

# 化学工艺学

浙江大学等 编

高等教育出版社

北京 2001.7

## 内容简介

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果,是面向 21 世纪课程教材。

本书着重在教材框架的重新构造、教学内容的推陈出新,并以反应单元为主线组织编写,将相关专业的课程内容有机地结合在一起。每个反应单元选用 2~3 个典型产品。为强化学生的化学工艺意识,还安排了专题讨论课。

全书共八章,第一章绪论、第二章化工资源及其初步加工、第三章通用反应单元工艺、第四章无机化工反应单元工艺、第五章有机化工反应单元工艺、第六章煤化工反应单元工艺、第七章精细化工反应单元工艺、第八章高分子化工反应单元工艺等。

本书由浙江大学、华东理工大学编,黄仲九、房鼎业主编,由黄仲涛、陈五平两位教授主审。

本书可用作化学工程与工艺专业本科生教材,也可用作化学工程各学科研究生及从事化工设计和研究的科技人员的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

化学工艺学/浙江大学等编. —北京:高等教育出版社,  
2001.7

高等学校教材

ISBN 7 - 04 - 009330 - 8

. 化... . 浙... . 化学反应工程 - 高等学校 - 教材 . TQ03

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 01139 号

化学工艺学

浙江大学 华东理工大学 编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010 - 64054588

传 真 010 - 64014048

网 址 [http:// www.hep.edu.cn](http://www.hep.edu.cn)

[http:// www.hep.com.cn](http://www.hep.com.cn)

经 销 新华书店北京发行所

印 刷

开 本 787 × 960 1/16

版 次 年 月第 版

印 张 47.5

印 次 年 月第 次印刷

字 数 890 000

定 价 39.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

责任编辑 王蕙  
封面设计 张楠  
责任绘图 朱静 郝玲及社外  
版式设计 周顺银  
责任校对 陈荣  
责任印制

# 序

《化工类专业人才培养方案及教学内容体系改革的研究与实践》为教育部(原国家教委)“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的 03 - 31 项目,于 1996 年 6 月立项进行。本项目牵头单位为天津大学,主持单位为华东理工大学、浙江大学、北京化工大学,参加单位为大连理工大学、四川大学、华南理工大学等。

项目组以邓小平同志提出的“教育要面向现代化,面向世界,面向未来”为指针,认真学习国家关于教育工作的各项方针、政策,在广泛调查研究的基础上,分析了国内外化工高等教育的现状、存在问题和未来发展。四年多来项目组共召开了由 7 校化工学院、系领导亲自参加的 10 次全体会议进行交流,形成了一个化工专业教育改革的总体方案,主要包括:

- 制定《高等教育面向 21 世纪“化学工程与工艺”专业人才培养方案》;
- 组织编写高等教育面向 21 世纪化工专业课与选修课系列教材;
- 建设化工专业实验、设计、实习样板基地;
- 开发与使用现代化教学手段。

《高等教育面向 21 世纪“化学工程与工艺”专业人才培养方案》从转变传统教育思想出发,拓宽专业范围,包括了过去的各类化工专业,以培养学生的素质、拓宽知识与提高能力为目标,重组课程体系。在加强基础理论与实践环节的同时,增加人文社科课和选修课的比例,适当削减专业课分量,并强调采取启发性教学与使用现代化教学手段,从而可以较大幅度地减少授课时数,以增加学生自学与自由探讨的时间,这就有利于逐步树立学生勇于思考与走向创新的精神。项目组所在各校对培养方案进行了初步试行与教学试点,结果表明是可行的,并收到了良好效果。

化学工程与工艺专业教育改革总体方案的另一主要内容是组织编写高等教育面向 21 世纪课程教材。高质量的教材是培养高素质人才的重要基础。项目组要求教材作者以教改精神为指导,力求新教材从认识规律出发,阐述本门课程的基本理论与应用及其现代进展,并采用现代化教学手段,做到新体系、厚基础、重实践、易自学、引思考。每门教材采取自由申请及择优选定的原则。项目组拟定了比较严格的项目申请书,包括对本门课程目前国内外教材的评述、拟编写教材的特点、配合的现代教学手段(例如提供教师在课堂上使用的多媒体教学软

