



化工技工学校试用教材

化工仪表及自动化

(工艺专业及分析专业适用)

兰州化工技工学校

张玉秀 编

化学工业出版社

化工技工学校试用教材

化工仪表及自动化

(工艺专业及分析专业适用)

兰州化工技工学校

张玉秀 编

化学工业出版社

内 容 提 要

本书为化工技工学校化工工艺专业及分析专业的教材，全书分为三篇十一章。第一篇主要介绍压力、流量、物位、温度、成分的测量原理和有关的测量仪表，第二篇主要介绍气动薄膜调节阀、自动调节的基本调节规律和自动调节器，第三篇主要介绍化工自动化的基本知识，包括简单调节系统和复杂调节系统。

本书也可作为化工和炼油工、分析工的培训及自学教材。

化工技工学校试用教材
化工仪表及自动化
(工艺专业及分析专业适用)

兰州化工技工学校
张玉秀 编

责任编辑 任文斗
封面设计 许立

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

开本787×1092 $\frac{1}{16}$ ，印张13 $\frac{3}{4}$ ，字数321千字，印数1—40,170
1986年6月北京第1版1986年6月北京第1次印刷
统一书号15063·3762 (K-284) 定价1.70元

前 言

本教材是以化工部教育司颁发的化工技工学校《化工仪表及自动化教学大纲》(化工工艺专业用)和《检测仪表教学大纲》(化工分析专业用)为依据编写的,供化工技工学校工艺专业及分析专业教学使用。

全书共三篇十一章。第一篇包括第一章至第五章,讲述基本知识和压力、流量、物位、温度、成分的测量原理及有关的测量仪表,即化工检测仪表部分;第二篇包括第六章至第八章,讲述气动执行器、基本调节规律及自动调节器;第三篇包括第九章至第十一章,介绍化工自动化的基本知识,简单调节系统和复杂调节系统。

由于本书是供给化工工艺及化工分析两个专业用的,因此内容比较多,各专业可根据自己的特点进行取舍。

每章后面附有复习题,教学中可根据需要选取,书末附有附录,供教学中查阅。

本书由兰州化工技工学校张玉秀编写,北京前进化工厂技工学校李鲁南主审,陕西兴平化工技工学校牛连和、四川泸州化工厂技工学校姚茂生、衢州化工厂技工学校付士元参加了审议工作。

由于我们的水平有限,时间又紧,书中的缺点和错误一定不少,希望读者批评指正。

编者 1984年8月

目 录

前言	
绪论	1

第一篇 化工测量仪表

概述

一、测量及测量误差	3
二、测量仪表的品质指标	4
三、化工测量仪表的分类和组成	5

第一章 压力测量

第一节 压力的概念	6
一、压力的定义	6
二、压力的单位	6
三、压力的表示方式	6
四、压力测量仪表的分类	7
第二节 液柱式压力计	7
第三节 弹性式压力计	9
一、单圈弹簧管压力表	9
二、波纹管式压力计	9
三、电接点信号压力表	10
第四节 电气式压力计	11
第五节 压力变送器	12
一、气动压力变送器的结构	12
二、气动压力变送器的工作原理	13
第六节 压力表的选用和安装	14
一、压力表的选用	14
二、压力表的安装	14

第二章 流量测量

第一节 差压式流量计	16
一、节流装置的流量测量原理	16
二、标准节流装置	19
三、差压计	20
第二节 差压变送器	21
一、气动差压变送器 (QBC型)	22
二、电动差压变送器 (DBC型)	26

