

高职高专“十二五”规划教材

化工单元操作 与仿真实训

吴晓滨 主编

陈慧英 宋丽萍 卢俊 副主编

HUAGONG DANYUAN CAOZUO
YU FANGZHEN SHIXUN



化学工业出版社

高职高专“十二五”规划教材

化工单元操作与仿真实训

吴晓滨

主 编

陈慧英

宋丽萍

卢 俊

副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书将化工操作中的工业管道及管件、化工单元操作实训、化工单元仿真实训三部分融合在一起,以典型化工产品的生产过程为载体,以岗位操作任务为引领,主要包括十个化工生产中常用的单元操作项目。训练内容包括各单元的正常开停车操作、故障排除及突发事件的处理。

本书作为高等职业院校应用化工、精细化工、煤化工专业的专业基础课教材,同时也可作为化工、煤化工相关行业的职工培训和专业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

化工单元操作与仿真实训/吴晓滨主编. —北京:化学工业出版社, 2014. 9

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-21573-4

I. ①化… II. ①吴… III. ①化工单元操作-高等职业教育-教材 IV. ①TQ02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 182852 号

责任编辑:张双进

文字编辑:孙凤英

责任校对:边涛

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张13¼ 字数342千字 2015年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:32.00 元

版权所有 违者必究

前 言

职业教育的根本是培养有较强实际动手能力和职业精神的技能型人才，而实训设备是培养这种能力的关键环节。

传统的实验设备更多是验证实验原理，缺乏对学生实际动手能力的培养，更无法实现生产现场的模拟，故障的发现、分析、处理能力等综合素质的培养。

为了实现职业技术人才的培养，必须建立现代化的实训基地，具有现代工厂情景的实训设备。本书介绍的综合实训装置把化工技术、自动化技术、网络通信技术、数据处理等最新的成果糅合在了一起，实现了工厂模拟现场化、故障模拟、故障报警、网络采集、网络控制等培训任务。按照“工学结合、校企合作”的人才培养模式，以典型的化工生产过程为载体，以具体任务为导向，以岗位操作技能为目标，真正做到学中做、做中学，形成“教、学、做、训、考”一体化的教学模式。

本书编写情况源自笔者所在学校包头轻工职业技术学院的具体情况，而且也在进行教学改革。故而，在教学过程中，各学校可视自己具体情况结合各地区行业情况对教材进行取舍。

参与本书编写的人员均为包头轻工职业技术学院教师，由吴晓滨任主编，陈慧英、宋丽萍、卢俊任副主编，参加编写的人员还有杜梅、秦祥、王燕霞、周文昌、石婷、马彬。其中第一部分及第二部分的项目一至项目八由吴晓滨编写，第二部分的项目九至项目十一由卢俊编写，第三部分项目一至项目六由陈慧英编写，第三部分项目七至项目十由宋丽萍编写，其他参编老师负责收集整理资料。全书由吴晓滨统稿。

本书在编写过程中得到了许多同事及同行的热心支持和帮助，在此表示衷心的感谢。感谢杭州言实科技有限公司的帮助、感谢北京东方仿真软件技术有限公司的帮助。

本书由于编写时间仓促，难免会有不妥之处，恳请读者给予批评指正。编者不胜感激。

编 者

2014 年 8 月

目 录

第一部分 工业管道及管件.....	1
认识项目一 工业管道及材质.....	1
认识项目二 工业管件及阀门.....	4
第二部分 化工单元操作实训	20
实操项目一 管路拆装操作实训	20
实操项目二 流体输送操作实训	40
实操项目三 流化床干燥操作实训	59
实操项目四 综合传热操作实训	68
实操项目五 转盘、脉冲填料萃取塔操作实训	82
实操项目六 吸收与解吸操作实训	86
实操项目七 精馏塔操作实训	97
实操项目八 膜分离操作实训.....	110
实操项目九 综合过滤单元操作实训.....	114
实操项目十 蒸发单元操作实训.....	123
实操项目十一 间歇式反应釜单元操作实训.....	131
第三部分 化工单元仿真实训.....	141
仿真项目一 离心泵单元仿真实训.....	141
仿真项目二 罐区单元仿真实训.....	147
仿真项目三 压缩机单元仿真实训.....	153
仿真项目四 换热器单元仿真实训.....	159
仿真项目五 精馏塔单元仿真实训.....	164
仿真项目六 吸收解吸单元仿真实训.....	170
仿真项目七 间歇反应釜单元仿真实训.....	179
仿真项目八 流化床反应器单元仿真实训.....	184
仿真项目九 固定床反应器单元仿真实训.....	190
仿真项目十 锅炉单元仿真实训.....	196
参考文献.....	208

第一部分 工业管道及管件

认识项目一 工业管道及材质

一、管道的基本概念

管道的定义：由管道组成件和管道支承件组成，用以输送、分配、混合、分离、排放、计量、控制或制止流体流动的管子、管件、法兰、螺栓连接、垫片、阀门和其他组成件或受压部件的装配总成。

