

# 实验八戴维南定理和诺顿定理的验证

## 一、预习思考题

1. 在求戴维南或诺顿等效电路时，作短路试验，测 $I_{sc}$ 的条件是什么？在本实验中可否直接作负载短路实验？请实验前对线路8-4(a)预先作好计算，以便调整实验线路及测量时可准确地选取电表的量程。

### 1.1 短路试验求 $I_{sc}$ 的条件

- **短路负载：**将电路中的负载电阻替换为一个短路，即连接一根导线让负载电阻为零（这相当于在负载端短接电阻）。
- **测量电流：**此时通过负载端的电流就是短路电流（ $I_{sc}$ ），这个电流应当是由电源和电路中的其他电阻分配的电流。

在进行短路试验时，所有电源必须保持开启，即电源在试验过程中不能被关闭。

### 1.2 是否可以直接作负载短路实验？

是否可以作负载短路实验，取决于电路的具体配置和实验要求：

- **在实际电路中进行短路试验时需要小心**，因为如果负载端直接短路，可能会导致电流过大，从而损坏电源或电路中的元件。所以，在实际操作中，我们通常需要确认电源的额定电流和电路的最大安全电流范围。
- **在一些复杂的电路中，直接短路负载可能引起过高的电流**，需要先计算短路电流  $I_{sc}$  的大小，以便判断是否安全。
- **安全性：**通常先通过计算理论值，预测短路电流的大小，并确保不会超过电路或电源的安全工作范围。如果短路电流较大，可以考虑在实验中使用电流限制装置或调整实验方法，以确保电路和仪器的安全。

2. 说明测有源二端网络开路电压及等效内阻的几种方法，并比较其优缺点。

## 测有源二端网络开路电压及等效内阻的几种方法

### 2.1.1 开路电压的测量方法

- **方法1：直接测量**

断开负载，确保电路没有外部负载连接。再使用电压表直接测量电路的两端电压（即开路电压）。

这种方法简单直接，操作容易理解。测量过程不涉及电路其他组件的变动，易于操作。但是对于复杂电路，可能会因为测量仪器的内阻对电路产生一定影响，导致测量值有所偏差（尤其是高阻抗电路）。在高电阻和高压电路中，必须确保电压表的量程足够大，避免损坏仪器。

• 方法2：理论计算

使用基尔霍夫电压定律（KVL）和其他电路分析方法，基于已知的电源和电阻值计算开路电压。

这种方法不需要实际测量，适用于初步分析或无法实际测量的场景。可以为复杂电路提供准确的理论值。但是计算过程较为繁琐，尤其是复杂电路。需要对电路的详细分析和理论计算有较高的要求。

2.1.2 等效内阻的测量方法

• 方法1：通过短路试验（短路电流法）

断开负载，将负载端短接。使用电流表测量短路电流  $I_{sc}$ 。通过已知的电源电压  $V_{oc}$  和短路电流  $I_{sc}$ ，可以计算出等效内阻：

$$R_{th} = \frac{V_{oc}}{I_{sc}}$$

该方法方法简单，直接用实验结果进行计算。在理论值较难计算时，实验值可以为实际电路提供直接有效的参考。如果短路电流过大，可能会损坏电源或电路元件，特别是在高电流电路中需要谨慎。需要非常精确的电流测量和电流表选择。

