**实验报告**

课程名称： 电路与模拟电子技术实验 指导老师： 孙晖 实验类型： 验证型

实验名称： 实验1 直流电压、电流和电阻的测量 成绩： 教师签名：

**一、实验目的**

1、掌握直流电源、直流电压表、直流电流表以及数字万用表的使用方法。

2、掌握直流电压、电流和电阻的直接测量方法。

3、了解测量仪表量程、分辨率对测量结果的影响。

4、学习如何正确表示测量结果。

**二、实验内容、实验电路和实验原理**

1、用数字万用表测量电阻。

2、用数字万用表测量电容。

3、用数字万用表和数字直流电压表分别测量直流电压，实验电路如图1所示。

4、用直流电流表测量直流电流，实验电路如图2所示。

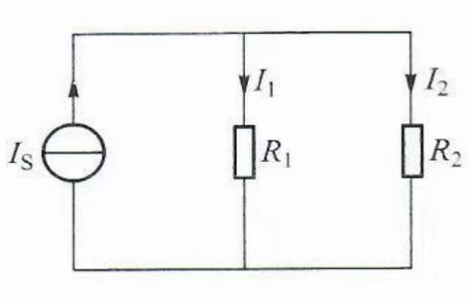
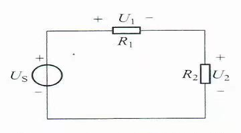


图1直流电压测量电路 图2直流电流测量电路

测量电压时，电压表并联在被测电阻两侧，测量电流时，电流表串联在被测电路中。显然，测量仪表的接入，不可避免的改变了电路原有的工作状况，从而产生测量误差。这种由于仪表内阻引入的测量误差称为方法误差。为了减少方法误差，减少测量仪表的接入对电路结构的影响，一般来讲，电压表的内阻越大越好，而电流表的内阻越小越好。

测量误差估计还要考虑测量仪器精度的影响。

**三、主要仪器设备与实验元器件**

1、直流电压源1台。

2、直流电流源1台。

3、直流电压表1台。

4、直流电流表1台。

5、HY63型数字万用表1台。

6、十进制电阻箱1台。

7、电阻若干。

8、电容若干。

**四、实验步骤与操作方法**

1、用数字万用表测量电阻。

调节十进制电阻箱中旋钮，选择电阻2Ω、50Ω、200Ω、5000Ω、50kΩ，选择数字万用表电阻挡，将红色表棒和黑色表棒分别接到待测电阻的两端，将测得结果和所用量程记入表1。

2、用数字万用表测量电容。

选择电容0.1μF、0.4μF、1μF、47μF、1000μF，配合插件板，选择数字万用表电容挡，将红色表棒和黑色表棒分别接到待测电容的两端，将测得结果和所用量程记入表2。

3、用数字万用表和数字直流电压表分别测量直流电压。

按照实验电路图1连接好实验电路，调节电源电压Us=15V，选择电阻R1的标称值为200kΩ，R2的标称值为50kΩ，分别用数字万用表的直流电压挡和数字直流电压表测量Us、U1、U2，并将测量值和量程记入表3。

1. 用直流电流表测量直流电流。

按照实验电路图2连接好实验电路，设置电流源输出恒定电流Is=1.8mA，将R1和R2同时选用标称值为20Ω或者2kΩ的电阻进行分别两次实验，用直流电流表2mA量程测量，并将测量值记入表4。

**五、实验数据记录和处理**

上述实验数据记入表格如下：

表1 用数字万用表测量电阻

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **电阻标称值/Ω** | 2 | 50 | 200 | 5000 | 50k |
| 测量值/Ω | 2.3 | 49.3 | 200.2 | 4.982×103 | 49.02×103 |
| 量程/Ω | 600 | 600 | 600 | 6k | 60k |

表2 用数字万用表测量电容

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **电容标称值/μF** | 0.1 | 0.47 | 1 | 47 | 1000 |
| 测量值/μF | 0.1003 | 0.4661 | 1.013 | 47.36 | 966.8 |
| 量程/μF | 999.9×10-3 | 999.9×10-3 | 9.999 | 99.99 | 999.9 |

表3 测量直流电压

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Us | U1 | U2 |
| 用数字万用表测量  测量值/量程 | 14.99V/60V | 11.97V/60V | 2.96V/6V |
| 用数字直流电压表测量  测量值/量程 | 15.03V/20V | 11.17V/20V | 2.76V/20V |

表4 测量直流电流

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Is | I1 | I2 |
| R1和R2的标称值均为20Ω | 1.879mA | 0.409mA | 0.407mA |
| R1和R2的标称值均为2kΩ | 1.878mA | 0.921mA | 0.922mA |

1. **实验结果分析**

实验1：

数字万用表测量电阻时的测量误差：

绝对误差分别为：0.3Ω、-0.7Ω、0.2Ω、-18Ω、-0.98kΩ。

相对误差分别为：15%、-1.4%、0.1%、-0.36%、-1.96%。

引用相对误差分别为：0.05%、-0.117%、0.033%、-0.3%、-1.633%。

分析实验产生的测量误差，我们会发现往往被测物体的数值大时，产生的绝对误差会比较大，但是，绝对误差并不反映测量结果的准确度，而相对误差更能反应测量的准确度，相对误差的大小往往由所选量程的适配程度以及仪器科学性所决定。在实验一中我认为产生误差的原因可能有：一、电阻真值与标称值有差异；二、电阻大小与所选量程不适配；三，万用表可能存在设备误差。

