

走向21世纪的中国石化工业

侯芙生院士报告论文集



中国石化出版社

中国工程院院士侯芙生简介

侯芙生，汉族，生于1923年11月28日，江苏无锡人。教授级高级工程师，炼油和石油化工专家，享受政府特殊津贴工程专家，中国工程院院士。1947年毕业于暨南大学理学院化学系，获理学士学位。毕业后历任东北石油十厂工程师、代总工程师，石油工业部生产技术司副处长、高级工程师，燃料化学工业部石油化工科学研究院规划室、科管室负责人，石油工业部炼化司副总工程师、副司长，中国石油化工总公司副总工程师、技术经济顾问委员会委员兼秘书长、科学技术委员会副主任，国家科委发明奖化工组评委等职。现为中国石油化工总公司科学技术委员会委员、世界石油大会中国国家委员会委员、中国石油学会常务理事、中国化工学会名誉理事。

四十多年来一直从事炼油和石油化工生产的技术工作，对炼油、石油化工、化纤等领域的工程技术和生产工艺的发展能较全面系统提出决策意见；多次负责炼油、石化生产和科技发展规划的编制；参与制定和提出我国以石油为原料的炼油、石油化工、化纤行业结合，合理加工，综合利用，发挥最大经济效益的规划方案；指导重大炼油和石化科技攻关，在重油催化裂化技术、节能技术、改革传统润滑油生产工艺、石油化工主要催化剂国产化等技术的攻关和成果转化方面做出重大贡献；协助解决重大工程项目运行中的技术难题，对一些大型石化装置，如高桥石化公司的重油催化裂化装置、扬子石化公司的加氢裂化装置、齐鲁石化公司的氯碱厂、抚顺石化公司的腈纶生产装置和巴陵公司的己内酰胺生产装置等不能正常运转的问题，多次率专家组深入现场，系统调查分析，准确判断原因，制定技术方案，进行整改，使这些装置实现正常运行，为石油化工工程技术的发展做出重要贡献。

曾多次获得国家级和省部级科技奖励。

用中文和英文在国内外会议上和期刊上发表60多篇有关炼油和石油化工技术的论文。主要论文有《发展重油深度加工，提高轻质油品收率》、《中国炼油技术的进展》、《总结经验，发挥催化裂化在深度加工中的主力作用》、《提高汽油生产工艺水平，加快质量升级步伐》、《努力提高基础油质量，加速高档润滑油的发展》、《加速科技成果向生产力转化，振兴石化工业》、《积极发展信息技术，加快石化工业的现代化》、《提高我国芳烃石化技术水平》等。主编《炼油工程师手册》、《石油炼制基本知识》和副主编《中国炼油技术》、《中国炼油技术新进展》等书籍。

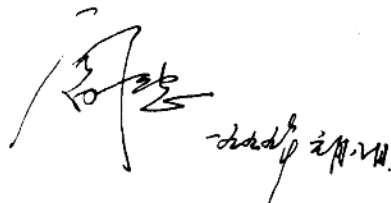
序

侯芙生院士自 1950 年以来，一直从事炼油及石油化工生技术工作，是我国炼油和石油化工界享有盛誉的知名专家。近 50 年来，他先后在石油工业部、石油化工科学研究院、中国石油化工总公司及中国石油化工集团公司工作，坚持深入现场解决重大工程运行及工程技术应用中的关键技术问题，长期指导重大科技攻关，经历了极为丰富的实践，积累了极为宝贵的经验。

在中国石油化工总公司成立前后，侯芙生院士参与和具体组织“用好 1 亿吨原油的综合利用方案”的制定及实施，以后又多次负责炼油、石油化工生产和科技发展规划的编制。他长期组织指导渣油催化裂化、加氢裂化以及节约能源等炼油十大技术攻关。自 1991 年起，连续多年参与组织石化总公司的科技开发“十条龙”攻关，取得了包括催化裂解、丙烯腈等一大批重大成果。他经常深入生产第一线，协助企业解决重油催化裂化、加氢裂化、己内酰胺、干法腈纶及氯碱等重大工程运行中的一系列技术难题，深受企业欢迎。他多次率领专家组到现场，进行技术诊断，找出技术关键，提出措施，攻克了长期难以解决的难题，使一批装置实现了安全、稳定、长周期运转，对发展我国炼油及石油化工事业做出杰出的贡献。

我和侯芙生院士共事多年，深知他学识渊博，具有很高的学术造诣。他勤于思考，集思广益，善于总结。多年来，他坚持自己动手，撰写了大量论文、报告。这次由中国石化出版社出版的《走向 21 世纪的中国石化工业》文集所收集的 62 篇报告和论文，凝结了侯芙生院士多年技术生涯的心血，是他和许多炼油和石油化工科技人员长期实践工作的经验总结。他在 75 岁高龄时，坚持亲自动手，一篇一篇地整理，这件事本身就反映了他孜孜不倦的严谨治学精神。由于他坚持实践第一，经他组织的研究成果、总结的经验经得起实践的考验。文集中发表的意见有的虽已过去多年，但今天看来仍不失其指导意义。

《走向 21 世纪的中国石化工业》是炼油及石油化工领域里一部内容丰富、水平很高的学术专著。这本文集对工作在生产、科研及管理岗位的广大炼油及石油化工工作人员具有重要的参考价值。我深信这本文集的出版必将推动我国炼油及石油化工技术的发展，产生深远的影响。



侯芙生

前 言

1950年，中华人民共和国成立不久，我到东北从事石油炼制工作，不觉已经48年过去了。48年来，先是从事炼油技术工作，后来又向石油化工扩展。

1956年，我到石油工业部工作。当时中国石油工业正处在大发展的前夕，随着大庆油田的开发，炼油工业蓬勃发展。在飞速的发展过程中，使我在炼油生产技术的理论和实践方面得到了深刻的锻炼和提高。

