

# 非平衡电桥测热敏电阻特性实验

## 一、仪器结构及说明

仪器面板见图 1-1

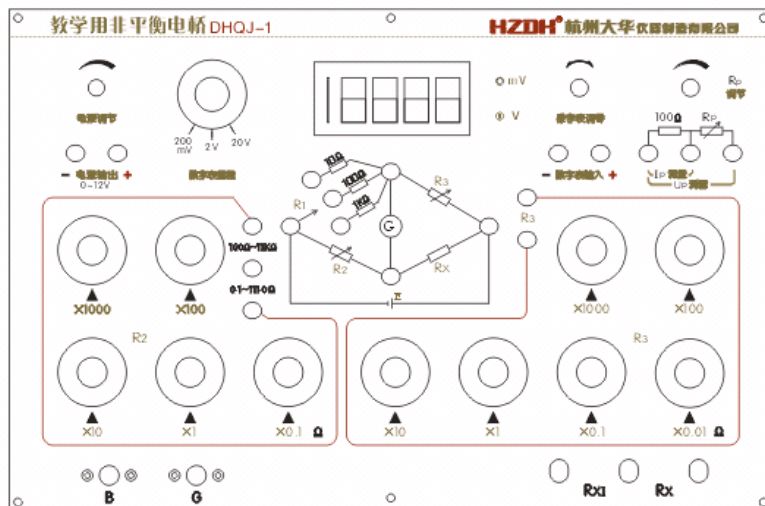


图 1-1

仪器的电源、数字表、桥臂电阻  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  以及  $R_P$  电阻之间各自是相互独立的，按照电桥上的各自插座孔，通过连线组成桥路。

电桥的 B 按钮，内部已经与电源连接，用于接通桥路电源；电桥的 G 按钮，内部已经与数字电压表连接，用于接通数字电压表的通断。

$R_P$  电位器用于功率电桥时作为负载使用，调节范围  $0 \sim 10K \Omega$ ，与其串联有  $100 \Omega$  电阻。功率电桥实验时，只要将电压表接到该电阻上，即“ $I_P$  测量端”便可测得电桥的输出电流；接到“ $U_P$  测量端”便可测得电桥的输出电压。

## 非平衡电桥的原理和设计应用

电桥可分为平衡电桥和非平衡电桥，非平衡电桥也称不平衡电桥或微差电桥。以往在教学中往往只做平衡电桥实验。近年来，非平衡电桥在教学中受到了较多的重视，因为通过它可以测量一些变化的非电量，这就把电桥的应用范围扩展到很多领域，所以在工程测量中非平衡电桥也得到了广泛的应用。

### 一、实验目的

- 1、掌握非平衡电桥的工作原理以及与平衡电桥的异同
- 2、掌握利用非平衡电桥的输出电压来测量变化电阻的原理和方法

### 二、实验内容

- 1、用非平衡电桥测量热敏电阻的温度特性
- 2、用热敏电阻为传感器结合非平衡电桥设计测量范围为 30.0~50.0℃的数显温度计

### 三、实验仪器及配件

- 1、DHQJ-1 型非平衡电桥
- 2、DHW-1/ DHW-2 型温度传感实验装置或 DHT-2 型热学实验仪（含 2.7K Ω 热敏电阻）

### 四、实验原理

随着测量技术的发展,电桥的应用面不再局限于平衡电桥的范围,非平衡电桥在非电量的测量中已得到广泛应用。将各种电阻型传感器接入电桥回路,桥路的非平衡电压能反映出桥臂电阻的微小变化,因此,通过测量非平衡电压可以检测出外界物理量的变化,例如温度、压力、湿度的变化等。

如图 1 所示, $R_1, R_2$  和  $R_3$  是选定的精密桥臂电阻, $R_x$  为热电阻。当电源的输出电压  $U$  一定时,非平衡电桥桥路的输出电压  $U_t$  为

