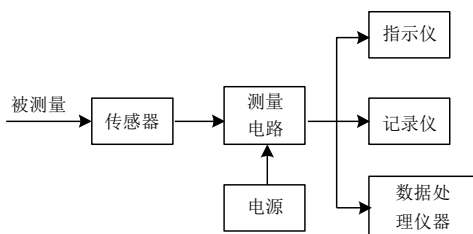


第一章

1. 检测系统由哪几部分组成？说明各部分的作用。

答：一个完整的检测系统或检测装置通常是由传感器、测量电路和显示记录装置等几部分组成，分别完成信息获取、转换、显示和处理等功能。当然其中还包括电源和传输通道等不可缺少的部分。下图给出了检测系统的组成框图。



检测系统的组成框图

传感器是把被测量转换成电学量的装置，显然，传感器是检测系统与被测对象直接发生联系的部件，是检测系统最重要的环节，检测系统获取信息的质量往往是由传感器的性能确定的，因为检测系统的其它环节无法添加新的检测信息并且不易消除传感器所引入的误差。

测量电路的作用是将传感器的输出信号转换成易于测量的电压或电流信号。通常传感器输出信号是微弱的，就需要由测量电路加以放大，以满足显示记录装置的要求。根据需要测量电路还能进行阻抗匹配、微分、积分、线性化补偿等信号处理工作。

显示记录装置是检测人员和检测系统联系的主要环节，主要作用是使人们了解被测量的大小或变化的过程。

2. 某线性位移测量仪，当被测位移由 4.5mm 变到 5.0mm 时，位移测量仪的输出电压由 3.5V 减至 2.5V，求该仪器的灵敏度。

解：该仪器的灵敏度为

$$S = \frac{2.5 - 3.5}{5.0 - 4.5} = -2 \text{ mV/mm}$$

3. 某测温系统由以下四个环节组成，各自的灵敏度如下：

铂电阻温度传感器： 0.45Ω/℃
电桥： 0.02V/Ω
放大器： 100(放大倍数)
笔式记录仪： 0.2cm/V

求：(1) 测温系统的总灵敏度；

(2) 记录仪笔尖位移 4cm 时，所对应的温度变化值。

解：

(1) 测温系统的总灵敏度为

$$S = 0.45 \times 0.02 \times 100 \times 0.2 = 0.18 \text{ cm/}^\circ\text{C}$$

(2) 记录仪笔尖位移 4cm 时，所对应的温度变化值为

$$t = \frac{4}{0.18} = 22.22 \text{ }^\circ\text{C}$$

4. 有三台测温仪表，量程均为 0~800℃，精度等级分别为 2.5 级、2.0 级和 1.5 级，现要测量 500℃ 的温度，要求相对误差不超过 2.5%，选那台仪表合理？

解：2.5 级时的最大绝对误差值为 20℃，测量 500℃ 时的相对误差为 4%；2.0 级时的最大绝对误差值为 16℃，测量 500℃ 时的相对误差为 3.2%；1.5 级时的最大绝对误差值为 12℃，测量 500℃ 时的相对误差为 2.4%。因此，应该选用 1.5 级的测温仪器。

5. 什么是系统误差和随机误差？正确度和精密度的含义是什么？它们各反映何种误差？

答：系统误差是指在相同的条件下，多次重复测量同一量时，误差的大小和符号保持不变，或按照

一定的规律变化的误差。随机误差则是指在相同条件下，多次测量同一量时，其误差的大小和符号以不可预见的方式变化的误差。正确度是指测量结果与理论真值的一致程度，它反映了系统误差的大小，精密度是指测量结果的分散程度，它反映了随机误差的大小。

6. 某压力传感器的测量范围为 0~10MPa，校验该传感器时得到的最大绝对误差为±0.08MPa，试确定该传感器的精度等级。

解：该传感器的精度为：

$$\delta_{\max} = \frac{\Delta_{\max}}{\text{量程}} \times 100\% = \frac{\pm 0.08}{10 - 0} \times 100\% = \pm 0.8\%$$

由于国家规定的精度等级中没有 0.8 级仪表，而该传感器的精度又超过了 0.5 级仪表的允许误差，所以，这只传感器的精度等级应定为 1.0 级。

根据仪表校验数据来确定仪表精度等级时，仪表的精度等级值应选不小于由校验结果所计算的精度值

7. 某测温传感器的测量范围为 0~1000℃，根据工艺要求，温度指示值的误差不允许超过±7℃，试问应如何选择传感器的精度等级才能满足以上要求？

解：根据工艺要求，传感器的精度应满足：

$$\delta_{\max} = \frac{\Delta_{\max}}{\text{量程}} \times 100\% = \frac{\pm 7}{1000 - 0} \times 100\% = \pm 0.7\%$$

此精度介于 0.5 级和 1.0 级之间，若选择精度等级为 1.0 级的传感器，其允许最大绝对误差为±10℃，这就超过了工艺要求的允许误差，故应选择 0.5 级的精度才能满足工艺要求。

根据工艺要求来选择仪表精度等级时，仪表的精度等级值应不大于工艺要求所计算的精度值

填空

1. **测量**是借助 _____ 和 _____，通过 _____ 和 _____，取得被测对象的某个量的大小或符号；或者取得 _____ 与 _____ 之间的关系。（专用技术；设备；实验；计算；一个变量；另一变量）

3. 直接测量是从事先 _____ 上读出被测量的大小。间接测量是利用 _____ 与 _____ 之间的函数关系，先测出 _____，再通过相应的函数关系，_____ 被测量的数值。（分度好的表盘；被测量；某种中间量；中间量；计算出）

4. 直接测量方法中，又分 _____，_____ 和 _____。（零位法；偏差法；微差法）

5. **零位法**是指 _____ 与 _____ 在比较仪器中进行 _____，让仪器指零机构，从而确定被测量等于 _____。该方法精度 _____。（被测量；已知标准量；比较；达到平衡（指零）；已知标准量；较高）

6. **偏差法**是指测量仪表用 _____ 相对于 _____，直接指出被测量的大小。该法测量精度一般不高。（指针、表盘上刻度线位移）

7. **微差法**是 _____ 和 _____ 的组合。先将被测量与一个 _____ 进行 _____，不足部分再用 _____ 测出。（零位法；偏差法；已知标准量；比较；偏差法）

8. 测量仪表指示值 _____ 程度的量称为精密度。测量仪表指示值有规律地 _____ 程度的量称为准确度。（不一致；偏离真值）

9. 测量仪表的**精确度**简称_____, 是_____和_____的总和, 以测量误差的_____来表示。

(精度; 精密度; 准确度; 相对值)

10. 显示仪表能够监测到被测量_____的能力称**分辨力**。(最小变化)

第二章

1. 金属电阻应变片与半导体材料的电阻应变效应有什么不同?

