



集团机动部计量室

# 热电偶选用

——机动部计量室



中色（宁夏）东方集团有限公司  
CNMC NINGXIA ORIENT GROUP Co., LTD.

# 目 录

1

概 述

2

结构原理、特点

3

热电偶种类及结构形成

4

常用热电偶材料

# 目 录

5

热电偶特点及使用注意事项

6

补偿导线工作原理

7

热电偶的选型

8

热电偶安装及注意事项

# 一、概 述

热电偶是一种感温元件,是一次仪表,它直接测量温度,并把温度信号转换成热电动势信号,通过电气仪表(二次仪表)转换成被测介质的温度。热电偶测温的基本原理是两种不同成份的材质导体组成闭合回路,当两端存在温度梯度时,回路中就会有电流通过,此时两端之间就存在电动势——热电动势,这就是所谓的塞贝克效应。两种不同成份的均质导体为热电极,温度较高的一端为工作端,温度较低的一端为自由端,自由端通常处于某个恒定的温度下。根据热电动势与温度的函数关系,制成热电偶分度表;分度表是自由端温度在 $0^{\circ}\text{C}$ 时的条件下得到的,不同的热电偶具有不同的分度表。

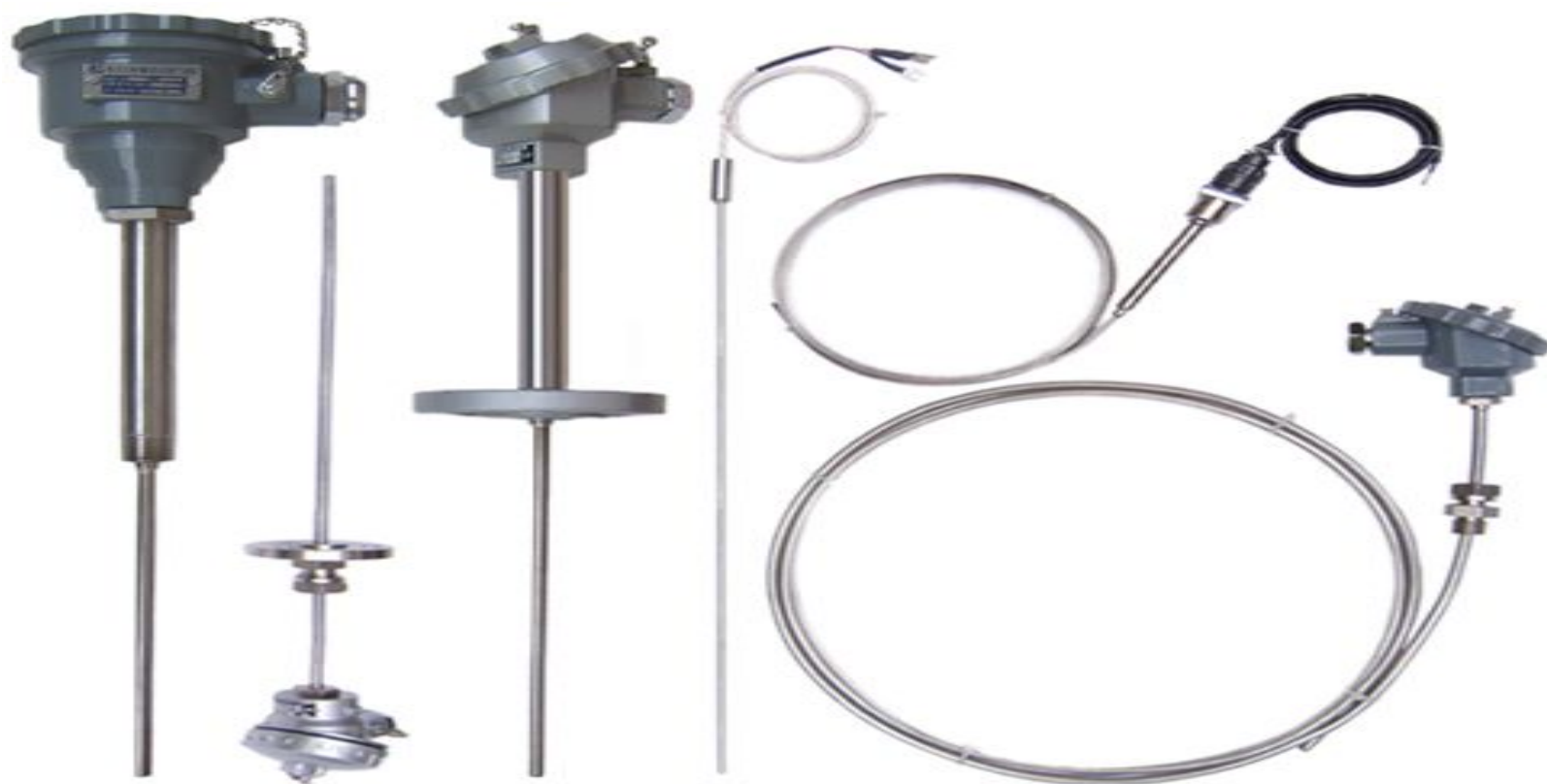
# 一、概 述

## 常规装配热电偶热电阻



# 一、概 述

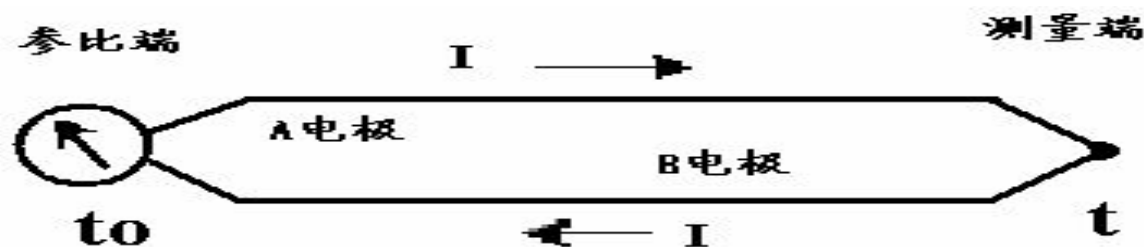
## 常规装配热电偶热电阻



## 二、结构原理、特点

### ❖ 1、工作原理

两种不同成份的导体（称为热电偶丝材或热电极）两端接合成回路，当接合点的温度不同时，在回路中就会产生电动势，这种现象称为热电效应，而这种电动势称为热电势。热电偶就是利用这种原理进行温度测量的，其中，直接用作测量介质温度的一端叫做工作端（也称为测量端），另一端叫做冷端（也称为补偿端）；冷端与显示仪表或配套仪表连接，显示仪表会指出热电偶所产生的热电势。



