

3.4 电容式传感器的应用

电子技术的发展,解决了电容式传感器存在的许多技术问题,使电容式传感器不但广泛应用于精确测量位移、厚度、角度、振动等物理量,还应用于测量力、压力、差压、流量、成分、液位等参数,在自动检测与控制系统中也常常用来作为位置信号发生器。

例 3-2 电容式压差传感器

图 3-24 所示是一种差动式电容压差传感器的结构原理图。电容式传感器的动极板是加有预张力的不锈钢膜片,作为传感器的弹性敏感元件。传感器的两个定极板由凹形玻璃基片上镀有金属层的极板构成。

当被测压力通过多孔金属过滤器进入空腔时,由于弹性膜片两侧的压力差,膜片凹向压力小的一侧,产生位移,从而使一个电容的电容量增大,另一个减小。这种传感器的灵敏度和分辨率都很高,灵敏度取决于初始间隙 δ_0 , δ_0 越小灵敏度越高。过载时,膜片受到凹曲的玻璃表面的保护,而不至发生破裂。该传感器可以测量 $0 \sim 0.75\text{Pa}$ 的微小压差,其动态

响应主要取决于弹性膜片的固有频率。该传感器可与差动脉冲宽度调制电路构成压力测量系统。

图 3-25 所示是单只变极距型电容压力传感器的结构原理图, 主要用来测量气体或液体压力。流体或气体的压力 p 作用于弹性膜片 (动极板), 使弹性膜片产生位移, 位移导致电容量发生变化。

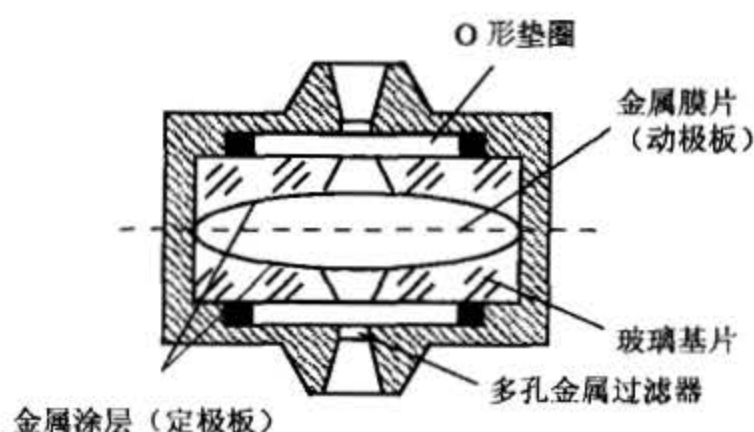


图 3-24 差动式电容压差传感器

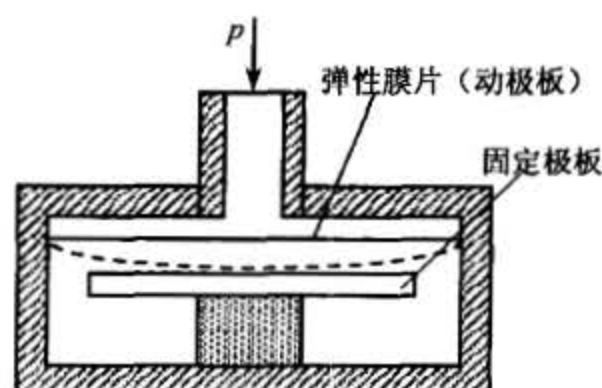


图 3-25 单只变极距型电容压力传感器

例 3-3 电容式称重传感器

电容式称重传感器的结构形式很多, 基本原理都是利用弹性敏感元件受压后变形, 引起电容随外加质量的变化而变化。

图 3-26 所示的电容式称重传感器中, 扁环形弹性元件内腔上、下两平面分别固定电容式称重传感器的定极板和动极板, 称重时, 弹性元件受力变形, 使动极板发生位移, 导致传感器电容量变化。配接调频式电路, 就会引起振荡器的振荡频率变化, 频率信号经计数、编码, 传输到显示部分。

图 3-27 所示的电容式称重传感器, 是在弹性钢体上高度相同处打一排孔, 在孔内形成一排平行的平板电容, 当称重时, 钢体上端面受力, 圆孔变形, 每个孔中的电容极板间隙变小, 其电容相应增大。由于在电路上各电容是并联的, 因而输出反映的结果是平均作用力的变化, 测量误差大大减小 (误差平均效应)。

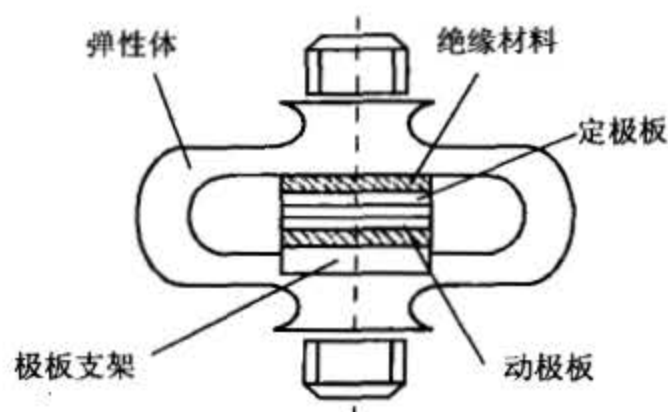


图 3-26 电容式称重传感器 (一)

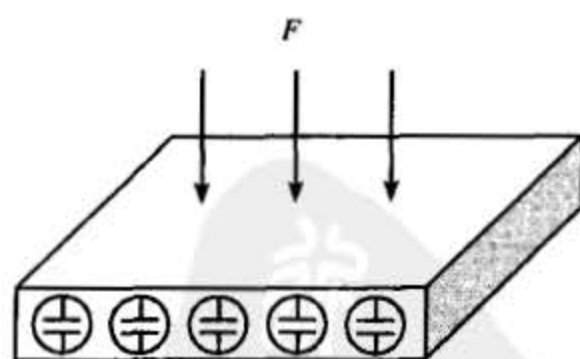


图 3-27 电容式称重传感器 (二)