1973年到1978年的6年里，我在燃料化学工业部石油化工科学研究院，从事石油化工科技开发管理工作，使我有较多机会接触到石油化工，为拓宽技术领域创造了条件。后来我又回到石油工业部工作。1983年中国石油化工总公司成立，我调到中国石油化工总公司负责生产技术工作。此时我虽已年届花甲，却怀着对石油化工的深厚感情，又投身于发展我国的石化工业。

中国石油化工总公司的成立，为我国石化工业的发展带来了巨大的活力。十几年来，随着改革开放，石化工业取得了异常迅速的发展。在此期间，我结合国际石化发展趋势和我国具体情况，积极为石油化工的生产和科技发展提出意见，努力为攻克石化工程技术难关尽一份力量。每当看到石化事业取得新的成就，攻关取得新的成果时，我心中无比高兴。

中国石油化工总公司副总工程师张德义和我同事多年。他鼓励我把改革开放以来，在石油化工生产和科技活动中，发表和提出的有关发展石油化工的思路和方向、具体的建议和措施等文章整理出来，汇编出版。我想虽然个人的文章是微不足道的，但是文章也确实凝聚着许多同仁的思考，是集体智慧的结晶。因此，我决定尝试着手整理。

我的文章大都是在专业会议上所做的报告和发言，其中一些刊登在公开发行的期刊上的和在内部印发的容易收集，有一部分文章保留了原稿，尽量收集整理；还有一部分文章的原稿已丢失，就无法整理了。经整理后共收集62篇报告和论文，按内容大致分为回顾与展望、深度加工、石油化工、石油产品、挖潜增效、技术攻关和科技开发等7个部分。

在整理过程中，张德义副总工程师给予热情的鼓励，中国石化出版社对本文集的出版给予了积极的支持，一并致以衷心的感谢。

1998年，我国石油和石化行业按国务院要求，经改革重组，成立了石油、石化两大集团公司。两大集团公司实现了上下游、内外贸、产销一体化，将进一步增强我国石油、石化工业在国际上的竞争能力，预示着我国石油、石化工业进入21世纪后将有更大的发展。石油、石化工业的发展与我个人的成长息息相关，发展石油、石化工业是我毕生的愿望。现虽已年逾古稀，我当将以有生之年继续为石化事业的发展矢志不渝，奋斗终生。

本文中提及的有关思路和方法、经验和实践对今后石化工业的发展是否有所裨益，实不敢奢望。文中如有不当之处，诚请批评指正。

侯英生

1999年1月



作者：侯英生

目 录

| | |
|---------------------------------------|-------|
| 一、展望与对策 | (1) |
| 走向 21 世纪的中国石化工业 | |
| ——1997 年 4 月在中国石油学会石油炼制分会年会上的报告 | (2) |
| 中国炼油技术的进展 | |
| ——载于中国石化出版社 1998 年出版的《中国炼油技术新进展》 | (11) |
| 开发炼油新技术 开创炼油工业新局面 | |
| ——1983 年 2 月在石油工业部全国炼油工作会议上的报告 | (17) |
| 推进技术进步 加速我国石油加工工业发展 | |
| ——刊于《石油学报(石油加工)》1986 年第 1 期 | (29) |
| 结合国情发展炼油新工艺和新技术 走出当前炼油工业面临的困境 | |
| ——1990 年 8 月在炼油企业研讨会上的发言 | (35) |
| 发展中的中国石油炼制和石油化学工业 | |
| ——刊于《石油炼制》1991 年第 10 期 | (45) |
| 抓住机遇 迎接挑战 振兴石化 | |
| ——1993 年 5 月在《石油学报(石油加工)》编委会上的报告 | (51) |
| 加工进口原油是发展石油化工的重大决策 | |
| ——1989 年 5 月在中国石化总公司进口原油加工技术研讨会上的总结讲话 | (58) |
| 突破加工进口原油的制约因素 提高进口原油水平 | |
| ——1991 年 6 月在中国石化总公司第二次 | |
| 进口原油加工技术交流会上的总结讲话 | (64) |
| 把齐鲁石化公司改造成为加工进口含硫原油的基地 | |
| ——1994 年 1 月在齐鲁石化公司加工进口原油专家论证会上的发言 | (69) |
| 第 13 届世界石油大会情况的报告 | |
| ——刊于《石油炼制》1992 年第 7 期 | (74) |
| 二、深度加工 | (82) |
| 总结经验 发挥催化裂化在深度加工中主力作用 | |
| ——1989 年在中国石化总公司催化裂化专业会议上的总结报告 | (83) |
| 推广应用新工艺和新技术 把催化裂化提高到一个新的水平 | |
| ——1991 年 5 月在催化裂化协作组第二届年会上的报告 | (97) |
| 为进一步提高催化裂化生产水平 发挥更大效益而努力 | |
| ——1993 年 10 月在催化裂化协作组第四届年会上的报告 | (103) |
| 加速催化裂化催化剂的更新换代 促进催化裂化技术进一步发展 | |
| ——1994 年在 9 月在中国石化总公司催化剂高级研讨班上的讲话 | (112) |

