

武汉化工学院 编
汤柳堤 魏崇光 易曼玲 编著

化工制图

050.2

湖北科学技术出版社

化工制图

武汉化工学院

汤柳堤 魏崇光 易曼玲编著

*

湖北科学技术出版社出版发行 新华书店湖北发行所经销

湖北省新华印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 12.75印张 25万字

1988年7月第1版 1988年7月第1次印刷

ISBN 7-5352-0291-8/TQ·7

印数：1—7000 定价：3.70元

〈照排胶印〉

TQ050.2
9

前言

为了适应化学工业飞速发展的需要，为了加速计算机新技术在绘制化工类图样上的应用，我们以自己多年的教学实践经验和研究计算机绘图所取得的初步成果，编写了这本《化工制图》教材，以满足教学和科研的急需。

在编写过程中，我们努力做到下列几点：

1. 坚持“少而精”的原则。在内容上力求重点突出，在图例上重视典型性，在叙述上注意简炼、通顺、便于自学。

2. 编入计算机绘图。简要介绍了自动绘图的基本原理、方法，列举绘制化工类图样的编程实例，为学生掌握计算机绘图打下初步基础。

3. 在每章末附有思考和练习题，有利于学生巩固所学的内容。

4. 贯彻最新国家标准。

全书分三篇，共九章。第一、二、八、九章由魏崇光编写，第六、七章由易曼玲编写，第三、四、五章由汤柳堤编写，由汤柳堤任主编，书中插图由方红描绘。

本书由武汉化工学院任振东副教授和华中工学院皮明智副教授主审。

在编写过程中，武汉化工学院李定或副教授提供了宝贵资料，并得到了化工部第四设计院的大力支持，谨此致谢！

由于时间仓促，水平有限，书中错误在所难免，敬请读者批评指正。

编者

1986年8月

目 录

第一篇 化工设备图	(1)
第一章 化工设备图的表达特点	(2)
§1—1 化工设备的图示特点	(2)
§1—2 化工设备图的尺寸分析及标注	(15)
§1—3 零部件编号、明细表及标题栏	(17)
§1—4 技术要求	(18)
第二章 化工设备常用零部件简介	(23)
§2—1 化工设备的标准化通用零部件简介	(23)
§2—2 典型化工设备中部分常用零部件简介	(44)
第三章 化工设备图的绘制	(53)
§3—1 设备设计条件	(53)
§3—2 设备图的视图选择	(53)
§3—3 画设备图的步骤	(55)
第四章 化工设备图的阅读	(63)
§4—1 阅读设备图的要求	(63)
§4—2 阅读设备图的方法和步骤	(63)
第二篇 化工工艺图	(76)
第五章 工艺流程图	(77)
§5—1 方案流程图	(77)
§5—2 施工流程图	(79)
第六章 设备布置图	(90)
§6—1 厂房建筑图简介	(90)
§6—2 设备布置图概述	(101)
§6—3 设备布置图的阅读	(111)

§6—4 设备布置图的绘制·····	(113)
第七章 管路布置图 ·····	(115)
§7—1 概述·····	(115)
§7—2 管路及附件的常用画法·····	(115)
§7—3 管路布置图的表达方法·····	(120)
§7—4 管段图·····	(127)
§7—5 管路布置图的阅读·····	(133)
§7—6 管路布置图的绘制·····	(135)
第三篇 计算机绘图 ·····	(136)
第八章 计算机绘图系统及图形变换 ·····	(137)
§8—1 计算机绘图系统·····	(137)
§8—2 图形变换·····	(138)
§8—3 APPLE- II MODEL 671—20 绘图系统·····	(151)
第九章 计算机绘图在化工制图中的应用 ·····	(167)
§9—1 基本绘图子程序的编写·····	(167)
§9—2 计算机绘制化工设备图举例·····	(168)
§9—3 计算机绘制化工工艺图举例·····	(182)
§9—4 化工设备常用管壳件展开图的计算机绘图举例·····	(188)

第一篇 化工设备图

在化工生产过程中使用的化工机械，通常包括化工机器和化工设备两个方面。化工机器是指压缩机、离心机、鼓风机、各种类型泵及搅拌装置等，这些都属于通用机械的范畴，其图样就是一般的机械图。化工设备主要有反应器（罐、釜）、塔器、换热器、容器（贮罐、槽）、工业炉以及分离、蒸发、结晶、澄清、过滤、干燥等设备，表示这些设备的图样统称为化工设备图。

化工设备图分为设备装配图和零部件图。这些图样为设备的制造、安装、使用 and 维修提供了设备结构、各部尺寸、加工、检验等所必需的各种技术条件。

化工设备图和机械图一样，是按“正投影”原理绘制的，也必须符合国家标准（GB）《机械制图》的规定。但由于化工设备在结构、制造和用途等方面有其特殊之处，因而在化工设备的图样表达上形成了相应的种种特点。本篇将重点讨论化工设备装配图（为叙述简便起见，以下即称化工设备图）的表达特点，并结合几个典型设备实例讨论化工设备图的绘制和阅读方法。为有助于上述讨论，将介绍一些化工设备的通用和常用零部件结构及有关标准。

第一章 化工设备图的表达特点

图 1—1 是一张化工设备的装配图,它除了具有一般机械装配图相同的内容(一组视图、必要的尺寸、技术要求、明细表及标题栏)外,还有技术特性表、接管表。有的化工设备图还有修改表、选用表以及图纸目录等内容、以适应管理的需要。本章将着重讨论化工设备的图示特点,并简要介绍化工设备图的其它基本内容。

