

石油化工工人技术培训教材

油品储运仪表及自动化

(中级本)

杨名滨 主编

烃加工出版社

78

石油化工工人技术培训教材

油品储运仪表及自动化

(中级本)

杨名滨 主编

 烃加工出版社

内 容 提 要

本书是一本油品储运仪表和自动化工人的中级教科书,是按照编写“石油化工技术培训教材”的要求,并根据当前各生产厂的实际情况写成的。主要内容有:供油品储运用的普通和专用工业仪表和测量元件;自动化和自动化系统;油品自动调合;油品储运自动化实例和微机应用。

本书可作炼油厂储运仪表和自动化工人的中级培训教材,也可供油田、商业、军用油库、化工产品储运技术人员和工人参考阅读。

石油化工工人技术培训教材

油品储运仪表及自动化

(中级本)

杨名滨 主编

•
轻加工出版社出版

海丰印刷厂排版

海丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

•
787×1092毫米 32开本 9印张 203千字 印1-1570

1990年6月北京第1版 1990年6月北京第1次印刷

ISBN 7-80043-076-6/TP·003 定价:3.95元

前 言

本书是根据中国石化总公司工人培训的需要,在1984年编写的“油品储运仪表及自动化”中级技术教材(试用)的基础上,修订整理而成。

本书共有八章。主要包括:普通常用工业仪表及测量元件、单元组合仪表、其它工业测量仪表、油罐计量仪表、自动化系统的执行机构、自动化及自动化系统、油品自动调合系统和油品储运自动化应用举例。主要是作为炼油厂储运工人的中级培训教材。各企业在教学过程中,可根据本部门油品储运仪表及自动化现状,依照教学大纲对教材内容加以取舍。本书也可供油田、商业与军用油库、化工及轻工业有关油品储运工作的工人参考。

本书的第一、二、六章由谯忠信同志编写。第三章由丁建英同志编写。第四、五章由陈燕山同志编写。第七章由杨名滨同志编写。第八章由陆全忠同志编写。全书由杨名滨同志审阅和定稿。在审阅过程中,陆天宇、肖志龙,潘伟忠同志提出了很多宝贵意见,在此一并致谢。

由于参加编写的同志对石化企业储运仪表及自动化现状了解不够全面,缺乏编写经验,错误和不妥之处在所难免,请读者提出批评,指教。

编者

1987年

目 录

第一章 普通常用工业仪表及测量元件.....	(1)
第一节 玻璃液位计及液位测量.....	(1)
第二节 弹簧管压力表及压力测量.....	(5)
第三节 金属套玻璃温度计和半导体温度计.....	(15)
第四节 测温热电阻和热电偶.....	(20)
第五节 孔板及差压式流量测量.....	(27)
第二章 单元组合式仪表.....	(32)
第一节 概述.....	(32)
第二节 气动单元组合仪表的基本元件和部件...	(37)
第三节 气动变送单元.....	(43)
第四节 气动调节单元.....	(57)
第五节 气动显示单元.....	(63)
第六节 气动辅助单元.....	(69)
第七节 电动单元组合式仪表简介.....	(74)
第三章 其它工业测量仪表.....	(78)
第一节 浮子液位计.....	(78)
第二节 浮筒式液位调节器.....	(86)
第三节 椭圆齿轮流量计.....	(91)
第四节 涡轮流量计.....	(96)
第五节 罗茨流量计.....	(101)
第六节 动圈式指示调节仪表.....	(103)
第七节 自动平衡电位差计.....	(106)

