

给水排水与卫生设备

曹翀 王大哲 编译

王恒凯 张自杰 校



中国建筑工业出版社

给水排水与卫生设备

曹翀 王大哲 编译

王恒凯 张自杰 校

中国建筑工业出版社

本书着重讲解给水排水卫生设备（室内上下水道，热水供应）的设计、安装和维护管理方面的知识。系统讲述了给水排水系统的主要动力设备——水泵。比较详细地叙述了卫生设备使用的管材和配件。对煤气供应设备作了简要说明。对城市给水排水系统（包括水处理）也进行了扼要介绍。

本书对从事给水排水卫生设备的设计、安装和维护管理方面的技术人员比较适合，对高等院校给水排水专业师生有一定参考价值。由于本书从基础知识讲起，通俗易懂，宜于具有高中程度专业人员自学。

本书取材

1.《给排水・衛生設備》（上）荻原彰信 等著

東京電機大学出版局（1976）

2.《给排水衛生設備的設計》清水洋 著

鹿岛出版会（1976）

给水排水与卫生设备

曹 翀 王大哲 编译

王恒凯 张自杰 校

*

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

京 安 印 刷 厂 印 刷

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：15 5/8 字数：419千字

1986年3月第一版 1986年3月第一次印刷

印数：1—22,300册 定价：3.05元

统一书号：15040·4737

编 译 前 言

给水排水和卫生设备是各工业生产部门必不可少的组成部分，也是保障人民正常生活和身体健康的重要工程设施之一。目前，给水排水和卫生设备完善程度和技术状况已经成为社会生产和物质生活水平的一项标志。

我国自建国以来在这方面作了巨大努力，给水排水事业取得了很大成就，基本上保证了社会主义建设和人民生活的需要。但是，随着社会主义建设事业的发展，特别是在实现我国工业、农业、国防和科学技术四个现代化的伟大征途中，为了满足各部门生产的需要和不断改善人民生活条件的要求，给水排水和卫生设备就有一个发展和提高的任务。

学习各国先进技术和经验对于促进我国技术发展是一项很有效的措施。我们非常高兴地接受了编译一本反映国外给水排水和卫生设备技术情况书籍的任务。

因篇幅和编译力量有限，本书以卫生设备为重点。全书共分十章：第一章介绍有关给水、排水、卫生设备和热水供应系统的基础理论知识；第二章扼要介绍城市给水和排水工程(包括水处理)；第三章对水泵分类、性能、构造及其在管道系统中的工作，以及施工安装、运行操作进行了全面讲述；第四章是常用管材和配件；第五至第九章详细讲解室内上下水道有关问题，包括卫生设备，卫生器具，室内上下水道和热水供应系统的设计、安装等；第十章简单介绍煤气供应设备。为了选择器具、决定管道尺寸，收集了很多计算图表，并附有一定数量的例题。

第二、三、四章由曹翀编译，第五至第十章由王大哲编译，第一章系合译。全书由王恒凯、张自杰校。

在编译中将原书印刷错误及技术错误作了改正。但限于水

目 录

第一章 基础知识	1
1-1 单位	1
1-2 水的性质	7
1-3 水的比重	9
1-4 压力的测定	10
1-5 粘滞性	13
1-6 流体的流动	17
1-7 流动阻力和压力损失	20
1-8 流量测定	22
1-9 传热	28
1-10 燃料和燃烧	30
第二章 城市给水排水工程	34
2-1 城市给水工程概述	34
2-2 城市给水工程规划	35
2-3 水源	37
2-4 水质	39
2-5 取水	42
2-6 引水和送水	44
2-7 水的净化	47
2-8 配水	54
2-9 城市排水工程概述	57
2-10 城市排水工程规划	58
2-11 城市污水量	60
2-12 城市污水水质	63
2-13 城市污水的排除	65
2-14 污水处理	68
2-15 污泥处理	72