件,附于教材的辅助学生自学用的光盘等)、教材编写大纲以及交稿日期。申请书在项目组各校评审,经项目组会议择优选取立项,并适时对样章在各校同行中进行评议。全书编写完成后,经专家审定是否符合高等教育面向 21 世纪课程教材的要求。项目组、教学指导委员会、出版社签署意见后,报教育部审批,批准方可正式出版。

项目组按此程序组织编写了一套化学工程与工艺专业高等教育面向 21 世纪课程教材,共计 25 种,将陆续推荐出版,其中包括专业课教材、选修课教材、实验课教材、设计课教材以及计算机仿真实验与仿真实习教材等。本书就是其中的一种。

按教育部要求,本套教材在内容和体系上体现创新精神、注重拓宽基础、强调能力的培养,力求适应高等教育面向 21 世纪人才培养的需要,但由于受到我们目前对教学改革的研究深度和认识水平所限,仍然会有不妥之处,尚请广大读者予以指正。

化学工程与工艺专业的教学改革是一项长期的任务,本项目的全部工作仅仅是一个开端。作为项目组的总负责人,我衷心地对多年来给予本项目大力支持各校和为本项目贡献力量的人们表示最诚挚的敬意!

中国科学院院士、天津大学教授

余国琮

2000 年 4 月于天津

# 前 言

本书根据教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的《化工类专业人才培养方案及教学内容体系改革的研究与实践》项目组审定的教学基本要求编写,是面向 21 世纪课程教材。

新设立的化学工程与工艺专业,覆盖了现有的化学工程、化工工艺、高分子化工、精细化工、生物化工(部分)、工业分析、电化学工程和工业催化等专业,几乎包括化学工业的各个领域,还与诸如能源、环境、冶金、材料、轻工、卫生、信息等工业及技术部门有着密切的联系。作为一门专业基础课,本书应向学生清晰地反映上述的实际情况,以期学生离开学校,走上工作岗位时就能适应我国高速增长的经济建设和蓬勃发展的科学事业的需要。

本书以反应单元工艺为主线组织编写,每个反应单元工艺选择 2~3 个典型产品。化学反应单元数远比化工产品数少,常用的也只有 20~30 个。讲授时,教学弹性很大,学时充裕时,可多讲几个反应单元或典型产品。学时不多时,可少讲几个反应单元或典型产品。由于同一反应单元有不少共性,学了几个典型产品后,还有触类旁通的作用。在实际生产中,反应单元仅是生产中的一个环节,为反映生产全貌,本书除重点讲述相关的反应单元外,还扼要介绍产品生产全过程。此外,本书对诸如工艺流程组织、设备选型、环保和节能等化工工艺中的关键问题组织学生进行专题讨论,以强化学生的化工工艺意识。

本书拟定为 5 学分(85 学时),待专门化课程开设后,将有可能重复的反应单元工艺教材内容少讲或不讲,此时,学分数可降至 4 或 4 以下。

全书共 8 章,由黄仲九、房鼎业担任主编。参加编写的有:浙江大学的黄仲九(第 1,2,3,5 章)、杨健(第 7 章)、李宝芳(第 8 章),华东理工大学的房鼎业(第 4 章)、沙兴中(第 6 章)。由华南理工大学黄仲涛教授和大连理工大学陈五平教授担任主审。

在本书撰写过程中,得到项目组余国琮院士的热情关怀和指导。高等教育出版社与浙江大学教务处十分关心稿件的质量和进度,并出资帮助编者顺利地完成了稿件的撰写工作,两校的化工学院鼎力相助,两校有关专家和教授为初稿提出了不少宝贵的意见和建议。在此,我们表示深切的谢意。

