

第21章 常用资料



第1节 管道工程常用文字符号、图形符号、图例及标准

(一) 常用文字符号

管道工程中常用的文字表量符号较多，最常用符号列于表 21-1-1。

表21-1-1 管道工程常用文字符号

名 称	符 号
管外径、内径	D_w, d
管子断面半径	R, r
公称直径	D_N
压力	P
公称压力	P_N
试验压力	P_s
流速	V, v
流量	Q, q, G
面积	A, F, f, w
容积、体积	V, W
时间	T, t
扬程	H, h
水头损失	H, h
水力坡降	I, i
水力半径	R
水泵扬程	H
功	A, W, L
功率	N
转速	n
效率	η
摩擦阻力系数	λ
局部阻力系数	ζ
谢才系数	C
运动粘度	ν
动力粘度	μ
雷诺数	Re
热量	Q
温度	t

(续)

名 称	符 号
线膨胀系数	α, λ
体膨胀系数	α, β, γ
热导率	λ

(二) 管路系统的图形符号

(1) 管路系统的图形符号 基本原则 (GB 6567.1—86) 管路系统中常用的图形符号适用于输送液体、气体及其它介质的管路系统原理图，也可用于有关的其它设计图样。

1) 管路系统中常用的图形符号是按形象化、简化、清晰和便于手工、计算机绘图及缩微复制等要求制订的。

2) 管路系统中常用的图形符号是按管路为水平时绘制的，也适用于任何位置的管路，但图形符号内的字符、指针等仍按管路为水平时表示。

3) 管路系统中常用的图形符号一般用粗线 (线宽 $b = 0.5 \sim 2\text{mm}$) 绘制，对管件、阀门及控制元件等图形符号允许用细线 (线宽约为 $b/3$) 绘制，同一图样上图形符号的各类线型宽度应分别保持一致，两平行线间的最小距离应为 0.7mm 。

4) 位于图形符号内或与符号组合在一起使用的字母、数字和所有其它字符，应按直体书写，它们的线宽应与符号本身的线宽相同。

5) 功能相关的图形符号应成组设计，可由一基本符号与附加符号或符号要素组成。成组符号的特征是：

形状相似或含义相似或所表示的对象相似或用法相似等。

6) 未作规定的管路系统中的图形符号可根据本标准的原则组合或派生。

7) 管路系统中常用的图形符号一般在单线管

路中使用。必要时，也可用于双线管路。

(2) 管路系统的图形符号 管路(GB6567.2

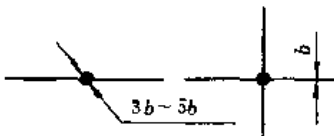
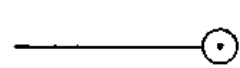
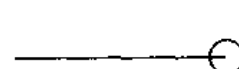

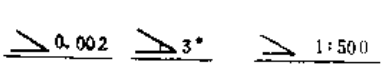
8) 在应用时，图形符号的大小可适当地按比 1:1 例放大或缩小。

1) 管路的符号 (见表 21-1-2)

表21-1-2 管路的符号


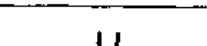

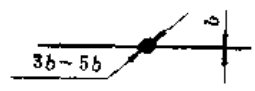
序号	名称	符号	说明
1	方法一① 可见管路 不可见管路 假想管路		方法一： 符号表示图样上管路及有关剖切平面的相对位置。介质的状态、类别和性质用规定的代号注在管路符号上方或中断处表示，必要时应在图样上加注图例说明
	方法二		方法二： 符号表示介质的状态、类别和性质，并应在图样上加注图例说明，如不够用时，可按符号的规律进行派生或另行补充
2	挠性管 软管		
3	保护管		起保护管路的作用，使其不受撞击、防止介质污染绝缘等，可在被保护管路的全部或局部上用该符号表示或省去符号仅用文字说明
4	保温管		起隔热作用。可在被保温管路的全部或局部上用该符号表示或省去符号仅用文字说明
5	夹套管		管路内及夹层内均有介质出入。该符号可用波浪线断开表示
6	蒸汽伴热管		
7	电伴热管		
8	交叉管		指两管路交叉不连接。当需要表示两管路相对位置时，其中在下方或后方的管路应断开表示

(续)

序号	名称	符 号	说 明
9	相接管		指两管路相交连接, 连接点的直径为所连接管路符号线宽 b 的 3 至 5 倍
10	弯折管		表示管路朝向观察者弯成 90°
			表示管路背离观察者弯成 90°
11	介质流向		一般标注在靠近阀的图形符号处, 箭头的形式按 GB4458.4—84 《机械制图尺寸注法》的规定绘制
12	管路坡度		管路坡度符号按 GB4458.4—84 中的斜度符号绘制

① 方法一和方法二应尽量避免在同一图样上同时使用。

表 21-1-3 管路的一般连接形式

序号	名称	符 号	说 明
1	螺纹连接		必要时可用文字说明, 省略符号绘制
2	法兰连接		
3	承插连接		
4	焊接连接		焊点符号的直径约为所连接管路符号线宽 b 的 3 至 5 倍, 必要时可省略

2) 管路的一般连接形式 (见表 21-1-3)

3) 管路中介质的类别代号

① 管路中常用介质的类别代号应采用下表中

类 别	代 号	英文名称
空气	A	Air
蒸汽	S	Steam
油	O	Oil
水	W	Water

的规定。

② 管路中其它介质的类别代号用相应的英文名称的第一位大写字母表示, 如与①条中规定的类别代号重复时, 则用前两位大写字母表示。也可采用该介质化合物分子式符号 (如硫酸为 H_2SO_4) 或国际通用代号 (如聚氯乙烯为 PVC) 表示其类别。

③ 必要时, 可在类别代号的右下角注上阿拉伯数字, 以区别该类介质的不同状态和性质。

4) 管路的标注

① 管径

a. 对无缝钢管或有色金属管管路, 应采用“外径×壁厚”标注, 如 $\phi 108 \times 4$, 其中 ϕ 允许省略 (图 21-1-1)。

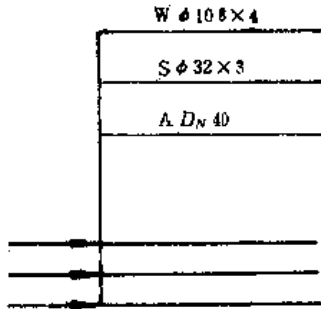


图 21-1-1

b. 对水、煤气输送钢管、铸铁管、塑料管等其它管路应采用公称通径“ D_N ”标注, 如图 21-1-1、图 21-1-2 所示。

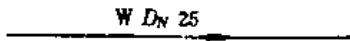


图 21-1-2

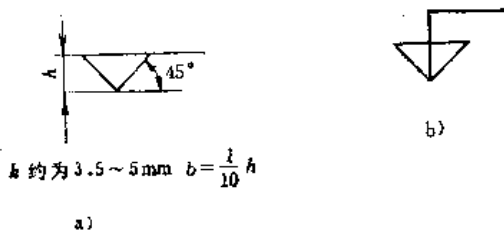


图 21-1-3

② 标高

a. 标高符号一般采用图 21-1-3 a 的形式。当注写位置不够时, 也可采用图 21-1-3 b 的形式。

b. 标高的单位一律为 m。

c. 管路一般注管中心的标高。必要时, 也可注管底的标高。

d. 标高一般注至小数点以后二位。零点标高注成 ± 0.00 , 正标高前可不加正号 (+), 但负标高前必须加注负号 (-)。

e. 标高一般应标注在管路的起始点、末端、转弯及交点处, 如图 21-1-4。如需同时表示几个不同的标高时, 可按图 21-1-4 f 的方式标注。

(3) 管路系统的图形符号 管件 (GB6567.3-86)

