

河南省机关事业单位
技术工人考核培训 教材

管道知识与技术

河南省机关事业单位技术工人
考核培训教材编委会



中国人事出版社

河南省机关事业单位
技术工人考核培训 教材

管道知识与技术

河南省机关事业单位技术工人
考核培训教材编委会

中国人事出版社

图书在版编目(CIP)数据

管道知识与技术 / 《河南省机关事业单位技术工人考核培训教材》编委会组织编写. - 北京: 中国人事出版社, 2006.5
河南省机关事业单位技术工人考核培训教材

ISBN 7-80189-500-2

I. 管… II. 河… III. 管道施工—技术培训—教材
IV. TU81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 052955 号

中国人事出版社出版

(邮编 100101 北京市朝阳区育慧里 5 号)

新华书店经销

河南省郑州市运通印刷有限公司印刷

2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷

开本: 850mm × 1168mm 1/32 印张: 20

字数: 519 千字 印数: 500 册

定价: 30.00 元

河南省机关事业单位技术工人
考核培训教材《管道知识与技术》
编写委员会

主任：王 平

副主任：陈根明

委 员：胡绍敏 闫英鸾 李保华
刘永银 关磊落 李宏武
郭中森 黄国强 朱立奎
胡国全 何 伟 刘 睿
沈怀勇 师 帅

主 编：卢纪富

副主编：张莉红 侯志锋

编 者：张 珂 王俊磊 谢 天
郭孝峰

编写说明

为了加强机关事业单位技术工人考核培训工作,进一步提高技术工人的理论水平和业务素质,结合机关事业单位技术工人特点和岗位要求,我们受编委会委托,组织编写了《管道知识与技术》一书。

本书内容既包括应知的理论知识,还包括应会的操作技能指导,同时列出了工种岗位等级规范,晋升等级的技术工人,可根据列出的工种岗位相应等级规范学习本教材内容。为指导技术工人培训学习,保证培训效果,编者在教材内容上作了精心安排,每章前编写了内容要点、学习目标,在每章内容结束后,还附有一定数量的复习题。

本书的编写人员有:卢纪富、张莉红、侯志锋、张珂、王俊磊、谢天、郭孝峰。在编写过程中,编委会的有关领导对该书编者提出了具体要求,要求编写人员务必做到内容准确,不存在政策性、技术性的错误;务必做到认真审核,杜绝错误现象的发生。另外,编写过程中参阅借鉴了一些有关著作和研究成果,受到了有关部门和同志们给予的大力支持和帮助,在此一并表示衷心感谢!

编写机关事业单位技术工人考核培训教材,由于任务重,加之编者自身水平有限,书中难免有疏漏、错误和不足之处,敬请专家、从事培训考核工作的同志及使用本书的同志不吝赐教,提出宝贵意见,以便日后进一步完善。

编 者

二〇〇六年四月

目 录

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	(15)
第四节 材料的力学性能	(19)
第五节 钢的热处理	(26)
第六节 有色金属的热处理	(30)
第七节 公称直径、公称压力、试验压力和工作压力	(33)
第二章 管道平、立、侧面图及轴测图	(36)
第一节 管道平、立、侧面图	(36)
第二节 管道轴测图	(57)
第三章 管材及其管件	(69)
第四章 给水	(89)
第五章 排水	(113)
第一节 排水系统的分类、体制和组成	(113)
第二节 卫生器具及其设备和布置	(116)
第三节 排水管道的布置与敷设	(134)
第四节 排水通气管系统	(138)
第五节 特殊单立管排水系统	(142)
第六章 给排水安装工程施工基本操作技术	(153)
第一节 管子调直技术	(153)
第二节 管子的切割技术	(157)
第三节 管口加工技术	(163)
第四节 钢管的管螺纹套制技术	(167)
第五节 管子的煨弯技术	(171)

第六节	管件制作技术	(180)
第七节	管道的连接技术	(184)
第八节	量尺和下料技术	(220)
第九节	支架的安装技术	(225)
第十节	管道的防腐施工技术	(230)
第十一节	管道及设备的保温绝热施工技术	(238)
第七章	室内给排水管道敷设与安装	(248)
第一节	室内给水管道的敷设与防护	(248)
第二节	给排水管道安装	(252)
第三节	管道附件的安装	(260)
第四节	室内塑料管道安装	(263)
第八章	下管、稳管、接口	(275)
第一节	下管	(275)
第二节	稳管	(283)
第三节	接口	(284)
第九章	给排水管道工程验收	(322)
第一节	给排水管道工程验收	(322)
第二节	给排水管道工程质量检查	(324)
第三节	管道强度试验与严密性试验	(330)
第四节	管道冲洗和消毒	(340)
第十章	给排水管道系统的维护运行	(345)
第一节	给水管道系统的维修和维护	(345)
第二节	给水管网改造	(356)
第三节	排水管渠系统的管理和养护	(363)
第十一章	供热管道及其附件与散热设备	(370)
第一节	供热管道及其附件	(370)
第二节	供暖系统的散热设备	(373)
第三节	热水供热系统的主要设备	(377)
第十二章	室内采暖系统的安装	(383)

