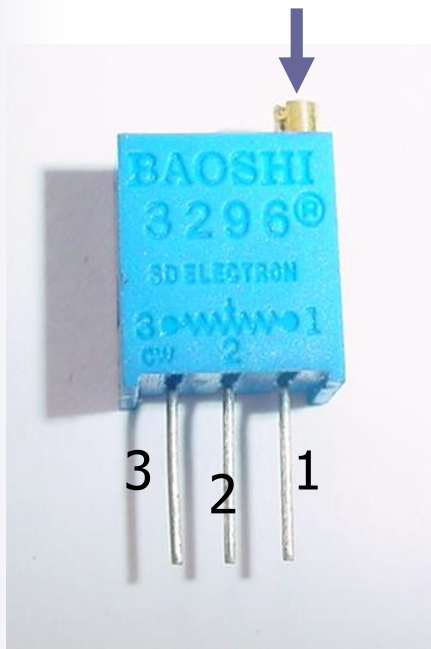


# 电位器RP（可调电阻）

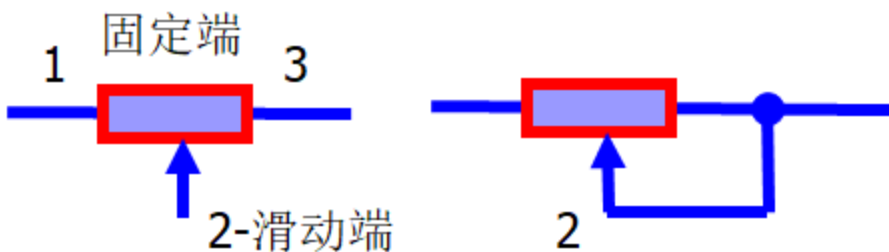
电位器要考虑的主要参数也是阻值和功率。通常这两个参数都直接标注在电位器外壳上，有时则只标注阻值。



调节柄



精密电位器

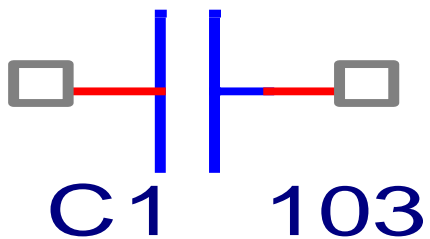


顶部标示值

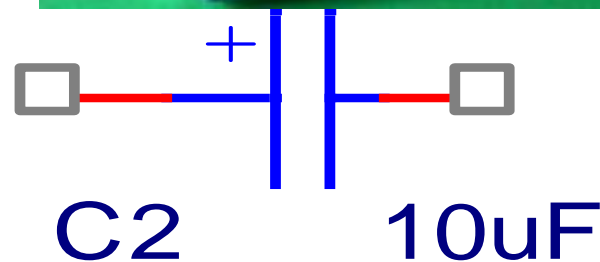
■ W 102 = 1K $\Omega$

■ W 104 = 100K $\Omega$

# 电容



瓷片电容  
 $10 \times 10^3 \text{ pF} = 10000 \text{ pF}$   
无极性

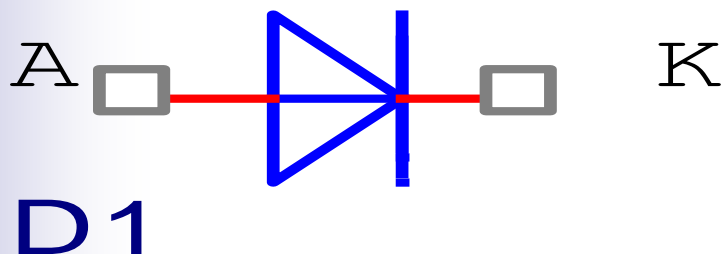
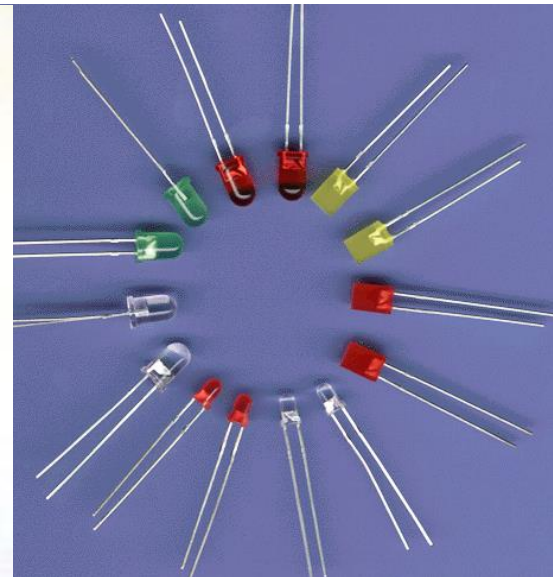
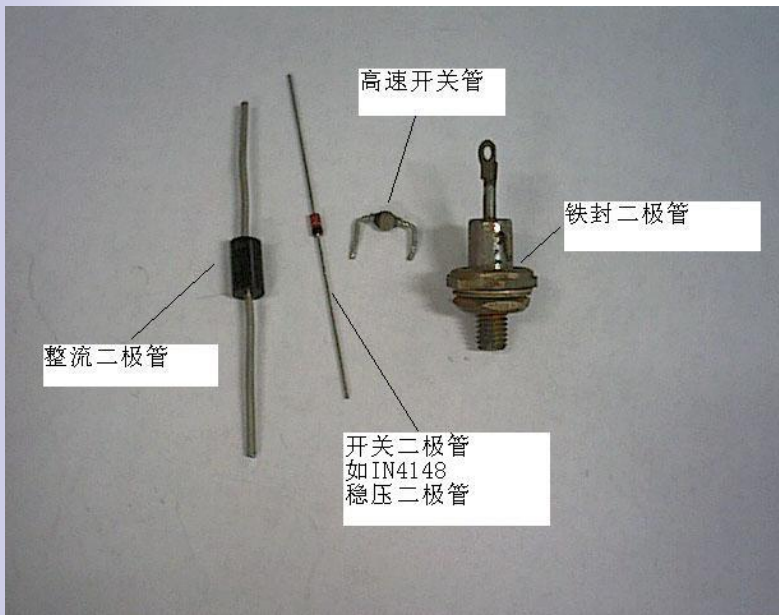


电解电容  
220uF  
有极性

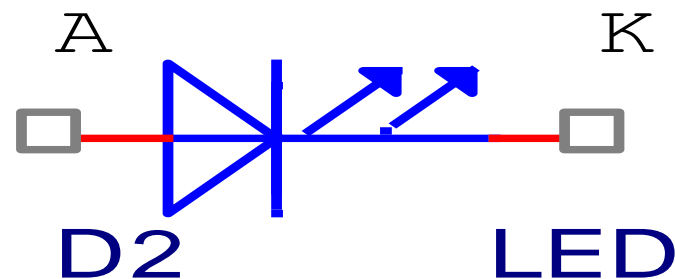




# 二极管、发光二极管



有极性



有极性

种类不同不可随意混杂使用





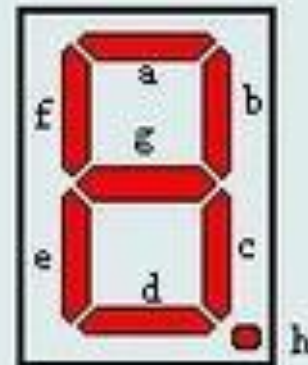
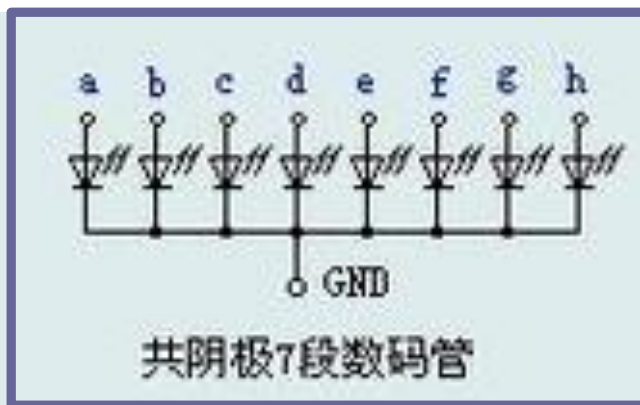
二极管的引脚有正负极性之分，通常有黑圈的一端或较短的引脚为负极。



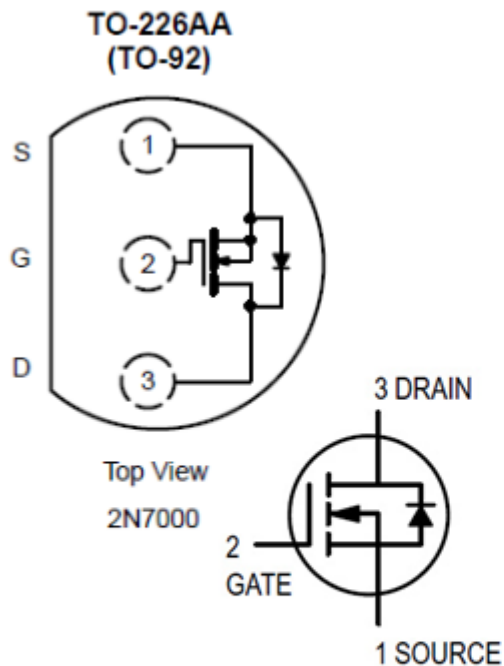
支架大的连接的引脚是负极，支架小的连接的引脚是正极！

锗二极管的正向导通电压为 $0.2 \sim 0.3\text{V}$ ；  
硅二极管的正向导通电压为 $0.6 \sim 0.7\text{V}$ ；  
发光二极管的正向导通电压为 $1.7\text{V}$ 左右

