

● 松 遥 / 編



走向世界的

中国化工企业

Chinese
Chemical Enterprise Advance
toward the World



化学工业出版社

走向世界的中国化工企业

松 遥 编

化学工业出版社

·北 京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

走向世界的中国化工企业/松遥编. —北京:化学工业出版社, 2001.5
ISBN 7-5025-3290-0

I. 走… II. 松… III. ①化学工业-技术发展-概况-中国
②化学工业-工业企业-简介-中国 IV. F426.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 25815 号

走向世界的中国化工企业

松 遥 编

责任编辑: 孙绥中

责任校对: 蒋 宇

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64918013

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

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 889×1194 毫米 1/16 印张 14 $\frac{1}{4}$ 字数 472 千字

2001 年 5 月第 1 版 2001 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3290-0/TQ·1381

定 价: 50.00 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

京工商广临字 2001056 号



专 家 论 坛

20 世纪石油化工回顾 21 世纪石油化工展望

一、20 世纪石油化工回顾

石油化学工业是一门新兴工业。石油化工的发展，推动了 20 世纪世界经济的发展，也推动了许多国家实现工业化的进程，在整个 20 世纪中占有举足轻重的战略地位。特别是后半世纪以来，石油化学工业一直以高于国民经济生产总值的增长速度发展，许多国家把它列为国家工业发展的重点。石油化学工业现已进入成熟期，成为国民经济的支柱产业，是一个国家工业现代化的重要标志。

20 世纪 60 年代起，石油化工进入了蓬勃发展时期。到 80 年代末，石油化工生产经营已经变成了一个成熟的、完全竞争性产业。其市场特征决定了其最主要的经营策略为降低生产成本，以满足竞争的需要。为此，产品的生产装置越来越大，通过规模经营来降低成本。进入 20 世纪 90 年代以来，特别是 90 年代末，随着全球经贸体制的建成，为达到迅速扩大规模、降低经营成本、扩大市场份额、实现全球战略、加强核心业务、扩大竞争优势的目的，国际上石油化工企业不断出现产业重组、兼并购或收购事件，出现了 Exxon 与 Mobil、BP 与 Amoco、Dow 与 UCC、Total 与 Elf 等国际跨国大公司的合并。石油化学工业进入了一个新的历史发展阶段。

回首石油化工百年，是从无到有、由起步到成熟的百年，是充满机遇和挑战、硕果累累的百年。

1. 基本有机原料

基本有机原料是石油化工的重要部分，是生产合成树脂、合成橡胶、合成纤维等聚合物的基础原料。20 世纪 60 年代以来，随着石油化工的发展，在此基础上建立起了现代化学工业。现在，90% 以上的医药、农药、染料、涂料、合成洗涤剂等现代化工产品或中间体的基本原料也来自于石油化工生产，石油化工基本有机原料生产构成了现代化学工业生产的基础。据统计，1998 年全球重要基本有机原料品种的总产量大约 4 亿 t/a 以上，作为“龙头”基础原料的乙烯，其生产能力为 9200 多万 t/a，产量 8000 多万 t。

过去的 40 余年中，我国基本有机原料生产技术获得了较大的发展。特别是 20 世纪 80 年代以来，通过引进国外生产技术和装备，使我国基本有机原料生产技术达到了较高的水平。在技术开发方面也取得了较大的进展。特别是中国石化集团公司的前身中国石化总公司成立以来，组织了一系列的技术攻关，开发了许多新技术，并对引进技术进行了不少改进，在消化吸收国外技术的基础上，将自身的研究开发能力提升到了较高的水平，某些技术达到了国际领先水平，并出口到境外。

(1) 乙烯

乙烯技术是石油化工的龙头技术，乙烯技术水平被看做是衡量一个国家石油化工发展水平的重要标志。20 世纪 80 年代末、90 年代初，由于全球经济复苏，特别是亚洲发展中国家的经济迅速发展，对石化产品的需求大幅度增加，各国增建和扩建的乙烯装置陆续投产，世界乙烯生产能力和产量均有较大增长，到 1992 年世界乙烯生产能力已超过 7000 万 t，1998 年为 9200 多万 t。

世界乙烯装置规模向大型化、原料多样化和减少投资、节能降耗发展。乙烯装置是化学工业中能耗最大的生产装置。因此，节能降耗是乙烯生产降低成本的基本措施。由于乙烯装置技术发展，生产能力提高，从而使乙烯生产能耗和成本大幅度下降。现在和 20 世纪 80 年代中期相比，每吨乙烯综合能耗降低了 40%~60%。

乙烯生产技术的关键在于乙烯裂解炉技术和分离技术。近年来国外各大乙烯专利技术公司在乙烯装置炉型、炉管材料、分离技术、控制技术和环保技术等方面做了大量研究开发工作，生产技术有许多新进展。

烃类裂解制取乙烯的关键设备是裂解炉，其中管式裂解炉生产乙烯占现在世界总产量的 99%。国外烃类裂解原料的比重约为：乙烷 28%、液化石油气 11%、石脑油 52%、柴油 7%、其他 2%，各地区主要根据资源情况选择原料。北美盛产富含乙烷的天然气，乙烯装置多采用乙烷和液化石油气为原料。亚洲和欧洲则多采用石脑油和柴油为原料。

近几年来，乙烯工业趋向于裂解炉大型化，不仅可以省地省料，也可以节省投资。目前世界上乙烯裂解炉多

数为年产6万t以上,今后各国新建乙烯裂解炉将向单台能力年产10万t以上、炉型多样化的方向发展。国外已经开发了单炉能力为(10~16)万t/a的裂解炉,并在向(20~25)万t/a方向发展。

分离技术发展至今,国际上形成了顺序分离流程、前脱丙烷流程和前脱乙烷流程。随着乙烯工业的发展,各乙烯公司都致力于降低乙烯装置的能耗和设备的投资费用,提高设备的操作效率,减少设备的腐蚀,延长操作周期等方面的技术开发工作。

我国乙烯工业从20世纪60年代起步,但直到80年代初,才得到较大发展。十几年来取得了举世瞩目的成绩。到1999年,共建成大中型乙烯生产装置18套,生产能力达428万t/a,当年产量430万t,居世界第6位。乙烯裂解技术方面,80年代初开发成功了CBL-I型炉和SH-I型炉两种新型裂解炉技术。CBL-I型炉采用2-1型炉管、新的稀释蒸汽注入技术和二级急冷技术。90年代又开发了CBL-II、III和IV型炉技术。在辽化、抚顺建设了4万t/aCBL-II裂解炉,在燕山、辽化建设了6万t/aCBL-III、CBL-IV型裂解炉。10万t/a大型裂解炉技术也在开发之中。许多与乙烯生产配套的“三剂”化学品实现了国产化,如甲烷化催化剂、碳二加氢催化剂、碳三加氢催化剂、干燥剂、各种阻聚剂等。我国自行开发的催化剂、阻聚剂等已达到或接近国外同类“三剂”水平。

(2) 丙烯/丁二烯

丙烯、丁二烯来自或主要来自乙烯装置。因此,丙烯、丁二烯的生产技术主要体现于乙烯生产技术。全球丙烯的70%来源于乙烯装置,28%来源于炼厂FCC装置,其余少量来自丙烷催化脱氢。

