



“电工电子学实践教程”之

叠加定理和等效电源定理验证

5.3 基础实验3

一、实验目的

1. 验证线性电路中的叠加定理，加深对叠加定理的理解。
2. 验证叠加定理
3. 验证等效电源定理。
4. 掌握含源一端口网络外特性的测量方法。
5. 了解实验时电源的非理想状态对实验结果的影响。

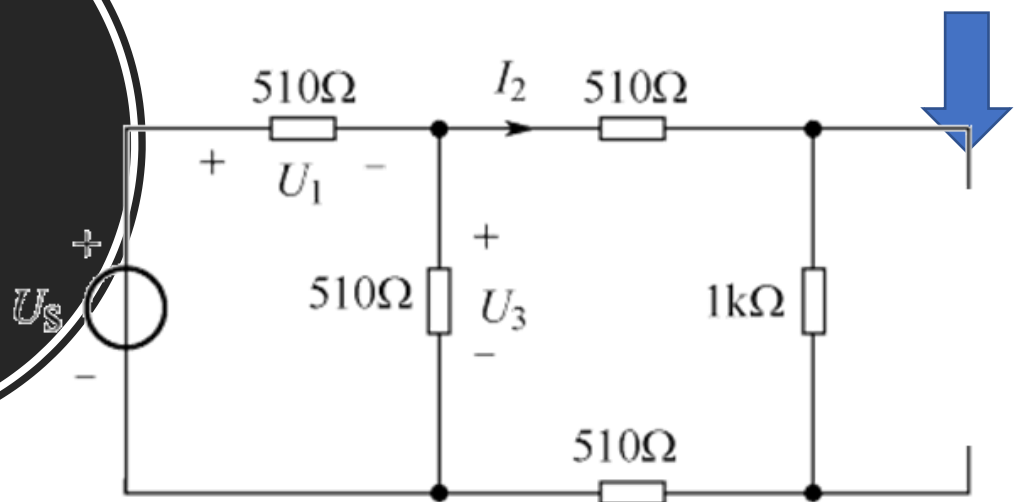
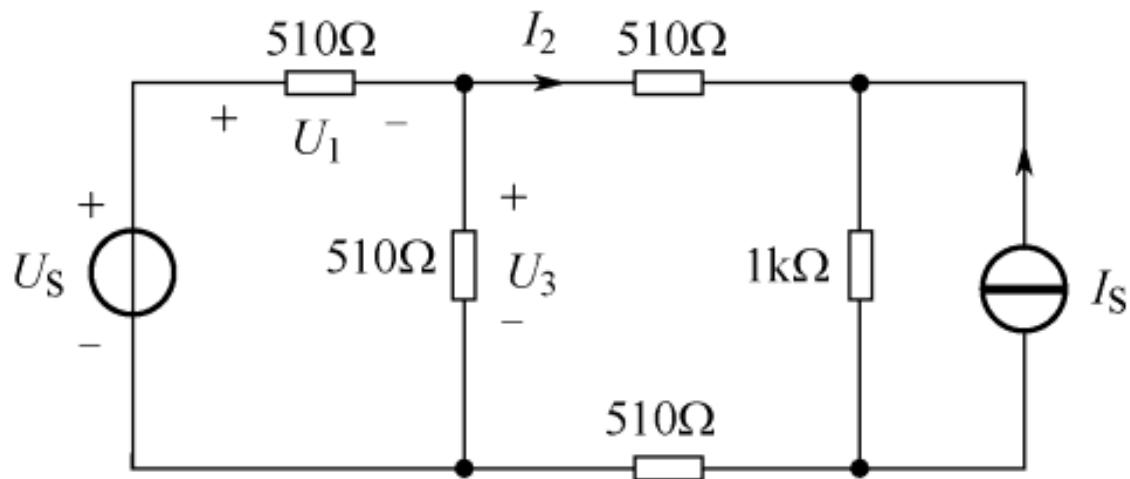
二、实验设备

