

第四章 电容式传感器

电容计算公式: $C = \frac{\epsilon S}{d}$

ϵ : 电容极板间介质的介电常数

S : 两极板覆盖的面积

d : 两极板间的距离

该公式就相当于工作原理

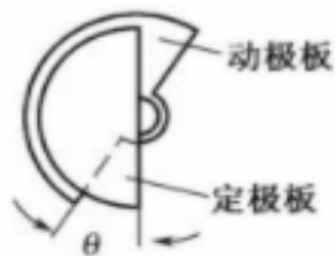
★ 电容式传感器的分类

变面积型电容式传感器

用途: 通常用于测量cm数量级的位移

电容初始值: $C_0 = \frac{\epsilon S}{d}$

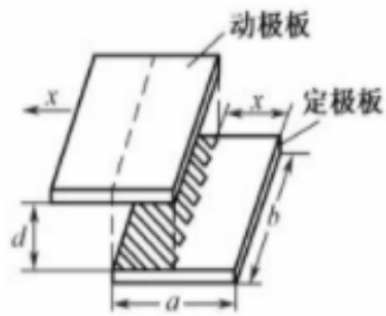
1. 角位移型电容式传感器:



◦ (c) 角位移式

◦ $C_\theta = C_0(1 - \theta)/\pi$

2. 直线位移型电容传感器:

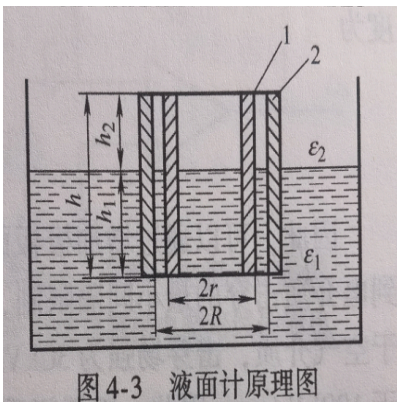


◦ (a) 平行板直线位移式

$$C_\theta = C_0(1 - \frac{x}{a})$$

◦ 灵敏度： $K = \frac{dC_x}{dx} = -\frac{C_0}{a}$

变介电常数型电容式传感器



用途: 适用于液面、厚度的测量

公式:

$$C = C_1 + C_2 = A + Kh_1$$

$$K = \frac{2\pi(\epsilon_1 - \epsilon_2)}{\ln(R/r)}$$

$$A = \frac{2\pi h \epsilon_2}{\ln(R/r)}$$

参数含义说明:

h : 电极总长度

h_1 : 液位高度

ϵ_1 : 液体的介电常数

ϵ_2 : 空气的介电常数

R, r : 两个同心圆电极半径

变极距型电容式传感器

用途: 通常用于测量 μm 数量级的位移

背景: 极板1固定, 极板2向上活动 Δd

公式: $C = \frac{\epsilon S}{d - \Delta d} = C_0 \frac{1}{1 - x}$

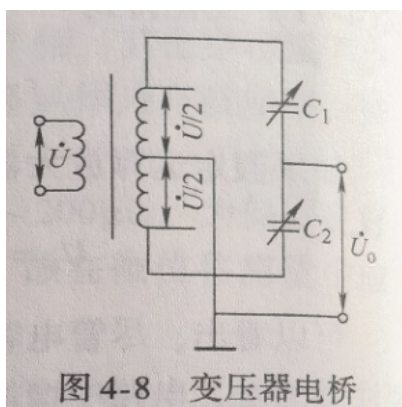
- x : 极板间距离的变换率, $x = \Delta d / d$

灵敏度: $K = \frac{C_0}{d} (1 + x + x^2 + \dots)$

- 当 x 变换极小时: $K \approx \frac{C_0}{d}$

测量电路

★变压器电桥



- C_1, C_2 : 是两个差动电容

公式: $U_o = \frac{C_1 - C_2}{C_1 + C_2} \cdot \frac{U}{2}$

公式推导原理:

- $U_o = \frac{U}{Z_1 + Z_2} \cdot Z_2 - \frac{U}{2}$

- $Z = \frac{1}{j\omega C}$

例子: 差动电容是变极距型电容式传感器

- $C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d_0 - \Delta d}$

- $C_2 = \frac{\varepsilon_0 S}{d_0 + \Delta d}$
- $U_o = \frac{\Delta d}{d_0} \cdot \frac{U}{2}$

★运算放大器式电路

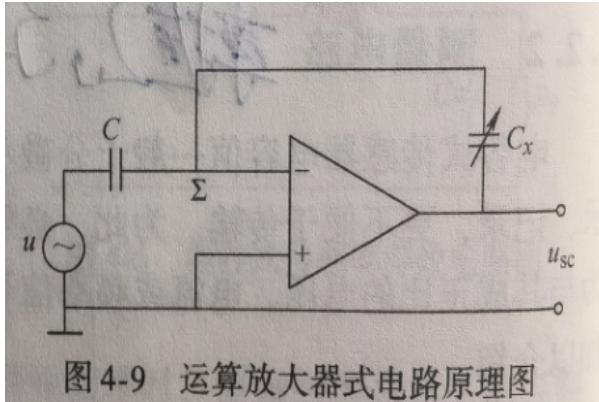


图 4-9 运算放大器式电路原理图

公式: $u_{sc} = -\frac{1/j\omega C_x}{1/j\omega C} u = -\frac{C}{C_x} u$

电容式传感器在无人装备中的应用

基础知识

差动电容

差动电容:他们的电容值会相互影响，具体体现为他们间的相对运动和相对位置的改变

即他们之间的变化可能是相对的