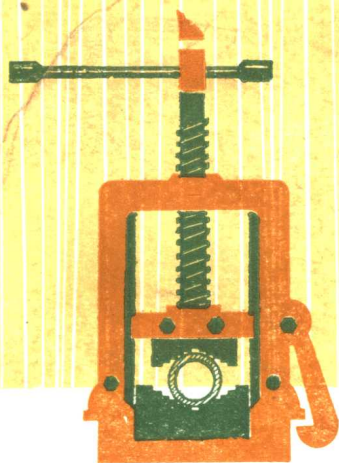


安装工人技术学习丛书

管

工

(第二版)



中国建筑工业出版社

安装工人技术学习丛书

管 工

(第 二 版)

钱本树 邵祖安 编

中国建筑工业出版社

本书系安装工人技术学习丛书之一。全书对第一版的内容做了较大的改动和充实，主要介绍了室外给水管道和室内给排水工程、室外供热管道、工业动力管道、不锈钢及有色金属管道、非金属管道等各类管道的特点及安装施工工艺，并详细叙述了管道材料、管道识图、管子的切割与连接、管件的制作、管道涂漆、保温和防腐等管工基础知识和基本操作技能。对蒸汽压缩式制冷系统和锅炉的安装施工也作了介绍。

本书可供管工自学，也可作技工培训读物。

安装工人技术学习丛书

管 工

(第 二 版)

钱本树 邵祖安 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

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 22¹/₂。字数: 497 千字

1991年11月第二版 1991年11月第八次印刷

印数: 430,016—440,185 册 定价: 11.05元

ISBN7—112—01324—0/TU·968

(6366)

编 者 的 话

《管工》第一版自1973年出版以来，受到了广大读者的热情欢迎和支持，深刻体现了青年工人对技术的渴求和关心。应读者的要求，编者在本书第一版的基础上，深化了比较成熟的管工技术，融会了一些新技术和新产品；同时，为适应技工队伍文化水平的不断提高，也增加了一些工艺理论知识，编成第二版和大家见面。

本书在编写过程中，参照了城乡建设环境保护部颁发的《安装工人技术等级标准》(JGJ 43—88)中管道工应知、应会内容，故本书可作为初级及中级技工学习管工技术和高级管工学习工艺理论的参考读物，也可作为中等技术学校的教学参考书。但限于编者水平，不足之处在所难免，恳请同行、读者给予批评指正。

本书在编写过程中，曾得到了杨春华等同志多方面的真诚帮助，在此谨表示真挚的谢意。

目 录

第一章 基础知识	1
第一节 热的知识	1
第二节 流体力学知识	5
第三节 物质的相变	12
第四节 材料的物理性能、机械性能和工艺性能	14
第五节 管子及附件的标准化	21
第二章 常用材料	30
第一节 金属材料	30
第二节 非金属材料	34
第三节 管材	39
第三章 识图	55
第一节 管道安装施工图的组成	55
第二节 管道安装施工图的读图方法	58
第三节 管道安装施工图的读图举例	61
第四章 管子的切割与连接	71
第一节 管子的切割	71
第二节 管子的连接	85
第五章 管件的制作	154
第一节 三通的制作	154
第二节 异径管的制作	164
第三节 焊接弯管的制作	174
第四节 弯制弯管的人工制作	178
第五节 弯制弯管的机械制作	190

第六节	管子的弯制计算和弯制弯管的质量要求	202
第六章	管道的安装施工	214
第一节	支架的安装	214
第二节	阀门的安装	237
第三节	热工仪表的安装	273
第四节	补偿器的安装	298
第五节	室内管道的安装	319
第六节	室外管道的安装	331
第七节	管道系统的压力试验、清洗及脱脂	343
第七章	室外给水管道和室内给排水工程的施工	356
第一节	室外给水管道的安装	356
第二节	室内给排水管道的安装	366
第三节	泵的安装	388
第八章	室外供热管道和采暖工程的施工	403
第一节	供热管道的安装和启动	403
第二节	采暖系统的分类和热媒的选用	411
第三节	热水采暖系统	416
第四节	蒸汽采暖系统	429
第五节	散热器及其安装	436
第六节	室内管道的安装	457
第七节	采暖系统的压力试验与启动调整	463
第九章	蒸汽压缩式制冷系统的安装施工	469
第一节	制冷剂 and 冷媒	469
第二节	蒸汽压缩式制冷的原理	474
第三节	蒸汽压缩式制冷的设备	476
第四节	制冷系统的安装	503
第五节	制冷系统的试验	517
第十章	锅炉的安装施工	527

