

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。

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 / 上海长阳印刷厂

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)

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

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

为满足不同的工艺过程,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。

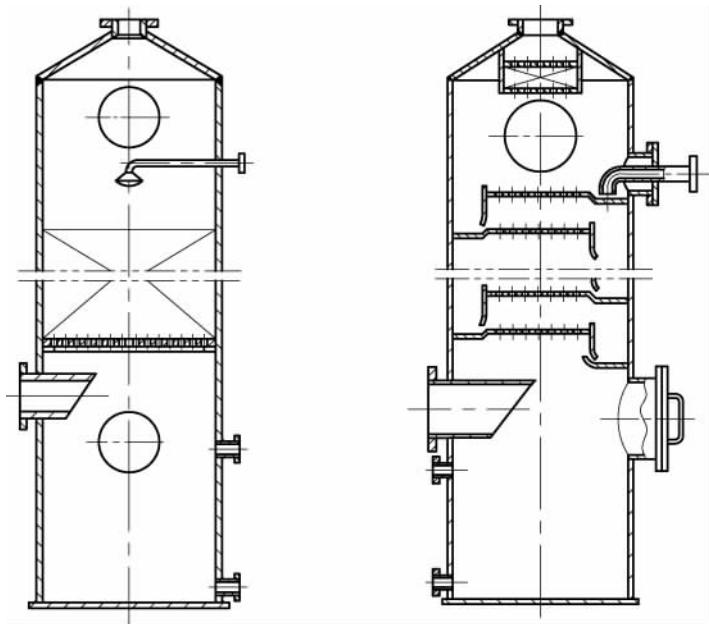


图 1-1 基本视图的断开表达

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
此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

