

管道安装工程便携手册

钱德永 主编
郑学珍



机械工业出版社

本书是建筑安装工程便携系列手册之一。主要内容包括：基础知识，焊接知识，管道工程识图，管道配件的展开下料，常用的施工机具，常用管材、管件及辅材，常用阀门，补偿器，管道支架，管道的连接，给水、排水及消防管道的安装，采暖管道的安装，工业锅炉安装，制冷系统的安装，工业管道的安装，仪表及仪表管道的安装，管道检验、试压及吹洗，防腐与绝热，工程竣工验收，管道施工质量通病及防治，文明施工及安全技术，施工组织设计的编制，施工图预算的编制。

本书供建筑安装工程设计与施工人员使用，大专院校相关专业师生也可作教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

管道安装工程便携手册 钱德永, 郑学珍主编 北京: 机械工业出版社, 2005.12

ISBN 7-111-17111-1

I. ①管 ②钱 ③郑 Ⅲ. 管道施工 Ⅳ. ①TU852.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第171111号

机械工业出版社 北京市百万庄大街 22号 邮政编码 100037

责任编辑: 何文军 版式设计: 张世琴 责任校对: 刘志文

封面设计: 姚毅 责任印制: 付方敏

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005年 12月 第 1 版·第 1 次印刷

16开 32印张·圆插页·1.5万字

0001—0001册

定价: 28.00元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68995101 远购请到北京购书
封面无防伪标均为盗版

主 编：钱德永 郑学珍
编写人：张 波 钱 诚 米志亮
张雯丽 郑文艺 朱丹迪
周 楠 冯 杰 孙 敏
杨 勇 刘亚萍 戴庆华
何加文 王连城 吴关英
林益民 徐 达 郭立浩
杨 光 邓金才 赵习武
蒋富贵 陈平安 沈建国
李 霞 余 辉 赵 楠

出版说明

二十一世纪，举世瞩目的主要建筑市场是在中国。积极培养优秀建筑技术人才，不断提高技术水平，是面临此良好机遇的重要任务。

随着科学技术的进步，建筑业和建筑技术也不断迅速发展。近年来，国家制定并修订了新的施工规范；国内外的建筑新技术、新材料、新产品，不断应用于实际工程中。因此，在建筑安装施工领域，迫切需要一系列按建筑安装分项工程分类的详细而简明的介绍建筑安装工程施工工艺、操作技术和工程质量管理方面的综合性工具书。

为了满足广大建筑安装人员的需要，我社组织编写了建筑安装工程系列便携手册，按分项工程分册编写出版。手册贯彻国家及行业现行的施工质量标准和技术操作规程，紧密结合现场实际，突出实用性，文字简练，数据翔实，图文并茂。

由于时间仓促，经验水平有限，手册中难免还存在缺点错误，欢迎广大读者批评指正。

目 录

出版说明

第一章 基础知识	1
第一节 流体的力学性能	1
第二节 热和热的传递	12
第三节 水蒸气和理想气体	14
第四节 材料的力学性能	17
第五节 钢的热处理	23
第六节 有色金属的热处理	27
第二章 焊接知识	31
第一节 手工电弧焊	32
第二节 氩弧焊	51
第三节 气焊与气割	57
第四节 等离子弧焊接与切割	59
第五节 电阻焊	61
第六节 碳弧气刨	63
第七节 焊接应力及变形	66
第八节 焊接变形及焊接缺陷	68
第三章 管道工程识图	73
第一节 正投影与三视图	73
第二节 管道的剖视图	91
第三节 管道的轴测图	99
第四节 管道施工图基本知识	111
第五节 建筑施工图的识读	129
第六节 工艺管道施工图的识读	137