二、管道的分类

1. 工业管道的分类

① 按介质压力分类

低压管道： $0 < p \leq 1.6 \text{ MPa}$ ；

中压管道： $1.6 \text{ MPa} < p \leq 10 \text{ MPa}$ ；

高压管道： $10 \text{ MPa} < p \leq 42 \text{ MPa}$ 。

② 按介质的温度分类

介质温度 $\leq -40^\circ\text{C}$ 时称为低温管道；

介质温度在 $-40 \sim 120^\circ\text{C}$ 之间，称为常温管道；

介质温度 $> 120^\circ\text{C}$ 而 $< 450^\circ\text{C}$ ，称为中温管道；

介质温度 $> 450^\circ\text{C}$ 时，称为高温管道。

③ 按介质性质分类 分为汽水介质管道；腐蚀性介质管道；化学危险品介质管道；易凝固、易沉淀介质管道；粉粒介质管道。

④ GB 50316《工业金属管道设计规范》将流体分为五类。

A1类流体——剧毒流体。相当于现行国家标准《职业性接触毒物危害程度分级》GB 5044中Ⅰ级（极度危害）的毒物。

A2类流体——有毒流体。相当于现行国家标准《职业性接触毒物危害程度分级》GB 5044中Ⅱ级及以下（高度、中度、轻度危害）的毒物。

B类流体——此类流体在环境或操作条件下是一种气体或可闪蒸产生气体的液体。

C类流体——设计压力 $> 1.0 \text{ MPa}$ ，且设计温度 $< -20^\circ\text{C}$ 、 $> 186^\circ\text{C}$ 的不可燃、无毒流体。

D类流体——设计压力 $\leq 1.0 \text{ MPa}$ 和设计温度为 $-20 \sim 186^\circ\text{C}$ 的不可燃、无毒流体。

⑤ HG 20225—1995《化工金属管道工程施工及验收规范》将管道所输送的介质分为A、B、C、D四类。

A类为输送剧毒介质的管道；

B类为输送可燃介质或有毒介质的管道；

C、D类为输送非可燃介质、无毒介质的管道，其中设计压力 $p \leq 1.0 \text{ MPa}$ 且设计温度为 $-29 \sim 186^\circ\text{C}$ 的管道为D级管道。

⑥ SH 3501—2002《石油化工有毒、可燃介质管道工程施工及验收规范》，按管道输送介质的性质及设计条件对管道进行分级，见表 1-1。

表 1-1 SH 3501—2002 管道分级对应

管道级别	适用范围
SHA	毒性程度为极度危害介质管道(苯管道除外) 毒性程度为高度危害介质的丙烯腈、光气、二硫化碳和氟化氢管道 设计压力 $\geq 10.0\text{MPa}$ 的介质管道
SHB	毒性程度为极度危害介质的苯管道 毒性程度为高度危害介质管道(丙烯腈、光气、二硫化碳和氟化氢管道除外) 甲类、乙类可燃气体和甲 _A 类液化烃、甲 _B 类、乙 _A 类可燃液体介质管道
SHC	毒性为中度、轻度危害介质管道 乙 _B 类、丙类可燃液体管道
SHD	设计温度 $< -29^{\circ}\text{C}$ 的低温管道

⑦ 按国家质检总局压力管道级别划分。

长输管道 (GA 类)：跨省天然气管道。

公用管道 (GB 类)：城市天然气管道和城市热管。

工业管道 (GC 类)：管道级别 GC1 级、GC2 级、GC3 级。

a. 极度危害介质：苯、汞及其化合物、氯乙烯、氯甲醚等；

b. 甲、乙类可燃气体，甲类可燃液体；

c. 可燃、有毒流体介质；

d. 非可燃、无毒流体介质 $p \geq 10.0\text{MPa}$ ， $4.0\text{MPa} \leq p < 10.0\text{MPa}$ 。

注：压力管道不包括下列管道：公称直径 $\leq 25\text{mm}$ 的管道；非金属管道；最高工作压力 $> 42\text{MPa}$ 或最高工作压力 $< 0.1\text{MPa}$ 的管道。

2. 公用管道的分类

① GB 50028—93《城镇燃气设计规范》将城镇燃气管道按燃气压力分为 7 级。

② CJJ 34—1990《城市热力管网设计规范》未对管道明确分类。

③ 在 CJJ 28—1989《城市供热管网工程施工及验收规范》中，对管网工程焊缝无损检验，则根据输送的截热介质不同提出了不同的检验要求。

三、管子的选用

1. 钢管种类及适用范围

在我国与钢管有关的标准有国家标准 (GB) 和冶金工业部标准 (YB 与 YB/T) 以及原石油工业部标准 (SY)，见表 1-2。

表 1-2 GB、YB 和 SY 标准下的钢管对照

钢管名称及标准号	规格尺寸/mm	钢号	适用范围
低压流体输送用镀锌焊接钢管 GB/T 3091—93	DN6~150 普通管,加强管	Q195 Q215A Q235A	0~100℃ $\leq 0.6\text{MPa}$,水、空气
低压流体输送用焊接钢管 GB/T 3092—93	DN6~150 普通管,加强管	Q195 Q215A Q235A	0~100℃ $\leq 0.6\text{MPa}$,水、空气