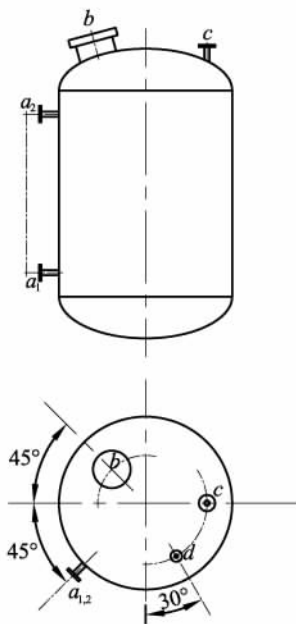


图 1-2 多次旋转表达

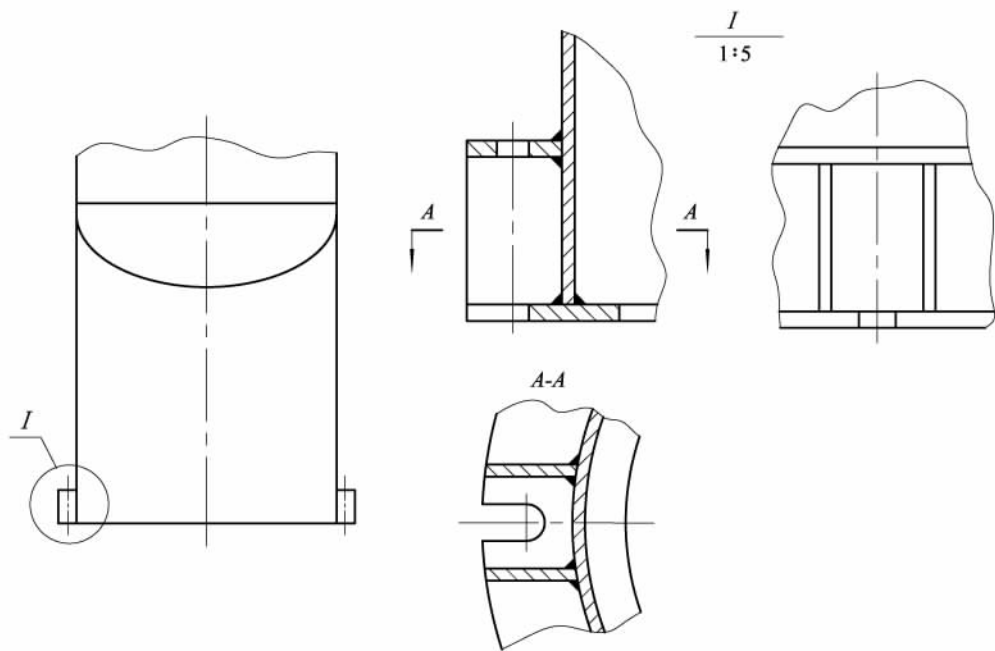


图 1-3 细部结构的局部放大表达方法

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。

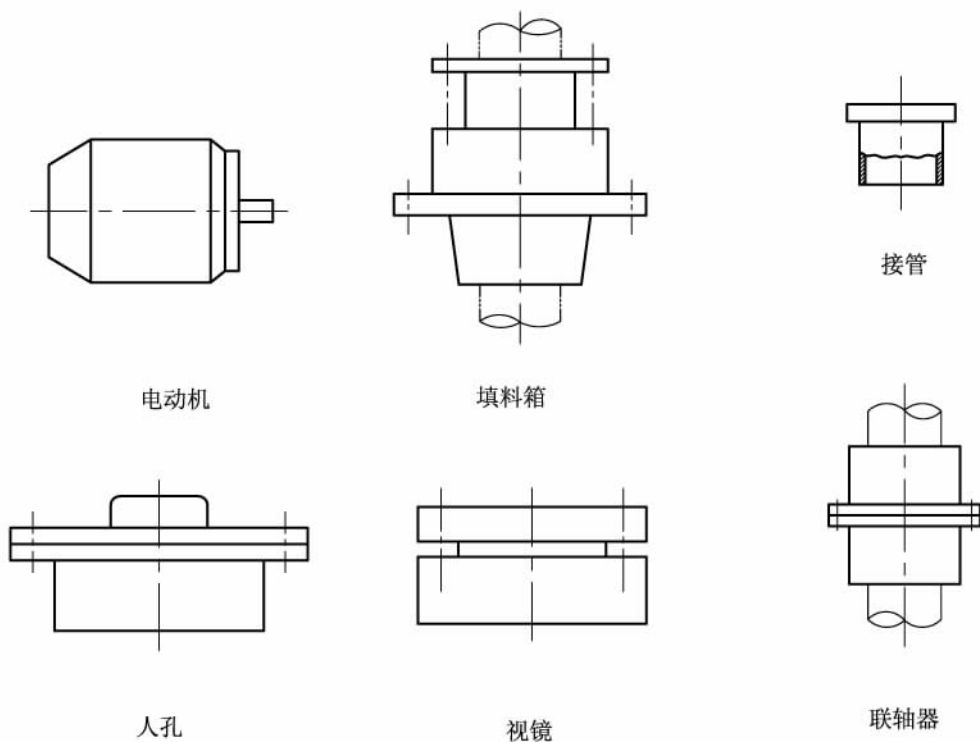


图 1-4 标准件和外购件的简化画法示例

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。

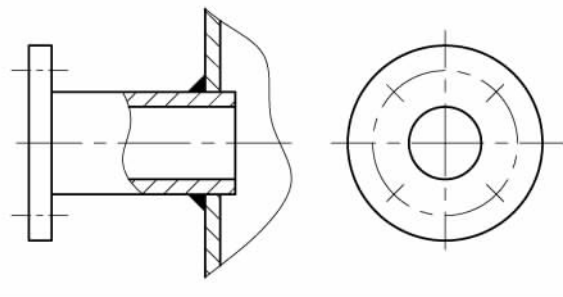
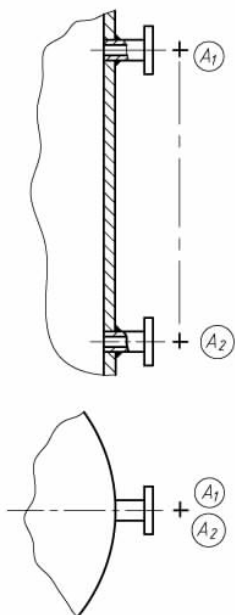


