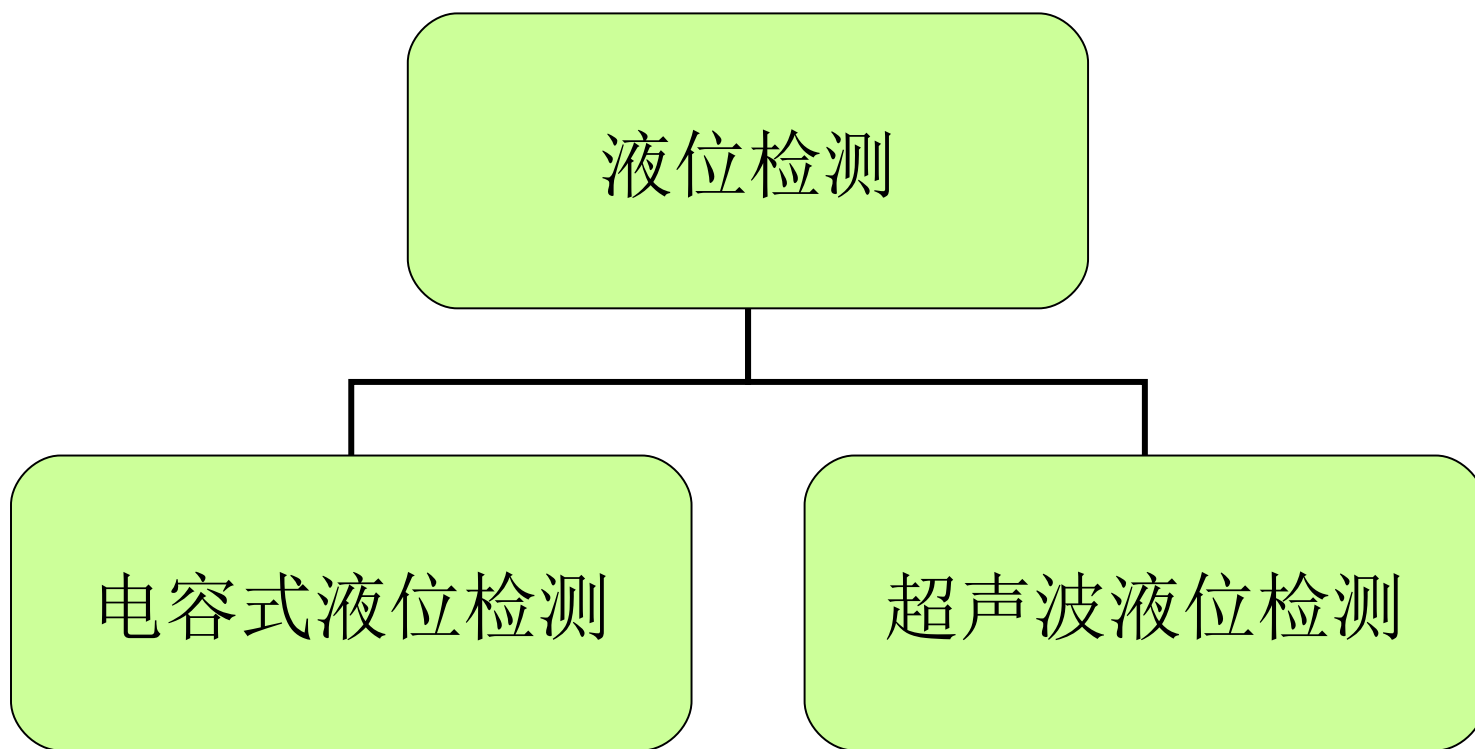


模块五 液位检测

学习目标

- ❑ **掌握常用液位检测方法**
- ❑ **熟悉常用液位检测元件的工作原理及外形接线**
- ❑ **了解液位传感器在相关领域的应用**

模块五 液位检测



问题思考： 如何避免车被淹 ? 如何探测水深



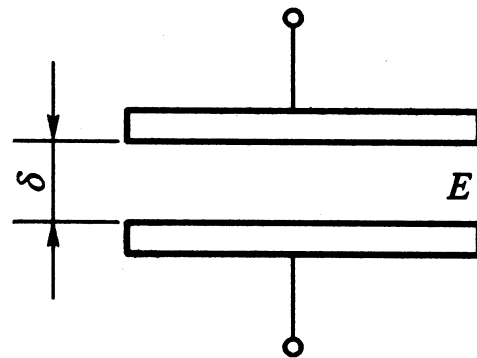
课题一 电容式传感器测液位

一、基础知识

1、工作原理

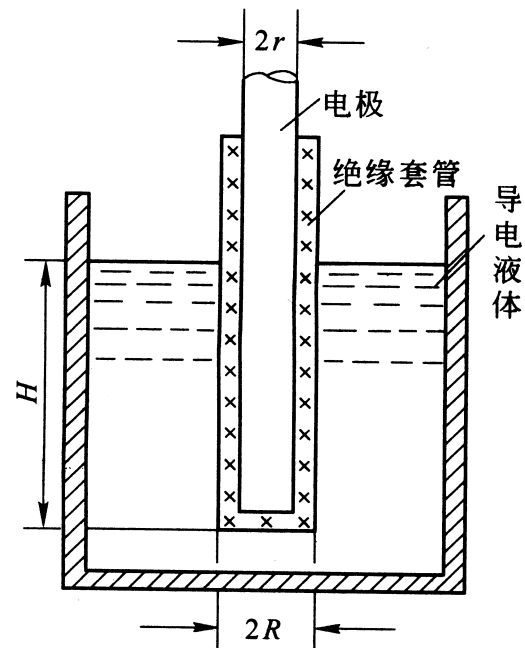
电容式传感器类似平行板电容器。由物理学可知，由两平行极板所组成的电容器，其电容量为

