



温度的测量

Temperature Measurement





1 金属热电阻测温

利用纯金属、合金或半导体的电阻随温度变化这一特性来测温的方法称为热电阻测温（热电阻温度计）。

- 金属（如铂、铜、铁、镍等）温度计
- 合金（如铈铁、铂钴、金钴等）温度计
- 半导体（如锗、硅等）温度计

**金属热电阻
(金属电阻)**

热敏电阻



1 金属热电阻测温

热电阻的实物照片





1 金属热电阻测温

对材料的要求

适宜作电阻温度计的敏感元件满足以下要求：

1. 材料的化学物理性质稳定；
电阻和温度之间关系稳定、复现性好
2. 电阻温度系数大；
灵敏度...
3. 电阻与温度的关系曲线最好近似一条直线；
简化程序
4. 材料要易于提纯；
5. 电阻率要比较大。
体积小、响应快

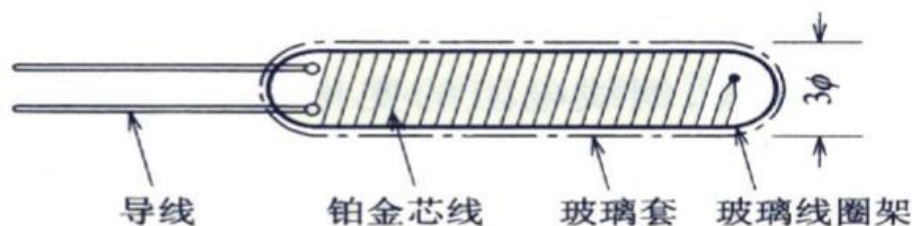
1 金属热电阻测温

常用的金属电阻（温度传感器）

1. 铂热电阻

特点：

- 性能极为稳定，易于提纯
- 线性度好
- 测量精度高
- 贵重金属，成本较高
- 在还原气氛中，易被侵蚀变脆，要加保护套管。



应用：广泛用于温度基准、标准的传递以及高精度工业测温。



1 金属热电阻测温

1. 铂热电阻

$$0 \sim 630.755^{\circ}\text{C} \quad R_t = R_0 (1 + At + Bt^2 + Ct^3)$$

$$-190 \sim 0^{\circ}\text{C} \quad R_t = R_0 \left[1 + At + Bt^2 + C(t - 100)^3 \right]$$

$$A = 3.96847 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C} ; B = -5.847 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}^2 ; C = -4.22 \times 10^{-12}/^{\circ}\text{C}^3 ;$$

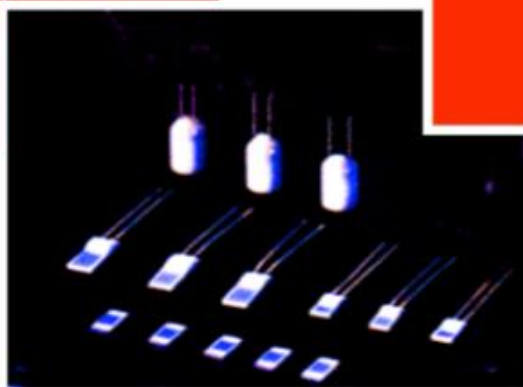
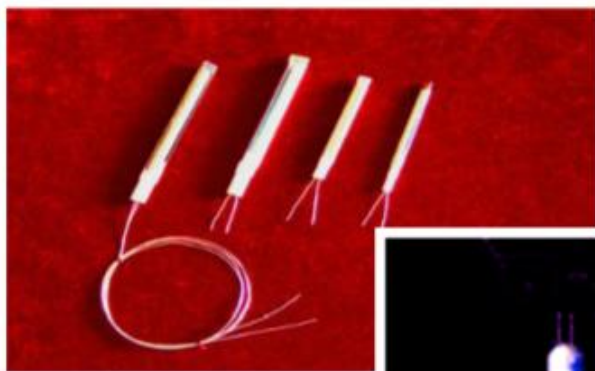
R_0 = 0°C时的电阻

