

# 过程仪表基础知识

## 1. 什么是法兰变送器？

法兰变送器是在普通变送器基础增加了一个远传密封装置而构成的。所以也叫远传式变送器或者隔膜变送器。远传密封装置由法兰、膜盒、毛细管和毛细管内的填充液等构成的。过程介质压力由隔膜、填充液最后传递到压力变送器的敏感元件即传感器上。

## 2. 法兰变送器膜盒、毛细管内的填充液是什么？有什么特点？

一般是硅油和氟油。特点是热温度系数小，低温时不冻凝，高温时不挥发，不汽化。粘度不随温度有大的变化。高温硅油最高可达 315 ，低温硅油最低可达-40 ，氟油在-40 和 315 之间。

## 3. 法兰变送器和普通变送器相比有什么优缺点？

可以测量较高温度的介质。

不会堵塞，可以应用在粘稠的介质上。

可以应用在容易凝冻或者汽化的介质上。

成本稍高、结构复杂、有时有时间延迟、精度稍低。

## 4. 普通压力变送器的是由哪些部分组成？

普通压力变送器是由传感器、变送电路、壳体、接液口、接线口等部分组成的。

目前传感器有扩散硅、压电陶瓷、电容膜盒。他们的测量原理无一例外的都是在有激励的惠斯登电桥失去平衡时有电流或者电压输出。

变送电路是将这种输出信号进行转换，使之与被测的物理量成一一对应的线性关系。

接液口直接与过程介质接触，有多种联接方式。如：1/2 NPT、G3/4、M20\*1.5 等。

接线口是电线入口，如 M20\*1.5。要求要有一定的防护等级。如 IP65。

## 5. 测量高压时，介质最大工作压力一般不宜超过仪表量程的 3/5。

## 6. 压力变送器的有哪些主要技术参数？

传感器类型：扩散硅，陶瓷电容，差压电容膜盒

电源：一般是 24VDC。

输出信号：一般是 4~20mA。

精度等级：如 0.1、0.25、0.5。

重复性：0.1、0.25、0.5。

时间漂移：

温度漂移：

使用温度范围：

最高耐压：

最低压力：

过程联接方式：

电缆入口：

安装方式：

## 7. 什么叫迁移？

一般认为：不以零压力或者零差压作为变送器的零位输入的调校叫做迁移。

## 8. 什么叫二线制？

24VDC 电源和 4~20mA 输出信号共用二根导线，互相不影响。

9. 电流传输比电压传输有什么优点？  
传输距离远，一定范围内具有恒流特性，电流损耗小。
10. 导压管的外径和长度一般是多少？  
导压管的外径一般是 6~10mm；长度一般是 3~50m。
11. 普通硅油使用温度是-40 ~150 ，密度为 0.934，温度系数是 0.00108，25 时的粘度 9.5mpa.s
12. 高温硅油使用温度是 15 ~315 ，密度为 1.070，温度系数是 0.00053，25 时的粘度 44~50mpa.s
13. 氟油使用温度是-45 ~205 ，密度为 1.850，温度系数是 0.000864，25 时的粘度 6.5mpa.s
14. 静压式液位计是根据流体静压平衡原理而工作的，它可以分为压力式和差压式两大类。
15. 用压力表测量液位时，仪表安装的高度应该说与液位零位的高度相同，否则应对高度差进行修正。
16. 吹气式液位计测量液位的前提条件是使导管下端有微量气泡逸出，为了保证气量稳定，流经节流件的流体绝对压力 P2 与节流件前的流体绝对压力 P1 之比应小于或者等于临界压缩比。
17. 不同测量范围的 1151 差压变送器是由于其测量膜片的厚度不同而决定的。量程越大膜片越厚。整机外形尺寸一样。
18. 1151 差压变送器的测量膜片是平膜片，它形状简单，加工方便，但压力和位移的特性是非线性的，只有在下列情况下才是线性的。膜片的位移远远小于膜片的厚度。膜片在安装时绷得很紧，已经有一定的张力。这时的压力与位移的关系才成线性关系。一般位移只有 0.1mm。
19. 高压时厚膜片，低压时薄膜片。
20. 当 室受到过载时，测量膜片紧贴在球形凹面上，从而保证了单向压力不受损坏。

