

# 浙江大学实验报告

专业：材料科学与工程  
姓名：\_\_\_\_\_  
学号：\_\_\_\_\_  
日期：2024.10.8  
地点：东 3-201

课程名称：电路与电子技术实验 I 指导老师：王旂 实验类型：基础规范性实验  
实验名称：含源一端口网络的等效参数 成绩：\_\_\_\_\_  
签名：无

## 一、实验目的

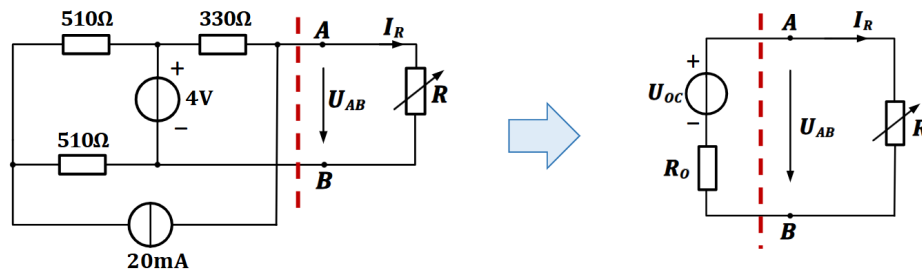
1. 掌握含源一端口网络等效参数及其外特性的测量方法。
2. 验证戴维南定理和诺顿定理。
3. 了解实验时电源的非理想状态对实验结果的影响。

## 二、实验原理

### 1. 戴维南定理

任何一个线性含源一端口网络，总可用一个等效电压源来代替其对外部电路的作用。该电压源的电动势  $U_{OC}$  等于该含源一端口网络的开路电压，其等效内阻  $R_O$  等于该含源一端口网络中各电源均为零时的无源一端口网络的入端电阻，这个结论就是戴维南定理。

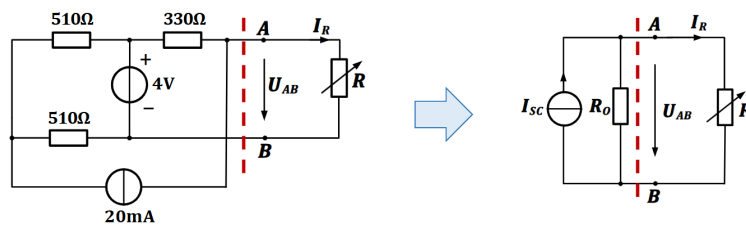
该等效电压源称为戴维南等效支路，其端口伏安特性与原网络外特性完全相同。



### 2. 诺顿定理

如果这个含源一端口网络用一个等效电流源来代替，则其等效电流  $I_{SC}$  等于该含源一端口网络的短路电流，其等效内电导等于该含源一端口网络中各电源均为零时的无源一端口网络的入端电导，这个结论就是诺顿定理。

