

工 人 读 物

化工仪表维护检修

压力测量仪表

衢州化工厂编

石油化学工业出版社

.1

工人读物

化工仪表维护检修

压力测量仪表

衢州化工厂 编

石油化学工业出版社

内 容 简 介

“化工仪表维护检修”一书共包括压力测量仪表、流量测量仪表及温度测量仪表三部分，分册出版。

本册为压力测量仪表部分，介绍了压力测量的基本知识，对各种常用的压力测量仪表如：液体压力计、弹簧管压力计、电气式压力计的结构与工作原理以及调校及修理，均作了较为详细的介绍。对压力计常用的校验仪及压力计的选用、安装与维护也作了相应的介绍。内容较为具体实用。

本书主要供从事化工厂仪表工作的工人同志参考，也可供从事这方面工作的技术人员和大专院校有关专业的工农兵学员与教师参考。

工人读物
化工仪表维护检修
压力测量仪表
衢州化工厂 编

*

石油化学工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

燃料化学工业出版社印刷二厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 850 × 1168 1/32

印张 3 3/8

字数 86 千字

印数 1—18,400

1975年9月第1版

1975年9月第1次印刷

书号15063·化47

定价 0.30 元

前 言

石油化学工业战线上的广大职工在党和毛主席的英明领导下，在**鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义**总路线的指引下，坚持“**独立自主、自力更生**”、“**打破洋框框，走自己工业发展道路**”的伟大方针，使石油化学工业的生产、建设突飞猛进。石油化学工业生产的仪表装备和自动化水平亦日益提高，特别是通过无产阶级文化大革命和批林批孔运动，从事仪表自动化工作的广大工人和技术人员，深入批判了刘少奇、林彪推行的修正主义路线和反动的孔孟之道，进一步激发了社会主义革命和社会主义建设的积极性。他们奋发图强，大搞仪表和生产自动化的群众运动，各种新型仪表层出不穷，生产自动化水平不断提高，在仪表维护检修方面也积累了很多经验。为了总结推广这方面的经验，特别是为了满足近年来大量增加的新工人业务学习的需要，我们请浙江省衢州化工厂编写了“化工厂仪表维护检修”这套工人读物，在厂党委的领导下，编写组同志在编写过程中注意了总结工人师傅的实践经验，并多次征求工人、技术人员和有关同志的意见，进行了反复修改补充，因此内容比较具体实用，我们希望本套书的出版，对于从事仪表工作的新工人在掌握一般的仪表知识，提高仪表维护检修技术上能有所帮助；对老工人亦有一定的参考价值。但是由于时间比较仓促，调查研究、征求意见、总结经验还不够广泛，书中难免存在一定的缺点和错误，热忱地希望广大读者提出宝贵意见。

石油化学工业出版社

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

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。

目 录

第一章 压力测量的基本知识	1
一、测量压力的重要性	1
二、压力的定义与单位	1
三、压力计的种类	2
四、衡量测量仪表技术特性的主要标准	4
第二章 液体压力计	6
第一节 液体压力计的原理与结构	6
第二节 液体压力计的使用与维护	7
第三节 液体压力计的校验与修理	10
第三章 弹簧压力计	13
第一节 弹簧管压力计	13
一、弹簧管压力计的结构与工作原理	13
二、弹簧管压力计的校验与调整	15
三、弹簧管压力计的检修	21
第二节 螺旋弹簧管和波纹管压力计	27
一、螺旋弹簧管和波纹管压力计的结构与工作原理	27
二、YT型和YW型记录式压力计的校验调整与修理	31
第三节 膜式压力计	39
一、膜式压力计的结构与工作原理	39
二、膜式压力计的校验调整与修理	41
第四节 电接点压力计	46
一、电接点压力计结构与工作原理	46
二、电接点压力计的校验方法及故障修理	48
第四章 电气式压力计	52
第一节 YR-150型远传压力计	52
一、结构与工作原理	52
二、调校与修理	54
三、使用注意事项	57
第二节 YCD-150型远传压力计	58

