

“十五”国家重点图书

过程
设备

机械设计

UOCHENG SHEBEI JIXIE SHE.

潘红良 郝俊文 主编



华东理工大学出版社

EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

“十五”国家重点图书

要 录 容 内

本书共分五章，第一章为绪论，第二章为机械设计的程序，第三章为机械零件设计，第四章为机械传动设计，第五章为机械系统的设计。本书可作为高等院校机械类专业及相关专业的教材，也可供从事机械设计的工程技术人员参考。

过程
设备

机械设计

UOCHENG SHEBEI JIXIE SHEJI

潘红良 郝俊文 主编



华东理工大学出版社

EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

过程设备机械设计/潘红良,郝俊文主编. —上海:
华东理工大学出版社,2006.7

ISBN 7-5628-1898-3

I. 过... II. ①潘... ②郝... III. 化工过
程-机械设备-机械设计-高等学校-教材 IV. TQ051.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 048971 号

过程设备机械设计

主 编 / 潘红良 郝俊文

责任编辑 / 徐知今

封面设计 / 王晓迪

责任校对 / 张 波

出版发行 / 华东理工大学出版社

地址:上海市梅陇路 130 号,200237

电话:(021)64250306(营销部)

传真:(021)64252707

网址:www.hdlgpress.com.cn

印 刷 / 江苏省南通市印刷总厂有限公司

开 本 / 787×1092 1/16

印 张 / 18.25 插页 3

字 数 / 482 千字

版 次 / 2006 年 7 月第 1 版

印 次 / 2006 年 7 月第 1 次

印 数 / 1-4 050 册

书 号 / ISBN 7-5628-1898-3/TH·70

定 价 / 28.00 元

(本书如有印装质量问题,请到出版社储运部调换)

内 容 提 要

本书是“十五”国家重点图书,主要介绍了过程设备图样表达的特点、SW6软件的使用方法、过程设备中的搅拌釜式反应设备、塔设备和列管式换热器等三种典型设备的设计方法。书中还摘录了过程设备设计中所用到的相关标准。本书主要用作“过程设备机械基础”课程设计时的指导书,同时也可供其他相关专业人员参考。

前 言

本书为《过程设备机械基础》的姐妹书,编写该书的目的是为学生经过机械基础知识的学习后提供机械设计的技术指导。

机械是一门与工程实践密切相关的课程,仅通过书本知识的学习很难做到真正体会知识的内涵,而要真正学会设计则需要相对较长时间的工程实践,为此在进行书本知识学习的同时进行一次综合的设计训练,对领会所学知识的内涵具有重要的意义。过程设备种类繁多,结构型式有一定的相似性,这为过程设备采用通用的零部件创造了条件,同时考虑到设备的制作质量和生产成本,也促使了过程设备尽量采用通用的零部件,而这些零部件大多已建立了国家和行业标准,为此通过一次综合的设计训练,目的是初步学会运用过程设备设计的相关标准,为日后从事相关的工作创造条件。

过程设备的概念是在化工设备的基础上发展起来的。这一发展大大拓展了化工设备的内涵和外延,但对绝大多数工艺过程而言,化学工程中的“三传一反”依然是最为常见的工艺过程,而完成这些工艺过程的设备依然是塔器、换热器和反应器,为此本书依然选择这三类设备进行设计讲解。计算机技术的发展为过程设备的设计提供了许多新的技术,进行数字化的过程设备设计是时代发展的必然,我国自行编制的 SW6 软件是这些优异设计方法中的典范,至今全国已有数百家设计单位采用该软件进行过程设备的设计,作为高级技术人员的后备军,掌握该软件的使用方法是十分必要的,为此本书将该内容进行了简单介绍。

本书主要用于指导学生进行过程设备的设计,由于学时数的限制,一般用于课程设计的时间仅一周左右,设计的内容通常选择三种典型设备中的一种,这种做法要使学生综合了解过程设备还存在一定的差距,因此建议在进行过程设备设计以前进行 4~6 学时的过程设备讲解。设备是为工艺服务的,它与工艺过程是相辅相成的,因此在过程设备的设计前,最好经过工艺设计的训练,并采用工艺设计和设备设计一条龙的训练模式,将工艺设计的结果作为设备设计的条件,学生在经过这种训练后可建立系统和全局的观念。

