



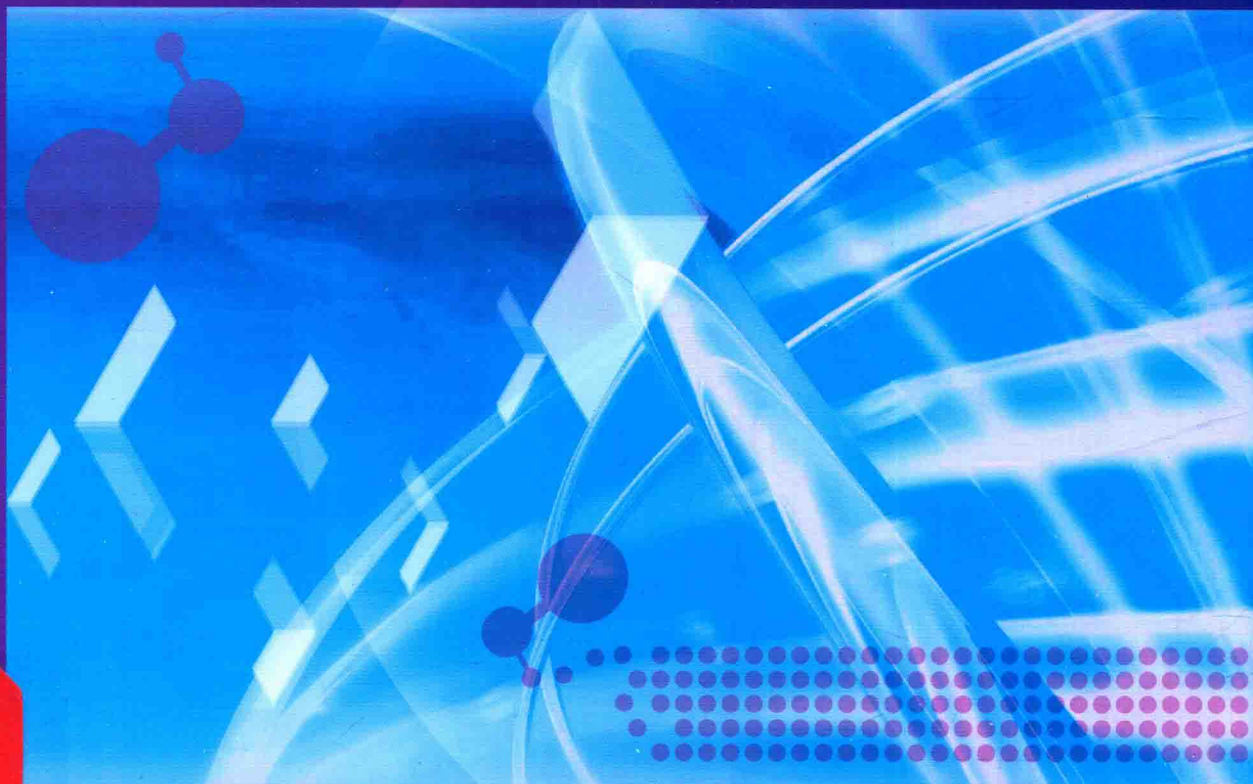
国家示范性 高职院校建设规划教材

化工原理(下)

传质分离技术

第二版

王 宏 张立新 主编



化学工业出版社

**国家示范性 高职院校建设规划教材**

中国石油和化学工业优秀出版物奖（教材奖）

化工原理(下)

传质分离技术

第二版

王 宏 张立新 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本教材重点介绍了蒸馏、吸收和萃取过程的基本理论、基本原理、基本计算方法,典型设备的构造,工作原理、开停车操作方法、典型事故调控方法、设备选型等有关工程实践知识。全书分为蒸馏技术、吸收技术、液-液萃取技术三大部分。

在教材编写过程中,力求体现现代高等职业教育特点,体现工学结合、项目化教学等现代教育教学改革方向,本着理论必需、够用为度,强化应用能力培养的编写原则,将操作型问题分析、解决的能力训练渗透到整个教学过程。每部分以生产实际开篇,将仿真操作、设备操作与理论内容相互联系重构为若干个课题,针对重点知识点利用“思考题”和“自测题”进行强化训练。

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。

图书在版编目(CIP)数据

化工原理(下):传质分离技术/王宏,张立新主编.

2版. —北京:化学工业出版社,2014.8

国家示范性高职院校建设规划教材

ISBN 978-7-122-21092-0

I. ①化… II. ①王…②张… III. ①化工原理-高等职业教育-教材②传质-分离-化工过程-高等职业教育-教材 IV. ①TQ02

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第141198号

责任编辑: 窦 臻

文字编辑: 刘砚哲

责任校对: 宋 夏

装帧设计: 张 辉

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: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张16 字数394千字 2014年10月北京第2版第1次印刷

