

高等学校教材

化工设备机械基础 课程设计指导书

第二版

蔡纪宁 张莉彦 主编



化学工业出版社

高等学校教材

化工设备机械基础课程 设计指导书

第二版

蔡纪宁 张莉彦 主编



化学工业出版社

·北京·

本版在第一版的基础上,根据最新的国家标准进行了修订。全书分五章,介绍了课程设计的目的、要求、内容、步骤;化工设备结构特点及图示表达特点;对两种典型的化工设备:塔及夹套反应釜的设计进行了较详细的说明,并附有计算算例。

本书是为高等工院校化工工艺类及相关专业配合化工设备机械基础课程设计编写的设计指导书。

图书在版编目(CIP)数据

化工设备机械基础课程设计指导书/蔡纪宁,张莉彦
主编. —2版. —北京:化学工业出版社,2010.8
高等学校教材
ISBN 978-7-122-09013-3

I. 化… II. ①蔡…②张… III. 化工设备-课程设
计-高等学校-教学参考资料 IV. TQ05-41

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第129360号

责任编辑:程树珍 金玉连
责任校对:战河红

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:三河市延风印装厂
787mm×1092mm 1/16 印张10½ 插页4 字数265千字 2011年1月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:20.00元

版权所有 违者必究

第二版前言

本书作为《化工设备机械基础》(第二版)的配套教材,为化工工艺类和材料类学生进行化工设备机械基础课程设计提供帮助,有利于规范课程设计,提高课程设计质量。

本教材中所涉及的夹套反应釜和塔设备的设计,均属于压力容器(特种设备之一)设计的范畴,其设计应满足相应的安全技术规范和标准。在化工设备机械基础课程设计教学环节中,学生不仅要掌握典型化工设备机械设计的基本技能,同时要了解相应的安全技术规范和标准,在满足结构合理、计算可靠的同时,满足安全性和经济性。编者根据多年来进行化工设备机械基础课程设计的经验,总结第一版中存在的问题,对教材进行了整理和完善;并根据近年来关于压力容器的安全技术规范和标准变化和更新较大的状况,适时对本教材进行了必要的更新。

本书第二版由蔡纪宁和张莉彦主编,李慧芳、魏鹤琳参加编写;张秋翔对本书进行了审阅,在此表示诚挚的谢意。

限于编者水平有限,且时间仓促,书中存在不妥之处在所难免,敬请读者提出批评和建议。

编者

2010年6月

第一版前言

《化工设备机械基础课程设计》是化工工艺类学生十分重要的教学环节之一。目的是为了使学生进一步加深并综合运用《化工设备机械基础》及相关课程所学过的基本理论、基本知识，训练和掌握典型化工设备机械设计的基本技能。为解决同学们缺乏设计经验，课程设计学时不足等矛盾。使化工工艺类学生在有限的时间内，能顺利地完成了以前从未接触过的设计任务，达到事半功倍的效果。

本书力求内容简明扼要，通俗易懂，方便使用。本书重点介绍夹套反应釜设备及塔设备设计的步骤和方法，典型设计计算均配有算例。此外，还选编了化工制图的部分有关规定。

书中收集了部分最新的国家标准、规范，从实用出发，严格精选，供学生课程设计时参考。

本书由蔡纪宁、张秋翔编写，北京化工大学徐鸿教授、郑秀芝教授及陈广异教授对本书进行了审阅。在此表示诚挚的谢意。

本书由于编写的时间仓促，欠妥之处在所难免，殷切期望读者在使用过程中提出批评、建议。

编者

2000年2月

目 录

第 1 章 绪论	1	4.2 夹套反应釜机械设计内容和步骤	36
1.1 设备课程设计的目的	1	4.3 罐体和夹套的设计	37
1.2 设备课程设计的要求	1	4.4 反应釜的搅拌器	43
1.3 设备课程设计的内容	2	4.5 反应釜的传动装置	46
1.4 设备课程设计的步骤	2	4.6 反应釜的轴封装置	55
第 2 章 化工设备结构及其图示表达		4.7 反应釜的其他附件	56
特点	4	第 5 章 塔设备设计	62
2.1 化工设备的结构特点	4	5.1 塔设备的分类和总体结构	62
2.2 化工设备的图示表达特点	5	5.2 塔设备设计的内容和步骤	64
2.3 化工设备图的主要内容	8	5.3 塔设备的材料选择	65
2.4 化工设备图中的简化画法	8	5.4 塔设备的结构设计	66
2.5 化工设备图的焊接结构及其表达	14	5.5 塔设备的强度和稳定性计算	79
2.6 容器焊接接头设计原则及焊条的 选择	17	附录 A 夹套反应釜设计任务书	104
第 3 章 化工设备装配图和零部件图 的绘制	20	附录 B 塔设备设计任务书	106
3.1 化工设备图的基本规定	20	附录 C 焊缝符号或接头文字符号的 规定	108
3.2 化工设备装配图的绘制	21	附录 D 压力容器常用零部件	112
3.3 化工设备零部件图的绘制	33	附录 E 机械传动常用零部件	133
第 4 章 夹套反应釜设计	35	参考文献	162
4.1 夹套反应釜的总体结构	35		

