

AD590 温度特性测试与研究

1

实验目的

1. 学习和掌握AD590电流型集成电路温度传感器的特性;
2. 测量AD590输出电流和温度的关系;
3. 用AD590传感器组装数字式摄氏温度计。

温度是科学研究中一个重要的基本物理量，在物理学、化学、热力学、飞行力学、流体力学等科学研究中，都离不开对温度的测量和控制。随着科学技术的发展，各种新型的集成电路温度传感器测温器件不断涌现，并大批量生产和扩大应用。

温度传感器是一种将温度变化转换为电量变化的器件，它利用感温元件的电参量随温度变化的特性，通过测量电路电信号变化来检测温度，具体来说，就是将温度变化转化为电路中电量变化并输出的装置。例如将温度变化转化为电阻、电压等的变化，再通过测量电路将这些电参数的变化来表达所测温度的变化。

集成温度传感器将温敏晶体管与相应的辅助电路集成在同一芯片上，它能直接给出正比于绝对温度的理想线性输出。

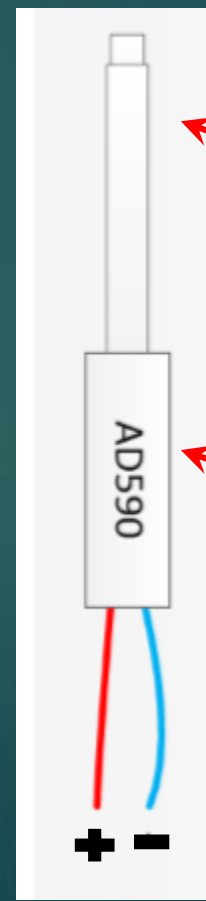
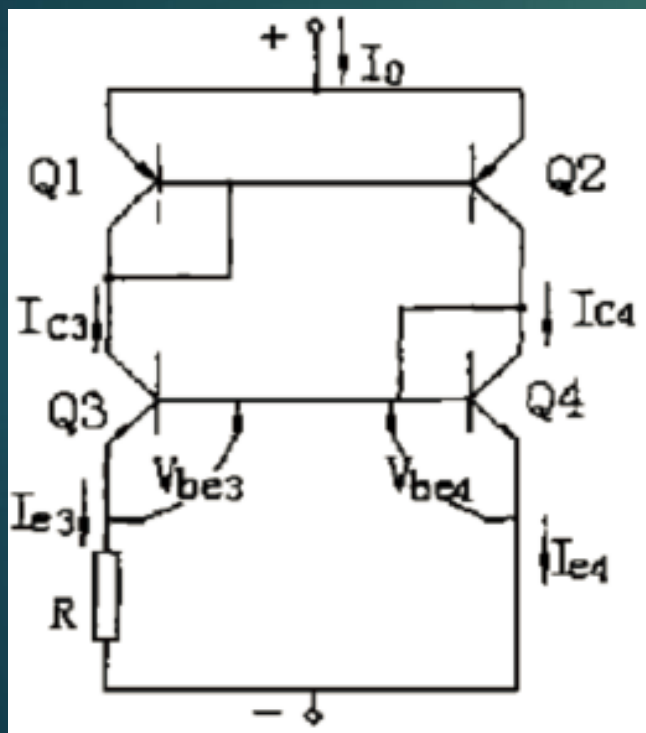
集成温度传感器具有以下几个优点：

1. 温度变化引起输出量的变化呈现良好的线性关系；
 2. 不像热电偶那样需要参考点；
 3. 抗干扰能力强，不易受接触电阻、引线电阻、电压噪声的干扰；
 4. 互换性好，使用简单方便。
- 因此，已在科学研究、工业和家用电器等方面被广泛使用于温度的精确测量和控制。

实验原理

4

AD590 集成电路温度传感器是美国ANALOG DEVICES公司生产的单片集成两端感温电流源，是由多个参数相同的三极管和电阻组成。AD590精度高、价格低、不需辅助电源、线性好，常用于测温和热电偶的冷端补偿。



探测温度

集成电路

AD590电流型集成温度传感器特性

当该器件的两端加有一定直流工作电压时（一般工作电压可在4~30V范围内），它的输出电流与温度满足如下关系：

$$I = B \cdot t + A \quad \Rightarrow \quad \Delta I = B \cdot \Delta t$$

式中， I 为其输出电流，单位： μA ， t 为摄氏温度， B 为斜率，一般AD590的 $B = 1\mu A/^{\circ}C$ ，即如果该温度传感器的温度升高或降低 $1^{\circ}C$ ，那么传感器的输出电流增加或减少 $1\mu A$ （实现了 $1^{\circ}C \sim 1\mu A$ ）。 A 为摄氏零度时的电流值，其值恰好与冰点的热力学温度273K相对应。（对市售一般AD590， $A = 273 \sim 278\mu A$ 略有差异。）

