

壓縮機測量儀表

壓縮機教研室編

西安交通大學

1964. 8

1. 测量的定义

测量是用实验方法来决定待测物理量与所选用的测量单位之间比值的工作过程。

用数学式来表示, 即

$$Q = qu$$

式中: Q — 被测物理量;

q — 测量值, 即被测物理量和所选单位的比值;

u — 测量单位。

在测量方式上, 一般可以分成三类:

(1) 直接测量: 凡是根据实验数据, 可以直接得出测量结果的测量方式, 都属于直接测量。如用温度计来测量温度, 用压力表来测量压力等。

用数学式表示, 即

$$y = x$$

式中: y — 是被测量值, x 为测量结果。

(2) 间接测量: 从一些直接测量的结果, 再通过一定函数关系的运算, 而求出测量结果的测量方式, 称为间接测量。如在流量测量中, 根据节流装置中的压力降来求出流量便是。

用数学式表示, 即

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

(3) 联立测量: 用一种或几种数值的多项测量结果, 通过解联立方程式的办法以求得测量结果的测量方式, 称为联立测量 (组合测量)。例如, 用电阻温度计测量温度时, 铂电阻随温度而变化的关系为:

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2)$$

式中: R_0 — 在 0°C 时铂电阻值;

R_t —— 在 $t^\circ\text{C}$ 時的鉑电阻值；

A, B —— 温度系数。

要求取温度系数 A, B ，先测得不同温度下之 R_t ，再解联立方程即可。

联立测量一般在实验室中才会遇到。

2. 测量仪表

凡是用来直接或间接将被测量和测量单位作比较的设备均称为测量仪表。测量仪表由感受、传递、指示三个组成部分，并且它们可分为下列几类：

(1) 比较式仪表：包括各种用来将量仪互相作比较；或者是将被测量与量仪或标准作比较的仪表，如天平、电位计、活塞式压力计等。

(2) 指示式仪表：是指那些通过直接读数装置，把被测量的瞬时值指示出来的仪表，如温度计、弹簧压力表等。

(3) 自动记录式仪表：具有单独的记录机构；能自动把被测量连续记录下来，如自动记录式压力表、高温计等。

(4) 积算式仪表：具有专门的累积机构，能把被测量的累积数值直接指示出来的仪表，如流速式和容积式流量计等。

(5) 调节式仪表：是指这样一些仪表，它们有附加的调节运算部分，能根据被测量的予定值，来自动调节工艺过程的仪表。

如将检查测量仪表按其作用来分类，则仪表又可分为：

(1) 范型仪表：凡是用来复制和保持测量单位，或者用来进行各种测量仪表的校验和刻度工作的仪表，叫做范型测量仪表。用来复制和保持测量单位的具有最高精确度的范型仪表，叫做标准仪表。

(2) 实用仪表：供实际测量工作用的仪表，叫做实用测量仪表。实用测量仪表又可分为实验室用的和工程用的两种。属于前一种的测量仪表，在运用时更要考虑到准确度的；属于后一种的测量仪表，在

通用时采用预先规定的准确度。

3. 误差

测量是一种实验性的一系列活动，在测量过程中，由于所使用测量工具本身的不准确，外力的影响、观测者的主观性以及周围环境的影响等原因，使测量结果不可能绝对正确，我们把被测量的指示值和其实际值的差值称为误差。

按测量误差的特性来分，有三种类型：系统误差、粗误差和偶然误差。

(1) 系统误差（又称规律误差）：它包括附加误差——由仪表本身不准确或受周围环境影响而引起的测量误差；及方法误差——由测量方法不正确所引起的测量误差。这种误差出现的方向、大小都有一定的规律，可以从测量结果中把它消除或减少。例如周围温度的影响，观测者固定的视差等。

(2) 粗误差（又称疏忽误差）：是由测量者主观性错误造成的如刻度用错了，读数时看错了数值等。这种误差必须从测量结果中除去。

(3) 偶然误差：是由一些事先不知道的因素所引起的，这种误差出现的方向、大小从每一次的测量值来看，它是没有任何规律的，但是，从大量的测量结果来看，它是服从于或然率规律的。

