

气动差压变送器的应用

QIDONG CHAYA BIANSONGQI DE YINGYONG

广东仪表厂

黄定韶 编



广东省石油化工局技术情报室印

一九七六年七月

毛主席语录

什么“三项指示为纲”，安定团结不是不要阶级斗争，阶级斗争是纲，其余都是目。

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

世上无难事，只要肯登攀。

前 言

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国工业战线广大革命职工高举“鞍钢宪法”的光辉旗帜，深入开展“工业学大庆”的群众运动，掀起了“抓革命，促生产，促工作，促战备”的新高潮。我省石油化工系统的各个企业根据“革新、改造、挖潜”的方针，大搞技术革新和技术革命，充分挖掘企业潜力，取得了可喜的成果，有力地促进了我省化工炼油工业的发展。为了满足广大从事石油化工生产过程自动化的工人、干部、技术人员的需要，坚定不移的走革新、改造、挖潜的道路，迅速把我省化工、炼油工业搞上去，我局特商请广东仪表厂的黄定韶同志编写了《气动差压变送器的应用》这本书。

差压变送器是过程自动化系统中应用得比较广泛的一种变送器，它适应于压差、正压、负压、液位、流量、分界面、重度等参数的测量。本书编者根据多年的生产实践，结合各使用部门的实际经验，系统地介绍了气动差压变送器的各种使用方法，并加插实例说明，文字通俗易懂，简明扼要，易为生产现场工人所接受。

本书虽然阐述气动差压变送器的应用方法，但与电动差压变送器和其他差压计的应用原理相类似，因此可供各种差压仪表应用参考。

本书在编写调研过程中，得到许多工厂企业的领导、工人和技术人员的热情帮助，广东仪表厂为编写本书给予极大的支持，我们谨此表示谢意。

由于我们水平有限，加之编者时间比较仓促，缺点错误在所难免，诚恳地希望广大读者批评指正。

广东省石油化工局技术情报室

一九七六年三月

符号和代号

一、物理量符号

符 号	物 理 意 义	符 号	物 理 意 义
H	高度	pg	变送器高压侧所承受的压力
h	最低液位（或分界面）至容器下导压口高度	pd	变送器低压侧所承受的压力
h'	最高分界面至液相低压导压口高度	Δp	压差
hg	变送器高压侧至容器导压口高度	$\Delta p_{\max}$	压差 Δp 的最大值
hd	变送器低压侧至容器导压口高度	$\Delta p_{\min}$	压差 Δp 的最小值
ho	过载保护高度	δp	压力损失
hz	基准液高度	P	压力
hy	为防止被测液体进入吹液管道的弯曲段高度	Pc	仪表的输出压力,单位 kgf/cm^2 。
hq	为防止被测气体冷凝物进入吹液管道的弯曲段高度	Pq	吹气装置的最大输出压力
hx	待测液位（分界面）	Py	吹液装置的最大输出压力
hx'	变动液面至液相低压导压口高度	Px	密闭容器的内压力。对于开口容器 $P_x = 0$ 。
γ	重度	$P_{\max}$	密闭容器内压力 P_x 的最大值
γ_z	基准液重度	ΔP	差压变送器的量程
γ_g	隔离液重度	Q	体积流量
γ_c	吹入流体重度	Q_x	待测体积流量
γ_s	双法兰毛细管内充填液重度	$Q_{\max}$	待测体积流量 Q_x 的最大值
γ_x	待测液体重度	G	质量流量
$\gamma_{\max}$	待测液体重度 γ_x 的最大值	G_x	待测质量流量
$\gamma_{\min}$	待测液体重度 γ_x 的最小值	$G_{\max}$	待测质量流量 G_x 的最大值
p	流体压力	l_1	节流装置前最小直管段长度
		l_2	节流装置后最小直管段长度
		D	管道内径
		d	节流装置的开孔直径

一、物理量符号 (续)

符 号	物 理 意 义	符 号	物 理 意 义
m	截面比。节流装置的开孔截面面积和管道截面面积之比 $m = \left(\frac{d}{D}\right)^2$	u	绝热指数
Re	雷诺数	q	迁移量
α	流量系数	qz	正迁移量
ε	被测流体的膨胀校正系数	qf	负迁移量

