

高等学校教学用书

化工原理

(下册)

张洪流 主编



华东理工大学出版社

EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

高等学校教学用书

化 工 原 理

(下册)

张洪流 主编

 华东理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

化工原理(下册)/张洪流主编. —上海:华东理工大学出版社,2006. 11
高等学校教学用书
ISBN 7-5628-1998-X

I. 化... II. 张... III. 化工原理—高等学校—教材 IV. TQ02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 121526 号

高等学校教学用书

化工原理(下册)

主 编 / 张洪流

责任编辑 / 胡 景

封面设计 / 王晓迪

责任校对 / 张 波

出版发行 / 华东理工大学出版社

地 址:上海市梅陇路 130 号,200237

电 话:(021)64250306(营销部)

传 真:(021)64252707

网 址:www.hdlgpress.com.cn

印 刷 / 常熟华顺印刷有限公司

开 本 / 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张 / 18.5

字 数 / 464 千字

版 次 / 2006 年 11 月第 1 版

印 次 / 2006 年 11 月第 1 次

印 数 / 1—4050 册

书 号 / ISBN 7-5628-1998-X/TQ·108

定 价 / 30.00 元

(本书如有印装质量问题,请到出版社营销部调换)

内 容 提 要

本教材主要介绍化学工程领域中常见单元操作的基本原理与流程,典型单元操作设备的构造与工作原理、操作性能与调节、工艺计算及设计选用等。全书分上、下两册。上册包括绪论、流体力学、流体输送机械、非均相系统的分离、传热、蒸发与结晶等章;下册包括概论、蒸馏与精馏技术、气体吸收、塔设备、液-液萃取、其他分离技术、干燥等章。

在本教材的编写中,作者力求体现化工类专业的教学特点,本着理论必需、够用为度,强化培养应用能力的原则,注重理论与实践相结合,引入大量工程实例,着重培养读者的工程观念和处理工程问题的能力。

本教材可作为化工类专业本科教材,也可供石油加工、轻工、食品、制药、环境工程等专业及有关技术人员参考。

目 录

概论	1
一、分离过程的类型	1
二、分离技术的特点	3
三、传质设备	4
 第六章 蒸馏与精馏技术	6
学习目的及要求	6
第一节 概述	6
一、蒸馏定义、基本原理及特点	6
二、蒸馏操作的分类	7
三、蒸馏的物理化学基础	8
第二节 蒸馏方式	13
一、简单蒸馏	13
二、平衡蒸馏	14
三、精馏	15
第三节 双组分连续精馏塔的物料衡算	16
一、恒摩尔流假定	16
二、对全塔的物料衡算	17
三、精、提馏段的物料衡算-操作线方程	18
四、加料板的物料衡算与热量衡算	21
第四节 连续精馏装置的热量衡算与节能	24
一、精馏塔的热量衡算方程	24
二、冷凝器的热负荷与冷却水用量	24
三、再沸器的热负荷与加热蒸汽消耗量	25
四、精馏过程的节能	25
第五节 板式连续精馏塔的塔板数	27
一、理论塔板数的确定	27
二、实际塔板数的确定	30
第六节 操作回流比	34
一、操作回流比对精馏操作的影响	34
二、全回流和最小理论板数	34
三、最小回流比	36
四、适宜回流比	37

