

安装工程概预算系列手册

化工设备安装工程 概预算手册

王香春 林洪广 编
蒋培杰 元云芝

.735-62

中国建筑工业出版社



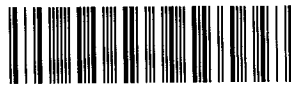
97
F407.735-62
1
2

安装工程概预算系列手册

化工设备安装工程概预算手册

王香春 林洪广 编
蒋培杰 亓云芝

XAH157/26



3 0109 6048 6

中国建筑工业出版社



C

375562

(京) 新登字 035 号

本手册介绍了化学工业设备安装工程概预算的编制方法、工程量计算规则、定额使用以及各主要分项工程概预算的编制实例，还扼要介绍了化工设备安装的施工程序与主要施工方法。本册主要章节内容有：化学工业设备、工艺设备安装、工业炉、空气分离装置、工艺金属结构工程、非标设备制作、丙烯腈反应器组对安装等，共七章。全书取材精炼，内容翔实，实用性强。可供设备安装工程概预算编制、审核人员以及工程审计人员使用。

安装工程概预算系列手册
化工设备安装工程概预算手册

王香春 林洪广 编
蒋培杰 亓云芝

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

新华书店经销

北京市顺义县板桥印刷厂印刷

*

开本：787×1092 毫米 1/16 印张：12 字数：289 千字

1996 年 11 月第一版 1996 年 11 月第一次印刷

印数：1—3,100 册 定价：16.00 元

ISBN 7-112-02406-4

F·183 (7454)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

出版说明

为了方便安装施工企业概预算人员执行《全国统一安装工程预算定额》，提高概预算的编制质量和工作效率，现根据各安装专业的特点，并结合广大安装工程概预算人员在实际工作中的需要，编写了《安装工程概预算系列手册》，供大家参考使用。

本系列手册按照各安装专业或相近专业分10册出版，分别为《电气安装工程概预算手册》、《自动化控制装置及仪表工程概预算手册》、《通风空调安装工程概预算手册》、《给排水采暖煤气安装工程概预算手册》、《刷油防腐蚀绝热工程概预算手册》、《管道安装工程概预算手册》、《机械设备安装工程概预算手册》、《化工设备安装工程概预算手册》、《通信安装工程概预算手册》、《炉窑砌筑工程概预算手册》，较全面地、系统地汇集了安装工程概预算工作有关的各种图例、符号、计算公式，一般通用设备及常用材料技术参数和其他基础参考资料；同概预算有关的安装工艺；《全国统一安装工程预算定额》的规定及应用；概预算的编制方法及实例等。

本系列手册中所介绍的材料费、人工费、机械台班费都是某一时期的价格，有的可能低于时价，仅供读者参考，使用时应按各地方的有关规定执行。

本系列手册的主要特点是资料丰富、实用，查阅简便，是安装工程概预算人员日常工作中得心应手的工具书，也是从事安装工程设计和施工的技术人员及管理人员有益的读物。

本系列手册在编写过程中，中国建筑第一工程局安装公司和北京市设备安装工程公司的概预算人员、工程技术人员及有关专家提出了许多宝贵的意见和建议，并得到了建设部标准定额研究所和中国安装协会的有关同志的热情支持，在此一并致谢。

目 录

| | |
|--------------------------|-----|
| 第一章 化学工业设备 | 1 |
| 第一节 概述 | 1 |
| 第二节 塔类设备 | 4 |
| 第三节 换热设备 | 7 |
| 第四节 化学反应设备 | 13 |
| 第五节 化工容器及设备的检验 | 15 |
| 第二章 工艺设备安装 | 20 |
| 第一节 化工设备吊装方法简述 | 20 |
| 第二节 整体设备的安装 | 23 |
| 第三节 分段、分片设备的组对安装 | 29 |
| 第四节 金属抱杆 | 31 |
| 第五节 设备脱脂及填充 | 35 |
| 第六节 预算的编制 | 40 |
| 第三章 工业炉 | 46 |
| 第一节 概述 | 46 |
| 第二节 工业炉安装 | 76 |
| 第三节 工业炉安装预算定额 | 79 |
| 第四节 施工图预算编制步骤 | 84 |
| 第四章 空气分离装置 | 91 |
| 第一节 概述 | 91 |
| 第二节 空气分离机器设备简介 | 95 |
| 第三节 空分设备安装及施工方法 | 100 |
| 第四节 施工图预算的编制 | 104 |
| 第五节 空气分馏塔施工图预算编制实例 | 107 |
| 第五章 工艺金属结构工程 | 115 |
| 第一节 金属油罐预制安装 | 115 |
| 第二节 球罐安装 | 134 |
| 第三节 气柜制作安装 | 158 |
| 第六章 非标设备制作 | 165 |
| 第一节 非标设备 | 165 |
| 第二节 非标设备制作 | 169 |
| 第三节 非标设备计价 | 170 |
| 第四节 非标设备制作施工图预算的编制 | 171 |
| 第七章 丙烯腈反应器组对安装 | 176 |
| 第一节 概述 | 176 |

| | | |
|-----|--------------------|-----|
| 第二节 | 反应器结构及材料 | 176 |
| 第三节 | 反应器施工程序及方法 | 178 |
| 第四节 | 定额规定及施工图预算编制 | 180 |

第一章 化学工业设备

第一节 概 述

在工厂里可以看到许多各种各样的设备，无论是化学工业、炼油工业、石油化工行业、冶金、轻工、核能及国防工业中都有许多各种各样的设备。虽然它们处理的物料和在生产过程中所处的位置不同，但是设备结构型式基本相似，设备制造工艺也大体相同。

化学工业设备一般是指在化工生产中用于传热、传质和化学反应等过程的容器。如各种型式各种规格的换热器、塔类设备、反应器等。机械为机器和设备的统称。设备是指以静置的作用部件为主的机械。

