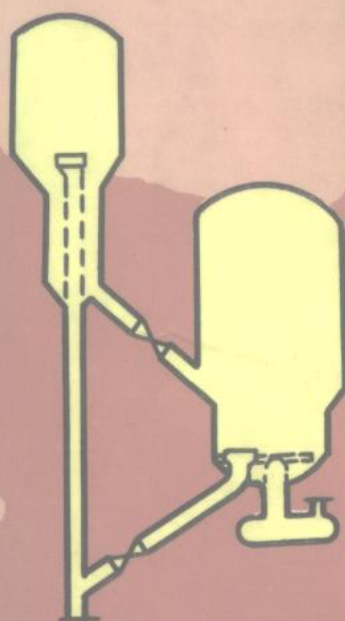


中国流化催化裂化二十年

1965——1985



中国石油化工总公司催化裂化科技情报站

本书为内部资料，不得翻印、复制，不得
在炼油化工行业外交流，更不得向国外流传。

编辑者	中国石化总公司催化裂化科技情报站
出版者	中国石化总公司洛阳石化工程公司内
地址	河南省洛阳市中国石化总公司洛阳石化工程公司内
印刷者	江苏省常州市戚墅堰彩色印刷厂

一部艱難創業史
百萬農地翻天人

題給石油戰線同志

胡耀邦一九八四年

目 录

记 事 篇

流化催化裂化技术发展的简单回顾·····	候祥麟 (1)
我国流化催化裂化技术发展的几个特点·····	武 迟 (3)
从战略思想看我国流化催化裂化技术的发展·····	张皓若 (6)
回顾与随感·····	朱康福 (9)
我国第一套流化催化裂化装置的建成和投产·····	(11)
回忆我国炼油技术的发展和流化催化裂化攻关战·····	顾敬心 (18)
第一套流化催化裂化装置试运投产一次成功的回顾·····	朱吉人 (20)
让金花灿烂开放——回忆第一套流化催化裂化装置的设计·····	陈俊武 (23)
记为流化催化裂化装置设备订货的几件事·····	何俊英 (28)
仪表自动化技术考察及攻关点滴·····	杜克勤 (29)
滑阀是怎样设计和制造出来的·····	袁宗虞 (31)
参加我国第一个滑阀制造的点滴体会·····	李 伟 (33)
锲而不舍的开拓精神——回忆我国第一套流化催化裂化装置的建设·····	高 士等 (35)
第一套流化催化裂化装置试运回顾——技术参谋部的日日夜夜·····	郭雨东 (37)
忆我国第一套流化催化裂化装置的试运投产·····	史瑞生 (38)
微球硅铝裂化催化剂的诞生·····	闵恩泽 (41)
我国第一套微球裂化催化剂装置的设计建设和投产·····	龙显烈 (43)
有关发展我国裂化催化剂的几点浅见·····	郭昭泉 (46)
我国第一套120万吨/年带管式反应器的催化裂化装置怎样建设成功的·····	焦连升 (48)
胜利炼油厂120万吨/年催化裂化装置流化试验情况点滴·····	杨启业 (51)
回顾常压蒸馏—催化裂化联合装置的设计和建设·····	彭世浩 (53)
忆玉门原油催化裂化试验·····	邹康实 (55)
忆洛阳炼油实验厂的建设过程·····	张戌隆 (57)
5万吨/年同轴式催化裂化装置塞阀的设计·····	谢太嵩 杜道基 (58)
第一个布埃型旋风分离器的诞生·····	张硕德 (60)
我国第一个烧焦罐的设计和工业应用·····	耿凌云 (62)
“旋转床烧焦”——从设想到实现·····	曹汉昌 江希驹 (63)

我国第一台催化裂化烟气轮机的设计和实验·····	卢鹏飞 (65)
一项重大再生技术的突破·····	张蓉生 (66)
忆同轴式催化裂化装置的设计和建设·····	陈道一 (67)
补遗：忆荆门炼油厂高效再生工艺的诞生·····	何振鹏 (570)
参加流化催化裂化设计工作二十年的简单回顾和体会·····	张福谔 (70)
我国流化催化裂化大事记·····	(74)

资 料 篇

概 况

第一章 流化催化裂化技术的研究和开发

第一节 概 述·····	(82)
第二节 馏分油—无定形硅铝催化剂—床层催化裂化中型试验研究·····	(82)
第三节 馏分油—分子筛催化剂—提升管催化裂化试验研究·····	(89)
第四节 常压渣油—无定形硅铝催化剂—床层催化裂化试验研究·····	(98)
第五节 常压渣油—分子筛催化裂化中型试验研究·····	(108)
第六节 钝化剂的研制和使用·····	(123)
第七节 掺渣油催化裂化的原料油、回炼油和澄清油化学组成的研究·····	(129)
第八节 基础理论的进展和电子计算机的应用·····	(139)