第七节 其他精馏方式	39
一、间歇精馏	39
二、复杂精馏	41
第八节 特殊精馏	42
一、水蒸气精馏	42
二、恒沸精馏	43
三、萃取精馏	45
四、其他特殊精馏操作及应用	45
五、特殊精馏方法的比较	48
第九节 多元精馏	49
一、多元精馏的特点及流程	49
二、多元精馏的物理化学基础	50
三、多元精馏计算	52
本章小结	57
复习思考题	58
习题	59
本章主要符号说明	61
 第七章 气体吸收	62
学习目的及要求	62
第一节 概述	62
一、吸收的基本原理与特点	62
二、工业吸收设备与流程	63
三、吸收的分类	66
四、吸收剂的选择	67
第二节 单组分等温物理吸收系统的气液相平衡	68
一、吸收系统的相组成表示法	68
二、吸收系统的气液相平衡——溶解度曲线	69
三、等温吸收系统的气液相平衡——亨利定律	70
四、吸收推动力与吸收过程判断	71
第三节 吸收机理与吸收速率方程	72
一、溶质的扩散方式	72
二、吸收机理——双膜理论模型	73
三、吸收速率方程	74
四、吸收系数	75
第四节 吸收塔的物料衡算	79
一、吸收塔的物料衡算与操作线方程	79
二、操作液气比与溶剂用量的确定	81
第五节 填料吸收塔的填料层高度	84
一、对数平均推动力法	85

二、近似梯级图解法	86
三、图解积分法	87
四、解析法	89
五、等板高度法	93
第六节 其他吸收与解吸	95
一、多组分吸收	95
二、化学吸收	96
三、高浓度气体吸收	97
四、解吸	98
本章小结	101
复习思考题	101
习题	101
本章主要符号说明	103
 第八章 塔设备	 104
学习目的及要求	104
第一节 填料塔	104
一、填料	105
二、填料塔附件	109
三、填料塔的流体力学性能	112
四、填料塔的特点	114
第二节 填料吸收塔的工艺设计	114
一、塔径	115
二、流体力学验算	116
三、填料塔附件设计	119
四、填料吸收塔的工艺设计步骤	119
第三节 板式塔简介	120
一、板式塔的主要结构	120
二、板式塔的流体力学性能	121
三、板式塔类型及性能评价	123
第四节 浮阀式精馏塔的工艺设计	127
一、分析待分离物系,确定分离方案	127
二、确定工艺参数	128
三、选择设计板面,确定物性参数	128
四、塔板结构参数设计	128
五、流体力学验算	136
六、浮阀塔结构的设计与选用步骤	143
本章小结	150
复习思考题	150
本章主要符号说明	151

第九章 液-液萃取	152
学习目的及要求	152
第一节 概述	152
一、萃取基本原理	152
二、工业萃取流程	153
三、萃取操作的特点	154
四、萃取操作的工业应用	154
第二节 萃取系统的液-液相平衡	156
一、三元二相系组成的三角形图示	156
二、萃取系统的杠杆规则	157
三、萃取平衡——溶解度曲线	159
四、液-液相平衡与萃取操作的关系	161
五、萃取剂的选择	162
第三节 工业萃取设备	163
一、混合澄清器	164
二、萃取塔	164
三、离心萃取器	167
四、萃取设备的选择	168
第四节 萃取计算	169
一、单级萃取计算	169
二、多级错流萃取计算	171
三、多级逆流萃取计算	173
四、完全不互溶物系的萃取过程	176
本章小结	179
复习思考题	180
习题	180
本章主要符号说明	183
第十章 其他分离技术	184
学习目的及要求	184
第一节 吸附分离技术	184
一、吸附与解吸	184
二、吸附剂	187
三、吸附平衡和吸附速率	189
四、吸附分离工艺简介	190
五、吸附技术的应用	192
第二节 离子交换分离技术	193
一、离子交换基本原理	193
二、离子交换剂	193
三、离子交换平衡	196

四、离子交换设备	198
五、离子交换分离技术的应用	199
第三节 膜分离技术	201
一、概述	201
二、反渗透	206
三、超滤	210
四、电渗析	214
五、气体膜分离	220
六、微滤	224
第四节 生物分离及高新分离技术简介	226
一、生物分离的特点与一般步骤	227
二、纳米膜过滤技术	227
三、超临界流体萃取	230
四、泡沫分离技术	233
五、色层分离技术	236
第五节 分离方法的比较与选择	238
一、技术上的可行性	238
二、操作的经济性	239
三、生产能力要求	239
本章小结	240
复习思考题	240
本章主要符号说明	241
 第十一章 干燥	 242
学习目的及要求	242
第一节 概述	242
一、工业去湿方法	242
二、干燥操作的分类	243
三、干燥机理与流程	244
第二节 湿空气的性质与湿度图	245
一、湿空气的性质	245
二、空气的湿度图及其应用	250
第三节 空气干燥器的物料衡算与热量衡算	254
一、空气干燥器的物料衡算	254
二、空气干燥器的热量衡算	255
第四节 干燥速率与干燥时间	259
一、物料水分的性质	259
二、干燥速率与干燥速率曲线	261
三、恒定干燥条件下干燥时间的计算	263
第五节 空气干燥器	265