第八节	自动平衡电桥·····	(113)
第九节	交流电流变换器·····	(114)
第四章	油罐计量仪表·····	(116)
第一节	油罐油量计量的意义及人工计量仪器··	(116)
第二节	称重式油罐计量仪·····	(117)
第三节	振动式油罐计量仪·····	(136)
第四节	钢带浮子式油罐液面仪·····	(141)
第五节	计量方法的比较·····	(147)
第五章	自动化系统的执行机构·····	(155)
第一节	气缸闸阀·····	(155)
第二节	自力式单向调压阀·····	(162)
第三节	气动薄膜调节阀·····	(164)
第四节	电控气阀和电磁阀·····	(172)
第五节	交流接触器和中间继电器·····	(176)
第六章	自动化及自动化系统·····	(179)
第一节	概述·····	(179)
第二节	自动化系统的分类·····	(181)
第三节	自动调节基本概念·····	(189)
第四节	简单调节系统·····	(199)
第五节	串级调节系统·····	(205)
第六节	比值调节系统·····	(209)
第七章	油品自动调合系统·····	(213)
第一节	按流量比率的自动调合系统·····	(213)
第二节	在线质量分析闭环调合系统·····	(224)
第八章	油品储运自动化应用举例·····	(230)
第一节	阀门的控制·····	(231)
第二节	泵的启停控制·····	(234)

第三节	超限报警系统·····	(237)
第四节	YJJ-100A运动装置的组成及应用·····	(240)
第五节	微型电子计算机的组成及应用·····	(262)

第一章 普通常用工业仪表及测量元件

第一节 玻璃液位计及液位测量

在石油化工生产过程中，常常要对某些容器进行测量，其主要目的有两个：

1. 计量

通过对容器液位的测量来确定容器中所储液体原料或成品的数量（体积或重量）。例如，在储运部门，广泛地应用测量油罐液位高度，再通过查表计算的方法来确定储油量，进罐油量或出罐油量。

2. 监视生产过程

容器中的液位高低，常常可反映出连续性的石油化工生产过程进行得是否正常。要可靠地控制工艺生产过程，首先就需要了解生产过程的进行情况。其中，容器中的液位参数就是了解生产情况的必不可少的参数之一。例如，在油品加添加剂的工艺过程中，就常常需要通过添加剂母液罐上的玻璃液位计来了解母液罐中母液的添加情况。

工业上用于测量液位的仪表称为液位计。应用于第一个目的的液位计叫做宽界液位计应用于第二个目的的液位计叫做狭界液位计。

工业上广泛使用的玻璃液位计就是一种狭界液位计。但是，用若干个玻璃液位计在容器上作阶梯式的串联，也可作为宽界液位计使用。

一、玻璃液位计测量原理

玻璃液位计是一种最简单的测量仪表。它应用得最早，也应用得相当广泛。一般在工作压力和温度都不太高的地方，都可以用玻璃液位计来测量液位。它常常被看成是容器等工艺设备的附属件。

玻璃液位计是一种就地指示的直读式仪表。它不能对所测的液位参数自动记录和远传。玻璃易碎，玻璃也容易被某些介质沾污，因此，玻璃液位计的应用也有局限性。但是，它结构简单且价格便宜，所以人们仍乐于应用。

玻璃液位计是应用连通器原理工作的。图1-1是它的示意图。

玻璃管的上下与容器相连通。这样，容器中的液体就会流入玻璃管，而且它们液位的高度是相同的，知道了玻璃管中液体的高度，也就知道了容器中液体的高度。

为了便于安装与维修，玻璃管与容器的连接处都装有阀门。

根据结构上的不同，玻璃液位计分为两种型式：玻璃管式液位计和玻璃板式液位计。

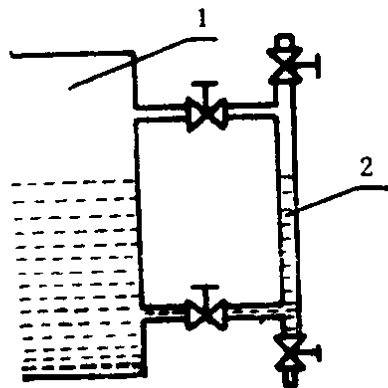


图 1-1 玻璃液位计液位测量原理示意图

1—容器；2—玻璃管

二、玻璃管式液位计

1. 结构

以UBZ型玻璃管液位计为例。图1-2是其结构图。

仪表通过上下两个阀门和法兰1、2与容器联结。玻璃管4装在上下两个金属接头6之间，由密封垫圈和填料密封。玻璃管的两边都有刻度尺5。它适用于直接指示密封容器中的液位。