第三章	水泵	75
3-1	概述	75
3-2	水泵设计工作参数	80
3-3	管道的水头损失	85
3-4	离心泵理论	92
3-5	离心泵的构造	107
3-6	泵的安装和运行管理	128
第四章	管道材料	133
4-1	概论	133
4-2	铸铁管	136
4-3	铅管	139
4-4	水煤气钢管	142
4-5	铜管	144
4-6	黄铜管	153
4-7	硬聚氯乙烯管	154
4-8	聚丙烯管	157
4-9	其他管材	164
第五章	给排水卫生设备	181
5-1	给排水卫生设备系统	181
5-2	给排水卫生设备材料	182
5-3	建筑物卫生设备的使用人员	184
第六章	卫生器具、器具存水弯及捕集器	196
6-1	卫生器具的质量	196
6-2	坐式便器和小便器	197
6-3	冲洗水箱和冲洗阀	201
6-4	洗脸盆、浴盆及淋浴器	207
6-5	厨房洗涤池和洗衣池	209
6-6	饮水器	211
6-7	器皿洗涤机和器具	212
6-8	地漏	213
6-9	其它的卫生设备	213
6-10	器具的溢流和滤网	214

6-11	捕集器和间接排水	215
6-12	中间过滤网	217
6-13	卫生设备的安装	218
6-14	器具存水弯	219
6-15	捕集器的类型	226
第七章	室内给水系统	227
7-1	给水水源和水质防护	227
7-2	室内给水系统	233
7-3	阀的用途和类型	259
7-4	配管用接头	268
7-5	给水系统设计的目标	272
7-6	给水管材的选择	272
7-7	给水管出口的流量	272
7-8	给水龙头的诸因素	273
7-9	用水量的决定方法	276
7-10	给水设备容量的决定方法	282
7-11	给水管管径的计算	298
第八章	热水供应系统	323
8-1	热水供应系统的设计目的	323
8-2	安全装置	324
8-3	热水供应设备的防腐蚀和配管材料	330
8-4	配管的热膨胀	332
8-5	热水计算的基本事项	338
8-6	局部式热水供应的负荷	345
8-7	集中式热水供应的负荷与贮存热量	347
8-8	热水的回水系统	362
8-9	日本式浴池的热水负荷和热水贮量	373
8-10	过滤机和氯气灭菌	379
8-11	容积式水加热器等的传热面积	382
8-12	直接混合式热水器	385
8-13	集中供热设备的热水负荷	387
8-14	供饮用热水	388
8-15	厨房专用热水设备的出力和贮热量	390

8-16	热水用水箱的容量·····	392
8-17	燃烧室的换气·····	393
第九章	室内排水及通气系统·····	397
9-1	排水与法规·····	397
9-2	排水设备·····	399
9-3	排水管和通气管管径的决定方法·····	426
第十章	煤气供应设备·····	454
10-1	煤气的种类和燃烧器·····	454
10-2	城市煤气设备·····	455
10-3	液化石油气设备·····	465
10-4	煤气器具的换气·····	479
附图	·····	485
一、盥洗器具	·····	485
二、大、小便器及浴盆	·····	486
三、各种水龙头	·····	489

第一章 基础知识

本章介绍有关给水、排水、室内排水系统通气等理论的一些基础知识。

1-1 单 位

(1) 重量

重量单位取与人类关系最密切的水（准确的说是蒸馏水），1立方厘米（厘米³或毫升）体积的重量作为标准单位，定为1克。因为这个单位在工程上使用时过小，所以将1000克定为1公斤。又因1000厘米³的容积定为1升，故1升水的重量为1公斤，如图1-1-1所示。

