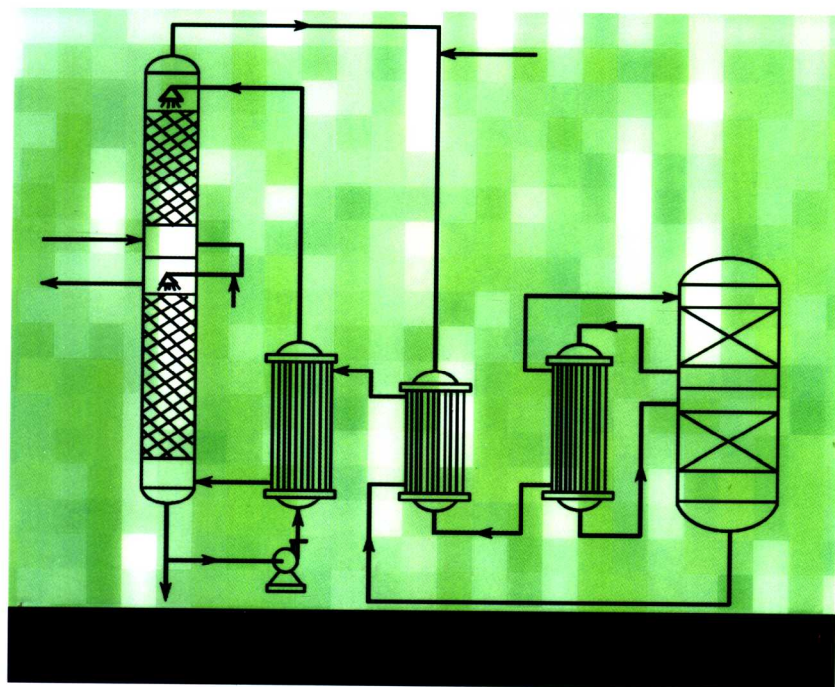


廖传华 顾国亮 袁连山 主编

工业化学过程与计算



Chemical Industry Press



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

工业化学过程与计算

廖传华 顾国亮 袁连山 主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

工业化学过程与计算/廖传华, 顾国亮, 袁连山主编.
北京: 化学工业出版社, 2005.6
ISBN 7-5025-7413-1

I. 工… II. ①廖…②顾…③袁… III. ①化工过程
②化工计算 IV. TQ0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 070852 号

工业化学过程与计算

廖传华 顾国亮 袁连山 主编

责任编辑: 戴燕红

责任校对: 郑捷

封面设计: 尹琳琳

*

化学工业出版社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 21½ 字数 523 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7413-1

定 价: 38.00 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

前 言

过程工业是以物料为处理对象,经过一系列化学过程,通过改变物质的状态、结构、性质,生产出工业产品的工业过程的总称。世界过程工业的发展趋势表现为:生产规模更加大型化和集成化,原料和生产方法更加多样化,产品品种更加精细化和专用化。发展新材料是过程工业的战略重任,信息技术的发展也引起了过程工业内部的深刻变化,生物技术应用与化学工程领域形成了新兴的生物化工,对环境的治理及副产物的回收利用日趋完善。

在过程工业化学加工领域工作的科技人员都有一个共同的体会,熟练掌握过程工业化学过程计算的基本知识和技术是十分重要的,因为无论是在工厂从事技术管理,还是在研究单位开展科学研究,特别是在设计单位从事设计工作,都离不开物料、能量和设备的计算。物料与能量的衡算是进行工业过程设计及经济评价的基本依据。一方面,设备设计或装置制造,甚至设计整个工厂,都必须先对生产过程中整体或局部的过程作详细的物料和能量衡算,然后才能确定工艺流程和进行设备计算,从而完成整个设计。另一方面,对生产中的各项技术经济指标,如消耗定额、产品产率、产品成本等做出评价时,同样需要对生产过程作物料和能量衡算。此外,对工业过程进行深入研究时,需要用数学形式定量地准确地表达理论和实验的结果,也就是说对所研究的系统建立数学模型时,物料和能量衡算成为推导数学模型的基本方程。由此可见,物料和能量衡算对过程开发、设计及操作的改进具有很重要的意义。

