

活塞式壓縮機測試

華中工學院動力二系壓縮機教研組編

一九七五年三月

毛主席语录

理论的基础是实践，又反过来为实践服务。

前言

遵照伟大领袖毛主席关于“教材要彻底改革，有的首先删繁就简”的教导，我们编写了“压缩机测试”试用教材。目的在於使工农学员掌握一些压缩机科学实验方面的基本知识，为今后开展这些工作打一个基础。

“压缩机测试”是实践性环节较强的课程，仪表种类繁多所涉及的知识面也较宽，特别是现代科学技术的飞速发展，已较广泛地使用电子仪器来测定各种非电量。因而在教材编写方面如何贯彻“少而精”感到矛盾较多。通过调查研究，征求了工人师傅和技术人员的意见，使我们的思想得到启发，明确了“学以致用”的原则，也适当考虑到压缩机行业今后开展科学实验的需要。全书分两部分，第一部介绍压缩机主要性能参数的测定方法，第二部介绍示功器和电指示器及其在压缩机上应用的基本知识。

由于编者思想水平和业务能力有限，本教材一定存在不少缺点和错误，诚恳地希望同志们提出宝贵意见。

目录

概述	1
一. 压缩机测试的意义	1
二. 测量的一般知识	1
三. 测量仪表的一般知识	2
第一章 压缩机主要性能参数的测定	4
第一节 压力的测定	4
一. 压力的表示法	4
二. 液柱式压力计	5
三. 弹簧压力计	7
四. 电接点讯号压力计	8
五. 压力计的选择, 安装和校验	9
第二节 温度的测定	12
一. 概述	12
二. 膨胀体温度计	13
三. 热电偶温度计	15
四. 电阻温度计	26
五. 测温元件的安装	32
第三节 排气量的测定	33
一. 用标准喷嘴测排气量	33
二. 用装气法测排气量	48
三. 湿度的测定	51
四. 大气压换算为绝对压力	53
第四节 轴功率的测定	57
一. 电机输入功率的测定	57
二. 压缩机轴功率的测定	58
三. 转速及转差率的测定	63
第二章 示功器及电指示器	68
第一节 示功器	68
一. 机械示功器	68
二. 风电示功器	71
第二节 电指示器	74
一. 非电量电测法概述	74
二. 压电式指示器	74
三. 电阻应变式指示器	87

四. 电容式指示仪	97
第三节 电指示器在压缩机上的应用	99
一. 测录示功图	99
二. 测管道压力波动	110
三. 测伐比运动曲线	113
附录: 1. 弹簧管压力表型号规格	117
2. 电接点压力表型号规格	118
3. 常用热电偶分度表(0~250℃摘录)	119
4. 常用热电阻分度表(摘录)	122
5. 动圈式温度指示仪型号规格	124
参考资料	124

概 述

一、压缩机测试的意义

压缩机测试的意义是多方面的,例如,任何压缩机新产品在设计制造完成后,都要进行性能试验,用以检查排气量,排气压力、消耗功率、排气温度等是否满足设计时规定的要求。这些性能参数都是通过测量仪表用一定的测量方法反映出来的。

为加速我国社会主义革命和建设,赶超帝、修、反,压缩机的科学研究工作正逐步深入,测试的意义也显得更为重要。如气伐的攻关,管道的压力波动,机口的振动、噪音以及超高压领域内机口零件的应力分析等等,这些项目的试验研究都需要各种各样的现代仪表作为工具。而且,试验研究的成果在很大程度上依赖于测试仪表和测试技术的水平。

在压缩机运转中,测量仪表反映着机口运转工况,它是保证生产正常进行的重要环节。例如在合成氨厂,氨的合成压力是320大气压,压力的变化破坏平衡关系并影响反应速度。此外,利用某些仪表还能判断机口的故障(如用压力表和温度计能判断气伐故障)。

因此,对从事压缩机工作的广大工人和技术人员来说,熟悉压缩机测试中的仪表及其使用方法是很有用的。

二、测量的一般知识

所谓测量,就是用仪表或工具通过一定的方法来测定某一种物理量。如用压力表测量气体压力,用尺来测量长度等。

在测量方法上一般可分为:

(1) 直接测量——凡是根据所测数据能直接得出测量结果的测量方式,都属于直接测量。如用水银温度计测量温度等。

(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得出测量结果的测量方式,称为间接测量。如用标准喷嘴测定压缩机排气量时,先测定喷嘴前后的压力差,再换算成排气量的。