第 1 章 绪 论

“化工设备机械基础课程设计”以下简称设备课程设计，是针对高等院校化工工艺类专业学生学习化工设备的机械设计而设置的；是为配合学生在学习了有关机械课程的基本理论和基本知识后，对基本技能的训练；是培养学生设计能力和解决实际问题能力的重要教学环节。通过设备课程设计，使工艺类学生掌握化工过程典型设备的结构设计和强度计算，以及机械设计对化工工艺参数的影响。

1.1 设备课程设计的目的

设备课程设计应达到以下目的。

① 培养学生把所学“化工设备机械基础”及其相关课程的理论知识，在设备课程设计中综合地加以运用，把化工工艺条件与化工设备设计有机结合起来，使所学有关机械课程的基本理论和基本知识得以巩固和强化。

② 培养学生对化工设备设计的基本技能以及独立分析问题、解决问题的能力。树立正确的设计思想，掌握化工单元设备设计的基本方法和步骤，为今后设计化工设备及机械打下一定的基础。

③ 培养学生熟悉并综合运用各种有关的设计手册、安全技术规范、标准、图册等设计技术资料；进一步培养学生识图、制图、运算、编写设计说明书等基本技能；完成作为工程技术人员在机械设计方面所必备的设计能力基本训练。

1.2 设备课程设计的要求

为了达到以上目的，对设备课程设计的的要求如下。

(1) **树立正确的设计思想** 在设计中要自始至终本着对工程设计负责的态度，从难从严要求，综合考虑经济性、实用性、安全可靠性和先进性，严肃认真地进行设计，高质量地完成设计任务。

(2) **要有积极主动的学习态度和进取精神** 在设备课程设计中遇到问题不敷衍，通过查阅资料和复习有关教科书，通过积极思考，提出个人见解，主动解决问题，注重能力培养。设计中强调独立思考，有创造性的设计，并不等于凭空设想。学生在设备课程设计中学会收集、理解、熟悉和使用各种资料，正是培养设计能力的重要方面，也是设计能力强的重要表现。

(3) **学会正确使用标准和规范，使设计有法可依、有章可循** 化工设备设计非常强调标准与规范，这是化工设备的安全性所决定的。当设计与标准、规范相矛盾时，必须经严格计算和验证，直到符合设计要求，否则应优先按标准选用。

(4) **学会正确的设计方法，统筹兼顾，抓主要矛盾** 设计中要注意理论计算结果与实际结构设计相统一。初学的设计者，往往把设计片面地理解为就是理论上的强度、刚度等的计算，认为这些计算结果不可更改。实际上，对于设备的合理设计，其计算结果只是设计时某

方面的依据,设计时还要考虑结构等方面的要求。

在设计中还应注意处理好尺寸的圆整。通常按几何关系计算而得的尺寸,一般不能随意圆整变动;按经验公式得来的尺寸,一般应圆整到标准规格尺寸。对于强度、刚度等计算结果,从设备安全性出发,应向上圆整,但向上圆整的同时,要兼顾到经济性。总之,圆整要适度。

设备设计还要处理好计算与结构设计的关系。要求计算、制图、选型、修改同步进行,但零件的尺寸,以最后图样标注的为准。对尺寸做出修改后,可以根据修改幅度、原强度裕量及计算准确程度等来判断是否有必要再进行强度计算。

1.3 设备课程设计的内容

根据教学大纲要求,学生应在两周时间内,完成一种典型设备的机械设计,内容包括:设备总装配图一张,零部件图一至二张,设计计算说明书一份。

1.4 设备课程设计的步骤

1.4.1 设计准备阶段

- ① 设计前应预先准备好设计资料、手册、图册、计算绘图工具、图纸和报告纸等;
- ② 认真研究设计任务书,分析设计题目的原始数据和工艺条件,明确设计要求和设计内容;
- ③ 设计前应认真复习有关教科书、熟悉有关资料和设计步骤;
- ④ 有条件的应结合现场参观,熟悉典型设备的结构,比较其优缺点,以便选择出较适当的结构为己所用。没有现场条件的,也要先读懂几张典型设备图。

1.4.2 设计阶段

化工设备的机械设计是在设备的工艺设计结束后进行的。要根据设备的工艺条件(包括工作压力、温度、介质及其特性、结构形式和尺寸、管口方位、标高等),围绕着设备内、外附件的选型进行机械结构设计、围绕着确定壁厚大小进行强度、刚度和稳定性的设计和校核计算。这一步往往通过“边算、边选、边画、边改”的做法来进行,没有一蹴而就的做法。其步骤如下。

(1) **全面考虑按压力大小、温度高低和腐蚀性大小等因素来选材** 先按压力因素选材;当温度高于 200°C 或低于 -40°C 时,温度就是选材的主要因素;在腐蚀强烈或对反应物及物料污染有特定要求的,腐蚀因素又成了选材的依据。在综合考虑以上几方面同时,还要考虑材料的加工性能、焊接性能及材料的来源和经济性。

