1. 传感器技术基础

1．传感器定义：能感受规定的被测量（物理量、生物量、化学量）并按照一定的规律转化成可用信号的器件或装置。

2．传感器组成：敏感元件、转换元件。

3．传感器的静态特性：线性度、回差（滞后）、重复性、灵敏度、静态误差（精度）、分辨力、阈值、稳定性、漂移

4．拟合方法：理论直线法法，端点直线法，最佳直线法，最小二乘法

5．传感器的动态特性：动态灵敏度，频率响应，固有频率

6．差动技术：设一传感器，其输出为：y1=a0+a1x+a2x^2+a3x^3+……

用另一相同传感器，但使其输入量符号相反：y2=a0-a1x+a2x^2-a3x^3+……

使两者相减，即△y=y1-y2=2(a1x+a3x^3+……)

作用：消除零位输出和偶次非线性项；减小非线性；提高灵敏度

1. 电阻式传感器
2. 金属材料的应变电阻效应：dR/R=(1+2μ)ε,“结构尺寸变化”
3. 半导体材料应变电阻效应：dR/R=πEε,“压阻效应”
4. 电阻应变计组成：敏感栅，基底，引线，盖层，粘结剂
5. 电阻应变计的静态特性：
6. 灵敏系数（K）
7. 横向效应及横向效应系数（H）

横向效应:在单向应力、双向应变情况下,横向应变总是起着抵消纵向应变的作用

1. 机械滞后（Zj）
2. 蠕变（Ɵ）和零漂（P0）
3. 应变极限（εlim）
4. 电阻应变计的动态特性：对正弦应变波的响应，对阶跃应变波的响应，疲劳寿命（N）
5. 温度效应：单纯由温度变化引起应变计电阻变化的现象。为热阻效应造成
6. 热输出：敏感栅与试件热膨胀失配所引起
7. 热输出补偿方法：温度自补偿法、桥路补偿法
8. 测量电桥：
9. 按电源分：直流电桥，交流电桥
10. 按工作方式分：平衡桥式电路（零位测量法），不平衡桥式电路（偏差测量法）
11. 按桥臂关系分：对输出端对称电桥（Z1=Z2，Z3=Z4）

