实验三　基本电学量的测量

一、电磁学实验中常用仪器简单介绍

1．电源

（1）直流电源。

直流稳压电源：直流稳压电源的特点是内阻小，输出功率较大，电压稳定性好，而且输出电压连续可调，使用十分方便，它的主要参数是最大输出电压和最大输出电流，如 DH1718C 型直流稳压电源最大输出电压为 30V，最大输出电流为 5A。

2、几种常用仪表介绍

1)．电表的分类

（1）按电表使用时要求通过的电流种类来分，有以下三种：直流电表（只能用于直流电路中）；交流电表（只能用于交流电路中）；交直流两用电表（可用于交流电路中，也可用于直流电路中）。

（2）按照电表的工作原理来分，则有以下几种：磁电式、电磁式、电动式和感应式等等。

2)．电表

电表的种类很多，在电学实验中，以磁电式电表应用最广，实验室常用的是便携式电表。磁电式电表具有灵敏度高，刻度均匀，便于读数等优点，适合于直流电路的测量，其结构可以简单地用图 2－2－1 表示，

永久磁铁的两个极上连着带圆孔的“极掌”，极掌之间装有圆柱形软铁制的铁芯，极掌和铁芯之间的空隙有很强的均匀磁场，磁力线以圆柱的轴线为中心呈均匀辐射状且垂直于软铁铁芯的圆柱面。在圆柱形铁芯和极掌间空隙处放有长方形线圈，两端固定了转轴和指针，当线圈中有电流通过时，在电磁力矩的作用下发生偏转，同时固定在转轴上的游丝产生反方向的扭力矩。当两者达到平衡时，线圈停在某一位置，偏转角的大小与通入线圈的电流成正比，因此根据偏转的角度就可以确定通过的电流大小，而且电流方向不同，线圈的偏转方向也不同。

实验室用的直流电表大部分是磁电式电表，它由表头与扩程电阻两部分组成。表头的作用是将通过它的电流变成指针或光点的偏转;扩程电阻的作用是将超过表头量程的那部分电流（或电压）进行分流（或分压）。

其表头的主要规格：

a.满度电流：指针偏转指到满度时，线圈所通过的电流值。以 I_g 表示，一般表头满度电流为 50μA，100μA，200μA，和 1mA。

b.内阻：主要指图 3-0-1 中偏转线圈的电阻。以 R_g 表示，表头内阻由几十欧姆至数千欧姆。表头满度电流愈小，内阻愈大。

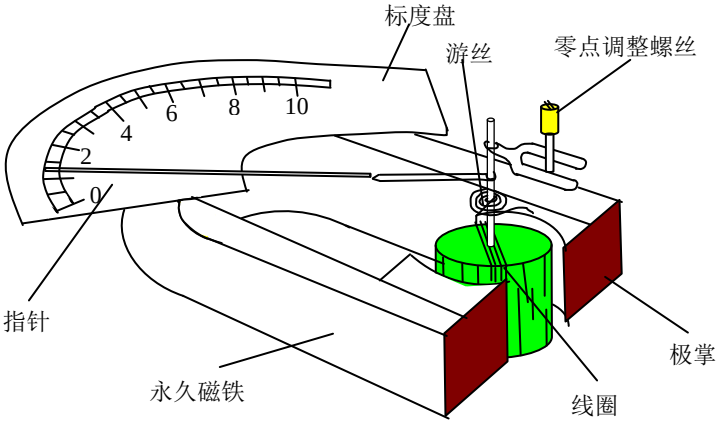


图 2－2－1

（1）灵敏电流计（检流计）

灵敏电流计的特征是指针零点在刻度中央，便于检测不同方向的直流电流。灵敏电流计常用在电桥和电位差计的电路中作平衡指示器，用来检测电路中有无电流，故又称检流计。可测量的电流通常为几微安到几十个微安。常有检流计有数字检流计、光斑反射式检流计和指针式检流计。我们实验室中主要是指针式和数字检流计。指针式检流计在调零后没有电流通过时，指针指零，有微弱电流时将根据电流流向作相应的偏转，大电流容易烧毁检流计，因此有些指针式检流计装有常开按键开关，自由状态时，检流计断开，指针指向零点，按下开关才接入电流用于检测有无电流，既安全又方便。数字检流计没有指针，只能通过显示数字的正负来判断电流流向，显示为零时表示检流计几乎没有电流通过。