(2) **零部件选用** 设备内部附件结构类型,如塔板、搅拌器型式,常由工艺设计而定;外部附件结构形式,如法兰、支座、加强圈等,在满足工艺要求条件下,由受力条件、制造、安装等因素决定。

(3) **外载荷计算** 包括内压、外压、设备自重、零部件的偏载、风载、地震载荷等,常用列表法,分项统计的方法来进行。

(4) **强度、刚度、稳定性设计和校核计算** 根据结构形式、受力条件和材料的力学性能、耐腐蚀性能等进行强度、刚度和稳定性计算,最后确定出合理的结构尺寸。因大多数工况下强度是主要矛盾,所以有的设备设计常不作后两项计算。

(5) **传动设备的选型、计算** 对带有机械传动、液压传动的设备，这部分零部件也大都标准化。可参考本书和有关手册进行选型、计算。

(6) **绘制设备总装配图** 在这一步，初学者常采用“边算、边选、边画、边改”的作法，初步计算后，确定大体结构尺寸，分配图纸幅面，轻轻绘出视图底稿，待尺寸最后确定后再加深成正式图纸。

(7) **绘制零部件图** 根据总装配图绘制零部件图常称拆图。对于标准零部件，有专门厂家生产的，可以不必拆图，对于具有独立结构的零部件要进行拆图，以便加工制造。

(8) **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图上。

1.4.3 设计计算说明书

设计计算说明书是设计的技术文件之一。设计计算说明书是图纸设计的理论依据，是设计计算的整理和总结。其内容大致包括：

- ① 设计任务书；
- ② 目录；
- ③ 设计方案的分析 and 拟定；
- ④ 各部分结构尺寸的确定和设计计算；
- ⑤ 设计小结；
- ⑥ 参考资料和文献。

设计计算说明书要求计算正确，论述清楚，文字精练，插图简明，装订成册。

1.4.4 答辩

设备课程设计的图样及设计计算说明书全部完成，经指导老师审阅，得到认可后，方能参加答辩。课程设计的成绩要根据学生在设计图样、设计计算说明书和答辩中所反映的设计质量和能力，以及设计过程中的学习态度综合加以评定。