该等效电流源称为诺顿等效支路，其端口伏安特性与原网络外特性完全相同。



### 3. 开路电压的测量

直接测量法：适用于该网络的等效电阻远小于测量用电压表的内阻。

示零测量法：适用于该网络的等效电阻较大的情况，对测量设备要求高。

两次测量法：适用于该网络不宜开路的情况。

### 4. 短路电流的测量

直接测量法：选用合适的量程和内阻的电流表。

曲线拟合法：适用于该网络不宜短路的情况。

### 5. 等效电阻的测量

直接测量法：去掉电源，用万用表直接测量该无源一端口网络的等效电阻。适用于原网络中电压源内阻较小、电流源内阻较大的情况。

开路电压、短路电流法：计算求得等效电阻。适用于原网络等效电阻较大且短路电流不超过额定值的情况。半电压法：适用场合同上，对测量设备要求高。

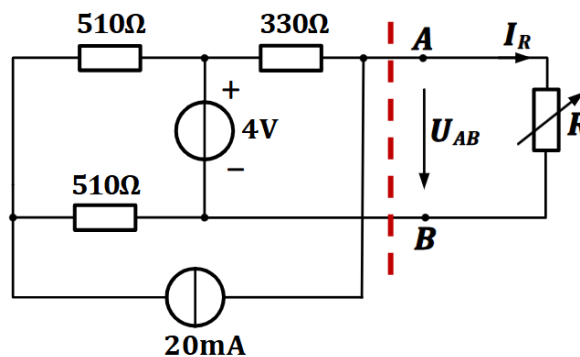
伏安法：选择开路工作点  $(U_{OC}, 0)$  和额定工作点  $(U_N, I_N)$ ，则内阻为  $R_O = \frac{U_{OC} - U_N}{I_N}$

## 三、 主要仪器设备

1. 数字万用表
2. 电工综合实验台
3. DG07 多功能网络实验组件。

## 四、 操作方法与实验步骤

1. 按图接线，改变可调电阻  $R$ ，依次测量  $U_{AB}$  和  $I_R$  的关系曲线。



2. 测量入端电阻：将电流源开路，电压源短路，再将负载电阻开路，用万用表测量 A、B 两点间的电阻，即为该网络的入端电阻  $R_O$ 。

3. 构建戴维南和诺顿等效电路，分别测量  $U_{AB}$  和  $I_R$  的关系曲线。

4. 采用叠加定理，再次测量  $U_{AB}$  和  $I_R$  的关系曲线。（选做）

5. 比较上述不同测量方法的测量结果，对其中的问题给与说明和解释。

## 五、 实验数据记录与处理

### 1. 原始电路 $U_{AB}$ 和 $I_R$ 的关系曲线

$R/\Omega$	0	300	800	1000	3000	8000	$\infty$
$U_{AB}/V$	0	5.30	7.61	8.04	9.59	10.50	11.58
$I_R/mA$	31.5	16.1	9.29	7.20	3.13	1.23	0

Figure 1: 初始实验数据表

其中当  $R$  在 8000 欧姆左右时，独立源无法正常工作，数据不准确，舍去。用剩余数据作图

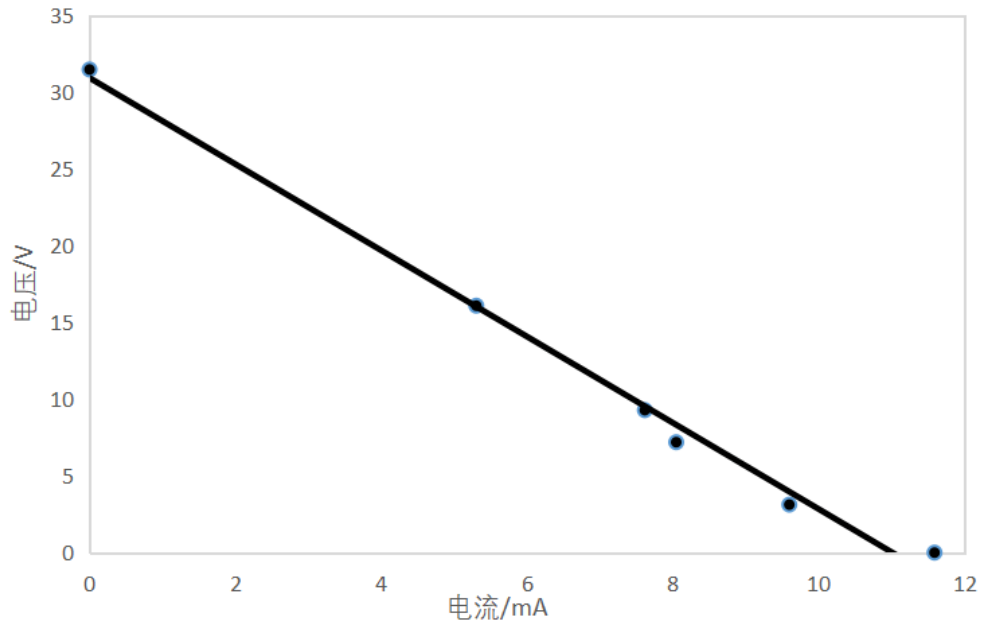


Figure 2: U 和 I 关系曲线

### 2. 测量入端电阻

用数字万用表测量无源一端口网络的入端电阻： $R_{AB} = 328.9\Omega$ 。

### 3. 验证戴维南定理

由计算得，等效后  $U$  即开路电压  $=11.58\text{V}$ ， $R_0=330\Omega$ 。按等效后的电路连接并测量得表格 同理，舍去  $R=8000$

