

石油化工装置
工艺管道安装设计手册

第二篇

管道器材

(修订本)

中国石化出版社

石油化工装置 工艺管道安装设计手册

第二篇 管道器材

(修订本)

张德姜 王怀义 刘绍叶 主编

中国石化出版社

50058

内 容 提 要

本套设计手册共四篇，按篇分册出版。第一篇设计与计算；第二篇管道器材；第三篇阀门；第四篇相关标准。

第一篇在说明设计与计算方法的同时，力求讲清基本道理与基础理论，以利于初学设计者理解安装设计原则，从而提高安装设计人员处理问题的应变能力。在给出大量设计资料的同时，将有关国家及中国石化总公司标准贯穿其中，还适当介绍 ANSI、JIS、DIN、BS 等标准中的有关内容。

第二、三篇为设计提供有关管道器材、阀门的选用资料。

第四篇汇编了有关的设计标准及规定。

本手册出版后，还将陆续出版《管道支吊架》《小型设备》等图册。图册中的施工详图图号将与本手册中提供的图号一一对应，以便设计者与施工单位直接选用。

本书图文并茂，表格资料齐全，内容丰富，不仅可作为设计人员的工具书，同时又是培训初学设计人员的教材。

图书在版编目(CIP)数据

石油化工装置工艺管道安装设计手册 第二篇:管道器材/张德姜等主编, -修订本. -北京:中国石化出版社, 1994(1998重印)
ISBN 7-80043-293-9

I.石… II.张… III.①石油化工-石油管道-安装-手册②石油化工-石油管道-设计-手册 IV.TE973.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 03284 号

责任编辑:汪霞倩
潘向阳

中国石化出版社出版
(北京东城区安外 58 号 邮政编码:100011)
中国纺织出版社印刷厂排版
海丰印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 52.75 印张 1339 千字 印 11001—14000
1994 年 3 月北京第 1 版 1998 年 7 月北京第 2 次印刷
ISBN 7-80043-293-9/TH·048 定价:100.00 元

前 言

石油化工装置的管道器材，一般包括管子、管件、阀门、法兰、垫片和紧固件以及其它管道组成件，例如过滤器、分离器、阻火器等。

在石油化工装置建设中，装置的管道工程费约占装置投资的 10~30%。据统计，管道工程费中的比率概略如下（各项费用包括主材费和安装费）：

管子费用约占 25%；

管件费用、法兰、垫片及紧固件约占 22.5%；

阀门费用约占 47.5%；

管道保温费用约占 5.0%。

从工程实物量分析，一般一台单体设备约需 100~200m 管道，而每百米管道平均有 10~17 个阀门、20 对法兰及 20 个支吊架。从各国历年石油化工厂发生事故原因分析，有许多事故是因管道系统发生问题而引起的。在我国，由于管道器材选用不当或质量低劣以及施工质量不好等原因造成物料泄漏而引起的火灾、爆炸等重大事故曾发生多起。据日本化工协会 1983 年对 697 起事故的调查分析表明，在 275 起泄漏事故中有 44% 是由于配管问题造成的。因此，如何正确选择管道器材，对安全生产和装置建设的经济性是至关重要的。

目 录

前言

第一章 管子

第一节 管子的分类	1
一 按用途、材质、形状分类	1
二 常用分类方法	1
第二节 钢管	2
一 钢管的种类	2
二 配管用钢管标准对照	2
三 钢管的尺寸系列	11
四 高压管道用钢管	16
第三节 非金属管和衬里管	27
一 聚氯乙烯管 (PVC 管)	27
二 聚乙烯管 (PE 管)	33
三 聚丙烯管 (PP 管)	35
四 玻璃钢管 (FRP 管)	40
五 聚氯乙烯/玻璃钢 (PVC/FRP) 复合管	47
六 聚丙烯/玻璃钢复合管 (PP/FRP 复合管)	49
七 不透性石墨管	50
八 衬里管	54
九 胶管	65
十 其它	70
第四节 钢管材料及其选择	74
一 碳素钢和合金钢	74
二 高温用钢管的材料	75
三 耐热用钢管的材料	76
四 低温用钢管的材料	77
五 耐腐蚀材料	81
六 钢中常见元素对钢的各种性能的影响	93
附表 1 输送流体用无缝钢管	100
附表 2 石油裂化用无缝钢管	112