一、设备的分类

由于生产过程的多种需要，设备的种类繁多，用途各异。为了掌握设备的共同特点和共同规律，将它们按一定的原则进行科学的分类。

(一) 按设备生产工艺过程中的作用原理分类

进行同类生产（化工）过程的设备，在设计和使用上都有相似之处。按所进行的物理化学过程来划分，可分为以下几种。

1. 反应设备：这类设备是主要用于完成介质的物理、化学反应过程的容器。大多数设备是在加温加压并有催化剂存在的情况下进行过程反应的；或在介质直接接触的情况下，伴随着换热的物理过程及化学反应过程的设备。如反应釜、反应器、分解锅、分解塔、聚合釜、高压釜、合成塔、变换炉、蒸煮锅、煤气发生炉等；

2. 换热设备：这类设备主要是用于完成介质的热量交换，热量通过分隔介质的器壁进行传导。有板式、列管式、套管式、浸入式和喷淋式等换热设备。如热交换器、冷却器、冷凝器、蒸发器、加热器、硫化锅、消毒锅、染色器、烘缸、预热锅、蒸锅、蒸脱机、电热蒸汽发生器等；

3. 分离设备：分离设备主要是用于完成介质的流体压力平衡和气体净化等物料分离的容器。如分离器、过滤器、集油器、缓冲器、洗涤器、吸收塔、铜洗塔、干燥塔、汽提塔、分汽缸、除氧器等。

4. 储存设备：这类设备主要用于盛装生产用的原料气体、液体、液化气体等贮存物料的设备。如各种型式的储罐（球罐、贮槽、气柜等）；

注：

1. 机械：机器和设备的统称；

2. 机器：配有驱动装置并以运动的作用部件为主的机械；

3. 设备：从静置的作用部件为主的机械；

4. 在一种设备中，如同时具备两个以上的工艺作用原理时，应按工艺过程中的主要作用来划分设备的类别。

(二) 按设备的形状分类

工厂中使用的设备形状很多，常见的设备的形状主要有三种类型。

1. 方形或矩形设备：由平板焊制成，制造简单，但承压能力差，故只用作小型常压贮罐。

2. 球形设备：由数块球瓣板拼接焊成。球瓣制造工艺不同于其它设备，具有一些特有的技术要求。球形设备容积都很大，盛装物料多，工作压力也比较高，技术要求比较严格。随着石油化工和化学工业的发展，需要更多贮存液态或气态物料的贮槽。因此近年来球形设备得到日益广泛的应用。

3. 圆筒形设备：是由圆柱形筒体和各种成型封头（椭圆形、半球形、碟形、锥形）所组成的立式、卧式容器。由于使用目的不同，内部结构各不相同。该形状设备制造较容易，承压能力较好，因此这类设备应用最广。

（三）按设备的设计压力分类

按设备承压性质，可将设备分为内压设备和外压设备两类。当设备内部介质压力大于外界压力时为内压设备，反之为外压设备。

按设备的设计压力分为：

1. 超高压设备 $P \geq 100\text{MPa}$ ；
2. 高压设备 $10 \leq P < 100\text{MPa}$ ；
3. 中压设备 $1.6 \leq P < 10\text{MPa}$ ；
4. 低压设备 $0.1 \leq P < 1.6\text{MPa}$ ；
5. 常压设备 $P < 0.1\text{MPa}$ ；
6. 真空设备 负压。

在石油、化工装置中许多设备是在高温高压下运行的。如氨和尿素合成装置的操作压力可达 3.8MPa ，温度达 430°C 左右。在石油化工装置中也有低温低压设备。聚乙烯生产则要求 $100 \sim 300\text{MPa}$ 的超高压设备，它的设备要用整体高强度锻件制造。

（四）按设备结构材料分类

制造设备所用的材料应满足使用条件和制造工艺两方面的需要。大体上分两大类，即金属设备和非金属设备。

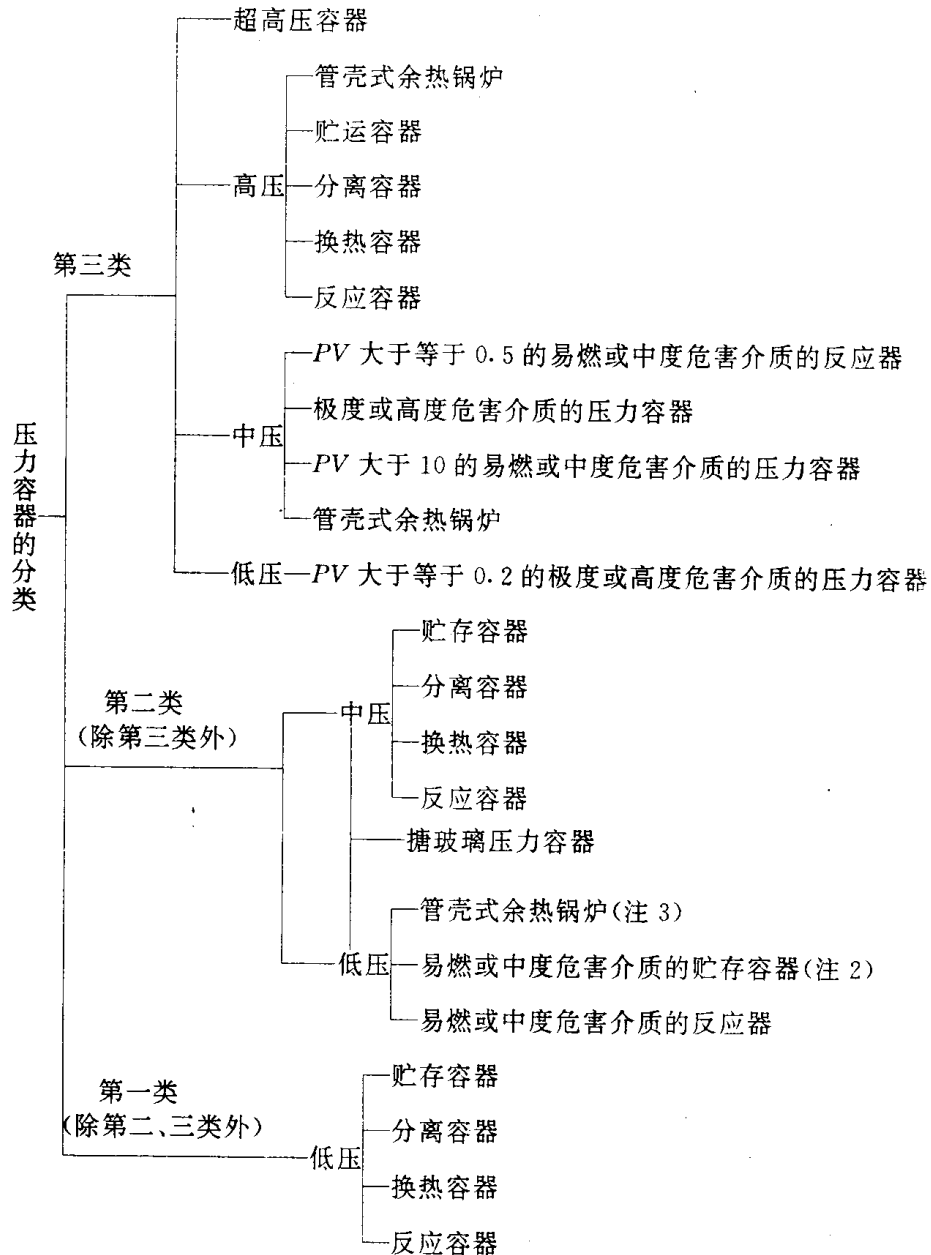
金属设备中，目前应用最多的是低碳钢和普通低合金钢。化工炼油设备大多数与一定的腐蚀介质接触，材料应具有优良的耐腐蚀性，因此在腐蚀严重或产品纯度要求严格的情况下，一般多采用不锈钢、不锈复合钢板或铝制的设备。在低温、深度冷冻的操作条件下，一般则选用铝、铝合金或铜和铜合金设备。还有用铸铁制造的设备。

