



高 等 学 校 教 材

化 工 制 图

郑晓梅 主 编
魏崇光 主 审

050.2
64



化 学 工 业 出 版 社
教 材 出 版 中 心

高 等 学 校 教 材

化 工 制 图

郑晓梅 主编
魏崇光 主审

化 学 工 业 出 版 社
教 材 出 版 中 心
· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

化工制图 / 郑晓梅主编. — 北京: 化学工业出版社, 2001.11
高等学校教材
ISBN 7-5025-3339-7

I. 化… II. 郑… III. 化工机械-机械制图-高等学校-教材 IV. TQ050.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 073384 号

高等学校教材
化 工 制 图

郑晓梅 主编

魏崇光 主审

责任编辑: 程树珍

责任校对: 郑捷

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64918013

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市燕山印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 7 插页 1 字数 166 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3339-7/G·892

定 价: 12.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

为了适应化工教育的发展,满足高等院校《化工制图》教学的需要,经化工部教育司(原)的批准和支持,1992年由化工部所属院校组织编写了《化工制图》教材。该教材已使用多年,无论是在内容组织,还是在语言表述方面都体现出需要修改完善的必要性,特别是由于化工行业制图标准已进行了修订更新,为此,我们对该教材进行重编修订。在重编修订中,不仅对制图标准进行了更新,还对内容进行了重新组织,力求使该书更加精练、简明、易用。

本书针对化工行业的特殊性,系统阐述了“化工设备图”和“化工工艺图”这两类典型的化工工程图的图示知识及相关标准。在“化工设备图”部分重点介绍化工设备的结构特点及其表达特点,化工设备图的绘制和阅读;在“化工工艺图”部分重点介绍化工工艺图、设备布置图和管道布置图的特点、绘图和读图方法。

本书在内容安排上,既突出《化工制图》中化工设备图和化工工艺图的典型性和特殊性,还注重《化工制图》与《机械制图》基本原则的有机结合和融会贯通;书中选图注重简洁性、实用性和相关性,力求文字叙述简明扼要;书中将引用最新的国家标准、部颁标准及其他相关标准。

本书可作为高等院校中化工工艺类和化工机械类本科学生用教材,还可以作为有关科研、设计和生产单位工程技术人员的参考书。

本书由北京化工大学郑晓梅主编,经常州技术师范学院魏崇光审定。参加本书编写工作的有:郑晓梅(绪论、第一章、第二章)、刘新卫(第三章)、杨静(第四章)、赵惠清(第五章、第六章、第八章)、安瑛(第七章)、崔维娜(第九章)、郑晓(第十章)。全书由郑晓梅统稿。

在本书的编写过程中,得到北京化工大学化新教材建设基金的资助,谨此致谢。

由于编者的水平有限,错误之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编者

2001年6月

内 容 提 要

本书针对化工行业的特殊性,系统地阐述了“化工设备”和“化工工艺图”两类典型的化工工程图的图示知识及相关标准。重点介绍了化工设备的结构特点及其表达特点、化工设备图的绘制和阅读、化工工艺图、设备布置图的特点、绘图和读图方法。

本书可作为高等学校化工工艺类和过程装备与控制工程、轻工、制药等专业学生用教材及毕业设计参考书,亦可作为有关科研、设计和生产单位工程技术人员的参考书。

目 录

绪论	1
第一章 化工设备常用零部件简介	2
第一节 化工设备的通用零部件	2
第二节 典型化工设备的常用零部件	8
第二章 化工设备图的基本知识	17
第一节 化工设备图的种类	17
第二节 绘制化工设备图的基本规定	18
第三节 化工设备图的标题栏和明细栏	18
第四节 化工设备图中的其他表格	22
第五节 化工设备图的图面布置	25
第六节 化工设备图的绘图原则	27
第三章 化工设备图的表达特点	28
第一节 化工设备的图示特点	28
第二节 化工设备图的尺寸分析及标注	35
第三节 化工设备装配图中的技术要求	38
第四章 化工设备图中焊缝结构的表达	41
第一节 焊缝的规定画法	41
第二节 焊缝符号的标注	42
第三节 化工设备的焊缝表示	45
第五章 绘制化工设备图	48
第一节 设备设计条件单	48
第二节 化工设备图的视图选择	48
第三节 化工设备图的绘制方法及步骤	51
第六章 阅读化工设备图	55
第一节 阅读化工设备图的基本要求	55
第二节 阅读化工设备图的方法和步骤	55
第三节 化工设备图阅读举例	55
第七章 化工工艺图	62
第一节 方案流程图	62
第二节 物料流程图	64
第三节 施工流程图	65
第八章 建筑制图简介	72
第一节 建筑施工图的基本内容及图示特点	72
第二节 建筑制图有关国标规定	74
第三节 房屋建筑图的阅读	77