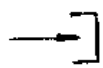




1) 管件符号 (见表 21-1-4)

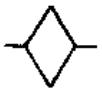
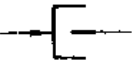
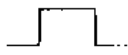


表 21-1-4 管件符号

序号	名称	符号	说明
1	弯头 (管)		符号是以螺纹连接为例。如象法兰、承插和焊接连接形式, 可按规定的图形符号组合派生
2	三通		
3	四通		
4	活接头		
5	外接头		
6	内外螺纹接头		
7	同心异径管接头		
8	偏心异径管接头	同底	
		同顶	
9	双承插管接头		
10	快换接头		

(续)

(续)

序号	名称	符号	说明
11	螺纹管帽		管帽螺纹为内螺纹
12	堵头		堵头螺纹为外螺纹
13	法兰盘		
14	盲板		
15	管间盲板		

序号	名称	符号	说明
16	波形伸缩器		使用时应表示出与管路的连接形式
17	套筒伸缩器		
18	矩形伸缩器		
19	弧形伸缩器		
20	球形校接器		

2) 管架符号 (见表 21-1-5)

(4) 管路系统的图形符号 阀门和控制元件(GB6567.4-88)

1) 常用阀门符号 (见表 21-1-6)

表21-1-6 管架符号














序号	名称	符 号				
		一般形式	支(托)架	吊架	弹性支(托)架	弹性吊架
1	固定管架					
2	活动管架					
3	导向管架					

表21-1-6 常用阀门符号

序号	名称		符号
1	截止阀		
2	闸阀		
3	节流阀		
4	球阀		
5	蝶阀		
6	隔膜阀		
7	旋塞阀		
8	止回阀		
9	安全阀	弹簧式	
		重锤式	
10	减压阀		
11	疏水阀		
12	角阀		
13	三通阀		
14	四通阀		

注：流向由空白三角形至非空白三角形。

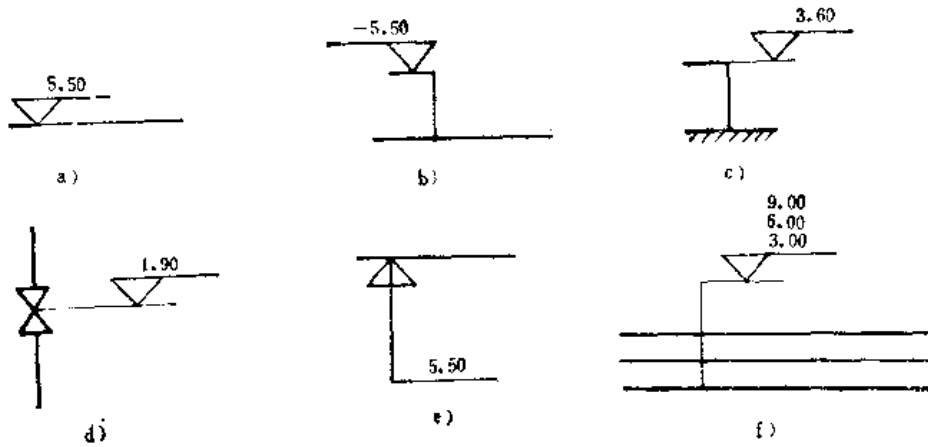


图 21-1-4

表21-1-7 阀门与管路一般连接形式

序号	名称	符号
1	螺纹连接	
2	法兰连接	
3	焊接连接	

2) 阀门与管路一般连接形式 (见表 21-1-7)

3) 控制元件符号 (见表 21-1-8)

4) 阀门和控制元件图形符号一般组合方式 (见图 21-1-5)

5) 传感元件符号 (见表 21-1-9)

6) 指示表(计)和记录仪符号(见表 21-1-10)

7) 传感元件和指示表(计)、记录仪的图形符号的组合示例 (见图 21-1-6 所示)



图 21-1-5

a) 人工控制阀 b) 电动阀

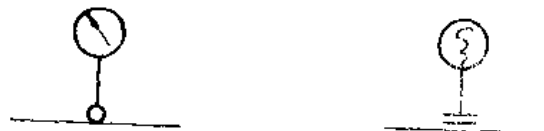


图 21-1-6

a) 温度指示表(计) b) 温度记录仪

表21-1-8 控制元件符号





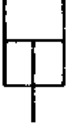



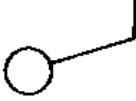
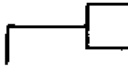
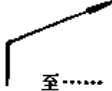
序号	名称	符号
1	手动(包括脚踏)元件	
2	自动元件	
3	带弹簧薄膜元件	
4	不带弹簧薄膜元件	
5	活塞元件	
6	电磁元件	
7	电动元件	
8	弹簧元件	
9	浮球元件	
10	重锤元件	
11	遥控	

表21-1-9 传感元件符号








序号	名称	符号
1	温度传感元件	
2	压力传感元件	
3	流量传感元件	
4	湿度传感元件	
5	水准传感元件	






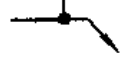
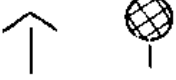

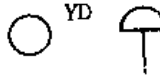

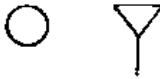
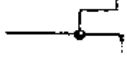

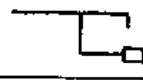


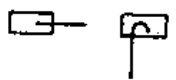
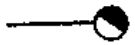
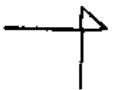
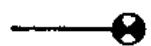

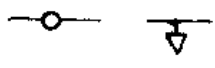

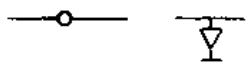


表21-1-10 指示表和记录仪符号

序号	名称	符号
1	指示表(计)	
2	记录仪	






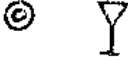
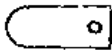
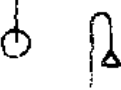




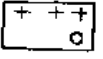








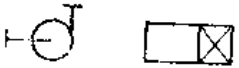

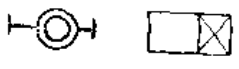
(三) 管道工程常用图例
管道工程常用图例除 GB6567—86 所列以外,

还有专业标准图例, 现将给水排水制图标准 (GBJ 106—87) 和采暖通风与空气调节制图标准 (GBJ 114—88) 部分图例列于表 21-1-11。

表21-1-11 管道工程部分常用图例

序号	名称	图例	序号	名称	图例
1	存水弯		14	延时自闭冲洗阀	
2	检查口		15	放水龙头	
3	清扫口		16	皮带龙头	
4	通气帽		17	洒水龙头	
5	雨水斗		18	化验龙头	
6	排水漏斗		19	肘式开关	
7	圆形地漏		20	脚踏开关	
8	方形地漏		21	室外消火栓	
9	自动冲洗水箱		22	室内消火栓 (单口)	
10	挡墩		23	室内消火栓 (双口)	
11	喇叭口		24	消防喷头 (开式)	
12	底阀		25	消防喷头 (闭式)	
13	自动排气阀		26	消防报警阀	

(续)

