

## 热敏电阻 / 温度传感器选用原则

现代传感器在原理与结构上千差万别，如何根据具体的测量目的、测量对象以及测量环境合理地选用传感器，是在进行某个量的测量时首先要解决的问题。当传感器确定之后，与之相配套的测量方法和测量设备就可以确定了。测量结果的成败，很大程度上取决于传感器的选用是否合理。

### 一、根据测量对象与测量环境确定传感器的类型

要进行一个具体的测量工作，首先要考虑采用何种原理的传感器，这需要分析多方面的因素之后才能确定。因为，即使是测量同一物理量，也有多种原理的传感器可供选用，哪一种原理的传感器更为合适，则需要根据被测量的特点和传感器的使用条件考虑以下一些具体问题：量程的大小；被测位置对传感器体积的要求；测量方式为接触式还是非接触式；信号的引出方法，有线或是非接触测量；传感器的来源，国产还是进口，价格能否承受，还是自行研制。在考虑上述问题之后就能确定选用何种类型的传感器，然后再考虑传感器的具体性能指标。

温度是表征物体冷热程度的物理量。温度只能通过物体随温度变化的某些特性来间接测量。温度测量仪表按测温方式可分为接触式和非接触式两大类。通常来说接触式测温仪表测温仪表比较简单、可靠，测量精度较高；但因测温元件与被测介质需要进行充分的热交换，需要一定的时间才能达到热平衡，所以存在测温的延迟现象，同时受耐高温材料的限制，不能应用于很高的温度测量。非接触式仪表测温是通过热辐射原理来测量温度的，测温元件不需与被测介质接触，测温范围广，不受测温上限的限制，也不会破坏被测物体的温度场，反应速度一般也比较快；但受到物体的发射率、测量距离、烟尘和水气等外界因素的影响，其测量误差较大。

热电偶是工业上最常用的温度检测元件之一。其优点是：测量精度高。因热电偶直接与被测对象接触，不受中间介质的影响。测量范围广。常用的热电偶从-50~+1600℃均可连续测量，某些特殊热电偶最低可测到-269℃（如金铁镍铬），最高可达+2800℃（如钨-铼）。构造简单，使用方便。热电偶通常是由两种不同的金属丝组成，而且不受大小和开头的限制，外有保护套管，用起来方便。