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon A}{\delta}$$



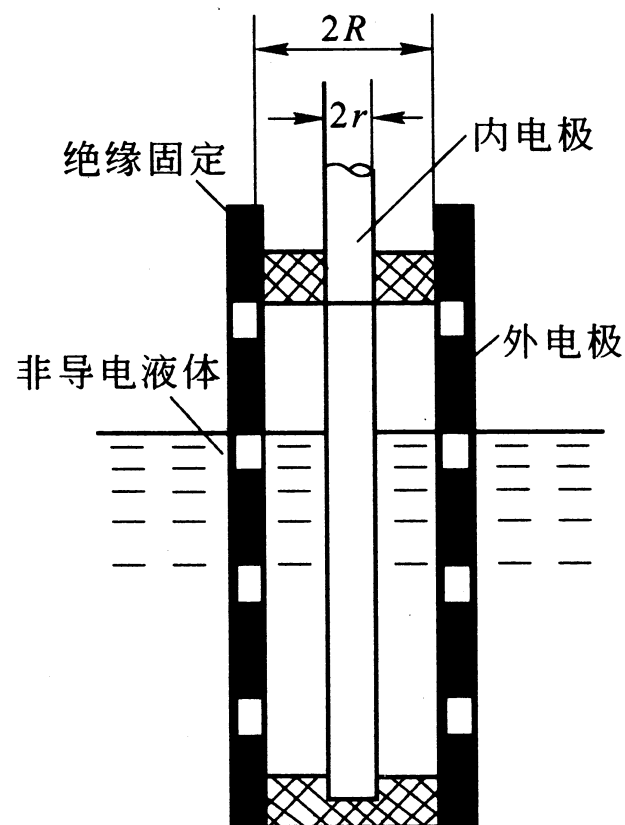
(1) 测量导电液体的电容液位传感器

在液体中插入一根带绝缘套的电极，由于液体是导电的，容器和液体可看作电容器的一个电极，插入的金属电极作为另一个电极，绝缘套管为中间介质，三者组成圆筒电容器。



(2) 测量非导电液体的电容液位传感器

电极浸没的长度与电容量的变化量成正比关系，因此测出电容增量的数值便可知道液位的高度。



2、测量转换电路

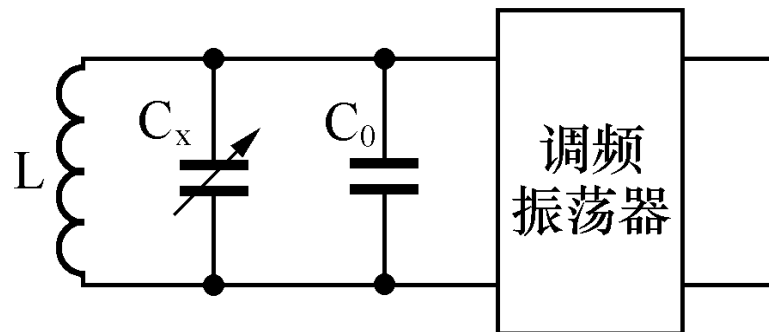
电容传感器将被测量转换为电容变化后，必须采用测量电路将其转换为电压、电流或频率信号。

