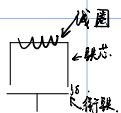


单磁路自感式电感传感器



衔铁运动 $\rightarrow \delta$ (气隙长度) 变化 $\rightarrow L$ 变化
线圈匝数 N
电流 I
磁通 $\Phi = \frac{NI}{R_m}$ (磁阻)
磁通 $\Phi = \frac{W}{R_m}$ (磁阻)

$$L = \frac{W^2}{R_m} \quad R_m = R_F + R_\delta$$

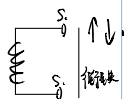
铁芯长 L_1 毫米 L_2 $R_F = \frac{L_1}{\mu S_1} + \frac{L_2}{\mu S_2}$

空气隙 $R_\delta = \frac{2\delta}{\mu_0 S_0}$
空气磁导 μ_0
截面积 S_0

R_F 很小 $R_\delta \approx R_m$

$$L \approx \frac{W^2}{R_\delta} = \frac{\mu_0 S_0 W^2}{2\delta}$$

① S_0 不变 变气隙式
② δ 不变 变截面积式



气隙δ引起的L变化

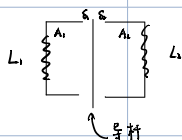
$$L = L_0 + \Delta L = \frac{L_0}{1 - \frac{\Delta \delta}{\delta_0}} \quad \text{当 } \frac{\Delta \delta}{\delta_0} \ll 1$$

$$\frac{\Delta L}{L_0} = \frac{\Delta \delta}{\delta_0} + \dots \text{高次项略去}$$

$$\Delta L = \frac{L_0}{\delta_0} \Delta \delta \quad \text{灵敏度 } \frac{\Delta L/L}{\Delta \delta} = \frac{1}{\delta_0}$$

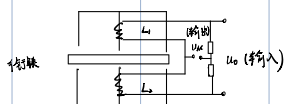
测量范围越广, 线性度、灵敏度越低, 小位移比较精确. $\frac{\Delta \delta}{\delta_0} = 0.1 \sim 0.2$

自感式差动传感器



L_1, L_2 会随导杆移动而改变.
消除温度、电源的影响, 减小非线性.
增加灵敏度.

变气隙型差动式自感传感器



$$L_1 = \frac{\mu_0 S W^2}{2(\delta + \Delta \delta)} \quad L_2 = \frac{\mu_0 S W^2}{2(\delta - \Delta \delta)}$$

$$L_1 = L_0 \left(1 - \frac{\Delta \delta}{\delta} + \left(\frac{\Delta \delta}{\delta} \right)^2 - \dots \right)$$

$$L_2 = L_0 \left(1 + \frac{\Delta \delta}{\delta} + \left(\frac{\Delta \delta}{\delta} \right)^2 + \dots \right)$$

$$\Delta L_x = L_2 - L_1 = 2L_0 \left(\frac{\Delta \delta}{\delta} + \dots \right)$$

$$\frac{\Delta L}{L_0} = 2 \frac{\Delta \delta}{\delta_0}, \quad k = \frac{2}{\delta_0}, \text{灵敏度} \times 2.$$

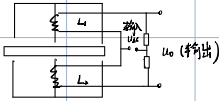
差动式 优点

线性好.

灵敏度 $\times 2$.

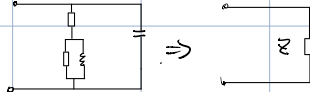
抵消 电源波动, 温度变化 等外界干扰

电磁吸力对测力的变化, 减小.



电桥

实际情况下, 电感不是纯电感, 有
线圈 端流损耗电阻 R_c , 磁芯 端流损耗电阻 R_c
电路 接入引起附加电容 C .



选初始. $Z_{10} = R_c + j\omega L_0$

$Z_{20} = R_c + j\omega L_0$

$R_1 = R_2 = R, \quad L_1 = L_2 = L_0$

$$U_o = \frac{U_{ac}}{2} \frac{\Delta Z}{Z} = \frac{U_{ac}}{2} \frac{\Delta R_c + j\omega \Delta L}{R_s + j\omega L_0}$$

当 $\frac{\omega L}{R_s} = Q$ (品质因素) 很大, 忽略 ΔR_s , 并且 $\Delta L = 2L_0 \frac{\Delta \delta}{\delta_0}$

$$U_o = U_{ac} \cdot \frac{\Delta \delta}{\delta_0}$$

$\Delta \delta$ 正与负导致 U_o 相位差 180° :