第七节	室内采暖及给、排水施工图的识读	152
第四章	管道配件的展开下料	160
第一节	展开下料常用的几何作图	161
第二节	弯头的展开及下料	183
第三节	三通的展开及下料	190
第四节	异径管的展开及下料	202
第五章	常用的施工机具	209
第一节	常用的量具	209
第二节	常用的手持工具	213
第三节	常用的施工机械	217
第六章	常用管材、管件及辅材	229
第一节	管材标准化	229
第二节	金属管材	232
第三节	非金属管材	259
第四节	衬里管(复合管)	270
第五节	常用管件	272
第六节	管材选用	321
第七节	常用辅材	330
第七章	常用阀门	348
第一节	阀门的分类及型号	348
第二节	阀门的结构	352
第三节	阀门的性能及规格	374
第四节	阀门的选用	466
第五节	阀门的安装	473
第八章	补偿器	489
第一节	管道热伸长及热应力	489
第二节	补偿器的分类	493

第三节	补偿器的安装	510
第九章	管道支架	521
第一节	支架的分类	521
第二节	支吊架的结构及用料	525
第三节	支架的间距及强度	574
第四节	支架制作安装	586
第十章	管道连接	588
第一节	螺纹连接	588
第二节	焊接连接	592
第三节	法兰连接	599
第四节	承插连接	638
第五节	粘接及热熔连接	645
第六节	专用接头连接	650
第七节	胀接连接	651
第十一章	给水、排水及消防管道安装	657
第一节	室内给水系统	657
第二节	室内消防给水系统	670
第三节	室内排水系统	678
第四节	高层建筑室内给水排水	685
第五节	室内给排水管道的安装	688
第六节	卫生器具安装	699
第七节	室外给排水管道安装	727
第八节	气体灭火管道安装	729
第十二章	采暖管道安装	752
第一节	散热器的种类及安装形式	752
第二节	热水采暖系统	760
第三节	蒸汽采暖系统	777
第四节	辐射及太阳能采暖	783

第五节 采暖系统的安装	785
第十三章 工业锅炉安装	796
第一节 锅炉的基本知识	796
第二节 锅炉的结构	801
第三节 锅炉的燃烧设备	809
第四节 锅炉的附属设备	828
第五节 锅炉的安装	869
第六节 燃烧设备及仪表的安装	885
第七节 烘炉、煮炉、严密性试验和试运行	895
第十四章 制冷系统安装	899
第一节 制冷的方法及原理	899
第二节 制冷剂、载冷剂及制冷系统	901
第三节 制冷系统的设备	907
第四节 制冷设备的安装	932
第五节 制冷管道安装	934
第六节 制冷设备的配管	938
第七节 制冷系统的吹洗、试压和充液	943
第八节 制冷系统的试运与调整	946
第十五章 工业管道安装	952
第一节 碳素钢管道的安装	952
第二节 不锈钢管道的安装	959
第三节 铝及铝合金管道的安装	964
第四节 铜及铜合金管道的安装	972
第五节 铅及铅合金管道的安装	980
第六节 钛及钛合金管道的安装	985
第七节 合金钢管道的安装	988
第八节 橡胶衬里管道的安装	989
第九节 硬聚氯乙烯塑料管道的安装	991
第十节 玻璃钢管道的安装	995

第十一节	玻璃管道的安装	997
第十二节	热力管道的安装	1001
第十三节	压缩空气管道的安装	1007
第十四节	煤气管道的安装	1013
第十五节	氧气管道的安装	1024
第十六节	乙炔管道的安装	1027
第十七节	输油管道的安装	1030
第十八节	高压管道的安装	1034
第十九节	天然气管道的安装	1037
第十六章	仪表及仪表管道安装	1056
第一节	温度计安装	1056
第二节	压力表安装	1070
第三节	流量计安装	1078
第四节	仪表管道的安装	1090
第十七章	管道检验、试压及吹洗	1094
第一节	管道检验	1094
第二节	管道试压	1095
第三节	管道系统的吹洗	1103
第十八章	防腐与绝热	1107
第一节	表面清理	1107
第二节	防腐涂料	1110
第三节	埋地钢管防腐层	1118
第四节	常用绝热材料	1127
第五节	管道绝热层制作安装	1141
第六节	设备绝热层制作安装	1159
第七节	新型绝热材料的应用	1170
第十九章	工程竣工验收	1184