图 1-5 玻璃管液面计的简化画法

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。

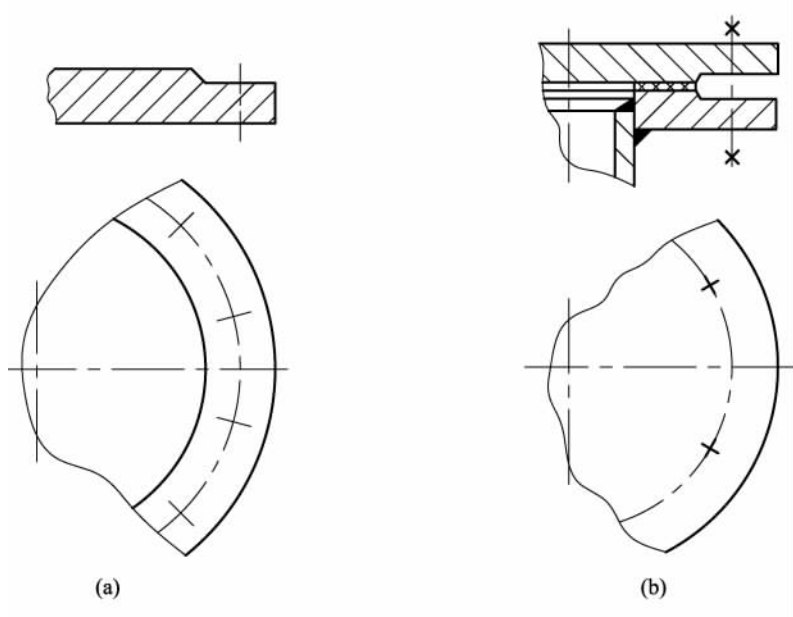


图 1-7 螺栓孔和螺栓连接的简化画法

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。

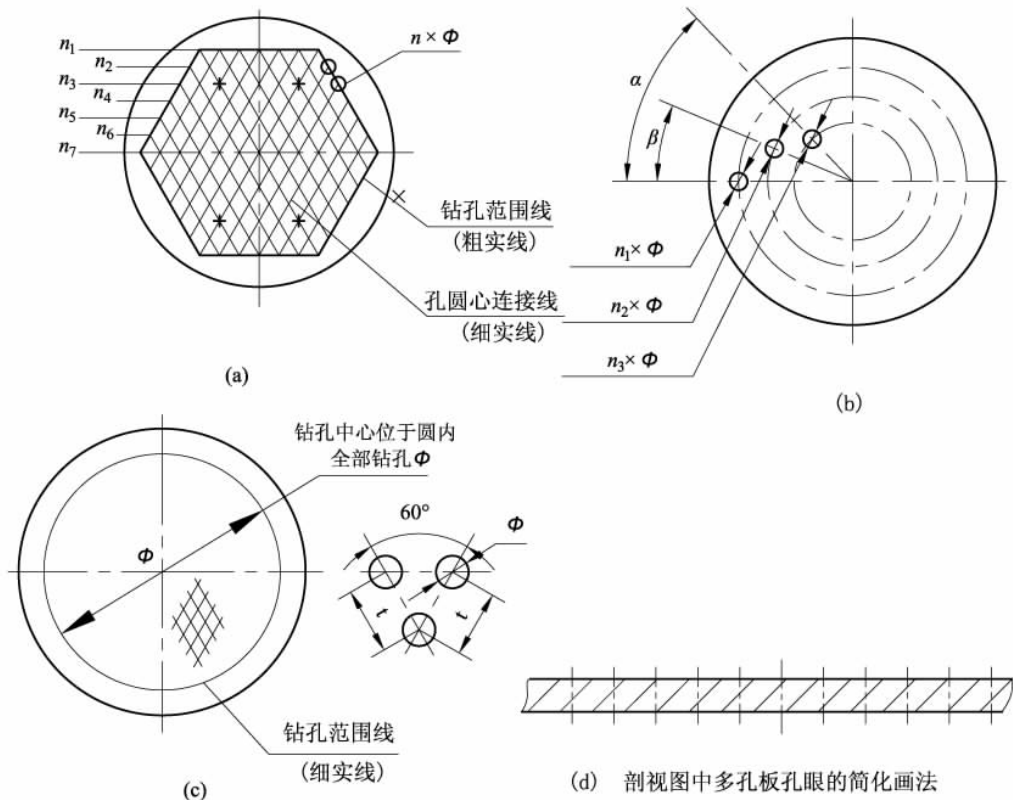


图 1-8 多孔板上孔的简化画法

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、

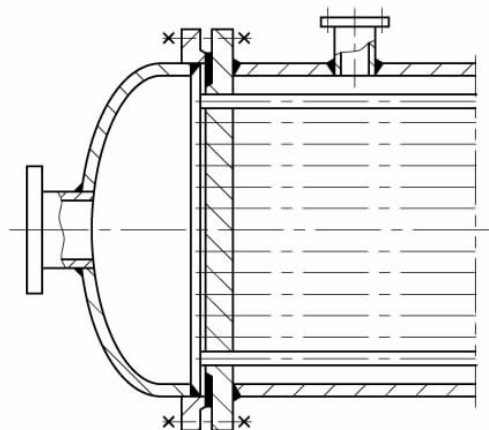