对电源端对称电桥（Z1=Z4，Z2=Z3）

半等臂（Z1=Z2，Z3=Z4）和全等臂电桥（Z1=Z2=Z3=Z4）

10．全等臂差动电桥：相对臂应变片感受应变大小相同，方向相同

相邻臂 大小相同，方向相反

11．减小非线性误差：差动电桥补偿法，恒流源补偿法

12．测力传感器类型：柱（筒）式，柱环式，悬梁式，轮辐式

13．压阻效应：半导体单晶硅、锗等材料在外力作用下电阻率将发生变化的现象。

第三章 变磁阻式传感器

1．变气隙式自感传感器组成：线圈，铁心，衔铁

2．自感式传感器

按磁路几何参数变化形式的不同：自感式传感器有变气隙式，变面积式，螺管式三种；按组成方式，有单一式和差动式两种。

3．自感式传感器测量电桥：电桥电路，谐振电路，恒流源电路，调频电路，相敏检波电路（衔铁下移，输出信号总为负；“上正下负”）

4．零位误差

（1）产生原因：差动自感式传感器当衔铁位于中间位置时，电桥输出理论上应为零，但实际上总存在零位不平衡电压输出，造成零位误差。

（2）组成：基波谐波：传感器两线圈的电气参数和几何尺寸不对称，以及构成电桥另外两臂的电气参数不一致。高次谐波：磁性材料磁化曲线的非线性。

（3）补偿电路：串联电阻消除基波零位电压；并联电阻消除高次谐波零位电压；加并联电容消除基波正交分量或高次谐波分量。

5．互感式传感器（差动变压器）

互感式传感器是一种线圈互感随衔铁位移变化的变磁阻式传感器。

6. 互感式传感器和变压器的区别：后者为闭合磁路，前者为开磁路；后者初、次级间的互感为常数，前者初、次级间的互感随衔铁移动而变，且两个次级绕组按差动方式工作。

7．差动变压器零位电压补偿电路：串联电阻用以减小零位电压的基波分量；并联电阻、电容用以减小谐波分量；加反馈支路用以减小基波和谐波分量。

8．电涡流式传感器结构类型：反射式、透射式

**9．差动式电感传感器测量电路为什么经常采用相敏检波（或差动整流）电路？试分析其原理。**

**答：**因为测量电路不具有判别信号相位和频率的能力，抗干扰能力弱。而相敏检波电路可以起到判别作用。原理：使高频调幅信号与高频载波信号相乘，经滤波后输出低频解调信号。

**10．试述电感传感器产生零位电压的原因和减小零位电压的措施。**

**答：**差动自感式传感器当衔铁位于中间位置时，电桥输出理论上应为零，但实际上总存在零位不平衡电压输出（零位电压），造成零位误差。

**原因：**零位电压包含基波和高次谐波。

**产生基波分量的原因：**传感器两线圈的电气参数和几何尺寸不对称，以及构成电桥另外两臂的电气参数不一致。

**产生高次谐波分量的原因**：磁性材料磁化曲线的非线性。

**措施:**1. 合理选择磁性材料与激励电流; 2、一般常用方法是采用补偿电路，其原理为: (1) 串联电阻消除基波零位电压; (2) 并联电阻消除高次谐波零位电压; (3) 加并联电容消除基波正交分量或高次谐波分量。3、另一种有效的方法是采用外接测量电路来减小零位电压。如前述的相敏检波电路，它能有效地消除基波正交分量与偶次谐波分量，减小奇次谐波分量，使传感器零位电压减至极小。4、此外还可采用磁路调节机构(如可调端盖)保证磁路的对称性，来减小零位电压。

第四章 电容式传感器

1．电容式传感器分类：变极距型、变面积型和变介质型。

2．C = ,真空介电常数=8.854\*F/m，两极板距离

3．电容式传感器测量电路：耦合式电感电桥，双T二极管交流电桥，脉冲调宽电路，运算放大器电路

4．电容式传感器优点：分辨力极高；动极质量小，可无接触测量，自身功耗、发热和迟滞极小，可获得高的静态精度和好的动态性能；结构简单；过载能力强。

······

￥#%@&\*$推导，看书去！

第五章 磁电式传感器

1．自源传感器：不需要辅助电源，就能把被测对象的机械能转换成易于测量的电信号。

2．霍尔传感器（磁敏传感器）：长L，宽w，厚d，在L两端制有面接触型输入电流极（控制电极），在w两端制有点接触型输出电压极（霍尔电极），即构成霍尔元件。,是霍尔系数

霍尔效应：由导电材料中电流与外磁场相互作用而产生电动势的物理现象称为霍尔效应。

3．不等位电势

产生原因：（1）霍尔电极安装位置不对称或不在同一等电位面上。（2）半导体材料不均匀造成电阻率不均匀或几何尺寸不均匀。（3）控制电极接触不良造成控制电流不均匀分布。

不等位电势补偿措施：在某一桥臂上并联一定电阻，使电桥达到平衡。P125图5-12

4.温度误差

产生原因：霍尔系数、电阻率和载流子迁移率都是温度的函数，因此，，都是温度的函数

温度误差及其补偿：在霍尔输出电极上串入一个温度补偿电桥，电桥一臂并联热敏电阻

5.霍尔传感器的应用：用于测量大电流、磁场强度、微位移、转速、加速度、振动、压力、流量、液位等

第六章 压电式传感器

1．正压电效应（机械能->电能），逆压电效应（电能->机械能）

2．压电材料的主要特性参数：压电常数，弹性常数，介电常数，机电耦合系数，电阻，居里点。

3．压电材料分类：压电晶体，压电陶瓷，新型压电材料。

4．压电方程是压电效应的数学描述。

5．石英晶体不是在任何方向上都存在压电效应

6．测量电路：

两种形式：电压放大器or电荷放大器。

必须具备两种功能：信号放大and阻抗匹配

7．电压放大器电压灵敏度：= （P146，图P145，d33:压电常数），只与回路等效电容C有关。电荷放大器输出灵敏度：=-，只与反馈电容有关，且不受电缆变化的影响。