AD590的工作原理

6

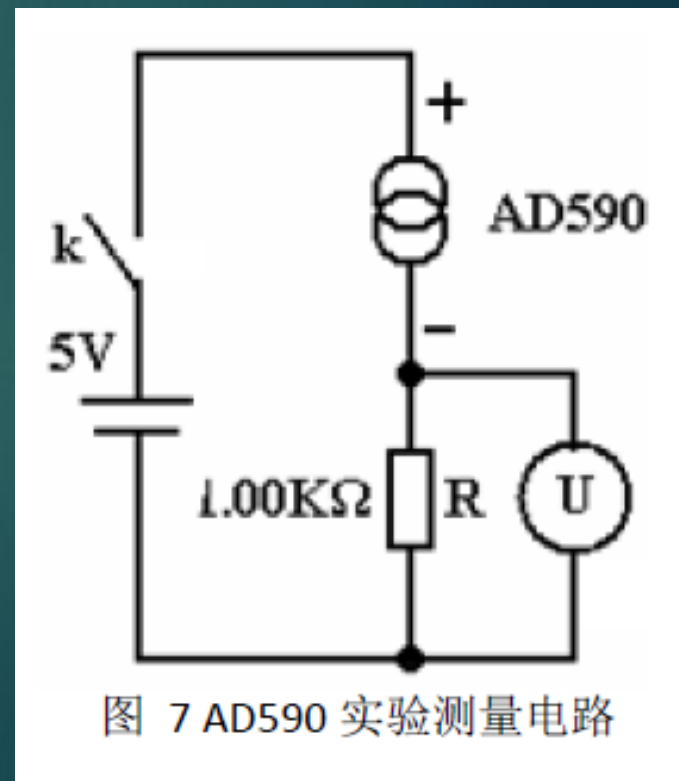
把AD590和5~20V的直流电源相连，并在输出端串接一个 $1k\Omega$ 的恒值电阻，组成最基本的温度(T)测量电路。恒值电阻 R 和AD590上流过的电流大小相同，和AD590探测到的被测温度成正比，根据 $I= B \cdot t + A$ ，有 $1\mu A \sim 1^\circ C$

取样电阻 R ($1k\Omega$) 两端的电压 $U_R = IR$

可实现电流 $1\mu A$ 到电压 $1mV$ 的转换。

$$I = \frac{U_R}{R}$$

$$1^\circ C \sim 1\mu A \sim 1mV$$



用AD590传感器设计数字温度计

7

采用非平衡电桥线路（如图），可以制作一台数字式摄氏温度计，比例臂电阻 R_2 和 R_3 各取 $1K\Omega$ ，比较臂电阻 R_4 可调节。

- ▶ 在电源→AD590→ R_2 →电源串联回路部分（等同于实验内容一的串联回路），D点电位变化： $\Delta U_D = R_2 \cdot \Delta I$ （ $1mV \sim 1\mu A \sim 1^\circ C$ ）
 - ▶ 在电源→ R_4 → R_3 →电源串联回路部分，调节比较臂电阻 R_4 ，使AD590器件探测到温度 $30^\circ C$ 时，万用表显示C、D间电势差 $U_{CD}=30mV$ ， R_4 阻值确定后，C点电位不变。当AD590温度为 $(30 + \Delta t)^\circ C$ 时，根据公式 $U_{CD} = 30mV + \Delta U_D$ 得 $U_{CD} = (30 + \Delta t) mV$
- 此时系统可看成一台数字式摄氏温度计。