一、干燥器的基本要求	265
二、工业干燥器简介	265
第六节 干燥器的选用及设计	270
一、选用及设计过程应注意考虑的问题	270
二、气流干燥器的工艺设计	273
第七节 增湿与减湿	274
一、增湿与增湿器	274
二、减湿与减湿器	274
三、水冷却塔	275
本章小结	275
复习思考题	275
习题	276
本章主要符号说明	276
附录	278
1. 部分物质的 Antoine 常数	278
2. 部分二元溶液的 $t-x-y$ 关系表	279
3. 气体的扩散系数	280
4. 部分气体稀水溶液的亨利系数	281
5. 部分气体在水中的溶解度	282
6. 部分填料的特性参数表	283
7. 部分三元物系的液-液平衡数据表	284
8. 某些超临界流体萃取剂的临界特性	284
主要参考文献	285

概 论

质量传递过程是自然界和工程技术领域普遍存在的现象。酒精的挥发、二氧化硫在水中的溶解等都是常见的质量传递过程。由于质量传递过程所涉及单元操作的主要目的是对混合物的分离(如吸收、蒸馏、萃取等),故又称为分离过程。

在现代化学工业中,分离技术起到特别重要的作用,几乎没有一个化工产品的生产过程不包含分离操作。仅以石油化工为例,从原油的初馏、催化裂化、加氢裂化、催化重整到润滑油的生产,所有工艺过程都离不开分离操作。

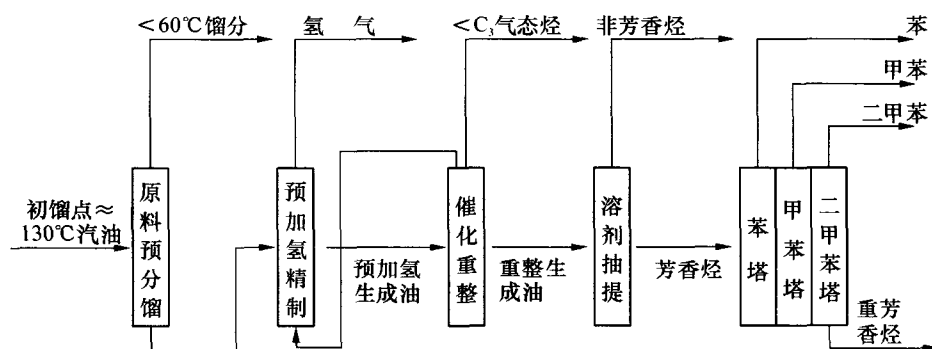


图 0-1 直馏汽油催化重整流程示意图

图 0-1 所示的是以直馏汽油为原料,生产各种轻质芳香烃为目的的催化重整流程示意图。整个流程由原油的预处理(预分馏和预加氢)、催化重整、溶剂油抽提和芳烃精馏四个部分构成。流程中除催化重整属化学反应外,原油的预处理(预分馏和预加氢)、溶剂油抽提和芳香烃精馏均属于化工分离过程。

由此可见,分离技术对化工生产过程的经济效益和产品质量起着举足轻重的作用。对大型石油化工企业,分离装置的费用占总投资的 50%~60%。如化工生产过程中常见的常(减)压塔、吸收塔、汽提塔、萃取塔等都是典型的分离装置。