# 共阴七段LED 数码管



# 三极管



## 2N7000

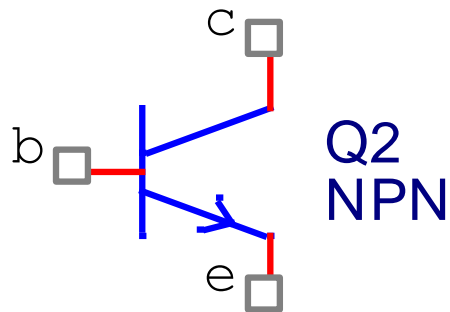
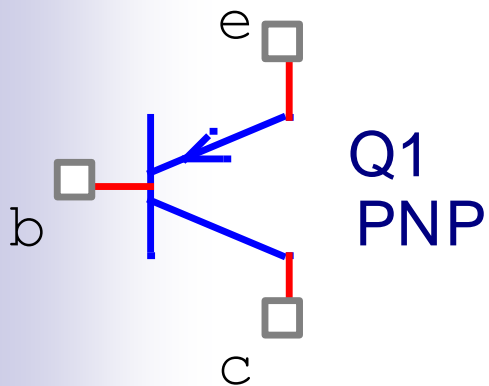
Motorola Preferred Device



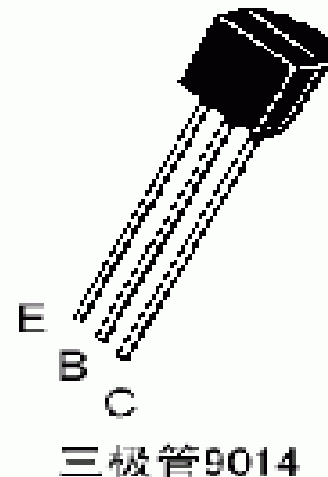
CASE 29-04, STYLE 22  
TO-92 (TO-226AA)

G: gate 栅极 S: source 源极 D: drain 漏极

# 三极管

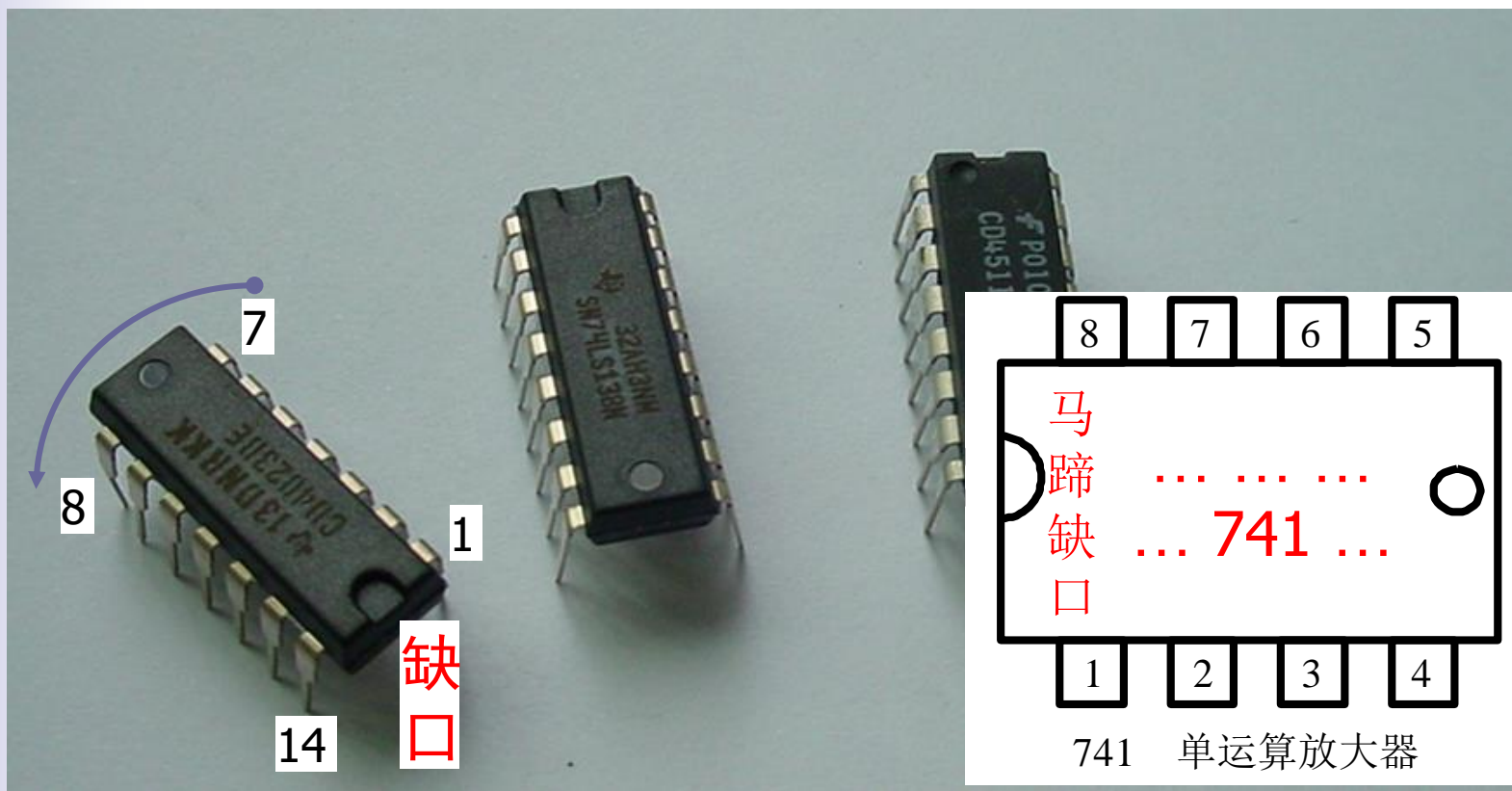


管脚朝下，管底朝上，从离  
**定位销**最近的管脚开始，  
顺时针方向依次为e→b→c



# 集成电路芯片（双列直插封装DIP）

以正面字序或缺口下方定位 1，逆时针转一圈。

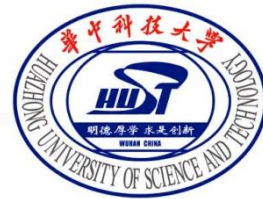






74.553(18)	74.556(11)	74.561(13)	74.564(12)	74.567(12)	74.570(12)	74.573(12)	74.576(12)	74.579(12)	74.582(12)	74.585(12)	74.588(12)	74.591(12)	74.594(12)	74.597(12)	74.600(12)	74.603(12)	74.606(12)	74.609(12)	74.612(12)	74.615(12)	74.618(12)	74.621(12)	74.624(12)	74.627(12)	74.630(12)	74.633(12)	74.636(12)	74.639(12)	74.642(12)	74.645(12)	74.648(12)	74.651(12)	74.654(12)	74.657(12)	74.660(12)	74.663(12)	74.666(12)	74.669(12)	74.672(12)	74.675(12)	74.678(12)	74.681(12)	74.684(12)	74.687(12)	74.690(12)	74.693(12)	74.696(12)	74.699(12)	74.702(12)	74.705(12)	74.708(12)	74.711(12)	74.714(12)	74.717(12)	74.720(12)	74.723(12)	74.726(12)	74.729(12)	74.732(12)	74.735(12)	74.738(12)	74.741(12)	74.744(12)	74.747(12)	74.750(12)	74.753(12)	74.756(12)	74.759(12)	74.762(12)	74.765(12)	74.768(12)	74.771(12)	74.774(12)	74.777(12)	74.780(12)	74.783(12)	74.786(12)	74.789(12)	74.792(12)	74.795(12)	74.798(12)	74.801(12)	74.804(12)	74.807(12)	74.810(12)	74.813(12)	74.816(12)	74.819(12)	74.822(12)	74.825(12)	74.828(12)	74.831(12)	74.834(12)	74.837(12)	74.840(12)	74.843(12)	74.846(12)	74.849(12)	74.852(12)	74.855(12)	74.858(12)	74.861(12)	74.864(12)	74.867(12)	74.870(12)	74.873(12)	74.876(12)	74.879(12)	74.882(12)	74.885(12)	74.888(12)	74.891(12)	74.894(12)	74.897(12)	74.900(12)	74.903(12)	74.906(12)	74.909(12)	74.912(12)	74.915(12)	74.918(12)	74.921(12)	74.924(12)	74.927(12)	74.930(12)	74.933(12)	74.936(12)	74.939(12)	74.942(12)	74.945(12)	74.948(12)	74.951(12)	74.954(12)	74.957(12)	74.960(12)	74.963(12)	74.966(12)	74.969(12)	74.972(12)	74.975(12)	74.978(12)	74.981(12)	74.984(12)	74.987(12)	74.990(12)	74.993(12)	74.996(12)	74.999(12)
------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------





# 常用仪器的使用-相关资源

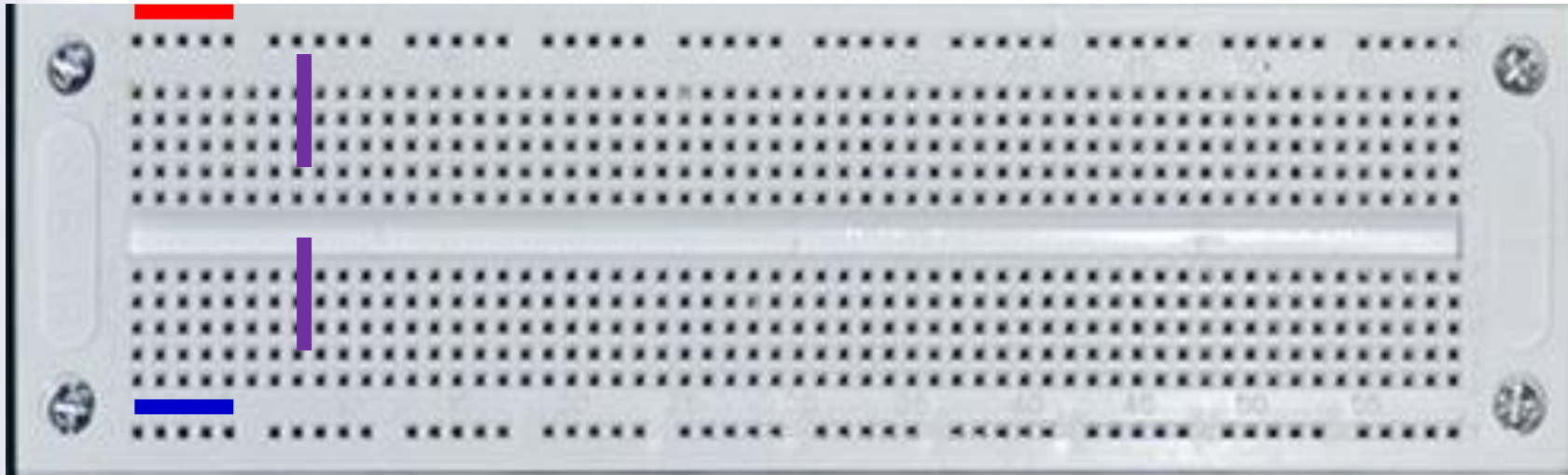
- ◆ 面包板
- ◆ 万用表
- ◆ 稳压电源
- ◆ 数字示波器
- ◆ 波形产生器