序号	名称	图例	序号	名称	图例
27	水盆、水池①		39	坐式大便器	
28	洗脸盆		40	小便槽	
29	立式洗脸盆		41	饮水器	
30	浴盆		42	淋浴喷头	
31	化验盆、洗涤盆		43	雨水口	
32	带篦洗涤盆		44	阀门井、检查井	
33	盥洗槽		45	放气井	
34	污水池		46	泄水井	
35	妇女卫生盆		47	跌水井	
36	立式小便器		48	水表井②	
37	挂式小便器		49	离心水泵	
38	蹲式大便器		50	真空泵	

(续)

序号	名称	图例	序号	名称	图例
51	手摇泵		60	水-水热交换器	
52	定量泵		61	开水器	
53	管道泵		62	喷射器	
54	风机		63	磁水器	
55	压缩机		64	过滤器	
56	离心式通风机		65	除污器③	
57	轴流式通风机		66	暖风机	
58	散热器		67	集气罐	
59	热交换器				

① 用于一张图内只有一种水盆或水池。

② 本图例与流量计相同。

③ 上图为平面，下图为立面。

(四) 管道工程常见标准代号

常见国内、国外标准代号列于表 21-1-12。

表21-1-12 常见国内、国外标准代号

1. 常见国内标准代号					
序号	代号	含 义	序号	代 号	含 义
1	GB	国家标准	12	SD	水利电力部标准
2	JB	原机械工业部机械通用标准	13	YD	邮电部标准
3	TH	原机械工业部化工通用机械标准	14	LD	原劳动部标准
4	G	原一机部锅炉标准	15	JZ	原建筑工程部标准
5	YB	冶金工业部标准	16	JC	原建筑材料工业部标准
6	SJ	原电子工业部标准	17	JJ	城乡建设环境保护部标准
7	SY	石油工业部标准	18	GN	公安部标准
8	HG	化学工业部标准	19	WS	卫生部标准
9	MT	原煤炭工业部标准	20	QB	轻工业部标准
10	JT	交通部标准	21	SB	商业部标准
11	TR	铁道部标准	22	DZ	地质矿产部标准

2. 常见国外标准代号					
序号	代号	含 义	序号	代 号	含 义
1	ISO	国际标准 (国际标准化组织发布的)	12	SNV	瑞士国家标准
2	IEC	国际标准 (国际电工委员会发布的)	13	CAN	加拿大国家标准
3	ANSI	美国国家标准	14	AS	澳大利亚国家标准
4	BS	英国国家标准	15	CSK	朝鲜国家标准
5	NF	法国国家标准	16	FCCT	苏联国家标准
6	DIN	联邦德国国家标准	17	MSZ	匈牙利国家标准
7	JIS	日本工业标准	18	STAS	罗马尼亚国家标准
8	UNI	意大利国家标准	19	TGL	民主德国国家标准
9	IS	印度国家标准	20	CSN	捷克斯洛伐克国家标准
10	NEN	荷兰国家标准	21	JUS	南斯拉夫国家标准
11	SIS	瑞典国家标准	22	BIC	保加利亚国家标准

第2节 工业管道的分类 及管子的公称标准

(一) 工业管道的分类

工业管道通常按介质的压力、温度、性质分类,亦可按管道材质、温度和压力分类,分别列于表21-2-1~21-2-4。

(二) 管子与管路附件的公称标准

(1) 管子与管路附件的公称直径

管子与管路附件的公称直径列于表21-2-5。

(2) 管子与管路附件的公称压力

管子与管路附件的公称压力和试验压力列于表21-2-6。

管道附件的公称压力、试验压力与工作压力与介质工作温度有关。碳素钢制品、灰铸铁可锻铸铁

制品、青铜黄铜及紫铜制品、铬镍钛不锈钢制品的公称压力、试验压力与工作压力分别列于表21-2-7、21-2-8、21-2-9、21-2-10。

世界主要国家管道及附件的公称压力系列列于表21-2-11,供参考。

表21-2-1 工业管道按介质压力分类

序号	分类名称	压力值(MPa)
1	低压管道	公称压力不超过2.5
2	中压管道	公称压力4~6.4
3	高压管道	公称压力10~100
4	超高压管道	公称压力超过100

注:管道在介质压力作用下,必须满足以下主要要求:

1. 具有足够的机械强度。管道所用的管子与管路附件,以及接头构造,都必须在介质压力作用下安全可靠。特别是高压管道,不但介质压力高,而且还产生振动。所以高压管道还必须注意防振加固问题。
2. 具有可靠的密封性。保证管子与管路附件以及连接接头,在介质压力作用下严密不漏。这就必须正确选用连接方法和密封材料,并进行合理地施工安装。

表21-2-2 工业管道按介质温度分类

序号	分类名称	介质温度值(°C)
1	常温管道	工作温度为-40~120
2	低温管道	工作温度为-40以下
3	中温管道	工作温度在121~450
4	高温管道	工作温度超过450

注：管道在介质温度作用下，应满足以下主要要求：

1. 管材耐热的稳定性 管材在介质温度的作用下必须稳定可靠。对于同时承受介质温度和压力作用的管道，必须从耐热性能和机械强度两个方面满足工作条件的要求。
2. 管道热应变的补偿 管道在介质温度及外界温度变化作用下，将产生热变形，并使管子承受热应力的作用。所以，输送热介质的管道，应设有补偿器，以便吸收管子的热变形，减少管道热应力。
3. 管道的绝热保温 为了减少管壁的热交换和温差应力，输送冷介质和热介质的管道，在一般情况下，管外应设绝热层。

表21-2-3 工业管道按介质性质分类

序号	分类名称	介质种类	对管道的要求
1	汽水介质管道	过热水蒸气、饱和水蒸气和冷热水	根据工作压力和温度进行选材，保证管道有足够的机械强度和耐热的稳定性
2	腐蚀性介质管道	硫酸、硝酸、盐酸、磷酸、苛性碱、氯化物、硫化物等	所用管材必须具有耐腐蚀的化学稳定性
3	化学危险品介质管道	毒性介质（氧、氟化物、氨、沥青、煤焦油等）、可燃与易燃易爆介质（油品、油气、水煤气、氢气、乙炔、乙烯等）、以及窒息性、刺激性、腐蚀性、易挥发性介质	输送这类介质的管道，除必须保证足够机械强度外，还应满足：（1）密封性好；（2）安全性好；（3）放空与排泄快
4	易凝固易沉淀介质管道	重油、沥青、苯、尿素溶液	对输送这类介质的管道，应采取以下的特殊措施：管外保温和外加伴热管的办法来保持介质温度。此外采用蒸汽吹洗的办法进行扫线
5	粉粒介质管道	一些固体物料、粉粒介质	（1）选用合适的输送速度 （2）管道的受阻部件和转弯处，应做成便于介质流动形状，并敷设耐磨材料

表21-2-4 按管道材质、介质温度和压力分类

材质	工作温度(°C)	工作压力(MPa)				
		I	II	III	IV	V
碳素钢	≤370	>32	>10~32	>4~10	>1.6~4	≤1.6
	>370	>10	>40~10	>1.6~4	≤1.6	—
合金钢及不锈钢	≤-70或≥450	任意	—	—	—	—
	-70~450	>10	>4~10	>1.6~4	≤1.6	—
铝及铝合金	任意	—	—	—	≤1.6	—
铜及铜合金	任意	>10	>4~10	>1.6~4	≤1.6	—

注：1. 剧毒介质的管道按Ⅰ类管道。

2. 有毒介质，甲、乙类火灾危险物质的管道均升一类。

3. 此表摘自《工业管道工程施工及验收规范》(GBJ335-82)。

表21-2-5 管子与管路附件的公称通径 (GB1047—70)

