电路参数测量与戴维南定理

一 实验仪器

1. 可跟踪直流稳定电源（SS1791）

2. 指针式万用表（MF47F），数字万用表（VICTOR 88A）

3. 实验板（1 号实验板）和电阻若干。

二 实验目的

1. 熟悉万用表的使用方法，了解电压表内阻对测量结果的影响；

2. 掌握电源外特性的测试方法，了解电源内阻对电源输出特性的影响；

3. 验证戴维南定理，学习用实验方法测量戴维南等效电路的参数。

三 实验原理

1. 万用表内阻对测量的影响 万用表可作为电压表、电流表和欧姆表，是一款多用途、多量程的电信号测试仪器。

万用表测量电路都具有一定的电阻，在测量过程中，会对被测电路产生影响，使测量结果产生误差。在分析仪表内阻对被测电路的影响时，可根据戴维南定理和诺顿定理，把被测电路用等效电路来代替。下面分别讨论电压表和电流表对测量的影响。

1. 电压表内阻对测量电压的影响

图一为被测电路的戴维南等效电路，图中 为被测电路的戴维南等效参数。电压表内阻 RV =∞时，被测电压值为

(1-1)

电压表内阻 RV ≠ ∞时，被测电压值为

(1-2)

则电压表内阻RV引起的测量误差为ε，

(1-3)

1. 电流表内阻对测量电流的影响

图 1-2(b)为被测电路的诺顿等效电路，其中 为被测电路的诺顿等效参数。电流表内阻 时，被测电流值为

(1-4)

电流表内阻 时，被测电流值应为

(1-5)

则电流表内阻 引起的误差为

(1-6)

1. 电压源外特性

电源的外特性也称伏安特性，是对电源输出端电压（伏）和电流（安）之间关系的描述。

电压源的等效电路如图 1-3(a)所示，由恒定电势 E 和内阻 Ri 串联组成，其输出端电压 U 和输出电 流 I 满足

(1-7)

图 二所示为电压源的伏安特性。对于理想电压源，Ri=0，端电压 U=E，不随输出电流 I 改变， 如图中曲线①所示；对于实际电源，如干电池、电子稳压电源等，其 Ri≠0，输出电压随电流增加而稍许 下降，如图中曲线②所示。内阻不同，电源输出端电压随电流增加而下降的速率不同。外特性曲线斜率 的绝对值就是内阻 Ri，内阻越小，电源外特性越趋于理想，故内阻大小成为衡量电压源特性的重要指标 之一。目前，电子稳压电源的内阻可达毫欧姆数量级。

1. 戴维南定理

戴维南定理：任何一个包含独立电源或非独立电源的线性单口网络，它对外电路的作用可以等效为 一个电压源和电阻的串联组合来等效，如图四所示。其电压源的电压 为网络 a、b 端的开路电压， 电阻 R 是使网络中所有独立电源设为零（把独立电压源短路、独立电流源断开），保留非独立电源，自 a、b 端向网络看进去的等效电阻。

戴维南等效电源参数 可以计算得出，也可由实验测得。测量方法如下：

（1）用高内阻（相对于等效电源内阻而言）电压表可直接测量 a、b 端开路电压 Uab，则 等于Uab，然后用低内阻电流表测量 a、b 端短路电流 Isc，则内阻 = 。

（2）如果线性网络不允许 a、b 端开路或短路（即 a、b 输出端不允许开路也不允许短路），可以测量 外特性曲线，外特性曲线的延伸线在纵坐标（电压坐标）上的截距就是 ，在横坐标（电流坐标）上 的截距就是 ，而 。线性单口网络外特性是一直线，所以只需要知道曲线上任意 两点的坐标值，就可以推导计算出 和 ，计算公式可自行推导。

4. 伏安特性的测量

（1）无源单口网络

改变电源电压 E，可测出一系列 U、I 值， 借以画出伏安特性曲线。但必须考虑电表内阻对测量的影响，按图中虚线箭头所示，改变电压表的连接 位置，可在一定程度上减小测量误差。

1. 有源单口网络

改变负载 ，可测得一组 U、I 值，借以画出外特性曲线。对于有源单口网络，因其内部结构（如有源器件的工作点等），常常不允许输出短路，故在测量时可 根据需要，在负载支路串接一固定的限流电阻。