



教育部 高职高专 规划教材

# 化工单元过程 课程设计

---

○ 王明辉 主编

 **化学工业出版社**  
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

# 化工单元过程课程设计

王明辉 主编

化学工业出版社  
教材出版中心  
·北京·

(京) 新登字 039 号

**图书在版编目 (CIP) 数据**

化工单元过程课程设计/王明辉主编. —北京: 化学工业出版社, 2002.6

教育部高职高专规划教材  
ISBN 7-5025-3660-4

I. 化… II. 王… III. 化学单元操作-化工过程-  
化工设备-设计-高等学校: 技术学校-教材  
IV. TQ051.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 027284 号

---

教育部高职高专规划教材

**化工单元过程课程设计**

王明辉 主编

责任编辑: 何 丽

责任校对: 凌亚男

封面设计: 郑小红

\*

化学工业出版社  
教材出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 9¼ 插页 2 字数 229 千字

2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3660-4/G·1001

定 价: 16.00 元

---

**版权所有 违者必究**

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

## 全国高等职业教育化工专业教材编审委员会

- 主任：**赵杰民
- 副主任：**张鸿福 李顺汀 田 兴 黄永刚 任耀生
- 基础化学组：**李居参 赵文廉 宋长生  
苏 静 胡伟光 初玉霞 丁敬敏 王建梅 张法庆  
徐少华
- 数理基础组：**于宗保 王绍良 王爱广  
金长义 陈 泓 朱芳鸣 高 松 刘玉梅 杨 凌  
董振珂 李元文 丛文龙 傅 伟
- 化工基础组：**唐小恒 周立雪 秦建华  
王小宝 张柏钦 张洪流 邢鼎生 张国铭 徐建良  
周 健
- 化工专业组：**刘德崢 陈炳和 杨宗伟  
王文选 文建光 田铁牛 李贵贤 梁凤凯 卞进发  
杨西萍 舒均杰 郑广俭
- 人文社科组：**曹克广 霍献育 徐沛林  
刘明远 曾悟声 马 涛 侯文顺 曲富军 高玉萍  
史高锋 赵治军
- 工程基础组：**丁志平 刘景良 姜敏夫  
魏振枢 律国辉 过维义 吴英绵 章建民 张 平  
许 宁 贺召平

## 内 容 提 要

本书由全国化工高职高专教材编写委员会组织编写。是《流体流动与传热》、《传质与分离技术》两门课的配套教材。全书分六章，内容包括概论、化工管路、列管式换热器设计、填料吸收塔设计、板式精馏塔设计、计算机在化工设备设计中的应用简介。主要介绍化工单元过程课程设计的基本技术、方法以及典型设备的结构。在第三、四、五章中都编入了适当的示例和设计举例。目的是训练学生查阅文献资料、收集数据、确定设计方案、选择工艺流程、进行工艺计算、绘制设备结构简图、编写设计说明书等能力。书中附有必要的设计参数和典型图例及附录等。

本书可作为化工及相关专业的高职、高专、成教教材，也可供相关技术人员参考。

## 出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分吸取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

# 前 言

为了培养适应 21 世纪技术型、应用型化工人才，考虑到高职教育专业课程的基本要求，我们编写本书作为高职化工工艺类专业的基本教材，也是化工工艺专业的一门综合性和实践性较强的课程，是理论联系实际的桥梁。希望学生能综合动用本课程及有关先修课程的基本知识在规定的时间内完成某一设计任务。

本书的主要特点是理论内容与实际相结合；整体内容易懂，应用性强；围绕课程设计的要求，强调技术上的先进性、可行性，经济上的合理性；便于自学等。

本书可以作为高等职业教育、高等专科学校化工工艺类专业化工单元操作课程设计教材和参考书，也可以供从事化工设计的工程技术人员参考。本教材的理论课时数约为 40~50 学时。实训时间可以根据不同设计任务而不同。一般考虑两周时间。

