

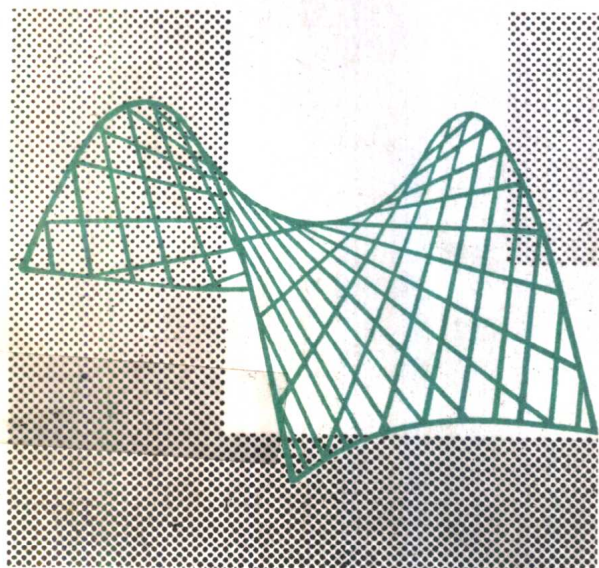
高等学校试用教材

传质过程 及设备

991099

曹登祥 蔡树东 徐永生 编著
曹登祥 主编 艾效逸 主审

● 中国 建筑 工业 出版 社



21.4



高等学校试用教材

传质过程及设备

曹登祥 蔡树东 徐永生 编著
曹登祥 主编
艾效逸 主审

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

图书在版编目(CIP)数据

传质过程及设备/曹登祥等编. -北京:中国建筑工业出版社, 1997

高等学校试用教材

ISBN 7-112-03173-7

I. 传… II. 曹… III. ① 传质-化工过程-高等学校-教材
② 传质-化工设备 IV. TQ021.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 02174 号

本书介绍了主要的传质单元操作的基本原理、典型设备及计算方法。全书共分五章,即吸收、蒸馏与精馏、萃取、干燥及传质设备等章。

本书是高等工科院校城市燃气工程专业试用教材,或相关的环境工程、轻化工工程、冶金焦化工程及医药工程等专业的选用教材。

高等学校试用教材

传质过程及设备

曹登祥 蔡树东 徐永生 编著

曹登祥 主编

艾效逸 主审

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京市密云银河商标印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 16³/₄ 字数: 407 千字

1997 年 12 月第一版 1997 年 12 月第一次印刷

印数: 1--1000 册 定价: 13.80 元

ISBN 7-112-03173-7

TU·2444 (8313)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

本书是高等工科院校城市燃气工程专业试用教材，也可供相关专业选用。

全书共分五章，内容包括吸收、蒸馏与精馏、萃取、干燥及传质设备等。其中着重阐述了吸收、蒸馏与精馏、萃取、干燥等传质单元的操作原理和典型设备及设计计算方法等。

本书主编单位为重庆建筑大学。具体编写分工为：第一章吸收由沈阳建筑工程学院蔡树东编写；第二章蒸馏与精馏由天津城市建设学院徐永生编写；绪论、第三章萃取、第四章干燥、第五章传质设备由重庆建筑大学曹登祥编写，全书由曹登祥主编。全书由北京建筑工程学院艾效逸教授主审。