答: 金属电阻的应变效应主要是由于其几何形状的变化而产生的, 半导体材料的应变效应则主要取决于材料的电阻率随应变所引起的变化产生的。

2. 直流测量电桥和交流测量电桥有什么区别?

答: 它们的区别主要是直流电桥用直流电源, 只适用于直流元件, 交流电桥用交流电源, 适用于所有电路元件。

3. 采用阻值为 120Ω 灵敏度系数 $K=2.0$ 的金属电阻应变片和阻值为 120Ω 的固定电阻组成电桥, 供桥电压为 $4V$, 并假定负载电阻无穷大。当应变片上的应变分别为 1 和 1000 时, 试求单臂、双臂和全桥工作时的输出电压, 并比较三种情况下的灵敏度。

解: 单臂时 $U_0 = \frac{K\varepsilon U}{4}$, 所以应变为 1 时 $U_0 = \frac{K\varepsilon U}{4} = \frac{4 \times 2 \times 10^{-6}}{4} = 2 \times 10^{-6} V$, 应变为 1000 时

应为 $U_0 = \frac{K\varepsilon U}{4} = \frac{4 \times 2 \times 10^{-3}}{4} = 2 \times 10^{-3} V$; 双臂时 $U_0 = \frac{K\varepsilon U}{2}$, 所以应变为 1 时

$U_0 = \frac{K\varepsilon U}{2} = \frac{4 \times 2 \times 10^{-6}}{2} = 4 \times 10^{-6} V$, 应变为 1000 时应为 $U_0 = \frac{K\varepsilon U}{2} = \frac{4 \times 2 \times 10^{-3}}{2} = 4 \times 10^{-3}$

$/V$; 全桥时 $U_0 = K\varepsilon U$, 所以应变为 1 时 $U_0 = 8 \times 10^{-6} V$, 应变为 1000 时应为 $U_0 = 8 \times 10^{-3} V$ 。

从上面的计算可知: 单臂时灵敏度最低, 双臂时为其两倍, 全桥时最高, 为单臂的四倍。

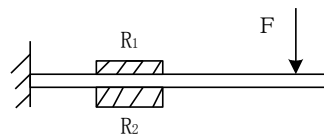
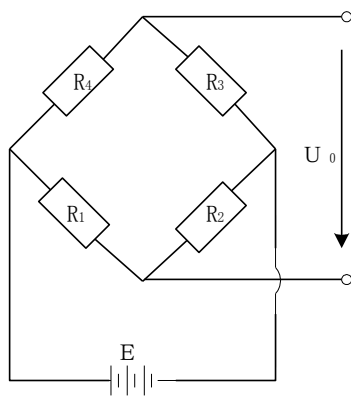
4. 采用阻值 $R=120\Omega$ 灵敏度系数 $K=2.0$ 的金属电阻应变片与阻值 $R=120\Omega$ 的固定电阻组成电桥, 供桥电压为 $10V$ 。当应变片应变为 1000 时, 若要使输出电压大于 $10mV$, 则可采用何种工作方式 (设输出阻抗为无穷大)?

解: 由于不知是何种工作方式, 可设为 n , 故可得:

$$U_0 = \frac{K\varepsilon U}{n} = \frac{2 \times 10 \times 10^{-3}}{n} \geq 10 \text{ mV}$$

得 n 要小于 2 , 故应采用全桥工作方式。

5. 如图所示为一直流电桥, 供电电源电动势 $E=3V$, $R_3=R_4=100\Omega$, R_1 和 R_2 为同型号的电桥应变片, 其电阻均为 50Ω , 灵敏度系数 $K=2.0$ 。两只应变片分别粘贴于等强度梁同一截面的正反两面。设等强度梁在受力后产生的应变为 5000 , 试求此时电桥输出端电压 U_0 。



题 6 图

解：此电桥为输出对称电桥，故 $U_0 = \frac{K\varepsilon U}{2} = \frac{2 \times 3 \times 5 \times 10^{-3}}{2} = 15 / \text{mV}$

1. 电阻应变片有_____、_____、_____和_____等部分组成。其中_____是应变片的核心部分。（敏感栅；基片；覆盖层；引线；敏感栅）
2. 按_____材料不同，电阻应变片可分为_____和半导体应变片两大类。前者的敏感栅有_____、_____和_____三种类型。（敏感栅；金属；丝式；箔式；薄膜式）
3. 当前，制作丝式敏感栅最理想的材料是_____，它的主要优点是：_____；_____；和_____。（康铜； K_0 大且恒定； ρ 大， α 小；工艺性好）
4. 由于_____而引起导电材料_____变化的现象，叫**应变效应**。（变形；电阻；）
5. 应变片的初始电阻值 R_0 有_____、_____、_____、_____和_____等类型，其中最常用的是_____。（ 60Ω ； 120Ω ； 200Ω ； 350Ω ； 600Ω ； 1000Ω ； 120Ω ）
6. 电阻应变片的温度补偿方法通常有_____和_____两大类。（线路补偿法；应变片自补偿法）
7. 应变片线路补偿法最常用的是**电桥补偿法**，它是将_____应变片和_____应变片接到电桥的_____桥臂，利用它们对电桥输出电压_____这一原理，而引起温度补偿作用。（工作；补偿；相邻；不受温度影响）
8. 通常采用_____或_____作为电阻应变片桥路。该电路不仅没有_____，而且_____也比单臂应变电桥时高，同时还能起_____作用。（差动半桥；差动全桥；非线性误差；电桥灵敏度；温度补偿）
9. 应变式传感器是由_____、_____和_____组成的装置。（弹性元件、电阻应变片、附件）
10. 应变式传感器按用途的不同，可分为_____、_____、_____传感器等等。（力、压力、加速度）

第三章

1. 试分析变面积式电容传感器和变间隙式电容的灵敏度?为了提高传感器的灵敏度可采取什么措施并应注意什么问题?