本书共分六章。第一、四、五、六章由王明辉编写，第二、三章由张利锋编写，全书由王明辉统稿，汤金石主审。

本书在编写过程中得到了周立雪、陆小荣、陆清、刘爱民、王伟武等老师的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限，书中难免有不妥之处，诚恳希望读者批评指正。

编者

二〇〇一年十二月

# 目 录

绪论	1
第一章 概论	3
第一节 化工设备材料性能和选用	3
一、材料的一般性能	3
二、化工设备材料选择	5
第二节 化工设备图的表达	6
一、化工设备图常用表达方法	6
二、化工设备图的绘制方法	7
三、化工设备设计步骤	9
第三节 化工工艺数据的收集和整理	10
一、物性参数的查询和计算	10
二、化工工艺的基本计算	12
三、设计参数的调整	13
第二章 化工管路	14
第一节 概述	14
一、管路的作用	14
二、管路标准化	14
第二节 管子及其选用	15
一、管子	15
二、管子的选用	17
第三节 管件与阀门	18
一、管件	18
二、阀门	18
第四节 管路布置与安装的一般原则	20
第五节 典型化工设备的管路布置	21
一、泵的管路布置	21
二、换热器的管路布置	21
三、容器的管路布置	22
四、塔的管路布置	24
第三章 列管式换热器设计	25
第一节 概述	25
一、换热器的类型	25
二、换热器设计的基本要求	27
第二节 列管式换热器设计	27
一、设计方案的确定	27
二、初算传热面积	30
三、列管换热器结构设计	32
四、换热器校核	46



五、列管换热器的设计框图 .....	52
第三节 列管换热器设计举例 .....	53
<b>第四章 填料吸收塔工艺设计</b> .....	<b>59</b>
第一节 设计方案的选定 .....	59
一、布置工艺流程 .....	59
二、选择适宜的吸收剂 .....	60
三、操作温度与压力 .....	61
四、吸收剂用量 .....	61
第二节 填料选择 .....	61
一、填料类型 .....	62
二、填料要求 .....	65
第三节 填料吸收塔工艺计算 .....	66
一、物料衡算与操作线方程 .....	66
二、最小吸收剂用量与吸收剂用量 .....	66
三、塔径计算 .....	68
四、填料层高度计算 .....	70
五、填料层阻力 .....	75
六、填料吸收塔工艺设计框图 .....	76
七、解吸与解吸塔 .....	77
第四节 填料塔的辅助构件 .....	77
一、液体分布器 .....	77
二、液体再分布器 .....	79
三、填料支承装置 .....	80
第五节 填料吸收塔的工艺设计计算举例 .....	81
<b>第五章 板式精馏塔工艺设计</b> .....	<b>88</b>
第一节 确定设计方案 .....	88
第二节 板式精馏塔的工艺计算 .....	90
一、物料衡算和操作线方程 .....	90
二、理论板数的计算 .....	91
三、塔板总效率的估算 .....	93
四、确定实际板数 .....	94
五、灵敏板位置的确定 .....	94
六、板式塔主要工艺尺寸的确定 .....	95
第三节 塔板的流体力学验算 .....	101
一、塔板压降 .....	101
二、雾沫夹带量 .....	101
三、漏液点气速 .....	102
四、液泛 .....	102
五、塔板负荷性能图 .....	102
六、板式精馏塔工艺设计框图 .....	103
第四节 精馏装置附属设备与接管 .....	104
一、塔体总结构 .....	104
二、冷凝器 .....	104
三、再沸器 .....	105

