

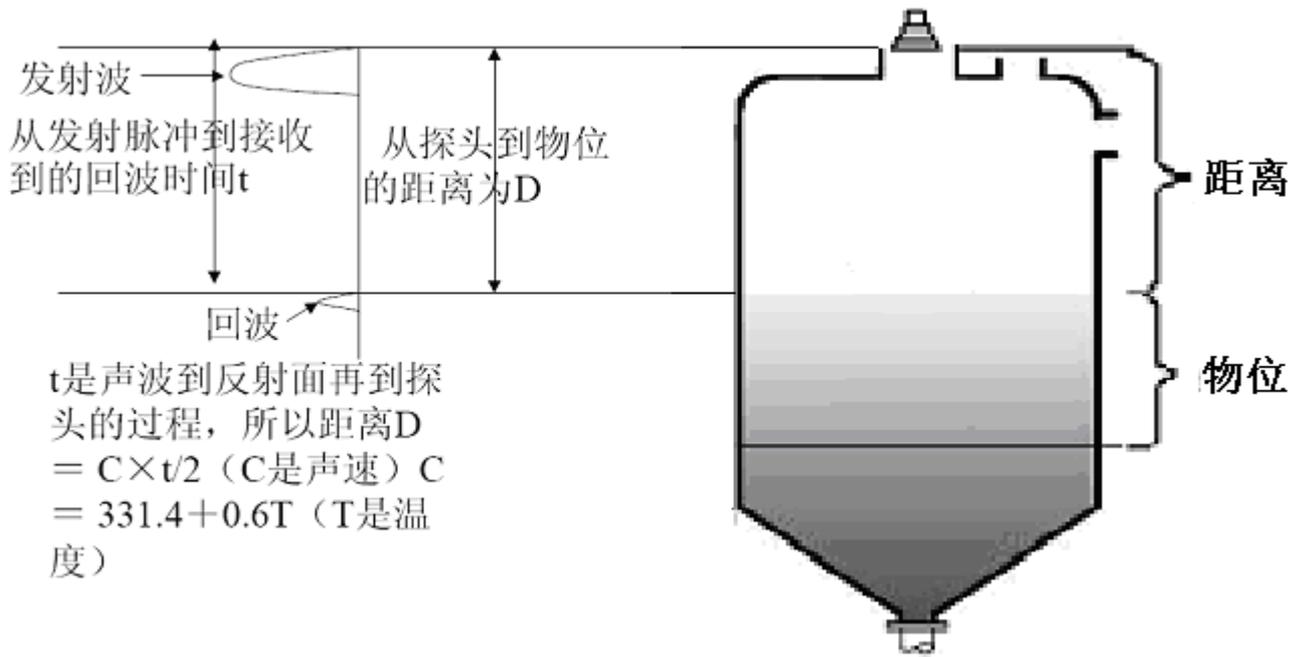
# 超声波物位计的原理和运用

上官明禹

超声波物位计也称超声波液位计，超声波水位计，超声波料位计。是一种优良的非接触的界面测量设备。适合石油、化工、自来水、污水处理、水利水文、钢铁、煤矿、电力、交通以及食品加工等行业。它安装，操作简便，适用性广，价格低廉。是一种物美价廉的物位物位、液位测量设备。

一、超声波物位计的原理：超声波物位计安装于容器上部，在电子单元的控制下，探头向被测物体发射一束超声波脉冲。声波被物体表面反射，部分反射回波由探头接收并转换为电信号。从超声波发射到被重新被接收，其时间与探头至被测物体的距离成正比。电子单元检测该时间，并根据已知的声速计算出被测距离。用探头到罐底的距离—探头到液位的距离 = 实际液位或者物位高度。把液位高度转换成 4 ~ 20 mA 电流信号、1 ~ 5 V 电压信号输出。或者通过 485 通信，Hart 通信，GPRS 通信传输到控制中心。由于温度对声速具有较大的影响，所以仪表应测量环境温度，以修正声速。超声物位计的测量原理见图

