

西门子模块代理|一级代理商-大量现货

产品名称	西门子模块代理 一级代理商-大量现货
公司名称	浔之漫智控技术（上海）有限公司
价格	.00/件
规格参数	品牌:西门子 型号:模块 产地:德国
公司地址	上海市松江区广富林路4855弄88号3楼
联系电话	158****1992 158****1992

产品详情

实际的电阻、电感和 [电容](#)

元件，不可能是理想的，存在着寄生电容、寄生电感和损耗。图1是考虑了各种因素后，实际电阻R、电感L、电

图1 电阻R、电感L、电答C元件的等效电路

(1) 电阻

同一个电阻元件在通以直流电和交流电时测得的电阻值是不相同的。在高频交流下，须考虑电阻元件的引线电的影响，其等效电路如图1（a）所示，图中R为理想电阻。由图可知此元件在频率f下的等效阻抗为

(1)

上式中 $\omega = 2\pi f$ ， R_e 和 X_e 分别为等效电阻分量和电抗分量，且

(2)

从上式可知， R_e 除与f有关外，还与 L_0 、 C_0 有关。这表明当 L_0 、 C_0 不可忽略时，在交流下测此电阻元件的电阻值非R值。

(2) 电感

电感元件除电感L外，也总是有损耗电阻 R_L 和分布电容 C_L 。一般情况下 R_L 和 C_L 的影响很小。电感元件接于直流视为电阻；若接于低频交流电路则可视为理想电感L和损耗电阻 R_L 的串联；在高频时其等效电路如图1（b）所示。图（b）可知二者实际上是相同的，电感元件的高频等效阻抗可参照式（1）来确定。

(3)

式中， R_e 和 L_e 分别为电感元件的等效电阻和等效电感。

(4)

从上式知当 C_L 甚小时或 R_L 、 C_L 和 L_e 都不大时， L_e 才会等于 L 或接近等于 L 。

(3) 电容

在交流下电容元件总有一定介质损耗，此外其引线也有一定电阻 R_n 和分布电感 L_n ，因此电容元件等效电路如图是元件的固有电容， R_C 是介质损耗的等效电阻。等效阻抗为

(5)

式中， R_e 和 C_e 分别为电容元件的等效电阻和等效电容，且

(6)

一般介质损耗甚小，可忽略（即 R_c ），则上式简化为

(7)

由上式可知，若 L_n 越大，频率越高，则 C_e 与 C 相差就越大。

从上述讨论中可以看出，在交流下测量 R 、 L 、 C ，实际所测的都是等效值 R_e 、 L_e 、 C_e ；由于电阻、电容和电感及工作频率的变化而变化，因此，在阻抗测量中应尽量按实际工作条件（尤其是工作频率）进行，否则，测得误差，甚至是错误的结果。

阻抗是描述一个元、器件或电路网络中电压、电流关系的特征参量，其定义为

(1)

式中， U 、 I 分别为电压和电流相量； R 和 X 分别为阻抗的电阻分量和电抗分量； $|Z|$ 是阻抗的模， φ 为相角，即电压差， $\varphi = \theta_U - \theta_I$ 。

理想的电阻只有电阻分量，没有电抗分量；而理想电感和理想 **电容** 则只有电抗分量。电感电抗和电容电抗分别简称为感抗 X_L 和容抗 X_C ，表示为

(2)

在直流条件下测得的电阻称直流电阻。在工程和实验应用中，所需测量的电阻范围很宽，约为 $10^{-6} \sim 10^{11}$ 或更大，一般将电阻分为小电阻（ 1Ω 以下，如接触电阻、导线电阻等），中值电阻（ $1 \sim 10^6 \Omega$ ）和大电阻（ $10^6 \Omega$ 以上，如绝缘材料电阻）。