答: 如图所示是一直线位移型电容式传感器的示意图。

当动极板移动 Δx 后, 覆盖面积就发生变化, 电容量也随之改变, 其值为

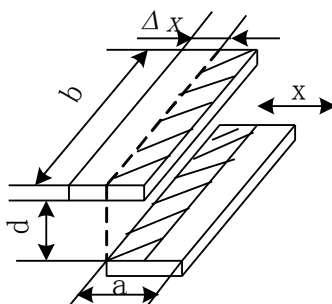
$$C = \epsilon b (a - \Delta x) / d = C_0 - \epsilon b \cdot \Delta x / d \quad (1)$$

电容因位移而产生的变化量为

$$\Delta C = C - C_0 = -\frac{\epsilon b}{d} \Delta x = -C_0 \frac{\Delta x}{a}$$

其灵敏度为 $K = \frac{\Delta C}{\Delta x} = -\frac{\epsilon b}{d}$

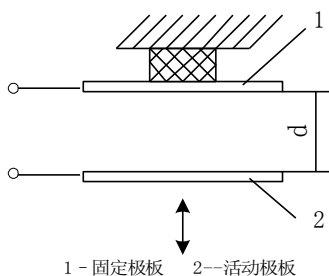
可见增加 b 或减小 d 均可提高传感器的灵敏度。



直线位移型电容式传感器

2. 为什么说变间隙型电容传感器特性是非线性的?采取什么措施可改善其非线性特征?

答: 下图为变间隙式电容传感器的原理图。图中1为固定极板, 2为与被测对象相连的活动极板。当活动极板因被测参数的改变而引起移动时, 两极板间的距离 d 发生变化, 从而改变了两极板之间的电容量 C 。



设极板面积为 A , 其静态电容量为 $C = \frac{\epsilon A}{d}$, 当活动极板移动 x 后, 其电容量为

$$C = \frac{\epsilon A}{d - x} = C_0 \frac{1 + \frac{x}{d}}{1 - \frac{x^2}{d^2}} \quad (1)$$

当 $x \ll d$ 时

$$1 - \frac{x^2}{d^2} \approx 1 \quad \text{则} \quad C = C_0 \left(1 + \frac{x}{d}\right) \quad (2)$$

由式(1)可以看出电容量 C 与 x 不是线性关系, 只有当 $x \ll d$ 时, 才可认为是最近似线形关系。同时还可以看出, 要提高灵敏度, 应减小起始间隙 d 过小时。但当 d 过小时, 又容易引起击穿, 同时

加工精度要求也高了。为此,一般是在极板间放置云母、塑料膜等介电常数高的物质来改善这种情况。在实际应用中,为了提高灵敏度,减小非线性,可采用差动式结构。

1. 按工作原理的不同,电容式传感器可分为_____、_____、和_____ 三种类型。第一种常用于测量_____, 第二种常用于测量_____, 第三种常用于测量_____。(变间隙式;变面积式;变介电常数式;微小位移;角位移或较大的线位移;物位)

2. 变间隙式电容传感器的初始间隙 d_0 越小,传感器的灵敏度 K_0 ____、非线性误差 γ_0 ____,以上说明,提高 K_0 与减小 γ_0 ____。在实际应用中,为使传感器具有足够大的 K_0 值,通常使____,如果还必须使 γ_0 具有足够小的值,则还应满足____,这就是它只能用于测量_____的原理。

(越大;越大;相矛盾; d_0 减小; $\left|\frac{\Delta d}{d_0}\right|$ 小, Δd_0 小;微小线位移)

3. 解决变间隙式电容传感器提高 K_0 与非线性误差 γ_0 间的矛盾,可采用_____电容传感器,后者与前者相比,不仅灵敏度_____,而且非线性误差也_____。但是,它还受电容极板间的限制,为此,常采用_____的变间隙式电容传感器。(差动式;提高一倍;降低;击穿电压;部分固体介质)

4. 变面积式电容传感器的电容增量 ΔC 与动极板位移量 ΔX 的关系为 $\Delta C = \Delta X$, 其灵敏度 $K = \frac{\Delta C}{\Delta X} =$ _____。因此,该传感器具有_____输出特性,即具有测量线位移的

和灵敏度 K 为_____等优点。($\frac{b\varepsilon}{d}$; $\frac{b\varepsilon}{d}$; 线性;范围大;稳定常数)

5. _____极板长度、_____极板间间隙、选介电常数_____介质,都可以提高变面积式电容式传感器的灵敏度。另外,采用_____的变面积式电容传感器,也可以达到提高灵敏度的目的。(增加;减小;高;齿形极板)

第四章

1. 影响差动变压器输出线性度和灵敏度的主要因素是什么?

答:影响差动变压器输出线性度和灵敏度的主要因素是:传感器几何尺寸、线圈电气参数的对称性、磁性材料的残余应力、测量电路零点残余电动势等。

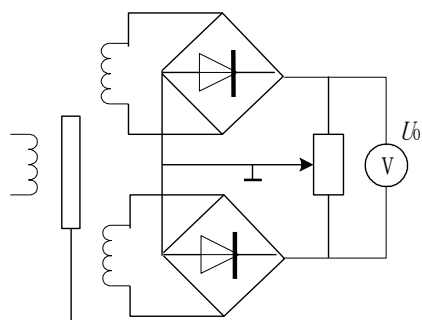
2. 电涡流式传感器的灵敏度主要受哪些因素影响?它的主要优点是什么?