除化学工业以外,分离技术还广泛应用于冶金、食品、生化和电子等多种工业生产过程。如酿酒、食品的深加工、抗生素的生产、同位素的分离及重水的制备等。随着科学技术的不断进步,分离技术的不断成熟、完善,应用更向多元化、高级化的方向发展,并与其他学科相互交叉渗透产生更新的边缘分离技术,如生物分离技术、膜分离技术、环境化学分离技术、超临界气体萃取技术等。随着分离技术的迅猛发展及应用领域的不断拓展,它已有从研究“三传”的本课程中剥离的趋势。

一、分离过程的类型

分离过程可分为机械分离和传质分离两大类。机械分离过程的分离对象是非均相混合物(如沉降、过滤及湿法除尘等),有关内容已在上册中进行了讨论,这里就不再赘述。传质分离

过程的分离对象是均相混合物(即广义的溶液),按操作原理的不同可分为平衡分离和速率分离两大类。

(一) 平衡分离过程

平衡分离过程是借助能量分离剂(ESA)或其他物质分离剂(MSA)使混合物变为两相体系并以各组分在两相中的分配差异为依据来实现分离的操作过程,特点是有相际传质现象发生。例如,蒸馏过程通过加热使液体混合物部分汽化以形成气、液两相,利用组分在气、液两相中的含量不同这一性质即可达到分离混合液的目的。又如,吸收过程通过对气体混合物系引入溶剂以形成气、液两相,利用气体组分在溶剂中的溶解能力不同这一性质即可达到分离混合气体的目的。再如,萃取过程通过引入萃取剂将溶液变成两相,利用组分在两相中溶解能力的差异来实现分离等。

根据形成的两相状态的不同,平衡分离过程又可分为以下几类:

- (1) 气-液传质过程,如气体吸收、气体的增湿和减湿;
- (2) 汽-液传质过程,如液体的蒸馏和精馏;
- (3) 液-液传质过程,如萃取;
- (4) 液-固传质过程,如结晶、吸附、离子交换、色层分离等;
- (5) 气-固传质过程,如固体干燥、吸附等。

上述的固体干燥、结晶等操作在遵循热量传递规律的同时,也遵循质量传递规律,但起决定因素的是质量传递过程,故常列为传质操作。

表 0-1 为工业上常用的基于平衡分离过程的单元操作说明。

表 0-1 基于平衡分离过程的单元操作

名 称	原料相态	分离媒介	产生相态或 MSA 的相态	分离原理	工业应用实例
闪 蒸	液 体	减 压	气 体	挥发度(蒸气压) 有较大差别	由海水淡化生产纯水
部分冷凝	气 体	热量(ESA)	液 体	挥发度(蒸气压) 有较大差别	由氨中回收氢气和 氮气
精 馏	气、液或 气液混合物	热量(有时用机 械功)	气体或液体	挥发度(蒸气压) 有差别	石油裂解气的深冷 分离
萃取精馏	气、液或 气液混合物	液体溶剂(MSA) 和塔釜加热	气体或液体	溶剂改变原溶液 组分的相对挥发度	以苯酚作溶剂从沸点相 近的非芳烃中分离甲苯
恒沸精馏	气、液或 气液混合物	液体恒沸剂(MSA) 和热量(ESA)	气体和液体	恒沸剂改变原溶 液组分的相对挥 发度	以醋酸丁酯作恒沸剂 从稀溶液中分离醋酸
吸 收	气 体	液体吸收剂 (MSA)	液 体	溶解度不同	用乙醇胺类吸收以除去 天然气中的 CO_2 和 H_2S
液-液萃取	液 体	液体萃取剂 (MSA)	液 体	不同组分在两液 相中的溶解度不同	以丙烷作萃取剂从重 渣油中脱出沥青