第二十章 管道施工质量通病及防治	1192
第一节 管道连接的质量通病及防治	1192
第二节 阀门及管件安装的质量通病及防治	1200
第三节 采暖、煤气管道施工的质量通病及防治	1205
第四节 给排水管道施工的质量通病及防治	1210
第五节 工业管道施工的质量通病及防治	1214
第六节 管道防腐、保温施工的质量通病及防治	1217
第二十一章 施工安全管理及安全技术	1221
第一节 施工安全管理	1221
第二节 安全技术	1234
第二十二章 施工组织设计的编制	1247
第一节 施工组织设计的作用及任务	1247
第二节 编制施工组织设计的原则	1248
第三节 施工组织设计的分类及编制的内容和依据	1249
第四节 施工组织设计主要组成部分的编制	1254
第五节 施工组织设计的编制程序和审批程序	1265
第二十三章 施工图预算的编制	1268
第一节 施工图预算的作用及编制依据	1268
第二节 施工图预算费用的组成	1269
第三节 施工图预算的编制程序	1273
第四节 经济签证及竣工结算	1278
第五节 预算工程量的计算	1281
第六节 施工图预算编制实例	1301
参考文献	1316

第一章 基础知识

第一节 流体的力学性能

液体和气体统称为流体。

一、流体的质量

流体和固体一样，具有质量。

质量是指物体所含物质的多少。它是物体本身的一种属性，不随物体的形状、温度、状态等的变化而改变。把一块铁锻打成铁件，形状变了，但质量并没有改变；一块冰化成水，由固体变成液体，物体的状态变了，但质量也没有改变。

质量不随物体的位置变化而改变。一个物体不管放在地球的什么地方，质量都是一样的。即使把它放到地球外、宇宙中什么地方，如用火箭把它运载到月球上去，质量仍然保持不变。

质量的国际标准单位名称是千克，符号为 kg 。

流体单位体积的质量用密度表示。

密度是指在均匀流体中，流体所具有的质量与其所占有的体积之比，用符号 ρ 来表示。

设流体的质量为 m ，其体积为 V ，则

$$\rho \text{ 越 } \frac{m}{V}$$

式中 ρ ——流体的密度($\frac{\text{质量}}{\text{体积}}$)；

m ——流体的质量(kg)；

V ——流体的体积(m^3)。

由此可见，某种物质的密度就是单位体积的质量。即

$$\text{密度} \text{ 越 } \frac{\text{质量}}{\text{体积}}$$

常见流体的密度列于表 1-1 中，供选用。

表 1-1 常用流体的密度

(单位: kg/m^3)

液 体		气体(在通常情况下)	
物 质	密 度	物 质	密 度
酒精	790	氢 气	9
柴油	850	氦 气	180
水	1000	一氧化碳	1250
海水	1025	空 气	1200
甘油	1260	氧 气	1430
硫酸	1840	二氧化碳	1980
水银	13600	氯 气	3200

二、流体的压缩性和膨胀性

当温度不变时,流体所受压力增大时,体积会缩小的性质叫流体的压缩性。

当压力不变时,流体的温度升高时,体积会增大的性质叫流体的膨胀性。

液体的压缩性和膨胀性 液体的压缩性很小。根据测定,在常温下水从 10^5 Pa 增加到 10^6 Pa 时,其体积缩小 0.5% ,即减少的体积还不到 1% 。在一般情况下,都忽略不计。

液体的膨胀性也是很小的,例如,在 $10^5 \sim 10^6 \text{ Pa}$ 时,温度每增加 1°C ,水的密度减小 0.0008 ,所以,一般情况下,也忽略不计。