第九章 设备布置图	78
第一节 设备布置图的作用与内容	78
第二节 设备布置图的图示特点	78
第三节 设备布置图的绘制	82
第四节 设备布置图的阅读	83
第五节 设备安装详图及管口方位图	84
第十章 管道布置图	86
第一节 管道布置图的作用和内容	86
第二节 管道布置图的图示特点	86
第三节 管道布置图的绘制	91
第四节 管道布置图的阅读	92
第五节 管道轴测图	93
附录 化工设备零部件标准摘录	95
附表 1 椭圆形封头	95
附表 2 管法兰及垫片	96
附表 3 设备法兰及垫片	97
附表 4 悬挂式支座	98
附表 5 鞍式支座	99
附表 6 人孔与手孔	100
附表 7 视镜	101
附表 8 补强圈	102
主要参考文献	102

绪 论

化工厂的建设过程中，无论是设计、施工，还是设备的制造、安装，或是生产过程中的试车、检修、技术改造，均离不开化工图样。化工制图就是专门研究化工图样的绘制和阅读的一门课程。

化工制图与机械制图有着紧密的联系，但也具有十分明显的专业特征。

化工行业中常用的工程图样有：化工机器图、化工设备图和化工工艺图。

1. 化工机器图

化工机器主要是指压缩机、离心机、鼓风机、泵和搅拌装置等机器。

化工机器图，除部分在防腐方面有特殊要求外，其图样基本上属于一般通用机械的常规表达范畴。在视图表达、尺寸标注、技术要求等方面与机械制图相同。

2. 化工设备图

化工设备是指那些用于化工产品生产过程中的合成、分离、干燥、结晶、过滤、吸收、澄清等生产单元的装置和设备，常用的典型化工设备有反应罐（釜）、塔器、换热器、贮罐（槽）等。

化工设备与化工机器比较，无论是在结构形状，还是在制造加工等方面都有很大的不同。为了能完整、正确、清晰地表达化工设备，常用的图样有化工设备总图、装配图、部件图、零件图、管口方位图、表格图及预焊接件图，作为施工设计文件的还有工程图、通用图 and 标准图等。化工设备图是化工制图研究的主要内容之一。

3. 化工工艺图

以化工工艺人员为主导，根据所要生产的化工产品及其有关技术数据和资料，设计并绘制的反映工艺流程的图样称为化工工艺图。化工工艺人员以此为依据，向化工设备设计人员及土建、采暖通风、给排水、电气、自动控制及仪表等专业人员提出要求，以便协调一致，密切配合，共同完成化工厂设计。

化工工艺图主要有化工工艺流程图、设备布置图、管路布置图。化工工艺图也是化工制图研究的主要内容。

现代化工事业的发展促进了化工设计制图的进步和成熟。化工设备零部件标准化、系列化程度越来越高，使得利用标准图、通用图的比例越来越大；化工制图中对于复杂的、重复的结构做了有效的简化，大大地降低了设计绘图人员的劳动强度。化工工艺图中各种阀门、仪表、器件、装置、设备的符号化表达，使工艺图更加规范化。

本书将重点介绍化工设备图和化工工艺图的相关标准和规范及其绘制和阅读的基本知识。

第一章 化工设备常用零部件简介

化工设备零部件的种类和规格较多，但总体可以分为两类：一类是通用零部件；另一类是各种典型化工设备的常用零部件。本章就这两类零部件作简要介绍。

第一节 化工设备的通用零部件

化工设备中常使用一些作用和结构相同的零部件，例如：筒体、封头、支座、法兰、人

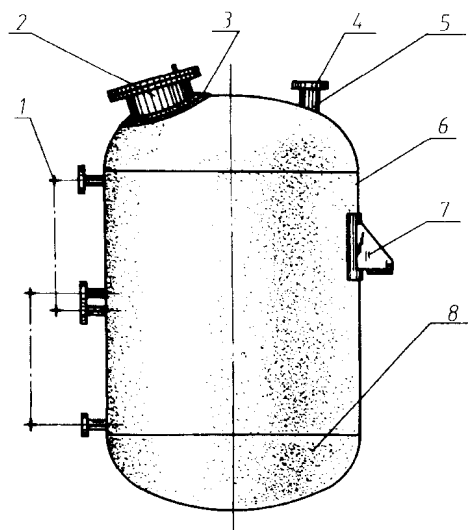


图 1-1 化工设备中常用零部件

1—液面计；2—人孔；3—补强圈；4—管法兰；
5—接管；6—筒体；7—支座；8—封头

(手)孔、视镜、液面计及补强圈等，如图 1-1 所示。为了便于设计、互换及批量生产，这些零部件都已经标准化、系列化，并在各种化工设备上通用。熟悉这些零部件的基本结构以及有关标准，有助于化工设备图的绘制和阅读。至于这些零部件的设计计算及选用，请参阅有关专业书籍和手册。本书附录中引入其中一些零部件的尺寸系列标准，供参考。

一、筒体

筒体是化工设备的主体结构。筒体一般由钢板卷焊成形，当直径小于 500mm 时，可直接使用无缝钢管。筒体较长时，可由多个筒节焊接组成，也可用设备法兰连接组装。筒体的主要尺寸是公称直径（公称直径是指筒体内径，但当采用无缝钢管作筒体时，公称直径是指筒体外径）、高度（或长度）和厚度。厚度由强度计算决定，公称直径和高度（或长度）应考虑满足工艺要求确定，而且公称直