（2）直流电流表

物理实验中常用的直流电流表是磁电式电流表，电流表头指针偏转格数 n 与流过的电流大小之比称为**电流灵敏度**，记作 $S_I = \frac{n}{I}$。S_I 越大，电流表越灵敏。电流表可测电流的最大值，

也就是表盘上满刻度对应的电流数值，称为电流表的**量程**，记作I_m。通过表头的电流实际是经由线圈和游丝流过的，线圈和游丝的电阻就是表头的内阻，记作R_g。

直流电流表是用来测量直流电路中的电流的。根据测量电流量程大小的不同，可分为安培表（A)、毫安表（mA）和微安表（μA)，电流表是由表头的两端并联一个适当的分流电阻而构成的，如图 4－0－4 所示。它的主要规格是：

1）量程：即指针偏转满度时的电流值，安培表和毫安表一般都是多个量程。

2）内阻：一般安培表的内阻在 0.1Ω以下。毫安表、微安表的内阻可从 100—200Ω到 1000—2000Ω之间。

（3）直流电压表

一个电流表串联一个阻值较大的电阻就构成电压表。电压表的主要参数有电压灵敏度、内阻、量程、准确度等，其中量程U_m和准确度等级α的含义与电流表相似。电压灵敏度

$S_U = \dfrac{n}{U}$。直流电压表是用来测量直流电路中两点之间电压的。根据电压大小的不同，可分为毫伏表（mV）和伏特表（V）等。如图 4－0－3 所示，它的主要规格是：

1）量程：即指针偏转满度时的电压值。例如伏特表量程为 0—7.5V—15V—30V，表示该表有三个量程，第一个量程在加上 7.5 伏电压时指针偏转满度，第二、三个量程则表示加上 15 伏、30 伏电压时指针偏转满度。

2）内阻：即电表两端的电阻，阻值一般都很大，但是同一伏特表不同量程内阻也不同。例如 0—7.5V—15V—30V 伏特表，它的三个量程内阻分别为 1500Ω，3000Ω，6000Ω，但因为各量程的每伏欧姆数都是 200Ω／V，所以伏特表内阻一般用Ω／V 统一表示，可用下式计算某量程的内阻。

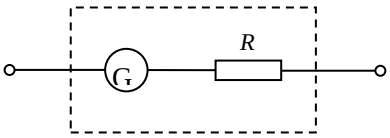


图 2－2－2

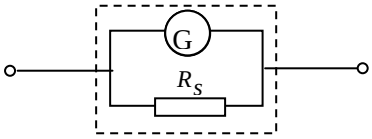


图 2－2－3

内阻＝量程×每伏欧姆数

2．电表误差

1）电表测量产生的误差主要有两类：

仪器误差：由于电表结构和制作上的不完善所引起，例如轴承摩擦，分度不准，刻度尺

划的不精密，游丝的变质等原因的影响，使得电表的指示与其值有误差。

附加误差：这是由于外界因素的变动对仪表读数产生影响而造成的。外界因素指的是温度、电场、磁场等。

当电表在正常情况下（符合仪表说明书上所要求的工作条件）运用时，不会有附加误差，因而测量误差可只考虑仪器误差。

2）误差定义

（1）绝对误差

我们把多次测量的算术平均值 N 近似地当成被测量的真值（实际值），则算术平均值与各次测量值的绝对误差用 ΔX 表示。

$\Delta X_1 = \left|\overline{X} - X_1\right|$ 叫做第一次测量的绝对误差，其中 X_1 是第一次测量值（即电表的读数）。

$\Delta X_2 = \left|\overline{X} - X_2\right|$ 叫做第二次测量的绝对误差。

$\Delta X_k = \left|\overline{X} - X_k\right|$ 叫做第 k 次测量的绝对误差。

（2）相对误差

绝对误差与被测量的真值的比值叫做相对误差，通常用百分数来表示

$$E = \frac{\left|\overline{X} - X_k\right|}{\overline{X}} \times 100\%$$

E 是第 k 次测量的相对误差。

（3）引用误差和电表的标称误差

引用误差是一个简便而实用的相对误差。它是绝对误差与电表的量程的比值，一般用百分数来表示。

$$E_m = \frac{\left|\overline{X} - X_k\right|}{X_m} \times 100\%$$

其中 N_m 是电表的量程，E_m 是引用误差，如果在 n 次测量中某次测量的绝对误差最大，则该次的引用误差叫做最大引用误差；即

$$\text{最大引用误差} = \frac{\text{最大绝对误差}}{\text{量程}} \times 100\%$$

最大引用误差又叫做标称误差，电表的等级就是由最大引用误差来决定的。按准确度分，一般的电表可分为七个等级，分别是 0.1、 0.2、 0.5、 1.0、 1.5、 2.5、 和 5.0 等。