由玻璃和金属体烧结后，磨出球形凹面，然后镀出一层金属薄膜，构成电容器的固定极板。测量膜片焊接在两个杯体之间。为电容器的活动极板。杯体外侧焊上隔离膜片，并在膜片内侧的空腔中充满硅油和氟油，传递过程压力。

21. 防尘与防水知识：仪表的外壳防护等级是用 IP ( International Protection 国际防护 ) 代码后面加上两位特征数字和附加字母来表示的。

第一位特征数字是防止固体异物进入仪表内部，

0 无防护

1 固体异物直径大于 50mm；

2 固体异物直径大于 12mm；

3 固体异物直径大于 2.5mm；

4 固体异物直径大于 1.0mm；

5 防尘

6 尘密

第二位数字是防止进水造成有害影响，附加字母是指对人体的伤害。

0	无防护
1	垂直滴水
2	倾角 75° ~90°
3	淋水
4	溅水
5	喷水
6	猛烈喷水
7	短时间浸水
8	连续浸水

22. 国际电气制造商协会 NEMA 也有一个标准，与 IP 防护等级的接近对应关系如下：

National Electrical Manufactures Association  
IP65/IP66/IP67/IP68 仪表可以不必装在仪表箱内。

IEC：国际电工委员会 International Electrical Commission

CENELEC：欧洲电工标准委员会

### 23. 防爆标记

由四部分组成：防爆标志---防爆型式---防爆等级---温度组别

EX 是防爆标记；EEX 是欧洲电工委员会的标准，它是欧洲共同体遵守的共同标准。

防爆型式如下：

我国划分为八种类型：

隔爆型： d

增安型： e

本安型： i

正压型： p

充油型： o

充砂型： q

无火花型： n

特殊型： s

变送器一般为隔爆型 d 和本安型 i。

本安型又分为 ia、ib。ia 等级安全程度大于 ib。

防爆等级：

我国等国家将爆炸危险场所的划分如下：

一类场所是易燃气体；二类场所是易燃灰尘

变送器一般遇到的大多数是一类场所

一类中又划分为三个区：

0 区：爆炸性气体连续出现或者长期存在

1 区：正常运行时可能产生爆炸性气体

2 区：正常时不可能产生或者暂时存在爆炸性气体

美国和加拿大对气体爆炸危险场所的划分与上述国家不同，分为一级一区，一级二区，此时的一级一区就是上述中的 0 区和 1 区。一级二区就是 2 区。

将气体划分为爆炸级别：

但是有两个划分方法：

按最小点燃电流比：变送器电流所产生的热、火花和电弧是导致爆炸性混合气体爆炸的点火源。

但并不是所有的点火源均可引起周围的爆炸性混合物起火爆炸，而必须要有一定的引爆能量。不同的爆炸性混合物分为两大类，矿用设备为 I 类，非矿用设备为 II 类，按最小点燃电流比分为三个爆炸级别：IIA、IIB、IIC。并依次增高。也就是说 IIC 最高。