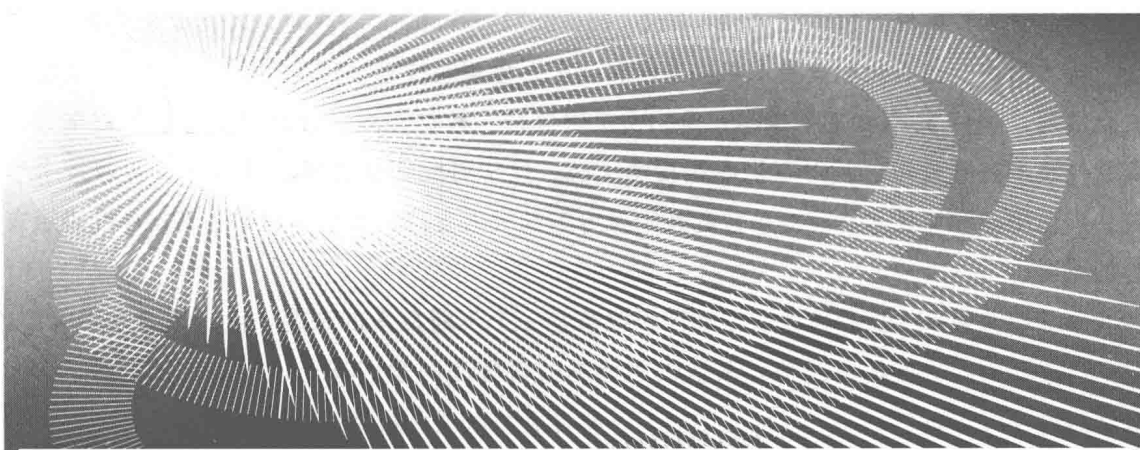
购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

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: 33.00 元

版权所有 违者必究



前言

FOREWORD

根据国家示范性院校建设任务的要求,2009年2月化学工业出版社出版了《传质分离技术》(第一版)教材。该书由辽宁石化职业技术学院张立新和兰州石化职业技术学院王宏主编。该教材在编写时,紧紧围绕高技能人才培养特色,完全打破了原来的课程体系,将精馏、吸收操作所涉及的理论知识分散到各个教学任务中,本着以应用为目的,够用为度,理论够用的原则,浅化了理论知识,注重了学生实际操作能力的训练,具有较强的针对性、实践性和实用性。5年的教学使用,该教材受到普遍关注,对石油化工类专业的课程改革与建设发挥了积极的作用,得到广大读者的好评,2010年该教材被评为中国石油和化学工业优秀出版物奖(教材奖)二等奖。

5年来,高等职业教育的专业和课程建设在不断发展,新的办学理念和思想不断融入,为了适应工业生产技术发展和高等职业教育新要求,同时考虑到毕业生就业拓展需求,我们在第一版基础上组织编写了《化工原理(下):传质分离技术》(第二版)教材。本教材共分为蒸馏技术、吸收技术和液-液萃取技术三部分,主要介绍了蒸馏、吸收和萃取过程的基本理论、基本原理、基本计算方法,典型设备的构造,工作原理、操作调控方法、设备选型等有关工程实践知识,侧重工程应用能力的培养。完成本教材一般需要60学时理论教学和60学时实训操作,各学校可根据具体专业要求选择教学内容进行。教学过程为理论学习与仿真操作、现场设备操作练习穿插进行,“学”和“做”一体化,能结合现场设备教学的内容尽量放在现场教学。针对高职教育的特色,课后思考题、自测题删除了难、繁的计算,以基本知识点的填空、选择、问答为主,侧重联系生产实际的操作型讨论、分析与练习,重在化工职业岗位基本素质与技能的训练。

为了适应教育信息化发展趋势,已经制作了与本教材配套的课堂教学PPT课件及课后自测练习题答案,使用本教材的学校可以与化学工业出版社联系(cipedu@163.com),免费索取。以本教材为基础建设的课程“传质分离技术”2014年被评为兰州石化职业技术学院

院级精品课程，网址：<http://jpkc.lzpcc.edu.cn/14/zhangj/>，欢迎广大读者登录使用。

本教材由兰州石化职业技术学院王宏和辽宁石化职业技术学院张立新主编。项目1由张立新编写，项目2、3由王宏编写，全书由王宏统稿。教材在编写过程中得到了北京东方仿真软件技术有限公司、兰州石化职业技术学院、辽宁石化职业技术学院、抚顺职业技术学院、广西工业职业技术学院等单位的教师及专家的大力支持、参与编写和协助，在此表示衷心的感谢。

高等职业教育的课程体系改革和课程改革是一个不断探索的课题，由于编者水平有限，时间仓促，不妥之处在所难免，敬请使用此书的教师 and 同学们斧正，共同为高职“工学结合”教材建设做贡献。

编者
2014年3月

第一版前言

本书的编写主要是为了适应高职“工学结合”的教学改革趋势，将“教、学、做”融为一体，将原有的分散在认识实习、单元仿真、单元操作和课程设计等实践环节的相关内容，按照真实职业环境训练与虚拟职业环境训练相融合的原则，整合成为一门课程，教材的模式以教学任务的形式编写，每一个任务是一个独立的模块，实际教学中可以灵活安排。

本书在编写时，完全打破了原来的课程体系，将精馏、吸收及萃取操作所涉及的理论知识分散到各个教学任务中，并且以国家职业资格标准为基础，本着以应用为目的、够用为度、理论够用的原则，浅化了理论知识，注重了学生实际操作能力的训练，具有较强的针对性、实践性和实用性。