二、计量单位代号

代 号	计 量 单 位	代 号	计 量 单 位
kgf/cm ²	公斤力/厘米 ²	l/h	公升/小时
kgf/m ³	公斤力/米 ³	m ³ /h	米 ³ /小时
g/cm ³	克/厘米 ³	Nm ³ /h	标准米 ³ /小时
cp	厘泊	kg/h	公斤/小时

三、装置代号

代 号	装 置	代 号	装 置
P	旁路管	D	导压阀
Z	基准管	Q	放气阀
J	集气器	Y	放液阀
L	冷凝器	H	平衡阀
G	隔离器	X	吹洗阀
C	沉降器		

注：本书中的“压力”是惯称，准确的物理含义应该是“压强”。

目 录

前言	
符号和代号	
第一节 概述	(1)
第二节 负压的测量	(3)
一、普通式负压测量法	(3)
二、负迁移式负压测量法	(4)
第三节 液位的测量	(6)
一、测量开口容器的液位	(6)
二、测量密闭容器的液位	(8)
1. 不带隔离液普通式液位测量法	(8)
2. 不带隔离液单法兰式液位测量法	(9)
3. 带隔离液普通式液位测量法	(10)
4. 带隔离液单法兰式液位测量法	(12)
5. 双法兰式液位测量法	(13)
三、吹气式液位测量法	(14)
四、吹液式液位测量法	(17)
1. 开口容器的吹液式液位测量法	(18)
2. 密闭容器的吹液式液位测量法	(19)
五、测量负压容器的液位	(21)
六、测量低沸点液体的液位	(21)
七、测量重度变化的液体液位	(22)
1. 带重度补偿的法兰式液位测量法	(23)
2. 带重度补偿的吹气式液位测量法	(25)
3. 带重度补偿的吹液式液位测量法	(26)
第四节 分界面的测量	(29)
一、不带隔离液普通式分界面测量法	(29)
二、带隔离液普通式分界面测量法	(30)
三、单法兰式分界面测量法	(32)
四、双法兰式分界面测量法	(33)
五、吹气式分界面测量法	(34)
六、普通吹液式分界面测量法	(35)
七、单法兰吹液式分界面测量法	(37)

第五节 重度的测量	(39)
一、单法兰式重度测量法	(39)
二、双法兰式重度测量法	(40)
三、吹气式重度测量法	(41)
四、普通吹液式重度测量法	(41)
五、单法兰吹液式重度测量法	(43)
第六节 流量的测量	(45)
一、基本原理和仪表选择	(45)
二、流量测量系统的安装	(46)
三、流量测量的方法	(49)
1. 液体流量的测量	(50)
2. 气体流量的测量	(53)
3. 蒸汽流量的测量	(55)
第七节 工业应用举例	(56)
一、酒精液位测量	(56)
二、明矾水液位测量	(57)
三、铜洗塔液面测量	(58)
四、熔磷锅界面测量	(60)
五、糖浆锤度测量	(62)
六、液氯流量测量	(64)

第一节 概 述

气动单元组合仪表气动差压变送器是无刻度仪表。用于连续测量压差、正压、负压、液位、分界面、重度等参数；和节流装置（如孔板、喷嘴、文丘利管）配合，还可用于连续测量液体、气体和蒸汽的流量。并将这些被测变量转换成与之成一定比例关系的 $0.2-1.0\text{kgf/cm}^2$ 的标准气压讯号，输送到气动记录、指示仪表和气动调节器，对被测变量进行记录、指示或调节，从而达到自动控制的目的。

差压变送器的测量范围十分宽广，可以测量10毫米水柱到 25kgf/cm^2 的压差，并且能够在高压下正常工作（有些品种最高工作压力可达到 400kgf/cm^2 ），一般说来，压差小的，工作压力也小，压差高的，工作压力较高。

差压变送器分为普通式，单平法兰式，单插法兰式，双平法兰式，双插法兰式和负平正插双法兰式。一般情况下，可选用普通式差压变送器。对于一般粘性流体，可选用单平法兰式差压变送器。对易结晶，易沉淀的流体，可选用单插法兰式差压变送器。如果高、低压侧都不宜用导压管导压，则要选用相应的双平法兰、双插法兰或负平正插双法兰式差压变送器。图1—1为各种差压变送器测量液位示意图。

