建模型，测电阻，语破惊天

许童钰

在电学实验中，伏安法测电阻是一个重要内容，因为测量方法灵活多样，已成为高考设计性实验命题的热点。现将常见的伏安法测电阻的方法及要点技巧建模如下：

1、 伏安法中电路的设计

用伏安法测量一个电阻，连接成如图 1 所示的电路。

当把伏特表的右端接于 a 点时（安培表外接）：

$R_{测}=\frac{U}{I}=\frac{U}{I_V+I_R}<R_{真}$，当 $R<<R_V$ 时误差小。

当把伏特表的右端接于 b 点时（安培表内接）：

$R_{测}=\frac{U}{I}=\frac{U_A+U_R}{I}>R_{真}$，当 $R>>R_A$ 时误差小。

用伏安法测电阻，首先要判明电流表应该内接还是外接。

电路选择：（1）已知 R、R_A、R_V 的大小关系

当 $R/R_A<R_V/R$ 时，采用外接电路；当 $R/R_A>R_V/R$ 时，采用内接电路。

（2）R、R_A、R_V 的大小关系未知

当把伏特表的右端分别接于 a 点和 b 点时，观察哪块表的示数有明显的变化。若安培表的示数变化明显，表明伏特表的分流作用较大，安培表的分压作用较小，应采用安培表内接电路。反之，采用安培表外接电路。

二、供电部分滑动变阻器的限流接法与分压接法

图 2 所示的两种电路中，滑动变阻器（最大阻值为 R_0）对负载 R_L 的电压、电流强度都起控制调节作用，通常把图 2（a）电路称为限流接法，图 2（b）电路称为分压接法.

1.下列三种情况必须选用分压式接法

（1）要求回路中某部分电路电流或电压实现从零开始可连续调节时，即大范围内测量时，必须采用分压接法.

（2）当用电器的电阻 R_L 远大于滑动变阻器的最大值 R_0，且实验要求的电压变化范围较大（或要求测量多组数据）时，必须采用分压接法.

（3）若采用限流接法，电路中实际电压（或电流）的最小值仍超过 R_L 的额定值时，只能采用分压接法.

2.下列情况可选用限流式接法

（1）测量时电路电流或电压没有要求从零开始连续调节，只是小范围内测量，且 R_L 与 R_0 接近或 R_L 略小于 R_0，采用限流式接法.

（2）电源的放电电流或滑动变阻器的额定电流太小，不能满足分压式接法的要求时，采用限流式接法.

三．实验器材的选择。

根据实验原理和实验室条件选择仪器是进行正确测量的前提，一般遵循以下三原则：

① 安全性原则：要能够根据实验要求和客观条件选用合适的仪器，使实验切实可行，能达到预期目标。另外还要注意测量仪器的量程，电阻类器件的电流不能超过其最大允许电流等。

② 准确性原则：根据实验的需要，选用精度合适的测量工具，但对某个实验来讲，精确程度够用即可，并不是精度越高越好。

③ 操作性原则：实验时需考虑调节方便，便于操作，如滑动变阻器的选择，既要考虑它的额定电流，又要考虑它的阻值范围，在二者都能满足实验要求的情况下，还要考虑阻值大小对实验操作中是否调节方便的影响。

【例 1】.（2012 年北京理综）用伏安法测金属丝的电阻 *Rx*．实验所用器材为：电池组(电动势为 3V，内阻约 1Ω)、电流表(内阻约 0.1Ω)、电压表(内阻约 3kΩ)、滑动变阻器 *R*(0~20Ω，额定电流 2A)、开关、导线若干．某小组同学利用以上器材正确连接好电路，进行实验测量，记录数据如下：

次数	1	2	3	4	5	6	7
U/V	0.10	0.30	0.70	1.00	1.50	1.70	2.30
I/A	0.020	0.060	0.160	0.220	0.340	0.460	0.520

由以上数据可知，他们测量 *Rx* 是采用图 3 中的_____图(选填“甲”或“乙”).

【解析】：本题中从实验数据上看电路电流或电压实现从零开始可连续调节，且测量数据较多即电压变化范围较大，所以电路中滑动变阻器应该采用分压式接法；从数据上看，该电阻阻值约为 5Ω 左右，为小电阻，故电流表应该采用外接法。

【答案】：甲

【点评】：本题很好的考察了学生的设计实验的能力．能根据要求灵活运用已学过的物理理论、实验方法和仪器，设计简单的实验方案并处理相关的实验问题．

【例 2】：（2011 天津）某同学测量阻值约为 25kΩ 的电阻 R_x，现备有下列器材：

A．电流表（量程 100 μA，内阻约为 2 kΩ）；

B．电流表（量程 500 μA，内阻约为 300 Ω）；

C．电压表（量程 15 V，内阻约为 100 kΩ）；

D．电流表（量程 50 V，内阻约为 500 kΩ）；

E．直流电源（20 V，允许最大电流 1 A）；

F．滑动变阻器（最大阻值 1 kΩ，额定功率 1 W）；

G．电键和导线若干。

电流表应选_____，电压表应选_____。（填字母代号）

该同学正确选择仪器后连接了如图 4 电路，为保证实验顺利进行，并使测量误差尽量减小，实验前请你检查该电路，指出电路在接线上存在的问题：

1 _____；

2 _____。

【解析】：（1）本题中，待测电阻 R_x 的阻值约为 25kΩ，直流电源电动势为 20V，经粗略计算电路中最大的电流约为 $I_{\max}$ ≈ $\frac{E}{R}=\frac{20\text{V}}{25\times10^3\Omega}=800\mu\text{A}$，所以电流表选择 B；虽然电压表 C 的量程不足，但是相比起来电压表 D 的量程超过太多，读数偏小，所以电压表选择 C 表。

（2）根据伏安法中电路的设计和滑动变阻器的限流接法与分压接法找出电路图的问题。

【答案】 B C ①电流表应采用内接的方法；②滑动变阻器应采用分压器方式的接法 。

【点评】：本题以伏安法为基础，以课本实验为母体，考查学生的理解能力、推理能力、知识迁移能力及对仪器选择和电路设计的能力。

感悟：电学实验中，电阻的测量是永远的主题.电学实验选择仪器的一般步骤如下：①找出唯一性的器材；②草画电路图（暂不把电表接入）；③估算最大值（在限流电路中把滑动变阻器触头推向最小值）；④考虑能否都使电表达到满偏的 1/3 以上。而电路的设计过程中要根据题中关键语句，如精确测量，从零开始连续可调等等选择分压电路亦或是限流电路；分压电路滑动变阻器选择小阻值，限流电路滑动变阻器选择大阻值； 选择电流表的内外接法，一般的原则是“大内偏大，小外偏小”；也可以根据 $\frac{R_V}{R_x}$ 与 $\frac{R_x}{R_A}$ 之间的关系来判断，当 $\frac{R_V}{R_x}>\frac{R_x}{R_A}$ 时，采用电流表的外接法，反之选择电流表内接法。