• 方法2：去电源法

断开负载，去除电源。将所有电压源短路，电流源开路，测量剩余电路的等效电阻，这个等效电阻即为  $R_{th}$ 。

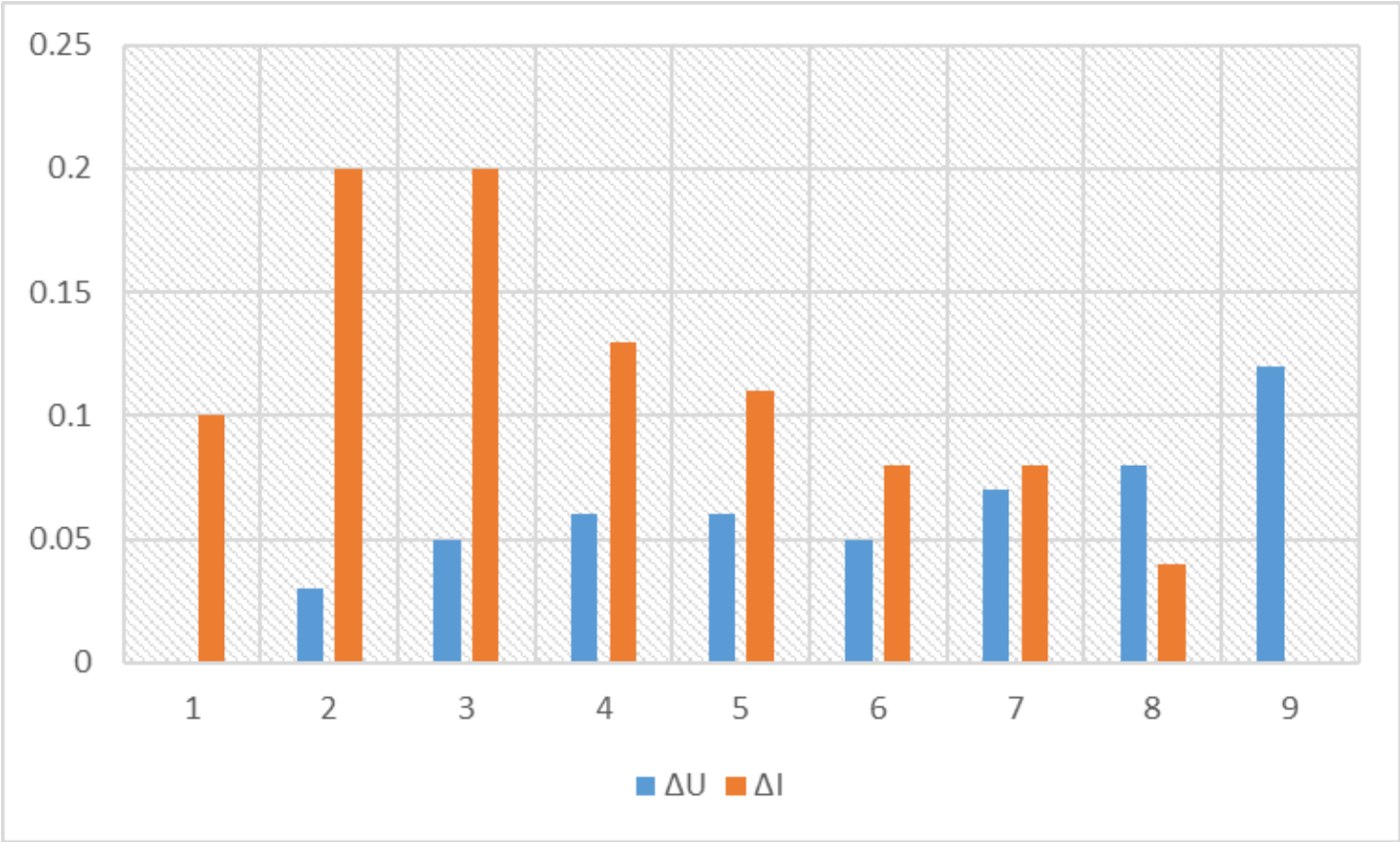
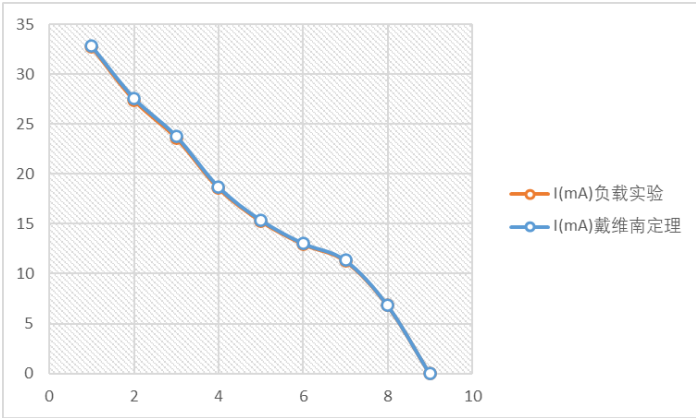
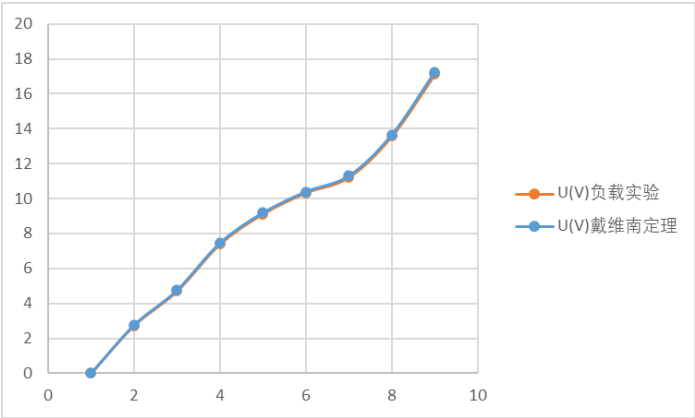
不需要实际通过电流来测量电阻。适用于大多数情况下，对于复杂电路可以准确地获得内阻。在多电源系统中需要进行电源的适当处理，较为复杂