续表

钢管名称及标准号	规格尺寸/mm	钢号	适用范围
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	0~100℃ ≤0.6MPa,水、空气
输送流体用无缝钢管 GB 8163—87	热轧外径 φ32~630, 冷轧外径 φ6~200	10 号、20 号优质碳素钢 09MnV 16Mn	-20~450℃ -70~100℃ -40~450℃
石油裂化用无缝钢管 GB 9948—88	外径 φ10~273	10 号、20 号优质碳素钢	换热器管和配管用
		合金钢 12CrMo、15CrMo	-40~525℃ -40~550℃
		合金钢 1Cr2Mo、1Cr5Mo 不锈钢 1Cr19Ni9、1Cr19Ni44Nb	-40~600℃ -196~700℃
低压输送流体用大直径 电焊钢管 GB/T 14980—94	φ168.3×4~φ508×12	Q215 Q235A、B	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/T 5037—92	φ273×5~φ2540×20	Q195 Q215 Q235	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/T 5038—92	φ168.3×4~φ508×10	Q195 Q215 Q235	水、煤气、空气、采暖蒸汽 等普通流体
低中压锅炉用无缝钢管 GB 3087—82	外径 φ10~426	10 20	各种结构锅炉用和机车锅 炉用
高压锅炉用无缝钢管 GB 5310—1995	外径热轧:φ22~530 冷拔:φ10~108	20MnG 20G 25MnG 15MoG 20MoG	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 无缝钢管
		12CrMoG 15CrMoG 12Cr2MoG	
		12Cr1MoVG	
		12Cr2MoWVTiB 12Cr3MoVSiTiB 10Cr9Mo1VNb	
		1Cr18Ni9 1Cr19Ni11Nb	

续表

钢管名称及标准号	规格尺寸/mm	钢号	适用范围
流体输送用不锈钢无缝 GB/T 14976—94	热轧:外径 $\phi 65\sim 426$ 冷拔:外径 $\phi 6\sim 159$	1Cr18Ni9	奥氏体不锈钢(—196~ 70℃)
		00Cr19Ni10	
		0Cr23Ni13	
		0Cr25Ni20	
		0Cr18Ni10Ti	
		0Cr18Ni11Nb	
		0Cr17Ni12Mo2	
		00Cr17Ni14Mo2	
		0Cr19Ni13Mo3	
		00Cr19Ni13Mo3	
		0Cr18Ni12Mo2Ti	
		1Cr18Ni12Mo2Ti	
		0Cr18Ni12Mo3Ti	
		1Cr18Ni12Mo3Ti	
		0Cr18Ni12Mo2Cu2	
		00Cr18Ni14Mo2Cu2	
		1Cr18Ni9Ti	
		0Cr13	
		0Cr26Ni5Mo2	

2. 国内外钢材表示方法

国内外钢材表示方法有很多，如标准为 JIS (Japanese Industrial Standard)，即日本工业标准。其他配管标准规范有：JPI—日本石油学会；JGS—日辉公司标准；ASTM—美国实验材料标准；ANSI—美国国家标准协会；API—美国石油研究所；ASME—美国机械工程师学会；MSS—美国阀件及装配工业机械制造标准化学会；BS—英国标准；TEMA—美国管式换热器制造者协会标准；ANS—美国原子核学会；JEM—美国电机工业协会；JEC—日本电工技术委员会；IEC—国际电工委员会等。

