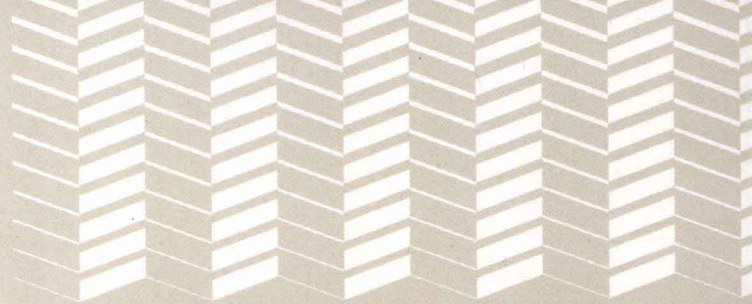


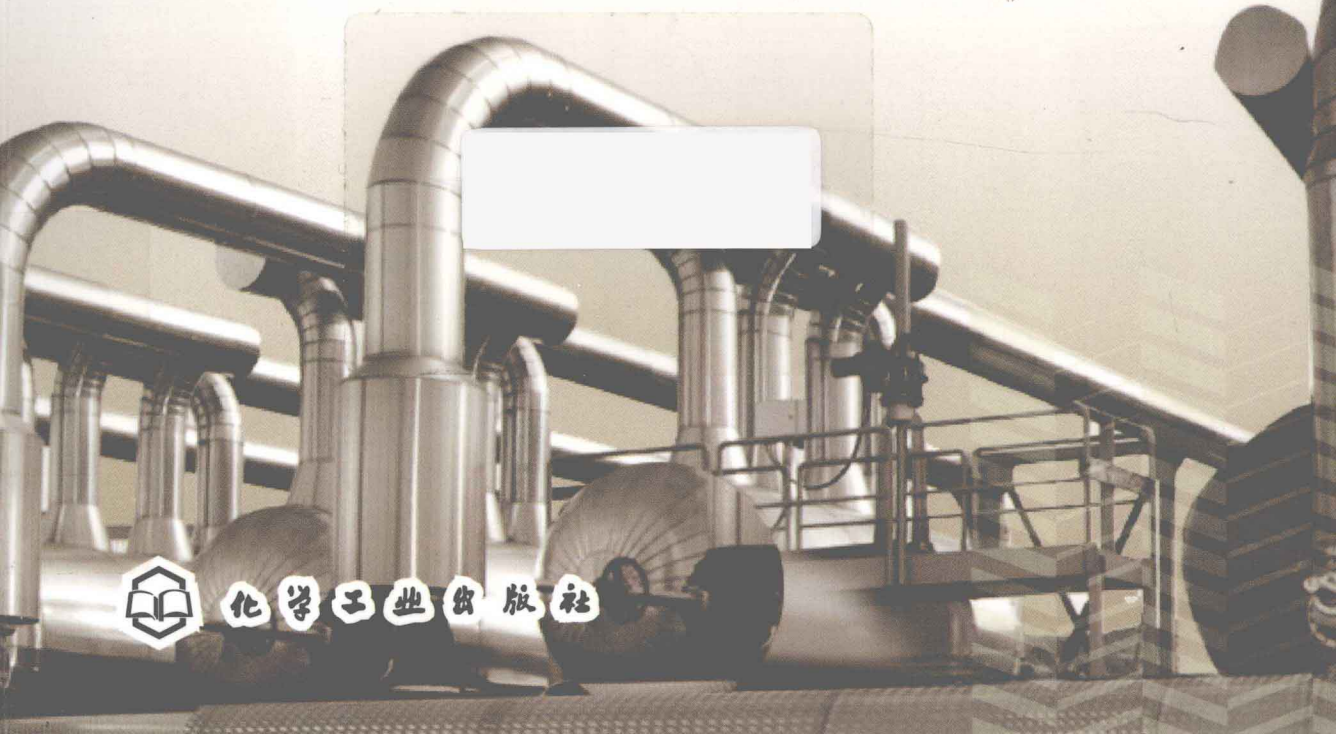
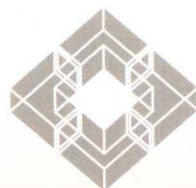


实用

管道工程技术

熊大远 编著

SHIYONG GUANDAO
GONGCHENG JISHU



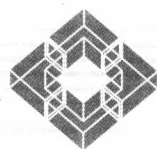
化学工业出版社

实用

管道工程技术

熊大远 编著

SHIYONG GUANDAO
GONGCHENG JISHU



化学工业出版社

· 北京 ·

定价：35.00元

ISBN 7-122-09018-1

本书是一本涵盖管道工程基础知识、生产制造、建筑安装和验收交付等全过程的综合性工程技术图书,重点介绍了管道工程识图、放样与展开、加工与组装、安装与验收等内容,对民用管道工程和工业管道工程的安装进行了较为详尽的阐述。本书理论结合实践,重点突出,实用性强,并且还介绍了新技术、新设备和新工艺等技术改造、技术革新内容。