- (1) 交流电桥电路
- (2) 调频电路
- (3) 运算放大器电路

（1）交流电桥电路的主要特点：

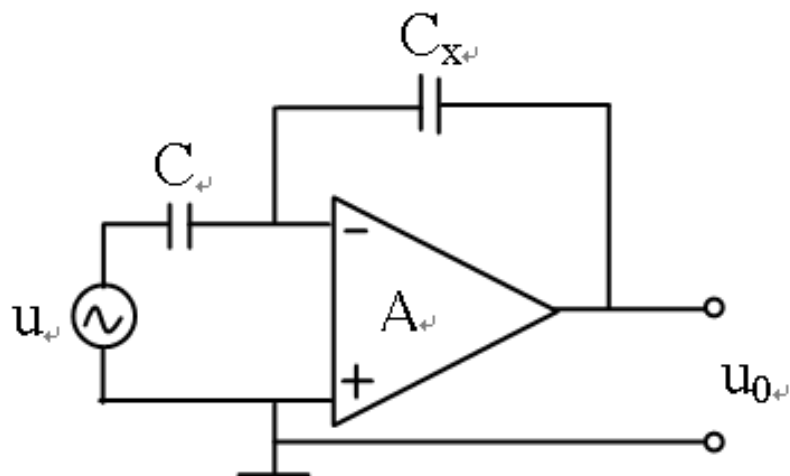
- ① 必须接成差动形式使用；
- ② 电桥的交流激励源的幅值和频率要稳定；
- ③ 要求后续电路输入阻抗无限大。

(2) 调频电路



$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

(3) 运算放大器电路



反相放大电路

反馈元件是传感器电容 C_x

C 是固定电容

电源电压 u

将 $C_x = \varepsilon S / \delta$

$$u_0 = -\frac{uC}{\varepsilon S} \delta$$

输出电压与电容极板间距成线性关系，从原理上保证了变极距型电容传感器的线性。

影响电容式传感器精度的因素 及提高精度的措施

电容传感器的特点

优点：

- 1、温度稳定性好：自身发热极小，电容值与电极材料无关，有利于选择温度系数低材料。
如电极的支架选用陶瓷材料，电极材料选用铁镍合金，近年来又采用在陶瓷或石英上进行喷镀金或银的工艺。
- 2、结构简单，适应性强：可以做得非常小巧。能在高温，低温，强辐射，强磁场等恶劣环境中工作。
- 3、动态响应好：可动部分可以做的很轻，很薄，固有频率能做的很高。动态响应好。可测量振动、瞬时压力等。
- 4、可以实现非接触测量，具有平均效应：非接触测量回转工件的偏心、振动等参数时，由于电容具有平均效应，可以减小表面粗糙度对测量的影响。
- 5、耗能低

缺点：

- 1、输出阻抗高，负载能力差：电容值一般为几十到几百皮法，输出阻抗很大，易受外界的干扰，对绝缘部分的要求较高（几十兆欧以上）。
- 2、寄生电容影响大：由于电容传感器起的初始电容值一般较小，而连接传感器的引线电缆电容（1~2m 导线可达到 800pF），电子线路杂散电容以及周围导体的“寄生电容”却较大。这些电容一般是随机变化的，将使仪器工作不稳定，影响测量精度。因此，在设计和制作时要采取必要的有效的措施减小寄生电容的影响。

一、温度对电容式传感器的影响

➤ 环境温度的改变将引起电容式变换器各零件几何尺寸的改变，从而导致电容极板间隙或面积发生改变，**产生附加电容变化**。这一点对于空间隙电容式传感器来说更显重要，因为初始间隙都很小，约几十微米至几百微米之间。温度变化使各零件尺寸变化，可能导致对本来就很小的间隙产生很大的相对变化，从而**引起很大的特性温度误差**。

为减小这种误差

- ① 一般尽量选取温度系数小和温度系数稳定的材料。如绝缘材料采用石英、陶瓷等，金属材料选用低膨胀系数的镍铁合金。或极板直接在陶瓷、石英等绝缘材料上蒸镀一层金属膜来代替。
- ② 采用差动对称结构，并在测量线路中对温度误差加以补偿。