径应符合《压力容器公称直径》国家标准中所规定的尺寸系列，见表 1-1。

表 1-1 压力容器公称直径(摘自 GB 9019—88)

钢 板 卷 焊 (内 径)									
300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700
1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2800
3000	3200	3400	3500	3600	3800	4000	4200	4400	4500
4600	4800	5000	5200	5400	5500	5600	5800	6000	—
无 缝 钢 管 (外 径)									
159	219	273	325	377	426				

标记示例

公称直径 1000mm，厚度 10mm，高 2000mm 的筒体，其标记为

“筒体 $DN1000 \times 10$, $H = 2000$ ”

若为卧式容器, 则用 L 代替 H , 表示筒长。

二、封头

封头是设备的重要组成部分, 它与筒体一起构成设备的壳体。封头与筒体可以直接焊接, 形成不可拆卸的连接; 也可以分别焊上法兰, 用螺栓、螺母锁紧, 构成可拆卸的连接。常见的封头形式有球形、椭圆形、碟形、锥形及平板形等, 如图 1-2 所示。这些封头多数已经标准化, 椭圆形封头的规格和尺寸系列可参见附录中附表 1。

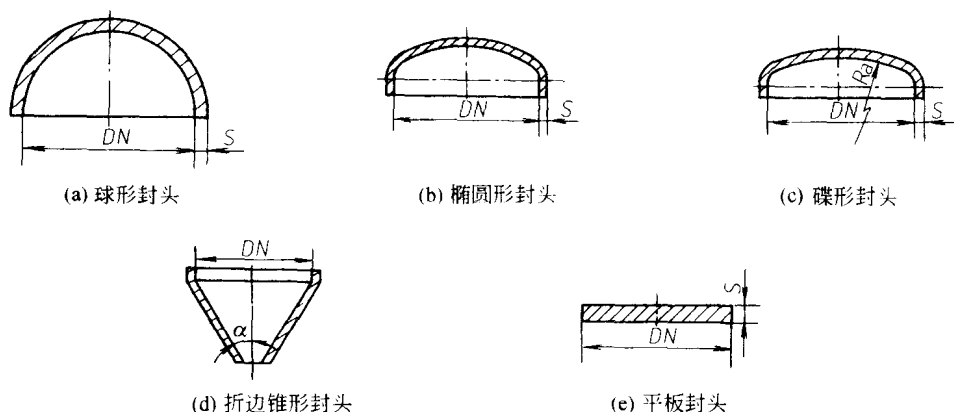


图 1-2 常见封头结构

标记示例

公称直径 1000mm, 厚度 10mm 的椭圆形封头, 其标记为

“椭圆封头 $DN1000 \times 10$ JB/T 4737—95”

三、法兰

法兰是法兰连接中的主要零件。法兰连接是由一对法兰、密封垫片和螺栓、螺母、垫圈等零件组成的一种可拆连接。化工设备用的标准法兰有两类: 管法兰和压力容器法兰 (又称设备法兰)。标准法兰的主要参数是公称直径、公称压力和密封面形式, 管法兰的公称直径为所连接管子的外径, 压力容器法兰的公称直径为所连接筒体 (或封头) 的内径。

1. 管法兰

管法兰用于管道之间或设备上的接管与管道之间的连接。管法兰按其与管理子的连接方式分为: 平焊法兰、对焊法兰、插焊法兰、螺纹法兰、活动法兰、整体法兰和法兰盖等, 如图 1-3 所示。法兰密封面型式主要有凸面、凹凸面和榫槽面三种, 如图 1-4 所示。凸面平焊管法兰的规格和尺寸系列可参见附录中附表 2。

标记示例

例 公称直径 100mm, 公称压力为 2.5MPa 的凸面平焊管法兰, 其标记为

“法兰 100—2.5 JB/T 81—94”

2. 压力容器法兰

压力容器法兰用于设备筒体与封头的连接。压力容器法兰分为甲型平焊法兰、乙型平焊法兰和对焊法兰三种。压力容器法兰密封面型式有平面 (分为 PI 和 PII 型)、凹凸面和榫槽面三种, 如图 1-5 所示。平面密封甲型平焊法兰的规格和尺寸系列可参见附录中附表 3。

