

传感器期末题库

题型：

1. 填空题（10*2 分）
2. 简答题（6*5 分）
3. 分析与论述题（5*10 分）

第一章

1. 传感器定义。（填空） P1

传感器是一种测量装置，它能将被测的非电量转换成与之对应的、易于精确处理的电量。

2. 传感器的组成及各部分作用。（填空/简答） P3

敏感元件（核心）：直接感受被测量，并以确定的关系输出某一物理量。

转换元件：将敏感元件输出的非电物理量转换成电路参数量或电量。

转换电路：将电路参数转换成便于测量的电量。

3. 什么是传感器的静态特性，有哪些指标。（填空/简答） P4-8

静态特性：在静态标准条件下，利用校准数据来确立，用以描述被测输入量为静态量、准静态量时传感器的输入-输出关系，并用表格列出或画成曲线。

静态指标：量程与测量范围、线性度、灵敏度、分辨率和阈值、迟滞性、稳定性、重复性、漂移等。

4. 什么是传感器的动态特性，有哪些指标。（填空/简答） P9-10

动态特性：指传感器对随时间变化的输入量的响应特性，用以描述被测输入量为动态量时传感器的输入-输出关系。

动态指标：时域阶跃响应特性——时间常数、延迟时间、上升时间、峰值时间、最大超调量、响应时间等。

频域频率响应特能——工作频带、带宽频率（通频带）等。

第二章

1. 电阻式传感器定义。（填空） P17

电阻式传感器是一种能把非电物理量（如位移、力、压力、加速度、扭矩等）转换成与之有确定对应关系的电阻量，再经过转换元件转换成便于传送和记录的电压（电流）信号的一种装置。

2. 电阻式传感器的分类。（3 类） P17

变阻器式、电阻应变式和固态压阻式传感器。

3. 电阻应变式传感器的工作原理。P17

电阻应变片的工作原理是基于金属的应变效应。

测量原理：当被测对象受力变形时，粘贴在被测量对象表面上的应变片的敏感栅也随同变形，其电阻值发生相应的变化，通过转换电路为电压或电流的变化，从而实现应变的测量。

4. 什么是应变效应。(含简单计算) P17

应变效应指金属和半导体材料的电阻值随其所受的机械变形而发生变化的现象。

掌握三个公式:

5. 应变片的组成及各部分作用。 P19

敏感栅: 实现应变-电阻转换的转换元件。

基底: 起绝缘和将试件机械变形传递给敏感栅的作用。

引线: 起敏感栅与测量电路之间的过渡连接和引导的作用。

盖层: 起保护、防潮、防蚀和防损的作用。

黏结剂: 起盖层和敏感栅粘贴于基底、基底粘贴于试件表面和传递应变的作用。

6. 单臂电桥、半桥(差动电桥)、全桥。(参考 P42 习题 3、习题 4)

- 画出电桥电路。(注意应变片个数和箭头方向)

- 为什么采用半桥/全桥电路? 这两种电路与单臂电桥相比有哪些优点?

原因/优点: 可以提高灵敏度, 抑制干扰信号, 降低非线性误差, 具有温度补偿作用。

- 给出桥压, 计算出电桥输出电压。

第三章

1. 电容式传感器的定义与分类。 P43

定义: 电容式传感器是一种将被测非电量的变化转换为电容量变化的传感器。

分类: 变极距型、变面积型和变介质型。

工作原理:

2. 差动式比较单极式的优点。 P45

灵敏度提高一倍。

非线性误差大为减小。

能有效补偿温度变化所造成的误差。

3. 应用。(分析工作原理) P57-59

测加速度: 加速度作用带动动极板运动, 使得极板间距离变化, 从而改变传感器电容大小, ……测出加速度。

测压力: 弹性元件压力作用下受力变形, 使得极板间距离变化, 从而改变传感器电容大小, ……测出压力。

第四章

1. 什么是压电效应、顺压电效应和逆压电效应。 P60
 - （顺）压电效应：当某些物质受一定方向外力作用而发生机械形变时，内部产生极化，两个表面上产生符号相反的等量电荷，外力取消后电荷消失，力的方向改变时电荷符号也随之改变的机械能转换为电能的现象。
 - 逆压电效应：在电介质的极化方向施加交变电场时会产生机械变形，去除外加电场后电介质变形也随之消失的电转换为机械能的现象。
2. 石英晶体的压电机理。 P61
 - X 轴：电轴。
 - Y 轴：机械轴。
 - Z 轴：光轴。
3. 分析纵向压电效应和横向压电效应。（定义等） P61-62
 - 纵向压电效应：沿 X 轴（电轴）方向施力，在垂直于 X 轴表面上产生电荷的压电效应。
 - 横向压电效应：沿 X 轴（电轴）方向施力，仍在垂直于 X 轴表面上产生电荷的压电效应。
4. 压电材料有哪些。（填空）
石英晶体、压电陶瓷、高分子薄膜/PVDF。
5. 压电式传感器的等效电路（串并联）。 P67
6. 前置放大器使用的原因及作用。 P67-68
 - 原因：压电式传感器要求高的负载电阻 R_L 。
 - 作用：放大压电式传感器的微弱信号；把传感器的高阻抗输出变换为低阻抗输出。
7. 石英晶体（压电元件）的连接方式及特点（串并联）。 P66
 - 串联： $Q' = Q$, $U' = 2U$, $C' = \frac{C}{2}$
 - 并联： $Q' = 2Q$, $U' = U$, $C' = 2C$

输出总电荷 Q' ，单片电荷 Q ，输出电压 U' ，单片电压 U ，输出总电容 C' ，单片电容 C
8. 压电式加速度传感器的工作原理。 P70

第五章

1. 电感式传感器的定义与分类。 P72
 - 定义：电感式传感器是一种将被测量转换成线圈的自感或互感的变化，通过一定的转换电路转化成电压或电流输出的传感器。
 - 分类：自感式、互感式、电涡流式、压磁式和感应同步器式。
2. 自感式传感器的组成。
线圈、铁芯和衔铁。
3. 差动变气隙式自感传感器与单线圈式自感传感器相比的优点。 P75
 - 前者的灵敏度是后者的 2 倍。
 - 前者线性度高于后者。

4. 差动变压器的定义及分类。 P79-80

定义：差动变压器又称差动变压器式传感器，是一种把被测量转换成线圈互感量变化的互感式电感传感器，根据变压器的基本原理制成，且次级绕组用差动形式连接。

分类：变隙式、变面积式和螺线管式。

5. 自感式传感器的应用（测压力）。 P79

（螺线管式自感传感器的工作原理）

单线圈结构：测量时，活动铁芯随被测体移动，线圈电感量发生变化，线圈电感量与铁芯插入深度有关。

6. 差动变压器式传感器的应用（测压力）。 P82

差动变压器式传感器的衔铁固定在膜盒中心。在无压力作用时，膜盒处于初始状态，衔铁位于差动变压器线圈的中部，输出电压为零。当被测压力作用在膜盒上使其发生膨胀，衔铁移动，输出电压正比于被测压力的电压。

7. 零点残余电压的定义、产生原因及减小零点残余电压的措施。 P83

- 定义：传感器在零位移时的输出电压。
- 产生原因：主要是由传感器的两次级绕组的电气参数与几何尺寸不对称，以及磁性材料的非线性等问题引起的。
- 措施：设计和工艺做到磁路对称，线圈对称；铁芯材料均匀，特性一致；两线圈绕制均匀，紧松一致。
采用拆圈的实验方法，调整两个线圈的等效参数，使其尽量相同，以减少零点残余电压。
在电路上进行补偿。加串联电阻、并联电容、反馈电阻或反馈电容等。