| | |
|--|-------|
| 加快催化裂化新催化剂的开发应用 | |
| ——1991 年 4 月在中国石化总公司裂化催化剂新产品研讨会上的发言 | (116) |
| 进一步提高催化裂化技术水平 | |
| ——1990 年 9 月在催化裂化总工程师学习班上的报告 | (118) |
| 三十年来我国流化催化裂化发展总论 | |
| ——载于《中国流化催化裂化三十年》论文集集中 | (121) |
| 加速技术进步 提高我国催化裂化技术水平 | |
| ——1984 年在中国石化总公司催化裂化技术交流会上的总结报告 | (125) |
| 发展重油深度加工是一项长期的战略方针 | |
| ——写于 1989 年 5 月 | (129) |
| 发展重油加工提高轻质产品收率 | |
| ——刊于《石油炼制与化工》1995 年第 1 期 | (134) |
| 抓住机遇 发展加氢裂化 促进石化工业的更大发展 | |
| ——1994 年 8 月在加氢裂化协作组第一届年会上的报告 | (141) |
| 提高加氢裂化整体水平 迎接 21 世纪石化工业更大的发展 | |
| ——1996 年 9 月在加氢裂化协作组第二届年会上的报告 | (146) |
| 把催化裂化装置计算机的应用提到重要日程上来 | |
| ——1992 年在催化裂化协作组第三届年会上的报告 | (153) |
| 三、石油化工 | (158) |
| 搞好芳烃生产 用好芳烃资源 | |
| ——1984 年在中国石化总公司芳烃生产技术座谈会议上的报告 | (159) |
| 提高我国芳烃石油化工技术水平 | |
| ——1985 年 4 月在中国石化总公司第二期总工程师进修班上的报告 | (165) |
| 当前我国石化工业的形势和我们的任务 | |
| ——1986 年 10 月在第五次全国乙烯行业生产技术年会上的讲话 | (173) |
| 燕山石化公司乙烯装置改造的必要性和技术上的可行性 | |
| ——1991 年 1 月在燕山石化公司乙烯装置改造专家研讨会上的总结发言 | (178) |
| 优化乙烯原料 提高水蒸气裂解技术水平 | |
| ——1994 年 4 月在中国石化总公司科技委乙烯原料优化研讨会上的发言 | (181) |
| 开发合成树脂新产品 提高市场竞争能力 | |
| ——1992 年 6 月在合成树脂新产品工作会议上的讲话 | (185) |
| 发展石油化工中下游加工 | |
| ——1993 年 2 月在石油化工后加工延伸会议上的发言 | (190) |
| 总结经验 再接再厉 继续推动我国 SBS 的生产发展和技术进步 | |
| ——1991 年 12 月在万吨 SBS 生产装置技术鉴定 和竣工验收会议上的总结发言 | (197) |

| | |
|---|-------|
| 四、石油产品 | (202) |
| 全面提高润滑油生产技术水平 | |
| ——1986年6月在中国石化总公司润滑油会议上的总结报告 | (203) |
| 提高润滑油市场竞争能力 | |
| ——1995年9月在中国石化总公司润滑油工作会议上的讲话 | (212) |
| 提高基础油质量 加速发展高档润滑油 | |
| ——1996年12月在中国石化总公司润滑油、添加剂专业会议上的讲话 | (218) |
| 提高汽油生产工艺水平 加快质量升级步伐 | |
| ——1985年在中国石化总公司汽油专业会议上的报告 | (223) |
| 把我国2000年汽油质量提高到一个新的水平 | |
| ——1996年3月在中国石化总公司科技工作会议上的报告 | (230) |
| 采取综合技术措施 提高柴汽比 增产柴油 | |
| ——1994年10月在中国石化总公司增产柴油、调整柴汽比座谈会上的发言 | (238) |
| 五、挖潜增效 | (241) |
| 推动技术进步 克服技术难点 实现生产装置全面达标 | |
| ——1990年3月在中国石化总公司第一次达标会上的报告 | (242) |
| 再接再厉 狠抓达标 实现“八五”石化总公司第二个层次目标 | |
| ——1991年3月在中国石化总公司第二次达标会上的讲话 | (248) |
| 为进一步提高石油化工生产技术水平而努力 | |
| ——1992年3月在中国石化总公司第三次达标会上的发言 | (253) |
| 推动技术进步 加强管理 挖潜增效 大幅度提高石化企业效益 | |
| ——1994年6月在中国石化总公司达标工作会议上的报告 | (258) |
| 降低能耗 提高质量 | |
| ——1996年3月在中国石化总公司达标工作会议上的讲话 | (264) |
| 合理用能 节约能源消耗 把石化企业节能工作再向前推进一步 | |
| ——1995年6月在中国石化总公司过程能量综合技术研修班上的报告 | (268) |
| 努力开创石化总公司节能工作的新局面 | |
| ——1983年11月在中国石化总公司节能工作会议上的报告 | (273) |
| 六、技术攻关 | (279) |
| 关于齐鲁石化公司氯碱和氯乙烯攻关情况的汇报 | |
| ——1991年9月代表科技委专家组向中国石化总公司领导的汇报报告 | (280) |
| 关于齐鲁石化公司氯碱系统有关情况的汇报 | |
| ——1992年1月代表专家组向中国石化总公司领导的汇报报告 | (287) |
| 整顿攻关 实现腈纶厂“六保四，月上千”的第一期奋斗目标 | |
| ——1993年9月在抚顺石化公司腈纶厂停产检修整改会上的总结讲话 | (291) |