认识项目二 工业管件及阀门

一、法兰

1. 法兰的分类

管道法兰按与管子的连接方式分成以下五种基本类型：平焊、对焊、螺纹、承插焊和活套法兰。

法兰的类型见图 1-1。

2. 法兰密封面形式

法兰密封面有平面 (FF)、突面 (RF)、凹凸面 (MFM)、榫槽面 (TG) 和梯形槽面 (RJ) 等，如图 1-2 所示。

① 平面密封面：主要用于设备管嘴的对应法兰，在石化工业中使用较少。

② 突面密封面：突面密封法兰应用普遍，在一般操作条件下均能适用。但在高温、高压条件下，效果不能令人满意。适用压力 $\leq 4\text{MPa}$ 。

③ 凹凸面密封面：减少了垫片被吹出的可能性，但不能保证垫片不挤入管内。

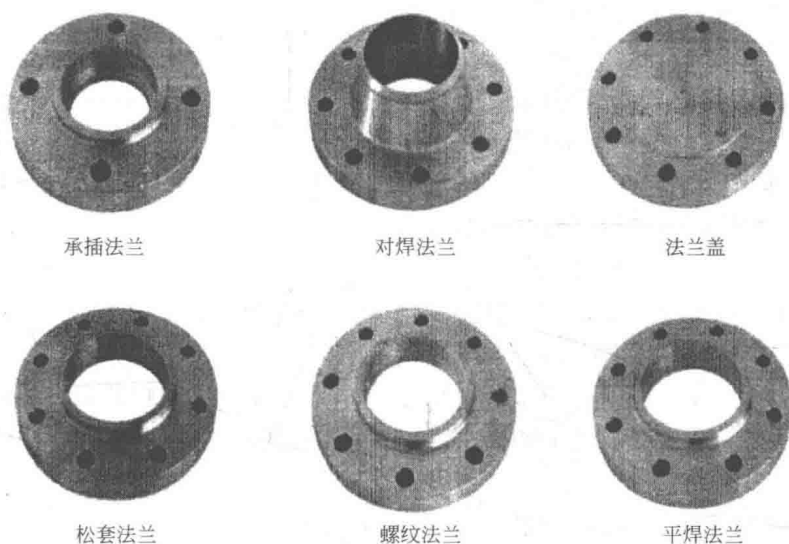


图 1-1 法兰的类型

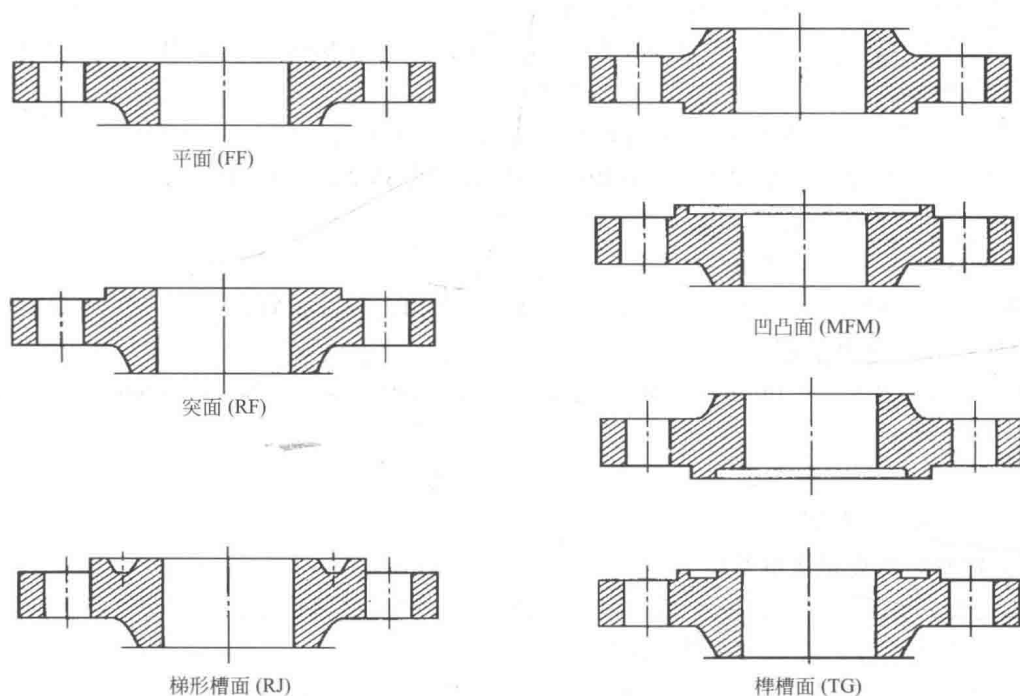


图 1-2 法兰密封面形式

④ 榫槽面和梯形槽面则比凹凸面更优越，适用于高温高压工况。

法兰形式和密封面选择与介质、操作工况有密切关系，一般由管道等级表确定。

3. 法兰的压力-温度等级

管道法兰的压力-温度等级表示公称压力与在某温度下最大工作压力的关系。如果某工作温度下允许的最大工作压力与公称压力的关系一般可用下式确定：

$$p = \frac{\sigma_t}{\sigma_{基}} PN$$

式中 p ——工作温度下允许的最大工作压力；

PN ——公称压力；

σ_t ——工作温度时的材料需用压力；

$\sigma_{基}$ ——基准温度时的材料需用压力。

4. 法兰标准

目前国内使用的钢制法兰标准有以下七个。

(1) JB/T 74~90—1994 属于欧洲体系

公称压力系列为 0.25MPa、0.6MPa、1.0MPa、1.6MPa、2.5MPa、4.0MPa、6.3MPa、10.0MPa、16.0MPa、20.0MPa，共十个压力等级。

(2) SH 3406—1996 属于美洲体系（2014 年 3 月 1 日实行 SH/T 3406—2013 标准）

公称压力系列为 1.0MPa、2.0MPa、5.0MPa、6.8MPa、10.0MPa、15.0MPa、25.0MPa、42.0MPa，共八个压力等级。

(3) HC 20592~HC 20635—1997 属于欧洲体系

公称压力系列为 0.25MPa、0.6MPa、1.0MPa、1.6MPa、2.5MPa、4.0MPa、6.3MPa、10.0MPa、16.0MPa、25.0MPa，共 10 个压力等级。