四、塔的主要接管 .....	107
第五节 板式精馏塔工艺设计计算举例 .....	107
设计计算 .....	107
<b>第六章 计算机在化工设计中的应用简介 .....</b>	<b>117</b>
第一节 物性数据库建立简介 .....	117
第二节 化工过程模拟与优化 .....	124
一、化工过程模拟与优化 .....	124
二、分子模拟 .....	124
三、单元过程的模拟 .....	125
四、化工过程的模拟 .....	126
五、化工过程的优化 .....	128
第三节 CAD 在化工过程设计中的应用 .....	130
一、计算机辅助化工过程设计 .....	130
二、计算机辅助装置设计 .....	130
<b>附录 .....</b>	<b>132</b>
一、管子规格 .....	132
二、某些金属材料的导热系数、密度和比热容 .....	132
三、管壳式换热器主要组合部件的分类及代号 .....	133
四、换热器型号表示方法 .....	134
五、列管式换热器总传热系数 $K$ 的范围 .....	135
六、壁面污垢热阻——污垢系数 .....	137
七、某些有机液体的相对密度 .....	138
八、液体的表面张力 .....	140
九、主体设备工艺条件图示例 .....	142
十、生产工艺流程简图示例 .....	插页
十一、冷凝器结构示意图 .....	插页
十二、精馏塔结构示意图 .....	插页
<b>参考书目 .....</b>	<b>143</b>

# 绪 论

## 一、化工单元过程课程设计的目的和要求

化工单元操作设计是让学生综合运用《流体流动与传热》和《传质与分离技术》等有关先修课程的基本知识去完成某一设计任务的实践性训练,也是为了更好地培养应用型技术人才而进行实践操练的教学环节。该训练的目的在于使学生学会如何运用化工单元操作的基本原理、基本规律以及常用设备的结构和性能等知识去解决工程上的实际问题;是培养学生正确树立工程观念和严谨的科学作风。

虽然课程设计未能达到完整的工程设计要求,但也不同于平时的习题练习。在设计过程中不仅需要学生自己查阅文献资料、确定设计方案、选择工艺流程、进行工艺计算等,而且还要对自己的选择做出充分论证和校核,最终选定符合实际生产要求的最佳设计方案。因此,化工单元操作设计是一门化工基础课程教学中综合性和实践性较强的教学环节,也是培养学生独立工作能力的有益实践,更是理论联系实际的有效手段。

通过课程设计,学生们应该在以下几方面的能力得到提高。

- ① 熟悉查阅文献资料、搜集有关数据、运用计算公式等方法;
- ② 独立思考如何兼顾技术上的先进性、可行性、经济上的合理性;
- ③ 综合分析设计的任务和要求,正确选定工艺流程、工艺设备型号等;
- ④ 正确掌握过程计算以及工艺设备的设计计算方法;
- ⑤ 学会用精练的语言、简洁的文字、清晰的图表来表达自己的设计思想和设计结果。

## 二、化工单元过程课程设计的主要内容

- (1) 准备工作 查阅资料、手册等有关物性数据。
- (2) 选择设计方案 包括工艺流程以及主要设备型式的选择。
- (3) 主要设备的工艺设计计算 包括工艺参数的选定、物料衡算、热量衡算、设备工艺尺寸计算。
- (4) 辅助设备的选型和计算 包括辅助设备的主要工艺尺寸计算和设备型号规格的选定。
- (5) 设计论证 包括计算结果的反复校核、技术上的可行性、生产上的安全性以及经济上的合理性等。
- (6) 工艺流程简图的绘制 包括物料流向以及化工参数测量点的标注。
- (7) 主要设备结构简图的绘制 包括工艺尺寸、技术特性表和接管表。
- (8) 编写设计说明书 包括以下几项:前言;目录;设计题目(任务书);设计计算与说明;设计方案的说明和论证;设计数据汇总;工艺流程示意图;对设计的评述及有关问题的讨论;参考文献。

## 三、怎样进行课程设计

首先要明确设计任务,了解生产工艺流程。课程设计主要是强调工艺流程中主体设备的

设计。主体设备是指在每个单元操作中处于核心地位的关键设备，如传热过程中的换热器，蒸馏和吸收中的塔设备（板式塔和填料塔），干燥过程中的干燥器。课程设计就是对主体设备的工艺尺寸以及结构设计的计算进行正确分析、筛选及论证，最终确定合理的工艺条件，并用一张总图表示出来。