本书第 1 章由钱卓群编写,第 2 章由潘红良编写,第 3 章由郝俊文编写,第 4 章由潘红良编写,第 5 章由潘红良编写,附录部分由陈珏负责整理。

在本书的编写过程中,华东理工大学提供了编写经费的支持,书中的许多插图由本研

究室的研究生协助完成,在此向这些为本书编写提供过帮助的单位和个人致以深深的谢意。

由于编者才疏学浅,参加设备设计的实践经验有限,对新标准和新规范的掌握不一定准确,书中难免有错误和遗漏之处,敬请读者提出宝贵意见,以便再版时更正。

编者

2006年4月于上海

目 录

第一篇 过程设备结构与设计

1 过程设备结构和图示表达特点	(1)
1.1 过程设备结构特点	(1)
1.2 过程设备图示表达的主要特点	(1)
1.3 过程设备图的主要内容	(9)
1.4 过程设备的焊接及表达方法	(10)
1.5 过程设备图的尺寸标注	(12)
2 过程设备计算机软件包——SW6	(14)
2.1 SW6 的安装和运行	(14)
2.2 材料性能及其数据库	(16)
2.3 四个基本受压元件计算	(16)
2.4 固定管板式换热器的设计	(23)
2.5 塔设备的设计计算	(26)
3 搅拌釜式反应器的设计	(32)
3.1 搅拌釜式反应器的总体结构	(32)
3.2 搅拌釜式反应器机械设计的内容和步骤	(33)
3.3 釜体、夹套及附件的结构设计	(33)
3.4 反应釜的搅拌装置	(40)
3.5 反应釜的传动装置及轴封装置	(42)
3.6 搅拌釜式反应器机械设计举例	(44)
4 塔设备设计	(53)
4.1 塔设备的分类和结构	(53)
4.2 塔设备机械设计内容和步骤	(65)
4.3 塔设备的强度和稳定性计算	(65)
4.4 塔设备机械设计举例	(73)
5 管壳式换热器设计	(80)
5.1 概述	(80)
5.2 管壳式换热器的类型	(80)
5.3 管壳式换热器的结构设计	(82)
5.4 管壳式换热器的强度计算	(93)
5.5 管壳式换热器的机械设计举例	(96)

第二篇 过程设备常用零部件标准

标 1	压力容器公称直径	GB9019—1988	(103)
标 2	钢制压力容器用封头	JB/T4746—2002	(105)
标 3	钢制管法兰型式、参数(欧洲体系)	HG20592—1997	(110)
标 4	化工配管用无缝及焊接钢管尺寸选用系列	HG20553—1993	(121)
标 5	钢制管法兰盖(欧洲体系)	HG20601—1997	(125)
标 6	钢制管法兰技术条件(整体条件)	HG20603—1997	(128)
标 7	钢制管法兰压力—温度等级(欧洲体系)	HG20604—1997	(129)
标 8	钢制管法兰用非金属平垫片(欧洲体系)	HG20606—1997	(132)
标 9	钢制管法兰用紧固件(欧洲体系)	HG20613—1997	(137)
标 10	压力容器法兰分类与技术条件	JB/T4700—2000	(144)
标 11	甲型平焊法兰	JB/T4701—2000	(154)
标 12	乙型平焊法兰	JB/T4702—2000	(159)
标 13	非金属软垫片	JB/T4704—2000	(165)
标 14	等长双头螺柱	JB/T4707—2000	(167)
标 15	管壳式换热器用缠绕垫片	JB/T4719—1992	(170)
标 16	外头盖侧法兰	JB/T4721—1992	(176)
标 17	大直径双头螺柱	HG/T21573.2—1995	(183)
标 18	大直径螺母	HG/T21573.3—1995	(192)
标 19	组合式视镜	HG21505—1992	(197)
标 20	透光式玻璃板液面计(PN2.5)	HG21589.1—1995	(201)
标 21	密封垫片(圈)代号		(204)
标 22	垂直吊盖板式平焊法兰人孔	HG21519—1995	(206)
标 23	垂直吊盖带颈平焊法兰人孔	HG21520—1995	(208)
标 24	水平吊盖板式平焊法兰人孔	HG21522—1995	(211)
标 25	水平吊盖带颈平焊法兰手孔	HG21523—1995	(213)
标 26	板式平焊法兰手孔	HG21529—1995	(214)
标 27	带颈平焊法兰手孔	HG21530—1995	(216)
标 28	搅拌传动装置系统组合、选用及技术要求	HG21563—1995	(218)
标 29	搅拌传动装置——凸缘法兰	HG21564—1995	(220)
标 30	搅拌传动装置——安装底盖	HG21565—1995	(223)
标 31	搅拌传动装置——单支点机架	HG21566—1995	(228)
标 32	搅拌传动装置——传动轴	HG21568—1995	(234)
标 33	搅拌传动装置——联轴器	HG21570—1995	(238)
标 34	搅拌传动装置——机械密封	HG21571—1995	(244)
标 35	搅拌器型式及主要参数	HG/T2123—1991	(249)
标 36	塔顶吊柱	HG/T21639—2002	(251)