(4) HC 20615~20626 属于美洲体系

公称压力系列为 2.0MPa、5.0MPa、11.0MPa、15.0MPa、26.0MPa、42.0MPa，共六个压力等级。

(5) GB/T 9112~9124—2000 标准属于欧洲、美洲体系

公称压力系列为 0.25MPa、0.6MPa、1.6MPa、2.5MPa、4.0MPa、6.3MPa、10.0MPa、16.0MPa，共八个压力等级。

(6) ANSI 属于美洲体系

B 16.5 $DN \leq 600\text{mm}$ ，公称压力系列为 2.0MPa、5.0MPa、11.0MPa、15.0MPa、26.0MPa、42.0MPa，共六个压力等级。

B 16.47 $DN \geq 650\text{mm}$ ，公称压力系列为 2.0MPa、5.0MPa、11.0MPa、15.0MPa，共四个压力等级。

(7) JIS 系列

属于日本工业标准。

5. 法兰的特点和适用条件

管道法兰是石化工业管道系统中最广泛使用的一种可拆连接件，常用的管道法兰除螺纹法兰、活套法兰外，其余均为焊接法兰。

① 螺纹法兰是利用法兰内孔加工的螺纹与带螺纹的管子旋合连接的，不必焊接。因而具有方便安装、方便维修的特点。螺纹法兰用于不易焊接或不能焊接的场合，在温度反复波动或高于 260℃ 和低于 -45℃ 的管道上不宜使用。

② 平焊法兰系将管子插入法兰内孔中进行焊接，具有容易对中、价格便宜等特点，但由于在法兰面附近焊接容易引起法兰面变形。因此一般用于压力小、温度低、不太重要的管道上，在石化工业中大多用于公用工程管道。

③ 对焊法兰系将法兰焊颈与管子焊端加工成一定形式的焊接坡口后直接焊接，这种法兰施工比较方便，法兰强度也高，适用于法兰处应力较大，压力和温度波动较大，高温、高压及 0℃ 以下的低温管道。石化工业中的工艺管道常用对焊法兰。

④ 承插焊法兰与平焊法兰相似，只是将管子插入法兰的承插孔中进行焊接，一般用于小口径管道。

⑤ 活套法兰是将法兰套在管子焊好的翻边短节上，法兰密封面加工在翻边短节上。其特点为法兰本体不与介质相接触，法兰与翻边短节可分别采用不同的材料。这种法兰适用于腐蚀性介质的管道上，可以节省不锈钢、有色金属等耐腐蚀材料。活套法兰本身可旋转，易于安装。

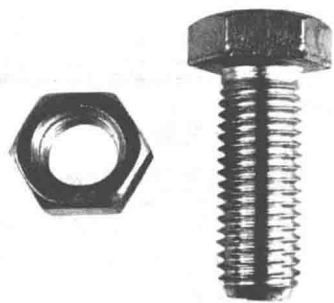


图 1-3 螺栓和螺母

二、法兰紧固件——螺栓、螺母

螺栓和螺母见图 1-3。

1. 概述

法兰用螺栓和螺母的直径、长度和数量应符合法兰的要求，螺栓、螺母的种类和材质由管道等级确定。法兰常用螺栓分单头螺栓（又称六角头螺栓）和双头螺栓（又称螺栓）两种，常用的螺母为六角形。螺纹分粗牙和细牙两种，粗牙普通螺纹用 M 及公称直径表示，细牙普通螺纹用 M 及公称直径 $\times$ 螺距表示。中石化总公司管法兰用紧固件标准规定 $<M36$ 的螺栓用粗牙螺纹， $M36$ 及其以上直径采用细牙螺纹，螺距均为 3mm 。