公称通径 (mm)	相当的管螺纹 (in)	公称通径 (mm)	相当的管螺纹 (in)	公称通径 (mm)
1	—	65	2 ¹ / ₂	600
2	—	80	3	700
3	—	100	4	800
4	—	125	5	900
5	—	150	6	1000
6	—	175	—	1200
8	1/4	200	—	1300
10	3/8	225	—	1400
15	1/2	250	—	1500
20	3/4	300	—	1600
25	1	350	—	1800
32	1 ¹ / ₄	400	—	2000
40	1 ¹ / ₂	450	—	2200
50	2	500	—	2400

注：表中公称通径65mm，过去曾使用过70mm；公称通径80mm，过去曾使用过75mm。

表21-2-6 管子与管路附件的公称压力和试验压力 (GB1048—70)

公称压力 P_N (MPa)	试验压力 P_S (MPa)	公称压力 P_N (MPa)	试验压力 P_S (MPa)	公称压力 P_N (MPa)	试验压力 P_S (MPa)
0.05	—	6.4	9.6	50.0	70.0
0.1	0.2	(8.0)	12.0	64.0	90.0
0.25	0.4	10.0	15.0	80.0	110.0
0.4	0.6	(13.0)	(19.5)	100.0	130.0
0.6	0.9	16.0	24.0	125.0	160.0
1.0	1.5	20.0	30.0	160.0	200.0
1.6	2.4	25.0	38.0	200.0	250.0
2.5	3.8	32.0	48.0	250.0	320.0
4.0	6.0	40.0	56.0		

注：公称压力20MPa，过去曾使用过22MPa，现在也有使用的。

表21-2-7 碳素钢制品 (GB1048—70)

公称压力 P_N (MPa)	试验压力 (用低于100℃ 的水) P_S (MPa)	介质最高工作温度 (°C)						
		200	250	300	350	400	425	450
		最大工作压力 P (MPa)						
		P_{20}	P_{25}	P_{30}	P_{35}	P_{40}	P_{42}	P_{45}
0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.07	0.06	0.06	0.05
0.25	0.4	0.25	0.23	0.2	0.18	0.16	0.14	0.11
0.4	0.6	0.4	0.37	0.33	0.29	0.26	0.23	0.18
0.6	0.9	0.6	0.55	0.5	0.44	0.38	0.35	0.27
1.0	1.5	1.0	0.92	0.82	0.73	0.64	0.58	0.45
1.6	2.4	1.6	1.5	1.3	1.2	1.0	0.9	0.7
2.5	3.8	2.5	2.3	2.0	1.8	1.6	1.4	1.1
4.0	6.0	4.0	3.7	3.3	3.0	2.8	2.3	1.8
6.4	9.6	6.4	5.9	5.2	4.7	4.1	3.7	2.9
10.0	15.0	10.0	9.2	8.2	7.3	6.4	5.8	4.5

表21-2-8 灰铸铁、可锻铸铁制品 (GB1048—70)

公称压力 P_N (MPa)	试验压力 (用低于100℃的水) P_S (MPa)	介质工作温度 (°C)			
		<120	200	250	300
		最大工作压力 P (MPa)			
		P_{12}	P_{20}	P_{25}	P_{30}
0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
0.25	0.4	0.25	0.25	0.2	0.2
0.4	0.6	0.4	0.38	0.36	0.32
0.6	0.9	0.6	0.55	0.5	0.5
1.0	1.5	1.0	0.9	0.8	0.8
1.6	2.4	1.6	1.5	1.4	1.3
2.5	3.8	2.5	2.3	2.1	2.0
4.0	6.0	4.0	3.6	3.4	3.2

表21-2-9 青铜、黄铜及紫铜制品 (GB1048—70)

公称压力 P_N (MPa)	试验压力 (用低于100℃的水) P_S (MPa)	介质工作温度 (°C)		
		<120	200	250
		最大工作压力 (MPa)		
		P_{12}	P_{20}	P_{25}
0.1	0.2	0.1	0.1	0.07
0.25	0.4	0.25	0.2	0.17
0.40	0.6	0.4	0.32	0.27
0.6	0.9	0.6	0.5	0.40
1.0	1.5	1.0	0.8	0.70
1.6	2.4	1.6	1.3	1.1
2.5	3.8	2.5	2.0	1.7

表21-2-10 铬镍钛不锈钢 (1Cr18Ni9Ti) 制品

公称压力 P_N (MPa)	试验压力 P_S (MPa)	介质工作温度 (°C)											
		250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600
1.6	2.4	1.6	1.4	1.3	1.2	1.15	1.1	1.05	0.95	0.85	0.7	0.55	0.4
2.5	3.8	2.5	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.85	0.6
4.0	6.0	4.0	3.5	3.3	3.1	2.9	2.75	2.6	2.4	2.1	1.75	1.4	1.0
6.4	9.6	6.4	5.6	5.3	4.8	4.6	4.4	4.2	3.8	3.4	2.8	2.2	1.6
10.0	15.0	10.0	8.7	8.2	7.6	7.3	6.9	6.5	5.9	5.2	4.4	3.4	2.4

表21-2-11 主要国家管道及附件的公称压力

国别	标准代号	单 位	公 称 压 力																		
日本	JIS	kg/cm ²		2		5		10		16	20		30		40		63		100		
美国	USAS (ASA)	lb/in ²		25				125		150	250				300		400	600		900	1500
英国	BS	lb/in ²		30	50		100			150	250			350		450	600			900	
德国	DIN	kg/cm ²	1	2.5		6		10		16		25	32		40		64		100		160
法国	NF	kg/cm ²	1	2.5	4	6	8	10	12.5	16	20	25		32	40		64	80	100	125	160
苏联	ГОСТ	kg/cm ²	1	2.5	4	6		10		16		25			40		64		100		160

第 3 节 管道工程常用单位换算

(一) 非法定计量单位与法定计量单位的换算

管道工程中习用非法定计量单位与法定计量单位的换算关系列于表 21-3-1。

表21-3-1 习用非法定计量单位与法定计量单位的换算关系

量的名称	非法定计量单位		法定计量单位		换算关系
	名 称	符 号	名 称	符 号	
力	千克力	kgf	牛 顿	N	1kgf = 9.80665N
力矩	千克力米	kgf·m	牛 顿米	N·m	1kgf·m = 9.80665N·m
力偶矩、转矩	千克力二次方米	kgf·m ²	牛 顿二次方米	N·m ²	1kgf·m ² = 9.80665N·m ²
重力密度	千克力每立方米	kgf/m ³	牛 顿每立方米	N/m ³	1kgf/m ³ = 9.80665N/m ³
应力、强度	千克力每平方厘米	kgf/cm ²	帕斯卡	Pa	1kgf/cm ² = 9.80665 × 10 ⁴ Pa
	千克力每平方毫米	kgf/mm ²	帕斯卡	Pa	= 0.09807 MPa 1kgf/mm ² = 9.80665 × 10 ⁶ Pa
压强	千克力每平方米	kgf/m ²	帕斯卡	Pa	1kgf/m ² = 9.80665 Pa
	工程大气压	at	帕斯卡	Pa	1at = 9.80665 × 10 ⁴ Pa = 0.09807 MPa
	巴	bar	帕斯卡	Pa	1bar = 10 ⁵ Pa
	毫米水柱	mmH ₂ O	帕斯卡	Pa	1mmH ₂ O = 9.80665 Pa
	毫米汞柱	mmHg	帕斯卡	Pa	1mmHg = 133.322 Pa
[动力]粘度	泊	P	帕斯卡秒	Pa·s	1P = 0.1 Pa·s
能量、功	千克力米	kgf·m	焦 尔	J	1kgf·m = 9.80665 J
功 率	千克力米每秒	kgf·m/s	瓦 特	W	1kgf·m/s = 9.80665 W
	马力		瓦 特	W	1马力 = 735.499 W
热、热量	国际蒸汽表卡	cal	焦 尔	J	1cal = 4.1868 J
导热率	国际蒸汽表卡每 秒厘米开尔文	cal/s·cm·K	瓦特每米开尔文	W/m·K	1cal/s·cm·K = 4.1868 × 10 ² W/m·K
传热系数	国际蒸汽表卡每 秒平方厘米开尔文	cal/s·cm ² ·K	瓦特每平方米开 尔文	W/m ² ·K	1cal/s·cm ² ·K = 4.1868 × 10 ⁴ W/m ² ·K
比热容、比焓	国际蒸汽表卡每 克开尔文	cal/g·K	焦耳每千克开尔文	J/kg·K	1cal/g·K = 4.1868 × 10 ³ J/kg·K
比内能	国际蒸汽表卡每 克	cal/g	焦耳每千克	J/kg	1cal/g = 4.1868 × 10 ³ J/kg