标 37	丝网除沫器	HG/T21618—1998	.....	( 254)
标 38	耳式支座	JB/T4725—1992	.....	( 257)
标 39	补强圈	JB/J4736—2002	.....	( 260)
标 40	普通平键型式尺寸	GB/T1096—1979	.....	( 263)
标 41	螺柱许用应力	GB150—1998	.....	( 265)
标 42	地脚螺栓	GB/T799—1988	.....	( 267)
附录 1	过程设备课程设计的目的和内容	.....		( 268)
附录 2	过程设备设计条件表	.....		( 271)
附录 3	过程设备设计常用图面技术要求	.....		( 277)
参考文献	.....			( 280)

第一篇

过程设备结构与设计

1

过程设备结构和图示表达特点

任何一种过程设备均是为满足某一工艺过程而设置的,要实现一种工艺过程必须经过一定的时间,满足一定的条件,如温度、压力和流量等,工艺条件对设备的苛刻要求,决定了过程设备必须具有某些特殊的结构,从而给过程设备的图示表达方面带来相应的特殊要求。

1.1 过程设备结构特点

为满足不同工艺过程,过程设备的种类繁多,其结构、形状、大小各不相同,但过程设备的制造大多以钢板卷焊而成,设备的长度采用筒节拼焊的方法来实现,设备制造中大量采用标准的零部件,这就决定了过程设备具有许多共性的内容,导致其结构上具有如下共同的特点:

(1) 过程设备大多具有承压的外壳,该外壳一般由钢板卷制而成,其主体和零部件的结构形状大部分以回转体(柱、锥、球)为主;

(2) 过程设备的结构尺寸大至几十米,小至几毫米,相差悬殊,如塔设备的总高有几十米,甚至上百米,直径则比高度要小一个数量级,而壳体壁厚仅为毫米级;

(3) 为满足工艺过程的需要,在设备壳体的轴向和周向位置上有较多的开孔和管口,用以连接管路和安装各种零部件;

(4) 设备壳体和许多零部件大都是焊接成形,零部件间的连接也广泛采用焊接方法,过程设备焊接结构多是一个突出的特点;

(5) 过程设备上常用的零部件大多已标准化、系列化,因此设计中广泛采用标准零部件和通用零部件。

1.2 过程设备图示表达的主要特点

由于过程设备的结构具有某些特殊性,因此在绘制设备图时除了应按照《机械制图》国家标准外,还应结合过程设备图的特点,根据有关规定加以表达。

1.2.1 基本视图的设置

过程设备的基本形体多为回转体,故常用两个基本视图,再配以局部视图来表达细部结构。立式设备常用主、俯两个视图表达设备的主体结构,卧式设备一般以主、左(右)视图表达。对特别高大或狭长的设备,如果视图难以按投影位置放置时,允许将俯视图或左(右)视图绘制在图纸的其他空白处,但必须标注“俯(左,右)视图”或“X向”等字样;当其形状或结构相同或按规律变化时,可采用断开表达方法(图1-1)。当设备需较多视图才能表达完整时,将主视图及明细表、技术要求、技术特性表、管口表等安排在同一张图纸上,可将部分视图分画在数张图纸上,但需在每张图上说明各视图间的关系。

