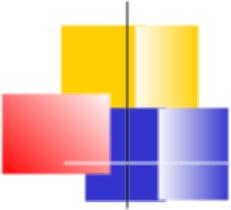


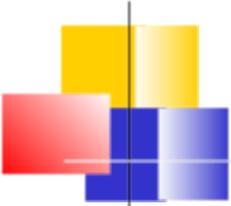
第2章 温度检测

温度是表征物体或系统的冷热程度的物理量。温度单位是国际单位制中七个基本单位之一。本章在简单介绍温标及测温方法的基础上，重点介绍膨胀式温度测量、电阻式温度传感与测试、热电偶温度计、辐射式温度计、光导纤维温度计、集成温度传感技术等测温原理及方法。



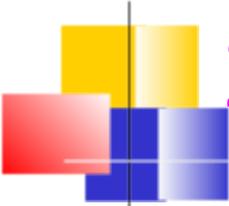
2.1 温标及测温方法

- 2.1.1 温 标
- 经验温标:1. 摄氏温标;2. 华氏温标;3. 列氏温标。摄氏、华氏、列氏温度之间的换算关系为
$$C = (5/9) * (F - 32) = (5/4) R$$
- 热力学温标:1848年威廉. 汤姆首先提出以热力学第二定律为基础建立起来的温度仅与热量有关而与物质无关的热力学温标。因是开尔文总结出来的故又称为开尔文温标, 用符号 K表示。
- 国际实用温标



2.1 温标及测温方法

- 2.1.2 温度检测的主要方法及分类
- 温度检测方法一般可以分为两大类，即接触测量法和非接触测量法。常用的测温方法、类型及特点如表2.1.1所示。



2.2 电阻式温度传感器

热电阻温度传感器是利用导体或半导体的电阻率随温度的变化而变化的原理制成的，实现了将温度的变化转化为元件电阻的变化。有金属（铂、铜和镍）热电阻及半导体热电阻（称为热敏电阻）。

2.2.1 金属热电阻传感器

1. 热电阻类型：金属热电阻主要有铂电阻、铜电阻和镍电阻等，其中铂电阻和铜电阻最为常见。

■ (1) 铂热电阻：

■ 在 $-200\sim 0^{\circ}\text{C}$ 的范围内在 $R_t = R_0 [1 + At + Bt^2 + C(t-100)t^3]$

■ $\sim 850^{\circ}\text{C}$ 的范围内

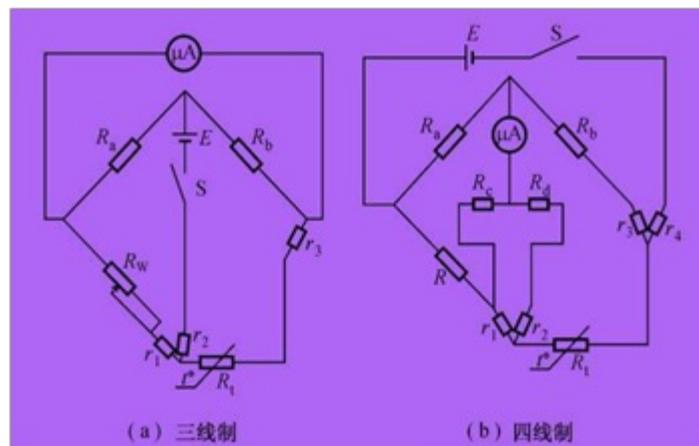
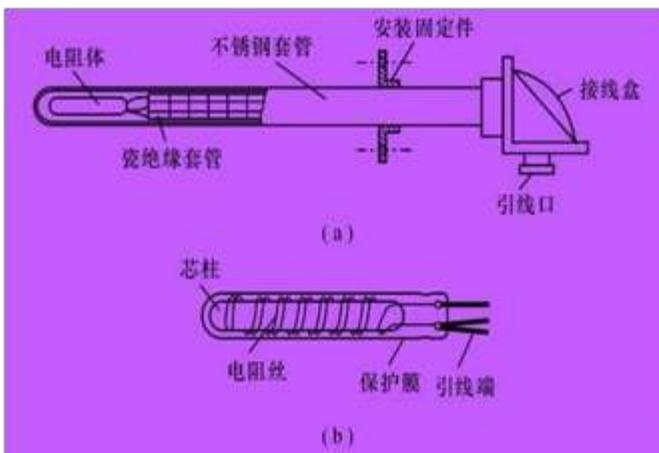
$$R_t = R_0 [1 + At + Bt^2]$$