电表的准确度等级α与其最大引用误差的对应关系如表 1.3 所示

表 2-1-3 电表的等级与最大引用误差的关系

电表的等级	最大引用误差
0.1	0.1%
0.2	0.2%
0.5	0.5%
1.0	1.0%
1.5	1.5%
2.0	2.0%
2.5	2.5%

很显然电表的级数越小，电表的最大引用误差也越小，即电表的准确度越高；反之越低。如果在测量中得到电表在某量程的最大引用误差是 1.2%，由于 1.0＜1.2＜1.5 说明电表达不到 1.0 级，故该电表属于 1.5 级。

3）电表的测量误差与电表等级的关系

例如：用量程为 7.5 伏的伏特表测量时，表上指针的示数为 6.39 伏，若表的等级为 0.5 级，读数结果应如何表示？

$$\text{仪器误差}\Delta V_{\text{仪}} = \text{量程}\times\text{表的等级\%} = 7.5\times 0.5\%$$

$$= 3.75\% = 0.04(\text{伏})(\text{误差取一位})$$

$$\text{相对误差}\quad E_V = \frac{\Delta V}{V} = \frac{0.04}{6.39} = 1.00\%$$

由于用镜面读数较准确，可忽略读数误差，因此绝对误差只用仪器误差。读数结果为：

V=（6.39±0.04）伏

4）根据电表的绝对误差确定有效数字

例如，用量程为 15 伏，0.5 级的伏特表测量电压时，应读几位有效数字？

根据电表的等级数和所用量程可求出：

ΔV=15×0.5%=0.08（伏）

故读数值时只需读到小数点后两位，以下位数的数值按数据的舍入规则处理。

（4）使用直流电流表和电压表应注意

1）电表的连接及正负极不可接反：直流电流表应串联在待测电路中，并且必须使外电流从电流表的“＋”极流入，从“－”极流出。

2）电表的零点调节：使用电表之前，应先断开电路小心调节电表面板上的零点调节螺

丝，使指针指向零点位置。

3）电表的量程：在不知道测量值范围的情况下，应先试用最大量程，根据指针偏转的情况再改用合适的量程。正确选择电表的准确度等级和量程。在使用电表时可根据电表的准确度等级α求出测量值 X 的可能最大相对误差

$$E_m = \frac{\Delta X_m}{X} = \alpha\% \cdot \frac{X_m}{X}$$

由上式看出，当被测量值比选用的电表量程小很多时，测量误差将会很大。这点在使用电表时要特别注意。

在不知道被测电流或电压大小的情况下，应选用电表的最大量程，根据指针偏转情况逐渐调到合适的量程。

4）视差问题：读数时，应使指针和它在平面镜中的象相重合，这样才能保证没有视差。读数时一般根据电表最小刻度可分的份数决定估读到最小刻度的 1/4～1/10。

3．电阻

实验室常用的电阻除了有固定阻值的定值电阻以外，还有电阻值可变的电阻，主要有电阻箱和滑线变阻器。

（1）电阻箱

电阻箱的内部有一套用锰铜线绕成的标准电阻按图 2-2-5（*a*）联接，它的外形如图 4－0－5（*b*）所示。旋转电阻箱上的旋钮，可以得到不同的电阻值。在图 2-2-5（*b*）中，每个旋钮的边缘都标有数字 0、1、2、… 9，各旋钮下方的面板上刻×0.1、×1、×10、…、×10000 的字样，称为倍率。当每个旋钮上的数字旋到对准其所示倍率时，用倍率乘上旋钮上的数值并相加，即可得到实际使用的电阻值。如图 2－2－5 所示的电阻值为：

$$R = 8\times10000 + 7\times1000 + 6\times100 + 5\times10 + 4\times1 + 3\times0.1 = 87654.3\ (\Omega)$$