本书亦可供城市燃气、环境工程、轻工、化工、冶金焦化、医药等有关企业、设计、研究及管理部门工程技术人员参考。

主要符号说明

- A ——吸收因素, 无因次;
 组分 A (易溶或易挥发组分);
 阀孔总面积, m^2 ;
 A_a ——塔板上有效传质面积, m^2 ;
 A_b ——塔板上液流面积, m^2 ;
 A_0 ——筛孔或阀孔总面积, m^2 ;
 A_T ——塔截面积, m^2 ;
 a ——填料层的有效比表面积, m^2 ;
 B ——组分 B (难溶或难挥发组分);
 b ——筛板上液流平均宽度, mm ;
 C ——组分 C ;
 c ——比热, $\text{kJ}/(\text{kmol} \cdot ^\circ\text{C})$ 或 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$;
 c ——溶液的浓度, kmol/m^3 , kg/L ;
 c_{Bm} ——系统的对数平均比热, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$;
 c_i ——操作物系的负荷因子, 无因次;
 c_g ——干空气的比热, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$;
 c_H ——湿空气的比热, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$;
 c_m ——湿物料的比热, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$;
 c_p ——定压比热, $\text{kJ}/(\text{kmol} \cdot ^\circ\text{C})$;
 或 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$;
 c_v ——定容比热, $\text{kJ}/(\text{Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C})$;
 水汽的比热, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$;
 c_w ——水的比热, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$;
 D ——塔径, m 或 mm ;
 分子扩散系数, m^2/s ;
 馏出液流率, kmol/h ;
 d ——液滴直径, mm ;
 d_0 ——筛孔或阀孔直径, mm ;
 d_p ——固体颗粒平均直径, mm ;
 E ——亨利系数, kPa ;
 塔板效率, %
 E_T ——总板效率, %;
 e_v ——雾沫夹带量, kg 液体/ kg 气体;
 F ——原料液量, kg 或 kg/h , kmol/h ;
 气体的动能因子, 无因次;
 F_{Lv} ——气液两相的流动参数;
 f ——组分的逸度, Pa 或 kPa ;
 G ——气相的空塔质量流量, $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;

g ——重力加速度, m/s^2 ;
 H ——溶解度系数, $\text{kmol}/(\text{m}^3 \cdot \text{kPa})$;
 湿空气的绝对湿度, kg 水/kg 干空气 ;
 H_0 ——静止床层高度, m 或 mm ;
 H_{OG} ——气相传质单元高度, m 或 mm ;
 H_{OL} ——液相传质单元高度, m 或 mm ;
 H_T ——塔板板间距, mm ;
 h ——浮阀的开度, mm ;
 压力降, mm 水柱 ;
 液层高度, m ;
 I ——物系的焓, kJ/kg 或 kJ/kmol ;
 I_g ——干空气的焓, kJ/kg ;
 I_H ——湿空气的焓, kJ/kg ;
 I_c ——空气预热前的焓, kJ/kg ;
 I_w ——湿空气中水汽的焓, kJ/kg ;
 I_{VO} ——新鲜空气中水汽的焓, kJ/kg ;
 J ——扩散速率, $\text{kmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 或 $\text{kmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$;
 K ——物性系数, 无因次;
 相平衡常数, 无因次;
 K_G ——气相总吸收系数, $\text{kmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{kPa})$;
 K_L ——液相总吸收系数, $\text{kmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{kmol}/\text{m}^3)$;
 K_X ——液相总吸收系数, $\text{kmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;
 K_Y ——气相总吸收系数, $\text{kmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;
 k_G ——液膜吸收系数, $\text{kmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{kPa})$;
 k_V ——气膜吸收系数, $\text{kmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{kPa})$;
 k_y ——气膜吸收系数, $\text{kmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;
 k_L ——液膜吸收系数, $\text{kmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{kmol}/\text{m}^3)$;
 k_X ——液膜吸收系数, $\text{kmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;
 L ——液体的流量, m^3/s 或 kg/s ;
 液体的喷淋量, $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$;
 吸收剂用量, kmol/s ;
 l ——单位空气耗量, kg 干空气/kg 水分 ;
 M ——分子量, kg/kmol 或 g/mol ;
 m ——相平衡常数, 无因次;
 提馏段理论板层数, 块或层;
 N ——实际塔板数, 块或层;
 组分数, 个;
 N_{OG} ——气相总传质单元数, 无因次;
 N_{OL} ——液相总传质单元数, 无因次;
 N_T ——理论塔板数, 块或层;
 P ——混合气总压, kPa ;
 p ——组分分压, kPa ;
 Δp ——塔板压降, N/m^2 ;
 Q ——热量, kJ/kg ; kJ/kmol ; kJ/Nm^3 ;
 传热速率或热负荷, kJ/h ;

