

多用电表

【学习目标】

1. 了解欧姆表的内部结构和刻度特点。
2. 了解多用电表的基本结构，学会使用多用电表测量电压、电流和电阻。
3. 会用多用电表测量二极管的正、反向电阻，判断二极管的正、负极。

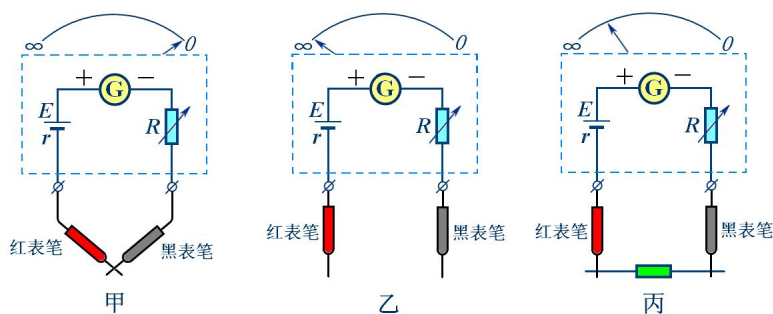
【要点梳理】

要点一、欧姆表

1. 内部构造: 欧姆表是由电流表改装而成的，它的内部主要由表头、电源和调零电阻组成。

2. 基本原理

欧姆表是根据闭合电路欧姆定律制成的，它的原理如图所示， G 是电流表（表头），内阻为 R_g ，满偏电流 I_g ，电池的电动势为 E ，内阻为 r ，电阻 R 是可变电阻，也叫调零电阻。



欧姆表的原理

(1) 当红、黑表笔相接时（如图甲所示），相当于被测电阻 $R_x = 0$ ，调节 R 的阻值，使 $\frac{E}{r + R_g + R} = I_g$ ，则表头的指针指到满刻度，所以刻度盘上指针指在满偏处定为刻度的零点， $(r + R_g + R)$ 是欧姆表的内阻。

(2) 当红、黑表笔不接触时（如图乙所示），相当于被测电阻 $R_x = \infty$ ，电流表中没有电流，表头的指针不偏转，此时指针所指的位置是刻度的“ ∞ ”点。

(3) 当红、黑表笔间接入被测电阻 R_x 时（如图丙所示），通过表头的电流 $I = \frac{E}{r + R_g + R + R_x}$ 。改变 R_x ，电流 I 随着改变，每个 R_x 值都对应一个电流表，在刻度盘上直接标出与 I 值对应的 R_x ，就可以从刻度上直接读出被测电阻的阻值。

(4) 当 $R = R_g + R + r$ 时， $I = \frac{1}{2} I_g$ ，指针半偏，令欧姆表内阻 $R_{内} = R_g + R + r$

，则当指针半偏时，表盘的中值电阻 $R_{中} = R_{内} = R_g + R + r$ 。

要点诠释：

(1) 当欧姆表未接入电阻，处于断路状态，即 $R_x \rightarrow \infty$ 时，电路中没有电流，指针不偏转，故刻度盘最左端为 ∞ 处。故当电路接入电阻后如果偏角很小。表明被测电阻阻值较大。

(2) 当欧姆表表笔直接相连，即 $R_x = 0$ 时，表路中电流最大。指针偏满，故电阻零刻度在最右端满偏电流处。

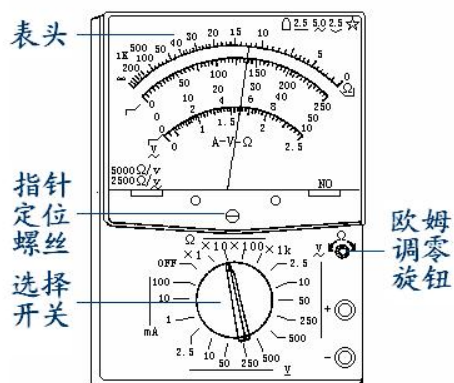
(3) R_x 与 I 是非线性关系，故电阻挡表盘刻度不均匀。从表盘上看，“左密右疏”，电阻零刻度是电流最大刻度，电阻“ ∞ ”刻度是电流零刻度。