由于我们编写工艺学教科书缺乏经验,缺点和错误一定不少,殷切希望各兄弟院校提出宝贵意见和建议,以便在本书修订时补充和改进。

编者

2000 年 4 月

# 目 录

<b>1</b>	绪论 .....	(1)
	一、化学工业的范围和分类 .....	(1)
	二、化学工业的现状和发展方向 .....	(4)
	三、化学工艺学与化学工业的关系 .....	(9)
<b>2</b>	化工资源及其初步加工 .....	(12)
2 - 1	化学矿 .....	(12)
2 - 2	煤炭 .....	(14)
	一、煤的种类和特征 .....	(14)
	二、煤的化学组成和分子结构 .....	(16)
	三、腐植煤的生成过程及其岩相组成 .....	(16)
	四、洗煤和煤的储存 .....	(21)
	五、煤炭的综合利用 .....	(23)
2 - 3	石油 .....	(25)
	一、石油的性质、组成和分类 .....	(26)
	二、原油的预处理和常减压蒸馏 .....	(28)
	三、催化裂化和加氢裂化 .....	(33)
	四、催化重整和芳烃抽提 .....	(39)
	五、延迟焦化 .....	(44)
2 - 4	天然气 .....	(46)
	一、天然气的分类和组成 .....	(46)
	二、天然气的初步加工 .....	(47)
	三、天然气的化工利用 .....	(48)
2 - 5	其他化工资源 .....	(49)
	一、农林副产品的综合利用 .....	(49)
	二、海洋化工资源 .....	(51)
	习题 .....	(51)
	参考文献 .....	(51)
<b>3</b>	通用反应单元工艺 .....	(52)
3 - 1	氧化 .....	(52)
	一、概述 .....	(52)
	二、二氧化硫催化氧化制硫酸 .....	(57)
	三、氨催化氧化制硝酸 .....	(75)

四、乙烯环氧化制环氧乙烷 .....	(97)
五、丙烯氨氧化(氧化偶联)制丙烯腈 .....	(113)
六、其他重要氧化工艺简介 .....	(141)
讨论课一:工艺流程的组织 .....	(154)
3 - 2 氢化和脱氢 .....	(154)
一、概述 .....	(155)
二、氢的来源 .....	(158)
三、氮加氢制合成氨 .....	(161)
四、苯加氢制环己烷 .....	(181)
五、乙苯脱氢制苯乙烯 .....	(187)
六、正丁烯氧化脱氢制丁二烯 .....	(208)
3 - 3 电解 .....	(219)
一、基本概念 .....	(220)
二、电解过程中的副反应 .....	(223)
三、食盐水电解制氯气和烧碱 .....	(224)
四、其他重要电解过程 .....	(238)
讨论课二:化工生产的三废治理 .....	(245)
习题 .....	(246)
参考文献 .....	(246)
<b>4 无机化工反应单元工艺 .....</b>	<b>(247)</b>
4 - 1 焙烧、煅烧与烧结 .....	(248)
一、焙烧 .....	(249)
二、煅烧 .....	(260)
三、烧结 .....	(267)
4 - 2 浸取 .....	(268)
一、浸取的工业应用 .....	(268)
二、浸取设备 .....	(273)
三、硫酸浸取磷矿制磷酸 .....	(277)
四、钾石盐溶浸 - 结晶法生产氯化钾 .....	(286)
五、明矾石用氨浸法制钾氮混肥 .....	(289)
4 - 3 复分解 .....	(292)
一、复分解反应过程原理与工业应用 .....	(292)
二、复分解法生产硝酸钾 .....	(294)
三、复分解法生产硫酸钾 .....	(295)
四、其他复分解反应过程 .....	(297)
习题 .....	(299)
参考文献 .....	(299)