第三节 转子流量计	27
一、转子流量计的结构	28
二、工作原理	28
三、转子流量计的选用与换算	29
四、气远传式转子流量计 (LZQ 系列)	30
第四节 其它流量计	30
一、靶式流量计	30
二、椭圆齿轮流量计	33
三、涡轮流量计	34
第三章 物位测量	
第一节 几种简单的液位计	36
一、玻璃液位计	36
二、浮力式液位计	37
第二节 静压式液位计	38
一、压力计式液位计	38
二、差压式液位计	39
三、吹气式液位计	41
第三节 液位显示仪表	43
一、基本结构	43
二、工作原理及过程	43
三、QXZ-II 型色带指示仪的特点	44
第四章 温度测量	
第一节 测温仪表的基本概念	46
一、温度测量在化工生产中的重要性	46
二、温度的概念	46
三、温标的概念	46
四、测温仪表的分类	47
第二节 膨胀式和压力式温度计	49
一、膨胀式温度计	49
二、压力表式温度计	50
第三节 热电偶	52
一、热电偶的测温原理	52
二、常用热电偶的种类	55
三、热电偶的构造	56
四、补偿导线的选择	58
五、热电偶冷端的温度补偿	59
第四节 热电阻	60
一、工作原理	60
二、常用热电阻	61

三、热电阻的构造、型号及基本特性	63
四、热电阻的一般故障判断	63
第五节 温度测量显示仪表	65
一、动圈式指示仪表	65
二、电子自动电位差计	71
三、电子自动平衡电桥	76
四、电子自动平衡电桥与电子电位差计的比较	79
第六节 电动温度变送器 (DBW)	79
一、工作原理	80
二、测量线路	80
三、电压-电流转换器	81
第五章 自动成分分析仪表	
第一节 概述	84
第二节 热导式气体分析器	85
一、基本原理	85
二、测量方法	87
三、热导式气体分析器实例	87
第三节 热磁式分析器的基本原理	90
一、气体的磁化率	91
二、热磁式氧分析器的工作原理	93
第四节 红外线气体分析器	93
一、基本原理	94
二、红外线气体分析器的类型及工作原理	95
第五节 气相色谱分析仪	97
一、概述	97
二、气相色谱分析原理及过程	98
三、气相色谱仪的组成	98
四、操作条件的选择	102
第六节 工业酸度计	105
一、pH值测量原理	105
二、工业酸度计	106

第二篇 自动调节器

第六章 气动执行器

第一节 气动执行机构	109
一、正作用式薄膜执行机构	109
二、反作用式薄膜执行机构	111
第二节 气动调节阀	111
一、气动调节阀的工作原理	111

二、气动调节阀的结构形式	112
三、调节阀的种类	113
四、调节阀的作用形式	117
第三节 气动执行器的特点	117
一、气动执行机构的位移特性	117
二、调节阀的流量特性	117
第四节 阀门定位器	120
第七章 基本调节规律	
第一节 位式调节	121
第二节 比例调节	122
一、比例调节规律及其特点	122
二、比例度及其对调节过程的影响	124
第三节 积分调节	126
一、积分调节规律及其特点	126
二、比例积分调节规律 (PI调节规律)	127
三、PI调节的积分时间及其对调节过程的影响	128
第四节 微分调节	129
一、微分调节规律及其特点	129
二、实际的微分调节规律及微分时间	130
三、比例积分微分 (PID) 调节	131
第八章 自动调节器	
第一节 气动调节器的基本元件	134
一、气阻	134
二、气容	134
三、喷嘴挡板机构	135
第二节 气动调节器	135
一、QTL-500型比例积分调节器	135
二、QTW-200型微分器	139
三、QTM-23型气动调节器	142
四、QXJ-312型记录调节仪	144
五、QXJ-213型气动记录调节仪	145
第三节 电动调节器	146
一、DDZ-II型调节器	146
二、DDZ-III型调节器	148
第四节 其它辅助装置	149
一、气动定值器	149
二、遥控板	150

第九章 化工自动化基本知识

第一节 自动调节系统概述	152
一、化工生产过程的调节	152
二、自动调节系统的组成	153
三、自动调节系统的分类	154
第二节 自动调节系统的过渡过程	155
一、系统的静态、动态和干扰作用	155
二、自动调节系统的过渡过程及其基本形式	155
三、自动调节系统的过渡过程品质指标	156
第三节 调节对象的特性	157
一、放大系统 K	158
二、对象的滞后	158
三、时间常数 T	159
四、调节对象的负荷与自衡	160

