

电学实验试题参考评分标准

电学题

利用提供的实验器材，设计电路，测量微安表的内阻；测量电桥金属丝电阻率；测量甲种电池的电动势。

滑线式电桥的划线，如图 1 所示，记自 0 刻度至长度 L 处的电阻大小为 $R(L)$ ，理想情况下， $R(L)$ 与 L 呈线性关系。金属丝的总长度 L_{total} 为 100.0 cm。

已知：滑线式电桥两端的接线柱与金属丝之间具有不可忽略的接触电阻 R_s 和 R_d ，大小未知。

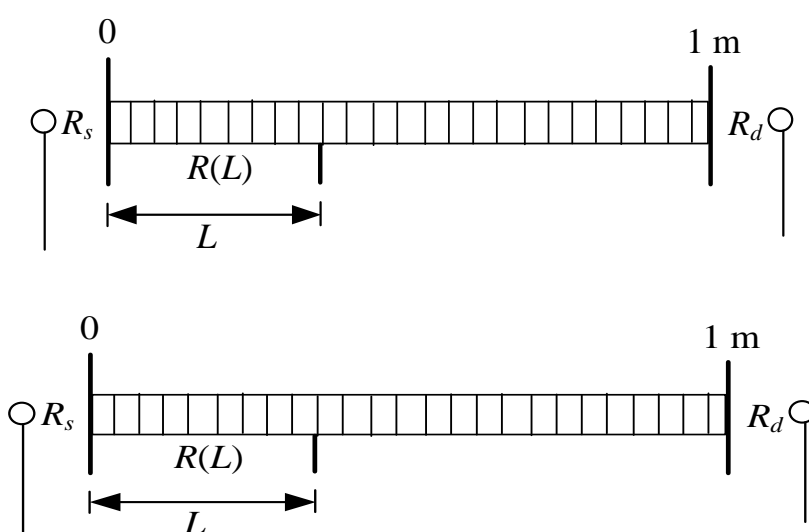


图 1 滑线式电桥示意图、实物图

一、实验要求

1、用提供的实验器材，测量微安表的内阻 R_g ；画出电路图，写出实验步骤，列出计算公式，记录测量数据，测出待测的量；

2、用提供的实验器材，测量电桥金属丝电阻率；测量金属丝直径并估计其不确定度，画出电路图，写出实验步骤，列出计算公式，记录测量数据，测出电阻率；

3、用提供的实验器材，测量甲种电池的电动势；画出电路图，写出实验步骤，列出计算公式，记录测量数据，测出待测的量。

二、实验设备

- 1、微安表 1 只；
- 2、滑线式电桥 1 只；

- 3、甲种电池 1 只；
- 4、电阻箱 1 个；
- 5、滑动变阻器 1 个；
- 6、单刀单掷开关、单刀双掷开关各 1 个；
- 7、螺旋测微器 1 个；
- 8、连接导线若干。

注：

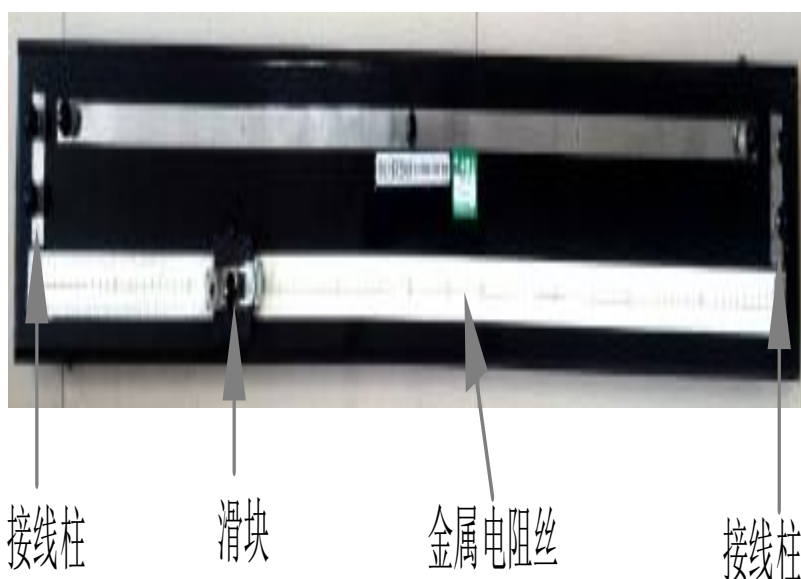
- 1、评分建议作为参考，解释权归阅卷组；
- 2、每个得分点，扣完为止，不倒扣分；