■ (2) 铜热电阻：可表示为

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t)$$

2.2 电阻式温度传感器

- 2.热电阻的结构:热电阻主要由电阻体、绝缘套管和接线盒等组成。

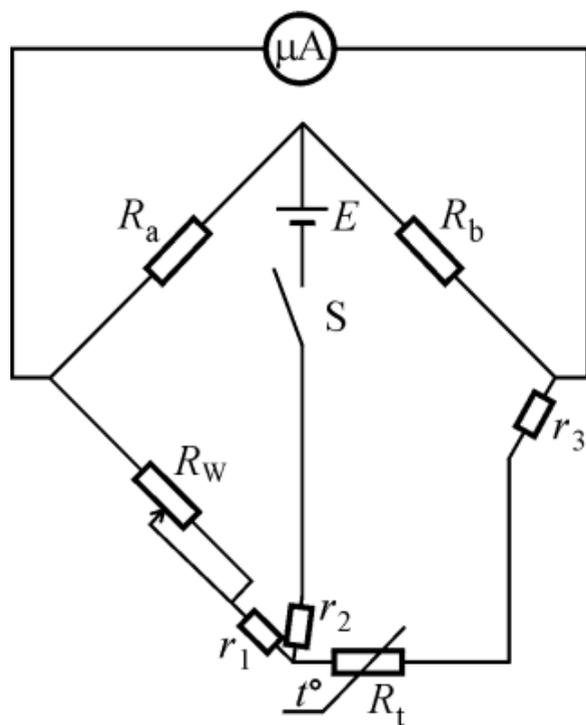


- 3、热电阻传感器的测量电路

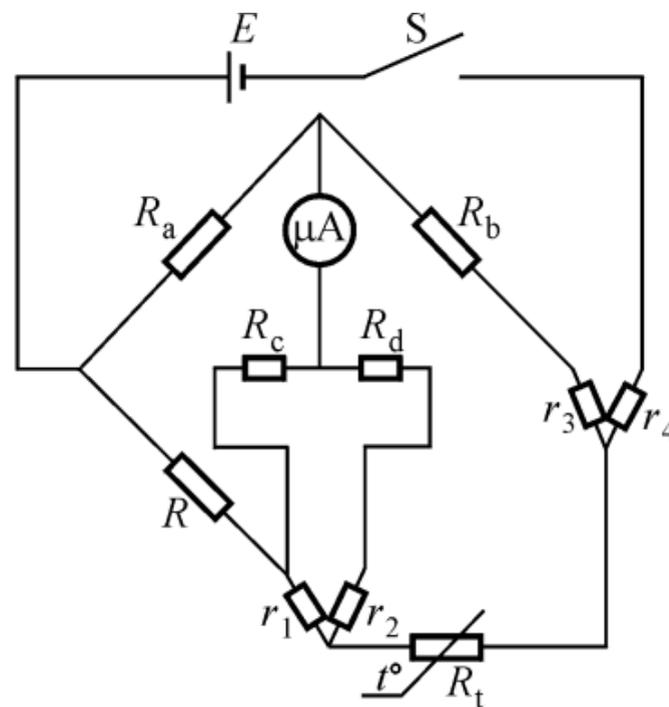
(1) 三线制

(2) 四线制

2.2 电阻式温度传感器



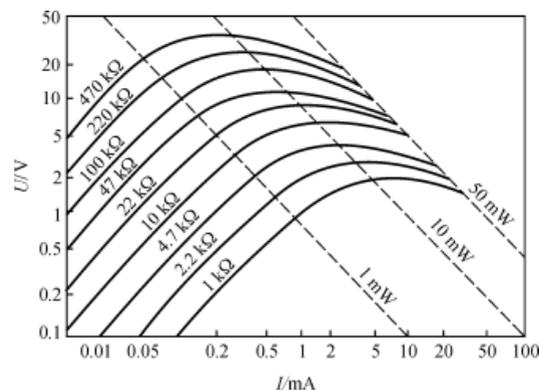
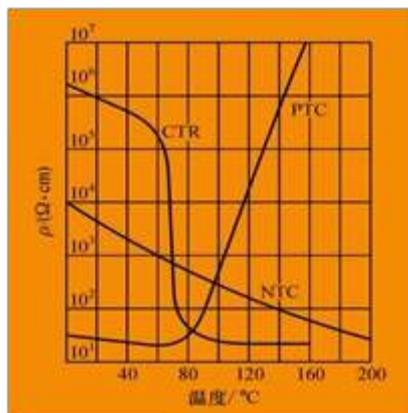
(a) 三线制

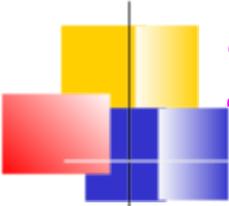


(b) 四线制

2.2 电阻式温度传感器

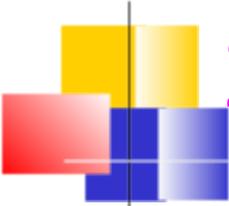
- 2.2.2 半导体热敏电阻传感器
- 热敏电阻是利用半导体材料的电阻率随温度变化而变化的性质制成的。
- 1. 特性：温度特性和伏安特性
- NTC型、PTC型、CTR型三类热敏电阻的特性曲线如图





2.2 电阻式温度传感器

- 2、热敏电阻的主要参数
