

模块一 传感器的基本知识

课题 1 传感器的认识

一、 填空题

1. 传感器技术
2. 非电量信息
3. 敏感元件；传感器元件；测量电路
4. 物理效应
5. 传感器

二、 判断题

1. √
2. √
3. ×
4. ×
5. √

三、 名词解释

1. 敏感元件是传感器中将被测量转换成与其有确定关系的、更易于转换的非电量的元件。如很多称重传感器，先将重力转化成位移，位移更易于转换和检测。
2. 传感元件是将传感器中的敏感元件转换的非电量进一步转换成电量，便于信号采集的元件。如很多称重传感器，敏感元件先将重力转换成位移，传感元件再将位移转换成电阻变化，经检测电路成为便于测量的电压信号或电流信号。

四、 简答题

1. 在信号检测和自动化控制系统中，传感器用于接收各种外部环境信息，其作用类似于人的感官，例如光敏传感器的作用类似视觉器官，气敏传感器的作用类似嗅觉器官。
2. 传感器种类多种多样，比较常用的分类方法有三种：①按传感器测量的物理量分类，可分为温度传感器、压力传感器、流量传感器、位移传感器等。②按传感器工作原理分类，可分为电阻传感器、电容传感器、电感传感器、光

电传感器等。③按传感器输出信号的性质分类，可分为开关型传感器、模拟型传感器、数字型传感器。

3. 传感器测量转换电路将传感元件输出的幅度很小且混杂有干扰信号的信号转换为具有最佳特性的、线性化的电信号，并放大成易于测量、处理的电信号，如电压、电流、频率等。

五、综合应用题

1. 答案要点：一辆中级轿车中装有上千种传感器，以保证汽车的动力性、安全性、舒适性等。当速度传感器感受到汽车速度为零时，输出信号使得汽车刹车启动，实现自动启停功能；汽车碰撞时，冲击传感器感受到冲击，输出信号将气囊打开，保护驾驶员的安全性。温度传感器能够使汽车内部环境舒适宜人，保证驾驶员及乘坐人员的舒适性。
2. 答案要点：机器人能看到障碍物，它可能用了图像传感器，类似于相机中的图像传感器，可以记录图像、可以识别图像。

课题 2 传感器的技术指标

一、填空题

1. 真实值
2. 线性度；迟滞；重复性
3. 最小变化
4. 动态响应时间；频率响应范围
5. 线性度；迟滞；重复性

二、判断题

1. ×
2. √
3. √
4. √
5. √

三、名词解释

1. 传感器的静态特性是指传感器的输入信号不随时间变化，或随时间缓慢变化时，传感器的输入与输出的对应关系。
2. 灵敏度是指传感器在稳态工作情况下，单位输入量的输出量，或者是输出变化量与输入变化量之比，灵敏度是有单位的。
3. 线性度是指传感器的输入-输出特性曲线与一条直线的近似程度，传感器线性度越好，测量精度越高。
4. 迟滞是指传感器的正行程输入-输出特性曲线和反行程输入-输出特性曲线不一致的程度，通常用百分比表示。

四、 简答题

1. 准确度等级是衡量仪表质量优劣的重要指标之一。我国模拟量工业仪表的准确度等级分为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 七个等级，对应的最大基本相对误差为 $\pm 0.1\%$ 、 $\pm 0.2\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1.0\%$ 、 $\pm 1.5\%$ 、 $\pm 2.5\%$ 、 $\pm 5.0\%$ 。仪表准确度习惯上称为精度，准确度等级习惯上称为精度等级。

2. 与测量条件有关的因素：

- (1) 测量的目的。
- (2) 被测量的选择。
- (3) 测量范围。
- (4) 输入信号的幅值、频带宽度。
- (5) 精度要求。
- (6) 测量所需要的时间。

3. 与使用环境条件有关的因素：

- (1) 安装现场条件及情况。
- (2) 环境条件（湿度、温度、振动情况等）。
- (3) 信号传输距离。
- (4) 需要现场提供的功率容量。
- (5) 安装现场的电磁环境。

五、 综合应用题

1. ①测 10V 左右的电压，如果选用量程 150V， ± 1.5 级，可能的最大相对误差为：

$$\gamma = \frac{\Delta}{A} \times 100\% = \pm \frac{150 \times 1.5\%}{10} \times 100\% = \pm 22.5\%$$

