

# 中国计量大学

## 2020 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. 能量控制型传感器
2. 迟滞
3. 金属的电阻应变效应
4. 电涡流
5. 电容传感器的静态灵敏度
6. 磁致伸缩效应
7. 纵向压电效应
8. 外光电效应
9. 光纤光栅
10. 金属热电阻传感器

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

1. 某电阻应变式称重传感器的准确度为 1%FS，量程范围为 (0 ~ 100) kg，对应输出为 (0~5) V，则该传感器的最大测量误差为 V，灵敏度为。
2. 用于电感传感器信号检测的谐振电路，其谐振频率公式为  $f =$ ，这种转换电路还可作为传感器的转换电路。
3. 电容传感器的三种基本类型中，常用于液位测量的是型电容传感器，当被测液体是导电介质时，传感器两极板的表面应。

4. 开磁路变磁通式磁电感应传感器可用于直接测量旋转物体的，若加入积分电路，还可实现对的测量。
5. 光纤的数值孔径  $NA$  越大，光源到光纤的耦合效率，光纤的数值孔径由光纤的决定。

### 三、单选题（每小题 2 分，共 $2 \times 15 = 30$ 分）

1. 关于传感器的动态特性，以下说法错误的是（ ）。
- A. 电阻应变片能测量的最高工作频率与应变片基长相关。  
B. 电阻应变片的横向效应会增大动态误差。  
C. 传感器动态特性标定时，标准设备时间常数应比待标定传感器的小得多。  
D. 阶跃信号响应法和正弦信号响应法都是测试传感器动态特性的实验方法。
2. 提升应变片电桥测量电路灵敏度，下列方法中无效的是（ ）。
- A. 使用差动电桥  
B. 增大电源电压  
C. 使用交流电桥  
D. 使用对称电桥
3. 下列选项中，关于电感传感器的说法错误的是（ ）。
- A. 测量分辨力高  
B. 适用于快速测量  
C. 结构简单可靠  
D. 自感式和互感式都存在零残电压
4. 电容式传感器的下列转换电路中，供电方式不同于其他三种的是（ ）。
- A. 差动脉冲调宽电路  
B. 二极管双 T 型电路  
C. 变压器式电桥电路  
D. 运算放大器式电路
5. 下列选项中，不合作霍尔元件的材料是（ ）。
- A. 铋化钢  
B. 铂铑合金  
C. N 型锗  
D. P 型硅
6. 关于压电式传感器的下列说法，错误的是（ ）。
- A. 并联接法可增加电荷输出信号  
B. 串联接法可增加电压输出信号  
C. 频率下限可采取增加测量回路电容扩展  
D. 前置放大器可实现阻抗变换
7. 对于光敏电阻，以下说法正确的是（ ）。
- A. 具有线性的光电特性  
B. 是基于外光电效应工作的  
C. 对入射光波长没有限制  
D. 对不同波长的光，灵敏度是不同的
8. 下列关于光纤的说法中，错误的是（ ）。

- A. 光纤传输的基础是光的全内反射      B. 梯度型光纤具有自聚焦效应  
C. 包层的折射率略小于纤芯的折射率      D. 数值孔径与光纤几何尺寸有关
9. 关于热电动势的说法，错误的是（ ）。
- A. 热电动势由接触电势和温差电势组成      B. 温差电势与导体性质无关  
C. 接触电势与自由电子密度有关      D. 温差电势与两端温差有关
10. 下列热电式传感器中，使用温度最高的是（ ）。
- A. 钨铼系热电偶      B. 铂热电阻      C. 铜热电阻      D. 热敏电阻
11. 关于谐振式传感器的特点，下列说法错误的是（ ）。
- A. 抗干扰能力强      B. 准确度高  
C. 输出为频率信号      D. 输出频率与被测量为线性关系
12. 地铁站、火车站等重要公共场所，安检人员使用手持式安检仪对往来人员进行金属探测，下列传感器中适合用于手持式安检仪的是（ ）传感器。
- A. 电阻式      B. 电容式      C. 电涡流式      D. 气敏式
13. 目前主流的智能手机触摸屏，触摸感知功能采用了（ ）传感原理。
- A. 电阻式      B. 电容式      C. 超声波式      D. 光电式
14. 设计一个加速度测量仪，下列传感器中可采用的是（ ）。
- A. 压阻式传感器      B. 互感式电感传感器  
C. 压电式传感器      D. 以上三种都可以
15. 变压器电桥中，两个次级线圈的作用，不包括（ ）。
- A. 可判别衔铁移动方向      B. 组成交流电桥的其中两个桥臂  
C. 降低了输出阻抗      D. 为电桥提供交流供电