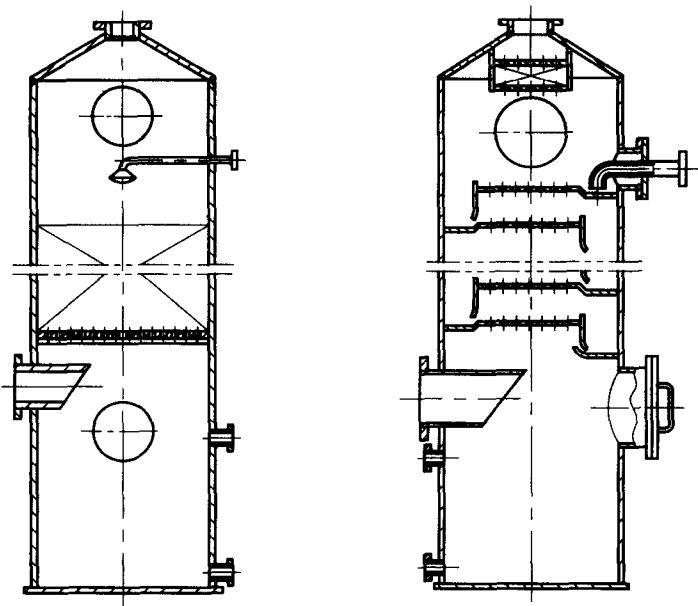


图 1-1 基本视图的断开表达

1.2.2 多次旋转表达

为了在同一主视图上表达布置于设备不同周向方位的管口和零部件的真实形状和位置,可采用多次旋转表达画法。旋转表达允许不作标注,其周向方位以管口方位图或俯(左)视图为准,如图 1-2 所示。当旋转后出现图形重叠时,应改用局部视图等方法另行画出。

1.2.3 局部放大表达

按总体尺寸选定的绘图比例,设备上某些细部结构如焊接结构在基本视图上无法表达清楚,常用局部放大图(又称节点放大图)来表达。局部放大图一般用剖视、剖面来表达,其画法和标注与机械制图相同,如图 1-3 所示。

