

检测原理

(Measurement & Instrumentation)

过程参数检测部分

彭黎辉 电话: 62773623

Email: lihuipeng@mail.tsinghua.edu.cn

物位测量

□基本概念

❖定义

❖液位、料位、界位（相界面）

□物位测量方法

❖直读式、静压式、浮力式、电气式（电容）、波动式（声学、射线、微波）、机械接触式（音叉）

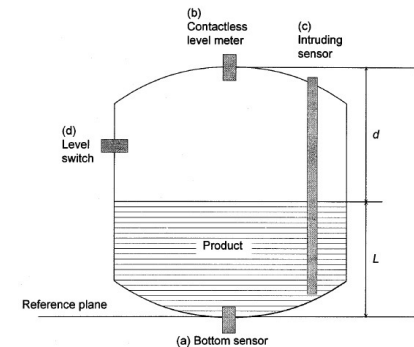
物位测量

□基本概念

容器中液体或固体物料的表面位置，对应不同物料性质分为液位（液体）、料位（固体）和界位（液—液或液—固相界面）。

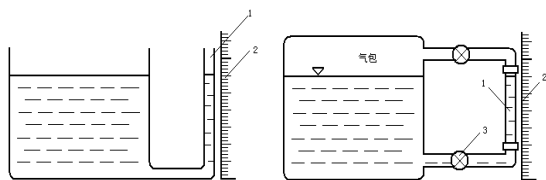
物位测量方法

□直读式、静压式、浮力式、电气式（电容）、波动式（声学、射线、微波）、机械接触式（音叉）



物位测量方法—直读式

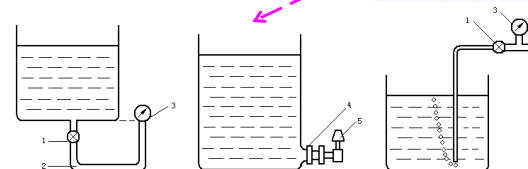
□直观、简单、但信号不易远传



物位测量方法—静压式

□测量原理：液体对容器底面产生的静压力与液位高度成正比，因此通过测容器中液体的压力即可测算出液位高度。

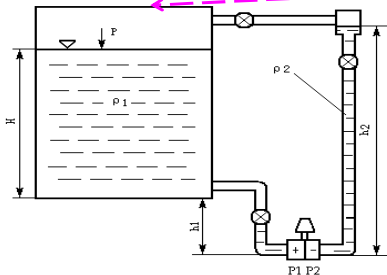
敞口容器



(a) 压力表式 (b) 法兰式液位变送器 (c) 吹气式液位计

物位测量方法—静压式

密闭容器



H——液位高度；
h1、h2——容器底面和工作液面距变送器高度；

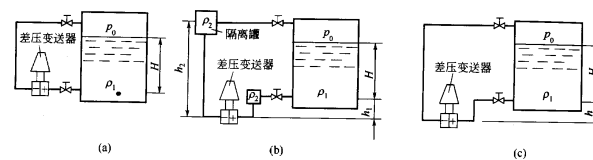
$$P_1 = \rho_1 g(H + h_1) + P$$

$$P_2 = \rho_2 g h_2 + P$$

$$\Delta P = P_1 - P_2 = \rho_1 g H + \rho_1 g h_1 - \rho_2 g h_2 = \rho_1 g H - Z_0$$

零点迁移

物位测量方法—静压式



(a)

$$p_+ = \rho_1 g H + p_0$$

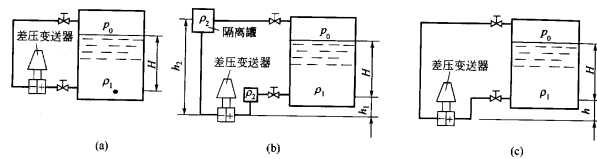
H——液位高度；

$$p_- = p_0$$

$$\Delta p = p_+ - p_- = \rho_1 g H$$

零点无迁移

物位测量方法—静压式



(b) $p_+ = \rho_1 g H + \rho_2 g h_1 + p_0$

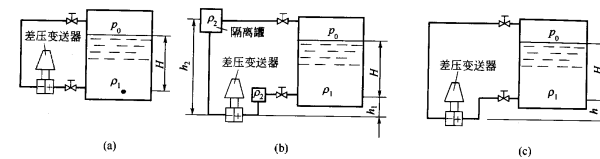
$p_- = \rho_2 g h_2 + p_0$

$\Delta p = p_+ - p_- = \rho_1 g H + \rho_2 g (h_1 - h_2)$

H——液位高度；
h₁、h₂——差压变送器
引压管中隔离液高度；
(液罐上方气体可凝)

