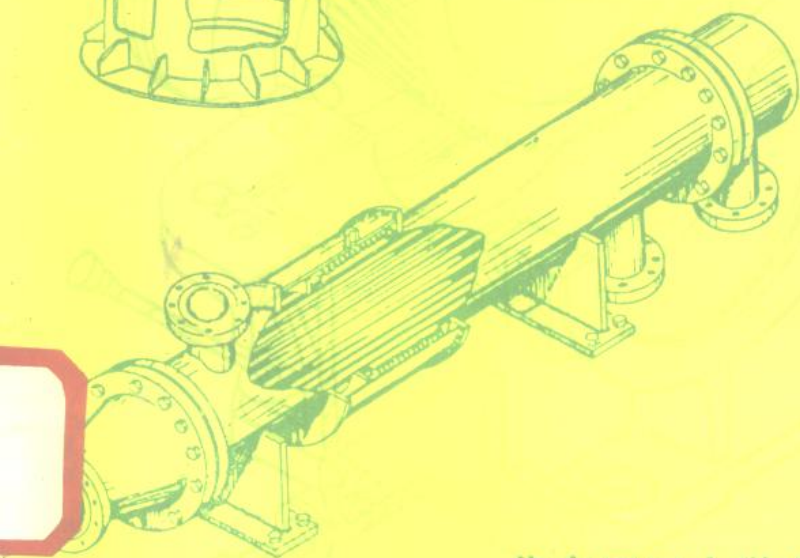
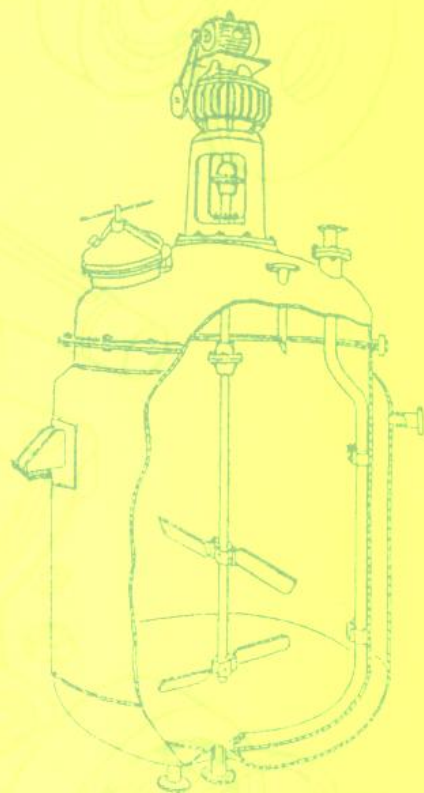


典型化工设备 机械设计指导

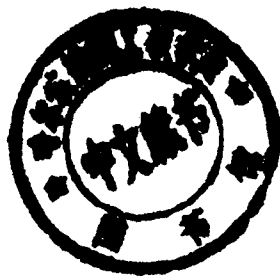
编著 茅晓东
李建伟



华东理工大学出版社

典型化工设备机械设计指导

茅晓东 李建伟 编著



华东理工大学出版社

内 容 提 要

本书是《化工设备机械基础》的配套教材,其内容包括该课程常作的课程设计题,如塔器、反应器、换热器、减速机。其中既有必要的设计步骤、方法介绍,又附有必用的设计参考资料、标准和典型图例,还根据课程设计的教学需要,对各种结构作简要的说明和比较,并为绘制化工设备图提供所需的指导。

本书内容精练,实用性强,除供课程设计使用外,也可作为介绍典型化工设备结构及其设计的教材,既适合化工、轻工类专业师生使用,也可供有关工程技术人员参考。

(沪)新登字 208 号



典型化工设备机械基础指导

茅晓东 李建伟 编著

华东理工大学出版社出版

上海市梅陇路 130 号

邮政编码 200237 电话 (021)4104306

新华书店上海发行所发行经销

上海东方激光照排企业公司排版 上海展望印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 11 插页 4 字数 269 千字

1995 年 8 月第 1 版 1995 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—5000 册