电阻的测量方法很多，按原理可分为直接测量法、比较测量法、间接测量法；也可分为电表法、电桥法、谐振电阻等方法。

1. 电表法

电表法测量电阻的原理建立在欧姆定律之上，电压-电流表法（简称伏-安法）、欧姆表法及三表法是电表法的主要方法。

(1) 伏-安法

测量直流电阻的伏-

安法是一种间接测量法，利用电流表和电压表同时测出流经被测电阻RX的电流及其两端电压，根据欧姆定律，

(1)

式中，UV和IA分别为电压表和电流表的示值。

伏-安法测量电阻有两种方案，如图1所示，图中RV、RA分别为电压表和电流表的内阻。图1(a)所示方案电压表的示值包含了电流表上的压降，适用于测量阻值较大的电阻；图1(b)所示方案电压表的示值不包含电流表上的压降，适用于测量阻值较小的电阻。

伏-安法的优点是可按被测电阻的工作电流测量，因此非常适合测量电阻值与电流有关的非线性元件（如热敏电阻）。但由于电表有内阻，

图1 伏-安法测量直流电阻

故无论用哪种方案均存在方法误差，因此，伏-安法测量精度不高。

(2) 欧姆表法

从式(2-70)可知，如果UV保持不变，被测电阻Rx将与通过电流表A的电流IA成单值的反比关系，而磁电式电表与通过的电流IA成正比，则电流表指针的偏转角能反映Rx值大小。因此，如将电流表按欧姆值刻度，就成为欧姆表。

欧姆表测量电阻的电路如图2所示。

图中RA为欧姆表内阻，这里欧姆表实际是按欧姆值刻度的磁电式微安表；R1为限流电阻，S是短接开关；欧姆表作为恒定电压源，考虑到电池的电压会逐渐降低，为了消除电压变化对电阻测量的影响，设有调零电阻R2。被测电阻Rx接入电路中。

测量前，先将S闭合并调节R2直至欧姆表指针正确指在0刻度，然后断开S，接入被测电阻Rx进行测量，并从欧姆表上读出Rx值。

除传统的指针式欧姆表外，数字式欧姆表也已普遍使用。数字式欧姆表一般是在数字式直流电压表的输入端加上被测电阻Rx后得到的，图3是欧姆-电压变换器的原理。

图2 欧姆表测量电阻电路 图3 欧姆-电压变换器原理电路

图中外接电源U经R和稳压二极管DZ，提供稳定的基准电压UZ；S为量程开关，用来切换不同的输入电阻Rn，以改变欧姆量程范围；A是反相放大器，把被测电阻Rx变换为电压，故又称变换放大器。该电路的输出电压为

(2)

从上式可知变换器的输出直流电压U0与Rx成正比关系，故用直流数字式电压表来测量此U0值并按欧姆刻度，就可得到Rx值。

2. 电桥法

测量直流电阻*常用的是电桥法。电桥分为直流电桥和交流电桥两大类，直流电桥主要用于测量电阻。

直流电桥由四个桥臂、检流计和电源组成，其原理电路如图3所示。图中R1、R2、R3是标准电阻，Rx是被测电阻。

的微安级磁电式检流计，用来指零。测量时调节R1、R2、R3使电桥平衡，电桥达到平衡时UBD为零，检流计G指示为零。条件 $R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_x$ 可得被测电阻

(3)

由上式可见，这种方法实质上是用标准电阻与被测电阻 R_x 相比较，用指零仪表指示被测量与标准量是否相等（指零）。因此这种方法又称为零位式测量法或比较测量法，测量的精度几乎等于标准量的精度，这是它的优点。是在测量过程中，为获得平衡状态

，需要进行反复调节，测试速度慢，不能适应大量、快速测量的需要，也不适合于电阻传感器的变化电阻的测量。

直流单电桥测电阻的范围在 $1 \Omega \sim 1M \Omega$ 之间。电阻大于 $1M \Omega$ 时，电桥的漏电流对测量误差的影响已不能忽略；接线电阻和接触电阻的影响开始增大。