为了测量腐蚀性强、粘度高、易结晶、易沉淀的流体，还经常使用隔离法，吹气法和吹液法。

在某些情况下，为了满足测量方法上的需要或提高仪表的实际测量精度，还在变送器上装上这样一个部件，这个部件能使变送器在承受某一压差（这一压差被称为迁移量 q ）时，其零位输出值与原来承受压差为0时一样，即 0.2kgf/cm^2 ，而其量程却没有变化。这个部件叫做迁移机构。装有迁移机构的变送器叫做带迁移的变送器。当迁移量大于0时，我们叫它为正迁移量，用 qz 表示，当迁移量小于0时，我们叫它为负迁移量，用 qf 表示。

这时，变送器的量程（ ΔP ）迁移量（ q ）和被测压差的最大值（ $\Delta p_{\max}$ ）之间存在如下关系：

$$\Delta P = \Delta p_{\max} - q \quad (1-1)$$

变送器的输出值（ P_c ），量程（ ΔP ），迁移量（ q ）和被测压差（ Δp ）之间存在如下关系：

$$P_c = 0.8 \frac{\Delta p - q}{\Delta P} + 0.2 \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \quad (1-2)$$

充分利用迁移这一办法，可以解决许多应用中难于解决的问题。

必须指出，变送器和记录、指示仪表及调节器在应用上有所区别，一个测量系统的质量优劣不仅取决于变送器的质量，而且还取决于导压管路的设计和连接是否恰当。这对于初用者是需要十分注意的。