例 3-4 电容式加速度传感器

图 3-28 所示为差动式电容加速度传感器的结构原理图。它有两个固定电极——定极板 1 和定极板 2。两极板间有一个用弹簧支撑的质量块 m , 质量块的两端面经抛光后作为动极板, 当传感器测量竖直方向的振动时, 由于 m 的惯性作用, 其相对固定电极产生位移, 两个差动电容器 C_1 和 C_2 的电容量发生相应的变化, 其中一个增大, 另一个减小。

例 3-5 电容式料位和液位传感器

图 3-29 是电容式料位传感器的结构示意图。该装置可用来测量块状、颗粒状及粉料等非导电固体的料位情况。测定电极安装在金属储罐的顶部，储罐的罐壁和测定电极之间形成了一个电容器。

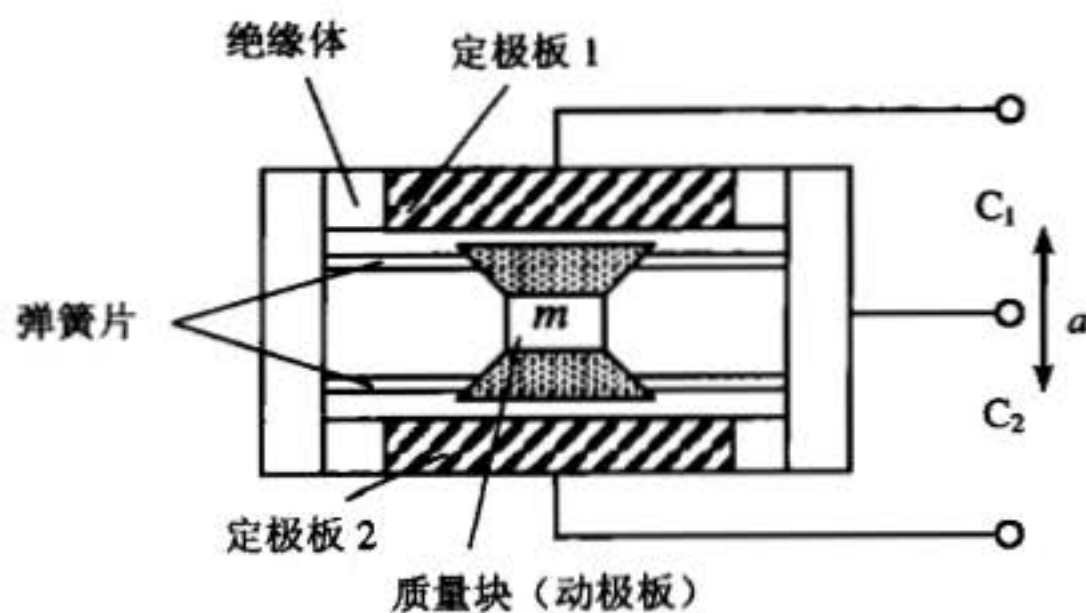


图 3-28 电容式加速度传感器

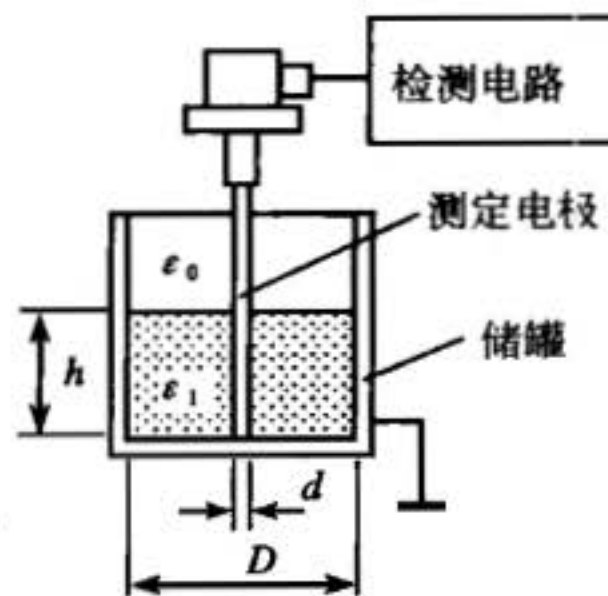


图 3-29 电容式料位传感器结构图

当罐内放入被测物料时，由于被测物料介电常数的影响，传感器的电容量将发生变化，电容量变化的大小与被测物料在罐内的高度有关，且成比例变化。检测出这种电容量的变化就可测定物料在罐内的高度。

图 3-29 中电容随料位高度 h 变化的关系为

$$C = \frac{k(\epsilon_1 - \epsilon_0)h}{\ln \frac{D}{d}} \quad (3-33)$$

式中： k 为比例常数；

D 为储罐的内径；

d 为测定电极的直径；

h 为被测物料的高度；

ϵ_0 为空气的相对介电常数；

ϵ_1 为被测物料的相对介电常数。

由 (3-33) 式可以看出，两种介质的介电常数差别越大、 D 与 d 相差越小，传感器的灵敏度越高。

若要测量导电固体的料位或导电液体的液位，可在测定电极外套以绝缘套管，当测定电极浸入导电固体或导电液体时，测定电极芯以绝缘层为介质与周围的导电固体或导电液体形成圆柱形电容器。该装置可用来连续测量水池、水塔、水井、江河湖海等各种导电液体的水位或液位及各种导电固体的料位。