

# 重修

## 中国民航飞行学院学生实验报告

课程名称：大学物理实验 姓名：苏润茂 学号：2980511085

专业：空包 班级：1816 教学单位：航机学院

实验室名称：物理实验室 实验日期：10.30

实验成绩： 批阅教师： 日期：

### 一、实验项目名称

热敏电阻的应用

### 二、实验目的

1. 测定温度系数热敏电阻的电阻-温度特性，并利用直线拟合的数据处理方法，求其材料常数。
2. 掌握温度传感器技术参数的调节方法及线路连接技术。
3. 理解以热敏电阻为检测元件的温度传感器的电路结构及电路参数的选择原则。
4. 理解运用线性电路和叠加电路理论分析温度传感器电压-温度特性及非线性误差的基本方法。

### 三、实验设备及材料

1. THW-11 恒温磁力搅拌器
2. ZX21 型直流电阻箱
3. TS-14 型温度传感器综合技术实验仪 编号 201400032
4. 万用表

5. 导线若干

### 四、实验原理简述

#### 1. 半导体热敏电阻

热敏电阻是利用半导体的电阻随温度变化显著的特点制成的一种热敏元件。NTC 热敏电阻，电阻-温度特性的数学表达式为：

$$R_t = R_k e^{B_n(\frac{1}{T} - \frac{1}{273.15})}$$

$$\rightarrow \text{取对数: } \ln(\frac{R_t}{R_k}) = B_n(\frac{1}{T} - \frac{1}{273.15})$$

#### 2. 电压-温度变换电路

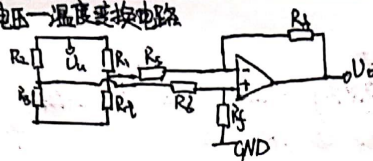
(1) 惠斯通电桥、电桥平衡时：  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$

(2) 差分放大电路：

$$V_o = \frac{R_f}{R_1}(V_1 - V_2)$$

▲ 只有输入有差别，输出才变动。

(13) 电压-温度变换电路



$$U_o = \frac{R_4}{R_4 + R_6} \left( \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_2 + R_5 + R_6} E_{S2} - E_{S1} \right)$$

(14) 电压-温度特性的线性化和电路参数的选择

当  $t_1^\circ\text{C}$  时,  $U_o = 0\text{V}$ ;

当  $t_2^\circ\text{C}$  时,  $U_o = U_2 = 5\text{V}$ ;

当  $t_3^\circ\text{C}$  时,  $U_o = U_3 = 3\text{V}$ ;

$R_1 = R_2 = R_3 = R_{t1}$

$R_5, R_6$  由电脑计算

$U_a = 3\text{V}$

$U_z = 3\text{V}$

五、实验内容与步骤

1. 测定热敏电阻的电阻-温度特性, 材料常数  $B_0$ 。

(1) 使用温度计测量出当前室温  $t_1$ , 并用万用表测出热敏电阻阻值记为  $R_{t1}$ 。

(2) 往烧杯中加入中水, 开始升温, 从  $t_1$  开始每  $5^\circ\text{C}$  记录一次热敏电阻阻值, 共记录 9 个数值。

(3) 将上述参数输入至 Excel 中, 利用公式得出  $B_0$ 。

2. 用 TB-15-B4 型温度传感技术综合实验仪测定  $U_o$  输出电压-温度特性。

(1) 将上述参数输入至计算机软件中, 得到输出电压理论值。

(2) 利用万用表, 将仪器中电阻  $R_1, R_2, R_3$  调至  $R_{t1}$ , 将  $R_5, R_6$  调至由计算机计算出来的值,  $R_4, R_7$  同理。

(3) 连接电路, 用电阻箱代替热敏电阻位置。

将电阻值阻值调为  $R_{t1}$ , 调节  $R_5$  旋钮, 使电压表读数为  $0.00\text{V}$ 。

将电阻值阻值调为  $R_{t3}$ , 调节  $U_a$  旋钮, 使电压表读数为  $3.00\text{V}$ 。

(4) 用热敏电阻更换电阻箱, 加热, 记录对应电路下的电压表读数, 将其与软件计算数据对比, 得出结论。

六、实验现象、测试数据与结果记录

实验内容:  $R_t \sim t$  特性曲线

NTC 电阻 ~ 温度特性数据表

环境温度  $k = 23.2^\circ\text{C}$

2.43

$R_t = 2.43 \text{ k}\Omega$

$R_f = 4016.7 \text{ K}$

$t$	$25^\circ\text{C}$	$30^\circ\text{C}$	$35^\circ\text{C}$	$40^\circ\text{C}$	$45^\circ\text{C}$	$50^\circ\text{C}$	$55^\circ\text{C}$	$60^\circ\text{C}$	$65^\circ\text{C}$
$R_t(\text{k}\Omega)$	2.36	1.93	1.57	1.28	1.05	0.86	0.71	0.58	0.48

实验内容2:

电压 ~ 温度特性数据表

$V_u = 3.00 \text{ V}$ ,  $V_z = 3.00 \text{ V}$ ,  $R_s = 1.033 \text{ k}\Omega$ ,  $R_f = 5.040 \text{ k}\Omega$

$t(^\circ\text{C})$	$25^\circ\text{C}$	$30^\circ\text{C}$	$35^\circ\text{C}$	$40^\circ\text{C}$	$45^\circ\text{C}$	$50^\circ\text{C}$	$55^\circ\text{C}$	$60^\circ\text{C}$	$65^\circ\text{C}$
$V_{\text{测值}}(\text{V})$	0.00	0.35	0.72	1.11	1.50	1.89	2.28	2.65	3.00
$V_{\text{理论值}}(\text{V})$	0.00	0.34	0.69	1.07	1.46	1.85	2.23	2.61	3.00

#### 七、对实验现象、实验结果的分析及结论

##### 误差分析:

1. 读温度计时出现误差, 导致读电压值/电阻值时机不对; 切忌平时四端面处读数。
2. 万用表测量误差, 虽然使用电阻档反复校正, 但不可否认, 误差依旧存在, 不可避免。

##### 实验结果:

总体来说, 本次实验较为成功, 在第一个实验中很顺利地利用了 Excel (最小二乘法), 计算出了  $B_0$ 。

在第二个实验中, 虽然电压的测量值与理论值存在误差, 但总体上可以接收。

在本次实验中, 由于湿度上升过快, 时时刻刻耳着湿度计读数明显不合理。而且同时必需保证视线与湿度计液面齐平, 非常容易漏测。建议使用温度传感器或用恒温装置代替, 这样可以大大减小人为误差。