要点二、多用电表

1. 功能：

多用电表又叫“万用表”，是一种集测量交流与直流电压、电流和电阻等功能于一体的测量仪器，它们共用一个表头。由于它具有用途多、量程广、使用方便等优点，在科学实验、生产实践中得到广泛应用。

2. 外部结构：



如图所示是一种多用电表外形图，表的上半部分为表盘，下半部分是选择开关，周围标有测量功能的区域及量程。将选择开关旋转到电流挡，多用电表内的电流表电路就被接通，选择开关旋转到电压挡或电阻挡，表内的电压表电路或欧姆表电路就被接通。在不使用时，应把选择开关旋到 OFF 挡，或交流电压最高挡。

要点诠释 除了机械式多用电表，还有数字式多用电表。数字电表的测量值以数字形式直接在液晶显示屏上显示，使用方便。数字式多用电表内部装有电子电路，这样可以使电表对被测电路的影响减到最小，同时还可具有多种其他功能。

要点三、实验：练习使用多用电表

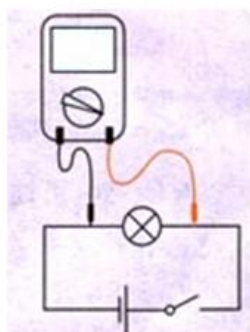
使用多用电表前应先检查其机械零件。若一开始指针不正对电流的零刻度，应调节多用电表的机械零点调节旋钮，使指针正对零刻度。

1. 用多用电表测量小灯泡的电压

(1) 将功能选择开关旋到直流电压挡。

(2) 根据待测电压的估计值选择量程。如果难以估测待测电压值，应按照从大到小的顺序，先将选择开关旋到最大量程上试测，然后根据测量出的数值，重新确定适当的量程再进行测量。

(3) 测量时，用红、黑测试笔使多用电表跟小灯泡 L 并联，注意使电流从“+”插孔流入多用电表，从“-”插孔流出多用电表，检查无误后再闭合开关 S，如图所示。



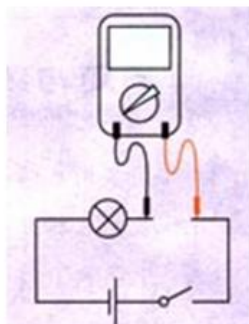
测量小灯泡的电压

(4) 根据挡位所指的量程以及指针所指的刻度值，读出电压表的示数。

2. 用多用电表测量通过小灯泡的电流

(1) 多用电表直流电流挡在电流表原理相同，测量时应使电表与待测电路串联。

(2) 红表笔插入“+”插孔，黑表笔插入“-”插孔。测量时，使电流从红表笔流入（即红表笔与电源正极相接的一端），从黑表笔流出（即黑表笔与电源负极相接的一端）。如图所示。