□ 附录C P407（第5版）

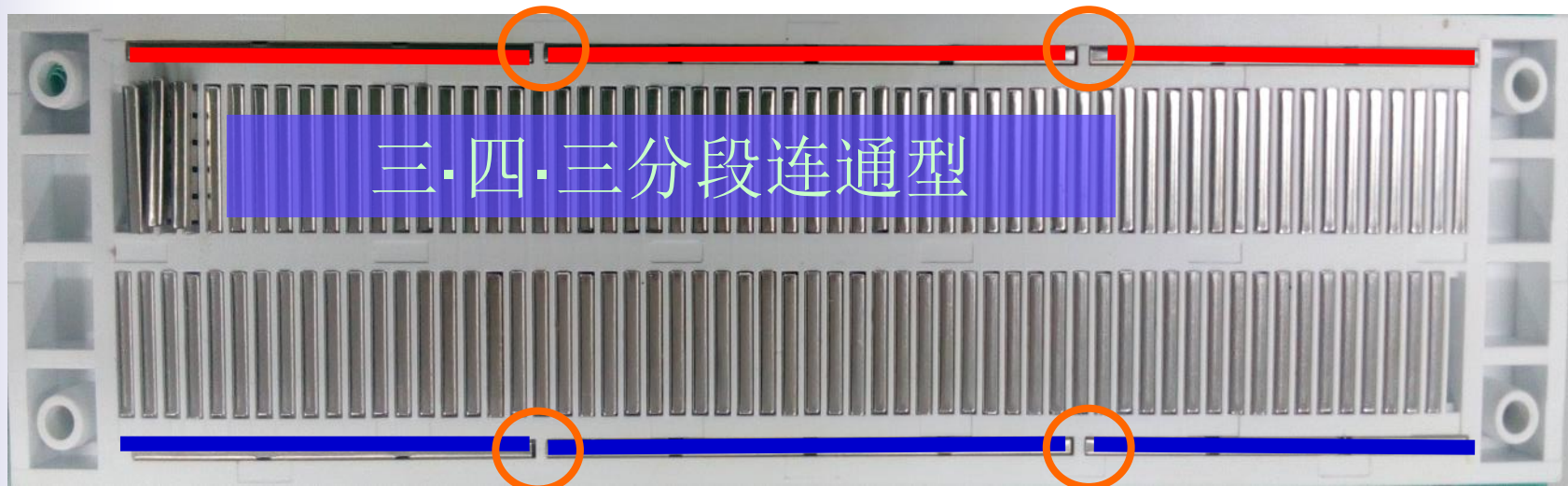


# 面包板

面包板正面

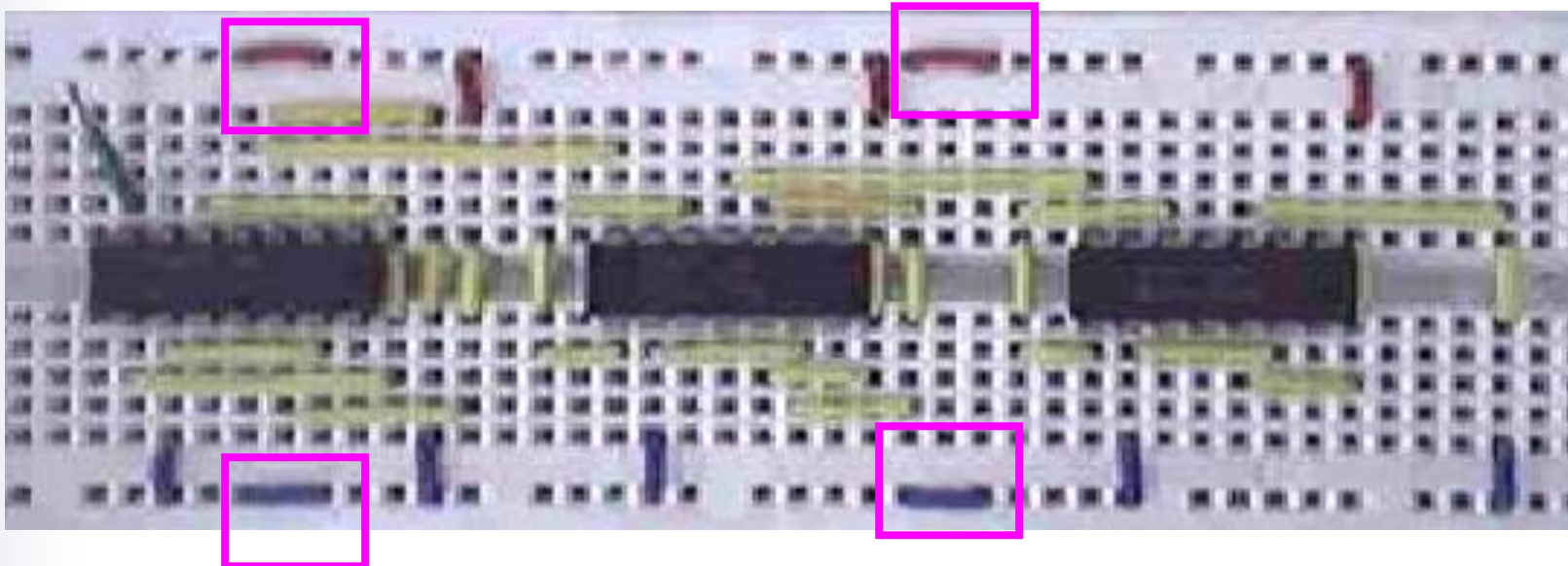


面包板反面

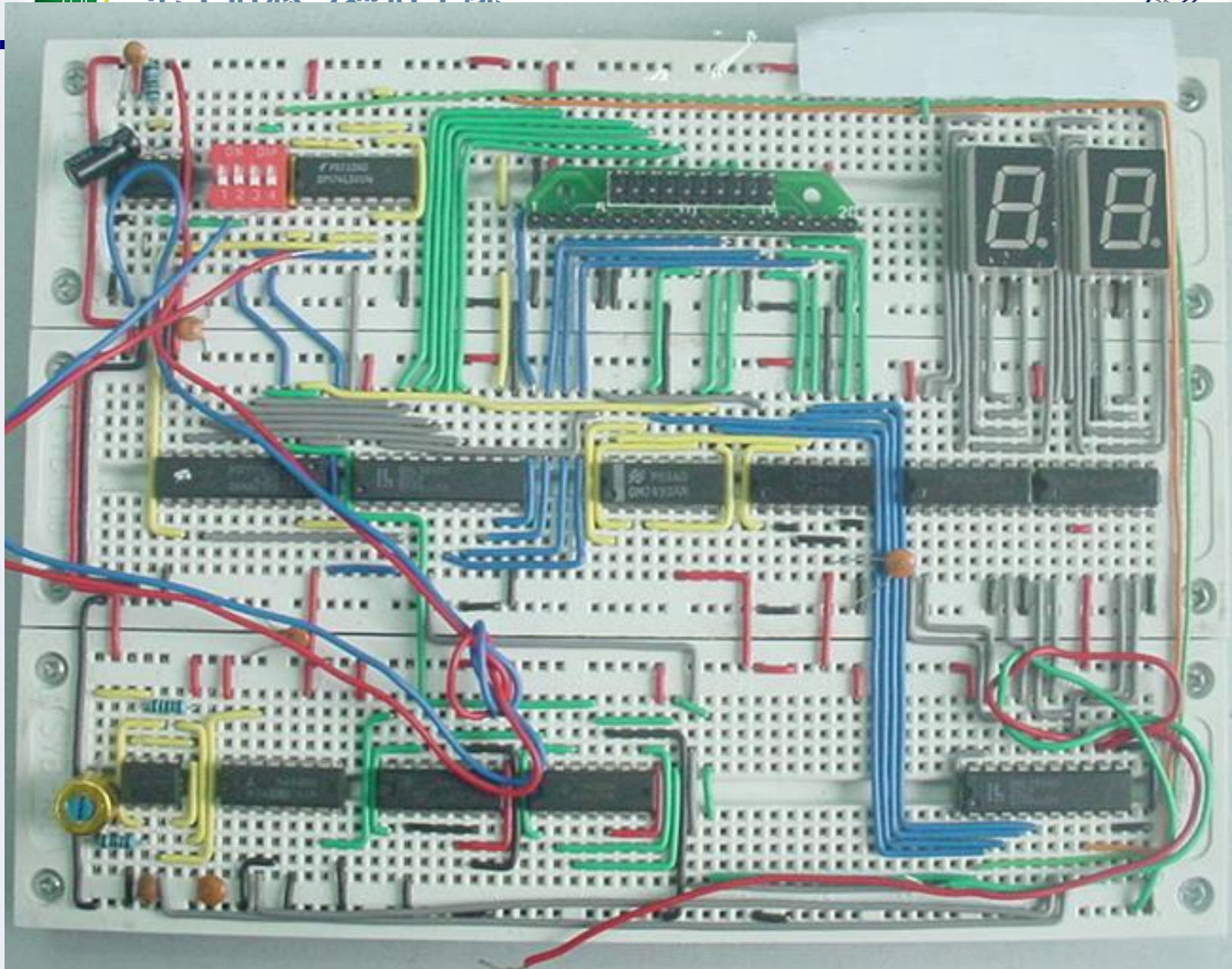


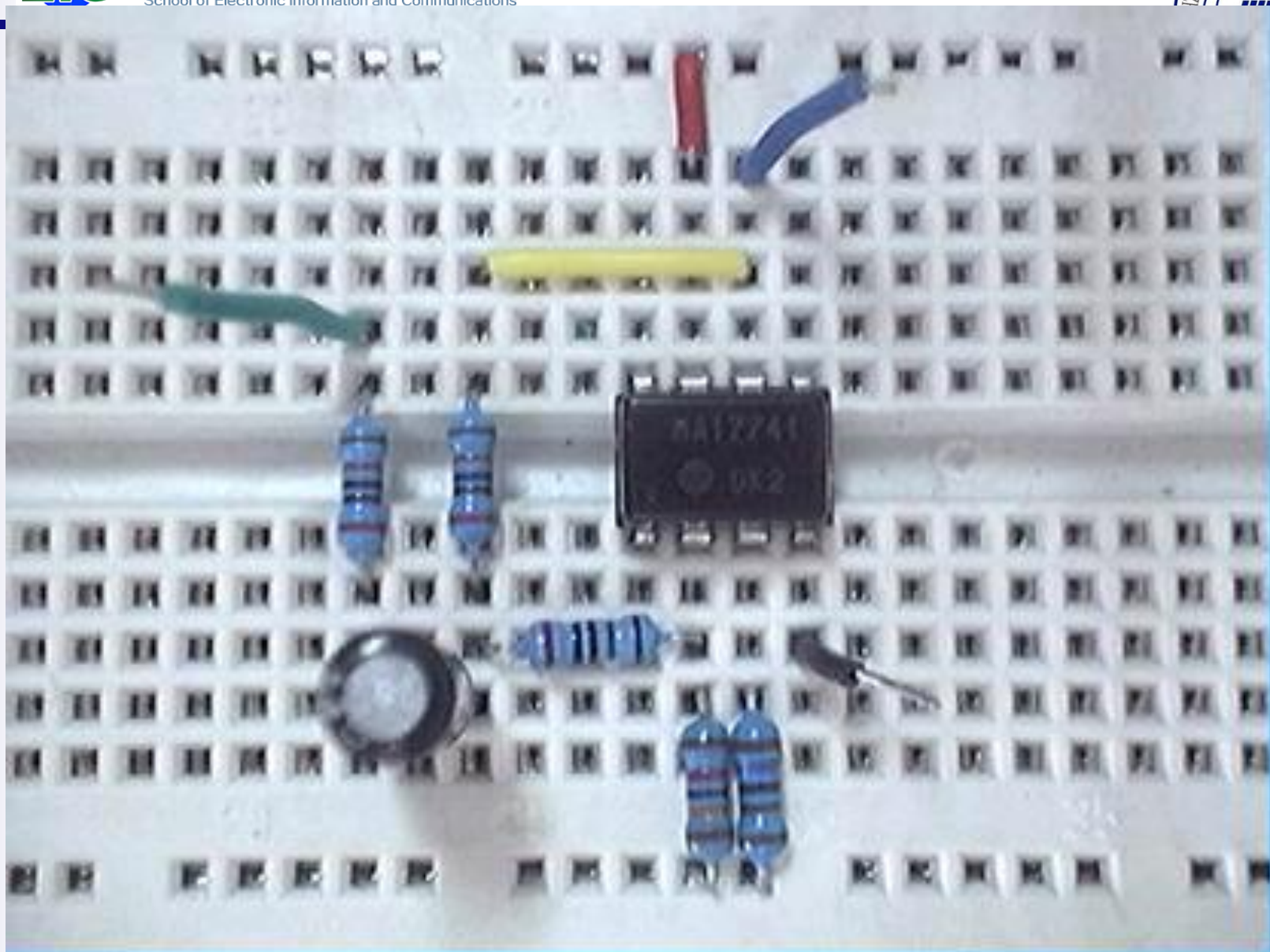
三·四·三分段连通型

# 面包板











# 常用电子仪器相关课程资源

- 教材：附录C
- 华中科技大学《电子线路设计、测试与实验（一）》MOOC课程：模块三 常用电子仪器
- 仪器手册



# 数字万用表SDM3055X-E (5½ 位)

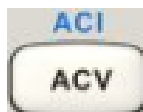