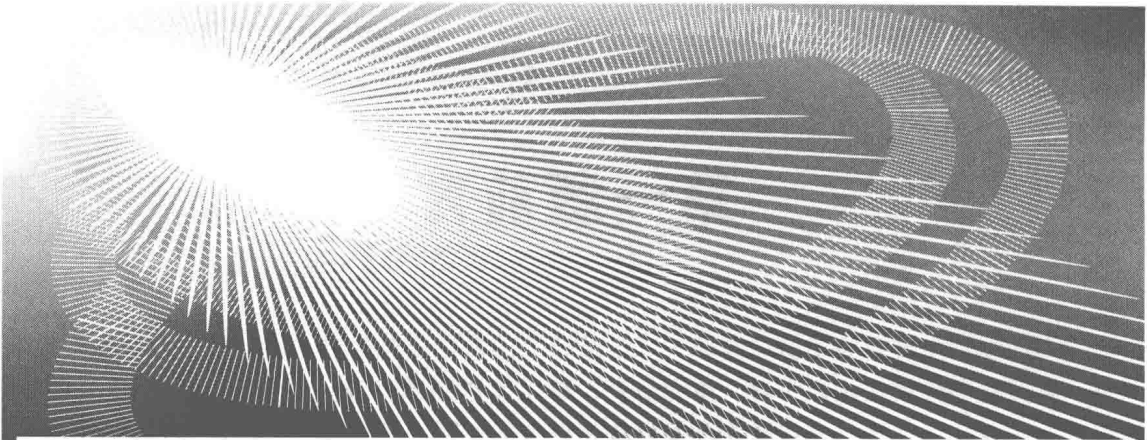
本书编写充分体现了“工学结合”的教学改革思路。全书分三大部分，每个部分由各个任务构成。任务1让学生现场认识单元设备，增加学生的感性认识；任务2让学生接受理论知识的培训，使学生能够理解并掌握其操作原理；任务3通过小型的实验装置使学生进行塔的实际动手操作，使学生学会实际的操作方法；任务4利用DCS仿真系统进行模拟操作，通过仿真操作练习，使学生掌握调节操作系统中某些参数的变化对操作过程的影响；任务5融入职业资格标准，使学生了解并掌握塔的现场操作知识；任务6通过设计练习使学生更加系统掌握操作的全过程。

本书可以作为高职高专化工技术类专业的专业基础课教材。在编写中编入了学习小结，增加了大量的自测题，便于学生自检学习效果。为方便教学，本书配有教学资料（电子课件，课后习题答案），使用本教材的学校可以发邮件（cipedu@163.com）与化学工业出版社联系免费索取。

本书的项目一中任务1、2、5、6、7由辽宁石化职业技术学院张立新编写，项目一中任务3、4由广西工业职业技术学院卢俊编写；项目二中任务1、2、5、6由兰州石化职业技术学院王宏编写，项目二中任务3、4由抚顺职业技术学院陈尧编写；项目三由辽宁石化职业技术学院史航编写；全书由张立新统稿。

由于编者的水平有限，难免存在各种问题，敬请使用此书的教师和同学们斧正，共同为高职高专“工学结合”教材建设做出贡献。

编者
2009年3月



目录

CONTENTS

项目一 蒸馏技术

任务1 精馏操作入门知识	1
一、概述	2
二、精馏塔的感性认识	3
三、板式精馏塔的主要结构	4
四、常见板式精馏塔的类型及特点	8
五、精馏操作工艺流程	15
六、精馏装置的附属设备	16
小结	19
思考题	19
自测题	20
任务2 精馏操作的理论知识	21
一、相组成的表示方法	21
二、双组分理想溶液的气液相平衡	23
三、精馏原理	29
小结	32
思考题	32
自测题	32
任务3 精馏过程的计算	34
一、全塔物料衡算	34
二、操作线方程	37
三、进料热状况对操作线的影响	39
四、理论板层数确定	41

五、实际塔板层数和板效率	45
六、回流比的影响与选择	46
七、精馏装置的热量衡算	49
小结	51
思考题	51
自测题	51
任务4 精馏塔的实验操作训练	53
一、实验任务	54
二、设备示意	54
三、板式精馏塔内的气、液两相存在状态	54
四、板式塔的正常操作现象	56
五、精馏操作过程工艺指标的控制与调节	57
六、产品不合格时的调节方法	59
小结	61
思考题	61
自测题	62
任务5 精馏塔的仿真操作训练	63
一、实训任务及目的	63
二、工艺流程说明	63
小结	65
思考题	65
自测题	66
任务6 精馏过程的工艺设计方法	67
一、精馏过程工艺设计意图及基本原则	67
二、精馏过程工艺设计的基本过程与内容	68
三、精馏塔设计的具体要求	71
四、板式精馏塔的设计方法	71
五、浮阀精馏塔的设计实例	85
六、浮阀精馏塔的设计练习	98
小结	99
思考题	100
自测题	100
任务7 其他精馏方法简介	101
一、水蒸气蒸馏	101
二、恒沸精馏	102
三、萃取精馏	104
四、溶盐精馏	105
五、几种特殊精馏方法的比较	106
六、多组分精馏	106
小结	119