丙烯除产自催化裂化和蒸汽裂解制乙烯的联产品外,国外每年有14万t的丙烯是由丙烷脱氢(PDH)和歧化技术生产的,但这些技术的生产成本相对较高。俄罗斯Yarsintez发明了新的PDH工艺。Philips公司开发了一种三烯烃工艺,应用于ABB Lummus Global公司。IFP的Meta-4歧化技术已在建于中国台湾省高雄市的CPC生产装置中的一套试验装置上得到验证。Arco、Kellogg和Brown&Poot公司的Superflex工艺使低碳氢化合物转变为丙烯/乙烯的转化率达到85%。Lurgi公司的从C₄、C₅碳氢化合物通过固定床裂解制丙烯和乙烯的Propylur工艺,已计划建中试规模的装置。深度催化裂化工艺已由中石化和中石化石科院以及Stone&Webster公司开发、应用。UOP和Norsk Hydro公司的甲醇制烯烃(MTO)工艺也被用于丙烯生产。

国外丁二烯几乎全部从乙烯副产的碳四馏分中分离,其他路线均竞争性较差。

我国丙烯来源于乙烯裂解和FCC装置,乙烯联产占60%~70%。丁二烯也主要来自乙烯联产,其他部分来自炼厂丁烯氧化脱氢。

(3) 芳烃

全球芳烃(BTX)主要来自催化重整油和乙烯装置副产的裂解汽油。工业应用量较大的苯的来源分别为:重整油33%,裂解汽油38%,脱烷基和歧化23%,其他6%。

芳烃生产过程包括裂解汽油加氢、芳烃抽提、芳烃转化和芳烃分离等。

世界裂解汽油加氢工艺已经相当成熟,其技术关键在于加氢催化剂(包括一段和二段加氢)的改进,特别是提高一段加氢的选择性。国际芳烃抽提工艺也已经比较成熟,通过抽提蒸馏-液液抽提组合工艺,在降低能耗,提高芳烃回收率上达到了较高的水平。芳烃转化主要通过二甲苯异构化和甲苯歧化及烷基转移工艺进行。甲苯歧化和烷基转移技术的关键是催化剂的水平,处理C重芳烃的含量可达到40%~60%,空速可达到4h⁻¹,可通过以改变物料的平均分子量来改变苯及二甲苯的产率分布,生产二甲苯的含量可在46%~67%(w)之间,芳烃单程转化率稳定在40%以上,芳烃总收率在97%以上。选择性歧化工艺还处于开发阶段。Mobil、UOP分别开发了MTPX、PX-Plus等工艺。

应用最广泛的C芳烃异构化工艺是UOP的Isomar/Parex联合工艺和Mobil的MHTI工艺。UOP的工艺与Mobil工艺的主要区别在于处理乙苯,这种差异对于工艺的技术经济性能有很大的影响。Mobil最先进的MHTI工艺通过对乙苯的脱烷基和歧化,其特点为乙苯转化率高,二甲苯损失高。Isomar工艺使乙苯转化为二甲苯,其特征为乙苯转化率低,二甲苯损失少。

对二甲苯分离是能耗较大的工艺过程,包括模拟移动床吸附法和结晶法。结晶分离法工业上已较少采用。

对二甲苯吸附分离技术主要采用美国UOP公司的Parex工艺及法国IFP的Eluxyl工艺。技术关键是吸附剂和吸附脱附装置。Parex工艺所用的吸附剂为UOP公司开发的ADS系列,最新吸附剂为ADS-27,其综合性

能有了显著提高。

经过 30 多年来对引进技术的消化吸收,我国已经掌握了诸如芳烃抽提、歧化、异构化、芳烃分馏工艺和催化剂、溶剂等技术关键,可以自行设计某些装置。部分催化剂性能超过了进口剂水平,如石油化工科学研究院开发成功了 SKI 系列二甲苯异构化催化剂等。

(4) 丙烯腈

丙烯腈氧化法是 20 世纪全球采用的丙烯腈惟一生产方法。全球生产装置 95% 以上采用 BP 公司的 Sohio 工艺。丙烯腈生产技术已相对较成熟,技术关键在于开发高性能催化剂,最好收率已经达到 80% 以上,含有硫铵回收工段和无硫铵回收工段丙烯腈的精制回收率已经达到 97% 和 98% 以上。

我国发展的丙烯腈技术包括 MB 系列催化剂和成套工艺技术。MB 系列催化剂获得了国内外专利,新催化剂还在不断开发中。

(5) 氯乙烯

氯乙烯 (VCM) 工业生产方法有乙炔法和乙烯法。电石、石油或天然气制乙炔耗能大、成本高。工业发达国家已于 20 世纪 70 年代基本淘汰。以乙烯为原料制氯乙烯的生产方法为氧氯化法。乙烯路线生产 VCM 的技术已经较最初的工艺有很大改进。世界采用乙烯氧氯化法生产 VCM 的厂家已占绝对多数。

氧氯化法生产氯乙烯以三步法技术最为成熟,它包括乙烯直接氯化制二氯乙烷 (EDC)、EDC 裂解脱氯化氢制氯乙烯、氯化氢和乙烯氧氯化制 EDC 三个过程。过程中产生的氯化氢全部消耗掉,因此称为平衡法。直接氯化有低温氯化法和高温氯化法。几乎都转向高温氯化法的方法。氧氯化由空气法转向纯氧法。按反应器型式不同有流化床法和固定床法。60% 的氧氯化反应使用流化床,新增装置多采用流化床工艺。

无氧氯化过程工艺、激光裂解 EDC 技术也处于开发之中。无氧氯化过程工艺反应转化率、选择性均高达 99% 以上,不产生有机废水,取消了 EDC 的除气和提纯过程,装置灵活,同一设备可采用空气、氧气或富氧空气,产品成本可比传统的平衡法技术低 15% 以上,投资也比其他技术可低 10%~20%。激光裂解 EDC 技术可使反应温度降低 250~300℃,从而抑制了反应副产物,使 VCM 选择性高达 99%。法国已建成 1000t/a 的中试装置。

近年来国际上许多公司先后推出了乙烷直接氧氯化工艺,如:美国古得里奇公司、孟山都化学公司、帝国化学公司。该技术的主要特点是省去了乙烷转化成乙烯的步骤,直接将乙烷与氯化氢和氧或空气进行反应生成 VCM,乙烷转化率可达 90% 以上。EVC 公司已建成 1000t/a 的中试装置,总单体生产成本可比乙烯氧氯化法降低 30% 左右。

1977 年我国北京化工二厂从西德赫斯特公司引进的 8 万 t/a 乙烯氧氯化装置采用空气法工艺,1989 年以后,齐鲁石化公司及上海氯碱化工公司引进的 20 万 t/a 乙烯氧氯化装置采用三井东压工艺。北京化工研究院开发了空气法及氧气法乙烯氧氯化催化剂,都已用于引进装置替代进口催化剂。在工艺上,北京化工二厂、上海氯碱厂都已对引进装置进行消化吸收和改扩建。

(6) 醋酸乙烯

醋酸乙烯主要有两条工业生产路线:乙烯法和乙炔法。乙炔法已基本淘汰。乙烯法有液相法和气相法两种,液相法由于所用的 PdCl 催化剂体系中含有氯离子,对设备有强烈的腐蚀性,已无工业化生产装置。乙烯气相法是技术经济性能相对最优的技术路线。气相法有固定床工艺和已经进入工业化试验的流化床工艺两种。固定床工艺的乙烯单程转化率为 8%~10%,醋酸单程转化率为 18%~20%,以乙烯计的醋酸乙烯选择性在 90%~94%,催化剂的时空产率为 280~300g/(l·h),催化剂寿命 1~3 年。

