



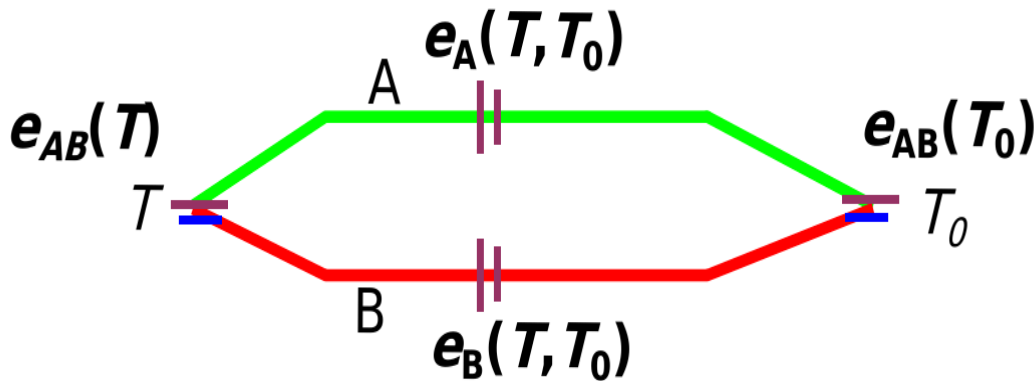
第八章热电式传感器

热电偶式温度传感器

热电偶: 利用导体/半导体的热电效应将温度变换转换为电动势变换

工作原理

热电效应: 两种不同导体A、B的两端连接成闭合回路, 使连接点分别处于不同温度场 T_0, T 中, 在回路中就会产生热电势, 形成电流, 此现象称为热电效应



冷端: 温度高的结点

热端: 温度低的结点

- 温差电动势: 由于结点处温差 $(T - T_0)$ 引起的温差电动势
 - $e_A(T, T_0)$: 表导体A两端温度差形成的温差电动势
 - $e_B(T, T_0)$: 表导体B两端温度差形成的温差电动势
 - 两端温差越高, 热电势越大
 - 接触电动势: 由于两种不同导体的自由电子密度不同而在接触处形成的电动势
 - $e_{AB}(T)$: 表导体A,B的结点在温度 T 时产生的接触电动势
 - $e_{AB}(T_0)$: 表导体A,B的结点在温度 T_0 时产生的接触电动势
 - 值取决于两种不同导体的材料特性和结点的温度
 - 总回路的热电动势 $e_{AB}(T, T_0) = e_{AB}(T) + e_B(T, T) - e_{AB}(T_0) - e_A(T, T_0)$
 - 接触电动势远大于温差电动势
- 得: $e_{AB}(T, T_0) = e_{AB}(T) - e_{AB}(T_0)$

工作原理:当 T_0 值不变时,热电偶材料一定时,热电动势变是只与T有关的单值函数

热电偶测温的基本性质

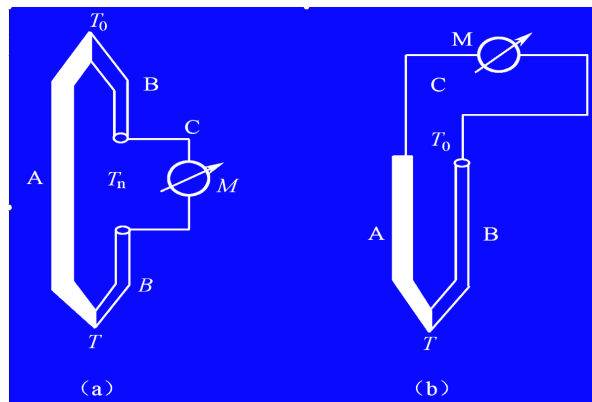
1. 等值定律:用两种不同的金属组成闭合回路,如果两端温度不同,则会产生热电动势。

- 。大小取决于两种金属的性质和两端的温度

2. 均匀导线定律:如果用同一种金属组成闭合回路,则一定不会产生热电动势
3. 中间导线定律:在热电偶回路中接入第三种金属,只要其两端温度相同,就不会使热电动势发生变换

- 。所以可以在回路中引入各种仪表和连接导线,而不必担心对热电势有影响

- 即只要保证新加入的东西的两端温度一致,则不会改变热电动势



4. 中间温度定律:

- 。 $e_{AB}(T, T_0) = e_{AB}(T, T_n) + e_{AB}(T_n, T_0)$

- 。 T_n :称为中间温度

- 。 应用: $e_{AB}(T, 0) = e_{AB}(T, T_0) + e_{AB}(T_0, 0)$

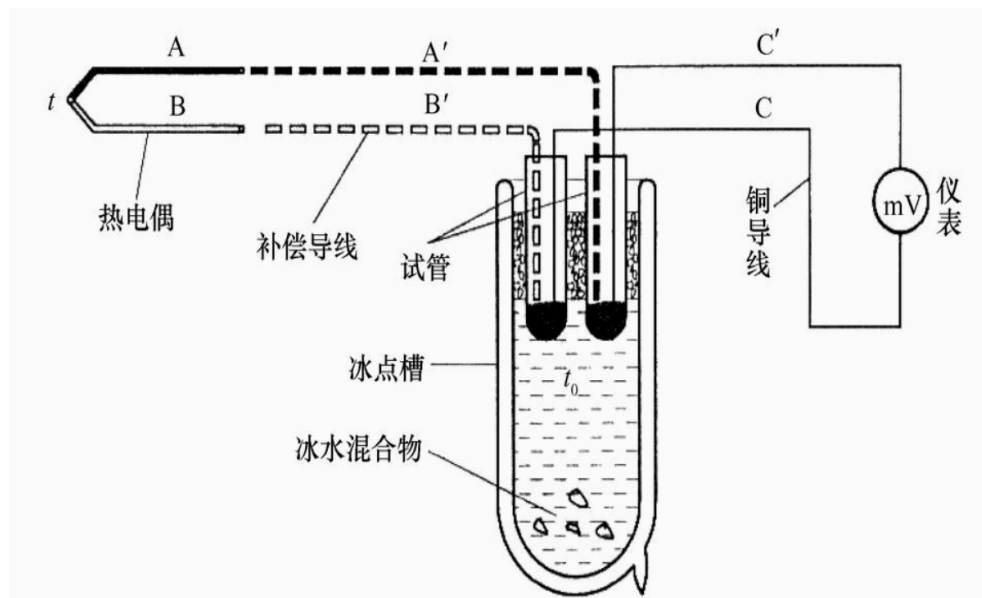
热电偶测温方法

1. 查表法:测出 $e_{AB}(T, 0)$,查该热电偶的分度表,确定出T
 - 。 分度表:参考温度 $T_0 = 0$ 时,通过实验建立起来的 $e_{AB}(T, 0)$ 与T的数值对照表
2. 直读法:把热电偶与专用测量仪表配套使用,直接读数
3. 知 $e_{AB}(T, T_0), e_{AB}(T_0, 0), e_{AB}(T, 0)$ 中的任意两个,可求另外一个