第 2 章 化工设备结构及其图示表达特点

2.1 化工设备的结构特点

化工设备的种类繁多，按使用场合及其功能分为：容器、换热器、塔器和反应器四种设备，见图 2-1。虽然化工设备的结构、大小、形状各不相同，但有以下共同的特点。

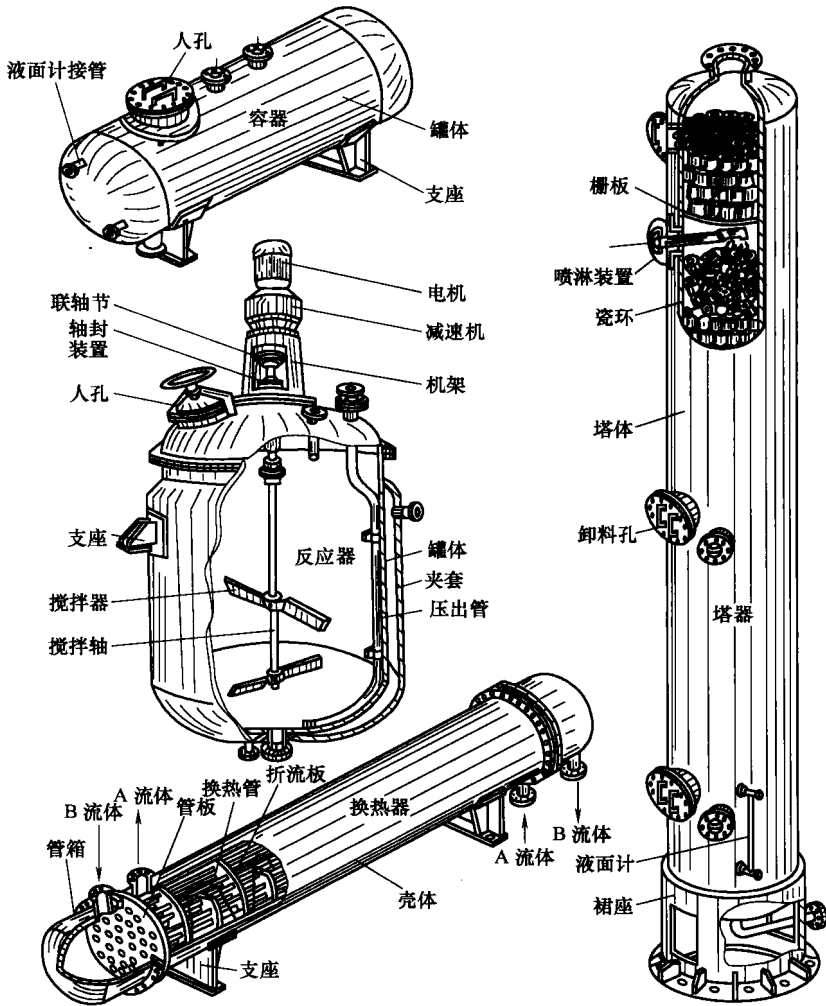


图 2-1 典型化工设备

(1) 基本形体多由回转体组成 化工设备多为典型板壳结构的壳体容器。其主体结构常采用圆柱形、椭圆形、球形、圆锥形等回转体。

(2) **尺寸相差悬殊** 化工设备的总体尺寸和局部尺寸相比, 往往相差悬殊。特别是塔器, 塔高几十米, 塔径约几米, 而壁厚仅为几毫米或几十毫米。

(3) **设备的开孔和接管口较多** 为满足化工工艺要求, 在设备壳体和封头上, 往往设有较多的开孔和管口(如物料进出口、仪表接口等), 以备安装各种零部件和连接接管。

(4) **大量采用焊接结构** 绝大多数化工设备都是承压设备(内压或外压), 除力学上有严格要求外, 还有严格的气密性要求, 焊接结构是满足这两者最理想的结构。因此, 大量采用焊接是化工设备一个突出特点。

(5) **广泛采用标准化、通用化、系列化的零部件** 因为化工设备上的一些零部件具有通用性, 所以大都由有关部门制定了标准和尺寸系列。因此在设计中可根据需要直接选用。如设备上的人孔、法兰、封头、液面计等均属标准化零部件。

(6) **对材料有特殊要求** 化工设备的材料除考虑强度、刚度外, 还要考虑耐腐蚀、耐高温、耐高压、耐高真空、耐深冷等。因此, 材料使用范围广, 有特殊要求的, 还要考虑使用衬里等方法, 以满足各种设备的特殊要求。

(7) **安全结构要求高** 对处理有毒、易燃、易爆介质的化工设备, 要求密封结构好, 安全装置可靠。因此, 除对焊缝进行严格的检查外, 对各连接面的密封结构提出了较高要求。

2.2 化工设备的图示表达特点

化工设备图的特点, 是由化工设备结构特点决定的。

2.2.1 基本视图灵活配置

因为设备的基本形体多由回转体组成, 所以用两个视图就可以表达它的主体结构。卧式设备一般以主、左(右)视图来表达设备的主体结构, 而立式设备常用主、俯视图表达其主体结构。有时对特别高大或狭长形体的设备, 当视图难以按投影关系配置时, 允许将俯(左)视图配置在图样的其他空白处, 但必须标注“俯(左)视图”或“×向”等字样。

当设备需较多视图才能表达清楚时, 允许将部分视图画在数张图纸上, 但主视图及该设备的明细表、技术要求、设计数据表、管口表等内容均应安排在第一张图纸上, 同时在每张图样的附注中应说明视图间的关系。

2.2.2 多次旋转的表达方法

在设备的壳体圆周上常装有结构方位不同的管口和零部件, 为了在同一视图(主视图)上反映出真实形状和位置, 常按机械制图中旋转视图(旋转剖视)的方法, 假想地将其经过多次旋转, 正好旋转到能在主视图的投影面上反映其真实形状和位置为止, 再画下它的视图, 这种画法称为多次旋转画法。如图 2-2 中的人孔经过逆时针 45° 旋转, 在主视图的投影面上仍不能反映其原形; 然后再将人孔本身沿顺时针旋转 90° , 这时才能在投影面上反映出原形。管口 d 无论按顺时针还是逆时针旋转, 都会出现图形重叠现象, 这是不允许的。遇到这种情况, 常用局部剖视

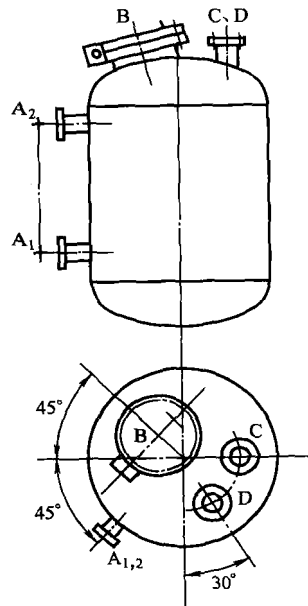


图 2-2 多次旋转的表达

的方法另行画出。

在化工设备图中采用多次旋转画法，允许不作任何标注，但其周向方位要以俯视图或管口方位图为准。

2.2.3 局部结构的表达方法

由于设备总体和安装其上的零部件尺寸相差悬殊，但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。所以在化工设备图中，往往较多地运用局部放大图的方法来表述局部结构详情，常称节点图。这种放大图的画法和机械制图中局部放大图的画法及要求相同。