附表 3 化肥设备用高压无缝钢管	113
附表 4 不锈钢无缝钢管	114
附表 5 流体输送用不锈 钢焊接钢管	117
附表 6 低压流体输送用焊接钢管	120
附表 7 低压流体输送用镀锌焊接钢管	121
附表 8 普通流体输送管道 用螺旋缝埋弧焊钢管	122
附表 9 普通流体输送管道 用螺旋缝高频焊钢管	123
附表 10 低压流体输送用大 直径电焊钢管	123
附表 11 铝及铝合金加工产品的 分组、代号及化学成分	124
附表 11/1 铝的耐腐蚀性能	125
附表 11/2 冷拉铝及铝合金 圆管的规格	126
附表 11/3 热挤压铝及铝合金圆管的规格	127
附表 11/4 常用铝及铝合金 管理论重量	129
附表 11/5 常用铝管的机械性能	129
附表 12 加工铜的组别、牌号、代 号及主要化学成分	130
附表 12/1 加工黄铜的组别、代号 及其主要化学成分	131
附表 12/2 黄铜的耐腐蚀性	132
附表 12/3 紫铜的耐腐性能	133
附表 12/4 拉制铜管规格	134
附表 12/5 挤制铜管规格 (GB1528-79)	134
附表 12/6 拉制黄铜管规格	135
附表 12/7 挤制黄铜管规格 (GB1530-79)	135

三 螺栓、螺母材料	533	三 超高压阀	641
四 螺栓、螺母尺寸及近似重量	535	四 蒸汽减温减压阀	641
第三节 垫片	550	五 泵保护用自动再循环控制阀	643
一 概述	550	第四节 蒸汽疏水阀	644
二 非金属垫片	554	一 疏水阀的分类	645
三 半金属垫片	565	二 疏水阀的工作原理和特征	645
四 金属垫片	578	三 疏水阀的主要技术性能	651
第四节 PN220.PN320 法兰及紧固件	587	四 疏水阀的选用	658
一 概述	587	五 选用疏水阀的几点注意事项	658
二 材料选择	587	六 疏水阀的选择	659
三 管道法兰连接	589	第五节 减压阀	660
四 拧入式法兰连接	593	一 减压阀的分类	660
五 带专用透镜垫和差压板的 法兰连接	596	二 减压阀的结构特征及其原理	660
六 管子和管件的端部加工	607	三 减压阀的性能	662
七 螺纹法兰	611	第六节 阀门的密封性能	663
八 盲板	612	一 泄漏标准	663
九 双头螺栓	613	二 密封原理	663
十 螺母	613	三 阀门密封面	664
十一 透镜垫和无孔透镜垫	616	四 阀杆密封	664
第五节 真空管道法兰	619	第七节 阀门流量特性	666
一 概述	619	一 阀门的内在流量特征	666
二 材料选择	619	二 阀门中的汽蚀	666
三 加工要求	619	三 阀门运行时的水锤	667
四 气密试验	620	四 阀门噪声的衰减	668
五 法兰结构尺寸	620	第八节 阀门材料	668
第四章 阀门		一 石化用通用阀门	668
第一节 阀门的分类与选择	624	二 API 阀门	673
一 阀门的分类	624	附录 1 美国(ASTM)标准钢材化学 成份及机械性能	674
二 阀门的选用	625	附录 2 日本 JIS 标准钢材化学 成份及机械性能	685
三 阀门类型的选择	625	附录 3 引进装置阀门常用填料简介	699
第二节 常用阀门结构特征及其应用	625	附录 4 引进装置阀门常用垫片简介	701
一 闸阀	625	第五章 管道用小型设备	
二 截止阀、节流阀	629	第一节 蒸汽分水器	703
三 止回阀	631	第二节 乏汽分油器	704
四 旋塞阀	633		
五 球阀	635		
六 蝶阀	636		
七 隔膜阀	638		