第一节	散装锅炉安装的一般程序	527
第二节	锅炉本体受热面的安装	532
第三节	锅炉的水处理系统原理	561
第四节	锅炉房的部分管道工艺原理	574
第五节	锅炉的水压试验、烘炉、煮炉及定压	585
第十一章	动力管道的安装施工	594
第一节	压缩空气管道的安装施工	594
第二节	氧气管道的安装施工	601
第三节	乙炔管道的安装施工	609
第四节	煤气管道的安装施工	617
第十二章	不锈钢和有色金属管道的安装	626
第一节	不锈钢管道的安装	629
第二节	铜及铜合金管道的安装	638
第三节	铝及铝合金管道的安装	640
第四节	铅及铅合金管道的安装	643
第十三章	非金属管道的安装	645
第一节	硬聚氯乙烯管道的安装	645
第二节	玻璃管道的安装	649
第三节	橡胶衬里管道的安装	655
第四节	不透性石墨管道的安装	659
第十四章	管道的涂漆、保温和防腐	662
第一节	管道的涂漆	662
第二节	管道的保温	670
第三节	管道的防腐	684
附录		687
附录 I	调制自应力水泥的配方	687
附录 II	管道分类	688
附录 III	管道焊缝射线探伤数量	688
附录 IV	常用材质管子、管件焊前预热和焊后热处理	

	理温度.....	689
附录 V	常用基本划线方法.....	690
附录 VI	钢管支架最大允许间距.....	692
附录 VII	11型补偿器选用表.....	693
附录 VIII	常用钢材的许用应力表.....	697
附录 IX	压力管道允许渗水量.....	698
附录 X	管道保温层一般厚度.....	698

第一章 基础知识

第一节 热的知识

热是能的一种形式，它是物体内部的分子、原子和自由电子运动的反映。这种运动的剧烈程度决定了物体冷热的程度。物体冷热的程度称为温度。温度的高低，也就反映了一个物体热量的多少。

一、温标

测量温度的标准称为温标。目前使用的温标有下面三种。

摄氏温标 把一个标准大气压下纯水的冰点定为0度，把水的沸点定为100度，其间分为100等分，每等分称为1度，用符号“°C”来表示。根据精度的要求，每1°还可分为10等分，每等分称为0.1°。这种测量温度的标准称为摄氏温标。在温度数值后面用符号“°C”表示。

华氏温标 把一个标准大气压下纯水的冰点定为32°，沸点定为212°，两点间均分为180个等分，每等分称为1°，这种测量温度的标准称为华氏温标。在温度数值后面用符号“°F”表示。

由上述可知，摄氏温度与华氏温度存在着如下的换算关系：

$$\text{华氏温度} = \frac{9}{5} \times (\text{摄氏温度}) + 32(^{\circ}\text{F})$$

$$\text{摄氏温度} = -\frac{5}{9} \times (\text{华氏温度} - 32)(^{\circ}\text{C})$$

热力学温标 也称为绝对温标，它是把摄氏温标的 -273.15°C 做为温度的起点，称为“绝对零度”，每1度的大小与摄氏温标 1°C 相同。热力学温标用符号“K”表示。热力学温标的0度即0K是一个用任何方法都不可能达到的温度，它表示的意义是物体内部分子的运动已完全停止了。热力学温度与摄氏温度的换算关系为：

$$\text{热力学温度} = \text{摄氏温度} + 273.15(\text{K})$$

$$\text{摄氏温度} = \text{热力学温度} - 273.15(\text{K})$$

在工程上，绝对零度取273。通常热力学的温度用符号“T”表示，而摄氏及华氏温度用符号“t”表示。

华氏温标多在英、美等国家使用，一般可在这些国家的引进工程中见到。我国和大部分国家都使用摄氏温标。热力学温标主要是在理论研究上使用，有些工程上引用理论公式也要使用，这将在后面的章节中谈到。