四、(10分) 有一片应变片，初始电阻  $R=200\Omega$ ，灵敏系数  $k=2.05$ ，用作应变传感元件，测量范围为  $(0\sim 1000)\mu\varepsilon$ 。

- (1) 求  $\Delta R$  的最大值；(4分)
- (2) 若采用初始平衡的对称电桥，电源电压  $U=5V$ ，求最大输出电压  $U_0$ ；(3分)
- (3) 上述电桥电路是否存在非线性误差？若有，请写出非线性误差  $\gamma_L$  的大小。(3分)

五、(10分)

- (1) 请写出热电偶中间温度定律的表达式；(3分)
- (2) 请说明热电偶中间温度定律的实际意义；(3分)
- (3) 用一灵敏度为  $0.05\text{mV}/^\circ\text{C}$  的热电偶测量一锅炉内的温度，电压表测得的电动势值为  $30\text{mV}$ ，电压表所处的温度为  $25^\circ\text{C}$ ，求锅炉的实际温度  $T$ 。(4分)

六、(15分)有一单组平板形电容传感器，如图1所示，两极板相互覆盖的长度  $a=8\text{mm}$ ，宽度  $b=5\text{mm}$ ，极板间距  $\delta=0.5\text{mm}$ ，极板间的介质为空气(其介电常数  $\epsilon_0=8.85 \times 10^{-12}\text{F/m}$ )，忽略边缘效应。

- (1) 若该传感器动极板向右滑动  $\Delta x=1\text{mm}$ ，则属于何种类型的电容传感器？并求电容的变化量  $\Delta C$  及其静态灵敏度  $k$ ；(6分)
- (2) 若该传感器动极板向上移动  $\Delta y=0.05\text{mm}$ ，则属于何种类型的电容传感器？并求电容的变化量  $\Delta C$  及其静态灵敏度  $k$ ；(6分)
- (3) 上述(2)中的单组型电容传感器，可采用何种转换电路解决其非线性？(3分)

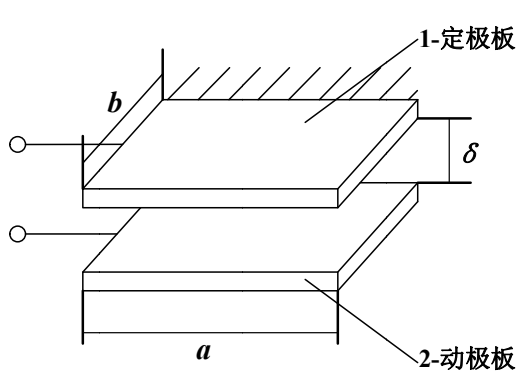


图1

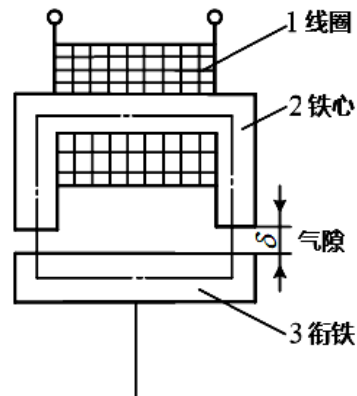


图2

七、(15分)如图2所示气隙型自感传感器，衔铁截面积  $S=3\text{mm}^2$ ，初始位置气隙长度  $\delta=0.8\text{mm}$ ，衔铁最大位移量  $\Delta\delta=\pm 0.08\text{mm}$ ，激励线圈匝数  $N=2500$  匝，真空磁导率  $\mu_0=4\pi \times 10^{-7}\text{H/m}$ 。