将 $\frac{1 \text{ 克}}{1 \text{ 厘米}^3}$ 写成1克/厘米³，是略去分母中的“1”，表示1厘米³体积的重量为1克。

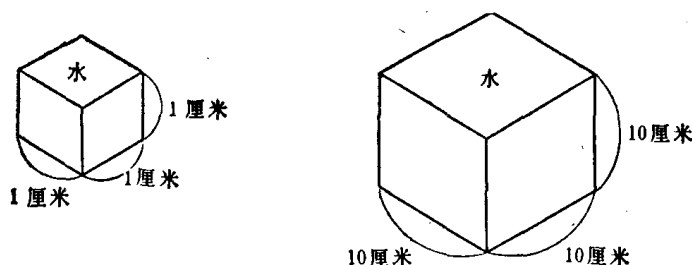


图1-1-1 重量的标准单位

(2) 比重

比重所表示的是温度为15°C、体积为1厘米³某物质的重量与温度为4°C、体积为1厘米³水的重量的比值，没有单位。比重

也可以作为判断物质能否在水中浮起的大致依据。

$$\begin{aligned} \text{某物质的比重} &= \frac{15^{\circ}\text{C某物质单位体积的重量}}{4^{\circ}\text{C水单位体积的重量}} \\ &= \frac{x \text{克/厘米}^3}{1 \text{克/厘米}^3} = \frac{x' \text{公斤/米}^3}{1000 \text{公斤/米}^3} \end{aligned}$$

(没有单位)

(3) 比容

比容所表示的是温度为 15°C 、重为1克的某种物质的体积与温度 4°C 、重1克的水的体积(1厘米³)的比值。

$$\text{某物质的比容} = \frac{15^{\circ}\text{C某物质重量1克的体积(厘米}^3\text{/克)}}{4^{\circ}\text{C的水重量1克的体积(1厘米}^3\text{/克)}}$$

(没有单位)

因为没有单位可能在使用上造成混乱，所以在本书中比重以克/厘米³、公斤/升或公斤/厘米³等单位表示^①，比容则以厘米³/克或升/公斤等单位表示。表1-1-1列举的是某些物质的比重和比容。各种气体也必须与空气比较轻重，因此也有以1米³空气的重量为1，然后气体与空气比较作为该气体的比重，用以判断某气体能否在空气中浮起。

各种物质的比重和比容 表1-1-1

		名称	比重 (克/厘米 ³)	比容 (厘米 ³ /克)			名称	温度 (℃)	比重 (克/厘米 ³)	比容 (厘米 ³ /克)					
固 体		铝	2.72	0.368	液 体		海水	4	1.026	0.975	气 体	空 气			
		铸铁	7.25	0.138			水	4	1.000	1.000			一氧化碳	1.25	0.967
		钢	7.90	0.126			煤油	15	0.80	1.250			二氧化碳	1.97	1.529
		冰	0.92	1.087			重油	15	0.91	1.099			城市煤气	0.56	0.430
		混凝土	2.30	0.435			汽油	15	0.70				丙烷气	1.96	1.529
		铅	11.43				水银	0	13.60				水蒸汽	0.80	0.620
		名 称	温度 (℃)	比重 (克/厘米 ³)	比容 (厘米 ³ /克)			名 称	温度 (℃)	容重 (公斤/米 ³)	比重 (空气 = 1)				
		空 气						一氧化碳	0	1.293	1.000				
		二氧化碳						城市煤气	0	1.25	0.967				
		丙烷气						水蒸汽	0	1.97	1.529				
										0.56	0.430				
										1.96	1.529				
										0.80	0.620				

①原书对比重、容重未加严格区分，译文将按这两个用词出现的具体场合适当采用。——译者注

不管温度升高或降低，物质的重量是不变的，体积则随温度的升高而增大，并随着温度的降低而减小，这就叫做物质的热胀冷缩性。体积一经变化，物质的比重和比容也随之发生变化，从而规定必须注明温度。

(4) 密度

密度是指单位体积物质的质量，用下式求定。

$$\rho = \frac{\gamma}{g} \quad \text{或} \quad \gamma = \rho g$$

式中 ρ ——密度 (公斤·秒²/米⁴)；

γ ——容重 (公斤/米³)；

g ——重力加速度，9.8米/秒²。

温度为4°C时水的密度为

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1000 \text{ 公斤/米}^3}{9.8 \text{ 米/秒}^2} = 1000 \frac{\text{公斤}}{\text{米}^3} \times \frac{\text{秒}^2}{9.8 \text{ 米}} \\ &= 102 \text{ 公斤} \cdot \text{秒}^2 / \text{米}^4 \end{aligned}$$