第二章 原料及产品

第一节 原油特点及催化裂化原料·····	(146)
第二节 产品产率和产品性质·····	(150)
第三节 产品精制·····	(150)

第三章 床层反应

第一节 概 述·····	(157)
第二节 直馏馏分油采用无定形硅铝催化剂·····	(157)
第三节 掺混二次加工油料的床层裂化·····	(162)
第四节 馏分油采用分子筛催化剂·····	(167)
第五节 床层裂化的其他改进·····	(174)
第六节 其他问题·····	(177)

第四章 提升管反应

第一节 国内提升管催化裂化概述·····	(181)
第二节 提升管反应的特点·····	(181)
第三节 几个问题·····	(190)

第五章 渣油催化裂化的工业应用

第一节	概述	(198)
第二节	渣油催化裂化工艺的工业化试验	(198)
第三节	我国渣油催化裂化技术进入工业推广应用新阶段	(203)
第四节	渣油催化裂化的有关技术和几点经验	(210)
第五节	小结	(218)

第六章 催化剂再生

第一节	再生技术的发展过程	(219)
第二节	常规再生	(221)
第三节	两段再生	(229)
第四节	旋转床再生	(232)
第五节	烧焦罐再生	(236)
第六节	一氧化碳助燃剂	(241)
第七节	再生器稀相段及其密度分布	(243)
第八节	旋风分离器及催化剂损耗	(246)
第九节	分布板(管)	(248)
第十节	后置烧焦罐式两段再生	(252)

第七章 两器间催化剂循环

第一节	概述	(258)
第二节	同高并列式装置两器间催化剂循环	(259)
第三节	高低并列式装置两器间催化剂循环	(264)
第四节	同轴式装置两器间催化剂循环	(269)

第八章 裂化催化剂的研究

第一节	概述	(274)
第二节	无定形硅铝裂化催化剂的研究	(275)
第三节	分子筛裂化催化剂的研究	(280)
第四节	一氧化碳助燃剂的研究	(305)

第九章 裂化催化剂的工业生产

第一节	我国裂化催化剂的工业生产发展概况	(311)
第二节	几种主要裂化催化剂的生产工艺	(314)
第三节	几种主要裂化催化剂的质量指标及使用性能	(319)
第四节	裂化催化剂的生产技术改进	(324)

第十章 工艺系统流程

第一节	分馏部分	(327)
第二节	常压蒸馏—催化裂化联合装置	(334)
第三节	吸收稳定部分	(340)

第十一章 自动控制技术

第一节	概述	(360)
第二节	流化床的压力, 密度和藏量测量	(362)
第三节	反应—再生系统的温度测量	(366)
第四节	仪表选型	(369)
第五节	控制室和仪表盘	(370)
第六节	反应压力控制	(371)
第七节	富气压缩机的反喘振控制	(373)
第八节	再生压力和两器差压控制	(376)
第九节	烟气能量回收机组的控制	(380)
第十节	主风流量测量及离心式风机的控制	(383)
第十一节	大型轴流式风机的控制	(385)
第十二节	反应温度控制	(389)
第十三节	反应沉降器藏量控制	(392)
第十四节	同轴式流化催化裂化装置中塞阀的膨胀量自动补偿和自动跟踪控制	(393)
第十五节	再生器稀、密相温差控制及再生烟气分析	(395)
第十六节	再生器燃烧油流量控制	(397)
第十七节	再生器、再生烟气降温喷水及水蒸汽控制	(397)
第十八节	流化催化裂化装置的自动保护系统	(398)
第十九节	分馏塔的控制	(404)
第二十节	吸收稳定部分控制	(407)

第十二章 节能技术

第一节	概述	(411)
第二节	能耗概况	(411)
第三节	主要节能技术及措施	(415)
第四节	节能潜力和前景	(424)

第十三章 设备和机械

第一节	概述	(427)
第二节	反应—再生设备构型的进展	(430)
第三节	反应和沉降器	(434)
第四节	提升管反应器	(439)
第五节	再生器	(442)

第六节	隔热耐磨衬里	(447)
第七节	三级旋风分离器	(449)
第八节	主风机及能量回收机组	(451)
第九节	气体压缩机	(469)
第十节	增压鼓风机	(476)
第十一节	塞阀	(477)
第十二节	单动、双动滑阀	(486)

第十四章 技术管理

第一节	概述	(495)
第二节	开工方案 and 操作程序	(495)
第三节	日常操作管理	(501)
第四节	装置技术标定	(506)
第五节	工业装置技术改造	(511)
第六节	催化裂化装置典型事故处理	(515)

第十五章 施工技术

第一节	我国第一套流化催化裂化装置的施工	(520)
第二节	安装施工工艺的改进	(528)
第三节	吊装技术的发展	(535)

