

中国石油化工

科技信息指南

2002年（下卷）



中国石化镇海炼化化工股份有限公司
SINOPEC ZHENHAI REFINING & CHEMICAL COMPANY LIMITED

中国石化出版社

中国石油化工

科技信息指南

2002 年(下卷)

中国石化出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国石油化工科技信息指南. 2002 年. 下卷/赵怡主编.
—北京: 中国石化出版社, 2002

ISBN 7-80164-266-X

I. 中… II. 赵… III. ①石油工业-科技资料-
中国②石油化工-科技资料-中国 IV. TE6-67

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 061363 号

中国石化出版社出版发行
北京市东城区安定门外大街 58 号
邮编: 100011 电话: (010) 84271850
<http://www.sinopec-press.com>
E-mail: press@sinopec.com.cn
北京中石华光文化有限公司排版
北京精美彩色印刷有限公司印刷
新华书店北京发行所经销



889×1194 毫米 16 开本 24.25 印张 8 插页 805 千字

2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 7-80164-266-X/TQ·056

定价: 68.00 元

前 言

我国加入 WTO 近一年来,石油化工企业在很多方面都发生了很大变化,在日益激烈的市场竞争中,面对国内外石油化工行业风云变幻的各种挑战,表现出开拓进取、顽强拼搏、与时俱进的强烈竞争意识和迅猛的发展势头,为今后的持续、稳定、健康发展奠定了坚实的基础。

在肯定成绩的同时,还应该看到我国石油化工企业与国外大公司相比存在的差距。就科技创新而言,仍然存在着科研与生产脱节,科技成果的市场转化相对较慢;对国际石油化工行业最新科技动态及科研成果了解不够,吸收转化能力不足;只满足现有生产装置的需求,缺乏对企业长期持续发展所需的工艺技术的提升和储备;面对国内石油化工行业上、中、下游一体化的发展格局,关联企业之间相互学习、补充借鉴意识有待加强等问题。这些问题的存在,将影响企业整体实力的提高,造成企业综合竞争能力的下降,形成持续发展后劲不足的被动局面。因此,进一步加大科研开发力度,完善科技创新机制就显得尤为重要。

《中国石油化工科技信息指南》一书,作为石油化工行业传播科技信息的专业性媒体,为石油化工企业更好地掌握科技动态、促进科研开发、应用先进技术起到了中介和桥梁作用,在企业影响力和知名度的扩大以及综合实力的提升等方面,作出了应有的努力,力争得到广大读者的支持和认可。在今后的编辑出版过程中,我们将一如既往地立足并服务于石油化工企业,为满足企业对先进工艺技术的需求发挥更大的作用。

由于编者水平有限,本书尚有许多不足之处,欢迎读者批评指正。

编 者

二〇〇二年七月

主 编：赵 怡

执行主编：刘春生

编 辑：张 峰	王 杰	柳 扬
刘志锋	任应录	缪 君
刘 燕	邢 理	王凤英
王鹏彬	李曾唐	

目 录

· 回顾与展望 ·

20 世纪中国石油加工领域科技发展	侯祥麟 汪燮卿(1)
认清形势 迎接挑战	
努力提高炼油企业技术水平	张德义(6)
我国清洁燃料的生产和发展趋势	汪燮卿(15)
我国乙烯工业的回顾和展望	王松汉(19)
石油与石化工业如何运用最优计划	
应对 WTO 所带来的挑战	刘有鸿(24)

· 学术论坛 ·

- 石化篇 -

“渣油加氢-催化裂化”组合工艺	
是生产清洁燃料的重要途径	徐元辉 贺产鸿 卢振旭(30)
工艺操作条件对催化汽油烯烃的影响	徐 惠 盛全福 胡跃良(35)
改善汽油质量技术措施的分析与探索	赵振辉 徐武清 牛双旺(39)
ARGG 再生方式的技术改造	袁红星 郭灿城(42)
100kt/a C ₅ /C ₆ 异构化工业试验装置设计	黄 敏(45)

