

石油化工概论

(第二版)

邬国英 李为民 单玉华 主编

中国石化出版社

石油化工概论

(第二版)

邬国英 李为民 单玉华 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书全面概述了石油和油品的基本知识、石油馏分的催化加工,介绍了石油化学工业中有机化工产品、精细石油化学品以及三大高分子合成材料的生产原理、工艺过程、性能和用途,结合当代石化工业发展的特点,简介了石油化工领域里的生物技术。

本书为高等院校相关专业的教材,也是一本普及性的石油化学工业读物,可供炼油、石油化工企业的生产管理人员参考,还可满足高级职业技术人才工程继续教育的需要。

图书在版编目(CIP)数据

石油化工概论(第二版)/邬国英,李为民,单玉华主编.
—北京:中国石化出版社,2006
ISBN 7-80043-923-2

I.石… II.①邬… ②李… ③单… III.石油化工-概论
IV.TE65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 159615 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

北京大地印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 16 开本 19 印张 474 千字

2006 年 1 月第 2 版 2006 年 1 月第 3 次印刷

定价:35.00 元

第二版前言

《石油化工概论》第一版在 2000 年 3 月出版发行，至今已有五年多了。在此期间，我国石油化学工业有了长足的进步，乙烯、合成树脂、合成纤维等大宗石化产品的生产能力现已跃居世界前十位。迅速发展的石化工业在我国国民经济和社会发展中的地位可谓举足轻重，石油及其中下游工业领域日益扩大。近年来石油化工及其相关工程科学领域的新产品、新材料、新工艺不断涌现。作为介绍石油化工基础知识和行业科学技术进步的《石油化工概论》一书，社会适应面在不断拓宽。为满足高等院校石油化工类专业教学、高级职业技术人才工程继续教育以及希望了解石油化工的科技人才的需要，在兄弟院校、行业及社会阶层的大力支持下，本书进行再版。

在中国石化出版社的统筹下，根据几年来我院、兄弟院校的教学和使用情况，吸取各方面的意见，本书在再版前进行了修改，部分内容进行了删节和补充。如补充了近年来石化工业中科学技术的最新动态，按照与国际接轨的新标准对相关内容进行了修改，等等。在充实了一些新信息的同时，第二版内容对原来的第七章环境保护工程进行了较大的改动，内容进行了取舍，保留内容分别贯穿到有关各章节中。

参加本书第二版编写工作的人员：第一章由邬国英编写，第二章由邬国英、周国平编写，第三章由林西平编写，第四章由李为民、杨基和编写，第五章由单玉华、邬国英编写，第六章由李为民编写。全书由邬国英、林西平统一审定。书中不妥和错误之处在所难免，诚望专家和读者指教。

编 者

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 石油化学工业发展概况	(1)
一、石油化学工业概貌	(1)
二、石油化工发展简史	(3)
三、世界石油化工的发展现状	(4)
四、石油化工发展的趋势和特点	(8)
五、我国的石油化工发展概况	(10)
第二节 石油化工在国民经济中的作用	(13)
一、石化与农业的关系	(13)
二、石化与汽车工业发展的关系	(14)
三、石化与建筑业发展的关系	(15)
四、石化与机械电子行业的关系	(16)
思考题	(16)
第二章 石油和油品	(17)
第一节 石油的化学组成	(17)
一、石油的性质	(17)
二、石油的元素组成	(17)
三、石油的馏分组成	(17)
四、石油的烃类组成	(18)
五、石油中的非烃化合物	(18)
六、石油烃类表示方法	(20)
思考题	(21)
第二节 石油及油品的物理性质	(21)
一、蒸气压	(21)
二、馏程(或沸程)	(22)
三、平均沸点	(23)
四、密度和相对密度	(23)
五、特性因素和相关指数	(24)
六、平均相对分子质量	(24)
七、粘度	(25)
八、热性质	(27)
思考题	(29)
第三节 油品的分类及使用	(29)
一、油品的分类	(29)