(二) 常用单位换算

1. 长度换算 (表 21-3-2)

表21-3-2-1 长度换算

km (公里)	市 里	英里 (哩)	海里 (裡)	日 里
1	2.0000	0.6213	0.5400	0.2516
0.5000	1	0.3107	0.2700	0.1273
1.6093	3.2187	1	0.8689	0.4098
1.8520	3.7040	1.1508	1	0.4716
3.9273	7.8515	2.4403	2.1207	1

表21-3-2-2 长度换算

mm	cm	m	in (英寸)	ft (英尺)	yd (码)	市 尺
1	0.1	0.001	0.0394	0.0033	0.0011	0.0030
10	1	0.01	0.3937	0.0328	0.0109	0.0300
1000	100	1	39.37	3.2809	1.0936	3.0000
25.4	2.54	0.0254	1	0.0833	0.0278	0.0762
304.8	30.48	0.3048	12.000	1	0.3333	0.9144
914.4	91.44	0.9144	36.000	3.0000	1	2.7432
333.3	33.33	0.3333	13.123	1.0936	0.3645	1

2. 质量换算 (表 21-3-3)

表21-3-3 质量换算

g	kg	t	lb (磅)	t (英长)	t (美短)	市 斤
1	0.001	1×10^{-6}	2.205×10^{-3}	9.842×10^{-7}	1.102×10^{-6}	0.002
1000	1	0.001	2.2046	9.842×10^{-4}	1.102×10^{-3}	2.000
1×10^6	1000	1	2204.6	0.9842	1.1023	2000
453.6	0.4536	4.526×10^{-4}	1	4.36×10^{-3}	5.1×10^{-4}	0.907
1016047	1016.05	1.01605	2240	1	1.1200	2032
907185	907.185	0.9072	2000	0.8929	1	1814
500	0.500	5×10^{-4}	1.1023	4.921×10^{-4}	5.51×10^{-4}	1

3. 流量换算 (表 21-3-4)

表21-3-4 流量换算

M ³ /s	ft ³ /s	yd ³ /s	L/s	M ³ /h	(US gal/s)	(UK gal/s)
米 ³ /秒	英尺 ³ /秒	码 ³ /秒	升/秒	米 ³ /小时	美加仑/秒	英加仑/秒
1	35.3132	1.3079	1000	3600	264.2000	220.0900
0.0283	1	0.0370	28.3150	101.9340	7.4813	6.2279
0.7645	27.0000	1	764.5134	2752.2482	201.9844	168.1533
0.0010	0.0353	0.0013	1	3.6000	0.2642	0.2201
0.0003	0.0098	0.0004	0.2778	1	0.0734	0.0611
0.0037	0.1134	0.0049	3.7863	13.6222	1	0.8333
0.0045	0.1607	0.0059	4.5435	16.3466	1.2004	1

4. 速度换算 (表 21-3-5)

表21-3-5 速度换算

m/s	ft/s	yd/s	km/h	mile/h	n mile/h
米/秒	英尺/秒	码/秒	公里/小时	哩/小时	浬/小时
1	3.2808	1.0936	3.6000	2.2370	1.914
0.3048	1	0.3333	1.0973	0.6819	0.5925
0.9144	3.0000	1	3.2919	2.0457	1.7775
0.2778	0.9114	0.3038	1	0.6214	0.5400
0.4470	1.4667	0.4889	1.6093	1	0.8689
0.5144	1.6881	0.5627	1.8520	1.1508	1

5. 力、重力及压力单位换算

力、重力单位换算列于表 21-3-6，压力单位换算列于表 21-3-7。

表21-3-6 力、重力单位换算

dyn (g·cm/s ²)	N (kg·m/s ²)	kgf	lbf
达因	牛顿	千克力	磅力
1	10 ⁻⁵	1.02 × 10 ⁻⁶	2.25 × 10 ⁻⁶
10 ⁵	1	1.02 × 10 ⁻¹	2.25 × 10 ⁻¹
9.81 × 10 ⁴	9.81	1	2.205
4.45 × 10 ⁵	4.45	0.454	1

表21-3-7 压力单位换算

Pa (N/m ²)	(kgf/cm ²)	atm	mmHg	mH ₂ O	mbar	lbf/in ²	inH ₂ O
帕	工程大气压	标准大气压	毫米汞柱高	米水柱高	毫巴	磅/英寸 ²	英寸水柱高
98066.5	1	0.9678	735.56	10.00	981.00	14.223	393.7
101325.0	1.0333	1	760.00	10.3333	1013.25	14.696	406.8
133.322	0.00136	0.00132	1	0.0136	1.3322	0.0193	0.535
9806.55	0.1	0.0968	73.556	1	98.10	1.4223	39.37
100	0.00102	0.000987	0.74975	0.0102	1	0.01451	0.401
6.895 × 10 ³	0.0703	0.0680	51.715	0.703	68.95	1	27.68
249.089	0.00254	0.00246	1.87	0.0254	2.49	0.0351	1

6. 功、能、热及功率单位换算

功、能、热单位换算列于表 21-3-8，功率单位换算列于表 21-3-9。

表21-3-8 功、能、热单位换算

kgf·m	kcal	Btu	HP·h	kW·h	lbf·ft	J
公斤力·米	千卡	英热单位	马力·小时	千瓦·小时	磅力·英尺	焦耳
1	2.34 × 10 ⁻³	9.29 × 10 ⁻⁸	3.70 × 10 ⁻⁸	2.724 × 10 ⁻⁶	7.2334	9.8067
426.6	1	3.9883	1.58 × 10 ⁻³	1.163 × 10 ⁻³	3087	4187
107.6	0.262	1	3.99 × 10 ⁻⁴	2.931 × 10 ⁻⁴	778.5	1055
270000	632.5	2509	1	0.736	1952000	2648000
367300	859.8	3411	1.36	1	2654000	3600000
0.1383	3.24 × 10 ⁻⁴	1.28 × 10 ⁻³	5.12 × 10 ⁻⁷	3.77 × 10 ⁻⁷	1	1.3556
0.102	2.39 × 10 ⁻⁴	9.48 × 10 ⁻⁴	3.78 × 10 ⁻⁷	2.78 × 10 ⁻⁷	0.7376	1

