

■ 张兴国 主编 ■



SHUINUAN
GONGZHANG
SHOUC

水暖工长手册



■ 中国建筑工业出版社 ■

27
84
1

水 暖 工 长 手 册

张兴国 主编

中国建筑工程工业出版社

(京)新登字 035 号

图书在版编目(CIP)数据

水暖工长手册/张兴国主编. - 北京:中国建筑工业出版社,1999

ISBN 7-112-03609-7

I. 水… II. 张… III. 水暖工-手册 IV. TU83-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 01140 号

水 暖 工 长 手 册

张兴国 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京密云红光印刷厂印刷

*

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:17 字数:452 千字

1999 年 2 月第一版 1999 年 2 月第一次印刷

印数:1—4000 册 定价:26.00 元

ISBN 7-112-03609-7

TU · 2788(8868)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

在改革开放的形势下,最近几年,城乡基本建设事业飞快发展。目前施工管理人员满足不了这种发展的需要,因此培养和提高管理人员的管理水平,是企业的当务之急。

为了适应当前建筑市场快速发展的需要,提高水暖施工技术人员水平,本书主要介绍水暖工长应知的技术知识和管理知识。它包括水暖基础知识、水暖识图、供暖与卫生工程、锅炉工程、金属与焊接、施工技术与管理、工程定额与施工预算、计划管理、技术资料与质量管理、安全与消防管理等有关水暖施工常用的基本知识。本书可供具有初中以上文化程度,有一定施工经验的工长自学参考。

本书参加编写的有:主编:张兴国。第一、四章卢闯;第二章:藏洪泉;第三章:张燕;第五章:王文信;第六章:胡代明;第七章:孙太平;第八章:孙雁齐;第九章:甘启发;第十章:叶敬宾;第十一章:张桓如。

本书由北京市建工集团五建公司教授级高级工程师徐建勋主审,任全钦、张宏鹏、高永豹等审编,供从事水暖施工技术人员学习参考。

本书在编著过程中,得到许多同志和朋友的热情帮助,提供许多宝贵资料,同时引用许多文献内容,在此向他们致以深切的谢意。

由于作者水平有限,书中难免出现差错,不妥之处,请读者批评指正。

编者

本书是为满足水暖工长在工作中需要掌握的基础知识、施工技术和工艺以及现场管理知识而编写的。全书共分为十一章,主要包括:基础知识、水暖识图、供热工程、锅炉工程、焊接基础、施工技术与管理、施工预算与劳动定额、计划管理、技术资料与质量管理、安全与消防管理等内容,可供具有初中以上文化程度的水暖工长自学或培训,也可供水暖工程技术人员和工人学习参考。

* * *

责任编辑 刘江

目 录

第一章 基础知识	1
第一节 流体力学的基础知识	1
第二节 热工理论基础	39
第二章 水暖识图	74
第一节 正投影的基本概念	74
第二节 管道的三视图画法	79
第三节 管线的积聚	83
第四节 管子的重叠	85
第五节 管子的交叉	86
第六节 管线正投影图的识读	88
第七节 管道的剖面图	88
第八节 管道的轴测图	92
第九节 管道施工图基本知识	102
第十节 管道施工图的识读	109
第十一节 建筑平面图的识读	110
第十二节 建筑立面图的识读	113
第十三节 建筑剖面图的识读	115
第十四节 给排水施工图的识读	116
第十五节 供暖施工图的识读	121
第三章 供暖工程	128
第一节 概述	128
第二节 热水供暖系统工作原理	130
第三节 热水供暖系统的基本形式	133
第四节 热水供暖系统的主要设备	139
第五节 供暖热负荷	143
第六节 热水供暖管道计算	152
第七节 散热器及其计算	160
第八节 蒸汽供暖原理	166
第九节 蒸汽供暖系统的设备	168