从测量仪表的精确度的观点出发，测量误差又可分为绝对误差、相对误差和引用相对误差。

(1) 绝对误差：即测量值和真实值之间的差值，可表示为：

$$\delta = A - A_0$$

式中的 A 为测量值， A_0 为真实值， δ 为绝对误差。

(2) 相对误差：就是测量的绝对误差 δ 和真实值 A_0 之比，

即
$$r = \frac{\delta}{A_0} = \frac{A - A_0}{A_0}$$

式中的 r 为相对误差。

(3) 引用相对误差：就是测量中最大的绝对误差和仪表的测量范围之比。

4. 仪表的品质指标

(1) 精确度：是表示仪表测量结果的可靠程度的，也可用下式表示：

$$\gamma_0\% = \frac{\delta_0}{A_R} \%$$

式中的 A_R 是仪表的测量范围， δ_0 是仪表测量时可能产生的最大绝对误差。

为了使表示，习惯上去掉上式中的%，称之为该仪表的精确度等级。例如，一压力表其测量范围为 $0 \sim 100$ (公斤/厘米²)，若精确度为 1.5 级，则表示其最大误差不超过 $100 \times 1.5\% = 1.5$ (公斤/厘米²)。

(2) 灵敏度：它表示仪表指示装置的直线位移或角度位移，与造成该项位移的被测参数值变化量之间的比值。可用下式表示：

$$S = \frac{\Delta a}{\Delta A}$$

- 式中 S —— 仪表的灵敏度；
- Δa —— 仪表指示装置的直线或角度位移；
- ΔA —— 被测量参数的变化。

(3) 恒定性：它表示仪表在相同的外界条件下工作的稳定程度。恒定性是以仪表的变差来表示。变差是指在外界条件不变的情况下，对同一数值进行反复测量（正行程和反行程）时所产生的最大差值与仪表的测量范围之间的比值（以%表示）。

第三部分 压缩装置中的测量仪表

第一章 压力的测量和仪表

(一) 概述

流体(在压缩机装置中主要是气体、油和水)压力的测量可用压力计。压力计上所测得的读数为表压,表压加大气压即为绝对压力。表压为正值时表示该压力高于大气压,负值时低于大气压即具有真空度。

用来衡量压力的单位很多。工程上常用的,是以每平方厘米一公斤的压力计的「工程大气压」,或简称「大气压」〔公斤/厘米²〕。一「大气压」相当于735.6毫米水银柱高(当0°C,在纬度45°每平方厘米时),而一个「物理大气压」则为760毫米水银柱高,所以一个物理大气压约等于1.03「工程大气压」。

在1960年国际超高压会议上决定,在超高压范围内用「巴」(bar)或「千巴」(Kilo-bar)作为单位。

$$1 \text{ 公斤/厘米}^2 = 0.9807 \text{ 巴}$$

$$1 \text{ 物理大气压} = 1.0102 \text{ 巴}$$

有时也会遇到英制单位,为计算方便起见现将各种单位换算列于表 3.1-1 中。

在压缩机装置中测量压力的范围很广,它有从真空到2000大气压。常用的压力计有:液柱式、弹簧式和活塞式三大类,现分述如下:

表 3.1-1

工程大气压 公斤/厘米 ²	物理大气压	磅/吋 ²	磅/呎 ²	水银柱高		水柱高	
				毫米	吋	毫米	吋
1	0.9678	14.223	2048	775.5	28.96	10000	314.0
1.0333	1	14.696	2116				
0.07031	0.06804	1	144	51.71	2.036	703.7	27.70
	0.000944	1	1	0.3591	0.01414	4.875	0.1922
				1	0.3937	13.61	0.5357

(二) 液柱压力计

液柱压力计是液体压力计的一种，依据流体静力学原理制成。液柱压力计不仅可以测度表压和真空，也可以测度两点的压力差，在工厂与实验室都属常用。它的优点是使用容易，价格低廉，而且在准确度较高。缺点是：两柱的压力差不能很高，测压范围颇受限制，同时压力计本身的耐压程度亦差（工业用的亦很少超过150公斤/厘米²）的。