第三节 过滤器	704	第十五节 静态混合器	780
一 立式过滤器(永久性)	705	第十六节 浮动式收油器	784
二 管道用三通过滤器	713	第十七节 通风管道用蝶阀	785
三 临时过滤器	736	第六章 管道等级表	
第四节 阻火器	740	第一节 管道等级代号的确定	787
第五节 视镜	741	第二节 石油化工装置管道设计	
第六节 漏斗	752	常用管道等级表	788
第七节 软管接头	752	第七章 管道材料的设计附加裕量	
第八节 压缩空气净化设施	754	一 概述	816
一 压缩空气除油器	754	二 设计附加裕量与备品备件的区别	816
二 压缩空气除尘器	756	三 附加余量	816
三 压缩空气净化器	758	附录 常用型钢物理参数	819
四 空气干燥器	759	一 热轧工字钢(GB706-88)	819
第九节 排气帽和防雨帽	763	二 热轧槽钢(GB707-88)	820
第十节 取样冷却器	765	三 热轧等边角钢(GB9787-88)	822
第十一节 事故洗眼淋浴器	766	四 热轧不等边角钢(GB9788-88)	829
第十二节 消声器	770		
第十三节 立式气动泵	775		
第十四节 取样阀、放料阀及取			
样阀配套附件	776		

第一章 管子

第一节 管子的分类

一、按用途、材质、形状分类

- (1) 按用途分类, 可分为流体输送用、传热用、结构用和其它用等。
- (2) 按材质分类, 可分为金属管、非金属管。
- (3) 按形状分类, 可分为套管、翅片管、各种衬里管等。
- (4) 其它, 例如钻井用等。

二、常用分类方法

(一) 按用途分类

(1) 输送用和传热用, 在我国可分为流体输送用, 长输(输油气)管道用、石油裂化用、化肥用、锅炉用、换热器用。在日本可分为普通配管用、压力配管用, 高压用、高温用、高温耐热用, 低温用、耐腐蚀用等。

(2) 结构用, 通常分为普通结构用, 高强度结构用, 机械结构用等。

(3) 特殊用, 例如钻井用, 试锥用、高压气体容器用等。

(二) 按材质分类

按管子的材料分类, 如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 管子按材质分类

大分类	中分类	小分类	管子名称举例
金属管	铁管	铸铁管	承压铸铁管(砂型离心铸铁管、连续铸铁管)
	钢管	碳素钢管	B ₃ F 焊接钢管, 10、20 号钢无缝钢管, 优质碳素钢无缝钢管
		低合金钢管	16Mn 无缝钢管, 低温钢无缝钢管
		合金钢管	奥氏体不锈钢管, 耐热钢无缝钢管
	有色金属管	铜及铜合金管	拉制及挤制黄铜管、紫铜管、铜镍合金(蒙乃尔等)
		铅管	铅管, 铅铋合金管
		铝管	冷拉铝及铝合金圆管, 热挤压铝及铝合金圆管
钛管		钛管及钛合金管 (Ti-2Al-1.5Mn, Ti-6Al-6V-2Sn-0.5Cu-0.5Fe)	

大分类	中分类	小分类	管子名称举例
非 金 属 管		橡胶管	输气胶管, 输水吸水胶管, 输油、吸油胶管, 蒸汽胶管
		塑料管	酚醛塑料管, 耐酸酚醛塑料管, 硬聚氯乙烯管, 高、低密度聚乙烯管, 聚丙烯管, 聚四氟乙烯管, ABS管, PVC / FRP复合管, 高压聚乙烯管
		石棉水泥管	
		石墨管	不透性石墨管
		玻璃管陶瓷管	化工陶瓷管(耐酸陶、耐酸耐温陶、工业瓷管)
	玻璃钢管	聚脂玻璃钢管, 环氧玻璃钢管, 酚醛玻璃钢管, 呋喃玻璃钢管	
	衬里管		橡胶衬里管, 钢塑复合管, 涂塑钢管

第二节 钢 管

一、钢管的种类

适用于配管用钢管的种类、规格尺寸和适用范围, 各国均有国家或协会(学会)标准、行业标准以及生产厂家的标准。

在我国与钢管相关的标准有国家标准(GB)和冶金工业部标准(YB及YB(T))以及原石油部标准(SY)。常用配管用钢管如表1-2-1所示。

在日本有日本工业标准(JIS)及日本石油协会标准(JPI), 如表1-2-2所示。在美国有美国国家标准(ANSI)和美国材料与试验协会标准(ASTM)和美国石油协会(API)标准, 美国水道协会标准(AWWA)。在德国有国家标准(DIN)。在英国有英国标准(BS)。在原苏联有ГОСТ标准钢管。