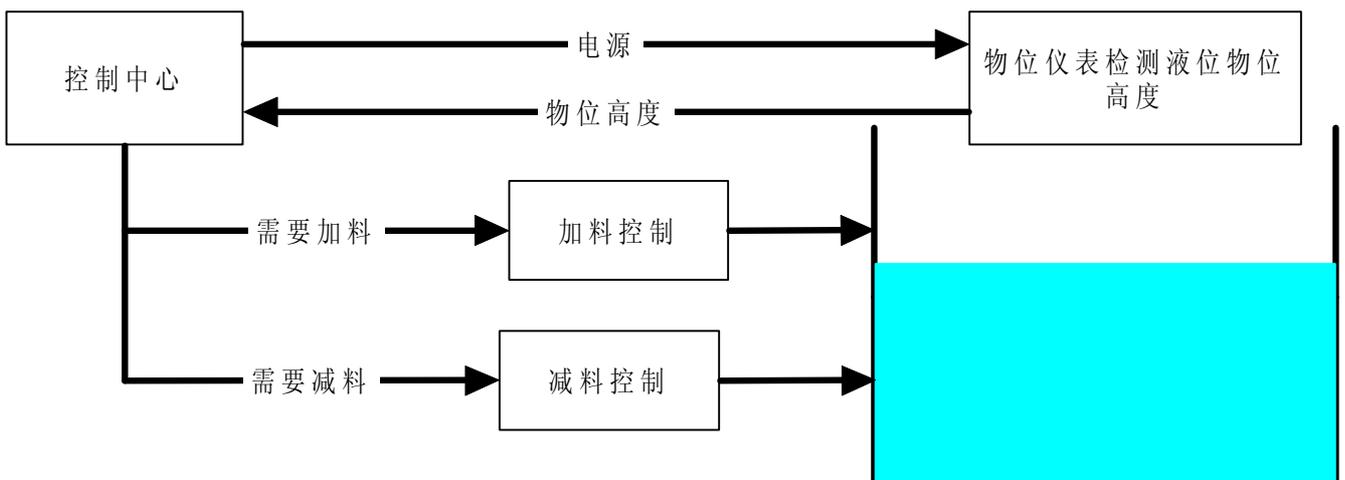
(1)



图（1）

## 二、超声波物位计运用的系统框图：见图（2）

在系统运用中，由超声物位计测量液位的高度并转换成标准信号送到控制中心。控制中心检测到仪表送来的液位信息，并根据液位的高度和实际需要来对加料或者减料进行控制。



图（2）

## 三、超声物位计的主要的几个技术指标

1、 量程和盲区：量程和盲区是反映超声物位计的两个重要的

指标。

量程代表的是这个物位计能测量的最大范围。反映的是换能器的灵敏度。也就是说，量程越大，灵敏度越高。大部分厂家标称的量程都是针对平整液面来说的，也就是说实际测量的时候，液位波动，表面有漂浮物，测量是固体料位，有粉尘，有蒸汽，都是有可能导致量程不能达到标称的值。比如 5 0 m 量程的设备，如果测玉米的时候，实际只能测到 2 0 m。

盲区是反映换能器好坏的重要指标。盲区也称死区，超声液位计测量不到的一段距离，他是由于超声换能器的余震造成的。比如盲区 3 0 c m，也就是说，在液面跟探头的距离小于 3 0 c m 的时候，将会出现不能测量的情况。那么相同量程的产品，盲区越小，说明这个换能器的设计越好。对一些密闭罐体或者短量程的测量来说，安装会越方便。因此盲区成为相同量程产品衡量换能器做得好坏的一个重要指标。

## 2、 温度和精度。

温度范围大部分标称是  $-20 \sim 60^{\circ}\text{C}$  这个范围。因为大部分用液晶显示的物位计，液晶屏的工作温度只能在这个范围，超出这个范围，液晶显示都会出现不正常现象。如果不考虑液晶显示的限制，一般都可以做到  $-40 \sim 80^{\circ}\text{C}$  的范围。压电陶瓷有个居里温度约 300 度。居里温度的一般是安全温度，所以一般情况下，超声换能器的工作温度很难超过 150 度。当超过  $150^{\circ}\text{C}$  温度的时候，很容易对里面的压电陶瓷损坏。因此 150