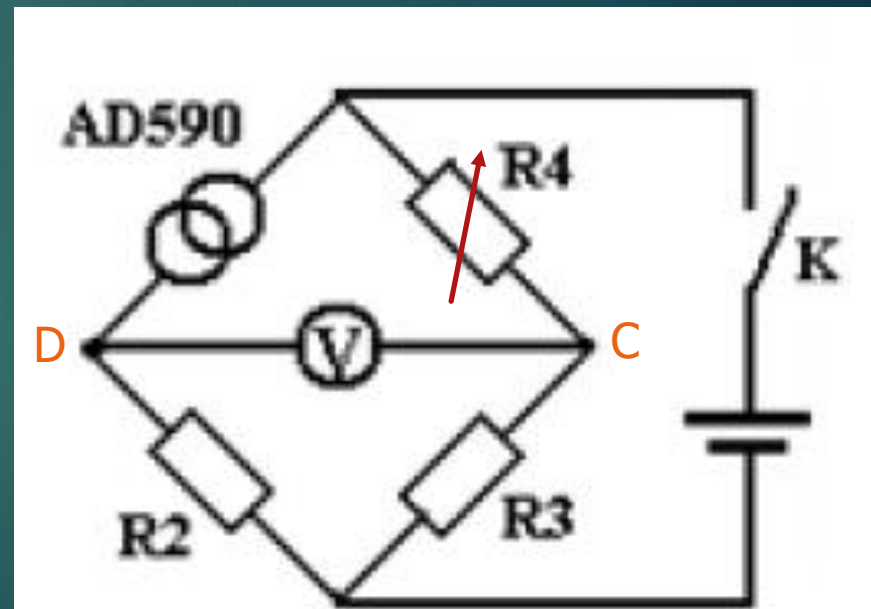
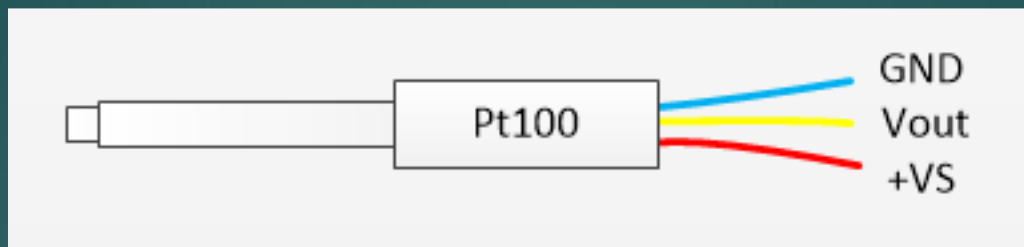