鉴于上述发展趋势,对于 21 世纪的工科院校大学毕业生而言,无论是从事高新技术产品的研制,还是从事企业的技术管理,其要求就不能只停留在局部了解和掌握本专业范围内的知识上,还必须具有纵观过程工业全局及其开发创新的能力。为了让学生概括性地了解现代过程工业的特点和基本概貌,熟悉过程工业的主要领域及其典型系列产品的制备原理、生产方法和工艺过程,认识过程工业与其他工业部门之间的密切关系,理解资源、能源和环境与过程工业的重要性;我们编写了这本《工业化学过程与计算》。

工业化学过程是融化学、化学工艺学、化学工程学以及资源、能源、环境、信息与管理科学为一体的综合性的应用科学。

本书除理论阐述外,还列举了许多工业应用实例,具有很强的实践性,力求使读者能通过本书的学习,对我国现代过程工业有一个概括性的了解。全书共分 16 章。第 1 章概述了工业化学过程的特征及研究方法,第 2 章至第 4 章讲述了如何进行过程工业中的物料与能量的衡算,第 5 章至第 7 章分别讲述了现代过程工业中的基础无机工业,包括硫酸工业、碱工业、合成氨,第 8 章简要介绍了现代干法水泥工业的生产过程及有关物料和能量的衡算,第 9 章至第 13 章分别讲述的现代过程工业中的有机工业,包括石油炼制、烃类裂解、天然气转化、精细化工及医药工业,第 14 章叙述了工业水处理过程,第 15 章简要介绍了过程工业中“三废”的产业及其治理与综合利用方法,第 16 章介绍了过程工业的经济分析与环境评价。

本书由廖传华、顾国亮、袁连山主编。南京工业大学廖传华（第1、2、3、4、6章），南京工业大学董金善（第5章），南京工业大学朱廷风（第7章），南京凯盛水泥技术工程有限公司周玲（第8章），南京工业大学顾国亮（第9、14章），南京工业大学袁连山（第10、12章），扬子石油化工股份有限公司程静（第11章），华中科技大学周泽斌（第13章），南京工业大学周勇军（第15章），南京工业大学秦瑜（第16章）参加了编写工作。全书由廖传华统稿。南京工业大学黄振仁教授审查了初稿并提出了许多宝贵的建议；李政辉参加了图片处理，周青云等很多同学参加了书稿的打印工作。在此向他（她）们深表谢意。

本书的编写过程得到了南京工业大学教务处及机械与动力工程学院领导的关心、支持与指导，许多专家和工程技术界的朋友对本书的编写工作给予了热情的关心和支持，并提供了许多重要的技术资料。在此一并致以衷心的感谢。

由于科学技术的飞速发展，本书虽经多次审稿、定稿，但由于编者的水平有限，加之内容庞杂，涉及面宽，在内容取舍和文字编排方面仍难以尽善尽美，加之时间仓促，不妥及错误之处在所难免，诚望广大读者批评指正，编者衷心感谢。

编 者

2005 年于南京工业大学

内 容 提 要

本书概括性地阐述了现代过程工业中主要化学过程的基本知识，典型系列产品的制备原理、生产方法和工艺过程；并对其过程进行了物料、能量的衡算及设备设计计算。

本书内容丰富，素材翔实，不仅有详尽的理论，而且还列举了许多工业应用实例，具有很强的实践性，力求使读者能通过本书的学习，对我国现代过程工业有一个概括性的了解。全书共分16章。第1章概述了工业化学过程的特征及研究方法，第2、3、4章讲述了如何进行过程工业中的物料与能量的衡算，第5章至第7章分别讲述了现代过程工业中的基础无机工业，包括硫酸工业、碱工业、合成氨，第8章简要介绍了现代干法水泥工业的生产过程及有关物料和能量的衡算，第9章至第13章分别讲述了现代过程工业中的有机工业，包括石油炼制、烃类裂解、天然气转化、精细化工及医药工业，第14章叙述了工业水处理过程，第15章简要介绍了过程工业中“三废”的产业及其治理与综合利用方法，第16章介绍了过程工业的经济分析与环境评价。

