

# 第 4 篇

## 配管设计

07-273/370



## 第 26 章 管道布置和设计

### 1 管道设计基础

自 1996 年 4 月原国家劳动部颁布《压力管道安全管理与监察规定》后, 压力管道的安全问题已引起各方面的重视。由于压力管道分布极广, 而管道又是工程的主体, 为了保证管道的安全运行, 必须在设计、制造、安装、检验、生产等各个环节进行严格管理, 其中首先应在设计上引起足够重视。

#### 1.1 压力管道定义

压力管道是从安全角度来讲的, 并不是简单意义上的受压管道。如蒸汽管道, 有毒、易燃、易爆介质的管道, 煤气、天然气管道, 长输石油、天然气管道, 管内气(汽)体压力达 0.1MPa 的管道等, 都是压力管道; 如管内是容易引起燃烧、爆炸和强腐蚀的介质, 即使常压, 该管道仍作压力管道管理。可见压力管道的分布极为广泛, 若管理不善, 极易发生事故而造成人身伤亡和经济损失, 故压力管道已与锅炉压力容器并列为特种设备, 实行国家监察。

压力管道是指在生产、生活中使用的可能引起燃烧或中毒等危险性较大的特种设备。更具体地说, 凡具有下列属性的管道均为压力管道。

(1) 输送 GB 5044《职业性接触毒物危害程度分级》中规定的毒性程度为极度危害介质的管道。

(2) 输送 GB 50160《石油化工企业设计防火规范》及 GBJ 16《建筑设计防火规范》中规定的火灾危险性为甲、乙类介质的管道。

(3) 最高工作压力大于等于 0.1MPa (表压、下同), 输送介质为气(汽)体、液化气体的管道。

(4) 最高工作压力大于等于 0.1MPa, 输送介质为可燃、易爆、有毒、有腐蚀性的或最高工作温度高于等于标准沸点的液体的管道。

(5) 前四项规定的管道的附属设施及安全保护装置等。“管道的附属设施”是指管道体系中所用的管件(包括三通、弯头、异径管、管瓶等)、连接件(包括法兰、垫片、紧固件、盲板等)、管道设备(包括各种类阀门、过滤器、阻火器等特殊件)、支撑件(包括各种类型的管道支吊架)和阴极保护装置等。“安全保护装置”主要指超温、超压控制装置和报警等装置。

以下四条不属于压力管道监察范围。

(1) 设备本体所属管道。

(2) 军事装备、交通工具上和核装置中的管道。

(3) 输送无毒、不可燃、无腐蚀性气体, 其管道公称直径小于 150mm, 且其最高工作压力小于 1.6MPa 的管道。

(4) 入户(居民楼、庭院)前的最后一道阀门之后的生活用燃气管道及热力点(不含热力点)之后的热力管道。

从以上规定可见输送水的管道被排除在监察范围之外, 至于输送危险性相对较小的管道, 如空气、惰性气体等无毒、不可燃、无腐蚀性气体, 仅限于其管道的公称直径 $\geq 150\text{mm}$ 或其最高工作压力 $\geq 1.6\text{MPa}$ 时, 才属于压力管道的监察范围。

#### 1.2 压力管道分类

根据锅炉压力容器安全监察局制定的《压力管道设计单位资格认证与管理办法》, 将压力管道划分为三类两级十六种。

(1) 长输管道为 GA 类, 级别划分如下。

① 符合以下条件之一的长输管道为 GA1 级

a. 输送有毒、可燃、易爆气体介质, 设计压力  $p > 1.6\text{MPa}$  的管道。

b. 输送有毒、可燃、易爆液体介质, 输送距离 $\geq 200\text{km}$ 且管道公称直径  $DN \geq 300\text{mm}$  的管道。

c. 输送浆体介质, 输送距离 $\geq 50\text{km}$ 且管道公称直径  $DN \geq 150\text{mm}$  的管道。

② 符合以下条件之一的长输管道为 GA2 级

a. 输送有毒、可燃、易爆气体介质, 设计压力

$p \leq 1.6\text{MPa}$  的管道。

b. GA1 (b) 范围以外的长输管道。

c. GA1 (c) 范围以外的长输管道。

(2) 公用管道为 GB 类, 级别划分如下。

GB1——燃气管道; GB2——热力管道。

(3) 工业管道为 GC 类, 级别划分如下。

① 符合以下条件之一的工业管道为 GC1 级:

a. 输送 GB 5044《职业性接触毒物危害程度分级》中毒性程度为极度危害介质的管道;

b. 输送 GB 50160《石油化工企业设计防火规范》及 GBJ 16《建筑设计防火规范》中规定的火灾危险

① 输送距离指产地、储存库、用户间的用于输送商品介质的管道的直接距离。

性为甲、乙类可燃气体或甲类可燃液体介质，且设计压力  $p \geq 4.0 \text{MPa}$  的管道；

c. 输送可燃流体介质、有毒流体介质，设计压力  $p \geq 4.0 \text{MPa}$  且设计温度大于等于  $400^\circ\text{C}$  的管道；

d. 输送流体介质，且设计压力  $p \geq 10.0 \text{MPa}$  的管道。

② 符合以下条件之一的工业管道为 GC2 级：

a. 输送 GB 50160《石油化工企业设计防火规范》及 GBJ 16《建筑设计防火规范》中规定的火灾危险性为甲、乙类可燃气体或甲类可燃液体介质，且设计压力  $p < 4.0 \text{MPa}$  的管道；

b. 输送可燃流体介质、有毒流体介质、设计压力  $p < 4.0 \text{MPa}$  且设计温度  $\geq 400^\circ\text{C}$  的管道；

c. 输送非可燃流体介质、无毒流体介质、设计压力  $p < 10 \text{MPa}$  且设计温度  $\geq 400^\circ\text{C}$  的管道；

d. 输送流体介质，设计压力  $p < 10 \text{MPa}$  且设计温度  $< 400^\circ\text{C}$  的管道。

### 1.3 压力管道检验

《压力管道设计单位资格认证与管理办法》只对压力管道进行级别划分，至于划分后的检验，尚未作出规定。目前各设计单位均采用套用的办法解决此类问题，即按压力管道分类分级代号所指的流体介质特性和参数，套用已颁布的施工及验收规范中的相关条款。常用的施工及验收规范有 GB 50235—1997《工业金属管道工程施工及验收规范》、SH 3501—1997《石油化工剧毒、可燃介质管道工程施工及验收规范》、HG 20225—1995《化工金属管道工程施工及验收规范》；石化行业通常采用 SH 3501—1997，由于该规范只覆盖可燃性和有毒介质，故输送非可燃性和无毒介质的管道可采用 HG 20225—1995；化工行业通常只采用 HG 20225—1995，若管道特性超出上述两个规定的范围，则采用 GB 50235—1997。