二、配管用钢管标准对照

表1-2-3是我国常用配管用钢管与日本、美国等国家各种标准的钢管对照表。

表 1-2-1 中国常用配管用钢管

钢管名称及标准号	规格尺寸范围	钢号	制造方法或/和交货状态	适用范围	注
低压流体输送用镀锌焊接钢管 GB/T3091-93	DN (mm) 6~150 普通管,加强管	Q195 Q215A Q235A	炉焊、电焊 以不带螺纹交货 >DN10mm 钢管可带螺纹,每根镀锌管带一个钢制或可锻铸铁的镀锌管接头	0~100℃ ≤0.6MPa,水、空气	
低压流体输送用焊接钢管 GB/T3092-93	DN (mm) 6~150 普通管,加强管	Q195 Q215A Q235A	炉焊、电焊 以不带螺纹按原制造状态 >DN10mm 的钢管可带螺纹	0~100℃ ≤0.6MPa,水、空气	
流体输送用电焊钢管 YB(T)30-86	DN6 ~ 150 薄壁管 普通管 加厚管	Q195 Q215A Q235A	电焊 以不带螺纹按原制造状态 >DN10mm 的钢管可带螺纹①	0~100℃ ≤0.6MPa,水、空气	① YB822-57《圆锥状管螺纹》
输送流体用无缝钢管 GB8163-87	热轧外径 Φ32 ~ 630 冷拔外径 Φ6~200	10 } 优质碳素钢 20 } 09MnV 16Mn	热轧(挤压、扩)以热轧状态或热处理状态 冷拔(轧)管以热处理状态	-20~450℃ -20~450℃ -70~100℃ -40~450℃	代替 YB231-70
石油裂化用无缝钢管 GB9948-88	外径 10~273	10 } 优质碳素钢 20 }	热轧管终轧,冷拔管正火	炉管,换热器管和配管用	代替 YB237-70
		12CrMo } 合金钢 15CrMo }	热轧管终轧+回火 冷拔管正火+回火	-40~525℃ -40~550℃	
		1Cr2Mo } 耐热钢 1Cr5Mo }	热轧管终轧+回火 冷拔管正火+回火	-40~600℃ -196~700℃	
1Cr19Ni9 } 不锈钢 1Cr19Ni11Nb }	退火				
			固溶处理		

续表

钢管名称 及标准号	规格尺寸 范 围	钢 号	制造方法 交货状态	适用范围	注
低压流体输送 用大直径电焊钢 管 GB/T14980—94	$\Phi 168.3 \times 4$ ~ $\Phi 508 \times 12$	Q215 Q235A、B	钢管采用高频电阻 焊接方法制造,按制 造状态交货	水、污水、煤气、 空气、采暖蒸汽等 低压流体	
普通流体输送 管道用螺旋缝埋 弧焊钢管 SY/T5037—92	$\Phi 273 \times 5$ ~ $\Phi 2540 \times 20$	Q195 Q215 Q235	采用热轧钢带做管 坯,经常温螺旋成形, 螺旋缝采用双面自动 埋弧焊法焊接	水、煤气、空气、 采暖蒸汽等普通 流体	
普通流体输送 管道用螺旋缝高 频焊钢管 SY/T5038—92	$\Phi 168.3 \times 4$ ~ $\Phi 508 \times 10$	Q195 Q215 Q235	采用热轧钢带做管 坯,经常温螺旋成形 用高频搭接焊法或对 接焊法焊接	水、煤气、空气、 采暖蒸汽等普通 流体	