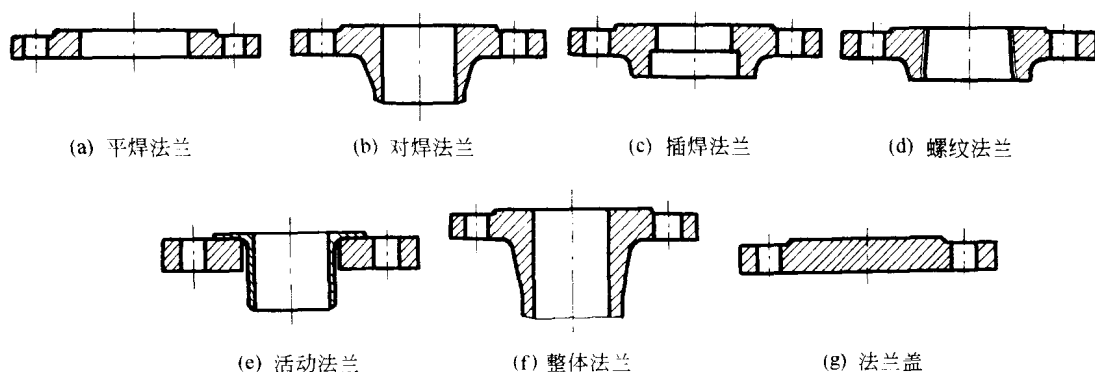


图 1-3 管法兰的结构型式

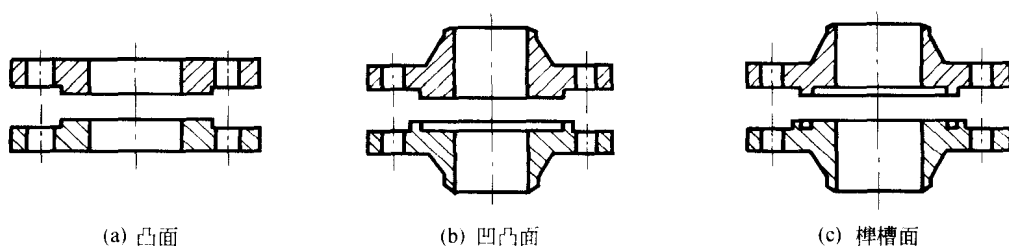


图 1-4 管法兰的密封面型式

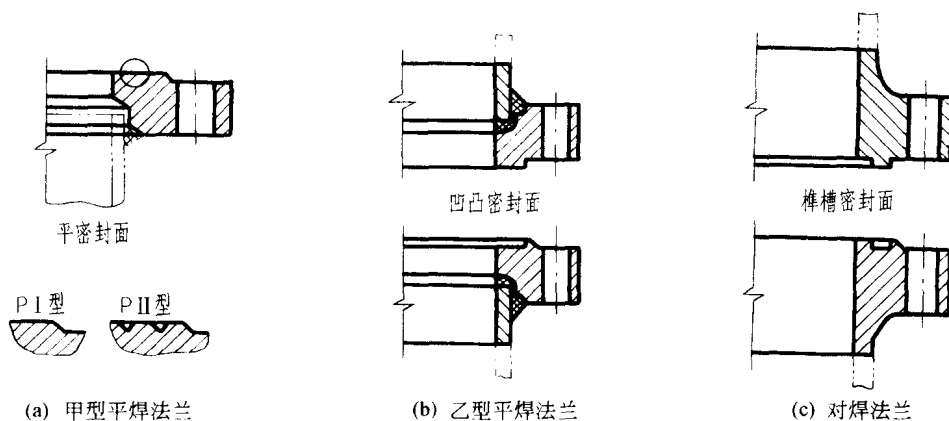


图 1-5 压力容器法兰的结构及密封面型式

标记示例

例 1 公称直径 800mm，公称压力为 1.6MPa 的 P I 型平面密封的甲型平焊法兰，其标记为

“法兰—P I 800—1.6 JB 4701—92”

例 2 公称直径 800mm，公称压力为 1.6MPa 的榫槽密封的榫面的乙型平焊法兰，其标记为

“法兰 S 800—1.6 JB 4702—92”

其中，S 表示榫面。另外，槽面为 C、凹面为 A、凸面为 T。

四、支座

支座用于支承设备的重量和固定设备的位置。支座分为立式设备支座、卧式设备支座和球形容容器支座三大类。每类又按支座的结构形状、安放位置、载荷情况而有多种形式，如：立式设备有悬挂式支座、支承式支座和支脚，如图 1-6 所示，其中应用较多的为悬挂式支座；卧式设备有鞍式支座、圈式支座和支脚三种，如图 1-7 所示，其中应用较多的为鞍式支座；球形容容器有柱式支座（包括赤道正切型、V 型、三柱型）、裙式支座、半埋式支座、高架式支座四种，如图 1-8 所示，其中应用较多的为赤道正切柱式支座和裙式支座。