一、结构与工作原理	58
二、调校与修理	60
第三节 YT-74型远距离压力计	62
一、结构与工作原理	62
二、校验与调整	63
三、故障与修理	64
四、使用注意事项	65
第四节 霍尔压力变送器	65
一、霍尔压力变送器的工作原理与结构	66
二、霍尔压力变送器的校验与修理	68
第五节 QBY型与DBY型压力变送器	70
第五章 压力表校验器	74
第一节 271.01、271.11型压力表校验器	74
一、结构与工作原理	74
二、使用与维护	75
三、压力表校验器一般故障的修理	76
第二节 活塞式压力校验器	76
一、工作原理与结构	76
二、使用与保养	77
第六章 压力计的选用、安装与维护	80
第一节 压力计的选用	80
第二节 压力计的安装	82
一、取压装置的安装	82
二、压力管线的敷设	87
三、压力计的安装	93
四、特殊介质压力测量的安装	95
第三节 压力计的使用与维护	100

第一章 压力测量的基本知识

一、测量压力的重要性

化工生产过程一般是在一定的压力下进行的。例如：氮气与氢气合成氨，重油与氧气在气化炉内的加压生产煤气的过程以及各种介质在管道中输送时为了克服管道上的阻力和满足工艺生产上的要求，也必须要有一定的压力。合成氨生产中，氢气与氮气在合成塔内合成，压力是决定这个化学反应的主要因素之一，它既影响物料平衡关系，也影响化学反应速度。所以，必须严格遵守工艺操作条件，保持一定的压力，才能保证生产正常的顺利地进行。

同时，压力对安全生产影响也很大。例如：化肥厂多台高压机在运行中需用机油来润滑活动部位，当油泵输出压力下降，设备不能及时得到润滑，易使活动部位温度上升，若没有及时发现，很可能会损坏设备。又如：重油气化炉内油喷头所用冷却水的压力不足，喷头得不到很好冷却，就会发生烧坏喷头事故。像合成氨中的氨分离器和氨冷凝器塔内的液位通过测量它的静压来报警，若液位太低，静压减小氨气就会跑掉，若液位太高，静压增大，就会产生溢漏现象，这都是生产上不允许的。因此，必须把压力控制在一定的范围内，才能保证安全生产，避免人身设备事故的发生。

从上述的事例中可以看出，测量压力具有十分重要的意义。

二、压力的定义与单位

压力是指均匀而垂直作用在单位面积上的力。

压力分为绝对压力 ($P_{绝}$)、表压 ($P_{表}$)、真空度 ($P_{真}$) 三种。真空度有时也称负力或吸力。

所谓[绝对压力]是指设备内部或某处真实的压力，它等于表

压与大气压 ($P_{\text{大}}$)之和, 即

$$P_{\text{绝}} = P_{\text{表}} + P_{\text{大}}$$

所谓[表压]是指设备内部或某处绝对压力与大气压之差, 即

$$P_{\text{表}} = P_{\text{绝}} - P_{\text{大}}$$

所谓[真空度]是指设备内部或某处绝对压力小于大气压之数值, 即

$$P_{\text{真}} = P_{\text{大}} - P_{\text{绝}}$$

上述三种压力都与大气压有联系。所谓大气就是包围着地球的空气层。大气对在它里面的一切物体都有压力, 称这个压力为大气压。大气压的数值: 相当于当温度为 0°C , 重力加速度为 980.665 厘米/秒², 水银重度为 13.595 克/厘米³时, 760 毫米水银柱作用在底面上的压力值或等于 1.0336 公斤/厘米²的压力。此值常用来做压力的测量单位即称为一个物理大气压。

工程上为了方便, 把一公斤的力垂直作用在一平方厘米面积上的压力作为测压单位即称为一个工程大气压。

常用的压力单位除物理大气压、工程大气压以外, 还有常用来表示低压的毫米水银柱和毫米水柱, 它相当于重力加速度为 980.665 厘米/秒², 水的温度为 4°C , 水银温度为 0°C 时, 水液或水银柱垂直高度所产生的压力。有时也用米水柱和公斤/米²的压力单位等。

真空度、负压和大气压, 通常以毫米水银柱(符号为 mmHg)和毫米水柱(符号为 mmH₂O)来表示。工程上所用的压力计, 当压力超过大气压时, 指针才开始移动, 所以它所测得的压力都是表压, 以公斤/厘米²(符号为 kg/cm²)来表示。以上几种压力单位之间的换算列于表 1-1。