②测 10V 左右的电压，如果选用量程 15V，±2.5 级，可能的最大相对误差为：

$$\gamma = \frac{\Delta}{A} \times 100\% = \pm \frac{15 \times 2.5\%}{10} \times 100\% = \pm 3.75\%$$

经计算看出，如果选用表②量程 15V，±2.5 级，可能的最大相对误差较小。

2. 传感器的正反行程没有重合，该误差称为迟滞。

压力 (MPa)	0	1	2	3	4	5
正行程 (v)	0.125	0.822	1.480	2.195	2.835	3.510
反行程 (v)	0.201	0.905	1.550	2.210	2.848	3.510

从上表中可以看到数据不重合，差值最大点为 1MPa 点，迟滞误差为：

$$\begin{aligned} \delta_H &= \pm \frac{\Delta_{max}}{y_{max} - y_{min}} \times 100\% = \pm \frac{0.905 - 0.822}{3.510 - (0.201 + 0.125) \div 2} \times 100\% \\ &= \pm 2.48\% \end{aligned}$$

该压力传感器的灵敏度为：

$$S = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{3.510 - (0.201 + 0.125) \div 2}{5 - 0} = 0.669V/MPa$$

模块二 温度的测量

课题1 热敏电阻式温度传感器

一、 填空题

1. 物质内部分子
2. 100
3. 25
4. 0; 150
5. 接触式; 非接触式

二、 判断题

1. ×
2. ×
3. √
4. ×
5. √

三、 名词解释

1. 温标是为了进行温度测量而建立的温度标尺。它规定了温度读数的起点及温度的单位。
2. PTC 是正温度系数热敏电阻, 其电阻值随温度升高而升高。
3. NTC 是负温度系数热敏电阻, 其电阻值随温度升高而降低。

四、 简答题

1. 热敏电阻具有灵敏度高、成本低、适合批量生产等特点。热敏电阻的缺点主要是特性分散性很大, 即使同一型号的产品, 其特性参数也有较大差别, 互换性差, 热电特性的非线性也很严重, 因而测量误差较大。热敏电阻突出的优点在于: ①灵敏度高, 可大大降低对后面调理电路的要求。②标称电阻值范围大, 有从几欧到十几兆欧的不同型号及规格, 适应范围广。③体积小, 可用来测量“点温”。④热惯性小, 响应速度快。⑤结构简单、坚固, 能承受较大的冲击、振动。⑥资源丰富, 制作简单, 成本和价格十分低廉。
2. 突变型温度系数热敏电阻的电阻值在某特定温度范围内随温度升高可降低3~4个数量级, 具有很大的温度系数。在电路回路中串联一只负温度系数的

突变型热敏电阻，在加电的瞬间，温度较低，突变型热敏电阻的阻值很大，可减小加电瞬间的冲击电流；温度升高后，突变型热敏电阻的阻值迅速减小，不会影响电路的正常工作。

3. 热敏电阻的主要技术指标有：①标称电阻值（R25），即热敏电阻在 25℃时的电阻值。②温度系数，即温度变化引起的热敏电阻阻值的相对变化。温度系数越大，热敏电阻对温度变化的反应越灵敏。③时间常数，即温度变化时，热敏电阻的阻值变化到最终值的 63.2%时所需的时间。④额定功率，即热敏电阻正常工作所允许的最大功率。⑤温度范围，即热敏电阻正常工作，输出特性没有变化所允许的温度范围。
4. 接触式温度测量的方法是将温度传感器与被测物体接触，或将温度传感器置入被测物体中，当两个冷热不同的物体相互接触时，热量会从热物体传向冷物体，使热物体变冷，冷物体变热，最后两物体达到热平衡，此时温度传感器显示的温度就是被测物体的温度。

五、综合应用题

1. 饮水机温度传感器的选择过程与一般工程选择传感器方法一致：先要明确饮水机温控器的温度控制范围及精度，以便确定温度传感器的工作范围、测量精度、工作环境及安装要求等因素。温度测温范围在 0~100℃，且在 0~95℃无须精确测量；当温度在 100±2℃范围内，传感器要为温控器提供信号，切断电源；当温度低于 95℃时，传感器要为温控器提供信号，接通电源；测量精度要求不高；饮水机内空间较大，对温度传感器的大小尺寸没有特殊要求；随着加热器加热，水温缓慢上升，温度信号属于缓变信号；产品的价格要求低，能适合批量生产，但要求使用寿命长，不易损坏。从以上分析看，我们可以选择热敏电阻作为温度敏感元件来进行温度测量。