---

<b>5</b>	<b>有机化工反应单元工艺</b> .....	(300)
5 - 1	炔类热裂解 .....	(300)
一、	概述 .....	(300)
二、	炔类热裂解原理 .....	(303)
三、	由炔类热裂解制低级烯烃和芳烃 .....	(310)
四、	乙烯工厂能量的合理利用 .....	(325)
五、	由甲烷部分氧化制乙炔 .....	(330)
5 - 2	氯化 .....	(334)
一、	概述 .....	(335)
二、	乙烯氧氯化制氯乙烯 .....	(341)
三、	环氧氯丙烷的合成 .....	(351)
5 - 3	烷基化 .....	(361)
一、	由异丁烷和烯烃合成烷基化汽油 .....	(362)
二、	甲基叔丁基醚的合成 .....	(371)
三、	乙苯的合成 .....	(376)
5 - 4	水解和水合 .....	(383)
一、	概述 .....	(383)
二、	油脂水解制甘油和脂肪酸 .....	(385)
三、	乙烯水合制乙醇 .....	(387)
四、	环氧乙烷水合制乙二醇 .....	(393)
5 - 5	羰基合成 .....	(402)
一、	概述 .....	(402)
二、	丁醇和辛醇的合成 .....	(404)
三、	甲醇低压羰基化制醋酸 .....	(418)
四、	羰基化技术新进展 .....	(423)
	讨论课三: 各类裂解炉 .....	(424)
	习题 .....	(424)
	参考文献 .....	(424)
<b>6</b>	<b>煤化工反应单元工艺</b> .....	(426)
6 - 1	煤的干馏 .....	(426)
一、	煤的热分解 .....	(426)
二、	煤的低温干馏 .....	(431)
三、	煤的高温干馏 .....	(434)
四、	焦化产品的回收和加工 .....	(442)
6 - 2	煤的气化 .....	(457)
一、	煤气化原理 .....	(457)
二、	煤气化工艺 .....	(464)

三、其他煤气化方法概述 .....	(488)
四、煤气化技术的应用 .....	(488)
6 - 3 煤的液化 .....	(493)
一、煤的直接液化 .....	(493)
二、煤的间接液化 .....	(503)
6 - 4 煤化产品的深度加工 .....	(512)
一、炼焦煤气的分离和利用 .....	(512)
二、煤焦油的深度加工 .....	(514)
三、煤的炭素制品 .....	(524)
四、电石生产 .....	(528)
习题 .....	(534)
参考文献 .....	(534)
<b>7 精细化工反应单元工艺 .....</b>	<b>(535)</b>
7 - 1 概述 .....	(535)
一、精细化工的定义 .....	(535)
二、国外精细化工概况 .....	(536)
三、国内精细化工概况 .....	(537)
四、精细化工的特点 .....	(539)
五、精细化工中的新技术 .....	(541)
六、精细化工的发展趋势 .....	(543)
7 - 2 磺化 .....	(545)
一、概述 .....	(545)
二、磺化剂和主要磺化法 .....	(545)
三、磺化反应特点及副反应 .....	(547)
四、磺化反应的影响因素 .....	(548)
五、磺化产物的分离 .....	(550)
六、磺化物的分析 .....	(550)
七、苯、萘及其衍生物的磺化 .....	(551)
八、磺化反应器 .....	(553)
九、磺化反应工业实例——烷基苯磺酸钠的生产 .....	(555)
7 - 3 硝化 .....	(556)
一、概述 .....	(556)
二、硝化剂及硝化方法分类 .....	(557)
三、硝化过程 .....	(564)
四、芳烃的硝化 .....	(566)
五、硝化反应器 .....	(569)
六、硝化反应实例——硝基苯的生产 .....	(570)