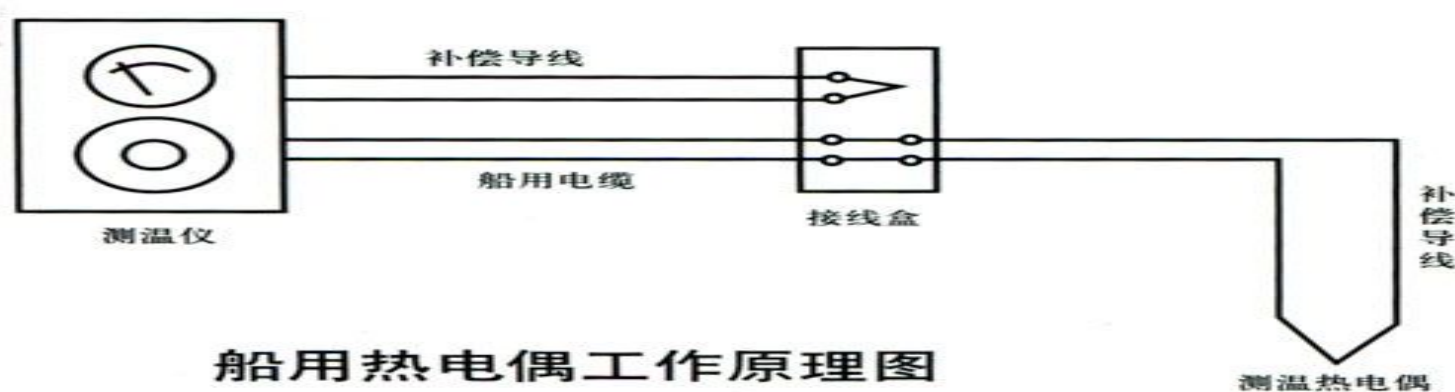


## 二、结构原理、特点

### ❖ 1、工作原理

热电偶实际上是一种能量转换器，它将热能转换为电能，用所产生的热电势测量温度，对于热电偶的热电势，应注意如下几个问题：

1、热电偶的热电势是热电偶工作端的两端温度函数的差，而不是热电偶冷端与工作端，两端温度差的函数；



船用热电偶工作原理图



## 二、结构原理、特点

### ❖ 1、工作原理

2、热电偶所产生的热电势的大小，当热电偶的材料是均匀时，与热电偶的长度和直径无关，只与热电偶材料的成份和两端的温差有关；



## 二、结构原理、特点

### ❖ 2、特点

※ 装配简单，更换方便  
※ 测量范围大

※ 压簧式感温元件，抗震性能好  
※ 机械强度高，耐压性能好



## 二、结构原理、特点

### ❖ 1、工作原理

3、当热电偶的两个热电偶丝材料成份确定后，热电偶热电势的大小，只与热电偶的温度差有关；若热电偶冷端的温度保持一定，这进热电偶的热电势仅是工作端温度的单值函数。将两种不同材料的导体或半导体A和B焊接起来，构成一个闭合回路，如图所示。当导体A和B的两个执着点1和2之间存在温差时，两者之间便产生电动势，因而在回路中形成一个大小的电流，这种现象称为热电效应。热电偶就是利用这一效应来工作的。