二、汽油	(30)
三、喷气燃料(航空煤油)	(32)
四、柴油	(35)
五、我国汽、柴油发展趋势	(37)
六、清洁燃料及其替代品	(40)
七、润滑油	(45)
八、其它石油产品——蜡、沥青、焦和液化石油气	(49)
思考题	(51)
第四节 原油的蒸馏	(51)
一、原油的预处理	(51)
二、原油的蒸馏	(53)
思考题	(59)
第五节 原油的热加工过程	(59)
一、热加工过程的基本原理	(60)
二、减粘裂化	(61)
三、焦炭化过程(延迟焦化)	(62)
思考题	(63)
附图	(64)
 第三章 石油化工过程的催化作用	 (68)
第一节 基本概念	(68)
一、石油化工催化技术的发展简介	(68)
二、有关催化剂和催化作用的定义、概念	(69)
三、工业催化剂的使用	(72)
第二节 吸附和催化	(74)
一、物理吸附和化学吸附	(74)
二、吸附与催化	(74)
思考题	(75)
第三节 各类石油化工催化剂及其工业应用	(75)
一、酸碱催化剂	(75)
二、过渡金属催化剂	(78)
三、过渡金属络合物催化剂	(79)
四、氧化物和硫化物催化剂	(81)
五、双功能催化剂	(83)
六、石油化工中应用的催化材料	(84)
思考题	(87)
第四节 催化裂化	(87)
一、催化裂化(catalytic cracking)的工艺特点	(87)
二、催化裂化的化学原理	(88)
三、催化裂化装置的工艺流程	(90)

四、影响催化裂化反应深度的主要因素	(91)
五、重油催化裂化	(93)
思考题	(94)
第五节 催化重整	(94)
一、原料油	(94)
二、工艺流程	(95)
思考题	(97)
第六节 加氢精制和加氢裂化	(97)
一、加氢精制	(97)
二、加氢裂化	(99)
思考题	(102)
第四章 石油化工原料和产品	(103)
第一节 石油气和合成气	(103)
一、石油气	(103)
二、合成气	(107)
三、合成氨和尿素	(109)
思考题	(112)
第二节 碳一化学品	(112)
一、甲醇	(112)
二、甲醛	(115)
三、费-托法合成燃料油	(117)
思考题	(118)
第三节 石油烃裂解制烯烃	(118)
一、工艺原理	(119)
二、裂解设备与工艺	(123)
三、裂解产物的急冷操作	(125)
四、裂解气分离	(126)
思考题	(130)
第四节 乙烯及其衍生物	(131)
一、乙烯	(131)
二、环氧乙烷、乙二醇	(132)
三、氯乙烯	(136)
四、乙醛	(138)
五、醋酸	(141)
六、醋酸乙烯	(145)
七、乙醇	(146)
思考题	(148)
第五节 丙烯及其衍生物	(148)
一、丙烯	(148)

二、丙烯腈	(149)
三、环氧丙烷	(153)
四、丙酮、苯酚	(155)
五、正丁醇	(158)
思考题	(161)
第六节 碳四烯烃及其应用	(161)
一、C ₄ 资源及工业应用	(161)
二、丁二烯	(163)
三、丁烯	(166)
四、氯丁二烯	(167)
五、甲基叔丁醚	(168)
思考题	(171)
第七节 芳烃的生产	(171)
一、芳烃的性质和用途	(171)
二、芳烃的主要来源	(173)
三、芳烃的转化	(175)
四、芳烃的分离	(178)
五、芳烃联合加工流程	(180)
思考题	(182)
第八节 重要的芳烃衍生物	(182)
一、苯乙烯	(183)
二、环己烷	(184)
三、芳烃氧化产品	(186)
四、双酚 A	(192)
五、硝基苯和苯胺	(193)
思考题	(195)
第九节 重要副产物的综合利用	(195)
一、重芳烃	(195)
二、乙烯装置副产重芳烃的利用	(198)
三、C ₅ 馏分的资源和利用	(199)
四、二甘醇和三甘醇的综合利用	(203)
思考题	(204)
第五章 精细石油化工产品	(205)
第一节 概述	(205)
一、精细石油化工产品	(205)
二、精细石油化工的经济特性	(205)
三、精细石油化学品的范畴	(206)
思考题	(206)

第二节 石油添加剂	(206)
一、油品添加剂	(206)
二、原油添加剂	(215)
思考题	(218)
第三节 表面活性剂	(218)
一、概论	(218)
二、表面活性剂品种简介	(220)
思考题	(224)
第四节 塑料、橡胶助剂	(224)
一、塑料助剂	(224)
二、橡胶助剂	(228)
思考题	(231)
第五节 粘合剂	(231)
一、概论	(231)
二、常见粘合剂举例	(233)
思考题	(237)
第六节 水处理剂	(237)
一、缓蚀剂	(238)
二、阻垢剂	(240)
三、杀生剂	(242)
思考题	(245)
第七节 生物石油化工	(245)
一、概况	(245)
二、石油微生物炼制	(245)
三、利用生物技术发展石油化工	(246)
思考题	(250)