$$U_t = U \left( \frac{R_1}{R_1 + R_3} - \frac{R_2}{R_2 + R_x} \right)$$

温度改变时, $U_t$  随着热电阻  $R_x$  的改变而改变,因此,通过  $U_t$  值可以确定温度值。

电桥平衡时  $U_t=0$ ,则由

$$R_x = \frac{R_2}{R_1} R_3$$

可测定温度为  $t$  时热电阻值  $R_t$ 。

非平衡电桥的原理图见图 1。

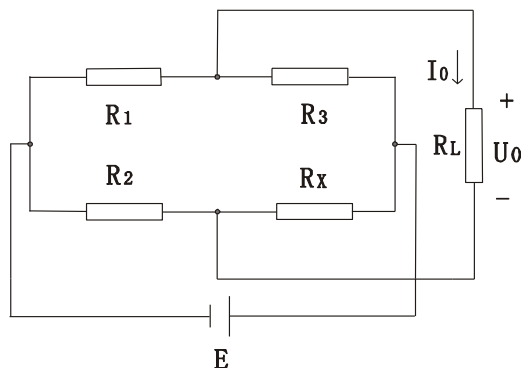


图 1

### 五、实验步骤

### (一) 使用前的准备

1、用随仪器配备的电源线将电桥连至 220V 交流电源，打开电桥后面的电源开关，接通电源。

2、根据被测对象选择合适的工作电压，工作电压通过“电源调节”电位器调节，电压值可以用仪器自身的数字电压表测量。

### (二) 单桥的使用方法

一般被测电阻大于  $10\ \Omega$  的情况下可选择用单桥进行测量。

1、将  $R_{X1}$  和  $R_X$  右端相连，被测电阻连接至  $R_X$  两端，根据被测电阻的大小选择合适的  $R_1$ 、 $R_2$  值，接好数字电压表，作为检流计。2、选择合适的电源电压  $E$ ，一般小于 3V，灵敏度不够时，再适当调高  $E$ 。

3、连接好线路，进行检查，无误好接通 G 按钮，再接通 B 按钮，调节  $R_3$  至数字电压表读数为零，表示电桥达到平衡。

注意，在本电桥上， $R_1$  选择可以是  $10\ \Omega$ 、 $100\ \Omega$ 、 $1000\ \Omega$ ，测量时一般优先取  $1000\ \Omega$ ，再是  $100\ \Omega$ ，最后是  $10\ \Omega$ 。 $R_2$  的选择可以是  $0\sim 11.111\text{K}\ \Omega$  的任意值，习惯上为方便操作及计算， $R_2$  常选  $10\ \Omega$ 、 $100\ \Omega$ 、 $1\text{K}\ \Omega$ 、 $10\text{K}\ \Omega$  等值。

4、被测电阻值：

$$R_X = \frac{R_2}{R_1} \cdot R_3$$

## 六、数据处理

### (一)、 用平衡电桥测量铜电阻

1、预调电桥平衡，起始温度可以选室温或测量范围内的其他温度。

选等臂电桥或卧式电桥做一组  $R_X$ ,  $t$  数据。将 DHW-1/ DHW-2 型温度传感实验装置或 DHT-2 热学实验仪的“热敏电阻”端接到电桥的  $R_X$  端，调节控温仪，使热敏电阻升温。每隔一定温度，测出  $R_X$ ，并记下相应的温度  $t$  调节合适的桥臂电阻，

2、调节控温仪，使热电阻降温，根据数字温控表的显示温度，读取  $U_0=0$  时，热敏电阻  $R_X$ \_\_\_\_\_  $\Omega$ 。每隔一定阻值测量一次温度，记录于表 1。

表 1

热电阻 $R_X$ ( $\text{K}\Omega$ )	1. 2	1. 4	1. 6	1. 8	2. 0	2. 2	2. 4
温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )							

3、根据电桥的测量结果作  $R_X-t$  曲线，

(二)、用非平衡法电桥测量温度

1、选  $2.4\text{K}\Omega$  的热敏电阻，设计的温度测量范围为  $30.0\sim 50.0^{\circ}\text{C}$ （夏天室温较高时，也可以将设计温度适当提高，例如改为  $35\sim 55^{\circ}\text{C}$ 、 $40\sim 60^{\circ}\text{C}$ ）。

2、调节控温仪，使热敏电阻升温。每隔一定温度，测出  $R_x$ ，并记下相应的温度  $t$  于表 2。

表 2

温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	27	30	33	39	42	45	48
$U_0$ (V)							

3、对  $U_0-t$  关系作图并直线拟合，

七、思考题

1、非平衡电桥与平衡电桥有何异同？

2、用非平衡电桥设计热敏电阻温度计有什么特点？所测温度的范围受那些因素限制？