BP 公司开发的流化床工艺 (LEAP) 已经进入工业试验阶段,此工艺与固定床工艺大致相同,使用钨系催化剂,比常规固定床工艺可降低投资费用 30%。由合成气出发联产醋酸、醋酸乙烯或醋酐的羰基合成法也处于开发之中。

我国醋酸乙烯采用乙烯固定床气相法 (上海石化股份公司,北京有机化工厂)、天然气气相法 (四川维尼纶厂) 和电石法 (十余家工厂) 生产。上海石化股份公司 1999 年采用自行开发的 CT-Ⅲ型催化剂,使装置生产能力达到 9.6 万 t/a。北京有机化工厂于 1994 年全套采用上海石化 6.6 万 t/a 醋酸乙烯生产和装置技术,取代了乙炔法装置,1998 年采用 Engelhard 公司的催化剂,对装置进行了改造,使产能达到了 8.6 万 t/a。

2. 合成树脂

合成树脂是石油化工最主要的下游产品，是三大合成材料中产量最大的品种，发展速度也最快。由于合成树脂的综合优越性，自问世以来，就对传统材料提出了挑战，进而与钢铁、木材、水泥构成现代工业的四大基础材料。1998 年世界合成树脂生产能力约 17000 万 t/a，产量为 1.443 亿 t，聚烯烃、聚氯乙烯和苯乙烯系树脂等通用树脂约占合成树脂总产量的 73%；包装占合成树脂应用的最大份额，其次是建材、电子电气、汽车和农业。1991~1998 年世界合成树脂需求量的年均增长率为 5.04%，约是同期国内生产总值（GDP）年均增长率（1.64%）的 3.08 倍。我国 1983~1998 年合成树脂消费量的增长率是 GDP 增长率的 1.6 倍。

20 世纪世界合成树脂工业的技术发展特征可归纳为以下三个方面：

聚烯烃催化剂的进步促进产品成本降低，性能改善，应用范围拓宽，替代其他材料的潜力增加，促成新一代产品的诞生。

超冷凝态技术、超临界浆液法技术、双峰等易加工树脂技术的出现进一步改善了聚烯烃制备过程的经济性，提高产品性能，降低成本，提高竞争力。

为实现塑料工业的可持续发展，与环境相关的技术愈来愈受到重视。

(1) 聚乙烯

聚乙烯具有一系列优良性能，可以用一般热塑性塑料的成型方法加工，是一种应用领域十分广泛的材料。1998 年全世界聚乙烯年生产能力约为 5680 万 t，产量约为 4370 万 t，消费量约为 4490 万 t。

根据聚合物的化学结构、密度及生产工艺，聚乙烯可分为不同的类型：BP-LDPE、HDPE、LLDPE、VLDPE 和 ULDPE，通常看做是 LLDPE 产品的延伸，是与 LLDPE 相似的乙烯共聚物。不同类型的聚乙烯其性能、用途各不相同。HP-LDPE 用量最大的是薄膜和片材，其次是挤出涂层、注塑、电线和电缆。这四种应用总共占 HP-LDPE 应用的 90%。薄膜和片材的应用占世界 LLDPE 消费量的 75%，注塑和电线电缆分别是 LLDPE 的第二和第三大应用领域，但仅占 LLDPE 总用量的 7%~15%。包装占 HDPE 树脂用量的 75%，建筑占 10%~15%，而其余的 10%~15%是用于其他各种消费品和工业用品。

聚乙烯树脂的工业化生产已有 50 多年的历史。高压聚乙烯（HP-LDPE）是在 20 世纪 30 年代末投产的，LLDPE 的大规模增长是在 70 年代末，在比较短的时间内，它已成为全世界聚乙烯行业的第三大主要品种。HP-LDPE 和 HDPE 各占聚乙烯消费量的 40%，LLDPE 占 20%。聚乙烯占世界聚烯烃消费量的 70%，占总的热塑性通用塑料消费量的 44%，消费了世界乙烯产量的 52%。HP-LDPE 与 LLDPE 经历了长达 10 多年的竞争，到 1994 年 HP-LDPE 仍持有世界低密度聚乙烯市场 67% 的份额。高压聚乙烯在要求高透明度薄膜及电线、电缆等绝缘应用中仍占优势。包括 HDPE 和 LLDPE 的线型 PE 仍处于其生命周期的增长阶段，无论 LLDPE 还是 HDPE 远非达到技术上或市场上的成熟期。然而 80 年代末 HP-LDPE 开始表现出其发展中的成熟性。由于新的技术不断开发及高压装置的应用年限不断增长，在今后 5 年内，HP-LDPE 将有可能进入其生命周期的顶端。

聚乙烯生产已有 60 年的历史，生产工艺有高压法、浆液法、溶液法和气相法，高压法低密度聚乙烯生产工艺已经很成熟，低压法高密度和线型低密度聚乙烯研究开发依旧充满活力，尤其是近 10 余年来的发展很快。

① 催化剂技术

聚乙烯催化剂技术不断创新，催化剂的活性大幅度提高，通过催化剂和聚合工艺的配合，可以更有效地控制聚合物的分子量、分子量分布和共聚单体在聚合物中的分布。以茂金属催化剂为主的单中心催化剂是近年来聚烯烃技术最重要的进展。在茂金属/单中心催化剂发展的同时，Ziegler-Natta 催化剂也保持着旺盛的生命力，由于具有低成本、树脂质量和加工性好的优势，预计在今后仍会保持稳定的增长趋势。

茂金属催化剂允许定制聚合物，以达到规定的结构和性能。茂催化剂控制聚合物结构的能力要比现在最好的齐格勒-纳格（Z-N）催化剂好得多。茂金属催化剂对聚合物分子的控制能力对于那些致力于开发差别化产品的生产厂，无疑具有很大的吸引力。

复合的 Z-N/茂催化剂系统可能会在现有的生产装置中迅速地实现工业化，它们虽然不具有纯茂催化剂那么引人注意的特点，但可为聚合物产品性能提供非常明显的优点。它们有可能被看做是 Z-N 技术的进展，而不看做茂进展的一部分。在今后的五年内这种技术很可能被一些大公司用来大规模地生产 LLDPE。

虽然茂金属催化剂可以 drop in (装置不需改造或只作少许变动) 方式替代现有的催化剂, 但就加工和应用而言, 茂-PE 却不能以 drop in 的方式生产替代产品。茂-聚乙烯远不同于现有产品, 性能远高于现有产品, 但加工和应用参数却需要重新制定。长支链和双峰是改进加工性能的两种方式。

最近报道, 杜邦公司开发了一种非茂的新型聚烯烃催化剂。据说这种以镍和钌等金属成分为主的催化剂在控制聚合物支化度及烯烃与极性官能团的单体聚合方面, 性能优于普通的 Z-N 催化剂。1998 年 3 月报道, BP 公司开发了以分散的铁、钴络合物为基础的低成本烯烃聚合催化剂。新催化剂的研究作为茂金属催化剂研究开发工作的补充。据称, 新催化剂在活性、聚合物性能的控制能力及降低成本方面均很有潜力。

② 工艺技术

气相流化床工艺是生产线型 PE 最广泛使用的工艺。该工艺的反应器生产效率主要是由循环气体的撤热能力决定的。EXXON 公司和 BP 化学公司近来都开发出了该工艺的改进技术, 生产能力提高了近一倍。气相反应器效率的提高和产品范围的扩大, 加之使用新一代的茂金属催化剂, 将构成未来世界关注的第三代聚乙烯生产技术。