在测量过程中,不可避免地会产生误差。所谓误差,就是测量结果和真实数值之偏差。造成误差的原因很多,可分为三种类型:

(1) 系统误差——由于仪表制造上的不准,环境的影响,测量方法不当而引起。这些误差出现的大小及方向有一定的规律,找出这些规律后可从测量结果中把它消除或减少。

(2) 疏忽误差——由于粗心大意而引起,为刻度用错了,读数看错了等。

(3)偶然误差——由于测量时某些偶然因素而引起。

从衡量仪表精确度的观点出发，关心的是误差的大小，一般用绝对误差和相对误差来表示：

(1)绝对误差——指仪表指示值与被测参数真实值之差的绝对值。即：

$$\text{绝对误差} = |\text{仪表指示值} - \text{真实数值}|$$

式中 $|\dots|$ 表示不管两数相减后是正数或负数，一律取正数，叫绝对值。

(2)相对误差——指测量的绝对误差与真实数值之比，即

$$\text{相对误差} = \frac{\text{绝对误差}}{\text{真实数值}} \times 100\%$$

例如用弹簧管压力表测量空气压缩机排气压力，被测的真实压力为8公斤/厘米²，但压力表的读数为7.9公斤/厘米²，其误差为：

$$\text{绝对误差} = |7.9 - 8| = 0.1 \text{ 公斤/厘米}^2$$

$$\text{相对误差} = \frac{0.1}{8} \times 100 = 1.25\%$$

相对误差还可以用绝对误差对仪表量程的百分数来表示，称为折合误差：

$$\text{折合误差} = \frac{\text{绝对误差}}{\text{仪表量程}} \times 100\%$$

例如上例中的压力表量程为0—16公斤/厘米²，这时的折合误差

$$= \frac{0.1}{16} \times 100 = 0.625\%$$

三. 测量仪表的一般知识

根据测量仪表的用途，它可分为两大类：

(1)范型仪表——凡是用来复制和保持测量单位，或是用来进行各种测量仪表的校验或刻度工作的仪表，叫做范型测量仪表，这种仪表准确度最高。

(2)实用仪表——供实际测量工作用的仪表叫实用仪表，它又可分为实验室用仪表和工程用仪表两种。实验室用仪表在使用时要考虑到精确度，对这些仪表需要供给关于它们读数的校正曲线或数值表，使用时对一些有影响的因素（温度、压力、磁场等）都要加以考虑。工程用仪表采用预先规定的精确度，不供给它们任何校正资料。对它们的要求是作用迅速而简单，测量结果只满足“工程上”准确的要求。

评定仪表品质优劣的标准，通常用以下三个指标：

(1) 精确度：它表示仪表测量结果的可靠程度，也就是“准不准”的一个指标。通常所说的精确度是指仪表进行测量时所允许的最大折合误差。即

$$\text{仪表的精确度} = \frac{\text{允许的最大绝对误差}}{\text{仪表量程}} \times 100\%$$

表示仪表精确度高低的所谓等级数。

例如，某压力表量程为 0—16 公斤/厘米²，其测量时的最大绝对误差为 0.16 公斤/厘米²，则该仪表

$$\text{精确度} = \frac{0.16}{16} \times 100 = 1.0\%$$

我们称这个仪表是 1.0 级的，用 1.0 表示。

我国常用仪表的精度等级有下列几种：

I 级标准仪表：0.005，0.02，0.05 (级)

II 级标准仪表：0.1，0.2，0.3，0.5 (级)

一般工程用仪表：1.0，1.5，2.5，4.0 (级)

精确度愈高，测量误差愈小，但仪表造价愈高。因此，在满足需要的精确度前提下，应尽可能选用精度等级低的仪表。

(2) 灵敏度：指测量仪表“灵敏不灵敏”，用被测参数变化一个单位时仪表指示机构的位移来衡量，即

$$\text{灵敏度} = \frac{\text{仪表指示机构的位移}}{\text{被测参数的变化量}}$$

显然，对于相同的被测参数的变化，位移大的灵敏度就高。一般说来，仪表应有足够的灵敏度，否则被测参数的变化就反映不清楚。但灵敏度太大，仪表的量程就小了，故只要求灵敏度适当就行了。