回顾与展望

附录一	文献资料目录	(550)
附录二	书籍目录	(568)
附录三	编写《中国流化催化裂化二十年专集素材》人员 (或单位)	(568)
附录四	本书出版资助单位	(569)

编后记

记 事 篇

流化催化裂化技术发展的简单回顾

中国科学院学部委员 侯 祥 麟
中国石油学会理事长

五十年代，我国石油及石油产品主要依靠从苏联进口。进入六十年代以后，由于大庆油田的开发，原油产量大幅度上升。从1960年的420万吨增至1965年的1076万吨，从而结束了我国原油不能自给自足的状态。但是，当时我国炼油生产状况却远远不能满足原油产量高速发展的需要。炼厂加工能力小，炼油工艺落后，尤其是二次加工技术只相当于国外三、四十年代的水平，不能有效地加工大庆油，生产国民经济和国防上急需的石油产品。为了扭转这种局面，在当时又受外国对我在经济上和技术上进行封锁的情况下，只有也必须依靠自己的力量发展适用的新技术，建设所需的炼油厂。

1961年，国家科委组织各有关部委，制订各行业的技术政策。石油部根据上述情况，对炼油行业制订出**深度加工，吃光榨尽，采用先进技术，使石油产品立足于国内**的技术政策。当年冬天，在北京香山召开炼油科研会议，集中有关科技人员，研究制订了炼油行业的科技发展长远规划。根据上述技术政策，认真分析了大庆原油的特性和我国对石油产品的需求。根据世界先进炼油技术的发展趋势，会议认为要迅速改变我国炼油技术落后的面貌，必须尽快掌握催化裂化、铂重整、延迟焦化、尿素脱蜡（以后增加了分子筛脱蜡）及有关的催化剂、添加剂等五个方面的工艺技术，并在生产上加以应用。经上级批准，这五个项目列为科技发展长远规划中的重点攻关项目，被称为炼油行业中的“五朵金花”。石油部迅速组织了科研、设计、基建、机械设备和生产等方面的力量，并取得部外有关单位的合作、协助，在几年内终于攻克了这些项目的技术关，并在六十年代中期陆续建成投产，为我国石油产品立足于国内做出了应有的贡献，成为我国炼油工业的一个转折点。

在这五个项目中，流化催化裂化可以说是最主要的装置。由于大庆原油轻馏份少，含蜡量高，汽油馏份辛烷值低，因此生产汽油和柴油的主要手段只能是催化裂化。因为所需的裂化生产能力较大，所以选择了流化催化裂化技术。1965年5月，在抚顺石油二厂建成了我国第一套年处理量60万吨的流化催化裂化装置，填补了我国炼油技术上的一项空白。从此，流化催化裂化工艺随着技术上的不断革新而迅速发展。目前，已先后建成了大小三十余套装置，年总加工能力为2359万吨/年，占原油总加工能力10563万吨的23%，在炼油厂二次加工装置中遥遥领先。

在建设我国第一套流化催化裂化装置过程中，从微球催化剂的研制到生产，裂化装置的

设计和中间试验，滑阀、耐热耐磨衬里及各种仪表的试制成功，以及装置的建设安装、操作人员的培训等等，都体现了革命精神与科学态度的统一，社会主义大协作和工作上的严格要求相结合的精神。由于每个环节都能保证质量，所以第一套装置获得了一次投产成功。这就为我国炼油工业自力更生地掌握现代技术打下了基础，为我国炼油工业的发展史写下了新篇章。

从第一套流化催化裂化装置建成以来的近二十年中，虽然经历了十年动乱的干扰，但流化催化裂化技术却能紧跟国外技术发展的步伐，不断取得进展，有些方面已经接近或赶上了世界先进水平。微球催化剂从无定形硅铝发展到稀土Y型分子筛催化剂。近年来研制的Y-7型、CRC-1型催化剂在抗蒸汽老化的性能上性质优异，在活性、选择性、抗跑损等方面性能较好，基本上能满足我国渣油催化裂化工艺的要求。催化裂化装置相继发展了提升管反应器、同轴式催化裂化、两段再生和快速床烧焦罐高效再生。现正在为上海炼油厂设计具有我国自己特点、具有世界水平的新型催化裂化装置。一氧化碳助燃剂的研制成功和推广运用，为炼厂提供了几千万元以上的经济效益，三级旋风分离器及烟气轮机回收能量的试验不断完善，标志着节能方面的进展。从1972年原油催化裂化研究成果在玉门炼油厂进行工业化试验以来，掺炼渣油的工业化试验从小规模到大规模，从掺炼10%到全部处理大庆常压渣油均获成功。随着能源结构的变化，近几年又在进行高金属含量渣油催化裂化工艺的试验研究工作，并在两段催化裂化方面取得了较好的试验结果。