阀1、2内各装有一个钢球。当意外事故造成玻璃管破损时，钢球在容器内压力的作用下能自动起到密封作用，以防止容器内的液体继续外流。

仪表下端的阀3是个取样阀，供取样和维修时放出玻璃管中剩余液体用。

仪表上端的阀1上也有一个口与外界相通。使用时用螺丝堵上，也是供维修时使用。

2. 主要技术参数

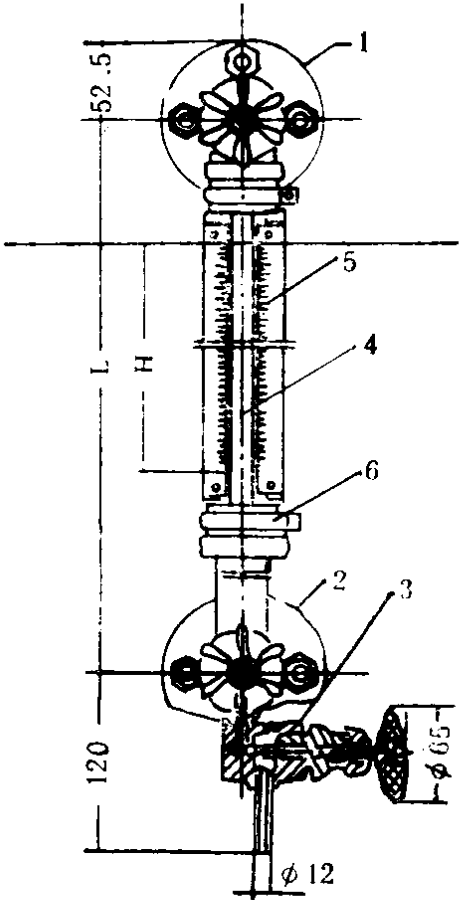
仪表的技术参数是保证仪表正确，安全使用的条件，一般给出工作压力，耐压强度及工作温度。

UBZ-4型玻璃管液位计的工 图 1-2 UBZ型玻璃管液位计作压力在 $\geq 1.96 \times 10^5 \text{ Pa} (2 \text{ kgf/cm}^2)$ 到 $\leq 4.90 \times 10^5 \text{ Pa} (5 \text{ kgf/cm}^2)$ 之间，而耐压强度则可达 $9.8 \times 10^5 \text{ Pa} (10 \text{ kgf/cm}^2)$ 。工作温度小于 100°C 。

仪表的规格按法兰中心距L划分，而刻度尺上的刻度范围H与L有相应的对应关系。如UBZ-4型的L从500~1400mm有6个规格，H也相应有280~1180mm6个规格。

3. 使用与维护

(1) 清洗玻璃管 为了保证读数清楚，应定期清洗玻璃



管。清洗时首先关闭上下两个阀门1和2，然后打开取样阀3，放出玻璃管中的余液。最后拧开上阀的丝堵，将重铬酸钾溶液灌入管内清洗。

(2) 更换玻璃管 当玻璃管破损或积垢太厚不能使用时，要更换玻璃管。更换时，先拆下卡箍、防护罩，然后松开上下阀的连接螺母，取出填料压盖和密封垫圈，再小心取下旧管，换上新管。最后按拆卸相反的次序连接好各个零件，紧固玻璃管。

(3) 安全防爆 为保证仪表安全防爆，在打开上下阀门时，阀杆应全部退出，否则不能保证起防爆作用。

三、玻璃板式液位计

玻璃板式液位计与玻璃管式液位计大体相同，它们的使用规格、使用和维护情况也基本相同。所不同的是在结构上，指示液位的玻璃器件一个是玻璃管，而玻璃板式液位计则是用夹在金属框中的玻璃板。图1-3是一种UB型玻璃板式液位计的外形图。