二、热量和热的传递

热是能的一种形态，它和机械能、电能等形式的能之间可以相互转换。

度量热能的数量，即热量的单位称为“卡”或“千卡”（也称为“大卡”）。在标准大气压下，把1克纯水的温度升高（或降低） 1°C ，所需要加入（或放出）的热量为1卡路里，简称1卡。把1千克纯水的温度升高（或降低） 1°C ，所需要加入（或放出）的热量为1千卡。因此，1千卡 = 1000卡。

因为热是能的一种形式，而且可以与其它形式的能相互转换，所以在热能的度量上，也使用能的单位焦耳（简称

焦)或千焦耳(简称千焦),这就是我国统一实行的法定计量单位中的热能单位。上面谈到的卡、千卡相应地称为非法定计量单位,是属于逐步废止的单位,但在向使用法定计量单位过渡过程中,应了解它们的换算关系,即:

$$1\text{卡} = 4.1868\text{焦耳}$$

$$1\text{千卡} = 4.1868\text{千焦耳}$$

热的传递是一个非常复杂的过程,为了分析方便,把热的传递分成三种基本方式,即传导、对流和辐射。

传导 也称为导热,是热从一个物体的一部分转移到另一部分,或是热从一个物体转移到与它相接触的另一个物体上的过程,在此过程中,没有发生物质的移动。

对流 伴随着流体各部分的相对运动而发生的热的转移。对流只能发生在液体和气体中,是流体中特有的一种传热方式。

辐射 物体以热射线向周围放出热能的方式,这种热能传递方式不需要任何中间介质。不同温度的物体,都能向外发出热射线,而且还能吸收热射线,只不过高温物体发射出的热能大于吸收来自低温物体发射出的热能,因此,总的效果是高温物体的热能射向低温物体。

在热能传递过程中,三种传热方式往往都不是以单一的方式进行的,要把三种方式截然分开是不可能的。在一个传热过程里只不过是哪种传热方式为主而已。

热能自发的传递方向是从高温物体传向低温物体,而与物体本身具有的热量无关。热本身就是一个相对的概念,在工程上,如果用人工的方法把热量从低温物体取出放入高温物体,习惯上把这个热量称为冷量。在引进工程中还有以“冷吨”做为冷量单位的,它与其它热量单位的换算关系见

表1-1。

冷吨与其它热量单位的换算

表 1-1

冷 吨			千卡/小时	千瓦	千焦/秒
日本冷吨	美国冷吨	英国冷吨			
1	1.098	0.9841	3320		3.861
0.9108	1	0.9864	3024		3.517
1.016	1.112	1	3373		3.923

三、导热系数和传热系数

导热系数是用来表示材料导热能力的特性指标。它的法定计量单位是瓦/米·K，它表示当材料的厚度为1米，两侧表面的温差为1K时每秒钟通过材料1米²表面积上的传热量。金属材料都有很大的导热系数，在工程上，为加强导热效果，总是选用导热系数大的材料。气体、液体和大多数非金属的固体材料的导热系数都较小，在工程上把导热系数小于0.23瓦/米·K的材料称为隔热材料，为减小热（冷）损失，总是选用导热系数小的材料制做保温结构。

如果把容器壁连同两侧的冷热流体放在一起考虑的热传递，称为传热，即它考虑了热流体通过容器壁，向另一侧的冷流体的综合热传递效果。传热系数的法定计量单位是瓦/米²·K，它表示容器壁两侧温差为1K时，在1米²容器壁面积上，在1秒钟内热流体向冷流体传递的热量。从上述可知，要加强（或减弱）传热效果，单纯从选用导热系数大（或小）的材料做容器是远远不够的，而更主要的是改变两侧流体的流动状况和容器壁两侧的表面情况。