ISBN 7-5628-0567-9/TH·11

定价 13.00 元

前 言

本书是按化学工艺、化学工程类专业,以及其他相近的非机械类专业对化工设备机械设计能力的要求而编写的,是《化工设备机械基础》教科书的配套教材。

由朱思明、汤善甫等编写的《化工设备机械基础》自1991年12月出版以来,为国内许多高等院校化工工艺类专业所采用。许多院校要求与之配套的课程设计用书能早日出版,以满足工艺类大面积课程设计教学环节的需要。

本书第1章介绍课程设计要求 and 化工设备图的绘制方法及步骤,其余各章分别涉及塔器、反应器、换热器、减速机等全是化工厂的常用主要设备,书中所介绍的这些典型设备的结构设计方法、设计步骤和例题对化工设备设计具有实用指导意义,书末还编入了这些典型设备的设计题目和所需的设计参考资料,并尽可能选用了新近颁布执行的标准。对一至二周的课程设计,教师可根据不同需要进行选择,要求学生进行其中一个典型设备的结构设计和装配图绘制。

本书第1,3,4章由茅晓东编写,第2,5章由李建伟编写,附录由茅晓东、李建伟编写,全书由朱思明先生审阅。

本书编写过程中得到华东理工大学化工设备机械基础教科组全体同志的大力协助,并得到华东理工大学教材建设委员会的大力支持,特此一并致谢!

限于编者的水平,书中难免有错误和不足之处,欢迎读者批评指正。

编者

目 录

1 概论	1
1.1 化工设备机械基础课程设计的目的、内容和步骤	1
1.2 化工设备图的表达特点	2
1.3 化工设备图绘制方法和步骤	6
2 塔设备的机械设计	10
2.1 概述	10
2.2 填料塔	10
2.3 板式塔	17
2.4 裙座及其他附件	22
2.5 塔设备机械设计举例	25
2.6 塔设备图面技术要求	33
3 管壳式换热器的机械设计	35
3.1 概述	35
3.2 管壳式换热器结构设计及材料选用	39
3.3 管壳式换热器的受力分析和强度计算	50
3.4 管壳式换热器标准及基本参数	55
3.5 管壳式换热器的机械设计举例	57
3.6 管壳式换热器图面技术要求	61
4 搅拌反应釜的机械设计	63
4.1 概述	63
4.2 釜体、夹套设计及附件的结构设计	64
4.3 搅拌装置、传动装置及轴封装置的设计选用	68
4.4 搅拌反应釜机械设计举例	73
4.5 带夹套搅拌反应釜的图面技术要求	79
5 减速机设计	82
5.1 概述	82
5.2 传动装置的总体设计	84
5.3 传动零件设计	89
5.4 减速机零部件结构	91

5.5 减速机机械设计举例	101
5.6 减速机图面技术要求	109

附录

附录 A 设计题选及任务书	110
附录 B 数据表及标准摘录	114
附表 1 钢管选用表	114
附表 2 钢管许用应力表	114
附表 3 钢制压力容器使用的钢板许用应力	115
附表 4 钢材弹性模量值表	117
附表 5 筒体的容积、表面积和重量	117
附表 6 椭圆形封头的尺寸、容积和表面积	118
附表 7 钢制椭圆形封头的重量	119
附表 8 管法兰 GB9119-88 和 GB9123-88(摘录)	120
附表 9 管法兰 HG5010-58~HG5012-58(摘录)	122
附表 10 甲型平焊法兰尺寸(JB1158-82)	125
附表 11 乙型平焊法兰尺寸(JB1159-82)	127
附表 12 水平吊盖人孔 JB583-79	129
附表 13 平盖手孔 JB589-79	132
附表 14 透光式玻璃板液面计($p_c 25$) HG5-1364-80	134
附表 15 管法兰用石棉橡胶垫片 GB 9126.2-88(摘录)	136
附表 16 压力容器法兰用非金属软垫片 JB1161-82(摘录)	137
附表 17 鞍式支座(JB1167-81)	138
附表 18 桨式搅拌器 HG5-220-65	142
附表 19 带衬套及冷却水套铸铁填料箱($p_c 6$) HG5-214-81	144
附表 20 压力容器视镜 HGJ501-502-86(摘录)	146
附表 21 单级立式摆线针轮减速器	148
附表 22 减速器机座 HG 5-743-78 附件(摘录)	151
附表 23 立式夹壳联轴器 HG 5-213-65	152
附表 24 加强套管温度计	153
附表 25 弹簧式安全阀参数(JB2202-77)	154
附表 26 Y 系列三相异步电动机技术数据(JB3074-82)	156
附表 27 Y 系列电动机安装代号	157
附表 28 Y 系列电动机的安装及外型尺寸(一)	157
附表 29 Y 系列电动机的安装及外型尺寸(二)	158
附表 30 凸缘联轴器(GB5843-86)	159
附表 31 深沟球轴承(GB276-89)	160
附表 32 普通平键和键槽尺寸	161
附表 33 吊环螺钉(GB825-88)	162