➤ 温度变化对介质介电常数的影响

使传感器电容改变，带来温度误差。
温度对介电常数的影响随介质不同而异。

这种温度误差可用后接的测量线路进行一定的补偿，而完全消除是困难的。

二、漏电阻的影响（绝缘性能）

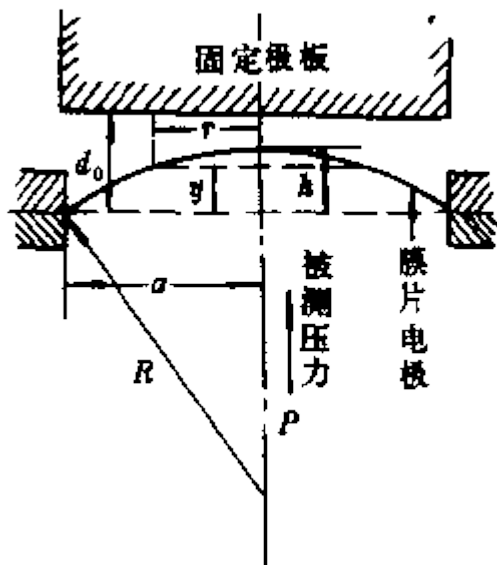
电容变换器的容抗都很高，特别是在激励电压频率较低时，在与测量线路配接时，当两极板间总的漏电阻若与容抗相近，就必须考虑分路作用对系统总灵敏度的影响。