图 8 数字式摄氏温度计

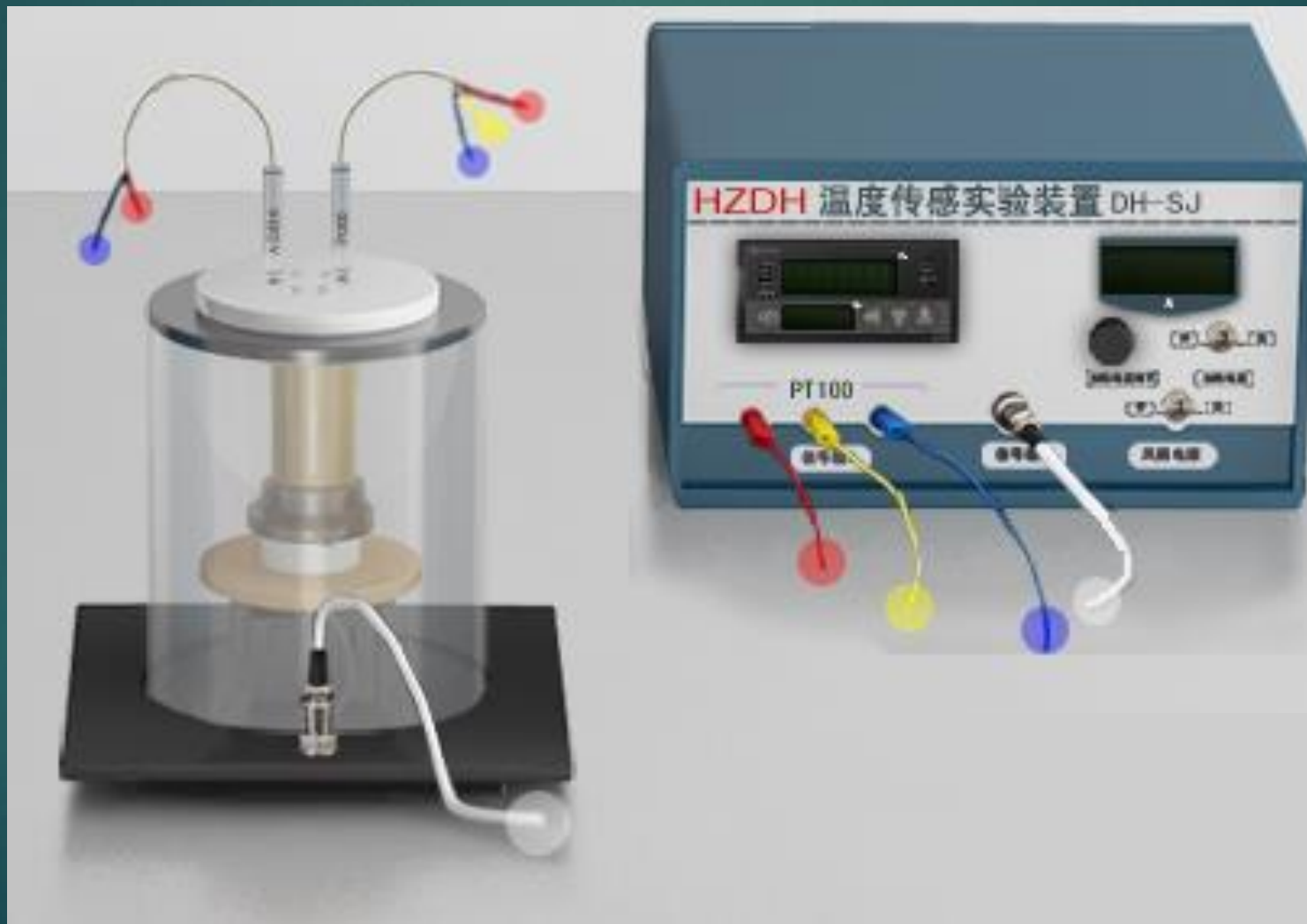
Pt100铂电阻温度传感器



金属铂(Pt)的电阻值随温度变化而变化,并且具有很好的重现性和稳定性,利用铂的此种物理特性制成的传感器称为铂电阻温度传感器,通常使用的铂电阻温度传感器零度阻值为 100Ω ,电阻变化率为 $0.3851\Omega/^{\circ}\text{C}$ 。

铂电阻温度传感器特点: 稳定性好,线性好(近似直线),误差小,应用温度范围广,是中低温区($-200\sim 650^{\circ}\text{C}$)最常用的一种温度检测器。不仅广泛应用于工业测温,而且被制成各种标准温度计供计量和校准使用,但价格贵。

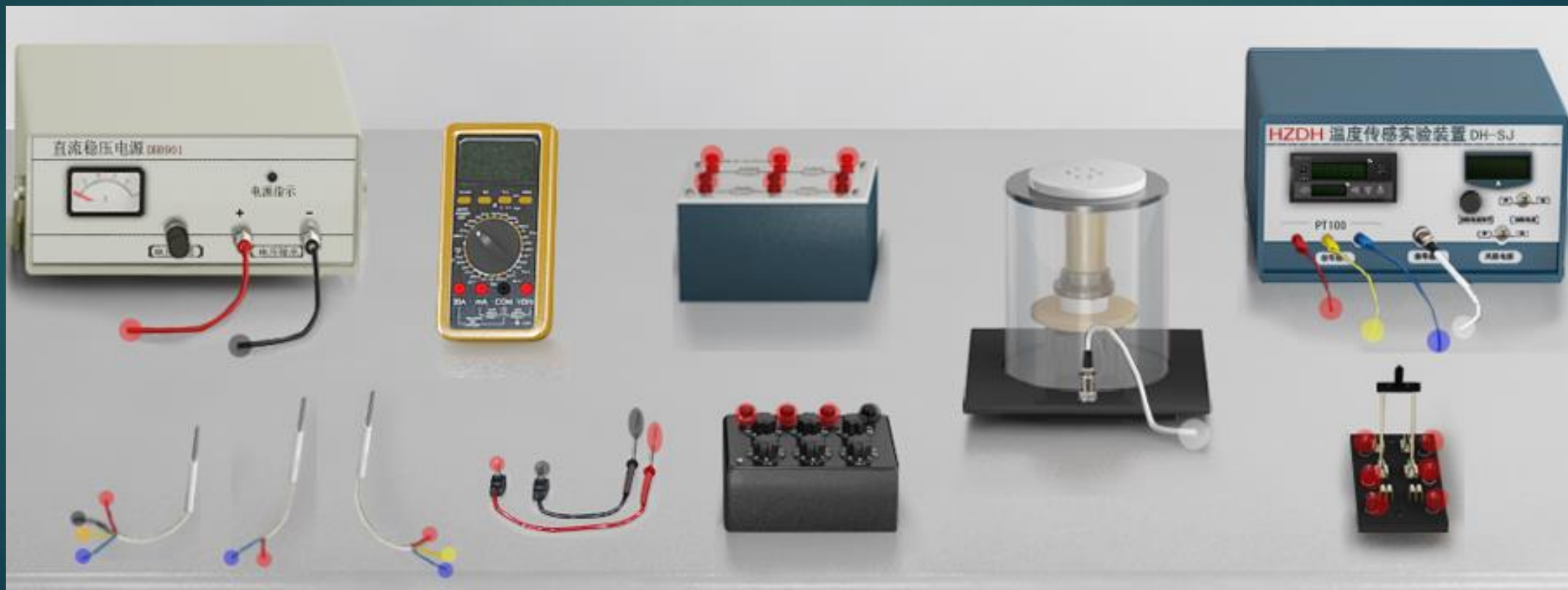
实验用的温度传感器实验装置是以Pt100 铂电阻为温度探头设计的**测温装置**，用来测量AD590温度传感器温度特性。