思考题	120
自测题	120
本项目主要符号说明	121

项目二 吸收技术

任务1 吸收操作入门知识	124
一、概述	124
二、吸收操作工艺流程的描述	125
三、气体吸收的分类	125
四、吸收操作在化工生产中的应用	126
五、填料塔的主要结构	126
六、填料塔的特点	131
小结	132
思考题	133
自测题	133
任务2 吸收操作的理论知识	134
一、吸收过程的相平衡关系	134
二、吸收传质机理	139
三、气体吸收速率方程	141
小结	144
思考题	144
自测题	145
任务3 吸收过程的计算	147
一、全塔物料衡算	147
二、操作线方程	148
三、吸收剂用量	148
四、塔径的确定	150
五、填料层高度	151
小结	159
思考题	159
自测题	160
任务4 吸收塔的实验操作训练	162
一、实验任务	163
二、实训装置示意	163
三、填料塔内气、液两相存在状态	164
四、吸收操作过程工艺指标的控制与调节	166
小结	168
思考题	168
自测题	168
任务5 吸收塔的仿真操作训练	169

一、实训任务及目的	170
二、工艺流程说明	170
三、操作要点及注意事项	172
小结	173
思考题	174
自测题	174
任务 6 吸收过程的工艺设计方法	175
一、吸收过程工艺设计的基本原则与内容	176
二、设计方案的确定	177
三、填料吸收塔典型物系的设计练习	180
小结	185
思考题	186
自测题	186
任务 7 其他吸收与解吸简介	186
一、多组分吸收	187
二、化学吸收	188
三、高浓度气体吸收	188
四、非等温吸收	189
五、解吸	190
小结	194
思考题	194
自测题	194
本项目主要符号说明	195

项目三 液-液萃取技术

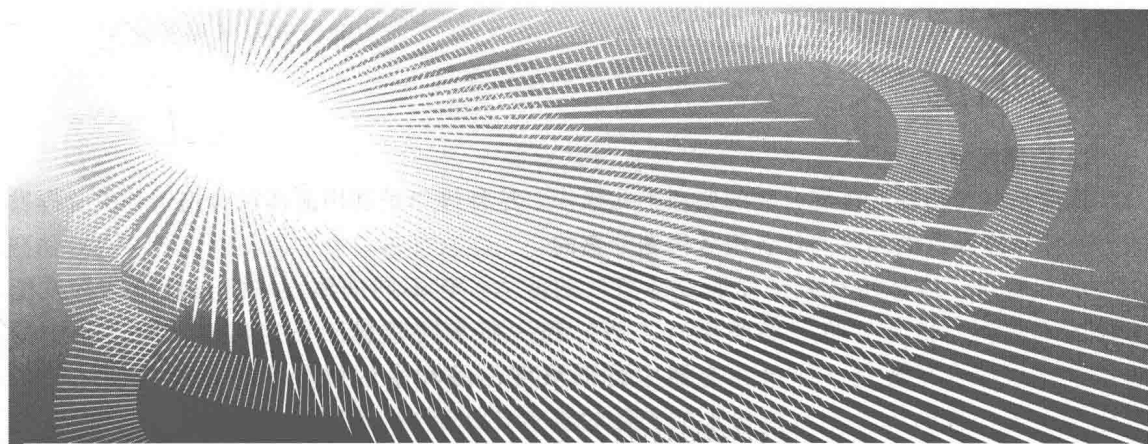
任务 1 液-液萃取技术入门知识	197
一、概述	197
二、液-液萃取设备	200
小结	205
思考题	205
自测题	206
任务 2 液-液萃取技术的理论知识	206
一、三角形相图	207
二、部分互溶物系的相平衡	210
三、分配系数和分配曲线	211
四、萃取剂的选择	212
小结	215
思考题	215
自测题	215
任务 3 液-液萃取过程的计算	216

一、单级萃取过程	217
二、多级错流萃取过程	219
三、多级逆流萃取过程	220
四、完全不互溶物系的萃取过程	224
小结	230
思考题	230
自测题	230
任务4 新型萃取技术简介	231
一、超临界流体萃取	231
二、双水相萃取	233
三、凝胶萃取	234
四、新型萃取技术的发展	235
小结	236
思考题	236
自测题	237
本项目主要符号说明	237

附录

一、某些二元物系的气、液相平衡关系 (101.3kPa)	238
二、液体的饱和蒸气压	240
三、有机液体的表面张力图	243
四、塔板结构参数系列标准 (单溢流型)	243
五、某些三元物系的液-液平衡数据	244
六、填料的特性	245

参考文献



项目一 蒸馏技术

蒸馏是分离液体混合物最早实现工业化的典型单元操作，广泛应用于化工、炼油、食品、轻工及环保等领域，在国民经济中占有重要地位。它是利用互溶液体混合物中各个组分沸点不同而分离成较纯组分的一种操作。目前，随着化学工业的迅猛发展，蒸馏技术的理论及设备也得到了很大的变化。