q ——进料热状态参数;
 R ——塔半径, m 或 mm;
 回流比;
 通用气体常数, J/(mol · K) 或 kJ/(kmol · K)
 Re ——雷诺准数, 无因次;
 r ——液体的汽化潜热, kJ/kg 或 kJ/kmol;
 S ——纯溶剂的量, kg 或 kg/h;
 萃取剂的量, kg 或 kg/h;
 干燥器中颗粒的总表面积, m^2 ;
 Sc ——施密特准数, 无因次;
 Sh ——施伍德准数, 无因次;
 T ——热力学温度 (或绝对温度), K;
 t ——温度, $^{\circ}C$;
 空气的干球温度, $^{\circ}C$;
 筛孔孔间距, m 或 mm;
 t_s ——湿空气的露点, $^{\circ}C$;
 t_{as} ——空气的绝热饱和温度, $^{\circ}C$;
 U ——干燥速率, $kg/(m^2 \cdot s)$;
 喷淋密度, $m^3/(m^2 \cdot s)$;
 u ——气流速度, m/s;
 气相空塔速度, m/s;
 u_f ——泛点气速, m/s;
 u_n ——空塔气速, m/s;
 u_{max} ——极限空塔气速, m/s;
 u_0 ——干燥速率, $kg/(m^2 \cdot h)$;
 气体通过填料孔隙或筛孔的速度, m/s;
 V ——干燥器的容积, m^3 ;
 气体的流量, m^3/s 或 kg/s ;
 精馏段上升蒸汽流量 $kmol/s$ 或 $kmol/h$;
 v ——物质的传递速度, m/s;
 组分的挥发度, kPa 或 Pa;
 v_s ——干空气的比容, m^3 干空气/kg 绝对干空气;
 v_H ——湿空气的比容, m^3 湿空气/kg; 绝对干空气;
 v_w ——水汽的比容, m^3/kg 水汽;
 W ——瞬间釜液量, kg 或 kmol;
 釜液流率, kg/h 或 kmol/h;
 水蒸气蒸发量, kg/h;
 W_K ——临界气速, m/s;
 W_L ——液相质量流量, kg/s;
 W_V ——气相质量流量, kg/s;
 w ——物料湿基含水量, kg 水/kg 湿物料;
 X ——组分在液相组成中的摩尔比;
 物料的干基含水量, kg 水/kg 绝对干物料;
 x ——组分在液相组成中摩尔分率;
 Y ——组分在气相组成中的摩尔比;

y ——组分在气相组成中的摩尔分率;
 Z ——填料塔内填料高度, m 或 mm;
 干燥管的高度, m 或 mm;
 z ——扩散距离, m;
 z_G ——气膜厚度, mm;
 z_L ——液膜厚度, mm;
 α ——相对挥发度;
 对流换热系数, $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C})$ 或 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;
 给热系数, $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C})$
 β ——液层充气系数;
 选择性系数;
 干燥物料在干燥器中的充填率;
 Γ ——床层持液量, L;
 γ ——组分的活度系数;
 γ ——重度, kg/m^3 ;
 ϵ ——空隙率, m^3/m^3 ;
 η ——干燥器的热效率, %;
 λ ——导热系数, $\text{kJ}/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C})$ 或 $\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$;
 μ ——动力粘度, $\text{Pa} \cdot \text{s}$, 或 $\text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s})$;
 ν ——运动粘度, m^2/s ;
 ρ ——密度, kg/m^3 或 g/cm^3 ;
 σ ——填料层的比表面积, m^2/m^3 ;
 界面张力, N/m ;
 τ ——时间, s 或 h;
 Φ ——填料因子;
 相对泡沫密度特性系数;
 φ ——塔板的开孔率, %;
 湿空气的相对湿度;
 水蒸气的饱和系数;
 Ψ ——液沫夹带分率, %;
 Ω ——塔截面积, m^2 。