三、压力计的种类

用来测量压力的仪表总称为压力计或称压力表。目前化工生产中所用的压力计种类很多, 分类的方法也有好几种, 现简单介绍如下。

表 1-1 压力单位换算表

工程大气压 公斤/厘米 ²	公斤/米 ²	毫米水银柱	毫米水柱	米水柱	物理大气压	磅/吋 ²
1	10000	735.6	10000	10	0.9878	14.223
0.0001	1	0.0736	1	0.001	0.000097	0.00142
0.00136	13.6	1	13.6	0.001	0.00131	0.01934
0.0001	1	0.0736	1	0.001	0.000097	0.00142
0.1	1000	73.56	1000	1	0.09678	1.4223
1.0332	10332	760	10332	10.332	1	14.696
0.0703	703	51.715	703	0.703	0.068	1

按原理结构分有：

- (1) 液体压力计——利用液体高度来测量压力；
- (2) 弹簧压力计——利用弹性元件的变形来测量压力；
- (3) 活塞压力计——利用作用在一定面积的活塞上的力与被测压力相平衡的方法来测量压力；
- (4) 电气压力计——把压力变成某一电量，用测量电量的方法来测量压力。

按所测的压力范围分有：

- (1) 压力计——用来测量超过大气压力的仪表；
- (2) 气压计——用来测量大气压力的仪表；
- (3) 真空计——用来测量小于大气压的压力即测量负压或吸力的仪表；
- (4) 差压计——用来测量两处之压力差的仪表。

按使用情况分有：

- (1) 标准的——精度等级在0.5级以上；
- (2) 普通的——精度等级在0.5级以下。

按显示方式分有：

指示式、记录式、信号式、远传式等。

化工生产中使用最多的压力计是弹簧压力计，液体压力计用得也不少。

目前随着仪表工业的迅速发展和自动化水平的逐步提高，测

压仪表也逐渐地采用QDZ型气动压力变送器和DDZ型电动压力变送器以及新型的霍尔片压力变送器等。这些压力变送器的测压部分，仍以弹性元件为基础的。

四、衡量测量仪表技术特性的主要标准

(1) 基本误差 是指在规定的条件下，测量仪表指示值与被测介质的实际值之差值。而被测介质的实际值是难以知道的，往往是指标准表的指示值。

仪表的各刻度点都有一个基本误差，但是，其中最大的一个基本误差不得超过该仪表的精度等级。最大的基本允许误差的数值等于仪表测量范围与该仪表精度等级的乘积。

例如：校验某只压力表，测量范围是0~100公斤/厘米²，精度等级为1.5级，该仪表最大的基本允许误差为 $100 \times 1.5\% = 1.5$ 公斤/厘米²。

产生这种误差的主要原因是由于仪表本身内部结构特性和质量等方面的缺陷所引起的。

(2) 变差 是指测量仪表在外界条件不变的情况下，同一刻度点正、反二行程指示值的最大差值。仪表变差不应超过仪表最大基本允许误差的绝对值。变差小，表示仪表稳定性好，工作可靠。

一般来说，变差是由于仪表内活动部件之间的摩擦和接合处的活动间隙过大所造成的。

例如：某只0~10公斤/厘米²，1.5级的压力表，在校验5公斤/厘米²这一刻度点时，压力作正行程校验，被校表指针读数是5.05公斤/厘米²，压力作反行程校验，被校表指针读数是4.95公斤/厘米²，其变差为：

$$5.05 - 4.95 = 0.1 \text{ 公斤/厘米}^2$$

而最大基本允许误差为 $10 \times 1.5\% = 0.15$ 公斤/厘米²，因此符合要求。

(3) 精度 它是衡量测量仪表的指示准确性程度。常用一

系列数字等级来表示。精度等级是依据仪表本身结构在校验中所产生的误差来决定的,在数值上等于测量仪表在规定使用条件下,最大的基本误差的绝对值与该仪表测量范围之比值的百分数。

为了便于表示,习惯上去掉百分符号(%)而写成阿拉伯字标注在仪表的面板上。现有压力计精度等级分为0.005、0.02、0.05、0.1、0.2、0.5、1、1.5、2.5、4十个级别。前六个等级常用于计量单位和实验室,后四个等级通常用于工业上。除此以外,还制造精度等级为0.35的标准弹簧管压力计和真空计。