附表 34	通气器	163
附表 35	外六角螺塞(JB/ZQ4450—86)、纸封油圈(ZB71—62)、 皮封油圈(ZB70—62)	163
附表 36	油尺	163
附表 37	常用润滑油的主要性质和用途	164
附表 38	常用润滑脂的主要性质和用途	164
附表 39	键联接的许用挤压应力	165
附表 40	键的许用剪应力	165
附表 41	减速器主要零件的荐用配合	165
附表 42	几种常用金属的物理性能	166
附录 C	设备装配图参考图例	167
主要参考文献		168

1 概 论

1.1 化工设备机械基础课程设计的目的、内容和步骤

化工设备机械基础课程设计是具体应用和巩固本课程及有关先修课的理论知识和生产知识,熟悉和了解化工设备机械设计一般方法和步骤,培养学生工程设计能力、分析和解决实际问题能力的一个重要教学环节。

在课程设计中要求学生注意培养积极思考、深入钻研的学习精神,认真负责、踏实细致的工作作风和保质保量按时完成任务的习惯。

通过课程设计应达到如下目的:

(1)综合运用化机基础课及先修课程所学到的知识,理论联系实际,进而得到巩固、加深和发展,提高分析实际问题 and 解决实际问题的能力。

(2)培养学生工程设计能力,通过全面考虑设计内容及过程参与,使学生初步掌握化工设备机械设计的一般方法和步骤,为今后的工作实践打下基础。

(3)使学生能够熟悉和运用设计资料,如有关国家或部颁标准、手册、图册、规范等,完成作为工程技术人员在机械设计技能方面的基本训练和独立工作能力培养。

化工设备设计包括工艺设计和机械设计两部分。工艺设计是根据生产任务提供的工艺条件(包括工作压力、温度、产量、物料性能等),确定设备的结构形式、接管方位以及设备的主要尺寸等。机械设计是在工艺设计的基础上进行强度、刚度和稳定性设计或校核计算,对设备的内、外附件进行选型和结构设计计算,最后绘制设备的装配图和零部件工作图。

本课程设计,要求在规定的时间内每人完成一种典型设备的机械设计,完成设备总装配图一张(1号图纸)、零部件图一张(由教师根据情况安排指定)、设计计算说明书一份。

整个机械设计阶段大致按如下步骤进行:

A 准备阶段

在准备阶段应认真结合设计任务、要求和内容,熟悉了解有关典型设备的结构、现场参观或读懂几张典型设备图;准备好设计资料、手册和绘图用具。

B 设计阶段

设计阶段包括选材、零部件设计计算和选用、绘制图样及编制设计计算说明书等,具体可按下面步骤进行:

(1)通常先按压力因素来选材 当温度高于 200°C 或低于 -40°C 时,温度就是选材的重要因素;当物料具有腐蚀或对污染有特定要求时,还需考虑腐蚀因素。

(2)载荷计算 强度,有时还要考虑刚度、稳定性计算或校核,以确定合理的结构尺寸。

(3)传动设备的选型 各类零部件的选用及设计计算,参考有关手册选用标准件。

(4)设计及绘制装配图 装配图是表达设备总体结构关系的图样,也是制造、装配机器及拆绘零部件图的依据。应注意综合考虑,以满足使用寿命、经济合理等要求,并作适当调整后,使零件配置合理,以期得到工作性能好、便于制造、成本低廉的机械设备。为此,必须先作装配草图设计,包括计算、结构设计、布图、制图等,计算与制图常需交叉进行。