应用蒸汽汽提工艺生产 10 号建筑沥青	陈 杰 孙建华(48)
重油催化裂化提升管反应过程的优化	叶宗君 张 达 沈谦立(52)
RFCCU 分馏系统的结垢和结焦机理分析	周 康(56)
FDS-4A 催化剂在	
煤油加氢精制装置上的应用	杨庆伟 罗志荣(61)
催化油浆分离与综合利用技术	刘志杰 王敬智 陈海峰(64)
变压吸附氢提纯(PSA-H ₂)技术在	
燕化公司制氢装置上的应用	邢凤琪 李秀明(66)
己内酰胺装置磷酸消耗的控制	刘建军 崔振川 何登平(71)
SUPER-V1 高效塔盘	
在烷基苯轻油塔改造上的应用	戴百章(74)
聚丙烯熔融指数中控分析中的抗氧化问题	郑欣然 曹永民(78)
己内酰胺萃取系统电导率的控制	蔡俊峰 何登平(80)
α -甲基苯乙烯回收工艺改进	张力峰(83)
碳酸二苯酯的合成技术及应用	成 刚(87)
先进控制技术	
在重油催化裂化装置上的应用	梁先耀 蔡荣生 张军民(113)
先进控制在常减压蒸馏装置的应用	潘立登 聂雪媛 王文新等(119)

- 充分利用 DCS 功能
提高催化裂化装置运行质量
..... 华宏坚 张 遥 陈 立(123)
- 无模型控制器
在硝酸氨生产中和过程中的应用
..... 韩志刚 董亚东(128)
- 对二甲苯液相氧化反应
产品质量的实时智能控制方法
..... 杜文莉 刘漫丹 钱 锋(131)
- 柔性开发模式的应用研究
..... 陈伯夫(134)
- 引进推广 LIMS 系统
提高石化企业质量管理水平
..... 邵柯迪 沈谦立(138)
- 聚丙烯装置继电保护存在的问题与改进
..... 陈 伟(142)
- 高温脱盐水泵
恒压供水自动控制系统的设计
..... 杨 磊(146)
- 示踪型阻垢分散剂及在线监控装置研究
..... 郑书忠 张泰山 程 峰(149)
- 膜分离技术在石油化工污水处理中的应用
..... 熊蓉春 雷晓东 魏 刚(152)
- 热壁加氢反应器材质劣化研究及对策
..... 朱瑞松 奚冬兴(155)
- 大型油罐开孔壁板制作及焊后消除应力
热处理技术的开发和应用
..... 孙晓波 阎平秋(160)
- 空冷器扩能改造的一种实用方法
..... 偶国富 黄叔儒(164)
- 循环式电加热器的设计和选材探讨
..... 戚洪明 陈国伟(167)
- 燃气高能脉冲吹灰器的应用
..... 徐景洪(169)
- 石化装置中大型膨胀节国产化
..... 于 兰(171)
- 整体挤压成形翅片管的传热特性
..... 陈听宽 王海军 刘富民等(174)
- 双相不锈钢在炼油和石化厂换热器中的应用
..... 张 震(177)
- 拱顶油罐施工中环形吊车的设计及应用
..... 蔡得胜 韩本昌(181)
- 三种化肥用奥氏体不锈钢焊管的性能
..... 王一德 张晓坤(184)
- 高周疲劳设备吹出罐国产化设计
..... 冯立林 刘玉凤 张明坤(186)
- 12KVD21A-2 型柴油机活塞环故障防范措施
..... 谢锡海(188)
- 油田篇 -
- 中国原油的地球化学特征及其
在油气勘探领域的意义
..... 郭占谦(190)
- 地震数据结构特征预测油气层
在秦家屯油气田的应用
..... 高 福 林昌荣(196)
- 天然气储层识别方法和识别标志
..... 陈玉魁(200)
- 中子寿命测井技术
在砂岩油藏高含水期开发中的应用
..... 张建英 刘广东 张景海等(205)
- 柴达木盆地尕斯库勒油田
E₃¹ 油藏跃检 2 井水淹状况综合分析
..... 马力宁 李清 廖 春(208)
- 洛阳地区下古生界天然气形成条件研究
..... 刘喜杰 彭 虹 刘志勤等(212)
- 柳泉油田低电阻油气层解释方法研究
..... 滕俊华 朱庆忠 韩智颖(215)
- 如何提高大斜度井常规电测和声幅测井成功率
..... 张东海 蔡 元(217)
- 地质导向钻井技术及应用
..... 王振光 孙文胜 都振川等(220)
- 抗温抗盐钻井液处理剂 SIOP 应用性能评价
..... 王中华(249)
- 塔里木山前高陡构造带钻井技术初探
..... 程华国 余冬青 杨君明等(251)
- 川东地区深井钻井作业的探索与思考
..... 李真祥(254)
- 水平连通井钻井技术在盐矿开采中的应用
..... 陈小元 袁建平 董云安等(258)
- 梁家楼纯 47 块开发研究与实践
..... 李道轩 徐新丽(262)
- 正理庄油田正南沙一段
微生物驱油试验及其效果分析
..... 张传护(266)
- 塔河油田稠油开采工艺技术及应
..... 段峙剑 易 斌(270)

