

传感器与检测技术

传感器的特性

静态特性

1. 线性度-输入输出校正曲线与其拟合直线之间的最大偏差的相对值
2. 迟滞-正反行程中输出输入曲线输出最大差值的一半的相对值
3. 重复性-输入同一方向全量程特性曲线不一致的程度，最大的正反行程重复性偏差的相对值
4. 灵敏度-斜率变化程度
5. 分辨率-检测到的最小输入增量
6. 稳定性-零点漂移
7. 温度稳定性-温度漂移
8. 多种抗干扰能力
9. 静态误差

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta y_i)^2}$$

$$\sigma = \pm \sqrt{\gamma_L^2 + \gamma_H^2 + \gamma_R^2 + \gamma_S^2}$$

动态特性

传感器的输出能否良好追随输入量变化

瞬态响应法(阶跃、脉冲、斜坡)和频率响应法(正弦) 短暂态响应时间+宽频率响应特性

认为传感器是线性系统或在所限定范围是线性系统，故有微分形式、Laplace形式等

同时，自控里面所有的对系统的描述对传感器也适用

时域：Tr Ts PO ...

频域：带宽 截止频率

分析全同自控

电阻式传感器

将被测物理量-》电阻变化，测力测压称重测唯一测加速度测扭矩测温度

电位器式电阻传感器

线性电位器测距离/角度

$$R_x = \frac{x}{x_{max}} R_{max}, x \text{ 为距离或角度}$$

1. 灵敏度

$$k_R = \frac{R_{max}}{x_{max}}$$

$$k_U = \frac{U_{max}}{x_{max}}$$

2. 分辨率-每匝

$$e_{be} = \frac{1}{n} \times 100\%$$

$$\gamma_j = \pm \frac{1}{2n} \times 100\%$$

非线性电位器，变骨架式电位器

根据定义来

$$R=f(x)$$
$$k_R=\frac{dR}{dx}$$

存在负载时，测到的电压变换会存在误差，求误差

$$\delta_L=\frac{U_0-U_L}{U_0}\times 100\%$$

电阻丝\电刷\骨架

应变片式电阻传感器

金属/半导体

1. 精度高，测量范围广

2. 使用寿命长，性能稳定可靠

3. 结构简单，尺寸小，重量轻，使用时对工件工作状态影响小

4. 频率响应特性好。响应时间约为10⁻⁷s

5. 可在各种恶劣环境下工作

6. 种类多价格便宜

7. 大应变下非线性

8. 输出信号弱

9. 不适用于高温

10. 测的是某点平均应变

电阻应变器

$$R=\rho\frac{l}{S}$$
$$\frac{\Delta R}{R}=\frac{\Delta l}{l}-\frac{\Delta S}{S}+\frac{\Delta \rho}{\rho}$$

如果是圆柱形金属丝 $S=\pi r^2$

$$\frac{\Delta R}{R}=(1+2\mu)\epsilon+\frac{\Delta \rho}{\rho},\epsilon=\frac{\Delta l}{l}$$
$$\text{灵敏度}k_0=\frac{\Delta R/R}{\epsilon}=(1+2\mu)-\frac{\Delta \rho/\rho}{\epsilon}$$

金属电阻应变片

1. 灵敏系数 栅形 受力不均 比金属丝低

2. 横向效应

3. 机械滞后 零漂 蠕变

4. 温度效应

$$\text{电阻率影响}(\frac{\Delta R}{R})_1=\alpha_t\Delta t$$
$$\text{膨胀影响}(\frac{\Delta R}{R})_2=k(\beta_g-\beta_s)\Delta t$$
$$\frac{\Delta R}{R}=\alpha_t\Delta t+k(\beta_g-\beta_s)\Delta t$$
$$\text{虚假应变}\epsilon_i=\frac{\Delta R}{R}/k=\alpha_t/k*\Delta t+(\beta_g-\beta_s)\Delta t$$

5. 应变极限 疲劳寿命

6. 绝缘电阻 最大工作电流

7. 动态响应特性-应变波

$$\gamma=-\frac{1}{6}(\frac{\pi fL}{v})^2$$

温度误差及其补偿

1. 单丝自补偿-用另外一种升温缩短的材料合金补偿，加工容易成本低，只适用于特定材料，补偿温度范围窄
2. 组合式自补偿-用两种金属丝串接而成，使得温度影响互相抵消
3. 线路补偿法-电桥补偿法 常用

测量电路

1. 直流电桥
 - 直流电桥电压灵敏度
 - 非线性误差
2. 交流电桥

电感式传感器

电容式传感器

磁电式传感器

压电式传感器

光电式传感器

热电式传感器

核辐射传感器

生物传感器

集成智能传感器

传感器的标定

静态特性标定

1. 静态标准条件
2. 高精度测量仪器
3. 静态标定方法：正反量程分段来回进行

动态特性标定

1. 一阶传感器-时间常数 τ -阶跃响应测试输出达最终值63.2%
2. 二阶传感器-固有频率 ω_n 和阻尼比 ξ -阶跃响应测试-两次过充测 ξ

对测量装置不是存粹电气系统，用阶跃比用正弦方便很多

测振传感器标定

绝对标定-复现振动量值最高基准的绝对法

比较标定-以绝对法标定的标准测振仪作为二等标准用比较法标定工作测振仪

压力传感器标定

动态标定-获得压力时间关系

稳态标定法（正弦）-塞缸筒静态压力源-提供可变稳态周期性校准压力源

非稳态标定法（阶跃）-高振幅和稳态频率很难同时获得，需要用阶跃 激波管

传感器可靠性技术

可靠性技术概述

1. 时间性-产品使用过程中种技术性能指标的保持能力
2. 统计性-整批性能指标
3. 两重性-科学技术与科学管理
4. 可比性-规定条件/规定时间/规定功能
5. 可用性-寿命内的可用性
6. 指标体系

可靠性技术的基本特质量

1. 工作环境
2. 可靠度 $R(t)$
3. 寿命分布函数 $F(t)$
4. 寿命概率密度 $f(t)$
5. 失效率 $\lambda(t)$
6. 寿命
 1. 平均寿命 $R(\tau)$
 2. 可靠寿命
 3. 中位寿命
 4. 特征寿命
 5. 浴盆曲线和可用寿命

检测技术基础

检测技术概述

研究检测系统的信息提取、信息转换、信息处理的理论与技术

研究被测量的测量原理、测量方法、测量系统、数据处理

测量方法

1. 直接测量
2. 间接测量
3. 联立测量
4. 偏差式测量
5. 零位式测量
6. 微差式测量

测量系统

1. 被测介质
2. 敏感元件
3. 变量转换环节
4. 变量控制环节
5. 数据传输环节
6. 数据显示环节、数据处理环节
7. 主动式测量系统-外部向被测对象施加能量
8. 被动式测量系统-外部不需要向被测对象施加能量
9. 开环式测量系统
10. 闭环式测量系统-采用大回路闭环

测量数据处理方法

1. 静态测量数据

多传感器信息融合技术

现代检测技术

传感器与检测技术实验