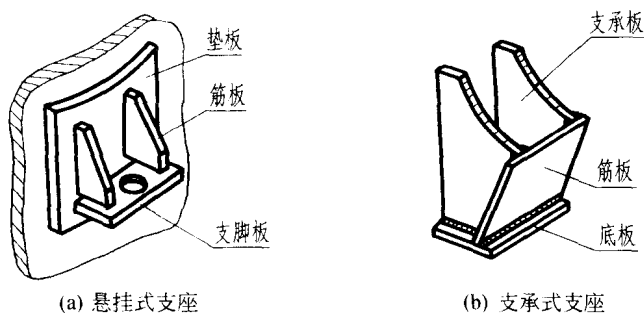


图 1-6 立式设备支座

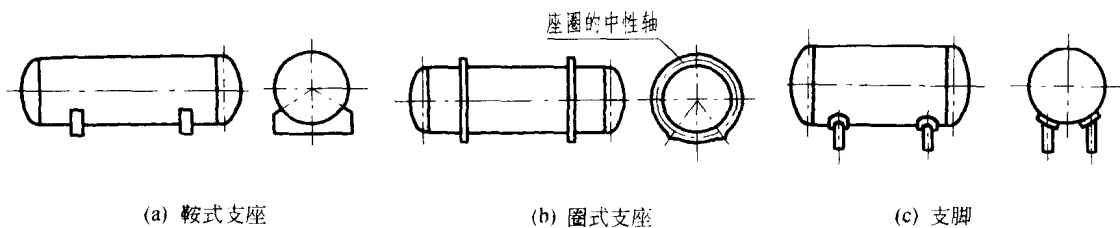


图 1-7 卧式设备支座

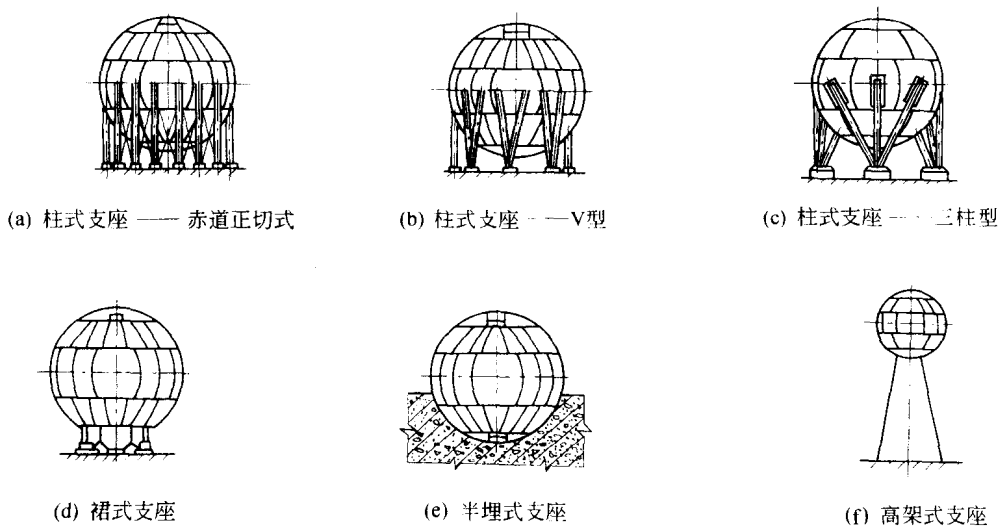


图 1-8 球形容容器支座

下面介绍两种典型的标准化支座：悬挂式支座和鞍式支座。

1. 悬挂式支座

悬挂式支座又称耳架，广泛用于立式设备。它的结构是由两块筋板、一块支脚板焊接而成，如图 1-9 所示，在筋板与筒体之间加一垫板以改善支承的局部应力情况，支脚板搁在楼板或钢梁等基础上，支脚板上有螺栓孔用螺栓固定设备。在设备周围一般均匀分布四个悬挂式支座，安装后使设备成悬挂状。小型设备也可用三个或两个支座。

悬挂式支座有 A 型、AN 型（不带垫板）和 B 型、BN 型（不带垫板）四种结构。B 型和 BN 型有较宽的安装尺寸，适用于带保温层的立式设备。悬挂式支座的规格和尺寸系列可参见附录中附表 4。

标记示例

例 A 型、带垫板、3 号悬挂式支座，其标记为

“JB/T 4725—92 支座 A3”

2. 鞍式支座

鞍式支座是卧式设备中应用最广的一种支座。其结构如图 1-10 所示，由一块鞍形板、两块支承板、一块底板及一块竖板组成。支承板焊于鞍形板和底板之间，竖板被焊接在它们的一侧，底板搁在地基上，并用地脚螺栓加以固定。卧式设备一般用两个鞍式支座支承，当设备过长，超过两个支座允许的支承范围的，应增加支座数目。

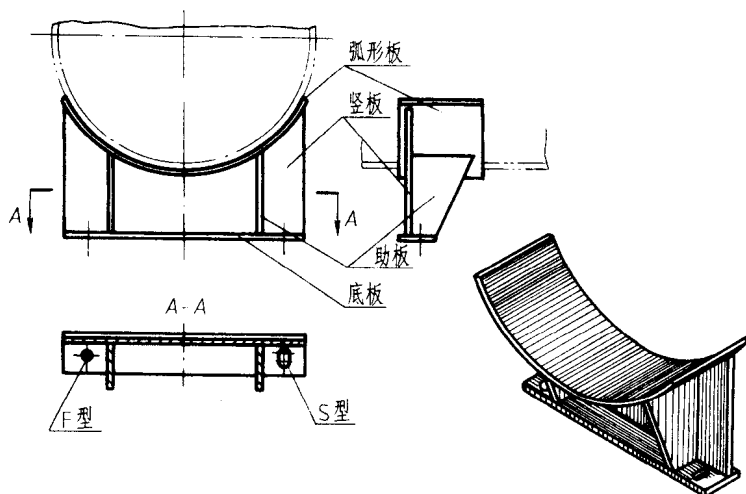


图 1-10 鞍式支座的基本结构

鞍式支座分为 A 型（轻型）和 B 型（重型，按包角、制作方式及附带垫板情况分五种型号，其代号为 BI~BV）两种，每种类型又分为固定式（代号为 F）和活动式（代号为 S）。固定式与活动式的主要区别在底板的螺栓孔，活动式为长圆孔，其目的是在容器因温差膨胀或收缩时，可以滑动调节两支座间距，而不致使容器受附加应力作用。F 型和 S 型常