## 三、热电偶 - 种类及结构形成

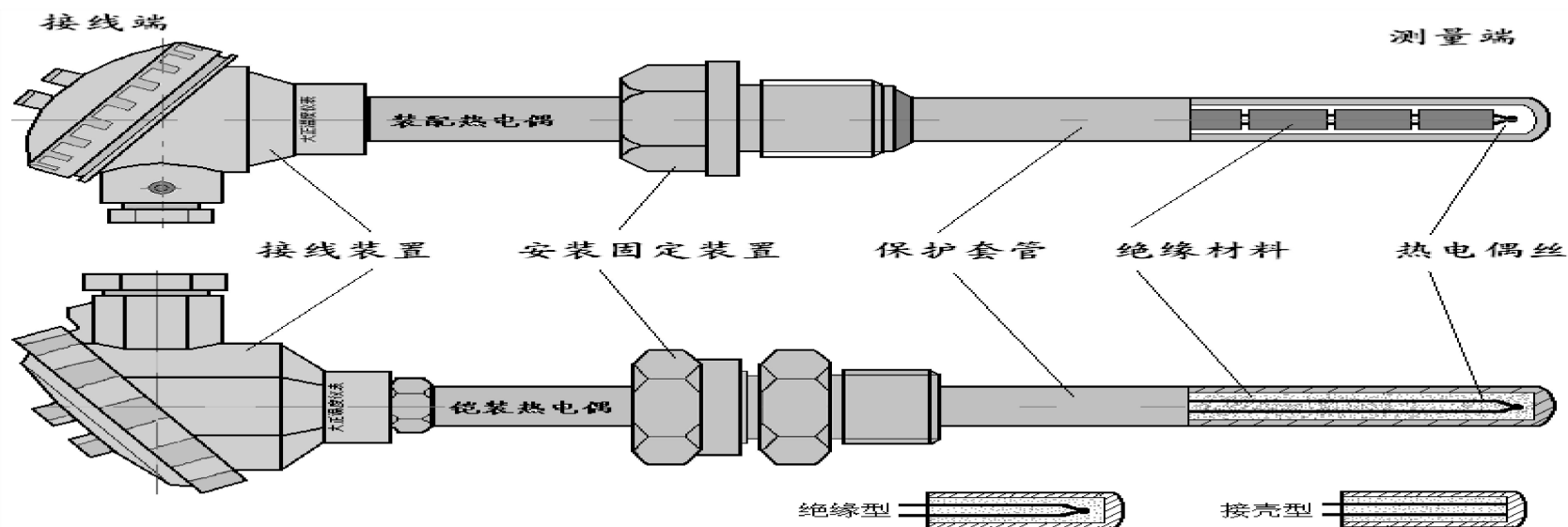
### ❖ 1、热电偶的种类

常用热电偶可分为标准热电偶和非标准热电偶两大类。所调用标准热电偶是指国家标准规定了其热电势与温度的关系、允许误差、并有统一的标准分度表的热电偶，它有与其配套的显示仪表可供选用。非标准化热电偶在使用范围或数量级上均不及标准化热电偶，一般也没有统一的分度表，主要用于某些特殊场合的测量。标准化热电偶我国从1988年1月1日起，热电偶和热电阻全部按IEC国际标准生产，并指定S、B、E、K、R、J、T七种标准化热电偶为我国统一设计型热电偶。

### 三、热电偶 - 种类及结构形成

❖ 2、热电偶的结构形式为了保证热电偶可靠、稳定地工作，对它的结构要求如下：

- ※ ①组成热电偶的两个热电极的焊接必须牢固；
- ※ ②两个热电极彼此之间应很好地绝缘，以防短路；
- ※ ③补偿导线与热电偶自由端的连接要方便可靠
- ※ ④保护套管应能保证热电极与有害介质充分隔离。



## 四、常用热电偶材料

### ❖ 热电偶分度号 热电极材料

分度号	正极	负极	测温范围(℃ )
K	镍铬10	镍硅3	-200~1260
N	镍铬硅	镍硅镁	-200~1260
E	镍铬10	镍铜57	-200~900
J	铁	镍铜57	-40~750
T	铜	镍铜57	-200~350
S	铂铑10	铂	0~1600
R	铂铑13	铂	0~1600
B	铂铑30	铂铑6	0~1700
C	钨铼5	钨铼26	0~2300
D	钨铼3	钨铼25	0~2300

## 五、热电偶特点及使用注意事项

- ❖ 热电偶的分度号有主要有S、R、B、N、K、E、J、T等几种。其中S、R、B属于贵金属热电偶，N、K、E、J、T属于廉金属热电偶；