在设计测量系统时，应该考虑测量的准确性，现场维护的方便和对仪表的保护。为了保证测

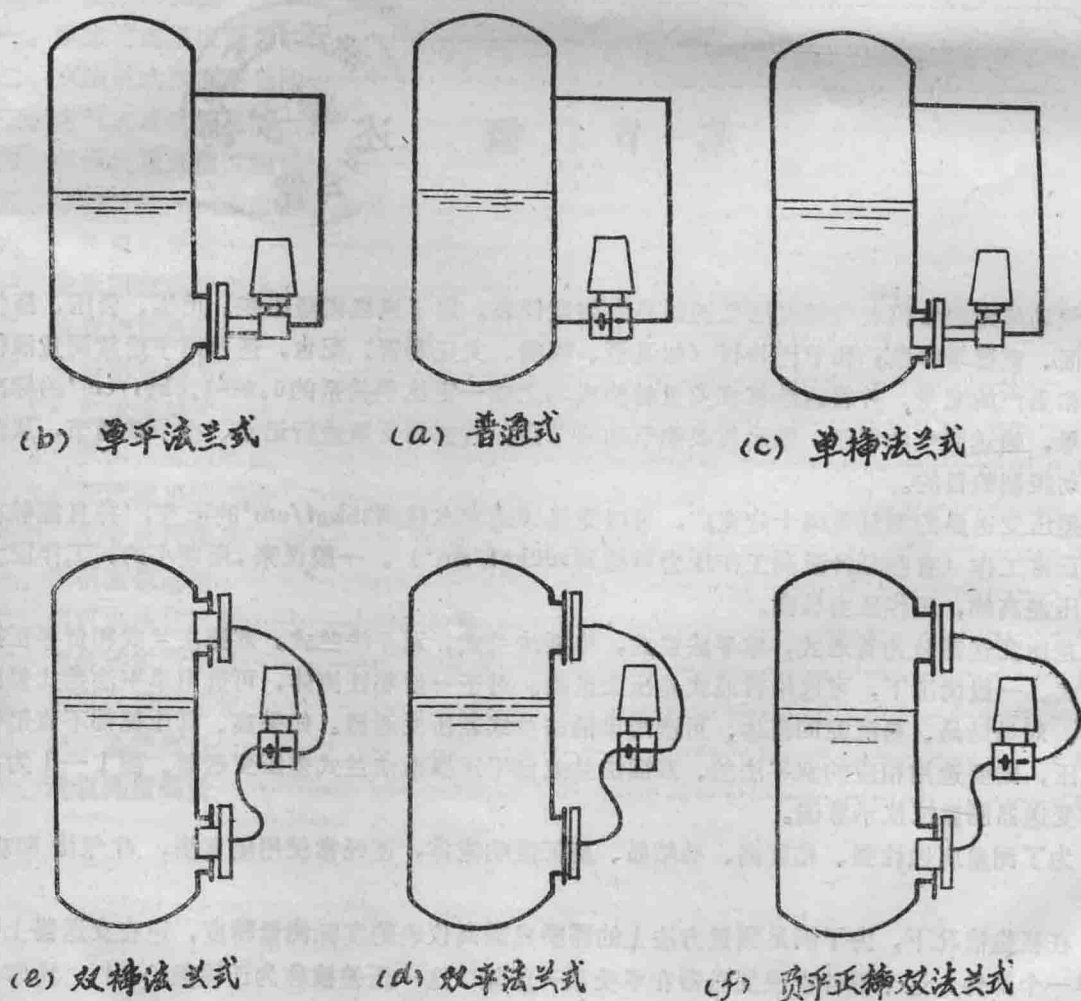


图 1—1 用各种差压变送器测量液位示意图

量的准确性,要根据被测流体的性质,在导压管道上安装隔离器、冷凝器、沉降器或集气器。为了现场维护的方便,要在测量系统中装上基准管和基准容器。在使用中,差压变送器的量程和最大工作压力相差数千倍,如量程为1000毫米水柱的差压变送器,可以在 $400\text{kgf}/\text{cm}^2$ 的压力下工作,如果压力只加在差压变送器的高压侧或低压侧时,也即通常所说的单向压力,将大大超过仪表所能承受的过载能力,仪表将受到损害,需要重新加以调整才能继续使用。因此,为了保护仪表免受单向压力的破坏,必须在测量系统中装上旁路管或平衡阀,采用旁路管在误操作的情况下仍能对仪表作单向保护,采用平衡阀则必须按照正确步骤操作对仪表才起单向保护作用。

差压变送器可用于测量压差、正压的道理是明显的,因此,后面着重说明差压变送器用于测量负压、液位、分界面、重度、流量的基本原理,仪表选择和在实际应用中应该注意的要点。特别是对于液位的测量,将作较为详细的叙述,因为它是其他部分的基础。对于流量的测量,不准备作精确计算的叙述,而只是给出估算的叙述。

第二节 负压的测量

一、普通式负压测量法

当负压 P_x 在 $-P < P_x < 0$ 之间变化时,可采用图2—1所示方法来测量负压。

图中,变送器高压侧通大气,低压侧接负压。

(一) 计算推导

这时,我们可以得出下列关系式

- ①变送器高压侧所承受的压力(p_g)

$$p_g = 0$$

- ②变送器低压侧所承受的压力(p_d)

$$p_d = P_x$$

- ③变送器所承受的压差(Δp)

$$\begin{aligned}\Delta p &= p_g - p_d \\ &= 0 - P_x \\ &= -P_x\end{aligned}$$

- ④当 $P_x = -P$ 时, Δp 有最大值 $\Delta p_{\max}$

$$\begin{aligned}\Delta p_{\max} &= -(-P) \\ &= P\end{aligned}$$

- ⑤当 $P_x = 0$ 时, Δp 有最小值 $\Delta p_{\min}$

$$\Delta p_{\min} = 0$$

- ⑥这时,若我们选用变送器的量程 ΔP 为

$$\begin{aligned}\Delta P &= \Delta p_{\max} \\ &= P\end{aligned}$$

- ⑦由式(1—2),可得出下面的输出关系

$$P_c = 0.8 \frac{-P_x}{P} + 0.2$$

(二) 仪表选择

用普通式负压测量法测量负压时,选用不带迁移的差压变送器。

量程 $\Delta P = P$

工作压力 $-P$

输出关系 $P_c = 0.8 \frac{-P_x}{P} + 0.2$

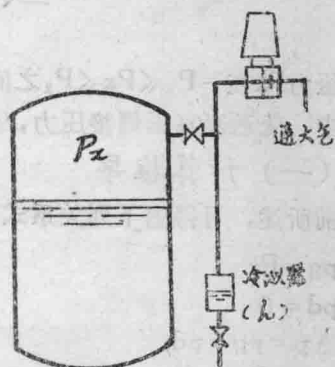


图2—1 普通式负压测量法示例

(三) 注意事项

①这里的 P_x 总是负数。

②变送器必须能在负压下工作，即在负压情况下，零位输出值不会产生飘移。

③在安装时，一定要保证管道及连接处严格密封，在负压下工作不会渗漏。否则，测量误差将很大。

④采用图2-1测量负压时，一定要保证没有液体存在低压侧。否则，将引起较大的误差。因此，要在低压侧导压管最低处装上冷凝器，以减少气体冷凝液进入低压侧。此外，还要对低压侧进行定期性放液，以保证测量的准确性。