1. 电工电子综合实验台
2. 实验电路板
3. 电阻元件若干
4. 导线若干
5. 数字式万用表

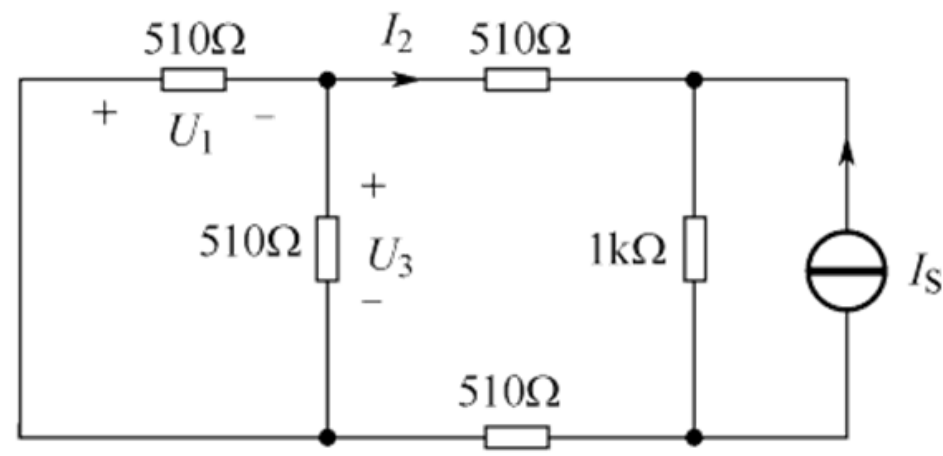


1. 叠加定理

三、实验原理



电流源开路



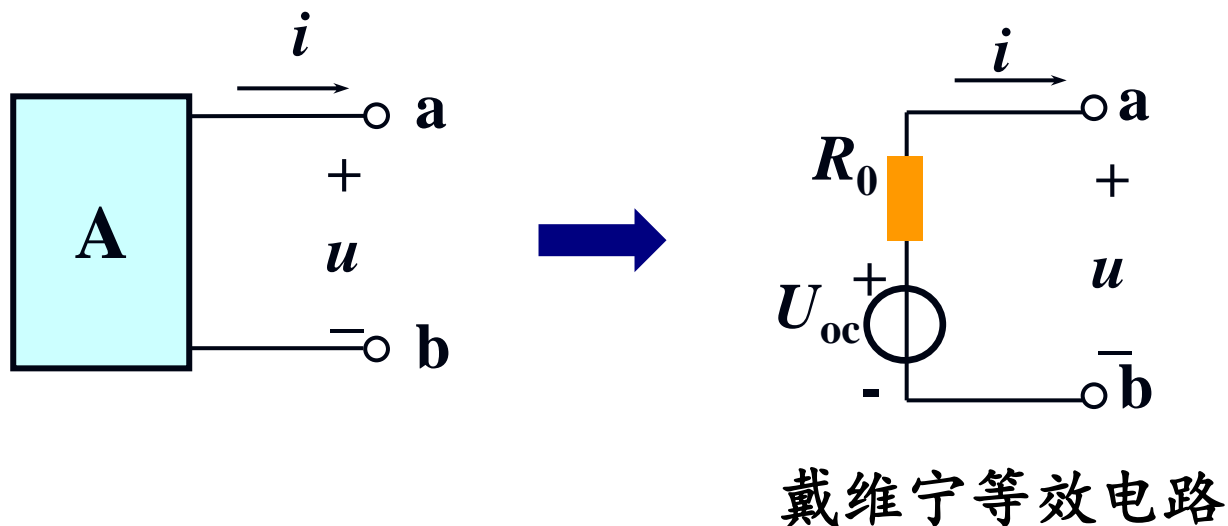
电压源短路

线性电路中，若干独立电源共同作用下的任意支路上的电流或电压等于各个独立电源单独作用时分别在该支路所产生的电流或电压的代数和。**注意不要电压源短路，而需将电压源拆除用一根导线替代！！！！**