由于玻璃板比玻璃管质地坚固，因此，玻璃板式液位计可应用于工作压力和温度都较高的场合。

根据玻璃板式液位计本身的结构差异及用途，通常又有如下几种类型：

①透光式——一般使用于无色透明的液体，且光线较好的场所。

②带有蒸汽夹套的透光式——在透光式上附有蒸汽加热夹套，具有防寒作用。

③反射式——一般使用于稍有色泽的液体；且光线较好的场所。

④带有蒸汽夹套的反射式——在反射式上附有蒸汽加热夹套。

⑤防霜式——使用于低温介质，附有避免因低温介质造成外表凝霜的装置。

⑥照明式——在透光式上附有照明灯装置。

第二节 弹簧管压力表 及压力测量

在石油化工生产过程中，压力是重要的工艺参数之一。用于测量压力参数的仪表叫压力表或压力计。本节要介绍的弹簧管压力表就是在工业生产上应用得最

多、最广的一种，也是弹性式压力表类中最典型的一种。

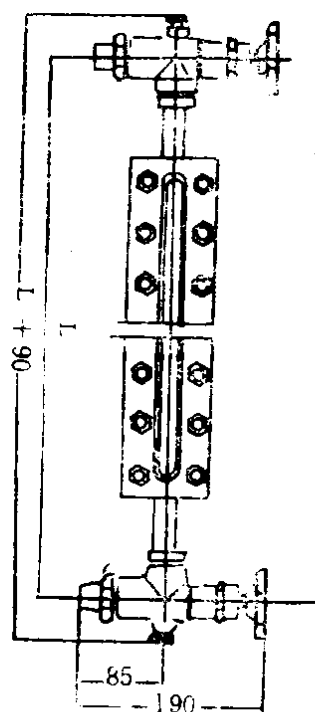


图 1-3 UB型玻璃板式液位计

一、压力的概念

工程技术上将液体、气体和蒸汽（通称流体）垂直而均匀地作用在单位面积上的力定义为压力。在压力测量中，常有如下几种表示：

（1）大气压 空气由于其重量对受力面产生的静压力称大气压，也叫物理大气压。大气压的值随在地球上的地点不同而异。

（2）绝对压力 指物体受力面所承受的实际压力。即除了流体对物体的压力外还包括大气压力在内的总的压力。

（3）相对压力 指绝对压力与当时当地的大气压之差。

换句话说，就是不考虑大气压力时物体所承受的压力。

(4) 表压 当绝对压力大于大气压力时的相对压力。

(5) 残压 小于大气压的绝对压力。

(6) 真空度(负压) 比大气压小的绝对压力，其数值等于大气压与残压之差。

绝对压力、大气压力、表压、残压、真空度之间的关系如图1-4所示。

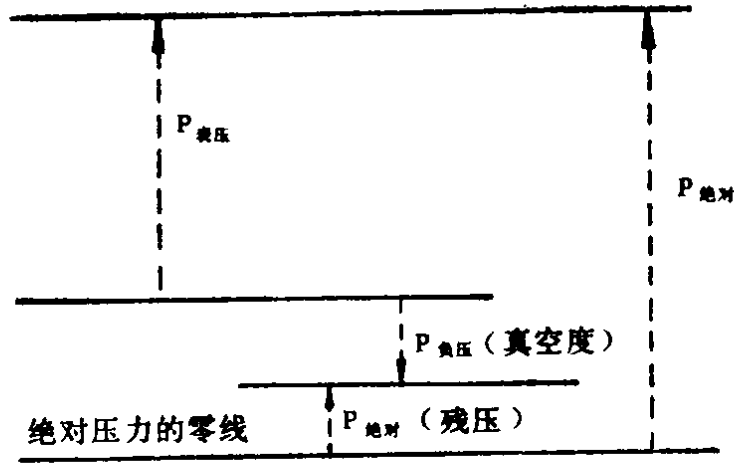


图 1-4 绝对压力、大气压力、表压、残压、真空度之间的关系

压力的单位。

我国的法定单位(1984年2月27日国务院命令颁布)规定为

帕〔斯卡〕 符号是Pa

这也是国际单位制的压力单位(导出单位)。定义为：1牛顿的力垂直而均匀地作用于1平方米面积上所产生的压力，以牛顿/米²表示，记作N/m²。在书写压力单位时通常使用Pa。