第十章 简单调节系统

第一节 简单调节系统的组成及调节方案举例	162
一、简单调节系统的组成	162
二、几种简单调节系统的典型方案	162
第二节 调节方案的选定原则	167
一、被调参数的选定原则	168
二、调节参数的选择	168
三、测量问题的考虑	169
四、调节器调节规律的选择	169
第三节 调节器参数的工程整定	169
一、临界比例度法	170
二、衰减曲线法	170
三、经验试凑法	171
四、几种整定方法的比较	172
第四节 调节系统的投运	172
一、准备工作	172
二、手动遥控	174
三、投运自动	174
四、用气动仪表组成调节系统的投运举例	175

第十一章 复杂调节系统简介

第一节 串级调节系统	176
一、串级调节系统及其组成	176
二、串级调节系统的工作过程	177

三、串级调节系统的特点	179
四、选用原则及应用场合	180
五、串级调节系统的投运	180
第二节 比值调节	182
一、开环比值调节	182
二、单闭环比值调节	182
第三节 多冲量调节系统	184

附录

一、常用弹簧管压力表及真空表规格	190
二、霍尔压力变送器规格	192
三、CW型双波纹管差压计规格	192
四、靶式流量计规格	193
五、椭圆齿轮流量计规格	193
六、电磁流量计规格	193
七、涡轮流量变送器规格	194
八、沉筒液位变送器规格	194
九、我国常用热电偶及补偿导线	194
十、热电偶补偿电桥（自由端温度补偿器）规格与技术数据	195
十一、热电偶温度与毫伏对照表	196
十二、热电偶的规格与型号	199
十三、热电阻温度与电阻值对照表	201
十四、热电阻的型号及主要规格	204
十五、动圈仪表型号命名	204
十六、自动平衡式显示仪表型号命名	205
十七、部分测温二次仪表规格	206
十八、气动薄膜调节阀命名	207
十九、自控设计图例	207
二十、国际单位与其他单位换算表	209

绪 论

本课程将介绍化工生产过程自动化的基本知识，以及实现化工生产过程自动化所必需的自动化装置。

那么，什么是化工生产过程自动化呢？化工生产过程自动化是指在化工生产设备上，配置一些自动化装置（如检测仪表、自动调节器、自动调节阀等），代替操作人员的部分直接劳动，使生产过程在不同程度上自动进行，这种用自动化装置来管理化工生产过程的办法就叫做化工自动化。通常，将化工、炼油等化工类型生产过程的自动化统称为化工自动化。

从化工的整个生产过程来看，它不仅具有物理变化，同时伴随着化学反应。它具有许多特点：反应过程需在密闭的容器及管道中进行，有的有高温、高压、深冷、真空、易燃、易爆等特点，许多介质还有毒、有腐蚀性、有刺激性臭味等特性。对于这类性质的生产，只有借助于自动化装置才能使生产过程安全顺利地进行。同时，只有实现生产过程的自动化，才能改善工人的劳动条件，减轻工人的劳动强度，保护工人的健康。

化学工业是一门比较新的工业，化工仪表及自动化做为—门学科问世还更晚一些。四十年代才刚刚有化工仪表，那时的仪表体积大，精度低。随着科学技术的不断发展和电子技术的不断进步，五十年代出现了采用 $0.2\sim 1.0\text{ kgf/cm}^2$ 为统一气压信号的仪表。随后，又出现了采用 $0\sim 10\text{ mA}$ 和 $4\sim 20\text{ mA}$ 直流信号的电动仪表，从而实现了集中控制。这时的仪表体积大为缩小，可靠性和精度有了较大的提高。到了六十年代后期，由于半导体技术和集成电路的发展，将仪表的制造工业向着小体积、高性能的方向推进了一大步，从而使自动化水平有了较大的提高，并出现了采用计算机控制生产的各种自动化方案。