1. U-型液柱压力计

图 3.1-1 所示为实验室用的式样，也可说是最基本的式样，主要为U形的玻璃，内盛水银或其他液体。如一端与测压空间相连，它端与大气相通，则可由液面差测出表压或真空度，如两端分接两点，则可测出压力差。表压（真空度，或压力差）与压力计读数间的关系是：

$$P = h(\gamma_h - \gamma')$$

式中， P 为表压或压力差（公斤/厘米²）；

h 为液面差（厘米）； γ_h 为工作液的密度（公斤/厘米³） γ' 为工作液之上的流体的密度（公斤/厘米³）。

由于肉眼观察能力的限制，观察任何一柱的液面时的误差可能达1（毫米），对于两柱的液面差，须观察两次，故误差可能达2.0（毫米）。如用放大镜帮助观察，则可使误差减少至0.5（毫米）；因为液面有毛细管现象，倘无其他的附加装置，很难使误差再行减低。由此可知，如测压范围较大，则误差百分率较低。例如，测压范围为20（厘米）液柱时，误差百分率为1%；而测压范围为2（厘米）时，误差百分率将增为10%。所以U-型液柱压力计并不适宜于测度微小的压力差。

为了克服不耐压的缺点，就须在结构上加以改变，工业用的U-型差压计采用了金属结构，耐压程度大为改进。

玻璃管的直径通常为4~6（毫米），装在特制之钢座上，接合处用填料或银浆，使之严密不漏，在下方的钢座内有通道，使两柱的工

液相通，并备塞子以供泄去工作液之用。在上石的钢座内备有测压用接头及阀。有些液柱差压计尚备有平衡阀，装在上石钢座的特备通道内。在操作时，须将平衡阀关上，这样两柱在上端并不相通。要按检零点时，可以将它打开。

测压范围视玻璃管之长度而定，一般不超过1000—1500（毫米）的液柱。

2. 杯式液柱压力计

杯式液柱压力计可以说是U-型的一种变形，其构造如各3.1-2所示，它与U-型的不同点在于：两柱的截面积不是相等的，一柱远较另一柱为大，而呈杯状，如将一柱接至测压空间，另一柱接通大气，设杯状的一端压力较高，则液石将下降高度 h_2 而受状的一端压力较低，则液石将升上高度 h_1 ，此时总的液石差将为：

$$h = h_1 + h_2$$

因为压力计内工作液的体积不变，如令 F_1 为玻管的内截面积， F_2 为杯的内截面积，则：

$$F_1 h_1 = F_2 h_2$$

或
$$d^2 h_1 = D^2 h_2$$

式中 d ——管的内径， D ——杯的内径， $r = \frac{D}{2}$ 为杯的半径

$$h = h_1 \left(1 + \frac{F_1}{F_2} \right) = h_1 \left(1 + \frac{d^2}{D^2} \right)$$

两端的压力差 ΔP 将为

$$\Delta P = h r = h_1 \left(1 + \frac{d^2}{D^2} \right) r$$

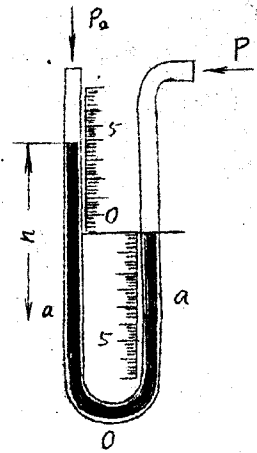


图 3.1-1 U-型液柱压力计

因为 d/D 和 γ 在测量过程中都保持不变，所以 p 仅随 h_1 而变。如果杯的截面积远较玻管为大，那末 $\frac{d^2}{D^2}$ 这一项就可略去不计，在一般杯式压力计中， $\frac{d^2}{D^2}$ 约为 0.00173 左右，倘对 $\frac{d^2}{D^2}$ 项不加修整，则仅相当于 0.173% 的误差。