测量通过小灯泡的电流

(3) 多用电表直流电流挡是毫安挡，不能测量比较大的电流。

(4) 测电流时，选择适当的量程，使表针偏转尽量大一些，测量结果比较准确。

要点诠释：无论测电流还是测电压，都应使指针偏转尽量大一些，测量结果较准确。

3. 用多用电表测量定值电阻

(1) 首先根据估测电阻的大小选合适挡位，通常按大量程挡向小量程挡顺序选择；

(2) 电阻调零：两表笔短接，调整调零电阻，使指针指到最大电流处或 0Ω 处；

(3) 测量读数：读数时要乘倍率。

(4) 用毕选择开关拨离欧姆挡，一般旋至交流电压最高挡或“OFF”挡上。

要点诠释：

① 每次换挡后均要重新欧姆调零。

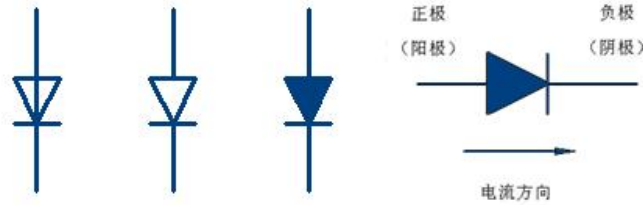
② 被测电阻要与电源等其他元件断开。

③要合理选择挡位（即倍率），使指针尽可能指在中值刻度附近，以减少测量误差。

4. 用多用电表测量二极管的正反向电阻

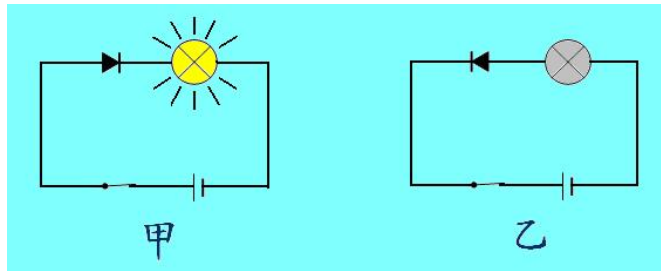
(1) 二极管的单向导电性

①晶体二极管是用半导体材料制成的，它有两个极，一个叫正极，一个叫负极，它的符号如图：



二极管的符号

②晶体二极管具有单向导电性（符号上的箭头表示允许电流通过的方向）。当给二极管加正向电压时，它的电阻很小，电路导通（如图甲所示）；当给二极管加反向电压时，它的电阻很大，电路截止（如图乙所示）。



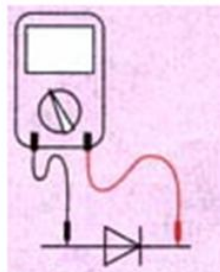
(2) 欧姆表中电流的方向

多用电表做欧姆表用时，电表内部的电源接通，电流从欧姆表的黑表笔流出，经过被测电阻，从红表笔流入。

(3) 测二极管的正、反向电阻

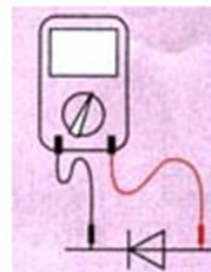
① 测正向电阻

用多用电表的欧姆挡，量程拨到“ $\times 10\Omega$ ”的位置上，将红表笔插入“+”插孔，黑表笔插入“-”插孔，然后两表笔短接进行电阻挡调零后，将黑表笔接触二极管的正极，红表笔接触二极管的负极，稳定后读取示数乘上倍率求出正向电阻 R_1 （如图甲所示）。



测二极管正向电阻

甲



测二极管反向电阻

乙

② 测反向电阻

将多用电表的选择开关旋至高倍率的欧姆挡（例如“ $\times 1000\Omega$ ”

), 变换挡位之后, 需再次把两笔短接调零, 将黑表笔接触二极管的负极, 红表笔接触二极管的正极, 稳定后读取示数乘上倍率 (例如 1000) 求出反向电阻 R_2 (如图乙所示)。

要点诠释:

(1) 当 R_1 与 R_2 相差很大时, 说明二极管质量较好; 当 R_1 与 R_2 相差较小时, 说明二极管质量不好. 如果 R_1 和 R_2 均较小, 可能二极管短路; 如果 R_1 与 R_2 均较大, 可能二极管断路.

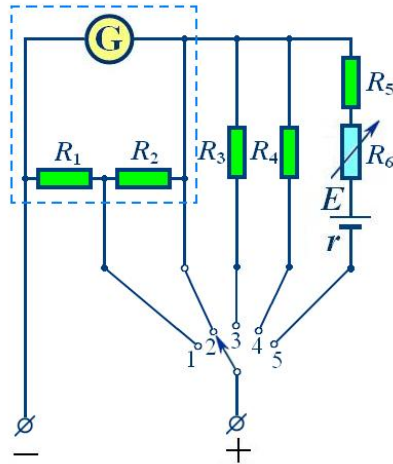
(2) 实际使用二极管时要辨明它的正、负极.

