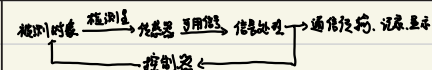


传感器



信息不增定理: 传感器 决定了 获取的信息量, 一旦获取信息后, 在以后的数据处理、特征提取和识别后, 只能对它进行变换, 不能产生表征信息源性质的新信息

三新: 新材料、新工艺、新效应

四化: 固态化、集成化和多功能化、图像化、智能化

定义: 能将规定的被测量按一定规律转换成可用信号输出的器件或装置

组成: 敏感元件(转换敏感) \rightarrow 转换元件 \rightarrow 输出电路 \rightarrow

灵敏度为毫伏/毫安值 (辅助系数)

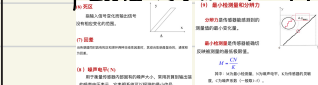
静态特性: 稳定工作条件下输入输出关系 (设传感器输入量是恒定或缓慢变化而输出已达到了相应稳定时的工作状态) $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$

线性度/非线性误差 $\epsilon_L = \frac{\Delta y_m}{y_F} \times 100\%$ Δy_m : 拟合曲线和拟合曲线间最大偏差 y_F : 传感器满量程输出

灵敏度: 输出量的微小增量与相应输入量的最小增量 $S = \frac{y-y_0}{x-x_0} = \frac{dy}{dx}$ 串联时灵敏度相乘, 并联相加

迟滞: 正、反行程之间输出-输入曲线的不重合程度 $S_H = \frac{\Delta y_m}{y_F} \times 100\%$

重复性: 传感器在同一工作条件下, 输入按同一方向作全量程, 逆缓多次重复测量时所得特性曲线的分散程度



动态特性: 传感器对于随时间变化的输入量的响应特性

数学模型: 微分方程: $a_n \frac{d^n y(t)}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} y(t)}{dt^{n-1}} + \dots + a_0 y(t) = b_m \frac{d^m x(t)}{dt^m} + \dots + b_0 x(t)$

传递函数: 一阶: $H(s) = \frac{1}{Ts+1}$ 二阶: $H(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$

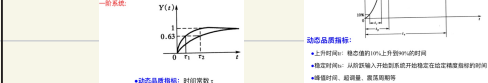
输入标准信号: 正弦输入: 频率响应特性 (稳态响应, 频域响应)

阶跃输入: 时域响应特性 (瞬态响应)

频域性能指标: 通频带: 在规定衰减值下能通过的频率范围 (一般常用 3dB, 0.707)

工作频率: 满足精度指标要求下能通过的频率范围

相位误差



结构和抗干扰能力: 环境对传感器的影响表现为灵敏度变化 ΔS 和 -1 阶的噪声 N

传感器性能和结构的关系

直接变换型: $S_i = S_{i0} + \Delta S_i$ 理想条件 $y_0 = S_{10} S_{20} \dots S_{n0} x_0$

① 不考虑噪声影响下, 考虑灵敏度 $S_i = S_{i0} + \Delta S_i$, $y = y_0 + \Delta y = S_1 S_2 \dots S_n x_0$

② 忽略高阶无穷小 $\Delta S_m \cdot \Delta S_n \approx 0 \Rightarrow \frac{\Delta y}{y_0} = \frac{\Delta S_1}{S_{10}} + \frac{\Delta S_2}{S_{20}} + \dots + \frac{\Delta S_n}{S_{n0}}$

结论: ① 灵敏度变化引起的相对误差等于各环节相对误差代数和 ② 可相互补偿

③ 有噪声情况 $\frac{\Delta y}{y_0} = \frac{N_1 S_{10} S_{20} \dots S_{n0} - S_{10} S_{20} \dots S_{n0} N_1}{x_0 S_{10} S_{20} \dots S_{n0}} = \frac{1}{x_0} [N_1 + \frac{N_2}{S_{20}} + \frac{N_3}{S_{30} S_{20}} + \dots + \frac{N_n}{S_{n0} S_{(n-1)0}}] = \frac{N_1}{x_0} + \frac{N_2}{x_0 S_{20}} + \dots + \frac{N_n}{x_0 S_{n0}}$

结论: ① 灵敏度对台变换环节输入端信噪比总和 ② 总灵敏度一定时, 提高前面元件灵敏度可降低总噪声 ③ 尽量降低靠一个元件信噪比

2. 差动型: 设两通道完全对称即 $S_1 = S_2 = S$ 系统灵敏度 $y = S_1 x_0 - S_2 (-x_0) = 2Sx_0$

灵敏度差变化: $\frac{\Delta y}{y_0} = \frac{2 \Delta S x_0}{2 S x_0} = \frac{\Delta S}{S_0}$

灵敏度非线性补偿: $S = S_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + \dots$ 直接变换型: $y = S_1 x = S_0 x + a_1 x^2 + a_2 x^3 + a_3 x^4 + \dots$

差动型: $y = 2S_0 x + 2a_1 x^2 + 2a_2 x^3 + \dots$

有噪声情况下若 $N_1 = N_2$, $\frac{\Delta y}{y_0} = \frac{S_1 (N_1 - N_2)}{2 S_1 x_0} = 0$

结论: ① 差动型灵敏度是单个系统两倍 ② 可补偿偶次非线性误差 ③ 对于相同条件引起的误差有很好的抑制作用

3. 并联型

Block diagram showing two parallel paths with inputs x_1 and x_2 , and outputs y_1 and y_2 , combined into a single output y .

灵敏度变化 $\frac{\Delta y}{y_0} = \frac{\Delta S_1}{S_1} + \frac{1}{1 + S_1 S_2 S_3 S_4} \left[\frac{\Delta S_2}{S_2} + \frac{\Delta S_3}{S_3} + \frac{\Delta S_4}{S_4} \right] - \frac{S_1 S_2 S_3 S_4}{1 + S_1 S_2 S_3 S_4} \frac{\Delta S_4}{S_4} \approx \frac{\Delta S_1}{S_1} + \frac{\Delta S_2}{S_2} + \frac{\Delta S_3}{S_3}$

④ 考虑灵敏度 S_1 与 S_2 有差, S_1, S_2 适用于考虑高灵敏度, 不考虑稳定性, S_4 稳定性对系统有重大影响

噪声影响 $y_0 = \frac{S_1 S_2 S_3}{1 + S_1 S_2 S_3 S_4} x_1 \left[1 + \frac{N_1}{S_1} - S_4 \frac{N_2}{S_1} \right] = y_0 \left[1 + \frac{N_1}{x_1} - \frac{N_2}{y_0} \right] \frac{\Delta y}{y_0} = \frac{N_1}{x_1} - \frac{N_2}{y_0}$

小结: 前向通道灵敏度足够大 (特别从 S_{10} 环节环节特性灵敏度、线性度、稳定性) 经级次反馈环 S_4 , 系统噪声引起的误差主要取决于 S_1 信噪比

通过冗余配置传感器实现高可靠性