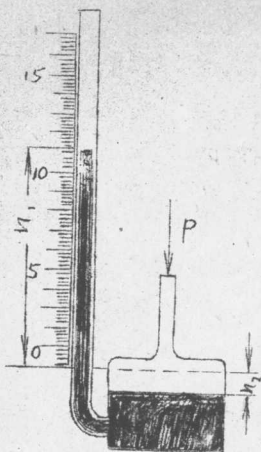


图 3 1-2 杯式压力计

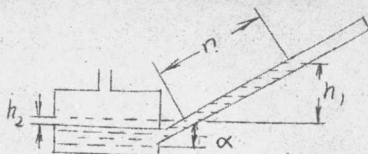


图 1-3 倾斜液柱压力计筒各

杯式压力计的最大优点是读数容易，只需观察一次，不必相减，因此，在液柱高度读数上的误差，可较 U-型减少一半。

3. 微压计

微压计也是 U-型液柱压力计的变型，用来测度微小的表压、真空度或压力差。在这情况下，如用通常的 U-型式样，则误差太大，不合要求，所以必须设法改变结构，将示数放大，最常用的微压计有下列三种：

(1) 倾斜液柱压力计其作用及理如各：1-3 所示。使用时，杯状的一端接至较高压力处，而斜管则与较低压力处相连。由于压力差的存在，工作液的液面将发生变化，在杯内下降 h_2 ，而在斜管内上升 h_1 ，设斜管的倾角为 α ，而工作液液面移动的距离为 n ，则在此时的总的液面差，应为：

$$h = h_1 + h_2 = n \sin \alpha + h_2$$

设 F_1 为管之内截面积，而 F_2 为杯之内截面积，则

$$h F_1 = h_2 F_2$$

代入主式 (8) 中, 消去 h_2 , 可得

$$h = n \left(\sin \alpha + \frac{F_1}{F_2} \right),$$

或
$$p = nr \left(\sin \alpha + \frac{F_1}{F_2} \right)$$

当杯之截面积远较斜受为大时, 末一项可以不计, 因此

$$h = nr \sin \alpha,$$

而
$$p = nr \sin \alpha.$$

从此可知, 其示数较 U-型放大了 $\frac{1}{\sin \alpha}$ 倍, 倾斜角度愈小, 则读数愈大, 实际上, α 不宜小于 15° , 否则液体的弯月面延伸过广, 读数较难。最常用的工作液则为水或酒精。

此种微压计的量程为 0—50 至 0—200 (毫米水柱), 误差约为 ± 0.5 至 1.5%。

(2) 补偿式微压计

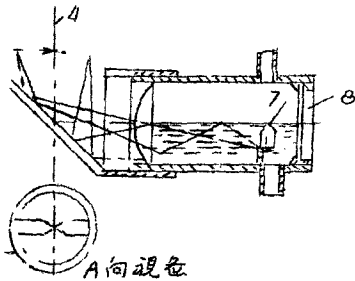
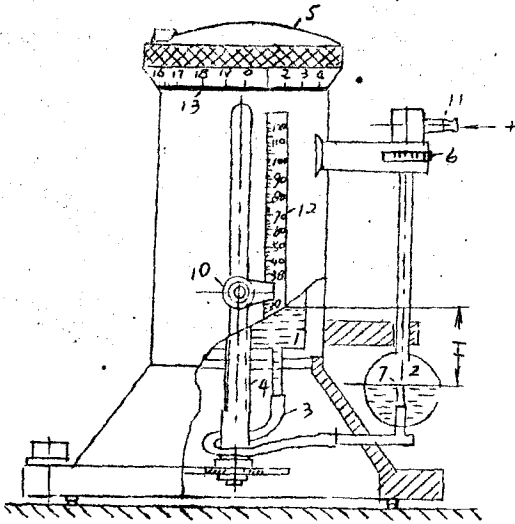
补偿式微压计如查 3-1-4 所示。它主要由 1 和 2 两个罐所组成, 相互间用橡皮管 3 联接, 罐 1 与测微螺旋装在一起, 转动帽盖 5, 即可使它升降, 而移动的高度可在标尺 9 及 13 读出, 在罐 2 内则置有金属顶针 7, 因为在罐 2 的前面装有反射镜和透镜, 所以可清晰地看到顶针及其在工作液中的倒影, 在测压时, 旋转帽盖 5, 使顶针之端及其倒影恰是吻合为止。由于罐 2 的液面每次总是调整到固定位置, 所以罐 1 移动的高度即表示两侧的液柱差。此种仪表的量程为 0—125 及 0—250 (毫米水柱)。容许误差在 ± 0.05 (毫米水柱) 以内。