要点四、多用电表的测量原理和使用

1. 多用电表的测量原理

(1) 测直流电流和直流电压的原理

这一原理实际上是电路的分流和分压原理, 按照下图, 将其中的转换开关接 1 或者 2 时测直流电流, 接 3 或 4 时测直流电压, 转换开关接 5 时, 测电阻。



(2) 多用电表电阻挡 (欧姆档) 测量电阻原理

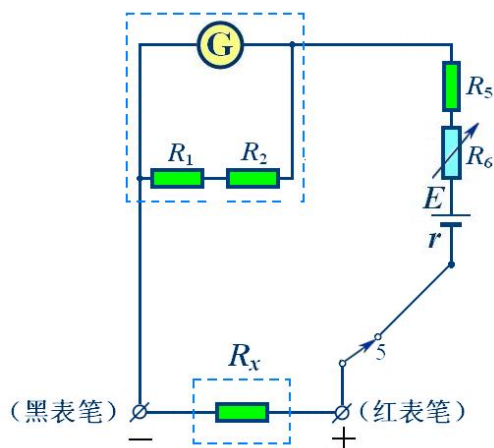
多用电表欧姆挡测量电阻电路原理如图所示, 当待测电阻 R_x , 接入图示电路后形成了

闭合电路, 则闭合电路欧姆定律可知, 流过表头的电流为:
$$I = \frac{E}{R' + r' + r + R_x}$$
 . 式中 r' 是 R_1

和 R_2 串联后与 R_g 并联的等效电阻, R' 是 R_5 和 R_6 串联等效电阻, 此式可得

$R_x = \frac{E}{I} - r - r' - R'$, 可见, R_x 与 I 有着——对应关系, 如果在刻度盘上有直接标出与 I_x 对

应 R_x 的值, 则就能从刻度盘上直接读出待测电阻 R_x 的值。



(3) 多用电表电阻挡（欧姆挡）的刻度

上面 $R_1 + R_2 + r$ 为欧姆挡的内阻 $R_{内}$ ，所以 $I = \frac{E}{R_{内} + R_x}$ 。

当多用电表未接入电阻时，处于断路状态，即当 R_x 为无穷大时，电路中没有电流，指针不偏转，故刻度盘最左端为电阻 ∞ 处。

当多用电表两表笔直接相连，即 $R_x = 0$ 时，电路中电流最大，指针满偏，故电阻零刻度在最右端满偏电流处，此时：

$$I_X = \frac{E}{R_{内}} \quad (I_X \text{ 为表头满偏电流}) \quad ①$$

当表头指针半偏时，此时阻值为 R_x ，则有

$$\frac{I_X}{2} = \frac{E}{R_{内} + R_x} \quad ②$$

由①②得： $R_x = R_{内}$ ，即此时被测电阻阻值等于欧姆挡内阻，这时的电阻又叫中值电阻。

由上面的分析可知，在欧姆表的刻度盘上，标出的刻度从零到无穷大，由于 I 与 R 的非线性关系，表盘上电流刻度是均匀的，其对应的电阻刻度是不均匀的，电阻越大，在刻度盘上刻度值跨度越大，使得在零值附近和无穷大附近很难准确地读出被测电阻的数值（测量误差很大了所以欧姆表只能粗略地测电阻）。