(5) 压力

压力是指单位面积上所承受的重量或作用力，通常以 公斤/厘米²来表示 (如图1-1-2)，但在以米为单位的计算中也有使用 公斤/米²的。

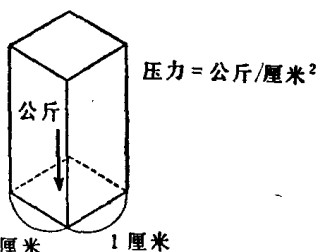


图1-1-2 压力单位

(6) 帕斯卡原理

帕斯卡原理是在充满液体或气体的容器中，向某一部分施加 G/a (公斤/厘米²) 的压力，则在垂直容器的各个面上也作用同样的压力。应用这个原理的有水压试验、油压千斤顶等 (参照图1-1-3)。

(7) 大气压

大气压是空气的重量作用于地球上而造成的压力。图 1-1-4 为测定大气压的实验。如图1-1-4 (a) 所示，在一端封闭的玻璃管中注满水银，如图1-1-4 (b) 那样把它倒置，管内的水银就会

有一部分流到器皿中,然后停了下来,管内水银保留在某一高度,这个高度称为水银柱。水银柱高度在海拔 0 米处为76厘米。这是由于水银柱向下流而作用于器皿内水银面使其上升的压力与大气压作用于水银面的向下压的压力相平衡的缘故。这个道理可以通过下面的一些例子进一步予以说明。

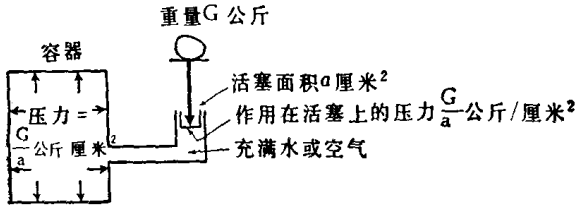


图1-1-3 帕斯卡原理

有两个人为了比赛力气强弱从两端按相反方向拉一根棍棒,若双方的力大小相等,则棍棒不会向任何一方移动。若一端以墙壁挡住棍棒,一个人从另一端用全力推,则棍棒并不移动,这说明墙壁以与人相同的力反推。另一个例子,在水池中浮着小船,这是因为小船下沉的力和水向上的浮力是相等的。不理解水有浮力的人,还可以想象一下用泵从池子中抽水的情况。

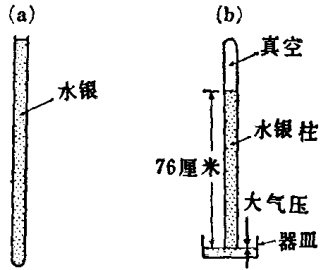


图1-1-4 大气压和水银柱高度

在图1-1-4 (b) 的水银柱上部空间是由于倒置图1-1-4 (a) 所示的充满水银的玻璃管,水银柱流下后形成的,所以空气是零,是真空,因此没有气压作用。但是在器皿内的水银面上有大气压作用。由帕斯卡原理可知,水银柱只上升到与大气压平衡的高度。

由表1-1-1查得水银的比重为13.6克/厘米³●和器皿水银面连通的底面积 1 厘米²的水银柱重量为:

$$76\text{厘米} \times 1\text{厘米}^2 \times 13.6\text{克/厘米}^3 = 1033\text{克} = 1.033\text{公斤}$$

● 此值等于水银的容量。——译者

1 厘米²面积上的重量等于压力，由此可知，大气压是1.033 公斤/厘米²。此外，压力还可以用液柱高度来表示。

(8) 水头

水头是用水柱代替水银柱表示压力的方法。现计算 1 公斤/厘米²的压力为几米水柱。由于水的比重是水银比重的 1/13.6, 所以水柱高度为：

$$76\text{厘米} \times 13.6 = 1033\text{厘米} = 10.33\text{米} \approx 10\text{米} A_q$$

应记住，1 公斤/厘米²压力是 10 米水头，0.3 公斤/厘米²压力是 3 米水头。 A_q 是拉丁语水的缩写，表示水柱。

(9) 水压力

水压力也就是压水上升的力。如图 1-1-5 所示，因为从高位水箱的最高水位到管底的水面有 10 米高，所以管底部的压力是 1 公斤/厘米²。这和右侧配水管中压力为 1 公斤/厘米²的情况是相同的。与高位水箱连通的 U 形管的水面，即使不用水泵抽升也会自然的上升到和高位水箱的水面同一水平，所以说水压力也就是压水上升的力。由此可知，不论是水塔给水管路摩阻损失的计算，或者是直接供水配水管路的摩阻损失计算都是一样的。