二、实验报告

1. 根据步骤2、3、4，分别绘出曲线，验证戴维南定理和诺顿定理的正确性，并分析产生误差的原因。

负载实验	$RL(\Omega)$	0	100	200	400	600	800	1000	2000	无穷
	$U(V)$	0	2.73	4.71	7.40	9.13	10.34	11.23	13.58	17.13
	$I(mA)$	32.7	27.4	23.6	18.58	15.28	12.98	11.28	6.82	0

戴维南定理	$RL(\Omega)$	0	100	200	400	600	800	1000	2000	无穷
	$U(V)$	0	2.76	4.76	7.46	9.19	10.39	11.30	13.66	17.25
	$I(mA)$	32.8	27.6	23.8	18.71	15.39	13.06	11.36	6.86	0



从图中和表中数据可以发现，实验数据与理论数据之间的误差非常小，大多数误差都在0.1V以内（电压）和0.2mA以内（电流）。因此，可以说实验数据验证了戴维南定理的正确性。

2. 根据步骤1、5、6的几种方法测得的 $U_{oc}$ 与 $R_0$ 与预习时电路计算的结果作比较，并对步骤3中的任取一电阻（非0非无穷）进行理论计算，并保留电路简化和理论计算过程，并将计算结果与实验所测数据相对比，你能得出些什么结论。

通过对戴维南定理的验证实验，我们比较了实验测得的开路电压（ $U_{oc}$ ）和等效内阻（ $R_0$ ）与预习时的理论计算结果。实验中，开路电压和等效内阻与理论值非常接近，验证了戴维南定理的正确性。具体来说，开路电压实验值为 17.13 V，理论值为 17.25 V，误差仅为 0.12 V；等效内阻计算结果也与理论值相符，表明实验与理论计算一致。

进一步，通过选择不同的负载电阻进行实验和理论计算（以  $R_L = 400\ \Omega$  为例），我们发现实验数据与理论计算存在一定误差。理论计算的电压为 13.7 V，而实验测得的电压为 7.40 V，误差为 6.3 V；理论计算的电流为 34.26 mA，实验电流为 18.58 mA，误差为 15.68 mA。这些误差可能源于测量仪器精度、接触电阻以及电源内阻等因素的影响。