但是,在某些特殊情况下,仍然应该考虑水的压缩性和膨胀性。尤其对比较大的密闭容器内的液体来说,往往由于液体的膨胀性会造成容器的破裂。例如在热水采暖中,系统内水的膨胀性就不能忽视。由于水在锅炉中加热温度升高,体积膨胀,而系统内水的质量保持不变,膨胀后水的体积超过了管道容积,就可能造成系统内设备破裂,形成泄漏。为了保证采暖系统正常运行,一般热水采暖系统都必须设置膨胀水箱,用来容纳水膨胀后增加的体积。

气体的压缩性和膨胀性 气体与液体不同,具有明显的压缩性和膨胀性。温度和压强变化时,气体的体积有较大的改变,因此密度也有较大的改变。例如,在标准大气压下空气在 0°C 时的密度是 1.293 kg/m^3

噪~~噪~~；而在~~用~~时的密度为~~用~~，这充分说明了气体具有明显的压缩性和膨胀性。

气体虽然能够压缩或膨胀，但当气体的压强和温度不变时，或者变化很小时，密度仍可看作是常数，这样的气体叫未压缩气体。当密度不能看作是常数时的气体叫压缩性气体。

采暖系统内的低压(表压小于~~用~~)蒸汽和通风系统中的空气(压强小于~~用~~)，由于压强很小，都可以按未压缩气体进行计算。即空气、低压蒸汽和液体一样，都可看作未压缩流体(ρ 越常数)。

三、流体的粘滞性

~~用~~流体粘滞性的概念 流体的粘滞性是指流体内部质点间或流层间因相对运动而产生内摩擦力，阻碍相对运动的性质。

为了说明流体的粘滞性，我们先从实际现象说起，当我们从瓶里向外倒水或倒油时，可以看到水和油往外流动的速度不同。这说明水和油具有粘滞性，由于水的粘滞性小，流得快；油的粘滞性大，流得慢。当流体静止时，其粘滞性就显示不出来。从而我们可以从感性认识到流体的粘滞性与运动有关，粘滞性对流体运动起着阻碍的作用。

下面我们以内管内流体运动为例。来进一步说明流体的粘滞性。

当流体在管内缓慢流动时，紧贴管壁处的流体质点，粘附在管壁上，流速为零，位于管中心轴线上的质点，离开管壁的距离最远，受管壁摩擦力影响最小，因而流速最大；位于管壁与管中心线之间的流体质点，将以不同的流速向前运动；各层流质点的流速自管壁到管中心线，由零逐渐依次增加至管中心的最大流速。流速 u 在 y 轴方向变化(y 轴垂直于流速方向)如图 ~~用~~所示。由于各流层的流速不同，使各质点间产生了相对运动，其中流速较大的流层对流速小的流层便产生一个拖

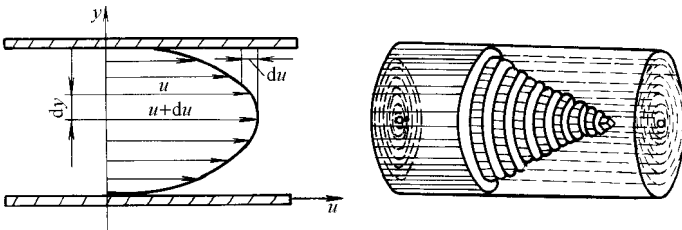


图 ~~用~~ 管内流速分布

力；相反流速较小的流层对流速大的流层也产生一个阻挠拖动的阻力。根据作用力与反作用力的原理，拖力和阻力是大小相等、方向相反的一对力，分别作用在相邻两层流层的表面上。我们把这一对力叫粘滞力或者叫内摩擦力，流体运动时能产生粘滞力的性质叫流体的粘滞性。