第一节	无分户热计量采暖系统安装	(383)
第二节	分户热计量采暖系统安装	(387)
第三节	散热器安装	(393)
第十三章	室外供热管道安装	(398)
第一节	室外供热管道的敷设形式及放水、排气装置	(398)
第二节	室外地沟内供热管道安装	(405)
第十四章	供暖及锅炉的运行维护管理	(418)
第一节	供暖系统的维护管理	(418)
第二节	锅炉及锅炉房设备的维护管理	(422)
第十五章	锅炉的安装	(429)
第一节	锅炉本体的安装	(429)
第二节	燃烧设备及仪表的安装	(445)
第三节	烘炉、煮炉、严密性试验和试运行	(454)
第十六章	管道的安装	(458)
第一节	管道安装的原则和注意事项	(458)
第二节	管道安装的技术要求	(462)
第三节	管道系统试压	(469)
第四节	管道系统的吹扫与清洗	(472)
第五节	管道的涂色标志	(474)
第六节	管道安装操作技能	(476)
第七节	管道系统试压操作方法	(485)
第十七章	管道安装工程安全技术	(487)
第一节	概述	(487)
第二节	管道安装安全防护技术	(488)
第三节	机具操作安全技术规程	(490)
第四节	焊接安全技术规程	(491)
第五节	冬、雨季施工中的安全问题	(492)
第六节	工地防火灾	(493)

第十八章	燃气工程安装	(495)
第一节	燃气与天然气系统简介	(495)
第二节	室外与厂区燃气管道安装	(499)
第三节	室内与车间燃气系统安装	(505)
第十九章	水表知识	(512)
第一节	水表和它的应用	(512)
第二节	我国水表的系列型谱和水表的型号	(513)
第三节	旋翼式水表结构原理	(518)
第四节	螺翼式水表结构原理	(532)
第五节	水表标准的基本内容	(538)
第六节	水表计量特性的技术要求	(541)
第七节	水表专用设备安全操作规程	(543)
第八节	水表工艺	(546)
第二十章	风管及其加工连接	(558)
第一节	金属风管加工连接	(558)
第二节	非金属风管加工连接	(597)
附录	各工种知识标准与技能标准	(603)
	通风工知识标准与技能标准	(603)
	管道工知识标准与技能标准	(608)
	自来水管道工知识标准与技能标准	(613)
	水表装修工知识标准与技能标准	(617)
	下水道养护工知识标准与技能标准	(621)
参考文献		(626)
后 记		(629)

第一章 基础知识

内容要点:本章首先介绍了流体的力学性能如流体的质量、流体的压缩性和膨胀性、流体的粘滞性、流体的浮力、流体的静压力及流体的运动,然后介绍了流体的热、热量、质量热容和材料的公称直径、公称压力、试验压力和工作压力等一些基本概念,最后介绍了流体传热的基本方式、水蒸气和理想气体的性质、材料的力学性能及钢、有色金属的热处理方法。

学习目标:掌握流体的力学性能与材料的力学性能。传热的概念、传热的基本方式及增强传热和削弱传热的途径;钢热处理的基本知识、常用的热处理方法和有色金属的热处理;公称直径、公称压力、试验压力和工作压力的基本概念;了解水蒸气和理想气体的区别及各自的特点。

第一节 流体的力学性能

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

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

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)。

由此可见, 某种物质的密度就是单位体积的质量。

即密度 = 质量/体积

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。

1. 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 101.325kPa 增加到 $100 \times 101.325\text{kPa}$ 时, 其体积缩小 0.48% , 即减少的体积还不到 0.5% 。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 $10 \sim 20^\circ\text{C}$ 时, 温度每增加 1°C , 水的密度减小 0.015% , 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。

2. 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 $1.293\text{kg}/\text{m}^3$; 而在 100°C 时的密度为 $0.947\text{kg}/\text{m}^3$, 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 0.07MPa) 蒸汽和通风系统中的空气(压强小于 1KPa),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($P = \text{常数}$)。