- ❖ t、S分度号的特点是抗氧化性能强，宜在氧化性、惰性气氛中连续使用，长期使用温度1400℃，短期1600℃；
- ❖ 在所有热电偶中，S分度号的精确度等级最高，通常用作标准热电偶；



## 五、热电偶特点及使用注意事项

- ❖ R分度号与S分度号相比除热电动势大15%左右，其它性能几乎完全相同；
- ❖ B分度号在室温下热电动势极小，故在测量时一般不用补偿导线。它的长期使用温度为1600℃，短期1800℃。可在氧化性或中性气氛中使用，也可在真空条件下短期使用。
- ❖ N分度号的特点是1300℃下高温抗氧化能力强，热电动势的长期稳定性及短期热循环的复现性好，耐核辐照及耐低温性能也好，可以部分代替S分度号热电偶；

## 五、热电偶特点及使用注意事项

- ❖ K分度号的特点是抗氧化性能强，宜在氧化性、惰性气氛中连续使用，长期使用温度1000℃，短期1200℃。在所有热电偶中使用最广泛；
- ❖ E分度号的特点是在常用热电偶中，其热电动势最大，即灵敏度最高。宜在氧化性、惰性气氛中连续使用，使用温度0-800℃；
- ❖ J分度号的特点是既可用于氧化性气氛(使用温度上限750℃)，也可用于还原性气氛(使用温度上限950℃)，并且耐H<sub>2</sub>及CO气体腐蚀，多用于炼油及化工；
- ❖ T分度号的特点是在所有廉金属热电偶中精确度等级最高，通常用来测量300℃以下的温度

## 六、补偿导线工作原理

- ❖ 在一定温度范围内，具有与其匹配的热电动势标称值相同的一对带绝缘包覆的导线叫补偿导线。用它们连接热电偶与测量装置，以补偿热电偶连接处的温度变化所产生的误差。
- ❖ 补偿导线特点：
  - ❖ ① 热电特性稳定，电绝缘性能好，使用寿命长。
  - ❖ ② 柔软，弯曲性能能好，使用方便。
  - ❖ ③ 包覆层材料稳定可靠，具有一定的耐温性和耐寒性能。