配对使用。鞍式支座的规格和尺寸系列可参见附录中附表 5。

标记示例

例 公称直径 1200mm, A 型, S 型鞍式支座, 其标记为

“支座 A 1200—S JB/T 4712—92”

五、手孔与人孔

手孔及人孔的安设是为了安装、拆卸、清洗和检修设备内部装置。手孔与人孔的结构基本相同, 如图 1-11 所示, 在容器上接一短筒节, 并盖一盲板构成。手孔直径一般为 150~250mm, 应使工人带上手套并握住工具的手能很方便地通过, 标准化手孔的公称直径有 DN150、DN250 两种。当设备直径超过 900mm 时, 应开设人孔。人孔的形状有圆形和椭圆形两种, 圆形孔制造方便, 应用较为广泛; 椭圆形人孔制造较困难, 但对壳体强度削弱较小。人孔的开孔尺寸尽量要小, 以减少密封面和减小对壳体强度的削弱。人孔的开孔位置应以工作人员进出设备方便为原则。人孔和手孔的规格和尺寸系列可参见附录中附表 6。

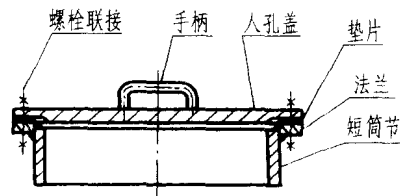


图 1-11 人孔基本结构

标记示例

例 1 公称直径 450mm, 高度 160mm 的常压人孔, 施工图号为 2, 其标记为

“人孔 DN450, JB 577—79—2”

例 2 公称压力 1.0MPa, 公称直径 250mm, 手孔高度 190mm, A 型密封面的平盖手孔, 施工图号为 2, 其标记为

“手孔 A pN1.0, DN250, JB 589—79—2”

六、视镜

视镜主要用来观察设备内物料及其反应情况, 也可以作为料面指示镜。常用的视镜有视镜、带颈视镜和压力容器视镜 (分别有不带颈视镜和带颈视镜两种), 其结构型式如图 1-12 所示。视镜的规格和尺寸系列可参见附录中附表 7。

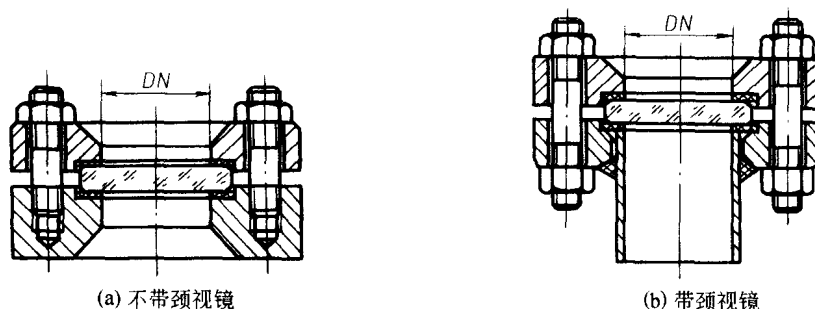


图 1-12 视镜的基本结构

标记示例

例 1 公称压力为 1.0MPa, 公称直径 100mm 的不锈钢制视镜, 标记为

“视镜 II pN1.0 DN100, HGJ 501—84—17”

例 2 公称压力为 1.6MPa, 公称直径 80mm 的碳素钢带颈视镜, 标记为

“视镜 I ρ N1.6 DN80, HGJ 502—84—5”