# 数字万用表SDM3055X-E (5½ 位)

- 测量直流电压或直流电流



- 测量交流电压或交流电流



- 测量二线或四线电阻



- 测量电容或频率



- 测试连通性或二极管



- 测量温度或扫描卡



- 双显示功能或辅助系统功能



- 采样设置或帮助系统



- 数学运算功能或显示功能



- 自动触发/停止



- 单次触发或hold测量功能



- 切换功能/从遥控状态返回



量程递增，禁用自动量程



在自动量程和手动量程之间切换

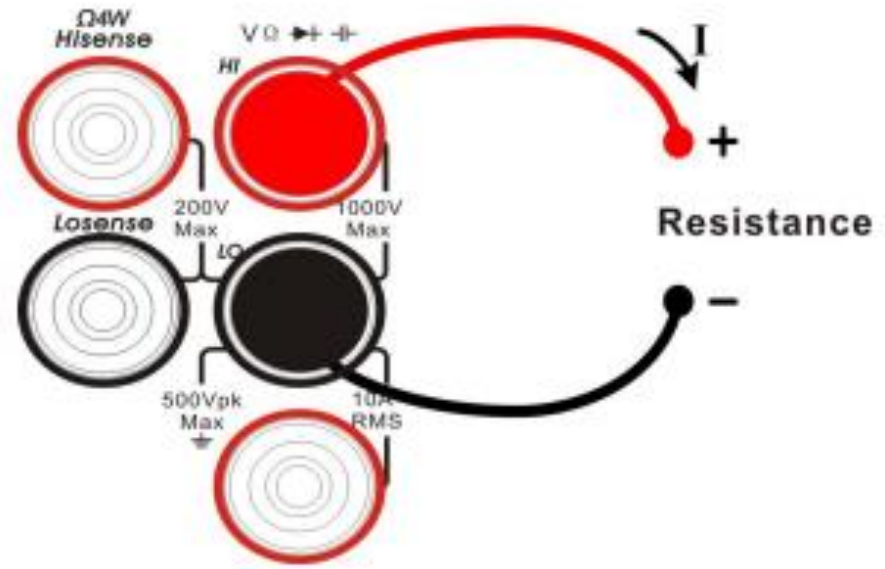
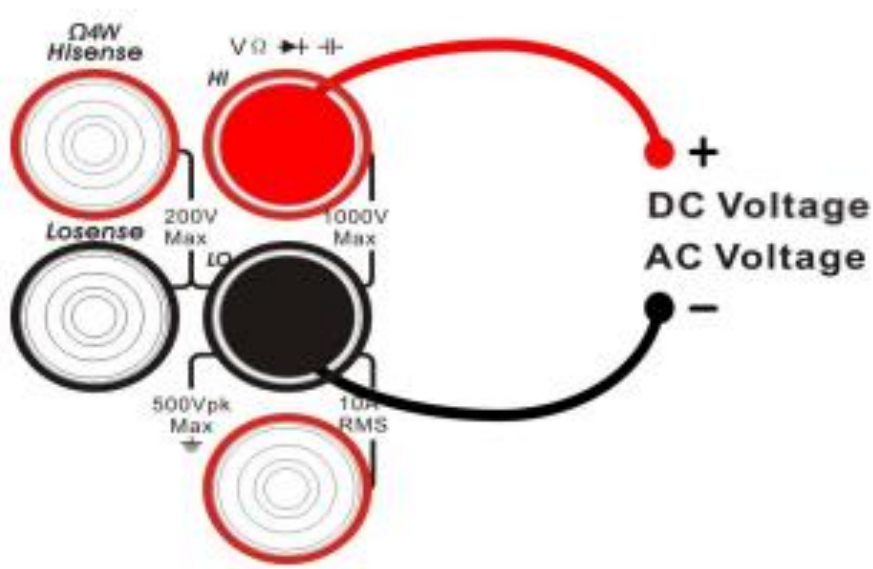
量程递减，禁用自动量程