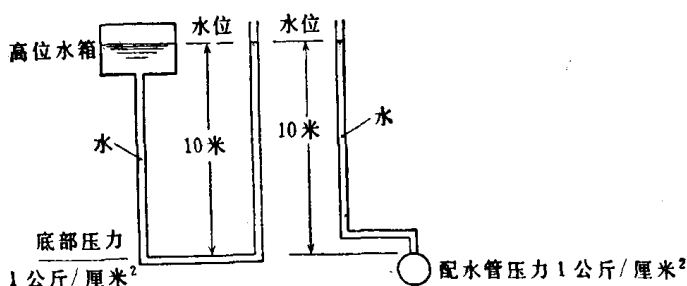


图1-1-5 压力和水柱

(10) 相对压力

相对压力是在大气压力下（有空气时）测得的压力。装在锅炉及水泵上的压力表测得的压力都是相对压力，以公斤/厘米²表示。

(11) 绝对压力

图1-1-4所表示的是以真空为基准测得的压力。绝对压力以“公斤/厘米²·绝对”(kg/cm²·abs)表示。海拔为0米处的大气压,若用绝对压力表示,为1公斤/厘米²·绝对,若用相对压力表示,则为0公斤/厘米²。从而两者之间有如下关系:

$$\text{绝对压力} = 1 \text{ 公斤/厘米}^2 + \text{相对压力}$$

$$\text{相对压力} = \text{绝对压力} - 1 \text{ 公斤/厘米}^2$$

(12) 温度

温度所表示的是物体的冷热。把在大气压力下,水结成冰的温度定为0°C,水沸腾变成蒸汽的温度定为100°C,从0°C到100°C之间分成100等分,把每一个分度定为1°C。

(13) 热量

将温度为15°C重量为1克的水提高1°C所需的热量定为1卡(cal),1000卡为1千卡(kcal),一般多用后者。应当记住,重量为1公斤的水温度升高1°C所需的热量为1千卡。

(14) 比热

重量为1克的某物质温度上升1°C所需的热量与重量为15°C重量为1克的水温度上升1°C所需热量之比值称为比热。表1-1-2为某些物质的比热值。由于比热是随温度而变化的,所以在表示比热时要注明温度。

某些物质的比热

表1-1-2

	名称	温度 (°C)	比 热 (千卡/公 斤·°C)		名 称	温度 (°C)	比 热 (千卡/公 斤·°C)		名 称	温度 (°C)	定压比 热(千卡 /公斤· °C)
固 体	木材		0.6	液 体	水	15	1.0	气 体	干空气	0	0.24
	铸铁	20	0.11		煤 油	15	0.47		水蒸汽	0	0.44
	钢	20	0.10		重 油	15	0.41				
	混凝土		0.27		海 水		0.94				
	玻璃		0.20								

1-2 水的性质

(1) 物质的三态

物质有依照温度和压力的不同而变成固体、液体、气体三态的性质。在大气压力下，水在 $0 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 之间是液体，而 0°C 的水继续失去热量则成为 0°C 的冰，变成固体。而 100°C 的水再继续加热则成为蒸气，即变成气体。

(2) 显热 (SH)

对物质加热或冷却，在温度计刻度上表现出来的物质温度变化（如 30°C 、 31°C 等）的热量称为显热。

(3) 潜热 (LH)

是为使物质相态变化所加给的或除去的热量。在大气压条件下，如果在水的温度达到 100°C 后继续加热，则水的温度仍是 100°C ，仅仅是 100°C 的水变成 100°C 的蒸气。所加的热量在温度计刻度表现不出来，而是潜在水蒸气中，故称为潜热。如果要使 100°C 的水蒸气变成 100°C 的水，则必须除去水蒸气中的潜热。同样，要使 0°C 的水成为 0°C 的冰也必须除去水中的潜热。

物质不论从固体变成液体时的融（熔）解热，或从液体变成固体的凝结热，其潜热量是相同的。从液体变成气体的潜热称为蒸发潜热，从气体变成液体的潜热称为凝结潜热。融（熔）解潜热和蒸发潜热值是由物质决定的，但由于压力或相态变化时的温度不同，其值也不相同。表1-2-1所列举的是某些物质的潜热值。