## 七、热电偶的选型

- ❖ 选择热电偶要根据使用温度范围、所需精度、使用气氛、测定对象的性能、响应时间和经济效益等综合考虑。
- ❖ 1、测量精度和温度测量范围的选择
  - ※ 使用温度在 $1300\sim 1800^{\circ}\text{C}$ ，要求精度又比较高时，一般选用B型热电偶；
  - ※ 要求精度不高，气氛又允许可用钨铼热电偶，高于 $1800^{\circ}\text{C}$ 一般选用钨铼热电偶；

## 七、热电偶的选型

- ※使用温度在 $1000\sim 1300^{\circ}\text{C}$ 要求精度又比较高可用S型热电偶和N型热电偶；
- ※在 $1000^{\circ}\text{C}$ 以下一般用K型热电偶和N型热电偶，低于 $400^{\circ}\text{C}$ 一般用E型热电偶；
- ※ $250^{\circ}\text{C}$ 下以及负温测量一般用T型电偶，在低温时T型热电偶稳定而且精度高。

## 七、热电偶的选型

### ❖ 2、使用气氛的选择

- ※ S型、B型、K型热电偶适合于强的氧化和弱的还原气氛中使用；
- ※ J型和T型热电偶适合于弱氧化和还原气氛，若使用气密性比较好的保护管，对气氛的要求就不太严格。

## 七、热电偶的选型

### ❖ 3、耐久性 & 热响应性的选择

- ※ 线径大的热电偶耐久性好，但响应较慢一些；
- ※ 对于热容量大的热电偶，响应就慢，测量梯度大的温度时，在温度控制的情况下，控温就差；
- ※ 要求响应时间快又要求有一定的耐久性，选择铠装偶比较合适。



## 七、热电偶的选型

### ❖ 4、测量对象的性质和状态对热电偶的选择

- ※运动物体、振动物体、高压容器的测温要求机械强度高；
- ※有化学污染的气氛要求有保护管；
- ※有电气干扰的情况下要求绝缘比较高；
- ※选型流程：型号—分度号—防爆等级—精度等级—安装固定形式—保护管材质—长度或插入深度。

## 八、热电偶安装及注意事项

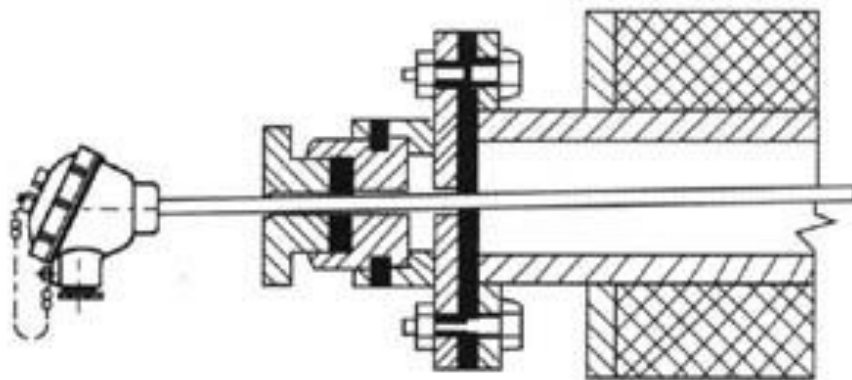
### ❖ 1、热电偶与热电阻的安装要求

对热电偶与热电阻的安装,应注意有利于测温准确,安全可靠及维修方便,而且不影响设备运行和生产操作.要满足以上要求,在选择对热电偶和热电阻的安装部位和插入深度时要注意以下几点:

- ❖ 1、为了使热电偶和热电阻的测量端与被测介质之间有充分的热交换,应合理选择测点位置,尽量避免在阀门,弯头及管道和设备的死角附近装设热电偶或热电阻.