标称电阻值 R_H 、耗散系数
 H 、电阻温度系数 α
、
- 热容量 C .
- 时间常数 τ



2.2 电阻式温度传感器

3、热敏电阻的特点：

灵敏度高,体积小、热惯性小、结构简单,化学稳定性好,机械性能强,价格低廉,寿命长,热敏电阻的缺点是复现性和互换性差,非线性严重,测温范围较窄,目前只能达到 $-50\sim 300^{\circ}\text{C}$ 。

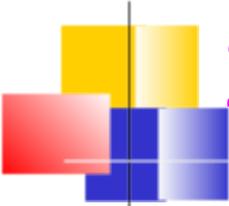
4. 热敏电阻的应用：

温度测量

温度补偿

温度控制

过热保护



2.3 薄膜热传感器

- 2.3.1 金属薄膜热电阻

- 1. 薄膜热传感器的结构

- 敏感膜

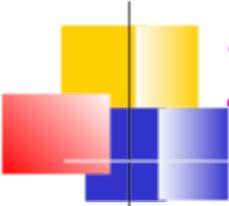
基片



- 引线

■ w





2.3 薄膜热传感器

2. 薄膜热电阻的测温机理

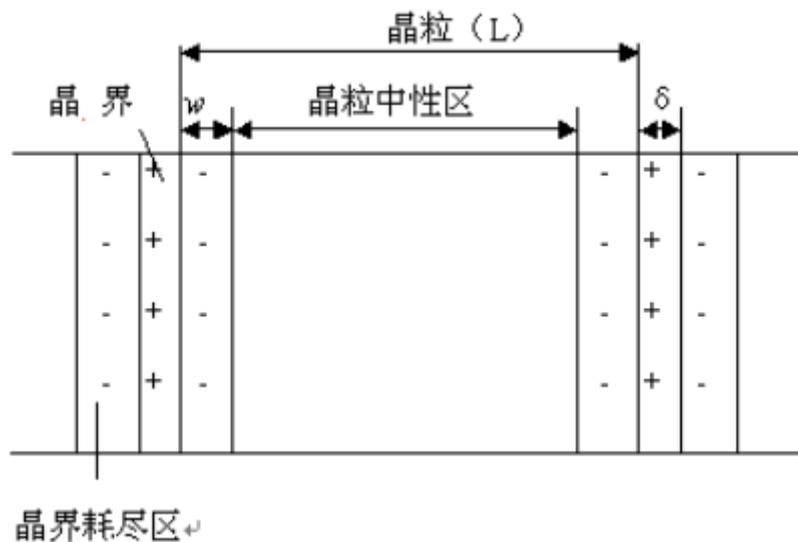
铂热电阻在 $-200\sim 0^{\circ}\text{C}$ 范围内的电阻与温度的关系近似地表示，即

$$R_t = R_0 [1 + A t + B t^2 + C t^3 + D t^4 + E t^5 + F t^6 + G t^7 + H t^8 + I t^9 + J t^{10}]$$