这主要是采用高质量的绝缘材料及采用合理的结构加以解决。

三、防止和减小外界干扰

- 注意传感器的接地和屏蔽
- 增加原始电容值，降低容抗
- 导线分布合理
- 尽可能一点接地
- 尽量采用差动式电容传感器

电容式压力传感器



工作原理

将测量膜片与电容极板之间的电容差经振荡器振荡、调制解调、放大器放大、电压电流转换成标准信号。

用 途

用于气体、液体、蒸气压力的测量

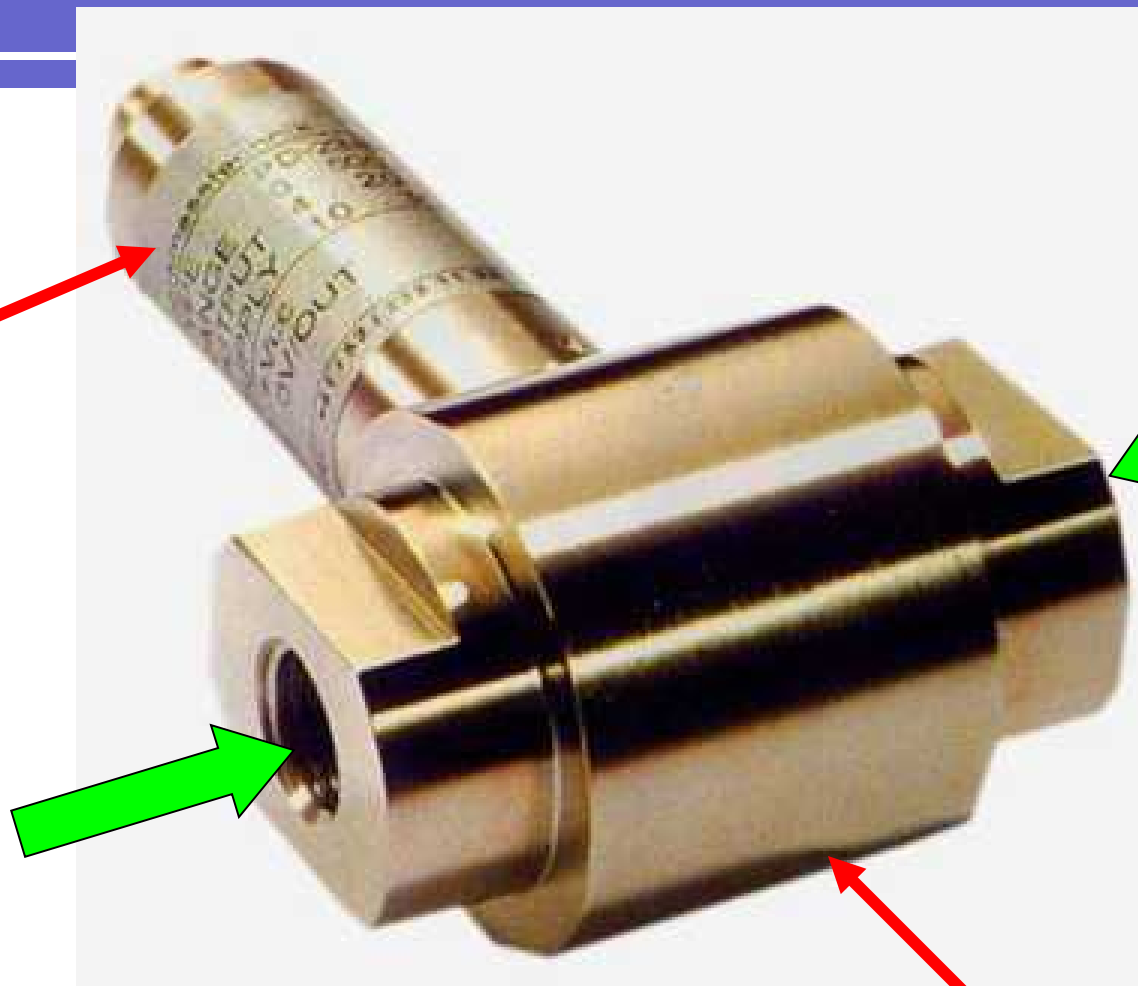
电容式差压变送器