其次要进行技术经济评价。技术经济评价是化工规划、设计、施工和生产管理中的重要手段，经过反复修改和多次更新评价，最终可以确定最佳方案，达到化工过程最优化目的。

# 第一章 概 论

## 第一节 化工设备材料性能和选用

### 一、材料的一般性能

#### 1. 力学性能

力学性能是指金属材料在外力作用下表现出来的特性,如强度、硬度、弹性、塑性、韧性等,这些性能是化工设备设计中材料选择及计算中决定许用应力的依据。

(1) 强度 材料的强度是指材料抵抗外力作用不发生破坏的能力。关于材料在常温下的强度、弹性、塑性的知识在化工设备机械基础课程中已学过,这里仅介绍高温强度的知识。在高温下,金属材料的屈服限 $\sigma_s$ 、抗拉强度限 $\sigma_b$ 都会发生显著变化。通常随着温度增加,金属的强度降低,塑性增加。

(2) 硬度 材料的硬度是指抵抗压入物体(钢球或锥体)压陷能力的大小。它同时体现了材料对局部塑性变化的抵抗能力。一般情况下,硬度高的材料强度高,耐磨性能较好,而切削加工性能较差。

(3) 塑性 材料的塑性是指材料受力时,当应力超过屈服点后能产生显著的变化而不即行断裂的性质,残余的变形称塑性变形。工程上常以延伸率 $\delta$ 和断面收缩率 $\varphi$ 作为材料塑性的指标。 $\delta$ 和 $\varphi$ 值愈大,材料塑性愈好。

(4) 冲击韧性 对于承受有波动或冲击载荷的零件及在低温条件下使用的设备,其材料性能仅考虑几种指标是不够的,必须考虑抗冲击性能。表示材料抵抗冲击载荷能力大小的指标称冲击韧性。

#### 2. 理化性能

金属材料的物理性能有密度、熔点、比热容、导热系数、热膨胀系数、导电性、磁性、弹性模量与泊松比等。常用金属材料的物理性能列于表1-1。

表 1-1 几种常用金属的物理性能

金 属	密度 $\rho$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	熔点 $t_m$ / $^{\circ}\text{C}$	比热容 /[ $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ]	导热系数 $\lambda$ /[ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ]	线膨胀系数 $\alpha \times 10^{-6}$ /( $1/^{\circ}\text{C}$ )	电阻率 $\rho$ /( $\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$ )	弹性模量 $E$ / $\text{MPa}$	泊松比 $\mu$
灰铸铁	7.0~7.4	1250~ 1280	0.54	25~27	11.0	0.6	(1.5~1.6) $\times 10^5$	0.23~0.27
高硅铁 Si-15	6.9	1220	—	5.2	4.7	0.63	—	—
碳钢及 低合金钢	7.85	1400~ 1500	0.46	46~58	11.2	0.11~ 0.13	(2.0~2.1) $\times 10^5$	-0.24~0.28
1Cr18Ni9Ti	7.9	1400	0.50	14~19	17.3	0.73	$2.1 \times 10^5$	0.25~0.30
铜	8.94	1083	0.39	384	16.4	0.017	$1.0 \times 10^5$	0.31~0.34
68 黄铜	8.5	940	0.38	104~116	20.0	0.072	$1.0 \times 10^5$	0.36

续表

金属	密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	熔点 $t_m$ /°C	比热容 /[J/(kg·K)]	导热系数 $\lambda$ /[W/(m·K)]	线膨胀系数 $\alpha \times 10^{-6}$ /(1/°C)	电阻率 $\rho$ /( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )	弹性模量 $E$ /MPa	泊松比 $\mu$
铝	2.71	657	0.91	219	24.0	0.026	$0.69 \times 10^5$	0.32~0.36
铅	11.35	327	0.13	35	29.2	0.22	$0.17 \times 10^5$	0.42
镍	8.8	1452	0.46	58	34	0.092	$1.7 \times 10^5$	0.27~0.29