任务 1 精馏操作入门知识

任务目标：

- 掌握蒸馏的基本概念，了解蒸馏操作的基础知识；
- 了解简单蒸馏及平衡蒸馏的特点；
- 了解精馏塔的作用及主要结构；
- 掌握板式精馏塔常见的类型及特点；
- 了解精馏装置工艺流程及主要附属设备。

技能要求：

- 了解蒸馏技术的分类；
- 能认识常见的塔板类型，并能指出精馏塔内部的主要构造；
- 能绘制并说明连续精馏的工艺流程简图。

化工生产中所处理的原料、中间产物、粗产品等几乎都是由若干组分组成的混合物，并且大部分都是均相物系，为了满足使用或进一步加工的需要，常常要将这些组分进行分离，以得到比较纯净或纯度很高的物质。例如，原油是由多种烃类化合物组成的液体混合物，常把它分离为汽油、煤油、柴油、重油等多个品种；焦炉气吸收以后的溶液要分离成比较纯净的苯和甲苯；液态的空气要分离成较纯的氨和氮等等。蒸馏是分离液体混合物最早实现工业化的典型单元操作，广泛应用于石油炼制、石油化工、有机化工、高分子化工、精细化工、



一、概述

1. 蒸馏技术

蒸馏是分离均相液体混合物的典型单元操作。这种操作是利用液体混合物中各组分挥发能力的差异或沸点的不同而使各组分得到分离的。

众所周知,液体均具有挥发而成为蒸气的能力,但不同液体在一定温度下的挥发能力却各不相同。例如,将一瓶酒精(乙醇)和一瓶水同时置于一定温度之下,瓶中的酒精就比水挥发得要快。如果在容器中将低浓度乙醇和水的混合液进行加热使之部分汽化,由于乙醇的挥发能力高于水(乙醇的沸点比水低),乙醇比水易于从液相中汽化出来,若将汽化后产生的蒸气全部冷凝,便可获得乙醇浓度较原来高的冷凝液,从而使乙醇和水得到初步的分离。

通常,将混合物中挥发能力高的组分(即沸点低的组分)称为易挥发组分或轻组分;挥发能力低的组分(即沸点高的组分)称为难挥发组分或重组分。

2. 蒸馏操作的分类

蒸馏操作在工业上有多种分类方法。

① 按蒸馏方法可分为平衡蒸馏(闪蒸),简单蒸馏、精馏和特殊精馏。对于较易分离物系或分离要求不高时,可采用平衡蒸馏和简单蒸馏;原料较难分离,对分离要求高,希望得到高纯度的产品时,可采用精馏;原料很难分离或用普通精馏方法不能分离的应采用特殊精馏方法,如萃取精馏、恒沸精馏等。工业上以精馏的应用最为广泛。

② 按操作流程可分为间歇蒸馏和连续蒸馏。间歇操作设备简单、处理量小、生产不连续,主要应用于小规模、多品种或某些有特殊要求的场合;连续蒸馏生产过程连续进行,处理量大,质量稳定,便于自动化控制,工业生产中多以连续蒸馏为主。

③ 按操作压力可分为加压、常压和真空蒸馏。在大气压(常压)下操作的蒸馏过程称为常压蒸馏。被分离的混合液在常压下各组分挥发能力差异较大,可用冷却水进行气相的冷凝或冷却,用水蒸气加热进行液相汽化,比较适合采用常压操作。

在塔顶压强高于大气压下操作的蒸馏过程称为加压蒸馏。混合物在常压下为气体,则可通过加压与冷冻将其液化后再进行蒸馏;常压下虽是混合液体,但其沸点较低(一般低于 30°C),用一般冷却水无法将其蒸气冷凝下来,需用冷冻盐水或其他较昂贵的制冷剂,费用将大大提高,这种情况下也可采用加压蒸馏。

在低于一个大气压下操作的蒸馏过程称为减压蒸馏(真空蒸馏)。常压下蒸馏热敏性物料,组分在操作温度下容易发生氧化分解和聚合等现象时,须采用减压蒸馏以降低其沸点;常压下沸点较高(一般高于 150°C),加热温度超出一般水蒸气加热的范围,真空蒸馏则可使沸点降低,且可避免使用高温载热体。

④ 按原料中组分的数目可分为两组分精馏和多组分精馏。工业生产中以多组分精馏为常见,但多组分和两组分精馏的基本原理、计算原则均无本质区别。因两组分精馏的计算比较简单,故常以两组分溶液的精馏原理为基础,然后引申用于多组分精馏过程中。

以上从不同角度将蒸馏操作加以分类,这里我们将着重于讨论两组分连续精馏的基本原理、操作过程及其计算。

3. 简单蒸馏与平衡蒸馏

在工业上最简单的蒸馏过程是简单蒸馏和平衡蒸馏，通常在混合液各组分挥发度相差较大、分离要求不太高的场合时采用。

(1) 简单蒸馏 简单蒸馏是使混合液在蒸馏釜中逐渐受热汽化，并不断将生成的蒸气引入冷凝器内冷凝，以达到混合液中各组分得以部分分离的方法，也称微分蒸馏。

简单蒸馏属于间歇、单级蒸馏操作，是历史上使用比较早的蒸馏方法之一，常用的简单蒸馏装置如图 1-1 所示。操作时将原料液加入蒸馏釜 1 中，在一定压力下通过加热使之部分汽化，产生的蒸气引入冷凝器 2 中冷凝，冷凝后的馏出液按不同组成范围作为产品收入接收器 3 中，随着过程的进行，釜液中易挥发组分含量不断降低，当釜液组成达到规定要求时，操作即停止，釜液一次排出后，可再加新的混合液于釜中进行蒸馏。