三、实验 原理

2. 等效电源定理

(1) 戴维宁等效定理

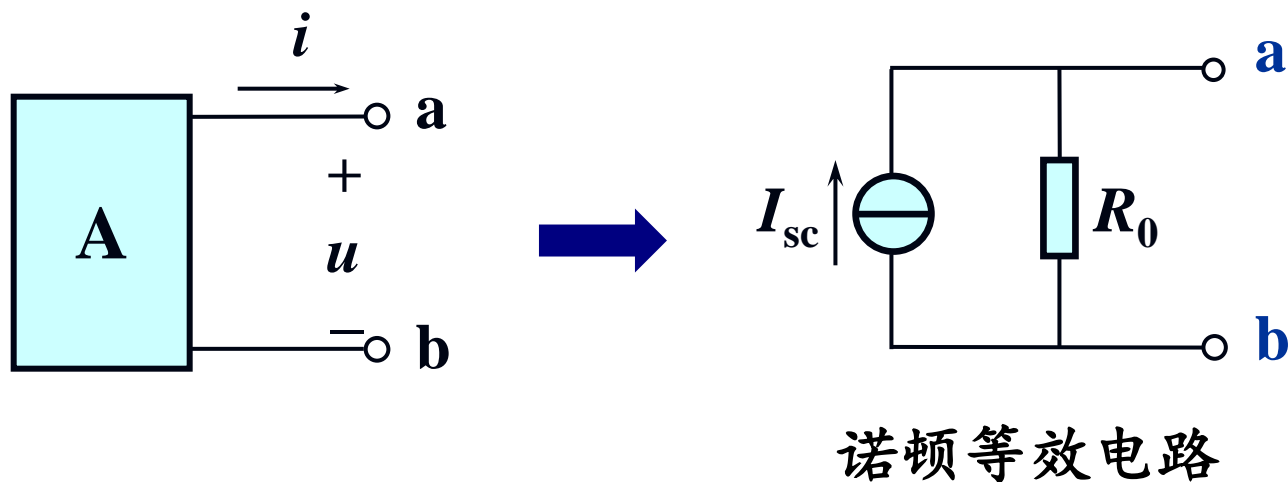


线性有源二端网络可用一个电压源和一个电阻**串联**的电路等效，电压源等于网络的开路电压 U_{oc} ，电阻值等于除去电源后的等效电阻 R_0 。

三、实验 原理

2. 等效电源定理

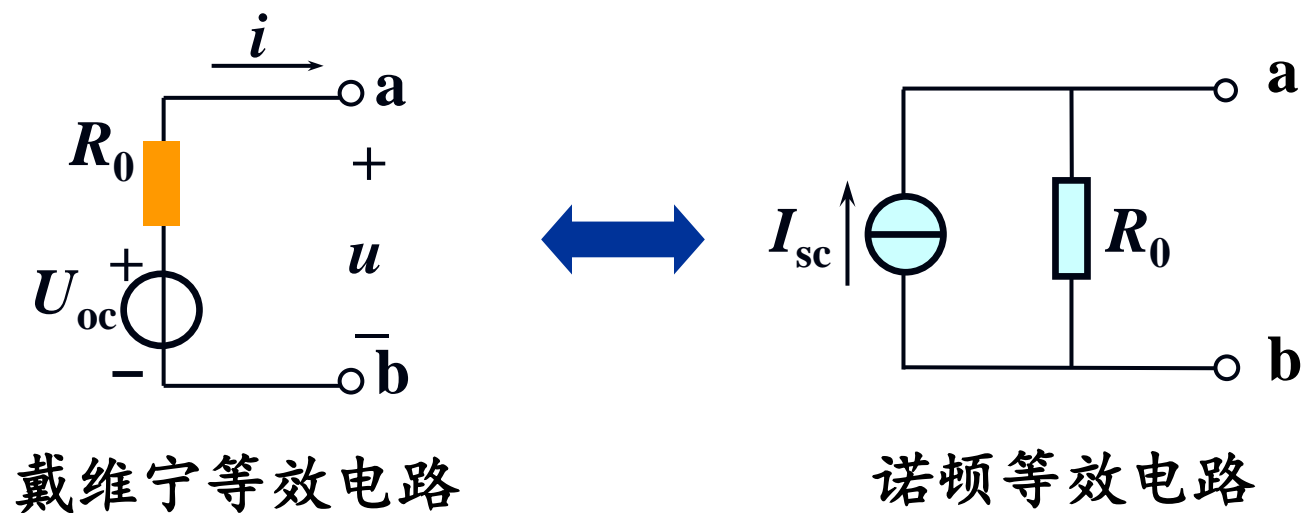
(2) 诺顿等效定理



线性有源二端网络可以用一个电流源和一个电阻**并联**的电路等效，电流源等于网络的短路电流 I_{sc} ，电阻值等于除去电源后的等效电阻 R_0 。

2. 等效电源定理

三、实验 原理



注意：两图中电阻 R_0 阻值是一样的

四、实验内容

1. 验证叠加定理

按图接好实验电路，其中 $U_S = 9\text{ V}$ ， $I_S = 10\text{ mA}$ 。