- (1) 求线圈初始电感值  $L_0$ ；(3分)
- (2) 求衔铁上移  $0.08\text{mm}$  时的电感变化量  $\Delta L_1$  及其结构灵敏度  $k_1$ ；(4分)
- (3) 求衔铁下移  $0.08\text{mm}$  时的电感变化量  $\Delta L_2$  及其结构灵敏度  $k_2$ ；(4分)

(4) 通过 (2) 和 (3) 可知, 该传感器存在什么缺点? 结构上可如何改进? (4 分)

八、(15 分) 如图 3 所示, 某企业需要设计一种基于正方形面阵 CCD 的圆形零件直径测量系统, 零件直径  $D$  的范围为 (5~20) mm, 要求测量误差  $\pm 20\mu\text{m}$  以内。该装置主要由透镜成像系统和面阵 CCD 组成。

(1) 成像轮廓在正方形面阵 CCD 一个维度上覆盖的光敏单元 (像素) 数量, 可能的最大误差是多少个? (3 分)

(2) 请确定满足本装置测量误差要求的 CCD 的最低像素数目 (写出分析过程, 结果用 “ $a \times a$ ” 形式表达); (4 分)

(3) 经调研, 拟采用一款像素等于 (2) 中最低像素数目的 CCD, 其面阵光敏区域尺寸为  $4\text{mm} \times 4\text{mm}$ , 其透镜成像系统的放大倍数  $1/M$  (像距/物距) 应为多少? (4 分)

(4) 若保持 (3) 中其它参数不变, 仅使成像系统的放大倍数  $1/M$  增大, 则该测量装置的测量范围和测量误差分别如何变化? (4 分)

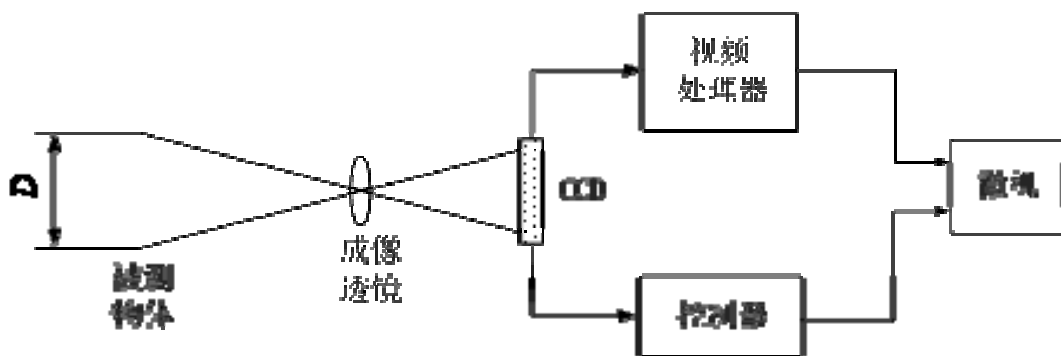


图 3

九、(15 分) 某电动机生产企业, 需要对电动机圆柱形轴杆的直径进行检测, 请你用光栅式传感器为企业设计一套电动机圆柱形轴杆直径检测装置。

(1) 请画出检测装置结构示意图; (6 分)

(2) 请说明该装置的工作原理; (5 分)

(3) 本装置采用光栅式传感器进行设计所带来的优点是什么? (2 分)

(4) 本装置设计中影响测量结果的误差因素有哪些? (2 分)

【完】