实验仪器

10

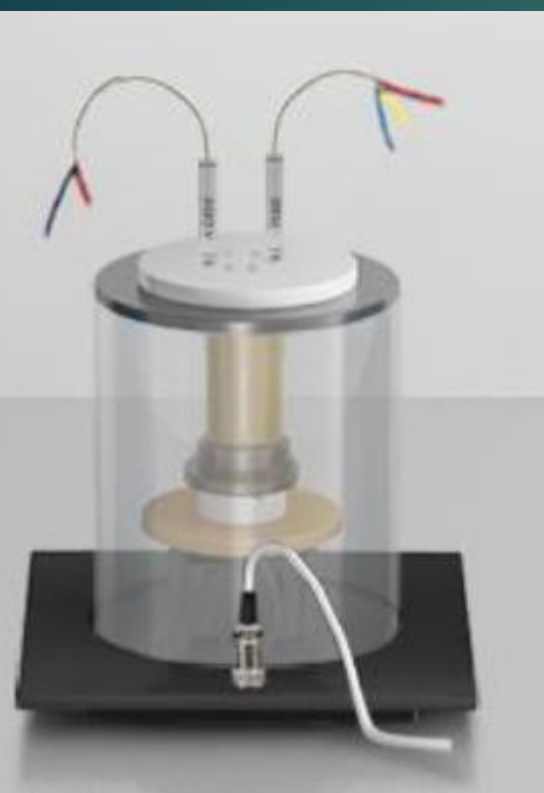
温度传感实验装置、样品室、数字万用表（附带表笔）、直流稳压电压源、DH4568
固定精密电阻器、标准电阻箱、双刀双掷开关、AD590集成温度传感器、Pt100温度
传感器、PN结集成温度传感器。