答:电涡流式传感器的灵敏度主要受导体的电导率、磁导率、几何形状,线圈的几何参数,激励电流频率以及线圈到被测导体间的距离等因素影响。电涡流式传感结构简单、频率响应宽、灵敏度高、

测量范围大、抗干扰能力强，特别是有非接触测量的优点，因此在工业生产和科学技术的各个领域得到了广泛的应用。

3. 如图所示为一差动整流电路，试分析电路的工作原理。

答：这是简单的电压输出型，动铁芯移动时引起上下两个全波整流电路输出差动电压，中间可调整零位，输出电压与铁芯位移成正比。这种电路由二极管的非线性影响以及二极管正向饱和压降和反向漏电流的不利影响较大。



- 螺线管式差动变压器主要由_____、_____和_____三部分组成。
(线圈组合；活动衔铁；导磁外壳)
- 螺线管式差动变压器的线圈绕组按排列方式的不同可分为_____、_____、_____、_____以及_____等类型，通常采用的是_____和_____。(一节式；二节式；三节式；四节式；五节式；二节式；三节式)
- 差动变压器在_____输出电压称为零点残余电压，其频谱主要包括_____和_____。该电压会造成传感器再零点附近的灵敏度_____、分辨率_____和测量误差_____。(基波；高次谐波；降低；变差；增大)
- 差动整流式差动变压器常用的_____，它是先把差动变压器两各次级线圈的_____分别整流，再将整流后的电流_____成通路差动输出。(测量电路；互感电势；串接)
- 基于法拉第电磁感应现象，块状金属导体置于_____磁场中或在磁场中的作_____运动时，导体将产生呈_____的感应电流，此电流叫电涡流。(变化着；切割磁力线；涡旋状)
- 电涡流式传感器测量系统由_____和_____两部分组成，两者利用_____来实现测试任务。(传感器；被测体；磁场耦合程度)
- 当利用电涡流式传感器测量位移时，只有在 $x/r_{as} = \underline{\hspace{2cm}}$ 的范围内，才能得到较好的和较高的_____。(0.05-0.15；线性；灵敏度)
- 填写下表：

电感式传感器类型	工作原理
变隙式	间隙变化 $\pm \delta$ 时，引起气隙磁阻的改变，导致线圈电感的变化
差动变压器式	被测非电量的变化，导致线圈互感的变化，其

	原理为变压器原理
电涡流式	利用电涡流效应原理

第五章

1. 为什么说压电式传感器只适用于动态测量而不能用于静态测量?

答：因为压电式传感器是将被子测量转换成压电晶体的电荷量，可等效成一定的电容，如被测量为静态时，很难将电荷转换成一定的电压信号输出，故只能用于动态测量。

2. 压电式传感器测量电路的作用是什么?其核心是解决什么问题?

答：压电式传感器测量电路的作用是将压电晶体产生的电荷转换为电压信号输出，其核心是要解决微弱信号的转换与放大，得到足够强的输出信号。

3. 一压电式传感器的灵敏度 $K_1=10\text{pC} / \text{MPa}$ ，连接灵敏度 $K_2=0.008\text{V} / \text{pC}$ 的电荷放大器，所用的笔式记录仪的灵敏度 $K_3=25\text{mm} / \text{V}$ ，当压力变化 $\Delta p=8\text{MPa}$ 时，记录笔在记录纸上的偏移为多少?

解：记录笔在记录纸上的偏移为

$$S=10 \times 0.008 \times 25 \times 8=16\text{mm}$$

1. 石英晶体和压电陶瓷多晶体具有____、____效应，利用它们的____效应制成了电势型传感器。（正；逆压电；正压电）
2. 石英晶体的右旋直角坐标系统中，Z轴称____，该方向上____压电效应；X轴称____，____晶面上的压电效应____；Y轴称____，沿Y轴方向上的____。（光轴（中性轴）；没有；电轴；垂直于X轴；最显著；机械轴；受力面上不产生电荷）
3. 沿石英晶片X轴加力，在力作用的____上，产生____电荷，承纵向压电效应。石英晶体压电式传感器中主要用____效应。它的特点是晶面上产生的____与____呈正比，而与____和____无关。（两晶面；异性；纵向压电；电荷密度；作用在晶面上压强；晶片厚度；面积）
4. 若沿石英晶体Y轴方向加压力，在____不出现电荷，电荷出现在____上，只是____相反，称横向压电效应。（受力的两个晶面上；沿X轴加压力的两个晶面；电荷符号）
5. 压电陶瓷是一种人工制造的____压电材料,它是由无数细微的单晶组成,他们都有自发形成的____。压电陶瓷又叫____。（多晶；单晶；极化方向；铁电体）
6. 极化处理前的压电陶瓷材料对外不显____，各向____，不具有____。（极化方向；同性；压电特性）
7. 极化处理后的压电陶瓷受到沿____的作用力时，其____随之改变，因而____在____的平面上将出现电荷量的____。它的大小与压电陶瓷的____和____的大小成正比。（极化方向；剩余极化强度；垂直于极化方向；变化；压电系数；压力）
8. 压电陶瓷的压电系数比石英晶体的____。所以采用压电陶瓷制作的压电是传感器，其较高。但石英晶体的____性比其他压电材料无法比的。（大得多；灵敏度；稳定）

9. 压电元件是一个电压很大的信号源，它可以等效一个_____和一个_____并联的等效电路。测量中要求与其它配接的放大器具有_____和_____。（电荷源；电容；高输入阻抗；低输出阻抗）