第十节	蒸汽供暖管道计算简介	171
第十一节	室外供暖管道与水泵选择	173
第四章	卫生工程	177
第一节	室内给水系统	177
第二节	消防系统	206
第三节	室内排水系统	226
第四节	室内热水供应系统	238
第五节	煤气系统	253
第五章	锅炉工程	256
第一节	基本知识	256
第二节	锅炉结构	258
第三节	燃烧设备	265
第四节	锅炉附件	267
第五节	锅炉辅助设备	272
第六节	锅炉的水质处理	280
第七节	施工与安装	288
第八节	试运行及交付使用	293
第九节	燃油炉与燃气炉	301
第六章	金属学与焊接	310
第一节	钢的分类和性质	310
第二节	金属学的一般知识	317
第三节	铜、铝及其合金的种类、性质	321
第四节	铸铁知识	322
第五节	焊接基础知识	324
第六节	常用焊接设备及工具	326
第七节	焊缝接头形式和焊缝种类	329
第八节	常用焊接材料	335
第九节	焊接规范选择	342
第十节	焊缝的空间位置	344
第十一节	常见焊接缺陷及产生原因	344
第十二节	焊接工艺的概念	347
第十三节	焊接应力与变形	347
第十四节	焊工考核	350

第七章 施工技术与管理	355
第一节 管道安排和安装的一般要求	355
第二节 管道敷设	356
第三节 管道支架的型式和选择	360
第四节 管道的弯曲尺寸计算	365
第五节 暖卫管道安装	367
第六节 卫生设备的安装	378
第七节 工艺管道的安装	391
第八节 管道工程的防腐和保温	396
第九节 暖卫工程施工方案	403
第十节 暖卫工程的技术管理	404
第十一节 暖卫工程与土建的配合	406
第十二节 暖卫工程施工阶段监理	407
第八章 工程定额与施工预算	411
第一节 工程建设定额	411
第二节 劳动定额与施工任务书	414
第三节 施工预算	421
第四节 工程预算	425
第五节 工程招投标简介	429
第九章 计划管理	433
第一节 计划管理概述	433
第二节 统筹方法及网络计划简介	435
第十章 技术资料与质量管理	442
第一节 暖卫、煤气工程技术资料管理的任务和要求	442
第二节 管道及设备安装允许偏差及检验方法	456
第三节 暖卫、煤气工程的质量管理及检验评定	468
第十一章 安全与消防管理	515
第一节 电气焊安全与消防	515
第二节 水暖工程安全操作	527
第三节 安装工程安全	530

第一章 基础知识

第一节 流体力学的基础知识

液体与气体统称流体。流体力学可以分为理论流体力学和工程流体力学,本节主要介绍工程流体力学的知识。

一、流体的主要物理性质

流体最基本的特征就是具有流动性。在暖卫工程中,流体(如水、水蒸汽等)能在压力的作用下,通过管道连续不断地输送到指定地点。

流体是由大量分子所组成,而这些分子相互之间都以极高的速度,不停顿地作相对运动。液体分子间的距离比气体分子间的距离要小,分子相互之间除以极高的速度作相对运动外,各个分子又不断地围绕着瞬息间的平衡位置作振动,分子间具有很大的吸引力。因此液体没有固定的形状,但有固定的体积,能形成自由表面。而气体总是充满它能达到的全部空间,液体不易被压缩,而气体容易被压缩。

(一) 流体的密度和重力密度

流体也和固体一样具有质量。质量愈大,惯性也就愈大。对于匀质流体,单位体积的质量称为流体的密度,其表达式为:

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

式中 ρ ——流体的密度, kg/m^3 (千克/米³);

M ——流体的质量, kg (千克);

V ——流体的体积, m^3 (米³)。

流体与固体一样具有重力,这是物质受地球引力而产生的。

对于匀质流体,作用于单位体积的重力称为重力密度,其表达式为:

$$\gamma = \frac{G}{V}$$

式中 γ ——流体的重力密度, N/m^3 (牛顿/米³);

G ——流体的重力, N (牛顿);