我国的化工仪表制造工业是解放以后才发展起来的；目前，已成批生产的气动Ⅱ型、电动Ⅱ型仪表结构合理，性能可靠，成功地担负着实现生产过程的自动检测、自动调节等自动化任务。气动Ⅲ型、电动Ⅲ型仪表也已成批生产，正在被越来越多的化工企业所采用。不少厂矿还实现了计算机控制生产。

化工自动化系统，一般可作如下分类：

1. 自动检测系统

用于对化工生产过程中各种工艺参数的测量和变送、显示或记录。

2. 自动调节系统

当遇到外界干扰，生产过程受到影响，使工艺参数偏离正常的工艺条件时，自动化装置能自动地使工艺参数回复到规定的数值范围之内，从而保证生产的正常进行。

3. 自动信号联锁保护系统

这是生产中的安全装置。在生产事故发生前，它可以自动地发出声、光信号，告诫操作人员注意。若工况已接近事故状态，联锁系统将立即动作，自动切断某些通路或紧急停车，以防事故的发生或扩大。

4. 自动操纵系统

这是一种根据预先规定的步骤，自动对生产设备进行某种周期性操作，把工人从重复性体力劳动中解放出来的自动化系统。

化工生产过程自动化是一门综合性的技术学科。生产越发展，要求自动化的水平越高，任何一个现代化的化工厂，都是中许多的设备、机械和自动化装置按一定的工艺要求构成的有机整体。因此，工艺操作人员除了掌握工艺、设备方面的知识外，还应具有自动化方面的知识。这就是为化工工艺专业和分析专业设置本门课程的目的。

化工技工学校培养的是中级技术工人，毕业后直接从事生产岗位上的操作工作，每时每刻离不开仪表及其他自动化装置，因此，要求通过本课程的学习，了解常用化工仪表的基本原理、结构、特点和使用方法，对于基本的调节规律及自动化的一般知识也应该知道，而对于开停车过程中的仪表及自动化系统的投运知识更要求熟练掌握。

本课程分为三部分：化工测量仪表、自动调节器及自动化。

第一篇 化工测量仪表

概 述

一、测量及测量误差

在化工生产过程中，为了使操作维持在工艺条件范围之内，以求得安全、优质、低耗、高产的效果，需要对工艺生产过程中的压力、流量、物位、温度、物质成分等参数进行自动测量。用来测量这些参数的装置称为化工测量仪表。

化工测量仪表的种类很多，虽然它们所测的参数、仪表的结构原理各不相同，但从测量的实质上讲，则都是将被测参数与其相应的测量单位进行比较的过程。

对于测量结果，总是希望绝对准确可靠。但是，在实际生产中，这是难以实现的，因为所使用的测量仪表本身就不可能十分准确，观测者的主观性和周围环境等因素，也会给测量结果带来影响，因此测量结果不能绝对准确。也就是说，从仪表上读得的被测参数数值与真实值之间会产生一差值，我们将这一差值称为测量误差。

按产生的原因不同，可将测量误差分为三大类。

1. 系统误差

这种误差是由于仪表使用不当或测量时外界条件变化等原因所引起的一种测量误差。它是一种有规律的误差。当找出产生误差的原因后，便可通过对测量结果引入适当的修正值而加以消除。例如，用标准孔板测量蒸汽流量，在设计孔板孔径时就选定一个蒸汽压力和温度。在实际使用时，如被测的蒸汽压力和温度与设计时不相同，测量结果将会产生系统误差。但只要用变化后的蒸汽压力和温度对仪表的指示值进行修正，则可以消除掉系统误差。