(5)提出技术要求 对设备制造、装配、检验和试车等工序提出合理的要求,以文字形式标注在总装图上。

(6)编制设计计算说明书 计算说明书主要在于说明计算的正确性,因此只须写出计算公式,代入有关数据,直接写出最后结果和结论(不必写出全部运算和修改过程);并列出参考资料及文献,重要数据均应注明出处,对关键零部件的选用依据作必要的说明(注明参考资料的统一编排代号“[X]”及页数、图号、公式等),有时还需附有与计算有关的必要简图,(如受力分析、弯矩、扭矩及结构图)。

本课程设计要求编写 10 页左右的计算说明书一份,其内容一般可由如下组成:目录、设计任务书、方案拟定说明、设计参数计算、零部件设计计算、零部件选用说明,此外作为课程设计,还可附设计小结(简要说明作课程设计的体会、设计中的优缺点及改进意见等)。

C 考核或答辩阶段

课程设计的图样及说明书全部完成后须经指导教师审阅,得到认可后,方能参加考核或答辩。课程设计的成绩要根据图样、说明书和考核答辩所反映出的设计质量和能力,以及设计过程中的学习态度综合评定。

1.2 化工设备图的表达特点

绘制化工设备装配图除了应按《机械制图》国家标准外,还要结合化工设备的特点,根据化工部颁发的有关规定加以表达。

1.2.1 化工设备图常用表达方法

化工设备的基本形体多为回转体,故常采用两个基本视图,再配以局部视图来表达。装配图上除了标题栏、明细表和技术要求外,还有管口表和技术特性表。

(1)基本视图表达方法 对立式设备,常用主视图表达轴向形体,且常作全剖,用俯视图表达径向形体。对于高大的设备也可横卧来画,和卧式设备表达方法相同,以主视图表达轴向形体,用左(右)视图表达径向形体。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(左视)图绘制在图样的其他空处,但必须注明“俯(左)视图”或“X 向”等字样。当设备需较多视图才能表达完整时,允许将部分视图分画在数张图纸上,但主视图及该设备的明细表、技术要求、技术特性表、管口表等均应安排在第一张图纸上,同时在每张图上应说明视图间的关系。

(2)多次旋转表达 为了在同一主视图上反映出结构方位不同的管口和零部件的真实形状和位置,在化工设备图中常采用多次旋转画法,并允许不作旋转方向标注,但其周向方位应以管口方位图或以俯(左)视图为准,如图 1-1 所示。当旋转后出现图形重叠现象时应改用局部视图等方法另行画出,(如管口 d 就不能旋转重叠画出)。