V ——流体的体积, m^3 。

密度和重力密度虽定义和单位不同,但有密切的联系,由于物体的重力 G 等于质量 M 和重力加速度 g 的乘积,所以流体的密度与重力密度的关系式为:

$$G = M \cdot g$$

将等号两边同除以体积 V , 得:

$$\frac{G}{V} = \frac{M}{V} \cdot g \quad \text{又可得 } \gamma = \rho \cdot g$$

式中 g ——重力加速度,采用 $g = 9.81 \text{m/s}^2$ (米/秒²)。

流体的密度和重力密度受外界压力和温度的影响,因此,当指出某种工质的密度或重力密度值时,必须指明所处外界压力和温度条件。

在标准大气压和温度为 4°C 时水的密度和重力密度分别是:

$$\rho = 1000 [\text{kg/m}^3]$$

$$\gamma = 9810 [\text{N/m}^3]$$

在标准大气压和温度为 0°C 时,水银的密度和重力密度分别是:

$$\rho_{\text{Hg}} = 13590 \text{kg/m}^3 [\text{千克/米}^3];$$

$$\gamma_{\text{Hg}} = 133318 \text{N/m}^3 [\text{牛顿/米}^3];$$

水银的密度和重力密度是水的 13.59 倍。

(二) 流体的压缩性与膨胀性

当流体的温度不变,而压强增大时,流体的体积减小,这种性质称为流体的压缩性。当流体的压强不变,而温度升高时,流体的体积增大,这种性质称为流体的膨胀性。

1. 液体的压缩性与膨胀性

液体的压缩性大小,一般用体积压缩系数 β_p 表示。 β_p 是指温度不变时,压强每增加 1N/m^2 ,液体体积的相对减小量,即:

$$\beta_p = -\frac{1}{V} \frac{\Delta v}{\Delta p} \quad \text{m}^2/\text{N}(\text{米}^2/\text{牛顿})$$

式中 β_p ——液体体积压缩系数, $\text{m}^2/\text{N}(\text{米}^2/\text{牛顿})$;

V ——压缩前液体的体积, $\text{m}^3(\text{米}^3)$;

ΔV ——液体体积变化量, $\text{m}^3(\text{米}^3)$;

Δp ——压力(强)的增加值, $\text{N/m}^2(\text{Pa})(\text{牛顿/米}^2)(\text{帕斯卡})$ 。

负号表示压强增加时体积减小。

体积压缩系数的倒数为 $\frac{1}{\beta_p}$,称为液体的弹性模量,用符号 E_0 表示,即:

$$E_0 = \frac{1}{\beta_p} = -\frac{V \cdot \Delta p}{\Delta V} \quad \text{N/m}^2(\text{牛顿/米}^2)$$

经过计算,水的体积相对减少量很小仅为十万分之五左右。液体的压缩性很小,在实际工程中,一般不考虑液体的压缩性,把它看作不可压缩流体。

液体膨胀性的大小,一般用液体膨胀系数 β_t 表示。 β_t 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:

$$\beta_t = \frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta T}$$

式中 β_t ——液体体积膨胀系数, $1/\text{K}$;

ΔT ——温度的增加值, $\text{K}(\text{开尔文})$;

$V, \Delta V$ 同前。

从表 1-1 可以看出,在温度较低时($10^\circ\text{C} \sim 20^\circ\text{C}$),温度每增加 1°C ,水的密度减小量约为万分之一点五,也就是说,体积膨胀量约为万分之一点五;当温度较高时($70^\circ\text{C} \sim 95^\circ\text{C}$),温度每升高 1°C ,水的体积膨胀量也只有万分之六,由此可以看出,在常压下水的变化量也是很小的,所以在实际工程中,液体的膨胀性一般也可不考虑。

一个大气压下水的重力密度和密度

表 1-1

温度 (℃)	重力密度 (N/m ³)	密度 (kg/m ³)	温度 (℃)	重力密度 (N/m ³)	密度 (kg/m ³)	温度 (℃)	重力密度 (N/m ³)	密度 (kg/m ³)
0	9806	999.9	10	9805	999.7	60	9645	983.2
1	9806	999.9	15	9799	999.1	65	9617	980.6
2	9807	1000.0	20	9790	998.2	70	9590	977.8
3	9807	1000.0	25	9778	997.1	75	9561	974.9
4	9807	1000.0	30	9775	995.7	80	9529	971.8
5	9807	1000.0	35	9749	994.1	85	9500	968.7
6	9807	1000.0	40	9731	992.2	90	9467	965.3
7	9807	1000.0	45	9710	990.2	95	9433	961.9
8	9806	999.9	50	9690	988.1	100	9399	958.4
9	9806	999.9	55	9657	985.7			