2. 法兰螺栓长度确定

美国 ANSI B16.5 规定的计算方法，供计算螺栓长度时参考。

$$L_{\text{双}} = A + n$$

$$A = 2(T + 0.5t + d) + G + F - C$$

$$L_{\text{单}} = B + n$$

$$B = 2(T + 0.5t) + d + G + F + P - C$$

式中 $L_{\text{双}}$ ——双头螺栓的有效长度，不包括螺栓端部， mm ；

$L_{\text{单}}$ ——单头螺栓的圆柱部分长度，包括螺栓端部， mm ；

A ——双头螺栓不包括负公差 n 的长度， mm ；

B ——单头螺栓不包括负公差 n 的长度， mm ；

T ——最小法兰厚度， mm ；

t ——法兰厚度的正公差， mm ， $DN \leq 450$ ， $t = 3$ ， $DN \geq 500$ ， $t = 4.5$ ；

d ——螺母高度， mm ；一般以螺栓的公称直径计算；

G ——垫片厚度， mm ；除梯形槽法兰为螺栓拧紧后法兰面的间距，其他密封面的垫片以 3.2mm 计；

F ——光滑面法兰的两法兰凸台的总高度或梯形槽面法兰的两法兰槽深之和， mm ；

C ——管端用小凹面法兰时， $C = 4.8\text{mm}$ ，其他 $C = 0$ ；

P ——单头螺栓端部长度， mm ；

n ——螺栓长度的负公差， mm 。

n 值可用下列参考数据：螺栓有效长度 $< 305\text{mm}$ ， $n = 1.6\text{mm}$ ； $305 \sim 457\text{mm}$ ， $n = 3.2\text{mm}$ ； $> 457\text{mm}$ ， $n = 6.5\text{mm}$ ；螺栓长度最后应圆整，一般圆整成以 10mm 为基数的长度，中石化总公司标准则以 5mm 为基数。

3. 法兰螺栓材质选用

常用螺栓、螺母材质见表 1-3。

表 1-3 常用螺栓、螺母材质

螺栓	螺母	使用温度范围/℃	应力范围/MPa
A3(Q275、35)	A2	20~280	≤2.5
35CrMoA	30CrMo	-70~500	<42
0Cr19Ni19	0Cr19Ni19	-196~850	<5

注：六角头螺母根据应力不同，在同一公称直径下其尺寸不同。

三、法兰垫片

1. 管法兰垫片的分类

(1) 按垫片材质分类

- ① 非金属垫片：石棉、橡胶、石棉橡胶、聚四氟乙烯垫片。
- ② 半金属垫片：金属包垫、缠绕垫、波齿垫。
- ③ 金属垫：椭圆垫、八角垫、圆垫。

(2) 按垫片形状分类

- ① 环状平垫片。
- ② 复合型垫片。
- ③ 波纹型垫片。
- ④ 环状垫片。

2. 垫片使用范围

垫片的种类如图 1-4 所示。

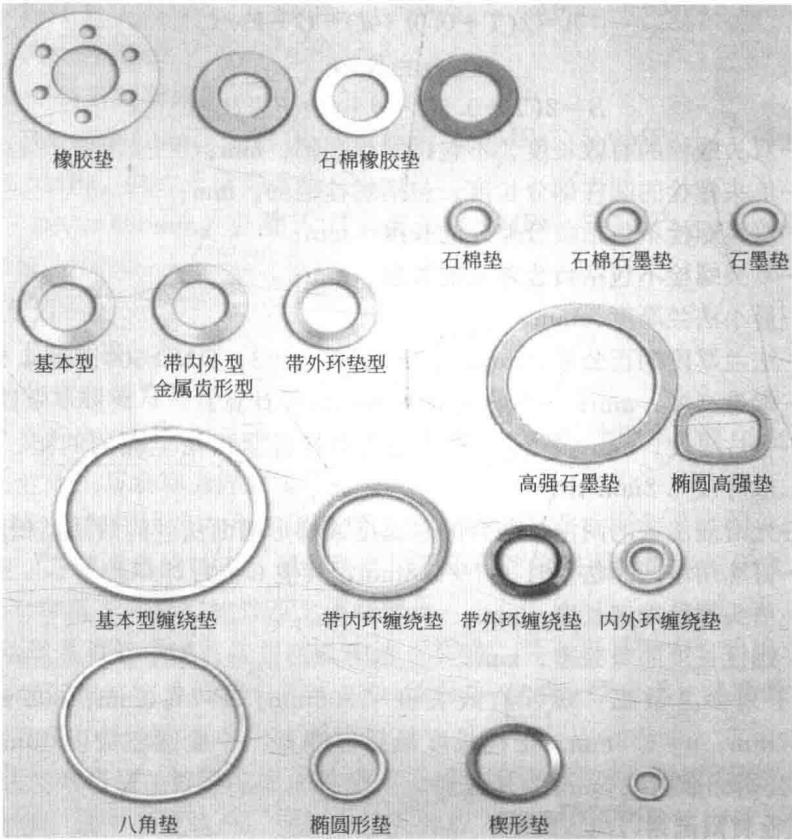


图 1-4 垫片的种类

(1) 非金属垫片

石棉橡胶板垫片：适宜温度、压力不高且波动较小的水、蒸汽、空气、惰性气体等介质不常拆卸的连接；

普通石棉橡胶板：压力 $p \leq 2.5 \text{ MPa}$ ，温度 $T \leq 300^\circ\text{C}$ ；

耐油石棉橡胶板：压力 $p \leq 2.5 \text{ MPa}$ ，温度 $T \leq 200^\circ\text{C}$ ；

聚四氟乙烯垫片：压力 $p \leq 4.0 \text{ MPa}$ ，温度 $T < 250^\circ\text{C}$ 。

注：石棉使用温度为 $\leq 300^\circ\text{C}$ 、石墨 $\leq 350^\circ\text{C}$ 、聚四氟乙烯 $-200 \sim 250^\circ\text{C}$ 。