胜利油田热采水平井配套工艺技术

.....王世虎 刘希明 翟勇等(273)

掺稀降粘工艺在稠油开采中的应用

.....林江 梁尚斌 宁宏伟(278)

聚合物驱油技术在孤岛油田的应用

.....段新明 梁福元 薛兆杰(281)

W2低渗-特低渗油藏高速高效开发实践

.....李新红 陈余万 蔡刚(284)

钢制连续杆驱动螺杆泵技术应用评价

.....连经社 蔺遥武 苏庆欣等(287)

河南油田低浓度交联聚合物驱技术

.....孔柏岭 孙尚如 樊中海等(289)

清防蜡技术在塔河油田生产中的应用

.....李海军 荣海英 胡辰等(294)

跃进二号复杂断块油田

砂岩油藏防砂工艺技术研究与应用

.....杨万萍 马力宁 黄生远(297)

疏松砂岩复合防砂技术的室内研究

.....刘中涛 刘恩新 任占春(302)

应用周期注水技术实现“双高”阶段稳产

.....张国禄(305)

高含水油田有杆大泵“双配套”技术的应用

.....贾云飞 封永利 林娜等(308)

多级复合振动增产增注工艺技术

.....林英姬 迟森 刘洁等(312)

提高注水系统效率的探讨

.....朱益飞(315)

塔中4油田自动化控制系统

.....袁曲训 班兴安(317)

油田配电网电能计量与

监控系统的开发和应用

.....王景泉(320)

输油管线加热炉计算机优化控制系统

.....王庆峰 李辉(324)

超稠油集输技术研究与试验

.....余五星 刘福余 郑南方等(326)

长输管道漏磁在线检测技术及其应用

.....陈勇 周林元 李兵等(333)

强化水质参数达标保证热采注汽锅炉安全运行

.....闫洪彬 薄涛(336)

江汉油田新105井C-90油管失效分析

.....张毅 赵鹏(339)

浅谈铜粉形状对射孔弹性能的影响

.....潘永新 张丽华 于万水(342)

·专题报道·

把握机遇 踏实奋进

以信息化建设促进企业的现代化发展

——镇海炼化公司信息化建设的回顾与展望

.....任炽刚 沈谦立(344)

中国石化新星西北分公司油气勘探

开发的重大进展及展望

.....康玉柱 郑显华(349)

优化管理 挖潜扩新 合理调动统筹资源

——浅议石油化工建筑安装工程项目管理

.....潘光华(354)

抓住机遇 迎接挑战 以创新求发展

打造“江苏钻井”良好品牌

.....张锦宏(355)

·企业分类·

一 中国石油化工集团公司所属单位

镇海炼化化工股份有限公司.....(封面)

茂名炼化化工股份有限公司炼油厂.....(扉4~5)

中国石化集团第四建设公司.....(扉6~7)

胜利油田有限公司采油工艺研究院.....(拉折1)

胜利石油管理局海洋钻井公司.....(拉折2)

南京金陵石化工程有限责任公司.....(89)