要点诠释：

① 测直流电流、直流电压时内部测量电路没有电源，但欧姆挡中有内接电源且红表笔接正接线柱，接电源的负极；黑表笔接负接线柱，接电源的正极。

② 不管用多用电表测什么项目，电流都是从红表笔流入，从黑表笔流出。

③ 在中值电阻附近时，指针偏角 ϕ 与 R_x 的关系比较接近线性，刻度比较均匀，因此在具体测量时，最好使指针位于中央附近，这就是选挡的依据。

2. 多用表的使用

(1) 使用步骤

①用螺丝刀轻轻转动多用电表的机械调零旋钮（调整定位螺丝），使指针正对零刻度（电流、电压的零刻度）。

②选挡：测电流、电压时选择合适的量程；测电阻时选择合适的倍率，以使指针指在中间 $\frac{1}{3}$ 刻度范围。

③测电阻选用合适的倍率后，用欧姆调零旋钮进行调零（表笔直接接触，指针指右侧电阻零刻度）。

④将红黑表笔接被测电阻两端进行测量。

⑤将指针示数乘以倍率得测量值。

⑥将选择开关扳到 OFF 或交流电压最高挡。

(2) 注意事项

①使用欧姆表前，首先应估测待测电阻的大小，选择合适的挡位，如果指针偏转角度大小，应增大倍率；如果指针偏转角度太大，应减小倍率。

②每次换挡后都要重新进行欧姆调零。

③被测电阻要跟电源及其他元件断开。

④测电阻时不要用两手同时接触表笔的金属杆。

⑤读数时应将指针示数乘以相应倍率。

要点五、多用电表的量程（挡位）选取与误差分析

1. 测直流电压或直流电流时，首先根据待测电压（或电流）的估计值选择量程。

如果难以估测电压值（或电流值）。应按照从大到小的顺序，先将选择开关旋到最大量程上试测，然后根据测出的值重新确定适当的量程再进行测量。测电压（或电流）时，应使指针尽量指在满刻度的三分之二左右，这时读数较准，测量误差较小。

2. 测电阻时，应选取合理的倍率挡

(1) 选挡原则：指针越接近中值电阻，读数越精确。因为当 $R_x = R_{内}$ ，即被测电阻等于欧姆表内阻时，指针半偏恰好指在中间刻度，所以此时的电阻又叫中值电阻。而在中值电阻附近时，指针偏角 φ 与 R_x 的关系比较接近线性，刻度比较均匀，因此在具体测量时，最好使指针位于中央附近，这就是选挡的依据。

(2) 选挡方法：首先应估测待测电阻的大小，选择合适的挡位（通常按大量程挡向小量程挡次序选择）。如果选择的挡次不合适，则应重新选挡即换挡，若指针偏角较小，则应选择倍率高一档的挡次，反之则选低一档的挡次。每次换挡须重新电阻调零后方可进行测量。实际操作时，若已知待测电阻的数量级，所选挡位是电阻的数量级除以中值电阻的数量级。

3. 误差分析

(1) 测量值偏大的主要原因可能是表笔与电阻两端接触欠紧而增大接触电阻，或者在连续测量过程中，表笔接触时间过长，引起多用电表内电池电动势下降，内阻增加。

(2) 测高值电阻时测量值偏小，则可能是人体电阻并入造成的。

(3) 欧姆表的刻度是按标准电池标出的，当电池用旧了，电动势和内阻均发生变化，由此会引起测量误差。

要点六、多用电表的读数方法

在实验中，测量时要按照有效数字的规律来读数。测量仪器的读数规则为：测量误差出现在哪一位，读数就相应读到哪一位，在中学阶段一般可根据测量仪器的最小分度来确定读数误差出现的位置，对于常用的仪器可按下述方法读数。

1. 最小分度是“1”的仪器，测量误差出现在下一位，下一位按十分之一估读，如最小刻度是1 mm的刻度尺，测量误差出现在毫米的十分位上，估读到十分之几毫米。量程为3 A (V)的电流表（电压表）、最小刻度为0.1 A (V)，则误差出现在安培（伏特）的百分位上，即估读到0.01 A (V)。

2. 最小分度是“2”或“5”的仪器，测量误差出现在同一位上，同一位分别按二分之一或五分之一估读。如学生用的电流表0.6 A量程，最小分度为0.02 A，误差出现在安培的百分位，只读到安培的百分位，估读半小格，不足半小格的舍去，超过半小格的按半小格估读，以安培为单位读数时，百分位上的数字可能为0、1、2、4、9（例如0.48 A）；学生用的电压表15 V量程，最小分度为0.5 V，测量误差出现在伏特的十分位上。只读到伏特的十分位，估读五分之几小格，以电压为单位读数时，十分位上的数字可能为0、1、2、4、9（例如7.5 V）。