续表

钢管名称及标准号	规格尺寸范围	钢号	制造方法或和交货状态	适用范围	注
低中压锅炉用 无缝钢管 GB 3087-82	外径 $\Phi 10 \sim 426$	10 20	热轧管以热轧状态,冷拔(轧)钢管以热处理状态交货	各种结构锅炉用和机车锅炉用	精度分普通级和高级两种,其外径和壁厚的允许偏差不同
高压锅炉用无缝钢管 GB 5310-1995	外径热轧(挤、扩) $\Phi 22 \sim 530$ 冷拔(轧): $\Phi 10 \sim 108$	20MnG 20G 25MnG 15MoG ^① 20MoG ^①	正火	适于高压及其以上压力的水管锅炉受热面用的优质碳素钢,合金钢和不锈钢耐热钢无缝钢管	
		12CrMoG ^① 15CrMoG ^① 12Cr2MoG ^①	正火+回火		
		12Cr1MoVG ^①	正火+回火 壁厚 $\geq 40\text{mm}$ 调质处理		
		12Cr2MoWVTiB 12Cr3MoVSiTiB 10Cr9Mo1VNb	正火+回火		
		1Cr18Ni9 1Cr19Ni11Nb	固溶处理		
流体输送用不锈钢焊接钢管 GB 12771-91	外径 $\Phi 6 \sim 560$	1Cr18Ni9 0Cr19Ni9 00Cr19Ni11 0Cr25Ni20 0Cr17Ni12Mo2 00Cr17Ni14Mo2 0Cr18Ni11Ti (1Cr18Ni9Ti) 0Cr18Ni11Nb 00Cr17 00Cr18Mo2 0Cr13	冷轧,以热处理状态交货,也可按其它状态交货固溶处理,退火处理 采用自动电弧焊或电阻焊的焊接方法制造		

①当热轧 15MoG、20MoG、12CrMoG、15CrMoG、12Cr2MoG、12Cr1MoVG 钢管的终轧温度符合规定的正火温度时,可以热轧代替正火。

续表

钢管名称 及标准号	规格尺寸 范 围	钢 号	制造方法 交货状态	适用范围	注
流体输送用不锈 钢无缝钢管 GB/T14976-94	热轧(挤、扩) 外径 65~426 冷拔(轧) 外径 6~159	0Cr18Ni9 00Cr19Ni10 0Cr23Ni13 0Cr25Ni20 0Cr18Ni10Ti 0Cr18Ni11Nb 0Cr17Ni12Mo2 00Cr17Ni14Mo2 0Cr19Ni13Mo3 00Cr19Ni13Mo3 0Cr18Ni12Mo2Ti 1Cr18Ni12Mo2Ti 0Cr18Ni12Mo3Ti 1Cr18Ni12Mo3Ti 0Cr18Ni12Mo2Cu2 00Cr18Ni14Mo2Cu2 1Cr18Ni9Ti 0Cr13 0Cr26Ni5Mo2	热处理并酸洗	奥氏体不锈钢 -196~700℃	根据需方要求, 并经双方协议, 可生产规定之 外的钢种
化肥设备用高压 无缝钢管 GB6479-86	外径×厚 Φ14×4~ Φ273×40	10 20G 16Mn 15MnV 10MnWVNB	热轧(挤压)或冷拔 (轧)正火(当热轧管 终轧温度符合正火温 度时,允许用终轧代 替正火)	-40~400℃, 10 ~32MPa 的化工 设备和管道用	
12CrMo 12CrMo 12Cr2Mo	正火+回火				
1Cr5Mo	退火				

表 1-2-2 日本 JIS、JPI 钢管

标准名称	钢种	钢号	制造法	适用范围	标准使用温度及压力范围
配管用碳素钢钢管 JIS G3452	C	SGP	E、B	使用于压力比较低的蒸汽、水、油、气体及空气等配管	温度-15~350℃ 压力 1MPa 以下
压力配管用碳素钢钢管 JIS G3454	C C	STPG38 STPG42	E S.E	使用于 350℃ 以下的压力配管	温度-15~350℃ 压力 10MPa 以下
高压配管用碳素钢钢管 JIS G3455	C C C	STS38 STS42 STS49	S	使用于 350℃ 以下的高压配管	温度-15~350℃ 压力 10MPa~100MPa
高温配管用碳素钢钢管 JIS G3456	C C C	STPT38 STPT42 STPT49	S.E S.E S	主要用于温度超过 350℃ 的配管	温度 压力 350~400℃ — 350℃ 以下 10~30 MPa
配管用电弧焊碳素钢钢管 JIS G3457	C	STPY41	A	使用于压力比较低的蒸汽、水、油、气体、空气等配管	温度-10~350℃ 压力 1MPa 以下
配管用合金钢管 JIS G3458	Mo Cr.Mo	STPA12 STPA20 STPA22 STPA23 STPA24 STPA25 STPA26	S	主要用于高温配管	400~450℃ 450~500℃ 500~550℃ 550~600℃ 550~650℃ 600~650℃