线型聚乙烯工艺的另一有意义的开发工作是 Montell 的 Spheripol 聚丙烯工艺的进一步扩大, 这种用于聚乙烯的工艺称为 Spherilene, 可生产密度从 0.890~0.970, 分子量从极低到超高的聚乙烯, 并可以“定制”分子量分布。可以直接从反应器生产球形粒子状的聚合物产品, 有潜力省去挤出和混料工序。

UCC 公司开发了 Unipol II 工艺, 可生产密度为 0.860~0.965 的全范围的聚乙烯树脂, 可以完全控制分子量和组成, 既可生产可在通用薄膜市场替代 HP-LDPE 的树脂, 又可生产高分子量 LLDPE 树脂, 可与高强度的乙烯共聚 LLDPE 及 HMW HDPE 树脂竞争。

另一项重要的开发是分子量呈“双峰”分布的聚乙烯树脂。分子量“双峰”分布的高分子量 HDPE 和 LLDPE 树脂可改善加工性能, 拓宽其应用领域。另外, 冷凝态和超冷凝态进料流化床技术和超临界浆液法乙烯聚合生产技术受到了极大地关注。前者可使现有气相法装置提高生产能力 60%~200%, 生产共聚单体为高级 α 烯烃的聚乙烯树脂产品。后者北欧 Borealis 公司开发的超临界浆液法乙烯聚合生产技术可以较容易地生产高性能的“双峰”型树脂, 该工艺还有提高反应器效率, 减少能耗及扩大产品范围的潜力。

③ 生产装置

聚乙烯装置趋于大型化。以气相法为例, 20 世纪 70 年代单线生产规模为 6 万 t/a, 80 年代发展到 14 万 t/a, 90 年代达 30 万 t/a。环管浆液法和溶液法也向 30 万 t/a 的规模发展。随着装置的大型化, 聚乙烯生产物耗和能耗不断降低, 生产成本不断下降。

1998 年我国聚乙烯生产能力为 253 万 t/a, 产量为 229.21 万 t/a, 表观需求量约为 472 万 t/a。目前中国石化集团公司有 LDPE 装置 5 套, 1998 年生产能力为 57.80 万 t/a, 实际产量为 48.69 万 t/a; HDPE 装置有 4 套, 1998 年生产能力为 53.0 万 t/a, 实际产量为 54.55 万 t/a; LLDPE 装置有 5 套, 1998 年生产能力为 38.0 万 t/a, 实际产量为 34.5 万 t/a。聚乙烯总生产能力为 148.8 万 t/a, 实际产量为 137.74 万 t/a。我国的聚乙烯缺口很大, 每年消费量的一半以上仍需进口。

中国石化集团公司已有高压管式和釜式聚乙烯装置, 浆液釜式和环管聚乙烯装置, 以及气相流化床聚乙烯装置, 拥有主要的聚乙烯工业装置, 构成了比较完整的生产工艺体系。1998 年产量为 137.76 万 t/a, 占全行业产量的 60%。中国石化集团公司开发的 BCH 浆液法聚乙烯催化剂已经工业化, 浆液法聚乙烯装置已基本上实现催化剂的国产化, 国产催化剂使用率已超过 80%; 上海医药工业研究院、扬子石化公司设计院和燕山石化公司等开发了浆液法高密度聚乙烯工艺技术, 成功地建设了 14 万 t/a 浆液法高密度聚乙烯装置; 上海石化股份有限公司研究开发的 SF-TBPV 引发剂用于高压聚乙烯装置生产 N220 和 Q2811 牌号时, 具有低温引发性能好, 乙烯单程转化率高和长周期适用可靠性的特点, 可以替代进口引发剂。天津联合化学有限公司开发的流化床冷凝态进料技术, 已将气相法聚乙烯装置由 6 万吨 t/a 扩能改造到 10 万 t/a; 扬子石化公司设计院和浙江大学采用浆液法釜式外循环技术, 将辽阳化纤公司 3.5 万 t/a 浆液法高密度聚乙烯装置的生产能力提高了 25%, 还完成了扬子石化公司浆液法高密度聚乙烯装置从 7 万 t/a 改造到 10 万 t/a 的工艺包。

(2) 聚丙烯

聚丙烯是一种通用的热塑性塑料, 从组成上可分为均聚聚丙烯和共聚聚丙烯两大类。从结构上可分为等规聚

丙烯（IPP）、间规聚丙烯（SPP）及无规聚丙烯（APP）三种。

从发展结晶聚丙烯至今的 40 多年间，世界经济几经萧条，大多数合成树脂都受到了不同程度的冲击，惟独聚丙烯的消费保持持续增长。在近 20 年时间内，聚丙烯在通用塑料中的消费增长速度最快。聚丙烯能够得到迅速发展的主要原因是原料丰富，价格便宜；综合性能好，用途广泛；生产流程及催化剂不断改进，建设投资及生产成本相对降低。

聚丙烯性能、价格比高，用途广泛，产量大，增长速度快。1998 年全世界聚丙烯的生产能力为 2810 万 t，需求量为 2330 万 t；我国的生产能力为 260 万 t，需求量为 359 万 t；中国石油化工集团公司生产能力为 180 万 t，产量为 146 万 t。全世界的生产能力过剩，但是我国的产需缺口较大。

自 1957 年聚丙烯浆液法工业化生产以来，40 年来聚丙烯生产工艺不断发展。20 世纪 60 年代出现了本体聚合工艺，解决了不用溶剂问题；70 年代又开发成功高效催化剂，实现了无脱灰的工艺流程；1980 年高效催化剂在本体聚合工艺上应用，因产品等规度高，可省去脱无规物工序，装置投资及生产成本大大降低。近年来，由于催化剂的进一步发展，可通过其颗粒的形态控制聚丙烯的颗粒大小及形态，除嵌段共聚物外，可省去造粒工序。前人预想的无溶剂、无脱灰、无脱无规物和无造粒的目标在生产均聚物时得以实现，从而极大地节省了建设投资，提高产品质量，降低生产成本。

根据反应介质及反应器构型的不同，PP 生产工艺有三大类：

a：浆液法工艺

丙烯溶于惰性烃类稀释剂（如丁烷、戊烷、乙烷、庚烷或壬烷）中进行聚合；

连续式搅拌床反应器－Hoechst、三井、Amoco、Shell 等工艺；

间歇式搅拌床反应器－三菱工艺；

环管反应器－Solvay 工艺；

沸腾丁烷反应器－壳牌工艺。

b：本体法工艺

在液态丙烯中发生聚合反应；

液相釜式反应器－Exxon、三井、Shell、住友、Rexene 等工艺；

液相环管反应器－Himont、Hoechst、Solvay、菲利普工艺。

c：气相法工艺

直接在气相丙烯中聚合成固相的聚合物产品；

气相流化床反应器－联碳、住友工艺；

气相立式搅拌床反应器－BASF 工艺；

气相卧式搅拌床反应器材－Amoco/窒素工艺。

目前，世界领先的聚丙烯生产企业是 Montell 公司，生产能力已超过 400 万 t/a。近年来，国外新建的生产装置的能力大多在 20 万 t/a 以上，技术先进。单线能力最大的是建在法国的采用 Montell 公司 Spheripol 工艺的 28 万 t/a 的装置。工业上广泛使用的几种典型的聚丙烯技术见下表。