液体经过压缩或膨胀,体积虽有缩小或增大,但液体的重量(或质量)总是不变,故液体的密度和重力密度则相应地有所增大

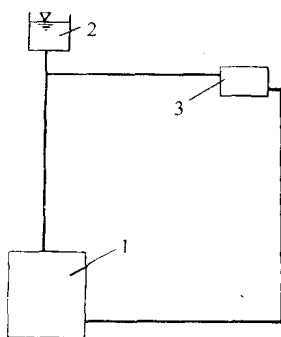


图 1-1 自然循环热水采暖系统图

1—热水锅炉;2—膨胀水箱;
3—散热器

或缩小。在供热工程中,如自然循环热水采暖系统,不仅不能忽略水的膨胀性,而且正是利用水的膨胀性形成自然循环流动所需的动力。图 1-1 为自然循环热水采暖系统图。水在锅炉中被加热后,温度升高,体积膨胀。而系统中水的全部重量(或质量)是不变的,因此,受热的水由于重力密度减小而变轻,并沿管道上升至散热器;受热的水在散热器中放出热量后,温度下降,体积减小,重力密度增加而变重,水就能沿管道流回锅炉。

如此不断地进行流动,就形成了热水采暖系统的自然循环。如果在热水采暖系统中,不设膨胀水箱,循环流动是在封闭系统中进行

的。当系统中的水受热膨胀,虽然水的体积变化量很小,但由于膨胀而引起对管道、配件、散热器的膨胀应力是很大的。其后果是轻者引起联接部件松动而渗漏;重者引起管道或散热器破裂。这就是热水采暖系统中需要装膨胀水箱的原因之一。

2. 气体的压缩性与膨胀性

对于气体来说,随着压强和温度的改变,气体的体积将有显著的变化,重力密度也有较大的变化。通过实验与计算,气体的膨胀量比液体大得多。

气体是可以压缩和膨胀的,但是当气体在流动过程中,压强、温度变化较小,其重力密度仍可以视为常数,这种气体称为不可压缩气体。反之,当气体在流动过程中,压强、温度变化较大,其重力密度已经不再视为常数的气体称为可压缩气体。

在水暖工程中,所遇到的气体流动,均为不可压缩流体。

(三) 流体的粘滞性

在日常生活中,从瓶里倒水或倒油,我们可以看到,水比油流得快,即水和油的流动速度不同。此现象说明流体具有粘滞性。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,粘滞性显示不出来。粘滞性是流体本身固有的物理性质,是内因;流动是使流体表现出粘滞性的外因。由此可见流体的粘滞性与流体运动有密切关系,它对流体运动起着拖阻作用。

这种流体内部质点间或流层间因相对运动而产生的相互作用的剪切力叫内摩擦力或称粘滞力。流体具有粘滞力的称为流体的粘滞性。

为了进一步分析流体的粘滞性,以流体在圆管中缓慢流动为例,如图 1-2 所示。当流体在圆管中缓慢流动时,紧靠着管壁的流体质点,附着在管壁上,速度为零。位于管中心轴线上的流动质点,受管壁的约束影响最小,所以速度最大。介于管壁和管轴之间的流体质点,将以不同的速度向前运动,其变化情况是从管壁为零增加至轴心为最大,此变化规律可用速度分布图来表示,如图 1-2 (a)。相对应于 uoy 坐标系,流束沿 y 轴变化的关系式为 $u = f$