二、负迁移式负压测量法

当压力 P_x 在 $-P_1 < P_x < P_2$ 之间变化时，可采用图2-2所示方法来测量压力。

图中，变送器高压侧接压力，低压侧通大气。

(一) 计算推导

如前所述，可得出下列关系式

$$① p_g = P_x$$

$$② p_d = 0$$

$$③ \Delta p = p_g - p_d \\ = P_x$$

$$④ \Delta p_{\max} = P_2$$

$$⑤ \Delta p_{\min} = -P_1$$

$$⑥ \text{取 } q_f = \Delta p_{\min} \\ = -P_1$$

⑦由式(1-1)，可求得量程

$$\Delta P = \Delta p_{\max} - q_f \\ = P_2 - (-P_1) \\ = P_1 + P_2$$

⑧由式(1-2)，可得出下面的输出关系

$$P_c = 0.8 \frac{P_x + P_1}{P_1 + P_2} + 0.2$$

(二) 仪表选择

用负迁移式负压测量法测量在负压和正压间变化的压力，选用带负迁移的差压变送器。

$$\text{量程} \quad \Delta P = P_1 + P_2 = P$$

$$\text{负迁移量} \quad q_f = -P_1$$

$$\text{工作压力} \quad -P_1 \sim P_2$$

$$\text{输出关系} \quad P_c = 0.8 \frac{P_x + P_1}{P} + 0.2$$

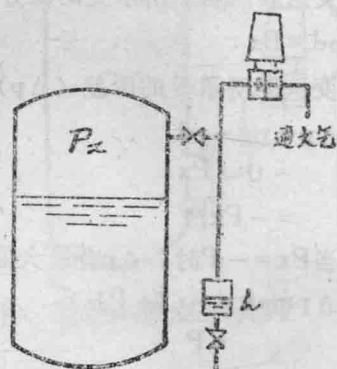


图2-2 负迁移式负压测量法示例

(三) 注意事项

①这里的 P_1 和 P_2 都是正数，而 P_x 则可正可负。

②变送器必须能在负压下工作,即在负压情况下,零位输出值不会产生飘移。

③在安装时，一定要保证管道及连接处严格密封，在负压下工作不会渗漏。否则，测量误差将很大。

④与普通式负压测量法类似，采用图 2-2 测量压力时，一定要保证没有液体存在高压侧。否则，将引起较大的误差。

⑤取负迁移是测量方法上的需要,不是为了提高实际使用精度。不取负迁移,就无法进行测量。

第三节 液位的测量

根据流体静力学，我们知道液体内部某一深度的压力（ p ）等于液柱的高度（ h ）和液体的重度（ γ ）的乘积。即：

$$p = h\gamma$$

当液体的重度 γ 恒定时，液位 h 的变化就可以由压力 p 的变化反映出来，而压力 p 的变化，我们可以用差压变送器把它检测出来，所以，我们能够用差压变送器测定液体的液位。