本书适用于从事管道工程制造和安装的技术人员、管理人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

实用管道工程技术/熊大远编著. —北京:化学工业出版社, 2011. 12
ISBN 978-7-122-12684-9

I. 实… II. 熊… III. 管道工程-工程技术 IV. U172

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 217887 号

责任编辑:张兴辉
责任校对:洪雅姝

文字编辑:张燕文
装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:北京白帆印务有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张22 $\frac{3}{4}$ 字数568千字 2012年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:69.00元

版权所有 违者必究

前 言

管道工程技术是一本全面介绍管道工程技术的参考书。管道工程技术应用极其广泛，在机械、建筑等国民经济支柱产业中占据极其重要的地位。特别是随着科学技术和材料工程的发展，使管道工程技术具有更广阔的发展空间。

本书笔者在总结多年理论和实践的基础上，编著具有综合性较强的实用管道工程技术工具用书，内容涵盖了管道工程基础知识、生产制造、建筑安装和验收交付等全过程；重点介绍了管道工程相关识图与应用、放样与展开、加工与组装、安装与验收等内容，并且对民用管道工程和工业管道工程的安装进行了较为详尽的阐述，使管道工程技术的理论和实践得到充分结合。

本书力求理论结合实践，重点突出、逻辑性强、通俗易懂、深入浅出，并且增添了新技术、新设备和新工艺等技术改造、技术革新内容。

本书适用于从事管道工程制造和安装的技术人员查阅参考，也可作为大专院校相关专业技术培训的教材资料使用。

本书由熊大远编著。李静敏、秦晓飞、刘宗凤、熊伟、周玉梅、陈静、肖雄、熊健、李士刚、晨阳、吴志扬、刘丽薇等协助完成了大量资料的收集、整理、校对和打印等工作，在此深表感谢！

由于编著者水平所限，本书难免有不足之处，敬请各位专家和读者批评指正。

编著者

目 录

第一章 管道工程技术基础	1
第一节 管道工程概述	1
一、管道工程技术及应用	1
二、管道工程基本知识	1
三、管道制造工艺程序	16
第二节 常用工量具和设备	17
一、工具	17
二、量具	19
三、常用机械及安全操作	21
第三节 管道材料与应用	25
一、钢的分类和牌号	25
二、钢材及应用	26
三、钢制管材及应用	28
四、有色金属及应用	33
五、非金属材料及应用	36
第二章 管道识图与放样	41
第一节 制图基础	41
一、工程制图标准简介	41
二、制图原理——投影和视图	44
三、管道安装施工图	45
第二节 识图与作图	48
一、管道制造识图	49
二、管道安装识图	52
三、几何作图及应用	54
四、管道识图	60
第三节 识图放样	64
第四节 展开图法	73
第五节 识图与放样实例	92
第三章 制造与组装	96
第一节 号料与下料	96
一、放样与号料	96
二、手工下料	99
三、氧-乙炔火焰切割下料	102
四、机械切割下料	106
五、机械冲断和冲裁下料	107

第二节 制造成形	108
一、成形加工的准备	108
二、弯曲成形加工	110
三、冲压成形加工	118
四、其他加工成形工艺	122
第三节 组合与装配	124
一、组装准备及方法	124
二、装配的设计	128
三、装配实例	132
第四节 变形与矫正	135
一、变形的原因和危害	135
二、钢材变形和矫正方法	137
三、加工变形的矫正	140
第四章 连接与焊接	144
第一节 管道的连接	144
一、管道螺纹连接	144
二、管道承插连接	145
三、管道法兰连接	147
四、管道胀管连接	150
五、管道铆接	150
六、管道咬接	151
七、管道粘接	153
第二节 焊接与焊接性能	154
一、钢材的焊接性能	154
二、焊接接头金属的组织与性能	155
三、钢材的焊接特点	157
第三节 焊接质量缺陷及防治	159
一、焊接坡口基本形式	159
二、焊接质量缺陷的防治	160
第四节 焊接方法与工艺	165
一、焊条电弧焊	165
二、埋弧焊	166
三、气体保护焊	169
四、钨极氩弧焊	171
五、气焊	173
六、钎焊	174
第五节 管道焊接技术规程	176
第六节 焊接变形与矫正	182
一、焊接变形及产生原因	183
二、焊接变形对结构的影响	185
三、焊接残余应力的防治	185

四、焊接变形的防治·····	186
五、焊接变形的矫正·····	188
第五章 管道安装 ·····	190
第一节 安装准备·····	190
一、安装准备工作·····	190
二、管道安装施工组织设计·····	192
三、安装基础工程验收·····	193
第二节 安装测量放线·····	195
一、工程测量放线基础·····	195
二、测量放线的内容·····	198
三、工程测量基本工作·····	199
四、施工测量放线·····	201
第三节 安装工艺·····	203
一、安装准备工作·····	203
二、管道布置及安装技术要求·····	208
三、高压管道的连接与安装·····	213
四、管道仪表、阀门的安装·····	214
五、管道防腐和保温·····	217
第四节 管道安装施工安全技术·····	224
第六章 管道工程验收与交付 ·····	229
第一节 管道工程质量检验·····	229
一、建筑安装工程质量检验·····	229
二、管道工程施工质量的验收·····	236
第二节 管道工程质量检测与验评·····	246
一、基本规定·····	246
二、分项工程质量验收·····	247
第三节 管道工程质量验收实例·····	259
第七章 民用管道工程及安装 ·····	264
第一节 建筑给排水工程·····	264
一、建筑给水工程·····	264
二、建筑排水工程·····	275
三、建筑中水工程·····	278
第二节 供热与采暖工程·····	280
一、供热与采暖·····	280
二、热水采暖系统·····	281
三、蒸汽采暖系统·····	284
四、采暖系统运行维护与管理·····	288
五、热水供应系统和安装·····	290
第三节 民用燃气工程·····	292
一、燃气的基本知识·····	292
二、民用燃气管道及安装·····	293