一、画出设计电路图，组装电路，测量微安表的内阻 R_g

解法一：使用电桥法

- 1、画出电路原理图，写出实验步骤，列出计算公式。

画出设计的电路图：



- 1) 正确画出电路图，其中滑动变阻器采用分压连接亦可；
- 2) 题目中没有给出，答题者自定义的符号。

写出实验步骤：

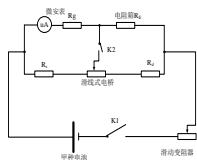
由于 R_s 和 R_d 的影响，需要使用交换测量法，利用开关作为示零器。滑动变阻器用于限流（或分压）， R_E 为电阻箱的阻值。

- ① 调节 R_E ，电桥平衡时，记录阻值为 R_{E1} ；
- ② 交换电阻箱和微安表的位置，在同一刻度处，调节电阻箱阻值，电桥平衡时，记录阻值为 R_{E2} ；

③使用开关作为示零器，当闭合、断开开关 K2 时，微安表读数不变，视为电桥平衡。

1) 考虑 R_s , R_d 影响;

列出计算公式:



2、记录测试数据，并计算出微安表的内阻;

记录数据

测量次数	R_{E1} (k Ω)	R_{E2} (k Ω)	R_g (k Ω)
1	3.57	0.610	1.476
2	2.32	0.940	1.477
3	1.56	1.39	1.472
4	1.06	2.05	1.474
5	0.702	3.10	1.475

测量结果

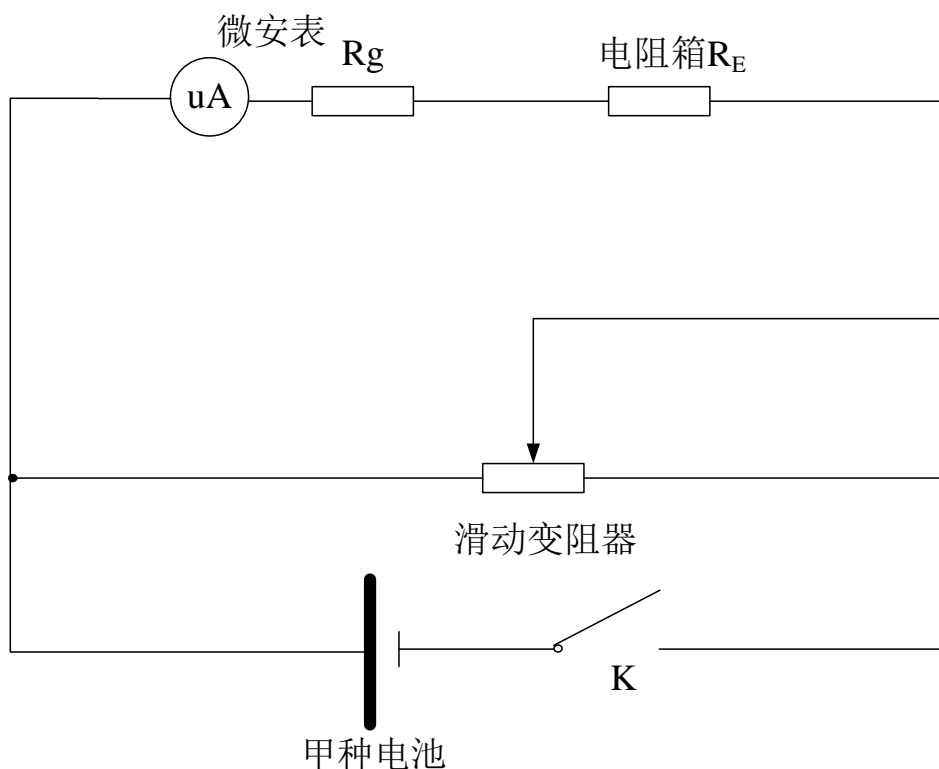
$$R_g = 1.475 \pm 0.001 \text{ k}\Omega$$

或 $R_g = 1.48 \pm 0.01 \text{ k}\Omega$

解法二：使用等效电源法

1、画出电路原理图，写出实验步骤，列出计算公式。

画出设计的电路图:



写出实验步骤：

- ①按照电路图连接电路，读出电阻箱的数值 R_{E1} ，和对应的电流值 I_1 ；
- ②改变电阻箱的值 R_{E2} ，读出新的电流值 I_2 。联立数据得到微安表的内阻 R_g 。