(y)。由于流体各薄层的流速不同,因而各薄层质点之间产生了相对运动。速度快的流体薄层对速度慢的薄层产生了一个拖动力使它加速;而速度慢的薄层对速度快的薄层相应地产生一个阻止它向前运动的阻力。拖力和阻力是成对出现的,且大小相等,方向相反,分别作用在两个不同速度的流体薄层上,如图 1-2(b)。产生的这种力称为内摩擦力,又称粘滞力。粘滞力是以剪切力的形式出现的。因此,为了维持流体的运动状态,就必须消耗一定的能量来克服由于内摩擦力所产生的能量损失,这是流体运动时产生能量损失的原因之一。

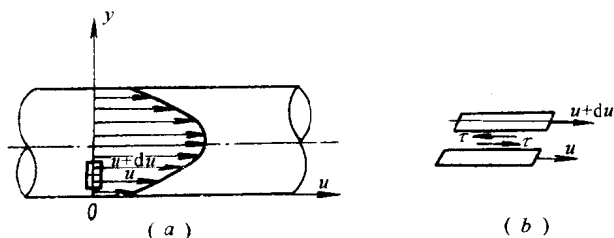


图 1-2 流体在圆管中流速分布图

1. 粘滞力的计算公式:

$$\tau = \frac{T}{A} = \mu \frac{du}{dy}$$

式中 τ ——粘滞力即单位面积的内摩擦力, Pa(帕斯卡);

T ——内摩擦力, N(牛顿);

A ——截面积, m^2 (米²);

$\frac{du}{dy}$ ——速度梯度, 表示速度沿垂直于速度的方向 y 的变化率, $1/s$ (1/秒);

μ ——流体的动力粘度, $Pa \cdot s$ (帕斯卡·秒)。

2. 动力粘度 反映流体粘滞性强弱的系数, 以符号 μ 表示。

其意义为当速度梯度 $\frac{du}{dy} = 1$ 时的流体的粘滞力(切应力), μ 值愈大, 粘滞性愈强。

3. 运动粘度 反映流体内部抵抗流动的特征系数,以符号 ν 表示。在同样条件下, ν 值愈大,反映流体质点间相互牵制的影响愈显著,而流动性愈低。在工程计算中采用:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad \text{m}^2/\text{s}$$

式中 ν ——运动粘度或运动粘滞系数, m^2/s ($\text{米}^2/\text{秒}$);

μ ——动力粘度或动力粘滞系数, $\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)(帕斯卡·秒);

ρ ——流体的密度, kg/m^3 (千克/ 米^3)。

温度对流体的粘滞性影响很大。水的粘滞性随温度升高而减小,空气则相反。

水的粘滞系数

表 1-2

t ($^{\circ}\text{C}$)	μ $10^{-3}(\text{Pa}\cdot\text{s})$	ν $10^{-6}(\text{m}^2/\text{s})$	t ($^{\circ}\text{C}$)	μ $10^{-3}(\text{Pa}\cdot\text{s})$	ν $10^{-6}(\text{m}^2/\text{s})$
0	1.792	1.792	40	0.656	0.661
5	1.519	1.519	45	0.599	0.605
10	1.308	1.308	50	0.549	0.556
15	1.140	1.140	60	0.469	0.477
20	1.005	1.007	70	0.406	0.415
25	0.894	0.897	80	0.357	0.367
30	0.801	0.804	90	0.317	0.328
35	0.723	0.727	100	0.284	0.296

一个大气压下空气的粘滞系数

表 1-3

t ($^{\circ}\text{C}$)	μ $10^{-3}(\text{Pa}\cdot\text{s})$	ν $10^{-6}(\text{m}^2/\text{s})$	t ($^{\circ}\text{C}$)	μ $10^{-3}(\text{Pa}\cdot\text{s})$	ν $10^{-6}(\text{m}^2/\text{s})$
0	0.0172	13.7	40	0.0192	17.6
10	0.0178	14.7	50	0.0196	18.6
20	0.0183	15.7	60	0.0201	19.6
30	0.0187	16.6	70	0.0204	20.5