其他的液体压力计多作测压差之用, 将在第二章内讨论

(三) 弹簧压力计

弹簧压力计是根据弹性元件的变形程度而测定压力的, 它们的测压范围甚广, 既可做至 0.1 (毫米水柱) 左右, 亦可高达数千 (公斤/厘米²)。它们不仅在工厂中应用极广, 而在实验室中亦属常见。其优点

表 1-2 液柱压力计常用的工作液体



各 1-4 补偿式微压计

工作液	分子式	重度, (公斤厘米 ³), 在 20°C 下
乙 醚	$(C_2H_5)_2O$	0.000712
乙 醇	C_2H_5OH	0.000790
火 油	—	0.000820
苯	C_6H_6	0.000880
甲 苯	$C_6H_5CH_3$	0.000864
水	H_2O	0.000998
磷酸三甲酯	$(CH_3C_6H_4O)_3PO_4$	0.001175
甘油(无水)	$C_3H_8O_3$	0.001257
四氯化碳	CCl_4	0.001594
二氯乙烷	$C_2H_4Cl_2$	0.002185
四氯乙烷	$C_2H_2Cl_4$	0.002980
汞	Hg	0.013546

注: 工作液体与定液石以上
的另一液体不相溶和。

在于: 构造简单, 便于携带, 装置容易, 而且价格低廉。一般工业用的弹簧压力计的准确度为 1.0 至 4 级, 范型用的准确度级为 0.2、

0.35 及 0.5。

最常用的弹性元件如各 3-5 所示, a 为单圈弹簧管, b 为多圈弹簧管, c 为弹性膜, d 为膜匣, e 为折皱管, f 为附加弹簧的软膜。各中的 p 表示作用压力, p' 表示变形方向。