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 工业化学过程的特征	1
1.1.1 过程工业	1
1.1.2 工业化学过程	1
1.2 工业化学过程的原料及产品	3
1.2.1 无机产品及原料	3
1.2.2 有机产品及原料	3
1.3 工业化学过程的分类	5
1.3.1 化学反应的分类	5
1.3.2 工业化学过程的分类	5
1.4 工业化学产品的开发过程	6
1.5 工业化学过程的系统优化	8
第 2 章 物料衡算	9
2.1 物料、能量衡算在工业化学过程研究中的作用	9
2.2 工业化学过程计算基础	10
2.2.1 过程工业生产中的主要操作变量	10
2.2.2 有关物料计算的基本概念	12
2.3 物料衡算	14
2.3.1 系统与环境	14
2.3.2 稳定过程与非稳定过程	15
2.3.3 物料平衡方程式	15
2.4 物料衡算的基本方法	16
2.4.1 系统的划分	16
2.4.2 计算基准及其选择	17
2.4.3 物料衡算的步骤	17
2.5 无化学反应过程的物料衡算	18
2.5.1 简单过程的物料衡算	18
2.5.2 有多个设备过程的物料衡算	20
2.6 有化学反应过程的物料衡算	21
2.6.1 反应转化率、选择性及收率等概念	21
2.6.2 一般反应过程的物料衡算	23
2.6.3 有平衡反应过程的物料衡算	25
2.7 带有循环、放空及旁路过程的物料衡算	27

2.7.1 循环过程的物料衡算	27
2.7.2 具有循环及排放过程的物料衡算	29
2.7.3 具有旁路过程的物料衡算	32
2.8 物料衡算过程的计算机化	33
习题	34
主要参考文献	35
第3章 能量衡算	36
3.1 能量平衡方程式	36
3.1.1 能量的形式	36
3.1.2 与能量衡算有关的重要物理量	37
3.2 能量衡算的基本方法及步骤	38
3.2.1 总能量衡算	38
3.2.2 热量衡算	41
3.2.3 机械能衡算	42
3.3 无化学反应过程的能量衡算	44
3.3.1 无相变的变温变压过程	45
3.3.2 相变过程的能量衡算	46
3.3.3 溶解与混合过程	47
3.4 化学反应过程的能量衡算	47
3.4.1 反应热及其表示	47
3.4.2 反应热的计算	48
3.4.3 化学反应过程的能量衡算	50
3.5 能量衡算过程的计算机化	54
习题	57
主要参考文献	58
第4章 物料和能量的联合衡算	59
4.1 稳定流动过程的物能联合衡算	59
4.1.1 物能联算的一般解法	59
4.1.2 独立方程数的决定	62
4.1.3 综合分析示例	65
4.2 不稳定过程的物料及能量衡算	72
4.2.1 不稳定过程的衡算方程	72
4.2.2 连续不稳定过程的物料衡算	73
4.2.3 连续不稳定过程的能量衡算	77
习题	80
主要参考文献	80
第5章 硫酸工业	81
5.1 概述	81
5.2 二氧化硫炉气的制备	82
5.2.1 硫铁矿焙烧	82

5.2.2 焙烧工艺流程和条件	84
5.3 炉气的净化与干燥	85
5.3.1 炉气的净化原则及净化指标	85
5.3.2 炉气除尘	85
5.3.3 炉气中氟、砷、硒和酸雾的清除	87
5.3.4 湿法净化流程	89
5.3.5 炉气的干燥	91
5.4 二氧化硫的催化氧化	92
5.4.1 基本原理	92
5.4.2 二氧化硫氧化催化剂与工艺条件	93
5.4.3 二氧化硫转化器及工艺流程	95
5.5 三氧化硫的吸收	97
5.5.1 三氧化硫吸收的基本原理	97
5.5.2 三氧化硫吸收的工艺流程	99
习题	99
主要参考文献	100
第6章 制碱工业	101
6.1 制碱工业方法简介	101
6.1.1 路布兰法生产纯碱	101
6.1.2 氨碱法生产纯碱	102
6.1.3 联碱法制取纯碱和氯化铵	102
6.2 氨碱法制纯碱	102
6.2.1 氨碱法生产的流程	102
6.2.2 石灰石煅烧与石灰乳制备	103
6.2.3 盐水精制与吸氨	105
6.2.4 氨盐水碳酸化	108
6.2.5 重碱过滤	110
6.2.6 重碱的煅烧	111
6.2.7 氨回收	113
6.2.8 氨碱法生产纯碱的总流程及特点	115
6.3 联碱法生产纯碱和氯化铵	116
6.3.1 联碱法工艺流程	117
6.3.2 联合生产纯碱和氯化铵的工艺条件	118
6.3.3 氯化铵的结晶与生产流程	119
6.4 电解法制烧碱	122
6.4.1 电解食盐水溶液的理论基础	122
6.4.2 隔膜法电解	123
6.4.3 离子交换膜法电解	126
6.4.4 液氯制造和盐酸合成	131
习题	132