- 可以看出，高次项很小。
- R_0 不同， R_t 与 t 的关系也不同。
- Pt100 , Pt10



1 金属热电阻测温

1. 铂热电阻



小型铂热电阻



1 金属热电阻测温

2. 铜热电阻

应用：测量精度要求不高且温度较低($-50 \sim 150^{\circ}\text{C}$)的场合

优点：温度范围内线性关系好，灵敏度比铂电阻高，容易提纯、加工，价格便宜，复制性能好。

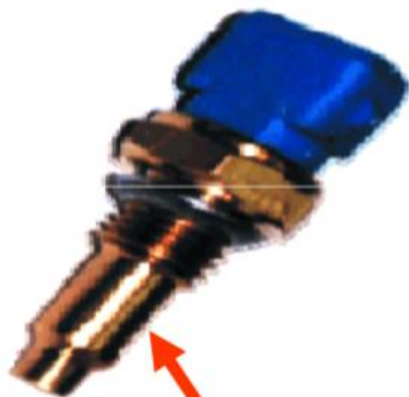
缺点：易于氧化；与铂相比，铜的电阻率低，体积较大。



1 金属热电阻测温

2. 铜热电阻

汽车用水温传感器及水温表



铜热电阻





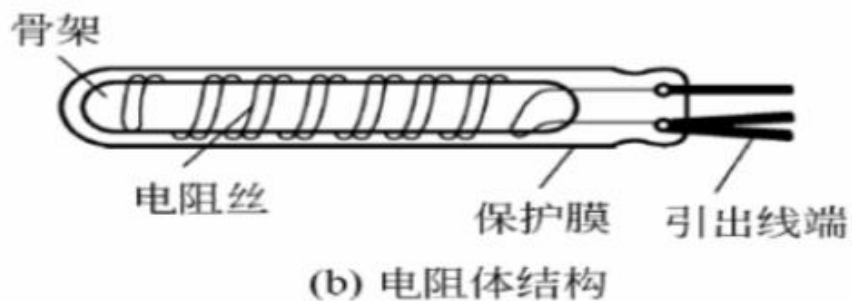
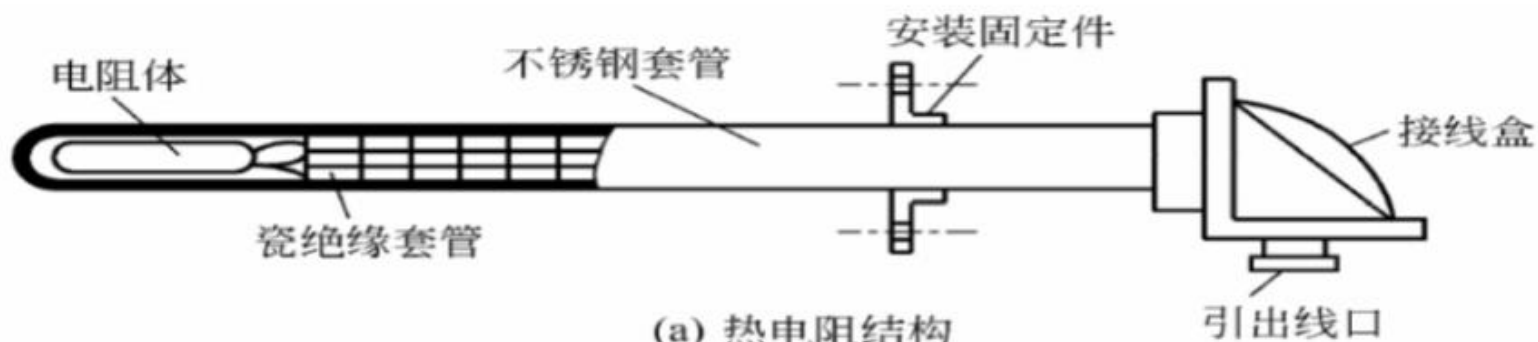
1 金属热电阻测温

3. 铁和镍热电阻

- 电阻温度系数较高，电阻率较大，故可做成体积小、灵敏度高的电阻温度计。
- 但容易氧化、化学稳定性差，不易提纯，复制性差，而且电阻值与温度的线性关系差，目前应用不多。

1 金属热电阻测温

金属热电阻结构

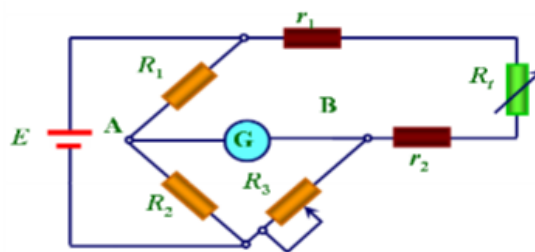
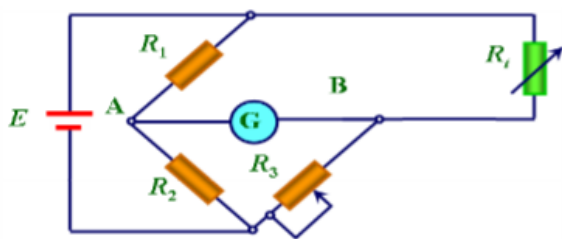