与Pa成十进倍数的，还有一个压力单位叫巴(bar)。其换算关系是

$$1\text{巴}=10^5\text{Pa} \text{ (即 } 10^6\text{dyn/cm}^2\text{—达因/厘米}^2\text{)}$$

这是一个可用单位。但根据我国法定计量单位的有关规

定，建议一般不用。

由于种种历史原因，在压力计量和工业仪器、仪表老产品中常用的压力单位不是我国于 1984 年 2 月 27 日颁布的法定计量单位。它们将逐步停止使用。作为一种过渡，这里仅作一个介绍，便于在实际使用中作出处理：

①工程大气压。在我国法定计量单位颁布前，工业上定义 $1\text{ kgf}/\text{cm}^2$ 的压力为 1 个工程大气压。它相当于 1 公斤力（ kgf ，系非法定单位。力；重力的法定计量单位是“牛〔顿〕”，单位符号 N 。 $1\text{ kgf}=9.80665\text{ N}$ ）垂直而均匀地作用于一平方厘米的面积上所产生的压力。

② mmHg 、 mmH_2O 、 mH_2O 。它们分别是毫米水银柱、毫米水柱、米水柱。即是 1 毫米高的水银柱、1 毫米高的水柱、1 米高的水柱的重量作用在 1 平方厘米的面积上所产生的压力。

几种压力单位的换算关系列于表 1-1。

表 1-1 目前几种常见压力单位的换算表

压力单位	帕 Pa	巴 bar	工程大气压 kgf/cm^2	毫米汞柱 mmHg	毫米水柱 mmH_2O	米水柱 mH_2O
Pa	1	1×10^{-5}	1.0197×10^{-5}	0.75×10^{-2}	1.0197×10^{-1}	1.0197×10^{-4}
bar	1×10^5	1	1.0197	0.75×10^{-3}	1.0197×10^4	1.0197×10
kgf/cm^2	98066.5	0.98067	1	0.73556×10^3	1×10^4	10.000
mmHg	133.322	1.333×10^{-3}	1.3595×10^{-3}	1	1.3595×10	0.136×10^{-1}
mmH_2O	9.80665	0.9807×10^{-4}	1×10^{-4}	0.73556×10^{-1}	1	1×10^{-3}
mH_2O	9.80665×10^3	0.9807×10^{-1}	0.1	7.3556×10	1×10^3	1

二、弹簧管压力表的结构与工作原理

1. 弹性式测压仪表

弹性式测压仪表是利用弹性测量元件受压变形与其所受压力成一定比例的原理制成的。常用的弹性测量元件有弹簧管（有单圈弹簧管和多圈弹簧管之分）、波纹管、膜片（又有平薄膜、波纹膜、挠性膜之分）和膜盒等。

弹簧管压力表，包括测量表压的压力表、测量真空度的真空表和同时能测量表压和真空度的真空压力表是弹性式测压仪表中最典型的品种。它们的原理和结构都基本相同。它们都有着共同的特点：结构简单、牢固、价格低廉、使用方便。因此它们被广泛地应用于实验室中和在工业生产上测量高、中、低压力或真空度。

本节中，我们就以弹簧管压力表中使用得最多的单圈弹簧管压力表（下简称弹簧管压力表）为例来介绍它的结构原理、选择和安装使用。

2. 弹簧管压力表的结构与工作原理

弹簧管压力表由表壳、测量元件、传动放大机构、指针和刻度盘等几个部分组成。其总体结构如图1-5所示。

弹性测量元件弹簧管的一端固定在与接头9相连的支持器上，通过接头9和引压管（图中接头中的虚线）被测介质（流体）被引入弹簧管。由于弹簧管的另一端B是封闭的自由端，弹簧管因受压而变形，使B端向右上方位移且借助拉杆2使扇形齿轮3以反时针方向转动。扇形齿轮和中心齿轮啮合。拉杆、扇形齿轮和中心齿轮组成传动放大机构。在中心齿轮的轴上装着指针5和螺旋形的游丝7。当扇形齿轮转动时就通过中心齿轮带动指针以顺时针方向转动，指针便在刻度盘（在面板6上）上指示