主要参考文献	132
第7章 合成氨工业	134
7.1 概述	134
7.1.1 氨的性质和用途	134
7.1.2 合成氨的生产方法简介	134
7.2 合成氨原料气的制取	136
7.2.1 固体燃料气化法	136
7.2.2 烃类蒸气转化法	139
7.2.3 重油部分氧化法	142
7.3 合成氨原料气的净化	143
7.3.1 原料气的脱硫	143
7.3.2 一氧化碳的变换	143
7.3.3 二氧化碳的脱除	145
7.3.4 原料气的最终净化	145
7.4 氨的合成	146
7.4.1 氨合成反应的化学平衡	146
7.4.2 氨合成的反应机理和动力学方程	146
7.4.3 催化剂及氨合成的工艺条件	147
7.4.4 氨合成工艺流程	149
7.4.5 氨合成塔	150
7.5 氨合成系统基本的物料衡算和热量衡算	152
7.5.1 氨合成塔的物料衡算	152
7.5.2 合成塔的热量衡算	153
7.5.3 合成回路的物料衡算	154
习题	156
主要参考文献	157
第8章 水泥工业	158
8.1 原料预均化	158
8.1.1 预均化的基本原理	158
8.1.2 原料采用预均化技术的条件	159
8.2 生料的均化	159
8.2.1 间歇式生料均化库	159
8.2.2 连续式生料均化库	160
8.3 生料粉磨	161
8.3.1 生料磨系统	161
8.3.2 各种烘干粉磨系统的特性及其选用条件	161
8.3.3 烘干粉磨系统的调节控制原则	163
8.4 熟料煅烧过程的工艺衡算	163
8.4.1 水泥熟料的形成过程	163
8.4.2 水泥熟料形成热的计算	165

8.5 回转窑	172
8.5.1 回转窑的煅烧方法	172
8.5.2 回转窑内的燃料燃烧	173
8.5.3 回转窑的结构	175
8.6 悬浮预热窑	175
8.6.1 各种悬浮预热窑的特性	176
8.6.2 悬浮预热窑的结皮及其防止技术	176
8.7 预分解窑	178
8.7.1 工艺概要及生产流程	179
8.7.2 分解窑的类型与结构	179
8.7.3 分解窑的工作原理	180
8.8 熟料冷却机	181
8.8.1 冷却机的分类	181
8.8.2 算式冷却机	182
8.9 水泥粉磨	183
8.9.1 水泥粉磨系统	183
8.9.2 选粉机	184
8.9.3 水泥的冷却	184
习题	185
主要参考文献	185
第9章 石油炼制	186
9.1 石油的组成及物理性质	186
9.1.1 原油的烃组成	186
9.1.2 原油的非烃组成	186
9.1.3 石油及其馏分的物理性质	188
9.2 油品的主要类别	189
9.2.1 汽油	189
9.2.2 喷气燃料	190
9.2.3 柴油	191
9.2.4 燃料油	192
9.3 石油的蒸馏	192
9.4 重质油裂化	194
9.5 石油精炼	197
9.6 油品精制	201
9.7 炼油厂的类型及其工艺	205
9.7.1 燃料型炼油厂	205
9.7.2 燃料-润滑油型炼油厂	205
9.7.3 燃料-化工型炼油厂	206
9.8 炼油过程的物料与能量衡算	206
9.8.1 分离及反应过程中的物料衡算	206