金属的化学性能是指材料在所处介质中的化学稳定性，即材料是否会与周围介质发生化学和电化学作用而引起腐蚀。金属的化学性能指标主要有耐腐蚀性和抗氧化性。

(1) 耐腐蚀性

金属和合金对周围介质，如大气、水汽、各种电解液侵蚀的抵抗能力叫耐腐蚀性。化工生产中所处理的物料常有腐蚀性。材料的耐腐蚀性不强，必将影响设备的使用寿命，有时还会影响产品的质量。

工程上常粗略地将耐腐蚀性评为三级，列于表 1-2。

表 1-2 耐腐蚀性能三级标准

耐腐蚀性能分类	耐蚀等级	腐蚀速度 (mm/年)
耐蚀	1	<0.1
尚耐蚀、可用	2	0.1~1
不耐蚀、不宜用	3	>1

常用金属材料在酸、碱、盐类介质中的耐腐蚀性能见表 1-3。

表 1-3 常用材料在不同温度和含量的酸碱盐类介质中的耐蚀性

材料	硝酸		硫酸		盐酸		氢氧化钠		硫酸铵		硫化氢		尿素		氨	
	质量分数	温度/°C	质量分数	温度/°C	质量分数	温度/°C	质量分数	温度/°C	质量分数	温度/°C	质量分数	温度/°C	质量分数	温度/°C	质量分数	温度/°C
灰铸铁	×	×	70%~100% (80%~100%)	20~70	×	×	(任) (480)		×	×			×	×		
高硅铁 Si-15	≥40% <40%	≤沸 <70	50%~100%	<120	(<35%)	(30)	(34%)	(100)	耐	耐	潮湿	100	耐	耐	(25%)	(沸)
碳钢	×	×	70%~100% (80%~100%)	20 (70)	×	×	≤35% ≥70% 100%	120 260 480	×	×	80%	200	×	×		(70)
18-8 型不锈钢	<50% (60%~80%) 95%	沸 (沸) 40	80%~100% (<10%)	<40 (<40)	×	×	≤70% (熔体)	100 (320)	(饱)	250		100			溶液与气体	100

续表

材料	硝酸		硫酸		盐酸		氢氧化钠		硫酸铵		硫化氢		尿素		氨	
	质量分数	温度/℃	质量分数	温度/℃	质量分数	温度/℃	质量分数	温度/℃	质量分数	温度/℃	质量分数	温度/℃	质量分数	温度/℃	质量分数	温度/℃
铝	(80%~95%) >95%	(30) 60	×	×	×	×	×	×	10%	20		100			气	300
铜	×	×	<50% (80%~100%)	60 (20)	(<27%)	(55%)	50%	35	(10%)	(40)	×	×			×	×
铅	×	×	<60% (<90%)	<80 (90)	×	×	×	×	(浓)	(110)	干燥 气	20			气	300
钛	任	沸	5%	35	<10%	<40%	10%	沸						耐	耐	

注：表中数据及文字为材料耐腐蚀的一般条件，其中，带括弧（ ）者为尚耐蚀；“×”为不耐蚀；“任”为任意浓度；“沸”为沸点温度；“饱”为饱和温度；熔体为熔融体。

### (2) 抗氧化性

在化工生产中，有很多设备和机械是在高温下操作的，如氨合成塔、硝酸氧化炉、石油气制氢转化炉等。在高温下，钢铁与自由氧、水蒸气、二氧化碳、二氧化硫等气体产生高温氧化与脱碳作用，使钢铁表面形成 FeO 氧化皮，结构疏松容易剥落。脱碳使钢的力学性能下降，特别是降低了材料的表面硬度和抗疲劳强度。因此，高温设备必须选用耐热材料。

### (3) 加工工艺性能

金属和合金的工艺性能是指可铸造性能、可锻造性能、可焊接性能和可切削加工性能等。这些性能直接影响化工设备和零部件的制造工艺方法和质量。故加工工艺性能是化工设备选材时必须考虑的因素之一。