§ 1—1 化工设备的图示特点

化工设备的图示特点,主要反映了化工设备的结构特点。因此,首先讨论化工设备的基本结构特点,将有助于掌握化工设备的图示特点。

一、化工设备的基本结构特点

常见的几种典型化工设备:容器、反应罐、换热器和塔的直观图如图 1—2 所示,这些化工设备虽然结构形状、尺寸大小,以及安装方式各不相同,但构成设备的基本形体,以及所采用的许多通用零部件却有共同的特点。

1. 基本形体以回转体为主

化工设备多为壳体容器,要求承压性能好,制作方便、省料。因此其主体结构如筒体、封头等,以及一些零部件(人孔、手孔、接管等)多由圆柱、圆锥、圆球和椭球等构成。

2. 各部结构尺寸大小相差悬殊

设备的总高(长)与直径、设备的总体尺寸(长、高及直径)与壳体壁厚或其它细部结构尺寸大小相差悬殊。大尺寸大至几十米,小的只有几毫米。

3. 壳体上开孔和管口多

设备壳体上,根据化工工艺的需要,有众多的开孔和管口,如进(出)料口、放空口、清理孔、观察孔、人(手)孔以及液面、温度、压力、取样等检测口。

4. 广泛采用标准化零部件

化工设备中较多的通用零部件都已标准化、系列化了,如封头、支座、管法兰、设备法兰、人(手)孔、视镜、液面计、补强圈等。一些典型设备中部分常用零部件如填料箱、搅拌器、波形膨胀节、浮阀及泡罩等也有相应的标准。在设计时可根据需要直接选用。

5. 采用焊接结构多

设备中较多的零部件如筒体、支座、人(手)孔等都是焊接成形的。零部件间连接,如筒体与封头,筒体、封头与设备法兰,壳体与支座、人(手)孔、接管等大都采用焊接结构。焊接结构多是化工设备一个突出的特点。

6. 对材料有特殊要求

化工设备的材料除考虑强度、刚度外,还应当考虑耐腐蚀、耐高温(最高达 1500°C)、

耐深冷（最低为 -269°C ）、耐高压（最高达 3000 Kg f / c m^2 ）、高真空（真空度高达 759.9 mm Hg ）。因此，常使用碳钢、合金钢、有色金属、稀有金属（钛、钽、锆等）及非金属材料（陶瓷、玻璃、石墨、塑料等）作为结构材料或衬里材料，以满足各种设备的特殊要求。

7. 防泄漏安全结构要求高

在处理有毒、易燃、易爆的介质时，要求密封结构好，安全装置可靠，以免发生“跑、冒、滴、漏”及爆炸。因此，除对焊缝进行严格的检验外，对于各连接面的密封结构提出了较高要求。

由于上述结构特点，在化工设备的表达方法上，形成了相应的图示特点。

二、化工设备图的视图表达特点

1. 视图配置灵活

由于化工设备的主体结构多为回转体，其基本视图常采用两个视图。立式设备一般为主、俯视图（图1—1）；卧式设备一般为主、左（右）视图，用以表达设备的主体结构。当设备的高（长）较高（长）时，由于图幅有限，俯、左（右）视图难于安排在基本视图位置，可以将其配置在图面的空白处，注明其视图名称，也允许画在另一张图纸上，并分别在两张图纸上注明视图关系即可。

某些结构形状简单，在装配图上易于表达清楚的零件，其零件图可直接画在装配图中适当位置，注明件号 $\times\times$ 的零件图。某些装配图中，还有其它一些图，如支座的底板尺寸图、塔器的单线条结构示意图、管口方位图、气柜的配重图和标尺图、某零件的展开图等。总之，化工设备图的视图配置及表达较灵活。

2. 细部结构的表达方法

由于化工设备的各部分结构尺寸相差悬殊，按缩小比例画出的基本视图中，很难兼顾到把细部结构也表达清楚。因此，化工设备图中较多的使用了局部放大图和夸大画法来表达这些细部结构并标注尺寸。

① 局部放大图（亦称“节点详图”）

用局部放大的方法来表达细部结构时，可画成局部视图、剖视或剖面等形式。放大比例可按规定比例，也可不按比例作适当放大，但都要标注（见图1—1）。

② 夸大画法

对于化工设备中的折流板、管板、壳体壁厚、垫片及各种管壁厚，在按总体比例缩小后，难以表达其厚度，可作适当的夸大画出。其余细小结构或较小的零部件，在基本视图中也允许作适当的夸大画出。图1—1中壳体壁厚、列管直径及壁厚、垫片、管板厚、丝堵及接管法兰等，均用了夸大画法。

3. 断开画法、分层画法及整体图

对于过高或过长的化工设备，如塔、换热器及贮罐等，为了采用较大的比例清楚地表达设备结构和合理地使用图幅，常使用断开画法，即用双点划线将设备中重复出现的结构或相同结构断开，使图形缩短，简化作图。如图1—1中列管及壳体、图4—8中浮阀塔的塔盘部分（共有重复塔盘55层）均采用了断开画法。

对于较高的塔设备，如果使用了断开画法，其内部结构仍然未表达清楚时，则可将某塔节（层）用局部放大的方法表达（图1—3）。若由于断开和分层画法造成设备总体形象表达不完整时，可用缩小比例、单线条画出设备的整体外形图或剖视图。在整体图上，应标注