根据生产过程的需要，非金属材料的设备也很多。非金属材料可作设备的衬里或独立构件。常用的非金属材料如硬聚氯乙烯、玻璃钢、不透性石墨、化工搪瓷、化工陶瓷以及耐酸砖、橡胶衬里等等。

（五）按监督管理分类

为了加强压力容器的安全技术管理和监督检查，按国家劳动部 1990 年 5 月颁发的《压力容器安全技术监察规程》，将压力容器划分为三类：

1. 根据压力 P 、压力乘容积 $P \cdot V$ （注 1），介质特性、用途以及设计、制造特点综合分类：



注 1: $P \cdot V$ 值的单位: $\text{MPa} \cdot \text{m}^3$ 。

注 2: 易燃介质是指与空气混合的爆炸下限小于 10%, 或爆炸上限和下限之差值大于等于 20% 的气体, 如: 一甲胺、乙烷、乙烯、氯甲烷、环氧乙烷、环丙烷、氢、丁烷、三甲胺、丁二烯、丁烯、丙烯、甲烷等。

注 3: 管壳式余热锅炉是指《压力容器安全技术监察规程》第 3 条所述烟道式余热锅炉之外的, 结构类似压力容器, 并按压力容器标准、规范进行设计和制造的余热锅炉。

2. 介质的毒性程度参照 GB5044 《职业性接触毒物危害程度分级》的规定, 分为四级。

- (1) 极度危害 (I 级) $< 0.1 \text{mg}/\text{m}^3$;
- (2) 高度危害 (II 级) $0.1 \sim 1.0 \text{mg}/\text{m}^3$;
- (3) 中度危害 (III 级) $1.0 \sim 10 \text{mg}/\text{m}^3$;
- (4) 轻度危害 (IV 级) $\geq 10 \text{mg}/\text{m}^3$ 。

3. 压力容器中的介质为混合物时, 应以介质的组成并按本注的毒性程度或易燃介质的划分原则, 由设计单位的工艺设计或使用单位的生产技术部门, 决定介质毒性程度或是否属于易燃介质。