## 二、化工设备材料选择

在设计和制造化工设备时，合理选择和正确使用材料十分重要。这不仅要从设备结构、制造工艺、使用条件和寿命等考虑，而且要从材料的物理性能、力学性能、耐腐蚀性能、材料价格与供应等方面综合考虑。

设备设计中，屈服极限、抗拉强度极限是决定钢板使用应力的依据。选用材料的强度越高，容器的强度尺寸（如容器壁厚度）可以越小，从而节省金属材料的用量。但强度高的材料，塑性、韧性较低，制造困难。因此，要根据设备具体工作条件和技术经济指标恰当选择。关于材料耐蚀性，可参考表 1-3。关于材料的经济性，在满足设备使用性能前提下，选用材料应注意其经济效果。现将一些常用材料的相对比价列于表 1-4。碳钢与铸铁的价格比较低廉，在满足设备耐蚀性能与力学性能条件下应优先选用。同时，还应考虑国家生产与供应情况，因地制宜选取，品种应尽量少而集中，以便于采购与管理。

表 1-4 钢材相对比价

钢 材	材料种类	相对比价	备 注
钢 板	普通钢板	1	热轧中厚钢板 6~30mm
	优质钢板	1.5	厚 6~40mm
	普通低合金钢板	1.2	厚 4~40mm

续表

钢 材	材 料 种 类	相 对 比 价	备 注
钢 板	铬镍不锈钢板	17.5	1Cr18Ni9Ti 等厚 1~20mm
	超低碳不锈钢	34.2	厚 1~20mm
	紫铜板	12.08	厚 0.5~15mm
	钛板	173.33	钛合金冷轧
管 材	普通无缝管 (热轧)	1	$\phi 38\text{mm} \sim \phi 159\text{mm}$
	普通无缝管 (冷拔)	1.69	$\phi 76\text{mm}$
	铬不锈钢管	1.29	$< \phi 76\text{mm}$ (热轧)
	铬镍不锈钢管	4.35	$< \phi 76\text{mm}$ (冷拔)
	紫铜管	7.6	$\phi 5\text{mm} \sim \phi 75\text{mm}$
	钛管	63.11	

注：本表以 1989 年国家牌价为依据进行比较。

## 第二节 化工设备图的表达

### 一、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，允许将俯视图（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，同时在每张图纸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，因此常用局部放大图（又称节点放大图）来表示局部详细结构，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。



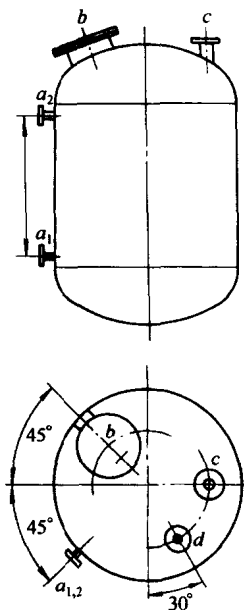
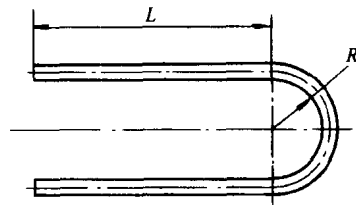


图 1-1 主视、俯视图表示方法



(mm)

序号	1	2	3	...
R	40	45	50	...
L	550	600	650	...
全长	1580	2000	3000	...

图 1-2 尺寸、列表表示

## 二、化工设备图的绘制方法

### 1. 化工设备图的简化画法

绘制化工设备图时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以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壳轮廓，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。

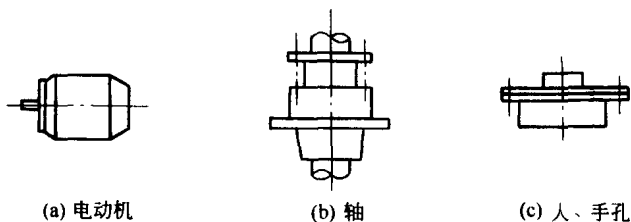


图 1-3 零部件图的简化画法

③ 重复结构的简化画法 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尺寸和文字简化表达，如图 1-5 所示。

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。

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。