

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 153

学生姓名： 张恩泽 学号： 6101215075

实验地点： B613 座位号： 6 号

实验时间： 第八周星期四上午十时

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

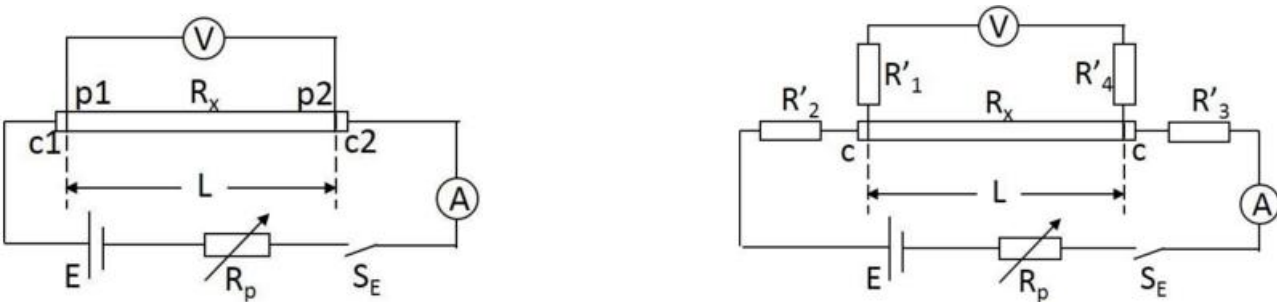


图5-2 四端法测量低电阻的原理图

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	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00
I/A	0.1842	0.1842	0.1842	0.1842	0.1842
U/mv	11.10	12.57	12.86	14.00	16.91

（二）铝

d/mm	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00
I/A	0.1836	0.1836	0.1836	0.1836	0.1836
U/mv	11.74	11.82	12.92	15.94	17.18

（三）铁

d/mm	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00
------	--------	--------	--------	--------	--------

I/A	0.1843	0.1843	0.1843	0.1843	0.1843
U/mv	10.91	11.60	16.36	17.14	17.60

数据处理：

由和 $R=\rho L/S$ 可得表如下

（一） 铜

d/mm	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00
I/A	0.1842	0.1842	0.1842	0.1842	0.1842
U/mv	11.10	12.57	12.86	14.00	16.91
R/ Ω	0.0603	0.0682	0.0698	0.0760	0.0918
电阻率	1.51		1.17	1.09	1.15

所以

（二） 铝

同理得：

d/mm	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00
I/A	0.1836	0.1836	0.1836	0.1836	0.1836
U/mv	11.74	11.82	12.92	15.94	17.18
R/ Ω	6.3943	6.4379	7.0370	8.6816	9.3572
电阻率	1.60	1.29	1.18	1.25	1.18

所以

所以

(三) 铁

d/mm	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00
I/A	0.1843	0.1843	0.1843	0.1843	0.1843
U/mv	10.91	11.60	16.36	17.14	17.60
R/ Ω	5.9197	6.2941	8.8768	9.3001	9.5496
电阻率	1.49	1.27	1.49	1.34	1.20

所以
不计 B 类误差，所以 $u=$
所以

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：

	U_1	U_2	U_3
1	1.5×10^{-2}	1.5×10^{-2}	1.5×10^{-2}
2	1.5×10^{-2}	1.5×10^{-2}	1.5×10^{-2}
3	1.5×10^{-2}	1.5×10^{-2}	1.5×10^{-2}
4	1.5×10^{-2}	1.5×10^{-2}	1.5×10^{-2}
5	1.5×10^{-2}	1.5×10^{-2}	1.5×10^{-2}
6	1.5×10^{-2}	1.5×10^{-2}	1.5×10^{-2}

$d = 2.0 \text{ mm}$

$S = 4.6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

$\rho = 2.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

$\frac{FL}{S} = 2$

$\rho = \frac{SL}{L}$

计算结果如下：

17.78 ~~18.25~~ mV

16.71 mV

(3)

350 mm

350 mm

1594 mV

14.00 mV

(4)

300 mm

200 mm

12.92 mV

12.86 mV

(5)

250 mm

250 mm

11.82 mV

12.57 mV

(6)

200 mm

200 mm

11.74 mV

11.10 mV

$d = 4 \text{ mm}$

$$S = 4\pi r^2$$

$r = 2 \text{ mm}$

2×10^{-3}

$$\frac{\rho L}{S} = R$$

$$\rho = \frac{SR}{L}$$

