

# 直流电桥测电阻实验报告

实验者姓名： 李昭阳 学号： 2021013445 实验日期： 2022/10/13 实验台号： 15

## 实验目的

- 1、了解单电桥测电阻的原理，掌握单电桥测电阻的方法
- 2、利用单电桥测量铜丝温度电阻系数，学习作图和直线拟合的方法
- 3、用电桥组装数字温度计，学习桥路的应用分析设计

## 实验仪器

QJ-23型便携式单电桥、直流稳压电源DC 5V、磁力搅拌器、电子温度计、数字调压器、万用表

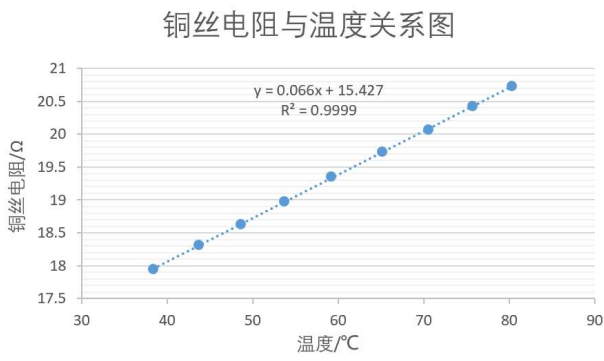
## 数据处理及结果

### 惠斯通电桥测电阻

仪器组号 15 电桥型号 QJ-23

电阻标称值 ( $\Omega$ )	120 $\Omega$	1k $\Omega$	11k $\Omega$	360k $\Omega$	
比率臂读数 C	0.1	0.1	10	100	
电桥准确度等级指数 $\alpha$	0.2	0.2	0.5	0.5	
平衡时测量盘读数 R ( $\Omega$ )	1191	9900	1093	3600	
平衡后将检流计调偏 $\Delta d$ (格)	2.9	2.0	1.5	1.1	
与 $\Delta d$ 对应的测量盘的示值变化 $\Delta R$ ( $\Omega$ )	1	10	1	100	
测量值 CR ( $\Omega$ )	119.1	990	10.93k	360.0k	
$\Delta_{Rx} = \alpha\% \cdot (CR + 500C)$ ( $\Omega$ )	0.3382	2.08	79.65	2050	
$\Delta_s = 0.2C\Delta R/\Delta d$ ( $\Omega$ )	0.0069	0.1	1.33	1818.2	
$\Delta_{Rx} = \sqrt{(\Delta_{Rx})^2 + \Delta_s^2}$ ( $\Omega$ )	0.3329	2.082	79.66	2740.13	
$R_x = CR \pm \Delta_{Rx}$ ( $\Omega$ )	119.1 $\pm$ 0.3329	990 $\pm$ 2.082	10930 $\pm$ 79.66	360000 $\pm$ 2740.13	

### 单电桥测铜丝的电阻温度系数



温度/ $^{\circ}\text{C}$	铜丝电阻/ $\Omega$
38.35	17.95
43.65	18.31
48.58	18.63
53.7	18.97
59.18	19.35
65.12	19.73
70.58	20.07
75.73	20.42
80.33	20.73

由图中数据可得， $R_0 = 15.427 \Omega$ ，代入计算参数可得，

$$\alpha_R = \frac{R_t - R_0}{R_0 t} = \frac{k}{R_0} = \frac{0.066}{15.427} = 0.00428 \Omega$$

同时由图像可以分析得，金属电阻随着温度递增而线性递增。

### 铜电阻数字温度计的设计组装及校验

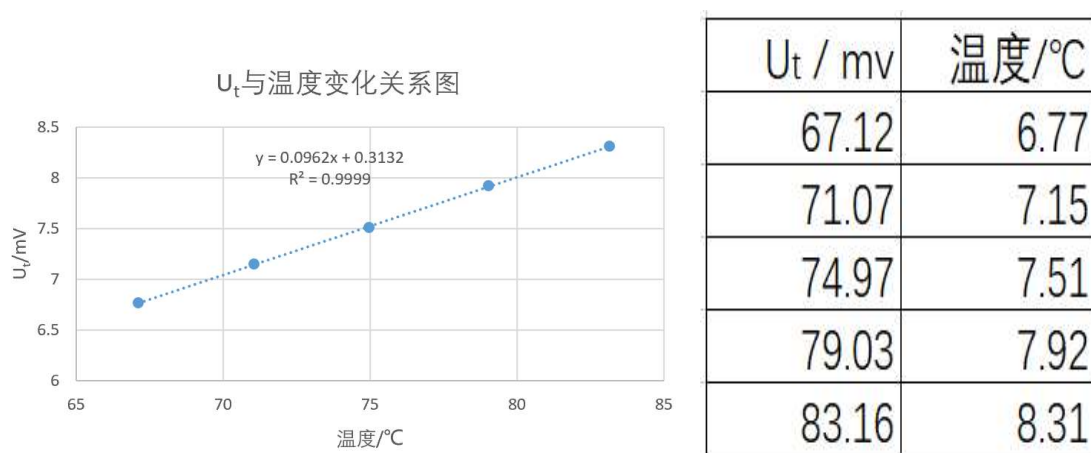
对于电路设置参数，取定 $C = 0.01$ ，有

$$E = \frac{(1 + C)^2}{10C\alpha_R} = \frac{(1 + 0.01)^2}{10 \times 0.01 \times 0.00428} = 2383.4 \text{ mV}$$