1.2.4 夸大画法

某些零部件,例如设备的壁厚和垫片,按总体设备所选定的比例绘制则表达不清晰,此时可采用不按比例的夸大画法,用双线夸大画出其厚度,剖面线符号无法画出则用涂色代替。

1.2.5 简化画法

根据过程设备结构的特点和设计、生产制造的要求,绘制过程设备图时可采用一些简化画法。

(1) 零部件的简化画法。

一些标准化的零部件和外购件在设备图中不必详细画出,可按比例用粗实线画出其外

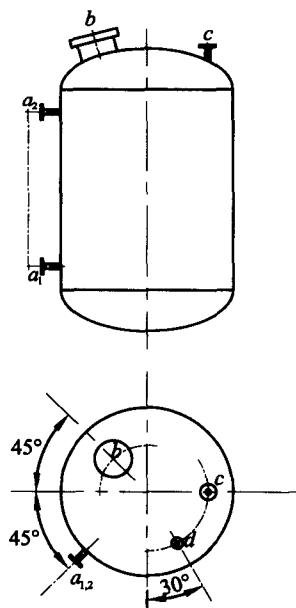


图 1-2 多次旋转表达

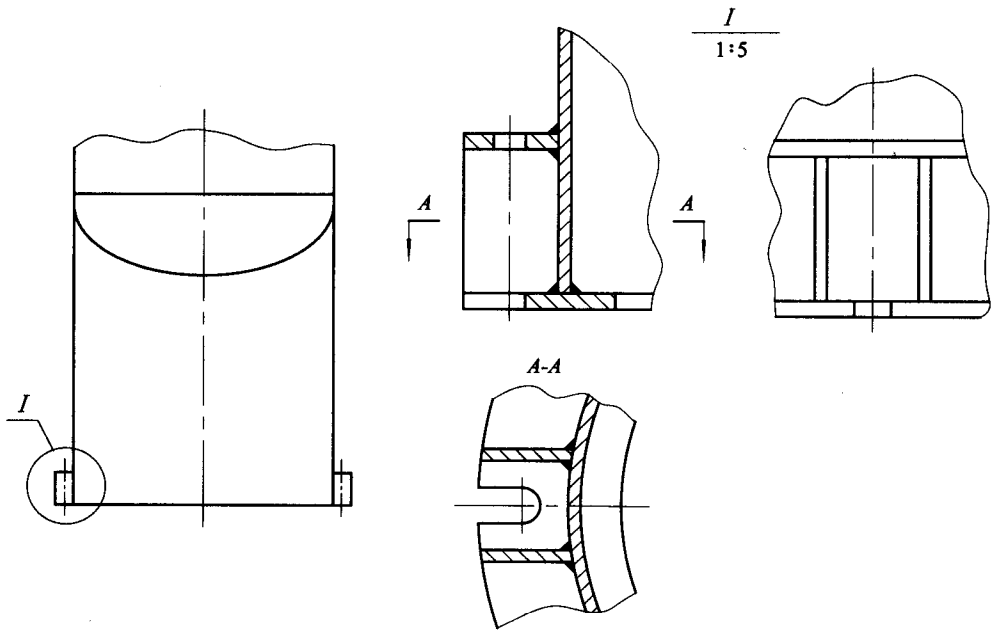


图 1-3 细部结构的局部放大表达方法

形特征,并在明细栏中注写其名称、规格、标准号。图 1-4 是几种标准零部件和外购件的简化画法。

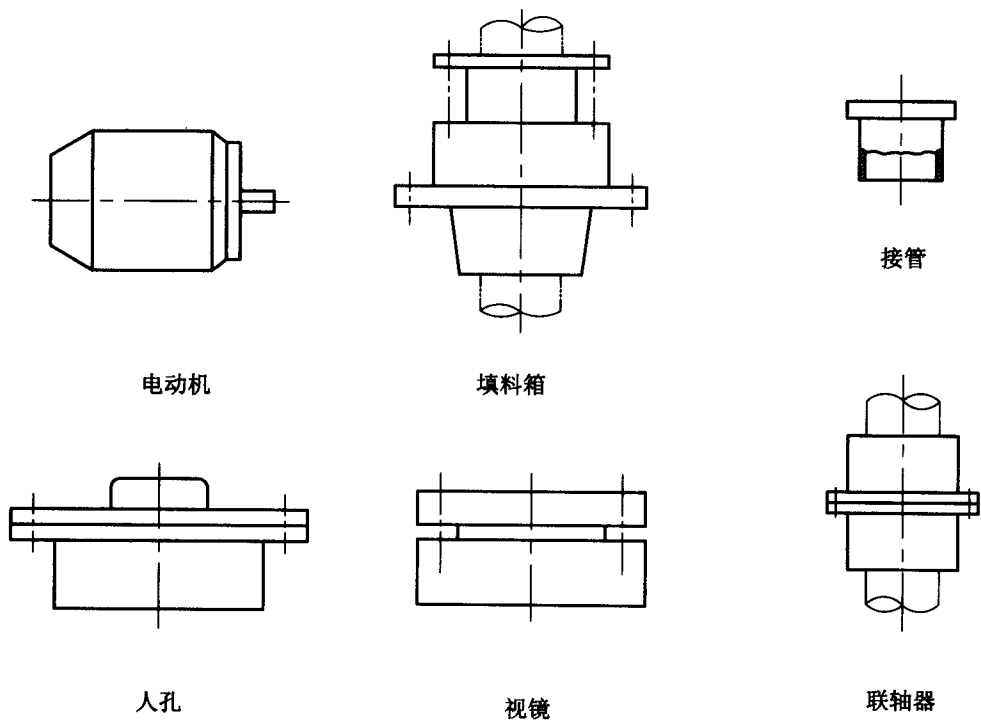


图 1-4 标准件和外购件的简化画法示例

液位计可用点画线简化表达,用粗实线画出“+”符号表示其安装位置,如图 1-5。

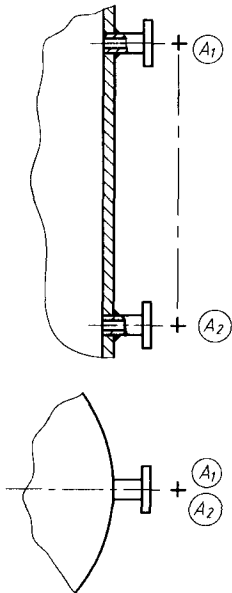