(2) 半金属垫片

缠绕式垫片：是半金属垫片中最理想的一种，垫片的主体由 V 形或 M 形金属带添加不同的软填料，用缠绕机螺旋绕制而成。为加强垫片主体和准确定位，设有金属制内环和外环（定位环）。常用的金属带为不锈钢带，软填料为特殊石棉、柔性石墨、聚四氟乙烯等。除非另有规定，垫片的外环材料均为碳钢，内环材料一般与金属带材料相同，亦可根据要求确定，碳钢内外环应进行防锈处理，具有良好的压缩性和弹性，密封性能优良，一般情况下都可以使用，尤其适用于有应力松弛、温度压力波动大、冲击和振动条件下使用。适用于压力 $p \leq 6.4 \text{ MPa}$ ，温度 $T \leq 350^\circ\text{C}$ ；金属包垫适用压力 $p < 6.4 \text{ MPa}$ ，温度 $T \leq 450^\circ\text{C}$ 。

(3) 金属垫

八角垫或椭圆形垫片：具有密封可靠、可重复使用的特点，适用压力 $p 2.0 \sim 35 \text{ MPa}$ ，温度 $T 450 \sim 600^\circ\text{C}$ 。

四、其他管件

钢制对焊无缝管件（GB 12459—90）见图 1-5。其类别和代号见表 1-4。

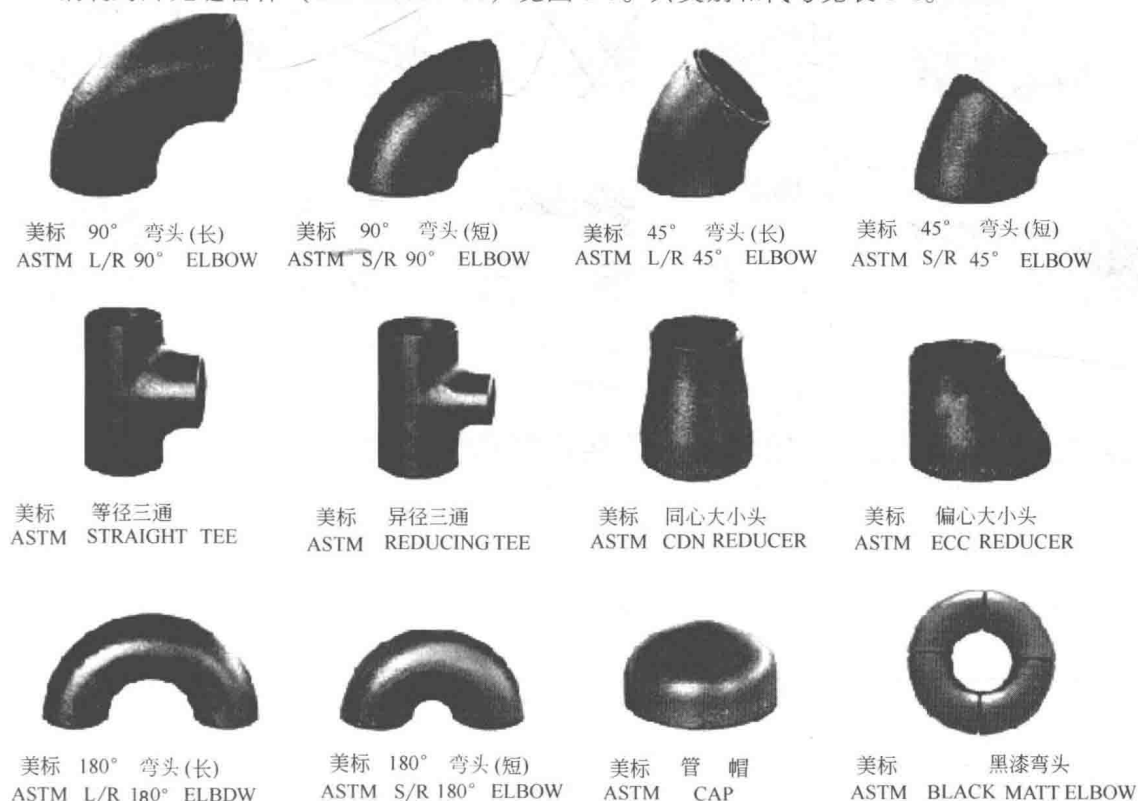


图 1-5



图 1-5 钢制对焊无缝管件

表 1-4 钢制对焊无缝管件的类别和代号

品种	类别	代号
45°弯头 90°弯头	长半径	45EL
		90EL
	短半径	90ES
	长半径异径	90E(L)R
180°弯头	长半径	180E(L)
	短半径	180E(S)
异径接头	同心	R(C)
	偏心	R(E)