- 解决高桥石化公司炼油厂第二套催化裂化装置长期不能正常运转的措施
——1990 年 6 月代表专家组向中国石化总公司领导的汇报报告…………… (296)
- 提高常减压蒸馏装置材质 降低减压馏分油中铁离子含量 保证加氢裂化装置长周期运行
——1990 年 11 月在中国石化总公司加氢裂化装置技术讨论会上的总结发言 …… (299)
- 关于羟胺催化剂失活原因分析和下一步开车工作安排
——1993 年 5 月代表中国石化总公司专家组
在巴陵石化公司鹰山石化厂的工作报告…………… (302)
- 攻克技术难关 实现己内酰胺生产装置全面达标
——1996 年 1 月与巴陵石化公司鹰山石化厂
讨论己内酰胺生产装置达标的发言…………… (307)
- 七、科技开发**…………… (310)
- 加速科技成果向生产力转化 努力振兴石化工业
——1994 年 3 月在中国石化总公司科技工作上的报告…………… (311)
- 完善八年科技进步规划纲要 加速发展石油化工
——1993 年 4 月在中国石化总公司科学技术委员会
第五次工作会议上的总结发言…………… (316)
- 发挥科技委在石油化工发展中的决策作用
——1996 年 9 月对中国石化总公司第一届科学技术委员会工作的总结发言…………… (322)
- 石化总公司科技开发成果推广再上一个新台阶
——1994 年 3 月在中国石化总公司第六次科技进步工作会议上的总结发言…………… (325)
- 抓好“十条龙”攻关 推动石化科技进步
——1991 年 6 月在中国石化总公司“八五”期间
“十条龙”攻关会议上的总结讲话…………… (332)
- 持续不断地组织“十条龙”攻关
——1993 年 4 月在中国石化总公司“十条龙”攻关
第四次工作会议上的总结讲话…………… (336)
- 探索新技术 发展石油化工
——1994 年 1 月在中国石化总公司基础性研究
和高新技术探索性研究交流会上的总结发言…………… (341)
- 加强石化工业的基础性探索性研究工作
——1995 年 4 月在中国石化总公司基础探索研究工作研讨会上的发言…………… (345)
- 积极发展信息技术 加快石化工业现代化发展步伐
——刊于《石油炼制与化工》1995 年第 4 期…………… (348)
- 加快信息管理系统的建设和生产过程控制系统的开发
——1988 年 10 月在中国石化总公司计算机会议上的报告…………… (353)

一、展望与对策

走向 21 世纪的中国石化工业

——1997 年 4 月在中国石油学会石油炼制分会年会上的报告

1 我国石化工业已形成完整的工业体系

我国石化工业经过 40 多年的建设和经营，特别是 1983 年中国石油化工总公司（简称中国石化总公司，或石化总公司）成立以来，发挥了油、化、纤的联合优势，集中精力抓重点建设和生产，石化工业获得了快速发展，生产能力和产品质量持续稳定增长，我国石化工业已基本形成了一个完整的具有相当规模的工业体系，成为国民经济的重要支柱之一。在国际上的地位有了明显的提高。

1.1 原油加工能力超过 2 亿吨

随着 60 年代大庆油田的开发，全国原油加工能力得到快速发展，1965 年原油加工能力超过 1000 万吨/年，1975 年达到 5000 万吨/年以上，1988 年突破 1 亿吨/年，1995 年底加工能力超过 2 亿吨/年。居世界第 4 位。1996 年全国实际加工原油 1.48 亿吨，为市场提供了充分的石油产品。

1.2 乙烯年产量超过 300 万吨

乙烯是石油化工的“龙头”，石化总公司成立后，集中力量加速建设乙烯工程。4 套 30 万吨/年的乙烯联合装置于 1986~1990 年期间相继在大庆石油化工总厂（简称大庆石化总厂）、齐鲁石油化工公司（简称齐鲁石化公司）、扬子石油化工公司（简称扬子石化公司）和上海石油化工股份有限公司（简称上海石化公司）建成投产。4 年内新增乙烯生产能力 120 万吨/年，并将燕山石油化工公司（简称燕山石化公司）和扬子石化公司的乙烯装置生产能力由 30 万吨/年分别提高到 45 万吨/年和 40 万吨/年。使我国的乙烯生产能力从 1982 年的 72 万吨/年增加到 278 万吨/年，居世界第 9 位。1996 年乙烯生产能力将达到 370 万吨/年，排序可望上升到第 6 位。从而使 1996 年我国乙烯生产量达到 303 万吨，首次突破 300 万吨大关。

1.3 石化下游加工能力有较大发展

随着乙烯生产的发展，石化下游加工能力得到相应的扩大，建成一批有机原料和合成材料生产装置，主要有聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、烧碱和聚氯乙烯、环氧乙烷和乙二醇、丁辛醇、丙烯腈和腈纶、乙醛和乙酸、丁苯橡胶，精对苯二甲酸和聚酯等。掌握了这些具有世界先进水平的技术，把我国石化工业推向一个新的水平。1995 年全国塑料生产能力达到 583 万吨/年，合成橡胶 51 万吨/年，合成纤维 279 万吨/年。当年实际产量分别达到 430 万吨、45 万吨和 288 万吨。

1.4 形成了配套的炼油深度加工体系

我国原油一般偏重，轻质油品含量少。为增加汽油和柴油等轻质油品产量，我国炼油技术走深度加工的道路，形成了以催化裂化为主体，加上加氢裂化、延迟焦化和减粘裂化等配套的深度加工体系。1995 年我国催化裂化的生产能力达到 5600 万吨/年，占原油一次加工能力的 28%，其规模和比例均仅次于美国，居世界第 2 位。目前由催化裂化装置生产的汽油

占到全国汽油总产量的三分之二，生产的柴油占全国柴油总产量的三分之一。

1.5 取得了一批重大科技成果

石化科技进步工作紧密结合市场需要，加快技术开发，组织技术攻关，加大成果转化力度，取得了一批对石化发展有重要意义，具有显着经济效益的重大科技成果，主要有：

1.5.1 渣油催化裂化技术

1983 年我国第一套渣油催化裂化装置在石家庄炼油厂建成投产，10 多年来渣油催化裂化技术发展迅速。到目前为止，石化总公司有 35 套催化裂化装置加工常压渣油或掺炼减压渣油，1995 年掺炼渣油量超过 1000 万吨，与延迟焦化装置并列为渣油深度转化的主力装置，提高了轻质油收率，取得了十分显着的经济效益。

