

# 中国计量大学

## 2021 年硕士研究生招生考试试题

考试科目代码：822

考试科目名称：传感器技术 2

---

**所有答案必须写在报考点提供的答题纸上，答在试卷或草稿纸上无效。**

### 一、物理概念或名词解释（每小题 3 分，共 $3 \times 10 = 30$ 分）

1. 敏感元件
2. 传感器的测量范围
3. 应变效应
4. 电涡流效应
5. 变介电常数型电容传感器
6. 磁阻效应
7. 声传感器
8. 光电导效应
9. PSD
10. 温标

### 二、填空题（每空 1 分，共 $1 \times 10 = 10$ 分）

1. 一准确度为  $\pm 0.1\%FS$  的压力传感器，测量范围  $(0 \sim 25)$  kPa，输出电压  $(0 \sim 5)$  V，该压力传感器的静态灵敏度为\_\_\_\_\_，最大测量误差为\_\_\_\_\_kPa。
2. 应变式传感器补偿温度误差的方法有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
3. 自感式传感器的组成结构一般包括\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和衔铁。
4. 霍尔元件的灵敏度，与\_\_\_\_\_成正比，而与\_\_\_\_\_成反比。
5. 光纤传输损耗主要来源于材料吸收损耗、\_\_\_\_\_和光波导\_\_\_\_\_。

三、单选题（每小题 2 分，共 2×15=30 分）

1. 传感器的动态标定，常用的实验确定法**不包括**（ ）。  
A. 阶跃信号响应法                      B. 正弦信号响应法  
C. 脉冲信号响应法                      D. 串联比对法
2. 有关金属应变片的下列说法，**错误**的是（ ）。  
A. 横向效应使灵敏度降低              B. 120Ω阻值最常用  
C. 增加基长可提高最高工作频率      D. 工作电流需兼顾灵敏度和散热
3. 下列传感器中，**不宜**用于高频信号测量的是（ ）传感器。  
A. 压阻式              B. 电容式              C. 压电式              D. 自感式
4. 下列选项中能克服单组式变极距型电容传感器非线性的转换电路是（ ）。  
A. 电桥电路                              B. 运算放大器式电路  
C. 二极管双 T 型电路                  D. 差动脉冲调宽电路
5. 动圈或动铁式磁电感应传感器，可动部件常用柔软弹簧支撑，是为了（ ）。  
A. 增大固有频率    B. 减小固有频率    C. 方便可动部件运动    D. 增加灵敏度
6. 关于石英晶片，下列说法**正确**的是（ ）。  
A. 垂直于 Y 轴的面上压电效应最强    B. 沿 X 轴方向的机械变形最明显  
C. 多片串联可提高电荷输出信号      D. 温度超过居里点后失去压电特性
7. 下列传感器中，**不属于**光电器件的是（ ）。  
A. 光敏电阻              B. CCD 传感器      C. 光电倍增管      D. SAW 传感器
8. 下列选项中，**无法**提高光栅式传感系统测量分辨力的是（ ）。  
A. 采用单色光源    B. 减小栅距  $W$     C. 采用细分电路    D. 提高栅线密度
9. 关于热电阻传感器，下列说法**错误**的是（ ）。  
A. 铂热电阻测温范围大于铜热电阻    B. 热电阻测温需要冷端补偿  
C. 铂热电阻温度计可用作温度标准    D. 铂热电阻测温精度优于铜热电阻
10. 下列传感器中，**不能**实现非接触式测量的是（ ）传感器。  
A. 压阻式              B. CCD              C. 电涡流              D. 超声波

11. 新冠疫情期间，体温测量仪器的市场需求非常大，下列选项中，适合用于体温测量的传感原理**不包括**（ ）。

- A. 红外热释电式    B. 热电偶式    C. 热电堆式    D. 霍尔式

12. 超声波流量计包含发射和接收两个探头，其中发射探头基于的是（ ）。

- A. 正压电效应    B. 逆压电效应    C. 磁阻效应    D. 压磁效应

13. 智能手机上的触摸屏，可以实现动作指令识别，基于的是（ ）原理。

- A. 热电式    B. 电感式    C. 电容式    D. 磁电式

14. 下列选项中，描述**错误**的是（ ）。

- A. 河流水位测量可采用变极距型电容传感器  
 B. 数码复印机可采用 CCD 传感器  
 C. 酒精测试仪可采用气敏式传感器  
 D. 相机自动对焦可采用红外测距传感器

15. 设计一绝缘橡胶密封垫片厚度测量仪，下列传感器中**不能**采用的是（ ）。

- A. 容栅式传感器    B. 轴向自感式位移传感器  
 C. 电涡流式传感器    D. 光栅式传感器

四、（15分）如图 1 所示，材料为钢的实心圆柱形试件用作吊秤的测力部件，在轴向和圆周方向各贴上一片电阻为  $120\Omega$  的金属应变片  $R_1$  和  $R_2$ ，把这两应变片接入差动电桥。若钢的泊松系数  $\mu=0.285$ ，应变片的灵敏系数  $k=2$ ，电桥电源电压  $U=5V$ ，当试件受轴向力  $F$  拉伸时，测得轴向应变片  $R_1$  的电阻变化值  $\Delta R_1=0.24\Omega$ 。