局部放大图常用剖视、剖面法来表达，也可以用一组视图来表达，如图 2-3 中裙座的座圈就用三个视图表达得很清楚。

2.2.4 表格图的表达方法

形状相同、结构简单可用同一图样表示清楚的，一般不超过 10 个不同可变参数的零件，可用表格图绘制。但在图样中必须注明共同不变的参数及文字说明，而可变参数在图样中以字母代号标注，且表格中必须包括件号和每个可变参数的尺寸、数量、质量等。

2.2.5 夸大的表达方法

设备的壁厚、垫片、挡板等零件，因为绘图比例较小，这些小尺寸零件即使采用了局部放大，但仍嫌表达不清晰，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，剖面线符号可用涂色方法代替。

2.2.6 管口方位的表示方法

常见的有三种情况，一是管口方位已由化工工艺人员单独画出管口方位图，在设备俯视图上只需注明“管口及支座方位见管口方位图，图号×××—××”等字样。此时在设备图

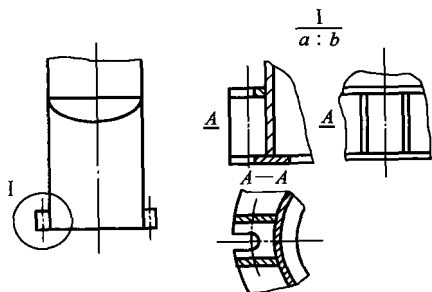


图 2-3 局部结构的表达

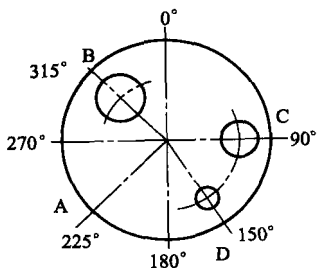


图 2-4 管口方位的表示

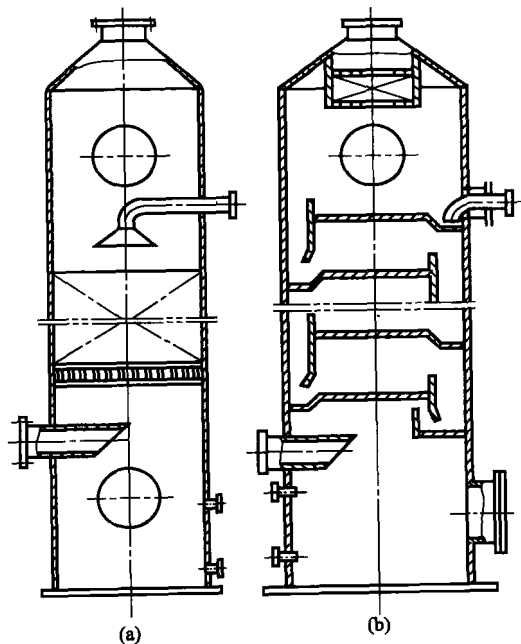


图 2-5 设备假想断开表达方法

的俯视图中画出的管口，只表示连接结构，不反映管口真实方位，也不能注方位（角度）尺寸。二是管口方位已由工艺人员确定，但是没有画出管口方位图，此时可在设备俯（左）视图上表示该设备管口方位，并注出方位尺寸，并在技术说明栏目内注明“管口方位以俯（左）视图为准”等字样。三是管口和零部件结构形状已在主视图上或通过其他辅助视图表达清楚的，在设备的俯（左）视图中可以用中心线和符号简化表示管口等结构的方位，如图 2-4 所示。

2.2.7 假想断开、分段（层）的表达方法

对于像塔器的化工设备，总体尺寸很大，而沿其轴线方向有相当部分的形状和结构相同，或按一定规律变化，如塔器的填料段或装有塔盘段的结构相同或安装方位是有规律地重复变化。这时可采用双点画线假想断开，把结构相同的部分省略，简化画出，如图 2-5 所示。这样可合理地利用幅面和选用较大比例绘图。