零点负迁移

物位测量方法—静压式



(c) $p_+ = \rho_1 g H + \rho_1 g h + p_0$

$p_- = p_0$

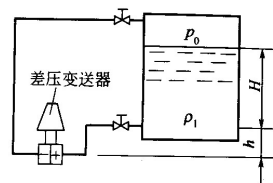
$\Delta p = p_+ - p_- = \rho_1 g H + \rho_1 g h$

H——液位高度；
差压变送器安装低于
液罐底部

零点正迁移

填空题 3分

下图所示为采用某种差压变送器测量罐内水位（范围0~10米）的安装方式，储液罐顶部为空气，储液罐中液体为水，差压变送器引压管中无隔离液，测量时需要打开引压管上的阀门，差压变送器出厂时按量程0~10米水柱标定（即压差为0时输出信号为4mA，压差为10米水柱时输出信号为20mA），已知h为2.5米，则液位H为5米时，差压变送器输出为 [填空1] mA，为了使差压变送器输出和被测液位相对应，需要进行零点 [填空2]（负，正）迁移，完成零点迁移后当H为2.5米时，差压变送器输出 [填空3] mA。



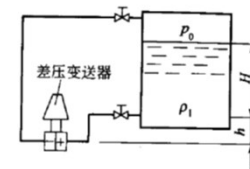
正常使用填空题需3.0以上版本雨课堂

作答

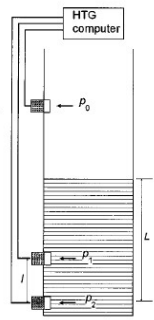
物位测量方法—静压式

思考题：

下图所示为采用某种差压变送器测量罐内水位（范围0~10米）的安装方式，储液罐顶部为空气，储液罐中液体为水，差压变送器引压管中无隔离液，测量时需要打开引压管上的阀门，差压变送器出厂时按量程0~10米水柱标定（即压差为0时输出信号为4mA，压差为10米水柱时输出信号为20mA），已知h为2.5米，则液位H为5米时，差压变送器输出 _____ mA，为了使差压变送器输出和被测液位相对应，需要进行零点 _____（负迁移，正迁移），完成零点迁移后当H为2.5米时，差压变送器输出 _____ mA。



物位测量方法—静压式



□思考题1：左图所示通过测量3个压力 p_0 、 p_1 、 p_2 来获得液位高度 L ，用于测量 p_1 、 p_2 的压力变送器间的距离 l 已知，试推导液位高度 L 的表达式，并说明采用此压力测量模式有何优点？

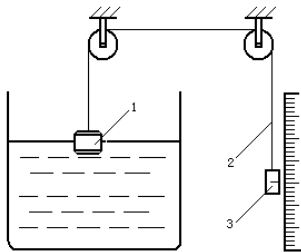
$$L = \frac{p_2 - p_0}{p_2 - p_1} l$$

物位测量方法—浮力式

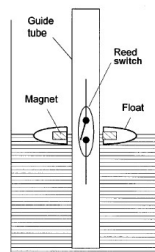
□测量原理：

浮力法测液位是依据力平衡原理，通常借助浮子一类的悬浮物，浮子做成空心刚体，使它在平衡时能够浮于液面。当液位高度发生变化时，浮子就会跟随液面上下移动。因此测出浮子的位移就可知液位变化量。浮子式液位计按浮子形状不同，可分为浮子式、浮筒式等等；按机构不同可分为钢带式、杠杆式等。