三、流体的粘滞性

1. 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。

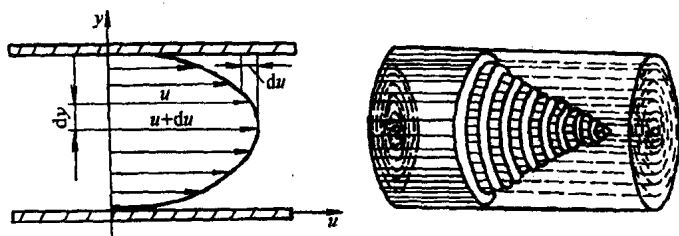


图 1-1 管内流速分布

下面我们以后管内流体运动为例。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 1-1 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。

2. 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 0°C 升到 20°C ,其粘度减少 $1/5$,而水的温度由 0°C 升高到 100°C 时,其粘度减少 $1/7$ 。

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 0°C 时的粘度 $\mu = 0.0172 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}$;当温度升高到 100°C 时,其 $\mu = 0.0218 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}$;约是 0°C 时的 1.3 倍。

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 1-2 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。

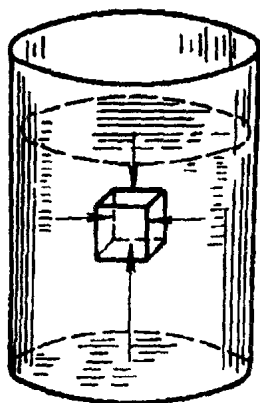


图 1-2 浮力

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： $P_y = \rho g V$

式中 P_y ——浸在液体中物体受到的浮力(N)；

ρ ——流体的密度(kg/m^3)；

g ——重力加速度， 9.8 m/s^2 ；

V ——物体浸在液体中的体积(m^3)。

如果物体的重力为 G ，浮力为 P_y ，则决定物体在流体中沉浮的条件是：

1. 当 $G > P_y$ 时，物体下沉至底部；
2. 当 $G = P_y$ 时，物体悬浮在流体中任意位置；
3. 当 $G < P_y$ 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 N。

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 Pa。设承受静压力的总面积为 A ，则静压强的数学表达式是：

$$p = P/A$$

式中 p ——流体的静压强(Pa);

P ——流体在面积 A 上所产生的总压力(N);

A ——流体的面积(m^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。

1. 液体静压强的特点

(1) 液体内部到处都存在着压强;

(2) 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;

(3) 深度增加,压强也随着增加;

(4) 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。

2. 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 1-3a) 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 G 之和。

$$\text{加在液体表面上的压力: } P_0 = p_0 A \quad (1-1)$$

$$\text{横截面上方液体的重力: } G = \rho g A h \quad (1-2)$$

$$\text{式(1-1) + (1-2) 得: } P = P_0 + G = p_0 A + \rho g A h$$

$$\text{对于单位面积而言 } p = \frac{p_0 A}{A} + \frac{\rho g A h}{A} = p_0 + \rho g h$$

$$\text{即 } p = p_0 + \rho g h$$

式中 p ——液体内部某处的压强(Pa);

p_0 ——加在液体表面上的压强(Pa);

ρ ——液体的密度(kg/m^3);

g ——重力加速度, 9.8m/s^2 ;

h ——某处在液面下的深度(m)。

这就是液体内部静压强的计算方程式。

它表示静止液体内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 $p = p_0 + \rho gh$ 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 1-3b) 所示的点 a、b、c、d、e、f 等构成的平面就是等压面。

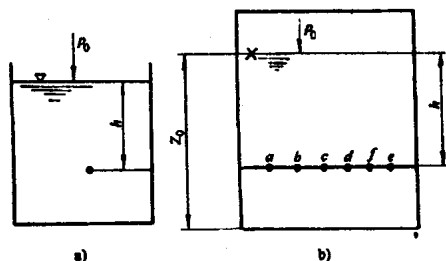


图 1-3 液体内的压强和等压面

(a) 压强计算; (b) 等压面

3. 流体静压强的度量

(1) 压强的两种基准

1) 绝对压强 绝对压强是指绝对真空为零点算起的压强,用 p' 表示。

2) 相对压强 相对压强是指以大气压强 p_a 为零点算起的压强,用 p 表示,也叫表压力。压力表所测定的压力是表压力。是以大气压强为零点进行计算的相对压力。绝对压强和相对压强的关系用下式表示: $p = p' - p_a$ 。

3) 真空度 当流体内某点的绝对压强小于大气压强时,则该点处于真空状态。真空度是指绝对压力低于大气压力的数值,用 p_v 表示。某点的绝对压强只能是正值,不可能出现负值。但是,它和大气压强比较,可以大于大气压,也可以小于大气压。因此相