图 1-5 玻璃管液面计的简化画法

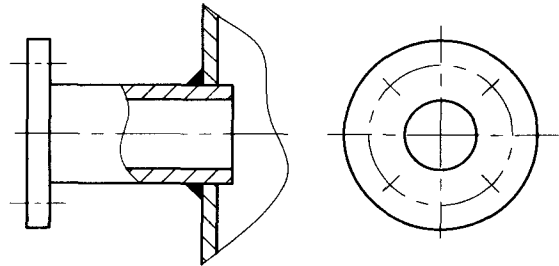


图 1-6 管法兰的简化画法

管法兰可简化成图 1-6 所示,其类型、密封面型式、焊接型式等均应标注在明细表和管口表中。特殊结构的管法兰,需用局部剖视图表达。

(2) 重复结构的简化画法。

装配图中的螺栓孔可省略圆孔的投影,用中心线和轴线简化表示;相同规格的螺栓孔和螺栓连接数量较多且均匀分布时,只需画出几个表示分布方位,如图 1-7 所示。

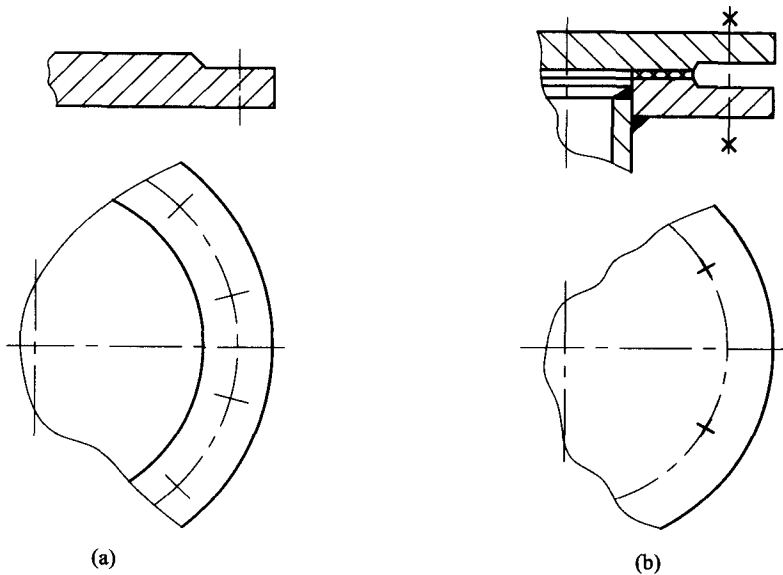


图 1-7 螺栓孔和螺栓连接的简化画法

按一定规律排列且孔径相同的多孔板可按图 1-8 中的方法简化表达。孔按一定角度分布时,用细实线绘制交错网格表示孔的中心位置,用粗实线表示钻孔范围,其上画出若干孔并标注孔径及数量,如图 1-8(a)所示;图 1-8(b)是以同心圆方式排列的多孔板的简化画法;图 1-8(c)是对孔眼数要求不严格的多孔板的简化画法,用细实线画出钻孔范围线,用局部放大图表示孔眼的大小、排列方式和间距;图 1-8(d)是多孔板剖视表达的简化画法,可省略孔眼的投影,仅画出孔的中心线。