第二节 流体力学知识

气体和液体统称为流体，在静止和流动时它们都有着一些共同的特性，下面仅介绍一些关于流体压力和压力损失方面的知识。

一、流体内部的静压力

工程上所说的压力就是物理学上的压强，即物体每单位面积上所受的垂直压力。流体内部的静压力，是指在流体内部某处，完全由于它上面的流体重量而产生的压力。它的大小与流体流动与否没有关系，在流体确定以后，只与这点到流体最高点的垂直高度有关。

根据流体内部静压力的定义，如果在垂直的管子里充入高度为 h ，容重为 γ 的液体，当管子的横截面积为 A 时，在管子底部所受的垂直压力就应该是

$$p = \frac{h \cdot A \cdot \gamma}{A} = h \cdot \gamma$$

其中 p —— 压力（帕斯卡）；

h —— 流体中某点到流体最高点的垂直高度（米）；

γ —— 流体的容重（牛顿/米³）。

这就是流体中某点静压力的计算公式，它等于这点到流体最高点的垂直高度与流体容重的乘积，法定计量单位是帕斯卡，简称帕，帕很小，它的实用单位是千帕和兆帕。非法定计量单位的工程常用单位是千克力/厘米²，引进工程中还常使用磅力/英寸²。换算关系见表1-2。

工程上除了用压力单位来表示压力外，还同时用液柱的高度来表示压力，两者间可通过公式 $p = h \cdot \gamma$ 进行换算。例

压 力 单 位 换 算 表 1-2

帕 (牛/米 ²)	千克/厘米 ²	磅力/英寸 ²	巴	毫米水银柱 (0°C时)	毫米水柱 (4°C时)	米 水 柱 (4°C时)	英寸水柱 (4°C时)	标准大气压
1	0.102×10^{-4}	0.145×10^{-3}	10^{-5}	7.5×10^{-3}	0.102×10^{-3}	0.102×10^{-3}	4.0106×10^{-3}	0.987×10^{-5}
98.0665×10^3	1	14.223	0.9807	735.56	10^4	10.0	393.7	0.9678
6894.8	0.0703	1	0.06895	51.715	703	0.703	27.68	0.068
10^5	1.0197	14.5038	1	750.1	1.02×10^4	10.2	402	0.987
133.322	1.36×10^{-3}	0.0193	1.333×10^{-3}	1	13.6	0.0136	0.535	1.31×10^{-3}
9.80665	10^{-4}	1.4223×10^{-3}	9.81×10^{-5}	73.556×10^{-3}	1	10^{-3}	3.937×10^{-2}	9.868×10^{-5}
9.81×10^3	0.1	1.4223	0.0981	73.556	1000	1	39.37	0.0968
249.089	0.00254	0.0361	2.49×10^{-3}	1.87	25.4	0.0254	1	0.00246
1.01325×10^5	1.0333	14.696	1.0133	760.00	10.333	10.3333	406.8	1

如5米水柱的压力应为 $p = 5 \times 9.81 \times 10^3 = 4.905 \times 10^4$ 帕 = 49.05千帕 ≈ 0.049 兆帕。又如1米水银柱的压力应为 $p = 1 \times 133.38 \times 10^3 = 133.38$ 千帕 ≈ 0.133 兆帕。

因为气体的容重都非常小，所以在有限的气体高度产生的静压力，都可忽略不计，只是在地面上由整个大气层的厚度产生的静压力，才予以计算，这个静压力就是大气压力。在纬度为 45° 的海平面上的大气压力，称为1标准大气压，它的值是760毫米水银柱。

流体内部的静压力虽然是由于本身的重量而产生的，但是它的方向通过实验可知，并不是单纯向下的，而同时在各个方向上都有，并且在同一深度上，各方向的压力都相等。

在一个密闭的容器或管道系统里，如果流体的某一个部分压力有了改变，它就可以把这个改变的压力传递到流体的任何部分，包括容器壁或管壁。在工程上，利用流体传递压力的这个性质，对压力容器或管道系统进行压力试验。尽管管道系统再大再长，只要在其中的一个部位加压，就可在系统的任何部分都得到同样的压力。但是，在以液体做试压介质时，应考虑到系统的最低处比最高处多出的静压力值，防止系统低处超压。