1.5.2 催化裂化家族技术

在催化裂化技术的基础上，近年来开发了多种催化裂化的家族技术。如催化裂解技术 (DCC)，采用分子筛新材料为催化剂，用重质原料可大量生产轻烯烃，其收率为丙烯 19%、丁烯 14%、乙烯 4%~5%。为炼油厂向化工延伸提供了技术基础。安庆石油化工总厂（简称安庆石化总厂）建设了一套 40 万吨/年的 DCC 装置，用该装置生产的丙烯供所建设的 5 万吨/年的丙烯腈装置和 5 万吨/年的腈纶装置作原料，为炼油厂发展化纤生产起了示范作用。此外，还有多产异构烯烃的 MIO 技术，多产液化石油气和汽油的 MGG 技术等，也都实现了工业化。

1.5.3 加氢裂化技术

用重质油为原料的加氢裂化技术既可生产芳烃潜含量高的石脑油，也可以生产喷气燃料和低凝柴油等优质中间馏分油，其尾油可供乙烯装置作优质裂解原料。因此，加氢裂化是炼油、化工和化纤企业都十分需要的技术。我国自行开发、设计和建设的加氢裂化装置已在镇海炼油化工股份有限公司（简称镇海炼化公司）和辽阳石油化纤公司（简称辽阳化纤公司）建成投产，加工能力分别为 80 万吨/年和 100 万吨/年。

中压加氢改质是结合我国催化裂化生产能力大，为改善其生产的柴油馏分安定性和十六烷值的技术，可以把劣质柴油组分转化为优质中间馏分油。

1.5.4 乙烯装置裂解炉

裂解炉是水蒸气裂解生产乙烯的关键设备。我国已开发出年生产能力 2 万吨、3 万吨和 4 万吨的裂解炉，具有高温、短停留时间、低烃分压和高选择性等特点。已建设多台在工业上应用。

1.5.5 乙苯/苯乙烯技术

利用催化裂化干气中含有 10%~20%（体积）的乙烯，与苯在择形分子筛上进行烃化反应生产乙苯的技术，已在抚顺石油化工公司（简称抚顺石化公司）石油二厂（简称抚顺石油二厂）工业化，第二套装置于 1996 年在林源炼油厂建成投产。还有多套装置正在建设中。我国催化裂化生产能力大，干气量丰富，因此这一技术的开发成功，可由炼油厂生产大量的乙苯。

乙苯在负压下脱氢制苯乙烯的技术也在抚顺塑料化工厂实现了工业化。

1.5.6 石油化工新催化剂

近年来我国开发出一批石油化工新催化剂，其性能达到或优于国际同类催化剂水平，如催化裂化的超稳 Y (USY) 催化剂和稀土氢 Y (REHY) 催化剂、连续重整用的铂锡催化剂，加氢裂化催化剂、环氧乙烷银催化剂、丙烯腈催化剂和聚丙烯 N 催化剂等。目前国产

催化剂在石油化工中的覆盖率已达到 80%。

2 我国石化工业与国际先进水平相比有较大的差距

我国石化工业虽然已形成具有相当规模的工业体系，但与当代先进水平比较，还存在较大差距。主要表现在：

2.1 技术经济指标落后

轻质油收率低，1995 年全国炼油平均轻质油收率为 61.5%。国外一般 70% 以上，先进水平如美国达到 80.5%，比我国高 19 个百分点。我国如达到美国水平，则 1995 年加工同样数量的原油，就可多生产 2390 万吨轻质油品。

综合商品率低，1995 年我国炼油综合商品率为 90.5%。国外一般水平为 92.5%，最佳水平日本 1990 年达到 95.2%，分别比我国高出 1.96 个百分点和 4.66 个百分点。相当于全年少生产 250~620 万吨油品。

能耗高，石化总公司 1995 年加工原油 1.13 亿吨（占全国总加工量的 83.7%），在加工过程中消耗的燃料动力能量折合标油 1912 万吨，占石化总公司原油总加工量的 16.9%，数字相当惊人。主要是加工过程能耗过高，如炼油能耗为 3.337 吉焦/吨，国外一般为 2.931 吉焦/吨，最好的如法国 Elf（埃尔夫）集团的东日炼油厂只有 1.855 吉焦/吨。我国节能潜力很大。1995 年石化总公司乙烯生产的能耗平均为 37.46 吉焦/吨；国外一般水平，用石脑油原料为 20.93 吉焦/吨，用轻油原料为 23.03 吉焦/吨。石化总公司的高密度聚乙烯平均能耗为 12.17 吉焦/吨，国外较好水平为 5.736 吉焦/吨，Union Carbide（联合碳化物）公司的气相法工艺已降低到 3.768 吉焦/吨的最好水平。

2.2 产品质量档次低，品种牌号少

汽油是大宗石油产品，1995 年全国生产了 2840 万吨，其中国外已淘汰不生产的 70 号汽油约占一半。而且还添加了有毒的抗爆剂四乙基铅液 2866 吨。1995 年全国生产的柴油中有相当一部分的催化裂化柴油，未经精制就直接调入成品中，造成柴油安定性差和颜色深。国外柴油硫含量已控制小于 0.05%，而我国标准还允许生产硫含量为 1.0% 的柴油。

在润滑油品种方面，我国 1995 年生产 31.5 万吨汽油机油，其中国外已淘汰的 SB 和 SC 级低档油占到 83%，SE 级以上的中高档油仅占 3%。而美国市场 85% 的汽油机油已采用 SH 级标准，质量档次相差 4~5 个等级。在粘度等级上，美国汽油机油 90% 以上是多级油，而我国多级油的比例仅占 10%。我国柴油机油的生产，迄今仍以国外已淘汰的低档油 CA 级为主，比例占到总量的 63.6%。