(3)局部放大表达 按总体尺寸选定的绘图比例,往往无法将其局部结构表达清楚,因

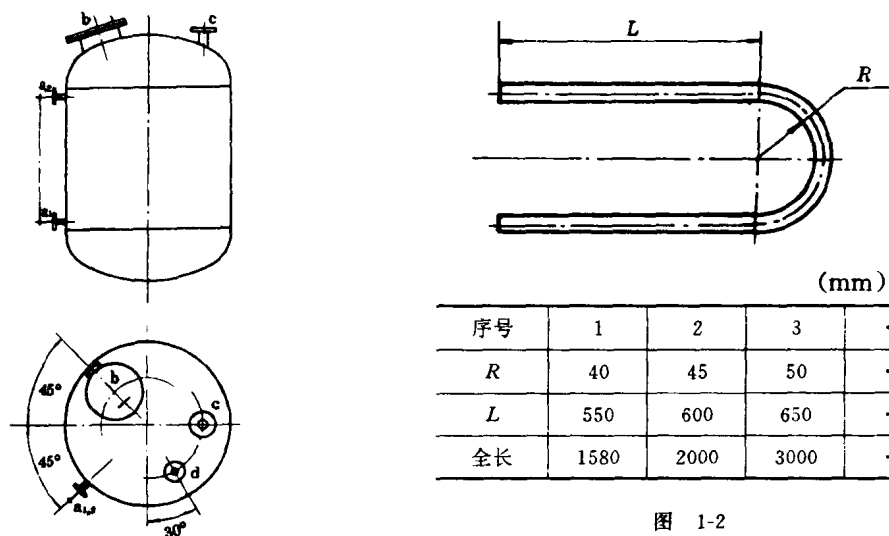


图 1-1

图 1-2

此常用局部放大图(又称节点放大图)来表达局部详细结构,局部放大图常用剖视、剖面来表达,也可用一组视图来表达。

(4)夸大表达 某些部位因绘图比例较小,可采用不按比例的夸大画法,如设备的壁厚常用双线夸大地画出,剖面线符号用涂色方法来代替。

此外,设备中如有若干个结构相同仅尺寸不同的零部件时,可集中综合列表表达它们的尺寸,如图 1-2 所示。

1.2.2 化工设备图中的简化画法

绘制化工设备图时常可采用一些简化画法,现举例如下:

(1)设备上的某些结构,如果已画了零部件图或已用其他方式表达清楚时,装配图上允许用单线表示。

(2)对标准件、外购件、或有复用图的零部件,在装配图中只需按比例画它们的外形轮廓,如电动机、标准人孔、手孔等都可按此简化表达。如图 1-3 所示。

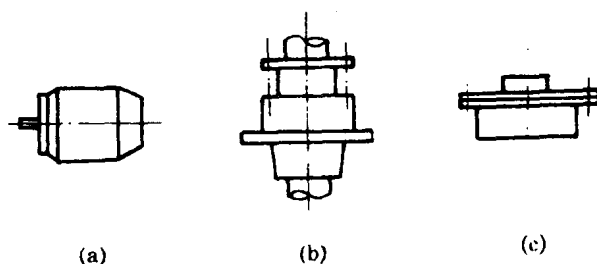


图 1-3

(3)重复结构的简化 对螺栓孔和螺栓连接可如图 1-4 所示简化表示

对设备中装放的填充物,在装配图的剖视中可用交叉的细直线及有关的尺寸和文字简化表达,如图 1-5 所示。

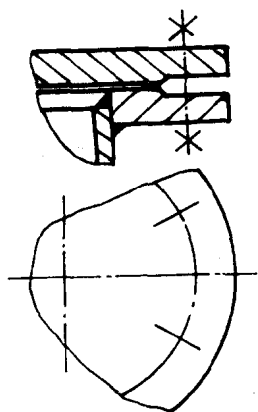


图 1-4

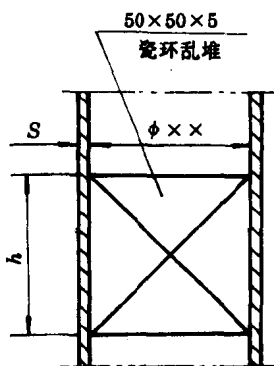
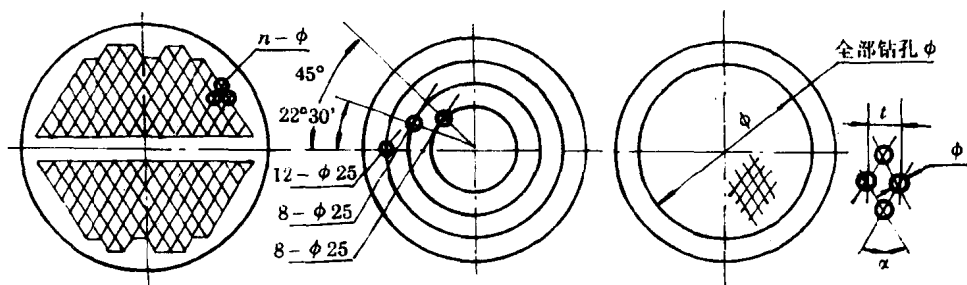


图 1-5



(a)△型排列

(b)同心圆排列

(c)孔数要求不严的筛板

图 1-6

多孔板孔眼的几种简化表达如图 1-6 所示。

当设备有密集的管子,如列管式换热器中的换热管,在装配图上可只画一根管,其余的均用中心线表示。

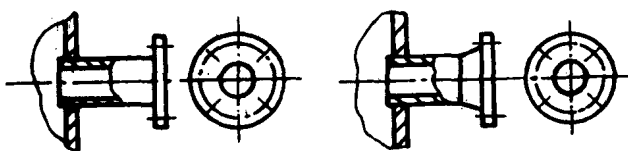


图 1-7

(4)管法兰的简化画法 装配图中管法兰的画法均可简化成如图 1-7 所示而不必分清连接面是什么型式,对其类型、密封面型式、焊接型式等均在明细表和管口表中标出。对于特殊结构的法兰,要用局部视图表示,如图 1-8 所示,其中衬层断面可不加剖面符号。