# 数字万用表SDM3055X-E (5½ 位)

在自动量程模式中，万用表会自动选择适当的量程，并会显示测量结果

测量直流（交流）电压

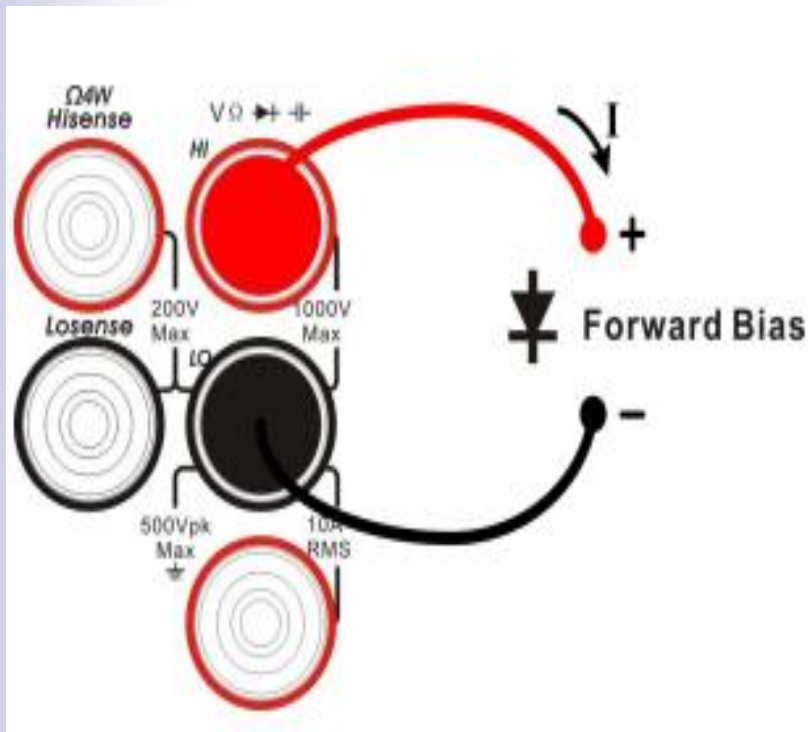
测量二线电阻





# 数字万用表SDM3055X-E (5½ 位)

## 测量二极管



蜂鸣打开时，若二极管导通，仪器持续发出蜂鸣。

如果万用表在处于反向偏压模式时显示“open”，则说明二极管正常。

如果万用表在处于正向和反向偏压模式时显示大约为0V的电压值，并且万用表连续发出蜂鸣声，则说明二极管短路。

如果万用表在处于正向和反向偏压模式时显示“open”，则说明二极管断路。

# SPD3000X 系列可编程直流电源



设置 CH1/CH2 串联模式



设置 CH1/CH2 并联模式

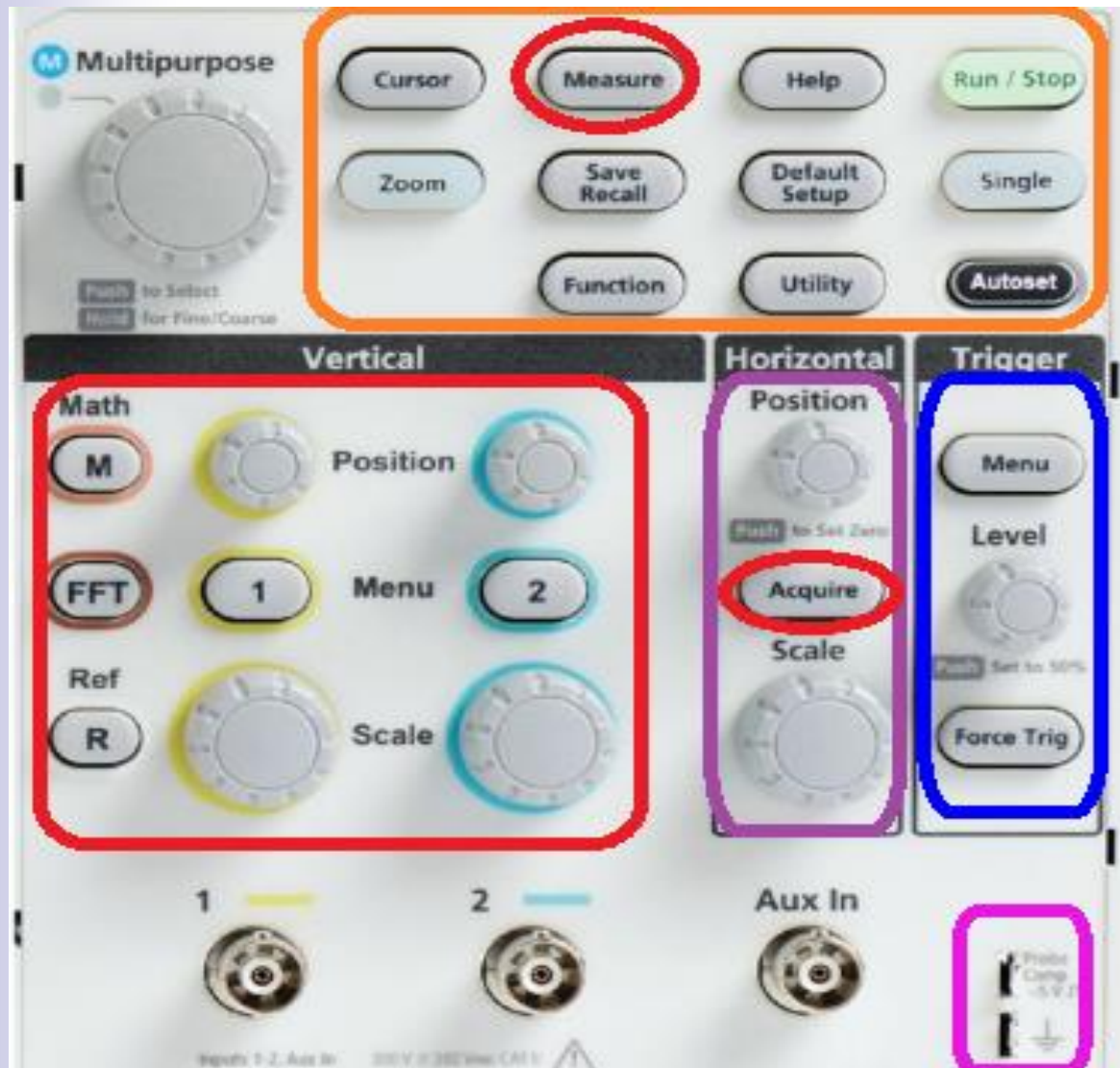


# Tektronix TBS1102C示波器





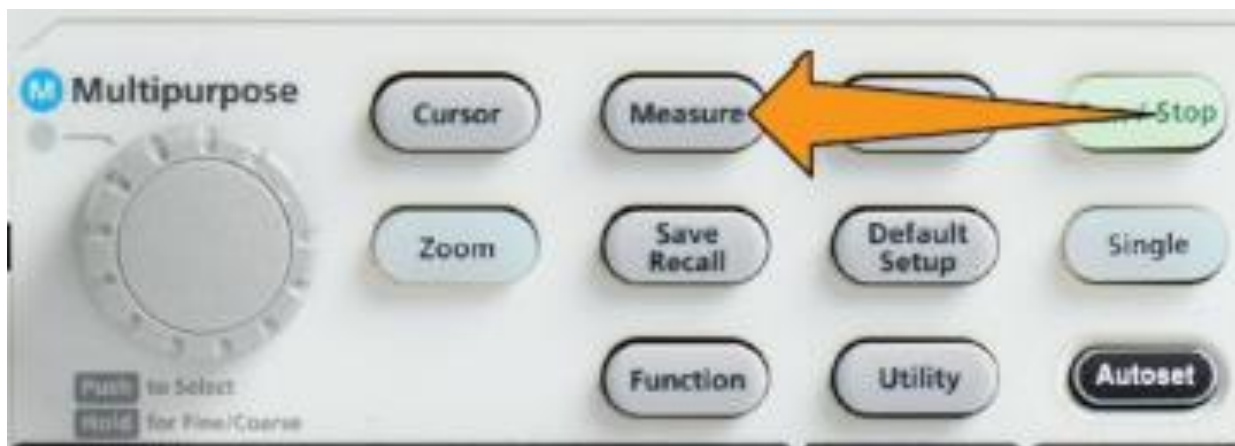
# Tektronix TBS1102C示波器



**Multipurpose**（通用）旋钮：可选择并单击菜单或其他选项、移动光标、为菜单项设置数字参数值。

菜单、消息或对话框上的 **M** 图标表示可使用（通用）旋钮与其互动。

# Tektronix TBS1102C示波器



按 **Measure**（测量）。

按侧面菜单按钮以选择需要测量的通道。

使用 **Multipurpose**（通用）旋钮选择并单击测量。



# TBS1000C示波器显示信息

正在采集和  
显示波形

已触发

触发位置

文件保存

各功能帮助

通道1标记

通道2标记

测量读数



CH1垂直标度

CH2垂直标度

水平标度  
和每秒采  
样数

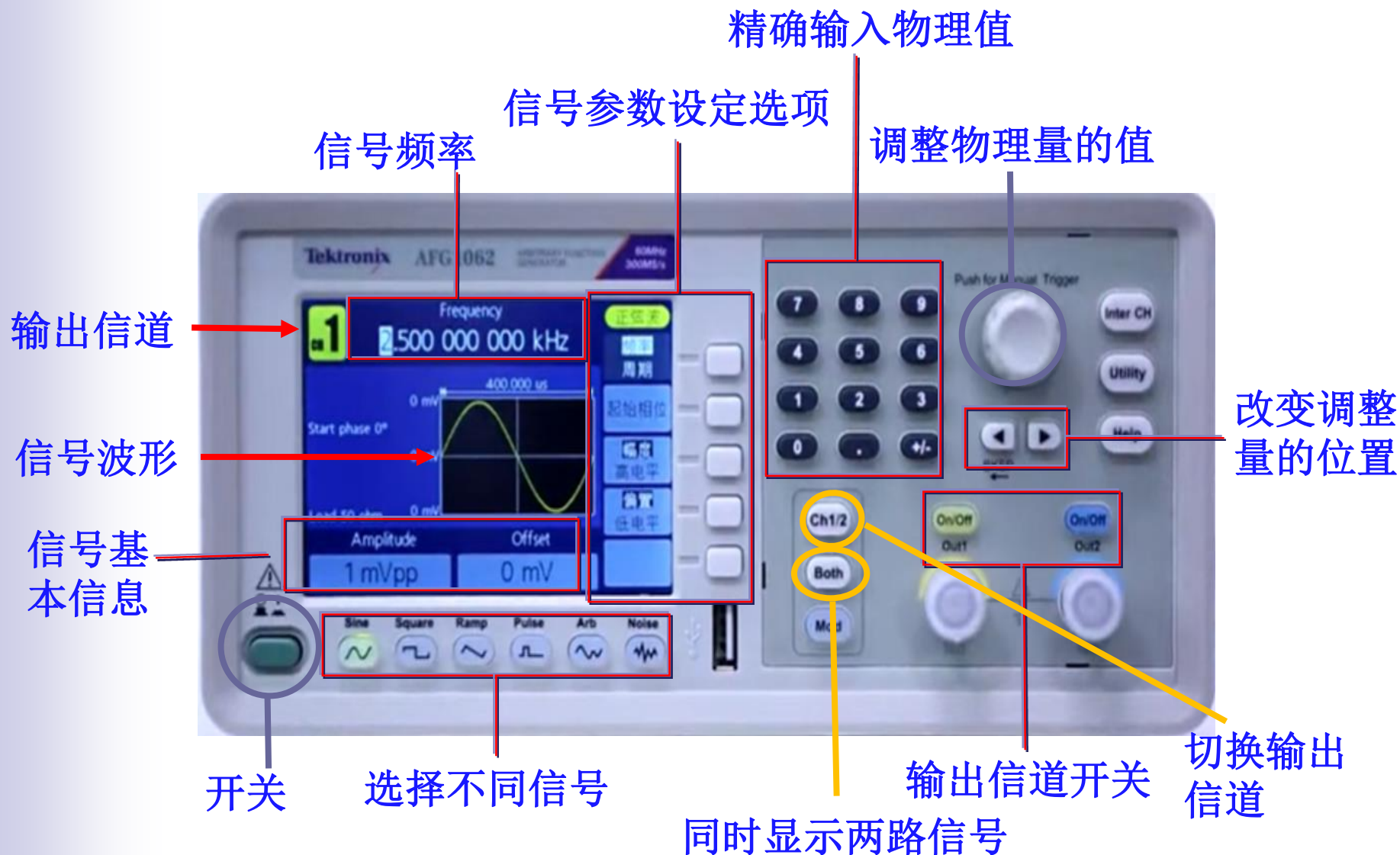
触发方式

时间和日期

触发源

触发门限电平

# AFG1062型信号发生器





# 集成运算放大器的基本应用

## ■ 一.实验目的

1. 熟练掌握集成运算放大器的正确使用方法。
2. 掌握用集成运算放大器构成各种基本运算电路的方法。
3. 学会合理选用示波器的直流、交流耦合方式观察不同波形的的方法。