出压力值。

介质的压力使B端的变形位移较小，而指针相对刻度盘的位移却较大，这就是传动放大机构的作用。游丝的作用保证了齿轮啮合紧密。由于B端的位移与所受介质的压力间具有比例关系，故仪表的刻度标尺是线性的。改变调整螺钉8的位置，即改变了机械传动的放大系数，从而实现调整仪表的量程。

三、弹簧管压力表的选择、安装和使用

正确地选择、安装压力表对压力表的使用寿命及压力参数

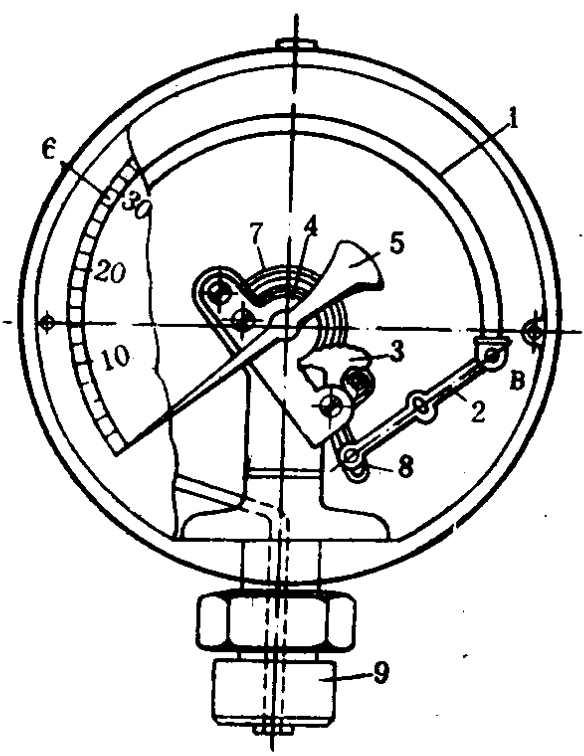


图 1-5 弹簧管压力表
1—弹簧管；2—拉杆；3—扇形齿轮；4—中心齿轮；5—指针；6—面板；
7—游丝；8—调整螺钉；9—接头

测量的准确性有着直接的影响。

1. 弹簧管压力表的选择

选择压力表总的原则是在满足生产测量要求的条件下，尽

量选用经久耐用、价廉物美的仪表。主要从仪表的类型、量程和精度三个方面进行选择。

(1) 选择类型 根据使用的环境条件, 如被测介质的性质、温度、环境的温度、振动、腐蚀及易燃防爆情况等进行选择。如测量氧气要用经脱脂的禁油专用压力表(外壳呈兰色); 测量氨气时不能用带有铜质材料制成的压力表, 要用外壳呈黄色标志的压力表; 一般用途的压力表其外壳多呈黑色。对于带有电接点的压力表, 还要根据使用的防爆要求选择防爆或一般类型的电接点压力表。

(2) 选择量程 为了确保测量和仪表的使用寿命, 选择量程时要留有充分的余地。一般在被测压力较稳的情况下, 最大压力值应不超过仪表量程的 $\frac{3}{4}$; 在被测压力波动较大的情况下, 则不超过 $\frac{2}{3}$; 两种情况下被测压力值都应不低于量程的 $\frac{1}{3}$ 。例如正常压力值为 $39.2 \times 10^5 \text{ Pa}$ (40 kgf/cm^2), 应选用 $0 \sim 58.84 \text{ Pa}$ ($0 \sim 60 \text{ kgf/cm}^2$) 的压力表。

(3) 选择精度 精度是表征仪表测量精确程度的质量指标。用允许误差占仪表测量量程的百分数表示。例如精度为2.5级的压力表, 其允许的基本误差即为仪表测量量程的 $\pm 2.5\%$ 。有关精度及精度等级的介绍见第四分节。普通常用压力表的精度等级有1、1.5、2.5、4等几个等级。选用时以在满足测量要求条件下, 选低等级的为宜。等级低, 价格也就相应便宜些。

2. 弹簧管压力表的安装使用

安装使用压力表应注意以下几点:

(1) 合理选择取压点 选择的取压点要能正确反映被测