不适合采用断开画法时，为合理利用幅面和选用合适的比例，也可采用分段的表达方法，把整个塔体分成几段画出，如图 2-6 所示。

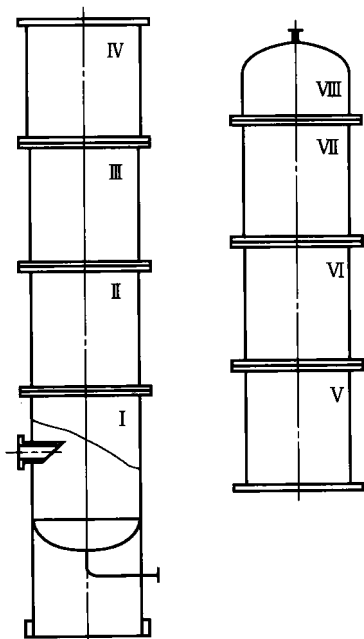


图 2-6 设备分段表达方法

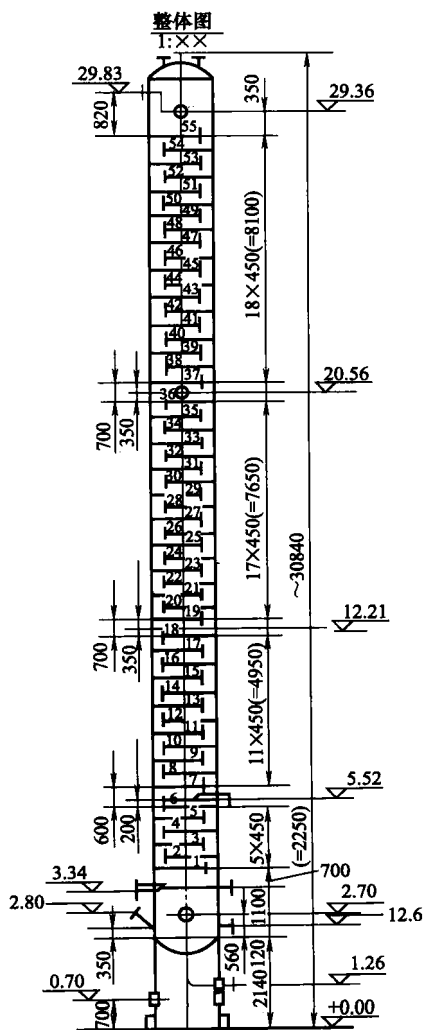


图 2-7 板式塔整体图

2.2.8 设备整体的表达方法

细长和高大的设备采用断开或分段的画法后,往往破坏了整体感,常采用整体简图的画法弥补,如图2-7所示。整体图的特点是:制图比例采用缩小程度较大的比例;采用单线简化画法;总体图上应包括的尺寸数据是:设备总高、各管口定位尺寸和标高、人(手)孔的位置、塔板(或其他内件)的总数、板间距、顺序号、塔节数和标高、设备附件的标高位置等。

2.3 化工设备图的主要内容

2.3.1 一组视图

一组视图表达设备的主要结构形状和零部件之间的装配关系。而且这组视图符合国家标准《机械制图》的规定。

2.3.2 四类尺寸

为设备制造、装配、安装检验提供的尺寸数据有:表示设备总体大小的总体尺寸;表示规格大小的特性尺寸;表示零部件之间装配关系的装配尺寸;表示设备与外界安装关系的安装尺寸。

2.3.3 管口符号和管口表

设备上的管口都有专门用途,都应注明,常用拼音字母顺序编号。并把管口的有关数据和用途等内容标注在专门列出的管口表中。

2.3.4 零部件编号及明细栏

把组成设备的所有零部件依次编号,并把每一个编号的零部件名称、规格、材料、数量、单重及有关图号或标准号等内容,填写在主标题栏上方的明细栏内。

2.3.5 设计数据表

设计数据表用表格形式列出设备的主要工艺特性,如操作压力、温度、物料名称、设备容积等内容。

2.3.6 技术要求

技术要求常用文字说明的形式,提出设备在制造、检验、安装、材料、表面处理、包装和运输等方面的要求。

2.3.7 标题栏

标题栏常放在图样的右下角,有规定的格式,用以填写设备的名称、主要规格、制图比例、设计单位、图样编号以及设计、制图、校审人员的签字等。

2.3.8 其他

其他需要说明的问题,如图样目录、附注、修改表等内容。

2.4 化工设备图中的简化画法

绘制化工设备图时,除采用国家标准《机械制图》中规定的画法外,根据化工设备结构的特点,还有一些特殊画法和补充规定。

2.4.1 设备结构允许用单线表示

设备上的某些结构,在已有部件图、零件图、剖视图、局部放大图等能够清楚表示出结构的情况下,装配图中的部分图形均可按比例简化为单线(粗实线)表示。具体规定详见参考文献 [5]。其尺寸标注基准仍按规范,并在图纸“注”中说明。如:法兰定位尺寸以法兰密封面为基准,塔盘标高尺寸以支承圈上表面为基准等。主要规定有以下几点。