考虑到三类（GA、GB、GC）压力管道在石化行业及化工行业中以 GC 类（工业管道）为主，故特编制 GC 类压力管道对照（详见表 26-1），供设计时参照。

### 1.4 常用标准规范

(1) GB 50160—1992 石油化工企业设计防火规范（1999 年局部修订条文）

(2) GB 50058—1992 爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范

(3) GB 50251—1994 输气管道工程设计规范

(4) GB 50041—1992 锅炉房设计规范

(5) GB 5044—1985 职业接触性毒物危害程度分级

(6) GB 50030—1991 氢气站设计规范

(7) GB 50253—1994 输油管道工程设计规范

(8) GB 50316—2000 工业金属管道设计规范

(9) GBJ 74—1984 石油库设计规范（1995 年局部修订条文）

(10) HG/T 20549.5—1998 化工装置管道布置设计技术规定

(11) GB/T 50265—1997 泵站设计规范

(12) HG 20667—1986 化工建设项目环境保护设计规定（原 HGJ 6）

(13) HG 20695—1987 化工管道设计规范（原 HGJ 8）

(14) HG 20519—1992 化工工艺设计施工图内容和深度统一规定

(15) HG 20559—1993 化工装置工艺系统工程设计规定（三）

(16) SH 3009—2000 石油化工企业燃气系统和可燃气体排放系统设计规范

(17) HG 20560—1997 化工工艺防静电设计导则

(18) HG 20571—1995 化工企业安全卫生设计规定

(19) SH 3054—1993 石油化工企业厂区管线综合设计规范

(20) SH 3012—2000 石油化工企业管道布置设计通则

(21) SH 3039—1991 石油化工企业非埋地管道抗震设计通则

(22) SH 3040—1991 石油化工企业蒸汽伴管及夹套管设计规范

(23) SH 3041—1991 石油化工企业管道柔性设计规范

(24) GB 50028—1993 城镇燃气设计规范

(25) SH 3073—1995 石油化工企业管道设计支吊架设计规范

(26) SH 3043—1991 石油化工企业设备管道表面色和标志

(27) HG/T 20675—1990 化工企业静电接地设计规程

(28) SH 3010—2000 石油化工企业设备和管道隔热技术规范

(29) GB 50264—1997 工艺设备及管道隔热工程设计规范

(30) SH 3022—1999 石油化工企业设备与管道涂料防腐设计与施工规范

(31) GB/T 17116.1~3—1997 管道支吊架

表 26-1 GC 类压力管道的分类分级对照

国家质量技术监督局关于压力管道类别的划分		代 号	对 应 于 SH 3501《石油化工剧毒、可燃介质管道工程施工及验收规范》的分级	对 应 于 HG 20225《化工金属管道工程施工及验收规范》的分类
分 类	分 级			
GC 1 级	(1) 输送 GB 5044《职业性接触毒物危害程度分级》中, 毒性程度为极度危害介质的管道	GC1	SHA	A
	(2) 输送 GB 50160《石油化工企业设计防火规范》及 GBJ 16《建筑设计防火规范》中规定的火灾危险性为甲、乙类可燃气体或甲类可燃液体介质, 且设计压力 $p$ 大于等于 4.0MPa 的管道	GC1	$p \geq 10\text{MPa}$ SHA $10\text{MPa} > p \geq 4\text{MPa}$ SHB I	B
	(3) 输送可燃流体介质、有毒流体介质, 设计压力 $p$ 大于等于 4.0MPa、且设计温度不小于 400℃ 的管道	GC1	$p \geq 10\text{MPa}$ SHA $10\text{MPa} > p \geq 4\text{MPa}$ , 乙 A 类液体、高度危害介质 SHB I $10\text{MPa} > p \geq 4\text{MPa}$ , 乙 B 类液体、丙类液体 SHB II	B
	(4) 输送流体介质且设计压力 $p$ 大于等于 10.0MPa 的管道	GC1	可燃介质、有毒介质 SHA 可燃介质、有毒介质 非可燃介质、无毒介质	B C
GC 2 级	(1) 输送 GB 50160《石油化工企业设计防火规范》及 GBJ 16《建筑设计防火规范》中规定的火灾危险性为甲、乙类可燃气体或甲类可燃液体介质且设计压力 $p$ 小于 4.0MPa 的管道	GC2	$p < 4\text{MPa}$ SHB I	B
	(2) 输送可燃流体介质、有毒流体介质, 设计压力 $p$ 小于 4.0MPa、且设计温度不小于 400℃ 的管道	GC2	$p < 4\text{MPa}$ , 乙 A 类液体、高度危害介质 SHB I $p < 4\text{MPa}$ , 乙 B 类液体、丙类液体 SHB II	B
	(3) 输送非可燃流体介质、无毒流体介质, 设计压力 $p$ 小于 10MPa、且设计温度不小于 400℃ 的管道	GC2		C
	(4) 输送流体介质, 设计压力 $p$ 小于 10MPa、且设计温度小于 400℃ 的管道	GC2		可燃介质、有毒介质 B 非可燃介质、无毒介质 C、D( $p \leq 1\text{MPa}$ 、 $T$ 为 $-29 \sim 186\text{℃}$ 时, 为 D 类)