电阻箱的规格是：

1）总电阻：即最大电阻，如图 4－0－5 所示的电阻箱总电阻为 99999.9Ω。

2）额定功率：即为电阻箱每个电阻的功率额定值，实验室中一般电阻箱的额定功率为 0.25W，可以由它计算额定电流。如×100 档，是指每个 100Ω电阻的额定功率。因此指示 500Ω与 600Ω允许通过最大电流的电流都是

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{0.25}{100\Omega}} = 0.05A$$

可见，电阻值愈大的档，允许通过的电流愈小。过大的电流会使电阻发热，从而使电阻

值不准确，甚至烧毁。下表相应各档容许通过的电流值如下列表：

旋钮倍率	×0.1	×1	×10	×100	×1000	×10000
容许负载电流(安)	1.5	0.5	0.15	0.05	0.015	0.005

3）电阻箱的等级：电阻箱根据其误差的大小分为 0.02，0.05，0.1，0.2 等这些等级，它表示电阻值相对误差的百分数。例如 0.1 级，当电阻为 98654.3Ω时，其误差为 87654.3×0.1%≈98.6Ω。这也称为电阻箱的标称误差。

一般电阻箱面板上方还有 0，0.9Ω，9.9Ω，9999.9Ω四个接线柱，0 分别与其余三个接线柱构成电阻箱在使用过程中的三种不同调整范围。使用时，可根据需要选择适当的范围，电阻箱的总误差为标称误差和接触电阻误差之和。电阻箱主要用于电路中需要准确电阻值的地方。它还有可以很方便地改变阻值的优点。但因为额定功率很小，一般不用它控制电路中较大的电流或电压。