实验2：

数字万用表测量电容时的测量误差：

绝对误差分别为：0.0003μF、-0.0039μF、0.013μF、0.36μF、-33.2μF。

相对误差分别为：0.3%、-0.830%、1.3%、0.766%、-3.32%。

引用相对误差分别为：0.03%、-0.39%、0.13%、0.36%、-3.320%。

分析实验产生的测量误差，我们会发现结果与测量电阻具有相似的规律，但是在此实验中因为测电容时，量程会自动更改，且量程都相较适配，所以并未出现实验1中测量电阻2Ω时产生巨大的相对误差的问题，这再一次显示了量程选取对测量结果准确的影响。我认为实验产生测量误差的原因可能有：一、电容真值与标称值有差异；二、万用表可能存在设备误差。

实验3：

数字万用表测量的U1+U2=14.93V，Us=14.99V，二者在误差范围内可以认为相等，满足基尔霍夫电压定律。数字直流电压表测量的U1+U2=13.93V，Us=15.03V，二者也可以认为基本相等，满足基尔霍夫电压定律。

绝对误差分别为：-0.01V、-0.03V、-0.04V。

相对误差分别为：-0.067%、-0.25%、-1.333%。

引用相对误差分别为：-0.017%、-0.05%、-0.067%。

数字直流电压挡测量误差：

绝对误差分别为：0.03V、-0.83V、-0.24V。

相对误差分别为：0.2%、-6.917%、-8%。

引用相对误差分别为：0.15%、-4.15%、-1.2%。

分析本实验产生误差的原因，我认为可能有这几点：一、实际电压值与理论值本身存在差异；二、电压表的内阻影响测量结果；三、电源可能具有内阻。

在实验中我们会发现数字万用表测量出的数据更加贴近理论值，在这里我猜测可能是两个仪器的内阻不同导致的实验测量准确度不同，因为电压表的内阻需要尽可能的大，只有电阻大才能导致分流小，才可能对实际值的影响减到最小。根据仪器规格可以得知数字万用表的内阻为10MΩ，而数字直流电压表在20V量程只有500.2kΩ，相比之下，明显数字万用表的内阻更大，这样分流才少，对并联到电路中对实际电路的影响才能尽可能减少，也因此数字万用表所测量的数据更加接近理论值。据此，我们也可以得知测量仪表的内阻对测量结果是具有一定影响的。

实验4：

电阻选用20Ω时，I1+I2=0.816mA，Is=1.879mA，发现完全不满足基尔霍夫电流定律，后续会进行原因分析。电阻选用2kΩ时，I1+I2=1.843mA，Is=1.878mA，发现在误差允许的范围之内可以认为两者基本相等，满足基尔霍夫电流定律。

对于此实验，我认为电阻选取为20Ω时，产生较大测量误差，导致基尔霍夫电流定律不满足的原因在于电流表的内阻，我们从仪器规格可以看到直流电流表量程选择为2mA时，内阻达到了51Ω，这个串联在20Ω的内阻中，会对支路的总电阻带来较大的影响，我们对此进行粗略的计算，当电流表与R1所在之路串联时，支路总电阻变为71Ω，根据电压相等，我们可以推出两个支路的电流比大致为20：71，那么计算得出I1=1.879mA×20÷91=0.413mA，则I2=1.466mA，可是我们只记入了I1的电流。而当电流表接入R2时，也会发生相同情况，其实我们发现这两次测量其实是在两个完全不同的电路中进行的，而取结果时，我们各取了两次中的一支，这是有悖于实验原理的，所以最终导致实验结果偏差较大。而当两个电阻都选择为2kΩ时，电流表的内阻51Ω远小于2kΩ，当它无论接入哪个电阻的支路中，对整个电路的影响都基本不大，两个支路电阻的比值基本维持在1：1，接入电流表的前后电路基本相同，那么此时测出的电流便是符合实验原理的，因此比较准确，这就是为什么第一次与第二次两个实验中得出结论大相径庭的原因。

对此我们可以通过改变量程的方法来减少误差，我们知道当电流表的量程选到200mA和2A时，内阻分别为0.51Ω和0.05Ω，那么这两个的内阻都远小于20Ω，串联进支路对支路电阻的影响就是微乎其微的，所以对电路的改变也不大。但是我们还要同时考虑到量程的选择对测量结果准确度的影响，因此200mA我认为是最合适的。

我们通过这个实验可以得知根据实验电路来选择适宜的量程是很有必要的，盲目追求合适大小的量程不一定对实验有帮助。

**七、讨论、心得**

在完成本次实验之后，我更加清晰得认识到量程的选择是需要技术的。首先量程并不是越大越好，越大的量程，分辨率越大，就会导致显示数据之间的间隔较大，相较于小数据的待测物体，这点间隔显然会对测量结果带来巨大的影响，因此适合的量程才是最好的。但是只考虑量程，并不能完全适应实验的要求，我们需要学会对不同的实验电路做出不同的选择，我们需要考虑仪表的内在对外部电路的影响，那么内阻就是一个比较重要的因素，当我们所选的“好量程”，但是内阻会对实验电路带来巨大影响时，我们就需要思考是不是得舍弃这个“好量程”，转而选择那些不会对实验电路带来巨大影响、看起来不那么适合的量程。当然，在此次实验当中，我也学习到了很多实验仪器的使用方法以及对实验数据误差的分析方法，这也给我未来能够更加高效地完成实验给予了莫大地帮助。