我国的化工、化纤产品品种牌号单调，不能适应市场对中高档专用料的需要。如塑料品种，美国的高、低密度聚乙烯和聚丙烯，每类都有 300~500 个品种。石化总公司 1995 年生产 250 万吨塑料，约占全国产量的 60%。各类塑料品种仅生产了 170 个牌号。1 个 5000S 高密度聚乙烯牌号的产量就占到总量的 64.05%，18D 等 3 个牌号低密度聚乙烯的产量占到总量的 48.06%。聚丙烯中 2 个均聚扁丝料低档牌号，其产量占到总量的 63.86%。有的企业常年只生产一两个品种。塑料总的情况是品种牌号少，产品均聚低档的多，共聚高档的少，大路货多，专用料少。化纤主要是生产常规的纤维，而低特丝^①、超低特丝^②和异型丝等差别

① 俗称细旦丝，纤度小于 0.55 特克斯（dtex）。

② 俗称超细旦丝，纤度小于 0.1 特克斯（dtex）。

化纤纤维的产量不到化纤总量的 15%，而石化总公司只占 5.86%。

2.3 企业和装置规模小

石化总公司炼油厂平均规模为 426 万吨/年。迄今还没有千万吨等级的炼油厂。据统计全世界炼油厂平均规模为 533 万吨/年。炼油厂总的趋势是向大型化发展。在美国和西欧千万吨等级以上的炼油厂占原油总加工能力的 41.7%。我国炼油厂由于规模小，资源难以综合利用，而且造成能耗高、人员多、占地大、生产费用高和效益低。

1995 年底我国乙烯装置的总生产能力为 278 万吨/年，平均规模为 20 万吨/年；石化总公司的平均规模为 24 万吨/年，稍高于全国。1995 年全世界乙烯的总生产能力 7900 万吨/年，每套装置平均规模为 35.4 万吨/年。世界乙烯装置总的发展趋势是走向大型化，从 60 年代的 15 万吨/年，发展到 90 年代的 60~80 万吨/年。美国乙烯生产能力为 2230.7 万吨/年，其平均规模为 63.7 万吨/年。其中 Exxon（埃克森）公司的贝汤乙烯厂的单套乙烯装置生产能力达到 116 万吨/年。而我国在 90 年代还新建了 7 个生产能力小于 15 万吨/年的非经济规模的小型乙烯生产厂。我国乙烯装置由于规模偏小，单位乙烯生产能力的投资偏高，加上大多数用的原料偏重，物耗能耗大，综合利用也受到限制，造成效益不高。

2.4 劳动生产率低

我国工业企业的机构臃肿，人员众多，职工素质不高，劳动生产率低下。石化企业虽然要好一些，但与国外企业相比，差距十分大。石化总公司 1995 年加工原油 1.13 亿吨，生产乙烯 203 万吨，共有职工 65.4 万余人。全员劳动生产率为加工原油 173 吨/（年·人）和生产乙烯 3.1 吨/（年·人）。美国 Exxon 公司 1995 年油气产量为 1.35 亿吨油当量，加工原油 1.8 亿吨，生产乙烯 330 万吨，员工总数仅为 8 万人。如员工全部从事下游加工，其全员劳动生产率仍高达加工原油 2250 吨/（年·人）和生产乙烯 41.3 吨/（年·人），为石化总公司的 13 倍。

国外炼油和石化企业的自动化程度高，管理层次十分精简，人员很少。日本炼油厂加工万吨原油的定员平均为 0.65 人，而我国设计为 14.1 人，在实际生产中人员超出很多。美国炼油厂人员更少，加工万吨原油的定员平均为 0.43 人。我国 90 年代建设的炼油厂，规模 250 万吨/年，定员 3966 人，加工万吨原油的定员达到 15.89 人。石化企业劳动生产率低，是造成生产成本高和效益下降的一个主要原因。

2.5 石化装置运转周期短

1995 年石化总公司考核 293 套主要的生产装置，其中 70% 的装置一年半大修一次，有 26.6% 的装置仍然是一年大修一次，两年大修一次的装置很少。而国外石化公司的装置连续运转时间一般较长，主要生产装置 3~5 年大修一次。美国 Chevron（谢夫隆）公司夏威夷炼油厂可连续运转 5 年。美国 Amoco（阿莫科）公司的德州炼油厂（2450 万吨/年）的蒸馏装置 6 年大修一次，催化裂化装置 3.5 年大修一次，催化重整装置 4 年大修一次，渣油加氢裂化装置 3 年大修一次。国外乙烯装置也都是 3~5 年大修一次。我国石化企业由于连续运转时间短，大修次数多，每年要支出大量的大修费用，提高成本，而且减少有效生产时间，减少产品产量，增加开停工物料损失。

3 新的挑战 and 严峻的形势

我国石化工业在 21 世纪前夕，面临国内原油资源不足，市场竞争激烈，原油价格上涨和新技术的挑战，形势比以往任何时候更为严峻。

3.1 国内原油资源不足

1995 年我国陆上原油产量 1.4 亿吨, 海上原油产量 840 万吨, 目前东部地区老油田面临产量递减, 西部地区增长速度也不可能太快, 海上油田产量 2000 年内是高峰。预计 2000 年陆上原油总产量 1.45 亿吨左右, 海上原油产量 1000 万吨, 总资源 1.55 亿吨左右。因此国内原油资源满足不了国内石油产品和化工原料增长的需要。多方预测 2000 年约需进口原油 5000 万吨, 2010 年可能需进口 1 亿吨, 以弥补国内原油资源的不足。