电阻箱读数为各档示值与倍率乘积之和。该型电阻箱在室温 20°C 的准确度见表 1.4（表中的 a 为准确度等级）：

表 2-2-4　　电阻箱在室温 20°C 的准确度

9×	10000Ω	1000Ω	100Ω	10Ω	1Ω	0.1Ω
a%	0.1%	0.1%	0.5%	1%	2%	5%

电阻箱的误差主要包括电阻箱的基本误差和零电阻误差两个部分。零电阻值包括电阻箱本身的接线、焊接、接触等产生的电阻值。

电阻箱的准确度 a%各档不同，均标在铭牌上，其允许基本误差 ΔR 为

$$\Delta R = R \times a\%$$

R 为电阻箱读数。

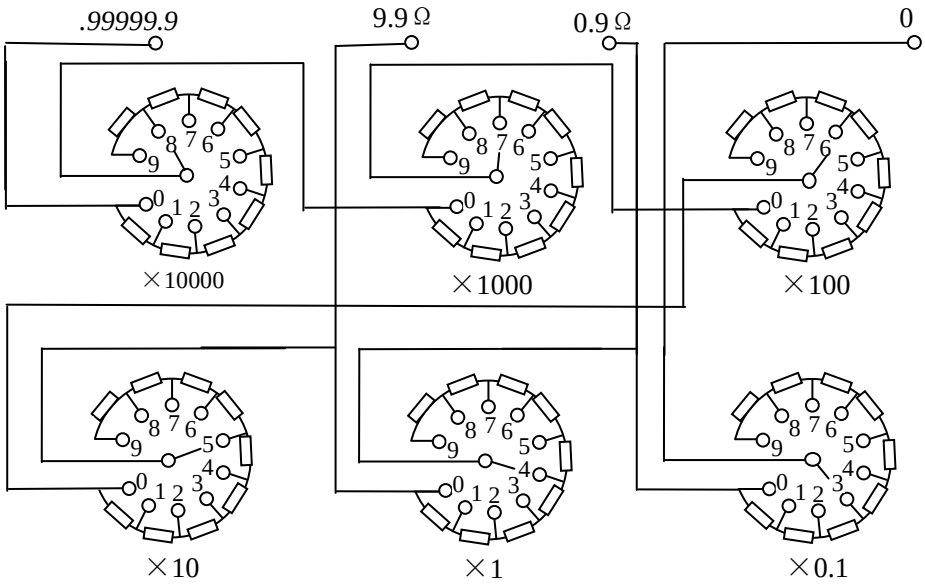


图 2－2－5（*a*）

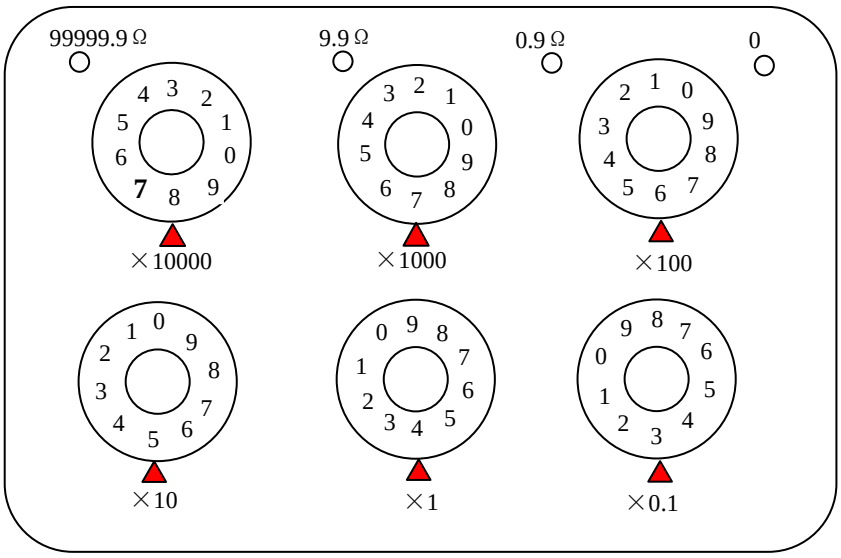


图 2－2－5（*b*）

（2）滑线变阻器

滑线变阻器的结构如图 2－1－3 所示，电阻丝密绕在绝缘瓷管上，电阻丝上涂有绝缘物，各圈电阻丝之间相互绝缘。电阻丝的两端与固定接线柱 *A*、*B* 相联，*A*、*B* 之间的电阻为总电阻。滑动接头 *C* 可以在电阻丝 *AB* 之间滑动，滑动接头与电阻丝接触处的绝缘物被磨掉，使滑动接头与电阻丝接通。*C* 通过金属棒与接线柱 *C*′ 相连，改变 *C* 的位置，就改变 *AC* 或 *BC* 之间的电阻值。使用滑线变阻器，虽然不能准确地读出其电阻值的大小，但却能近似连续地改变电阻值。

滑动变阻器的规格：

1）全电阻：AB间的全部电阻值。

2）额定电流：滑线变阻器允许通过的最大电流。

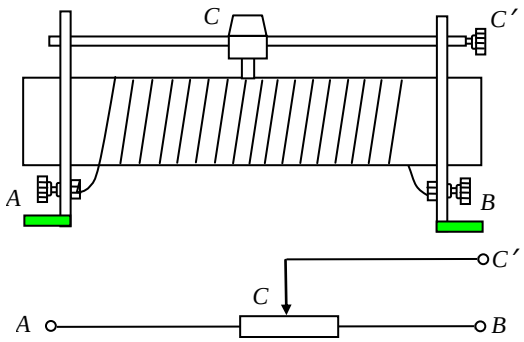


图 2－2－6

电路中滑线变阻器有两种用法：

1）限流电路

如图 2－1－4 所示，A、B两接线柱使用一个，另一个空着不用。当滑动 C时，AC间电阻改变，从而改变了回路总电阻，也就改变了回路的电流（在电源电压不变的情况下）。因此滑线变阻器起到了限制（调节）线路电流的作用。

为了保证线路安全，在接通电源前，必须将 C滑至 B端，使 R_{AC}有最大值，回路电流最小。然后逐步减小 R_{AC}值，使电流增至所需要的数值。限流电路的特点：简单、省电、但可