以上情况说明，我国流化催化裂化，无论在催化剂上，在装置结构上和能量回收上；无论在科研、设计还是在生产操作上都具有一定水平，在我国炼油技术努力赶超世界先进水平方面起了带头作用。这些成绩的取得，主要是由于科研、设计、生产及其他方面的有关科技人员，坚持对已有技术不断改革创新，紧紧抓住国外的发展趋势，结合我国具体实际认真加以消化、试验、应用的结果。

我国流化催化裂化的发展过程，无不凝聚着炼油行业广大技术人员和工人的创造性劳动。回顾这段历史，就是要继承和发扬流化催化裂化发展中的成功经验，把今后的工作做得更好。

我国流化催化裂化技术发展的 几个特点

中国科学院学部委员 武 迟
中国石油学会名誉理事

二十年来,我国流化催化裂化技术,无论是在工艺或催化剂方面,都取得了显著进步,并在推广应用上取得了很大成绩,为石油资源的合理利用,为炼油工业的发展,为社会主义经济建设做出了较大贡献。现就个人肤浅认识,对流化催化裂化技术发展的一些特点提几点初步的看法。

1. 讲求经济效益促进了新技术的推广应用和不断提高

流化催化裂化技术的发展从一开始就把经济观点放到了重要位置上。很多同志都知道,我们在六十年代初就有了75万吨/年ⅠA型流化催化裂化装置的资料。这类装置,虽然比移动床有优点,但仍需要耗费较多的钢材和投资,不容易推广。而如采用较新的Ⅳ型流化催化裂化,一套能力为60万吨/年的装置(柴油方案),所需钢材和投资均可减少一半左右。因此,当时石油部决定建立两套Ⅳ型装置,成为我国流化催化裂化工业应用的良好开端,走出了一条技术较为先进,投资较少,经济效益较高的路子。在60万吨/年装置投产后不久,又自己设计建设了120万吨/年的装置。提升管催化裂化试验成功后,有两套原已按Ⅳ型设计的120万吨/年的催化裂化及时地改成了提升管设计。七十年代后期,还相继开发了同轴催化裂化工艺和高效再生技术,使我国流化催化裂化技术接近世界先进水平。技术水平的提高又会带来显著的经济效益,这是在讲求经济效益的前提下应用新技术的必然结果。

在催化剂研制方面,分子筛催化剂虽然比普通硅铝催化剂成本高,但由于其活性和选择性的改进,能带来更大的经济效益,因而较迅速地得到了推广,基本上取代了无定形硅铝催化剂。近几年来,又研制成功了半合成的高堆比催化剂,其成本低、消耗少,选择性好,能降低焦炭产率,提高轻质油收率。目前已有近十个厂采用,都收到了提高经济效益的效果。前几年试验成功的助燃剂也因为经济效益显著而很快地在大多数催化裂化装置中推广应用。

在产品方案上,虽然我国的柴油价格偏低,但根据国家需要,一般采取柴油方案进行生产。同时根据我国原油特点,一般采用油浆全回炼操作。这样,就能获得很高的轻质油收率,在满足国家需要的前提下增加经济效益。

当然,我国催化裂化装置经济效益好,技术上的进步固然是一个重要原因,但在相当大程度上也是与产品对原油价格的比值高分不开的。此外,和国外相比,我国催化裂化装置规模较小,技术水平上还有差距,不少装置的催化剂和操作条件的选用也需要进一步改进。今后在老装置的生产和改造以及新装置的建设中,提高经济效益的潜力还是很大的。

2. 领导大力支持积极采用新技术在实践中培养技术骨干

流化催化裂化的发展从一开始就得到了从国务院、石油部各级领导的重视和支持。二十年前石油部作出同时上两套“工业试验装置”的大胆决策，在有关领导部门的支持下，列入了国家计划。敬爱的周总理还在三届人大的政府工作报告中把流化催化裂化作为全国重大科技项目之一突出地举了出来。以后在七、八十年代的进一步发展中，在一些关键问题上，部内外各级领导的支持也起了重要的，以至决定性的作用。如玉门炼油厂和石油二厂的等高并列式流化催化裂化改造为提升管装置，贵金属助燃剂的推广应用等等都是很好的例子。新技术的广泛采用也为技术人员创造了很多参加生产实践的机会。