表 工业上使用的典型的聚丙烯工艺技术

工艺名称	开发公司	工艺方法	生产能力(t/a)	总投资(百万美元)	特 点
Spheripo	Montell	环 管 液-气	850	108.5	催化剂系列化,产品牌号较多,可直接生产高流动性产品,应用范围宽,并有无造粒工艺
Novolenl	Basf	PTK	320	103.9	立式搅拌床,生产灵活性较大,产品牌号较多
Unipol	UCC	SHACK	250	100.4	可采用冷凝态操作撤热,产品的牌号较多,应用范围较宽
Hypol	三井油化	TK-II	150	126.3	催化剂正在系列化,投资和生产成本相对较高
Amoco 气相	Amoco	CD	110	99.0	卧式搅拌床,投资较省.生产稳定性稍差,生产高流动性产品需加过氧化物

聚丙烯生产使用的高效催化剂的发展趋势，已经从高活性、高定向性向系列化、高性能化发展。茂金属催化剂的问世，除可制取等规聚丙烯外，还可制取间规聚丙烯，目前已进入工业化试生产阶段，如 Targor 公司已生

产 MetoceneX 系列聚丙烯产品。

聚丙烯的主要应用领域是：纤维、薄膜、片材、电线电缆等的挤出成型产品，一般使用均聚物或无规共聚物；家电部件、包装材料、汽车零部件等的注塑成型产品，一般使用抗冲共聚物；容器等吹塑成型产品，一般使用均聚物或无规共聚物。发展趋势是增加共聚物牌号的研究和生产。

过去 10 余年间，我国聚丙烯工业的发展十分迅速，产品需求不断增长。中国石化集团公司的聚丙烯技术是引进与自建装置并进，溶剂法、液相本体法、气相法和间歇本体法并存。前期引进装置规模最大单线为 14 万 t/a，1998 年建成了我国目前单线生产能力最大的从 Amoco 引进技术，采用气相聚合工艺的 20 万 t/a 的生产装置。国内设计的生产装置规模为 4 万 t/a、7 万 t/a、10 万 t/a，采用釜式连续工艺或环管连续工艺。以上装置均采用第三代高效催化剂。

在催化剂方面，中国石化集团公司北京化工研究院开发的 N 型催化剂，性能优良，专利技术已向美国出口，产品已在多种工艺装置上成功应用，并有部分出口，目前的生产能力为 60t/a。该院开发研制的 DQ-1 球形催化剂，总体性能超出进口同类催化剂的水平，已经在工业聚丙烯生产装置上应用成功，目前的生产能力为 20t/a。茂金属催化剂的研究也取得了一定的进展。

目前，中国石化集团公司的生产装置以生产均聚物和无规共聚物为主，产品的主要应用领域是编织制品、薄膜、纤维等；还有少量的用作管材、板片材、周转箱、汽车零部件等的抗冲共聚物产品。

(3) 聚氯乙烯

聚氯乙烯 (PVC) 是五大热塑性合成树脂之一，占合成树脂总消费量的 29% 左右，仅次于聚乙烯居第二位。1998 年世界 PVC 生产能力达 2800 万 t/a，需求量为 2300 万 t/a 以上。我国 PVC 生产能力 220 万 t/a，产量 160 万 t/a，成为世界聚氯乙烯生产大国。中国石油化工集团公司生产能力 20 万 t/a，产量 18 万 t/a。PVC 有较大发展空间。

目前世界 PVC 生产方法有悬浮法、乳液法、本体法和溶液法。其中间歇悬浮法聚合工艺成熟，操作简单，生产成本低，经济效益好，应用领域宽，是生产聚氯乙烯树脂的主要方法。目前，各国生产的树脂中，80% 以上采用该工艺，其品种之多、产量之大是其他工艺所无法相比的。

聚氯乙烯间歇悬浮聚合，由美国 Goodrich 公司于 1940 年创建，经过几十年发展，特别是近些年来，各国对 PVC 聚合配方、聚合釜、聚合产品品种、产品质量等不断研究和改进，相继开发了多种独具特点的聚合工艺，其中，采用较多的有美国的 Geon 公司工艺、日本信越公司工艺、欧洲 EVC 公司工艺及比利时 Solvay 公司工艺。

悬浮聚合工艺经过十几年的技术革命，树脂空隙率提高了 300%。经过汽提或化学处理，树脂浆料中 VCM 残留量从 1000mg/L 降到 5mg/L 以下，经过干燥处理，树脂中 VCM 含量达 1mg/L 以下。

世界上著名的本体法技术为阿托公司的阿托化学技术，有 20 多个国家采用，该工艺过程包括预聚合和聚合、氯乙烯单体过滤、压缩及冷凝回收、高压水清洗、分级调整、PVC 储存及包装、废液、废气处理及热水系统等七个工序。

PVC 生产厂家都在通过改进防粘釜技术、提高除热能力、采用大型聚合釜、缩短聚合时间，降低生产成本，改进生产品种。目前，世界上生产的 PVC 商品牌号有 2000 多个，专用料品种所占比例高达 50%~80%。

(4) 聚苯乙烯

1930 年聚苯乙烯 (PS) 由德国 I.G. 公司实现了工业化；随后，美国 (1942)、意大利 (1949)、英国 (1950)、法国 (1953) 和日本 (1953) 也相继开始生产 PS。经过半个多世界的发展，PS 以其低成本、产量大、品种多、易加工、性能好和应用广的特点，成为四大通用树脂之一。

1998 年世界聚苯乙烯 (PS) 的产能达到 1512 万 t/a。我国 1998 年聚苯乙烯产量为 46 万 t，表观消费量为 174 万 t。PS 树脂是一种热塑性树脂，价格低、易加工，因此被广泛应用在一次性用品、包装、玩具、建筑、电子和家具器械等方面。其最大应用领域为包装业。

PS 有四种主要类别：通用型聚苯乙烯 (GPPS)，高抗冲聚苯乙烯 (HIPS)，可发性聚苯乙烯 (EPS) 和间规聚苯乙烯 (SPS)。世界上 PS 的最大生产厂商为 Dow，BASF，Huntsman，Nova 和 Elf Atochem 等。近年来，某些高性能 HIPS 树脂，已开始代替工程塑料 ABS 在很多方面得到应用。开发高透明高抗冲聚苯乙烯 (HT-

IPS)新品种、BOPS(双向拉伸聚苯乙烯)、间规聚苯乙烯已成为发展趋势。

PS树脂的生产主要有两种方法,即本体法和悬浮法。各种本体法生产技术的工艺步骤都大致相同,仅在装置和工艺配制方面有所不同。本体法是工业上主要的生产方法,用于生产结晶型GPPS(不可发泡);而EPS生产主要采用悬浮聚合工艺。SPS尚未完全工业化,日本出光公司和Dow Chemical公司是采用MAO催化剂体系。

与聚烯烃不同,PA生产工艺相对成熟,因此如何获得竞争优势以及长期保持必须的经济效益是PS生产者必须考虑的问题。创造竞争优势应考虑两个战略性的途径:a、向后或向前一体化,实现低成本。苯乙烯及苯乙烯衍生物生产经济性很大程度由原料(乙烯和苯)向下游产品的一体化水平所决定。b、开发特殊牌号,占领应用新领域。

我国从1960年开始生产PS,到20世纪70年代新建了一批装置,80年代中期又引进几套较大型的生产装置,才逐渐形成了自己的PS工业。到了90年代,引进装置渐趋大型化,生产工艺追求不同的技术特色,努力提高产品档次,增强市场竞争力,PS工业得到了新的发展。多年来,由于原料长期匮乏。研究开发力量分散,生产能力较小,市场供需不平衡,受国际价格冲击影响较大,行业发展速度不如聚烯烃工业。