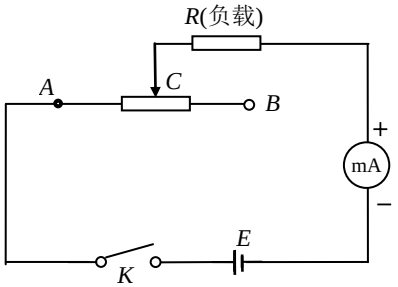


图 2－2－7

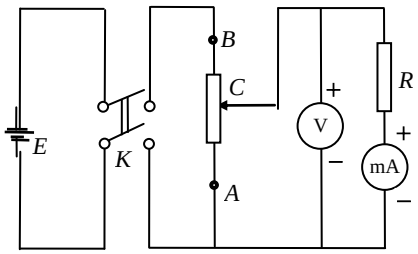


图 2－2－8

调节范围小。

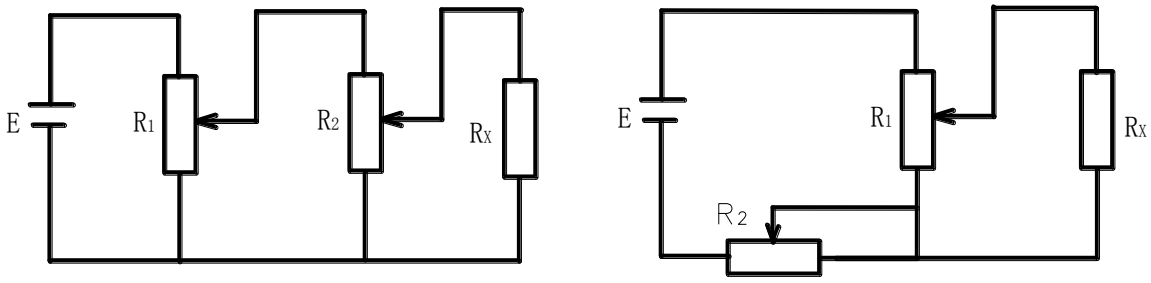
2）分压电路

如图示 2－1－5 所示，滑线变阻器两端 A、B 分别与开关 K 两接线柱相连，滑动头 C 和一固定端 A 与用电部分连接。接通电源后，AB 两端电压 V_{AB} 等于电源电压 E 。输出电压 V_{AC} 是 V_{AB} 的一部分，随着滑动端 C 位置的改变，V_{AC} 也在改变。当 C 滑至 A 时，输出电压 V_{AC} ＝0；当 C 端滑至 B 时，V_{AC}＝V_{AB}，输出电压最大。所以分压电路中输出电压可以调节在从零到电源电压之间的任意数值上，为了保证安全，接通电源前，一般应使输出电压 V_{AC} 为零，然后逐步增大 V_{AC}，直至满足线路的需要。滑线变阻器用作限流时，通电前必须把阻值调到最大；作分压器时，通电之前必须把输出分压调到最小位置。

分压电路的特点：调节范围大，电压变化的线性好，但较费电。

3．粗调与细调

实验中会发现只用一个滑线电阻有时很难调节到位。为此，可增加一个阻值较小的滑线电阻作为细调，如下图所示。



(a)　双分压电路　　(b)　分压+限流电路

小型的变阻器又称为电位器，它在电子线路等电路中有着广泛的应用，其规格型号有许多种。电位器如图 1－4 所示，其中 *A*、*B*、*C* 头与滑线变阻器 *A*、*B*、*C* 点相对应。功率从零点几瓦至数瓦。使用时勿超过它的额定功率，否则容易烧坏。

4、数字仪器

数字仪表是一种新型的电测仪表，在测量原理、仪器结构和操作方法上都与指针式电表不同，数字仪表具有灵敏度高、准确度高、测量速度快的优点。常有的有数字电压表和电流表，其主要规格是：量程、内阻和精确度。数字电压表内阻很高，一般在 MΩ 以上，要注意的是其内阻不能用统一的每伏欧姆数表示，说明书上会标明各量程对应的内阻。数字电流表具有内阻低的特点。在实验中一般根据数字仪器的准确度和精度，去数字仪器的分度值为数字仪器的仪器误差。