图 1-9 按规则排列管子的简化画法

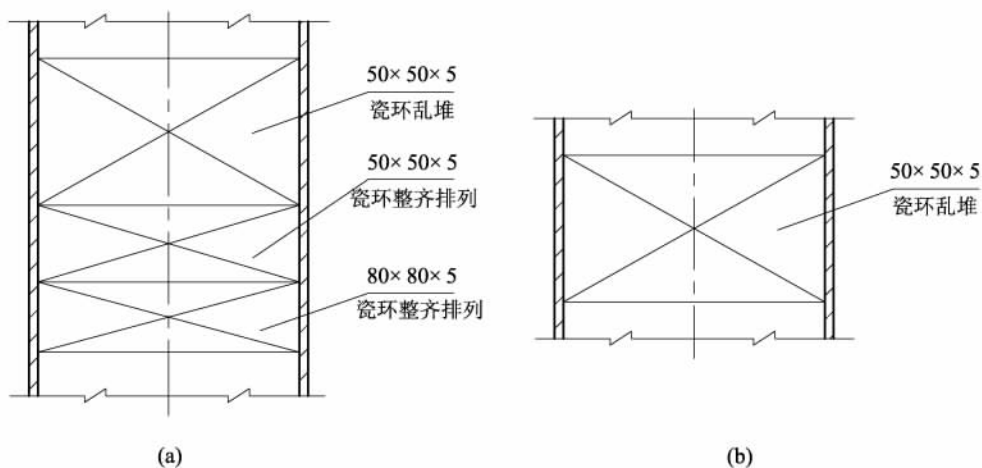


图 1-10 填充物的简化画法

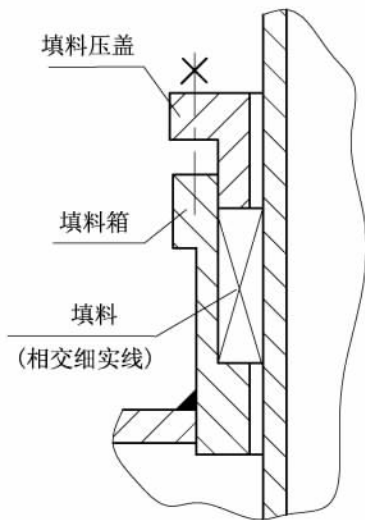


图 1-11 填料箱的简化画法

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相同,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。

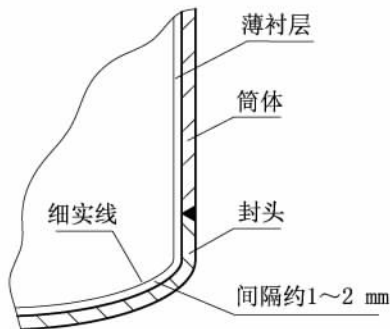
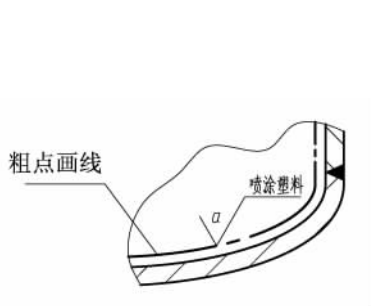