(5) 其他合成树脂

a. 聚氨酯

聚氨酯发展历史不长,自从1937年德国Bayer Otto首次利用二异氰酸酯和多元醇化合物制成聚氨酯并用于工业生产以来,经过60年左右聚氨酯原料和制品业已发展成品种繁多、应用广泛的大材料工业。其规模已能和聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯和聚苯乙烯等合成材料相提并论。

聚氨酯由多异氰酸酯和聚醚多元醇和聚酯多元醇,或小分子多元醇、胺、水等扩链剂/交联剂等原料制成,通过改变其软、硬链段的化学结构及组成,可以大幅度地改变其各种性能,根据不同的配方可得到从极柔软到坚硬的聚氨酯泡沫塑料或弹性体。这是聚氨酯材料不同于其他合成材料的特殊之处,没有其他高分子材料能取代它。聚氨酯具有许多独特的优异性能,是一类用途极其广泛的特种合成树脂,可加工成各种软质、硬质泡沫塑料、弹性体、油漆涂料、胶粘剂、密封胶、合成革涂层、高弹纤维等,广泛应用于各行各业。

全球聚氨酯消耗量1998年达770万t。世界上各发达国家如美国、西欧国家及日本,基本上也是聚氨酯产销大国。近年来亚太地区成为全球聚氨酯工业发展最快的地区,而中国又是最具发展潜力的国家。

聚氨酯泡沫塑料是聚氨酯产品的主要组成部分,一般占聚氨酯制品总量的50%以上。在美日欧这些发达国家和地区,软泡在聚氨酯泡沫中所占比例为60%左右,硬泡为40%。聚氨酯胶粘剂、聚氨酯涂料、聚氨酯密封胶和水性聚氨酯应用广泛。聚氨酯弹性体是一发展方向,其综合性能优良,具有较高的强度和弹性,可分为浇注型、热塑型、混炼型几类。随着聚氨酯工业整体水平的提高,聚氨酯弹性体的生产技术也日趋成熟,新技术、新产品、新工艺不断涌现出来。

b. 环氧树脂

世界环氧树脂生产能力已达约140万t/a,其中美国、西欧和日本三地区占了85%。在全球环氧市场上,占主导地位的三大厂商是Dow、Ciba和Shell,它们占全球生产能力的约65%,其中Shell和Dow特点是原料、产品一体化,Ciba在电子行业用环氧树脂和复合材料等产品领域居领先地位。

世界环氧树脂主要消费在涂料、电子电器、粘合剂、建筑和复合材料等方面。

按化学结构分类,环氧树脂大致可分类缩水甘油醚型树脂、缩水甘油酯型树脂、缩水甘油胺型树脂、脂环族环氧化合物、线状脂肪族环氧化合物等类。目前国外环氧树脂的品种,双酚A型环氧树脂(缩水甘油醚型树脂的最具代表性品种)的比例虽呈下降趋势,但主体地位没变,其他品种则弥补其性能的某些缺陷,并增加一些新功能。其他品种的性能改进和功能化研究主要表现为:通过探索全新的分子结构共混、改性等手段来制得特种环氧树脂,提高其耐高温、耐磨蚀、韧性、易加工性、机械强度等,向精细化、专用化和高功能化发展;高纯度环氧树脂的研究;高性能环氧树脂系列产品的固化剂、添加剂及配方的研究;拓展应用领域。

c. 不饱和聚酯

不饱和聚酯树脂(UP树脂)作为热固性玻璃钢的最重要的基体材料,近20年来在全世界取得了迅速的发展,目前世界不饱和聚酯树脂总产量已超过280万t,已成为热固性树脂的主要品种之一。不饱和聚酯树脂在20世纪50年代至20世纪70年代是大发展时期,70年代中期至80年代初期是停滞期,进入80年代后各国均以国

民经济同步发展速度稳步发展,其重点是开拓应用领域,逐步实现功能化、精细化和专业化,生产规模逐步扩大,应用领域不断增多。90年代世界不饱和聚酯树脂的技术开发的重点集中在树脂的共混改性,主要是通过树脂改性、掺混等向着降低树脂收缩率,提高制品表面质量,改善成型加工性能、韧性、耐热性,提高与添加剂的相容性,增加对增强材料的浸润作用以及增强机械性能等方向发展。

不饱和聚酯树脂由于具有优良的机械性能、电性能和耐化学腐蚀性能,除了可直接用于化工防腐、家具表面涂层、装饰材料、油漆涂料、卫生洁具、地板和路面铺复材料、人造大理石和人造玛瑙制品、树脂纽扣、专用汽车腻子、工艺美术品之外,约有70%~80%的不饱和聚酯树脂是通过玻璃纤维增强来制作玻璃钢制品。

UP树脂的生产方法目前仍以间歇生产为主。近年来连续合成工艺已有不少进展,特别是在通用树脂方面进展较快,但间歇生产在产品质量及品种的调节等方面仍具有明显的优越性,仍是目前普遍采用的方法。

工业上生产UP树脂的工艺分为熔融缩聚法、溶剂共沸脱水法、减压法及加压法等。熔融缩聚法设备比较简单,生产周期短,所以大部分工厂都采用该法。UP树脂技术随着生产的发展也日益成熟,世界UP树脂已有50年的发展,至今已形成了完整的一整套生产与应用理论和技术体系。树脂的配方设计日趋完善和灵活,树脂的品种规格也越来越齐全。新品种树脂的发展,特别重要的是大批量生产的阻燃树脂、SMC和BMC模压树脂对树脂应用的扩大起了很大作用。

d. 聚酰胺

聚酰胺自作为工程塑料使用以来,现在主要品种有PA6、66、11、12、610、612、1010、46、MXD-6、6T、9T和全芳香族PA等,其产量一直居工程塑料各品种之首,1998年全球PA工程塑料的总需求量达到128.1万t。

PA工程塑料生产厂商主要集中在美国、西欧和日本,其生产能力近年来一直占世界总产能的80%以上。世界排前四位的PA工程塑料厂商为美国杜邦公司、德国BASF、美国allied Signal、美国Solutia,他们占世界总产能的43.7%。

PA工程塑料的应用领域非常广泛,主要应用于交通运输(特别是汽车工业)、电子电气、机械、包装薄膜和单丝等行业。PA塑料消费量最多仍然是美国、西欧和日本,约占其总量的80%。

PA工程塑料实际上由基础树脂和改性树脂两大类品种构成。基础树脂是指采用聚合方式生产的有一定分子量的切片,它可不经过改性处理直接用来加工成最终产品。改性PA品种是指采用合金化或共混等方法对基础树脂进行技术或工艺处理,扩大其应用范围、满足不同特性要求的品种。PA6和PA66大多采用连续聚合工艺、以固相聚合或高-常压聚合方法来生产PA基础工程塑料。目前PA工程塑料产品的开发方向是实现PA的高性能和高功能化,以适应不断拓展的市场需求。汽车工业是PA最大的市场,近年来为进一步提高适应性和竞争力,对PA在汽车中的应用一直在进行高性能化改进。

3. 合成纤维

20世纪50年代开始,合纤工业的兴起和快速的产业化进程,开辟了纤维产业前所未有的发展前景。1950~1998年间,全球化纤产量增长了18倍,其中再生纤维素纤维只增长36%,而合成纤维却由6.9万t增至2765.5万t,超过了天然纤维和再生纤维素纤维的总和,占全部纤维量的55.3%。