北京燕化公司聚丙烯事业部.....(90~91)

新星西北分公司塔河采油一区.....(92~93)

新星西南分公司井下作业处.....(94)

新星西北石油工程监理中心.....(95)

中原油田钻井三公司钻前工程公司.....(96)

江苏油田分公司试采二厂.....(97)

江苏石油勘探局钻井处.....(98~99)

江苏油田分公司物探技术研究院.....(100~101)

中原油田钻井三公司机械修造厂.....(102~103)

上海高桥石化公司精细化工厂.....(104)

北京燕化新联液化石油气有限公司.....(105)

天津中石化销售华北设计院.....(106)

茂名分公司设备监测研究中心.....(107)

二 中国石油天然气集团公司所属单位

哈尔滨石化分公司.....(封底、扉3)

中国石油天然气第六建设公司.....(108~109)

华北石油管理局录井处.....(110)

兰州炼油化工机械厂	(111)
油气勘探软件国家工程研究中心有限公司	(228~229)

三 生产制造企业

(一) 仪器、仪表及工业控制

美国艾斯苯技术股份有限公司北京代表处	(扉 2)
胜利油田广域科技有限责任公司	(225)
上海横河电机有限公司	(226)
上海罗普自动化控制系统有限公司	(227)
上海申迪软件工程有限公司	(230)
成都思友信息技术服务有限公司	(231)
洛阳工华仪器有限公司	(232)
新华控制工程有限公司	(233)
上海华胜自动化仪表有限公司	(357)
北京首科石化自动化设备有限公司	(359)

(二) 石油化工设备、装置及制造业

烟台冰轮股份有限公司	(封二)
苏州市科迪石化工程有限公司	(封三)
合肥兰博电力机具技术有限责任公司	(扉 1)
阿法拉伐(中国)有限公司	(扉 8)
山特维克国际贸易(上海)有限公司	(112)
长治锻压机床(集团)有限公司	(234)
太原钢铁(集团)有限公司	(235)
洛阳市通豪热能工业工程有限公司	(236)
哈尔滨世纪热能技术开发有限公司	(237)
宜兴市过滤设备厂	(238)
南京宝泰复合材料有限公司	(239)
顺德市申菱空调设备有限公司	(241)
北京光华启明烽科技有限公司	(361)
复盛实业(上海)有限公司	(362)
北京新辰陶瓷纤维制品公司	(366)

上海威远电磁设备有限公司	(367)
摩根热陶瓷(上海)有限公司	(368)
南京晨光航天应用技术股份有限公司	(369)
中国人民解放军第 6108 工厂	(371)
吴江市太湖胀管器有限责任公司	(372)

(三) 管道泵阀

江阴市江南高压管件厂	(240)
山东球墨铸铁管有限公司	(242)
江阴兴澄钢管有限公司	(243)
宝山钢铁股份有限公司钢管分公司	(244~245)
青岛科技大学高分子工程材料研究所	(246)
丹东恒星泵业有限公司	(247)
无锡荣鑫泵业制造有限公司	(248)
安徽天大企业集团天长市无缝钢管厂	(360)

(四) 腐蚀、防护及环保

武汉铁神化工有限公司	(358)
上海中田给水设备有限公司	(365)
华东理工大学华昌聚合物有限公司	(375)
新泰市石油化工机械制造有限公司	(376)

(五) 电气设备

常州变压器厂	(363)
上海曙光灯具厂有限公司	(370)
上海石化森联电气成套设备有限公司	(373)
耀华电器集团有限公司	(374)
天水二一三机床电器厂	(377)
华能无锡电热器材有限公司	(378)

(六) 其他

重庆四维建筑材料有限责任公司	(364)
----------------	-------

封面介绍

中国石化镇海炼化化工股份有限公司

中国石化镇海炼化化工股份有限公司是一家以炼油、化肥生产为主,在香港上市的国家特大型石油化工企业。拥有 14000kt/a 原油综合加工能力和 600kt/a 尿素生产能力,自备海运码头吞吐能力达 25000kt/a,是我国最大的高辛烷值清洁汽油、低硫柴油、航空煤油、高等级道路沥青、液化气、苯类、尿素供应商之一。2001 年,镇海炼化公司加工原油 10734kt,已连续两年位居全国石化企业之首。同年,被美国财富杂志列为中国上市公司 100 强中的第 7 位。