3. 欧姆表的读数：待测电阻的阻值应为表盘读数乘上倍数。为减小读数误差，指针应指表盘靠近中间的部分，否则需换挡，换挡后，需要重新进行欧姆调零。

要点七、用多用电表判断电路故障

电路故障一般是短路或断路，常见的情况有导线断芯、灯泡断丝、灯座短路、电阻器内部断路或接头处接触不良等，检查故障的方法有：

1. 电表检测法

(1) 电阻为零——两接线柱由无阻导线短接或短路现象。

(2) 电压为零有下述可能性：任意两接线柱之间电压均为零——盒内无电源。有的接线柱之间电压为零：①两接线柱中至少有一个与电源断路；②两接线柱之间有电动势代数和为零的反串电池组；③两接线柱间短路。

(3) 有充放电现象（欧姆表指针先偏转，然后又回到“∞”刻度）——两接线柱之间有电容器。

(4) 发现电压比正常值大，可能在两接线柱间有断路，而与之并联之外的电路无断路。

2. 假设法：

已知电路发生某种故障，寻找故障在何处时，可将整个电路划分为若干部分，然后逐一假设某部分电路发生故障，运用电路知识进行正向推理，推理结果若与题述现象不符合，则故障不在该部分电路；若结果与题述现象符合，则故障可能发生在这部分电路，这样逐一排除，直到找到发生故障的全部可能为止。

【典型例题】

类型一、多用电表的使用

例1. 欧姆表是由表头、干电池和调零电阻等串联而成的，有关欧姆表的使用连接，正确的叙述是（ ）

- A. 测电阻前要使红黑表笔相接，调节调零电阻，使表头的指针指零
- B. 红表笔与表内电池正极相连接，黑表笔与表内电池负极相连接
- C. 红表笔与表内电池负极相连接，黑表笔与表内电池正极相连接
- D. 测电阻时，表针偏转角度越大，待测电阻值越大

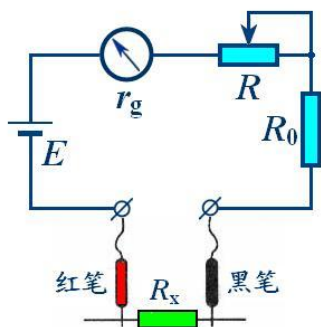
【答案】AC

【解析】每次测量电阻之间都要进行电阻调零，所以 A 正确。由欧姆表内部结构可知 B 错，C 对；测电阻时，表针偏转角度越大，说明通过表头的电流越大，待测电阻阻值越小，故 D 错。

【总结升华】了解欧姆表的内部结构和原理是正确使用和操作欧姆表的基础。

举一反三：

【变式 1】如图所示为用电表欧姆挡原理的示意图，其中电流表的满偏电流为 $300\mu\text{A}$ ，内阻 $r_g = 100\Omega$ 。调零电阻最大阻值 $R = 50\text{ k}\Omega$ ，串联的固定电阻 $R_0 = 50\Omega$ ，电池的电动势 $E = 1.5\text{ V}$ ，用它测量电阻 R_x 。能准确测量阻值范围的是（ ）



- A. 30~80 kΩ
- B. 3~8 kΩ
- C. 300~800 kΩ
- D. 30000~8000 kΩ

【答案】B

【解析】用欧姆挡测量电阻时，指针指在表盘中央附近时测量结果比较准确。

当电流最大时，由 $I_g = \frac{E}{R_{\text{内}}}$ ，其中 $R_{\text{内}}$ 为欧姆表的内阻。得

$$R_{\text{内}} = \frac{E}{I_g} = \frac{1.5}{300 \times 10^{-6}} \Omega = 5000\Omega$$

用它测量电阻 R_x 时，当指针指在表盘中央时

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/156041131050010215>