由于放大器的非线性误差不进入传递环节，整个电路的线性也较好，因此，采用电荷放大器的压电传感器。

8．判断题：压电式测力传感器是利用压电元件直接实现力-电转换的传感器，在拉力、压力和力矩测量场合，通常较多采用双片或多片石英晶片做压电元件。它刚度大，动态特性好；测量范围宽，可测N~KN范围的力；线性及稳定性高；可测单向力，也可测多向力。（反正这么长，考啥不知道）

**9．何谓压电效应？何谓纵向压电效应和横向压电效应？**

**答:**某些电介质，当沿一定方向对其施力而使它变形时，其内部产生极化现象，同时在两个相应表面上产生极性相反的电荷，当外力拆除后，又重新恢复到不带电状态的现象。且作用力方向改变时，电荷极性也随着改变。这种现象称为正压电效应，或简称**压电效应**。

      当在电介质的极化方向施加电场时，这些电介质就在相应方向上产生机械变形或机械压力，当外加电场撤去时，这些变形或应力也随之消失的现象。这种现象称为**逆压电效应**，或称电致伸缩。

      石英晶体沿电轴X-X方向的力作用下产生电荷的压电效应称为**“纵向压电效应”**:把沿机械轴Y-Y方向的力作用下产生电荷的压电效应称为**“横向压电效应”**。

第七章 热电式传感器

1．热电式传感器是利用转换元件电磁参量随温度变化的特性，对温度和与温度有关的参量进行检测的装置。其中，将温度变化转换为电阻变化的称为热电阻传感器。将温度变化转换为热电势变化的称为热电偶传感器。

2．热电阻传感器分类：金属热电阻式（热电阻），半导体热电阻式（热敏电阻）

3．热电阻效应：物质的电阻随温度变化而变化的现象。

4．热敏电阻分类：负温度系数热敏电阻（NTC），正温度系数热敏电阻（PTC），临界温度系数热敏电阻（CTR）。

5．热电效应：将两种不同性质的导体A、B组成闭合回路，若两节点处于不同的温度时，两者之间将产生一热电势，在回路中形成一定大小的电流。

6．热电效应由接触电势（两种材料）和温差电势（同一材料）两部分组成。

7．结点处电子迁移扩散。接触电势大小与两种金属的性质、结点温度有关。ln

8.对单一金属，温度高端的自由电子向低端迁移。温差电势与金属材料性质、两端温差有关。

9．若热电偶两电极材料相同，即，，虽然两端温度不同，但，闭合电路的总热电势为零，因此，热电偶必须用两种不同材料做热电极。

10．若热电偶两电极材料不同，而热电偶两端的温度相同，即T=，闭合回路中也不产生热电势。

11．热电偶传感器工作定律：

中间导体定律：当引入第三导体时，保持两端温度相同，对回路总热电势无影响。**应用**：将第三导体换成毫伏表，只要保证两个结点温度一致，就可以完成热电势的测量而不影响热电偶的输出。

连接导体定律与中间温度定律：**应用**：连接导体定律是工业上运用补偿导线进行温度测量的理论基础。

参考电极定律：**应用**：利用该定律可大大简化热电偶选配工作，只要已知有关电极与标准电极配对的热电势，即可求出任何两种热电极配对的热电势而不需要测定。

12．热电偶的温度补偿：0°C恒温法；补正系数修正法；延伸热电极法（即补偿导线法）；补偿电桥法

第八章 光电式传感器

1．光电效应：物体吸收光能后转换为该物体中某些电子的能量而产生的电效应。

2．光电效应分类：外光电效应，内光电效应。

3．基于外光电效应的光电器件：光电管，光电倍增管。

4．内光电效应：P181半导体能带图

5．光电导效应及器件：定义：光照后电阻率变化的现象。器件：光敏电阻，光敏二极管，光敏三极管。

6．光生伏特效应及器件：定义：光照引起PN结两端产生电动势的效应。光电池。

第十三章 传感器检测技术

1．超声波传感器主要采用直接反射式的检测技术。

2．超声波探头是实现声电转换的装置。能发射超声波和接收超声回波，并转换成相应的电信号。

3．超声波检测技术应用：超声波测厚度（共振法，干涉法，脉冲回波法）；超声波测液位；超声波测流量；超声波探伤。

4. 红外辐射应用：门禁，厕所水龙头