8. 电涡流式传感器的工作原理。 P84

- 涡流效应：金属导体置于交变磁场中，在导体内会产生感应电流，这种电流在导体内是闭合的，所以称为电涡流，这种现象称为涡流效应。
- 电涡流式传感器基于涡流效应工作。把一个金属导体置于线圈附近，当线圈中通以交变电流时，线圈周围空间会产生交变磁场 H_1 ，处于此交变磁场中的金属导体也会产生一个新的交变磁场 H_2 ，并会削弱原磁场 H_1 ，从而导致线圈的电感量、阻抗及品质因数发生变化，这样通过一定的转换电路就能转换成电压或电流输出。

9. 电涡流式传感器的应用。 P88

（分析工作原理）

测位移、测转速。

第六章（6.1 不考）

1. 磁电式传感器的定义及分类。 P92

定义：磁电式传感器是一种能通过磁电式作用将被测量（振动、位移、转速、扭矩等）转换成电信号的传感器。

分类：磁电感应式、霍尔式和磁栅式。

2. 霍尔式传感器的工作原理、符号和测量电路。 P96-97

工作原理：基于霍尔效应工作。

符号：

测量电路:

3. 霍尔效应的定义。 P96

定义: 当电流垂直于外磁场方向通过导体或半导体薄片时, 在薄片垂直于电流和磁场方向两侧表面之间产生电位差额的现象。

4. 霍尔元件的主要参数。 P98-99

额定激励电流和最大允许激励电流、输入电阻和输出电阻、最大磁感应强度、不等位电势和不等位电阻、寄生直流电势、霍尔电势温度系数。

5. 不等位电势的定义及产生原因。 P98

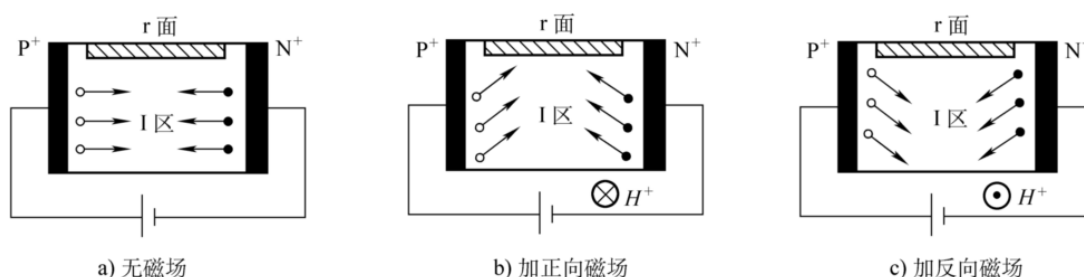
- 定义: 当霍尔元件的激励电流为 I_H 时, 若元件所处位置磁感应强度为零, 则它的霍尔电势 U_0 应该为零, 但实际不为零, 这时测得的空载霍尔电势 U_0 。
- 产生原因: 霍尔电极安装位置不对称或不在同一等位面上。
半导体材料不均匀造成电阻率不均匀或几何尺寸不均匀, 使等位面倾斜。
激励电极接触不良造成激励电流不均匀分布。

6. 霍尔元件的误差补偿的原因和方法。 P99-101

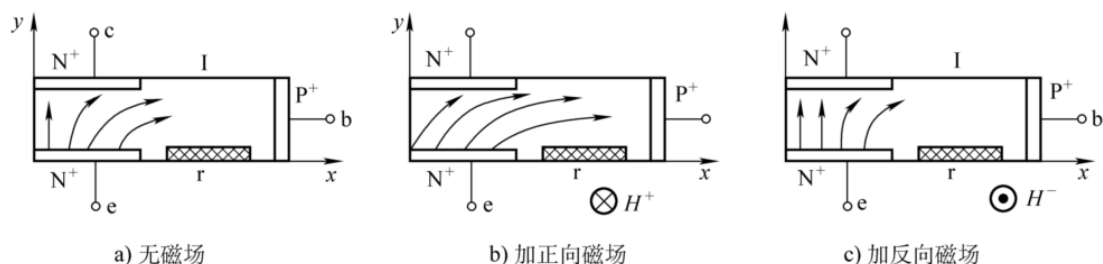
- 原因:
 - (1) 霍尔元件由半导体材料制成, 因而他的性能参数对温度很敏感, 都是温度的函数。当温度变化时, 霍尔元件的电阻率 迁移率和载流子浓度 输入 输出电阻以及霍尔系数等都会发生变化, 致使霍尔电动势变化, 产生温度误差
 - (2) 因为霍尔元件的输入电阻会随着温度变化而发生变化, 所以在稳压源供电时, 就使控制电流发生变化, 进而带来温度误差。
 - (3) 霍尔元件的灵敏度系数 K_H 也是温度的函数, 因此即使采用恒流源供电, 也存在温度误差。
- 方法: 不等位电势误差的补偿。
霍尔元件温度误差的补偿。