## 八、热电偶安装及注意事项

- ❖ 2、带有保护套管的热电偶和热电阻有传热和散热损失,为了减少测量误差,热电偶和热电阻应该有足够的插入深度:
- ❖ (1) 对于测量管道中心流体温度的热电偶,一般都应将其测量端插入到管道中心处(垂直安装或倾斜安装).如被测流体的管道直径是200毫米,那热电偶或热电阻插入深度应i



## 八、热电偶安装及注意事项

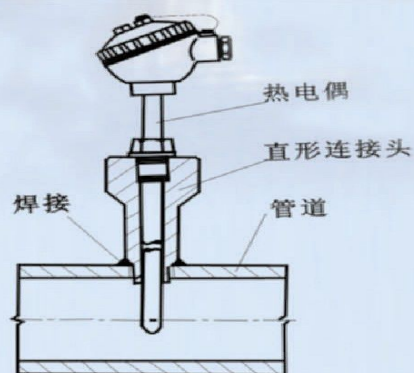
- ❖ (2) 对于高温高压和高速流体的温度测量（如主蒸汽温度），为了减小保护套对流体的阻力和防止保护套在流体作用下发生断裂，可采取保护管浅插方式或采用热套式热电偶。浅插式的热电偶保护套管，其插入主蒸汽管道的深度应不小于75mm；热套式热电偶的标准插入深度为100mm；
- ❖ (3) 假如需要测量是烟道内烟气的温度，尽管烟道直径为4m，热电偶或热电阻插入深度1 m即可。
- ❖ (4) 当测量原件插入深度超过1m时，应尽可能垂直安装，或加装支撑架和保护套管。

## 八、热电偶安装及注意事项

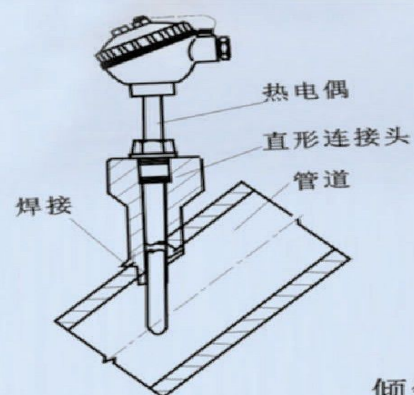
- ❖ (2) 对于高温高压和高速流体的温度测量（如主蒸汽温度），为了减小保护套对流体的阻力和防止保护套在流体作用下发生断裂，可采取保护管浅插方式或采用热套式热电偶。浅插式的热电偶保护套管，其插入主蒸汽管道的深度应不小于75mm；热套式热电偶的标准插入深度为100mm；
- ❖ (3) 假如需要测量是烟道内烟气的温度，尽管烟道直径为4m，热电偶或热电阻插入深度1 m即可。
- ❖ (4) 当测量原件插入深度超过1m时，应尽可能垂直安装，或加装支撑架和保护套管。