表21-3-9 功率单位换算

kW	HP	hp	kg·m/s	ft·lbf/s	kcal/s	Btu/s
千瓦	公制马力	英制马力	公斤·米/秒	英尺·磅/秒	千卡/秒	英热单位/秒
1	1.3596	1.3410	102	737.5627	0.2389	0.9480
0.7355	1	0.9863	75	542.47	0.1757	0.6973
0.7457	1.0139	1	76.05	550	0.1781	0.7069
0.00891	0.01333	0.01315	1	7.233	0.00234	0.0093
0.00136	0.00184	0.00182	0.1383	1	0.00032	0.00129
4.186	5.691	5.614	426.9	3087	1	3.9680
1.055	1.434	1.415	107.6	778	0.2520	1

7. 粘度单位换算

流体粘度有运动粘度、动力粘度和恩氏粘度(条件度)三种表示法。运动粘度 ν 单位换算列于

表21-3-10, 动力粘度 η 单位换算列于表21-3-11, 运动粘度(厘沲)与恩氏粘度(条件度)对照列于表21-3-12。

表21-3-10 运动粘度 ν 单位换算

m^2/s	St	cSt	m^2/h	yd^2/s	ft^2/s	ft^2/s
米 ² /秒	厘米 ² /秒(厘 ^①)	毫米 ² /秒(厘沲)	米 ² /时	码 ² /秒	英尺 ² /秒	英尺 ² /时
1	10^4	10^6	3600	1.196	10.76	38.75×10^3
10^{-4}	1	100	0.36	119.6×10^{-6}	1.076×10^{-3}	3.875
10^{-6}	0.01	1	3.6×10^{-8}	1.196×10^{-6}	10.76×10^{-6}	38.75×10^{-3}
277.8×10^{-6}	2.778	277.8	1	332×10^{-6}	2.99×10^{-2}	10.76
0.836	8.36×10^3	836×10^3	3010	1	9	32400
92.9×10^{-3}	929	92.9×10^3	334.57	0.111	1	3600
26.8×10^{-6}	0.258	25.8	92.9×10^{-3}	30.9×10^{-6}	278×10^{-6}	1

① “厘”是“斯托克斯”(厘米²/秒)的习惯称呼。

表21-3-11 动力粘度 η 单位换算

$kgf \cdot s/m^2$	$Pa \cdot s$	P (泊)	$kgf \cdot h/m^2$	$N \cdot h/m^2$	$lbf \cdot s/ft^2$
千克力·秒/米 ²	帕斯卡·秒	达因·秒/厘米 ²	千克力·时/米 ²	牛顿·时/米 ²	磅力·秒/英尺 ²
1	9.81	98.1	278×10^{-3}	2.73×10^{-3}	0.205
0.102	1	10	28.3×10^{-6}	278×10^{-6}	20.9×10^{-3}
10.2×10^{-3}	0.1	1	2.83×10^{-6}	27.8×10^{-6}	2.09×10^{-3}
3600	35.3×10^3	353×10^3	1	9.81	738
367	3600	36×10^3	0.102	1	75.3
4.88	47.88	478.8	1.356×10^{-3}	13.3×10^{-3}	1

表21-3-12 运动粘度(厘沲)与恩氏粘度(条件度)对照

cSt	°E	cSt	°E	cSt	°E	cSt	°E	cSt	°E
厘 沲	条件度	厘 沲	条件度	厘 沲	条件度	厘 沲	条件度	厘 沲	条件度
1.00	1.00	9.60	1.82	18.2	2.74	37.0	5.11	78.0	10.5
1.20	1.02	9.80	1.84	18.4	2.76	37.6	5.18	79.0	10.7
1.40	1.04	10.0	1.86	18.6	2.79	38.0	5.24	80.0	10.8
1.60	1.06	10.2	1.88	18.8	2.81	38.6	5.31	81.0	10.9
1.80	1.08	10.4	1.90	19.0	2.83	39.0	5.37	82.0	11.1
2.00	1.10	10.6	1.92	19.2	2.86	40.0	5.50	83.0	11.2
2.20	1.12	10.8	1.94	19.4	2.88	41.0	5.63	84.0	11.4
2.40	1.14	11.0	1.96	19.6	2.90	42.0	5.76	85.0	11.5
2.60	1.16	11.2	1.98	19.8	2.92	43.0	5.89	86.0	11.6
2.80	1.18	11.4	2.00	20.0	2.95	44.0	6.02	87.0	11.8
3.00	1.20	11.6	2.01	20.6	3.02	45.0	6.16	88.0	11.9
3.20	1.21	11.8	2.03	21.0	3.07	46.0	6.28	89.0	12.0
3.40	1.23	12.0	2.05	21.6	3.14	47.0	6.42	90.0	12.2
3.60	1.25	12.2	2.07	22.0	3.19	48.0	6.55	91.0	12.3
3.80	1.27	12.4	2.09	22.6	3.27	49.0	6.68	92.0	12.4
4.00	1.29	12.6	2.11	23.0	3.31	50.0	6.81	93.0	12.6
4.20	1.31	12.8	2.13	23.6	3.39	51.0	6.94	94.0	12.7
4.40	1.33	13.0	2.15	24.0	3.43	52.0	7.07	95.0	12.8
4.60	1.35	13.2	2.17	24.6	3.51	53.0	7.20	96.0	13.0
4.80	1.37	13.4	2.19	25.0	3.56	54.0	7.33	97.0	13.1
5.00	1.39	13.6	2.21	25.6	3.63	55.0	7.47	98.0	13.2
5.20	1.41	13.8	2.24	26.0	3.68	56.0	7.60	99.0	13.4
5.40	1.42	14.0	2.26	26.6	3.76	57.0	7.73	100.0	13.5
5.60	1.44	14.2	2.28	27.0	3.81	58.0	7.86	101.0	13.6
5.80	1.46	14.4	2.30	27.6	3.89	59.0	8.00	102.0	13.8
6.00	1.48	14.6	2.33	28.0	3.95	60.0	8.13	103.0	13.9
6.20	1.50	14.8	2.35	28.6	4.02	61.0	8.26	104.0	14.1
6.40	1.52	15.0	2.37	29.0	4.07	62.0	8.40	105.0	14.2
6.60	1.54	15.2	2.39	29.6	4.15	63.0	8.53	106.0	14.3
6.80	1.56	15.4	2.42	30.0	4.20	64.0	8.66	107.0	14.5
7.00	1.57	15.6	2.44	30.6	4.27	65.0	8.80	108.0	14.6
7.20	1.59	15.8	2.46	31.0	4.33	66.0	8.93	109.0	14.7
7.40	1.61	16.0	2.48	31.6	4.41	67.0	9.06	110.0	14.9
7.60	1.63	16.2	2.51	32.0	4.46	68.0	9.20	111.0	15.0
7.80	1.65	16.4	2.53	32.6	4.54	69.0	9.34	112.0	15.1
8.00	1.67	16.6	2.55	33.0	4.59	70.0	9.48	113.0	15.3
8.20	1.69	16.8	2.58	33.6	4.66	71.0	9.61	114.0	15.4
8.40	1.71	17.0	2.60	34.0	4.72	72.0	9.75	115.0	15.6
8.60	1.73	17.2	2.62	34.6	4.79	73.0	9.88	116.0	15.7
8.80	1.74	17.4	2.65	35.0	4.85	74.0	10.01	117.0	15.8
9.00	1.76	17.6	2.67	35.6	4.92	75.0	10.15	118.0	16.0
9.20	1.78	17.8	2.69	36.0	4.98	76.0	10.33	119.0	16.1
9.40	1.80	18.0	2.72	36.6	5.05	77.0	10.4	120.0	16.2