物质的点燃电流比：指物质的点燃电流与甲烷点燃电流之比。

IIA>0.8

0.45<IIB<0.8

IIC<0.45

按最大试验间隙

IIA 0.9mm

0.5mm<IIB<0.9mm

IIC 0.5mm

温度组别：

T1：T>450

T2：300 <T 450

T3：200 <T 300

T4：135 <T 200

T5：100 <T 135

T6：85 <T 100

24. 与介质接触的除了接液口、传感器膜片外，还有与起密封作用的密封环或者密封圈。它们的材质有下列几种：一般用聚四氟乙烯：PTFE

丁腈橡胶：NBR

氟化橡胶：

25. 手操器有何功能？

组态：设定变送器的工作参数。如测量范围，线性或者平方根输出，阻尼，工程单位，工位号，系列号，描述符。

测量范围的变更，也就是量程迁移。

变送器的校准：电流校准和变量校准。

自诊断：变送器向手操器输出特定的信息，以识别问题所在，从而可以快速地进行维修。

26. 在 HART ( Highway Addressable Remote Transducer :可寻址远程传感器数据高速公路 ) 协议的通讯中，变送器和与之通讯的设备都有一个 Bell 202 的调制解调器，通过这两个调制解调器实现相互间的数字通讯。变送器送出去的信号，由 modem 调制成相应的 1200 Hz 和 2200Hz 的 FSK 频移键控信号，叠加在 4~20mA DC 的回路上传输出去，变送器接收的信号，由对方的主设备送来以后，也由 modem 将 1200 Hz 的信号调制成 1，2200Hz 的信号调制成 0，再由变送器的 CPU 处理。

27. 手操器和变送器的通讯命令，在 HART 协议中共分为三类。

第一类是通用命令，适用于所有符合 HART 协议的产品。如读变送器的回路号，量程上下限等；

第二类是普通应用命令，适用于所有大部分 HART 的协议的产品，但不同公司的 HART 的产品可能略有区别，如

改变工程单位，量程值等；

第三类是特殊命令，这是各家公司的产品所特有的命令，如传感器的校正等。其中一二类命令规定符合 HART 协议的产品有一定的互换性，三类命令则是不兼容，为各家独有。

28. 在 4~20mA DC 的模拟信号上叠加幅度为 0.5 mA 的正弦调制信号，因此模拟信号和数字信号可同时传输。由于叠加的正弦调制信号的平均值为零，所以对模拟信号没有影响。