9.8.2 管式加热炉的能量计算	207
9.8.3 热量的综合利用	208
习题	208
主要参考文献	208
第10章 烃类裂解	210
10.1 概述	210
10.2 烃类裂解过程的化学反应	210
10.3 烃类热裂解反应的动力学模型	211
10.3.1 动力学模型的构成	212
10.3.2 电子计算机模型的构成	214
10.3.3 实验	215
10.3.4 实验值与计算值的比较与分析	215
10.3.5 结论	217
10.4 裂解工艺过程参数	217
10.4.1 温度	217
10.4.2 压力	217
10.4.3 停留时间	218
10.5 裂解原料和产品分布	219
10.5.1 裂解原料	219
10.5.2 裂解产品	220
10.6 管式裂解炉	221
10.6.1 结构	221
10.6.2 反应管材料	221
10.6.3 炉型	221
10.7 裂解气的分离和精制	222
10.7.1 概述	222
10.7.2 深冷分离法	222
10.7.3 精馏塔	226
习题	227
主要参考文献	227
第11章 天然气转化	228
11.1 概述	228
11.2 甲烷转化过程原理	229
11.2.1 转化反应	229
11.2.2 平衡组成及计算	231
11.2.3 影响因素	231
11.2.4 过程析碳及其处理	232
11.2.5 转化催化剂	233
11.3 天然气转化方法	233
11.3.1 天然气转化制氢	233

11.3.2 天然气转化制合成气.....	234
11.4 天然气脱硫.....	236
11.4.1 钴-钼加氢转化有机硫	236
11.4.2 氧化锌脱硫.....	237
11.5 两段转化流程和设备.....	237
11.5.1 两段转化流程.....	237
11.5.2 一段转化炉.....	237
11.5.3 两段转化任务的分配.....	239
11.6 转化过程的物料及能量衡算.....	239
11.6.1 一段转化炉的物料计算.....	239
11.6.2 一段转化炉的热量计算.....	240
11.6.3 二段炉的物料与热量衡算.....	241
11.7 天然气的加工处理.....	241
习题.....	243
主要参考文献.....	243
第12章 精细化工	244
12.1 概论.....	244
12.2 精细化工的定义.....	244
12.3 精细化工的范畴和分类.....	244
12.4 染料	245
12.4.1 染料名称.....	245
12.4.2 染料分类.....	245
12.5 农药.....	247
12.6 涂料.....	248
12.7 颜料.....	249
12.8 表面活性剂.....	250
12.8.1 表面活性剂的种类.....	250
12.8.2 表面活性剂的合成技术.....	253
习题.....	258
主要参考文献.....	258
第13章 医药工业	259
13.1 概述.....	259
13.2 化学制药.....	259
13.2.1 概述.....	259
13.2.2 化学合成药物简介.....	259
13.2.3 药物工艺路线的设计选择与工艺研究.....	261
13.3 天然药物制药.....	262
13.3.1 概述.....	262
13.3.2 天然药物的各主要类型化学成分简介.....	263
13.3.3 天然药物制药.....	264

13.4 生物制药	266
13.4.1 概述	266
13.4.2 生物药物的特点	266
13.4.3 生物药物的分类与来源	266
13.4.4 生物制药工艺技术基础	267
13.4.5 生物制药工艺技术的发展	268
13.5 药物制剂	269
13.5.1 概述	269
13.5.2 药物剂型的分类	270
13.5.3 药物制剂的发展	270
13.5.4 片剂生产简介	271
习题	273
主要参考文献	274
第14章 工业水处理	275
14.1 工业用水的水质要求	275
14.1.1 锅炉用水	275
14.1.2 冷却用水	275
14.2 水的硬性及其软化方法	276
14.2.1 天然水的化学成分	276
14.2.2 天然水的硬性	277
14.2.3 水的软化	277
14.3 水处理化学药剂	278
14.3.1 阻垢剂及分散剂	278
14.3.2 缓蚀剂	279
14.3.3 杀生剂	280
14.3.4 清洗剂	280
14.3.5 钝化和预膜处理药剂	280
14.3.6 水处理药剂的选择	281
14.4 工业冷却水系统	282
14.4.1 冷却水的水质标准	282
14.4.2 水中沉积物的处理与控制	282
14.4.3 水中微生物的处理与控制	283
14.4.4 水系统中金属腐蚀的处理与控制	284
14.4.5 循环冷却水设备的清洗和预膜	284
14.5 工业冷却水处理的应用实例	285
习题	287
主要参考文献	288
第15章 过程工业的“三废”治理与综合利用	289
15.1 过程工业的“三废”来源和特点	289
15.1.1 过程工业废水的来源及特征	289