三、民用燃气供应及室内安装·····	297
四、燃气供应系统的试验·····	298
第四节 通风与空调工程·····	299
一、通风与空调系统简介·····	299
二、通风系统的制作和安装·····	302
三、民用空调系统设备·····	304
四、空调制冷系统·····	306
五、制冷系统的试验、充质和防腐保温·····	307
第五节 民用管道工程安装实例·····	308
一、建筑给排水施工图·····	308
二、给水管道的安装·····	310
三、排水管道的安装·····	312
四、采暖供热管道的安装·····	313
第八章 工业管道工程及安装 ·····	318
第一节 工业管道概述·····	318
一、工业管道及组成·····	318
二、工业管道的分类和要求·····	319
三、工业管道安装相关规定·····	321
四、《管道安装施工方案》及编制·····	322
第二节 常用材料工业管道·····	323
一、钢和合金钢管道安装·····	323
二、有色金属管道安装·····	326
三、塑料管道安装·····	327
第三节 常用介质管道安装·····	329
一、蒸汽管道安装·····	329
二、氧气管道安装·····	330
三、燃气管道安装·····	332
四、压缩空气管道安装·····	336
五、输油管道安装·····	338
第四节 制冷管道安装·····	340
一、制冷技术基础·····	340
二、制冷系统·····	342
三、制冷管道的安装·····	343
四、制冷管道的检修·····	348
第五节 管道的试验、吹洗和防腐、绝热·····	351
一、工业管道的试验·····	351
二、管道的吹洗·····	352
三、管道的涂漆、防腐与绝热·····	353
参考文献 ·····	356

第一章 管道工程技术基础

第一节 管道工程概述

一、管道工程技术及应用

管道工程技术是包括管道工程设计、制造、安装和运行的专业技术。管道工程技术已广泛地应用在矿山、冶金、化工、轻工、交通、造船、汽车等各专业中。特别是化工机械设备工程中，除主要设备外，设备配套和设备连接几乎全是管道工程的范畴。

在建筑安装工程中，给排水系统，供热采暖系统，燃气燃油系统和通风空调系统等都是典型管道工程的范畴。其他工农业基础设施的建设中都离不开管道工程完成使用功能的配套。例如：我国的“西气东输”工程就是典型的天然气配套输送特大型管道工程。

管道工程几乎覆盖各产业的机械产品，这些机械产品都需要在制造的过程中，通过管道工艺技术完成管道制造加工和组装安装工作。管道工程技术中大型高压管道工程技术相对较为复杂，要求专业知识和综合能力较强的工艺技术，所以提高其工艺技术水平并应用在管道工程的制造和安装中，对提高管道工程产品的质量、进度和降低成本是十分必要的。

二、管道工程基本知识

管道工程包括给排水、通风采暖、空调、煤气等管道工程和相应配套设备等。

（一）管道流体及物理性能

1. 流体的概念

能流动的物质称为流体。流体是液体和气体的统称。流体的基本特征是：在任何微小剪切力的作用下，都将连续不断地变形。只要有这种力继续作用，流体就将继续变形（流动），只有当外力停止作用，变形才会停止。液体的这种性质也称易流动性，它是区别固体的主要特征。

按照集态的不同，流体可分为液体和气体。液体和气体的主要差别在于液体具有固定的体积，并取容器的形状。液体不易被压缩。气体很容易被压缩。

2. 流体的物理性能

（1）流体的重力特性 流体和自然界其他物质一样，具有质量。质量越大，表现为惯性越大，越难改变流体平衡和运动的状态。流体的这种性质用流体单位体积内所具有的质量，即密度来表示。

对于均质流体

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中 ρ ——流体的密度， kg/m^3 ；

m ——流体的质量， kg ；

V ——流体的体积, m^3 。

物体的重量 W 等于物体的质量 m 与重力加速度 g 的乘积, 即

$$W = mg$$

式中 g ——重力加速度, 一般采用 $g = 9.8 \text{m/s}^2$ 。

表 1-1 给出了在标准大气压下几种常用流体的密度。

表 1-1 常用流体的密度

流体名称	温度/ $^{\circ}\text{C}$	密度/ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	流体名称	温度/ $^{\circ}\text{C}$	密度/ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
蒸馏水	4	1000	空气	0	1.293
海水	15	1020~1030	氧	0	1.429
普通汽油	15	700~750	氮	0	1.251
石油	15	880~890	氢	0	0.0899
润滑油	15	890~920	一氧化碳	0	1.250
酒精	15	790~800	二氧化碳	0	1.976
水银	0	13600	二氧化硫	0	2.927
熔化生铁	1200	7000	水蒸气	0	0.804