7. 磁敏二、三极管的工作原理 (补充)。 (简答)

- 磁敏二极管: 磁敏二极管在磁场强度的变化下, 其电流发生变化, 实现磁电转换。如下图, I 区和 r 区的复合能力之差越大, 磁敏二极管的灵敏度就越高。



- 磁敏三极管: 磁敏三极管工作原理与磁敏二极管完全相同。在正向或反向磁场作用下, 会引起集电极电流的减少或增加。因此, 可以用磁场方向控制集电极电流的增加或减少, 用磁场的强弱控制集电极电流的增加或减少的变化量。



8. 应用（补充）。
（分析工作原理）
测转速。

第七章

1. 热电式传感器的定义。 P103

热电式传感器是一种利用某种材料或元件与温度有关的物理特性，将温度的变化转换为电量变化的装置或器件。

2. 热电偶的定义。 P103

热电偶是将温度转换为电势的热电式传感器。

3. 热电效应的定义及组成。 P103

- 定义：将两种不同材料的导体 A、B 串接成一个闭合回路，如果两结合点处的温度不同，则在两导体间产生热电势，并在回路中有一定大小的电流的现象。
- 组成：接触电动势和温度差电动势。
- 热电偶的工作原理：热电偶基于热电效应工作。

4. 热电偶基本定律。 P105

均质导体定律、中间导体定律、参考电极定律、中间温度定律。

5. 热电偶的组成及各部分作用（补充）。

热电极：进行温度测量。

绝缘管：防止两根热电极之间短路。

保护套管：防止热电偶腐蚀，避免火焰和气流直接冲击，提高热电偶强度。

接线盒：连接热电偶和补偿导线。

6. 冷端补偿的原因及方法。 P108

- 原因：热电偶回路的热电势只与冷端和热端的温度有关，当冷端温度保持不变时，热电势才与测量端温度成单值对应关系。但在实际测量时，冷端温度常随环境温度变化而变化，不能保持恒定，因而会产生测量误差。为了消除冷端温度的影响，必须进行冷端补偿。或，热电偶的输出电势是两节点温度差的函数，为了使输出电势是被测温度的单一函数，通常要求冷端保持为 0°C ，但在实际中很难做到这一点，于是产生了热电偶冷端补偿的问题。
- 方法：

- | | | |
|--------------------------------------|---|----------------|
| (1) 0°C 冷端恒温法（冰点器法）。 | 或 | (1) 补偿导线法 |
| (2) 恒温槽方式。 | | (2) 参考端零摄氏度恒温法 |
| (3) 冷端补偿器（补偿电桥法）。 | | (3) 电位补偿法 |

7. 补偿导线的定义及作用（补充）。
 - 定义：由价格低廉的两种不同成分的导体组成的热电偶，在一定温度范围内（0~100℃）具有和所连接的热电偶相同的热电特性。
 - 作用：起延长热电偶的作用，不起任何温度补偿作用。
8. 热电阻的组成及各部分作用。 P109
感温元件（电阻体）、引线、绝缘材料、金属保护管（作用同 5.）。
 - 符号含义：Pt100-指 0℃时电阻值为 100Ω，类比 Cu50 等。
 - 由金属导体铂、铜、镍等制成的测温元件称为金属热电阻，简称热电阻。
9. 热敏电阻的组成及各部分作用。
热敏元件、引线、壳体。（作用同 5.）
 - 由半导体材料制成的测温元件称为热敏电阻。
10. 参考 P115 习题 3。