(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；通常用“变差”来衡量。所谓变差，是指在外界条件不变的情况下，对同一数值进行反复的和不同方向的测量时，所产生的最大差值与仪表的量程之比，用百分数表示。例如，校验一块量程为 0—50 公斤/厘米² 的压力表，压力由 0 升至 30 公斤/厘米² 时仪表的最小读数为 29.5 公斤/厘米² (称为上行读数)；而由 50 公斤/厘米² 降至 30 公斤/厘米² 时的最大读数为 30.5 公斤/厘米² (称为下行读数)，则仪表在 30 公斤/厘米² 处的变差为：

$$\text{变差} = \frac{30.5 - 29.5}{50} \times 100\% = 2\%$$

仪表产生变差是因为仪表各部分零件之间的摩擦和间隙所致，仪表的变差不能超过精确度，超过了就要修理或更换。

以上三个指标中，仪表的精度等级是最重要的和最基本的。

上面介绍的是普通常用仪表的共同问题，对于电子仪表，还另有一些专门知识，可在今后实际应用中逐步了解。

第一章 压缩机主要性能参数的测定

第一节 压力的测定

一、压力的表示法

压力就是垂直而均匀地作用在单位面积上的力，其数学表示为：

$$P = \frac{F}{S}$$

式中 P — 压力，单位：(公斤力/米²)或(公斤力/厘米²)

F — 垂直作用力(公斤力)

S — 受力面积(米²或厘米²)

压力也可以用液柱高度来表示

$$P = \gamma h$$

式中 γ — 液体重度(克力/厘米³)

h — 液柱高度(米或毫米)

即压力等于液柱高度与液体重度的乘积。

常用的压力单位有

(1) 工程大气压：即1公斤的力均匀而垂直地作用在1平方厘米面积上所产生的压力，用“1公斤力/厘米²”表示，它是工业上最常用的压力单位。

(2) 毫米水银柱：即1毫米水银柱的重量作用在底面积上所产生的压力。

(3) 毫米水柱，厘米水柱，米水柱：是和毫米水银柱完全相似的单位，即1毫米水柱、1厘米水柱、1米水柱的重量作用在底面积上所产生的压力。

此外，在超高压领域内，有用“巴”或“千巴”作为压力单位

的(这是1960年国际超高压会议上决定的), $1 \text{ 公斤/厘米}^2 = 0.9807 \text{ 巴}$
 在一些国外资料中常会遇到英制压力单位: 磅力/吋²

各种压力单位之间的换算关系如表1-1所示

表1-1 压力单位换算表

压力单位	工程大气压	毫米水银柱	米水柱	磅力/吋 ²	巴
1 工程大气压	1	735.56	10.00	14.223	0.9807
1 毫米水银柱	0.00136	1	0.0136		
1 米水柱	0.1	73.556	1		
1 磅力/吋 ²	0.0703	51.715	0.703		
1 巴	1.0197	750.06	10.197		

因为我们所处的环境中到处都有大气压力的作用, 所以压力又有两种表示方式。

(1) 绝对压力: 指流体的实际压力。

(2) 相对压力: 指流体的绝对压力与彼时彼地的大气压力之差值。大气压力随时和地真而变化, $1 \text{ 标准大气压} = 1.0332 \text{ 公斤/厘米}^2 = 760 \text{ 毫米水银柱}$ 。在实用中有时把大气压力近似地等于1工程大气压。

当绝对压力大于大气压力时, 相对压力称为表压力; 当绝对压力小于大气压力时, 相对压力称为真空度或负压力。因压缩机装置和压力表都处于大气之中, 所以压力表所测量的压力数值都是表压力。

二 液柱式压力计

液柱式压力计是根据流体静力学原理工作的, 即利用一定高度的液柱重量与被测的压力相平衡, 从而用液柱的高度来代表被测压力的数值。

1. U型管压力计

U型管压力计可用来测量压力或压差, 是一种最简单、经济而又比较准确的压力表, 被广泛地应用于生产和实验室中, 但其所测压力范围受U型管长度和强度的限制。在空气压缩机排气量测定中常用到它。

其外形如图1-1所示, U型管内盛装水银、水或酒精等工作液体。当U型管的一端与被测压力相连, 另一端通大气时, U型管内就会产生一定的液面差, 液面差的液柱重量与被测压力相平衡, 即

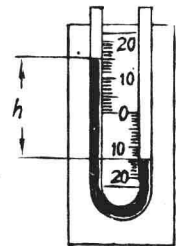


图1-1 U型管压力计

$$p = h\gamma$$

式中 p 为被测流体的表压力, γ 是工作液体重度。工作液体的重度愈大, 同一压力下所得液面差 h 愈小。因此, 被测压力较大时应选用重度大的工作液体(如水银), 被测压力较小时选用重度小的工作液体(如水、酒精或油), 这样可使压力计反应灵敏。最常用的工作液体示于表 1-2