七、液面计

液面计是用来观察设备内部液面位置的装置。液面计结构有多种型式, 其中部分已经标准化, 最常用的是玻璃管液面计、玻璃板液面计, 其结构如图 1-13。

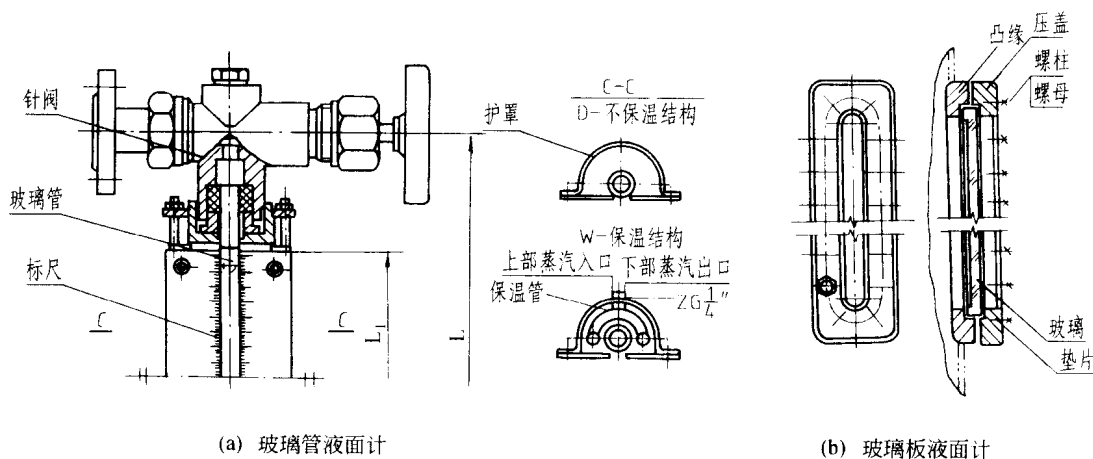


图 1-13 液面计基本结构

标记示例

例 公称压力为 2.5MPa, 碳钢 (I), 保温型 (W), 平面法兰联接 (A) 的透光式 (T) 玻璃板液面计, 标记为

“液面计 AT2.5—IW HG5—1364—80”

八、补强圈

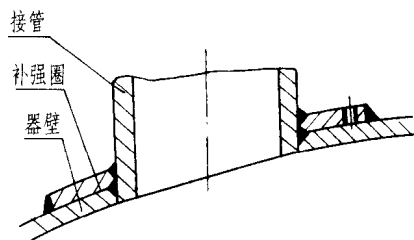


图 1-14 补强圈基本结构

补强圈用来弥补设备壳体因开孔过大而造成的强度损失。补强圈结构如图 1-14, 其形状应与被补强部分相符, 使之与设备壳体密切贴合, 焊接后能与壳体同时受力。补强圈上有一小螺纹孔, 焊后通入压缩空气, 以检查焊接缝的气密性。补强圈厚度随设备厚度不同而异, 由设计者决定, 一般要求补强圈的厚度和材料均与设备壳体相同。补强圈的规格和尺寸系列可参见附录中附表 7。

标记示例

例 公称直径 100mm, 厚度 8mm, 坡口型式为 B 型的补强圈, 其标记为

“补强圈 DN100×8—B JB/T 4736—95”

第二节 典型化工设备的常用零部件

在化工设备中, 除上节介绍的通用零件外, 还有一些常用零部件, 本节将介绍反应罐、

换热器和塔设备中部分常用的零部件。

一、反应罐中常用零部件

反应罐是化学工业中典型设备之一，它用来供物料间进行化学反应。反应罐被广泛应用于医药、农药、基本有机合成、有机染料及三大合成材料（合成橡胶、合成塑料和合成纤维）等化工行业中。

搅拌反应罐通常是由以下几部分组成。

① 罐体部分：为物料提供反应空间，由筒体及上下封头组成。

② 传热装置：用以提供化学反应所需的热量或带走化学反应生成的热量，其结构通常有夹套和蛇管两种。

③ 搅拌装置：为使参与化学反应的各种物料混合均匀，加速反应进行，需要在容器内设置搅拌装置，搅拌装置由搅拌轴和搅拌器组成。

④ 传动装置：用来带动搅拌装置，由电机和减速器（带联轴器）组成。

⑤ 轴封装置：由于搅拌轴是旋转件，而反应罐容器的封头是静止的，在搅拌轴伸出封头之处必须进行密封，以阻止罐内介质泄漏，常用的轴密封有填料箱密封和机械密封两种。

⑥ 其他结构：各种接管、人孔、支座等附件。

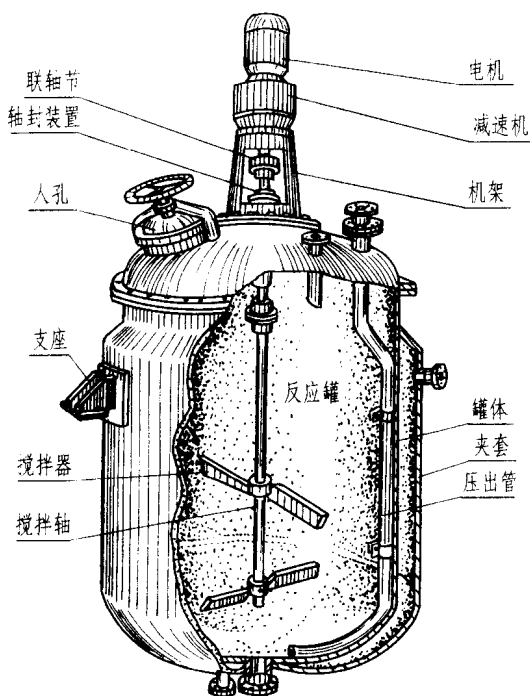


图 1-15 搅拌反应器

图 1-15 所示为一搅拌反应器的结构示意图。

下面介绍反应罐中两种常用零部件：搅拌器和轴封装置。

1. 搅拌器

搅拌器用于提高传热、传质，增加物料化学反应速率。常用的有桨式、涡轮式、推进式、框式与锚式、螺带式等搅拌器，其结构参见图 1-16。上述几种搅拌器大部分已经标准化，搅拌器主要性能参数有搅拌装置直径（350~2100 共 16 种）和轴径（30、40、50、60、70、80、90、100、110、120、130、140 和 160 等）。