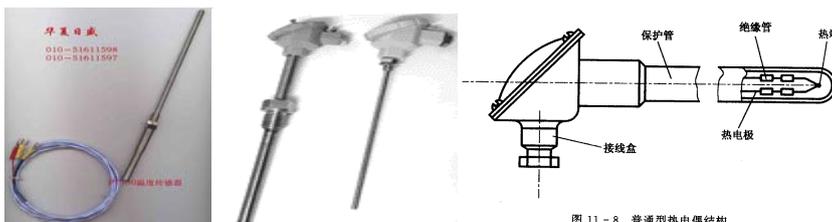


图 11-8 普通型热电偶结构

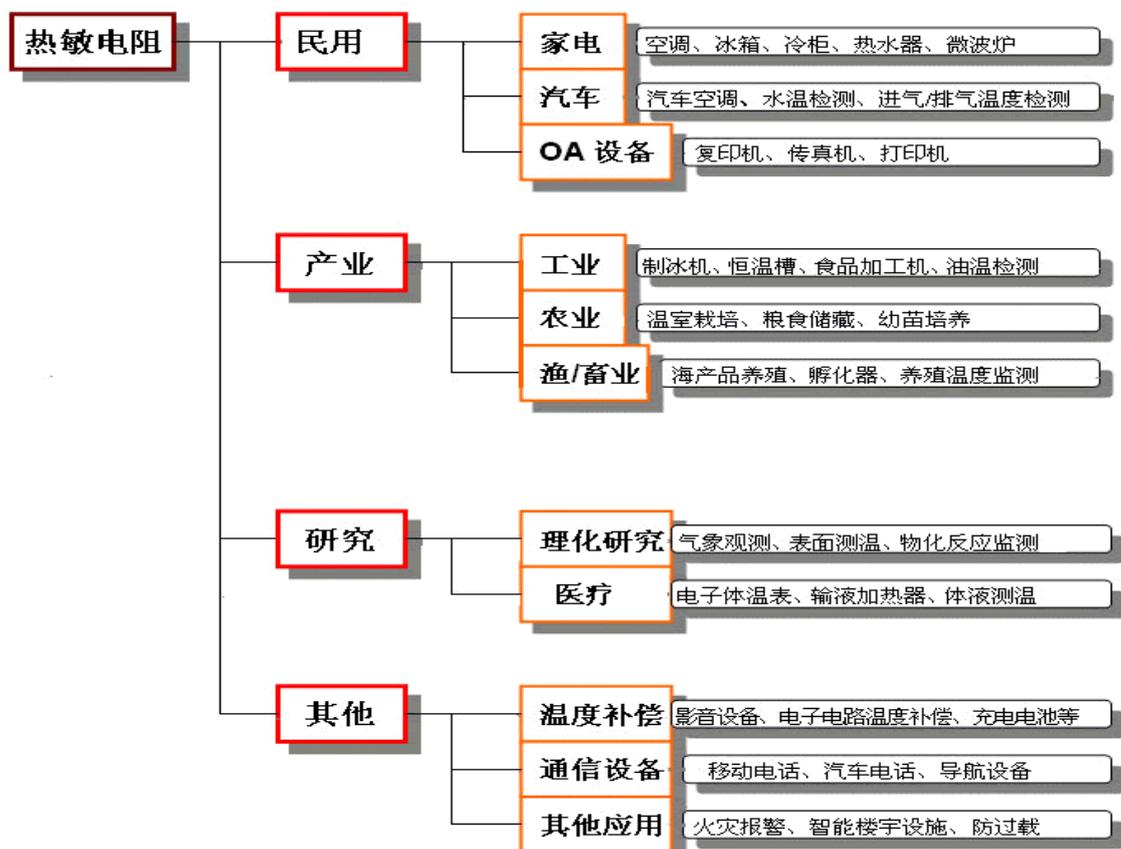
热电阻是中低温区最常用的一种温度检测器。它的主要特点是测量精度高，性能稳定。其中铂电阻的测量精确度是最高的，它不仅广泛应用于工业测温，而且被制成标准的基准仪。

金属铂具有电阻温度系数大，感应灵敏；电阻率高，元件尺寸小；电阻值随温度变化而变化基本呈线性关系；在测温范围内，物理、化学性能稳定，长期复现性好，测量精度高，是目前公认制造热电阻的最好材料。但铂在高温下，易受还原性介质的污染，使铂丝变脆并改变电阻与温度之间的线性关系，因此使用时应装在保护套管中。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，按IEC751 国际标准，温度系数 $TCR=0.003851$ ，Pt100 ( $R_0=100\Omega$ )、Pt1000 ( $R_0=1000\Omega$ ) 为统一设计型铂电阻。铂电阻温度传感器精度高，稳定性好，应用温度范围广，是中低温区 ( $-200^{\circ}\text{C}\sim 650^{\circ}\text{C}$ ) 最常用的一种温度检测器。



热敏电阻是一种电阻元件，即电阻值随温度变化的电阻，一般分为两种基本类型：负温度系数热敏电阻 (NTC) 和正温度系数热敏电阻 (PTC)。NTC 热敏电阻表现为随温度的上升，其电阻值下降；而 PTC 热敏电阻正好相反。这两种热敏电阻均具有特定的特点和优点，以应用于不同的领域。

华夏日盛高品质的 NTC 热敏电阻，测温精度高，应用领域广，各种产品基本覆盖了目前国内  $-50^{\circ}\text{C}\sim 105^{\circ}\text{C}$  所有型号的 NTC 热敏电阻市场。