7 - 4	重氮化和偶合反应 .....	(573)
一、	重氮化和重氮化合物 .....	(573)
二、	偶合和偶氮化合物 .....	(577)
三、	重氮盐和偶合反应的工业实例——永固黄 2G 的制备 .....	(585)
7 - 5	酯化反应 .....	(587)
一、	概述 .....	(587)
二、	几种主要的酯化反应 .....	(588)
三、	酯化反应工艺 .....	(597)
四、	酯化反应的分析 .....	(598)
五、	酯化反应工业实例——非酸性催化剂法生产 DOP .....	(600)
7 - 6	胺化反应 .....	(601)
一、	还原胺化 .....	(601)
二、	氨解胺化 .....	(606)
三、	胺类的分析方法 .....	(611)
四、	还原胺化反应的工业实例——硝基化合物的加氢还原 .....	(612)
7 - 7	缩合反应 .....	(615)
一、	羰—羰缩合 .....	(615)
二、	羰—酯缩合 .....	(618)
三、	酯—酯缩合 .....	(623)
四、	缩合反应的合成例子——香豆素的合成 .....	(625)
五、	缩合反应的工业实例——4 - 甲基香豆素的制备 .....	(626)
	习题 .....	(627)
	参考文献 .....	(627)
<b>8</b>	<b>高分子化工反应单元工艺 .....</b>	<b>(628)</b>
8 - 1	绪论 .....	(628)
一、	引言 .....	(628)
二、	高分子的基本概念 .....	(628)
三、	聚合物的命名与分类 .....	(630)
四、	高分子材料的制备 .....	(635)
五、	高分子材料的发展 .....	(638)
8 - 2	聚合原理 .....	(639)
一、	连锁聚合 .....	(639)
二、	逐步聚合 .....	(662)
8 - 3	聚合物的改性 .....	(672)
一、	聚合物的结构与性能 .....	(672)
二、	聚合物的改性 .....	(677)
8 - 4	聚合反应实施方法 .....	(682)

---

一、自由基聚合方法 .....	(683)
二、缩聚方法 .....	(694)
8 - 5 高分子合成工艺 .....	(698)
一、聚氯乙烯(PVC) .....	(698)
二、聚乙烯(PE) .....	(703)
三、聚苯乙烯(PS) .....	(709)
四、聚酯纤维 .....	(714)
五、聚酰胺 .....	(719)
六、丁苯橡胶 .....	(722)
七、顺丁橡胶 .....	(724)
讨论课四: 21 世纪新材料的合成 .....	(726)
习题.....	(727)
参考文献 .....	(729)
专用名词索引 .....	(730)



# 绪 论

## 一、化学工业的范围和分类

化学工业是借助化学反应使原料的组成或结构发生变化,从而制得化工产品的工业部门。

用作化工生产的原料,称为化工原料,可以来自自然界,也可以人工合成。例如,由食盐生产纯碱、烧碱、氯气和盐酸;由硫铁矿生产硫酸;由煤或焦炭生产合成氨、硝酸、乙炔和芳烃;由石油和天然气生产低级烯烃、芳烃、乙炔、甲醇和合成气( $\text{CO} + \text{H}_2$ );由淀粉或糖蜜生产酒精、丙酮和丁醇等。其中,硫酸、盐酸、硝酸、烧碱、纯碱和合成氨等无机物,合成气、乙炔、乙烯、丙烯、丁烯(丁二烯)、苯、甲苯、二甲苯、萘、苯酚和醋酸等有机物,经各种反应途径,可衍生出成千上万种无机或有机化工产品、高分子化工产品和精细化工产品,故又将它们称之为基础化工原料。

由基础化工原料制得的结构简单的小分子化工产品称作一般化工原料。例如,各种无机盐和无机化学肥料,各种有机酸及其盐类、醇、酮、醛和酯等。它们可直接作商品出售,例如氧化铁红( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )、锌钡白(俗称立德粉,是硫化锌和硫酸钡的混合物)等无机盐用作颜料和染料,氟里昂(Freon,甲烷和乙烷的氟、氯或溴代化合物)用作制冷剂和气雾剂,丙烯酸酯用作建筑用涂料原料,氯化石蜡用作阻燃材料,丙酮用作工业溶剂等。也可作为原料继续参与化学反应制造大分子或高分子化合物,例如各种有机染料和颜料、医药、农药、合成橡胶、塑料、化学纤维等。