(2) 流体的体积特性 当温度保持不变, 流体所受压强增大时, 体积缩小; 当压强保持不变, 流体的温度升高时, 体积膨胀。这是所有流体的共同属性, 即流体的压缩性和膨胀性。

① 液体的压缩性 其大小用体积压缩系数 β_p 表示, β_p 的意义是指温度不变时, 压强每增加一个单位压力, 液体体积的相对缩小量, 即

$$\beta_p = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \Delta p$$

式中 β_p ——液体体积压缩系数;

V_1 ——压缩前液体的体积;

V_2 ——压缩后液体的体积;

Δp ——压强的增加值。

液体的压缩性由体积弹性系数 E_0 表示。 $E_0 = \beta_p$ 的倒数。由上式可见, E_0 值大的液体的压缩性小, E_0 值小的液体压缩性大。其单位为 N/m^2 。表 1-2 列出了水的体积弹性系数 E_0 。

表 1-2 水的体积弹性系数

温度/ $^{\circ}\text{C}$	压力(工程大气压 at)				
	5	10	20	40	80
0	1.85	1.86	1.88	1.91	1.94
5	1.89	1.91	1.93	1.97	2.03
10	1.91	1.93	1.97	2.01	2.08
15	1.93	1.96	1.99	2.05	2.13
20	1.94	1.98	2.02	2.08	2.17

① 工程上常用工程大气压 at 作计量压力的单位。 $1 \text{at} = 98060 \text{Pa} = 98060 \text{N/m}^2$ 。

从表 1-2 可以看出, 水的体积弹性模数很大, 即它的压缩性很小。与水类相似, 其他液体的压缩性也很小。在工程上一般可以认为液体是不可压缩的。

② 液体的膨胀性 其大小用体积膨胀系数 β_t 表示, β_t 意义是指压强不变时, 温度每增加 1°C , 液体体积的相对增大量, 即

$$\beta_t = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \Delta t$$

式中 β_t ——液体体积膨胀系数, $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

V_1 ——膨胀前液体的体积;

V_2 ——膨胀后液体的体积;

Δt ——温度的升高值。

表 1-3 列出了不同温度和不同压力下水的体胀系数 β_t 。

表 1-3 水的体胀系数

压力 (工程大气压)	温 度/ $^{\circ}\text{C}$				
	1~10	10~20	40~50	60~70	90~100
1	14×10^{-6}	150×10^{-6}	422×10^{-6}	556×10^{-6}	719×10^{-6}
100	43×10^{-6}	165×10^{-6}	424×10^{-6}	548×10^{-6}	704×10^{-6}
200	72×10^{-6}	183×10^{-6}	426×10^{-6}	539×10^{-6}	
500	149×10^{-6}	236×10^{-6}	429×10^{-6}	523×10^{-6}	661×10^{-6}
900	229×10^{-6}	289×10^{-6}	437×10^{-6}	514×10^{-6}	621×10^{-6}

从表 1-3 可以看出, 水的体胀系数很小, 其他液体也有类似的特性。在工程上, 当温度变化不很大时, 一般可以不考虑液体的膨胀性。

(3) 流体的黏滞特性 运动的流体, 如果各流层的速度不相等, 那么相邻的两个流层之间的接触面上, 将形成一对阻碍两流层相对运动的等值反向的摩擦力。通常把这一对摩擦力称为黏滞力 (或内摩擦力)。流体运动时, 内部出现黏滞力的性质就称为流体的黏滞性。

当流体在圆管内流动时, 各流层好像不同半径的圆筒一个套一个似的以不同流速向前运动。靠近管壁的流层, 由于流体质点贴附在管壁上, 流速为零。管轴心处受管壁影响最小, 具有最大流速。管中流动的流体层和贴附在管壁的流体层之间会产生黏滞力。而流动的流体各层之间流速不等, 也会产生黏滞力。克服这种阻挠流体流动的黏滞力, 就要消耗流体自身的机械能, 造成能量损失。

温度对流体黏度的影响很大。液体的黏度随着温度的上升而减小。而气体的黏度却随温度的上升而增大。

(4) 流体的压强 流体垂直作用于单位面积上的力称为流体的压力强度, 简称压强。如以符号 p 表示压强, 以 P 表示流体垂直作用在面积 A 上的力, 则压强为

$$p = \frac{P}{A}$$

压强是工程上流体运动过程中极为重要的一个参数, 国际单位制中为 N/m^2 , 称为帕斯卡, 代号为 Pa , $1\text{MPa} = 10^6\text{Pa}$ 。