封底介绍

中国石油哈尔滨石化分公司

哈尔滨石化分公司主要产品有汽油、煤油、柴油等 6 大类 16 个牌号的油品和聚丙烯树脂粉料、工业丙烯、丙烷、液化气等。现有生产装置 13 套,其中包括两套常压装置,加工能力 4000kt/a;三套催化裂化装置,加工能力 2200kt/a;两套气体分馏装置,加工能力 280kt/a;重整装置加工能力 250kt/a;加氢装置加工能力 450kt/a;MTBE 装置生产能力 50kt/a;两套聚丙烯装置,生产能力 25kt/a;PSA 装置生产能力(标准状态)20000m³/h,并拥有完善的配套设施。

20 世纪中国石油加工领域科技发展

侯祥麟 汪燮卿

石油化工科学研究院 (北京 100083)

摘 要 文章简要介绍了 20 世纪我国石油加工领域科技发展的概况,一方面充分肯定了所取得的成绩,另一方面也分析了影响石油加工科技取得更大发展的制约因素。同时,展望 21 世纪,对于石油加工领域的科技发展充满信心,相信将会取得在世界上有影响的创新成果。

关键词 石油加工 科技发展 成就 制约因素

1 20 世纪中国石油加工科技发展简况

石油——这一物质的科学命名,最早是由我国北宋科学家沈括(1031~1095 年)在《梦溪笔谈》中记载并提出的。但直到 20 世纪初,中国还没有石油加工工业,更谈不上石油加工科技。中国石油加工工业是从 20 世纪下半叶开始建设的,到 20 世纪末,已有大中型炼油厂约 54 座,加工原油的总能力达 256Mt/a,石油产品基本做到自给。这些成就基本上是依靠自己的技术力量所取得的。然而,由于种种原因,到 20 世纪末,我国的石油加工科技水平与国际先进水平相比,仍有较大差距。面对入世后石油产品市场的激烈竞争,迅速提高我国石油加工科技水平,以此增强炼油企业的竞争力,是十分必要的。

1.1 中国石油加工科技的萌芽阶段

20 世纪初,从清末到民国初期的二、三十年间,由于社会动荡,根本谈不上发展科技。其间虽然在陕西延长发现了石油,但产量太少。没有原油就无法炼油,石油加工的科学技术更是无人过问,石油产品(主要是煤油和汽油)完全依靠进口。

20 世纪 30 年代到 40 年代中期,日本军国主义侵略中国,在中国东北建设了人造石油工厂,其中煤炼油技术是从德国引进的,页岩油技术是日本人在抚顺研究开发出来的。在抗日战争的大后方,为了解决运输燃料问题,四川、云南等内地省份兴起了一些用植物油裂解和煤低温干馏生产汽、柴油的小工厂。这些小厂手段简陋,产品质量很差。在原油方面,除延长油矿生产少量原油外,1937 年在甘肃玉门也发现了油田并进行了开采。随后于 1943 年建设了简单的炼油厂,从美国进口了热裂化装置。随着炼油工业的起步,有关石油加工的科学研究工作也开始进行。虽然这个时期我国的石油加工科技

只处于萌芽阶段,人员很少,仪器设备简陋,图书资料不多且缺少经验积累,没有产生出有分量的研究成果,但还是培养出一批人才。抗战胜利后,其中一部分人去台湾接收炼油企业,另一部分人则在随后的岁月中,为我国炼油科技的发展做出了贡献。

1.2 从新中国成立到“文革”期间,石油加工科技队伍逐步壮大,取得了一些重大成果

新中国成立后,石油战线的同志开始了炼油工业的恢复和重建工作。到 1954 年底,原有的老炼油厂和人造石油厂全部恢复了生产,接着又进行了扩建和改造。1957 年加工原油 1730kt (包括人造石油),油品自给率达到 39%。此后,前苏联援建了兰州炼油厂,拥有较为先进的移动床催化裂化和苯烃化等生产航空汽油技术和润滑油生产技术,也为我国培养了一批技术人员。1960 年大庆油田的开发,为炼油工业的发展奠定了物质基础。