图 1-12 薄涂层的简化画法 图 1-13 薄衬层的简化画法

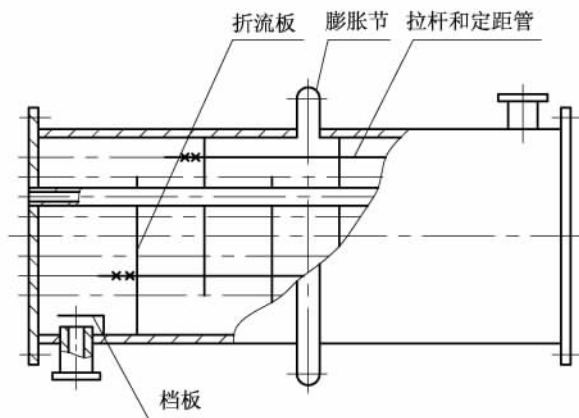


图 1-14a 折流板等的单线示意表达

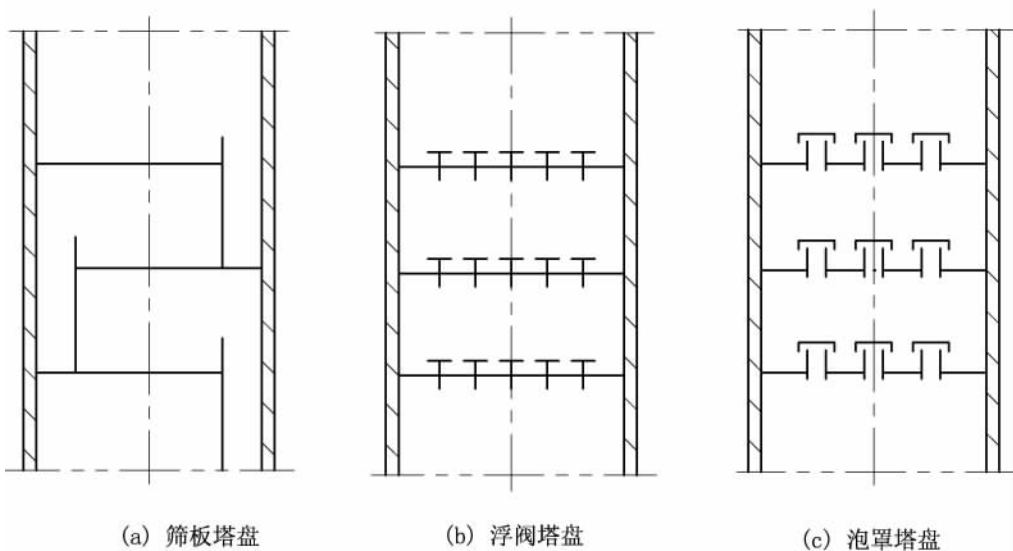
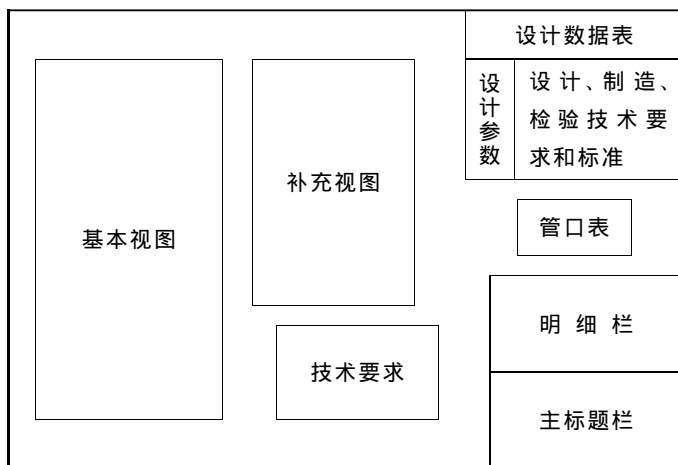


图 1-14b 塔盘的单线示意画法

1.3 过程设备图的主要内容

过程设备图包括设备装配图、部件图和零件图。过程设备总装配图是指导过程设备的制造、装配、安装和检验等工作的主要图样。它的内容包括：基本视图及补充视图、尺寸标注、管口符号及管口表、技术特性表及技术要求、明细栏及标题栏等，各部分内容在图面上通常均按规定的位置布置。

总装配图中设计参数表是表示设备设计依据及特征参数的一览表，一般表示设计压力、工作压力、设计温度、工作温度、焊接接头系数、腐蚀裕量、全容积及容器类别。此外，还应根据设备类型的不同填写各自的特有内容。如：换热器的换热面积、搅拌器的搅拌轴转速、电机功率等；塔器的设计风压值、地震设防烈度等。



管口表应包括管口符号、公称尺寸、连接尺寸、连接尺寸标准、连接面形式和用途等内容。管口符号按 a、b、c……顺序填写,当管口标准、连接标准、用途完全相同时,可合并成一项填写,如 C_{1-2} 。管口公称尺寸按公称直径填写。

设备图除图样和尺寸外,还必须有制造、检验、运输和安装时应达到的一些质量要求,一般称为技术要求。钢制设备的图面技术要求,大致包括:设计、制造、试验和验收标准,焊接要求、检测检验要求。技术要求既不能过高也不能过低,而应综合考虑设备的设计条件、标准规范要求和经验。管口及支座方位和其他特殊要求,可在设计数据表下面进行补充,也可用表格的形式表示,它表达管口的技术特征和所采用的标准。当内容多、在图纸上写不下时,可单独以技术要求的形式进行编写。

1.4 过程设备的焊接及表达方法

过程设备图的焊缝可按规定画法用视图、剖视图或剖面图表示。图 1-15 为焊接的四种基本接头型式。图 1-16 为焊缝的规定画法,图样中焊缝可见面用栅线或波纹线表示,焊缝不可见面用粗实线表示,焊缝的断面应按真实形状画出,剖面线可用交叉的细实线或涂黑表示。

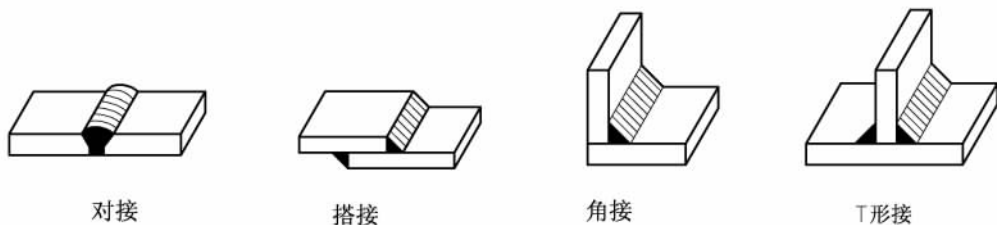


图 1-15 焊接接头的型式

过程设备的焊缝按重要程度有两种不同的表达方式。对于 I 类压力容器及其他常、低压设备,一般可直接在剖视图中采用涂黑表示焊缝的剖面,图中可不标注,但需在技术要求中对焊接接头的设计标准、焊条型号、焊缝质量要求作出说明。对于 II、III 类压力容器及其他中、高压设备上重要的或非标准形式的焊缝,需用局部放大的剖视图表达结构形状,并标