列出计算公式：

$$R_g = \frac{I_2 R_{E2} - I_1 R_{E1}}{I_1 - I_2}$$

2、记录测试数据，并计算出微安表的内阻；

记录数据：

测量次数	电阻箱读数 $R_E(k\Omega)$	微安表读数 $I(uA)$
1	3.02	38.0
2	2.26	46.0
3	1.61	56.0
4	1.14	66.0
5	0.790	76.0
6	0.560	84.0

测量结果：

$$R_g = 1.47 \pm 0.03 k\Omega$$

- 1) 测量结果与相应编号的仪器标准值【另附表】比较，
- 2) 结果有效数字（应取 3 位或 4 位），

二. 画出设计电路图，组装电路，测量电桥金属丝的电阻率。

(补充：可使用本部分中的电路测出 R_{total} 的值，在下一部分中需要使用， R_{total} 测量不计分数， $R_{total}=R(100)+R_d+R_s$)

1、测量电桥金属丝的直径并估计其不确定度
数据记录：

$$d_0=0.008 \text{ mm}$$

测量次数	1	2	3	4	5	6
直径 (毫米)	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50	0.49
	2	2	0	1	7	9

测量结果：

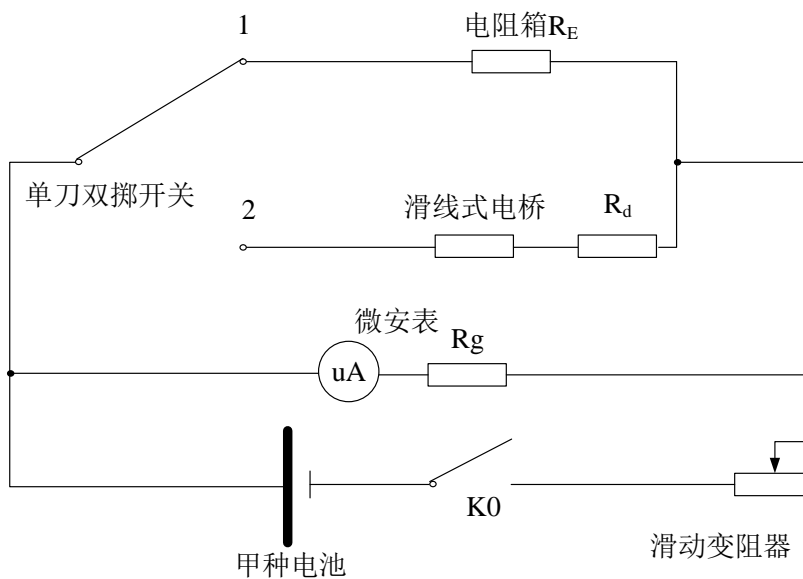
$$d = 0.501 \pm 0.002(mm)$$

3)、结果及表达

4)、不确定度估计

2、画出电路原理图，写出实验步骤，列出计算公式

画出设计的电路图：



写出实验步骤：

①把电桥的滑动点置于不同的 L 处，计入接触电阻 R_d ，则接入电路的电阻为 $R(L)+R_d$ ；

②利用单刀双掷开关，调节电阻箱 R_E 的值，替代法测量电桥电阻 $R(L)+R_d$ ；把单刀双掷开关分别打到 1, 2 上，连电阻箱，调节电阻箱的值，使读数与连电桥时在同一位置，则有 $R_E=R(L)+R_d$ 。