电子线路位置

低压侧
进气口

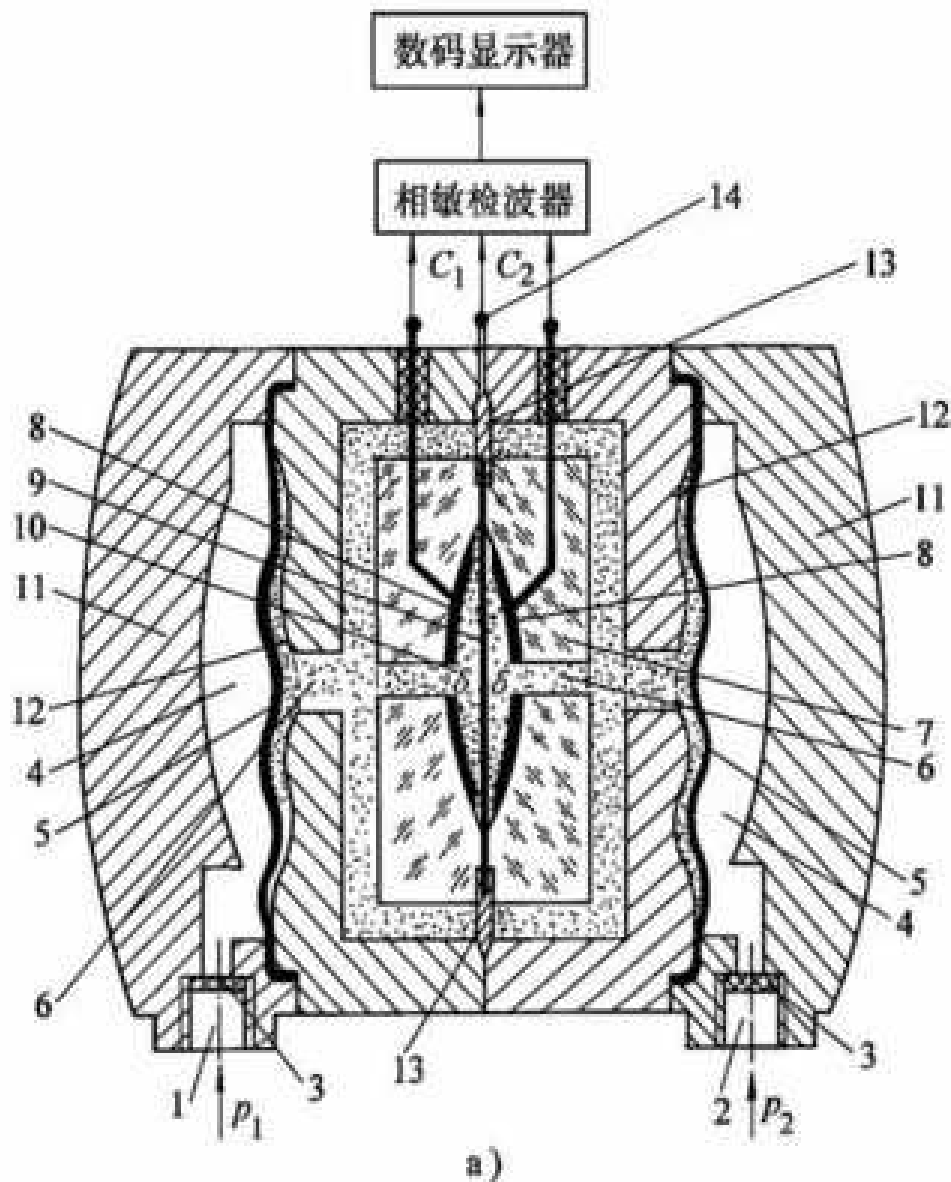
高压侧
进气口

内部不锈钢膜片的位置



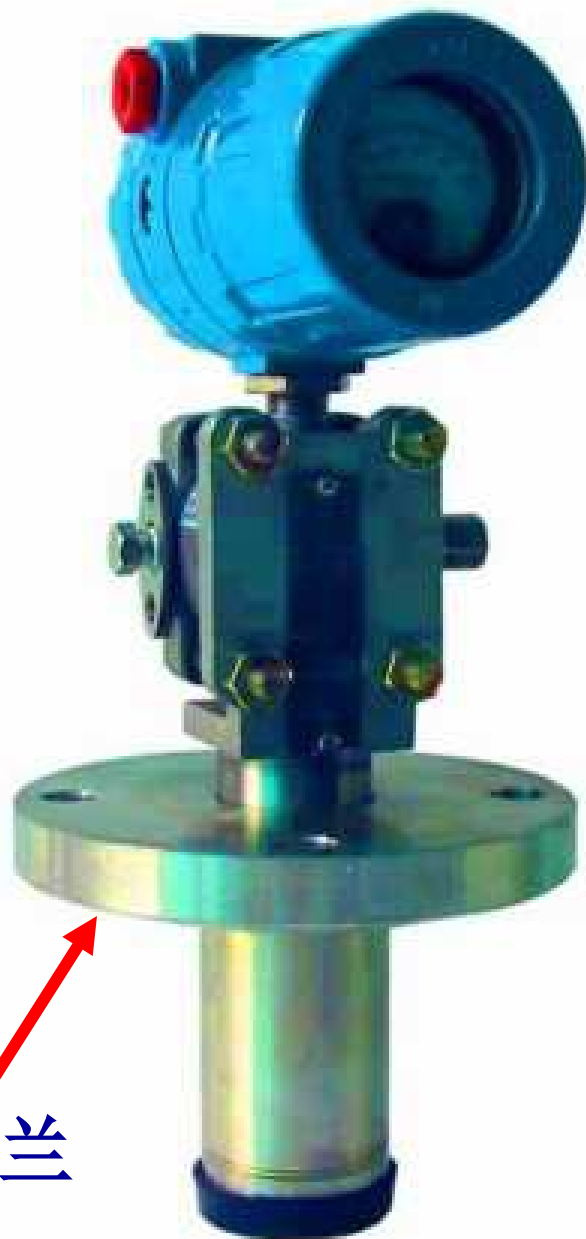
电容式差压变送器内部结构

- 1— 高压侧进气口
- 2— 低压侧进气口
- 3— 过滤片
- 4— 空腔
- 5— 柔性不锈钢波纹隔离膜片
- 6— 导压硅油
- 7— 凹形玻璃圆片
- 8— 镀金凹形电极
- 9— 弹性平膜片
- 10— δ 腔