第二节 塔类设备

塔类设备是化工、石油、轻工等各类工业的重要设备。它可使气（或汽）-液或液-液两

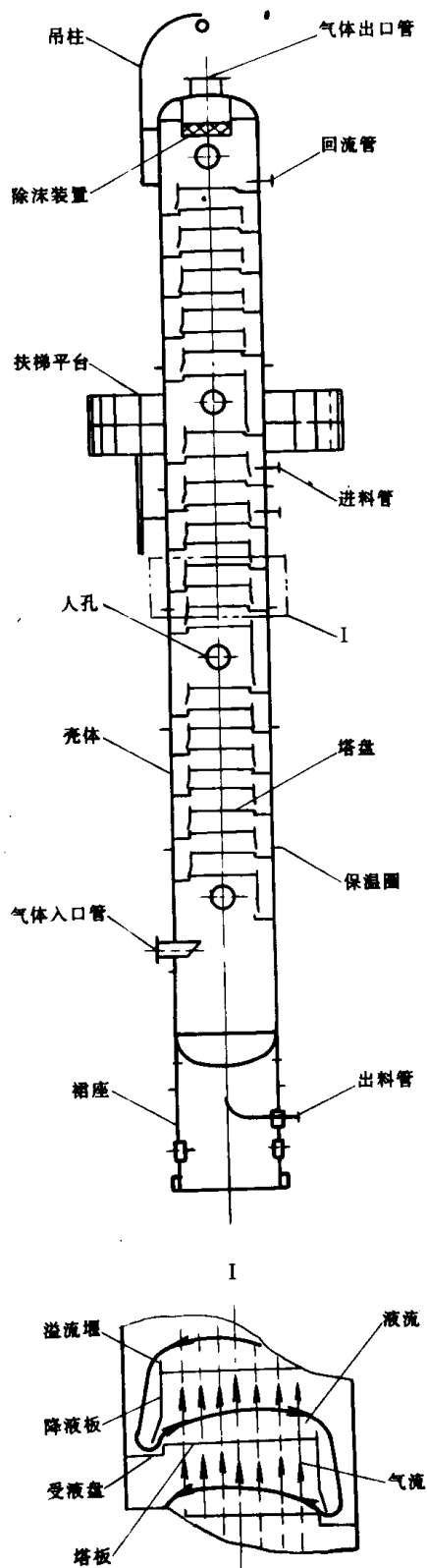


图 1-1 板式塔总体结构简图

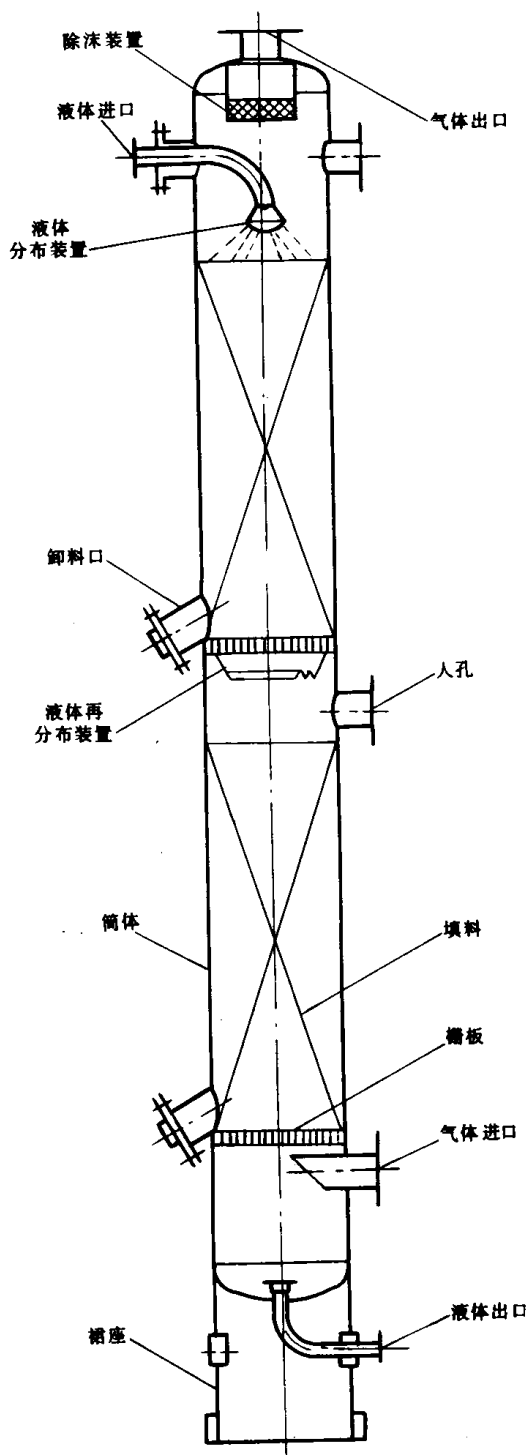


图 1-2 填料塔总体结构

相之间进行紧密接触，达到相际传质及传热的目的。在塔设备中完成单元操作，如精馏、吸收、解吸和萃取等。此外，工业气体的冷却与回收，气体的湿洁净制和干燥，以及兼有气-液两相传质和传热的增湿、减湿等。据粗略统计，炼油厂塔器所占的钢材重量约占全厂设备总重量的 25%~30%，投资约占全厂总投资的 10%~20%。

常用塔类设备种类很多，按操作压力分为加压塔、常压塔和减压塔；按单元操作分为精馏塔、吸收塔、解吸塔、萃取塔、反应塔和干燥塔；最常用的分类方法是按塔内件结构分为板式塔（见图 1-1）和填料塔（见图 1-2）两大类。还有几种装有机运动构件的塔。

塔类设备的结构，除了种类繁多的各种内件外，其余构件基本相同。由塔体、塔体支座、除沫装置、物料进出口接管、人孔和手孔、吊柱等组成。

一、板式塔

板式塔是分级接触型气（汽）-液传质设备。在塔内按照一定距离装有一定数量的塔盘，气体以鼓泡或喷射的形式穿过塔盘上的液层，两相密切接触进行传质和传热。

常用板式塔类型有：泡罩塔、筛板塔、浮阀塔、舌形喷射塔以及最近发展起来的一些新型和复合型塔（如浮动喷射塔、浮舌塔、压延金属网板塔、多降液管筛板塔等）。

1. 塔盘类型：板式塔的塔盘主要分溢流式和穿流式两大类。常用的塔盘有圆泡罩塔盘、条形泡罩塔盘、隧道式塔盘、S形塔盘、浮阀塔盘、筛孔塔盘、斜形塔盘、网孔式塔盘等。如图 1-3 所示。

2. 塔盘的结构：塔盘系由气-液接触元件（如浮阀、筛孔、泡罩等）、塔盘板、受液盘、溢流堰、降液管（或降液板）、塔盘支承件和紧固件等部分组成。塔盘按其结构特点可分为整块式和分块式两种。一般塔径为 300~900mm 时，采用整块式塔盘；当塔径 ≥ 800 mm 时，能在塔内进行装拆，可用分块式塔盘。

(1) 整块式塔盘分为定距管式塔盘、重叠式塔盘和支撑圈式塔盘。

(2) 分块式塔盘分为单流塔盘、双流塔盘、多流塔盘和 U 型塔盘。

3. 塔盘的安装：塔盘安装前应清点零件的数量，清除其表面上的油污、铁锈等，并标注序号。

浮阀式塔盘和圆泡罩塔盘安装前，在塔外应将浮阀、圆泡罩分别安装在塔盘板上，浮阀在塔盘孔内应灵活自由，没有卡涩现象；圆泡罩安装时，应调节泡罩高度，泡罩与升气管保持同心。