流体平均静压强反映作用面上各点静压强的平均值, 而点静压强则精确地反映作用面上各点的静压强。

(5) 流体的流量 理想流体的流量可以分为体积流量和质量流量。

① 体积流量 单位时间内, 通过元流或总流中任一过流断面的流体体积称为体积流量。其单位为 m^3/s 或 L/s 。

② 质量流量 单位时间内, 通过元流或总流中任一过流断面的流体质量称为质量流量。其单位为 kg/s 。

工程上常用截面平均流速。截面平均流速是一种假想的流速, 即单位时间内, 假定过流

截面上各质点都按平均流速流动,其通过的流量和各质点按实际流速流动时所通过的流量相等。即

$$Q=uA$$

式中 Q ——流体的体积流量;

u ——截面平均流速;

A ——流体总流的截面积。

(6) 流体的阻力 流体在管道内流动时,由于克服黏性阻力,将有部分机械能不可逆地转变为热能而散失,称这部分能量损失为水头损失。流体在管道内流动,在管道上不可避免地会有弯头、阀门、管道断面的扩大和缩小等。

当流体沿管道流动时,沿流动方向的每一单位长度上,流体与管壁之间及流速不同的各相邻流体质点之间由于相对运动将产生摩擦阻力。流体由于克服摩擦阻力而损失的机械能称为摩擦水头损失,也称沿程水头损失,用符号 h_f 表示。

流体在管内运动时,除了受到沿程的摩擦阻力以外,还会受到另外形式的阻力。例如,当流体流过阀门、弯头、管道断面突然扩大和突然缩小等处时,由于通道形状,大小和方向的突然改变,以致流动结构要进行调整,并且伴随有大量漩涡的产生,流体将在这部分区域集中地损耗一部分机械能。这部分损失的能量称为局部水头损失,用符号 h_j 表示。

流体的整个流程中所损失的机械能为上述两种损失之和,即

$$h_w = \sum h_f + \sum h_j$$

流体流动时所受阻力的影响因素很多。减少管道阻力,应注意以下几点。

① 使管道内壁尽量光滑。避免使用内壁锈蚀严重的管道,管口对接要平整,焊接时注意不使熔渣在内壁结疤,少用焊制弯头。

② 流速增加一倍,阻力增大四倍;管道管径增大,则阻力减小。因此,尽量减小流速,增大管径,以减小管道的阻力。

③ 阀门、弯头、三通等附件越多,阻力越大,应尽量减少不必要的附件;弯头尽量采用较大弯曲半径,以减小阻力。

④ 管道的材质、介质种类、介质温度等对阻力也有影响,应注意适当选用。

3. 流体的测量

(1) 流体温度的测量 工业上常用的温度测量仪器有玻璃管温度计、压力式温度计、热电偶温度计等。

玻璃管温度计的优点是使用简便、价格便宜、准确度高;缺点是容易损坏。

压力式温度计的优点是强度高,不怕振动,可装在离测点较远的地方。使用压力式温度计测量,当温度计温包受热时,测温系统中的碳氢化合物溶液蒸发而产生压力,迫使弹簧自由端转动,再通过杠杆和小齿轮带动指针转动,在指示盘上指示温度值。

热电偶温度计的优点是可远距离测量,测量范围大,测量精度高。

(2) 流体流速的测量 工业上流体流速的测量可采用流速计(毕托管)进行。流速计(毕托管)是一个弯成 90° 的细管,其构造主要由量柱、立柱和两个接头组成,它的原理比较简单,通常与测压管联合使用。根据读数 h 即可计算出流体的流速 u 。

$$u = \phi \sqrt{2gh}$$

式中 u ——通过流速计测定流体内某点的流速, m/s ;

ϕ ——流速系数, 一般采用 $\phi=1.0\sim1.04$;

h ——比压计或微压计内液面的高度差, m。

(3) 流体流量的测量 工业上流体流量的测量方法很多, 如文丘里管、孔板式流量计、集流器等。

孔板式流量计是电厂中测量给水和蒸汽流量常用的测量装置。孔板由不锈钢制成, 孔板的圆孔与管道同心, 它测定流体流量的基本原理是, 在管道中由于安置了孔板, 流束在孔板前已开始收缩, 在孔板后某距离处达到最小截面(缩颈), 接着又逐渐扩大到整个管道截面, 如图 1-1 所示, 随着流束的收缩, 流速增大, 静压下降, 流体通过孔板时有能量损失, 而且这种损失随流速的增大而增大, 故当管道内的流量变化时, 孔板前后便会产生不同的静压降 Δp , 借助孔板前后的压降, 便可计算出孔板的流量来。

