

一、基础知识

传感器的定义与组成

定义

将非电量（物理、化学量）按一定规律转换成便于测量、传输、控制的电量 / 非电量的元器件或装置。

组成

P2 图 1-2

信号调理与转换电路（二次仪表）：将转换元件输出的电信号放大，转换为易于处理、显示和记录的信号。通常有电桥电路、放大器电路、变阻器电路和振荡器电路。

传感器的分类

根据是否需要提供外部电源，分有源和无源

- 有源：超声波、压电式、热电偶、光电池
- 无源：热电阻、压敏、湿敏、压力电感式

静态特性

传感器在稳态信号作用下，输入与输出的关系。

- 线性度：传感器输入与输出呈线性关系的程度
 - 拟合方法：两点法、最小二乘法、切线 / 割线拟合、过零旋转拟合、端点平移拟合、分段拟合
- 灵敏度：输出量变化 Δy 与输入量变化 Δx 比值称为灵敏度（就是斜率）
 - 如果输出与输入呈线性关系，则灵敏度 S 为常数
 - 如果非线性关系，则在不同输入时是不同的
- 分辨率：可感受到被测量最小变化的能力
- 迟滞性
- 重复性
- 漂移

基本测量电路（直流电桥）

电桥平衡条件

书 P18

单、双臂电桥灵敏度变化是什么样子的

单、双、全闭变化

书 P20

二、电阻式传感器

热电阻式传感器（不考计算题）

用于测量温度，常用金属热电阻（**铂热电阻和铜热电阻**）

铂热电阻

以金属铂作为感温元件，还包括外部测量电路、控制装置及机械装置

分度有 Pt100 和 Pt10

铜热电阻

热敏电阻传感器

按温度特性分类：

- 正温度系数（Positive Temperature Coefficient）（PTC）
- 负温度系数（Negative）（NTC）
- 突变型负温度系数（Critical Temperature Resistor）（CTR）

P34 图 2-3：

- CTR：温度开关
- PTC：传感
- NTC：测温

应变式传感器

利用电阻应变片，将应变转换为电阻变化的传感器

工作原理（计算大题）

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta S}{S} + \frac{\Delta \rho}{\rho} = k \cdot \epsilon$$

电阻应变片的结构

- 敏感栅
- 基底
- 粘结剂
- 覆盖层
- 引线

应变片误差及补偿

P38~39 方法？

三、电感式和电容式传感器

电感式传感器

利用线圈电感或互感的改变，来实现非电量测量。

按工作原理分变磁阻式、变气隙式（自感式）、变压器式、涡流式（互感式）

变磁阻式传感器

P43 图3-2

$$L = \frac{W^2}{R_m} = \frac{W^2 \mu_0 \mu_r}{2 l}$$

差动变磁阻式传感器

- 灵敏度是单线圈式的两倍
- 线性度相比单线圈有明显改善

涡流式

等 PPT

电容式传感器

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$$

变极矩型电容传感器

- 变单一极矩型：灵敏度 K 与初始间距 d_0 成反比关系，欲提高灵敏度，应减小极板距离；要减小传感器的非线性误差，就需增大极板距离
- 差动型：灵敏度为单电容的 2 倍，非线性误差也大大减小，兼顾灵敏度和线性度

变面积型电容传感器

一般用于测角 / 直线位移

变介质型电容传感器

一般用于测厚度、液位

四、热电偶传感器

基本原理

基于热电效应原理：两种不同材料的导体（或半导体）紧密结合，组成一个闭合回路，当两接点温度 T 和 T_0 不同时，则在该回路中就会产生电动势。

热电偶基本定律

- 中间导体定律
- 中间温度定律（重点）：P64
- 标准电极定律

冷端补偿原理

P66 看一看就行

五、压电式传感器和霍尔传感器

压电效应

分正压电效应和逆压电效应

材料常用石英晶体、陶瓷（压电陶瓷、压电薄膜等）

霍尔式传感器

基本原理

霍尔效应：金属或半导体薄片置于磁场中，当有电流通过时，在垂直于电流和磁场的方向上将产生电动势，这种现象叫霍尔效应。

超声波传感器和红外传感器

超声波传感器

波形：纵波、横波、表面波

不管是哪一种超声波装置，都必须先把超声波发射出去，然后再把超声波接收回来，变换成电信号，这一部分装置成为超声波换能器、探测器或传感器。

超声波探头按其工作原理，分为压电式、磁致伸缩式、电磁式等，其中压电式最为常用。

P109 看一下压电式的图

红外传感器

感受红外光，并转换为可用输出信号（电信号）的传感器

按应用分：红外辐射计、搜索和跟踪系统、热成像系统等

八、光电式传感器

分类：光电效应传感器、固体图像传感器、光纤传感器

光电效应

- 内光电效应：（光敏电阻），对应光电管
- 外光电效应：对应光电倍增管
- 光生伏特效应：**光敏二极管要反接**

CCD 传感器

电荷耦合器件，把光学信号变成视频信号输出

基本原理

结构：基本单元是 MOS 电容器，一个 MOS 电容器是一个光敏元件，可以感应一个像素点

分类

- 线阵 CCD：扫描仪、复印机
- 面阵 CCD：数码相机、摄像机

光纤传感器

分类

- 功能型（传感型）光纤传感器
- 非功能型（传光型）光纤传感器

光电编码器

分增量式和绝对式

P133 看一看

应用

- 位置测量
- 转速测量
 - M 法测量

计量光栅

等间距的透光和不透光的刻线均匀相间排列构成的光学器件成为光栅。

光栅分为物理光栅和计量光栅。物理光栅是利用光的衍射现象分析光谱和测定波长的一种光栅；计量光栅是利用光的莫尔条纹现象实现精密测量位移的一种光栅。

十、检测技术基础知识

误差：系统误差（尽量避免）、随机误差、粗大误差（要避免）

系统误差

概念

系统本身的缺陷，或测量方法不完善

产生原因

1. 测量装置（仪表或元件本身存在误差；安装调整放置不合理）
2. 测量方法（方法或计算方式）
3. 测量环境（仪表工作环境条件，温湿度等）
4. 测量人员（测量者操作不准确等）

消除系统误差产生的根源

- 测量前：检查仪表，正确检查安装
- 防止外界干扰影响
- 选择好位置消除视差

- 环境条件稳定时测量读数

Powered by Power