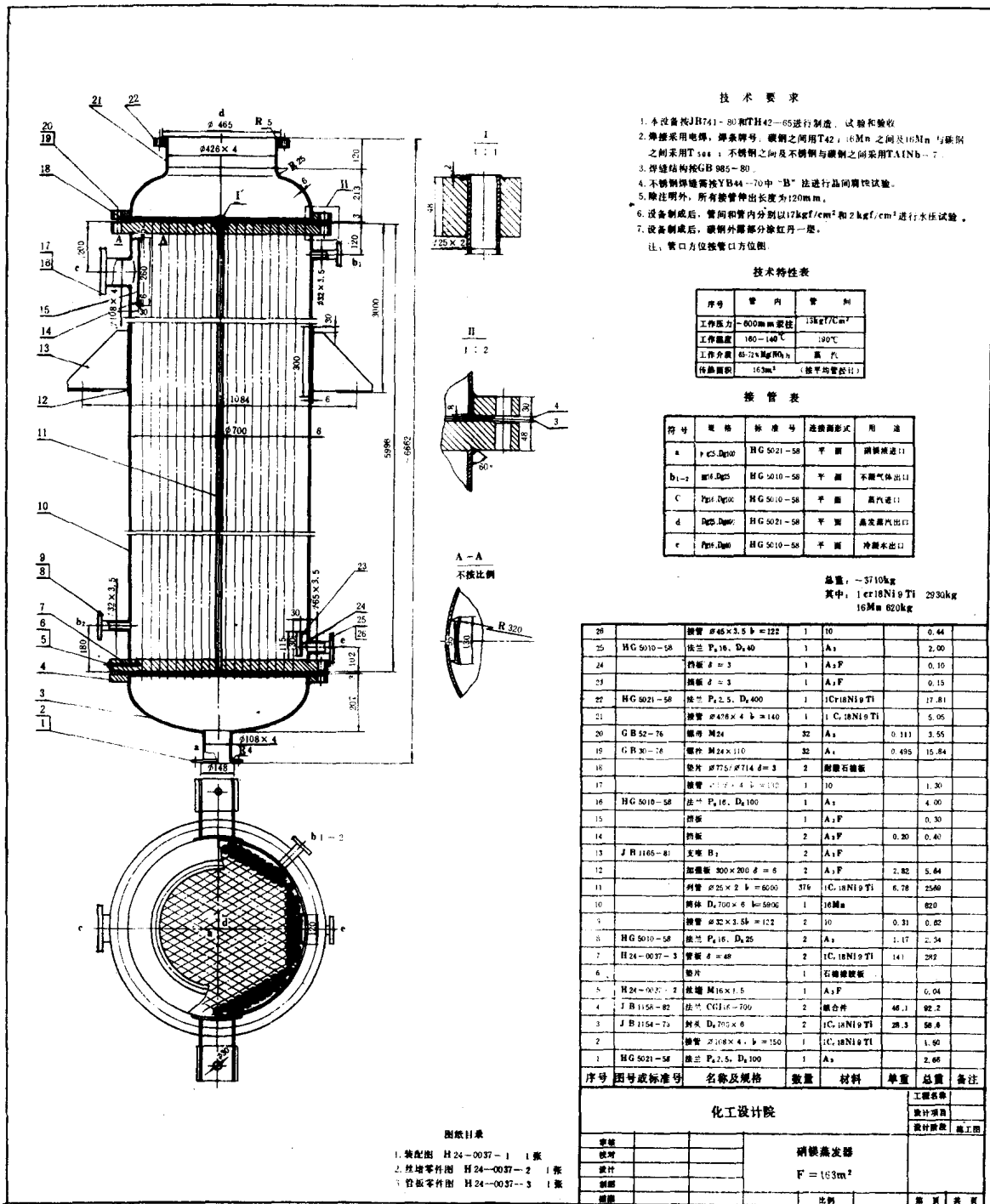


图 1-1 化工设备图

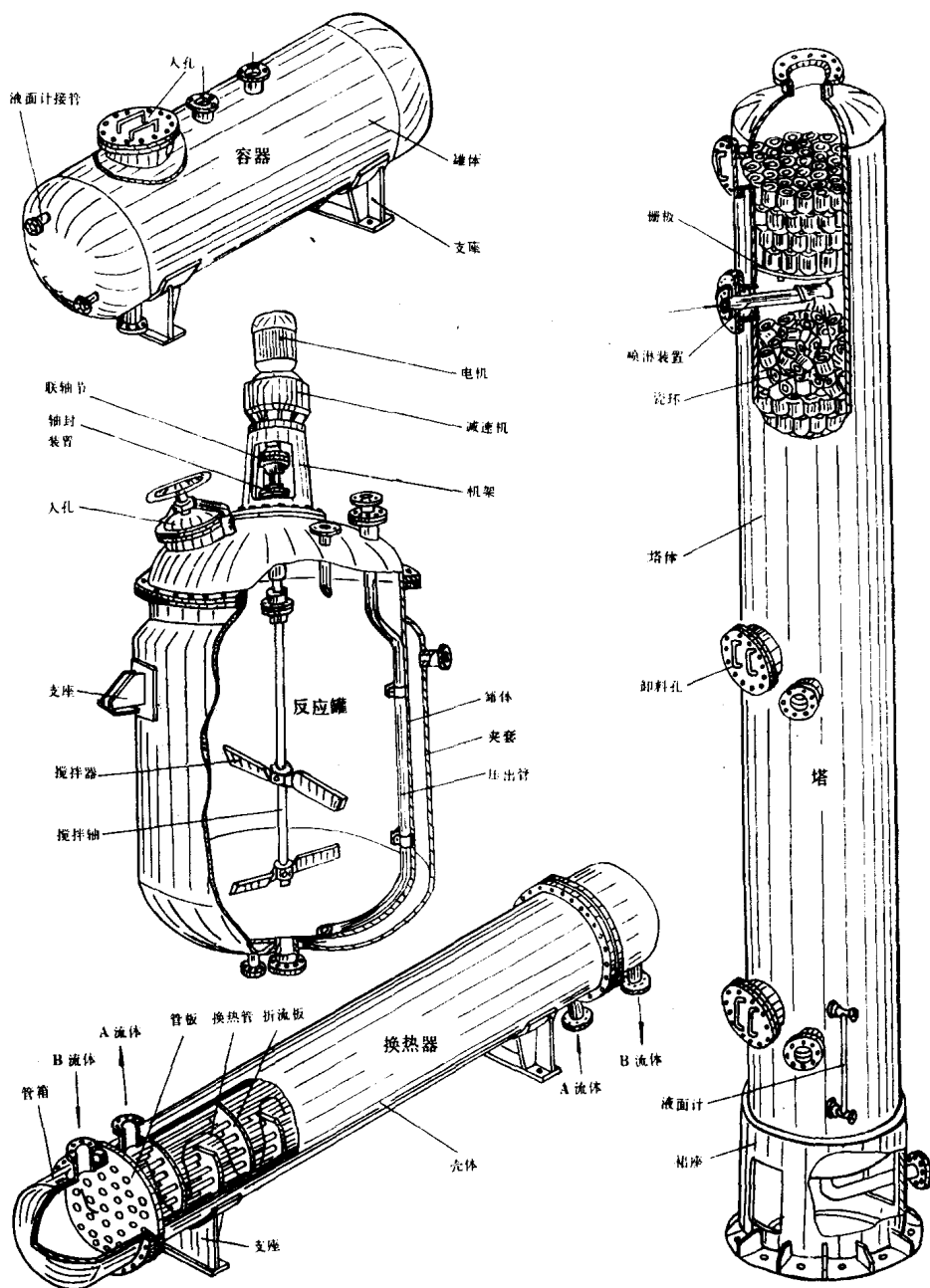


图 1-2 常见化工设备的直观图

总高尺寸、各主要零部件的定位尺寸及各管口的标高尺寸。塔盘应按顺序从下至上编号，且应注明塔盘间距尺寸。图 1—4 为浮阀塔（图 4—8）的整体剖视图。

4. 多次旋转的表达方法

化工设备壳体上分布有众多的管口、开口及其它附件，为了在主视图上表达它们的结构形状及高度位置，可使用多次旋转的表达方法。多次旋转即假想将设备周向分布的接管及其它附件，按机械制图国家标准中规定的旋转法，分别按不同方向旋转到与正投影面平行的位置，得到反映它们实形的视图（图 1—5）。为了避免混乱，在不同的视图中同一接管或附