温度传感实验装置

仪器正面

仪器背面



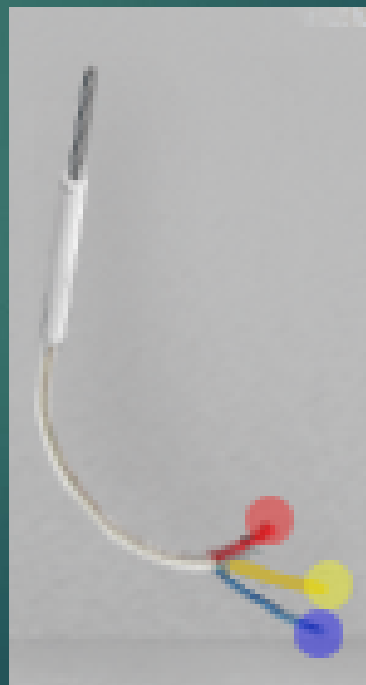
AD590温度传感器

- ▶ AD590为两端式集成电路温度传感器，它的管脚引出有两个，红色引线表示接电源正极，蓝色引线接电源负端。



Pt100温度传感器

- 金属铂(Pt)的电阻值随温度变化而变化。铂电阻温度传感器精度高，稳定性好，应用温度范围广，被制成各种标准温度计供计量和校准使用。



万用表

13

在本实验中万用表只是作为电压表使用

1.液晶显示器：超量程时，最高位显示“1”或“-1”；

2.POWER电源开关

3. 本实验中电压旋钮置于直流电压档“V—”；
4.黑表笔（COM）接负极，红表笔（VΩHz）笔接正极。



直流稳压电压源



电源开关在背面
将电压调节为5V

双刀双掷开关

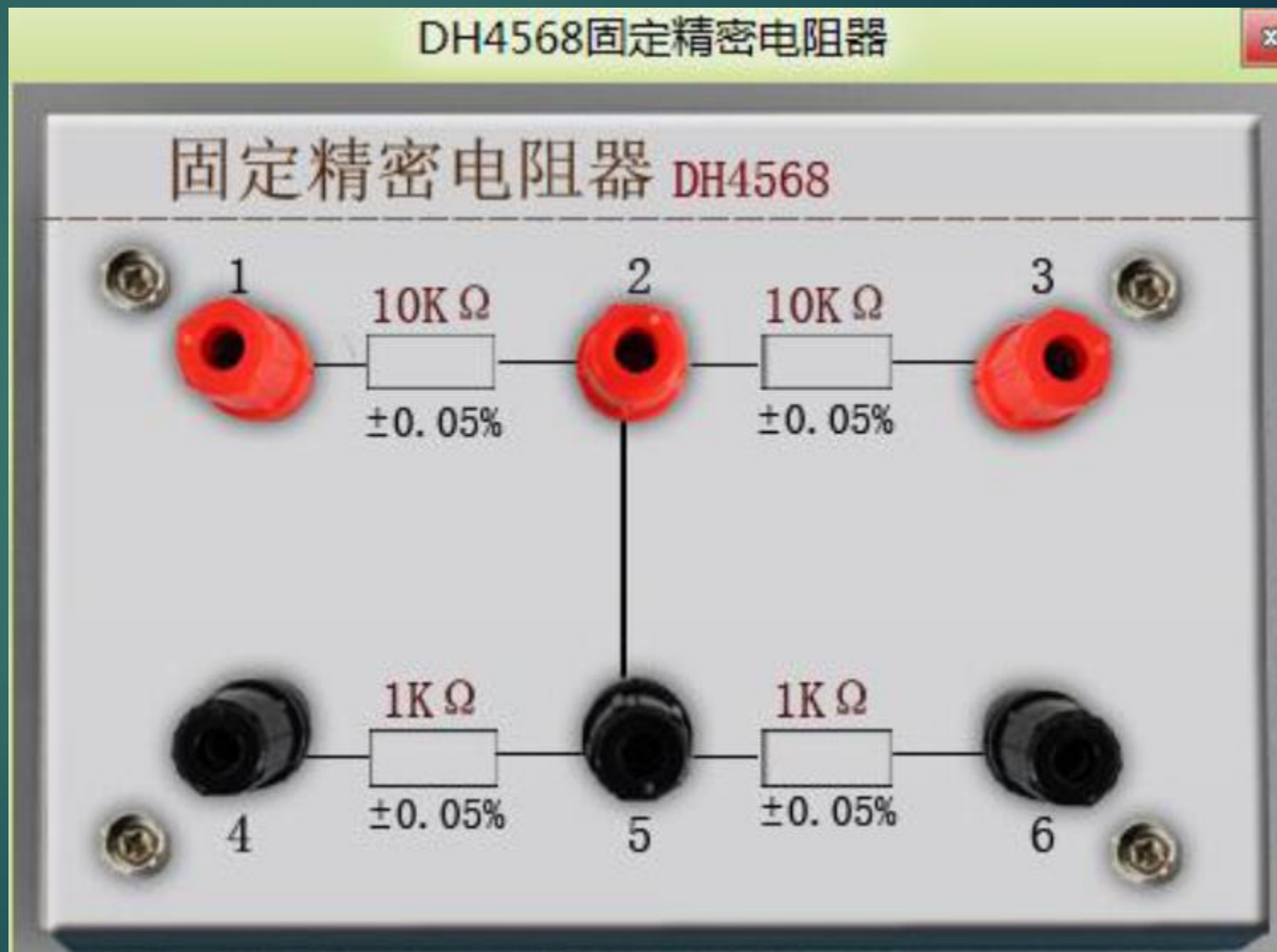
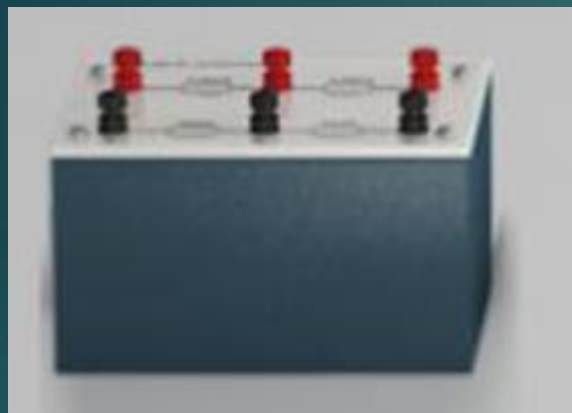


鼠标左键点击开关，
开关切换为:下 中 上；
鼠标右键点击开关，
开关切换为:上 中 下。



DH4568固定精密电阻器

15



标准电阻箱



16

设计制作数字温度计时， R_4 (电阻箱)接入电路时，使用最左端和最右端两个接线柱，此时电阻变化范围为0-99999.9 Ω

实验内容

17

1、测量AD590集成电路温度传感器的电流I与温度t的关系

按照右图连线（可不使用双刀双掷开关），万用表电压显示“.277”V, 则电流记为“277” μA .