二、绝对压力和相对压力

如前所述，在地面上都要受到由于大气层的厚度而产生的静压力，即大气压力的作用。在敞开的容器或管道系统里，也同样要受到同一个大气压力的作用，这个压力是相对于没有空气的绝对真空来说的。但是在密闭的容器或管道系统，里面的压力就不一定还是大气压力，它有可能大于大气压力，还有可能小于大气压力。在工程上，把相对于绝对真空而言的压力值称为绝对压力，把以大气压力为计算起点的

压力值称为相对压力。

容器或管道系统里的压力如大于大气压力时，相对压力为正值，称为正压；如小于大气压力时，相对压力为负值，称为负压，或称为真空。在工程上把负压低于大气压力部分的数值称为真空度。如图1-1所示，(a)中容器里的绝对压力 p_1 大于当地的大气压力 B ，相对压力 $h_1 = p_1 - B > 0$ ；在(b)中容器里的绝对压力 p_2 小于当地的大气压力 B ，相对压力 $h_2 = p_2 - B < 0$ ，而 $B - p_2$ 即为真空度。因为测量压力的仪表——压力计都是以相对压力来刻度的，所以相对压力也称为表压力。

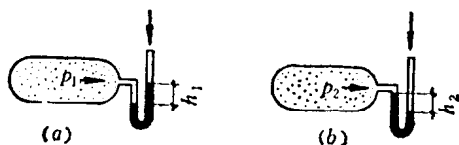


图 1-1 正压与负压

(a) $p_1 > B$; (b) $p_2 < B$

三、流体流动中能量转变及压力损失

在流体中的压力实际上是能量的体现。例如一个盛水的水塔，当在水塔下部出水管的阀门关闭时，由于阀门到水塔的水面有一定的高度，关闭的阀门就必然受到由液面高度产生的静压力的作用，这个静压力实际上也是水塔上的水具有的势能引起的，所以这个压力也可以说是压能。当一旦把阀门打开，水就在这个静压力的作用下以一定的速度流出。水具有一定的速度，也就是具有了一定的动能。动能是由压能转化而来的。

随着水的流出，水塔水量在减少，水面的高度在下降，

阀门处的静压力就减小了,水流出的速度也就降低了,即水的动能小了。

如流出的水沿管道送到一幢多层建筑物上去,从实践可知,低层的水龙头能有速度较大的水流,高层只能得到速度较低的水流。这说明水在具有相同动能时,当它转变成较多的势能后,剩余的动能就少了。同时还可知道,这些水再也不可能送到与水塔水面相同的高度了。这就是流体在流动过程中能量损失的缘故。

流体在流动过程中,会由于摩擦、撞击或节流等作用造成能量的损失,这种能量的损失最终表现为流体压力的降低,所以这种损失称为压力损失或阻力。

流体在流动中的阻力按其产生的原因可分为两类,一类是摩擦阻力;另一类是局部阻力。摩擦阻力是由于流体在流动时由自身的粘性而产生的内摩擦及其与管壁之间的摩擦造成的。局部阻力则是由于管道断面的大小或形状的改变,而引起流体的流速和流向的变化造成的。

压力损失在流体的输送过程中是有害的,因此要研究管道的结构,在施工中力求减小压力损失,以减少流体输送过程中的能量消耗。例如:在输送一定量的流体时,应按经济流速选用管径^①,不使管径过小。尽量减少管道中弯管的数量,在条件许可时,采用较大的弯曲半径的弯管。管道的变径处,应求力圆滑过渡。管道的焊口处,应减少错口并避免产生焊瘤。管子及管件在冷热加工过程中,避免使管壁造成

① 在流量一定时,增加流体的流速,会减小管径,降低管道的材料消耗,但流动阻力的增加,却要消耗较多的输送能量;相反,减小流体的流速,虽能节省输送能量的消耗,但却要以加大管径,增加管道的材料消耗来换取。为此要确定一个流速,能使材料的消耗和输送能量的消耗加起来最省,这个流速称为经济流速,这个流速通常是一个范围。