10. 电荷放大器是一个_____，高放大倍数的_____，其输出电压与压电元件和_____有关。（电容负反馈；运算放大器；产生的电荷；反馈电容）

11. 压电式传感器中，常把两片_____的压电片叠在一起，其并联法是两压电片的粘贴在一起，_____在两边电极，_____增加一倍，电容也增加一倍；其串联接法是两压电片的_____粘在一起，因而上、下两极板的电荷量与_____相同，总容量为_____一半，输出电压_____。（同型号；负极；正电极；电荷量；正极和负极；单片；单片时；增大一倍）

12. 压电式传感器不能测量_____被测量，更不能测量_____。目前多用于_____和动态的力或压力的测量。（频率太低的；静态量；加速度）

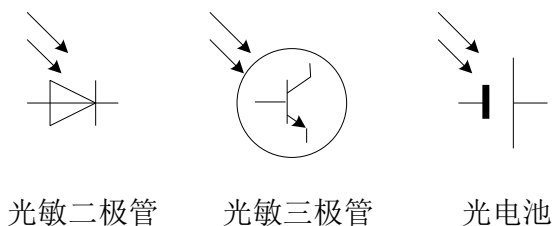
第六章

1. 光电效应有哪几种？与之对应的光电元件各有哪些？

答：光电效应有外光电效应、内光电效应和光生伏特效应三种。基于外光电效应的光电元件有光电管、光电倍增管等；基于内光电效应的光电元件有光敏电阻、光敏晶体管等；基于光生伏特效应的光电元件有光电池等。

2. 常用的半导体光电元件有哪些？它们的电路符号如何？

答：常用的半导体光电元件有光敏二极管、光敏三极管和光电池三种。它们的电路符号如下图所示：

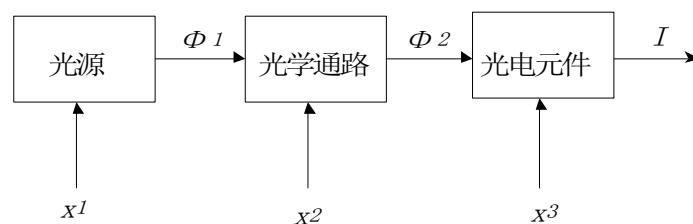


4. 什么是光电元件的光谱特性？

答：光电元件的光谱特性是指入射光照度一定时，光电元件的相对灵敏度随光波波长的变化而变化，一种光电元件只对一定波长范围的光敏感，这就是光电元件的光谱特性。

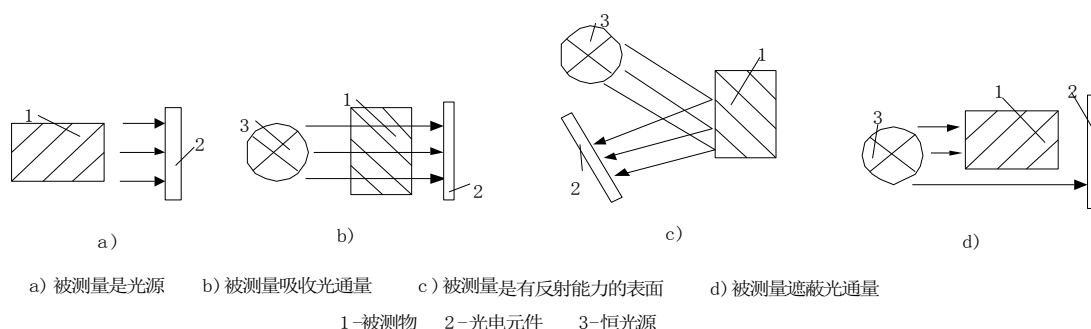
5. 光电传感器由哪些部分组成？被测量可以影响光电传感器的哪些部分？

答：光电传感器通常由光源、光学通路和光电元件三部分组成，如图所示。图中 Φ_1 是光源发出的光信号， Φ_2 是光电器件接受的光信号，被测量可以是 x_1 或者 x_2 ，它们能够分别造成光源本身或光学通路的变化，从而影响传感器输出的电信号 I 。



6. 模拟式光电传感器有哪几种常见形式？

答：模拟式光电传感器主要有四种。一是光源本身是被测物，它发出的光投射到光电元件上，光电元件的输出反映了光源的某些物理参数，如图 a 所示。这种型式的光电传感器可用于光电比色高温计和照度计；二是恒定光源发射的光通量穿过被测物，其中一部分被吸收，剩余的部分投射到光电元件上，吸收量取决于被测物的某些参数。如图 b 所示。可用于测量透明度、混浊度；三是恒定光源发射的光通量投射到被测物上，由被测物表面反射后再投射到光电元件上，如图 c 所示。反射光的强弱取决于被测物表面的性质和状态，因此可用于测量工件表面粗糙度、纸张的白度等；四是从恒定光源发射出的光通量在到达光电元件的途中受到被测物的遮挡，使投射到光电元件上的光通量减弱，光电元件的输出反映了被测物的尺寸或位置。如图 d 所示。这种传感器可用于工件尺寸测量、振动测量等场合。



7. 光敏电阻有哪些重要特性，在工业应用中是如何发挥这些特性的？

答：光敏电阻是采用半导体材料制作，利用内光电效应工作的光电元件。它的重要特性是在无光照时阻值非常大，相当于断路，有光照时阻值变得很小，相当于通路。在工业应用中主要就是通过光的变化来各种电路的控制。

1. _____的半导体表面上或_____半导体上，_____的现象，称为光生伏特效应。（镀有金属膜；相接触的两种不同类型；受光照射产生电动势）
2. 光电池是基于_____直接将_____转换成_____的一种有源器件。（光生伏特效应；光能；电能）
3. 硅光电池的光谱_____比硒大。它的光照度与短路电流的关系呈_____，光照度与开路电压的关系有_____。使用硅光电池做测量变换元件时，最好使其工作在_____。它在温度特性是指_____与_____随_____的特性。（光波长；线性；饱和期；接近短路工作状态；短路电流；开路电压；温度变化）