列出计算公式：

板式电桥的电阻 $R=R_d+R(L)$ 与长度 L ，电阻率 ρ ，直径 d 的关系为

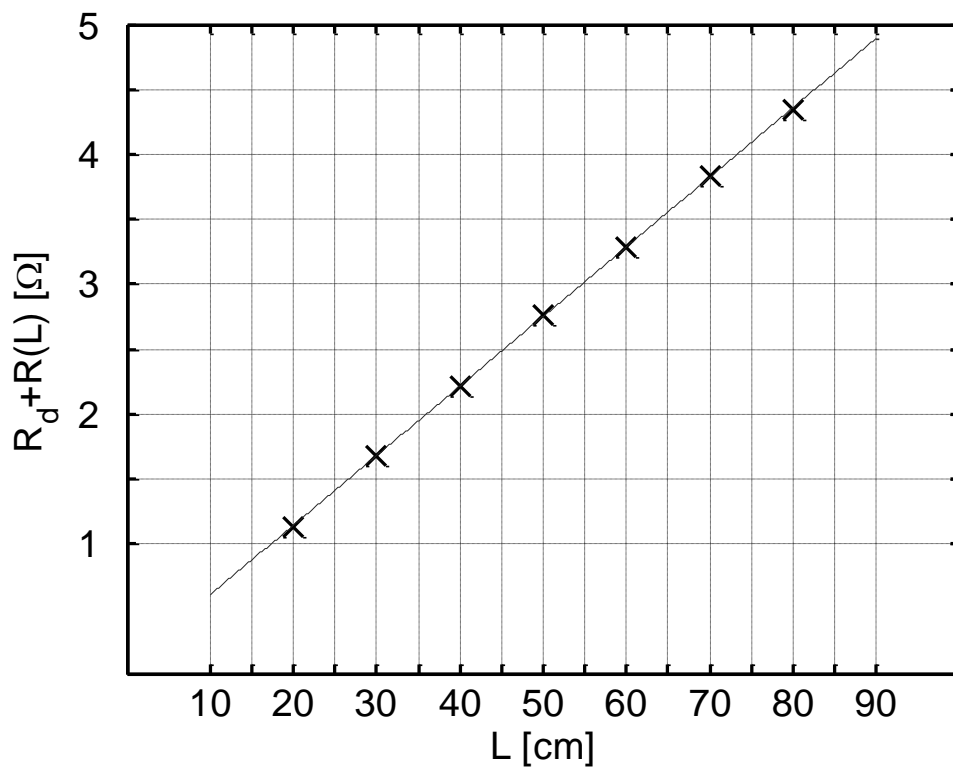
$$R - R_d = R(L) = \frac{L\rho}{S} = \frac{4\rho L}{\pi d^2}$$

$$\text{令 } a = \frac{R(L)}{L} = \frac{4\rho}{\pi d^2}, \text{ 则 } \rho = \frac{\pi a d^2}{4} = \frac{\pi d^2}{4} \frac{R(L)}{L}$$

3、记录测试数据，并计算出电桥金属丝的电阻率。

测量数据记录

测量次数/点数	L (cm)	$R(L)+R_s$ (Ω)
1	20.0	1.13
2	30.0	1.68
3	40.0	2.21
4	50.0	2.76
5	60.0	3.29
6	70.0	3.83
7	80.0	4.34



测量结果:

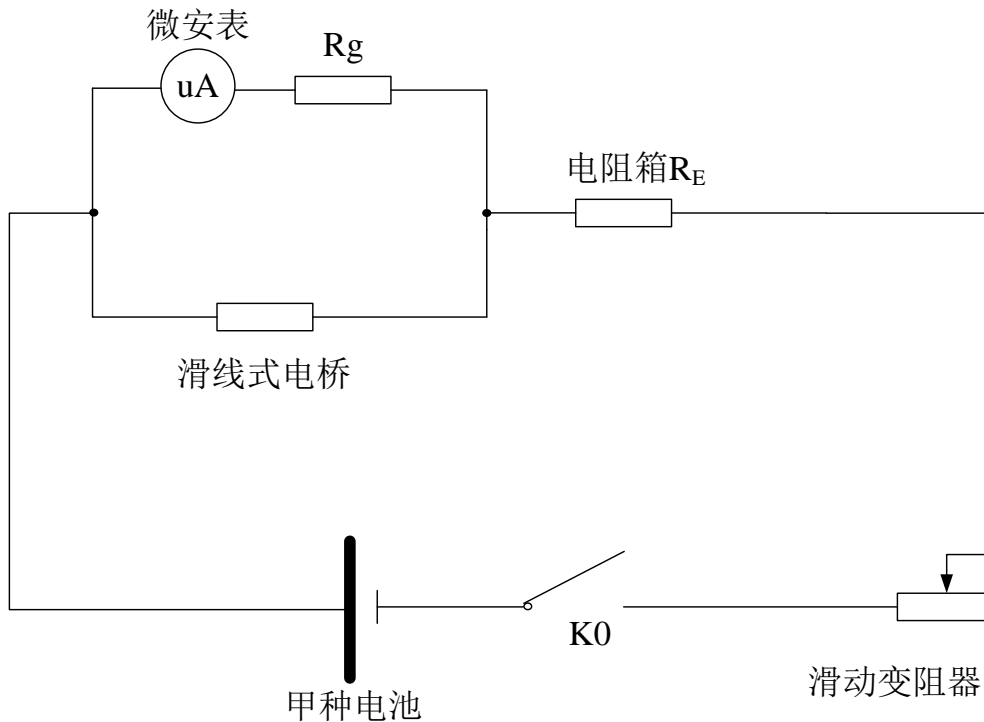
$$\rho = 1.09 \times 10^{-6} \Omega \cdot m$$