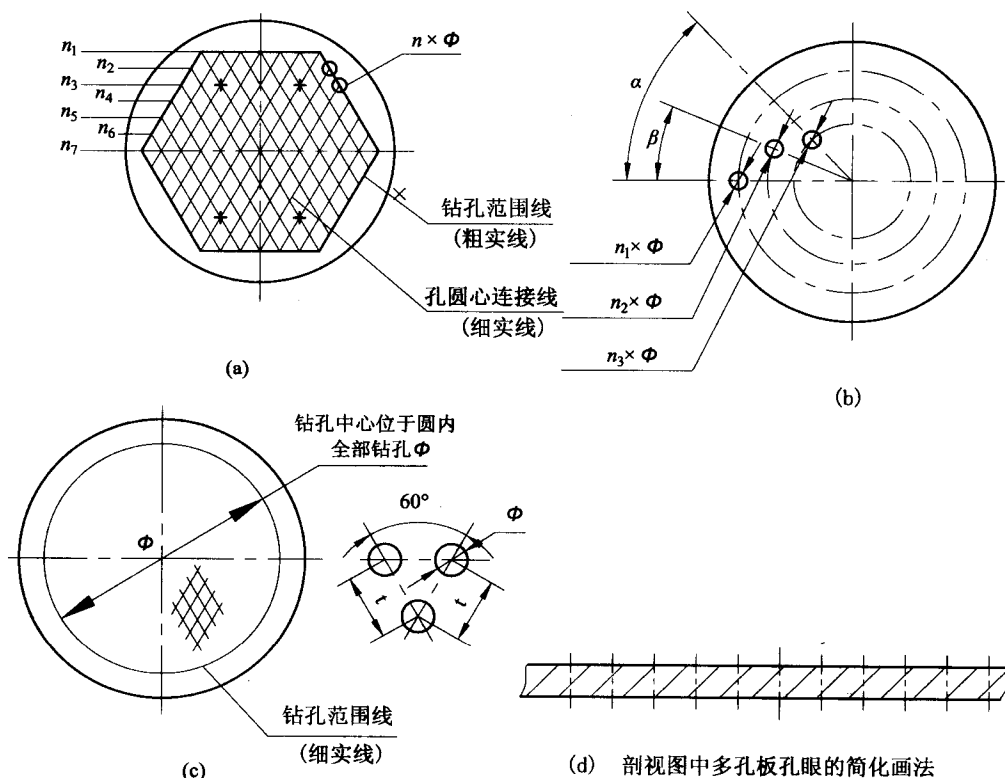


图 1-8 多孔板上孔的简化画法

当设备有按规则排列的管子时,在装配图上可只画一根管,其余的均用中心线表示。如管壳式换热器中换热管的表达如图 1-9 所示。

设备中堆放的填充物,在装配图中可用交叉的细直线及有关的尺寸和文字简化表达。图 1-10 和图 1-11 分别为填充物和填料的简化表达。

(3) 设备衬里和涂层的简化画法。

设备剖视图对厚、薄涂层和衬层的表达有所区别。图 1-12 为薄涂层(如搪瓷、涂漆、

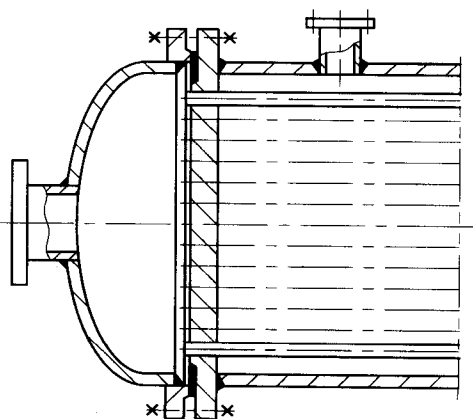


图 1-9 按规则排列管子的简化画法

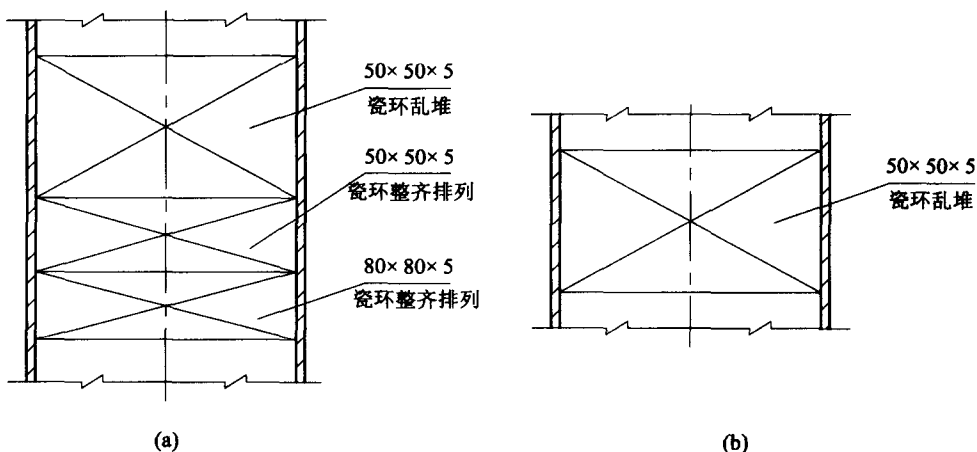


图 1-10 填充物的简化画法

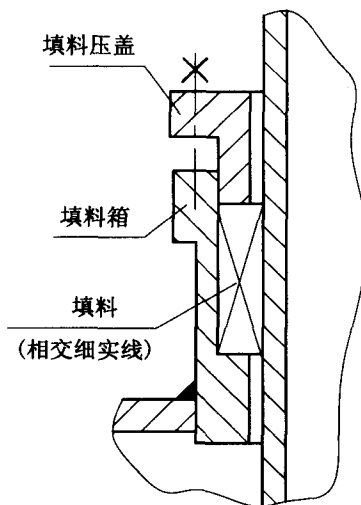


图 1-11 填料箱的简化画法