## 二、实验内容（P75）

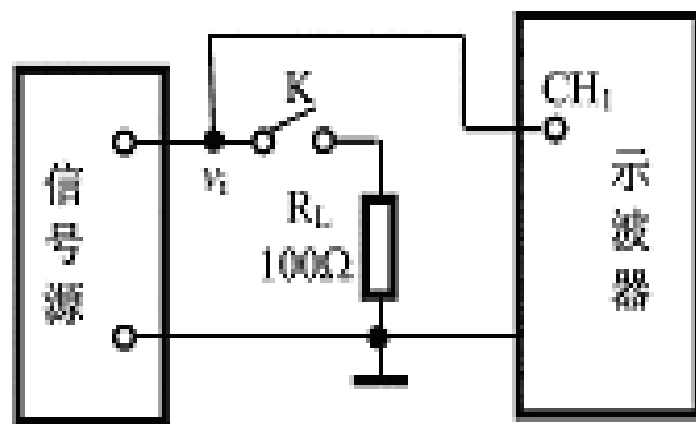
### 1. 研究电压跟随器的作用

(1)按图连接电路。

断开开关K。输入 $f$ 为1kHz,  $v_{ipp}=1V$ 的正弦信号，用示波器观察输出波形。

闭合开关K。观察输出波形的变化情况。

分别记录K闭合前、后信号源输出信号的峰-峰值，计算信号源的内阻 $R_S$ ，并解释 $100\Omega$ 负载电阻连接到信号源上产生的负载效应。

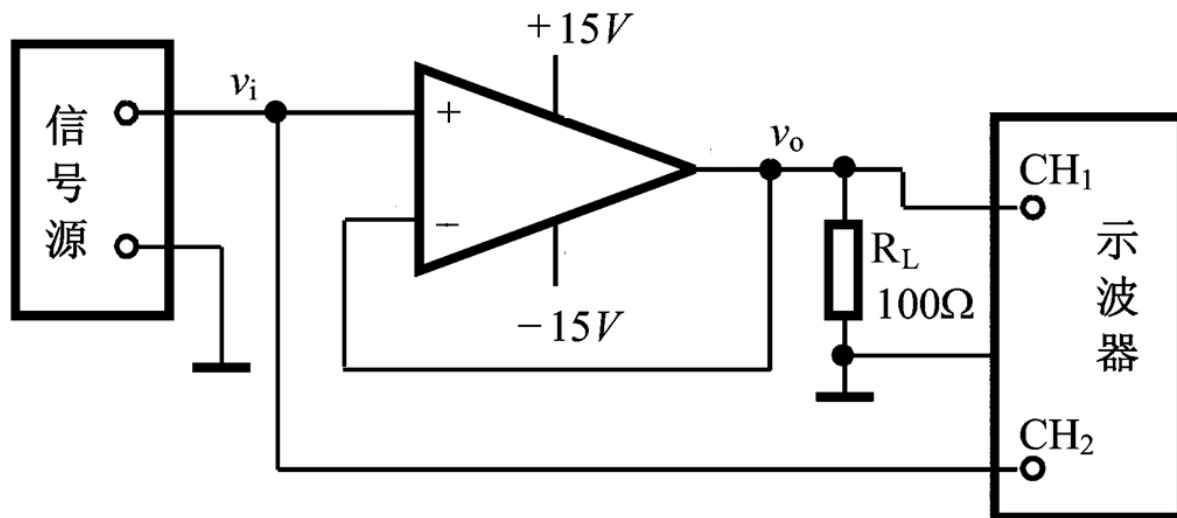


直接连接

# 1. 研究电压跟随器的作用

(2) 按图 (b)连接电路。

仍然从信号源送出频率为1kHz、峰-峰值为1V的正弦信号，用示波器观察输入、输出波形（幅值与相位关系）。分别记录接上 $R_L$ 和去掉 $R_L$ 两种情况下输出信号 $v_o$ 的大小，并解释观察到的实验现象。

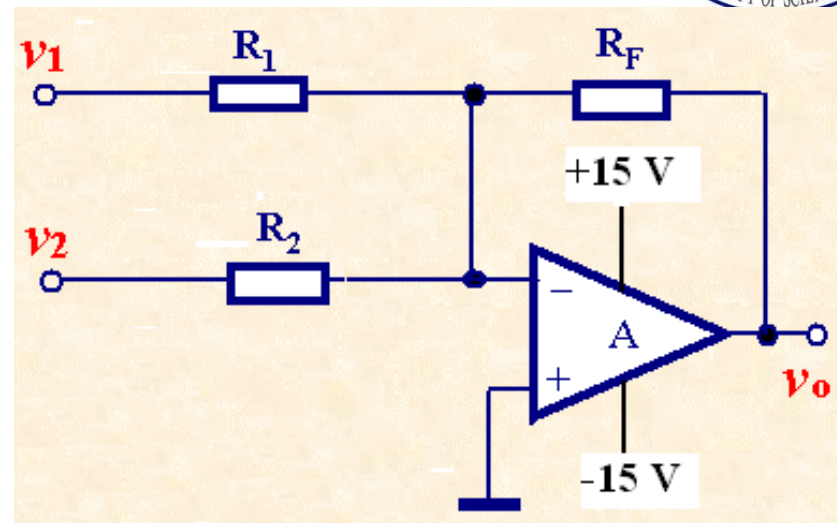


(b) 通过电压跟随器连接

## 2. 反向比例加法电路

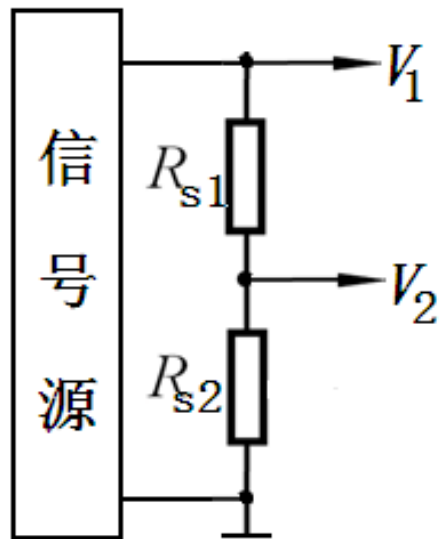
### (1) 参考实验电路

P76 图3.6.8



### (2) 实验内容

➤ 取  $R_F = 100\text{ k}$ ,  
 $R_1 = 10\text{ k}$ ,  $R_2 = 5.1\text{ k}$



➤ 输入频率为1KHz、峰峰值为300mV的正弦信号,完成表3.6.2。

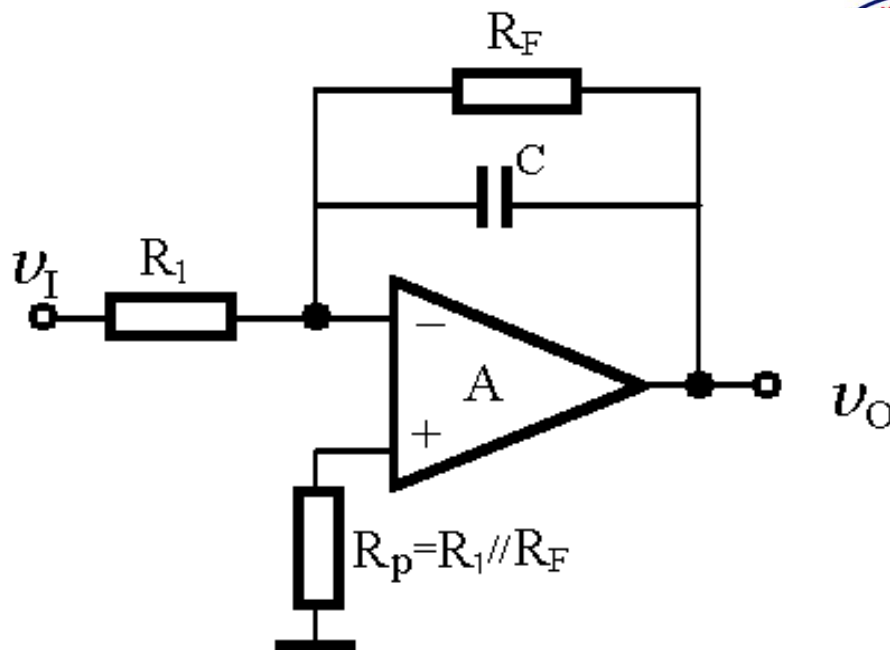
### 3. 积分电路

#### (1) 实验电路

参考P69 图4.4.7b

#### (2) 实验内容

- 取  $R_1 = 10\text{ k}$ ,  $R_F = 100\text{ k}$ ,  $C = 0.22\text{ }\mu\text{F}$ ,  $R_p = 10\text{ k}$ 。
- 输入  $f = 200\text{ Hz}$ , 峰峰值为  $1\text{ V}$  的正方波。
- 用示波器测试  $v_i$  和  $v_o$ , 并画出其波形。
- ◆ 如何从信号发生器得到正方波？