热电偶的冷端温度补偿

冷端温度受周围环境温度的影响，难以自行保持0或某一定值，故需要对冷端进行一些处理

1. 热电偶补偿导线:补偿导线和所配热电偶要有相同的热电特性
2. 冷端0摄氏度恒温法:将冷端放置于0度恒温器或装满冰水混合物的容器中

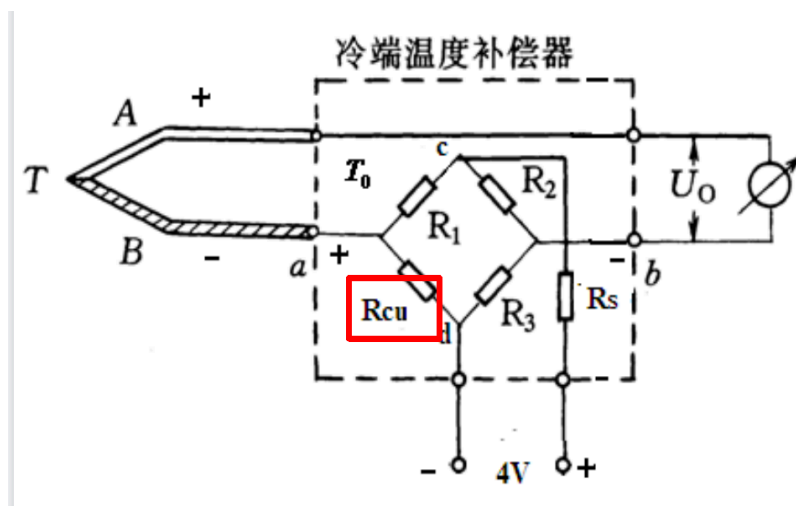


3. 冷端温度修正法:当 $T_0 \neq 0$ 时，利用中间温度定律对回路热电式进行修正

$$e_{AB}(T, 0) = e_{AB}(T, T_0) + e_{AB}(T_0, 0)$$

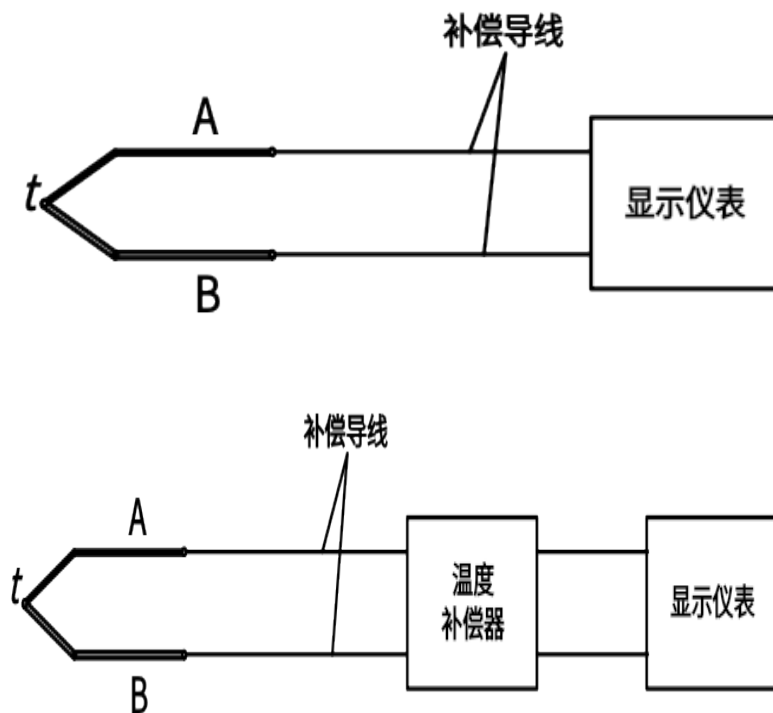
4. 冷端温度自动补偿法(电桥补偿法):

- 当 T_0 升高时,热电动势减少,但电桥输出电压增高，从而实现冷端温度自动补偿



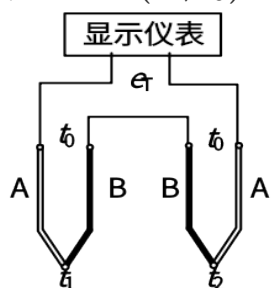
热电偶的测量线路

测量单点温度



测量两点间温度差-将两热电偶反向串联

$$e_r = e_{AB}(t_1, t_0) - e_{AB}(t_2, t_0) = e_{AB}(t_1, t_2)$$

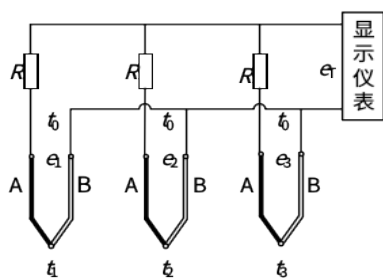


只能是同一分度号的热电偶

优点: 热电动势大, 灵敏度大大增加

测量平均温度-热电偶并联

$$e_r = \frac{e_{AB}(t_1, t_0) + e_{AB}(t_2, t_0) + e_{AB}(t_3, t_0)}{3} = e_{AB}(t_1, t_2)$$



只能是同一分度号的热电偶

缺点: 有热电偶烧断时, 难以察觉出来

其他温度传感器

1. 热电阻: 导体(或半导体)的电阻值随温度变换而改变
2. 热敏电阻: 半导体的电阻值随温度显著变换
3. 红外温度传感器: ...