塔内部构件（如塔盘板、可拆的降液板、受液盘等零件）必须能通过人孔，便于装拆。各分块塔盘之间以及塔盘板和支持圈、支持板受液盘之间采用各种形式的紧固件联接。常用的塔盘紧固件有卡子、螺栓和龙门铁。

二、填料塔

在塔设备内装入填料即为填料塔。它主要由塔体、喷淋装置、填料、填料支承装置及液体分解装置、气液出口等部件组成（见图 1-4）。液体自塔顶的分布装置淋下，沿着填料表面成膜状流下，气体自塔底部进入，沿着填料间的空隙上升，互成逆流接触，促进传质过程的进行。

1. 填料的结构形式不断地更新改造。目前，不同形状规格的填料已有几百种。常见的填料按形状大致可分成下列几大类：

(1) 环形填料：拉西环、鲍尔环及改进的鲍尔环等。

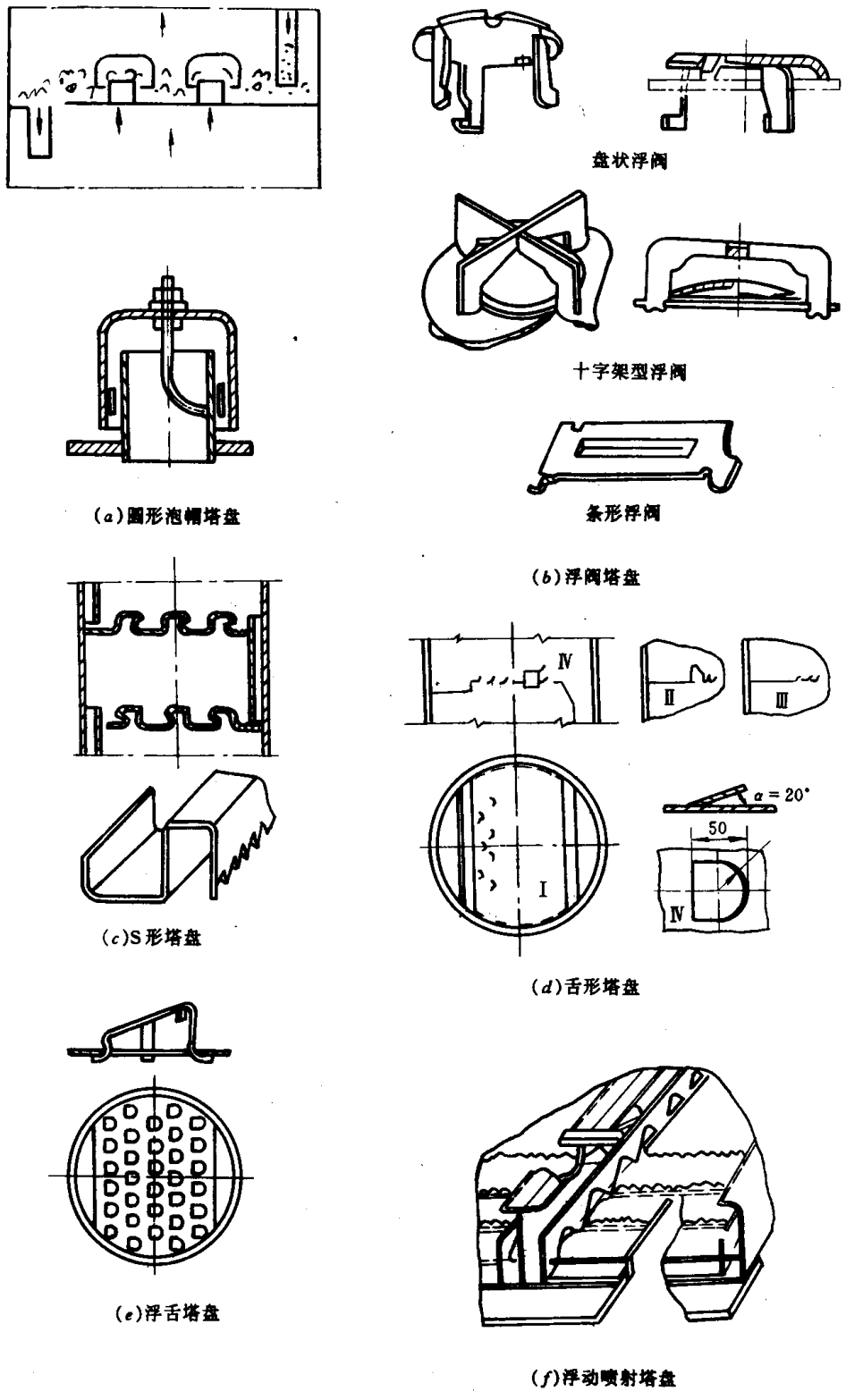


图 1-3 塔盘示意

- (2) 鞍形填料：弧鞍填料、矩鞍填料、改进矩鞍填料等。
- (3) 鞍环填料及其他颗粒形填料、波纹填料等。

填料安装形式分为整齐排列与乱堆两种。填料本体结构十分重要，通过对填料结构的

改进，使填料塔的性能得到改善。填料的材质有钢、不锈钢和陶瓷、塑料等。填料形式见图 1-4。