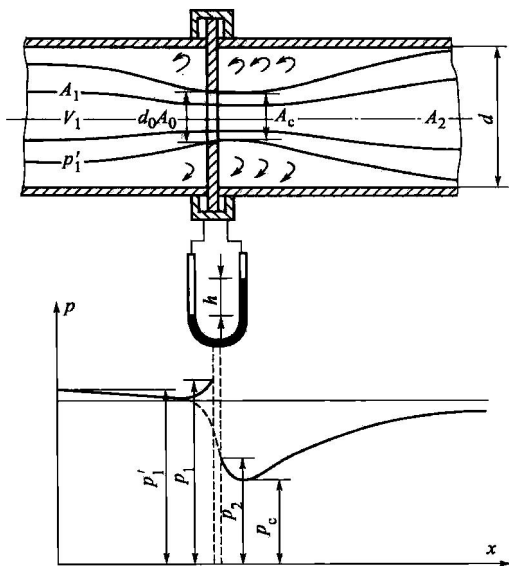


图 1-1 孔板流量计

(4) 流体压力的测量 测量的仪表依其转换原理的不同, 大致可分为四大类: 液柱式压力计、弹性式压力计、电气式压力计和活塞式压力计。现介绍两种液柱式压力计。

① 测压管 这是最简单的一种液柱式压力计, 其构造是一根直径大于 5mm 的直玻璃管, 管的下端与需要测量压力的地方连接。管的上端与大气相通。计容器中液体密度为 ρ , 大气压力为 p_0 。M 点绝对压力为

$$p_{\text{绝}} = p_0 + \rho gh$$

表压力为

$$p_{\text{表}} = p_{\text{绝}} - p_0 = \rho gh$$

因此, 根据测压管中液柱上升的高度 h , 就可以得到 M 点的压力。

测压管的优点是构造简单, 测量直接而精确。缺点是只能测量液体的压力且只适于测量较小的压力。

② 单管杯式测压计 这是一种改良的 U 形测压计。这种测压计测量压力时只需进行一次读数, 所以读数的绝对误差较小。

此外, 还有在测量微小压力时为了提高测量精度常采用的倾斜微压计, 测量流体中两点压力差时采用的差压计, 测量真空度的真空计等多种测量压力的仪器, 应根据工程实际采用不同的仪表。

流体的测量仪表是现代工业生产不可缺少的测量仪器, 它是保证生产设备安全、经济及自动化运行的重要设备之一。随着研制仪器仪表科学技术的不断发展, 为自动调节和控制提供精确可靠测量数据的流体测量仪表应用很多, 如各种弹簧管式压力表、压力式温度计、热电偶温度计、差压式流量计等。

（二）管道工程的分类

管道工程一般依据管道的特性和服务对象进行分类。

1. 按管道工程服务对象分类

管道工程按其服务对象大致可分为民用管道工程和工业管道工程两大类。

（1）民用管道工程 是指人们的生活中，为了满足生活条件和使用功能的建筑配套管道工程，一般也称建筑管道工程。民用管道工程包括给排水、通风采暖、空调、煤气等管道工程和相应配套设备等。其中水暖管道是为了生活质量或为了改变劳动卫生条件而输送介质的管道。水暖管道通常也称为暖卫管道、卫生工程管道，常与卫生器具相连接，是为生活服务的。这种管道最常见，如上、下水管道及采暖管道和卫生管道等。

（2）工业管道工程 是指在工业生产中，为生产输送介质的管道，一般与生产设备相连接，是为生产服务的。这种管道过程的种类较多，如氧气、乙炔、煤气、氢气、压缩空气、燃料油等介质的管道。

工业管道细分，还可分为工艺管道和动力管道两种。

① 工艺管道 一般是指直接为产品生产输送主要物料（介质）的管道，所以也称为物料管道，如酱油厂输送豆饼颗粒的管道，化工厂输送合成化合物各种介质的管道。

② 动力管道 是指管道设备输送的介质是动力媒介物质的管道，例如压缩空气管道、生产蒸汽管道和燃气燃油管道等。

2. 按管道内介质的压力分类

压力管道一般是指工业管道。工业管道中按管道内输送的介质压力分为四级。

① 低压管道 公称压力小于或等于 2.5MPa。

② 中压管道 公称压力 4~10MPa。

③ 高压管道 公称压力 10~100MPa。

④ 超高压管道 公称压力大于 100MPa。

民用管道属于低压管道，一般公称压力小于 2.5MPa。

3. 按管道内介质的温度分类

各种管道，尤其是工业管道，管道内所输送的介质温度差异很大。通常按介质的温度，可分为四级。

① 常温管道 指工作温度为 $-40\sim 120^{\circ}\text{C}$ 的管道。通常所说的常温是指 20°C ，而常温管道的划分，是以铸铁制品的耐温界限为基准的。当工作温度为 $-40\sim 120^{\circ}\text{C}$ 时，铸铁的机械强度与常温下的强度接近。

② 低温管道 指管内输送的介质温度在 -40°C 以下的管道。

③ 中温管道 指工作温度在 $121\sim 450^{\circ}\text{C}$ 的管道（其上限是按优质碳素结构钢的最高使用温度确定的）。

④ 高温管道 指工作温度超过 450°C 的管道。

4. 按介质的性质分类

① 水、汽介质管道 指管道内输送的介质是冷水、热水或饱和水蒸气、过热水蒸气的管道。最常见的管道有自来水管、蒸汽和热水采暖管道等。

② 腐蚀性介质管道 指所输送的介质中含有许多腐蚀性介质的管道。常见的腐蚀性介质如硫酸、硝酸、盐酸、磷酸、苛性碱、氯化物、硫化物等。

工程上，通常以介质每年对材料的腐蚀深度（即腐蚀速度），来标识介质对材料的腐蚀

程度：低（弱）腐蚀性介质对碳素钢材料的腐蚀速度小于或等于 0.1mm/a ；中腐蚀性介质对碳素钢材料的腐蚀速度为 $0.1\sim 1\text{mm/a}$ ；高（强）腐蚀性介质对碳素钢材料的腐蚀速度大于 1mm/a 。