表 1-2 常用工作液体的物理性质

液体名称	分子式	重度(克/厘米 ³)		沸腾温度℃ 压力 760 毫米汞柱	凝固温度℃
		0℃	20℃		
水银	Hg	13.595	13.546	356.9	-38.87
水	H ₂ O	1(4℃)	0.9982	100	0
酒精	C ₂ H ₅ OH		0.789	78	-177
四氯化碳	CCl ₄	1.632	1.59	76.7	-22.8

当 U 型管的两端分别接两个被测压力时, 就可用来测两个压力之差。

在使用 U 型管压力计时, 由于毛细管和液体表面张力的作用, 会引起管内液面呈弯月状。

如工作液体对管壁是湿润的(如水—玻璃管), 则管内形成下凹曲面, 如图 1-2(a); 如工作液体对管壁不湿润(水银—玻璃管), 则管内形成上凸曲面, 如图 1-2(b) 所示。我们一般以弯曲面的最高点作为读数的基准。

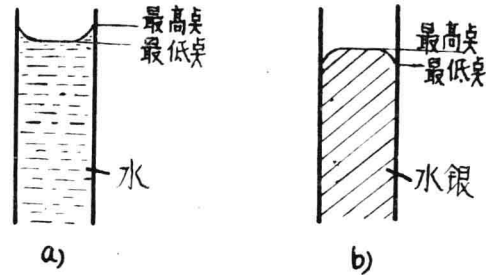


图 1-2 弯曲面现象

为减小毛细管作用, U

型管不能太细, 通常用水作工作液体时, 管内径不小于 8 毫米, 用水银作工作液体时, 管内径不小于 5 毫米。

如果 U 型管压力计标尺的每个分格是 1 毫米, 则每次读数的误差为分格的壹半, 即 ± 0.5 毫米。U 型管压力计需要两次读数, 其可能的最大读数误差为 ± 1 毫米。

2. 单管压力计

把 U 型管的一根管子改为液槽, 就成了单管压力计, 如图 1-3 所示。液槽的截面比管子的截面要大得多。当液槽上端与被测压力相接, 而管子上端通大气时, 在被测压力作用下, 液槽液面

下降了 h_2 ，而管子液面上升了 h_1 ，则被测压力

$$P = h\gamma = (h_1 + h_2)\gamma \approx h_1\gamma$$

可见，单管压力计只要一次读数，读数误差为 ± 0.5 毫米，但忽略 h_2 是有误差的。

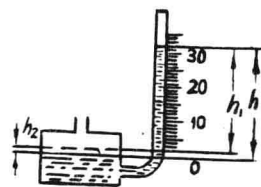


图1-3 单管压力计

3. 斜管压力计

当测量很小的压力时，用U型管或单管压力计来测量会产生较大的读数误差。例如测量 10 毫米水柱的压力，用U型管时其最大误差可达 ± 1 毫米，相对误差达 10%，即使用单管压力计，相对误差也有 5%。

为了提高液面变化的灵敏度，可采用斜管压力计，如图1-4所示，它实际上是把测量管做成倾斜角为 α 的单管压力计。当液槽受压力作用时，斜管内液面在垂直方向上升了 h_1 ，但液体在斜管内变化的距离为 $n = h_1 / \sin\alpha$ ，即斜管内的液面变化值被放大了 $1/\sin\alpha$ 倍。

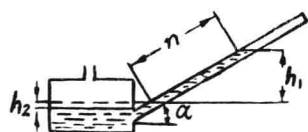


图1-4 斜管压力计

三. 弹簧压力计

弹簧压力计是根据弹性元件的变形和所受压力成一定比例来测定压力的。其构造简单，造价低廉，精度较高，便于携带及安装使用，又有较宽的测压范围（低到 0.1 毫米水柱，高至几千大气压）。因此，它是目前工业中和实验室中应用最广的一种压力计。