工 业 管 道 GC 类

- (32) HG 21547—1993 管道用钢制插板、垫环、8字盲板
- (33) GB 7231—1987 色标规定
- (34) GB 50030—1991 氧气站设计规范
- (35) GB 50031—1991 乙炔站设计规范
- (36) GB 50072—2001 冷库设计规范
- (37) SH 3405—1996 石油化工企业钢管尺寸系列
- (38) HG/T 20553—1993 化工配管用无缝及焊接钢管尺寸选用系列
- (39) HG/T 20537.3—1992 化工装置用不锈钢焊接钢管技术要求
- (40) HG/T 20537.4—1992 化工装置用不锈钢大口径焊接钢管技术要求
- (41) GB 8163—1999 输送流体用无缝钢管
- (42) GB/T 14976—1994 流体输送用不锈钢无缝钢管
- (43) GB 12771—1991 流体输送用不锈钢焊接钢管
- (44) GB/T 3091—2001 低压流体输送用焊接钢管
- (45) GB 3087—1999 低中压锅炉用无缝钢管
- (46) GB 5310—1995 高压锅炉用无缝钢管
- (47) GB 6479—1986 化肥设备用高压无缝钢管
- (48) GB 9948—1988 石油裂化用无缝钢管
- (49) GB/T 13793—1992 直缝电焊钢管
- (50) GB 13296—1991 锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管
- (51) GB 12459—1990 钢制对焊无缝管件
- (52) GB/T 14383—1993 锻钢制承插焊管件
- (53) GB/T 14626—1993 锻钢制螺纹管件
- (54) HG/T 21632—1990 锻钢制承插焊、螺纹和对焊接管台
- (55) HG/T 21634—1988 锻钢承插焊管件
- (56) HG/T 21635—1987 碳钢、低合金钢无缝钢管对焊管件
- (57) HG/T 21631—1990 钢制有缝对焊管件
- (58) GB/T 13401—1992 钢板制对焊管件
- (59) GB/T 17185—1997 钢制法兰管件
- (60) SH 3401~3404, SH 3406—1996 石油化工钢制法兰、垫片、紧固件
- (61) SH 3407—1996 管法兰用缠绕式垫片
- (62) SH 3408—1996 钢制对焊无缝管件
- (63) SH 3409—1996 钢板制对焊管件
- (64) SH 3410—1996 锻钢制承插焊管件
- (65) GB 50235—1997 工业金属管道工程施工

及验收规范及条文说明

- (66) GB 50236—1998 现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范
- (67) SH 3501—1997 石油化工剧毒、可燃介质管道工程施工及验收规范
- (68) HG 20225—1995 化工金属管道工程施工及验收规范
- (69) GB 12221—1989 法兰连接金属阀门结构长度
- (70) GB 12224—1989 钢制阀门一般要求
- (71) GB 12225~12230—1989 通用阀门材质技术条件
- (72) GB/T 13927—1992 通用阀门压力试验
- (73) ZBJ 16006—1990 阀门的试验与检验
- (74) SH 3064—1994 石油化工钢制通用阀门选用、检验及验收

## 1.5 特殊说明

为了选材的正确与统一,在基础设计(初步设计)阶段已编制管道材料等级表,对选材要求、采用标准、管道壁厚等均已明确规定(详见本章第8节)。以下第1.7~1.13条内容可供尚未具备管道材料等级表时选材的参考。由于我国的历史原因,目前管道外径存在着两种系列:国际通用系列(HG/T 20553 A系列)及国内沿用系列(HG/T 20553 B系列),其国内沿用系列将被淘汰,设计时应尽可能采用A系列。从公称压力及管法兰,阀门来讲又有欧洲系列(PN0.25、0.6、1.0、1.6、2.5、4.0MPa等)以及美洲系列(PN2.0、5.0、11.0、15.0、26.0、42.0MPa即class 150、300、600、900、1500、2500)之分。这两个系列的法兰、阀门不能互换,因此,除了已注明体系外,凡未注明体系的表格,在参用时应特别注意,以免出错。

## 1.6 钢管壁厚

### 1.6.1 钢管壁厚表示方法

钢管壁厚的表示方法不同标准中各不相同,但主要有三种。

(1) 以管子表号表示壁厚

ANSI B36.10《焊接和无缝钢管》规定的以“Sch.”表示。管子表号是管子设计压力与设计温度下材料许用应力的比值乘以1000,并经圆整后的数值。即

$$\text{Sch.} = \frac{p}{[\sigma]'} \times 1000 \quad (26-1)$$

此公式是用于编制钢管规格系列。

ANSI B36.10 和 JIS 标准中,管子表号有: Sch. 10、20、30、40、60、80、100、120、140、160。

ANSI B36.19 中不锈钢管管子表号为 5S、10S、40S、80S。

化工行业标准 HG 20553 及石化标准 SH 3405 也采用 Sch. 号表示钢管壁厚系列。

(2) 以管子质量表示管壁厚度

美国 MSS 和 ANSI 也规定了以管子质量表示壁厚的方法,将管子壁厚分为三种。

- ① 标准质量管,以 STD 表示。
- ② 加厚管,以 XS 表示。
- ③ 特厚管,以 XXS 表示。

对于  $DN \leq 250\text{mm}$  的管子, Sch. 40 相当于 STD; 对于  $DN < 200\text{mm}$  的管子, Sch. 80 相当于 XS。

(3) 以钢管壁厚尺寸表示壁厚

中国、ISO 和日本部分钢管标准采用壁厚尺寸表示钢管壁厚。

(4) 以压力等级表示壁厚、螺纹、管件、承插管件的压力等级和配用钢管壁厚等级对应关系,见表 26-2

表 26-2 压力等级和壁厚等级对照

压力等级代号(lb)		管子壁厚等级	
螺纹管件	承插管件		
2000	3000	Sch. 80	XS
3000	6000	Sch. 160	—
6000	9000	—	XXS

1.6.2 常用公称压力下管道壁厚选用 (见表 26-3~表 26-5)