## 二、根据灵敏度的选择传感器

通常，在传感器的线性范围内，希望传感器的灵敏度越高越好。因为只有灵敏度高时，与被测量变化对应的输出信号的值才比较大，有利于信号处理。但要注意的是，传感器的灵敏度高，与被测量无关的外界噪声也容易混入，也会被放大系统放大，影响测量精度。因此，要求传感器本身应具有较高的信噪比，尽量减少从外界引入的干扰信号。

传感器的灵敏度是有方向性的。当被测量是单向量，而且对其方向性要求较高，则应选择其它方向灵敏度小的传感器；如果被测量是多维向量，则要求传感器的交叉灵敏度越小越好。

由于温度测量的普遍性，温度传感器的数量在各种传感器中居首位，约占 50%。温度传感器是通过物体随温度变化而改变某种特性来间接测量的。不少材料、元件的特性都随温度的变化而变化，所以能作温度传感器的材料相当多。温度传感器随温度而引起物理参数变化的有：膨胀、电阻、电容、而电动势、磁性能、频率、光学特性及热噪声等等。

NTC 热敏电阻一般由两种以上过渡金属氧化物按特定比例混合成型后，经高温烧结形成，属于一种电子陶瓷材料。价格便宜、灵敏度高，适用范围广泛。

NTC 热敏电阻一般测温精度在  $\pm 1\%$ ，华夏日盛高精度 NTC 负温度系数热敏电阻及温度传感器，精度最高可达  $\pm 1\%$ ，适用于  $-50^{\circ}\text{C} \sim 105^{\circ}\text{C}$  的温度范围使用，年稳定性  $\leq 0.1\%$ ，电阻值互换精度可达  $\pm 0.1\%$ 。目前大量应用于下列产品与行业的测控温：民用空调、中央空调、商用空调、汽车空调温度控制、冰箱冰柜、洗衣机、热水器、低温冷冻及冷藏、火灾报警器、粮食系统的储运、蔬菜大棚的恒温控制、工业自动控制、建筑等，以及温度变送器、数显温度计、多点测温仪、汽车空调控制器等精密温密仪表及设备，精密可达  $\pm 0.10^{\circ}\text{C}$ 。



## 三、根据频率响应特性选择传感器

传感器的频率响应特性决定了被测量的频率范围，必须在允许频率范围内保持不失真的测量条件，实际上传感器的响应总有一定延迟，希望延迟时间越短越好。

传感器的频率响应高，可测的信号频率范围就宽，而由于受到结构特性的影响，机械系统的惯性较大，因有频率低的传感器可测信号的频率较低。

在动态测量中，应根据信号的特点(稳态、瞬态、随机等)响应特性，以免产生过火的误差。

常用的铂电阻有 PT100，电阻温度系数为  $3.9 \times 10^{-3} / ^{\circ}\text{C}$ ， $0^{\circ}\text{C}$  时电阻值为  $100 \Omega$ ，电阻变化率为

0.3851 Ω/°C。在温度阶跃变化时，铂电阻温度传感器的输出变化至量程变化的 50%所需的时间称为热响应时间，影响热响应时间的因素与保护管材料、直径、壁厚、长度有关，而且还与其结构型式、安装方法、置入深度以及被测介质的流速、种类有关。

NTC 热敏电阻热响应时间一般跟封装形式、阻值、材料常数（热敏指数）、热时间常数有关。

材料常数（热敏指数）B 值（K）被定义为：
$$B = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \ln \frac{R_{T1}}{R_{T2}}$$
；RT1：温度 T1（K）时的零功率电阻值；RT2：温度 T2（K）时的零功率电阻值；T1，T2：两个被指定的温度（K）。对于常用的 NTC 热敏电阻，B 值范围一般在 2000K ~ 6000K 之间。