- (1) 请画出电路图，并在图中标明电阻  $R_1$  和  $R_2$ ；（4分）
- (2) 求轴向应变变量  $\epsilon_1$  和径向应变变量  $\epsilon_2$ ；（4分）
- (3) 求差动电桥的输出电压  $U_0$ ；（4分）
- (4) 本例中采用了差动电桥后，相比单臂电桥有何优点？（3分）

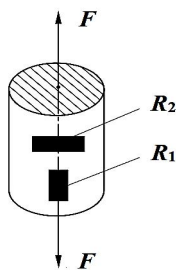


图 1

五、(10分) (1) 请写出热电偶中间导体定律的表达式; (3分)

(2) 请给出热电偶中间导体定律的证明过程; (5分)

(3) 请说明热电偶中间导体定律的实际意义。(2分)

六、(15分) 如图2所示, 有一单组变面积型平板形线位移电容传感器, 设两极板相对覆盖部分的宽度为  $b$ , 长度为  $a$ , 两极板间隙为  $d$ , 极板间介质为空气, 空气介电常数  $\epsilon_0=8.85 \times 10^{-12} \text{F/m}$ 。

(1) 求电容变化量  $\Delta C$  的表达式; (4分)

(2) 求其静态灵敏度  $k_0$  的表达式; (4分)

(3) 若  $b=8\text{mm}$ ,  $d=1\text{mm}$ , 从初始状态开始, 电容变化量  $\Delta C=-0.531\text{pF}$ , 求其两极板相对位移量  $\Delta a$  的值; (4分)

(4) 请列举3种适用于该传感器的转换电路。(3分)

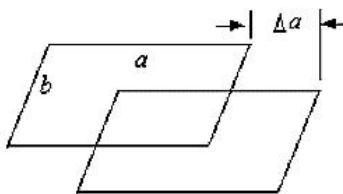


图2

七、(15分) 某石英压电元件  $x$  轴向切片,  $d_{11}=2.31 \times 10^{-12} \text{C/N}$ , 相对介电常数  $\epsilon_r=4.5$ , 真空介电常数  $\epsilon_0=8.85 \times 10^{-12} \text{F/m}$ , 截面积  $S=10\text{cm}^2$ , 厚度  $h=2\text{mm}$ , 受到纵向交变压力作用, 幅值  $F_x=2\text{N}$ 。

(1) 求该石英压电元件的表面电荷量  $Q_0$  和输出电压  $U_0$  的幅值; (4分)

(2) 将两片完全相同的该石英压电元件的不同极性端粘接在一起, 上下叠放, 属于何种接法? (2分)

(3) 在(2)的连接方式下, 仍受到  $F_x=2\text{N}$  的作用力时, 求传感器输出的电荷量  $Q_1$  和输出电压  $U_1$  的幅值; (4分)

(4) 结合(1)(3)的结果, 请说明该压电传感器应采用何种前置放大器; (3分)

(5) 请说明压电式传感器中前置放大器的两个主要作用。(2分)

八、(10分)

- (1) 结合图 3，请给出数值孔径  $NA$  的表达式，并加以证明；(4分)
- (2) 已知某一光纤的  $n_1=1.544$ ， $n_2=1.512$ ，其  $NA$  值是多少？若  $n_0=1$ ，则最大入射角  $\theta_c$  是多少？(4分)
- (3) 强度调制型光纤传感器，如何克服光源自身强度变化带来的影响？(2分)

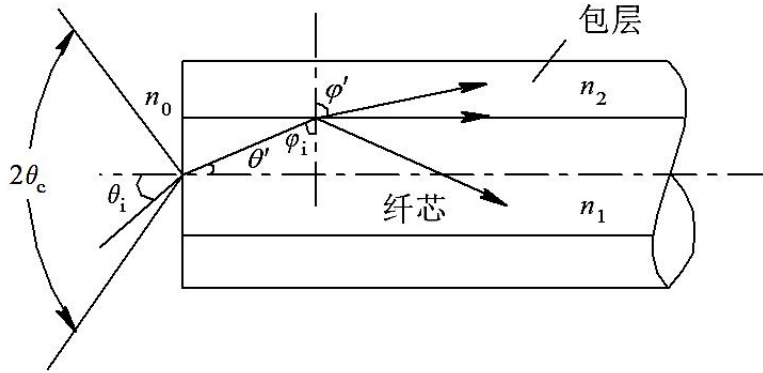


图 3

九、(15分) 某企业生产一种微型金属杆件，在生产过程中需要对该种微型金属杆件的长度尺寸进行检测（测量范围 $\leq 10\text{mm}$ ，测量误差 $\leq 10\mu\text{m}$ ），请你设计一种基于接触式测量原理的长度检测装置的方案。

- (1) 请画出检测装置结构示意图；(5分)
- (2) 请说明该装置的基本工作原理；(5分)
- (3) 在本方案设计中，传感器测量力的大小应该如何考虑，并说明理由。(5分)

【完】