这就是液位测量的基本原理。

一、测量开口容器的液位

测量开口容器的液位时，可以采用图 3—1 所示方法。

图中，变送器的高压侧与导压管相接，低压侧通大气。

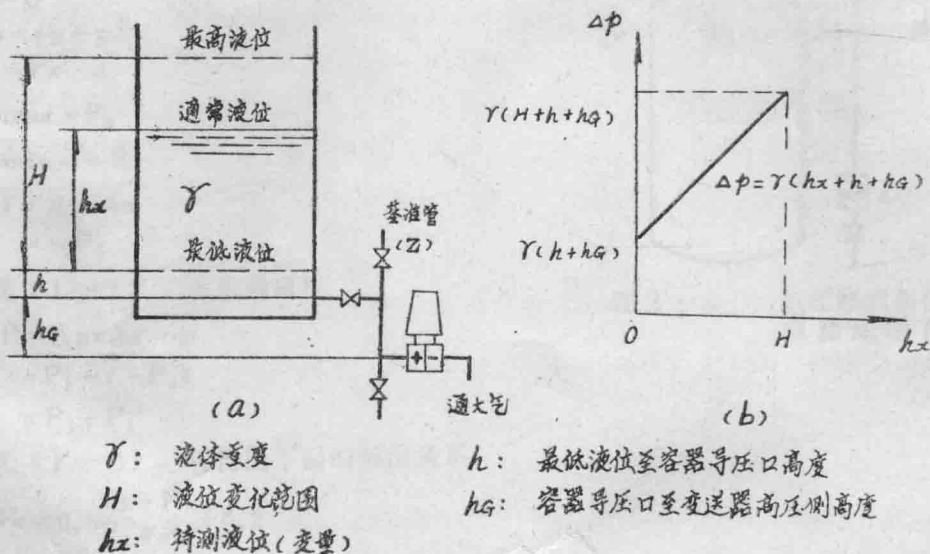


图 3—1 测量开口容器液位示例

(一) 计算推导

(1) 下面，我们来详细分析它的工作原理。

$$① p_g = \gamma(h_x + h + h_g)$$

$$② p_d = 0$$

$$\begin{aligned}\textcircled{3} \Delta p &= p_g - p_d \\ &= \gamma(h_x + h + h_g)\end{aligned}\quad (3-1)$$

式(3-1)是 Δp 与 h_x 的关系式,其关系曲线如图3-1(b)。

式(3-1)中 γ 、 h 、 h_g 是已知数,所以,液位 h_x 的变化可以由差压变送器所承受的压差 Δp 的变化反映出来,这就是开口容器中液位测量的基本原理。

(2) 现在,来讨论一下当 h_x 从0变化到 H 时,式(3-1)的变化情况。

①当 $h_x = H$ 时, Δp 有最大值 $\Delta p_{\max}$

$$\Delta p_{\max} = \gamma(H + h + h_g)$$

②当 $h_x = 0$ 时, Δp 有最小值 $\Delta p_{\min}$

$$\Delta p_{\min} = \gamma(h + h_g)$$

(3) 首先,我们讨论一下选用不带迁移的差压变送器的量程。

$$\begin{aligned}\Delta P &= \Delta p_{\max} \\ &= \gamma(H + h + h_g)\end{aligned}$$

那么,被测压差只在 $\gamma(h + h_g)$ 到 $\gamma(H + h + h_g)$ 之间变化。这一变化段只占全量程的一部分。

(4) 然后,我们再来讨论一下选用带迁移的差压变送器的迁移量和量程。

①取 $q_z = \Delta p_{\min}$

$$= \gamma(h + h_g)$$

② $\Delta P = \Delta p_{\max} - q_z$

$$\begin{aligned}&= \gamma(H + h + h_g) - \gamma(h + h_g) \\ &= H\gamma\end{aligned}$$

(5) 我们将(3)和(4)的结果比较一下,不难看出,选用不带迁移的变送器时,其量程 $\gamma(H + h + h_g)$ 要比选用带迁移的变送器的量程 $H\gamma$ 大。如果变送器的精度是同级的,那么,带迁移的变送器的实际测量精度就较高。所以,为了提高测量精度,我们往往选用带迁移的变送器。