流体的动力粘度 流体的动力粘度是表示流体粘滞力大小的物理量，用 μ 表示，其单位名称是帕秒，符号是 $\text{Pa}\cdot\text{s}$ 。

粘度 μ 越大，表示流体的粘滞力越大，反之，亦然。粘度 μ 的大小与流体的种类有关；同一种流体，粘度 μ 的大小和其温度有关。

不同的流体，有不同的粘度。例如，甘油和浓的油类有较大的粘度，而水、汽油、酒精等有较小的粘度。液体和气体相比，液体的粘度比气体大得多。

流体的粘度随着温度的变化而变化。同一种流体，在不同的温度下，其粘度也不同。但是各种流体粘度随温度而变化的规律并不相同。液体的粘度随着温度的升高而减小。例如当甘油的温度由 20°C 升到 40°C ，其粘度减少 $1/3$ 。而水的温度由 20°C 升高到 40°C 时，其粘度减少 $1/10$ 。

气体和液体相反，气体的粘度随温度的升高而增大。例如空气在 20°C 时的粘度 μ 比 40°C 时的 μ 小 $1/3$ 。当温度升高到 60°C 时，其 μ 比 20°C 时的大 $1/3$ 。

温度变化对液体和气体的粘度影响为什么不同呢？这是因为流体的粘滞力是分子间的引力及分子本身的不规则运动产生的动量交换的结果。温度升高，分子间引力减小，分子热运动的速度变大，动能就增大；反之，温度降低，分子间引力增大，分子热运动速度变小，动能就减小。

对于液体来说，粘度的大小决定因素是分子间的引力，当温度升高，分子间引力减小，主要因素发生了变化，所以液体的粘度随温度的升高而减小。

对于气体来说，分子间引力很小，分子间热运动产生的动量交换是影响粘度大小的决定因素。当温度升高，动量增大，主要因素发生了变化，所以，气体的粘度随着温度的升高而增大。

四、流体的浮力

浸在液体里的物体会受到一个向上的托力，这种向上托的力叫浮力。

浸在水里的木头块总是浮在水面上；万吨巨轮有一部分能浮在水面上，气球和风筝能上天，飞机能在天空飞行，这些现象都充分说明流体对浸在其中的物体具有浮力。

浮力是怎样产生的呢？我们现用图 15.1 来说明。设有一个正方体完全浸在水中，这个正方体上下、左右、前后六个面都受到水的压力，但是左和右、前和后四个面所受的力，大小相等，方向相反，所以左右面、前后面所受的浮力彼此平衡。至于上下面都与水平面平行，但彼此在水中所处的深度不同，下面的压强比上面压强大，所以物体受到向上的压力比向下的压力大，这两个压力差就是水对物体的浮力，浮力的方向总是竖直向上的。

浮力究竟有多大呢？两千多年前，希腊的学者阿基米德通过实验发现：浸在液体里的物体受到向上的浮力，浮力的大小等于被物体排开的液体的重量，这个定律叫阿基米德定律。

同时，实验还指示，当物体只有一部分浸在液体里时，它所受到浮力的大小仍等于被物体排开的液体的重量。

这一定律也适用于气体。

浮力的数学表达式是：

$$F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} g V_{\text{排}}$$

式中 $F_{\text{浮}}$ ——浸在液体中物体受到的浮力(暈)；

ρ ——流体的密度(噸米³)；

g ——重力加速度， 9.8 米/秒^2 ；

V ——物体浸在液体中的体积(米³)。

如果物体的重力为 G ，浮力为 $F_{\text{浮}}$ ，则决定物体在流体中沉浮的条件是：

① 当 $G > F_{\text{浮}}$ 时，物体下沉至底部；

② 当 $G = F_{\text{浮}}$ 时，物体悬浮在流体中任意位置；

③ 当 $G < F_{\text{浮}}$ 时，物体浮在水面，当物体所排开液体重量等于物体自重时，物体就保持平衡。

物体的沉浮条件有很大的实用价值。例如潜水艇可以潜入水中活动，这是由于潜水艇两侧备有水箱，将水放进水箱，潜水艇的总重力就

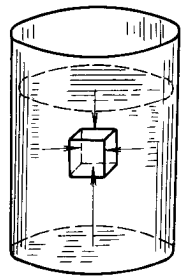


图 15.1 浮力

增加，当潜水艇的重力大于本身受到的浮力时，就会潜入水下。当用空气把水箱中的水排出后，潜水艇重力就减轻。当潜水艇的重力小于本身受到的浮力时，它就会浮出水面。同时，调节水箱里的水量，它还可以悬浮在水中的任意位置。