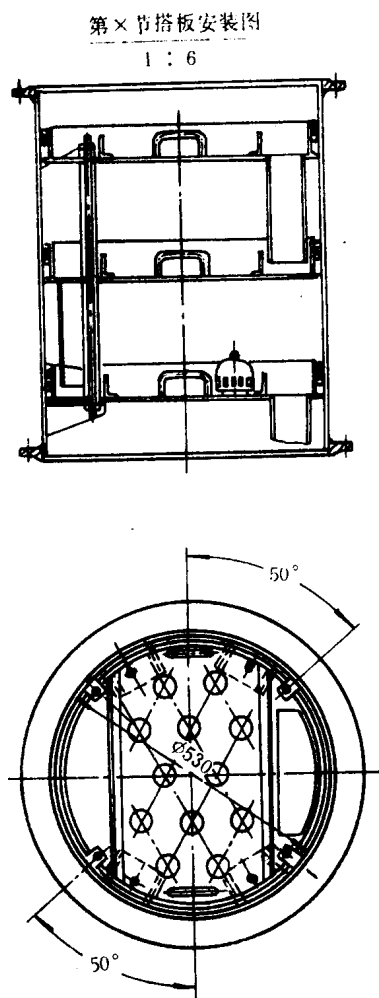


图 1-3 塔节的分层表达

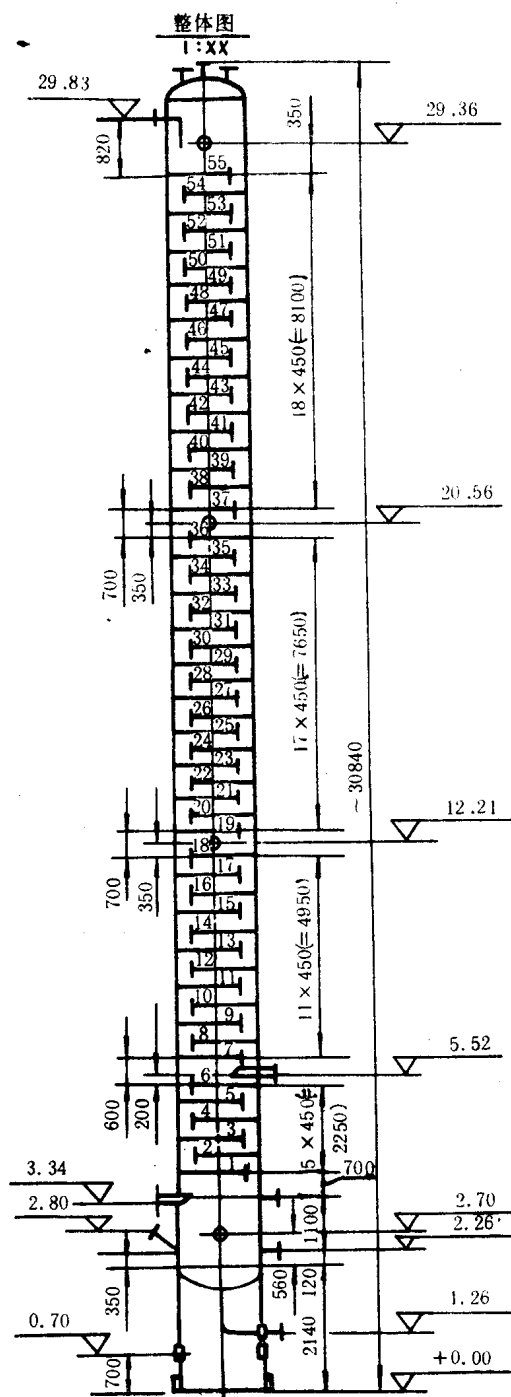


图 1-4 浮阀塔的整体图

件应用相同的小写拉丁字母编号。图中规格、用途相同的接管或附件可共用同一字母，用阿拉伯字母作脚标，以示个数。应注意被旋转的接管及其它附件在主视图上不应相互重叠，图 1—5 中，若 c 旋转将会与 a 或 b 重叠，此时可用 A—A 斜剖视的局部放大图单独表达。

5. 管口方位的表达方法

化工设备壳体上众多的管口和附件方位的确定，在安装、制造等方面都是至关重要的，图 1—5 中俯视图已将各管口的方位表达清楚了。但有的化工设备仅用一基本视图和一些

辅助视图,就可将其基本结构形状表达清楚,此时,往往用管口方位图来表达设备的管口及其它附件分布的情况。图1—6为饱和热水塔的管口方位图,它代替了俯视图,反映各管口及地脚螺栓的分布情况。若化工工艺人员已给出管口方位图,可直接注写管口方位图见图号××管口方位图即可(图1—1)。

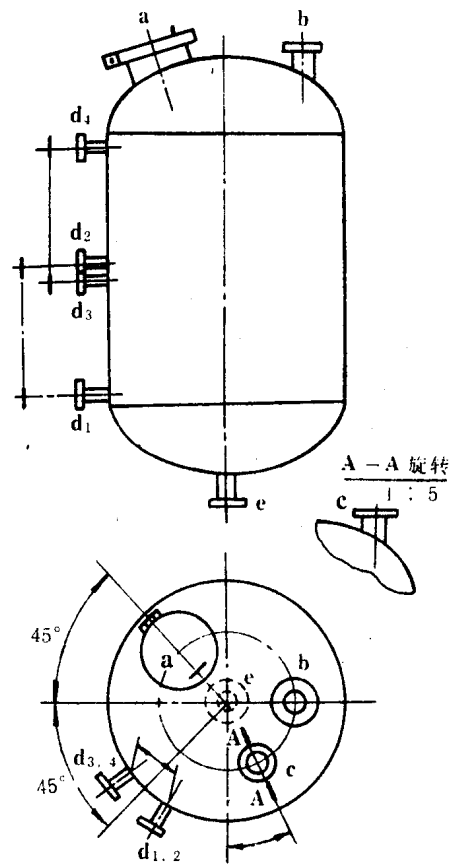


图1—5 多次旋转表达方法示意图

三、简化画法

在绘制化工设备图时,为了减少一些不必要的绘图工作量,提高绘图效率,在既不影响视图正确、清晰地表达结构形状,又不至使读图者产生误解的前提下,大量地采用了各种简化画法。