弹簧压力计按弹性元件的形式可分为：弹簧管式、弹簧膜片、膜盒式和波纹管式等。它们的工作原理是相同的，下面仅以弹簧管式压力计为至矣进行介绍。

弹簧管压力计的结构原理如图1-5所示，它由测量元件和放大指示机构两部分组成。

1. 测量元件——弹簧管

弹簧管是一根弯成 270° 圆弧的扁圆形或椭圆形截面的空心金属管，如图1-6所示。管子的自由端封闭，另一端固定在接头上，通入被测压力 P 。在压力 P 作用下，弹簧管椭圆截面有变圆趋势，整个弹簧管会稍稍挺直，自由端就产生位移，位移的大小与弹簧管的几何形状、弹簧管弯的角度及管子的刚度有关。刚度就是变形难易的程度，与管子材料及管壁厚度有关，管壁厚、刚度大，管壁薄，刚度小。弹

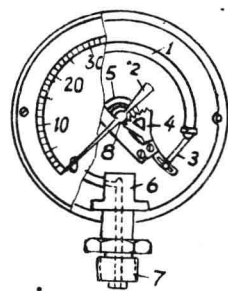


图1-5 弹簧管压力计

簧管愈扁，弯的角度愈大，刚度就愈小，在相同压力下产生的位移就愈大，压力计愈灵敏。工业上定型的各种弹簧管压力计就是利用不同的刚度和几何形状做成的，因而就有不同的量程范围。例如，磷青铜、不锈钢做的弹簧管刚度大，用来测高压，黄铜做的弹簧管刚度小，用来测低压。

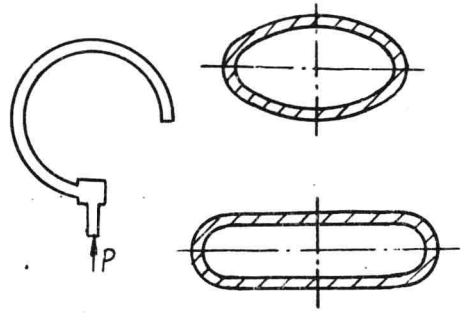


图1-6 弹簧管的几何形状

2. 放大指示机构

由于自由端位移很小，如普通单圈弹簧管的位移只有2-3毫米，所以要用一套机械传动机构将此位移放大，才能清楚地指示出被测压力的数值。

图1-7所示为最常用的杠杆、齿轮传动放大机构。当弹簧管自由端产生位移时，通过连杆2带动扇形齿轮3绕O点转动，由于 $OA > OB$ ，所以A点所转的弧长比B点大；扇形齿轮又带动小齿轮4转动，因小齿轮半径比扇形齿轮半径小很多，扇形齿轮转过一点，小齿轮就可转过一较大的角度，再一次进行了放大，这样就可以方便地进行读数了。而且改变固定点B的位置，便可改变传动机构放大倍数，以调整仪表的刻度范围。

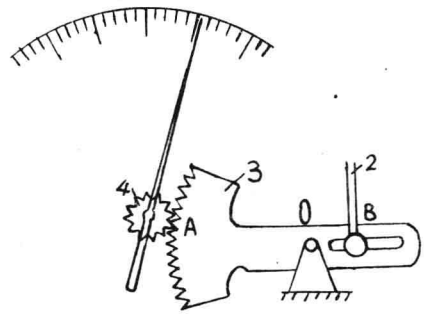


图1-7 弹簧管压力计放大指示机构

弹簧管压力表的型号规格见附录1。

四、电接点讯号压力计

为了生产和设备的安全，往往希望当压力高于或低于规定范围时，能发出灯光或声音讯号，这时可采用电接点讯号压力计，其工作原理如图1-8所示。

实际上就是在弹簧管压力计上增加了特殊的电接点。当压力小于 P_A 时，指针的向下偏转使下边的电路接通，白色指示灯亮，表示压力低于规定范围；当压力大于 P_B 时，上边电路接通，红色指示灯亮，表示压力高于规定范围。如果再并接上声响讯号装置如电铃、喇叭等，就可以同时发出声响报警讯号，还可以用它来接通或断开继电器，达到控制电口设备的目的。

在化工厂压缩机装置中,使用电接点压力计比较广泛,如4M8KII-40/320 氮氢气压缩机的油压力表采用电接点式的,当润滑油的供油压力低于某一值时(如 1.5 Kg/Cm^2),电接点压力计使继电器断路,从而使压缩机停车,防止压缩机轴承因润滑油供不上而烧坏。