续 表

名 称	原料相态	分离媒介	产生相态或 MSA 的相态	分离原理	工业应用实例
干 燥	液体,更 常见是固体	气体(MSA); 热量(ESA)	气 体	水分蒸发	用热空气脱除聚氯乙烯中的水分
蒸 发	液 体	热 量	气 体	蒸气压不同	由氢氧化钠的水溶液中蒸出水分
结 晶	液 体	冷量或热量	固 体	利用过饱和度	用二甲苯混合物中结晶分离对二甲苯
吸 附	气体或液体	固体吸附剂	固 体	吸附作用的差别	通过分子筛吸附空气中的水分
离子交换	液 体	固体树脂	固 体	质量作用定义	水的软化
泡沫分离	液 体	表面活性剂 与鼓泡	液体(两种)	气泡的气液界面 吸附	清除废水中的洗涤剂; 矿石浮选
区域冶炼	固 体	热 量	液 体	凝固趋势的差别	金属的超提纯

(二) 速率分离过程

速率分离过程是借助推动力(如浓度差、压力差、温度差、电位差等)的作用,利用各组分扩散速度的差异或对选择性透过膜透过性的差异来实现分离的操作。这类过程的特点是所处理的物料和产品通常处于同一相态,仅有组成上的差别。

速率分离又可分为两类:膜分离和场分离。

利用各组分对选择性透过膜透过性的差异将混合物分割成组分含量不同的两股流体,从而实现分离混合物的操作称为膜分离,包括超滤、反渗透、渗析和电渗析等。它与传统过滤的不同在于,膜可以在分子范围内进行分离且过程为典型的物理过程,不需发生相的变化和添加助剂。膜的孔径一般为微米级,依据其孔径的不同(或称为截留分子量),可将膜分为微滤膜、超滤膜、纳滤膜和反渗透膜;根据材料的不同,可分为无机膜和有机膜。无机膜目前只有微滤级别的膜,材质主要有陶瓷膜和金属膜。有机膜是由高分子材料做成的,如醋酸纤维素、芳香族聚酰胺、聚醚砜、聚氟聚合物等等。

利用各组分扩散速度的差异来实现分离的操作称为场分离,包括电泳、热扩散、高梯度磁力分离等。例如,热扩散是以温度梯度为推动力使气体或液体混合物中的小分子(或离子)向高温方向漂移,从而建立起浓度梯度,使混合物得以分离的。

二、分离技术的特点

1. 过程影响因素多

对于每一种分离操作,其影响因素可划分为物性因素、操作因素和结构因素三类。

(1) 物性因素 同类分离设备可用于不同的物系,但物料的物理性质(如密度、黏度、表面张力、导热系数等)和化学性质对过程发生影响。在很多情况下,物系的物性对分离设备的选

型及设备的操作能力起决定性的影响。

(2) 操作因素 分离设备的各种操作条件(如温度、压强、流量、流速、物料的组成等)在工业生产过程中是变化的,这势必会影响分离过程的结果。

(3) 结构因素 是指分离设备内部与物料接触的各种构件的形状、尺寸和相对位置等因素,它们首先对物料在设备内的流动情况发生影响,并直接或间接地影响设备的传热与传质性能。

2. 过程制约条件多

在工业上要实现某个具体的化工生产过程,客观上存在许多制约条件,如原料的来源、加热剂和冷却剂的来源与物性、设备的结构及材料的质量和规格、当地的气温和气压的变化范围等等。同时,分离设备在流程中的位置也制约了设备的进、出口条件。此外,还受安全防火、环保、设备加工、安装以及维修等条件的制约。

3. 流程类型多

自然科学研究的目的是发现规律,而工业过程的目的则是最大限度地获得经济效益与社会效益,这是合理组织工业过程的出发点,也是评价过程成功与否的标志。基于这个原则,工业上分离过程的流程类型可谓众多,但如何选择合理的工业流程,不外乎以降低生产成本、降低能耗、促进环保为首要条件。

4. 过程交叉性强

由于分离过程往往涉及到传热和传质交叉进行,或化学反应与传质过程的交叉进行等。所以,分离过程与上册教学内容相比较要复杂得多,单纯依靠理论分析有时只能给出定性的判断,通常需结合工业性实验、半工业性实验(又称中间实验)才能得到定量的结果。因此,在对分离技术的研究、操作分析和工艺设计过程中,需采用理论分析、工业性实验和经验数据并重的原则。