分别测量电压源 U_S 单独作用、电流源 I_S 单独作用以及电压源 U_S 与电流源 I_S 共同作用时，两个 $510\text{ }\Omega$ 电阻上的电压 U_1 、 U_3 和流经 $510\text{ }\Omega$ 电阻的电流 I_2 （注意电压、电流的参考方向）。将测量数据输入表 5.3-1 中，验证叠加定理的正确性。

注意：9V和10mA怎么得到？电压和电流要统一参考方向。电流源独立作用的时候，先把电压表拆掉换成一根导线，而不是电压源短路；如何分析数据？误差计算要用数值来说明，而不是说两者很接近，避免笼统。

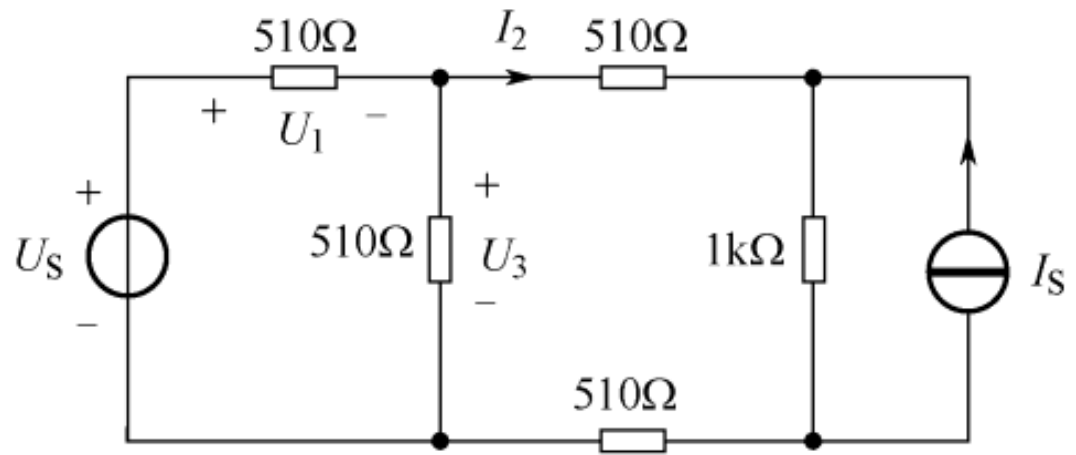


表5.3-1

	U_1	I_2	U_3
电压源 U_S 单独作用（测量）			
电流源 I_S 单独作用（测量）			
上两者叠加结果（数据处理）			
电压源 U_S 与电流源 I_S 共同作用（测量）			

四、实验内容

2. 验证等效电源定理

(1) 连接实验电路，改变 AB 端口上外接的电阻 R ，测量图中所示含源二端网络的外特性，记录可调电阻 R 的阻值，端口电压 U_{AB} 以及端口电流 I_R ，将测量数据填入表5.3-2。