第七章

1. 什么是金属导体的热电效应？试说明热电偶的测温原理。

答：热电效应就是两种不同的导体或半导体 A 和 B 组成一个回路，其两端相互连接时，只要两结点处的温度不同，回路中就会产生一个电动势，该电动势的方向和大小与导体的材料及两接点的温度有关。热电偶测温就是利用这种热电效应进行的，将热电偶的热端插入被测物，冷端接进仪表，就能测量温度。

2. 试分析金属导体产生接触电动势和温差电动势的原因。

答：当 A 和 B 两种不同材料的导体接触时，由于两者内部单位体积的自由电子数目不同(即电子密度不同)，因此，电子在两个方向上扩散的速率就不一样。现假设导体 A 的自由电子密度大于导体 B 的自由电子密度，则导体 A 扩散到导体 B 的电子数要比导体 B 扩散到导体 A 的电子数大。所以导体 A 失去电子带正电荷，导体 B 得到电子带负电荷，于是，在 A、B 两导体的接触界面上便形成一个由 A 到 B 的电场。该电场的方向与扩散进行的方向相反，它将引起反方向的电子转移，阻碍扩散作用的继续进行。当扩散作用与阻碍扩散作用相等时，即自导体 A 扩散到导体 B 的自由电子数与在电场作用下自导体 B 到导体 A 的自由电子数相等时，便处于一种动态平衡状态。在这种状态下，A 与 B 两导体的接触处就产生了电位差，称为接触电动势。对于导体 A 或 B，将其两端分别置于不同的温度场 t 、 t_0 中($t > t_0$)。在导体内部，热端的自由电子具有较大的动能，向冷端移动，从而使热端失去电子带正电荷，冷端得到电子带负电荷。这样，导体两端便产生了一个由热端指向冷端的静电场。该电场阻止电子从热端继续跑到冷端并使电子反方向移动，最后也达到了动态平衡状态。这样，导体两端便产生了电位差，我们将该电位差称为温差电动势。

3. 简述热电偶的几个重要定律，并分别说明它们的实用价值。

答：一是匀质导体定律：如果热电偶回路中的两个热电极材料相同，无论两接点的温度如何，热电动势为零。根据这个定律，可以检验两个热电极材料成分是否相同，也可以检查热电极材料的均匀性。

二是中间导体定律：在热电偶回路中接入第三种导体，只要第三种导体的两接点温度相同，则回路中总的热电动势不变。它使我们可以在回路中直接接入各种类型的显示仪表或调节器，也可以将热电偶的两端不焊接而直接插入液态金属中或直接焊在金属表面进行温度测量。

三是标准电极定律：如果两种导体分别与第三种导体组成的热电偶所产生的热电动势已知，则由这两种导体组成的热电偶所产生的热电动势也就已知。只要测得各种金属与纯铂组成的热电偶的热电动势，则各种金属之间相互组合而成的热电偶的热电动势可直接计算出来。

四是中间温度定律：热电偶在两接点温度 t 、 t_0 时的热电动势等于该热电偶在接点温度为 t 、 t_0 和 t_0 、 t_0 时的相应热电动势的代数和。中间温度定律为补偿导线的使用提供了理论依据。

4. 已知镍铬-镍硅(K)热电偶的热端温度 $t=800^{\circ}\text{C}$ ，冷端温度 $t_0=25^{\circ}\text{C}$ ，求 $E(t, t_0)$ 是多少毫伏？镍铬-镍硅热电偶分度表查得 $E(800, 0)=33.275\text{mV}$ ， $E(25, 0)=1.024\text{mV}$

解：由镍铬-镍硅热电偶分度表可查得 $E(800, 0)=33.275\text{mV}$ ， $E(25, 0)=1.024\text{mV}$ ，故可得

$$E(800, 25)=33.275-1.024=32.251\text{mV}$$

5. 如图 5.14 所示之测温回路，热电偶的分度号为 K，毫伏表的示值应为多少度？

答：毫伏表的示值应为 $(t_1-t_2-60)^{\circ}\text{C}$ 。

1. 热电偶是用_____组成_____而成。当两个_____处于_____，回路中便产生_____。（两种不同半导体或金属；闭合电路；结点；不同温度时；热电动势）

2. 热电势的大小仅与_____的性质和_____有关。热电势由_____和温差电动势两部分组成。（导体材料；接触点温度；接触电动势）

3. 热电偶有两个_____极。测温时，置于被测温度场中的接点称_____，置于恒定温度场中的接点称_____。（热电；热端（或工作端，测量端）；冷端（或参考端，自由端）

4. 接触电势是互相利用的两种金属中, 由于_____不同, 引起_____产生的。_____的金属, 因_____宏观上带正电; _____的金属, 因_____宏观上带负电。(导体自由电子密度; 自由电子扩散; 电子浓度大; 扩散失去电子; 电子浓度小; 得到电子)

5. 温差电势是由于金属_____引起_____而形成的。_____的一端为正极, _____的一端为负极。温差电势一般比接触电势小得多。(两端温度不同; 热扩散; 温度高; 温度低)

6. 由A、B导体组成的热电偶, 当引入第三导体C时, 只要_____, 则C导体的接入对回路_____无影响, 这就是中间导体定律。(中间导体的两端温度相同; 总热电动势)

7. 如果导体C分别与热电偶两个热电极A、B组成热电偶, 且保持三个热电偶分别相同时, 则热电偶A、B的热电势_____, 称为_____。导体C通常用_____制作。(两端温度; 等于另外两个热电偶热电动势之差; 标准电极定律; 铂)

8. 标准化热电偶国家已定型批量生产, 同一型号的具有良好的_____, 有统一的_____, 并有与之_____记录和显示仪表。(互换性; 分度表; 配套)

9. 热电偶按本身结构形式划分有: _____热电偶、_____热电偶、_____热电偶。(普通; 铠装; 薄膜)

10. 普通热电偶的热电极是_____金属丝, 两热电极之间_____, 为了防止有害介质侵蚀, 工业上使用的热电偶一般都配有_____。(一端焊接在一起两根; 用绝缘管绝缘; 保护套管)