建国后,先是中国科学院成立了大连石油研究所(后改为大连化学物理研究所)。之后,1956 年国务院批准石油工业部建立北京石油炼制工业研究所、北京石油地质勘探研究所,改建抚顺页岩油研究所。经筹备,1958 年 10 月北京石油炼制和地质勘探两个研究所合并,成立石油化工科学研究院,同时还成立了抚顺的页岩油研究所等单位。另外,石油学院等高等学校也进行石油加工的科研工作。不过,建国初期由于队伍刚刚建设,经验不多,这一阶段突出的成果很少,但为以后的发展打下了基础。

1959 年以后,由于中苏两国关系的恶化,苏联逐渐减少直至停止了对我国军需油料,以及发展两弹所需的特种润滑材料的出口,而从其他国家进口也无可能。于是,如何使石油产品迅速立足于国内生产成为急需解决的大问题。国家的需要促进了石油加工科技的发展,并使之取得了显著的成果。

研制原子弹需要用于浓缩铀厂气体扩散机组的耐六氟化铀的润滑油,通过油样分析确认为全氟碳化合物。经反复探索终于合成并调配出合格产品,实现了工业生产,保证了扩散机组的连续运转。导弹的研制开始是模仿苏联,配套的润滑油基础油主要是聚硅氧烷,研制容易些。后来研制自己的导弹,需要耐发烟硝酸和偏二甲肼的润滑脂,难度很大,通过不断探索终于研究成功,及时满足了需要。

在军工油品方面,首先遇到了我国生产的航空煤油(喷气燃料)对涡轮发动机燃烧室的烧蚀问题,经过几个部门几年的合作研究终于得以解决。随后,为了解决大庆原油生产国内特别是军用所需的石油产品,组织了科研、设计、生产等部门,参阅国外资料,独立自主地研究开发了流化催化裂化、铂重整、延迟焦化、尿素脱蜡、加氢异构裂化等技术,并建成了生产装置。使我国掌握了当时世界上的一些主要炼油技术,包括炼油催化剂和油品添加剂的研究与生产。其中,催化裂化、铂重整、延迟焦化随后在全国炼油厂普遍推广应用,使炼油工业生产技术水平大幅度提高,石油产品实现了自给。这些技术的研究开发、设计施工、设备生产全是我国独立自主完成的,是跨行业、跨部门大协作的结果。

1.3 改革开放以后,重整科技队伍,从模仿、跟踪到有所创新,不断前进

文革期间,打乱了正常的科研秩序,削弱了队伍,科研工作基本停滞,从而加大了与国际水平的差距。但即使在这样艰难的岁月里,科技人员仍冒着风险,开发成功提升管催化裂化和多金属重整等技术。随着国家改革开放,对外交流日益增多,科技重新得到重视,许多科技人员回到了原来的科研岗位,科技队伍得到了补充和加强,石油加工科技工作又蓬勃地发展起来。

首先跟踪国外的技术新进展,结合原油资源特点和市场需要,发展我国的石油加工技术,并进而加大创新力度,开发新的催化剂和工艺,取得一些显著成绩,使炼油工业在市场上有一定的竞争力。

由于我国大多数原油轻质馏分较少,为了满足市场对汽、柴油的需求,必须发展重油深度加工技术。2000年我国主要重油加工能力和占原油一次加工能力的比例见表1。

表1 我国主要重油加工装置的加工能力

装置名称	加工能力/ $\text{kt} \cdot \text{a}^{-1}$	占原油一次加工能力, %
催化裂化	89150	34.8
延迟焦化	22200	8.7
减粘裂化	8720	3.4
加氢裂化	14180	5.5
合计	134250	52.4