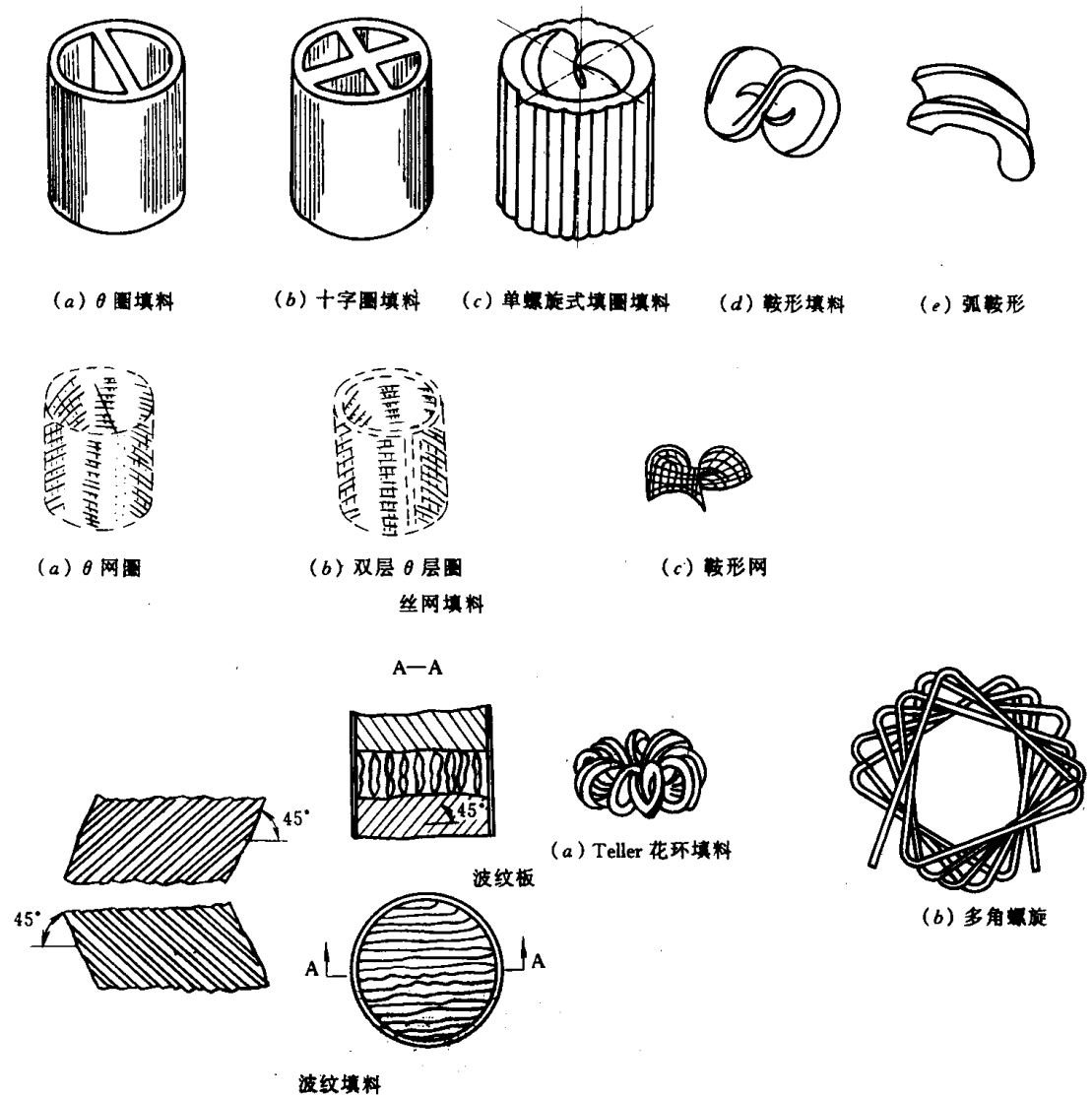


图 1-4 填料形式

第三节 换 热 设 备

换热器是用来完成各种不同传热过程的设备，它是化工、石油、动力原子能、轻工和其他许多工业部门广泛应用的一种通用工艺设备。在化工厂建设中，换热设备约占全部工艺设备投资的 11%；在现代石油炼厂中，换热设备约占全部工艺设备投资的 40% 左右。

换热器依据不同的传递机理设计。热传递有三种基本方式：传导、对流和辐射。

换热器的类型随着工业发展而扩大。在化工、石油生产中，由于用途、工作条件、载热体的特性等不同，其换热器的结构和形式各不相同。

一、换热器的分类

(一) 按作用原理或传热方式分类

1. 混合式换热器：混合式换热器（或称直接式换热器）是参与换热流体的直接接触与混合的作用来进行热量交换的。

2. 蓄热式换热器：蓄热式换热器大多用耐火砖垒砌而成。其内部用耐火砖垒砌成“火格子”或者用成形填料填充。它是让两种不同的流体先后通过同一固体填料的表面，热载体先通过，把热量蓄积在填料中，冷流体通过时将热量带走，从而实现冷、热两种流体之间的热量传递。如炼焦炉的蓄热室的多孔格子砖、空气分离装置的蓄冷器中的卵石等的表面。