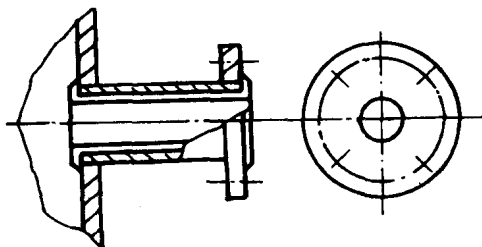


图 1-8

(5)液面计的简化画法 图 1-9

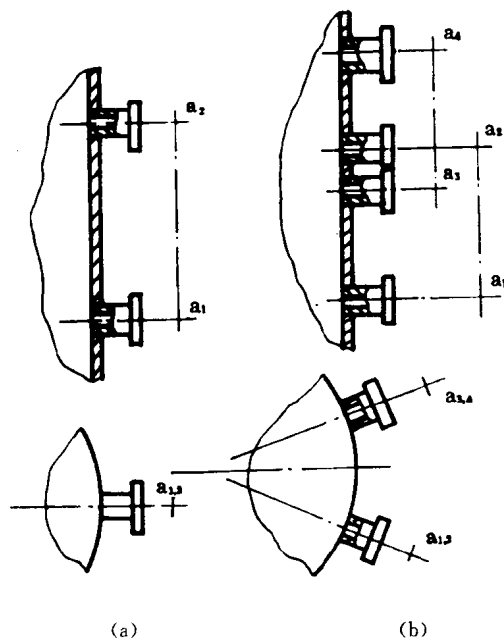


图 1-9

为液面计的简化表达。

(6)设备衬里的简化画法 设备衬里在剖视图中应注意薄涂层、厚涂层、薄、厚衬层的表达应有所区别。

对薄涂层(如搪瓷、涂漆、喷镀(涂)金属及塑料),其表面处理只要在技术要求中说明即可,在图样上不编号,也无特殊要求。对厚涂层、薄衬层(厚度为1—2mm),厚衬层的简化表

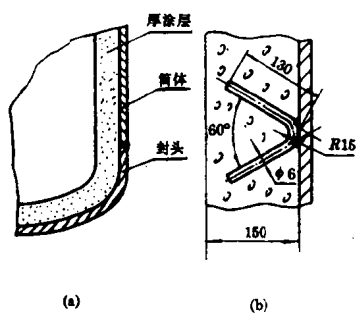


图 1-10

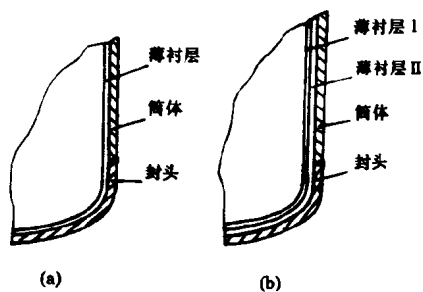


图 1-11

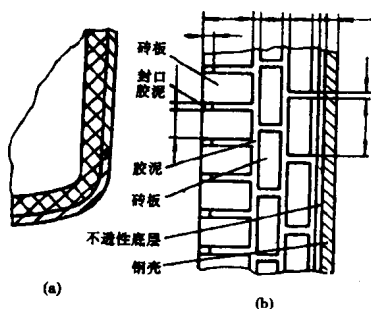


图 1-12

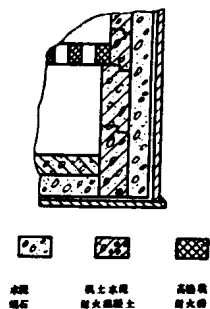


图 1-13

达分别见图 1-10、图 1-11 和图 1-12、图 1-13。

1.2.3 化工设备图中焊缝的画法和标注

化工设备图的焊缝画法应符合《机械制图国标》的规定,其标注内容应包括接头型式、焊接方法、焊缝结构尺寸和数量等内容。

对于常低压设备,在装配图的剖视中采用涂黑表示焊缝的剖面,如图 1-14 所示。对它的标注,一般只需在技术要求中统一说明采用的焊接方法以及接头型式等要求。例如在装配图的技术要求中常注以“本设备采用手工电弧焊,焊接接头型式按 GB985-80 规定”等字样。