2. 疏忽误差

由于测量者在测量过程中疏忽大意所造成的测量误差称为疏忽误差。这类误差的数值是很难估计的，带有这种误差的测量结果是毫无意义的。所以，必须加强工作的责任感，避免发生这类误差。

3. 偶然误差

在对某一参数进行多次重复测量时，即使消除了上述两项误差，每次的测量结果也不会完全相等。即每一个测量值与被测参数真实值之间，仍然会或多或少地存在着一定的差值。这个差值就称为偶然误差。

测量误差一般可分为绝对误差和相对误差。

绝对误差是指仪表的指示值 $X_{指}$ 与被测参数的真实值 $X_{真}$ 之差的绝对值。通常表示为：

$$\Delta = |X_{指} - X_{真}|$$

相对误差是指测量的绝对误差与真实值之比。通常表示为：

$$\delta = \frac{\Delta}{X_{真}}$$

这里所讲的真实值，在实际生产中是难以得到的。因此，一般就把用精度较高的标准仪表和精度较低的被校仪表同时对同一参数测量时所得到的两个读数值，分别叫做“真实值”和“测量值”。而把这两个读数之差的绝对值，称为测量仪表在其标尺范围某一点的绝对误差。可用公式表示为：

$$\Delta = |X - X_0|$$

式中 Δ ——绝对误差；
 X ——被校表的读数值；
 X_0 ——标准表的读数值。

二、测量仪表的品质指标

一台仪表的好坏，是用仪表的品质指标来衡量的，这里将常见的几种品质指标介绍如下。

1. 仪表的精度

在工业上，经常用仪表的精度级来表示仪表的准确度。所谓仪表的准确度，就是仪表测量结果的准确程度。仪表的准确度不仅与绝对误差有关，而且还与仪表的标尺范围有关系。例如，有两台测量仪表的标尺范围（有的称为测量范围或量程），分别为 $0 \sim 100^\circ\text{C}$ 和 $0 \sim 200^\circ\text{C}$ ，绝对误差（指在测量标尺范围内各点中所产生的最大的那个绝对误差值）均为 2°C 。那么，哪台测温仪表更准确些呢？不难理解，当然是标尺范围大的（即 $0 \sim 200^\circ\text{C}$ ）一台比标尺范围小的（ $0 \sim 100^\circ\text{C}$ ）一台更准确些。因此，工业仪表的误差经常将绝对误差折合成仪表标尺范围的百分数表示，称为相对百分误差。以 δ 表示。

$$\delta = \frac{X - X_0}{\text{标尺上限} - \text{标尺下限}} \times 100\%$$

式中 δ ——相对百分误差；
 X ——被测参数的测量值；
 X_0 ——被测参数的真实值。

有时还提到仪表的允许误差。某台仪表的允许误差，是指该台仪表在规定的正常情况下的相对百分误差的最大值，以公式表示为：

$$\text{仪表的允许误差} = \pm \frac{\text{仪表的最大绝对误差}}{\text{仪表的测量范围}} \times 100\%$$

仪表的准确度是分等级的，而等级是按国家统一规定的允许误差大小来划分的。至于仪表的精度级，则是将仪表的允许误差的“ \pm ”及“ $\%$ ”号去掉后的数值。例如，某台压力表的允许误差是 $\pm 2.5\%$ ，则该台仪表的精度级就是2.5级，或称2.5级表。

仪表的精度级以规定的符号形式标志在仪表的标尺上，如“ $\textcircled{0.5}$ ”、“ $\triangle 1.0$ ”等。

目前，我国生产的仪表的精度级有0.005；0.02；0.05；0.1；0.2；0.35；0.5；1.0；1.5；2.5；4.0；等。现场用的电动表的精度大多为0.5级，而气动变送器多为1.0级。