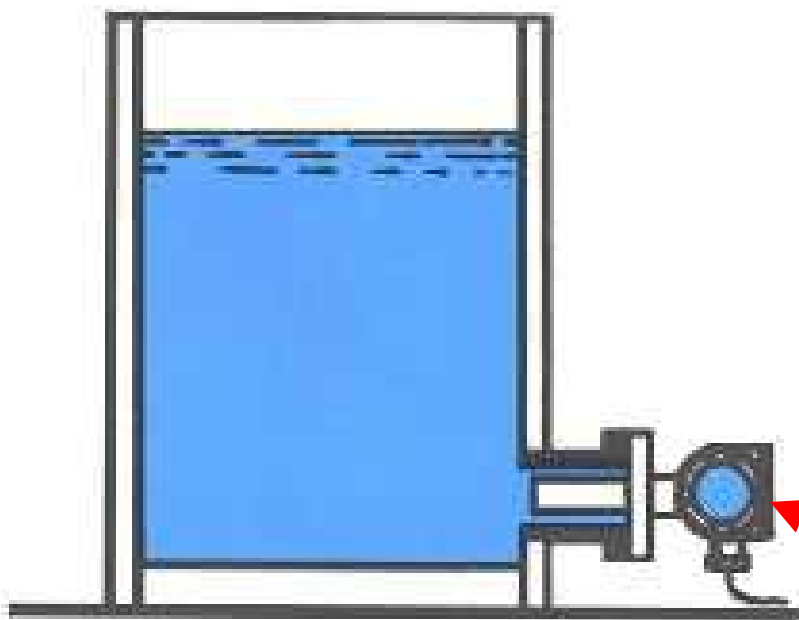
各种电容式差压变送器外形





法兰

利用电容差压变送器测量液体的液位



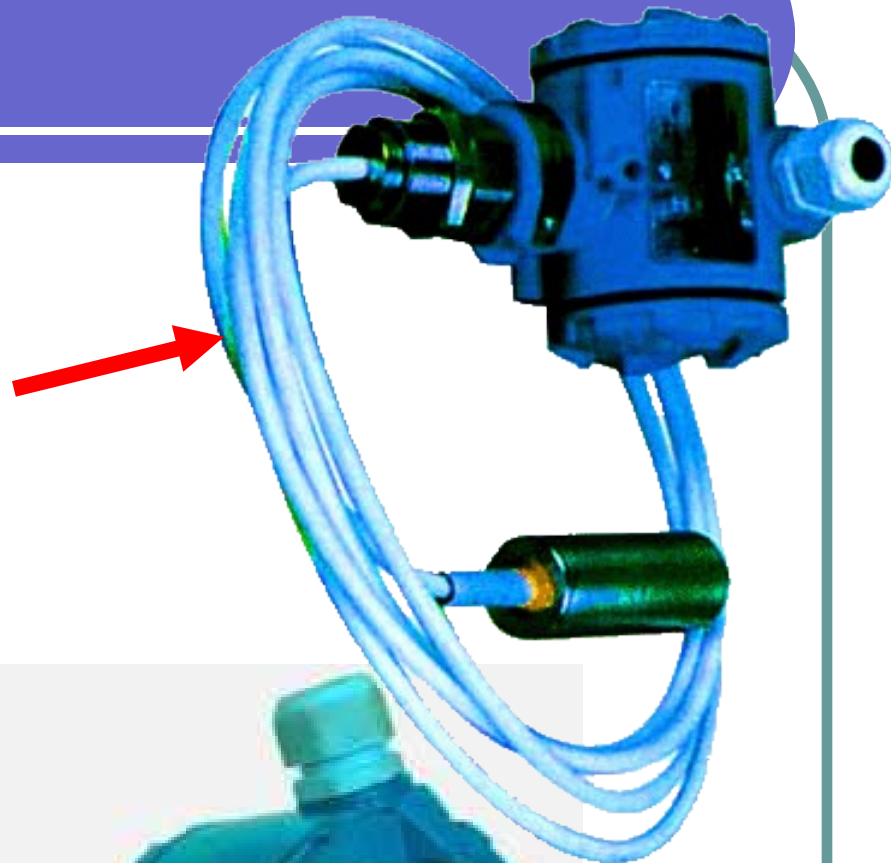
施加在高压侧腔体内的
压力与液位成正比
：

$$p = \rho g h$$

差压变送器

电容差压变送器用于 测量液体的液位

投入式水位计



六、电容式液位计

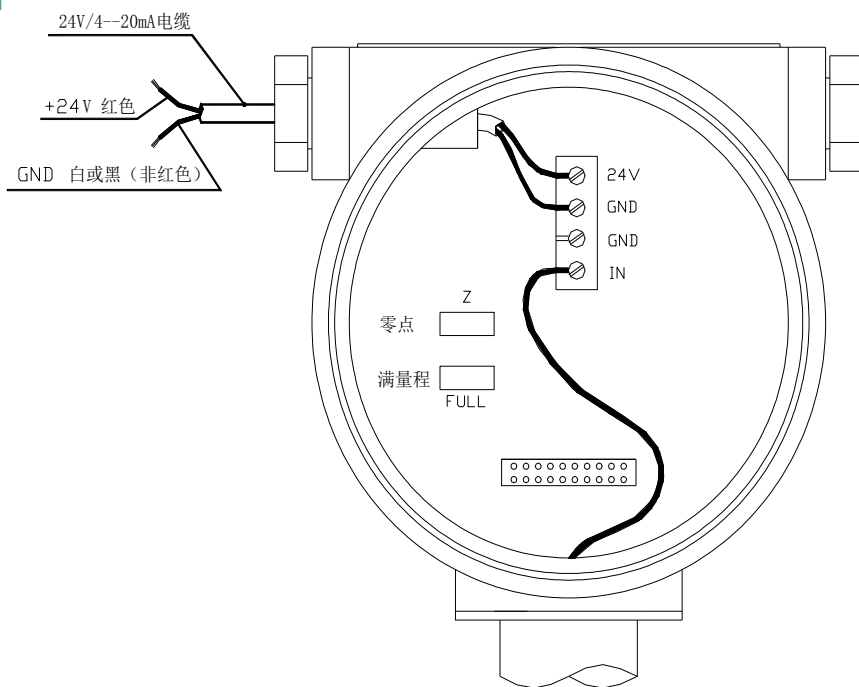
棒状电极（金属管）外面包裹聚四氟乙烯套管，当被测液体的液面上升时，引起棒状电极与导电液体之间的电容变大。