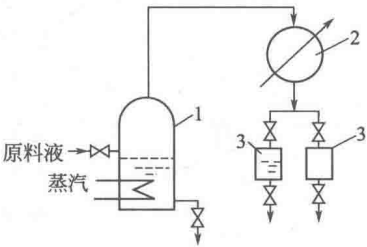


图 1-1 简单蒸馏装置
1—蒸馏釜；2—冷凝器；3—接收器

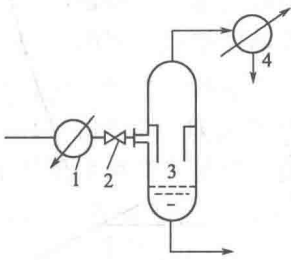


图 1-2 平衡蒸馏装置
1—加热器；2—节流阀；
3—分离器；4—冷凝器

(2) 平衡蒸馏 平衡蒸馏也称闪蒸，属于连续、单级蒸馏操作，常用的平衡蒸馏装置如图 1-2 所示。操作时将原料液连续加入加热器 1 中，加热至指定温度后经节流阀 2 急剧减压至规定压力进入分离器 3（也称闪蒸器）中，由于压力的突然降低，在分离器内，过热液体发生自蒸发，液体部分汽化，部分料液汽化并引入冷凝器 4 中冷凝为液体，未汽化的液体由分离器底部抽出，使原料得到了初步的分离。

4. 精馏

由于混合液中轻、重组分都具有一定的挥发性，采用简单蒸馏和平衡蒸馏这两种单级分离过程，只能使液体混合物得到有限的分离，很难得到纯度较高的产品。并且，如果当混合物中各组分的挥发能力相差不大时，更是无法达到满意的分离效果。

精馏是利用均相液体混合物中各组挥发能力的差异，借助回流技术实现混合液高纯度分离的多级分离操作。是工业上广泛采用的一种液体混合物的分离方法。

二、精馏塔的感性认识

走进石油化工厂中，远远地我们就会看到很多高高耸立的圆柱形设备——塔设备，如图 1-3 所示。塔设备主要用于蒸馏、吸收、解吸、萃取等典型的传质单元操作过程中，也称气液传质设备，广泛应用于炼油、石油化工、医药、食品及环境保护等工业领域。据相关资料报道，在炼油厂、石油化工厂及化工厂中，塔设备的投资费用约占整个工艺设备总费用的 30%，它所耗用的钢材重量在各类工艺设备中也属较多的，其性能对于整个生产装置的产品质量、产量、生产能力、消耗定额、三废处理及环境保护等各个方

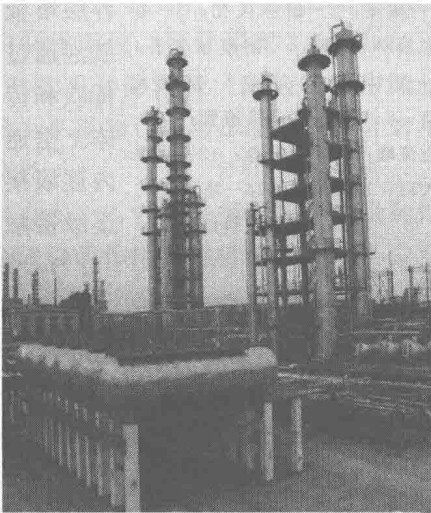


图 1-3 精馏塔总体概貌

面，都有着重大的影响。

三、板式精馏塔的主要结构

塔设备是炼油和化工生产的重要设备，其作用在于提供气液两相充分接触的場所，有效地实现气、液两相间的传热、传质，以达到理想的分离效果，因此它在石油化工生产中得到广泛应用。随着科技的进步和石油化工生产的发展，为了满足生产中各方面的特殊需要，塔设备形成了型式繁多的结构。为了便于比较和研究，人们从不同的角度对塔设备进行分类。如按操作压力分为常压塔、加压塔和减压塔；按单元操作分为精馏塔、吸收塔、解吸塔、萃取塔、反应塔和干燥塔等。但当今工程上最常用的分类方法是按塔内气液接触部件的结构型式分为板式塔和填料塔两大类。本章重点介绍板式塔，填料塔的基本情况将在吸收技术中介绍。

一个完整的板式塔主要由圆柱形塔体、塔板、降液管、溢流堰、受液盘及气体和液体进、出口管等部件组成，同时考虑到安装和检修的需要，塔体上还要设置人孔或手孔、平台、扶梯和吊柱等部件，整个塔体由塔裙座支撑，其结构如图 1-4 所示。在塔内，根据生产工艺要求，装有多层塔板，为气液两相提供接触的場所。塔板性能的好坏直接影响传质效果，是板式塔的核心部件。