上标:

。——纯态初始状态; 标准状态;
 * ——平衡状态。

下标:

$A, B, \dots$ ——组分名称;
 $1, 2, \dots$ ——顺序号;
 g, G, V ——气体或蒸汽;
 L ——液体;
 S ——固体。

目 录

绪论	1
第一章 吸收	3
第一节 概述	3
一、吸收操作在生产实践中的应用	3
二、吸收分离的依据	3
三、吸收与解吸流程	3
四、吸收操作的分类	4
第二节 气液相平衡	4
一、气体在液体中的溶解度	4
(一) 气体在液体中的溶解度	4
(二) 相组成的表示方法	6
二、亨利 (Henry) 定律	8
(一) 亨利 (Henry) 定律	8
(二) 各种亨利常数的相互关系	10
三、相平衡与吸收过程的关系	11
(一) 判定传质过程的方向	11
(二) 确定相际传质过程的推动力	11
(三) 指明传质过程的极限	12
第三节 传质机理与吸收速率	14
一、分子扩散与菲克定律	15
(一) 分子扩散	15
(二) 菲克 (Fick) 定律	15
二、气相中的稳定分子扩散	16
(一) 等分子反方向扩散	16
(二) 一组分通过另一停滞组分的扩散	17
(三) 漂流因子	19
三、液相中的稳定分子扩散	19
四、分子扩散系数	20
(一) 组分在气相中的扩散系数	20
(二) 组分在液相中的扩散系数	21
五、对流扩散	23
(一) 涡流扩散	23
(二) 对流扩散	23
六、吸收过程机理	25
(一) 双膜理论	25
(二) 溶质渗透理论	25

(三) 表面更新理论	26
七、吸收速率方程式	26
(一) 以膜系数表示的吸收速率方程式	26
(二) 以总系数表示的吸收速率方程式	27
(三) 吸收速率方程和吸收系数小结	31
八、吸收系数的确定	33
(一) 吸收系数的测定	33
(二) 吸收系数的经验公式	34
(三) 吸收系数的准数关联式	34
第四节 低浓度气体的吸收	38
一、低浓度气体吸收分析	38
二、物料衡算和操作线方程	39
(一) 物料衡算	39
(二) 操作线方程	39
三、吸收剂用量的确定	40
(一) 吸收剂的选择	40
(二) 吸收剂用量的确定	41
四、填料层高度的计算	42
(一) 填料层高度的基本计算式	42
(二) 传质单元高度与传质单元数	43
(三) 传质单元数的计算	44
五、理论塔板数的计算	52
(一) 图解法求理论塔板数	52
(二) 解析法求理论塔板数	54
(三) 实际板数或填料层高度的计算	55
六、吸收塔塔径的计算	56
七、吸收塔的操作	56
(一) 吸收流程及其分析	57
(二) 吸收温度和压力的选择	58
第五节 解吸及其他条件下的吸收	58
一、解吸	58
(一) 气提解吸法与过程计算	59
(二) 其他解吸方法	61
二、高浓度气体吸收	61
(一) 高浓度气体吸收的特点	61
(二) 高浓度气体吸收的计算	61
三、非等温吸收过程	63
四、多组分吸收过程	63
五、化学吸收过程	65
第二章 蒸馏与精馏	69
第一节 概述	69
第二节 双组分溶液的气液相平衡	70
一、理想物系的气液相平衡	70