第六章 高分子化学与材料	(251)
第一节 前言	(251)
第二节 聚合物的基本概念	(252)
一、命名	(252)
二、分类	(253)
三、有关高分子合成中的基本概念	(253)
第三节 聚合反应	(254)
一、加聚反应	(254)
二、缩聚反应	(257)
第四节 聚合实施方法	(258)
一、本体聚合	(258)
二、溶液聚合	(258)
三、悬浮聚合	(258)

四、乳液聚合.....	(259)
五、界面缩聚.....	(260)
第五节 聚合物的物性与结构	(260)
一、聚合物结构.....	(260)
二、聚合物的平均相对分子质量和相对分子质量分布.....	(261)
三、高聚物的物理状态.....	(263)
四、结晶性.....	(265)
第六节 塑料	(265)
一、塑料的分类与特性.....	(265)
二、塑料的成型加工方法.....	(266)
三、热塑性塑料简介.....	(269)
四、热固性塑料简介.....	(271)
五、工程塑料.....	(273)
第七节 合成橡胶	(275)
一、概述.....	(275)
二、橡胶分类.....	(275)
三、橡胶制品的原材料.....	(275)
四、橡胶加工工艺.....	(276)
五、主要橡胶简介.....	(277)
第八节 合成纤维.....	(280)
一、概述.....	(280)
二、纤维的分类.....	(280)
三、纤维加工过程.....	(281)
四、重要合成纤维简介.....	(283)
五、合成纤维工业技术的发展趋势.....	(285)
第九节 功能高分子	(285)
一、分离吸附功能.....	(286)
二、物理功能.....	(286)
三、化学功能.....	(287)
四、医用高分子.....	(287)
五、其它功能.....	(288)
习题与思考题.....	(288)
附录 聚合物英文缩写一览表.....	(290)
参考文献.....	(292)

第一章 绪 论

第一节 石油化学工业发展概况

一、石油化学工业概貌

石油化学工业是以石油和天然气为原料，既生产石油产品，又生产石油化学品的石油加工工业。

按加工与用途划分，石油加工业有两大分支：一是石油经过炼制生产各种燃料油、润滑油、石蜡、沥青、焦炭等石油产品；二是把石油分离成原料馏分，进行热裂解，得到基本有机原料，用于合成生产各种石油化学制品。前一分支是石油炼制工业体系，后一分支是石油化工体系。因此，通常把以石油、天然气为基础的有机合成工业，即石油和天然气为起始原料的有机化学工业称为石油化学工业(petrochemical industry)，简称石油化工。炼油和化工二者是相互依存相互联系的，是一个庞大而复杂的工业部门，其产品有数千种之多。它们的相互结合和渗透，不但推动了石油化工的技术发展，也是提高石油经济效益的主要途径。石油化工是20世纪60年代以来快速发展起来的一个新兴工业部门。石油化学工业产品概貌及其石油化工上中下游产品关系如图1-1和图1-2所示。可见，要把如同一部百科全书的产品群描绘清楚是十分困难的，这里只从石油的加工过程和产品类别这两方面去认识石油化学工业的概貌。

石油化工包括以下四大生产过程：基本有机化工生产过程、有机化工生产过程、高分子化工生产过程和精细化工生产过程。基本有机化工生产过程是以石油和天然气为起始原料，经过炼制加工制得三烯(乙烯、丙烯、丁烯)、三苯(苯、甲苯、二甲苯)、乙炔和萘等基本有机原料。有机化工生产过程是在“三烯、三苯、乙炔、萘”的基础上，通过各种合成步骤制得醇、醛、酮、酸、酯、醚、腈类等有机原料。高分子化工生产过程是在有机原料的基础上，经过各种聚合、缩合步骤制得合成纤维、合成树脂、合成橡胶(即三大合成材料)等最终产品。

石油化工是精细化工的基础，精细化工的原料大部分来自廉价的石油化工。精细化工为石油化工提供高档末端材料，如催化剂、表面活性剂、油品添加剂、三大合成材料用助剂等。精细化工生产多项工业和尖端技术所需要的工程材料和功能性材料，取得高附加值。所以，一般认为精细化程度已成为衡量石化工业水平的尺度。