29. 应用现场出现的手操器有下列几种：

罗斯蒙特---275；横河---BT200；富士公司---FXW；华控---HK-HART272；SMAR---

30. 操作三阀组要注意什么？

不能让导压管内的凝水或者隔离液流失。

不可使测量元件（膜盒）受压或者受热。

31. 开启和关闭三阀组的顺序如何？

开启顺序：先开正阀门；关闭平衡阀；打开负压阀。

关闭顺序：先关负压阀；打开平衡阀；关闭正阀门。

32. 测量气体、液体和蒸汽时差压变送器的引压口开口位置如何？

测量气体时，为了使气体内的少量凝结液能顺利地流回工艺管道，而不流入测量管道和仪表内部，取压口应在管道的上半部。

测量液体时，为了让液体内析出的少量气体能顺利地返回工艺管道，而不进入测量管路和仪表内部，取压口最好在与管道水平中心线以下成 0—45 度角内。

测量蒸汽介质时，应保持测量管路内有稳定的冷凝液，同时也防止工艺管道底部的固体介质进入测量管路和仪表内，取压口最好在管路水平中心线以上成 0—45 度角内。

33. 双法兰差压变送器测差压或者液位时如果膜盒工作在负压状态下什么害处？

如果变送器工作在负压状态，并超过了它的允许负压值，则膜盒内的填充液会汽化，隔离膜片会外鼓，从而引起测量不准，甚至造成仪表损坏。

当容器内的  $P_0=0$  时，

仪表安装在两法兰下面时，差压变送器高、低压口均承受正压。

仪表安装在两法兰中间时，差压变送器高压口承受负压，低压口承受正压。

仪表安装在两法兰上面时，差压变送器高、低压口均承受负压。

34. 法兰变送器的精度比普通变送器的精度低？

法兰膜盒隔离膜片的弹力与非线性。

填充液的热膨胀。

毛细管的阻尼。

填充液的充灌质量。

35. 仪表和自控系统中常用的联接螺纹有哪几种？各用于什么场合？

常用的螺纹有以下几种：

普通螺纹，代号 M，公制；用于紧固件如螺栓、螺母。

园柱管螺纹，代号 G，英制；用于非螺纹密封的管道、管件及管道仪表之间的连接。所以叫非螺纹密封的管螺纹。

园锥管螺纹，英制，分为两种：55 度牙形角园锥管螺纹，代号 R，

60 牙形有圆锥管螺纹，代号 NPT。

圆锥管螺纹带有一定的锥度，越拧越紧，利用本身的形变就可起到密封作用，所以也叫用螺纹密封的管螺纹。

36. 实地测绘配对法兰时，应测绘哪几项？

法兰接管直径；

法兰密封面形式；

法兰螺栓个数，螺孔直径以及对角螺孔间的距离（螺栓孔中心圆直径）；

法兰厚度，因为法兰的压力等级一般反映在法兰的厚度上，所以也需测量。

37. 国外的管法兰标准主要有哪些体系？

国外的管法兰标准主要两个体系。

以德国 DIN 标准为代表的欧洲管法兰体系。

DIN 公称压力：0.1, 0.25, 0.6, 1.0, 1.6, 2.5, 4.0, 6.3, 10, 16, 25, 32, 40 MPa 共 13 档，公称通径为 6~4000mm，结构形式和密封面比较齐全。

以美国 ANSI 标准为代表的体系。ANSI B16.5 管法兰标准公称压力有 2, 5, 6.8, 11, 26, 42MPa 共分七档，公称通径为 15~600mm。结构形式和密封面比较齐全。

38. 智能变送器是什么时候推出的？有何特点？

二十世纪八十年代初，美国霍尼威尔公司首先推出 ST3000 系列智能压力变送器。

智能变送器的特点是

- 检测部件中除了压力(差压)传感元件外，一般还有温度传感元件。
- 产品采用微电子机械电子加工技术，超大规模集成电路，表面安装技术，所有仪表结构紧凑，可靠性高，体积小。
- 精度高，一般在 0.1%、0.2% 有的还达到 0.75%。
- 量程比宽，有的达到 30、40、50、100、甚至 400。
- 静压性能、单向过载性能都比模拟产品有很大提高。
- 智能变送器可以用手操器进行远距离通讯。对其进行零点和满度的设定。也就是说可以进行无源迁移。现场应用非常方便。
- 智能变送器和集散控制系统 DCS 之间能进行数字通讯。

39. 有一测液位的双法兰变送器，毛细管长 4572mm，该表的测量范围是 0~6.2~37.4kpa，问两法兰膜盒之间的最大安装距离是多少？已知膜盒内的填充液的密度是 934kg/m<sup>3</sup>。

法兰变送器的最大允许迁移量小于或者等于变送器的最大量程。或者说不能超过所使用的传感器膜盒的上下限。该仪表的最大量程是 37.4kpa。因此两法兰取压膜盒的最大距离可以从下式求得：

$$P=H\rho g$$

P：仪表的最大量程

H：两法兰取压膜盒的最大距离

$\rho$ ：膜盒内的填充液的密度

g：重力加速度

$$\begin{aligned} H &= P/\rho g \\ H &= 37400/934*9.81 \\ &= 4.082(\text{m}) \end{aligned}$$

也就是说两法兰取压膜盒的最大距离不能大于 4.082 米。

40. 有一法兰变送器的技术指标上规定，仪表的最高接液温度是 300 ，静压下限是 0.13kpa abs。因此有人认为该表能在被测介质的温度为 300 ，操作压力为 0.13kpa abs 的条件下工作。

不对。法兰变送器如在高温下工作，法兰膜盒内的填充液体积会膨胀。如果填充液在充灌过程中混入了空气，则由于空气的膨胀系数远远大于填充液的膨胀系数，所以体积会膨得更厉害，从而使隔离膜片外鼓，严重的会引起永久变形。如果被测介质的压力的很大，它们作用在膜片上，使膜片无法外鼓，这样被测介质的温度虽然高一些，对仪表也不会造成影响。所以压力与温度这两个系数是有联系的。高温、高真空同时存在时对仪表的性能带来严重后果，很容易带来不可修复的损坏。

本题中的温度为 300 和操作压力为 0.13kpa abs 这两个参数不能同时存在。如果工作压力是 0.13kpa abs 的高真空，则温度要远远低于 300 。如果要温度在 300 下，则仪表工作压力不能是负的，必须在大气压以上。