度可以看成是一个绝对破坏温度。另外超声换能器制造过程用的部分材料，不能在  $100^{\circ}\text{C}$  以上的温度长时间工作。大部分换能器的极限温度是  $100^{\circ}\text{C}$ 。

为什么把精度和温度放在一起考虑，因为在空气中，温度测量误差  $1^{\circ}\text{C}$ ，对声速的影响是  $0.6\text{m/S}$ ， $20^{\circ}\text{C}$ ，1 个大气压下声速约为  $340\text{m/S}$ 。因此可以算出，对测量误差的影响是  $0.17\%$ ，也就是说，如果温度测量误差超过  $3^{\circ}\text{C}$ ，物位测量误差就超过大部分厂家  $0.5\%$  的标称范围。因此实际  $0.5\%$  的精度针对的是常温常压下的。对偏高和偏低的温度，都有可能導致測量精度超过  $0.5\%$  的情况。有温度梯度，温度变化快的场合，测量误差也会因此增大。另外对测量精度影响最大的是气体成份。也就是说在一些挥发性液体的场合，因为液体的挥发导致空气成分变化，接着导致气体声速变化引起的测量误差。

### 3、 压力。

在负压的情况下，一般不推荐用超声测量，因为超声传播是通过气体来实现的。负压力意味着里面的空气稀薄，超声在稀薄空气下传播，一个是声速会变化，引起测量误差，二是稀薄空气里面，声波衰减增大，导致测量量程减小甚至不能测量。

正压力主要是探头结构的影响，只要探头结构没有问题。不会引起漏气现象。那么在大的压力情况下超声物位计是可以工作的。

### 4、 腐蚀性：物位计的腐蚀性主要考验的是探头的材质。在弱

酸弱碱的环境下，普通的塑料外壳就可以了。用聚四氟乙烯的外壳，可以耐大部分的强酸强碱。这里要注意的是，如果被测物质有比较强的腐蚀性和挥发性，那么用一体物位计的时候，最好把电路板进行胶封。因为大部分的可以防水的壳体，都不能防气体。气体进入一体设备里面后，会俯视电路板。

## 5、 方向性和安装结构

安装结构一般有法兰和螺纹两种安装方式。不推荐使用吊装。因为吊装容易受风的影响。但安装的时候，一般要考虑盲区的影响。我们要在物理上保证最高液面到探头表面的距离大于盲区。为了避开盲区，用加长导管安装的时候，必须注意的是，探头辐射面两端与导管端面两端形成的夹角必须大于换能器的锐度角。（锐度角：波束两侧出现第一个极小值之间的夹角）大部分物位计用的换能器都可以看成一个圆型活塞阵。那么锐度角的角度可以通过下面的公式计算出来：换能器锐度角的计算公式： $\theta = 2\arcsin(0.61\lambda/a)$ 。产品标称的是一般是换能器的半功率角。半功率角的计算公式为： $\theta_{-3dB}=2\arcsin(0.26\lambda/a)$ 。这样就可以验证一下厂家标称的波束角是否是真实的。波束角不是越小越好，因为对大量程的产品来说，波束角太小，那么要垂直对准液面则比较困难。

$\lambda = \text{波长} = \text{声速}/\text{频率}$

$a = \text{半径}$ ，是换能器的辐射面的半径

## 6、 供电方式和信号输出方式：供电方式一般是交流电源 9

5 ~ 230 V A C , 24 V D C 四线制, 24 V D C 两线制三种。

输出方式有：显示界面，电流  $4 \sim 20 \text{ mA}$ ，电压  $1 \sim 5 \text{ V}$ ，通信方式 485 通信，Hart 通信，GPRS 通信等。