注：石油与原油二者在含义上是有区别的，石油一词源于拉丁语 petro(岩石)与 oleum(油)，二者拼起来即石油(petroleum)。根据美国石油化学家瓦拉斯(Walace)定义，一切天然碳氢化合物，不管它是气体、液体、固体(煤炭除外)，或它们的混合物，统称石油。而原油(crude oil)指的是自油井中所采出的液体油料，按这个定义来说，石油包括原油、天然气、天然汽油、地蜡、地沥青及油页岩干馏油等。不过，在日常术语中一般将石油与原油二词交换使用或相提并论，本课也沿用人们的习惯，石油指的是原油。

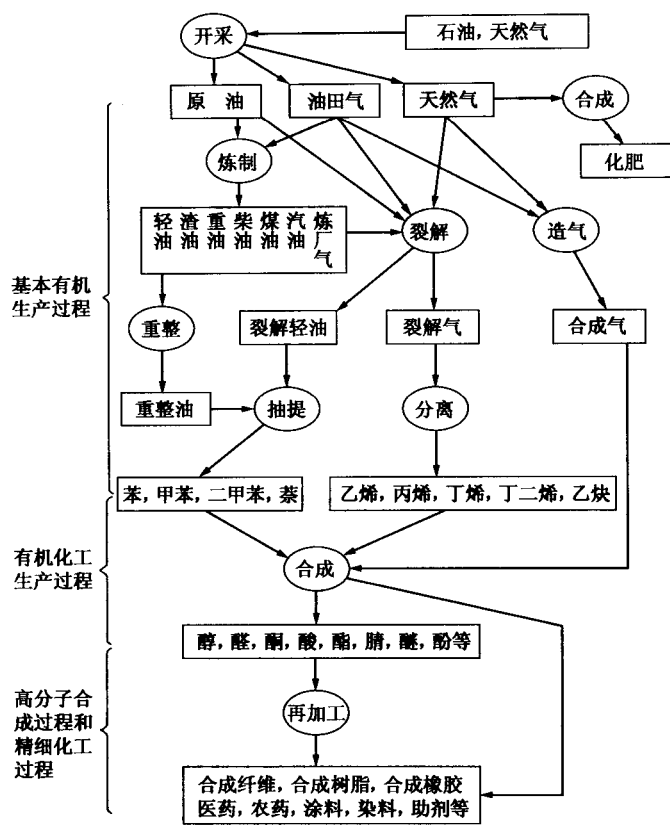


图 1-1 石油化学工业概貌

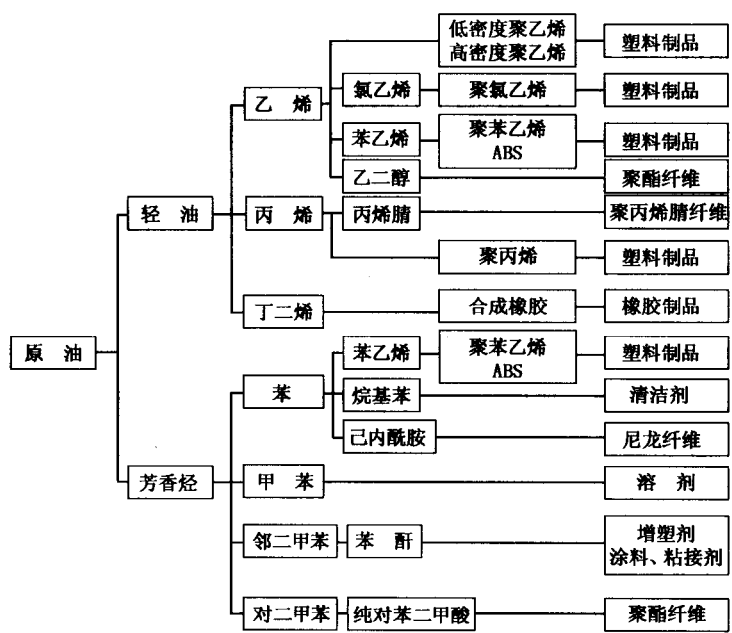


图 1-2 石油化工上中下游产品关系简图

二、石油化工发展简史

(一) 石油化工是在煤化工基础上发展起来的

基本有机化工原料的生产大致经过三个阶段，即初级阶段、煤化学阶段、石油化学阶段。

最早，人们是以农副产品的“发酵”和“干馏”的方法获得品种有限的有机原料，如粮食发酵制取酒精，木材干馏取得甲醇、丙酮、醋酸、苯酚等。19 世纪后半期，钢铁工业的发展带动了炼焦工业的发展。用煤炼焦时，副产约 3% 的煤焦油，煤焦油富含苯、甲苯、萘等有用芳烃，将这些芳烃提取出来，为染料生产提供了充足原料。随后，人们用焦炭和石灰石熔融出电石(CaC_2)，电石与水反应轻而易举地制得乙炔，利用乙炔的特有活性可制得氯乙烯、醋酸乙烯、氯丁二烯、三氯乙烯、丙烯腈、乙醛、异戊二烯等有机原料，再由此衍生最终产品，这是煤化工最灿烂的历史阶段。苯，过去都是由煤炭干馏副产的煤气中取得，现在可由石油出发，在汽油重整或轻质油品裂化制取石油化工原料气的同时产生，用溶剂萃取而得。由于煤化工的工艺路线和效益不佳，在 1970 年以石油为燃料的化工产品比例猛增到 80% 以上。到 1979 年，在西欧天然液体及气体燃料在化工原料的能源消耗已高达 99%，固体燃料只占 1%。

石油化工是在煤化工基础上发展起来的，以其低成本、高产出、高效益的绝对优势，从它的诞生开始，就结束了仅以煤和农产品为化学工业原料的历史。近 60 年来，除中国外其它发达国家煤炭产业几乎被石油、天然气工业挤得无立足之地。