续表

t ($^{\circ}\text{C}$)	μ $10^{-3}(\text{Pa}\cdot\text{s})$	ν $10^{-6}(\text{m}^2/\text{s})$	t ($^{\circ}\text{C}$)	μ $10^{-3}(\text{Pa}\cdot\text{s})$	ν $10^{-6}(\text{m}^2/\text{s})$
80	0.0210	21.7	160	0.0242	30.6
90	0.0216	22.9	180	0.0251	33.2
100	0.0218	23.6	200	0.0259	35.8
120	0.0228	26.2	250	0.0280	42.8
140	0.0236	28.5	300	0.0298	49.9

表 1-2 列举了在不同温度条件下水的粘滞系数。

表 1-3 列举了在不同温度条件下空气的粘滞系数。

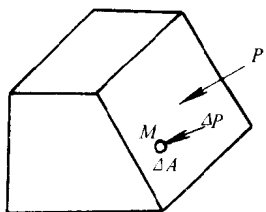
二、流体静力学概述

流体静力学是研究流体在静止状态下的平衡规律以及这些规律在工程上的应用。在生产和生活中,我们把水贮存于水箱中,如果不动用它,水箱中的水就处于静止状态。静止是相对的,水箱随着地球旋转,水的分子不断地进行分子运动。所谓静止状态,是指在宏观范围内,对地球不做相对运动的状态。

(一) 流体的静压强及其特性

1. 流体静压强

一个盛满水的水箱,如果在侧壁开有孔口,水立即会从孔口流出,此现象表明静止流体有压力存在。



单位面积上的静压力称为静压强,以符号 p 表示。它可分为平均静压强和点静压强。

如在图 1-3,整个 A 面上所受到总的静压力 P ,则单位面积上的静压力 $\frac{P}{A}$,就称为平均静压强,以符号 p_{pj} 表示,即:

$$p_{pj} = \frac{P}{A}$$

式中 p_{pj} ——作用面上流体平均静压强, N/m^2 或 Pa ;

P ——作用面上流体的总静压力, N(牛顿);

A ——受压面积, $\text{m}^2(\text{米}^2)$;

若 A 面上的静压强不是均匀分布, 则需要介绍计算某一点的静压强, 所谓点静压强是以该点(图 1-3 中的 m 点)为中心的无限小面积 ΔA 上的平均静压强在该点的极限值, 以符号 p_d 表示, 即:

$$p_d = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta A}$$

流体平均静压强是作用面上各点静压强的平均值, 而点静压强则精确地反映了作用面各流体质点的静压强。

在工程单位制中, 原常用的单位是 kgf/m^2 或 kgf/cm^2 。

在国际单位制中, 单位是 Pa(帕〔斯卡〕)或 MPa(兆帕〔斯卡〕)。二者的换算关系为 $1\text{kgf}/\text{cm}^2 \approx 100\text{kPa} \approx 0.1\text{MPa}$ 。

2. 静压强的特性

流体静压强有两个重要的基本特性:

(1) 流体静压强的方向垂直于作用面, 并指向作用面。

(2) 任意一点各方向的流体静压强均相等。

(二) 流体静压强基本方程式及其表示方法:

在定量地研究流体静压强的大小之前, 先要明确自由表面和表面压强的概念。

自由表面是指液体与气体的交界面。在重力作用下静止液体的自由表面是水平面。如水箱、水池的水面等。

液体的自由表面受其上部气体压强的作用, 此压强称为表面压强, 以符号 p_0 表示。

由图 1-4 中可以看出流体静压强的分布规律。由于流体本身具有重量和易流动性, 使容器的底部和侧壁均受到静压强的作用。如图 1-4 所示, 在

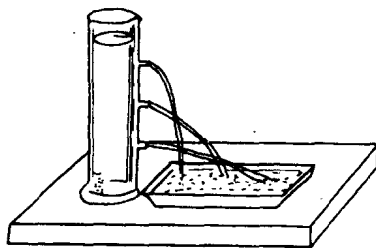


图 1-4 流体静压强分布

容器侧壁上开三个小孔, 将容器灌满水, 然后把三个小孔塞头打