

有关欧姆表几个问题的探讨

喻胜宝

平江县第一中学, 岳阳 414500

多用电表的欧姆档(欧姆表)是中学物理中的一个基本量具,也是一个用法最麻烦、最难理解的量具,学生在实验的过程中常常搞错,而近年高考经常涉及到欧姆表的问题。笔者发现学生难于掌握欧姆表的主要原因是对于其原理解不透彻,因此就有关欧姆表的几个问题进行探讨。

1 欧姆表的表盘刻度为何不均匀

对于这个问题我们还要从欧姆表的基本组成来理解,欧姆表的电路如图1所示。G的内阻为 R_g ,满偏电流为 I_g 的表头;E是电源的电动势; r 为电源的内阻; R_0 是限流电阻,又叫做调零电阻;在测量时把待测电阻 R_x 接在之间。由欧姆定律有:

$$\text{通过表头的电流为: } I_x = \frac{E}{R_g + r + R_0 + R_x}$$

对于一个给定的欧姆表, R_g 、 R_0 、 r 、 E 都是确定值,设 $R_g + R_0 + r = R$,则 $I_x = \frac{E}{R + R_x}$,又因为 $I_g = \frac{E}{R}$,所以 $I_x = I_g + \frac{E}{R_x}$ 。可见 I_x 仅由 R_x 决定, R_x 与 I_x 之间存在一一对应的关系,但不是线性关系。

如果在表盘上每隔 $\frac{R}{n}$ 画一条刻度线,那么第 m 条刻线和第 $(m+1)$ 条刻线之间的夹角为:

$$\Delta\phi = \frac{KE}{R + \frac{m}{n}R} - \frac{KE}{R + \frac{m+1}{n}R}$$

$$\text{整理得: } \Delta\phi = \frac{n}{(m+n)(m+n+1)} \times KI_g$$

式中 $m=0$ 时, $\Delta\phi$ 表示零刻线与第一条刻线之间的夹角。 $m=0, 1, 2, 3, \dots$

设 $n=5$,满偏时指针偏角 $K I_g = 90^\circ$,则可以列出以下表格1。

从表1中可以看出: R_x 越大欧姆表指针的偏角越小,每间隔一相等的电阻值画一条刻线,

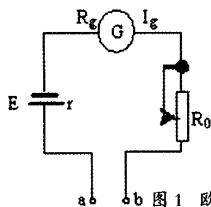


图1 欧姆表的电路图

则从小到大刻线越来越密。也就是说欧姆表的刻度是不均匀的。

2 使用欧姆表测量不同的电阻时为什么要变换量程

在上面的表格中可以看到,刻度盘正中的刻度值就是 R ,即在 $R_x = R$ 时,欧姆表的指针正好指在正中间。当 $R_x \ll R$ 时,有 $I_x \approx I_g$,此时欧姆表的指针偏转接近满刻度,此处刻度稀,加上不均匀,则不容易读出准确值,误差较大。当 $R_x \gg R$ 时, I_x 的值接近于零,此时指针偏角很小,此处刻度密,则也不容易读出准确值,误差也较大。只有当 R_x 和 R 相差不多时,指针的偏转角在半偏附近时,刻度既不太稀,也不太密,读数比较方便,能够读出较准确的值,误差也比较小。

欧姆表采用不同量程时,就是改变 R 的值,使 R 的值跟待测电阻的值相差不太多,这样方便读数,减小误差,所以用欧姆表测量电阻时应选取适当的量程。

3 使用欧姆表测量前为什么要调零

欧姆表的刻度盘的刻度是根据标准电池设计的,而在实际中所用的电池的电动势和内阻不可能总是标准的,由 $I_x = \frac{E}{R + R_x}$, $R = R_g + R_0 + r$,当电池的电动势和内阻不标准时,就会影响 I_x ,从而影响指针的偏转角,使指针不能指到原设计的位置,造成较大误差。

设欧姆表指针满偏时偏角为 90° ,标准电动势为 1.5 V ,是当 $R_x = R$ 时,不同电动势时指针的偏角,如表2所示。

表2 指针偏转与电动势关系表

E (V)	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2
I_x (A)	$\frac{8}{15} I_g$	$\frac{1}{2} I_g$	$\frac{7}{12} I_g$	$\frac{13}{30} I_g$	$\frac{2}{5} I_g$
ϕ (度)	48.0	45.0	42.0	39.0	36.0