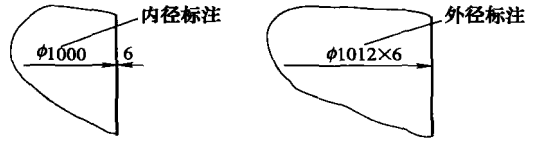


图 2-8 壳体厚度单线图

- ① 壳体厚度采用单线表示如图 2-8 所示。
- ② 法兰、接管补强圈单线表示如图 2-9 所示。

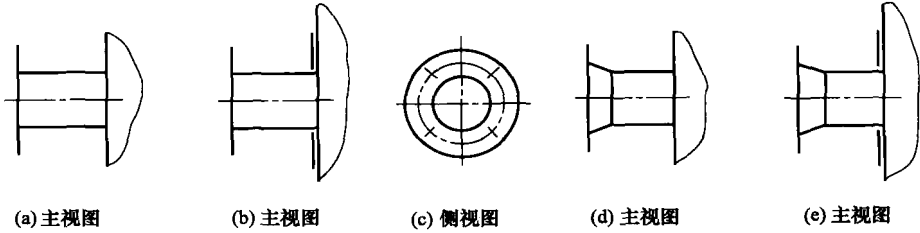


图 2-9 法兰、接管补强圈单线图

- ③ 法兰、法兰盖、螺栓、螺母、垫圈单线表示如图 2-10 所示。
- ④ 吊耳、环首螺钉、顶丝单线图如图 2-11 所示。

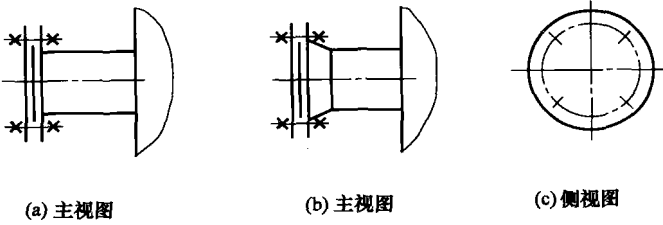


图 2-10 法兰、法兰盖、螺栓、螺母、垫圈单线图

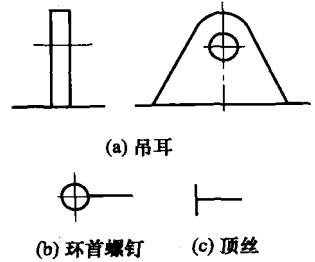


图 2-11 吊耳、环首螺钉、顶丝单线图

- ⑤ 吊柱单线表示如图 2-12 所示。

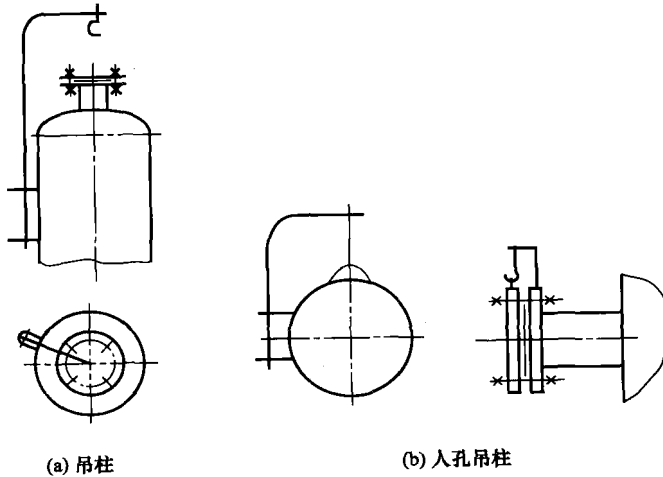


图 2-12 吊柱单线图

⑥ 支座、接地板单线图如图 2-13 所示。

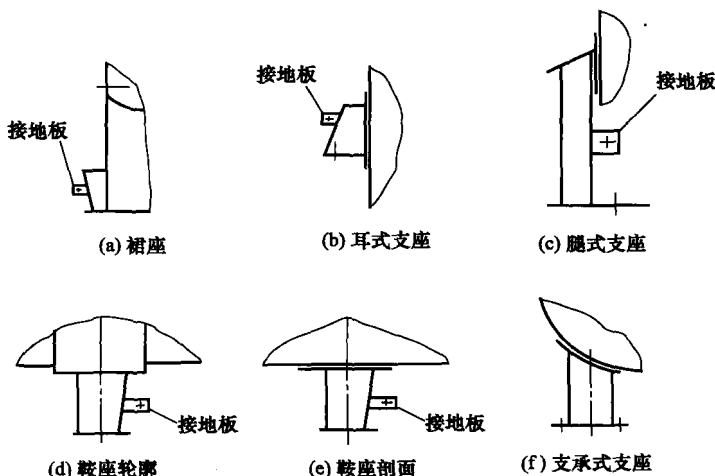


图 2-13 支座、接地板单线图

根据设备课程设计的特点，为训练学生的基本功，不建议采用单线画法。

2.4.2 装配视图中接管法兰及其连接件的简化画法

① 一般法兰的连接面型式如图 2-14 所示。

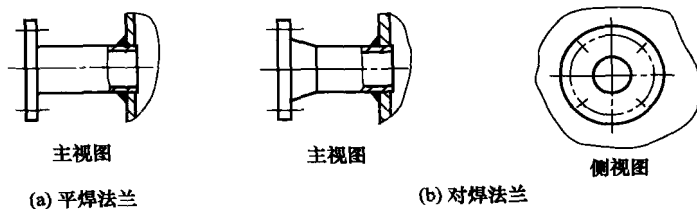


图 2-14 一般法兰的连接面型式的简化画法

② 对于特殊型式的接管法兰（如带有薄衬层的接管法兰），需以局部剖视图表示，如图 2-15 所示。

③ 螺栓孔在图形上用中心线简化表示，如图 2-16 所示。

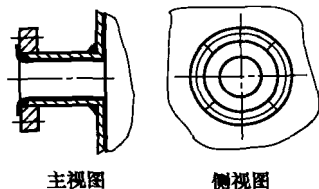


图 2-15 带有薄衬层的接管法兰的局部剖视图简化画法

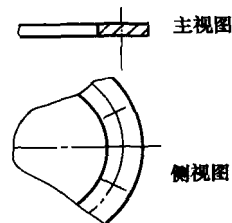


图 2-16 装配图中螺栓孔的简化画法

④ 一般法兰的连接螺栓、螺母、垫片的简化画法见图 2-17，图中“×”及“+”符号的线条为粗实线，其形状大小应合适。且同一种螺栓孔或螺栓连接，在俯（侧）视图中至少画两个，以表示方位（跨中或对中）。