以 $\bar{\rho} = 1.10 \times 10^{-6} \Omega \cdot m$ 作为评分的参照数据:

三. 画出设计电路图, 组装电路, 测量甲种电池的电动势。

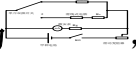
1、画出电路原理图, 写出实验步骤, 列出计算公式

画出设计的电路图:



写出实验步骤:

①把电源、滑动变阻器、开关等效为一个电源，内阻为 R_r ，电动势为 E ;

②记电桥的整个电阻为 R_{total} ，把微安表和电桥并联，视为一个等效电流表，内阻为 ,

当读取电流为 I_{read} 时，电流值为 $I_{read} \frac{(R_{total} + R_g)}{R_{total}}$ ，其中 R_{total} 可以用前述替换法得到;

③调节电阻箱 R_E 为 $R_{Ei} (i=1, 2, \dots)$ 记等效微安表的电流读数为 $I_i (i=1, 2, \dots)$ 。
每两组数据联立求解，得到电源电动势。

列出计算公式:

$$E = \frac{I_1 I_2 (R_{E1} - R_{E2}) (R_{total} + R_g)}{(I_2 - I_1) R_{total}}$$

2、记录测试数据，并计算出待测甲种电池的电动势。

测量数据记录:

测量次数	微安表读数 (μA)	电阻箱读数 (Ω)
1	30.0	124
2	38.0	84.9
3	48.0	54.2
4	54.0	41.6
5	66.0	22.3

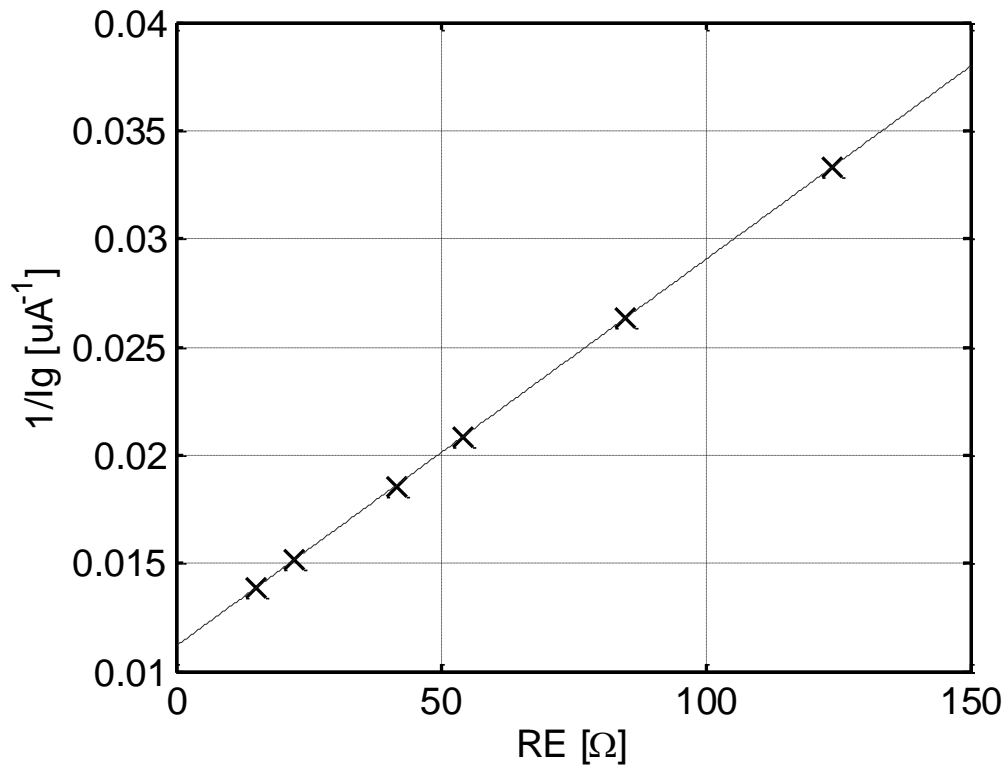
6	72.0	15.1
---	------	------

数据分组	计算结果(V)
1, 4	1.500
2, 5	1.512
3, 6	1.518

测量结果:

$$E=1.510 \pm 0.004 \text{ V}$$

采用作图法或最小二乘法:



记图中斜率为 a , 则 $E=(R_g+R_{total})/(R_{total}*a)$, 从图中得出 $a=0.000179 \mu\text{V}^{-1}$

从而 $E=1.51 \text{ V}$ 。