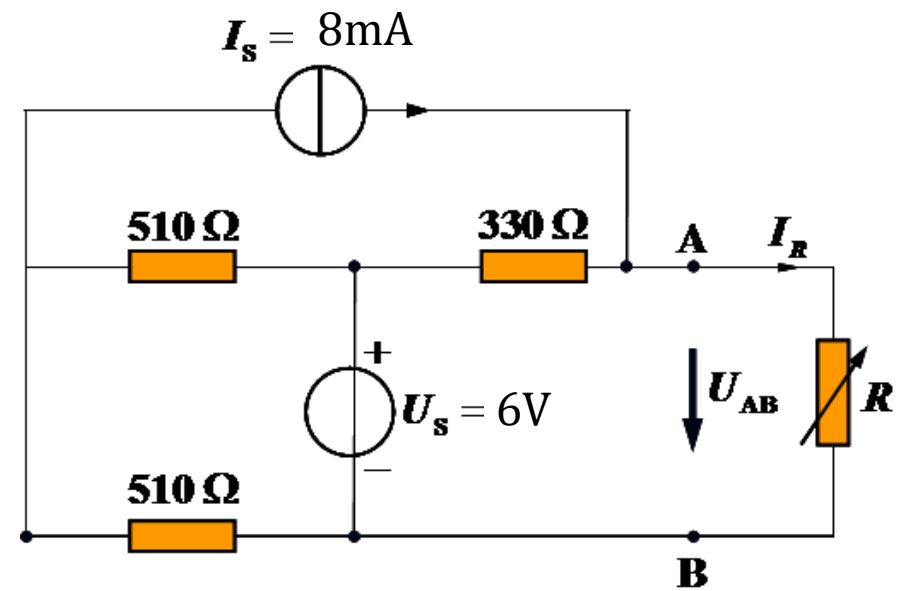


表5.3-2

电阻 R/Ω	0Ω	100Ω	200Ω	500Ω	1200Ω	∞
$U_{AB}(\text{V})$						
$I_R(\text{mA})$						
测量说明	短路电 流 I_{sc}	/	/	/	/	开路电 压 U_{oc}

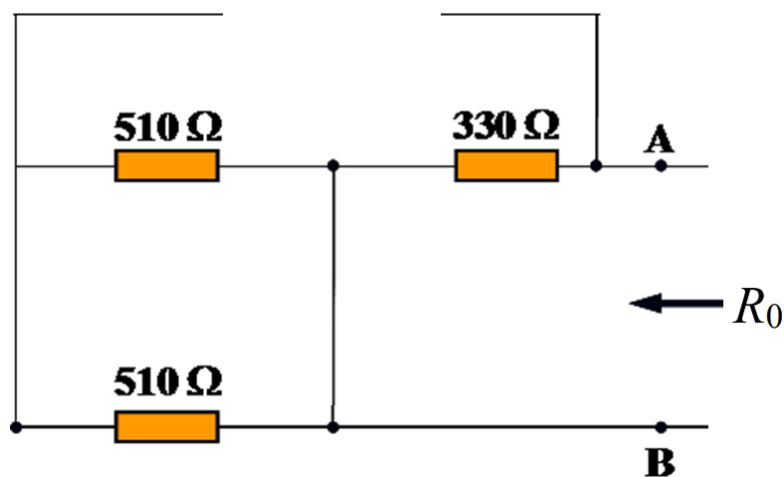
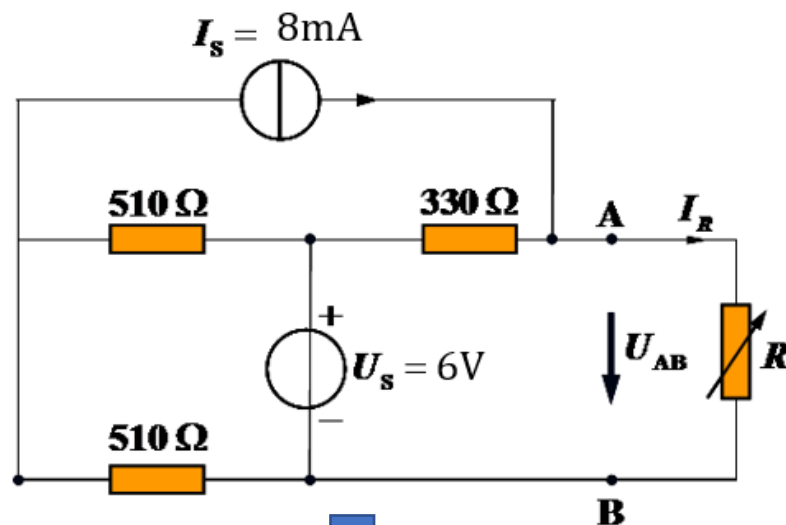
四、实验内容