三、传质设备

传质设备是实现分离操作的基本设施。它的种类繁多且不断有新型设备问世,可按照不同方法进行分类。

(1) 按设备形状可分为塔式、釜式等。

(2) 按照所处理物系的相态可分为气(汽)-液传质设备(如蒸馏塔和吸收塔等)、液-液传质设备(如萃取设备)、气-固传质设备(如干燥器和吸附设备)、液-固传质设备(如吸附设备、浸取器、离子交换器等)。

(3) 按两相的接触方式可分为分级接触设备(如各种板式塔、多级混合-澄清器、多级吸附设备等)和微分接触设备(如填料塔、湿壁塔、喷淋塔、移动床吸附等)。

(4) 按分离的目的可分为蒸馏釜、精馏塔、吸收塔、萃取器、结晶器、离子交换器等。

此外,对于气-固和液-固传质设备,还可按固体的运动状态分为固定床、移动床和流化床等。

必须指明,同一类分离设备可用于不同的物系,因此物料的物理性质和化学性质必对设备中的传热及传质过程发生影响,甚至起决定性的影响。而分离设备与物料接触构件的形状、尺寸等也会影响物料在设备内的流动状况并直接或间接地影响传热和传质过程的进行。此外,设备结构还受原料或介质的来源类型、设备加工、安装维修等条件的制约。所以,选用设备类

型必须从工程实际出发。总体上,对传质设备的基本要求有以下几点:

- (1) 单位设备体积中,两相的接触面积应尽可能大;
- (2) 两相的均布性能好,应尽可能抑制流体短路或“返混”现象的发生;
- (3) 流体的通量大,单位设备体积的处理量大;
- (4) 流动阻力小,运行时动力消耗小;
- (5) 操作弹性大,对物料的适应性强;
- (6) 结构尽可能简单,造价低廉,操作调节方便,运行可靠安全。

总之,合理选择设备,完善设备设计,优化设备操作,对于节省投资、降低能耗、节约成本、提高经济效益,有着十分重要的意义。

第六章 蒸馏与精馏技术

学习目的及要求

1. 了解、掌握蒸馏的定义、基本原理及分类；
2. 掌握简单蒸馏、平衡蒸馏、精馏的原理及工艺流程；
3. 掌握双组分连续精馏塔的工艺计算；
4. 理解、掌握多组分连续精馏计算方法；
5. 理解精馏操作分析、流程方案的选择；
6. 了解间歇精馏的操作特点，精馏过程的节能方式；
7. 了解特殊精馏的类型、操作基本原理及典型工艺流程、适用范围等；
8. 能够对精馏操作过程中的影响因素进行分析，具有运用所学知识解决实际生产问题的能力。

第一节 概 述

一、蒸馏定义、基本原理及特点

(一) 蒸馏的定义

蒸馏是最早实现工业化的用以分离互溶液体混合物的典型单元操作，同时也是迄今为止工业生产过程中应用最广泛、技术最成熟的分离单元操作。它是利用互溶液体混合物中各组挥发能力的差异(或沸点的差异)来达到分离与提纯目的的单元操作。

(二) 基本原理

众所周知，不同液体在一定温度下的挥发能力各不相同。挥发能力越强者沸点越低，反之沸点越高(如乙醇-水溶液中的醇和水)。我们习惯将混合液中的低沸点组分称为易挥发组分、轻组分、馏分，而将高沸点组分称为难挥发组分、重组分。对二元混合液中的易挥发组分通常以 A 示之，而难挥发组分则以 B 示之。