标记示例

例 直径 600mm，轴径 40mm 的桨式搅拌器，标记为

“搅拌器 600—40，HG5—220—65—5”

2. 轴封装置

反应罐的密封有两种：一种是静密封，如法兰连接的密封；另一种是动密封，轴封即属于一种动密封。反应罐中应用的轴封结构主要有两大类：填料箱密封和机械密封。

(1) 填料箱密封

填料箱密封的结构简单，制造、安装、检修均较方便，因此应用较为普遍。填料箱密封

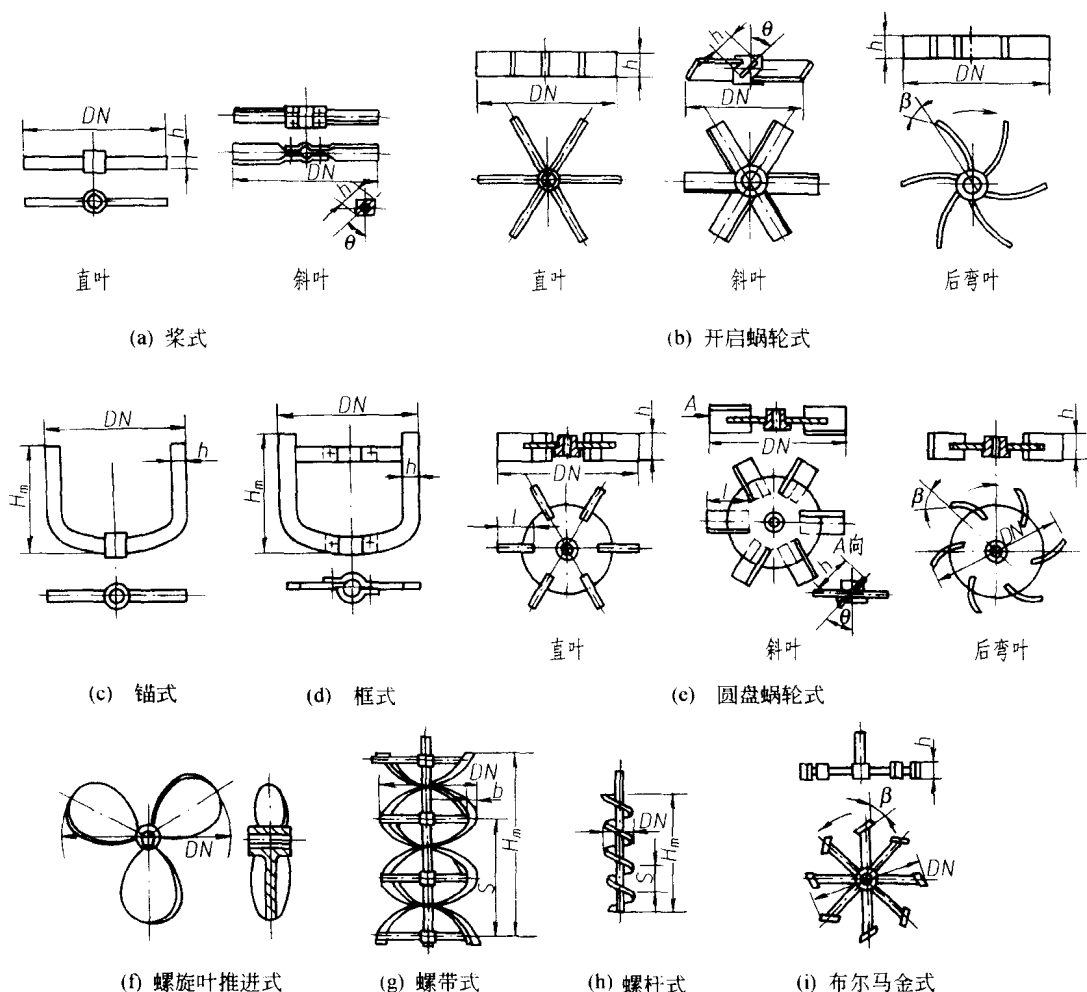


图 1-16 各种搅拌器结构

的种类很多，例如：有带衬套的、带油环的和带冷却水夹套的等多种结构，如图 1-17 所示。标准填料箱的主体材料有碳钢和不锈钢两种，填料箱的主要性能参数有压力等级（0.6MPa 和 1.6 MPa 两种）和公称轴径（ DN 系列为 30、40、50、60、70、80、90、100、110、120、130、140 和 160 等）。

标记示例

例 1 公称压力为 1.6MPa，公称轴径 50mm 的碳钢填料箱，标记为

“填料箱 $pN1.6$ ， $DN50$ HG21537.7—92”

例 2 公称压力为 1.6MPa，公称轴径 80mm，材料为 0Cr18Ni10Ti（代号为 321）的不锈钢填料箱，标记为

“填料箱 $pN1.6$ ， $DN80/321$ HG21537.8—92”

(2) 机械密封

机械密封是一种比较新型的密封结构。它的泄漏量少，使用寿命长，摩擦功率损耗小，轴或轴套不受磨损，耐振性能好，常用于高低温、易燃易爆有毒介质的场合。但它的结构复