注: 1. 当粘度 $\nu > 120$ 厘沲时, 按下式换算: $^{\circ}E_t = 0.135\nu_t$, $\nu_t = 7.41^{\circ}E_t$, $^{\circ}E_t$ —在温度 t 时的恩氏粘度(条件度);

ν_t —在温度 t 时的运动粘度(厘沲)。

2. 本表参照GB265—64《石油产品运动粘度测定法》编制。

3. 表中小数部分可用插入法求得近似值。

第4节 常用钢管及管件的材料性能

(一) 常用钢管的钢种类别与适用条件

钢管的钢种一般可根据钢管的品种(管子的技术标准)确定。钢管的钢种类别与适用条件列于表21-4-1。

表21-4-1 钢管钢种类别与适用条件

管子名称 (标准号)	公称通径 (mm)	钢种	使用温度 (°C)	其他条件
低压流体输送用焊接钢管 (GB 3091-82 3092-82)	6~150	软钢	0~200	用于 $P_N \leq 1.0 \text{ MPa}$
直缝卷焊钢管	200~2000	A ₃ , A ₃ F 20, 16Mn	≤ 300 -40~475	用于 $P_N \leq 1.6 \text{ MPa}$
螺旋缝焊接钢管 (SY5036~39-83)	200~2000	A ₃ , A ₃ F 16Mn	-15~300 -40~475	一般用于 $P_N \leq 1.6 \text{ MPa}$
无缝钢管 (GB8162~3-87)	5~600	10, 20, 16Mn 09Mn2V	-40~475 -40~70	
锅炉用高压无缝钢管 (GB5310-85)	10~500	20, 15MoV 12MnMoV 15CrMo 12Cr1MoV 12MoVW6S1R 12Cr2MoWV8	-40~475 ~500 350~560 400~530 400~580 400~620	
不锈钢无缝钢管 (GB2270-80)		1Cr3 1Cr18Ni9Ti CrBNi13Mo2Ti Cr25Ni20	-20~600 -196~700 -196~700 650~840	

(二) 管材用钢的使用性能

管材用钢的使用性能列于表21-4-2。

表21-4-2 管材用钢的使用性能

钢种	钢号	焊接性能		加工性能	适用温度 (°C)	用途
		预热	焊后处理			
普通碳钢	A2		好	好	≤ 350	用于制作管子、连接件、 阀门及容器、支吊架
	A3, A4		好	好	≤ 350	
优质碳钢	08, 10		极好	好	≤ 450	用于制作管子、容器
	15 20		好 好	好 可锻, 可 表面硬化	≤ 450 ≤ 450	用于制作管子、容器、螺母 用于制作管子、容器、螺 母法兰
普通低合金钢	16Mn 16MnCu 08Mn2Si		好 好 良好		300~475	用于制作管子、容器 用于制作管子、容器 用于制作管子及中压容器
	08MnCuPT1 14MnV		良好 好		-40~450	用于制作管子、容器 用于制作管子及高压容器

(续)

钢种	钢号	焊接性能		加工性能	适用温度 (°C)	用途
		预热	焊后处理			
合金结构钢	16Mo	250~300°C	700°C回火	加工前退火, 冷加工易裂	-40~520	用于制作管子、容器、法兰 用于制作管子、容器、连接件 用于制作管子、容器、法兰 用于制作耐热管子 制作耐热540°C、压力10MPa的管子 制作合成氨、高压加氢用管材 制作管子、螺栓、螺母 制作高压管子、螺栓、螺母 制作管子和锻件 制作管子和螺母 制作管子、高压连接件
	12CrMo	150~300°C	670~710回火		-40~540	
	15CrMo	250~350°C	680~720回火		-40~560	
	12CrMoV	150~300°C	670~710回火		-40~560	
	12Cr1MoV	预热	正火、回火		<580	
	18Cr3MoWVA	预热	670~700°C回火		<530	
	30CrMnSiA	板厚 $\delta > 3\text{mm}$, 150°C	尽可能进行			
	20MnV	良好			450~475	
	20CrMo	预热	视情况而定		<520	
	20CrMn	良好				
30CrMo	175°C	板厚 $\sigma > 6\text{mm}$ 需处理	-70~550			
耐热钢	Cr5Mo	350~400°C	740~760°C回火		-40~550	制作管子及阀门
	Cr22Ni14N	300°C	不需处理		1200	制作耐热管子
	Cr20Mn9Ni	300°C			1100	制作耐热管子
	25Cr18Mn11Si2N	焊接性能良好	不需处理		950~1100	用作转化炉管
	ZGCr15Ni35	可焊性好			1050	用作转化炉管
不锈钢 耐热钢	2Cr13	较高温	需处理	加工前退火, 冷加工易裂	-40~540	制作管子、阀门、连接件
	0Cr17Ti				用于制作管子	
	0Cr18Ni9	焊接性能良好, 焊后快冷			-196~600	制作管子、阀门、法兰
	1Cr18Ni9	1080~1150°C	水淬		<400	制作管子阀门、法兰
	1Cr18Ni9Ti	焊接性能良好, 焊后不需处理			-196~600	制作管子、阀门、法兰
	Cr18Ni12Mo2Ti	焊接性能尚好, 焊后不需处理			-196~700	制作管子、容器
	Cr18Ni12Mo3Ti	焊接性能尚好, 焊后不需处理			-196~600	制作管子、容器

注: 表中适用温度均指无腐蚀情况下的数据, 用于有腐蚀性介质时, 应降低使用温度的上限。

(三) 常用钢管、管件用钢的化学成分与机械性能

常用钢管、管件用钢的化学成分、力学性能列于表21-4-3。

表21-4-3 常用钢管、管件用钢的化学成分、力学性能

序号	钢号	碳 C	硅 Si	锰 Mn	铬 Cr	钼 Mo	钒 V	镍 Ni	钛 Ti	其他	硫S	磷P	抗拉强度 σ_b (MPa)	屈服点 σ_s (MPa)	伸长率 δ_5 (%)	冲击韧度 A_k (J/cm ²)	硬度 HB
1	10	0.07~0.17 0.14	0.17~0.37	0.35~0.65				<0.25			0.040	0.035	340	210	24		
2	20	0.17~0.22	0.17~0.37	0.35~0.65	<0.25			<0.25			0.040	0.040	410	250	24	50	<156
3	16Mn	0.12~0.20	0.20~0.60	1.20~1.60							0.050	0.050	520	350	21	60	
4	15MnV	0.12~0.18	0.20~0.60	1.20~1.60			0.03~0.12				0.040	0.040	500	360	19	60	
5	12CrMo	<0.15	0.20~0.40 0.40	0.40~0.70 0.70	0.40~0.70 0.55					Cu <0.30	0.040	0.040	420	270	24	140	<179

(续)