## 八、热电偶安装及注意事项

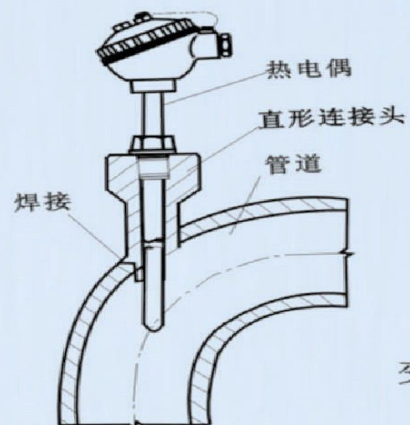
### 安装形式



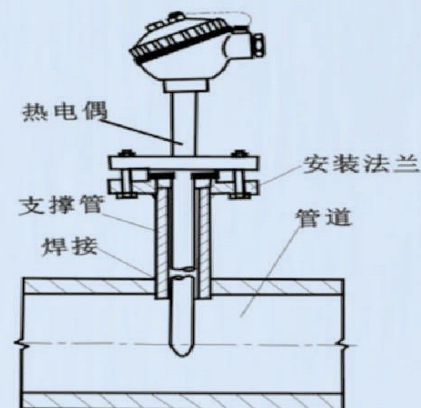
垂直管道安装形式



倾斜管道安装形式



变曲管道安装形式

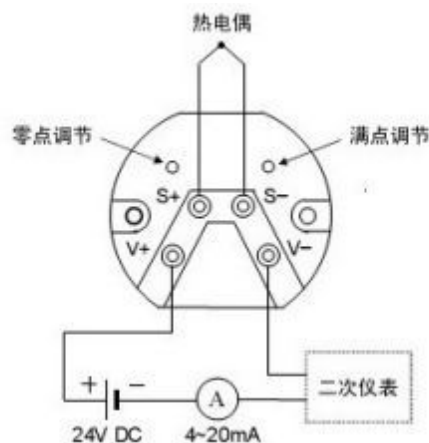


法兰安装形式



## 八、热电偶安装及注意事项

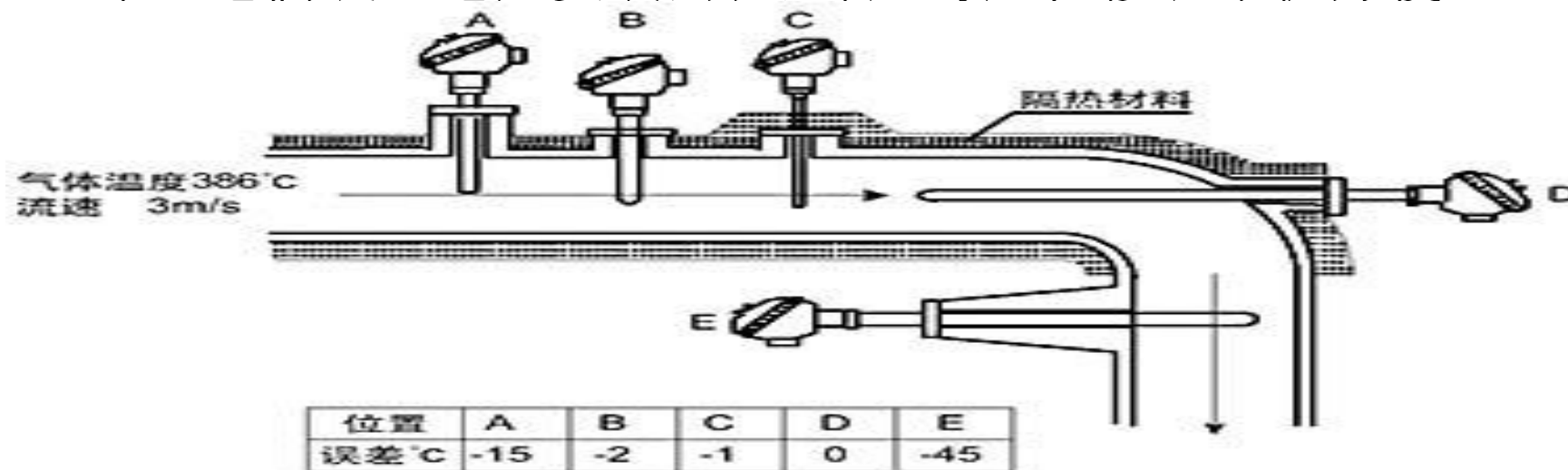
- ❖ 2、热电偶与热电阻的安装方法
- ❖ 1, 首先应测量好热电偶和热电阻螺牙的尺寸, 车好螺牙座.
- ❖ 2, 要根据螺牙座的直径, 在需要测量的管道上开孔.
- ❖ 3, 螺牙座的焊接. 把螺牙座插入已开好孔内, 把螺牙座与被测量的管道焊接好.
- ❖ 4, 把热电偶或热电阻旋进已焊接好的螺牙座.





## 八、热电偶安装及注意事项

- ❖ 5, 按照接线图将热电偶或热电阻的接线盒接好线, 并与表盘上相对应的显示仪表连接. 注意接线盒不可与被测介质管道的管壁相接触, 保证接线盒内的温度不超过0-100℃范围. 接线盒的出线孔应朝下安装, 以防因密封不良, 水汽灰尘等沉积造成接线端子短路.
- ❖ 6, 热电偶或热电阻安装的位置, 应考虑检修和维护方便.





集团机动部计量室

# Thank You !

集团机动部计量室 2013年10月22日



中色（宁夏）东方集团有限公司  
CNMC NINGXIA ORIENT GROUP Co., LTD.