随着世界经济的增长和人民生活水平的提高，石油供求矛盾日益突出。20 世纪 70 年代末开始至今，出现了两次大的石油危机，加之石油价格大起大落，严重危及各国经济、能源和安全。因此，调整能源结构、开辟多种能源利用渠道，合理开发利用煤炭资源已成为有识之士的共识。世界煤炭资源十分丰富，发达国家已投入大量资金研究洁净煤技术，煤化工的比例有所回升，这是煤化工发展的新趋势。

煤的洁净化已经成为 21 世纪解决能源、环境问题，发展煤化工的主导技术。它是以煤炭洗选为源头，以煤炭气化为先导，以煤炭高效、洁净燃烧与发电为核心，以煤炭转化和污染控制为重要内容的技术体系。其基本框架是：煤炭加工(选煤、型煤、水煤浆)等；煤炭燃烧(流态化燃烧、高效低污染粉煤燃烧、燃煤联合循环发电等)；煤炭转化(气化、液化、燃料电池)等；污染排放控制与废弃物管理(烟气净化、粉煤灰综合利用)；煤矿区污染控制(煤矸石、煤层气、矿井水和煤泥水的治理)，实质是在煤加工的各个环境减少污染和提高效率。

(二) 石油化工最初是在炼油工业进步的基础上发展起来的

石油化工的兴起始于美国。C·Ellis (西·埃利斯) 于 1908 年创建了世界上最早的石油化工实验室，经过约 10 年的刻苦钻研，于 1917 年用炼厂气中的丙烯制成最早的石油化工产品——异丙醇。1920 年美国新泽西标准油公司(美孚石油公司)采用他的研究成果进行工业化，从此开创了石油化学工业的历史。1919 年，美国联碳化合物公司开发出乙烷、丙烷为原料高温裂解制乙烯的技术，随后林德公司建成了工业化生产乙烯(从裂解气中分离出乙烯)的石油化工厂。大分子烃转化成小分子烃的裂化技术的出现，使炼油工业从一次加工发展到二次加工，这可以看成是石油化工的兴起。1941 年管式炉制乙烯实现了工业化，石油化工走上加速发展的道路。在第二次世界大战期间，涉及战略物资的合成橡胶急剧发展，乳液聚合技术趋于成熟。进入 20 世纪 50 年代，以齐格勒-纳塔(Ziegler-Natta)催化剂为代表的一

批重大技术先后突破，为石油化工进入大发展时期进行了技术准备。20 世纪 60 年代，石油化工经历了全球性的大发展，1960 年世界乙烯生产能力为 2.91Mt/a，到 1970 年达到 19.76 Mt/a。20 世纪 70 年代~80 年代，经历了石油危机的冲击，世界石油化工仍然继续发展，各项重要技术趋向成熟。1980 年乙烯生产能力达到 34.06 Mt/a。进入 20 世纪 90 年代，以信息技术为代表的高新技术向石油化工渗透，全球石油化工经历了一次空前的产业结构调整，石油化工产业在提升中继续发展，世界乙烯生产能力由 1991 年的 64.60 Mt/a，增加到 2003 年底的 110.78 Mt/a。