$R/\Omega$	0	300	800	1000	3000	8000	$\infty$
$U_{AB}/\text{V}$	0	5.49	8.19	8.67	10.42	11.12	11.58
$I_R/\text{mA}$	34.2	17.6	9.3	7.9	2.7	0	0

Figure 3: 戴维南等效电路  $U$  和  $I$  实验数据表

欧姆得数据，得图：

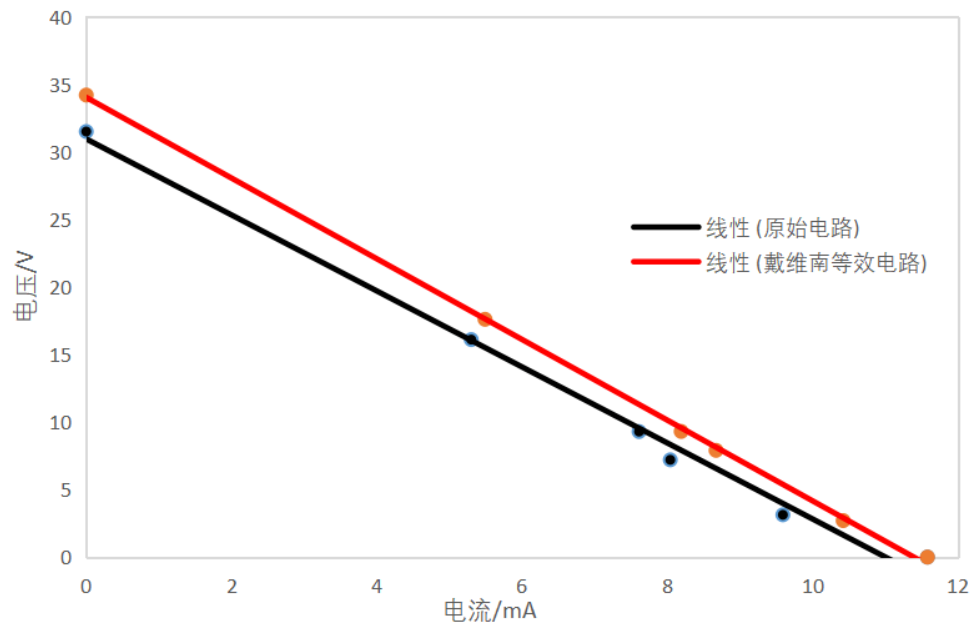


Figure 4: 戴维南等效电路  $U$  和  $I$  实验数据图

#### 4. 验证诺顿定理

由计算得，即开路电压除以入端电阻，等效后  $I=35.1\text{mA}$ ，入端电阻  $R=330\Omega$ 。按等效后的电路连接并测量。

$R/\Omega$	0	300	800	1000	3000	8000	$\infty$
$U_{AB}/V$	0	5.50	8.17	8.69	10.44	11.13	11.58
$I_r/mA$	34.4	17.6	9.25	7.91	2.6	0	0