1. 一些标准化零部件已有标准图,它们在化工设备图中不必详细画出,可按比例画出反映其特征外形的简图(图1—7)。而在明细表中注写其名称、规格、标准号等。

2. 外购部件在化工设备图中,可以只画其外形轮廓简图(图1—8)。但要求在明细表中注写名称、规格、主要性能参数和“外购”字样等。

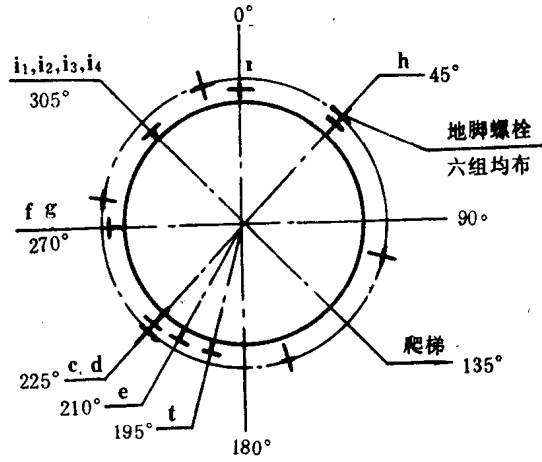


图1—6 管口方位图

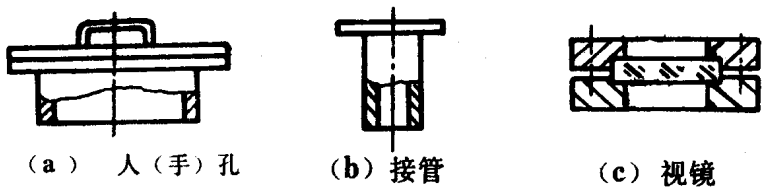


图1—7 标准件的简化画法

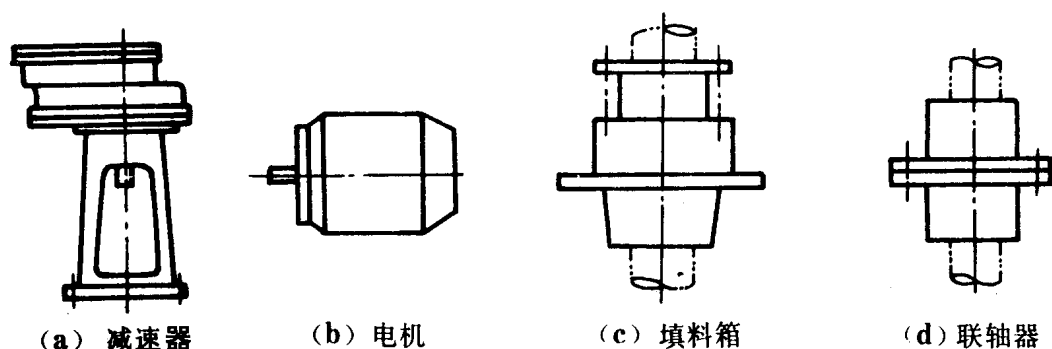


图 1—8 外购部件的简化画法

3. 对于已有零部件图、局部放大图及规定记号的零部件，或者一些简单结构，可以采用单线条（粗实线）示意画法，如图 1—9 中的封头、筒体、列管、折流板、挡板、拉杆、定位管、法兰、波形膨胀节及补强圈等都是用单线条示意表达的。又如图 1—10 用单线条表示的各种塔盘。再如图 1—4 中塔的整体图也是用单线条示意画出的。

4. 化工设备图中液面计可用点划线示意表达，并用粗实线画出“+”符号表示其安装位置，如图 1—11 所示。图中（a）为卧式容器中单组液面计的简化画法，（b）为立式容器中双组液面计的简化画法。但要求在明细表中注明液面计的名称、规格、数量及标准号等。

5. 化工设备中出现的有规律分布的重复结构允许作如下简化表达：

① 螺纹连接件组，可不画出这组零件的投影，只用点划线表示其连接位置，如图 1—1 中设备法兰的螺栓连接。但在

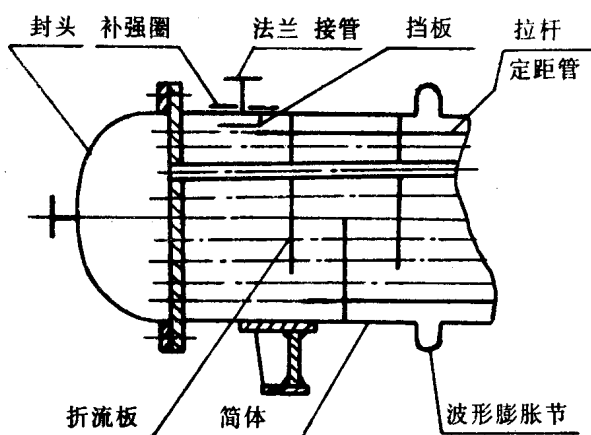


图 1—9 示意画法

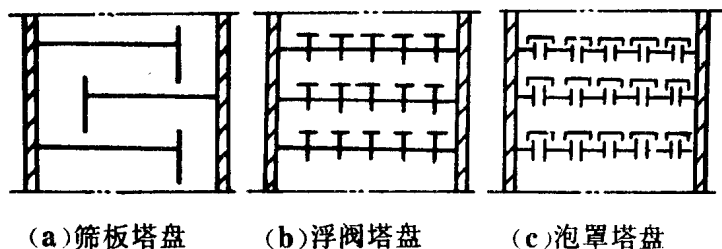
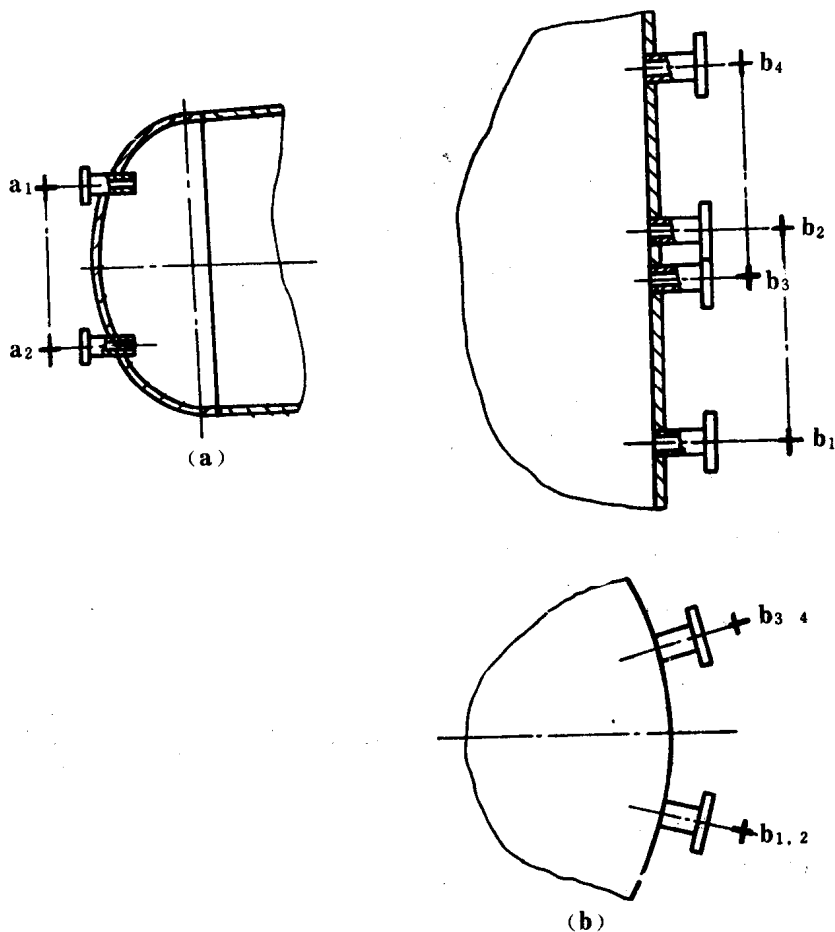