石油部党组十分重视在实践中培养人才。早在六十年代初、中期就引导科技人员学习《实践论》等著作，以大庆科技人员为榜样，认真学习专业知识，积极参加生产实践，培养出了一大批能胜任重大技术攻关任务的科技人员。其中在催化裂化方面，有些技术骨干在国外炼厂长期实习过，有些在国内长期参加过科学实验，而且不论是科研、情报、设计或生产技术人员都有很多参加了新生产装置的开工和重大的工业试验。不少骨干基本上掌握了一整套催化裂化技术，有较丰富的理论知识和实践经验，在我国催化裂化发展过程中起到了不可低估的作用。任何新技术都必须依靠人来开发和掌握。特别在当前，既要提倡在理论知识上的更新又要提倡在实践中经受磨炼。必须不断培养出理论和实践紧密结合的技术骨干，才能不断提高技术水平。

3. 大力协同合理分工充分发挥社会主义制度的优越性

优越的社会主义制度为我们发展新技术提供了广阔的前途。我国流化催化裂化的工业化，不仅集中了石油部门内部设计、科研、设备制造和施工的力量，还得到了部外几十个单位的支援和合作。这已是人所熟知的事实。七十年代的分子筛提升管催化裂化技术的开发也是社会主义大协作的结果。石化研究院综合研究所的提升管中型出了成果以后，设计方面很快就参加进来一起进行工程开发工作，做出了工业提升管装置的设计方案。石油部生产技术司等司局有力地组织推动了玉门炼油厂的装置改造和提升管催化裂化工业试验，从方案制定到开工运转，都是在很多单位的协作下取得成功的。稀土Y型分子筛的研究发展工作也是一样。高等院校和中国科学院有关单位提供了钠Y分子筛的试验室研究成果，石油化工研究院综合研究所提供了稀土Y的研制成果，南京炼油厂积极承担了建设钠Y和稀土分子筛中试车间的任务，并在有关单位的协作下完成了试验任务，如兰州炼油厂的我国第一个大型稀土Y型分子筛生产车间提供了大部分设计依据。

另一方面，催化裂化技术的发展之所以能长期保持了生气，也是和稳定的分工分不开的，不是单纯依靠临时的攻关。多年来，各有关单位既讲团结协作，又有明确分工。设计、研究、情报、试验厂和生产厂各尽其责，在需要时又能打破界限，同心协力地完成重大的技术攻关任务。这是一条值得继续大力提倡的经验。

明确的分工和团结协作不等于不允许不同技术路线的竞争。在前些年，流化催化裂化和有关技术的发展中，一方面避免了相同水平的无效的重复，另一方面，不同单位或不同小组常常沿着不同的技术路线，同时进行工作。这是一种有利于加速技术进步的分工协作方式，例如钠Y分子筛研制放大的路线和Y型分子筛全合成催化剂的工业生产路线的决定，都是在进行了几条技术路线的对比以后，选择了比较最合理的路线。以后，兰州炼油厂、长岭炼油厂和石油化工研究院又分别发展了一些各有特色的催化剂新品种，对各厂催化裂化装置生产

的发展是有利的。

在工艺方面，高效再生是由石油化工研究院进行了初步研究，有关单位在中国科学院化工冶金研究所做了冷模、在洛阳炼油实验厂做了热模试验以后，由洛阳设计院和北京设计院分别做了乌鲁木齐石油化工厂和荆门炼油厂两套工业装置的设计。这两套装置建成并经过一定改造以后，都已成为我国较先进的催化裂化生产装置，既吸取了国外七十年代后期建设的同类装置的优点，又有我国自己的一些特色。

诚然，不同路线或不同设计的对比，需要在周密的组织和充分的技术交流下进行，才能更好地取得加快技术进步和提高水平的效果。

4. 以自力更生为主同时认真吸收国外先进技术

我国流化催化裂化的发展，主要都是依靠自己的努力，自己进行各项研究及发展工作，自己做技术设计和工程设计，自己制造设备，自己建设装置，自己开工并用自己的催化剂、助燃剂和金属钝化剂等进行生产。二十年来，我们建成了三十多套不同规模、不同类型的催化裂化装置和三座裂化催化剂制造厂，并不断地进行了挖潜、节能和改进工艺的装置改造，充分证明了自力更生的强大力量。

坚持自力更生不等于不吸收国外先进技术。事实上，即使在过去我国处于被封锁状态的年代里，我们也尽可能地参考了国外技术资料，并在认真学习的基础上加以消化和改进。同时还进口过少量催化剂和部分关键设备。这样做赢得了时间，而以自力更生为主又能做到符合国情，使新技术开发和各项革新富于生命力，便于推广应用。坚持自力更生也不等于闭关自守，而是和对外开放相辅相成的。从技术方面来说，在有利的条件下引进国外先进技术，以加速我国催化裂化技术发展的步伐，是应当肯定的。出口我国的催化裂化技术和催化剂也是值得提倡的。此外，我国即将实行专利制度，这既有利于引进国外先进技术，也有利于推动国内的发明创造。我国流化催化裂化技术的发展会更多地走上创新的道路。然而，以各种方式吸收国外先进技术仍将是必要的。