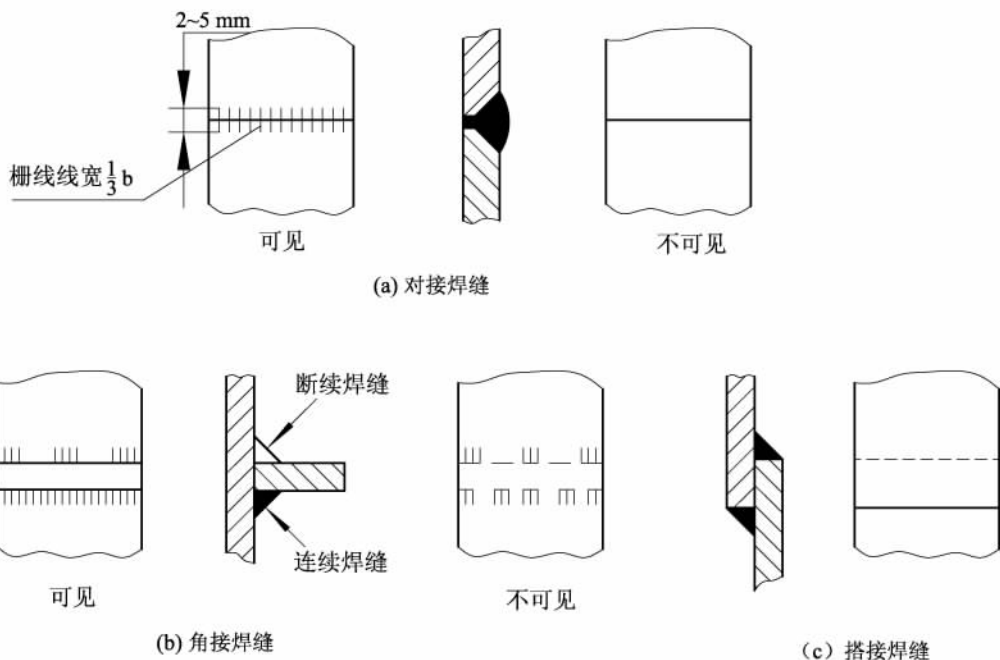


图 1-16 焊缝画法

注尺寸。筒体与封头、补强圈与筒体或封头、筒体与管板、筒体与裙座等处焊缝一般应画出局部放大图。当过程设备中某些焊缝结构的要求和尺寸未能包括在统一说明中,或有特殊需要必须单独注明时,可在画出的焊缝结构处予以标注。

焊缝标注要按照标准《焊缝符号表示法》(GB/T324—1988)中的规定,采用焊缝符号标注。焊缝符号由基本符号和指引线组成,必要时可加上辅助符号、补充符号、焊接方法代号和焊缝尺寸代号。焊缝基本符号表示焊缝横截面形状,用粗实线绘制。辅助符号画于基本符号的上侧,是表示焊缝表面形状特征的符号,用粗实线绘制;当不需要说明焊缝表面形状时,辅助符号可以不用。补充符号是为了补充说明焊缝的某些特征而采用的符号,用粗实线绘制。表 1-1 为常用焊缝的基本符号、辅助符号和补充符号的名称、示例及说明。

表 1-1 常用焊接方法及数字代号 (摘自 GB/T5185—1985)

焊接方法	手工电弧焊	埋弧焊	等离子弧焊	电渣焊	氧乙炔焊
代 号	111	12	15	71	311

表 1-1 为用数字代号表示的各种焊接方法,标注在箭头线尾部。焊缝尺寸一般不标注,当要求标注时,按照 GB/T324—1988 规定的焊缝尺寸符号来标注。焊缝的指引线用细实线绘制,由指向焊缝的箭头线和两条基准线组成,如图 1-17(a)所示。当箭头线的位置受限制时,允许将箭头线弯折一次,如图 1-17(b)所示。基准线应与主标题栏平行,一条为实线,一条为虚线,焊缝符号注在基准线的上方或下方,必要时可在基准线的末端加一尾部,以标注其他附加内容(如说明焊接方法),如图 1-17(c)所示。焊缝指引线的使用应注意以下几点:

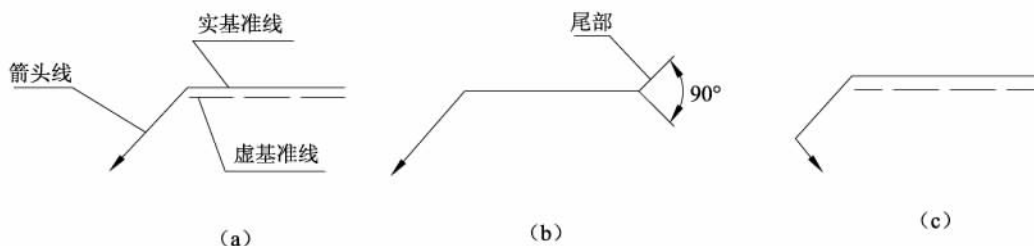


图 1-17 焊缝的指引线画法

(1) 当几条焊缝的代号完全相同时,可采用公共基准线,箭头根据需要弯折,但不能交叉,相同的焊缝也可以在尾部说明其数量,如图 1-18(a)所示。

(2) 在标注单边 V、Y 及 J 形焊缝时,箭头应指向带有坡口的工件,如图 1-18(b)所示。

(3) 如果焊缝指引线箭头在焊接接头的可见侧,则将基本符号标注在基准线的实线侧,如图 1-18(c)、(d)所示;如果焊缝指引线箭头在焊接接头的不可见侧,则将基本符号标注在基准线的虚线侧,如图 1-18(e)、(f)所示。

(4) 标注非对称焊缝时,虚线可加在实基准线的上方或下方,意义相同,如图 1-18(c)、(d)、(e)、(f);标注对称焊缝或双面焊缝时,可不加虚线,在实基准线的上、下方同时标注基本符号,如图 1-18(g)、(h)、(i)所示。

1.5 过程设备图的尺寸标注

过程设备图的尺寸标注除遵守《机械制图》GB4458.4—1984 中的规定外,应结合过程设备的特点,正确、完整、清晰、合理地标注,以满足过程设备制造、检验、安装的需要。过程设备图中需要标注的尺寸有以下五类。

1. 特性尺寸

特性尺寸反映过程设备的规格、性能及特征,如反映设备容积的尺寸——筒体的内径和长度,反映换热器传热面积的尺寸——换热管长度、直径和数量。

2. 装配尺寸

装配尺寸反映零部件间的相对位置,是制造过程设备的重要依据。如接管间的定位尺寸,接管的伸出长度尺寸,筒体与支座的定位尺寸,塔器的塔板间距,换热器的折流板、管板的定位尺寸。

3. 外形尺寸

外形尺寸反映设备的总长、总高和总宽,以方便设备的包装、运输、安装及厂房设计。

4. 安装尺寸

安装尺寸是过程设备安装在基础上或其他设备和部件上所需的尺寸,如支座、裙座地脚螺栓间的定位尺寸及孔径。

5. 其他尺寸

(1) 零部件的规格尺寸,如接管尺寸应注写:“外径×壁厚”,瓷环尺寸应注写:“外径×高×壁厚”;

(2) 不另行绘制图样的零部件的结构尺寸或某些重要尺寸;