图 1—10 塔盘的示意画法

明细表中应注写其名称、标准号、数量及材料。

② 按一定规律排列的管束，可只画一根，其余的用点划线表示其安装位置，如图 1—1 中列管的简化画法。



(a) 单组液面计 (b) 双组液面计

图 1—11 液面计的简化画法

③ 按一定规律排列,并且孔径相同的孔板,如换热器中的管板、折流板,塔器中的塔板等,可以按图 1—12 中的方法简化表达。图中(a)为圆孔按同心圆均匀分布的管板,

(b)为圆孔按正三角形分布的弓形折流板,它用交错网线表示诸孔的中心位置和钻孔范围,仅画数孔即可。但需标注孔径、孔数及孔的定位尺寸。(c)为要求不高的孔板(如筛板塔盘)的简化画法,对孔数不作要求,只要画出钻孔范围,用局部放大图表达孔的分布情况,并标注孔径及孔间定位尺寸。

④ 设备中(主要是塔器)规格、材质和堆放方法相同的填料,如各类环(瓷环、玻璃环、铸石环、钢环及塑料环等)、卵石、塑料球、波纹瓷盘及木格子等,均可在堆放范围内,用交叉细实线示意表达,如图 1—13 中(a)所示;必要时可用局部剖视表达其细部结构;木格子填料还可用示意图表达各层次的堆放方法,见图 1—13 中的(b)和(c)。

化工设备的以上图示特点,仅为常见的典型结构的表达方法。当前,这些表达方法还未形成一整套系统、完整的规定,随着化学工业的发展及标准化工作的大力开展,化工设备专业图样的表达将会进一步的统一和完善。

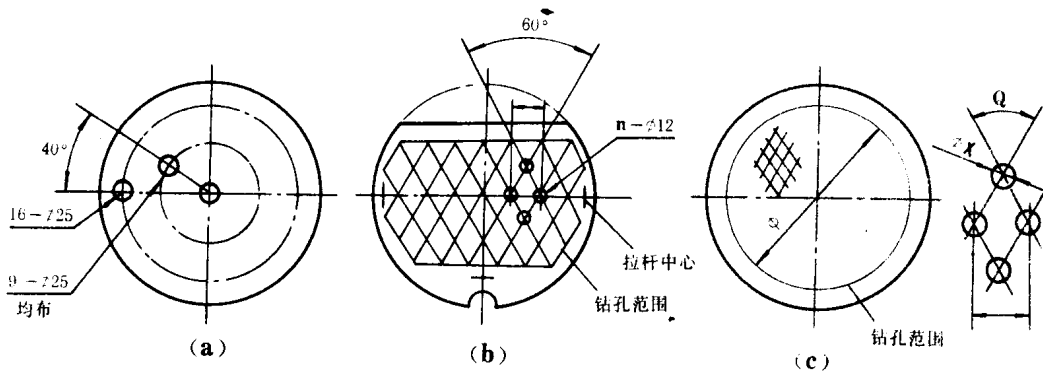


图 1—12 孔板的简化画法

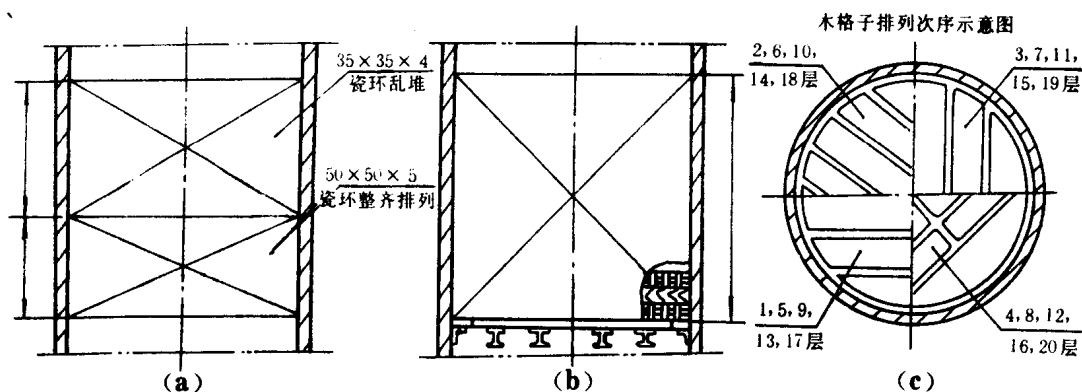


图 1—13 填料的简化画法

四、焊接与焊缝结构的画法

由于焊接具有强度高, 连接可靠, 工艺简单、焊接件重量轻等优点, 化工设备中的一些零部件的制作及其相互装配连接, 广泛地采用了焊接工艺。

化工设备中常见的焊缝型式有对接焊缝和角焊缝。其焊接接头型式有对接、搭接、角接及T型接等接头(图 1—14)。

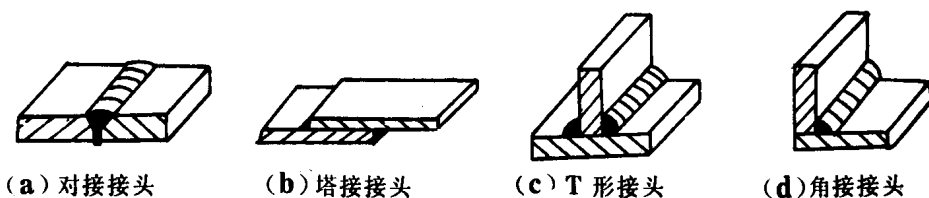


图 1—14 常见的焊接接头型式

图 1—15 为卧式容器中各种焊接接头的应用, 筒体的纵焊缝使用了对接接头, 筒体与封头连接的环焊缝也使用了对接接头, 法兰与接管、接管与筒体连接均采用了角接接头, 鞍