由基础化工原料或(和)一般化工原料合成的大分子或高分子化合物,开始的目的产物是仿造天然产品。例如,由异戊二烯合成天然橡胶,由巨环酮或内酯合成人造麝香,由糠醛合成人造香精等。随着工农业生产的发展和人民生活水平的提高,仿制产品在数量、品种和质量上已远远满足不了市场的需要。为此,

现在的合成重点已放在制取自然界没有的,性能更为优异和奇特的新型合成产品上,例如强度高、耐高温、防腐蚀的无机材料,新型工业塑料,合成橡胶,化学纤维,各种高效、无毒、无副作用的药物等。

除利用一般的无机和有机反应外,工业上还可通过生化反应来生产化工产品。这一类产品统称生化制品。例如利用微生物发酵和生物酶催化(又称酶促),可以制得乙醇、丙酮、丁醇、柠檬酸、谷氨酸、丙烯酰胺、各类抗生素药物、人造蛋白质、油脂、调味剂(如味精等)、食品添加剂和加酶洗涤剂等。随着科学技术的发展,利用生化反应制取的有机化工产品将愈来愈多。

到目前为止,已发现和人工合成的无机和有机化合物品种在 2000 万种以上,被人们利用作为商品出售的有 8 万余种,而与工农业生产、国防建设和人们日常生活密切相关的产品仅 4000 种左右,其中有的产品产量(吨位)极大,年产亿吨以上的就有硫酸、化肥和塑料等。有的则很小,每年仅需几吨甚至几千克,例如染料,医药中的抗生素、干扰素等。

为了研究、开发和生产化工产品,管理好化工企业,常从学科(化学反应类型)和行业管理角度划分化学工业的范围。

按学科分类,在历史上曾将化学工业划分为无机和有机化学工业两个部门。随着科学技术的发展,近年来化学工业已细分为无机化工、有机化工、高分子化工、精细化工和生物化工等工业部门。

无机化工常指利用无机化学反应生产化工产品的工业部门。例如各类无机酸、无机碱、无机盐、无机肥料、电化学产品和稀有元素等的制造。

有机化工常指生产有机小分子化合物的工业部门。进行的主要反应有裂解、氧化还原、加氢 - 脱氢、水解 - 水合和羰基化等。产品有低级烯烃、醇、酸、酯和芳烃等。

高分子化学工业是利用聚合和缩聚反应,生产高分子化合物(相对分子质量几千到几百万)的工业部门,其常见的产品有合成橡胶、塑料、化学纤维和其他各类高分子树脂等。

精细化工产品常指具有特定功能和特定用途、生产数量小、生产技术较复杂和产品质量要求甚高的一类化工产品。由于产品附加值高,颇受人们青睐。利用的主要反应有硝化、磺化和重氮化等。产品种类有:医药、农药、染料、颜料、涂料、表面活性剂、添加剂、炸药、助剂和溶剂、催化剂等。

生物化工是利用生物化学反应制取生化制品的工业部门。主要反应有微生物发酵和酶催化。产品类别有:医用和农用抗生素、有机溶剂、调味剂和食品添加剂等。

在这里要说明一点的是,精细化工与有机化工、高分子化工和生物化工之间,不存在鲜明的界限。例如某些小分子有机物既可视作精细化学品,又可视作

有机化工产品;精细化工产品中的涂料,和分子化工产品一样,也是经聚合或缩聚反应制得,相对分子质量也十分巨大(从几千到几万);生物化工中的某些生化制品则常被列为精细化工产品。

在化学工业的发展史上,更重视按行业划分的方法。例如,根据化学工业的定义,曾将冶金、石油炼制、制酸和碱、制皂、制革、造纸、硅酸盐、酿造食品、塑料、橡胶、纺织、氯碱、炸药等行业划为化学工业范围。随着国民经济的发展,上述行业中的冶金、纺织由于其在国民经济中的重要性而曾经单独设部,成为原冶金部和纺织部。为了行业管理方便,将制革、制皂、酿造食品和造纸归入原轻工部,将硅酸盐归入建材部等。