11. 铠装热电偶是将_____, _____、_____组合在一起, 经拉伸加工而成坚实的组合体, 该元件做得_____, _____, 易于_____适于狭小地点的温度测量。(热电极; 绝缘材料; 保护套管; 很细; 很长; 弯曲)

12. 薄膜热电偶是用真空蒸镀等工艺将_____材料沉积在绝缘基片上形成_____而成。它的测量端既_____又_____, 适于微小面积上的温度测量。(热电极; 薄膜; 小; 薄; 微小面积上)

13. 热电偶的冷端处理方法有: _____、_____法、_____法、_____法。(0°恒温; 计算修正; 电桥补偿; 冷端延长)

14. 0°C恒温法是将热电偶的_____埋入_____的保温瓶中。该法是一个_____较高的方法, 但是只适用于_____。(冷端; 0°C冰水混合物; 准确度; 实验室)

15. 计算修正法是热电偶的冷端温度保持在某一温度 t_0 条件下, 热端温度为 t 时, 测得热电势

是_____，用_____先查出 $E(t_N, 0)$ ，则计算得 $E(t, 0^\circ\text{C}) =$ _____。再用_____查_____得被测热端温度 t 值。（ $E(t, t_N)$ ；分度表； $E(t_N, 0)$ ； $E(t, t_n) + E(t_n, 0)$ ； $E(t, 0)$ ；分度表）

16. 电桥补偿法是当热电偶冷端温度变化时，对热电偶回路提供一个_____，其大小与_____因_____引起的变化相等，而_____相反，达到自动补偿的目的，从而保证_____不变。电桥补偿法是利用_____电桥的输出电压，自动地补偿热电偶因_____变化而引起_____的变化。（附加电动势；回路热电动势；冷端 t_N 变化；方向；热电回路输出；不平衡；冷端温度 t_N ；热电动势）

17. 冷端延长法是将_____用_____延长，将冷端引到_____、_____的地点去。当用于延长的电极的_____与原来电极在低温区段的_____时，就不会影响测量结果。当然，冷端延长法既不能使冷端温度_____，对热电偶回路内的热电势也_____。（热电极（昂贵的热电极）；热电性能相近的导线（廉价的热电极）；低温；变化小；热电特性；热电特性相同或相近；恒 0°C ；不能起温度补偿）

1. 金属导体和半导体有个显著差别在于金属的电阻率随_____而_____，而半导体的电阻率随_____而_____（少数除外）。（温度升高；增加；温度升高；减小）

2. 热敏电阻是利用半导体的_____随温度变化_____的特点制成的。（电阻值；幅度大）

3. 半导体中导电的是_____，其数目比金属中自由电子数目_____，故其_____大。温度升高后，载流子数目的增加随温度以_____上升，半导体的电阻率也就随温度以_____下降。（载流子；少得多；电阻率；指数规律；指数规律）

4. 热敏电阻的_____与_____的关系称热电特性，它近似符合_____规律。（阻值；温度；指数函数）

5. 随着温度的升高，电阻率_____减小的电阻，称_____缓变型热敏电阻。由某些_____的混合物制成。（随温度升高；负温度系数；固体多晶半导体氧化物）

6. 电阻率随温度的升高而增加，但过某一温度后_____的电阻，称_____剧变型热敏电阻。该类电阻材料是_____，在室温下是半导体，所以又叫_____。（急剧增加；正温度系数；陶瓷；半导体陶瓷）

7. 当温度接近某一数值时，电阻率产生_____的电阻，称_____热敏电阻，它是钒，钼，磷和硫化银系_____经烧结而成的_____。（突变下降；临界；混合氧化物；烧结体）

8. 利用热敏电阻测量，控温或温度补偿时，_____要小，使其工作在伏安特性曲线_____

的____区段，从而保证热敏电阻的阻值仅与____有关。热敏电阻是一种____敏感元件。

（测量电流；线性；环境温度；热）

9. 剧变型和临界型热敏电阻不能用于____范围内的____，但用于某一____范围内的____控制却是十分优良的。（宽；温度控制；窄；温度）

第八章

1. 气敏元件属于以化学物质____为检测参数的化学敏感元件。（成分）

2. 气敏材料是____，常温下是____体。合成时，通过____的偏移和杂质缺陷制成N型或P型半导体电阻。（金属氧化物；绝缘；化学计量比）

3. 气敏电阻接触被测气体时，产生的____引起半导体中多数载流子____的变化，使气敏电阻____发生变化，从而感知被测气体。（化学吸附；浓度；数值）

4. 气敏电阻常温下吸附气体主要是____。为了达到气敏电阻的____，需要对元件本身加热到适当温度，所以气敏元件多数自备____。（物理吸附；化学吸附；电阻加热器）

5. 气敏电阻种类很多，按制造工艺上分，主要有____，____和____。他们大多数工作在____以上，少数工作在常温。（烧结型；薄膜型；厚膜型；200℃）

6. 烧结型气敏元件是将元件的____和____均埋在____气敏材料中，经加压成型后低温____而成。（电极；加热器；金属氧化物；烧结）

7. 薄膜型气敏元件是在石英或陶瓷的____上，采用真空镀膜或溅射方法制成____薄膜而成。（基片；金属氧化物）

8. 厚膜型气敏元件是将气敏材料与一定比例的硅凝胶混合成能够印刷用的____，再把它用丝网印刷到已安放铂电极的氧化铝____上，经干燥烧结而成。（厚膜胶；基片）

9. 用气敏电阻元件的基本测量电路中有两个电源，一个用于____；另一个用于____。（加热；测量）

第九章

1. 湿敏电阻是一种____随环境____的变化而变化的____元件。它由____，电极和____组成。（阻值；相对湿度；湿敏；感湿层；绝缘基片）

2. 湿敏电阻的感湿层，在吸收了____后引起了两极间____的变化。这样就能直接将____的变化转换成____的变化。（环境中的水份；电阻；相对湿度；电阻值）

3. 氯化锂是一种____类材料。将它涂在____上，或用____性合成树脂材料浸透氯化锂，就构成氯化锂湿敏电阻。（吸湿性盐；有机绝缘基片；多孔）

第十章

1. 什么是霍尔效应？

答：在置于磁场的导体或半导体中通入电流，若电流与磁场垂直，则在与磁场和电流都垂直的方向上会出现一个电势差，这种现象就是霍尔效应，是由科学家爱德文·霍尔在1879年发现的。产生的电势差称为霍尔电压。