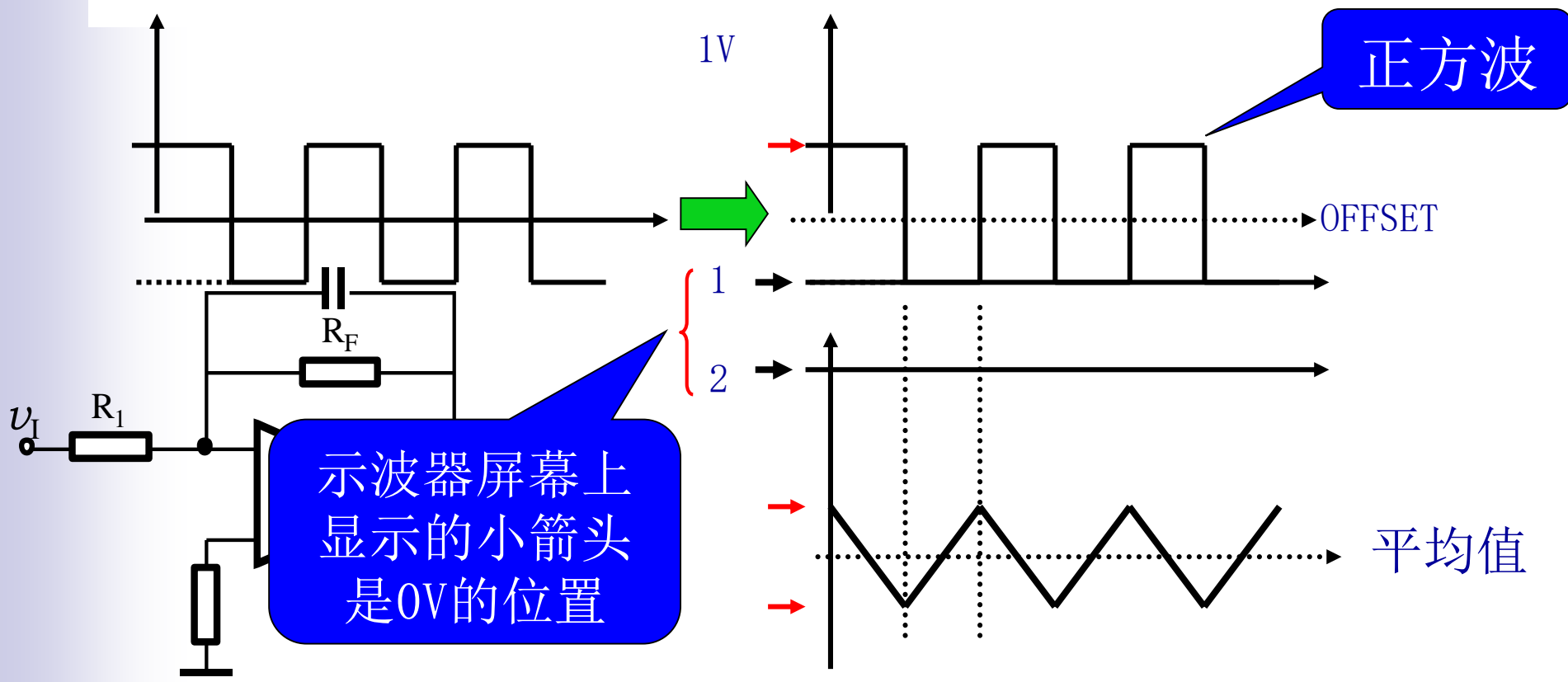




## (2) 实验内容

输入信号： $f=200\text{Hz}$ ，峰峰值为 $1\text{V}$ 的正方波（调节offset使其为正方波）

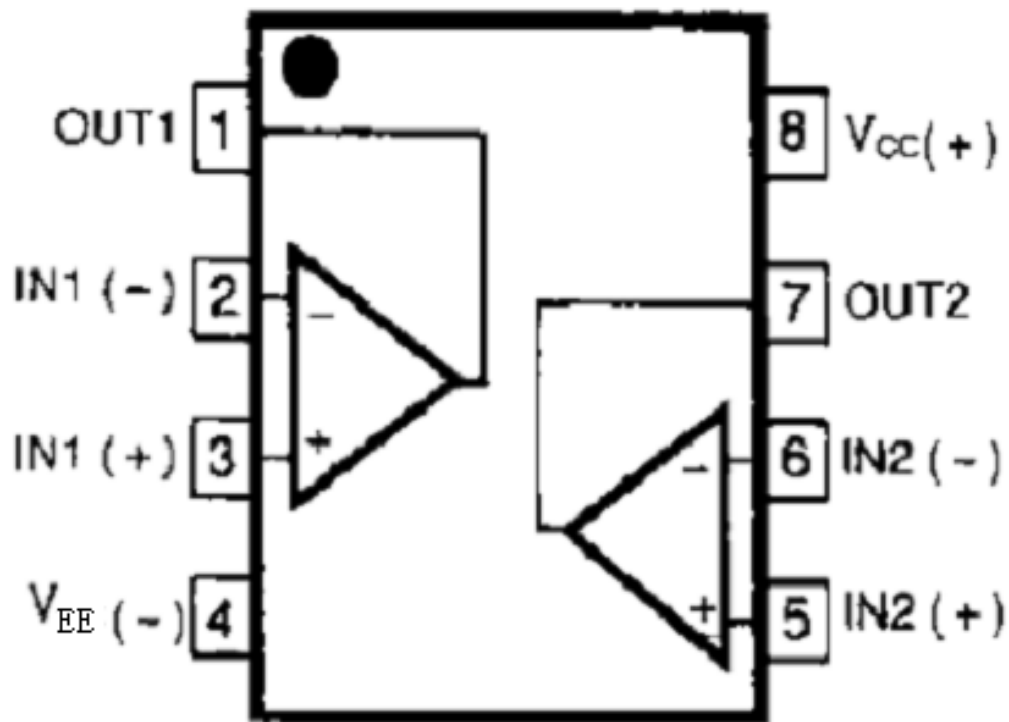
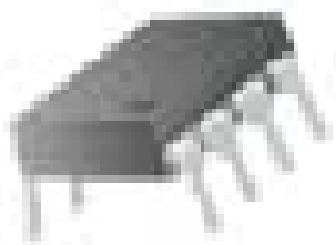
用示波器DC挡测试 $v_i$ 和 $v_o$ ，画出其波形，标出其幅值和周期



# 三、电路的组装

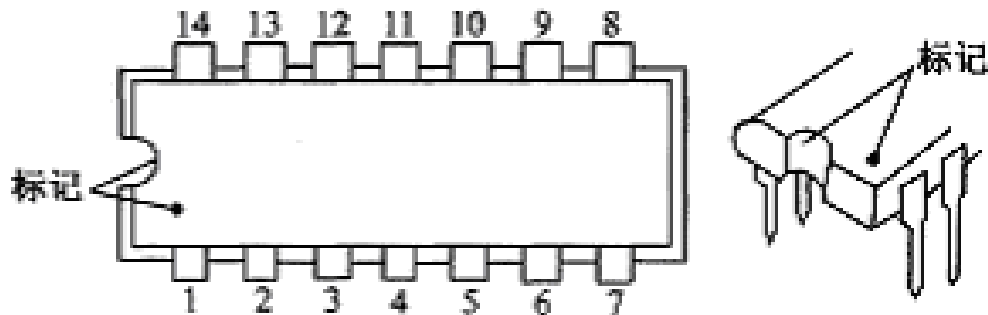
## 1. NE5532（高速低噪声双运算放大器）引脚图

8-DIP

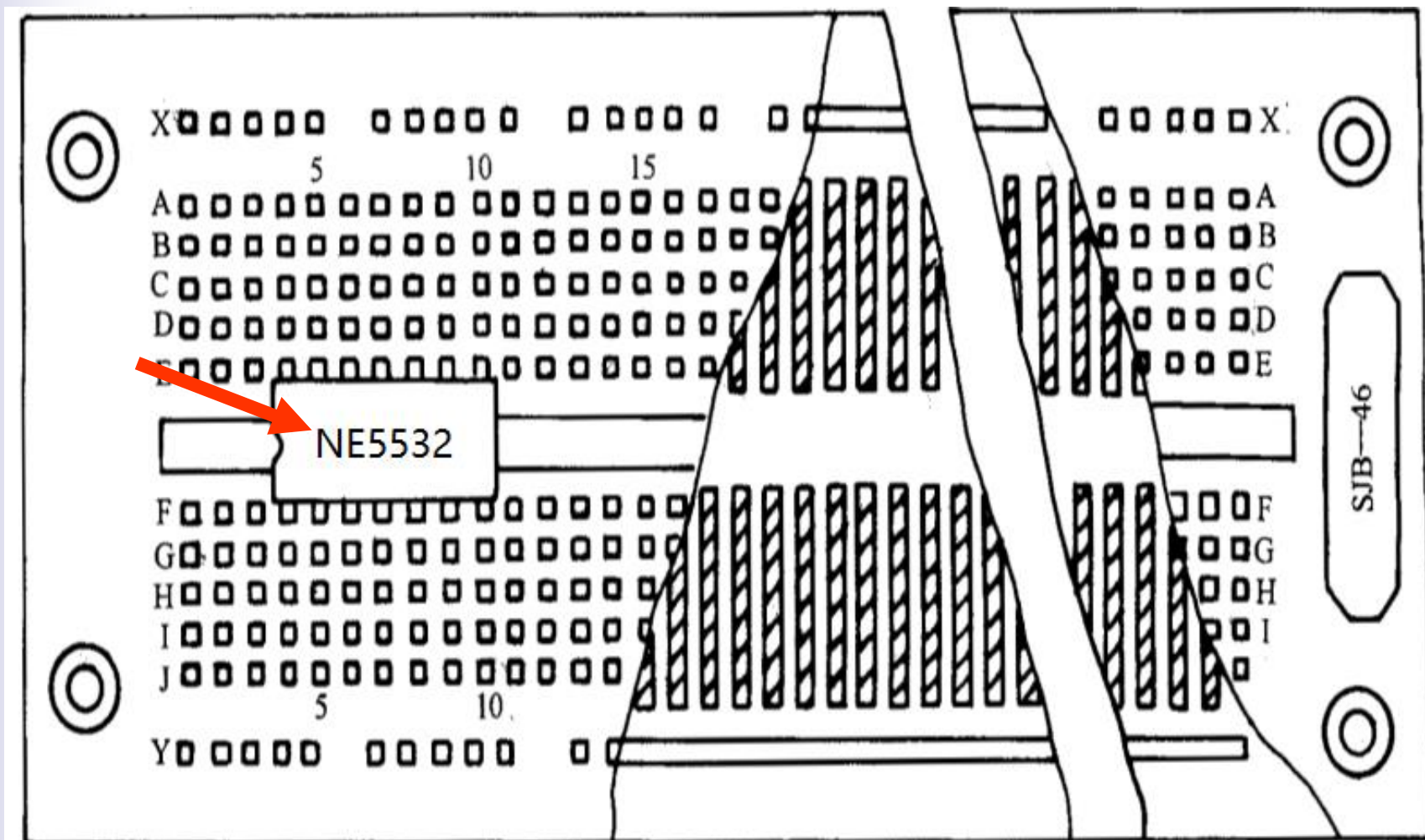


# 集成电路外引线的识别

- 扁平型和双列直插型集成电路：识别时，将文字符号标记正放（一般集成电路上有一圆点或有一缺口，将缺口或圆点置于左方），由顶部俯视，从左下脚起，按逆时针方向数，依次为1，2，3，4……。扁平型多用于数字集成电路。双列直插型广泛应用于模拟和数字集成电路。