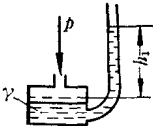
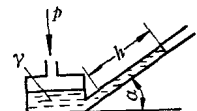
第二章 液体压力计

第一节 液体压力计的原理与结构

液体压力计是利用液柱高度与被测介质压力相平衡原理制成的测压仪表。这种仪表具有构造简单，使用方便，能测量微小压力（一般以毫米水柱或水银柱为单位），测量准确度比较高，价格低廉以及可以自制等特点，所以在生产上应用较多。

液体压力计根据结构形式可分为U形管压力计、单管压力计和倾斜管压力计。这三种压力计主要特性见表2-1。

表 2-1 三种形式的液体压力计特性表

特 性 点	形 式		
	U形管压力计	单管压力计	倾斜管压力计
简 图			
结 构	由U字形玻璃管、刻度标尺和固定底板所组成	将U字形玻璃管一端改成杯形容器，其余一样	与单管压力计的区别仅在于测量管为倾斜的
压 力 计算公式	$p = h\gamma$	$p = h_1\gamma$	$p = n\gamma \sin \alpha$
测压范围	一般为0~±800 毫米水柱或毫米汞柱	0~1500 毫米水柱或毫米汞柱	0~±200 毫米水柱
精 度	1级	0.5~1级	0.5~1级
用 途	可测表压、真空度、 差压及作校验流量计 的标准差压计	可测表压、负压和 作标准表之用	用来测表压、负压、 差压和作校验低压的标 准表

续表

特 点 性	形 式		
	U形管压力计	单管压力计	倾斜管压力计
特 点 与 要 求	1. “0”位刻度在刻度板中间 2. 液柱高度须两次读数 3. 使用前无须调零 4. 使用时应垂直安装	1. “0”位刻度在刻度标尺的下端也可在上端 2. 液柱高度只须一次读数 3. 使用前须调好零点 4. 使用时需垂直安装	1. “0”位刻度在刻度标尺的下端 2. 倾斜管角度可变的, 使液面变化范围放大 $1/\sin$ 倍 3. 使用前须放置水平调好零位 4. 更换工作液时其重度须与原刻度标尺的重度一致

表内公式中 p ——表压, 公斤/厘米²;
 h, h_1 ——液柱高度, 厘米;
 r ——测量倾斜管上的读数, 厘米;
 γ ——工作液重度, 克/厘米³;
 α ——测量倾斜管与水平面间的夹角。

注: 单管及斜管的杯形容器中液面下降可忽略不计

第二节 液体压力计的使用与维护

一、使用注意事项

液体压力计虽然构造简单、使用方便, 测量准确度尚能满足生产上的要求, 但它耐压程度差, 结构不牢固, 容易敲碎, 测量范围不大, 示值与工作液重度有关等。因此在使用中必须注意以下几点:

1. 被测压力不能超过仪表测量范围。有时因生产上突然停电或操作不注意造成压力增大, 使工作液冲走。若是水银工作液冲走, 既带来损失, 还可能造成水银中毒的危险。在这种情况下, 可采用接长玻璃管或装设收集瓶的方法。如图 2-1 所示。

收集瓶为一只玻璃瓶, 用橡皮管或塑料软管与U形管压力计连接, 另一端插入瓶内。瓶内需装一部分水, 瓶口与大气相通,

收集瓶可挂在仪表板背面上部或放在地上。

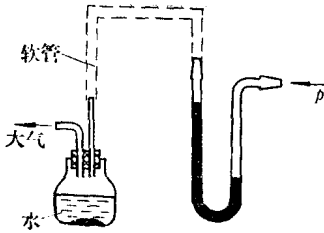


图2-1 收集瓶装置

2. 被测介质不能与工作液混合或起化学反应。当被测介质能与水或水银混合或发生反应时, 则应更换其它工作液或采取加隔离液的方法。化工生产中常用隔离液如表 2-2 所示。