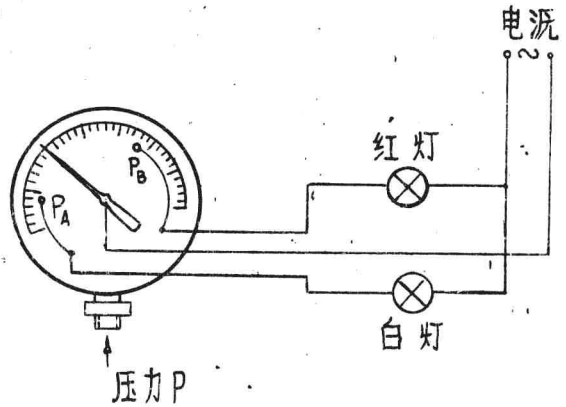


图1-8 电接点讯号压力计示意图

电接点压力表型号规格见本书附录2。

五、压力计的选择、安装和校验

1. 压力计的选择

压力计的选择主要有三个方面:

第一,根据应用场合,生产的要求,介质的性质,环境情况等确定压力计的类型。例如合成氨用压缩机上应选用氨压力表。

第二,根据所测压力的大小确定仪表的量程。选用弹簧管压力表时,若压力变化比较平稳,则常用的被测压力值应位于压力表刻度 $\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}$ 之间;若压力波动剧烈,则常用的被测压力值应选在压力表量程的 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 之间。任何情况下都不要低于仪表刻度的 $\frac{1}{3}$,这样能使测量比较正确,使用寿命长。

第三,根据生产允许的最大测量误差,确定仪表的精度等级。在满足生产要求的情况下,应尽可能选用精度较低,价廉耐用的压力计。

2. 压力计的安装

当仪表选择好以后,如果安装和使用的方法不当,即使仪表很精确,测量误差还会很大,甚至根本无法测量,这时安装和使用就上升为主要矛盾了。因此,必须认真对待。

安装压力计主要应虑以下几个问题:

(1)测压点的选择应能代表被测压力的真实情况,因此:

a)要选在被测介质直线流动的直管部分,不要选在管路的拐弯、分叉、死角或其它能形成旋涡的地方

b)测量流动介质的压力时,应使取压点和流动方向垂直,清除占孔的毛刺。

c)测量气体压力时,取压点应在管道上部,使导压管内不积存

液体；测量液体压力时，测压点应在管道下部，使导压管内不积存气体。

(2) 在测量有腐蚀性介质的压力时，应采取保护措施，如采用隔离容口。隔离的方法有两种：一种是采用对压力计弹簧管无损害的隔离液体作为工作液体（如甘油、笨、汽油、水银等）。根据隔离液与被测介质重度的不同，采取不同的安装方法。图1-9 a) 为隔离液重度小于被测介质的方式，b) 为隔离液重度大于被测介质的方式。另一种是加保护膜片（不锈钢、橡皮、塑料等），如图1-9c) 所示。

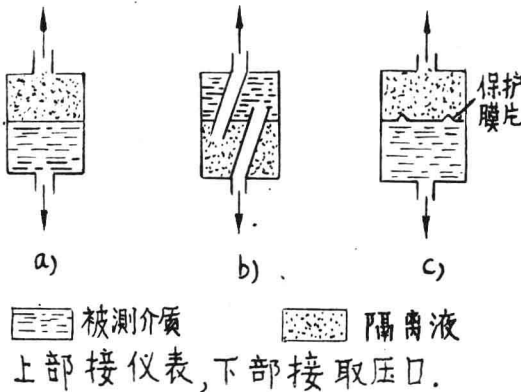


图1-9 隔离容口示意图

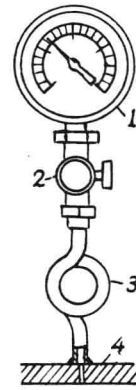


图1-10 回转冷凝管

(3) 在测量高温介质压力时，应注意是否超过各种仪表规定的最高温度，如超过时，应加装一回转冷凝管，如图1-10所示。

(4) 当被测压力波动频繁和剧烈时（如压缩机的进排气管），应采用阻尼装置。常用的阻尼作用有两种。一种是阻尼袋或阻尼小孔，使介质压力变化时，加大其进入压力计的阻力，如图1-11所示；另一种方法是采用脉动消除口（扩大管），其作用和缓冲口相似。