物位测量方法—浮力式

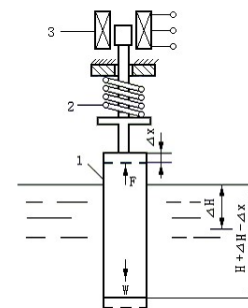


直读式浮子液位计



舌簧管式浮子液位计

物位测量方法—浮力式



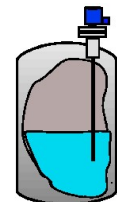
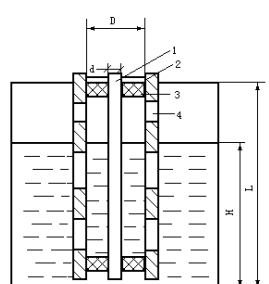
$$cx_0 = mg - A\rho gH$$

$$c(x_0 - \Delta x) = mg - A\rho g(H + \Delta H - \Delta x)$$

$$\Delta H = \left(1 + \frac{c}{A\rho g}\right) \Delta x$$

浮筒式液位计 1-浮筒；2-弹簧；3-差动变压器

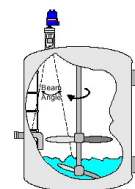
物位测量方法—电容式



$$C = \frac{2\pi\epsilon L}{\ln(D/d)}$$

1、2-内、外电极；3-绝缘套；4-流通孔。

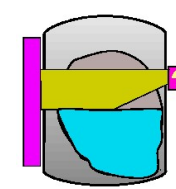
物位测量方法—波动式



超声式

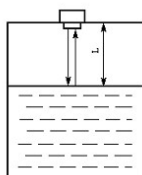


雷达式

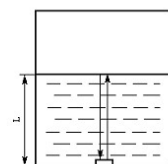


核辐射式

物位测量方法—超声式



气界式



液界式

$$L = \frac{1}{2} C \Delta t$$

声速

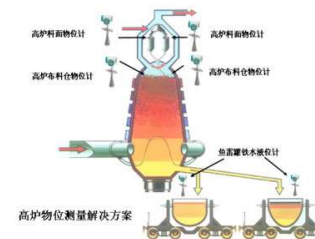
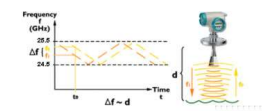
传播
距离