2. 验证等效电源定理

(2) 含源二端网络的等效电阻 R_0

将图 5.3-2 中独立电压源、独立电流源去除（电压源予以短路，电流源予以开路），同时不接外部电阻 R ，用万用表测量此含源二端网络的等效电阻 $R_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

注意：
理论值是多少？



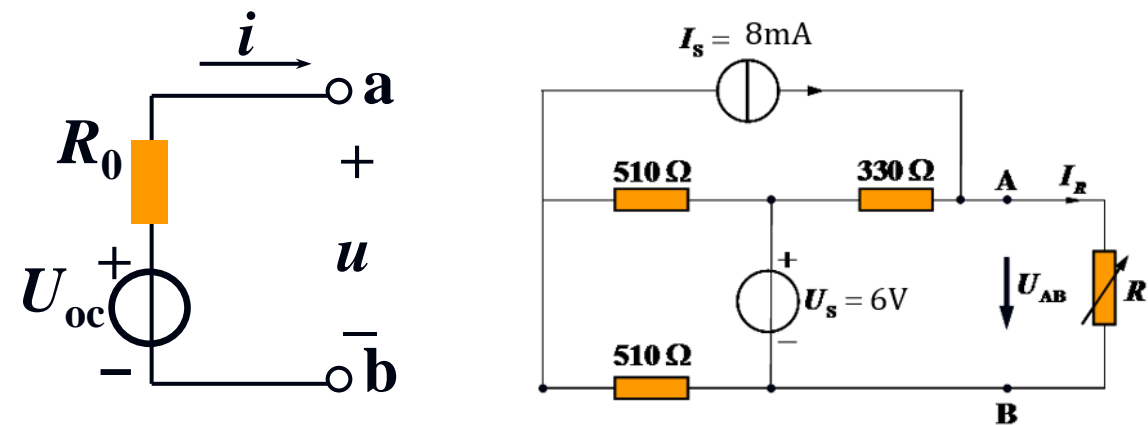
$R_0 = \underline{\hspace{2cm}}$

四、实验内容

2. 验证等效电源定理

(3) 戴维宁等效电路的外特性测量

依据(1)、(2)所测量的开路电压 U_{OC} 与等效电阻 R_0 构造戴维宁等效电路，选择和表 5.3-2 中相同的可调电阻 R ，测量此戴维宁等效电路的外特性，将测量数据输入表 5.3-3。



戴维宁等效电路

表5.3-3

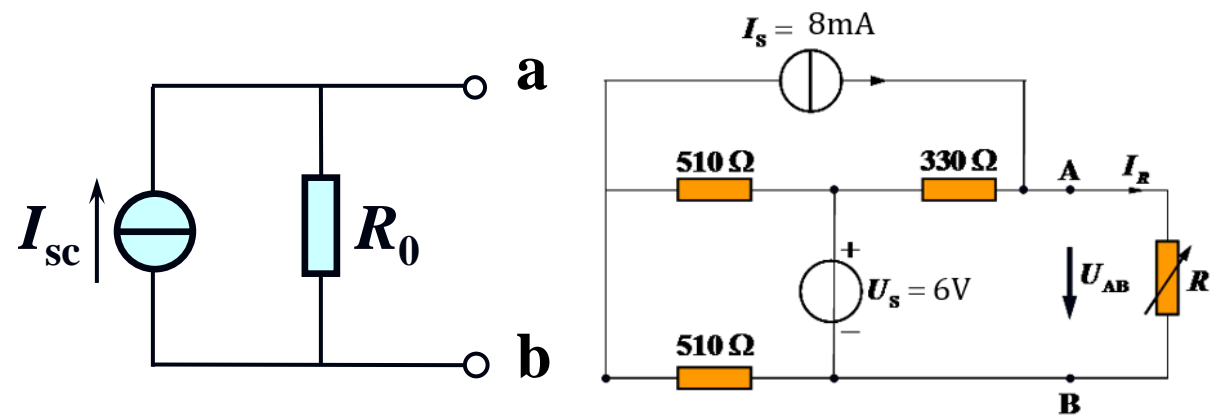
电阻 R/Ω	0 Ω	100 Ω	200 Ω	500 Ω	1200 Ω	∞
$U_{AB}(V)$						
$I_R(mA)$						
测量说明	短路电流 I_{sc}	/	/	/	/	开路电压 U_{oc}