亦称波登管压力表, 为弹簧压力计中最常见的一种, 其构造如各

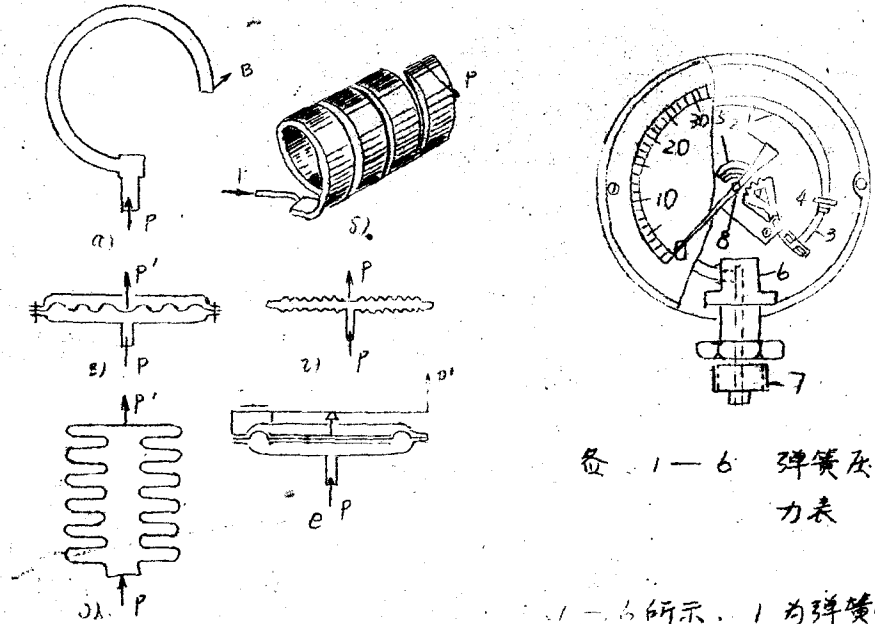


图 1-6 弹簧压力表

图 1-5 弹簧压力计的弹性元件

图 1-6 所示，1 为弹簧管，其截面依椭圆形，长轴与指针 2 的轴相平行。弹簧管可自由移动的一端是封闭的。

该拉杆 3 与扇形轮 4 相连接，扇形轮的他端连着齿轮 8，其轴上装有指针。两轮的齿与齿间，装有游丝 5 以消除齿间余隙对齿的影响。弹簧管的另一端焊牢在支承座 6 中，在支承座的出口装有受接头 7，可与测压管相连接；9 为表壳。

当压力变化时，弹簧管发生变形，当管内压力增加时，弹簧管的截面发生了从椭圆膨胀为圆形的趋势，整个弹簧管因而稍为挺直（在一般的压力表，转动的角度小于 $5-20^\circ$ ）；弹簧管自由端的移动，通过传动机构使指针转动。

弹簧管的测压上限，表压可自 0.6 至 10.000 (公斤/厘米²) 真空可至 760 (毫米汞柱)^[1]。对于 150-200 (公斤/厘米²) 以下的压力，弹簧管常用黄铜制成（对铜有腐蚀性的介质，如氨气等则用钢）；

对于200(公斤/厘米²)以上的压力, 则用合金钢制成;

必须注意, 多数金属受压后, 虽未达到弹性限度, 但在应力解除后不能立即恢复原状。所以, 压力表可以承受的应力应较到达弹性限度时的应力小一半。为了保证示数安全可靠, 使用压力通常不能到达压力表测量上限的 $\frac{2}{3}$ 以上, 但是为了减小误差, 也不宜小于 $\frac{1}{3}$ 。

自弹簧受压指针的传动方式, 上述的扇形齿连接法是一种, 这种式样的指针可转动270°, 也有用杠杆相连的, 但是指针只能转动90°。杠杆转动的式样较耐震动。如各3.1-7。

单圈螺旋弹簧受压力计多是指示型的, 记录型的较少, 它可以附有远距传动装置或记录仪。

2. 多圈弹簧受压力计

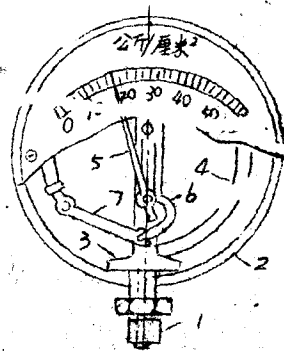
此种压力计使用多圈的螺旋受或螺线受来代替单圈的弹簧受, 因此受端能移动较大的角度(可达50-60°), 灵敏度有所提高, 多圈弹簧受压力计的最大优点是适宜于制成自动记录型。

此种式样的压力计测量范围可达160(公斤/厘米²), 误差不过1.5%。

3. 膜式压力计

如所测压力不高, 则可用金属膜作为弹性元件, 如: 1—母所示即为一例。

四身内的感压是由上下两个法兰口所构成。法兰间镶有金属膜1, 膜的下侧与测压空间相通, 而在中心之上接有杠杆3, 再经杠杆4而与扇形齿5相连。当压力增加时, 膜上突而使扇形齿转动, 从而转移指针6, 指针转过的角度即作为压力的量度。