三、世界石油化工的发展现状

乙烯生产在石油化工基础原料生产中占主导地位。由乙烯装置生产的乙烯、丙烯、丁二烯、苯、甲苯、二甲苯，即“三烯三苯”是生产各种有机化工原料和合成树脂、合成纤维、合成橡胶三大合成材料的基础原料。可以说，乙烯工业的发展水平总体上代表了一个国家石油化学工业的水平。

(一) 乙烯

乙烯是石油化学工业最重要的基础原料之一，全球石化行业经过半个多世纪的发展，乙烯的年产量逐年提高，近两年世界乙烯生产能力增势明显放慢。图 1-3 显示了近 20 年全球乙烯生产能力增量的变化。

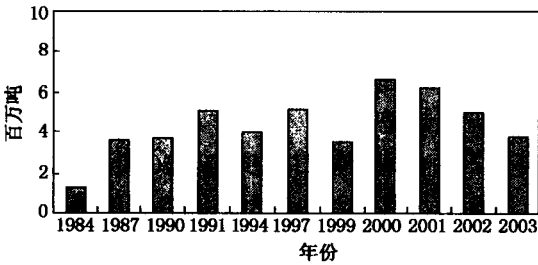


图 1-3 全球乙烯产能增加值

目前，全球乙烯的生产主要分布在北美、西欧和亚洲(表 1-1)。2003 年世界十大乙烯产能国家依次是：美国 1765.3 万吨/年、日本 757.6 万吨/年、沙特阿拉伯 564.0 万吨/年、德国 541.5 万吨/年、加拿大 537.7 万吨/年、中国 498.8 万吨/年、韩国 545.0 万吨/年、荷兰 390.0 万吨/年、法国 343.3 万吨/年和俄罗斯 330.0 万吨/年。

表 1-1 世界各地区乙烯产能分布 万吨/年

地 区	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年
亚太地区	2550.4	2713.7	2832.6	2934.6
东欧和前苏联地区	726.5	751.7	741.7	758.2
中东和非洲	858.2	940.4	998.2	1101.2
北美	3374.2	3542.1	3583.0	3441.2
南美	391.8	433.8	433.8	436.3
西欧	2178.8	2321.9	2354.1	2406.3
总能力	10079.9	10703.6	10943.4	11077.8

全球乙烯工业发展的主要特点：

(1) 乙烯工业发展速度快、产能过剩。1960 年至 1975 年，全球乙烯工业年产能增长速度是同期 GDP 增长速度的 2 倍以上；1998 年后，全球乙烯市场出现了产能过剩，乙烯年度产能增长速度在 2000 年达到高峰后，呈现出逐步渐缓的趋势，预计到 2006 年，全球乙烯需求量达到 11500 万吨/年，产能将达到 12600~13000 万吨/年，仍将呈现供大于求的基本态势，如图 1-4 所示。

(2) 乙烯生产、消费重心向亚洲转移。尽管全球乙烯产能过剩，但亚洲地区，特别是中

东地区国家乙烯工业的发展仍呈现上升趋势。世界乙烯生产仍呈三足(美、亚、欧)鼎立格局,发展重点向亚太和中东地区转移。

(3) 跨国公司的兼并、业务整合加剧。为了在装置规模和生产成本方面取得优势,一些大型石化公司进行了一系列的兼并、重组,出现了道化学、埃克森美孚、雪佛龙菲利普斯、BP 等巨型石化公司。2001 年,道化学公司完成了与联碳公司的合并,合并后的道化学公司拥有的乙烯生产能力达 1000 万吨/年,成为全球最大的乙烯生产商,约占当年全球总生产能力的 10%(表 1-2)。兼联合促进了石化行业的一体化,压缩了管理机构,进一步降低了成本,从而增强了市场竞争力,对乙烯市场结构的改变产生重大的影响。兼并重组跨国公司现已控制了全球三分之一的石化行业产值,50%以上的石化商品贸易量,70%以上的直接投资和 80%的技术转让。