(4) 水的弹性

水有容积弹性而没有形状弹性。这就是说，水虽然可以盛入任何形状的容器，但是即或施加压力体积也不会减小。而气体由于加压体积能够减小，故具有较弱的容积弹性，但没有形状弹性。

表1-2-2所列举的是温度和水的比重、比容、蒸气压、潜热、

空气溶解量的关系。

某些物质的潜热

表1-2-1

名 称	压 力 (公斤/厘米 ²)	温 度 (℃)	潜热 (千卡/公斤)	
			固体↔液体	液体↔气体
冰	0	0	79.6	
水	0	99		539.4
水	0.4	109		533.2
水	1.0	120		526.2
一氯二氟甲烷	5.1	5		48.2
一氯二氟甲烷	14.8	40		38.8
丙烷气	3.5	0		90.0

温度 and 水的物理特性

表1-2-2

水 温 (℃)	比 重 (公斤/升)	比 容 (升/公斤)	蒸气压 (公斤/厘米 ² ·绝对)	潜 热 (千卡/公斤)	空气溶解量(厘米 ³ /公斤)		
					氧 气	氮 气	空 气
0	0.9998	1.0018	0.0062	597.1	10.19	18.44	28.63
5	0.9999	1.0001	0.0083	594.9	9.23	16.81	26.04
10	0.9997	1.0003	0.0125	591.5	8.27	15.17	23.44
15	0.9991	1.0009	0.0174	588.7	7.31	13.54	20.85
20	0.9982	1.0018	0.0238	585.9	6.35	11.9	18.25
40	0.9922	1.0078	0.0752	574.5	4.48	8.67	13.15
60	0.9832	1.0171	0.0203	563.0	3.28	6.49	9.77
80	0.9718	1.0290	0.4830	551.1	1.97	4.08	6.05
90	0.9653	1.0357	0.7149	545.0	0	0	0
100	0.9584	1.0434	1.0332	538.8			
110	0.9510	1.0515	1.4609	532.4			
135	0.9307	1.0861	3.1923	515.6			

根据锅炉安全规程的规定，在热水锅炉及容积式加热器上要安装放压管和放压阀。这是因为如果水温上升，体积也增加，若加以密闭，则压力急剧增加，可能使锅炉破裂。向密闭容器或管道中灌满水，然后用试验泵压入少量的水就可以获得很高压力的水压试验就是利用这个道理。

例1-2-1 贮水量为100升的热水锅炉，将水温从5°C加热到60°C，求水的体积增加量。

解：因为锅炉中水的重量不随温度变化，所以，以重量为准计算比容的变化。由表1-2-2查得水温为5°C时比容为1.0001升/公斤，水温60°C时比容为1.0171升/公斤，体积增加量为：

$$100\text{公斤} \times (1.0171 - 1.0001)\text{升/公斤} = 1.71\text{升}(1.71\%)$$

根据该表可以计算由于温度升高而析出的空气量，

$$100\text{公斤} \times (26.04 - 9.77)\text{厘米}^3/\text{公斤} = 1627\text{厘米}^3 = 1.63\text{升}$$

从上面的计算可以看出，水加热时体积膨胀，还析出空气，因此不应忘记采取相应措施。

(5) 流体

流体是液体和气体的总称。在研究流体的流速、流量时，在量的标准上存在采用重量还是容积单位的问题。虽然流体的温度和压力发生变化，但重量却是不变的，所以使用重量单位是最正确的。而我们日常使用的单位却大部分是容积。于是，对于液体，因为压力或温度发生变化，体积却几乎是不变的，所以可以采用容积作单位。对于体积能够大幅度变化的气体（如果压力增加一倍，则体积将减小一半），则应该采用重量为单位。

1-3 水的比重

通常使用的液体可以认为其比重几乎不因压力而变化。当然，严格说来是有变化的，但大部分情况可以忽略。例如，把水加压到100大气压，比重约为1.0044。至于温度的影响，在常温下比重的变化很小，但是在高温时就不能忽视比重的变化。清水