(一) 拉乌尔定律和道乐顿分压定律	70
(二) 双组分溶液气液平衡图	71
(三) 相对挥发度	72
二、非理想物系的气液相平衡	73
第三节 简单蒸馏和平衡蒸馏	75
一、简单蒸馏	75
(一) 简单蒸馏的原理	75
(二) 简单蒸馏的计算	75
二、平衡蒸馏	77
(一) 平衡蒸馏的原理	77
(二) 平衡蒸馏的计算	77
第四节 精馏	79
一、精馏过程及精馏原理	79
(一) 精馏过程	79
(二) 精馏原理	80
二、精馏操作的方法	81
(一) 多级逆流接触	81
(二) 连续逆流接触	81
三、物料衡算与操作线方程	81
(一) 恒摩尔流假设	81
(二) 全塔物料衡算	82
(三) 精馏段操作线方程	83
(四) 提馏段操作线方程	84
四、加料热状况的影响及 q 线方程	85
(一) 精馏段和提馏段气、液流量的关系	85
(二) q 线方程	86
第五节 双组分连续精馏塔的计算	87
一、理论板数的计算	87
(一) 理论板概念	87
(二) 逐板计算法	88
(三) 图解法	88
二、回流比的选择及理论板数的捷算法	91
(一) 全回流与最少理论板数	91
(二) 最小回流比	92
(三) 实际回流比的选择	93
(四) 理论板数的捷算法	94
三、双组分精馏的几种特殊情况	96
(一) 直接蒸气加热	96
(二) 蒸出塔	96
(三) 提取侧线产品	97
(四) 多股进料	97
四、精馏塔高和塔径的计算	98
(一) 塔高的计算	98

(二) 塔径的计算	100
五、冷凝器和再沸器的热量衡算	100
(一) 冷凝器的热量衡算	100
(二) 再沸器的热负荷计算	101
第六节 间歇精馏	102
一、间歇精馏的特点	102
二、馏出液保持恒定的间歇精馏	102
(一) 理论板数的确定	102
(二) 气化量的计算	103
三、回流比保持恒定的间歇精馏	105
(一) 理论板数的确定	106
(二) 气化量计算	107
第七节 其他类型的蒸馏和精馏	107
一、水蒸气蒸馏	107
(一) 水蒸气蒸馏原理	107
(二) 通入水蒸气量的计算	107
(三) 水蒸气蒸馏的加热方式	108
二、恒沸精馏	108
三、萃取精馏	109
第八节 多组分精馏	110
一、多组分物系的气液平衡	110
(一) 平衡常数法	111
(二) 相对挥发度法	112
二、多组分精馏的工艺流程	113
三、多组分精馏的计算	113
(一) 关键组分	113
(二) 多组分精馏塔的计算	114
第三章 萃取	124
第一节 概述	124
一、液液萃取过程	124
(一) 液液萃取原理	124
(二) 萃取操作的特点	124
二、两相的接触方式	125
(一) 微分接触	125
(二) 级式接触	125
第二节 液-液相平衡	126
一、三角形相图	126
(一) 溶液组成的表示法	126
(二) 物料衡算与杠杆定律	126
(三) 混合物的和点与差点	126
二、部分互溶物系的相平衡	127
(一) 溶解度曲线	127
(二) 平衡联结线	127