(二) 仪表选择

测量开口容器的液位时,选用带正迁移的差压变送器。

量程 $\Delta P = H\gamma$

正迁移量 $q_z = \gamma(h + h_g)$

输出关系 $P_c = 0.8 \frac{h_x}{H} + 0.2$

(三) 注意事项

①图3-1中的基准管是用来在系统正常运行时调整变送器零位的。

调零时,关闭导压阀,打开基准管上的开关阀,然后在基准管中注入恰当的基准液。最后,调正零位。

基准管的高度取决于调零时所需的压力和基准液的重度。

基准液一般用容器中的液体或水。

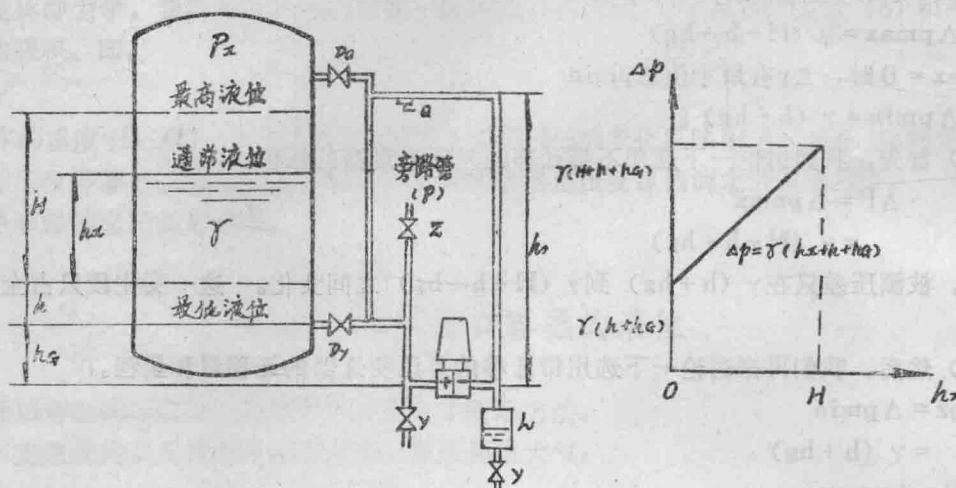
②在安装时,如果能适当注意使 $h = h_g = 0$,则不需选用带迁移的变送器。

③导压管和基准管一般采用1/2"管。

二、测量密闭容器的液位

1、不带隔离液普通式液位测量法

密闭容器内外温差不大，气体也不易凝结成液体时，可以采用图3—2所示方法测量液位。



P_x : 密闭容器的内压力(变量)

h_0 : 过载保护高度(低压侧导压管高度)

(a)

(b)

图3—2 不带隔离液普通式液位测量法示例

(一) 计算推导

按前述方法，可推导出下列关系式。

$$\textcircled{1} p_g = \gamma (h_x + h + h_g) + P_x$$

$$\textcircled{2} p_d = P_x$$

$$\textcircled{3} \Delta p = p_g - p_d$$

$$= [\gamma (h_x + h + h_g) + P_x] - P_x$$

$$= \gamma (h_x + h + h_g)$$

(3—2)

式(3—2)是 Δp 与 h_x 的关系式，其关系曲线如图3—2(b)。

不难看出，式(3—2)与式(3—1)完全相同。所以，我们不用再讨论下去，就可以得出下面的结论。

(二) 仪表选择

如图3—2测量密闭容器的液位时，选用带正迁移的普通式差压变送器。

量程 $\Delta P = H\gamma$

正迁移量 $q_z = \gamma (h + h_g)$

最大工作压力 大于 $P_{\max}$ ($P_{\max}$ 是 P_x 的最大值)

输出关系

$$P_c = 0.8 \frac{h_x}{H} + 0.2$$

(三) 注意事项

① 零位调整, 仪表调换和单向保护

为了在运行中调整零位和调换仪表时能对变送器作单向保护, 需要在容器外侧装上基准管和傍路管。傍路管管径一般取 1" 以上。

傍路管虽然能在误操作的情况下对仪表起单向保护作用, 但也会引起液体充进导压管道, 测量系统仍要经过清洗才能正常运行。因此, 仍需按正确的步骤进行操作。

调零时, 首先关闭液相导压阀 D_y , 这时由于傍路管的作用, 变送器高、低压侧都不会受单向压力作用。然后关闭气相导压阀 D_q , 切断测量系统和压力容器的联系, 打开放气阀 Q , 放掉压力, 使变送器安全撤出运行。最后, 利用基准管调正零位。

调换仪表时, 如上所述, 依次关闭液相导压阀 D_y , 气相导压阀 D_q , 打开放气阀 Q , 使变送器安全撤出运行。接着打开放液阀 Y , 放掉液体后调换仪表。新的变送器装好后, 关闭放液阀 Y , 利用基准管调正零位。然后, 关闭放气阀 Q 和基准管上的开关阀, 打开气相导压阀 D_q , 在工作压力下再次调正零位。最后, 打开液相导压阀 D_y , 使变送器安全投入运行。