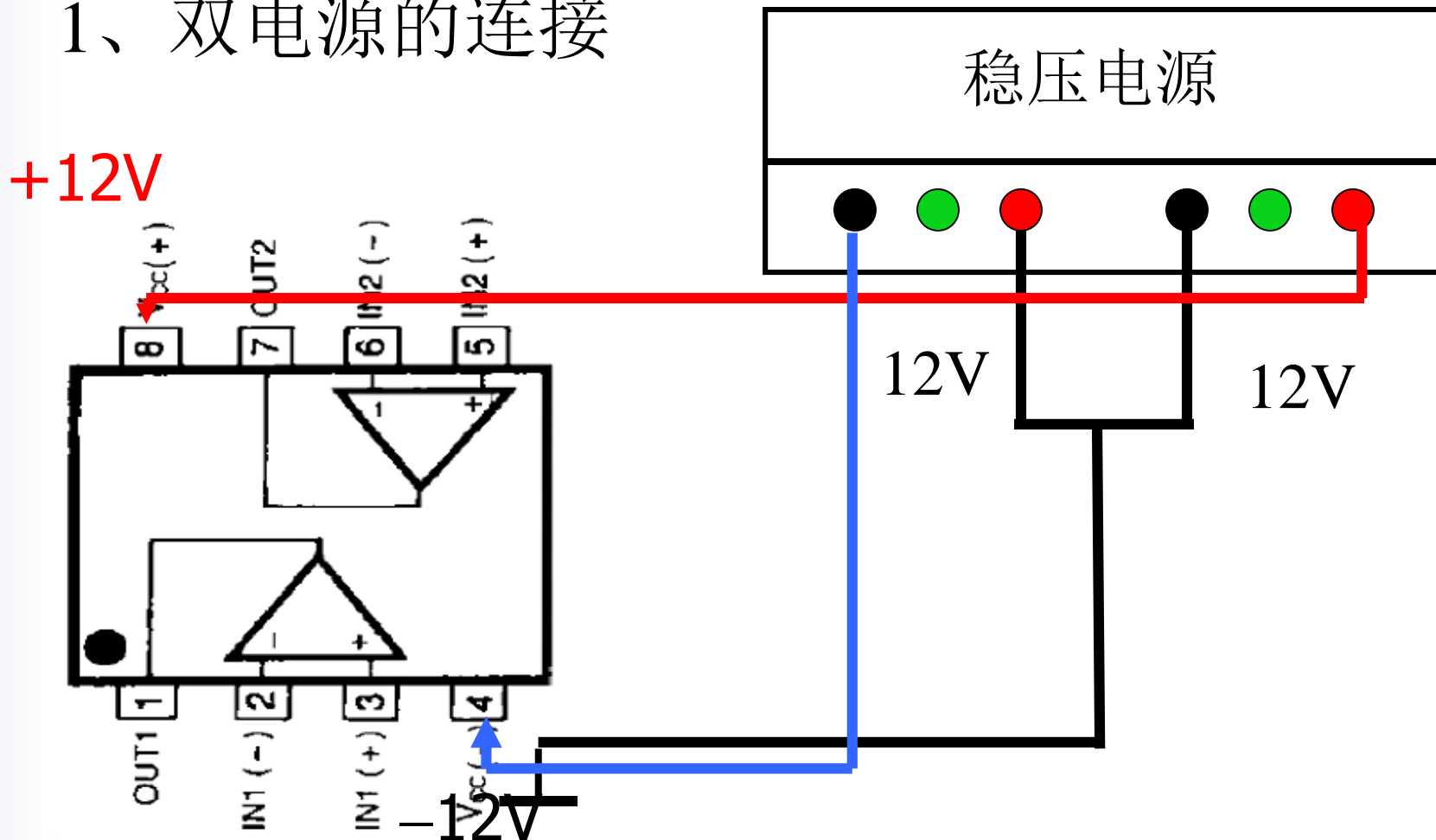
## 2、芯片安装





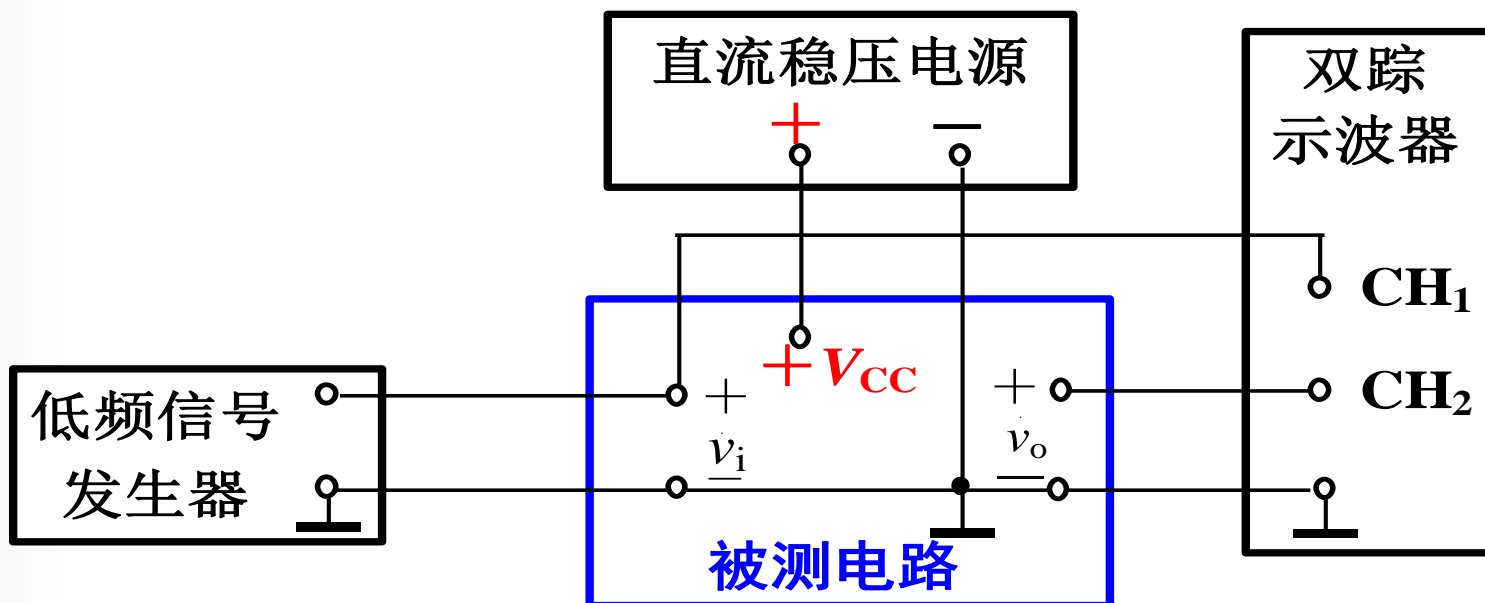
# 集成运放NE5532的应用

## 1、双电源的连接

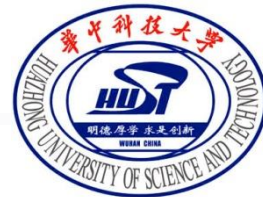


注意：正、负电源的千万别接反！

# 电路安装与调试

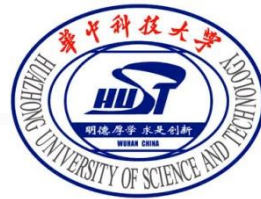


- 首先在面包板上组装好电路，参考上图搭接好实验测试平台。
- 然后进行电路调试



## 注意事项

- 所有仪器的接地端都应 与电路的地线相连接。



# 验收要求

- 可现场检查波形的反相比例积分电路
- 仪器使用截图
- 实验报告（预习）
- 处理好的实验记录
  - 反相比例积分电路测量波形（坐标纸上绘出！）
- 爱课网学习情况（课堂互动，单元测验，评价）
  - 华中科技大学《电子线路设计、测试与实验（一）》MOOC课程：
    - <https://www.icourse163.org/spoc/course/HUST-1003328002>
    - 完成模块2~模块3，模块5单元测验





# 选作

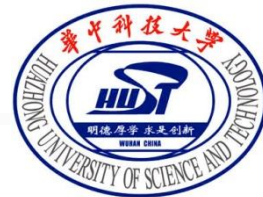
□设计一高增益电压放大器，要求：输入信号为正弦交流电压信号，峰峰值 $V_{ipp}=100\text{mV}$ ，频率 $f_i=10\text{kHz}$ ，输出信号峰峰值 $V_{opp}=24\text{V}$ ，且与输入信号反相。电路输入阻抗大于 $1\text{M}\Omega$ ，输出阻抗小于 $100\Omega$ 。

(1) 提出电路设计方案，画出电路原理图，要求标示出电阻元件参数和电源值；简述电路的工作原理。

(2) 对电路进行仿真，验证你所设计的电路能满足设计要求。

(3) 插板实现所设计的电路，测试电路的性能指标，验证你所设计实现的电路能够满足设计要求。

(4) 当输入信号为 $1\text{MHz}$ ，请问上述电路还能满足所要求的增益，输入阻抗与输出阻抗指标吗？描述电路性能指标变化的原因，并提出改进方案。



# 下阶段实验——单级MOSFET共源放大电路设计、仿真与实现



# 下次实验自学内容

- 教材：
- 第2章 电子线路计算机辅助分析与设计
  - 2.1 Orcad9.2软件概述
  - 2.2 Orcad9.2电路设计仿真分析的流程
- 第3章 模拟电子线路基础实验
  - 3.2 双极结型三极管的参数测试与基本应用
  - 3.3 MOSFET参数测试与基本应用
- 第4章 模拟电子线路应用设计
  - 4.2 双极结型晶体管共射放大器设计
  - 4.3 MOSFET放大器设计
- MOOC；模块四、模块六-单元测验