若将 $x_A = 50\%$ 、 $x_B = 50\%$ (即 A、B 两物质的分子数目比为 1) 的混合液置于一密闭容器中加热并控制其部分汽化，因 A 物质的挥发能力较 B 强，A 物质的汽化量较 B 大，所以在气相中 A 物质的分子数目较 B 多，即 $y_A > 50\%$ 、 $y_B < 50\%$ ，而在残液中 B 物质的含量则要高于 A，即 $x_B > 50\%$ 、 $x_A < 50\%$ 。若将生成的蒸气全部冷凝，便可获得 A 物质含量高于原始组成的产品。以此类推，若对获得的冷凝液重复上述操作，最终则可获得接近纯态的 A 物质。若将残液不断部分汽化并将产生的蒸气及时移出，最终则可获得接近纯态的 B 物质，从而使混合液得到分离。

(三) 特点

蒸馏从实施工业化至今已有近两百年的历史,时至今日仍在工业生产过程中广为使用。蒸馏和其他分离方法相比较具有以下特点。

(1) 可直接从混合液中获得所需要的产品。而其他分离方法往往需介入原料以外的组分,且因原料以外组分的介入需增添辅助分离环节。例如,对气体混合物的吸收分离过程需用溶剂,对混合液的萃取分离过程需用萃取剂,且因溶剂和萃取剂的介入需增加脱溶剂或萃取剂的回收操作。因而,蒸馏操作的流程相对简单,操作成本低廉。

(2) 适用范围广。其分离对象包括常温、常压下呈液态或通过改变操作条件可液化的气态或固态的混合物。例如,将空气加压液化后用蒸馏方法可获得液态氧、氮等产品,固态的脂肪酸混合物可在加热熔化后用蒸馏方法分离等。

(3) 过程涉及能量传递。在蒸馏操作中,通过对混合液的加热建立汽、液两相体系,并要对生成的气相再经冷凝液化,这就需要消耗大量的能量。此外,当蒸馏在加压或减压条件下进行时,还需额外消耗为维持系统压力所需的能量。因此,蒸馏过程的节能将直接影响到操作的成本。

二、蒸馏操作的分类

工业蒸馏过程有多种分类方法,常根据操作方式、操作压力、被分离物的组分数及操作连续程度的不同进行分类。

(1) 按蒸馏方式的不同,可分为简单蒸馏、平衡蒸馏(俗称“闪蒸”)、精馏和特殊精馏等。简单蒸馏和平衡蒸馏常用于小批量生产且分离要求不高的场合。精馏是借助回流技术来实现高纯度和高回收率的分离操作,是工业上应用最广泛的蒸馏方式,同时也是本章的教学重点。特殊精馏主要用于分离组分挥发能力相差很小或为“恒沸物”的混合液。

(2) 按操作压力的不同,可分为常压蒸馏、加压蒸馏(又称“高压蒸馏”)和减压蒸馏(又称“真空蒸馏”)。相比较而言,常压蒸馏过程较其他两种简单,操作控制也较容易,适宜分离常压下沸点在室温至 150℃ 左右的混合液,在生产系统中最为常见。加压蒸馏适宜分离常压下为气态或常压下沸点为室温的混合物(如空气、石油气等);真空蒸馏适宜分离水溶性热敏物质(指受热易分解变质的物质)及高沸点混合液。

(3) 按被分离混合液中的组分数目,可分为双组分蒸馏(又称“二元蒸馏”)和多组分蒸馏(又称“多元蒸馏”)。必须指明,工业生产中的蒸馏操作大多数为多元蒸馏。然而,二元蒸馏的原理及计算原则同样适用于多元蒸馏,只是多元蒸馏过程的计算更为复杂些。事实上,三元混合液可用两个二元精馏设备实现较完全的分离,四元混合液可用三个二元精馏设备实现较完全的分离,依次类推。因此,本章将着重讨论二元精馏。

(4) 按操作连续性的不同,可分为间歇蒸馏和连续蒸馏。间歇操作主要应用于小规模、多品种或某些有特殊要求的场合,因间歇蒸馏系统中原料分批量加入,故为不稳定操作系统。而大规模工业生产中则以连续蒸馏为主,在连续蒸馏系统中,原料进料及产品排出是连续的,故可视为稳定操作系统。

综上所述,二元常压连续精馏是工业上最为常见的蒸馏操作,也是本章教学的重点。