各 1-7 杠杆传动的弹簧受压力表

- 1—受压头; 2—表壳;
- 3—承座; 4—弹性膜;
- 5—指针; 6—曲杆;
- 7—杠杆。

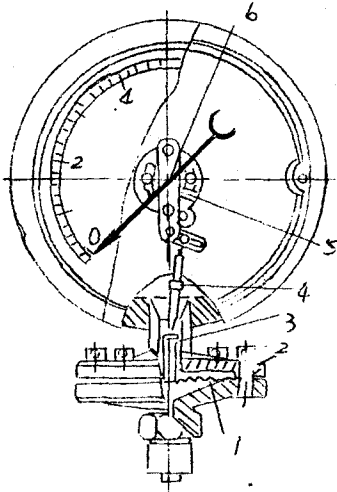


图 1-8 膜式压力计

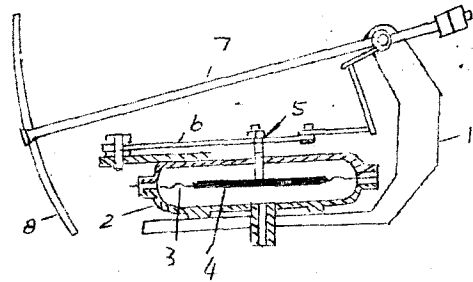


图 1-9 带有垂直的测尺
标尺的膜式压力计

1—支架；2—底座；3—膜片；4—圆盘；5—拉杆；
6—弹簧；7—指针；
8—侧标尺。

测压极限视膜的强度而定。当压力不高时，用铜质合金的膜；当压力较高时，则用钢。膜的强度亦与其厚度及直径有关，高压用的膜应当厚一些，直径减小一些，这种仪表的测压上限自1至25（公斤/厘米²），准确度为2.5及4级。

此种压力计的优点是可用于腐蚀性介质及粘滞性液体，缺点是灵敏度与准确度较低。

倘使测压极限更低，在16—2500（毫米水柱）的范围内，可用图 1-9 所示的式样。

4. 折皱管式压力计

此种压力计用金属的折皱管（形状略如手风琴）作弹性元件，折皱管受压而增加的距离近乎与压力成正比。为了增加其弹性，可在膜内置一反向作用的弹簧，这样，外界的压力就与折皱管及弹簧变形的力相平衡。这种压力计也常做成记录型的。

此一式样适宜于0.3—5（公斤/厘米²）压力之用，误差不超过1.5%。

上述的各种弹簧压力计也可作为真空计及压力真空两用计之用。

压力表的测易上限有 0.6, 1.0, 1.6, 2.5, 4, 6, 10, 16, 25, 40, 60, 100, 160, 250, 400, 600, 1000, 1600, 2500, 4000, 6000, 10000, (公斤/厘米²) 各级, 真空表的测易上限为 760 (毫米汞柱)。

仪表的准确度有 0.5, 1, 1.5, 2.5 及 4 五级。

表壳的直径有 60, 100, 150, 200 及 300 毫米五种。

(四) 活塞压力计

在活塞压力计中, 测压空间流体介质的压力, 与活塞及其载重的作用力相平衡, 从载重可标示所测压力之值, 活塞压力计主要作为范型仪用, 称为静重压力计, 广泛地用于弹簧压力计之校验及刻度工作中。

图 3-1-10 即为范型的活塞压力计中最常见而又简单的一种, 在立柱 1 中, 有着磨光的圆形孔道, 活塞 2 可在其中上下移动, 活塞 2 之上有圆盘 5 及载重 6, 此圆形孔道亦与螺旋手压机的活塞 4, 以及装置范型的和待校验的压力表的接头 3 相通, 在这些通道口有阀 7 可以启闭, 阀 8 则是供泄压工作液之用, 常用的工作液是矿脂油或透平油。

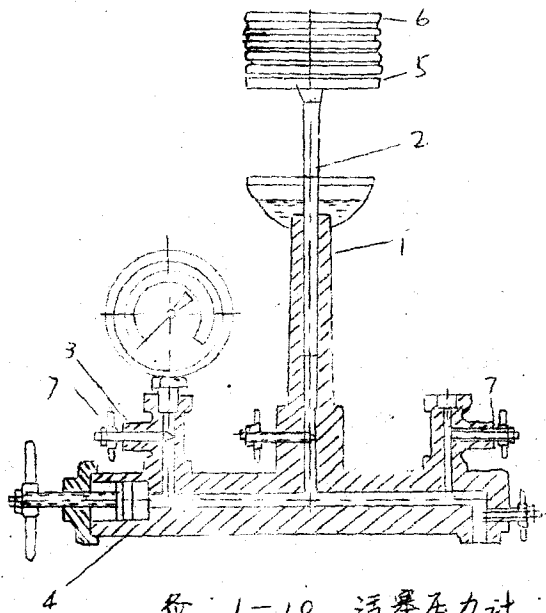


图 3-1-10 活塞压力计

操作前, 先将仪用放平, 并暂将活塞取出, 经漏斗灌油入孔道。

油另以使活塞没入 $\frac{2}{3}$ 高度为准，在整个测定中，活塞浸入的深度应不变，如有变动则可调节手轮 9。校验时，一方应加上载重，并用手动旋转圆盘，以减少摩擦力，同时读出压力表读数，将载重与读数同时记录下来。