总之，我国流化催化裂化技术二十年来取得了令人鼓舞的进展。当前，新形势向我国从事流化催化裂化科学技术工作的人员提出了更高的要求，而在可见的将来，催化裂化仍将是石油深度加工的最重要的手段。我们必须也能够具备和国外先进技术竞争的能力。但是，我们在不少方面还存在着或多或少的差距，科学储备也比较少；必须携起手来，在中国石油化工总公司的领导下，共同付出最大的努力做出新的贡献。

从战略思想看我国流化催化裂化技术的发展

中国石化总公司副总经理 张皓若
中国石油学会副理事长

一个国家炼油技术的发展总是以其经济和社会的发展为背景的。一项技术能否得到发展，首先要看这项技术是否能解决和满足当时经济和社会发展的需要。其发展的程度和能达到的水平则取决于一个时期科学技术和制造业所能提供的可能性。炼油技术发展路线的形成，往往要以社会对油品的需要和所加工原油的特性为其基本出发点。流化催化裂化和催化重整在西方特别是在美国得到迅速发展，是因为小汽车制造大发展而带来对高质量汽油的大量需求。加氢裂化是随着以航空煤油为代表的中间馏分需要的增长而发展起来的；而各种加氢精制的发展则在很大程度上反映了西方世界对中东高硫原油的依靠。应当指出，流化催化裂化的发展在世界炼油工业发展史上占有特殊重要的地位，因为在油品需求的发展中，社会对高质量汽油需求的增长是十分惊人的。固定床催化裂化和移动床催化裂化在美国没有得到多大发展就迅速被流化催化裂化所取代，就是因为前两种工艺都无法满足高效率大工业生产的需要。而流态化的基础理论研究及当时的一般工业基础已为流化催化裂化发展提供了可能性。流态化技术在炼油工业中的领先地位，可以说是社会发展的经济规律与科学技术发展之间相互作用的典型例证。说流化催化裂化的发展代表了炼油技术发展的一个时代，也是不算过分的。

我国催化裂化的发展，是从五十年代后期引进苏联43-102型移动床催化裂化开始的。当时处于西方国家对我国实行封锁政策的条件下，我们只能从苏联引进技术和装备。在兰州炼油厂的建厂方案中，原来想引进苏联的1-B型流化催化裂化技术，并派我们到唯一的一套20万吨/年装置上去考察实习。但是后来放弃了这个计划，因为1-B装置技术上不成熟，它仿效美国老II型高低并列式，用人工操作稀相催化剂输送。它的致命弱点是采用粉末催化剂，流化状态质量低劣，设备磨损严重，而且其产品碘值很高，不能用来作为航空汽油基础油。当时我国引进催化裂化技术，首先还是为了生产当时还占重要地位的活塞式发动机航空汽油，因而否定了1-B的引进方案而采用43-102型移动床催化裂化。第二次世界大战期间，苏联在美国TCC移动床催化裂化的基础上改进了烟气提升催化剂技术，发展了自己的43-102型移动床催化裂化工艺，解决了战时对航空汽油的需求。但在战后一个相当长的时期内，流化催化裂化的技术开发却很缓慢，而且起点很低，直到六十年代中期才形成了在1-B基础上改进的50万吨/年1-A型标准装置。这种战略上的失着，从反面为我们提供了借鉴。

六十年代初期，随着大庆油田的开发，我国炼油工业面临着新的发展形势，而当时我国炼油技术落后，只相当于国外三、四十年代的水平。二次加工手段主要是双炉热裂化，渣油

加工是釜式焦化，润滑油加工是传统的溶剂精制酮苯脱蜡和白土补充精制，催化剂和添加剂才刚刚起步。当时我国的汽油正面临着辛烷值从56号到60—66号的第一个飞跃；“精耕细作、吃光榨尽”的炼油方针要求我们掌握新的渣油加工工艺；润滑油面临着不加添加剂就无法满足质量要求的局面，而我国为数很少的低凝原油已不能满足多种低凝润滑油的需要。如果我们在新炼厂的建设中仍然沿用陈旧工艺，我国炼油工业将长期陷于被动局面。基于这种现实，石油部党组在1962年就提出，要在最短时间内建设流化催化裂化、催化重整、延迟焦化、尿素脱蜡、催化剂和添加剂等“五朵金花”，这是我国炼油工业一项及时和明智的战略决策。“五朵金花”的实现，使我国的炼油技术得到了突飞猛进的发展。