序号	钢号	碳 C	硅 Si	锰 Mn	铬 Cr	钼 Mo	钒 V	镍 Ni	钛 Ti	其他	硫 S	磷 P	抗拉强度 σ_b (MPa)	屈服点 σ_s (MPa)	伸长率 δ_5 (%)	冲击初 度 ^{akv} (J/cm ²)	硬 度 值 HB
											不大于		不小于				
6	15CrMo	0.12~ 0.18	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	0.80 ~ 1.10	0.40 ~ 0.55					0.040	0.040	450	240	21	60	<179
7	12Cr1MoV	0.08~ 0.15	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	0.90 ~ 1.20	0.25 ~ 0.35	0.15 ~ 0.30				0.040	0.040	480	260	21	60	166
8	Cr5Mo	<0.15	<0.50	<0.60	4.00 ~ 6.00	0.50 ~ 0.60					0.030	0.035	400	200	22	120	<170
9	1Cr13	0.09~ 0.15	<0.60	<0.60	12.00 ~ 14.00			<0.60			0.030	0.035	400		21 (热轧) 22 (冷拔)		121 ~ 161
10	1Cr18Ni9Ti	<0.12	<0.18	1.00~ 1.50	17.00 ~ 18.00			9.00 ~ 11.00	5× (C% 0.02) ~0.80		0.030	0.035	560 (冷拔)		40 (冷拔)		140 ~ 170
11	Cr18Ni13Mo2Ti	<0.10	<0.80	1.00~ 2.00	16.00 ~ 18.00	1.80 ~ 2.50		12.00 ~ 14.00	0.30~ 0.60		0.030	0.035	510 (热轧) 600 (冷拔)		35		
12	Cr25Ni20	<0.20	<1.00	<2.00	22.00 ~ 26.00			19.00 ~ 22.00			0.030	0.035	550	300	35		
13	ZG25	0.22~ 0.32	0.20~ 0.45	0.50~ 0.80							0.040	0.040	450	240	20	45	
14	ZG20CrMo	0.15~ 0.25	0.20~ 0.45	0.50~ 0.80	0.50 ~ 0.80	0.40 ~ 0.60					0.040	0.040	470	250	18	30	135
15	ZG20CrMoV	0.18~ 0.25	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	0.90 ~ 1.20	0.50 ~ 0.70	0.20 ~ 0.30				0.030	0.030	500	320	14	30	~140
16	ZG15Cr1Mo1V	0.12~ 0.20	~0.35	0.40~ 0.70	1.35 ~ 1.75	0.80 ~ 1.05	0.30 ~ 0.40				0.030	0.030	550	350	20	35	200 ~ 255

(四) 金属及非金属材料的密度、熔点、线膨胀系数和热导率

金属材料的密度、熔点、线膨胀系数和热导率

列于表 21-4-4。非金属材料的密度、线膨胀系数及热导率列于表 21-4-5。常用金属材料在不同温度下的线膨胀系数列于表 21-4-6，常用钢材在不同温度下的热导率列于表 21-4-7。

表21-4-4 金属材料的密度、熔点、线膨胀系数和热导率

名 称	密 度 (kg/dm ³)	熔 点 (°C)	线 膨 胀 系 数		热 导 率 (W/m·K)
			$\alpha \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	测定温度 (°C)	
碳 钢	7.85	1371~1500	11.4	20	50~60.5
合 金 钢	7.85		10.8~13.4	20~100	37.2~52.3
不 锈 钢	7.9		16.6	20~100	16.3
铸 钢	7.83	1425	11.5	20~100	50.6
灰 铸 铁	7.0~7.3	1088~1260	10.5	20~100	41.9
高 硅 铁	6.9~7.1	1200~1250			52.3
工业纯铝	2.71	643	23.5	100	214
镁铝合金	2.67	568~652	23.9	100	126.8~150
紫 铜	8.94	1084	16.6	100	383.8
无锡青铜	7.5~7.55	1040~1045	16~20	20	41.9~58.6
锡 青 铜	8.58	934	17	20	34.3~49
黄 铜	8.5~8.6	910~938	20.6~10.9	25~300	108.9~117.2
巴氏合金	7.3~10.5	232~320	23~36		20.8~38.4
铅	11.34	327	28	100	34.9
钛	4.5	1800	8.35~9.2	15	13~15.5
镍	8.8	1455	13.3	100	59.3
锡	7.2~7.75	231	23	20~60	66.3

表21-4-5 非金属材料密度、线膨胀系数及热导率

名 称	密度 (kg/dm ³)	线膨胀系数 ($\alpha \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	热导率 (W/m·K)	适用温度 (°C)
耐酸陶瓷	2.1~2.8	5.3~6.4	1.1~1.45	≤150
玻 璃	2.5	5	0.865~0.896	≤150
石棉酚醛塑料	1.5~1.7	23	0.29	120
石墨酚醛塑料	1.4~1.6	17	0.7~1.05	120
夹酚醛塑料	1.35~1.4	17~39	0.15~0.35	100~120
玻 璃 钢	1.7~1.9	7~10	0.288	-30~150
有机玻璃	1.18~1.19	60~130	0.14~0.198	-30~40
硬聚氯乙烯	1.38~1.43	60~80	0.143~0.16	-10~50
低压聚乙烯	0.94~0.96	100	0.43	-40~60
高压聚乙烯	0.92~0.93	220	0.30	-40~60
聚 丙 烯	0.9~0.91	110	0.138	0~150
聚四氟乙烯	2.1~2.3	174	0.23	-180~250
聚苯乙烯	1.05~1.08			
尼 龙 6	1.13	110~140	0.21~0.34	<100
石棉橡胶板	1.2~1.5			
衬里橡胶(硬)	1.21~1.33		0.16	0~65
衬里橡胶(软)	1.07~1.12		0.143	-25~75

表21-4-6 常用金属材料在不同温度下的线胀系数 ($\alpha \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)

材 料	温 度 ($^{\circ}\text{C}$)							
	-100~0	0~100	0~200	0~300	0~400	0~500	0~600	0~700
铝 (98%~99%)	21.0	24.0	24.5	25.0	26.1	26.6	27.9	28.3
黄 铜	16.5	17.5	18	18.5	18.9	19.3	20.0	20.5
青 铜	16.6	17.5	17.7	18.5	18.9	19.3	20.0	20.5
紫 铜	15.7	16.6	16.9	17.2	17.8	18.1	18.5	18.9
铅 (99.8%)	27.9	29.2	29.6					
碳 钢 10		11.9	12.6	12.8	13.0		14.6	
15	10.6	11.7	12.45	13.0	13.5	14.25	14.4	14.6
20	11.6	12.6	12.8	13.0				
25	11.1	12.8	12.8	13.3				
30	11.09	11.89	12.72	13.42	14.02			
35	10.5	11.5	11.9	12.6	13.3	14.05	14.2	14.6
A3		12.2	13.0		13.9		14.7	
16Mn		8.31	10.99	12.31	13.22	13.71	13.94	14.0
1Cr18Ni9Ti	16.2	16.7	17.2	17.6	18.1	18.5	18.8	19.1
Cr5Mo	10.4	11.0	11.6	12.1	12.6	13.0	13.25	13.4
Cr12	9.7	11.0	11.5	12.05	12.25	12.95	13.1	13.3
15Mo		11.0		13.0				

表21-4-7 常用钢材在不同温度下的热导率 ($\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$)

钢 号	温 度 ($^{\circ}\text{C}$)							
	20	100	200	300	400	500	600	700
A3		57.8	53.2		45.6	41.03	36.84	
A5		51.07	48.99		42.7	39.36	35.59	
08, 10		80.8	69.08		51.50	45.64		
15		56.94	52.75		44.80	37.68		
20		50.66	48.56		42.29	35.59		
25		75.36	64.48		43.97		37.68	
30		75.36	64.48		43.97	38.1		
35		75.36	64.48			37.66		
30Mn		75.36	64.48	52.34	43.97			
16Mo	49.82			44.36	15.91	38.1	34.75	
12CrMo		50.24		50.24	48.56	46.9	46.05	
20CrMo		46.05	43.96	43.12		39.78		