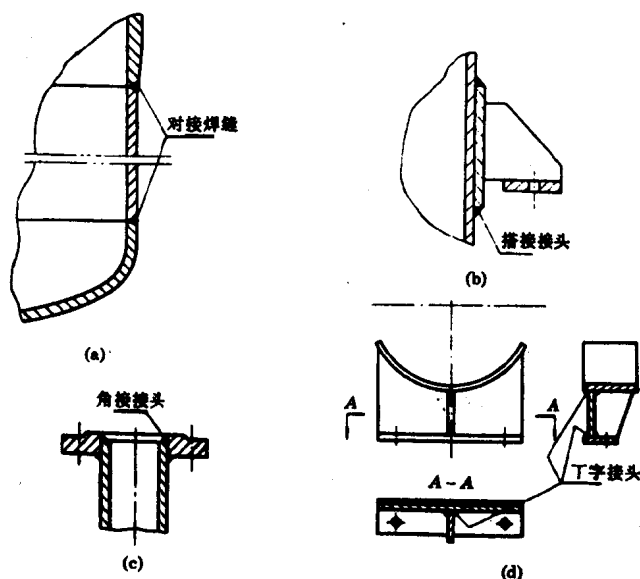


图 1-14

当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,可在相应的焊缝结构处注出焊缝代号或接头文字代号。

焊缝代号的详细规定可参阅国标《焊缝代号》GB324—88。

此外,在技术要求中还要对采用的焊条型号、焊缝的检验等作说明。

1.3 化工设备图绘制方法和步骤

化工设备图的重点核心内容是装配图的绘制,其方法和步骤大致如下:

- (1) 布图;
- (2) 绘制视图底稿;
- (3) 标注尺寸;
- (4) 编排零件件号和管口符号;
- (5) 填写明细表、管口表和标题栏;
- (6) 填写技术特性表和技术要求;
- (7) 全面审核后描重;

学生绘制的装配图原则上相当于设计单位所作的设备总图。装配图上应包括内容：

(2)节点放大图 设备上的重要联接处及细节处应绘制放大图。放大图置于总图的右侧或下侧,并应注出必要的尺寸。放大图数目在两个以上时,用 I, II …表示之。

(4)明细表 置于标题栏上方。

(6)管口表 管口表表明各管口的用途,公称压力,标准。管口用 a, b, c...表示之。规格、用途及连接面形式完全相同的管口,则应编同一符号,但应在符号的右下角加注阿拉伯数字角标,以示区别,如 a_1, a_2 等。

(8)总重 设备总重写在明细表的上方,必要时注明其中贵重金属材料重量。

标题栏、明细表、技术特性表及管口表可按下列规定的格式及尺寸绘制。

件号	图号或标准号	名	称	数量	材	料	单	总			
							重量(kg)				
×××班						课程设计					
职 责	签 字	日期	(设备名称) (规格) 装配图			设计项目					
学 生						设计阶段					
指导教师						图号					
校核											
年 月 日		比例				第 张	共 张				
←-20→	←-25→	←-15→	←-15→	←--45-->		←-25→					

技术特性表

塔器:	40		80				12 8 8 8 8 8 8 8 8 8
	名 称		指 标				
	设计压力,(MPa)						
	设计温度,(℃)						
	物料名称						
	产品特性						
	基本风压值,(MPa)						
	焊缝系数	筒体		封头			
	腐蚀裕度						
	地震烈度						
	容器类别						

技术特性表

换热器:	40		80		12 8 8 8 8 8 8 8 8 8
	名 称	指 标			
		管 内	管 间		
	设计压力,(MPa)				
	设计温度,(C)				
	物料名称				
	程 数				
	腐蚀裕度				
	焊缝系数				
	传热面积				
	容器类别				