2.3 薄膜热传感器

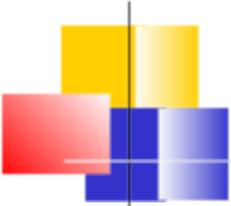
2.3.2 多晶硅薄膜热电阻

1. 结构



2. 测温机理





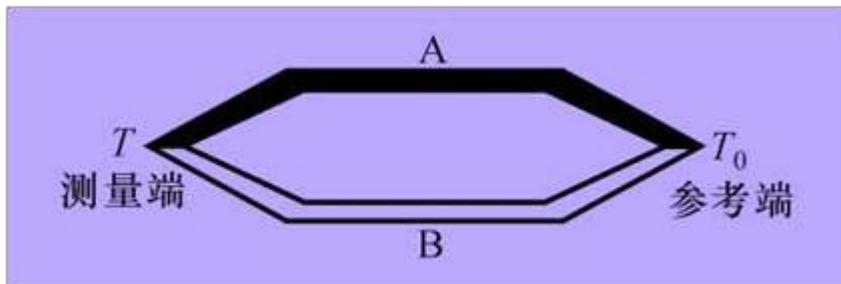
2.4 热电偶传感器

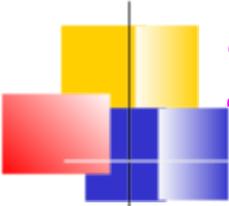
- 2.4.1 热电偶测温原理
- 1、热电偶的特点
- 2. 热电偶的分类
- (1) 热电偶材料 (2) 按用途和结构分
- 3. 热电偶的测温原理:
- 热电偶测温是基于热电效应，在两种不同的导体
- (或半导体) A和B组成的闭合回路中，如果它们两个接点的温度不同，则回路中产生一个电动势，通常我们称这种现象为热电势，这种现象就是热电效应。

2.4 热电偶传感器

- 当热电偶材料一定时, 热电偶的总电势成为温度 T 和 T_0 的函数差。即
- 如果使冷端温度 T_0 固定, 则对一定材料的热电偶, 其总电势就只与温度 T 成单值函数关系, 即

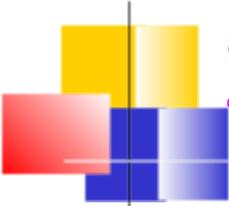
$$E_{AB}(T, T_0) = f(T) - C = \Phi(T)$$





2.4 热电偶传感器

- 由此可得有关热电偶的几个结论
- 热电偶必须采用两种不同材料作为电极，否则无论热电偶两端温度如何，热电偶回路总热电势为零。
- 尽管采用两种不同的金属，若热电偶两接点温度相等，即 $T=T_0$ ，回路总电势为零。
- 热电势只与结点温度有关，与中间各处温度无关。



2.4 热电偶传感器

■ 4. 热电偶基本定律

- (1) 均质导体定律
- (2) 中间导体定律
- (3) 中间温度定律
- (4) 标准电极定律

■ 2.4.2 热电极材料及常用热电偶

1、热电极材料

■ 2、标准热电偶

■ 铂铑10-铂热电偶(S型)

■ 铂铑30-铂铑6热电偶(B型)

■ 镍铬-镍硅(镍铬-镍铝)热电偶(K型)