实际上近几年原油进口增长幅度很大。1995 年进口原油 1709 万吨, 1996 年进口 2375 万吨, 1997 年预计将增长到 3300 万吨。当前进口原油主要是来自东南亚的低硫原油和中东的中等含硫原油, 伊朗、沙特等中东高含硫原油进口量较小。从今后发展趋势看, 沙特、伊朗、伊拉克和科威特等中东产油国储量巨大, 油源稳定。我国要进口如此大量原油, 从战略上应逐步转向进口中东含硫原油。

中东含硫原油特点一是硫含量高, 如沙特和伊朗原油的馏分油硫含量 1.5%~3.0%, 常压渣油 2.0%~4.0%, 减压渣油 3.0%~6.0%。二是重金属含量高, 减压渣油中镍和钒的总含量高达 250×10^{-6} , 镍/钒比超过 2.5。炼油厂加工中东高含硫原油难度很大, 其轻馏分均需经加氢脱硫, 蜡油需经加氢裂化或加氢脱硫作催化裂化原料, 渣油也需加氢处理。我国沿海沿江炼油厂大都按加工低硫原油设计的, 目前还无法适应加工大量的中东高含硫原油。

3.2 石化产品市场竞争激烈

国际石化市场在 21 世纪初, 总的趋势是生产能力大于需求量, 市场竞争将更趋激烈。1995 年世界乙烯生产能力为 7900 万吨/年, 当年的需求量为 6990 万吨, 生产能力过剩近 1000 万吨/年。世界乙烯生产能力当前正处在增长期中, 2000 年乙烯生产能力将达到 1.023 亿吨/年, 而需求量预测为 8650 万吨/年, 那时将出现生产能力过剩 1580 万吨/年。亚洲地区需求量将以 7.4% 的年率增长, 因此世界各大石化公司纷纷到亚洲来争夺市场, 特别看好中国广大的石化市场。

1995 年世界塑料产量 1.2 亿吨, 而全球贸易量约为 2000~2500 万吨。中国 1996 年五大通用塑料消费量为 1200 万吨, 其中国内产量 570 万吨, 占 47%; 进口量 646 万吨, 占 53%。中国购买的聚烯烃塑料占全球贸易量的 25%~30%。美国期刊《化学工程新闻》称之为 1996 年亚洲石化产品市场的惊人之举。合成纤维 1996 年国内消费量为 400 万吨, 国内产量只有 242 万吨, 国外进口 150 万吨, 约占 40%。中国市场如此之大, 已成为世界大石化公司跨入 21 世纪的最大争夺目标和主要的倾销市场。面对石化产品竞争激烈的情况, 已造成国内化纤和塑料的大量压库, 销售不畅, 价格下降, 有的生产装置甚至停产, 极大地影响了企业的经济效益。

3.3 原油价格不断上涨

国内陆上原油年年提价。1996 年国内陆上原油比 1995 年平均提价 67.89 元/吨, 1997 年陆上原油又比上年平均提价 85 元/吨。

进口原油 1995 年平均到岸价为 18.5 美元/桶, 1996 年 1~8 月上涨到 20 美元/桶。9 月初海湾局势紧张, 进口原油到岸价涨到 25 美元/桶。企业加工进口原油大都亏损。进入 1997 年国际原油价格虽有降低, 但预计平均仍将达到 23.1 美元/桶。

在原油提价的同时, 石油产品价格也略有顺价, 但汽油、煤油和柴油等主要石油产品价格已和国际接轨, 再多提价已不可能。1997 年国内陆上原油提价后, 原油平均价格和国际价格相比尚未到位, 一旦国内原油价格和国际价格完全接轨, 炼油企业形势将更为严重。因

此炼油企业以往靠平价原油取得高效益的时代已经过去，已经面临亏损的威胁。

目前供给化工和化纤企业的原油和化工轻油，都是由石化总公司内部结算，价格均未到位。而化工、化纤产品由于市场开放，其价格已和国际价格接轨，化工用原油和轻油再提价，化工、化纤企业将难以承受。

由于原油、原材料和运费等的不断提价，石化总公司的利润逐年下降，1995年利润为109亿元。1996年下降到70亿元，1997年将下降，形势确是非常严峻。

3.4 新技术的挑战

世界石化工业经过几十年的发展，生产技术日臻完善和成熟，但在技术开发上并未因技术成熟而趋于停滞。在市场激烈竞争的推动下，不断孕育产生新的技术进步。进入21世纪，石化工业的竞争实质上是先进技术的竞争。列举几项新技术以便了解发展动向：

3.4.1 为满足环境友好产品的生产，世界石油大公司竞相开发轻烷烃脱氢技术、选择性加氢技术、正丁烯异构化技术、醚化催化蒸馏技术和催化裂化多产异构烯烃技术等一整套生产MTBE和TAME等含氧化合物及其原料的新技术，满足汽油添加含氧化合物的要求，以生产环境友好的汽油产品。开发中压加氢的深度脱硫脱芳烃技术，用以提高产量日益增多的转化柴油的质量，达到低硫低芳烃符合环境友好产品标准。

3.4.2 为适应加工大量高硫重金属含量原油，开发效率更高的渣油加氢裂化技术。Shell（壳牌）公司开发的移动床HYCON技术，Chevron公司开发的催化剂在线置换(OCR)技术，在工程上突破了固定床加氢的范畴，提高了加氢裂化处理劣质渣油的效率。

3.4.3 为节约投资，降低能耗和生产成本，乙烯装置裂解炉炉型继续向大型化和高选择性发展。单台炉的生产能力达到12~14万吨/年以上。

燃气轮机和乙烯装置裂解炉的联合已趋成熟，随着乙烯装置大型化的发展，21世纪将被广泛采用，能耗可减小2.1~4.2吉焦/吨。

3.4.4 在聚烯烃方面，Exxon公司开发的聚乙烯超冷凝气相聚合新技术，可把原设计的气相聚合反应器生产能力增大10~15倍，给聚烯烃装置的扩能改造带来极大影响。Union Carbide公司的UNIPOL气相聚合生产的聚乙烯原来已占领世界线性低密度聚乙烯市场70%的份额，这一技术的开发无疑将在21世纪确立更大的竞争优势。