续表

品种	类别	代号
三通	等径	T(S)
	异径	T(R)
四通	等径	CR(S)
	异径	CR(R)
管帽	—	C

五、阀门

1. 阀门分类

常用阀门：普通闸阀、截止阀、蝶阀、球阀、单向阀、安全阀、针形阀。

2. 阀门选用原则

选用阀门一般要考虑以下原则。

- ① 工作温度和压力；
- ② 阀门的功能；
- ③ 阀门的尺寸；
- ④ 阻力损失；
- ⑤ 阀门的材质；
- ⑥ 输送流体的介质。

3. 闸阀

(1) 闸阀的结构形式

闸阀是指启闭体（闸板）由阀杆带动，沿阀座密封面作升降运动的阀门。一般结构如图 1-6 所示。

优点：流动阻力小，启闭省力。

缺点：当闸板部分开启时，流体会在闸板背面产生涡流，易引起闸板侵蚀和振动，损坏密封面。因此闸阀不能作截流用。

(2) 分类及特点

按闸板的区别一般分为以下几种。

① 楔式刚性单闸板闸阀：结构简单，使用可靠；楔角密封面易擦伤，难修复；温度变化大时易卡死，如图 1-7 所示。

② 楔式弹性单闸板闸阀：结构简单，防卡死；使用时应避免用力过大造成永久变形；不适用于固体杂质多及易结焦介质，如图 1-8 所示。

③ 楔式双闸板闸阀：可自动调心，不易卡死及擦伤；结构复杂，闸板易脱落。不适用于黏性介质。

④ 平行式双闸板闸阀：又分为自动密封式和撑开式。自动密封式因低压差时密封性不好已很少使用。撑开式用顶楔将闸板撑开，能强制密封且不损坏密封面。

(3) 常见故障

盘根泄漏；阀盖密封面泄漏；闸板卡死打不开；关不严；传动机构失效。

(4) 使用注意事项

- ① 不宜用于调节介质压力和流量。

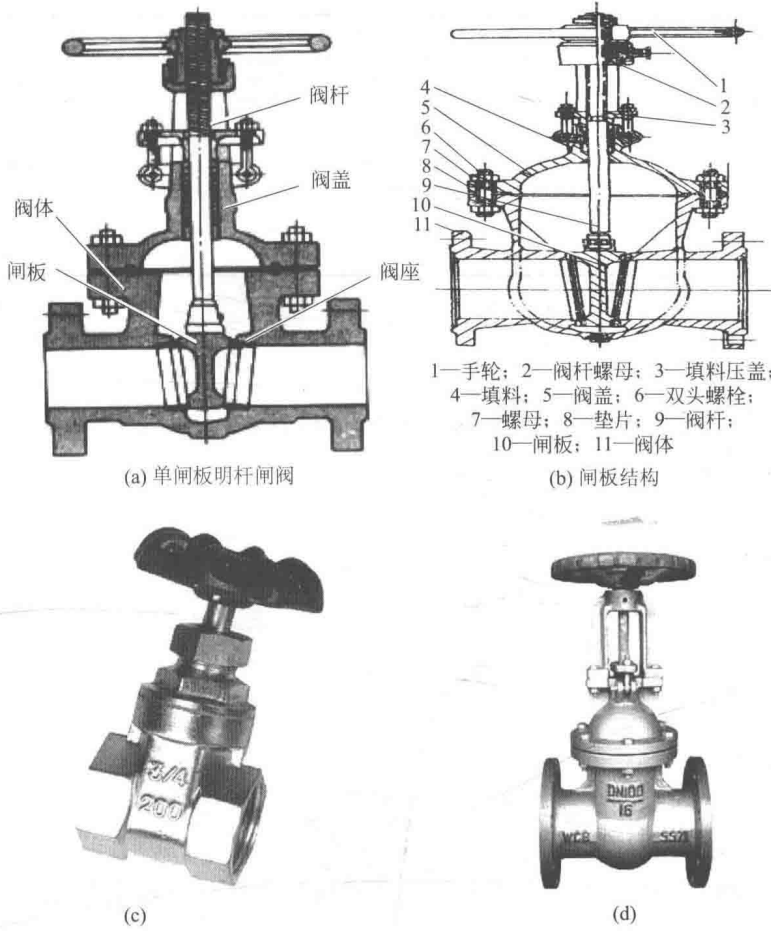


图 1-6 闸阀的结构形式

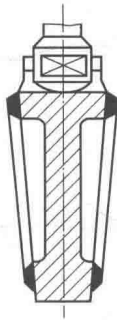


图 1-7 楔式刚性单闸板闸阀

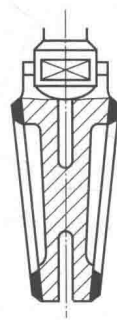


图 1-8 楔式弹性单闸板闸阀

- ② 大口径或高压差应加旁通阀。
- ③ 对于密封性能要求高的场合，阀杆应采用波纹管密封。
- ④ 不宜过度用力关闭。
- ⑤ 阀杆、支架和传动机构应及时更换油脂保养。
- ⑥ 可双向流动。