详细操作参看“实验指导书” P15-P17

$30^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$

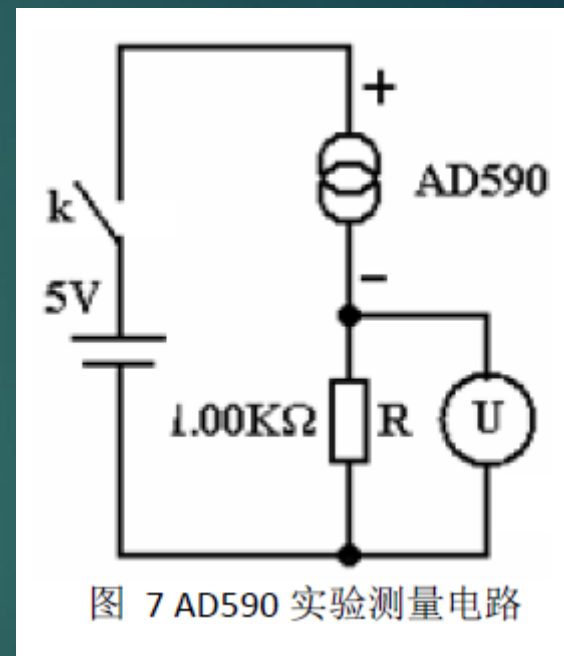


图 7 AD590 实验测量电路

2. 用AD590 传感器设计数字温度计

按照右图连线（可不使用双刀双掷开关），设置样室温度30度，调节电阻箱 R_4 ，使万用表电压显示“30” mV, 则AD590测量温度记为“30” $^{\circ}\text{C}$ 。

记录电阻箱 R_4 的阻值大小。

详细操作参看“实验指导书” P18-P20

$30^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$

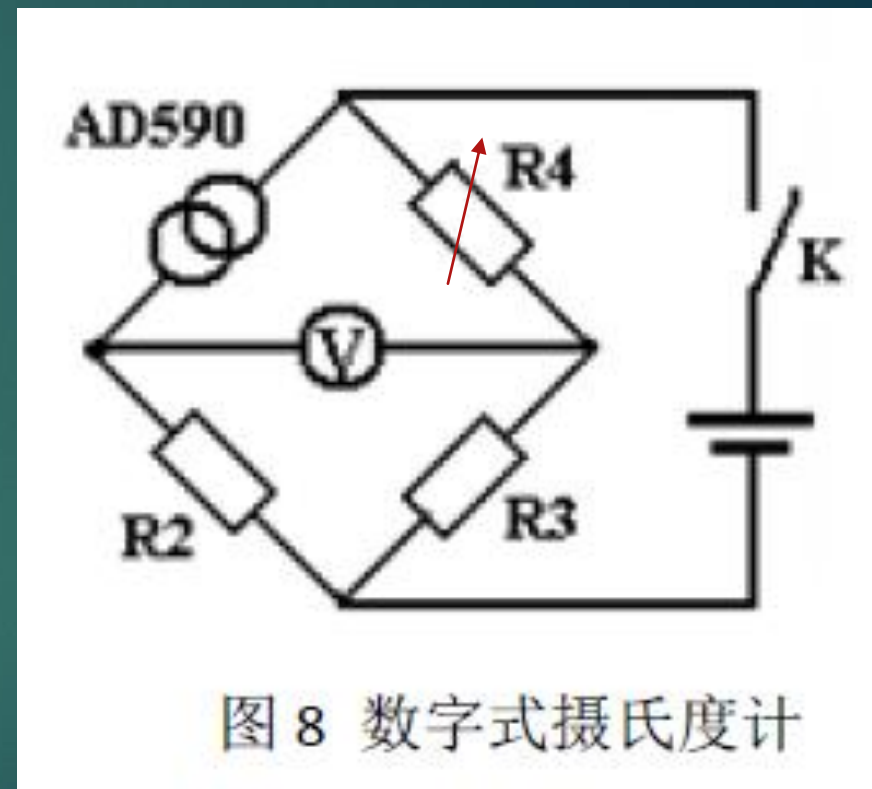


图 8 数字式摄氏温度计

测量AD590传感器的温度特性

- ▶ 将实验数据用excel作图或最小二乘法进行拟合，求斜率B、截距A、相关系数 r （ excel作图的 R^2 ）。写出 $I \sim t$ 关系的经验公式。

表1.AD590传感器温度特性测量

t/°C	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
I/ μ A											

excel怎么算斜率_百度经验

直线的最小二乘拟合

对直线方程 $y=Bx+A$ ， A 代表截距， B 代表斜率，对于等精度测量所得到的 N 组数据

$$A = \frac{(\sum x_i^2)(\sum y_i) - (\sum x_i)(\sum x_i y_i)}{N(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}$$

$$B = \frac{N(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{N(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}$$