3. 间壁式换热器：它是利用一种固体壁面将进行热交换的两种流体隔开，使它们通过壁面进行传热。这种形式的换热器使用最广泛。

(二) 按生产中使用目的分类

可分为冷却器、加热器、冷凝器、汽化器、或再沸器和热交换器等。

(三) 按换热器所用材料分类

一般分成金属材料和非金属材料换热器。

(四) 按换热器传热面的形状和结构分类

1. 管式换热器（通过管壁传热）：

(1) 蛇管式换热器：其传热面是由弯曲成圆柱形或平板形的蛇形管子组成。蛇形管的材料有钢管、铜管或其他有色金属管、陶质管、石墨管等。

蛇形管式换热器又可分为沉浸式和喷淋式（如图 1-5）。

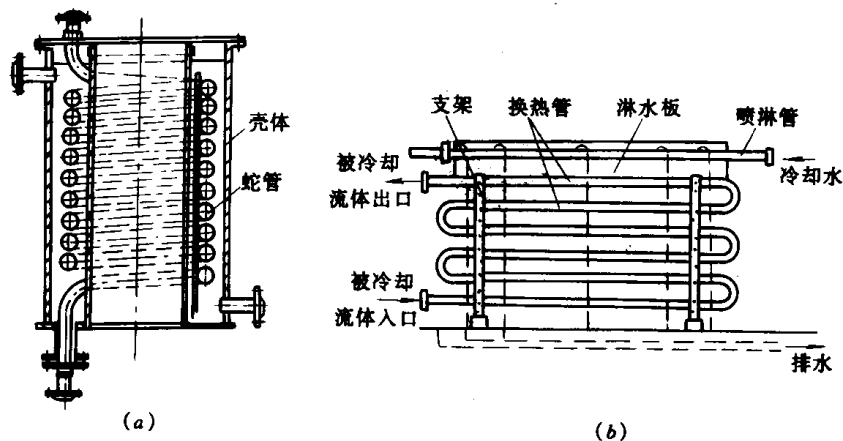


图 1-5 蛇形管式换热器

(a) 沉浸式蛇管换热器；(b) 喷淋式换热器

(2) 套管式换热器：它是由两根直径不同的管子套在一起形成一同心套筒，两端用 U 形构件将它们连接起来，并根据实际需要，排列组合而成。

2. 管壳式（列管式）换热器：管壳式换热器是将管子与管板连接，再用壳体固定。按其结构特点可分为下列几种：

(1) 固定管板式换热器：固定管板式换热器，其外面的圆筒形壳体和内部的换热管

(管束)通过两端的管板刚性地连接在一起。参与换热的两种介质,一种在管内流动(称管程),另一种介质在管外和壳体之间的空间流动(称壳程),热量通过管壁进行传递。其结构见图1-6。

具有温差补偿的列管式换热器,带挠性构件(壳体带波纹膨胀节)和管束能自由伸缩的两种。见图1-7。

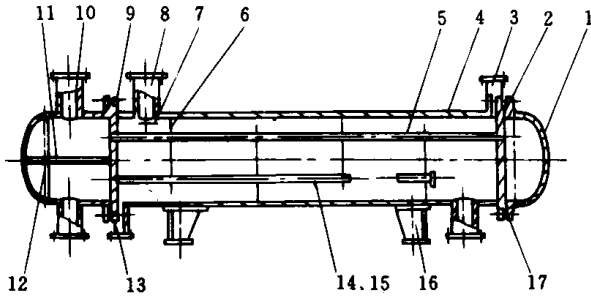


图 1-6 列管式换热器结构

1—封头; 2—设备法兰; 3—排气口; 4—壳体; 5—换热器; 6—折流板或支承板; 7—防冲板; 8—壳程接管; 9—管板; 10—管程接管; 11—隔板; 12—管箱; 13—排液口; 14—定距管; 15—拉杆; 16—支座; 17—垫片

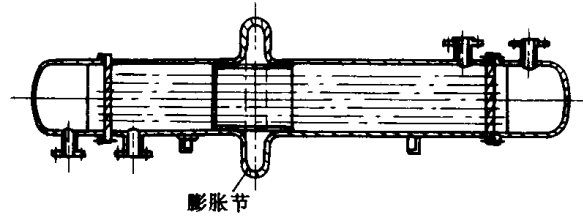


图 1-7 带波纹膨胀节的固定管板式列管换热器

(2) 管束可以自由伸缩的列管式换热器这种换热器的管束一端不与壳体刚性地连接在一起,管束和壳体互不制约,各自可以自由伸缩,从根本上消除了温差应力。经常使用的有浮头式、滑道管板式、填料函式、U形管式和双套管式。

1) 浮头式换热器:一端管板与壳体固定,而另一端的管板可以在壳体内自由浮动,见图1-8。浮动部分的结构按不同的要求可以设计成各种形式,因管束能在设备内自由移动,还要考虑浮头部分的检修、安装和清洗方便。安装前压力试验按规范要求进行,压力试验的顺序见JB1147—80《钢制列管式换热器技术条件》。分为下列三个阶段试压:

- A. 管子与固定管板及浮头管板连接口检查试压;
- B. 管箱和浮头盖试压;
- C. 壳体和外浮头盖试压。

2) 填料函式列管换热器:填料函式列管活动管板和壳体之间以填函的形式加以密封,对于一些腐蚀严重、温差较大而经常要更换管束的冷却器应用较多。结构较浮头简单,制造方便,易于检修清洗如图1-9所示。

3) U形管式换热器:U形管式换热器的换热管呈“U”字形,U形管的两端固定在一

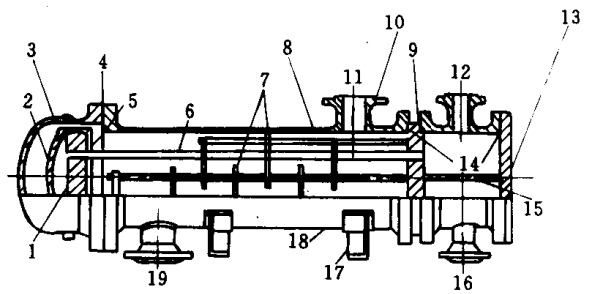


图 1-8 典型的浮头式换热器

1—浮动管板; 2—浮头盖; 3—壳体头盖; 4、14—垫片; 5—两半组成的勾圈; 6—管子; 7—折流板; 8—系杆和定距管; 9—固定管板; 10—防冲板; 11、16—入口; 12、19—出口; 13—管箱盖; 15—隔板; 17—支座; 18—壳体

块管板上，而且这种换热器仅有一块管板，其结构如图 1-10。



图 1-9 填料函式列管换热器

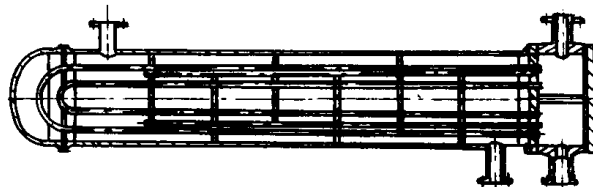


图 1-10 U 形管式换热器

为了改善管间流体流动状况，使换热器操作按照完全逆流方式进行，加大两流体温差，提高换热效果，可在管束中部、空区设置长方形箱状纵向折流板。

4) 滑动管板式列管换热器：滑动管板式的列管换热器，其中一个管板固定，另一端管板可以自由滑动。在壳体法兰、端盖法兰和滑动管板之间设有密封环，以密封三者之间的缝隙。其结构如图 1-11。

