

3.5 本章小结

1. 电容式传感器基本工作原理： $C = \frac{\epsilon S}{\delta} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{\delta}$ 。

2. 电容式传感器的类型如下。

① 变极距型电容传感器：单只 $\frac{\Delta C}{C_0} \approx \frac{\Delta \delta}{\delta_0}$ ，差动 $\frac{\Delta C}{C_0} \approx 2 \frac{\Delta \delta}{\delta_0}$ 。

② 变面积型电容传感器：

a. 角位移式电容传感器， $C_\theta = \frac{\epsilon S(1-\theta/\pi)}{\delta} = C_0(1-\theta/\pi)$ ；

b. 平板直线位移式电容传感器， $C_x = \frac{\epsilon b(a-x)}{\delta} = C_0(1-x/a)$ ；

c. 同心圆筒形线位移电容式传感器， $C_x = \frac{2\pi\epsilon_0(L-x)}{\ln \frac{D_0}{D_1}} = C_0\left(1-\frac{x}{L}\right)$ 。

③ 变介电常数型电容传感器：

a. 单组式平板形厚度传感器， $C = \frac{ab}{(\delta-\delta_x)/\epsilon_0 + \delta_x/\epsilon}$ ；

b. 单组式平板形线位移传感器， $C = C_0 + C_0 \frac{x}{l} \cdot \frac{1-\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}}{\frac{d_1}{d_2} + \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}}$ ；

c. 圆筒式液位传感器， $C = \frac{2\pi\epsilon_0 h}{\ln(r_2/r_1)} + \frac{2\pi(\epsilon-\epsilon_0)hx}{\ln(r_2/r_1)} = A + Kh_x$ 。

3. 电容式传感器的测量电路：

① 交流电桥电路；

② 运算放大器电路；

③ 二极管双 T 形电路；

④ 差动脉冲宽度调制电路；

⑤ 调频电路等。

4. 电容式传感器的优点：①温度稳定性好；②结构简单，适应性强；③动态响应好；④可以实现非接触测量，具有平均效应。

5. 电容式传感器的缺点：①输出阻抗高，负载能力差；②寄生电容影响大；③输出特性非线性。

6. 减小或消除边缘效应的方法：①适当减小极间距，使电极直径或边长与间距比增大；②把电极做得极薄，使之与极间距相比减小；③在结构上增设等位环。

7. 减小或消除寄生电容的方法：①增加传感器原始电容值；②采用集成化技术；③“驱动电缆”技术；④运算放大器法；⑤整体屏蔽法。

习 题

1. 电容式传感器有哪些类型？说明各种类型的电容式传感器的工作原理。

2. 推导差动式变间隙型电容传感器的灵敏度和非线性误差，并与单一型传感器比较。

3. 电容式传感器有哪些常用的测量电路？

4. 能否使用直流电桥作为电容式传感器的测量电路?
5. 说明电容式传感器调频电路的工作原理及输出特性。
6. 为什么说运算放大器电路解决了单个变极距型电容传感器的非线性问题?
7. 说明脉冲宽度调制电路的工作原理和特点, 画出差动电容相等和不相等时的各点电压波形。
8. 说明双 T 形二极管交流电桥电路的工作原理。
9. 电容式传感器有哪些优、缺点?
10. 什么是电容式传感器的边缘效应? 减小或消除边缘效应的方法有哪些?
11. 电容式传感器中寄生电容产生的原因是什么? 减小或消除寄生电容常用的方法有哪些?
12. 何为“驱动电缆”技术? 为什么“驱动电缆”技术中对放大器的要求很高?
13. 为什么运算放大器法可大大减小电缆电容的影响?
14. 整体屏蔽法中为什么要把屏蔽层的接地点选择在两平衡电阻臂之间?
15. 有一变极距型电容传感器, 两极板的重合面积为 8cm^2 , 两极板间的距离为 1mm , 已知空气的相对介电常数为 1.0006 , 试计算该传感器的位移灵敏度。
16. 一电容测微仪, 其传感器的圆形极板半径 $r=4\text{mm}$, 工作初始间隙 $\delta=0.3\text{mm}$, 问:
 - ① 工作时, 如果传感器与工作的间隙变化量 $\Delta\delta=\pm 1\mu\text{m}$, 电容变化量是多少?
 - ② 如果测量电路的灵敏度 $S_1=100\text{mV/pF}$, 读数仪表的灵敏度 $S_2=5\text{div(格)}/\text{mV}$, 在 $\Delta\delta=\pm 1\mu\text{m}$ 时, 读数仪表的指示值变化多少格?
17. 根据图 3-30 说明电容式液位传感器的测量原理。

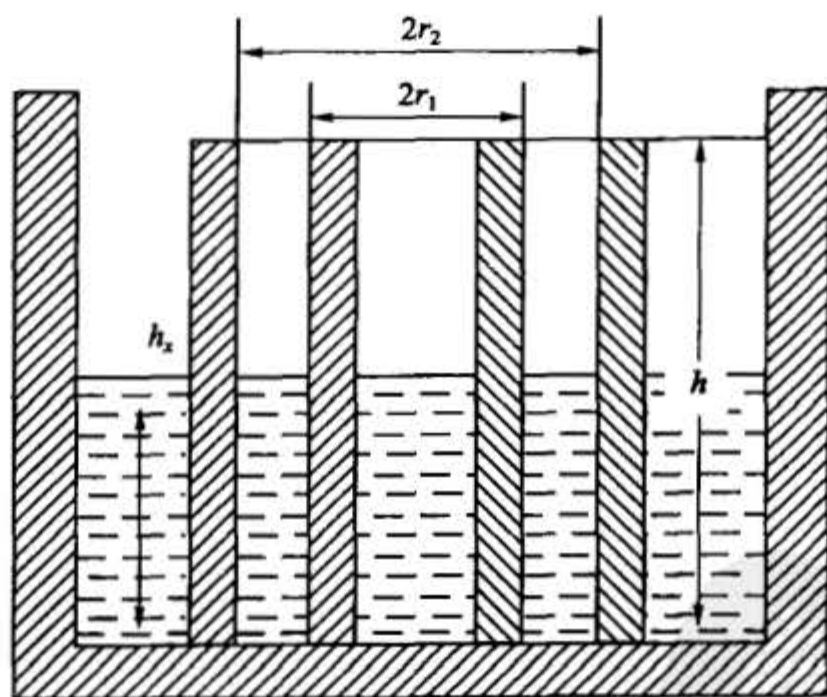


图 3-30 电容式液位传感器

18. 试设计差动电容式金属钢板厚度测量方案, 并简述其工作原理。