现在,中国对化学工业的范围有广义和狭义两种划分方法。广义划分法不受现行管理体制的限制,将化工产品划分为 19 大类。狭义划分法参照历史状况和沿用习惯,按照现行管理体制,将化学工业划分为 20 个行业。具体划分内容见表 1 - 1。

表 1 - 1 中国化学工业范围的划分

序号	按 产 品 划 分	按 行 业 划 分
1	化学矿	化学肥料
2	无机化工原料	化学农药
3	有机化工原料	煤化工
4	化学肥料	石油化工
5	农药	化学矿
6	高分子聚合物	酸、碱
7	涂料和颜料	无机盐
8	染料	有机化工原料
9	信息用化学品*	合成树脂和塑料
10	试剂	合成橡胶
11	食品和饲料添加剂	合成纤维单体
12	合成产品	感光材料和磁性记录材料
13	日用化学品	染料和中间体
14	粘合剂	涂料和颜料
15	橡胶和橡塑制品	化工新型材料
16	催化剂和各种助剂	橡胶制品
17	火工产品	化学医药
18	其他化学产品(包括炼焦和林产化学品)	化学试剂
19	化工机械	催化剂、溶剂和助剂
20	——	化工机械

\* 信息用化学品是指能接受电磁波信息的化学制品,如感光材料,紫外、红外、X光等射线材料和接受这类波的磁性材料、记录磁带、磁盘等。

世界各国对化学工业范围的划分不尽相同,例如美国按产品划分为 13 类,日本则按行业划分为 42 类。中国在 1998 年将原石油部、石油化工总公司和化

学工业部合并,成立从属于国家经济贸易委员会的石油和化学工业局,估计在不久的将来可能会对表 1 - 1 的划分内容作出相应的调整。

## 二、化学工业的现状和发展方向

由上述对化学工业范围的划分中,我们不难看出,化学工业是一个多品种、多行业、服务面广、配套性强的工业部门。据统计,化学工业部门的产品有约 60% 用于基础工业和交通运输业,30% 用于农业和轻工业,10% 用于建筑材料等其他工业部门。由于产品的经济效益好,需求量大,世界各国都以较快的速度发展化学工业。在美、日、德、英、法、意及原苏联等化学工业发达的国家,化工生产总值一般占国民生产总值(GDP)的 5% ~ 7%;占工业总产值的 7% ~ 10%,在各工业部门列 2 ~ 4 位。化学工业的发展速度长期以来亦是超前于工业平均增长速率的,其速度比值在 20 世纪 60 年代为 1.41 1,在 70 年代为 1.22 1,在 80 年代前 5 年为 1.65 1;后 5 年为 1.22 1。进入 90 年代,世界经济走入缓慢增长期,但化学工业的增长仍超过国民经济增长速度。例如,1993 年美、英两国国民经济增长率分别为 2% 和 1.5%,而它们的化学工业增长率则分别为 4% 和 2.7%。但是世界上化学工业的发展是不平衡的,近十年来,亚太、拉美地区发展速度明显高于西欧和一些工业发达国家,据估计在 90 年代亚太地区化学工业的增长速度将达到 7%,拉美地区将达到 5%,而西欧和北美地区则小于 3%。