Figure 5: 诺顿等效电路 U 和 I 实验数据表

舍去数据后作图

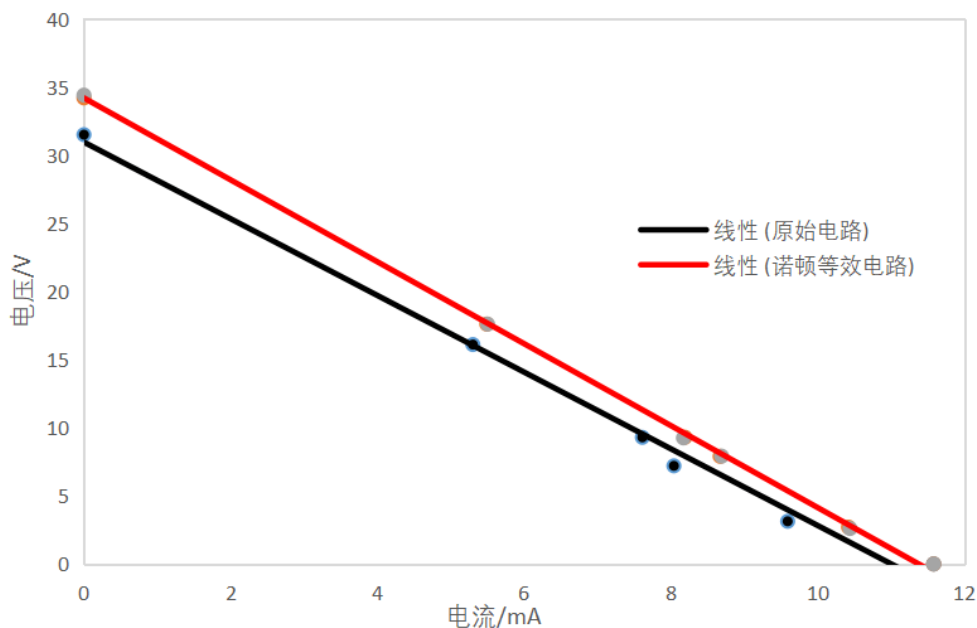


Figure 6: 诺顿等效电路 U 和 I 实验数据图

## 六、实验结果与分析

由以上二图分析可知，等效后电路电压与电流曲线和原电路电压与电流曲线拟合较好，特性一致。在实验测定误差允许的范围内，等效电路与原电路外特性一致。戴维南原理验证成功，即任何含源一端口网络均可等效为一个电压源和一个电阻串联组合，其中电压源  $U_S$  大小就是有源二端电路的开路电压  $U$ ；电阻  $R$  大小是有源电路除去电源的等效电阻  $R_O$ 。诺顿原理同理，等效于一个电流源和一个电阻并联，等效电流就等于这个含源一端口网络的短路电流，其等效内电导等于这个含源一端口网络各电源均为零时的无源一端口网络的入端电导。

实验的主要误差在于，读数时电压表和电流表读数不稳定，电压表和电流表本身的不确定度带来的误差等。在测量原电路时的短路电流时，稍微偏小了些，导致拟合时有一定偏差，原因可能是元器件本身标称值与实际值不符以及电阻箱输出电阻的误差。

## 七、心得与讨论

本次实验通过自己动手验证了戴维南等效定理和诺顿等效定理，对这两个电路重要定理有了更深的理解，并可以更好的应用。

对于电路中的跨接线，要注意有没有连接点，不要被电路图所迷惑，要合适的简化电路以方便实际搭建电路。在本次实验搭建过程中我遇到了较大的问题，一是没有设置合适的电压源过流电流保护值，导致一开始电压源无法正常工作。二是当我设置好合适的电流保护值后，首先怀疑的是电压源本身的问题而没有检查电路，最后经过检查发现是我搭建的电路存在问题，我将电路搭建地太紧密，将电压源和电流表等装置接在同一个格子中，导致有仪器被短路而无法正常工作。

实验过程中直流稳压源不能短路，直流稳流源不能开路。当实验电路中电阻  $R$  大于某值时，电源由向外提供功率转为吸收功率，所以该组数据应当舍去。

对于戴维南定理和诺顿定理的使用条件，（1）戴维南定理和诺顿定理只对外电路等效，对内电路不等效。（2）戴维南定理和诺顿定理只适用于线性的有源二端网络。如果有源二端网络中含有非线性元件时，则不能应用戴维南定理求解。