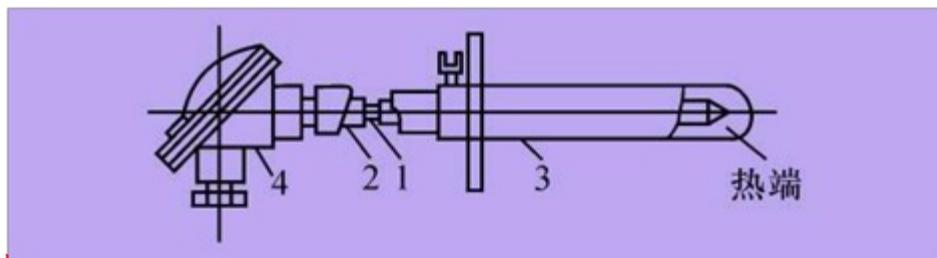
■ 镍铬-考铜热电偶(E型) 3. 非标准热电偶

■ (1) 钨铼系 (2) 铌铍系

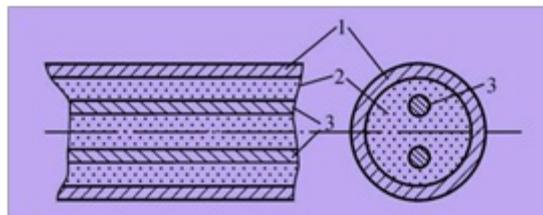
2.4 热电偶传感器

■ 2.4.3 热电偶的结构

- 1. 普通型热电偶:通常都是由热电极、绝缘材料、保护套管和接线盒等主要部分组成。

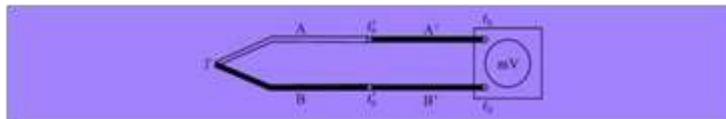


- 2. 铠装热电偶:铠装热电偶是由热电极、绝缘材料和金属套管经拉伸加工而成的组合体，其结构分单芯和双芯两种。

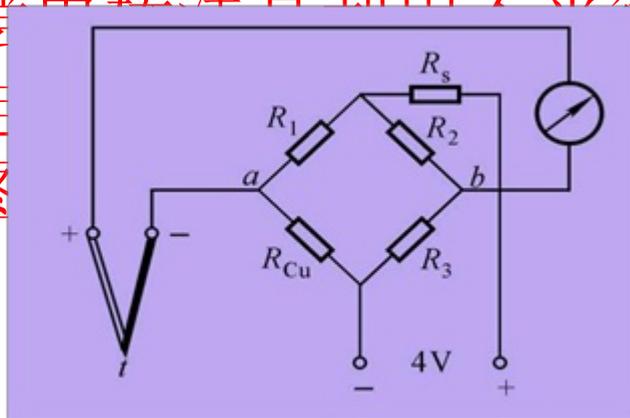


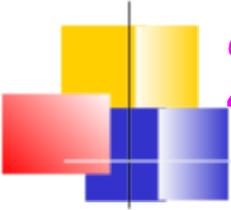
2.4 热电偶传感器

- 2.4.4 热电偶冷端温度补偿
- 1、补偿导线法:常用热电偶的补偿导线参见表 2.4.2。



- 2、算法:
- 3、补偿电桥法:补偿电桥法是利用不平衡电桥产生的电势来补偿热电偶冷端电势变化值, 如图
- 4、冰浴法
- 5. 软件处理法

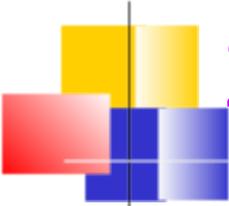




2.4 热电偶传感器

2.4.5 热电偶常用测温线路

- 1、测量某点温度的基本电路
- 2、测量两点之间温度差的测温电路
- 3、测量多点的测温线路
- 4、测量平均温度的测温线路:其缺点是当某一热电偶烧断时,不能很快地觉察出来。
5. 测量几点温度之和的测温线路:优点是热电偶烧坏时可立即知道,还可获得较大的热电动势。



2.5 辐射式温度传感器

2.5.1 辐射测温的物理基础

辐射式温度传感器是利用物体的辐射能随温度变化的原理制成的。

1、热辐射:物体受热，激励了原子中带电粒子，使一部分热能以电磁波的形式向空间传播，它不需要任何物质作媒介（即在真空条件下也能传播），将热能传递给对方，这种能量的传播方式称为热辐射

（简称辐射），传播的能量叫辐射能。辐射能量的大小与波长、温度有关。

2. 黑体:所谓黑体是指能对落在它上面的辐射能全部吸收而不反射任何辐射的物体。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，
请访问：<https://d.book118.com/568052062076006136>