$$R = \frac{R_0}{C} = \frac{15.427}{0.01} = 1542.7 \Omega$$

$$\Delta U = -E \frac{(C\alpha_R t)^2}{(1 + C)^3} = -2383.4 \times \frac{(0.01 \times 0.00428 t)^2}{(1 + 0.01)^3} = -2313.9 \times (4.28 \times 10^{-5} t)^2 \text{ mV}$$

拟合出变化曲线如下，



则曲线可以近似认为 $U_t$ 与 $t$ 是线性关系，其关系式为

$$U_t = 0.0962t + 0.3132 \text{ (mV)}$$

由于 $t \leq 100^\circ\text{C}$ ，故在误差允许的范围内可以认为拟合曲线近似为  $U_t = \frac{1}{10}t + \Delta U$ ，即认为组装的温度计满足设计要求。

### 思考题

为什么用单电桥测电阻一般比伏安法测量的准确度高？单电桥中检流计的准确度对实验中所用的平衡电桥法测量有无影响？

伏安法在电压的变化中有电源的内阻作用，造成了检测的误差。单电桥测电阻则是以桥路的平衡来检测，虽然也含有内阻的电源，但电桥消除了电源内阻对检测回路的影响。

检流计的准确度对测量有影响。因为当电桥不够“灵敏”时， $\Delta S$ 会增加，引起  $\Delta R_x = \sqrt{(\Delta_{\text{仪}})^2 + \Delta S^2}$  增加，即使得测量结果的不确定度增加。

用惠斯通电桥测量电阻时，如果发现检流计的指针总是向一边偏转，请分析可能的原因。

- 1、在实验开始前未进行机械调零或电源、检流计接错或出现故障；
- 2、电桥C值过大或过小，导致在四位有效数字内均无法检出匹配的 $R_x$ ；
- 3、被测电阻 $R_x$ 过大或过小，超出电桥法测电阻的量程。

原始数据记录

数据记录及处理参考表格：

仪器组号	15				电桥型号	QJ-23			
电阻标称值 $(\Omega)$	120 $\Omega$	1k $\Omega$	11k $\Omega$	360k $\Omega$					
比率臂读数 C	0.1	0.1	10	100					
电桥准确度等级指数 $\alpha$	0.2	0.2	0.5	0.5					
平衡时测量读数 R $(\Omega)$	119.1	99.0	1053	3600					
平衡后待检流计调偏 $\Delta I$ (格)	2.5	2.0	1.5	1.1					
与 $\Delta I$ 对应的测量盘的示值变化 $\Delta R$ $(\Omega)$	1	10	100	360.0k					
测量值 CR $(\Omega)$	119.1	99.0	10.53k	360.0k					
$\Delta R_1 = \alpha^2 R_0 (CR + 500C)$ $(\Omega)$									
$\Delta R_2 = 0.2 CR \Delta I$ $(\Omega)$									
$\Delta R_3 = \sqrt{(\Delta R_1)^2 + (\Delta R_2)^2}$ $(\Omega)$									
$R_0 = CR \pm \Delta R_3$ $(\Omega)$									

铜丝电阻与温度关系图

$y = 0.066x + 15.427$   
 $R^2 = 0.9993$

t	R
38.35 $^{\circ}\text{C}$	17.95 $\Omega$
43.65 $^{\circ}\text{C}$	18.31 $\Omega$
48.58 $^{\circ}\text{C}$	18.63 $\Omega$
53.70 $^{\circ}\text{C}$	18.87 $\Omega$
59.18 $^{\circ}\text{C}$	19.35 $\Omega$
65.12 $^{\circ}\text{C}$	19.73 $\Omega$
70.58 $^{\circ}\text{C}$	20.07 $\Omega$
75.73 $^{\circ}\text{C}$	20.42 $\Omega$
80.33 $^{\circ}\text{C}$	20.73 $\Omega$

$\alpha_R = \frac{R}{R_0} = 0.00428$

$E = \frac{(1+\alpha)^2}{10\alpha R} = 2383.4\text{mV}$

$R = \frac{R_0}{C} = 1542.7\Omega$

$U_t$ 与温度变化关系图

$y = 0.0962x + 0.3132$   
 $R^2 = 0.9999$

$U_t$	t
6.77mV	67.12 $^{\circ}\text{C}$
7.15mV	71.07 $^{\circ}\text{C}$
7.51mV	74.87 $^{\circ}\text{C}$
7.92mV	78.03 $^{\circ}\text{C}$
8.31mV	83.16 $^{\circ}\text{C}$

张伟晨