③ 化学危险品介质管道 工业管道输送的介质中，有些属于化学危险品，如油品油气、水煤气、氢气、乙炔、甲醇、乙醇、天然气等，这些介质均易燃、易爆或有毒。

④ 易凝固、易沉淀介质管道 有些介质在输送过程中，由于在途中的不断散热，温度降低，黏度增加，甚至产生凝固，如原油在管道内输送途中，容易产生凝固在管内的现象。

利用管道输送易凝固、易结晶沉淀的介质时，必须保证管内的介质温度不低于凝固温度或结晶沉淀温度。为此，一般是设蒸汽伴热管和管外保温，以保持管道内介质的温度。

⑤ 粉粒介质管道 在工业管道输送的介质中，有一些是较大颗粒的固体物料（如酱油厂通过管道输送的豆饼颗粒），但多数是粉粒。这种介质管道设计、安装时注意：一是选用合适的流速，使介质既不沉降，磨损也不厉害；二是选用弯曲半径较大的弯头和顺水三通（斜三通），及耐磨材料支撑的管子、管件。

5. 按管道的材质和制作工艺分类

管道的材料主要是钢材，还有有色金属、非金属和复合材料等。以钢材为材料的钢管按制作工艺又可分为：轧制钢管、焊接钢管和铸造钢管等。其中焊接钢管所组成的管道工程，也称钢制管道。钢制管道包括管道支架及附属设备，其实是钢结构工程的重要内容。

（三）管道工程组成和标准化

1. 管道工程的组成和标准化

管道工程的组成主要有管路、支架和控制系统等。管道工程与设备组装后成为一个完整使用功能的机械设备配套工程。

管道也称管路，通常由管子、管路附件和连接配件组成。

管路附件是指附属于管路的部分，如阀门、过滤器、混水器、漏斗、视镜、水位计等。

连接配件包括两部分：第一部分是管件，如三通、四通、弯头、大小头、外接头、活接头等；第二部分是连接件（紧固件），如法兰、螺栓、螺母、垫圈、垫片等。

管道工程组成从广义上讲还应包括管道附属机械设备。管道工程附属机械有压缩机、循环泵、各种风机及相关机械设备等。管道工程附属设备有气罐、油罐、储罐、反应釜及相关各种压力容器等。

管道工程的标准化是将管道工程中的零部件和标准件等，如管子、附件和接头配件的类别、规格、型号、质量等制定出统一的技术标准，以统一管子、附件和接头配件的设计、制造、供应，并为管道施工、维修、选用带来方便。

2. 管道工程的性能参数

管道工程技术标准中主要性能参数有公称直径、公称压力、试验压力和工作压力等。

（1）公称直径 管道工程的公称直径（也称公称通径、名义直径），既不是实际的内径，也不是实际的外径，而是称呼直径。其直径数值近似于法兰式阀门和某些管子（如黑铁管、白铁管、上水铸铁管、下水铸铁管）的实际内径。

公称直径的提出主要是便于管子与管子、管子与管件、管子与管路附件的连接，保持接口的一致。所以，无论管子的实际外径（或实际内径）多大，只要公称直径相同都能相互连接，并且具有互换性。

公称直径以符号 DN 表示，如 DN50，表示公称直径为 50mm。

(2) 公称压力 是指管道中各零部件(包括管子、管件和附件等)所能承受的压力。为了判断和识别制品的耐压强度,必须选定某一温度为基准,该温度称为基准温度。管道制品在基准温度下的耐压强度称为公称压力。管道制品的材质不同,其基准温度也不同。一般碳素钢制品的基准温度采用 200℃。

公称压力以符号 PN 表示,如 PN1,表示公称压力为 1MPa。

(3) 工作压力和试验压力 工作压力通常是指管道系统在给定温度下的操作(工作)的压力。

工程上,通常是按照管道制品的最高耐温界限,把工作温度划分成若干等级,并计算出每一工作温度等级下的最大允许工作压力。例如碳素钢制品,通常划分为七个工作温度等级,见表 1-4。

表 1-4 碳素钢制品工作温度等级

温度等级	温度范围/℃	温度等级	温度范围/℃
1	0~200	5	351~400
2	201~250	6	401~425
3	251~300	7	426~450
4	301~350		