数字万用表

请注意检查数字万用表电池情况，将电源开关 POWER 按下，如果显示屏显示 [－+] 符号，则表示电池不足，需要更换电池后再使用。

请注意测试表笔插孔旁的 警告符号⚠，测试电压和电流不要超过其指示数字，在使用数字万用表测量前要先确保将量程开关置于你想测量的 相应档位上，否则可能损坏万用表。

4.1 直流电压测量 V －

（1）将黑表笔插入 COM 插孔，红表笔插入 V/Q/Hz 插孔。

（2）将功能/量程开关置于直流电压 V－量程范围，将表笔**并接**在被测负载或信号源上。显示屏在显示电压读数时，红表笔所接端的 极性也将同时显示出来。

注意：

a、在测量之前如果不知被测电压范围，应将功能/量程开关置于最高量电压档并逐档调低。

b、如果显示屏只显示“1”或“OL”时，说明被测电压已超过量程，功能/量程开关需调高一档。

c、不要输入高于 1000V 电压，虽然有可能得到读数，但有损坏仪表内部线路的 危险。

d、特别注意在测量高压时避免触电。

4.2 交流电压测量 V ~

（1）将黑表笔插入 COM 插孔，红表笔插入 V/Q/Hz 插孔。

（2）将功能/量程开关置于交流电压测量 V ~ 量程范围，将表笔**并接**到被测负载或信号源。

注意：

a、在测量之前如果不知被测电压范围，应将功能/量程开关置于最高量程档并逐档调低。

b、如果显示器只显示“1”或“OL”时，说明被测电压已超过量程，功能/量程开关需调高一档。

c、不要输入高于 700V 电压，虽然有可能得到读数，但有损坏仪表内部线路的 危险。

d、特别注意在测量高压时避免触电。

4.3 直流电流测量 A -

（1） 将黑表笔插入 COM 插孔，当被测电流在 200mA 以下时红表笔插入 200mA 插孔；如被测电流在 200mA～10A 之间，则将红表笔插入 10A 插孔。

（2） 将功能/量程开关置于 A -量程范围，测试笔**串入**被测电路中，在显示电流读数时，红表笔所接端的 极性也将同时显示出来。

4.4 交流电流测量 A ~

（1） 将黑表笔插入 COM 插孔，当被测电流在 200mA 以下时红表笔插入 200mA 插孔；如被测电流在 200mA～10A 之间，则将红表笔插入 10A 插孔。

（2） 将功能/量程开关置于 A ~ 量程范围，测试笔**串入**被测电路中。

注意：

a、在测量之前如果不知被测电流范围，将功能/量程开关置于最高量程档并逐档调低。

b、如果显示屏只显示“1”或“OL”时，说明被测电流已超过量程，功能/量程开关需要调高一档。

c、200mA 插孔输入过载时会将内装保险丝熔断，须予以更换，保险丝规格为 0.2A/250V，几何尺寸为 Φ5×20mm。

d、10A 插孔无保险丝，测量时间应小于 10 秒，一避免线路发热影响准确度。

4.5 电阻测量 Ω

（1） 将黑表笔插入 COM 插孔，红表笔插入 V/Q/Hz 插孔。

（2） 将功能/量程开关置于 Ω 量程范围，将测试笔跨接到待测电阻上。

注意：

a、当输入端开路时，显示屏显示为过量程状态即显示“1”或“OL”。

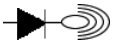
b、当被测电阻>1MΩ以上时，仪表需数秒后方能稳定读数，对于高电阻的 测量这是正常的 。