② 过载保护

为了对变送器作过载保护, 过载保护高度 h_o 应取决于变送器的过载能力, 一般取

$$H + h + h_g < h_o < 1.25H + h + h_g$$

③ 液位监视

为了监视容器的液位, 可以在容器外侧安装玻璃液位计, 也可以在容器壁上开设监视孔。

④ 与普通式负压测量法相同, 采用图 3-2 方法测量液位时, 一定要保证没有液体进入变送器的低压侧。否则, 将引起较大的误差。

⑤ 安装时, 如果能适当注意使 $h = h_g = 0$, 则不需选用带迁移的变送器。

2、不带隔离液单法兰式液位测量法

密闭容器内外温差不大, 气体也不易凝结成液体, 液相又不宜用导压管引出时, 可以采用图 3-3 所示方法测量液位。

(一) 计算推导

按前述方法, 可推导出下列关系式。

$$① p_g = \gamma (h_x + h) + P_x$$

$$② p_d = P_x$$

$$\begin{aligned} ③ \Delta p &= p_g - p_d \\ &= [\gamma (h_x + h) + P_x] - P_x \\ &= \gamma (h_x + h) \end{aligned} \quad (3-3)$$

不难看出, 式 (3-3) 与式 (3-1) 类似。所以, 可以得出下面的结论。

(二) 仪表选择

如图 3-3 测量密闭容器的液位时, 选用带正

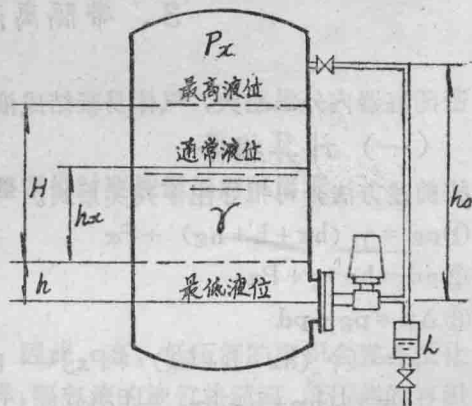


图 3-3 不带隔离液单法兰式液位测量法示例

迁移的单法兰式差压变送器。

量程 $\Delta P = H\gamma$

正迁移量 $qz = h\gamma$

最大工作压力 大于 $P_{\max}$

输出关系 $P_c = 0.8 \frac{h_x}{H} + 0.2$

(三) 注意事项

① 零位调整，仪表调换和单向保护

单法兰式测量法接管简单，但在运行中调整零位和调换仪表较为困难。

当变送器不带迁移且被测液体为一般液体时，为了在运行中调整零位，往往从容器的导压基准面引一带平衡阀的平衡管接至单法兰差压变送器的低压侧。调零时，打开平衡阀，使高、低压侧的压力平衡后，即可调正零位。调零后，关闭平衡阀，放掉低压侧的液体，变送器即重新投入正常运行。但是，当仪表出现故障，却不能在不影响系统运行的情况下调换仪表，因此，要求仪表的可靠性和稳定性较高。

为了调整零位和调换仪表，也可以利用备用容器，当需要调整零位或调换仪表时，将运行切换至备用容器后再进行零位调整和仪表调换。

为了在运行中调整零位和调换仪表，还可以在容器外侧设一外接测量室，把变送器装在外接测量室上，这一外接测量室实质上是一个口径较大的傍路管，因此，调整零位和调换仪表的操作步骤可以参考不带隔离液普通式液位测量法。

② 过载保护和液位监视

与不带隔离液普通式液位测量法相同。

③ 与普通式负压测量法相同，采用图 3—3 方法测量液位时，一定要保证没有液体进入变送器的低压侧。否则，将引起较大的误差。

④ 安装时，如果适当使 $h = 0$ ，则不需选用带迁移的变送器。这种情况在实际使用中是较多的。

⑤ 根据液体的粘性，结晶性，沉淀性，适当选用单法兰或单杆法兰差压变送器。

3、带隔离液普通式液位测量法

密闭容器内外温差大，气体易凝结成液体时，一般采用图 3—4 所示方法测量液位。

(一) 计算推导

按前述方法，可推导出下列关系式。

$$① p_g = \gamma (h_x + h + h_g) + P_x$$

$$② p_d = h_o \gamma_g + P_x$$

$$③ \Delta p = p_g - p_d$$

$$= [\gamma (h_x + h + h_g) + P_x] - [h_o \gamma_g + P_x]$$

$$= \gamma (h_x + h + h_g) - h_o \gamma_g$$

(3-4)

式 (3-4) 是 Δp 与 h_x 的关系式，其关系曲线如图 3—4 (b)。

$$④ \Delta p_{\max} = \gamma (H + h + h_g) - h_o \gamma_g$$