表 26-3 无缝碳钢管壁厚

/mm

材 料	PN /MPa	DN																				
		10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	
20 12CrMo 15CrMo 12Cr1MoV	≤1.6	2.5	3	3	3	3	3.5	3.5	4	4	4	4	4.5	5	6	7	7	8	8	8	9	
	2.5	2.5	3	3	3	3	3.5	3.5	4	4	4	4	4.5	5	6	7	7	8	8	9	10	
	4.0	2.5	3	3	3	3	3.5	3.5	4	4	4.5	5	5.5	7	8	9	10	11	12	13	15	
	6.4	3	3	3	3.5	3.5	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	11	12	14	16	17	19	22	
	10.0	3	3.5	3.5	4	4.5	4.5	5	6	7	8	9	10	13	15	18	20	22				
	16.0	4	4.5	5	5	6	6	7	8	9	11	13	15	19	24	26	30	34				
	20.0	4	4.5	5	6	6	7	8	9	11	13	15	18	22	28	32	36					
4.0T	3.5	4	4	4.5	5	5	5.5															
10 Cr5Mo	≤1.6	2.5	3	3	3	3	3.5	3.5	4	4.5	4	4	4.5	5.5	7	7	8	8	8	8	9	
	2.5	2.5	3	3	3	3	3.5	3.5	4	4.5	4	5	4.5	5.5	7	7	8	9	9	10	12	
	4.0	2.5	3	3	3	3	3.5	3.5	4	4.5	5	5.5	6	8	9	10	11	12	14	15	18	
	6.4	3	3	3	3.5	4	4	4.5	5	6	7	8	9	11	13	14	16	18	20	22	26	
	10.0	3	3.5	4	4	4.5	5	5.5	7	8	9	10	12	15	18	22	24	26				
	16.0	4	4.5	5	5	6	7	8	9	10	12	15	18	22	28	32	36	40				
	20.0	4	4.5	5	6	7	8	9	11	12	15	18	22	26	34	38						
4.0T	3.5	4	4	4.5	5	5	5.5															
16Mn 15MnV	≤1.6	2.5	2.5	2.5	3	3	3	3	3.5	3.5	3.5	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6	6	6	7	
	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	3	3	3.5	3.5	3.5	3.5	4	4.5	5	5.5	6	7	7	8	9	
	4.0	2.5	2.5	2.5	3	3	3	3	3.5	3.5	4	4.5	5	6	7	8	8	9	10	11	12	
	6.4	2.5	3	3	3	3.5	3.5	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	11	12	13	14	16	18	
	10.0	3	3	3.5	3.5	4	4	4.5	5	6	7	8	9	11	13	15	17	19				
	16.0	3.5	3.5	4	4.5	5	5	6	7	8	9	11	12	16	19	22	25	28				
	20.0	3.5	4	4.5	5	5.5	6	7	8	9	11	13	15	19	24	26	30					

表 26-4 无缝不锈钢管壁厚 /mm

材 料	PN /MPa	DN																			
		10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600
1Cr18Ni9Ti 含 Mo 不锈钢	≤1.0	2	2	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	3.5	3.5	3.5	4	4	4.5			
	1.6	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3.5	3.5	4	4.5	5	5			
	2.5	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	3	3.5	3.5	4	4.5	5	6	6	7			
	4.0	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10			
	6.4	2.5	2.5	2.5	3	3	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	10	11	13	14			
	4.0T	3	3.5	3.5	4	4	4	4.5													

表 26-5 焊接钢管壁厚 /mm

材 料	PN /MPa	DN															
		200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1400	1600
焊接碳钢管 (Q235A20)	0.25	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7
	0.6	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	9	10
	1.0	5	5	6	6	6	7	7	8	8	9	9	10	11	11	12	
	1.6	6	6	7	7	8	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
	2.5	7	8	9	9	10	11	12	13	15	16						
焊接不锈钢管	0.25	3	3	3	3	3.5	3.5	3.5	4	4	4	4.5	4.5				
	0.6	3	3	3.5	3.5	3.5	4	4	4.5	5	5	6	6				
	1.0	3.5	3.5	4	4.5	4.5	5	5.5	6	7	7	8					
	1.6	4	4.5	5	6	6	7	7	8	9	10						
	2.5	5	6	7	8	9	9	10	12	13	15						

注：1. 表中“4.0T”表示外径加工螺纹的管道，适用于PN≤4.0的阀件连接。

2. DN≥25的“大腐蚀余量”的碳钢管的壁厚应按表中数值再增加3mm。

3. 本表数据按承受内压计算。

4. 计算中采用以下许用应力值

20、12CrMo、15CrMo、12Cr1MoV 无缝钢管取 120.0MPa；

10、Cr5Mo 无缝钢管取 100.0MPa；

16Mn、15MnV 无缝碳钢管取 150.0MPa；

无缝不锈钢管及焊接钢管取 120.0MPa。

5. 焊接钢管采用螺旋缝电焊钢管时，最小厚度为6mm，系列应按产品标准。

6. 本表摘自化工工艺配管设计技术中心站编制的设计规定中的《管道等级及材料选用表》。

### 1.7 阀门型式选用（见表 26-6）

表 26-6 阀门型式

流体名称	管道材料	操作压力 /MPa	连接方式	阀门型式		推荐阀门 型号	保温方式
				支 管	主 管		
上 水	焊接钢管	0.1~0.4	≤2", 螺纹连接; ≥2½", 法兰连接	≤2", 球阀;	蝶阀	Q11F-1.6C DTD71F-1.6C	
清下水	焊接钢管	0.1~0.3		≥2½", 蝶阀			
生产污水	焊接钢管, 铸铁管	常压	承插, 法兰, 焊接			根据污水性 质定	