c、检测在线电阻时，须确认被测电路已关断电源同时电容以放完电，方能进行测量。

d、两只手不能同时接触两根表笔的 金属杆、或被测电阻两根引脚，以避免干扰。

4.6 通断测试

（1） 将黑表笔插入 COM 插孔，红表笔插入 V/Ω/Hz 插孔。

（2）将功能/量程开关置于  量程范围，将测试笔跨接在欲检查之电路两端上。

（3） 若被检查两点之间的 电阻值小于约 50Ω 蜂鸣器便会发出声响。

注意：

a、当输入端开路时，显示屏显示为过量程状态即显示“1”或“OL”。

b、被测电路必须在切断电源状态下检查通断，因为任何负载信号将会使蜂鸣器发声，导致错误判断。

使用万用电表时应注意：

（1）无论测电流还是电压，为了仪表的安全，都要对待测的量进行估计，然后选择合适的量程。若无法对待测量的大小作出估计，则应选择最大量程试测。

（2）测电流和电压时，万用电表的正端表笔应接电路中电位较高端，负端表笔接电位低端。

（3）使用电压档测电压时应与被测元件并联，使用电流档测电流时应与被测元件串联。

（4）不可用欧姆表测带电的电阻，不得测额定电流极小的电阻（例如灵敏电流计的内阻）。

（5）测量时，不得双手同时接触两个表笔的

三、电磁学实验操作程

1．准备。2．连线。3．检查。4．通电。5．实验。6．安全。

【实验目的】

1．了解电磁学实验基本仪器的性能和使用方法；

2．掌握电磁学实验的操作技能和安全知识；

3. 熟练掌握限流和分压线路原理及接线方法

4．能初步分析实验中存在的系统误差及误差处理的方法，掌握电表不确定的计算方法。

【实验仪器】

直流稳压电源，电流表，电压表，电阻箱，滑线变阻器，万用表，开关等。

【实验内容及步骤】

1.熟悉各种仪器的性能、规格、表上符号的含义、使用方法和注意事项正确记录仪器型号、规格。试讨论电表的误差和等级，准确读数。

2.万用表的使用

1） 测量直流电源端电压

2） 将三只电阻箱 R_1、R_2、R_3 的阻值分别旋至 20Ω、200Ω、2000Ω，然后用万用电表饿的欧姆档测量它们的阻值，并计算电阻箱上这些电阻值的仪器极限误差根据你对电阻箱的观察和了解，说明使用电阻箱几档联用时它的额定电流、允许基本误差 ΔR 的计算方法（

3） 按下图连接电路，接通电源后，用直流电压档测量各电阻上的电压 U_1、U_2、U_3；用

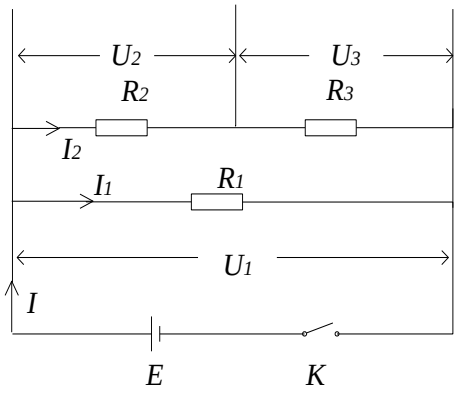


图2-2-11

直流电流档测量电流 I、I_1、I_2。

4） 用交流电压档“250V”档测量市电电压。

3、 限流器练习

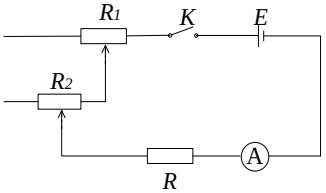


图 限流电路图

1） 按图制流电路连接电路，

2） 记下和总阻值,调节和,并观察电流表,弄清和的作用有什么不同\怎样正确使用.,

3） 通过滑线变阻器调节电路中的电流数值使电流表的示值分别为表盘的 1/3 量程,1/2 量程和 2/3 量程，据电流表级别分别计算出各测量值的相对误差。（R 取 100Ω）

4、分压器练习

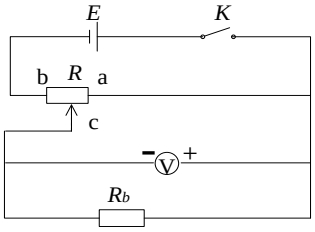


图　分压电路图

1）按分压电路连接电路。

2）滑动,观察电表,体会分压器的作用

3） 通过滑线变阻器调节 R 上的电压数值，使电压表的示值分别为表盘的 0V、1.0V、2.0V、3.0V、4.0V、5.0V 据电压表级别分别计算出各测量值的相对误差。

【数据记录与处理】

表 1：实验主要仪器记录表

仪器名称	型号	级别	量程	最小刻度	仪器极限误差	用途
电压表						
电流表						
电阻箱						
滑动电阻						

表 2：万用表测量数据记录表

测量内容	直流电源电压	20	200	2000	市电电压
测量值					
仪器极限误差					
最大电流					

表 3:万用表测量数据记录表

电流				
测量值				
电压				
测量值				

表 4:限流电路记录表

	1/2 量程	1/3 量程	2/3 量程
测量值			
不确定度			
相对不确定度			

表 4:分压电路记录表

电压值	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
不确定度					
相对不确定度					

【思考题】

1. 如何选择电学仪器和实验电路？

2. 用一个量程是 10mA、0.5 级的毫安表测量电流一次，设读数是 8mA，这时可能产生 B 类不确定度是多少？相对不确定度是多少？再用此表测量另一电流，读数是 10mA，重新回答上面问题，并作出结论。

3.什么时候用分压?什么时候用分流?

4.用 0.5 级表测量一次,在一半刻度处读数时相对不确定度是多少?刻度盘上具有最小的读数是哪一点?它最小不低于多少?。（R取 100Ω）