板式塔早在 1813 年已应用于工业生产中，目前是应用范围最广、使用量最大的气液传质设备。板式塔内沿塔高装有一定数量的塔板，操作时，塔内液体依靠重力作用，自塔顶沿上层塔板的降液管流到下层塔板的受液盘，然后横向流过塔板，从另一侧的降液管流至下一层塔板，并在每层塔板上保持一定高度的液层，最后由塔底排出。气体则在压力差的推动下，自下而上穿过各层塔板的升气道（泡罩、筛孔或浮阀等），分散成小股气流，鼓泡通过各层塔板的液层，在液层中气、液两相充分接触，进行传质和传热，最后由塔顶排出。在整个板式塔中，气、液两相总体上呈逆流流动，以提供最大的传质推动力。由于气液两相在塔内逐级接触，两相的组成沿塔高呈阶梯式变化，故也称板式塔为逐级接触式气液传质设备。

1. 塔体

塔体是塔设备的外壳。常见的塔体是等直径、等壁厚的钢制圆筒和上、下椭圆形封头所组成的。但有时为了满足大型化生产，也可以采用不等直径、不等壁厚的塔体。塔体除必须满足工艺条件（如温度、压力、塔径和塔高等）下的强度和刚度外，还要考虑风力、地震、吊装、运输、检验以及开停工等方面的影响。

2. 塔体支座

塔体支座是塔体安放到基础上的连接部件，它必须保证塔体在确定的位置上能进行正常的工作。因此，它必须具有足够的强度和刚度，能承受各种操作情况下的全塔重量以及风

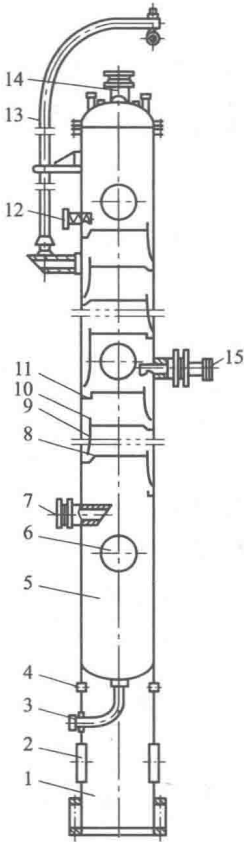


图 1-4 板式塔总体结构图

1—裙座；2—裙座人孔；3—塔底液体出口；4—裙座排气孔；5—塔体；6—人孔；7—蒸气入口；8—塔板；9—降液管；10—溢流堰；11—受液盘；12—回流入口；13—吊柱；14—塔顶蒸气出口；15—进料口

力、地震等引起的载荷。生产中最常用的塔体支座是裙式支座，简称为“裙座”，通常有圆柱形和圆锥形两种。裙座上必须开设检查孔，以方便检修，检查孔有圆形和长圆形两种。

3. 塔内部件

板式塔内件主要由塔板、降液管、溢流堰、受液盘、紧固件、支撑件及除沫装置等组成。

(1) 塔板 塔板是气液两相接触的場所，有整块式与分块式两种。整块式即塔板为一整块，多用于塔径小于 0.8~0.9m 的塔。当塔径大于 1.2m 时，多采用由几块板合并而成的分块式塔板，以便于通过人孔装、拆塔板。塔径为 800~1200mm 的塔，可根据制造与安装的具体情况，任意选取一种结构。塔板厚度的选取，除经济性外，主要考虑塔板的刚性和耐腐蚀性。

在分块式塔板中，靠近塔壁的两块塔板做成弓形，称弓形板。两弓形板之间的塔板做成矩形，称矩形板。为了安装、检修需要，在矩形板中，必须有一块用做通道板。各层塔板上的通道板，最好开在同一垂直位置上，以利于采光和拆卸。通道板与其他塔板的连接，一般采用上、下均可拆的结构形式。

分块式塔板的板块数与塔径有关，见表 1-1。

表 1-1 分块式塔板的块数与塔径关系

塔径/mm	800~1200	1400~1600	1800~2000	2200~2400
塔板分块数	3	4	5	6

(2) 降液管 降液管是塔板间液体流动的通道，也是使溢流液中所夹带气体得以分离的場所。板式塔在正常工作时，液体从上一层塔板的降液管流出，横向流过开有孔的塔板，翻越溢流堰，进入该层塔板的降液管，然后再流向下一层塔板。

降液管有圆形和弓形之分。圆形降液管制造比较方便，但流通截面积较小，只有在液体流量很小或塔径较小时采用。常用的是弓形降液管，结构如图 1-5 所示。

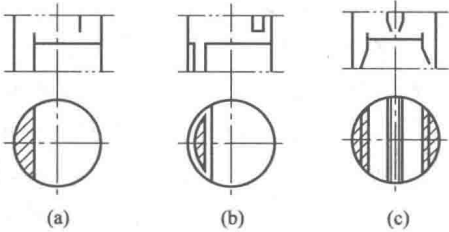


图 1-5 弓形降液管的结构形式

图 1-5(a) 是将溢流堰与塔壁之间全部截面均作为降液管，降液管的截面积相对较大，多用于塔径较大的塔中。当塔径小时，上述结构制作不便，可采用图 1-5(b) 的形式，即将弓形降液管固定在塔板上。图 1-5(c) 为双流型时的弓形降液管。降液管下部倾斜是为了增加塔板上气、液两相接触区的面积。弓形降液管由平板和弓形板焊制而成，并焊接固定在塔板上。降液管的布置，规定了板上液体流动的途径。