2. 仪表的变差

在外界条件不变的情况下，用同一台仪表对某一参数进行正、反行程（即以最小到最大，再由最大到最小）测量时，其所得到的仪表指示值是不相等的，对同一点所测得的正、反行程的两读数之差就叫该点的变差（有的书中也叫回差）。可用下式表示：

$$\text{变差} = \frac{(X_{\text{正}} - X_{\text{反}})_{\text{最大}}}{\text{标尺上限值} - \text{标尺下限值}} \times 100\%$$

式中分子部分是正、反行程各点指示值之差中绝对值最大的那一数值。

除上述之外，仪表的灵敏度，灵敏限等也常用来作为衡量仪表品质的指标。

三、化工测量仪表的分类和组成

1. 测量仪表的分类

在化工生产中使用的仪表种类很多，分类方法也不相同，这里介绍几种常见的分类方法。

(1) 按所测参数的不同，可分成压力测量仪表，流量测量仪表，物位测量仪表，温度测量仪表，成分分析仪表等。

(2) 按表达示数方式的不同，可分为指示型仪表，记录型仪表，讯号型仪表等。

(3) 按使用场合的不同，可分为标准仪表，范型仪表，实用（又分为就地仪表、控制室仪表）仪表等。

2. 测量仪表的构成

化工生产中使用的各种测量仪表，一般均由测量、传送和显示（包括变送）等三部分组成。

测量部分一般与被测介质直接接触，并将被测参数信号能量形式加以转换；传送部分大多仅起信号能量的传送作用；显示部分一般是将被测参数的测量值指示、记录下来，也起被测参数信号能量转换及变送的作用。

第一章 压力测量

化工、炼油生产过程都是在一定的压力条件下进行的。根据不同的生产过程，有的需要比大气压力高很多的高压，如高压聚乙烯要在 1500kgf/cm^2 的高压下进行聚合，而有的则需要比大气压力低很多的负压下进行。如炼油厂的减压蒸馏就是这样。如果压力不符合要求，不仅使产品的产量和数量达不到要求，有时还会造成严重的生产事故，因此，必须对压力进行测量和控制。用来测量压力的仪表，称之为压力计或压力表。

第一节 压力的概念

一、压力的定义

所谓压力，简单地说，就是指均匀而垂直地作用在单位面积上的力。它的大小是由受力的面积和垂直作用力的大小决定的。可用数学式表示为：

$$P = \frac{F}{S} \quad (1-1)$$

式中 P ——压力；
 F ——垂直作用力；
 S ——受力面积。

二、压力的单位

在工程技术中，计算压力的单位常采用以下几种。

1. 工程大气压

这是工业上目前最常用的单位。即1公斤力垂直而均匀地作用在 1厘米^2 的面积上所产生的压力，以公斤力/厘米 2 (kgf/cm^2)表示。

2. 物理大气压

由于大气压随地点不同变化很大，所以国际上规定，在纬度为 45° 的海平面上及温度为 0°C 、截面积为 1厘米^2 时的大气柱的重力压力为一个物理大气压。又叫一个“标准大气压”。它等于水银密度为 13.5951g/cm^3 和重力加速度为 980.665cm/s^2 时，高度为760毫米水银柱垂直作用在底面积上的重力压力。

3. 毫米汞柱 (mmHg)，毫米水柱 (mmH_2O)

即在一厘米 2 的面积上分别由1毫米汞柱、1毫米水柱的重量所产生的压力。

4. 帕 (Pa)

帕 (Pa)是国际单位制 (SI) 的压力单位，即1牛顿的力垂直而均匀地作用在1米 2 的面积上所产生的压力，其表示式为 N/m^2 (牛顿/米 2)。我们国家已决定采用这一压力单位，目前正在推广应用。