从合纤品种来看,20世纪后50年,受原油裂解得率以及所产合纤的性能、价格、用途、市场等诸多因素的影响,大类品种结构在不断调整。聚酰胺纤维(锦纶)问世最早,到60年代末一直占据着合成纤维的主导地位(占全部合纤产量的60%)。20世纪70年代以后,聚酯纤维(涤纶)、聚丙烯腈纤维(腈纶)进入兴旺期,成为合纤的主要品种。1980年,涤纶、锦纶、腈纶“三大纶”已占全部合纤份额的86.6%。

20世纪80年代以后,聚丙烯纤维(丙纶)以其成本低、质量轻、应用领域宽、市场大而成为合纤中的“后起之秀”。据统计,包括膜裂纤维在内的丙纶1980~1990年间的年均增长率为9.72%,1990~1998年间为6.62%,1998年的世界总产量已达491.4万t,超过锦纶、腈纶而居合纤品种的第二位。

目前世界合纤技术的发展方向仍是缩短工艺流程、大型化、大容量、纺丝与后加工的高速化、直接纺、功能化、差别化、高档化,并且电子技术与机械技术融为一体。

4. 合成橡胶

近年来世界合成橡胶年总产量一直在1000万t上下徘徊。1999年世界合成橡胶总生产能力约为1419万t,

居世界前 10 位的国家是：美国、独联体、日本、中国、韩国、法国、德国、巴西、英国和意大利。

丁苯橡胶在合成橡胶中仍占主导地位，溶聚丁苯橡胶逐渐成为丁苯橡胶的发展重点。溶聚丁苯橡胶具有适合于轮胎用途的各种优异性能，特别是 80 年代开发成功的第二代溶聚丁苯橡胶，其滚动阻力比乳聚丁苯橡胶减少 20%~30%，抗湿滑性能优于顺丁橡胶，耐磨性能优异，作为轮胎胎面用胶性能明显优于乳聚丁苯橡胶和顺丁橡胶。

顺丁橡胶继续保持第二大胶种的地位，稀土钕系顺丁橡胶及中乙基聚丁二烯橡胶引起了更多关注。稀土钕系顺丁橡胶具有很高的生胶强度、良好的耐磨性、较高的弹性、优异的粘着性以及较低的生热性，使用钕系顺丁橡胶制造轮胎比使用目前其他各种顺丁橡胶更具优势，稀土钕系顺丁橡胶进一步化学改性的空间也很大。

苯乙烯类热塑性弹性体以开发不同用途、特殊功能的专用产品为研究开发的热点和方向，其中用于沥青改性、建筑材料、粘合剂和塑料改性的专用产品是发展重点。氢化和功能化产品的市场需求和应用领域进一步增大。

丁基橡胶的发展重点是卤化丁基橡胶，目前世界卤化丁基橡胶已占丁基橡胶总量的 70% 左右。星型丁基橡胶及氯化溴化星型支化型丁基橡胶将形成系列化产品。

羧基丁苯胶乳产耗量增长迅速，国外羧基丁苯胶乳在合成橡胶中的比例 1986 年为 14%，1999 年则上升到 18%，其中高速造纸用牌号以及聚烯烃改性用牌号尤为引人注目，增长势头强劲。

乙丙橡胶需求继续增长；丁腈橡胶继续向高性能化发展，具有代表性的产品是氢化丁腈橡胶；异戊橡胶市场逐渐缩小，目前世界异戊橡胶在合成橡胶总消费量中的比例只占约 8% 左右。

合成橡胶的 70% 应用于轮胎行业，轮胎行业的技术进步和发展直接影响着合成橡胶行业的发展。随着环保要求的不断提高和轮胎行业的技术进步，轮胎的发展趋势为子午化、扁平化和无内胎化。

二、21 世纪石油化工展望

21 世纪是知识经济的时代。世纪之交的国际环境正在发生深刻变化，世界经济全球化、一体化的趋势日益明显，科技革命和信息化建设突飞猛进，知识经济初现端倪，产业结构和企业组织结构调整加快。

在经历了亚洲金融危机之后，世界经济正在复苏，世纪之交的石油化学工业发生了全球规模的变化。国外大公司特别是西方发达国家大石油石化公司以降低开发成本、占领和扩大世界市场为目标的结构调整、战略重组浪潮此消彼长。他们通过强强联合和结构调整，突出和加强核心业务，促进优势互补，在国际市场上的竞争力大大增强。世界石油霸主的强强联合给世界石油石化业乃至世界经济产生了巨大影响。兼并重组使世界石油石化资源、资本、技术和市场的集中程度进一步提高，本来已十分激烈的市场竞争更加白热化，对我国石油化工工业的发展也带来了新的挑战。

同时，我国石油化工工业还要应对加入 WTO 带来的严峻挑战。这意味着原有的配额、许可证制将在一定期限内取消，石油、石化产品进口关税幅度降低，逐步给予外国公司零售和批发的分销权。国外公司会凭借资金、市场、技术及品牌效应等方面的优势，直接进入我国，大量挤占市场，严重威胁国内石油石化企业的生存与发展。我国石油石化工业也将无法再寄希望于原有的屏障，而将直接融入国际市场，直接面对国际强手的挑战。

面对世界石油化工新形势、新格局，21 世纪新经济形势以及我国加入 WTO 带来的严峻挑战，21 世纪的中国石化工业要进一步发展壮大，在竞争中立于不败之地，必须走可持续发展道路，突出核心业务，实现技术创新，搞好市场营销，不断提高市场竞争能力。必须在经营机制、管理体制、管理方式、产业结构等方面进行重大的改革与调整，实现生产要素的优化组合，以优良资产去激活存量资产，发展和强化核心业务。必须做好内降成本、外拓市场、清理整顿、内涵发展、科技进步、扩大开放、减员增效、重组改革等方面工作，提高整体效益和竞争能力。

1. 21 世纪石油化工技术展望

20 世纪已经走向成熟的第一代石化技术，特别是那些基本符合可持续发展战略要求的技术，在 21 世纪相当长一段时期内仍将继续发挥主要作用。但是，在用好现有技术的同时，还将不断改进和提高。

生产乙烯的裂解炉技术，目前已经达到很高水平。今后主要是通过设计更大型的裂解炉、更先进的分离工艺等单元技术，形成能耗、物耗更低的大型成套技术，改进各种催化剂和助剂提高装置的整体性能，采用先进的控

制技术实现灵活的原料和产品分布的优化,进一步发展传统乙烯技术。同时,将探索开发新型烯烃制备技术,如开发石脑油和轻烃催化裂解制烯烃、以天然气为原料合成烯烃技术,甲烷两步转化技术,特别是石脑油催化裂解技术能降低裂解温度,较大幅度地节省能耗,日本将其作为“21世纪化学工艺技术开发计划”的研究项目。

21世纪基本有机原料生产技术的发展,将以节能降耗,降低生产成本,采用环境友好技术为主要方向。为此,将开拓新的低成本原料路线,从根本上强化生产技术的竞争优势,改进现有技术路线,提高产品选择性和收率(主要是改进催化剂、反应器等)及降低能耗,开发新型控制技术和计算机模拟优化技术,大力发展环境友好的绿色技术,摒弃传统的光气、硫酸、磷酸、氢氟酸、盐酸、三氯化铝等有毒有害原材料生产石化产品工艺。分子筛催化剂、沸石催化剂、杂多酸催化剂、固体酸催化剂、离子交换树脂催化剂等催化剂将扮演重要角色。