(三) 临界混溶点	127
(四) 平衡联结线的内插	128
(五) 分配曲线与分配系数	128
三、液液相平衡与萃取操作的关系	129
第三节 萃取过程的计算	131
一、萃取理论级的概念	131
二、单级萃取过程的计算	132
三、多级错流萃取过程及计算	135
(一) 多级错流萃取过程	135
(二) 多级错流萃取过程的计算	135
四、多级逆流萃取过程及计算	136
(一) 多级逆流萃取过程及其流程	136
(二) 多级逆流萃取过程的计算	136
五、完全不互溶萃取过程及计算	138
(一) B 、 S 完全不互溶物系单级萃取过程的计算	138
(二) B 、 S 完全不互溶物系多级逆流萃取过程的计算	139
第四章 干燥	142
第一节 概述	142
一、固体物料去湿的方法	142
(一) 机械去湿法	142
(二) 物理化学去湿法	142
(三) 热能去湿法	142
二、干燥过程的分类	142
(一) 干燥过程分类与选用	142
(二) 对流干燥过程	142
第二节 湿空气的性质及湿度图	143
一、湿空气的性质	143
(一) 湿空气中水汽分压 p	144
(二) 湿度 H	144
(三) 相对湿度 φ	144
(四) 湿空气的比容 v_H	144
(五) 湿空气的比热 c_H	145
(六) 焓 I_H	145
(七) 露点 t_d	145
(八) 空气的干、湿球温度 t 、 t_w	146
(九) 绝对饱和温度 t_{as}	146
二、湿空气的 I_H - H 图及其应用	146
(一) 焓湿图	146
(二) 焓湿图的应用	148
第三节 干燥过程的物料衡算和热量衡算	150
一、干燥过程的物料衡算	150
(一) 物料含水量的表示方法	150
(二) 物料衡算	151

二、干燥过程的热量衡算	153
(一) 预热器的热量衡算	153
(二) 干燥过程的热量衡算	153
三、干燥器出口空气状态的确定	154
(一) 等焓干燥过程	155
(二) 非等焓干燥过程	155
四、干燥器的热效率	156
第四节 干燥速率和干燥时间	157
一、物料中所含水分的性质	157
(一) 平衡水分与自由水分	157
(二) 结合水分与非结合水分	158
二、恒定干燥条件下的干燥速率	158
(一) 干燥速率	158
(二) 干燥曲线与干燥速率曲线	159
三、恒定干燥条件下干燥时间的计算	160
(一) 恒速干燥阶段的干燥时间	160
(二) 降速干燥阶段的干燥时间	160
第五章 传质设备	164
第一节 板式塔	164
一、概述	164
(一) 板式塔的结构与功能	164
(二) 板式塔的塔板形式	164
(三) 板式塔的溢流装置	167
(四) 板效率及其影响因素	168
二、筛板塔的流体力学性能	169
(一) 筛板上的气液接触状态	169
(二) 气体通过筛板的阻力损失	170
(三) 筛板塔内气液两相的非理想流动	171
(四) 筛板塔的不正常操作现象	172
三、筛板塔的设计计算与校核	172
(一) 筛孔塔板的板面布置	172
(二) 筛板塔设计参数的选择与确定	173
(三) 筛板塔筛板设计的校核	176
(四) 负荷性能图	179
四、浮阀塔的流体力学性能	187
五、浮阀塔的设计计算与校核	188
(一) 浮阀塔的结构与设计计算	188
(二) 浮阀塔板设计和校核	192
第二节 填料塔	203
一、概述	203
(一) 填料塔的结构与操作	203
(二) 填料塔内的传质过程	203
(三) 填料	204

二、填料塔的流体力学性能	206
(一) 气体通过填料层时的压强降与气速的关系	206
(二) 压强降与泛点气速的关系	208
(三) 影响泛点气速的因素	210
三、填料塔的设计与计算	210
(一) 塔径 D	210
(二) 填料层高度 Z	212
四、填料塔的附件	213
(一) 填料支承板	213
(二) 液体的分布器	214
(三) 液体再分布器	214
(四) 液体的出口装置	215
(五) 气体进口装置	215
(六) 气体出口装置	215
第三节 湍球塔	216
一、概述	216
二、湍球塔的主要参数及计算	217
(一) 静止床层高度、空隙率及球数	217
(二) 空塔速度的计算	218
(三) 膨胀高度与塔板间距及其计算	220
(四) 塔内持液量	220
(五) 液体在塔内停留时间与喷淋量	222
(六) 支承板及挡网	222
(七) 湍球塔的压力降及其计算	222
(八) 湍球塔的段数	224
三、氨水中和法脱硫湍球塔的计算	224
第四节 常用萃取设备	230
一、逐级接触式萃取设备	230
(一) 多级混合—澄清槽	230
(二) 筛板塔	231
二、微分接触式液液萃取设备	232
(一) 喷洒塔	232
(二) 填料塔	232
(三) 脉冲填料塔和脉冲筛板塔	233
(四) 振动筛板塔	234
(五) 转盘塔	234
(六) 离心萃取机	235
三、萃取设备的选用	235
第五节 干燥设备	236
一、干燥器的基本要求	236
(一) 对被干燥物料的适应性	236
(二) 设备的生产能力要高	236
(三) 能耗的经济性	236