聚四氟乙烯外套

液位限位传感器与液位变送器的区别在于：它不给出模拟量，而是给出开关量。当液位到达设定值时，它输出低电平。但也可以选择输出为高电平的型号。

3、电容式液位变送器的外形结构及连接方式



电容式液位变送器电路接线及电位器位置示意图

电容液位变送器外形图

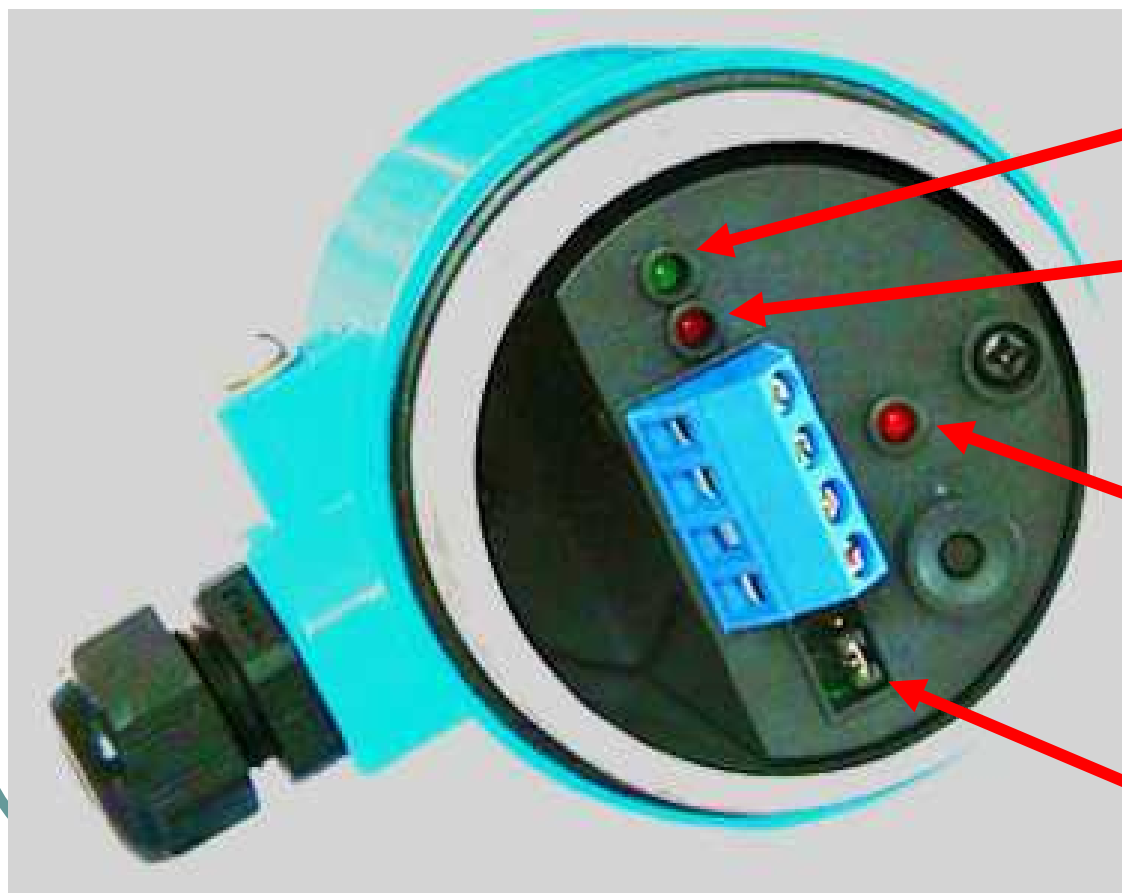
设定按钮

智能化液位传感器的设定方法十分简单：

用手指压住设定按钮，当液位达到设定值时，放开按钮，智能仪器就记住该设定。正常使用时，当水位高于该点后，即可发出报警信号和控制信号。



智能化液位限位传感器的设定按钮



正常工作指示灯

电源指示灯

超限灯

设定按钮

- (1) 电容式传感器的基本工作原理 ；
- (2) 电容式传感器的测量转换电路 ；
- (3) 一般电容式液位传感器的外特性及接线方式 。

作业