技术特性表

反应釜:	名 称	指 标		12
		釜 内	夹 套 内	8
	设计压力,(MPa)			8
	设计温度,(℃)			8
	物料名称			8
	焊缝系数			8
	腐蚀裕度			8
	容器类别			8
	设备容积			8
	换热面积			8
	40	40	40	

管 口 表

符号	公称尺寸	连接尺寸标准	连接面形式	用途或名称	12
					8
					8
					8
10	20	30	15	(25)	
120					

下面对明细表、管口表、技术说明等栏目的填写分别作一说明：

(1) 明细表

- 1) 明细表中件号按图形上件号的顺序, 由下而上填写。
- 2) 图号或标准号栏填写零部件图所在图纸上的图号, 或标准零部件的标准号。
- 3) 名称栏填写零部件的名称。
- 4) 材料栏填写零部件的材料名称或代号, 部件或外购件不填写, 或以斜直线表示。
- 5) 重量栏中的零部件重量一般准确到小数点后一位, 小零件(如填料, 垫片, 垫圈等), 重量小且数量少的零件可忽略不计。
- 6) 备注栏填写必要的说明, 如“外购”等。

(2) 管口表

- 1) 管口按公称通径填写, 无公称通径时, 按实际内径填写。
- 2) 不对外连接的管口, 连接法兰标准和连接面型式两栏内不填写, 用斜直线表示(如人孔, 手孔)。

(3) 技术说明

化工设备装配图的技术说明应包括技术特性、技术要求和附注三部分。

- 1) 技术特性 一般列成表格, 是表示该设备设计依据的一览表。表内除填写设计压力、设计温度、物料名称、焊缝系数、容器类别外, 还应根据设备类型的不同填写下列内容:

塔器 设计风压, (MPa), 设计地震等级。

换热器 换热面积或加热面积, (m^2)。

带搅拌反应罐 公称容积, (m^3), 搅拌轴转速(r/min), 电动机的功率(kW)。

容器 公称容积(m^3)。

- 2) 技术要求 对设备制造、检验、安装方面的要求, 可参考有关设备的图面技术要求。

- 3) 附注 除技术特征和技术要求外, 其他需要在图纸上交待的内容, 均可列入“附注”。

2 塔设备的机械设计

2.1 概述

塔设备是石油、化工、轻工、食品等工业部门中最重要的设备之一。气(汽)液或液液两相在塔内充分接触,可达到相际传热或传质的目的。精馏、吸收、解吸、气体增湿、离子交换等单元操作可在塔设备中进行。

虽然塔设备中所进行的工艺过程(单元操作)各不相同,塔的结构型式各异,但根据塔的内件,一般可将塔分成板式塔和填料塔两大类。

从设备设计的角度看,不论板式塔或填料塔,其基本结构可以概括为:

塔体 包括筒节、端盖和联接法兰等;

内件 指塔板或填料及其支承装置;

支座 一般均用裙式支座;

附件 包括人孔、接管、液体和气体的分配装置,以及塔外的扶梯、平台、保温层等。

塔设备的机械设计大体按以下内容和步骤进行:

(1)总体结构设计 根据工艺要求并考虑制造、装拆和密封等,确定各部分结构型式和尺寸,如封头、支座、塔板(或填料)及其支承、法兰等的结构型式及其连接形式等。

(2)选择材料 根据压力、温度、介质情况,经济合理地选择材料。

(3)计算强度和稳定性 对塔体、封头、裙座等进行强度计算和稳定性校核。

(4)零部件设计选用 包括法兰、人孔、接管、补强圈、液体和气体的分配装置,以及塔外的扶梯、平台、保温层等。

(5)绘制图样 包括总装配图、零部件图。标准零部件有标准图纸的要查出标准施工图号,不必绘图。

(6)提出技术要求 提出制造、装配、检验和试车等方面的要求。应用标准技术条件的可标注文件号。

(7)编写计算说明书 包括设备设计重要问题的论证,主要零部件的机械计算,主要零部件设计选用说明等。

2.2 填料塔

填料塔结构简单,压力降小,能用各种材料制造,在处理容易产生泡沫的物料以及用于真空操作时,有其独特的优越性。

填料塔的总体示意图如图 2-1 所示。由图可知,填料塔是由塔体(包括裙座)、填料、填料