2.4.3 液面计的简化画法

装配图中带有两个接管的液面计（如玻璃管、双面板式、磁性液面计等）的画法，可简

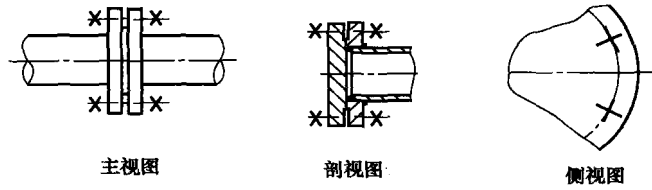


图 2-17 装配图中一般法兰的连接螺栓、螺母、垫片的简化画法

化成如图 2-18 (a) 的画法, 符号“+”用粗实线画出; 带有两组或两组以上液面计的画法, 可以按图 2-18 (b) 的画法, 在俯视图上正确表示出液面计的安装方位。

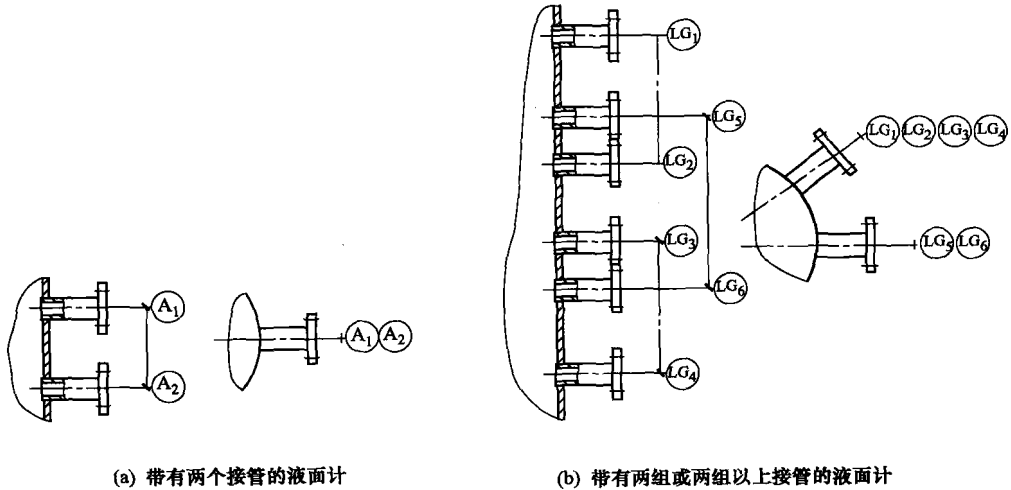


图 2-18 装配图中液面计的简化画法

2.4.4 设备涂层、衬里的简化画法

设备涂层、衬里用剖视表达, 但应注意薄涂层、薄衬层、厚涂层和厚衬层的表达有所区别。

(1) **薄涂层** 薄涂层 (如搪瓷、涂漆、喷镀金属及喷涂塑料等) 的表示方法: 在图样中不编件号, 仅在涂层表面侧画与表面平行的粗点画线, 并标注涂层内容, 见图 2-19 (a), 详细要求可写入技术要求。

(2) **薄衬层** 薄衬层 (如衬橡胶、衬石棉板、衬聚氯乙烯薄膜、衬铅和衬金属板等) 的表示方法见图 2-19 (b)。薄衬层厚度约为 1~2mm, 在剖视图中用细实线画出, 要编件号, 当衬层材料相同时, 在明细栏中只编一个件号, 并在其备注栏内注明厚度和层数。若薄衬层由两层或两层以上相同或不相同材料组成时, 仍按图 2-19 (b) 表示, 只画一根细实线表示。不画剖面符号, 其层数在明细栏中要注明。当衬层材料不同时, 必须用细实线区分层数, 分别编出件号, 在明细栏的备注栏内注明每种衬层材料的厚度和层数。

(3) **厚涂层** 厚涂层 (如涂各种胶泥、混凝土等) 的表示方法, 在装配图中的剖视可按图 2-19 (c) 的方法表示。应编件号, 且要注明材料和厚度, 在技术说明中还要说明施工要求。必要时用局部放大图详细画出涂层结构尺寸 (其中包括增强结合力所需的铁丝网和挂钉等的结构和尺寸), 如图 2-20 所示。

(4) **厚衬层** 厚衬层 (如衬耐火砖、耐酸板、辉绿岩板和塑料板等) 的表示方法, 在装