15.1.2	过程工业主要大气污染物的特征·····	289
15.1.3	过程工业固体废弃物的来源及其特征·····	289
15.2	过程工业的“三废”治理和综合利用·····	290
15.2.1	水体的污染源和污染物·····	290
15.2.2	过程工业废水的处理与利用·····	291
15.2.3	过程工业废气的治理与利用·····	302
15.2.4	过程工业固体废弃物的治理与利用·····	304
	习题·····	306
	主要参考文献·····	307
第 16 章	过程工业的经济分析与环境评价 ·····	308
16.1	过程工业的经济分析·····	308
16.1.1	成本估算·····	308
16.1.2	财务评价 ·····	309
16.1.3	不确定性分析及方案比较·····	311
16.1.4	国民经济评价·····	313
16.1.5	设计概算·····	314
16.2	工业过程的环境影响评价·····	315
16.2.1	环境影响评价的基本原则·····	315
16.2.2	环境影响评价的具体规定·····	316
16.2.3	环境影响评价的主要工作内容和工作程序·····	316
16.2.4	环境影响评价报告书的主要内容·····	316
16.3	工程项目可行性研究报告的基本要求与内容·····	321
16.3.1	工程建设项目可行性研究报告的基本要求·····	321
16.3.2	项目可行性研究报告的内容和深度·····	322
	参考文献·····	326

第 1 章 概 述

1.1 工业化学过程的特征

1.1.1 过程工业

工业的发展与进步,对提高人类生活质量起着十分巨大的作用,但同时也带来许多人类难以解决的问题,如工业生产带来的污染,即使投入大量的人力、物力,也常常难以得到好的解决,人类对环境保质保护重要性的认识,明显滞后于对发展生产重要性的认识。

工业种类繁多,也有许多分类方法,如重工业与轻工业之分,又如机械、建筑、电子、航空、化学等工业的区分,还有一般与先进工业的区别,以及绿色与非绿色工业的区分等。如果比较科学地从生产方式、扩大生产的方法以及生产时物质(物料)所经受的主要变化来分类,则工业生产可以分为过程工业与产品(生产)工业两大类。

过程工业(process industry)也称流程工业,它们由一系列单元操作设备通过管道组合成复杂系统,原料通过一定工艺流程,最终输出产品,它们具有连续运行的特征和工艺、设备、控制、操作、管理等多方面的共同规律,也有易燃、易爆、有毒和易发生事故的工业系统。过程工业包括化学工业、石油炼制、石油化工、天然气加工、污水处理、能源工业、冶金工业、建材水泥、核能工业、生物技术工业以及医药工业等,它包含了每个国家的大部分重工业,是一个国家发展生产和增强国防力量的基础。发展这类工业,需要应用现代技术和大量投资。具体地说,这类工业有下列特点:

- (1) 工业生产使用的原料,主要是自然资源;
- (2) 它的产品主要用作产品生产工业的原料;
- (3) 生产过程主要是连续生产;
- (4) 原料中的物质在生产过程中经过了许多化学变化和物理变化;
- (5) 产量的增加主要靠扩大工业生产规模来达到,或者说靠“放大生产规模”(Scale-up)来达到;
- (6) 这类工业一般说来,污染比较严重,治理比较困难,需要发展新的绿色生产过程,才能从根本上解决生产带来的污染问题。

随着经济全球化、市场迅速变化以及日趋激烈的国际竞争,过程工业面临越来越严峻的挑战:产品的生命周期越来越短;用户对产品质量、品种及价格的要求越来越高;日益严格的安全、环境要求等。因此过程工业需要在设计活动的全过程考虑,包括从市场分析、概念设计、详细设计到控制、操作以及产品和装置废弃等问题。只有充分运用信息技术、计算机技术、工程技术及现代管理理论和方法,改造企业的生产及经营模式,才能保持企业的生存和发展。