其中催化裂化占原油一次加工能力的34.8%,

而催化裂化比例较高的美国为34%。为了提高重油加工的经济效益,研究开发了渣油催化裂化技术。2000年,全国炼油厂平均掺炼渣油量达到30.3%,年增经济效益近100亿元。这也说明我国在重油催化裂化工艺和催化剂的技术上,处于世界前列。

改革开放后,引进了重油催化裂化、加氢裂化和连续催化重整等技术,在引进技术的基础上消化吸收,通过应用性基础研究并有所创新,然后实现产业化。到2000年为止,我国有引进技术的几个石油加工装置的国产化率结果见表2。

表2 有引进技术的主要炼油技术国产化率

工艺名称	现有技术 装置能力/ $\text{kt} \cdot \text{a}^{-1}$	引进技术 装置能力/ $\text{kt} \cdot \text{a}^{-1}$	国产化率, %
催化裂化	89150	10400 ^①	88.3
加氢裂化	14180	7270	48.7
催化重整	19170	10290 ^②	46.3

注:①包括原有装置改造;②包括半再生式重整和连续催化重整。

催化裂化是石油加工中最主要的工艺过程,在长期积累知识和经验的基础上,通过对催化新材料的探索,发现在较高反应温度条件下,从液化气中得到的丙烯含量为常规催化裂化的两倍以上,这一结果引起了研究人员的很大兴趣和领导的高度重视。因为丙烯是石油化工的基础原料,而通过催化裂化过程生产丙烯可采用重质原料,从而显著降低了成本。这条新的技术路线从实验室探索、反应机理和动力学研究、催化剂合成路线确定到工艺工程的放大,仅用了两年时间就完成了工业化试验。由于该工艺的特点,命名为催化裂解及DCC。这项由我国自己研究开发、具有自主知识产权的石油加工技术,现在全国有6套工业装置正常运行。1993年,由美国的一家工程公司代理转让给泰国石化公司,从而实现了我国成套石油加工技术的出口。

石油加工过程主要是催化加工,因此催化剂的研究和开发可以反映出石油加工过程的科技水平。从我国建立石油加工科研队伍开始,就十分重视催化材料的研究。从催化材料的探索、反应机理的研究、合成路线的确定到工艺工程的放大,科研人员在跟踪国外先进水平的基础上,不断有所创新。特别是多产丙烯的一种分子筛作为催化材料,性能要优于国外同类材料,因而用该材料合成的催化剂,长期出口给泰国,成为我国出口成套技术的组成部分。此外,多年来某些特种分子筛还一直出口美国。

随着环保要求的日益严格,要求使用清洁汽油,这就对汽油的规格与组成提出更高的要求,导致占我国80%汽油组分的催化裂化汽油必须降低其中的烯烃含量,同时又要保证汽油的辛烷值(即汽油的标号)不降低,这是我国当前面临的特有研究课题。解决此问题最经济又快速的途径是采用具

有特殊性能的催化裂化催化剂。为此,科研人员在短短一年时间内开发出了新的催化剂,基础上满足了炼油厂的要求,生产出合格的清洁汽油。2000年我国主要炼油工艺使用国产催化剂的情况见表3。

表3 我国主要炼油工艺国产催化剂的使用情况

名称	炼油工艺生产能力/ $\text{kt} \cdot \text{a}^{-1}$	国产催化剂使用率, %
催化裂化	89150	94
加氢裂化	14180	57
加氢精制	20480	99
催化重整	19170	87

2 成就取得的原因

2.1 石油加工科技发展的外在推动力

科技发展的主要推动力是国民经济发展和国防的需要。新中国成立以后,工业迅速发展,这就为科技的发展奠定了基础。

1960年大庆油田的开发,为石油加工科技发展创造了物质基础。但是,直到改革开放之初的30年里,由于国家强调的是保障供给,炼油企业主要考虑和追求的是产量,而不重视质量、品种和效益,因此对使用新技术的要求不积极,更不愿冒险进行科研成果的工业化工作。当时,石油加工科技工作主要是靠石油部主管部门安排,只能保证重点工作。