续表

流体名称	管道材料	操作压力 /MPa	连接方式	阀门型式		推荐阀门型号	保温方式
				支 管	主 管		
热 水	焊接钢管	0.1~0.3	法兰,焊接,螺纹	球阀	球阀	Q11F-1.6 Q41F-1.6	岩棉、矿物棉,硅酸铝纤维玻璃棉
热回水	焊接钢管	0.1~0.3					
自来水	镀锌焊接钢管	0.1~0.3	螺纹				
冷凝水	焊接钢管	0.1~0.8	法兰,焊接	截止阀 柱塞阀		J41T-1.6 U41S-1.6C	
蒸馏水	无毒 PVC、PE、ABS 管,玻璃管,不锈钢管(有保温要求)	0.1~0.8	法兰,卡箍	球阀		Q41F-1.6C	
蒸 汽	3"以下,焊接钢管; 3"以上,无缝钢管	0.1~0.2	法兰,焊接	柱塞阀	柱塞阀	U41S-1.6(C)	岩棉、矿物棉,硅酸铝纤维玻璃棉
	3"以下,焊接钢管; 3"以上,无缝钢管	0.1~0.4	法兰,焊接				
	3"以下,焊接钢管; 3"以上,无缝钢管	0.1~0.6	法兰,焊接				
压缩空气	< 1.0MPa 焊接钢管; > 1.0MPa 无缝钢管	0.1~1.5	法兰,焊接	球阀	球阀	Q41F-1.6C	软木,矿渣棉,泡沫聚苯乙烯,聚氨酯
惰性气体	焊接钢管	0.1~1.0	法兰,焊接				
真 空	无缝钢管或硬聚氯乙烯管	真空	法兰,焊接				
排 气		常压	法兰,焊接				
盐 水	无缝钢管	0.3~0.5	法兰,焊接				
回盐水		0.3~0.5	法兰,焊接				
酸性下水	陶瓷管、衬胶管、硬聚氯乙烯管	常压	承插,法兰				
碱性下水	无缝钢管	常压	法兰、焊接		Q41F-1.6C		

续表

流体名称	管道材料	操作压力 /MPa	连接方式	阀门型式		推荐阀门 型号	保温方式
				支管	主管		
生产物料	按生产性质 选择管材						
气体(暂时 通过)	橡胶管	<1.0					
液体(暂时 通过)	橡胶管	<0.25					

注：1. “焊接钢管”系 GB/T 3091—2001《低压流体输送用焊接钢管》的简称。

2. 截止阀将逐步由球阀取代。操作温度在 100℃ 以下的蒸馏水、盐水（回盐水）及碱液尽量选用 Q11F-1.6 或 Q41F-1.6，蒸汽尽量选用 U41S-1.6（C）。

3. GB/T 3091—2001《制剂专业用的真空、压缩空气、排气及惰性气体采用镀锌焊接钢管》。

### 1.8 法兰型式选用（见表 26-7）

表 26-7 法兰型式选用（欧洲体系）

介质或用途	管道的公称压力 /MPa	法兰的公称压力 /MPa	法兰型式	密封面代号	管法兰标准号	法兰盖标准号
水、空气、PN ≤0.3MPa 低压 蒸汽等公用工程	≤0.6	0.6	板式平焊法兰	RF	HG 20593	HG 20601
	1.0	1.0				
真空	绝压 >8kPa (>60mmHg)	1.0	带颈平焊法兰	RF	HG 20594	HG 20601
	绝压 0.1~8kPa (1~60mmHg)	1.6	带颈平焊法兰	RF	HG 20594	HG 20601
工艺介质、 蒸汽	≤1.0	1.0	带颈平焊法兰	RF	HG 20594	HG 20601
	1.6	1.6				
	2.5	2.5				
工艺介质、 蒸汽	4.0	4.0	带颈对焊法兰	凹面 FM 凸面 M	HG 20595	HG 20601
	6.3	6.3				
	10.0	10.0				
一般易燃、易 爆、中度危害(有 毒)介质	≤1.0	1.0	带颈对焊法兰	RF	HG 20595	HG 20601
	1.6	1.6				
	2.5	2.5				
	4.0	4.0	带颈对焊法兰	凹面 FM 凸面 M	HG 20595	HG 20601
	6.3	6.3				
	10.0	10.0				
极度和高度危 害(剧毒)介质	≤1.6	2.5	带颈对焊法兰	RF	HG 20595	HG 20601
	2.5	4.0	带颈对焊法兰	凹面 FM 凸面 M		
不锈钢管适用	≤1.6	0.6	对焊环松套法 兰(PJ/SE)	RF	HG 20599	HG 20602 (RF)
	1.0	1.0				
	1.6	1.6				
	2.5	2.5				

## 1.9 垫片型式选用 (见表 26-8)

表 26-8 垫片型式选用 (欧洲体系)

垫片标准号	名称	材料	型式(代号)	用途
HG 20606	非金属平垫片	橡胶 石棉橡胶 合成纤维橡胶 聚四氟乙烯	FF(全平面法兰用) RF(突面法兰用) MFM(凹凸面法兰用) TG(榫槽面法兰用)	公称压力 $PN \leq 4.0 \text{ MPa}$ , 温度 $t \leq 290^\circ\text{C}$ , 根据不同介质的要求选用
HG 20608	柔性石墨复合垫	碳素钢管道用 304(不锈钢管道用)	RF(突面法兰用) MFM(凹凸面法兰用) TG(榫槽面法兰用)	公称压力 $PN \leq 6.3 \text{ MPa}$ , 温度 $t \leq 450^\circ\text{C}$ (当用于非氧化性介质时, 如蒸汽等, 温度可达 $650^\circ\text{C}$ )。各种腐蚀性介质(不适用于有洁净要求的部位)
HG 20607	聚四氟乙烯包覆垫(只适用于突面法兰)	包覆层: 聚四氟乙烯 嵌入层: 石棉橡胶板	$DN \leq 350$ PMF 及 PMS 型 $DN \geq 200$ PFT 型	公称压力 $PN \leq 4.0 \text{ MPa}$ , 温度 $t \leq 150^\circ\text{C}$ (具有使用经验时, 可使用至 $200^\circ\text{C}$ ), 各种腐蚀性介质或有洁净要求的介质
HG 20610	缠绕式垫片	见 HG 20610 表 6.02	C 型: 突面法兰用(带外环) D 型: 突面法兰用(带内外环) B 型: 凹凸面法兰用(带内环) A 型: 榫槽面法兰用(不带内外环)	公称压力 $PN 1.6 \sim 16.0 \text{ MPa}$ , 温度 $t \leq 450^\circ\text{C}$ (当用于非氧化性介质时, 如蒸汽等, 温度可达 $450^\circ\text{C}$ ), 各种介质
HG 20612	金属环垫	10 或 08, 0Cr13 304, 316	八角垫、椭圆垫	公称压力 $PN 6.3 \sim 25.0 \text{ MPa}$ , 温度 $t 450 \sim 600^\circ\text{C}$
HG 20609	金属包覆垫	见 HG 20609 表 3-1		公称压力 $PN 2.5 \sim 10.0 \text{ MPa}$ , 温度 $t 200 \sim 500^\circ\text{C}$ , 各种介质
HG 20611	齿形组合垫	见 HG 20611 表 3-1	RF 型(突面法兰用) MFM 型(凹凸面法兰用)	公称压力 $PN 1.6 \sim 25.0 \text{ MPa}$ , 温度 $t 200 \sim 650^\circ\text{C}$ (用于氧化性介质时 $\leq 450^\circ\text{C}$ )