三大合成材料继续蓬勃发展,新产品研究更加丰富多样。合成材料向优质化、高性能化方向发展。专用合成树脂牌号不断丰富出新。“双峰”、宽分子量分布LLDPE、球形粒子聚烯烃、“超乙烯”、高结晶度聚丙烯、PP高模量高抗冲等聚烯烃新产品占领市场的速度将加快。高聚物分子设计可实现结构定制。合成纤维产品趋于功能化、差别化、高档化。环境友好的“绿色”环保产品以及高性能化和功能化的合成橡胶产品将是21世纪合成橡胶总的发展趋势。

聚合技术方面,称为第三代聚烯烃技术的超冷凝气相工艺、超临界浆液法工艺和高温聚丙烯技术将对21世纪聚烯烃工业产生深远影响,潜力巨大。与冷凝技术相比,超冷凝气相技术又有新的突破。在应用中可以大幅度地提高反应器的产率,在设计设备时,可用相当小直径的反应器与生产能力更大的设备配套,或在扩能改造中,不改变反应器尺寸而大幅度提高装置。在高温聚丙烯应用方面,从技术上讲,如果真能把聚丙烯聚合温度提高到150℃、200℃甚至300℃还能维持聚丙烯的质量,将引起反应速率、冷却剂余热等方面的一系列重大变化,实现工业化后可能产生许多新的影响,估计21世纪应有所突破。采用活性自由基聚合的可控聚合将更受到工业部门的关注。

催化剂方面,在茂金属/单中心催化剂发展的同时,Z-N催化剂仍继续保持旺盛的生命力。20世纪末期开发的新催化剂在21世纪初将发挥作用。后过渡金属单中心催化剂、高温聚丙烯催化剂等催化剂将逐步完善成熟。为适应产品高性能化和聚合技术的进步,预计21世纪会出现一些新的催化剂。如将负载型钛系催化剂改进为单中心催化剂,将是一个新颖的非常有意义的课题。通过减小不同活性中心之间的差异,使具有不同立体环境的活性中心具有相近的催化活性和立体等规性或提高所希望的活性中心的活性,抑制那些不希望的活性中心能实现这种改进,若能成功,其工业化的意义不亚于茂金属、非茂金属、后过渡金属催化剂。

新的合成材料品种将不断推陈出新,如纳米复合材料、聚合物合金应用前景十分广泛。

21世纪石化技术的进一步发展,将突破传统技术的模式,出现革命性变化,使石化工业继续健康快速发展,为人类社会进入知识经济和信息时代,实现可持续发展战略作出更大贡献。

2. 21世纪中国石化工业发展战略

(1) 实施可持续发展战略

节约使用石油资源,优化利用石油资源,提高石油资源的利用效率,减少加工损失和浪费;采用少产生或不产生废气、废水、废渣的环境友好工艺,生产环境友好产品。

(2) 实施联合、兼并、重组战略,增强竞争实力

(3) 实施核心业务战略

实施核心业务战略,退出非核心领域,增强核心竞争力。通过对石化工业进行整体重组改制,按照国际大型石化公司通行的、合理的产业结构模式和国际投资者对大型石化公司的要求,按照上下游、内外贸、产供销一体化原则,重新集中、整合、构造石化集团的核心生产经营业务,将辅助业务、非主营业务和非经营性资产分离出来,将主业中的无效资产、低效资产和不良资产清理出来,突出核心业务,精干主业资产,提高内部专业化程度和配套协作水平,优化资源配置和产业结构,提高规模效益。

(4) 实施经济规模战略,降低生产成本

石化企业的规模效益明显,没有规模就没有效益。所以,目前世界上一些大公司都把生产装置搞大,老装置通过扩能改造搞大,新装置越建越大。我国石化企业要想与大跨国公司抗衡,必须降低生产成本,必须实施经济规模战略。

(5) 实施炼油——化工一体化战略，优化资源利用

世界各国的实践证明，实施炼油——化工一体化战略，是优化石油资源利用、提高石化企业经济效益的最佳途径之一。

(6) 实施技术创新战略，占领 21 世纪石化技术的制高点

从当今世界石化技术的发展趋势来看，我国 21 世纪石化技术开发和创新的重点应该是催化技术、生物工程技术 and 天然气合成技术。通过技术创新，开发新产品，调整产品结构，提高产品质量，降低生产成本，加速我国石化产品升级换代的步伐，满足我国国民经济各部门对不同品种牌号石化产品的需求，同时，在世界石化技术市场占有一席之地。为此，必须加大技术开发和技术创新投入的力度，必须加速高层次学术带头人的培养，必须转变用人机制，必须创造有利于技术创新的气氛和环境。

(7) 实施品牌战略，占领国际市场

必须实施品牌战略，塑企业形象，抢夺更多市场空间。跨国石化公司抢占中国市场，已不仅仅是输出商品、资本，而且还要输出牌号，品牌扩张逐渐成为主要手段，目的在于增加在中国市场的份额，逐步占领中国市场。

中国石化工业的发展需要品牌，加入 WTO 后更需要品牌。实施品牌战略，应全面设计企业形象，树立企业形象、风格和特色，提高企业的产品形象、质量和服务，提高企业在国内外的地位和市场竞争力。实现品牌战略，必须以产品为中心，按照统一产品商标、统一质量标准、统一质量认证、统一质量监督、统一服务质量、统一制品标志的原则，以名牌优势企业为主体，以名牌产品为龙头，发挥名牌的规模效应，扩大名牌产品的市场占有率。

3. 21 世纪中国将发展成为石化强国

21 世纪头 20 年，我国国民经济仍可能以年均 5%~7% 的速度增长，我国石化工业将与国民经济同步发展。乙烯需求量的年均增长速度在 6.5% 左右，2020 年的需求量将达到 2500 万 t 左右；五大合成树脂需求量的年均增长速度略高于乙烯需求的增长速度，2020 年的需求量将达到 4000 万 t 左右；合成纤维需求量的年均增长速度在 3.5% 左右，2020 年的需求量将达到 1500 万左右；合成橡胶需求量的年均增长速度在 5.5% 左右，2020 年的需求量将超过 200 万 t。预计到 21 世纪中叶石化工业的增长值将占工业总产值的 8% 以上，占国民生产总值的 5% 以上，石油产品和石化产品的数量、质量、品种、牌号将能满足我国家电、汽车、建筑、农业、轻工等国民经济各部门不断增长的需要；部分名牌石化产品能够在国际市场占有一席之地；拥有一批国际领先的技术以支撑我国石化企业的发展；拥有一批综合实力强、技术先进、具有竞争优势的石化企业，支撑我国石化工业的发展；重大技术装备实现国产化，并能出口占领国际市场。届时，我国将由目前的石化大国发展成为石化强国。

为了实现上述目标，需要着重发展以下几方面的石化技术：一是发展以乙烯为龙头的石油化工配套技术，包括乙烯生产技术，部分有机原料技术，聚烯烃技术等。二是加速三大合成材料的新产品开发，发展专用合成树脂新牌号、差别化纤维和合成橡胶新品种，提高产品的技术含量和附加值。三是适度发展精细化工和天然气化工技术，特别是石化工业所需的催化剂、添加剂和溶助剂技术。

中国石化集团北京化工研究院 王永耀 李天益