传播
时间

物位测量方法—雷达式

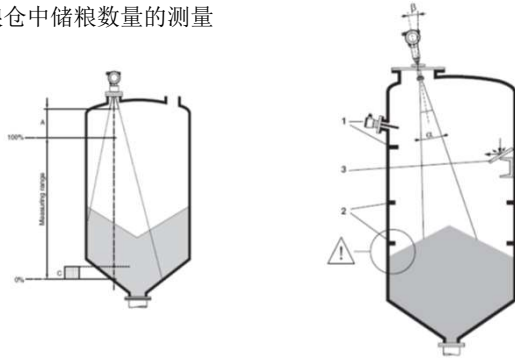


发射波和回波之间产生一个相位差，相位差通过傅立叶形成一个频谱，频谱与雷达物位计测量的距离呈一个线性的关系。



物位测量方法—雷达式

粮仓中储粮数量的测量



物位测量方法—3D Level Scanner

APM 3D Level Scanner

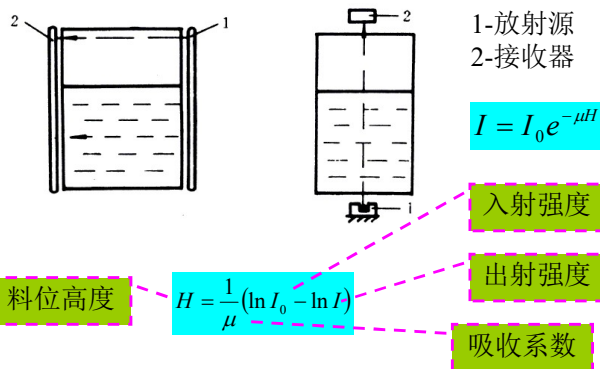
2008年，以色列APM公司推出了3D物位扫描仪3DLevelScanner

该系列产品不仅可以测量平均体积、平均料位，而且还可以测量最大最小料位，还可以形成料仓内部的立体图像；

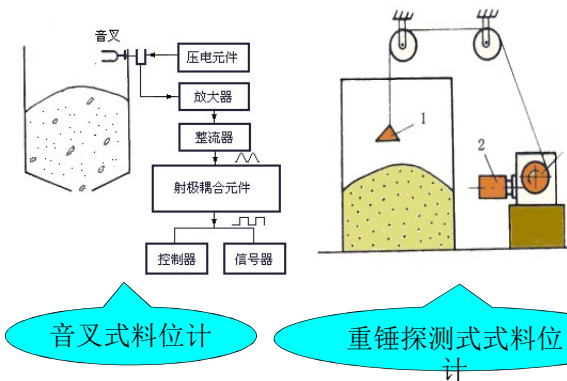
该产品由三个天线（antenna）构成的阵列发射低频（3-10kHz）脉冲，通过测量接受不同方向上回波的传播时间，从而测定物位的高低、体积和质量；



物位测量方法—辐射式



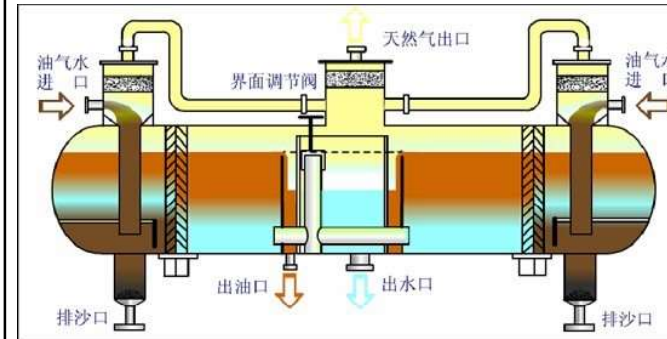
物位测量方法—机械式



物位测量方法—物位开关

分 类	示 意 图	与被测介质接触部
浮球式		浮球
电导式		电极
振动叉式		振动叉或杆
微波穿透式		非接触
核辐射式		非接触
运动阻尼式		运动板

物位测量方法—工业实例



物位测量方法—工业实例

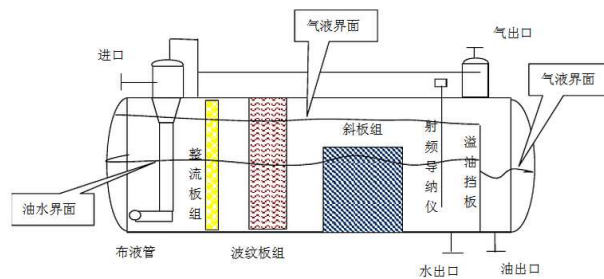
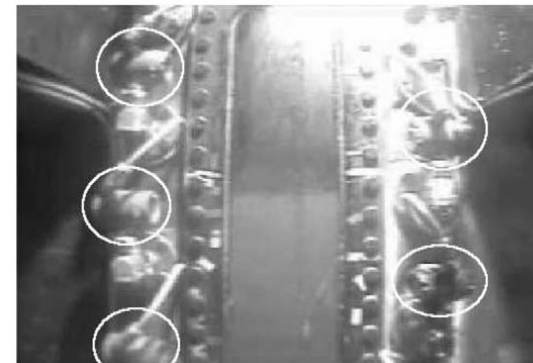
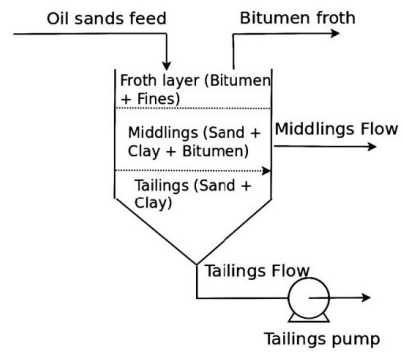


图 1 三相分离器结构示意图

物位测量方法—工业实例



物位测量方法—工业实例



物位测量方法—工业实例