式支座与筒体的连接为搭接接头，而鞍式支座的制作使用了T型接头。

1. 常见的焊缝代号、标注及规定画法

在图纸上，焊接工艺要求一般是用焊缝代号表示的，下面介绍常见的焊缝代号、标注方法及规定画法。

① 焊接方法的符号及焊缝代号

常用的焊接方法的字母符号见表 1—1。

表 1—1 常用的焊接方法的字母符号

焊接方法	字母符号	焊接方法	字母符号
手工电弧焊	RHS	激光焊	RJG
埋弧焊	RHM	气焊	RQH
丝极电渣焊	RZS	烙铁钎焊	QL
电子束焊	RDS	加压接触焊	YJ

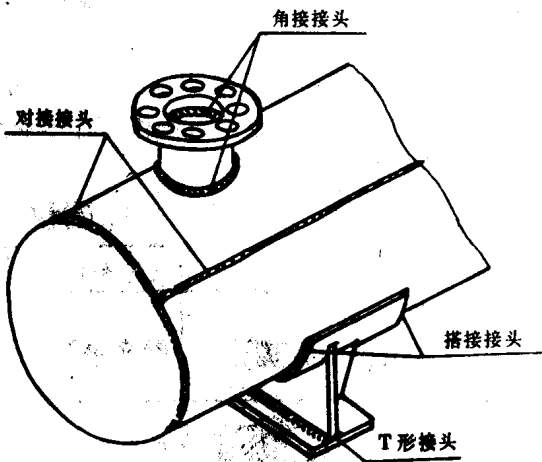


图 1—15 卧式容器中的各种焊接接头

焊缝的基本符号是表示焊缝横剖面形状的标志，常用的符号在GB 324—80中已作了规定，常用部分摘录于表 1—2 中。

表 1—2 焊缝名称、型式及基本符号 (摘自GB324—80)

焊缝名称	焊缝型式	符号	焊缝名称	焊缝型式	符号
I 形			单边U形		┐
V 形		V	喇叭形		┘
钝边V型		Y	单边喇叭形		┘
单边V形		┐	角焊缝		△
钝边单边V形		┐	封底焊缝		◐
U形		┐			

焊缝的辅助符号是用来说明焊缝的某些要求，常见的辅助符号见表 1—3。

基本符号和辅助符号的综合应用举例见表 1—4。

焊缝的尺寸符号代表坡口形状的几何尺寸，当设计和生产需要时，应按规定标注焊缝的详细尺寸。常用的尺寸符号见表 1—5。

② 焊缝的标注

图样中的焊缝，一般可用焊缝符号标注出，即在焊缝处画上引出线，并在引出线的横线上标注出焊缝的基本符号、辅助符号及焊缝的形状尺寸等。如图 1—16 所示，引出线由带箭头的指引线和横线（细实线）组成，横线一般应与主标题栏平行，必要时可在横线末端加一尾部，作注写附加内容用（如说明焊接方法等）。《手工电弧焊焊接接头的基本型式与尺寸》GB 985—80 和《埋弧焊焊接接头的基本型式与尺寸》GB 986—80 对各种焊缝的基本型式、剖面结构形状、标注方法作了详尽规定。表 1—6 摘录了手工电弧焊的常用焊缝型式、各部尺寸和标注方法。

表 1—3 焊缝的辅助符号（摘自 GB 324—80）

名称、符号	型式	说明	名称、符号	型式	说明
平面符号 —		表示焊缝表面齐平	三面焊缝符号		要求三面焊缝符号的开口方向与三面焊缝的实际方向画的基本一致
凸起符号 —		表示焊缝表面凸起	周围焊缝符号		表示环绕工件周围焊缝
带垫板符号		表示焊缝底部有垫板	现场符号		表示在现场或工地上进行焊接

表 1—4 基本符号与辅助符号的综合应用

焊缝型式 图示法	标注法	说 明	标注法	说 明
		V 型焊缝与焊件表面平并封底		三面焊缝，都是角焊缝
		V 型焊缝表面凸起，底部有垫板		周围焊缝，都是角焊缝
		角焊缝表面凹进		在现场进行焊接的角焊缝

③ 焊缝的规定画法可根据《焊缝代号》GB 324—80 中规定绘制。可见纵焊缝用粗线（粗于粗实线）表示；不可见纵焊缝用垂直于焊缝的栅线（细实线）表示；焊缝的横向剖视中焊缝断面用涂黑方法表示（图 1—17）。

2. 化工设备图中焊缝的画法和标注
化工设备中焊缝的画法一般有两种，其一，对于常、低压设备，一般可直接在其剖视图中的焊接处，画出焊缝的横剖面形状，并涂黑（见表 1—6 中焊缝型式栏）。图

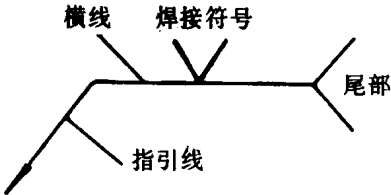


图 1—16 焊缝的标注方法