3. 直流小电阻的测量

(1) 直流双电桥

直流双电桥又称开尔文电桥，它是用来测量小电阻的一种比较仪器。图5为直流双电桥原理电路。图中， R_x 是待测电阻， R_n 是已知标准电阻， R_x 和 R_n 均备有四端接头以消除接线电阻、接触电阻对测量结果的影响。 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 是桥臂电阻。测量时调节桥臂电阻使 $I_0=0$ ，即使电桥达到平衡，则有

(4)

解此方程组可得

(5)

图4 直流单电桥原理电路 图5 直流双电桥原理电路

使电桥在调节平衡的过程中保持 $R_1 / R_2 = R_3 / R_4$ （结构上把 R_1 、 R_3 和 R_2 、 R_4 都做成同轴调节的电阻），则有

(7)

上式与单电桥公式(3)相似，但单电桥测量的是二端电阻，它包括桥臂间的引线电阻、接触电阻及被测电阻在测量过程中产生的附加电阻。当被测电阻 R_x 很小时（ 1Ω 以下），引线和接触电阻不能忽略，故测量误差很大。而双电桥中，引线和接触电阻都分别包括在桥臂电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 都选择在 10Ω 以上，即远大于引线和接触电阻，这样就可以消除或大大减少引线和接触电阻对测量的影响。双电桥测量小电阻的范围一般在 $1 \sim 10^{-5} \Omega$ 之间。

(2) 数字微欧计

用直流双电桥测量小电阻有操作不方便，费时的缺点，且测量精度除与仪器有关外，还与操作人员的熟练程度有关。数字微欧计，是一种测量低值电阻的数字式仪表。它的基本原理是：利用直流恒流源在被测电阻 R_x 上产生电流，然后通过电压放大和A/D转换器变为数字显示的电阻值。在测量过程中，采用“四端子”（电流端子、电位端子）接线，消除了引线和接触电阻带来的误差。数字微欧计具有操作简单，省时，数显，对操作人员要求不高等优点。

(3) 脉冲电流测量法

由于小电阻数值很小，如果采用电流-电压降法进行测量，则因压降一般很小，信噪比很低，要想获得高测量精度，可以增加在被测电阻 R_x 上的电压降，降低对测量压降仪器的要求，但被测电阻的温度也就随之升高。

，这种现象称为电阻的负载效应。

电阻的温升是通过电流和通过时间的函数，如果控制通过电流的时间很短，则可大大减少电阻的温升，从而减小，可以用脉冲大电流来测量小电阻。这种测量方法的原理是：由控制电路控制脉冲电流源的数值和启、停时间内工作，放大小电阻两端的电压降，计算机通过A / D转换接口读入压降值并计算出小电阻值。

脉冲电流法可以提高测量小电阻的精度、分辨力和测量速度。

4. 直流大电阻的测量

常用的大电阻测量方法有冲击电流计法、高阻电桥法、兆欧表法等。大阻值电阻测量时要注意防护（安全防护）。

(1) 冲击电流计法

冲击电流计法测量原理如图6所示。图中Rx为被测电阻。当开关S倒向“1”时，电容C被充电，充电时间为t，其上的电压和电荷分别为

$$(8)$$

式中，US为电源电压。

由于t / Rx C很小，取啊的级数展开式的前两项已经足够，故有

$$(9)$$

由此得

$$(10)$$

经过时间t，开关S由“1”倒向“2”，冲击电流计测出QC为

$$(11)$$

式中，为冲击电流计的冲击常数，am为电流计的*大偏转角。于是有

$$(12)$$

(2) 高阻电桥法

高阻电桥法利用如图7所示的六臂电桥，通过电路变换并结合四臂电桥的基本平衡条件就可推得关系式为

$$(13)$$

图6 冲击法测量大电阻原理 图7 高阻电桥测量原理

高阻电桥测量范围为 $10^8 \sim 10^{17}$ 。被测电阻值小于 10^{12} 时，测量误差为0.03%，被测电阻值为 10^{13} 时误差为0.1%。供电电压在50 ~ 1000V范围。