但是，由于多年来的习惯，工程上仍多采用工程大气压。为了便于使用过程中的互相换算，现将几种常用的测压单位之间的换算关系列于表1-1。

三、压力的表示方式

压力的表示方式有三种：绝对压力，表压力，负压力或真空度。它们之间的关系如图1-1

所示。

绝对压力是指物体所受的实际压力。

表 1-1 压力单位换算表

压力单位	工程大气压 kgf/cm ²	毫米汞柱 mmHg	毫米水柱 mmH ₂ O	物理大气压 atm	帕 Pa	巴 bar	磅/英寸 ² lb/in ²
kgf/cm ²	1	0.73556 × 10 ³	10 ⁴	0.9678	0.9867 × 10 ⁵	0.9807	1.4224 × 10
mmHg	1.3595 × 10 ⁻³	1	1.3595 × 10	1.316 × 10 ²	1.332 × 10 ²	1.332 × 10 ⁻³	1.934 × 10 ⁻²
mmH ₂ O	10 ⁻⁴	0.73556 × 10 ⁻¹	1	0.9678 × 10 ⁻⁴	0.9807 × 10	0.9807 × 10 ⁻⁴	1.4223 × 10 ⁻³
atm	1.0332	760	1.0332 × 10 ⁴	1	1.01325 × 10 ⁵	1.01325	1.4696 × 10
Pa	1.0197 × 10 ⁻⁵	0.75 × 10 ⁻²	1.0197 × 10 ⁻¹	0.9869 × 10 ⁻⁵	1	1 × 10 ⁻⁵	1.4503 × 10 ⁻⁴
bar	1.0197	0.75 × 10 ³	1.0197 × 10 ⁴	0.9869	1 × 10 ⁵	1	1.4503 × 10
lb/in ²	0.703 × 10 ⁻¹	51.715	0.703 × 10 ³	0.6805 × 10 ⁻¹	0.6895 × 10 ⁴	0.6895 × 10 ⁻¹	1

表压 $P_{表}$ 是指高于气压的绝对压力 $P_{绝}$ 与大气压 $P_{大}$ 之差。即

$$P_{表} = P_{绝} - P_{大} \quad (1-2)$$

负压常称为真空度。从式(1-2)中可以看到,负压是当绝对压力低于大气压时的表压。

工业上所用的压力指示值多数为表压,即压力表的指示值是绝对压力和大气压力之差,所以绝对压力为表压和大气压力之和,工程上采用表压加1(以kgf/cm²为计量单位时)得到被测压力的绝对值。

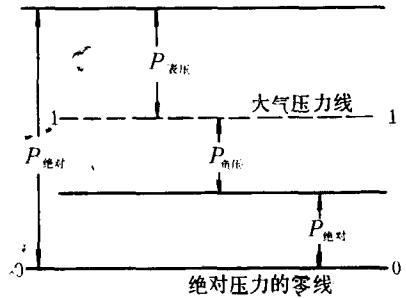


图1-1 表压、绝对压力和负压(真空)的关系

四、压力测量仪表的分类

测压仪表依其转换原理的不同,大致可分为三大类。

1. 液柱式压力计

它是根据流体力学原理,将被测压力转换成液柱高度进行测量。利用这种方法测量压力的仪表有U型管压力计,单管压力计和斜管压力计等。

2. 弹性式压力计

它是依据弹性元件受力变形的原理,将被测压力转换成弹性元件弹性变形的位移进行测量。最常用的单圈弹簧管压力计就属于这一类。

3. 电气式压力计

将被测压力转换成各种电量,依据电量的大小而实现压力的间接测量。如应变片式、霍尔片式等压力计就属于这一类。

第二节 液柱式压力计

液柱式压力计的工作原理是以液体静力学原理为基础的。常见的U型管压力计,单管压力计等。它们一般采用水银或水为工作液,常用于测量低压、负压或压力差。

它是由一“U”字形的带有刻度的玻璃管制作而成,有的玻璃管本身不带刻度,刻度标尺是另外一块木板,U型玻璃管再固定在这块板上,工作时玻璃管的一端接大气,另一端接被测压力。如图1-2所示。根据静力学原理,由U型管两边液柱之差就可以求出被测压力 P (表压)的数值。