## 1.10 紧固件型式选用 (见表 26-9)

表 26-9 紧固件型式选用 (欧洲体系)

紧固件型式	材料或性能等级	适用范围	配用螺母
六角螺栓 (HG 20613)	8.8 级	$PN \leq 1.6 \text{ MPa}$ $t = -20 \sim +250^\circ\text{C}$ $d \leq M27$ 介质 公用工程等非易燃介质, 配用垫片为非金属平垫片	8 级 (HG 20613)
双头螺栓 (HG 20613)	8.8 级	$PN \leq 4.0 \text{ MPa}$ $t = -20 \sim +250^\circ\text{C}$ 配用垫片为非金属平垫片、聚四氟乙烯包覆垫、柔性石墨复合垫	8 级 (HG 20613)
双头螺栓 (HG 20613)	35CrMoA	$PN \leq 10.0 \text{ MPa}$ $t = 100 \sim +500^\circ\text{C}$ 配用垫片为缠绕垫片	30CrMo (HG 20613)
全螺纹螺栓 (HG 20613)	35CrMoA	$PN \leq 25.0 \text{ MPa}$ $t = -100 \sim +500^\circ\text{C}$ 配用垫片为缠绕垫片	30CrMo (HG 20613)

## 1.11 法兰、垫片、紧固件选配 (见表 26-10、表 26-11)

表 26-10 法兰、垫片、紧固件选配 (适用于欧洲体系)

垫片型式	使用压力 PN/MPa	密封面型式 <sup>①</sup>	密封面表面粗糙度	法兰型式	垫片最高使用温度/℃	紧固件型式	紧固件性能等级或材料牌号 <sup>②、③、④</sup>				
							200℃	250℃	300℃	500℃	550℃
橡胶垫片 <sup>⑤</sup>	2.0	突面、全平面	密纹水线或 $R_a 6.3 \sim 12.5$	各种型式	200	六角螺栓 双头螺栓 全螺纹螺栓	8.8 级 35CrMoA 25Cr2MoVA				
石棉橡胶板垫片 <sup>⑥</sup>	2.0	突面、全平面	密纹水线或 $R_a 6.3 \sim 12.5$	各种型式	300	六角螺栓 双头螺栓 全螺纹螺栓	8.8 级 35CrMoA 25Cr2MoVA				
合成纤维橡胶垫片	2.0~5.0	突面、凹凸面、 槽槽面、全平面	密纹水线或 $R_a 6.3 \sim 12.5$	各种型式	290	六角螺栓 双头螺栓 全螺纹螺栓	8.8 级 35CrMoA 25Cr2MoVA				
聚四氟乙烯垫片(改性或填充)	2.0~5.0	突面、凹凸面、 槽槽面、全平面	密纹水线或 $R_a 6.3 \sim 12.5$	各种型式	260	六角螺栓 双头螺栓 全螺纹螺栓	8.8 级 35CrMoA 25Cr2MoVA				
柔性石墨复合垫	2.0~11.0	突面、凹凸面、 槽槽面	密纹水线或 $R_a 6.3 \sim 12.5$	各种型式	650(450)	六角螺栓 双头螺栓 全螺纹螺栓	8.8 级 35CrMoA 25Cr2MoVA			35CrMoA 25Cr2MoVA	
聚四氟乙烯包覆垫	2.0~5.0	突面	密纹水线或 $R_a 6.3 \sim 12.5$	各种型式	150(200)	六角螺栓 双头螺栓 全螺纹螺栓	8.8 级 35CrMoA 25Cr2MoVA				
缠绕垫	2.0~26.0	突面、凹凸面、 槽槽面	$R_a 3.2 \sim 6.3$	带颈平焊法兰 带颈对焊法兰 整体法兰 承插焊法兰 对焊环松套法兰 法兰盖	650	双头螺栓 全螺纹螺栓				35CrMoA 25Cr2MoVA	

续表

垫片型式	使用压力 PN/MPa	密封面型式 <sup>①</sup>	密封面表面粗糙度	法兰型式	垫片最高使用温度/℃	紧固件型式	紧固件性能等级或材料牌号 <sup>②、③、④</sup>				
							200℃	250℃	300℃	500℃	550℃
金属包覆盖垫	5.0~15.0	突面	$R_a 1.6 \sim 3.2$ (碳钢) $R_a 0.8 \sim 1.6$ (不锈钢)	带颈对焊法兰 整体法兰 法兰盖	500	双头螺栓 全螺纹螺栓				35CrMoA 25Cr2MoVA	
齿形组合垫	5.0~42.0	突面	$R_a 3.2 \sim 6.3$	带颈平焊法兰 带颈对焊法兰 整体法兰 承插焊法兰 法兰盖	650	双头螺栓 全螺纹螺栓				35CrMoA 25Cr2MoVA	25Cr2MoVA
金属环垫	11.0~42.0	环连接面	$R_a 0.8 \sim 1.6$ (碳钢、铸钢) $R_a 0.4 \sim 0.8$ (不锈钢)	带颈对焊法兰 整体法兰 承插焊法兰 法兰盖	600	双头螺栓 全螺纹螺栓				35CrMoA 25Cr2MoVA	25Cr2MoVA