五、流体的静压力

静止的水盛在水箱里，不会流动，说明水箱壁对水有一个作用力，根据作用与反作用的原理，水对水箱壁也有一个反作用力，这就是水对箱壁的静压力，用 P 表示，单位是 晕

流体的静压强是指单位面积上的静压力，通常用 p 表示，单位是 晕

设承受静压力的总面积为 A，则静压强的数学表达式是：

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

式中 p——流体的静压强(晕)；

P——流体在面积 A 上所产生的总压力(晕)；

A——流体的面积(晕²)。

我们所遇到的静压强一般为平均压强，即作用面上各点静压强的平均值。

液体静压强的特点

(员) 液体内部到处都存在着压强；

(圆) 在液体内部同一深度处，不同地点、不同方向的压强都是相等的；

(猿) 深度增加，压强也随着增加；

(源) 在同一深度处压强的大小和液体的种类有关，密度较大的压强较大。

流体静压强的方程 从以上实验得知，液体内部同一深度各个方向的压强都相等。所以要计算液体内部的压强，只要计算出液体内部某处向下的压强，就可以知道该处液体向各个方向的压强了。

如图 所示，容器内装的液体的密度为 ρ，求液面下深度为 h 的地方液体的压强。我们先考虑深度为 h 的横截面 A 所受液体向下的压力 P，这个压力就等于加在液体表面上的压力和横截面 A 上方液体的重力 之和。

加在液体表面上的压力： $P_0 \text{ 越 } \rho_0 A$ (页)

横截面上方液体的重力： $G \text{ 越 } \rho g Ah$ (页)

式(页)和(页)得： $P \text{ 越 } P_0 \text{ 越 } G \text{ 越 } \rho_0 A \text{ 越 } \rho g Ah$

对于单位面积而言

$$p \text{ 越 } \frac{\rho_0 A}{A} \text{ 越 } \frac{\rho g Ah}{A}$$

$$\text{越 } \rho_0 \text{ 越 } \rho g h$$

即

$$p \text{ 越 } \rho_0 \text{ 越 } \rho g h$$

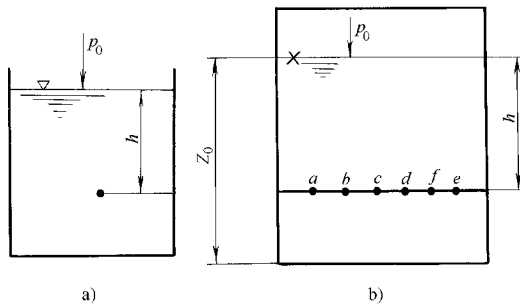
式中 p ——液体内部某处的压强(页)；

p_0 ——加在液体表面上的压强(页)；

ρ ——液体的密度(页)；

g ——重力加速度，(页)；

h ——某处在液面下的深度(页)。



图(页) 液体内的压强和等压面

(页) 压强计算 (页) 等压面

这就是液体内部静压强的计算方程式。

它表示静止液体内部任一点的压强由加在液面上的压强和该点的深度与液体重力的乘积两部分之和组成。

从公式 $p \text{ 越 } \rho_0 \text{ 越 } \rho g h$ 可以看出：在容器内，液体深度相同的各点，压强是相同的，这些压强相等的点构成的平面叫等压面，例如图(页)所示的点 a b c d e f 等构成的平面就是等压面。

流体静压强的度量

(页) 压强的两种基准