1.1.2 工业化学过程

工业化学过程的特点是以化学反应为中心,用化学方法和化学-物理方法对原料进行加工处理,通过物理变化和化学反应来制得化学产品、化工原料或其他化学加工产品。

所谓化学方法,就是根据化学反应原理,创造适当的条件,使原材料物质发生化学反

应, 改变其分子结构, 以制得新物质的方法。应用化学方法可以使价廉易得的物质转变为具有一定特性、价值较高的物质, 为人类创造更多的财富, 这就是化学方法在许多场合往往优越于其他方法的一种重要标志。例如, 人们使用随地可取的空气和水, 借助于某些燃料, 使用化学方法就可以制得宝贵的合成氨。经过进一步化学加工, 还可制得硝酸和硝酸铵。过程中的副产物二氧化碳还可以作为生产尿素的原料。

但是, 工业化学过程一般比较复杂, 在工业上实现化学变化的条件往往又比较苛刻, 所以用化学方法组织工业生产, 要求有较高的技术和装备。一般来说, 工业化学过程要求的原料比较纯净, 有一定的配料比, 要在适当的温度、压力和流动条件下进行。许多时候化学反应本身的反应速率很低, 需用催化剂加速, 并且反应往往不完全, 产品需分离、提纯, 未反应物需要回收利用。这样一来, 整个化学反应过程必然牵连着许多物理加工过程, 整个工业化学过程变得十分复杂, 实际上是采用一系列的化学、物理和化学-物理加工方法。这也是工业化学过程的一大特点。

例如, 在以天然气为原料的合成氨生产过程中, 原料气的制造和氨的合成均在数百度的高温下进行, 这就需要设置一些加热和换热设备, 高温传热技术在这里得到了广泛的应用。天然气转化在中压下进行, 氨的合成在高压下进行, 这就涉及到气体压缩及高压技术。在生产过程中还使用了多种催化剂, 催化技术在生产过程中起着重要的作用。氨合成反应受到化学平衡的限制, 反应产物中氨浓度不高, 需要从中分出产品和回收未反应物, 因而采用了冷凝分氨技术和循环反应操作。由此可见, 整个合成氨生产过程把流体输送 (包括压缩)、传热、传质和化学反应有机地结合起来, 充分体现了工业化学过程的综合性。

如何在工业上实现化学反应是工业化学过程的中心任务。这种过程不仅涉及化学反应的理论和规律, 而且涉及从实验室到工厂的整个化学、化学工艺和工程技术等实际问题, 这是一种相当复杂的综合过程。人们把一个化学产品或一个化工过程从实验室研究开始过渡到工业装置生产为止的全过程称为过程开发。过程开发一般是根据实验室的基础研究成果和有关的工程技术资料, 按照科学的方法, 寻求技术可靠、经济合理的途径制取产品或实现化学加工过程, 然后扩大试验, 评价和设计工业装置, 组织工业生产, 制得化工产品。这是组织工业生产所遵循的程序和方法。

在国民经济的各个部门中, 工业化学过程得到了广泛应用, 工业化学产品遍及工农业生产的各个部门和人民生产生活的各个领域, 诸如现代化农业需要的化学肥料、农药、杀虫剂、除莠剂、饲料添加剂和兽药等都是工业化学产品。工业部门中除了化学工业及石油化学工业本身需要的化工原料、催化剂及其他化学品以外, 矿山及油田开采需要的炸药、浮选剂和油井化学处理剂; 冶金和机械工业需要的助熔剂、浸取剂、酸洗剂和表面处理剂; 石油炼制需要的氢气、酸、碱和催化剂; 造纸工业用的烧碱、漂白剂和黏合剂; 林产工业需要的油漆、木材防腐树脂、涂料和黏合剂; 纺织工业需要的碱、洗涤剂、漂白剂、染料和树脂; 建筑业用的合成建筑材料; 以及食品加工业需要的冷冻剂和防腐添加剂等, 都是工业化学产品。此外, 许多人民日常生活品, 如化妆品、药品、肥皂、牙膏、洗涤剂、消毒剂等也都属于工业化学产品。可以说, 在当今世界上人民生产生活的各个方面——衣、食、住、行、卫生、通讯、娱乐和安全保卫等都离不开工业化学产品。

工业化学产品的多样性导致化学加工过程的广泛性、多样和复杂性, 这给工业化学过程的研究增加了一定的困难。然而, 在千差万别的工业化学加工方法之中仍然有其基本的规律和共同性, 抓住这些共性, 就能掌握工业化学生产过程的要领, 这是工业化学过程研究的基