(5) 在有振动的场合，为防止振动对测压的影响，可加装各种弹簧式或软垫式减振口，或将压力引至没有振动的地方。

(6) 如果被测介质是液体，且仪表和取压点不在同一高度时，就要考虑导压管中液柱重量产生的静压力影响，其修正值为

$$\Delta P = \pm H \gamma$$

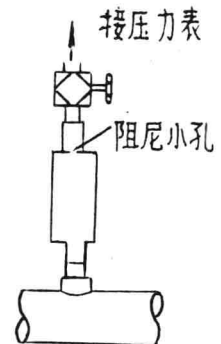


图1-11 阻尼装置

式中 ΔP — 液柱重量产生的静压差
 H — 测压点与压力计的高度差
 γ — 导压管中液体重度

压力计高于测压点取正值，反之取负值。

3. 压力计的校验

所谓校验，就是将被校仪表与标准仪表通以相同的压力，比较它们的指示数。所选标准仪表的绝对误差一般应小于被校仪表绝对误差的 $\frac{1}{3}$ 。如果被校仪表的读数对于标准仪表的读数误差不大于被校仪表的规定误差，则认为被校仪表是合格的，否则就要修理或更换。

弹簧管压力计往往因使用过久而产生弹性疲劳及传动机构磨损而引起误差，所以必须对使用中的压力计进行经常性的校验工作。

校验方法有两种

(1) 现场校验：其优点是压力计可以在生产状况下进行工作点校验和零点校验，只要在压力计与容器的连通口上装一三通阀，并允许空气进入系统或系统介质散于大气中对人体无害时。

(2) 实验室校验，按压力范围可分为

低压校验 ($< 2 \text{ Kg/cm}^2$)：通常用 U 型管压力计作范型仪表。

中压和高压校验：用活塞压力计作范型仪表。

用作范型仪表的活塞式压力计如图 1-12 所示。立柱 1 中有磨光的圆柱形孔道，活塞 2 可在其中上下移动，活塞上有圆盘 3 及载重 4，此圆柱孔道亦与螺旋手压机的活塞 5、以及装待验压力计和范用压力计的两个接头 6 相连通，在接头通道口有阀 8 可以启闭，阀 9 供测压工作液之用，常用的工作液是变压器油（

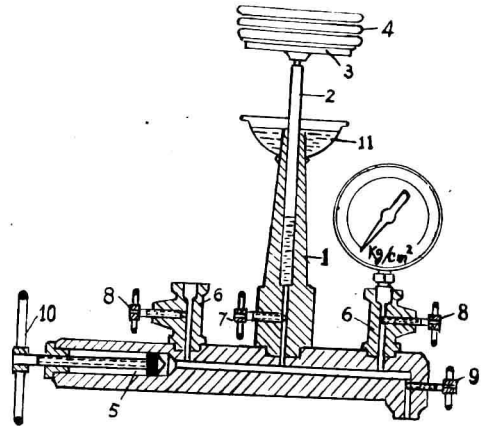


图 1-12 活塞式压力计

60 Kg/cm^2 以下)或蓖麻油 (60 Kg/cm^2 以上)。当活塞式压力计工作时，其测压容器中的流体介质压力与活塞重量及其载重相平衡，从载重可标示被测压力 P 之值：

$$P = \frac{G}{S}$$

式中 G — 活塞及其载重的重量 (公斤)

S — 活塞面积 (厘米²)

操作时, 先将仪器放平, 压力计中的油量应使活塞能打入 $\frac{2}{3}$ 的高度, 并在整个测定中活塞打入的高度应不变, 如有变动可调节手轮 10。校验时, 先逐步升压 (加上至载并用手旋转圆盘以减少摩擦), 分别记录被校仪表与标准仪表的上行读数, 直至被校仪表的上限, 保持 5 分钟, 再逐步减压, 记录下行读数。每一个读数的校验应记录两个数据, 一个是无干扰的读数, 然后轻轻敲击被校仪表外壳, 再记一次读数。最后将记录数据整理, 计算被校压力计的误差和变差, 确定其是否合格。

第二节 温度的测定

一、概述

温度是表示物质冷热程度的一个量。衡量物质温度高低的尺度叫温标, 目前国际上广泛应用的有三种温标:

(1) 国际摄氏温标: 温度用符号 $t^{\circ}\text{C}$ 表示。摄氏温标把冰的熔点作为零点 (即 0°C), 把水的沸点作为 100°C , 在 0°C 到 100°C 之间划分为 100 等分, 每一等分作为一个基本单位, 就是摄氏 1 度。