四、实验内容

2. 验证等效电源定理

(4) 诺顿等效电路的外特性测量

依据(1)、(2)所测量的短路电流 I_{SC} 与等效电阻 R_0 构造诺顿等效电路，选择和表 5.3-2中相同的可调电阻 R ，测量此诺顿等效电路的外特性，将测量数据输入表 5.3-4。



诺顿等效电路

表5.3-4

电阻 R/Ω	0Ω	100Ω	200Ω	500Ω	1200Ω	∞
$U_{AB}(\text{V})$						
$I_R(\text{mA})$						
测量说明	短路电 流 I_{sc}	/	/	/	/	开路电 压 U_{oc}

五、实验中的注意事项

1. 电流表、电压表正负极不能接错，参考方向要统一。流经电流表电流不能超所选量程。
2. 实验结束后，抽屉里元器件的布局按实验室的规范整理。
3. 本次实验是弱电实验，不需要动侧面导线，只需抽屉里的导线。
4. 补充上周知识：
 - 1) 二极管好坏可用万用表二极管档位检测（该读数在0.6上下即为正常），即正向导通1mA处压降。
 - 2) 实验报告中绘制曲线应标出曲线名称。坐标轴上应注有坐标名称和单位，并在坐标轴上标出相应的坐标值（刻度）；
 - 实验报告中不能光有绘制曲线，还应保留原始记录的实验数据（经整理写入实验报告）
 - 绘制的曲线上应标识出测量点。



六、实验总结

1. 根据实验任务1测量数据，分析验证叠加定理。
2. 根据实验任务2测量数据，绘制实验电路、戴维宁等效电路以及诺顿等效电路外特性曲线，通过对比分析，验证等效电源定理。
3. 将理论计算值与实测值进行比较，观察两者之间的差异。寻找差异产生的原因，使得现实与理想的状态更加接近。
4. 总结含源一端口网络戴维宁（诺顿）等效的使用条件。
5. 总结实验的心得与体会。

七、思考题

1. 在被测电压或电流给定参考方向之下，被测电压、电流值是否可能为负值？具体测量时仪表的接入与被测量值的参考方向有怎样的对应关系？
2. 在图5.3-2中，外接电阻 $R=\infty$ ，当 I_S 从8 mA逐渐增加时，试计算流过 U_S 的电流改变方向时的 I_S 值。

八、实验内容（提高）

1. 函数信号发生器通道1产生一个正弦波

- 峰峰值 $V_{pp}=5V$
- 频率 $f=1kHz$
- 将此信号在示波器通道1显示

信号发生器注意事项：

1. 通道1在右下角，并且在通道2的下面，需要按output才会输出；
2. 通道1输出电压高，驱动能力大，所以一般习惯用通道1；

八、实验内容（提高）

- 示波器注意事项：

1. 选对通道：明确是CH1或CH2，再进行参数设置；
2. 横纵坐标调节：原则就是不要太小，太密；横轴一般显示1.5-2个周期，有正负值的在纵轴方向一般占屏幕一半多，或者接近2/3左右，如果都是正值或负值，显示在正（负）范围的2/3左右。
3. 学会调稳定：可以先按红框中TRIGGER模块中的set to 50%按钮，或者用中间的trig menu，在选择触发源CH1或CH2，并且调节红框中的旋钮调节使屏幕中右侧显示的箭头调节至跳动的波形值区间中。
4. 学会横向纵向调零：如纵向调0就是纵向居中，可以按示波器的set to zero按钮。