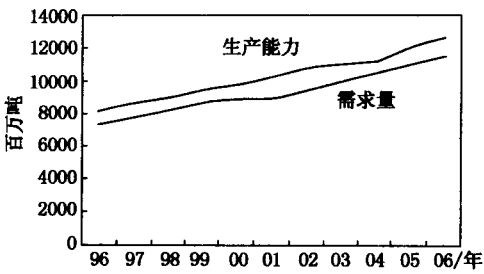


图 1-4 全球乙烯需求量及预测

表 1-2 近年全球十大乙烯生产商拥有的乙烯生产能力 万吨/年

1998 年			2000 年		2003 年	
排 名	公 司	生产能力	公 司	生产能力	公 司	生产能力
1	道化学	542.8	道化学	1007.7	道化学	985.1
2	等 星	520.2	埃克森美孚	707.1	埃克森美孚	840.6
3	埃克森美孚	369.2	等 星	526.7	壳 牌	631.9
4	壳 牌	335.1	壳 牌	453.9	Sabie	519.6
5	诺 瓦	222.2	雪佛龙菲利普斯	367.4	等 星	488.0
6	BP 阿莫科	220.1	Sabie	395.0	BP	467.2
7	埃尼化学	210.0	BP	303.6	雪佛龙菲利普斯	373.8
8	菲利普斯	204.0	诺 瓦	296.8	中国石化	350.6
9	中国石化	178.5	阿托菲纳	237.8	阿托菲纳	338.8
10	联 碳	177.6	埃尼化学	219.6	诺 瓦	296.5
	合 计	2929.7		4515.4		5291.5
	占世界总能力的比例/%	32.19		44.47		47.77

(4) 装置大型化、经营集约化趋势明显。近年来,世界比较大的乙烯装置有:荷兰陶氏化学公司 170 万吨/年,伊朗 Jam 石化公司(JPC)140 万吨/年,加拿大焦弗雷 127 万吨/年,卡塔尔 Qatarfin110 万吨/年等装置。据资料介绍,2006 年前仍将掀起乙烯装置新建和改扩建的热潮。在过去的 40 年中,典型单系列蒸汽裂解装置的生产能力已翻了 10 倍,从 20 世纪 60 年代初的 10~14 万吨/年增加到目前的 140 万吨/年。全球乙烯装置的平均规模已从 1996 年的 37.11 万吨/年增长到 2003 年的 44.30 万吨/年,平均规模提高了 20%。据统计,装置规模从 50 万吨/年增大至 70 万吨/年,可节省投资 16%;提高到 100 万吨/年可节省投资成本 35%。

单炉能力的提高为装置大型化奠定了基础。20 世纪 80 年代,60 万吨/年大型乙烯装置的单炉生产能力一般为 7.5 万吨/年~8 万吨/年,目前已增加到 15 万吨/年~16 万吨/年。加拿大新建的诺瓦大型乙烯装置,采用斯通-韦伯斯特公司的乙烯技术,气体裂解炉的单炉能力达到 24 万吨/年,液体裂解炉的单炉能力达到 17.5 万吨/年。据介绍,KBR 公司设计的

单台裂解炉能力可以达到 28 万吨/年。

(二) 基本有机化工原料

石油化工的基础原料主要有乙烯、丙烯、丁二烯和芳烃。而像环氧乙烷/乙二醇、环氧丙烷、丙烯腈、苯乙烯、苯酚/丙酮、醋酸、醋酸乙烯、 α -烯烃、甲乙酮、顺丁烯二酸酐、丁醇/辛醇等都是主要的有机化工原料。

目前世界丙烯生产能力从 1999 年的 3720 万吨增加到 2003 年的 6387 万吨，而世界丙烯的需求量从 20 年前的 1520 万吨/年增加到 2003 年的 5812 万吨，预计世界丙烯的需求量到 2010 将达到 8600 万吨。

1999 年，世界丁二烯的生产能力为 960 万吨/年，到 2004 年达 1120.4 万吨/年。1994 ~ 2004 年，世界丁二烯生产能力的年增长率为 3.3%，增长最快的地区分别为亚洲、南美以及中东，新增能力主要来源于亚洲和北美。目前，亚洲是世界上最大的丁二烯生产地区，产能约占世界总产能的三分之一。表 1-3 列出了 1997 年和 2001 年部分世界有机化工原料的产能情况。

表 1-3 1997 年和 2001 年世界有机化工原料的产能 万吨/年

品 种	2001 年生产能力		1997 年生产能力	
	中 国	世 界	中 国	全 球
乙烯	478.8	10703.6	420	9030
环氧乙烷	105.5	1567.7	80	1190
苯乙烯	103.5	2322.4	70	2030
乙二醇	113.3	10703.6	80	1160
醋酸	120	827.9	45	700
醋酸乙烯	72.8	472.2	47	450
α -烯烃	11.5	320	5	240
丙烯	477.9	6200	230	4800
丙烯腈	48.7	595.2	40	550
丙烯酸	14.1	327.6	14	300
环氧丙烷	50	574.5	21	480
苯酚	38	778	18	640
甲乙酮	13.2	120	2	110
丁二烯	64.9	1036.6	45	910
甲基丙烯酸甲酯	11.0	250	3	210
1,4-丁二醇	1.5	94	1	60
顺丁烯二酸酐	16.0	140	6	120
苯	210	4000	100	3410
甲苯	71.6		67	1870
对二甲苯	160	1700	72	1440
邻二甲苯	32.9	280	18.5	310