(2) 国际凯氏温标: 也称绝对温标, 温度用符号 $T^{\circ}\text{K}$ 表示, 称为绝对温度。凯氏温标把冰的熔点定为 273.15°K , 把水的沸点定为 373.15°K , 在 273.15°K 和 373.15°K 之间划分为 100 等分, 每一等分作为一个基本单位, 就是凯氏 1 度。它与摄氏温标的基本单位是相同的, 只是零点不同, 两者的换标关系为:

$$T^{\circ}\text{K} = 273.15 + t^{\circ}\text{C}$$

(3) 华氏温标: 用符号 $t^{\circ}\text{F}$ 表示。华氏温标把冰的熔点定为 32°F , 把水的沸点定为 212°F , 在 32°F 至 212°F 之间划分为 180 等分, 每一等分为一基本单位, 称为华氏 1 度。它与摄氏温标的换标关系为:

$$t^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5}t^{\circ}\text{C} + 32$$

$$t^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9}(t^{\circ}\text{F} - 32)$$

温度的测量通常都是利用了以下两个物理现象:

(1)、当两个温度不同的物体接触时, 温度高的物体就会把热量传给温度低的物体, 最后使两者温度相等。

12). 自然界中有些物质, 当它的温度变化时, 它的某些物理性质也起悬殊变化。因此, 只要测量出这一物理性质的变化, 我们就可以知道它的温度了。目前常用的物理性质有五种, 相应地就有五种温度测量仪表, 它们是: 膨胀体温度计, 压力计式温度计, 热电偶温度计、电阻温度计和热辐射高温计。我们结合压缩机装置的应用, 介绍三种温度计: 膨胀体、热电偶和电阻温度计。

二 膨胀体温度计

包括液体膨胀温度计和固体膨胀温度计, 压缩机装置中广泛应用液体温度计(主要是水银温度计)。固体膨胀温度计一般不用来直接指示温度, 主要用于信号装置及自动控制系统, 或作温度补偿机构。

液体膨胀温度计是利用液体体积随温度升高而膨胀的原理制成的。其中玻璃管式的温度计应用最广泛, 它的优点是反映迅速、测量准确、结构简单、造价低廉。缺点是易碎和只能就地读取。

其结构如图1-13所示, 由液体球、毛细管和标尺等组成。根据使用场合的要求, 工业用温度计有直形的, 也有弯成 90° 、 120° 、 135° 等。温度计中的工作液体一般是水银, 其优点是不沾玻璃、不易氧化、易获得高纯度、熔点和沸点间隔大, 因此能在很宽温度范围内($-38\sim 356^\circ\text{C}$)保持液态, 特别是水银的体膨胀在 200°C 以下时几乎和温度成线性关系, 可以制成精密的标准温度计。

普通水银温度计的测量范围在 $-38^\circ\text{C}\sim 300^\circ\text{C}$ 之间, 如在水银上面充以20大气压的氮气, 可以用来测量 $0\sim 500^\circ\text{C}$ 的温度。若用石英代替玻璃, 并充以70大气压的氮气, 则温度上限可达 750°C 。

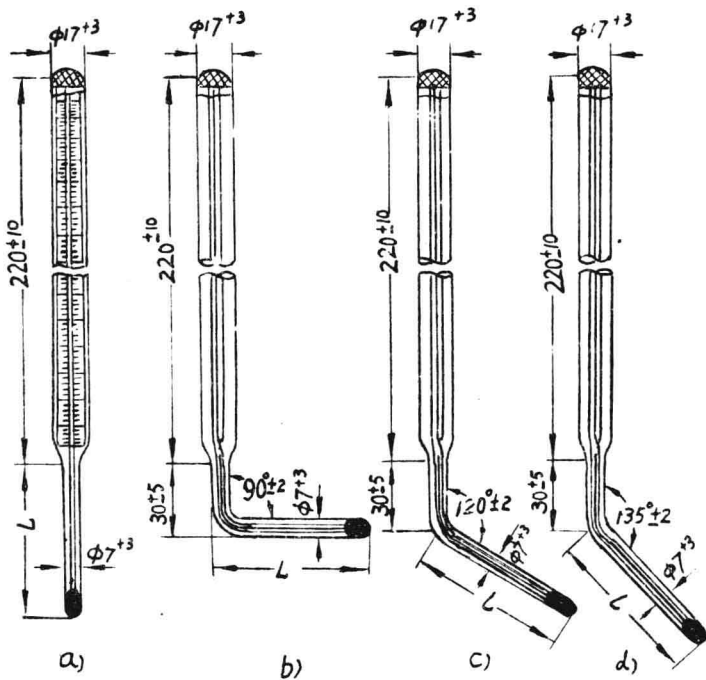


图1-13 工业用水银温度计