流化催化裂化技术在炼油工艺结构中占有很大比重。要把流化催化裂化搞上去，就要有明确的指导思想，从战略的高度制定出技术攻关的基本原则。只有这样，才能不失时机，高速度、高水平地完成技术攻关任务。在建设我国第一套流化催化裂化装置过程中，我们采取的基本原则是：第一，**起点要高，起步要快**。我们不能去重复美国发展催化裂化的老路，而是要尽快赶上或接近当时的先进水平。使用微球催化剂，控制两器压差，密相输送催化剂等新技术在国际上已臻成熟，我们应当具备这种水平。第二，**自力更生为主，争取外援为辅**。当时我们不可能引进西方的催化裂化技术和成套设备，只能依靠自己的力量。为此，在试验研究和设计准备方面，我们都自力更生做了不少工作。在催化剂和关键设备上，则采取自己制造和争取国外订货两条腿走路的办法，使我们克服了重重困难，赢得了时间。而苏联由于完全靠自己生产微球催化剂，以致贻误了流化催化裂化工业化的进程。第三，**集中力量突破难点**。实现催化裂化的工业化，当时我国机械制造水平还不高，诸如滑阀、离心式气体压缩机、耐热耐磨衬里等都是难点，应当区别不同情况采取对策。耐热耐磨衬里可以通过国内攻关解决；气体压缩机可以先买单机同时组织国内试制。最大的难关是滑阀，国外订货一时难以实现，只能下决心自己攻关制造。这样做的结果是确保了装置的一次投产成功，充分证明了自力更生的力量。第四，**广泛发动群众，组织大会战**。一项复杂的技术，从研究开发到实现工业化，需要贯穿从科研到设计、施工和生产全过程的广泛社会性协作。这种协作在我国不是通过市场控制而是在统一领导下，有组织有计划地加以实现的。在流化催化裂化装置建设过程中，我们依靠群众的力量，发挥大会战的优越性，使我们取得了较快的速度和较高的水平。这是我们应该继续发扬的一条经验。

流化催化裂化技术在我国自从1965年第一套工业装置投产以来，工业推广速度很快。主要的原因是由于我们不失时机地抓了下述几项工作。一是**装置的放大**。我国炼厂能够提供的催化裂化原料占原油近40%，自六十年代中期，我们陆续建成了若干250~300万吨/年的炼厂，这样，催化裂化装置的规模就要放大到120万吨/年。这个任务我们解决得很果断，较好地适应了炼油工业发展的需要。二是**改进工艺，提高技术水平**。主要是采取提升管和新型分子筛催化剂以改进反应，采取高效再生和助燃剂以改进催化剂再生。这些改进措施使我国催化裂化技术的发展能大体跟上国外近期的水平。三是**降低能耗**。催化裂化的消耗指标是影响我国燃料型炼厂总能耗和原油加工成本的重要因素。几年来，我们在节能方面的努力，主要集中在再生热能（包括一氧化碳燃烧热能、再生烟气余能和余热）的回收利用上，情况虽有所改善，但与国外水平相比仍有较大差距。

国外炼油工艺在七十年代期间没有取得根本性的革新，甚至有人估计在本世纪内也可能不会有革命性的进展。由此可见，在一个相当的时期内，催化裂化在炼油工艺中仍然占着十

分重要的地位，在中国可能更是这样。国内市场和油品出口对高质量汽油的需要，国民经济对提高原油加工深度和对催化裂化产品的多方面的要求，促使我们要更好地发挥催化裂化的作用。如何更经济、有效地适应这些要求，将决定催化裂化今后的技术发展方向。我们面临的这些问题，值得认真地探讨。第一，**扩大对原料的适应性**。目前，我国催化裂化原料仍以直馏减压馏份为主，有的炼厂由于全厂流程的需要，加工部分焦化和热裂化的轻重瓦斯油。残渣油料还很少作为催化裂化原料。压缩重油作为燃料油的比重已成为改变我国燃料结构的既定方针。因而，增加重油加工，提高原油加工深度也成为必然趋势。由于目前在重油加工手段上的限制，催化裂化原料必须向残渣油料扩展，尤其要发展常压渣油直接催化裂化技术。我国多数陆相原油以高蜡低硫、高镍低钒为特征，总金属含量并不高。因此，无需经预处理而直接进行催化裂化，看来是更为经济和可能的方法。为此，需要大力研究催化剂担体结构和高稳定性分子筛，加快发展抗重金属催化剂和高效金属钝化剂。第二，**提高工艺和产品的灵活性**。催化裂化的主要目的在于多产优质汽油。西方所追求的催化裂化产品分布是提高汽油收率和辛烷值，减少焦炭和气体产率。但是应当看到，除汽油外催化裂化还联产柴油和轻烃，对这些联产品的需要是因国家、地区，甚至因时间不同而异的。在柴油汽油消费比例较大的国家和地区，或在市场供求关系发生变化的时间内，需要生产较多的柴油。在化工综合利用或生产高辛烷值组分时，则需要多产气体原料。因此，对催化裂化产品分布的要求必须因地因时制宜，这就要求催化裂化工艺有较大的灵活性。我认为，除继续致力于高活性、高选择性催化剂的开发，改进反应和再生工艺技术，提高汽油产率和质量外，也要开展多产柴油的催化剂的研究，还要研究催化裂化气体组成及其影响因素，并使装置在工艺和操作上能适应这些要求。做到这一点将使催化裂化在国民经济中发挥更好的作用。第三，**降低消耗，提高操作的经济性**。我国催化裂化能力占原油加工能力的比重超过20%，在世界主要炼油国家中已经不低。在燃料型炼厂中催化裂化的能耗占到全厂总能耗的三分之一左右。而我国催化裂化的单位能耗较高，与国外水平的差距大于常减压装置的差距，这在很大程度上影响到我国炼油总能耗和加工成本。随着今后的加工深度的提高，炼厂的经济效益会相应提高。但是如果不大力节能，就会带来沉重的负担。常减压装置能耗达到12万大卡/吨的水平，再进一步提高，难度较大，而催化裂化的能耗从100万大卡/吨降至70万大卡/吨，大体相当于常减压降低10万大卡/吨的能耗，不少炼厂采取了相应措施，已经实现了这个目标。降低催化裂化装置的能耗应作为炼厂节能的重点。应当用系统工程的方法把催化裂化的工艺节能、设备节能、余热余能回收利用、干气利用同全厂系统结合起来进行规划，合理利用能源，达到催化裂化除烧焦外能量自给的目标。