① 凹凸面、榫槽面仅用于  $PN \geq 5.0$  MPa (class 300)、DN15~600mm 的整体法兰、带颈对焊法兰、带颈平焊法兰、承插焊法兰和法兰盖。

② 表列紧固件使用温度系指紧固件的金属温度。

③ 表列螺栓、螺母材料可在比表列温度低的温度范围 (不低于  $-20^\circ\text{C}$ )，但不宜使用在比表列温度高的温度范围。

④ 表列紧固件材料，除 35CrMoA 外，使用温度下限为  $-20^\circ\text{C}$ ，35CrMoA 使用温度低于  $-20^\circ\text{C}$  时应进行低温下比冲击试验。最低使用温度为  $-100^\circ\text{C}$ 。

⑤ 各种天然橡胶及合成橡胶使用温度范围不同，详见 HG 20627。

⑥ 石棉橡胶板的  $p \cdot t \leq 650$  MPa·℃。

表 26-11 法兰、垫片、紧固件选配 (适用于美洲体系)

垫片型式	使用压力 PN/MPa	密封面型式 <sup>①</sup>	密封面表面粗糙度	法兰型式	垫片最高使用温度/℃	紧固件型式	紧固件性能等级或材料牌号 <sup>②、③、④</sup>				
							200℃	250℃	300℃	500℃	550℃
橡胶垫片 <sup>⑤</sup>	≤1.6	突面、凹凸面、 榫槽面、全平面	密纹水线或 R <sub>a</sub> 6.3~12.5	各种型式	200	六角螺栓 双头螺栓 全螺纹螺栓	8.8级 35CrMoA 25Cr2MoVA				
石棉橡胶板 垫片 <sup>⑥</sup>	≤2.5	突面、凹凸面、 榫槽面、全平面	密纹水线或 R <sub>a</sub> 6.3~12.5	各种型式	300	六角螺栓 双头螺栓 全螺纹螺栓	8.8级 35CrMoA 25Cr2MoVA				
合成纤维橡胶 垫片	≤4.0	突面、凹凸面、 榫槽面、全平面	密纹水线或 R <sub>a</sub> 6.3~12.5	各种型式	290	六角螺栓 双头螺栓 全螺纹螺栓	8.8级 35CrMoA 25Cr2MoVA				
聚四氟乙烯垫 片(改性或填充)	≤4.0	突面、凹凸面、 榫槽面、全平面	密纹水线或 R <sub>a</sub> 6.3~12.5	各种型式	260	六角螺栓 双头螺栓 全螺纹螺栓	8.8级 35CrMoA 25Cr2MoVA				
柔性石墨复合 垫	1.0~6.3	突面、凹凸面、 榫槽面	密纹水线或 R <sub>a</sub> 6.3~12.5	各种型式	650(450)	六角螺栓 双头螺栓 全螺纹螺栓	8.8级 35CrMoA 25Cr2MoVA				35CrMoA 25Cr2MoVA
聚四氟乙烯包 覆垫	0.6~4.0	突面	密纹水线或 R <sub>a</sub> 6.3~12.5	各种型式	150(200)	六角螺栓 双头螺栓 全螺纹螺栓	8.8级 35CrMoA 25Cr2MoVA				
缠绕垫	1.6~16.0	突面、凹凸面、 榫槽面	R <sub>a</sub> 3.2~6.3	带颈平焊法兰 带颈对焊法兰 整体法兰 承插焊法兰 对焊环松套法兰 法兰盖	650	双头螺栓 全螺纹螺栓					35CrMoA 25Cr2MoVA

续表

垫片型式	使用压力 PN/MPa	密封面型式 <sup>①</sup>	密封面表面粗糙度	法兰型式	垫片最高使用温度/℃	紧固件型式	紧固件性能等级或材料牌号 <sup>②、③、④</sup>				
							200℃	250℃	300℃	500℃	550℃
金属包覆垫	2.5~10.0	突面	$R_a$ 1.6~3.2(碳钢) $R_a$ 0.8~1.6(不锈钢)	带颈对焊法兰 整体法兰 法兰盖	500	双头螺栓 全螺纹螺栓				35CrMoA 25Cr2MoVA	
齿形组合垫	1.6~25.0	突面、凹凸面	$R_a$ 3.2~6.3	带颈对焊法兰 整体法兰 法兰盖	650	双头螺栓 全螺纹螺栓				35CrMoA 25Cr2MoVA	
金属环垫	6.3~25.0	环连接面	$R_a$ 0.8~1.6(碳钢、铬钼钢) $R_a$ 0.4~0.8(不锈钢)	带颈对焊法兰 整体法兰 法兰盖	600	双头螺栓 全螺纹螺栓				35CrMoA 25Cr2MoVA	

- ① 凹凸面、槽槽面仅用于 PN1.0~16.0MPa、DN10~600mm 的整体法兰、带颈对焊法兰、带颈平焊法兰、承插焊法兰、平焊环松套法兰、法兰盖和衬里法兰盖。
- ② 表列紧固件使用温度系指紧固件的金属温度。
- ③ 表列螺栓、螺柱材料可使用在比表列温度低的温度范围(不低于-20℃),但不宜使用在比表列温度高的温度范围。
- ④ 表列紧固件材料,除 35CrMoA 外,使用温度下限为-20℃,35CrMoA 使用温度低于-20℃时应进行低温下比冲击试验。最低使用温度-100℃。
- ⑤ 各种天然橡胶及合成橡胶使用温度范围不同,详见 HG 20606。
- ⑥ 石棉橡胶板的  $p \cdot t \leq 650 \text{MPa} \cdot \text{℃}$ 。