化工生产中常用的工作液性质见表 2-3。

表 2-2 某些介质的隔离液

测量介质	隔离液	测量介质	隔离液
氯气	98%的浓硫酸或氟油、全氟三丁胺	氨气、水煤气、醋酸、砷	变压器油
氯化氢	煤油	苛性钠	磷酸三甲酚脂
硝酸	五氯乙烷	氧气	甘油
三氯氢硅	石蜡液	重油	水
氮氧化气	稀硝酸		

表 2-3 常用工作液性质

名称	化学分子式	在20°C时的重量, γ , 克/厘米 ³	温度近于20°C时的容 积膨胀系数, $B, 1/^\circ\text{C}$
水银	Hg	13.547	0.00018
水	H ₂ O	0.998	0.00021
变压器油		0.86	
乙醇(酒精)	C ₂ H ₅ OH	0.79	0.0011
溴乙烷	C ₂ H ₄ Br ₂	2.147	0.00022
四氯化碳	CCl ₄	1.594	0.00191
甲苯	C ₆ H ₅ CH ₃	0.864	0.0011
煤油		0.8	0.00095
甘油	C ₃ H ₅ (OH) ₃	1.257	

3. 液体压力计安装位置应避开过热、过冷和有震动的地方。因为过热时工作液容易蒸发掉，过冷时工作液可能冻结，震动太大会把玻璃管震破造成测量误差或根本无法指示。一般地，冬天常在水中加入少许甘油或采用酒精、甘油、水的混合物作工作液，以防止冻结。表 2-4 为各种比份的酒精、甘油和水之混合物的冰点；表 2-5 为各种百分比甘油与水溶液的冻结温度。供参考。

表 2-4 酒精-甘油-水之混合物冰点

混合物的成份%			混合物的冰点 ℃	20℃时的比重 克/厘米 ³
水	酒精	甘油		
60	30	10	-18	0.992
45	40	15	-28	0.987
43	42	15	-32	0.970
70	30		-10	0.970
60	40		-19	0.963

表 2-5 甘油-水溶液的冻结温度

甘油重量 %	10	20	30	40	45	50	60
混合物重度 克/厘米 ³	1.0245	1.0495	1.0771	1.1045	1.1183	1.1329	1.1582
混合物冻结 温度℃	-1.0	-2.5	-10.62	-17.2	-26.2	-32	-35

4. 由于液体的毛细现象，在读取压力值时，视线应在液柱面上，观察水时应看凹面处，观察水银面时应看凸面处，如图 2-2 所示。

5. 需水平放置的仪表，测量前应将仪表放平，再校正零点。如果工作液面不在零位线上，可调节零位器或移动可变刻度标尺或灌注工作液体等，使零位对好。

6. 灌注工作液的重度必须与制作仪表刻度标尺时的液体重度一致。例如：制作 Y-61 型倾斜微压计所充酒精工作液的重度为 0.85 克/厘米³，若改用 0.82 克/厘米³重度的酒精充入时，产生的

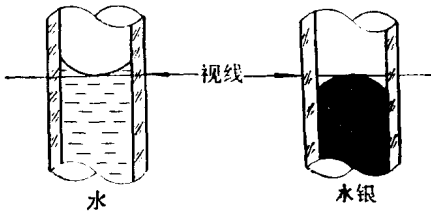


图 2-2 水和水银在玻璃中的毛细现象

测量误差将达 $\frac{0.85 \sim 0.82}{0.85} \times 100\% = 3.5\%$ ，此误差已超过仪表

精度等级所允许的基本误差。

7. 工作液为水时，可以在水液中加入一点红墨水或其他颜色，便于观察读数。

二、日常维护

1. 需保持测量管和刻度标尺的清晰，定期更换或清洗工作液。
2. 经常检查仪表本身和连接管线是否有泄漏现象。对于较脏的或易老化的取压管线应定期清洗或更换。
3. 露在大气一端的测量管口不得堵塞。
4. 定期检查零位。若工作液蒸发或被冲走，应及时加添，以保证仪表指示的准确性。

第三节 液体压力计的校验与修理

一、液体压力计的校验

液体压力计除了定期更换或清洗工作液、测量管以外，在实际使用中一般不进行校验工作。对于自己制作的液体压力计或者要求准确度较高的场合，可用定值器控制加压或用血压计上的气球人工加压，与0.5级标准液体压力计相比较的方法加以校验，其步骤如下：