2. 为什么霍尔元件一般采用N型半导体材料？

答：因为在N型半导体材料中，电子的迁移率比空穴的大，且 $\mu_n > \mu_p$ ，所以霍尔元件一般采用N型半导体材料。

3. 霍尔灵敏度与霍尔元件厚度之间有什么关系？

答：霍尔灵敏度与霍尔元件厚度成反比， $K_H = \frac{1}{nqd}$ 。

4. 集成霍尔传感器有什么特点？

答：集成霍尔传感器的特点主要是取消了传感器和测量电路之间的界限，实现了材料、元件、电路三位一体。集成霍尔传感器与分立相比，由于减少了焊点，因此显著地提高了可靠性。此外，它具有体积小、重量轻、功耗低等优点。

5. 写出你认为可以用霍尔传感器来检测的物理量。

答：可以用霍尔传感器来检测的物理量有力、力矩、压力、应力、位置、位移、速度、加速度、角度、转速、磁场量等等。

1. 当磁场中静止载流导体的_____方向与_____不一致时，_____的平行于_____和_____方向上的两个面上产生_____的现象称为霍尔效应。它是导体中的_____再磁场中受到_____作用发生_____的结果。（电流；磁场；载流导体；电流；磁场；电动势；载流子；洛伦兹力；横向漂移）

2. 霍尔元件是_____型半导体制成_____形状的_____敏元件。（N；扁平长；磁）

3. 当霍尔元件处于_____中，且_____方向与霍尔元件_____方向一致时，霍尔电势与_____和_____乘积成正比。其数学式为_____。（均匀磁场；磁场；扁平面法线；激励电流；磁感应强度； $U_H = K_H BI$ ）

4. 霍尔元件的灵敏度表示在_____和_____下，产生_____的大小。它与半导体材料的_____和霍尔片的_____成反比。（单位激励电流；单位磁感应强度；霍尔电势；电荷密度；d）

5. 霍尔元件外部有两对电极。一对用来施加_____，叫_____电极；另一对用来引出霍尔电势，叫_____电极。（激励电流；控制；霍尔电势；霍尔）

6. 霍尔常数 R_H 的大小与导体的载流子密度成反比。金属因自由电子_____而不宜制作霍尔元件。霍尔电势与导体_____成反比，因而霍尔元件制作成_____状。（载流子密度；密度大于半导体；厚度；薄片）

9. 霍尔元件是_____材料制成的，因而其有关量和参数都随温度的变化而_____，使霍尔式传感器有_____误差。减少该误差的措施有：用_____供电，减少由于_____随温

度变化引起的误差；用激励电极_____电阻，减少由_____随温度变化引起的误差。

(半导体；变化；温度；恒流源；输入电阻；并联分流；灵敏系数)

12.两个_____P⁺和N⁺型半导体，中间用_____，一侧有_____的近本征半导体i区连接组成磁敏二极管。(不接触；低杂质高电阻；高复合区)

13. 磁敏三极管有三个结(_____)。有发射区N⁺，集电区N⁺，和基区P⁺，中间用较长的_____半导体i区连接而成。在i区靠近发射结的侧面建立_____。(集电结；发射结；基极结；近本征；复合区r)

14. 磁敏三极管中的_____结和_____结形成磁敏二极管。由于i区长，在横向电场作用下，发射极电流大部分形成_____电流，小部分形成_____电流。在正向或反向磁场作用下，引起集电极电流的增加或减少。用磁场的方向控制集电极电流的_____或_____，用磁场的_____控制集电极电流的变化量。(发射；基；基极；集电极；增加；减少；强弱)

15. 磁敏三极管的灵敏度比二极管大____倍到____倍，其工作电压的范围也较宽。(几；十几)

第十一章

1. 有一直线光栅，每毫米刻线数为100，主光栅与指示光栅的夹角 $\theta = 1.8^\circ$ ，则：分辨力(栅距W)=? 莫尔条纹的宽度=?

$$\text{分辨力 } \Delta = \text{栅距 } W = 1\text{mm}/100 = 0.01\text{mm} = 10\mu\text{m}$$

$$\begin{aligned}\text{莫尔条纹的宽度 } L &\approx W/\theta = 0.01\text{mm}/(1.8^\circ * 3.14/180^\circ) \\ &= 0.01\text{mm}/0.0314 = 0.318\text{mm}\end{aligned}$$

2. 有一增量式光电编码器，其参数为1024p/r，在5s时间内测得65536个脉冲，则转速(r/min)为?

$$\begin{aligned}\text{解: } n &= 60 \times 65536 / (1024 \times 5) \text{ r/min} \\ &= 768 \text{ r/min}\end{aligned}$$

光栅传感器的结构

光栅传感器的结构

莫尔条纹的性质

旋转角编码器的分类

感应同步器的种类

磁栅的工作原理和结构

磁头

第十二章

光纤传感器分类、数值孔径

第十三章

静态标定和动态标定

第十四章

检测信号放大器种类，要求

隔离放大器作用

模拟和数字滤波器滤波器种类

非线性校正方法

信号变换中统一标准信号

采用直流电流传送的优点

第十五章

自动化仪表的分类及组成

自动化仪表的硬件部分

自动化仪表的基本功能和特点

自动化仪表设计研制步骤

自动化仪表监控程序主要任务和监控主程序

干扰进入仪表的主要途径和分类

第十六章

虚拟仪器的构成、虚拟仪器软件