表1 欧姆表指针偏转与电阻关系表

R_x	0	$\frac{R}{5}$	$\frac{2R}{5}$	$\frac{3R}{5}$	$\frac{4R}{5}$	R	$\frac{6R}{5}$	$\frac{7R}{5}$	$\frac{8R}{5}$	$\frac{9R}{5}$	2R
I_x	I_g	$\frac{5}{6} I_g$	$\frac{5}{7} I_g$	$\frac{5}{8} I_g$	$\frac{5}{9} I_g$	$\frac{1}{2} I_g$	$\frac{5}{11} I_g$	$\frac{5}{12} I_g$	$\frac{5}{13} I_g$	$\frac{5}{14} I_g$	$\frac{1}{3} I_g$
ϕ	90°	75°	64.3°	56.3°	50°	45°	40.9°	37.5°	34.6°	32.1°	30°
$\Delta\phi$	15°	10.7°	8.1°	6.25°	5°	4.09°	3.41°	2.88°	2.48°	2.14°	

(下转 P25 页)

木质底间有一点缝隙,可将三合板制作的薄小木片插入此缝隙(图3)。由于木片撑起了布面,此时滑块跟支架的木板平面的接触面积就。

与木片的面积大小相当,但此时滑块的摩擦

图3 插入薄木片后,木片撑起布面,使滑块

底面与支架平面的接触面积为小木片的面积

面仍然是布面,其粗糙程度没有改变。小木片平时放在滑块上,改为放在布面与木底的缝隙中,滑块的重量没有改变,因此可用此方法探究滑动摩擦力的大小与接触面的大小的关系。笔者用此方法做实验,实验非常成功,克服了原实验存在的问题。

3)在滑块上装上电位器,用以调节电机的转速,从而调节滑块的运动速度,可用来研究滑块

运动速度与滑运动摩擦力的大小的关系。运动速度也是学生在探究实验中猜想出的可能影响摩擦力大小的因素之一。

3 本装置的作用

用于学生探究滑动摩擦力的大小与压力,接触面的粗糙程度,接触面积的大小及滑块运动速度的大小是否有关,有什么关系。也可用作教师演示实验用。

4 注意事项

1)电机要有一定的功率,转速不能太快,要保留原遥控车机芯中的齿轮,必要时要加一级减速齿轮。

2)滑块底部的白布要紧绷在滑块上,白布的前后两端要用图钉固定在滑块的前后壁。滑块的底部木质与薄小木片是同一种材料制作的。薄小木片的面积为滑块底面积的2/3左右。

3)细线要选用较细而张力大的尼龙线,不要用多股棉线,因为棉线较粗,被卷到电机轴上时,容易引起测力计指针的抖动。

(上接 P21 页)

这里还没有考虑电池内阻的变化,若考虑内阻的变化,误差还要大一些,因此在用欧姆表测量电阻以前必须进行调零。

调零的方法是将2根表笔短接,通过调零旋钮调节 R_0 ,使指针指到零刻度线,调零要在选择量程后进行。

4 调零后测量值是否一定准确

调零就是调整 R_0 ,也就是调整 R 。设标准电池的电动势为 E ,欧姆表的总内阻为 R ,实际所用电池的电动势为 E' ,调零后欧姆表的总内阻为 R' 。则: $I_g = \frac{E}{R}, I_g = \frac{E'}{R'}$

当 $R_x = R$ 时,用电动势为 E 的电池测量时通过表头的电流,指针正好半偏。用电动势为 E' 的电池测量时,通过表头的电流为:

$$I_x = \frac{E'}{R + R_x} = \frac{E'}{R' + R} \quad \because R' = \frac{E'}{I_g}, R = \frac{E}{I_g} \quad \therefore I_x = \frac{E'}{E' + E} I_g$$

设欧姆表的满偏量程为 90° ,标准电池的电动势 $E=1.5V$,当 $R_x = R$ 时,调零后不同电动势时指针的偏角,如表3所示。

表3 调零后指针偏转与电动势关系表

$E(V)$	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2
$I_x(A)$	$\frac{16}{31}I_g$	$\frac{1}{2}I_g$	$\frac{14}{29}I_g$	$\frac{13}{28}I_g$	$\frac{12}{27}I_g$
$\phi(^\circ)$	46.5	45.0	43.5	41.8	40.0

该表与前面的表比较可以看出,调零后误差变小了,但仍然有误差,且电池的电动势与标准电动势相差越多,误差就越大。所以欧姆表要即时更换标准的新电池,以保证测量值的准确度。在实际中,当2根表笔短路时,如果调零旋钮不能够使指针指向零刻线时,就要更换新电池,否则测量结果将是不准确的。

有关欧姆表几个问题的探讨

作者: [喻胜宝](#)
作者单位: [平江县第一中学, 岳阳, 414500](#)
刊名: [中国教育技术装备](#)
英文刊名: [CHINA EDUCATIONAL TECHNIQUE & EQUIPMENT](#)
年, 卷(期): 2007, (1)
引用次数: 0次

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgjyjszb200701010.aspx

下载时间: 2009年11月11日