第八章

1. 光电式传感器的定义。 P116
 - 定义：光电式传感器是一种将被测量的变化转换成光信号的变化，再通过光电器件将光信号的变化转换为电信号的传感器。
 - 工作原理：基于光电效应工作。
2. 光电式传感器的组成。 P116
辐射源、光学通路和光电器件。
3. 光电效应（内、外）及相应器件。 P116-118
 - 光电效应：指由于物体吸收了能量为 E 的光后产生的电效应。
 - 外光电效应：又称光电发射效应，指在光的照射下，材料中电子逸出表面的现象。光电管及光电倍增管属于这一类。
 - 内光电效应：分为光电导效应和光生伏特效应，指当光照射在物体上，使物体的电阻率发生变化（光电导效应，光敏电阻）或产生光生电动势（光生伏特效应，光电池）的现象。
4. 光敏电阻、光电池、光敏二三极管的工作原理及基本特性。（填空）
 - 光敏电阻：
工作原理：基于内光电效应（光电导效应）制成的，无极性，在光线照射下可改变电路中电流大小。
基本特性：暗电阻、亮电阻及光电流，伏安特性，光照特性，光谱特性，响应时间和频率特性，温度特性。
 - 光电池：
工作原理：基于内光电效应（光生伏特效应）制成的，是一种可直接将光能转换为电能的光电元件。光照射到电池上时，一部分被反射，另一部分被光电池吸收。被吸收的光能一部分变成热能，另一部分以光子的形式与半导体中的电子相碰撞，在 PN 结处产生电子空穴对，在 PN 结内电场的作用下，空穴移向 P 区，电子移向 N 区，从而使 P 区带正电，N 区带负电，于是 P 区 N 区之间产生光电流或光生电动势。
基本特性：光照特性，光谱特性，频率特性，温度特性和稳定性。
 - 光电二极管：
工作原理：光电二极管工作在反向电压作用下，当有光照时，反向电流增大，且其增大

的程度与光强成正比。如此，光强的变化引起反向电流的变化，即将光信号转换为电信号，可作为光电传感器存在于电路中。

基本特性：伏安特性，光照特性，光谱特性，频响特性和温度特性。

- 光电三极管：

工作原理：分为两个部份，一是光电转换，二是光电流放大。

基本特性：伏安特性，光照特性，光谱特性，频响特性和温度特性。

5. 光纤传感器的分类。 P139

功能型（传感型）和非功能型（传光型）。

第十章

1. 化学量传感器的定义及分类。 P166

- 定义：化学量传感器是一种将各种化学物质（如电解质、化合物、分子、离子等）的状态（或变化）定性（或定量）地转化成电信号输出的装置。

- 分类：气体传感器、湿度传感器、离子传感器等。

2. 湿度的分类。 P175

绝对湿度：单位体积空气内所含水蒸气的质量。

相对湿度：空气中实际所含水蒸气分压和同温度下饱和水蒸气分压的百分比。

露点：空气中水蒸气压与同温度下饱和水蒸气压相等的温度。

- 湿度表示空气中水蒸气的含量，露点表示空气中湿度的大小。

3. 气体传感器的定义及分类。 P166

- 定义：气体传感器是一种能将气体种类及其与浓度有关的信息转换成电信号（电流或电压）的传感器。

- 分类：半导体式、接触燃烧式、电化学式和固体电解质式。

第十一章

1. MEMS 传感器的定义。 P191

定义：MEMS 传感器即微电子-机械系统。从广义上讲，MEMS 是指集微型传感器、微型执行器以及信号处理和控制电路，甚至接口电路、通信和电源于一体的微型机电系统。

2. 微传感器的定义及。 P191-192

- 定义：利用 MEMS 技术制作的传感器。

- 优点：体积小，重量轻；能耗低；性能好；易于批量生产，成本低；便于集成化和多功能化；提高传感器的智能化水平。

3. 微传感器的加工技术。 P193

体微加工技术；表面微加工技术；键合技术；光刻电铸注塑技术。

4. 应用（测压力、测加速度）。 P195-196