## 1.12 常用管道的类型、选材和用途 (见表 26-12)

表 26-12 常用管道的类型、选材和用途

序号	管道类型	选用材料	一般用途	标准号
1	无缝钢管	中低压用	普通碳素钢、优质碳素钢、低合金钢、合金结构钢	输送对碳钢无腐蚀或腐蚀速度很小的各种流体 GB 8163—1999 GB 3087—1999 GB 9948—1988
		高温高压用	20G、15CrMo、12Cr2Mo等	合成氨、尿素、甲醇生产中大量使用 GB 5310—1995 GB 6479—1986
		不锈钢	1Cr18Ni9Ti等	液碱、丁醛、丁醇、液氮、硝酸、硝酸溶液的输送 GB/T 14976—1994
2	焊接钢管	水煤气输送钢管	Q235-A	适用于输送水、压缩空气、煤气、冷凝水和采暖系统的管路 GB 3091—2001 GB 9771.1—1997 SY 5036—1983 HG 20537-3.4—1992
		双面埋弧自动焊大直径焊接钢管		
		螺旋缝电焊钢管	Q235、16Mn等	
		不锈钢焊接钢管	1Cr18Ni9Ti等	
3	金属软管	钎焊不锈钢软管	1Cr18Ni9Ti	一般适用于输送带有腐蚀性气体
		P2型耐压软管	低碳镀锌钢带	一般用于输送中性的液体、气体及混合物
		P3型吸尘管	低碳镀锌钢带	一般用于通风、吸尘的管道
		PM1型耐压管	低碳镀锌钢带	一般用于输送中性液体
4	有色金属	铜管和黄铜管	T2、T3、T4、TUP、TU1、TU2、H68、H62	适用于一般工业部门,用作机器和真空设备上的管路及压力小于10MPa时的氧气管道 GB 1527~1530—1997
		铅及其合金管	纯铅, Pb4、Pb5、Pb6、铅铋合金(硬铅), PbSb4、PbSb6、PbSb8	适用于化学、染料、制药及其他工业部门作耐酸材料的管道,如输送15%~65%的硫酸、干或湿的二氧化硫、60%的氢氟酸、浓度小于80%的乙酸,铅管的最高使用温度为200℃,但温度高于140℃时,不宜在压力下使用 GB 1472—1988
		铝及其合金	L2、L3、工业纯铝	铝管用于输送脂肪酸、硫化氢及二氧化碳,铝管最高使用温度200℃,温度高于160℃时,不宜在压力下使用,铝管还可以用于输送浓硝酸、乙酸、蚁酸、硫的化合物及硫酸盐。不能用于盐酸、碱液,特别是含氯离子的化合物。铝管不可用对铝有腐蚀的碳酸镁、含碱玻璃棉保温 GB 6893—2000 GB 4436—1995
5	纤维缠绕玻璃钢	承插胶黏直管、对接直管和O形环承插连接直管	玻璃钢	一般用在公称压力0.6~1.6MPa、公称直径大于50mm的管道上 HG/T 21633—1991
		玻璃钢管	玻璃钢	低压接触成型直管使用压力小于等于0.6MPa,长丝缠绕直管使用压力小于等于1.6MPa
6	增强聚丙烯管	聚丙烯	具有轻质高强、耐腐蚀性好、致密性好,价格低等特点。使用温度为120℃,使用压力为小于等于1.0MPa HG 20539—1992	



续表

序号	管道类型	选用材料	一般用途	标准号
7	玻璃钢增强聚丙烯复合管	玻璃钢、聚丙烯	一般用于公称直径 15~400mm, PN 小于等于 1.6MPa 的管道上	HG/T 21579—1995
8	玻璃钢增强聚氯乙烯复合管	玻璃钢、聚氯乙烯	使用压力小于等于 1.6MPa	HG/T 21636—1987 (规格尺寸) HG 20520—1992 (设计规定)
9	钢衬改性聚丙烯管	钢、聚丙烯	使用压力可大于 1.6MPa	
10	钢衬聚四氟乙烯推压管	钢、聚四氟乙烯	使用压力可大于 1.6MPa	HG/T 21562—1994
11	钢衬高性能聚乙烯管	钢、聚乙烯	具有耐腐蚀、耐磨损等特点	
12	钢喷涂聚乙烯管	钢、聚乙烯	使用压力小于等于 0.6MPa	
13	钢衬橡胶管	钢、橡胶	使用压力可大于 1.6MPa	HG 21501—1993
14	钢衬玻璃管	钢、玻璃	使用压力可大于 1.6MPa	
15	搪玻璃管	钢、瓷釉	使用压力小于 0.6MPa	HG/T 2130—1991
16	化工用硬聚氯乙烯管 (UPVC)	聚氯乙烯	使用压力小于等于 1.6MPa	GB/T 4219—1996
17	ABS 管	ABS	使用压力小于等于 0.6MPa	
18	耐酸陶瓷管	陶瓷	使用压力小于等于 0.6MPa	
19	聚丙烯管	聚丙烯	一般用于化工防腐蚀管道上	
20	氟塑料管	聚四氟乙烯	耐腐蚀,且耐负压	
21	输水、吸水胶管	橡胶	① 夹套输水胶管,输送常温水 and 一般中性液体,公称压力小于等于 0.7MPa ② 纤维缠绕输水胶管,输送常温水,工作压力小于等于 1.0MPa ③ 吸水胶管,适用于常温水 and 一般中性液体	HG 2184—1991
22	夹布输气管	橡胶	一般适用输送压缩空气和惰性气体用	
23	输油、吸油胶管	耐油橡胶	① 夹布吸油胶管,适用于输送 40℃ 以下的汽油、煤油、柴油、机油、润滑油及其他矿物油类。工作压力小于等于 1.0MPa ② 吸油胶管,适用于抽吸 40℃ 以下的汽油、煤油、柴油以及其他矿物油类	
24	输酸、吸酸胶管	耐酸胶	① 夹布输稀酸(碱)胶管,适用于输送浓度在 40% 以下的稀酸(碱)溶液(硝酸除外) ② 吸稀酸(碱)胶管,适用于抽吸浓度在 40% 以下的稀酸(碱)溶液(硝酸除外) ③ 吸浓硫酸管,适用于抽吸浓度在 95% 以下的浓硫酸及 40% 以下的硝酸	
25	蒸汽胶管	合成胶	① 夹布蒸汽胶管,适用于输送压力小于等于 0.4MPa 的饱和蒸汽或温度小于等于 150℃ 的热水 ② 钢丝编织蒸汽胶管、供输送压力小于等于 1.0MPa 的饱和蒸汽	