相关系数 r 表示电流 I 与温度 t 之间线性相关的程度， $|r| \leq 1$

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad \text{其中} \quad \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad \bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$$

r 值的绝对值介于0~1之间。通常来说, r 越接近1,表示 x 与 y 两个量之间的相关程度就越强

截图3张

21

1. 测量AD590电流 I 与温度 t 的关系，温度为 55°C 、 80°C 时各一张截图，要求截图上有主电路、万用表示数、温度传感实验装置及数据表格。

AD590温度传感器温度特性测试与研究



图b

HZDH 温度传感实验装置 DH-SJ



AD590

实验数据表格

(2) 测量AD590集成电路温度传感器的电流 I 与温度 t 的关系，取样电阻 $R=1000\Omega$ 。

(3) 制作量程为 $30^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 范围的数字温度计。

(4) 根据测量结果，完成实验表格。

测量AD590集成电路温度传感器的电流 I 与温度 t 的关系连线
按图2接线（AD590的正负极不能接错）将电路连接好，然后点击按钮保存连线状态
完成操作请点击按钮确认 状态已保存...


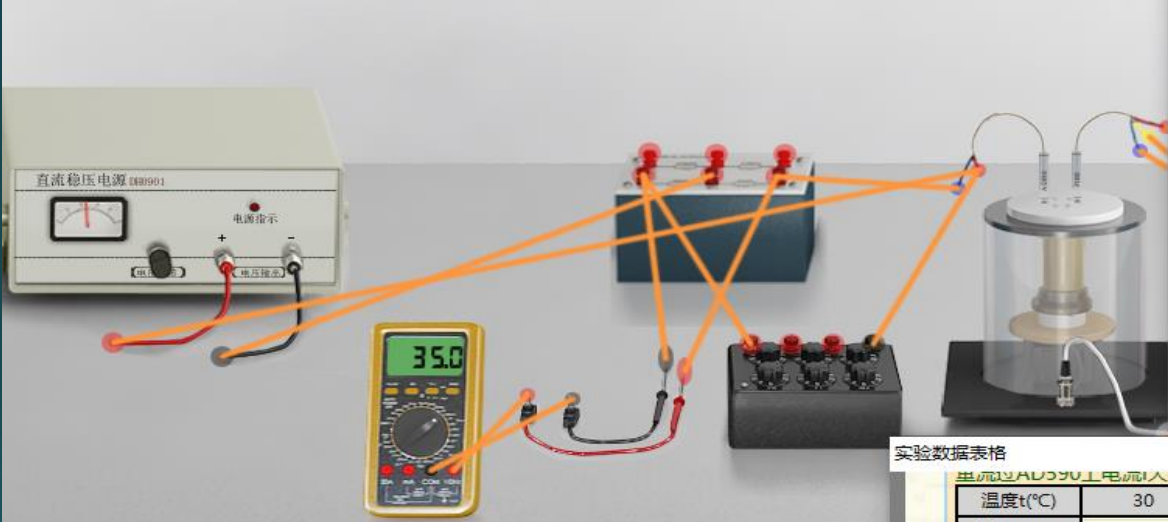
测量AD590集成电路温度传感器的电流 I 与温度 t 的关系
按图2接线，取样电阻 $R=1000\Omega$ 。将AD590放置到样品室上，调节样品室温度，在不同温度下测量流过AD590上电流 I 大小，得到电流 I 与温度 t 的关系曲线。


温度 $t(^{\circ}\text{C})$	30	35	40	45	50	55
电流 $I(\mu\text{A})$	304	310				

计算得到的斜率 $B(\mu\text{A}/^{\circ}\text{C}) =$ _____
截距 $A(\mu\text{A}) =$ _____
相关系数 $r =$ _____

制作量程为 $30^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 范围的数字温度计连线
把AD590、电阻箱、定值电阻、直流稳压电源及数字电压表按图3接好，然后点击按钮保存连线状态

2. 设计数字温度计电路连线图，温度为80 ℃ 时的一张截图，要求截图上有主电路、电阻箱示数、万用表示数、温度传感实验装置及数据表格。





实验数据表格

当流过AD590上电流I减小，得到电流I与温度t的大致曲线。

温度t(℃)	30	35	40	45	50	55
电流I (μA)						

计算得到的斜率B(μA/℃)= _____

截距A(μA)= _____

相关系数r= _____

制作量程为30℃~80℃范围的数字温度计连线

把AD590、电阻箱、定值电阻、直流稳压电源及数字电压表按图3接好，然后点击按钮保存连线状态

完成操作请点击按钮确认 确定状态 状态已保存...

测量AD590集成电路温度传感器的电流I与温度t的关系

把AD590、电阻箱、定值电阻、直流稳压电源及数字电压表按图3接好。将AD590置于30℃环境中，取R2=R3=1000Ω，调节R4使数字电压表示值为30。然后把AD590放入其他温度的环境中，用PT100标准温度计进行读数对比。

温度t(℃)	30	35	40	45	50	55
电压(mV)	30	35				
AD590测量温度t'(℃)	30	35				

再见!