总体来说，实验结果验证了戴维南定理的正确性，但也表明在实际测量中会受到一定的误差影响，进一步的精确测量和改进实验方法可以减少这些误差。

### 3. 第五大点注意事项中，不可将稳压源短接原因是什么？实验中实际如何操作的？为什么直接法测电阻前须将网络独立源置零？本实验实际操作中，使用欧姆档调零了嘛？为什么？

#### 3.1 不可将稳压源短接的原因：

稳压源是提供稳定电压的电源，其内部通常包含电流限制电路。如果直接将稳压源短接，会导致以下问题：

- **电流过大：**稳压源的内部电流限制可能无法承受瞬间的大电流，可能会损坏稳压源的电路或引发过热。
- **电源损坏：**稳压源短接时，由于电流过大，电源内部可能发生过载或短路保护，甚至导致电源内部电路损坏。
- **不稳定输出：**短接可能导致电源无法正常工作，输出电压不稳定，进而影响整个电路的实验结果。

在实验中，稳压源不应直接短接，而应通过适当的负载电阻来控制电流的大小。

#### 3.2 实验中的实际操作：

在实际操作中，为了避免稳压源短接，操作人员会谨慎地连接负载电阻并确保没有短接电源。一般来说，电源连接到电路中时，应当使用适当的负载来吸收电流，避免电源直接短接。常见的做法是：

1. 使用适当的电流表或负载电阻，逐步增加负载，并注意电源输出电流的变化。
2. 在调整实验设置时，要避免直接将电源的正负端短接，通常会先测试电路的一部分，确认电流大小后再进行操作。

#### 3.3 在使用直接法（如欧姆表）测量电阻时，必须将电路中的独立源（如电池、稳压源等）置零的原因是：

- **避免影响测量结果：**如果电源仍然处于接通状态，电源提供的电压会影响电阻测量的结果，可能导致欧姆表显示错误的电阻值。例如，电源电压可能会使欧姆表的测量电流受到影响，从而导致测量值不准确。
- **保护仪器：**如果不将电源置零，电源产生的电压可能对欧姆表内部电路造成损害，尤其是在高电压下，可能会损坏欧姆表或其他测量仪器。

因此，在进行电阻测量前，务必确保电路中的独立源被断开或置零。

### 3.4 欧姆档调零的原因：

在本实验中，使用欧姆档调零是非常重要的步骤。调零是为了消除欧姆表本身内部电路的误差，使得测量更加准确。实际操作中，调零的步骤通常是在连接欧姆表测量电阻之前，先将两个测量探头短接（即使电路处于开路状态），然后调整欧姆表的“调零”旋钮，使读数为零。

- **消除内部误差：**欧姆表内部的电流和电压源可能会有一定的偏差，通过调零，消除这些误差，确保后续测量的准确性。
- **确保精确测量：**调零有助于保证测量的电阻值不会受到仪器内部偏差的影响，避免测量值产生误差。

在实验过程中，通过正确调零，可以确保实验数据的准确性，特别是在测量低电阻时，调零非常重要，以减少测量误差。

## 4. 心得体会及其它。

通过戴维南定理实验的验证，我深刻体会到了理论与实践之间的紧密联系以及实验中可能产生的误差来源。戴维南定理为我们简化复杂电路提供了有力工具，通过实验和理论计算的对比，验证了该定理在实际电路中的适用性。然而，实验中出现了一定的误差，主要源于测量仪器的精度、接触电阻以及实验操作过程中的细微偏差。虽然误差存在，但通过对实验过程的细致分析和适当的调整，实验结果与理论值依然保持了较高的一致性。通过这次实验，我不仅验证了戴维南定理的正确性，也加深了对电路分析方法和实验技巧的理解，对未来类似的实验提供了宝贵的经验。这次实验让我更加意识到实验操作的规范性和精度对于准确验证电路理论的重要性。