

南昌大学物理实验报告

课程名称： 物理设计类实验

实验名称： 低值电阻的测量

学院： 信息工程学院 专业班级： 自动化 154

学生姓名： 廖俊智 学号： 6101215073

实验地点： B613 座位号： 15 号

实验时间： 第八周星期四上午九时四十五分开始

一、实验目的：

- 1. 学习低电阻的测量方法；
- 2. 掌握及了解四探针法及其应用。

二、实验原理：

伏安法测中等阻值的电阻是很容易的，但在测低电阻 R_x 时将遇到困难，如图5-1所示，（a）是伏安法的一般电路图，（b）是将 R_x 两侧的接触电阻，导线电阻以等效电阻 R'_1 ， R'_2 ， R'_3 ， R'_4 标志的电路图。由于电压表 V 的内阻较大，串接小电阻 R'_1 ， R'_4 对其测量影响不大，而 R'_2 ， R'_3 串接到被测低电阻 R_x 后，使被测电阻成为 $(R'_2+R_x+ R'_3)$ 其中 R'_2 和 R'_3 和 R_x 相比是不可不计，有时甚至超过 R_x ，因此如图5-1所示的电路不能用以测量低电阻 R_x 。



图5-1 伏安法测量低电阻的问题

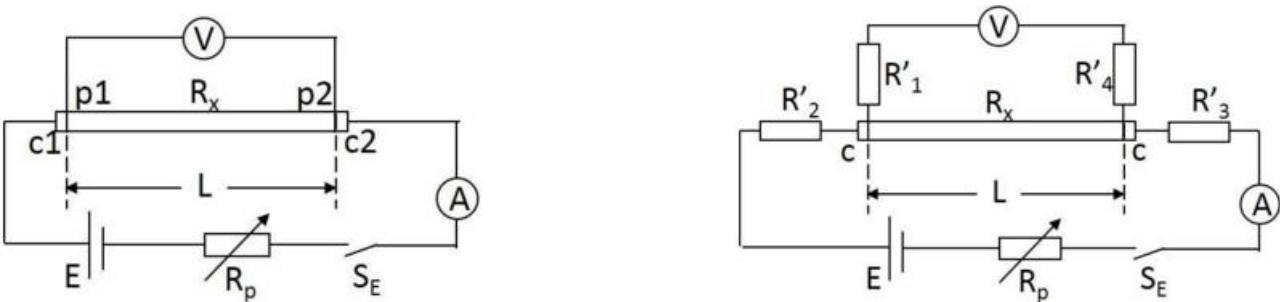


图5-2 四端法测量低电阻的原理图

解决上述测量的困难，关键在于消除 R'_2 ， R'_3 的影响，图5-2的电路可以达到这个目的，它是将低阻 R_x 两侧的接点分为两个电流接点（cc）和两个电压节点（pp），这样电压表测量的是长 L 的一段低电阻（其中不包括 R'_2 和 R'_3 ）两端的电压。这样的四接点测量电路使低电阻测量成为可能。

三、实验仪器：

数字直流电压表（1 件）、数字直流电流表（1 件）直流电源（1 件）、DHSR 四端电阻器（1 件）、金属棒（3 根）、导线（6 根）、螺旋测微器（1 件）、短路片若干。

四、实验内容和步骤：

测量金属棒不同长度L时的电阻，根据 $R=\rho L/S$ 计算出金属棒的电阻率。本实验中，共提供三种金属棒，黄铜、铝合金和碳素钢，已知20℃时黄铜的标准电阻率 $6.9\times 10^{-8}(\Omega \cdot m)$ ，20℃时碳素钢的标准电阻率 $1.6\times 10^{-7}(\Omega \cdot m)$ 。

实验步骤如下：

1. 利用螺旋测微器测量待测金属棒的直径（记录五组数据，分析不确定度）。
2. 将直流电源的输出电压调至5V，按照预习报告中的电路图连接好电路。
3. 固定C2位置，移动P2，记录P1P2间距L及对应的电压表读数UR（毫伏档），要求记录6组数据，求出不同长度L时的电阻R，求出电阻率 ρ 。

4. 更换待测金属棒，重复以上步骤。

五、实验数据与处理：

原始数据：

（一）铜

d/mm	90.00	150.00	210.00	270.00	330.00	390.00
I/A	0.2397	0.2397	0.2397	0.2397	0.2397	0.2397
U/mv	0.11	0.20	0.28	0.37	0.46	0.54

（二）铝

d/mm	100.00	160.00	220.00	280.00	340.00	400.00
I/A	0.2399	0.2399	0.2399	0.2399	0.2399	0.2399
U/mv	0.05	0.09	0.13	0.17	0.21	0.25

（三）铁

d/mm	110.00	170.00	230.00	290.00	350.00	410.00
I/A	0.2399	0.2399	0.2399	0.2399	0.2399	0.2399
U/mv	0.40	0.62	0.84	1.06	1.27	1.50

数据处理：

由和 $R=\rho L/S$ 可得表如下

（一） 铜

d/mm	90.00	150.00	210.00	270.00	330.00	390.00
I/A	0.2397	0.2397	0.2397	0.2397	0.2397	0.2397
U/mv	0.11	0.20	0.28	0.37	0.46	0.54
R/mΩ	0.4589	0.8343	1.168	1.5435	1.919	2.253
电阻率 (SI)	0.0204×10^{-6}	0.0222×10^{-6}	0.0222×10^{-6}	0.0229×10^{-6}	0.0233×10^{-6}	0.0231×10^{-6}

（二） 铝

同理得：

d/mm	100.00	160.00	220.00	280.00	340.00	400.00
I/A	0.2399	0.2399	0.2399	0.2399	0.2399	0.2399
U/mv	0.05	0.09	0.13	0.17	0.21	0.25
R/mΩ	0.2084	0.3752	0.5419	0.7086	0.8754	1.042
电阻率	0.8336×10^{-8}	0.938×10^{-8}	0.9853×10^{-8}	1.0123×10^{-8}	1.299×10^{-8}	1.042×10^{-8}

（三） 铁

d/mm	110.00	170.00	230.00	290.00	350.00	410.00
I/A	0.2399	0.2399	0.2399	0.2399	0.2399	0.2399
U/mv	0.40	0.62	0.84	1.06	1.27	1.50
R/mΩ	1.6674	2.5844	3.5015	4.4185	5.2939	6.2526
电阻率	6.0632×10^{-2}	6.0809×10^{-2}	6.090×10^{-2}	6.094×10^{-2}	6.0501×10^{-2}	6.1001×10^{-2}

六、误差分析：

- 1. 金属在不同情况下都会有被空气氧化，所以在 d 变大时，被氧化部分增多，所以电阻率变大。
- 2.由于电表精确度的限制，故数据并非绝对精确。
- 3.电阻在通电时间越长电阻变热，电阻率会变大。

七、附上原始数据：

$$I = 0.2397 A$$

銅	90 cm	150 cm	210 cm	270 cm	330 cm
U/mV	0.11 mV	0.2	0.28	0.37	0.46

390 cm
0.54

$$I = 0.2399 A$$

l (cm)	100	160	220	280	360	400
U (mV)	0.05	0.09	0.13	0.17	0.21	0.25

$$I = 0.2399 A$$

l (cm)	110	170	230	290	350	410
U (mV)	0.4	0.62	0.84	1.06	1.27	1.50

陽極箱

6101215023

15.

趙超英
1019