回顾与随感

石油化工规划院总工程师 朱康福

我国第一套流化催化裂化装置建成投产已经二十年，这确实是值得纪念与回顾的事。流化催化裂化技术迄今仍是炼油工业最重要的二次加工工艺。近二十年来，我国依靠自力更生，在这方面不断发展，不断改革，不断提高水平。无论是所使用的催化剂及其制造技术，还是反应——再生技术、装置规模、设备型式与布置，以至于节约能量等方面，我们都已形成一些独特的风格及适用的工程技术。这说明，我们善于吸收新鲜的先进经验，勇于通过实践，尽快应用于工业生产。我们能够博取各家之长，为我所用。这种技术发展途径，在我国炼油工业中都有反映，而在发展流化催化裂化工艺技术方面，尤其具有典型的代表性。

“万事开头难”。我们在展望流化催化裂化技术发展的同时，不能忘记第一套流化催化裂化装置立下的功劳。

当年找到并开发大庆油田，成为我国石油工业发展史上划时代的大事。大庆油田的开发，促进了炼油工业的发展。六十年代中期，相继建成了流化催化裂化、铂重整、延迟焦化等装置，这些工艺很适合大庆原油的加工特性。蒸馏——催化裂化——延迟焦化一直是我国炼油工业的骨干工艺，而流化催化裂化尤其重要。很难想象年产几千万吨以至上亿吨原油而没有流化催化裂化这种加工工艺时，将是什么局面。回想那时候赫鲁晓夫无知而狂妄地讥讽我们“在小茶壶里炼油”，而我国却以建成60万吨/年规模的流化催化裂化装置以及250万吨/年配套完整的新炼厂来给以回答，真是振奋人心，扬眉吐气。

可以说，正是大庆油田的开发，推动与促进了流化催化裂化技术的发展。而流化催化裂化的开发，也保证与提高了大庆油田开发的经济效益。只有原油而缺乏相应的加工工艺，也难以完全摆脱“使用洋油的年代”。所以流化催化裂化技术的开发与发展，应该随大庆油田的开发而一起载入我国石油工业发展的史册。

毋庸讳言，在设计第一套流化催化裂化装置时，我们从国外获得了比较丰富的工程设计资料。然而变资料为现实的生产能力，则是完全靠我们自己奋斗完成的。领导的决策与决心，全面支持以至实际参加奋战，是完成任务的根本保证。而参加这个项目的全体工作人员的革命热情和拼搏精神，更加值得永远纪念和发扬。我熟悉的设计人员中，从不无风险地取得资料开始，经过计算、绘图，以至参加试验、制造、施工、检验、试运、投产，直到总结和推广，自始至终起着积极的、重要的作用，有一股子“不达目的，誓不罢休”的气概。在整个建设过程中，设计只是“一路人马”。事实上，当时不仅石油系统中所有科研、设计、施工、生产、大专院校和器材设备的供应、制造等部门通力合作，密切配合；而且其他系统中的许多有关部门都曾作出过贡献。当时称这种协作为“内、外三结合”。尽管在以后的动乱岁月里，“三结合”这个名词曾被严重歪曲、假借，以至盗用达到荒谬可怕的地步，然而社会主义协作的精神实质，不仅在当时起了必要与可贵的作用，就是在目前进一步开发流化催化裂