(三) 合成树脂、合成橡胶、合成纤维

1. 合成树脂

随着石油化工的发展，合成树脂已迅速成长为和钢铁、水泥、木材相提并论的四大基本材料之一。合成树脂加入各种助剂后称为塑料，被大量应用在日用品、包装、建筑、信息电子、电力、汽车、农业、机械等许多领域。全球塑料的生产速度为 5.7t/s，塑料的消费速度为 4.9t/s。

塑料主要分通用塑料和工程塑料两大类，以通用塑料为主，2002 年 PE、PP、PS、PVC、

ABS 五大通用塑料产量占总合成树脂的 90% 以上。工程塑料以通用热塑性工程塑料为主。2002 年, 世界五大通用树脂的生产能力为 1.625 亿吨/年, 产量为 1.342 亿吨/年, 大约为合成树脂总产量的 40.5%, 聚丙烯占 25.5%, 聚氯乙烯占 19.7%, 聚苯乙烯占 10.3%, ABS 树脂占 4.1%。

据资料介绍, 目前全球的合成树脂产量已达 1.81 亿吨/年, 亚洲、北美和欧洲共占世界总产量的 90% 以上, 其中美国、日本、德国、韩国和中国的年合成树脂产量分列世界的前 5 位。2001 年和 2002 年全球五大合成树脂产量和消费量见表 1-4。

表 1-4 2001 年和 2002 年全球五大合成树脂产量和消费量 万吨/年

项 目	世 界		亚 太		中 东		北 美		西 欧	
	2001 年	2002 年	2001 年	2002 年	2001 年	2002 年	2001 年	2002 年	2001 年	2002 年
PE 产量	5107	5320	1484	1509	335	385	1519	1498	1173	1162
消费量	5018	5102	1569	1685	193	202	1393	1384	1206	1214
PP 产量	3227	3294	1292	1334	107	112	753	756	783	791
消费量	3126	3217	1287	1323	132	138	695	682	720	716
PVC 产量	2561	2617	922	1034	83	86	683	688	575	578
消费量	2529	2588	925	946	103	108	645	640	577	572
PS 产量	1317	1358	553	572	26	30	309	312	320	324
消费量	1311	1342	537	548	35	40	318	310	306	302
ABS 产量	465	482	328	341	0	0	66	68	66	72
消费量	458	471	329	335	8	14	65	66	60	62
总 产量	12676	12736	4578	4637	551	562	3329	3342	2917	3023
计 消费量	12480	12583	4647	4732	470	482	3117	3083	1870	1852

2. 合成橡胶

天然橡胶和合成橡胶均应用于各种工业部门: 轮胎生产占 60%, 工业制品占 23%, 其余近 10% 用于塑料改性、沥青改性和其它应用。迄今, 合成橡胶已有近百年的发展历史, 最近 30 年, 世界橡胶工业一直处于动荡状态, 一直延续多年的美、日、欧三极体制, 从 2001 年开始, 以中国加入 WTO 和橡胶消费量创记录增长为标志, 揭开了美、日、欧、中竞相发展的局面。

在合成橡胶生产量方面, 美国、日本和中国为前三位生产大国, 分别占世界生产量的 20.1%、13.8% 和 9.4%。2002 年全球合成橡胶产量增长 1.5%, 亚太地区产量增长 5.3%, 其中日本增长 1.0%, 中国增长 9.5%。表 1-5 列出了 2001~2003 年世界主要国家和地区合成橡胶产量。

表 1-5 2001~2003 年主要国家和地区合成橡胶的产量 万吨/年

国家和地区	2001 年	2002 年	2003 年
美 国	206.4	206.2	205.6
日 本	146.6	148.1	148.1
中 国	105.2	115.2	117.1
独联体	91.9	91.2	91.6
德 国	82.8	83.0	83.0
韩 国	66.3	67.5	67.7
法 国	67.2	65.1	65.3
中国台湾省	48.0	54.7	55.5
巴 西	33.5	33.1	33.3
英 国	27.0	28.0	28.3
意大利	27.4	26.2	26.2
世界合计	1048	1063.7	1126.4