20 世纪 90 年代以来,由于世界经济全球化、技术更新周期日益缩短以及全球商业竞争的日趋激烈,促使世界化学工业进行结构大调整。目的是通过资产重组、调整产品结构和优化生产要素,力求形成核心产品并扩大市场占有率,为争夺在 21 世纪竞争中的战略优势打好基础。现在,西方发达国家已将化学工业划分为以通用化学品为主和以高附加值产品为主的两大部类。前者的重点是开发,通过工艺过程和催化剂的开发不断降低生产成本;后者重点是研制,通过研究、发明和开发,不断推出新的具有附加值优势的产品。为此,它们对原有企业进行资产重组,例如 ICI 公司售出基础(通用)化学品事业,同时收购了 Umilerer 公司的专用化学品事业,出售价高达 30 ~ 40 亿美元,收购价高达 80 亿美元。亚洲等众多的发展中国家,也正在进行资产重组,以期增强实力,巩固和加强有竞争能力的产品在市场上的占有率。由于有资源、劳动力和市场这三大优势,资产重组中也吸引了不少外国大公司参加;围绕技术更新和各大化工公司的技术优势,采取合资、合作、战略联盟和兼并等方式进行调整改组,也是当今化学工业结构调整中的重要内容。例如,壳牌和蒙特爱迪生公司在聚烯烃方面联合成立世界最大的聚烯烃公司——蒙特尔公司,日本三菱油化和三菱化成合并成立三菱化学公司等;与此同时世界各大企业(公司)都在进行内部结构调整和重组,精简机构,减少管理层次,减员增效,优化企业组织结构,提高企业经营效率;自 1997

年下半年爆发亚洲金融危机以来,由于受害国家资金短缺,欧美大公司趁机大量收购亚洲部分化工企业和装置,以加快其全球化经营的战略步骤。上述化学工业的种种调整措施,目的在于提高自身的竞争力,追求长期、稳定的高额垄断利润。

20世纪90年代以来,化工产品的生产能力和化工技术研究开发也取得了长足的进步。化工企业重视规模经营、集约化和综合利用以期取得最大利润;化工产品讲究多品种、高质量、功能化和差别化;化工新材料也不断研制出来,例如各种高强度、低质量、耐高温,具有特殊光学或电学性能的塑料、陶瓷、纤维、环氧树脂和金属之类的复合材料等,它们大多已能进行工业化生产;超细微技术在工业上已得到广泛应用;利用生物技术生产肥料、医药、农药、化工产品已实现工业化,生物酶催化聚合可生物降解塑料已进入试生产阶段;无铅汽油已在全世界得到广泛使用;洁净煤技术[例如煤气化联合循环发电(IGCC)技术]已进入工业实施阶段;高温超导材料已趋实用化;纳米材料(例如纳米陶瓷、纳米铜和纳米碳管等)不断发展;无机膜(如陶瓷膜等)有望用于天然气分离等。表1-2列出2000年世界主要化工产品的需求预测。

表 1 - 2 2000 年世界主要化工产品需求预测

品 种	需求量/ 万吨	品 种	需求量/ 万吨
化肥	18 000 ~ 19 000	丙烯	5 000
农药	约 320 亿美元	丁二烯	750
硫酸	20 000	苯	3 170
烧碱	5 400	塑料	14 500
纯碱	4 000	合成纤维	2 030
乙烯	8 800	合成橡胶	1 158

建国以来,中国的化学工业也取得了举世瞩目的成绩。在1953~1990年期间化学工业的年平均增长率为14.1%,大大超过同期国民生产总值的年平均增长率。在20世纪80年代前化学工业的发展重点是基本无机化工原料、化肥和农药,在80年代后发展重点转向有机化工原料及合成材料。进入90年代后,中国化学工业近五年的增长速度平均约为9%。中国台湾省近十年来,化学工业的发展也相当迅速,其中尤以石油化工发展最快,已成为东南亚塑料、橡胶及其制品的重要供应基地(1990年进出口顺差已达20亿美元以上)。中国现有县级以上化工企业7000多个,职工350万人,能生产4.5万种化工产品,已建成比较完整的化工生产体系。上海、南京、青岛、北京、天津、大连、沈阳、吉林和兰州等城市的化学工业比较发达,化学工业产值约占全国化学工业总产值的30%以上。自1961年在兰州建成第一套乙烯装置(生产能力为5000吨/年)以来,中国的石油化工得到了巨大的发展,1997年中国的乙烯产量已达359万吨,已建成