工作压力以符号 p_t 表示,“t”为介质最高温度除以 10 的数值,如 $p_{25} 2.3$ 表示在介质最高温度为 250℃下的工作压力是 2.3MPa。

钢制管道公称压力中“t”(200℃)值,可以省略不写。

管道工程竣工之后,均应进行压力试验,以检查其强度和严密性。其压力试验的压力数值称为试验压力。

试验压力以符号 p_s 表示,试验压力数值写于其后,如 $p_s 1.6$,表示试验压力值为 1.6MPa。

(4) 公称压力、工作压力和试验压力的关系 公称压力、工作压力和试验压力之间的关系为

$$p_s(\text{试验压力}) > \text{PN}(\text{公称压力}) \geq p_t(\text{工作压力})$$

碳素钢制品公称压力与最大工作压力之间的关系见表 1-5。碳素钢制品公称压力、试验压力与最大工作压力见表 1-6。

表 1-5 碳素钢制品公称压力与最大工作压力的关系

温度等级	$p_{\max}/\text{PN}$	温度等级	$p_{\max}/\text{PN}$
1	1.00	5	0.64
2	0.92	6	0.58
3	0.82	7	0.45
4	0.73		

(四) 管道及附件

管道工程中使用的材料根据制造方法和材质的不同有很多品种。按制造方法可分为无缝钢管、有缝钢管和铸造钢管等。按材质可分为钢管、铸铁管、有色金属管、非金属管和复合材料等。复合材料主要是 PVC 工程塑料管材。

1. 常用钢管及管件

在管道工程中常用的钢管有焊接钢管、无缝钢管和钢制焊接管等。

表 1-6 碳素钢制品公称压力、试验压力与最大工作压力

PN/Pa	p_s /MPa	介质工作温度 $t/^\circ\text{C}$						
		200	250	300	350	400	425	450
		p_{max} /MPa						
		p_{20}	p_{25}	p_{30}	p_{35}	p_{40}	p_{42}	p_{45}
0.10	0.2	0.10	0.10	0.10	0.07	0.06	0.06	0.05
0.25	0.4	0.25	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.11
0.40	0.6	0.40	0.37	0.33	0.29	0.26	0.23	0.18
0.60	0.9	0.60	0.55	0.50	0.44	0.38	0.35	0.27
1.00	1.5	1.00	0.92	0.82	0.73	0.64	0.58	0.45
1.60	2.4	1.60	1.50	1.30	1.20	1.00	0.90	0.70
2.50	3.8	2.50	2.30	2.00	1.80	1.60	1.40	1.10
4.00	6.0	4.00	3.70	3.30	3.00	2.80	2.30	1.80
6.40	9.6	6.40	5.90	5.20	4.30	4.10	3.70	2.90
10.00	15.0	10.00	9.20	8.20	7.30	6.40	5.80	4.50

注：表中公称压力 PN16 及其以后等级略去。

(1) 焊接钢管及管件 焊接管材是指轧钢厂或钢管厂出厂的有缝焊接钢管。

① 管材 低压流体输送用焊接钢管，通常用普通碳素钢中的 Q215、Q235 制造而成。

管材按表面是否镀锌可分为镀锌钢管（内外表面镀一层锌）和不镀锌钢管两种。镀锌钢管也称白铁管，不镀锌钢管俗称黑铁管。

按管材管壁的厚度可分为普通管、加厚管和薄壁管三种。

在低压工业管道和民用建筑管道中，通常不使用薄壁管，而加厚管也较少采用，使用最多的是普通管。这种管材主要用于工作压力和工作温度较低、管径不大（公称直径 150mm 以内）、要求不高的管道系统中，如室内给水、热水、采暖、燃气、压缩空气等管道系统。

焊接钢管的焊接一般采取高频焊直缝焊接。随着管道加工和焊接新技术的发展，现在螺旋焊接钢管新产品已大量投入钢材市场。螺旋焊接钢管的焊缝呈螺旋线形，螺旋焊接钢管的壁厚一般在 6~16mm 不等，主要是大口径的焊接钢管，其最大口径可达 2m 以上。螺旋焊接钢管的承压能力按设计要求可以达到 2.5MPa 左右。

高压工业管道一般采用无缝钢管，通常使用低合金钢管。对于有防腐性能要求的管道一般采用不锈钢管、特殊铸铁管、有色金属管或非金属管等。

② 管件 低压流体输送用焊接钢管的管件常用的有如下几种，如图 1-2 所示。

管件通常由 KT33-8 可锻铸铁制造而成。分为镀锌和不镀锌两种。低压流体输送焊接钢管及其管件的直径，以公称直径表示，如白铁管的直径是 25mm，表示为 DN25。

普通焊接钢管的连接一般采用螺纹连接，一般采用的是管螺纹标准。连接方法是将钢管端头按要求加工成设计的螺纹，然后用相同螺纹型号管件连接，即成为连接的管路。

螺旋焊接钢管的连接一般采用法兰连接或焊接连接。

(2) 无缝钢管及管件

① 管材 无缝钢管按用途可分为普通（一般）和专用两种，其中常用普通无缝钢管。

无缝钢管按制造方法可分为冷轧和热轧两种。

普通无缝钢管由普通碳素钢、优质碳素钢或低合金钢制造而成（一般多采用 10、20、35、45 号钢制造）。

普通无缝钢管广泛用于工业管道工程中，如氧气、乙炔、室外蒸汽等管道。