### 三、超声物位计现场使用时候的安装注意事项

#### 1、垂直

换能器安装的时候，要保证换能器的发射面和要被探测的平面平行，这样声波就可以垂直发射到被测物体表面。这样可以保证最大的能量返回。

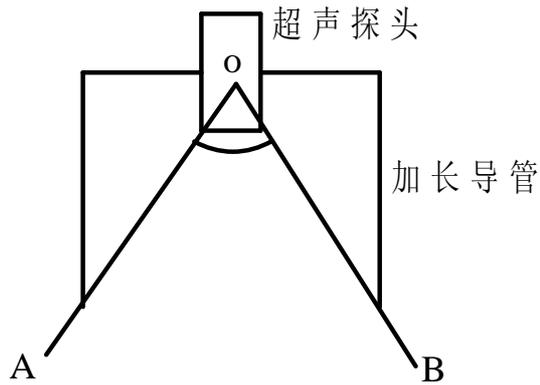
技巧：如果现场环境有蒸汽，容易形成水珠附在探头的表面，并且探头的量程比实际要测量的距离大比较多。那么可以倾斜  $3^\circ$  左右，这样可以避免水珠结水的影响。

#### 2、盲区

最高液位到超声液位计探头表面的距离应该大于探头的盲区。

这里需要注意的是：我们的盲区是在比较理想的状态下测得的。因此如果我们的安装的是封闭的灌体，那么盲区值最好加大 20%。如果因为液位会搅动，用了很长的导管来安装，那么盲区值最好也加大 20% 为了避开盲区，我们经常会用加长导管的方式来避开盲

在利用加长导管安装的时候，必须保证角度  $\angle AOB >$  探头的锐度角。



### 3、罐壁和障碍物

如果罐壁是光滑的，并且液位降低的时候，不会出现挂料的情况，那么大部分距离罐壁 30 cm 的距离安装就可以。如果罐壁是粗糙的，那么探头安装的位置要远离罐壁。罐底不是平面的，那么在零液位的时候可能出现误测。如果是圆锥型底面，可以考虑把探头安装在圆锥顶点正上方。对于圆型的横杆，只要距离超过 1 m，直径不超过 5 cm，影响不大。否则尽量避开。但对平面的横杆，罐壁有直角的情况，要尽量的避开。

### 4、有搅拌和波动

如果有搅拌或者波动的场合，可以用加长导管安装。导管直接伸入液位底面。导管的直径只要大于探头的辐射面即可，但是要保证导管的内壁光滑，并且液位升降过程中不挂料，管内液位和管外一致。如果大量程不适合用导管安装的，可以减小量程使用，具体减小多少要看波浪的大小。

## 四、超声物位计和雷达射频导纳物位测量设备相比的优缺点

产品	优点	缺点
超声波物位计	安装方便，性能稳定，测量精度高，价格低廉。	对温度，粉尘，蒸汽，压力的影响比较敏感。
雷达物位计	安装方便，性能稳定，测量精度高。对温度，压力的影响不敏感，	价格高昂，低频的雷达体积庞大。对射频干扰的影响明显。对被测介质的介电常数有要求。对粉尘和蒸汽的影响和超声是一样的。
射频导纳物位计	不怕粉尘干扰，适合固体粉尘环境测量。价格低廉。	安装比较麻烦，是接触式的测量方式，测量精度不高。

## 五、超声波物位计的相关产品

超声波物位计有很多相关产品，原理一样，只是测量的方式有点不同。大致有以下几种：

- 1、 超声淤泥计。放入水中检测淤泥的高度。
- 2、 灌底安装外贴式超声波物位计
- 3、 超声波液位开关
- 4、 外贴式液位开关

总结：超声波物位计是优良的界面测量设备。在水处理，化工，冶金，电力，水利等许多领域都有广泛的运用。但每个产品都有它的优缺点，在运用过程中，尽量避开它的缺点，利用它的优点，那么在实际使用的时候，就能发挥它的最大作用。

福州飞鹰超声波

Q Q 3320074983

[www.flyereagle.com](http://www.flyereagle.com)

TEL: 0591-83169098