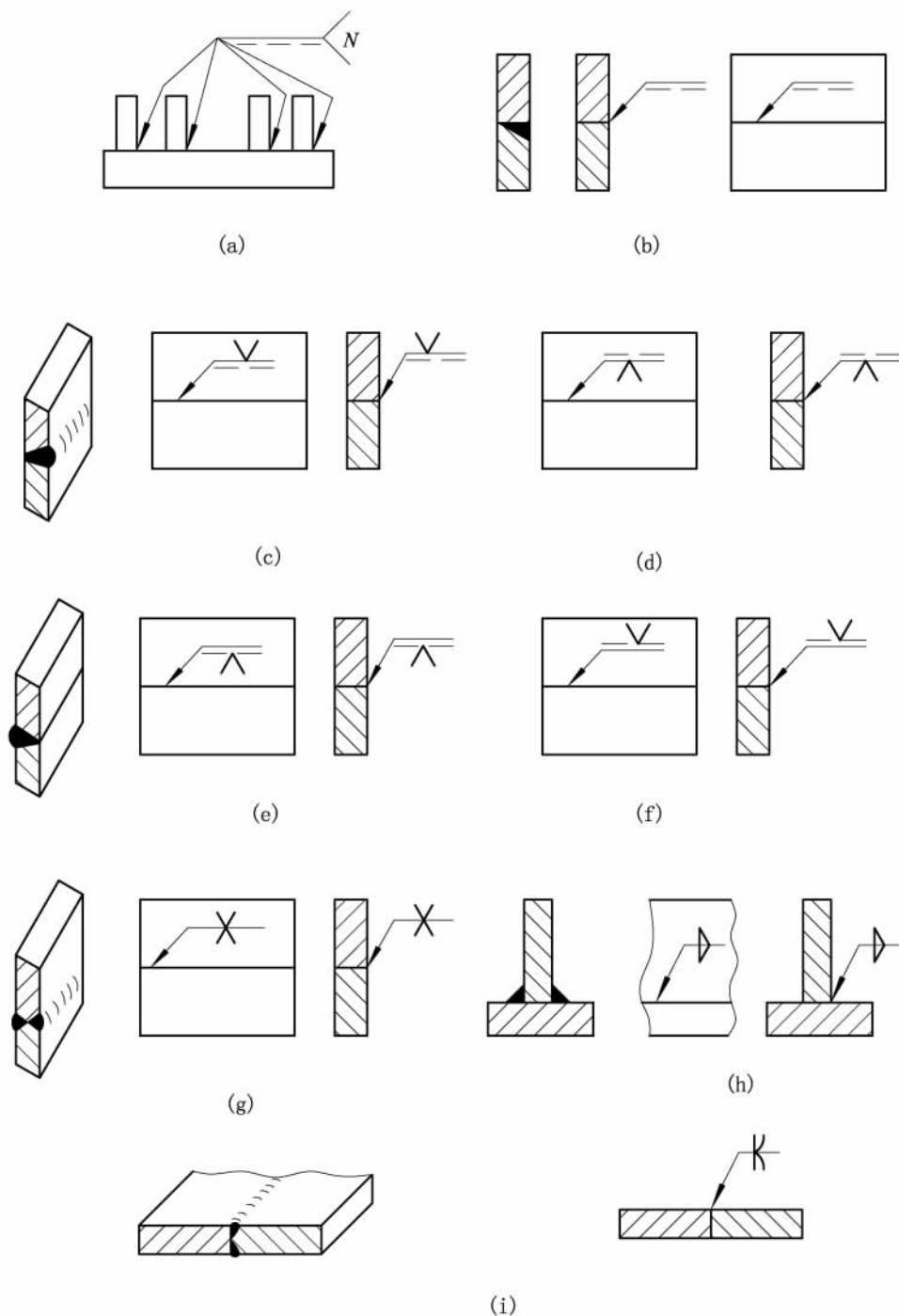


图 1-18 指引线的应用

- (3) 设计计算确定的尺寸,如筒体的壁厚、搅拌轴的轴径;
- (4) 焊缝的结构形式尺寸,一些重要焊缝在其局部放大图中应标注横截面的形状尺寸。

过程设备常规的设计计算依赖于国标 GB150。由于过程设备的结构特殊,计算公式复杂,要保证设计计算精确,需要很高的专业知识,对设计人员的要求很高。随着计算机技术的发展,为简化和规范设计工作,我国化工设备设计中心站联合各大型设计院、高校和科研院所联合编制了过程设备计算软件包——SW6。该软件包经多次改版,已形成具有自主知识产权的软件,并实现了商品化。该软件像众多的 Windows 应用软件一样,具有直观、方便、灵活的特性,深受用户的青睐。多年来,SW6 作为一个工程设计计算软件,在化工设备设计领域为广大工程师提供了巨大的帮助,已成为设备设计人员进行设备设计、方案比较、在役设备强度评定等工作所不可缺少的重要工具。

2.1 SW6 的安装和运行

SW6 软件对计算机系统和安装无特殊的要求,一般 486 型号以上的微机就能满足使用要求。系统安装完成后,在用户指定的硬盘目录下将生成一个包含本软件包的总目录,该总目录下又包括了以下的子目录。

(1) bin: 该目录包含了 SW6 的所有可执行文件,任何一个文件的缺少都可能导致程序运行时出现不可预料的错误。

(2) data: 该目录包含了 SW6 在运行时所需要的数据文件,任何一个文件的缺少都可能导致程序运行时出现不可预料的错误。

(3) dot: 该目录包含了生成正式计算书所需要的所有文件。缺少这些文件将不会影响程序进行计算和屏幕输出结果,但无法形成 WORD 所能接受的文档,当然也无法打印正式的设计计算书。



图 2-1 SW6 应用程序组

(4) tem: 该目录是用来存放 SW6 在运行过程中所生成的一些临时文件。在程序运行结束以后,可以删除该目录中的任何文件而不会影响以后程序的运行。

(5) sample: 该目录中的数据文件是各个程序的一些例子。

和其他 Windows 应用程序一样,系统安装完成后,会出现一程序组“SW6—98”。在该程序组中共有 12 个程序,即 10 个设备级计算程序,一个零部件计算程序和一个用户材料数据库管理程序,如图 2-1 所示。除了用户材料数据库管理程序,其他的 11 个程序都将以相同的方式开始运行,用户