

变气隙型自感传感器灵敏度高,它的主要缺点是非线性严重,为了限制线性误差,示值范围只能较小;它的自由行程小,因为衔铁在运动方向上受铁芯限制,制造装配困难。变截面型自感传感器灵敏度较低,变截面型的优点是具有较好的线性,因而,范围可取大些。螺管型自感传感器的灵敏度比截面型的更低,但示值范围大,线性也较好,得到广泛应用。

### 3.1.4 自感式传感器的测量电路

#### 1. 交流电桥式测量电路

图 3-4 所示为交流电桥测量电路,把传感器的两个线圈作为电桥的两个桥臂  $Z_1$  和  $Z_2$ ,另外二个相邻的桥臂用纯电阻代替。在起始位置时,衔铁处于中间位置,两边的气隙相等,两只线圈的电感量相等,电桥处于平衡状态,电桥的输出电压  $U_o = 0$ 。

当衔铁偏离中间位置向上或向下移动时,两边气隙不等,两只电感线圈的电感量一增一减,电桥失去平衡。电桥输出电压的幅值大小与衔铁移动量的大小成比例,其相位则与衔铁移动方向有关。假定向上移动时输出电压的相位为正,而向下移动时相位将反向  $180^\circ$  为负。因此,如果测量出电压的大小和相位,就能决定衔铁位移量的大小和方向。对于高  $Q$  值 ( $Q = \omega L/R$ ) 的差动式电感传感器,其输出电压为

$$\dot{U}_o = \frac{\dot{U}_{AC}}{2} \frac{\Delta Z_1}{Z_1} = \frac{\dot{U}_{AC}}{2} \frac{j\omega \Delta L}{R_0 + j\omega L_0} \approx \frac{\dot{U}_{AC}}{2} \frac{\Delta L}{L_0} \quad (3-22)$$

式中:  $L_0$  为衔铁在中间位置时单个线圈的电感;  $\Delta L$  为单线圈电感的变化量。

将  $\Delta L = L_0(\Delta\delta/\delta_0)$  代入式(3-22)得

$$\dot{U}_o = \frac{\dot{U}_{AC}}{2} \frac{\Delta\delta}{\delta_0} \quad (3-23)$$

可见电桥输出电压与  $\Delta\delta$  有关。

#### 2. 变压器式交流电桥

变压器式交流电桥测量电路如图 3-5 所示,电桥两臂  $Z_1$ 、 $Z_2$  为传感器线圈阻抗,另外两桥臂为交流变压器次级线圈的  $1/2$  阻抗。当负载阻抗无穷大时,桥路输出电压为

$$\dot{U}_o = \frac{Z_1 \dot{U}}{Z_1 + Z_2} - \frac{\dot{U}}{2} = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \frac{\dot{U}}{2} \quad (3-24)$$

当传感器的衔铁处于中间位置,即  $Z_1 = Z_2 = Z$  时,有  $\dot{U}_o = 0$ ,电桥平衡。

当传感器衔铁上移时,即  $Z_1 = Z + \Delta Z$ 、 $Z_2 = Z - \Delta Z$ ,此时

$$\dot{U}_o = \frac{\dot{U}}{2} \frac{\Delta Z}{Z} = \frac{\dot{U}}{2} \frac{\Delta L}{L} \quad (3-25)$$

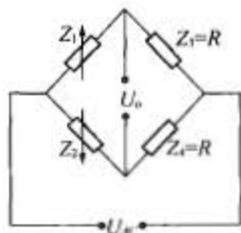


图 3-4 交流电桥测量电路

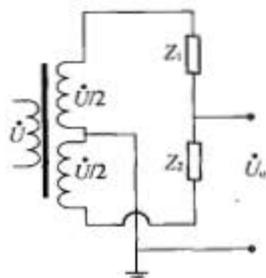


图 3-5 变压器式交流电桥

当传感器衔铁下移时,则  $Z_1 = Z - \Delta Z$ ,  $Z_2 = Z + \Delta Z$ , 此时

$$\dot{U}_o = -\frac{\dot{U}}{2} \frac{\Delta Z}{Z} = -\frac{\dot{U}}{2} \frac{\Delta L}{L} \quad (3-26)$$

从式(3-25)及式(3-26)可知,衔铁上下移动相同距离时,输出电压的大小相等,但方向相反,由于  $U_o$  是交流电压,输出指示无法判断位移方向,必须配合相敏检波电路来解决。

### 3. 谐振式测量电路

谐振式测量电路有谐振式调幅电路,如图 3-6 所示;也有谐振式调频电路,如图 3-7 所示。

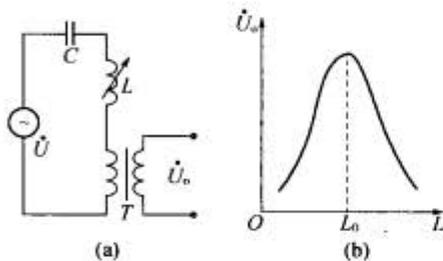


图 3-6 谐振式调幅电路

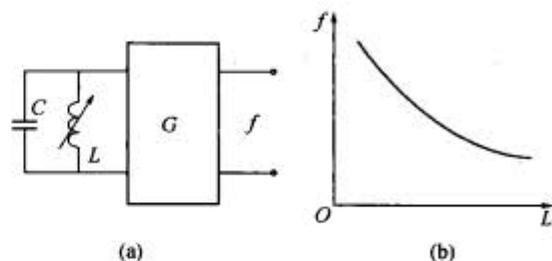


图 3-7 谐振式调频电路

在调幅电路中,传感器电感  $L$  与电容  $C$  及变压器原边串联在一起,接入交流电源变压器副边,将有电压  $U_o$  输出,输出电压的频率与电源频率相同,而幅值随着电感  $L$  而变化,图 3-6(b)为输出电压  $U_o$  与电感  $L$  的关系曲线,其中  $L_0$  为谐振点的电感值,此电路灵敏度很高,但线性差,适用于线性要求不高的场合。

调频电路的基本原理是传感器电感  $L$  变化将引起输出信号频率的变化,一般是把传感器电感  $L$  和电容  $C$  接入一个振荡回路中,其振荡频率  $f = 1/2\pi\sqrt{LC}$ 。当  $L$  变化时振荡频率随之变化,根据  $f$  的大小即可测出被测量的值。图 3-7(b)表示  $f$  与  $L$  的特性,它具有明显的非线性关系。

#### 3.1.5 自感式传感器的应用

图 3-8 所示是变气隙电感式压力传感器的结构图,由膜盒、铁芯、衔铁及线圈等组成,衔铁与膜盒的上端连在一起。

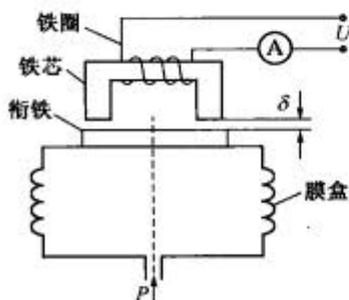


图 3-8 变气隙电感式压力传感器

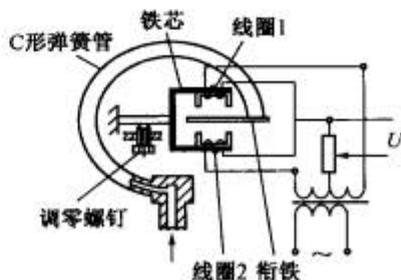


图 3-9 变气隙式差动电感压力传感器