要使校验准确，则载重 C 及压力 P 的数值必须精确。同时，工作液不可有漏泄现象，活塞压力计有着 0.02, 0.05, 及 0.2 准确度级的三种类型。测量范围上限，一般不超过 25—50 (公斤/厘米²)。

此外，也有别种式样的活塞压力计，测压极限可达 5000 (公斤/厘米²)。

〔五〕压力计的选择、安装和校验

1. 压力计的选择与安装

为了获得正确的压力数值，首先要求压力计具有正确的示数，而压力计的选择及其安装是否正确，是仪表能否保证测定有精确度的重要因素。在工业上，压力计广泛地应用在各种不同的对象上（如精馏塔、吸收塔、压力容器、泵以及流体的输送管等），被测的压力介质可能具有各种不同的性质（如腐蚀性的，高温的，有剧烈振动的，容易冷凝或凝固的等）。所以，能否正确地选择具有代表性的测压点和压力计安装的位置高低，也是仪表能否正确反应压力数值的一个因素。

(1) 压力计的选择 首先是选择压力计的型式。各种类型的压力计都有其特点和使用范围。所以必须从生产要求的精确度以及仪表将处于什么样的工作条件下进行测量出发来进行选择。单纯从测压范围来考虑，当所选用压力计的满刻度与被测的压力范围愈接近（略大于被测压力的最大值），压力计的指示值愈精确。但一般为了仪表安全使用起见，在负载稳定情况下，规定被测压力的最大值是选用的压力表满刻度的 $\frac{2}{3}$ ，在脉动负载情况下，取选用仪表满刻度的 $\frac{1}{2}$ 为被测压力的最大值。

仪表的精确度愈高，价格愈贵。选用压力计时，必须从实际出发，

在保证生产上所要求的测量精确度情况下，尽量选用价廉而耐用的仪表。

(2) 压力计的安装 根据被测介质的性质，安装压力计必须分别考虑如下几个问题，并采取一定的措施来保证仪表的精度。

(i) 有腐蚀性介质的测压问题。

(ii) 对高温介质的测压问题。

(iii) 在压力变化有剧烈跳动情况下的测压问题。

当介质具有腐蚀性时，安装压力计必需采用隔离装置，一般称为隔离罐。隔离的方法有二种：一种是利用封闭液，采用对压力计弹簧受无损的液体为隔离液工作液体（如甘油、苯、汽油、水银等）。按隔离罐工作液体与介质的密度不同，而取用二种不同的安装方法，如表 3.1-11 是当工作液体的密度大于介质密度情况下采用的液闭罐。另一种是采用保护膜，在压力计弹簧管内充满甘油等没有腐蚀性的液体，并取用如表 3.1-12 的隔离装置。常用的保护有蒙乃尔合金、不锈钢、铜等金属膜，也有橡皮和塑料的保护膜。

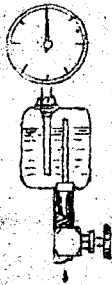
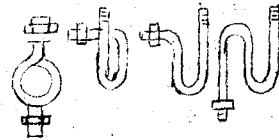


表 3.1-11 测压
用液封罐

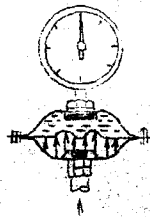


表 3.1-12
测压用保护膜

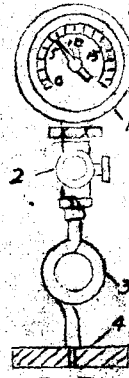


表 3.1-13 测压
用虹吸管