(3) 溢流堰 为保证气液两相在塔板上有足够的接触表面，塔板上必须贮有一定量的液体。为此，在塔板的出口端设置溢流堰，也称出口堰。溢流堰的作用是维持塔板上有一定高度的流动液层，并使液体在板上均匀流动。

降液管的上端高出塔板板面，即为溢流堰。溢流堰板的形状有平直形与齿形两种，常用的为平直堰，如果液体流量较小时，可采用齿形堰。

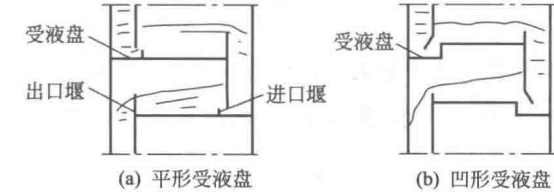


图 1-6 受液盘示意图

(4) 受液盘 塔板上接受上一层塔板下流液体的部位称为受液盘，受液盘有平形受

液盘和凹形受液盘两种形式，如图 1-6(a)、(b) 所示。平形受液盘结构简单，但需在塔板上设置进口堰，以保证降液管的液封，并使液体在板上分布均匀。但设置进口堰很容易使沉淀物淤积此处而造成塔板阻塞，并且还会过多占用塔板板面。

凹形受液盘可在低液量时形成良好的液封，且有改变液体流向的缓冲作用，并便于液体从侧线的抽出。凹形受液盘结构稍复杂，但不须设置进口堰，工业上对于塔径在 600mm 以上的塔，多采用凹形受液盘。凹形受液盘的深度一般在 50mm 以上，有侧线采出时可取深些。但凹形受液盘因易造成死角而堵塞，不适于易聚合及有悬浮固体的情况。

4. 接管

塔设备的接管是用以连接工艺管线，把塔设备与相关设备连成系统。塔体上设置了各种接管，通常按接管的用途，可分为进料管、回流管、进气管、出气管等。

(1) 液体进料管与回流管 液体进料管与回流管的设计应满足以下要求：①液体不直接加到塔盘的鼓泡区；②尽量使液体均匀分布；③接管安装高度应不妨碍塔盘上液体流动；

④液体内含有气体时，应设法排出；⑤管内的允许流速一般不超过 1.5~1.8m/s。

液体进料管可直接引入加料板。为使液体均匀通过塔板，减少进料波动带来的影响，通常在加料板上设进口堰，结构如图 1-7 所示。

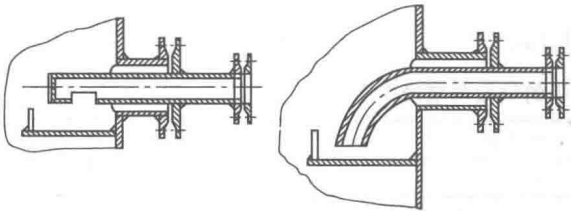


图 1-7 液体进料管

(2) 气体进料管 为保证气体均匀分布，气体进料管一般做成 45°的切口，见图 1-8(a)。当塔径较大或对气体分布均匀要求高时，可采用较复杂的图 1-8(b) 所示结构。

(3) 气液混合进料管 气液混合进料管不仅要求进料均匀，且要求液体通过塔板时蒸气能分离出来，工业上多采用螺旋形导向板的切线进料口结构，见图 1-9 所示，这种结构可使加料板盘间距增大，有利气、液分离，同时可保护塔壁不受冲击。

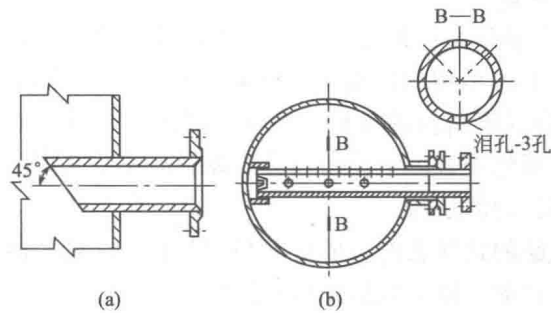


图 1-8 气体进料管

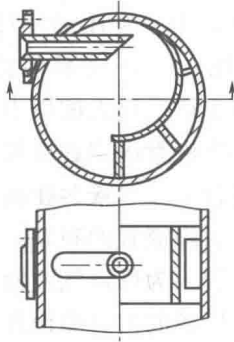


图 1-9 气液混合进料管

(4) 塔顶气体出料管 塔顶气体出料管直径不宜过小，以减小出口压力降，避免出塔气体夹带液滴。通常在出口处装设挡板，见图 1-10 所示。当液滴较多或对夹带液滴量有严格要求时，应安装除沫装置。

(5) 塔底出料管 塔底出料管直径一般取与工艺管线直径相同。当釜液从塔底出口管流出时，在一定条件下，釜液会在出口管中心形成一个向下的旋涡流，使塔釜液面不稳定，且