喷镀(涂)金属及塑料)的简化表达,在图样上不编号,只在需涂层表面绘制与其平行、间距约 1~2 mm 的粗点画线,并标注镀(涂)层内容,详细要求在技术要求中说明。

薄衬层(厚度为 1~2 mm)的简化表达见图 1-13,在所需衬层的设备材料表面绘制与其平行的间距 1~2 mm 的细实线。当衬层是多层且材料相同时,只编一个件号,并在明细表的备注栏内注明厚度和层数;当衬层是多层但材料不同时,应分别编号,并在明细表的备注栏内注明衬里的材料、厚度和层数。必要时用局部放大图表示其层次结构。

(4) 单线示意表达。

对于一些简单结构或已有图样清楚表达其结构的零部件,在装配图中可用粗实线画出其单线条的示意图。如管壳式换热器中的折流板、挡板、拉杆、定距杆等的画法,见图 1-14a;图 1-14b 是筛板塔、浮阀塔、泡罩塔塔

盘的单线表达。

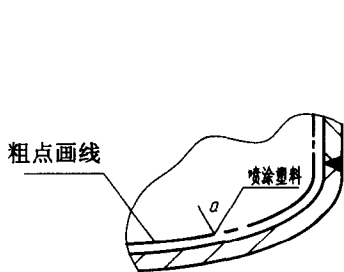


图 1-12 薄涂层的简化画法

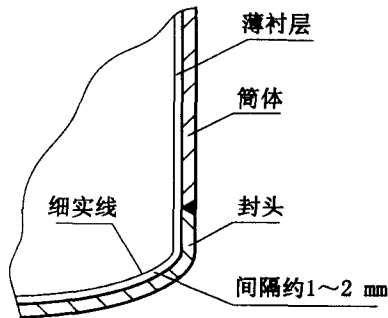


图 1-13 薄衬层的简化画法