3.4.5 由过渡金属的环戊二烯基络合物和甲基铝氧烷或离子活化剂组成的茂金属催化剂是近年来聚烯烃工业最重要的技术进步。其活性为目前普遍使用的齐格勒-纳塔催化剂的20~50倍。茂金属聚乙烯纯度高，透明度好，可按需定制树脂的性能。Dow Chemical（道化学）公司和Phillips（菲利普斯）公司都已工业化，茂金属聚丙烯也实现工业化。全球对茂金属催化剂的开发投资到1996年估计超过50亿美元，因为投资者确信茂金属单中心催化剂是聚烯烃工业的未来。

3.4.6 钛-硅分子筛催化剂的出现，可以将环己酮和氨经与过氧化氢肟化直接生产环己酮肟，替代由氨氧化制硝酸，硝酸离子在铂钨贵金属催化剂上用氢还原制备羟胺，羟胺再与环己酮反应合成环己酮肟的复杂技术路线，意大利ENI（Ente Nazionale Idrocarburi，埃尼）集团的Porto Maghera石化厂已建一套1.2万吨/年的示范装置。这是新催化剂和新工艺对传统的己内酰胺技术的革命。

列举几项发展中的新技术，已可看出我国石化工业如不抓紧开发新技术，在21世纪激烈的市场竞争中定将处于劣势，我国石化工业的发展将受到重大影响。

4 发展我国石化工业的对策和思考

我国石化工业虽然发展很快,但从国内市场对石化产品的需求看,还远远不能满足,特别是合成材料和有机原料,目前产量仅能满足当前国内市场的一半左右,进口量很大。因此国内巨大的石化市场,为 21 世纪我国石化工业的发展带来极大的机遇。

我国本世纪末将发展到炼油能力 2.2 亿吨/年,乙烯生产能力 500 万吨/年。2010 年要达到炼油能力 3 亿吨/年以上,乙烯生产能力 800~1000 万吨/年,任务十分艰巨。但 21 世纪前夕,我国石化工业却遇到前所未有的严峻形势和严重的挑战。迎接挑战,走出困境,振兴石化的根本出路是积极推行两个根本性的转变。要把石化工业的经济体制从传统的计划经济体制向社会主义市场经济转变;要把石化工业的经济增长方式从粗放型向集约型转变,要把过去靠高投入发展外延转变到眼睛向内,靠挖潜改造,低投入,高效益的集约经济上来。

4.1 加快企业技术改造

石化企业走内涵挖潜、消除“瓶颈”制约和技术改造的道路,实现少投入、多产出是石化企业近期实现经济增长方式转变的重要措施。面对当前的挑战,石化企业改造的重点是挖掘潜在能力,提高原油加工的灵活性,提高加工深度,提高产品质量,调整产品结构,增加适销对路的品种牌号,降低消耗,降低成本,最大限度地提高石化产品在市场的竞争能力。

4.1.1 扩能技术改造

依托企业原有基础,采用新技术,消除“瓶颈”制约,进行扩能改造,可以做到少投入高效益,在最短期间实现。这是国内外扩能改造十分成功的经验。镇海炼化公司是炼油企业改造的样板。该公司为适应加工含硫原油的需要,炼油能力要从 800 万吨/年扩建到 1600 万吨/年,并可加工中东含硫原油。经过多次方案优化,决定采用新技术对 9 套老装置进行消除“瓶颈”的技术改造。可少建多套新装置,可节约投入 30%。燕山石化公司乙烯装置改造是石油化工企业的样板。依托现有乙烯装置,耗时 28 个月,投资 28 亿元,完成了 30 万吨/年乙烯装置扩建到综合生产能力 45 万吨/年的任务,创造了技术改造非常成功的范例。石化总公司对技术改造非常重视,已把它作为第三战役来组织实施。

4.1.2 提高原油加工深度

压缩商品重油和炼油厂自用料,用于深度加工,增产轻质油品是合理利用资源,提高企业经济效益的最有效措施。炼油企业轻质油品收率平均达到 70%~75% 目标,就可增加巨大的效益。深度加工可按原油种类和炼油厂实际,采取不同的技术路线。加工石蜡基原油的简单炼油厂,可走“短流程、深加工、高效益”的常压渣油催化裂化道路;复杂炼油厂和加工中间基原油的炼油厂可采用掺炼减压渣油的渣油催化裂化道路;加工辽河原油可走延迟焦化的道路,简单易行,投资省,焦炭质量好;含硫原油加工难度大,采用渣油加氢裂化技术是成熟的,但投资大,也可走焦化的道路,含硫焦则作锅炉燃料,但要解决脱硫等环保问题。石化总公司在“九五”期间将重点建设一批深度加工装置,以提高轻质油收率,提高效益。

4.1.3 提高产品质量,调整产品结构

汽油主要是采用扩大催化重整装置的生产能力,增产重整汽油;增加烷基化汽油和 MTBE 等高辛烷值组分;提高催化裂化汽油的辛烷值;控制低辛烷值的石脑油作汽油组分。到 1998 年淘汰 70 号汽油。2000 年实现汽油无铅化,降低汽油本身污染,并为安装汽车尾气转化器,进一步降低汽车尾气的排放污染,改善城市污染提供先决条件。

柴油主要采取加氢精制和加氢改质提高二次加工转化柴油的质量,降低硫含量,提高十