续表

标准名称	钢种	钢号	制造法	适用范围	标准使用温度及压力范围
配管用不锈钢钢管 JIS G3459	SUS	SUS 304TP SUS 304HTP SUS 304LTP SUS 321TP SUS 321HTP SUS 316TP SUS 316HTP SUS 316LTP SUS 309STP SUS 310STP SUS 347TP SUS 347HTP SUS 329J1TP	S.A.E	耐腐蚀、耐热及高温配 管用 也可用于冰点以下的低 温配管	650~850℃ 850~1200℃ 650~850℃
低温配管用钢管 JIS G3460	C Ni Ni	STPL 39 STPL46 STPL70	S.E S S	使用于冰点以下的低温 配管	-10~-40℃ -40~-100℃
水道用镀锌钢管 JISG3442		SGPW		静压 100m 以下的水道 给水用配管	与 SGP 相同
石油工业配管用电弧 焊接碳素钢管 JPI-7S-14		PSW1 PSW2	A	石油、天然气及石化工 业各领域的气体、水、油 等配管使用	温度 压力 -10~150℃ 2.5MPa 以下 -10~450℃
石油工业压力配管用 碳素钢管 JPI-7S-5		JPISTPG38		石油、天然气及石化工 业各领域 350℃ 以下的气 体、水、油等通常使用的 配管用	温度-10~350℃ 以下 压力 10MPa 以下

注: S: Seamless 无缝的; E: Electric Resistance Welded 电阻焊

B: Butt Welded 对焊; A: Arc Welded 电弧焊

表 1-2-3 我国常用钢管与国外钢管标准钢号对照表

	中国		日本		美国			德国	原苏联	英国
	GB		JIS	JPI	ASTM	ANSI	API	DIN	ГОСТ	BS
低碳钢	3092	Q235	G3452 SGP		A120	B36.20		1629 St00		1387
低碳钢	8163 10 9948 10 6479 10		G3461 STB35					17177 St37.8 1626 St37.0 1629 St37.0	8731 10 8733 10	
低碳钢 中碳钢	8163 20 9948 20 6479 20G 5310 20G		G3456 STPT38 STPT42 G3461 STB42 G3454 STPG38 STPG42 G3455 STS38 STS42	STPG 38	A106 Gr.A A106 Gr.B A106 Gr.C A135 Gr.B A524 A53 GrA A53 GrB	B36.3 B36.1		17175M St35.8 17175M St45.8 17175 17M 1629M St35 1629M St45	550 20 8731 20 8733 20	3602 / 23(360) 3602 / 27(410) 3602 / 35(540) 3601 / 23(360) 3601 / 27(410)
16Mn	8163 16Mn		G3461 STB52					17175 19Mn5		
低温 碳钢			G3460 STPL39 G3464 STBL39		A333 / A333M 1					
C- $\frac{1}{2}$ Mo			G3458 STPA12 G3462 STBA12		A335 P1			17175 15Mo3		
$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	5310 12CrMo 6479 12CrMo 9948 12CrMo YB(T)32-86 "		G3462 STBA20 G3458 STPA20		A335 P2 K11547				550 12MX	
	2270 1Cr23Ni18		G3459 SUS310TP		A312 TP310					3605 / 钢号 805
	2270 0Cr18Ni12 Mo2Ti 2270 1Cr18Ni12 Mo2Ti		G3459 SUS316TP		A312 TP316 S31600 A376 TP316			17456 X5CrNiMo 17133 17458 X5CrNiMo 17122 17133		845
	2270 00Cr17Ni14 Mo2		G3459 SUS316LTP		A312 TP316L S31603			17456 X2CrNiMo 17132 18143 17458 X2CrNiMo 17132 18143		845L
	2270 0Cr18Ni12 Mo3Ti 2270 1Cr18Ni12 Mo3Ti		G3459 SUS317TP		A312 TP317 S31700				9940 08X 17H15M3T 9941	846