二、工业上常采用的干燥器	237
(一) 厢式干燥器 (盘架式干燥器)	237
(二) 气流干燥器	237
(三) 沸腾床干燥器	239
(四) 喷动床干燥器	239
(五) 喷雾干燥器	239
(六) 转筒干燥器	240
(七) 真空耙式干燥器	242
三、干燥器的选型	242
四、干燥器的设计及计算	243
(一) 干燥操作条件的确定	243
(二) 气流干燥器的设计计算	245
(三) 转筒干燥器的设计计算	248

绪 论

一、传质过程及单元操作

传质过程是物质的传递过程。物质由于浓度差可在一相内传递,也可在相际间传递,即由一相向另一相传递。如煤气生产中,焦炉煤气中的粗苯在浓度差作用下溶解到洗油中的过程,氨溶于水中的过程,水分向空气中蒸发的过程等。传质过程是城市燃气、化工、冶金、医药及轻工工业等生产中的重要过程。它包括吸收、吸附、蒸馏、精馏、萃取及干燥等许多单元操作。但归纳起来,传质过程可分为两大类,一类是伴随有化学反应的质量传递过程,通常在反应器中进行。如煤气中硫化氢的配法脱除,石油的高温裂解制气,氨的合成,高分子的合成等都是在特定的反应器中,遵循不同的反应机理,并经历各种方式的处理后获得所需的产品;另一类是不进行化学反应的质量传递过程,如回收煤气中的粗苯和萘进行的吸收操作;如粗苯的分离,煤焦油的加工,乙醇的生产和石油加工过程所进行的蒸馏和精馏操作;如陶瓷、染料、尿素、药品及食品等生产中对产品进行的干燥操作;如煤气中含酚废水及其他工业废液的分离、净化,稀有金属的提取,从发酵液中分离青霉素等进行的萃取操作。

本书重点讨论比较重要而较常用的无化学反应的吸收,蒸馏和精馏、萃取及干燥等传质过程的单元操作。每一单元操作都遵循某一基本原理,并在一类特定的设备中进行,所以单元操作包括过程原理和设备两个方面的内容。各单元操作有其本身的特性。但这些单元操作都是传质过程,它们具有一定的共性,它们都服从质量传递的基本理论。质量传递与动量传递和热量传递间又有彼此相类似的规律。

二、物料衡算与热量衡算

物料衡算的理论依据是质量守恒定律。任何传质过程的特定设备尺寸的确定,都要通过整个过程或其某一步骤中的原料、产物、副产物、废弃物各量之间的物料衡算确定。也就是进入与离开某一过程或设备的物料质量之差必等于累积在该过程或设备中的物料质量:

$$\text{输入量} - \text{输出量} = \text{累积量}$$

在连续的生产过程中,无物料积存的稳定操作时,单位时间内进入与排出某一过程或设备的各物料质量总和相等,即

$$\sum m_{\text{入}} = \sum m_{\text{出}} \quad (0-1)$$

热量衡算的理论依据是能量守恒定律。任何传质过程在特定设备中进行所需的能量主要是热量,都要通过整个过程或某一步骤中的热量衡算来计算其过程或设备的能耗和热效率。

在稳定生产过程中,物料进入与带出某一过程或设备的热量相等,即

$$\sum Q_{\text{入}} = \sum Q_{\text{出}} \quad (0-2)$$