1 金属热电阻测温

热电阻的测量电路

二线式电桥连接法

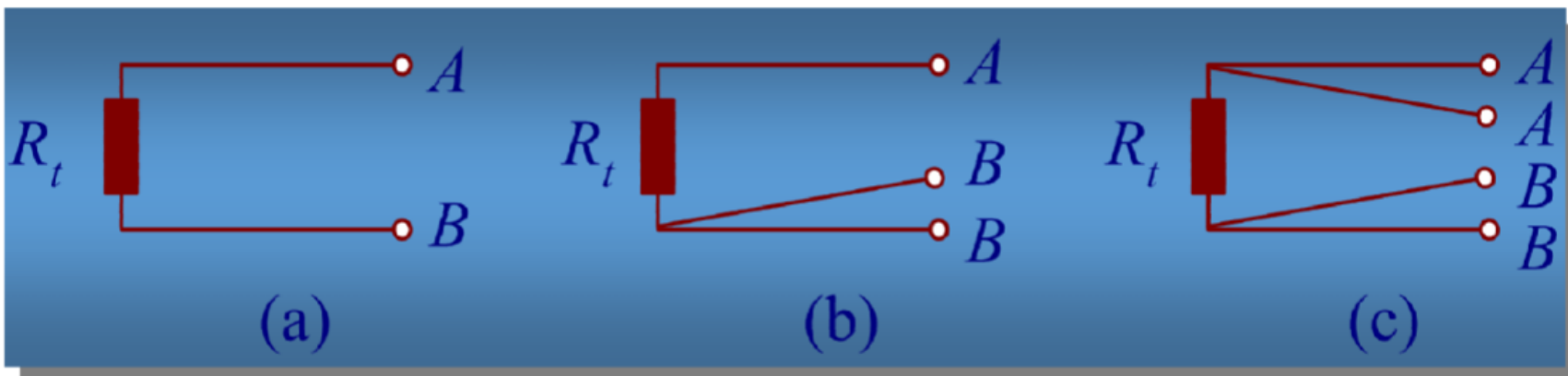


- 将热电阻接到电桥的导线会产生附加电阻 r_1 、 r_2 ，这是产生测量误差的一个重要原因。
- 两线制适于引线不长、测温精度要求较低の場合。



1 金属热电阻测温

热电阻的测量电路



热电阻感温元件的引出线形式

(a) 两线制；(b) 三线制；(c) 四线制

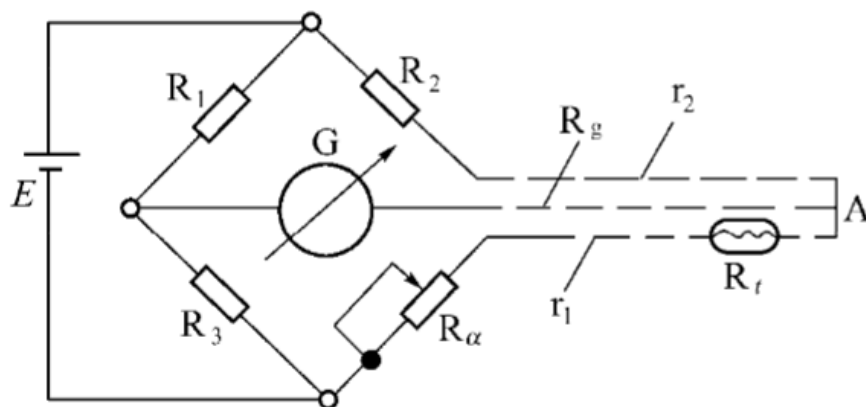
R_t - 热电阻感温元件；A, B - 接线端子的标号



1 金属热电阻测温

热电阻的测量电路

三线式电桥连接法（工业用法）



R_t 为热电阻

r_1 、 r_2 、 R_g 为引线电阻

R_1 、 R_2 、 R_3 为桥臂电阻

R_3 为零位调节器

- $R_1 = R_2 = R_3$
- G为检流计，内阻很大，故电流近似为零。