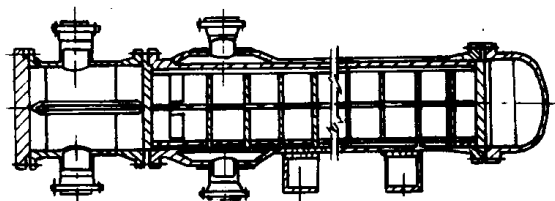


图 1-11 滑动管板式列管换热器

5) 双套管式列管换热器：双套管式列管换热器主要是由两根同心安装的不同直径的管子构成。外套管下端封闭，内管两端畅通。内管与外管分别固定在上、下两块管板上。其结构如图 1-12 所示。这种换热器适用于高温、高压的场合，多用于固定床反应器。如很多氨合成塔触媒筐中就是采用双套管式换热器来调节触媒筐中的温度。

3. 板片式换热器：板片式换热器的传热面是由冷压成形或经焊接连接的金属板材构成的。属于这类的换热器有螺旋板式换热器、板式换热器和板翅式换热器等。

(1) 螺旋板式换热器：螺旋板式换热器是用两张平平的长条形金属薄板卷制成，如图 1-13 所示。

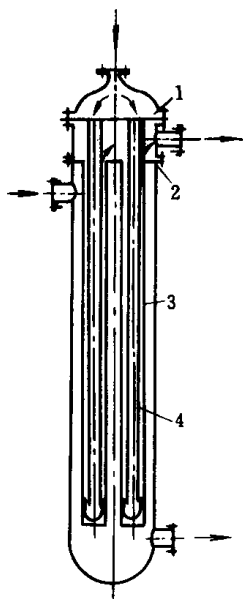


图 1-12 双套管式列管换热器

1—上管板；2—下管板；3—外管；4—内管

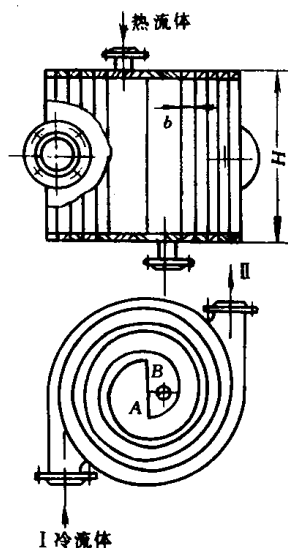


图 1-13 螺旋板式换热器

1、2—平行的金属薄板

(2) 板式换热器：板式换热器是由很多波纹或半球形突出物的传热板，按一定间隔，通过垫片压紧而成，如图 1-14 所示。

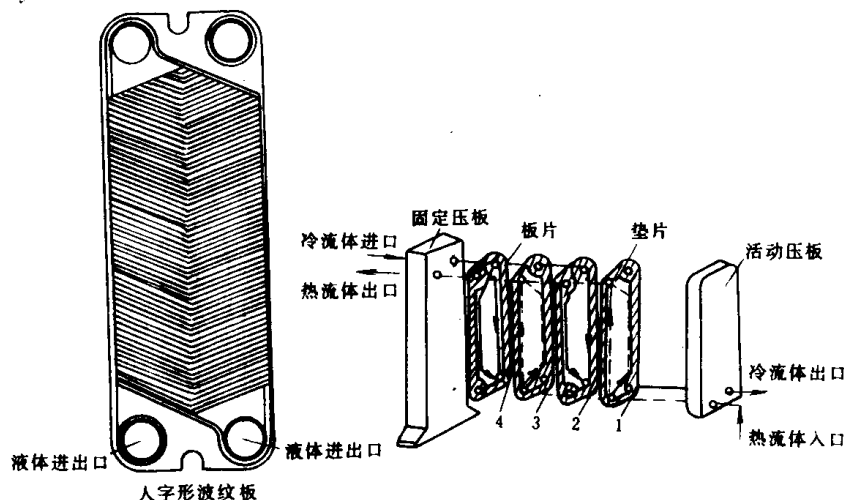


图 1-14 板式换热器

(3) 板翅式换热器：板翅式换热器主要是由平隔板、翅片、封条三部分组成如图 1-15 所示。

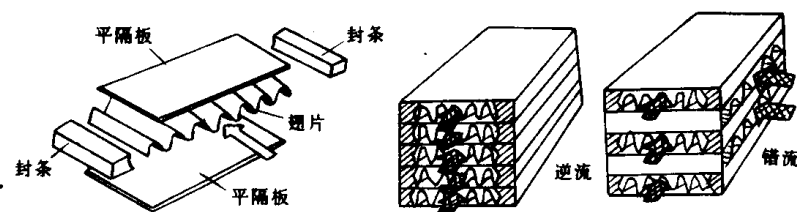


图 1-15 板翅式换热器

4. 非金属换热器：在化工生产中常常有很多具有强腐蚀性的物料，这时用普通材料制成的换热设备已不能满足需要。随着化学工业的发展，出现和发展了许多耐腐蚀的新型材料换热器（如陶瓷、玻璃、聚四氟乙烯、石墨等）。

5. 空气冷却器：空气冷却器的基本部件有：

(1) 一组或多组带翅片的管束，需要冷却或冷凝的流体在管内通过，空气在管外流动，对流进行冷却。

(2) 一个或几个轴流风机，驱使空气流动。

(3) 构架。

(4) 附件，如百叶窗、蒸汽盘管、梯子、平台等。空气冷却器基本结构见图 1-16。

空气冷却器因其结构、安装形式、冷却和通风方式不同，可分为以下不同类型：

1) 按管束布置和安装形式不同分为水平式空冷器和斜顶式空冷器。前者适用于冷却，后者适用于冷凝冷却。

2) 按冷却方式不同分为干式空冷器和湿式空冷器。全干式空冷器适用于：*a.* 寒冷地区或介质终端温度比夏季设计气温高 15~20℃ 以上场合；*b.* 可用于高压介质冷却系统，不再