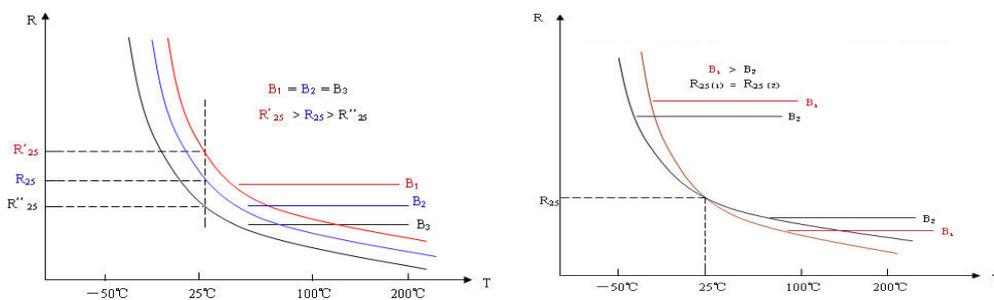
热时间常数是指在零功率条件下，当温度突变时，热敏电阻的温度变化了始末两个温度差的 63.2% 时所需的时间。热时间常数与 NTC 热敏电阻的热容量成正比，与其耗散系数成反比。



#### 四、根据线性关系范围选择传感器

传感器的线性关系是指输出与输入的比例关系。以理论上讲，在线性关系范围内，灵敏度保持定值。传感器的线性范围越宽，则其量程越大，并且能保证一定的测量精度。在选择传感器时，当传感器的种类确定以后首先要看其量程是否满足要求。

#### NTC负温度系数热敏电阻R-T特性



#### 五、根据稳定性选择传感器

传感器使用一段时间后，其性能保持不变化的能力称为稳定性。影响传感器长期稳定性的因素除传感器本身结构外，主要是传感器的使用环境。因此，要使传感器具有良好的稳定性，传感器必

须要有较强的环境适应能力。在选择传感器之前，应对其使用环境进行调查，并根据具体的使用环境选择合适的传感器，或采取适当的措施，减小环境的影响。传感器的稳定性有定量指标，在超过使用期后，在使用前应重新进行标定，以确定传感器的性能是否发生变化。

在某些要求传感器能长期使用而又不能轻易更换或标定的场合，所选用的传感器稳定性要求更严格，要能够经受住长时间的考验。

华夏日盛高精度 NTC 负温度系数热敏电阻及温度传感器，年稳定性 $\leq 0.1\%$ 。

## 六、根据精度选择传感器

精度是传感器的一个重要的性能指标，它是关系到整个测量系统测量精度的一个重要环节。传感器的精度越高，其价格越昂贵，因此，传感器的精度只要满足整个测量系统的精度要求就可以，不必选得过高。这样就可以在满足同一测量目的的诸多传感器中选择比较便宜和简单的传感器。如果测量目的是定性分析的，选用重复精度高的传感器即可，不宜选用绝对量值精度高的；如果是为了定量分析，必须获得精确的测量值，就需选用精度等级能满足要求的传感器。

对某些特殊使用场合，无法选到合适的传感器，则需自行设计制造传感器。自制传感器的性能应满足使用要求。

华夏日盛高精度 NTC 负温度系数热敏电阻及温度传感器，精度最高可达 $\pm 1\%$ ，电阻值互换精度可达 $\pm 0.1\%$ 。

## 七、NTC 热敏电阻选用注意事项

- 1、经过  $5\tau$ （秒），最好  $7\tau$ （秒）以上的时间在开始测量。
- 2、通电使用热敏电阻元件，会引起元件自身发热而产生测温偏差，选用时应充分考虑此因素。
- 3、为了防止热敏电阻元件过快老化，在使用中应尽量避免急剧的温度变化。
- 4、通过元件的电流过大会损坏元件，使用时应避免电路绝缘不良、静电感应、错误接线等失误。
- 5、用户应根据自己的测温要求，选用不同精度的热敏电阻元件。
- 6、热敏电阻元件应远离设备内部其他无关发热部件，否则，容易引发测温误差，甚至设备故障。
- 7、欢迎就热敏电阻元件及传感器的安装形式，诸如：压接、支撑、夹持、插入等方式，与我公司探讨，以防止因安装不良造成设备性能损失。