2. 在空调的出风口温控器测量空调出风口温度，一般可以选择热敏电阻作为温度敏感元件来控制空调温度。

先要明确饮水机温控器的温度控制范围及精度，以便确定温度传感器工作范围、测量精度、工作环境及安装要求等因素。环境温度一般在-20~55℃，测量精度不高，误差在±0.5℃时人体不会感觉到很大差异；当环境温度不在控制温度范围内，传感器要为温控器提供信号，启动制冷或制热；空调内空间

较大，对温度传感器的大小尺寸没有特殊要求；环境温度缓慢上升，温度信号属于缓变信号；产品的价格要求低，能适合批量生产，但要求使用寿命长，不易损坏。从以上分析看，我们可以选择热敏电阻作为温度敏感元件。

课题 2 金属热电阻式温度传感器

一、 填空题

1. 铂电阻；铜电阻
2. 100
3. 50
4. 气密检查
5. 自热

二、 判断题

1. √
2. ×
3. √
4. √

三、 名词解释

1. 金属热电阻是指以金属材料制成的热电阻，其阻值随温度的增加而增加，且与温度变化成一定的函数，通过检测金属热电阻阻值的变化量，即可测出相应温度。
2. 铠装金属热电阻式温度传感器是指温度传感器的外保护罩的一种结构形式；铠装金属热电阻是由敏感元件（电阻体）、引线、高绝缘氧化镁、1Cr18Ni9Ti 不锈钢套管组成，1Cr18Ni9Ti 不锈钢套管经多次一体拉制而成的内部充满绝缘氧化物的坚实体，这样在安装、弯曲时，不会损坏热电阻元件，便于在狭窄空间弯曲测量。

四、 简答题

1. 目前常用的金属热电阻最多的是铂和铜。其主要特点是：一般用于中低温区温度测量，测量精度高，性能稳定；热电阻大都由纯金属材料制成，结构简

单，成本低廉，在许多行业得到了广泛应用。

2. 在实际应用中，热电阻敏感元件安装在被测介质中，而测量电路则在远离现场的控制室内，热电阻的引出线较长，引出线的长短以及环境温度变化引起的电阻变化，将对测量结果有较大影响，造成测量误差。为了克服环境温度的影响，常采用三线单臂电桥电路。在这种电路中，热电阻的两根引线长度相同，引线的电阻值相等，并被分配在两个相邻的桥臂中，那么由于引线长度的变化以及环境温度变化引起的引线电阻值变化所造成的误差可以相互抵消。所以在金属热电阻测量电路中，一般采用三线制。
3. 金属热电阻式温度传感器的基本安装要求：
 - ① 温度传感器的安装地点应选择在便于安装、维护且不易受到外界损坏的位置。
 - ② 温度传感器的插入方向应与被测介质流向相逆，或者垂直，尽量避免与被测介质流向一致。
 - ③ 在管道上安装温度传感器时，应使温度传感器的敏感温度的端头处于流速最大的管道中心线。
 - ④ 温度传感器插入部分越长，测量误差越小，应争取较大的插入深度。
 - ⑤ 为防止热量损耗，感温元件暴露在设备外面的部分要尽量短，并加保温层。
 - ⑥ 温度传感器安装在负压管道或容器中时，要保证安装的密封性良好。
 - ⑦ 温度传感器装在具有固体颗粒和流速很高的介质中时，在温度传感器之前加装保护板。
4. 热电阻式温度传感器的校验温度通常检测 0°C 和 100°C 。采用放有冰水混合物的冰槽作为 0°C 温度场，将试管埋入冰水混合物中，将温度传感器放入试管中，密封保温 30 分钟即可测量。用高精度温控油槽设置 100°C 温度场，测量方法相同。在测试时，铂电阻元件的测试电流不应超过允许值，较大电流会使铂电阻元件产生自热，温度升高，影响测量精度。

五、综合应用题

已知铜电阻 Cu50 的 $R_0=50\ \Omega$ ， $\alpha=4.28 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$ ，则有：

- (1) 当温度为 120°C 时： $R_t = R_0(1 + \alpha t) = 50 \times (1 + 4.28 \times 10^{-3} \times 120) = 75.68\Omega$ 。
- (2) 上网查 Cu50 分度表，Cu50 在 120°C 时的电阻值为 $75.686\ \Omega$ 。
- (3) 计算两种方法的误差为： $\Delta=75.686-75.68=0.006\ \Omega$ 。

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/818102131075006027>