20世纪60年代初期,特种润滑材料和几项石油加工技术取得了突出的成就,其推动力就是国防的紧迫需要,当时是压倒一切的任务。为此,石油部决定炼油工业以军用油品为纲,动员各方面的全部力量,共同来完成军用油品的研制和生产任务。同时,对炼油工艺技术的开发和炼油装置的建设,提出了“只要不犯不可挽救的错误,一切责任都由部党组负责”,这样不仅使科技人员的思想顾虑大为减轻,而且在精神上得到了鼓励和支持,这是得以开发成功催化裂化等5项工业化技术的重要原因。

改革开放以后,经济效益逐渐被重视起来。出于市场竞争的需要,企业开始注重改善产品的品种、质量和成本,因此对新技术的需求越来越强烈,新技术逐渐受到重视,科研成果的工业化逐渐受到欢迎,从而使石油加工科技的发展获得了越来越强劲的推动力。比如,催化裂解工艺技术之所以能较快地取得工业化成果,就是因为有些炼油厂需要增产高附加值的丙烯,而从催化裂解生产丙烯,不但原料价格便宜,而且供应有保证。某炼油厂需要增产丙烯,而且该厂还有一套闲置的催化裂化装置,只要稍加改造就可以作为催化裂解工业试验装置。该厂主动提供改造资金,与设计和施工单位紧密配合,在半年内就完成了装置的改造任务,为工业化

试验创造了条件。这种经济效益的驱动促进了该技术能很快实现工业化,使科技成果转化为生产力。

2.2 石油加工科技发展的内在因素

一项大的科技成果,特别是在生产上应用的新工艺、新技术,往往需要从科研、设计、基建到生产各个方面的共同努力,因此大力协同、通力合作是非常重要的。20世纪60年代,在解决军用油品过程中,因为任务必须在短时间内完成,在技术比较有把握的前提下,一些工作被迫采取边试验、边设计、边施工的方法,大力协同的重要性特别明显。大力协同的精神之所以能如此成功地贯彻,一方面是由于政府和部门领导的大力提倡和组织,另一方面是由于科技人员的爱国主义和奉献精神。多年来,在党的培育下,为人民服务的思想深入人心,为祖国奉献一切是大家的共同追求。抗美援朝结束不久,新中国仍处在西方国家的封锁之中,前苏联又与我们交恶,对油品供应进行限制甚至取消,这就激发了科技人员的高度爱国主义精神,使领导号召的大力协同在工作中得以很好贯彻,保证了任务的完成。

改革开放后,在市场经济条件下,为实现重大工业技术的开发成功,仍须提倡大力协同的精神,搞好各部门、各单位间的密切合作。催化裂解新技术的开发过程就充分体现了这种精神,在实验室取得了好的苗头以后,集中组织了工艺、催化剂、工程开发和分析化验各专业人才,充分发扬技术民主,集中群体智慧,提出要把胜负成败放在第一位,把是非功过放在第二位,从研究到开发都进行得比较顺利。接着,在工业化试验过程中,科研、设计、生产3方面的科技人员又紧密合作,互相学习,形成整体,从而在短短的8个月当中,完成了装置改造、试车运转和取得工业化试验的各项数据,为设计新装置创造了条件。当然,在市场经济条件下,要讲究合理的利益分配,以调动各方面的积极性,但爱国主义和奉献精神仍应是炼油科技发展的内在推动力。

2.3 石油加工科技发展的坚实基础

20世纪60年代虽然取得了巨大的成就,但所有研究开发的技术都是国外已有的技术。由于缺乏经验,当时的工作总的来讲是模仿,没有什么突出的创新。经过长时期的工作,我们积累了不少的知识和经验,才取得了一些创新性的成果。

催化裂化是石油加工科技从20世纪60年代起一直坚持不懈进行研究,科学知识和经验积累最丰富的领域。从反应、再生的动力学,工艺、催化剂到设备的研究和开发工作都做得比较系统和完善,才能取得丰硕的成果。由于有了这个基础,所以在渣油催化裂化的发展过程中,能与国外并肩前进。

接着,又以催化裂化为基础,研究开发了世界首创的多产烯烃的催化裂解等几项国际上的新技术。

催化剂是我国石油加工科技领域中研究工作进行得最多的部分。从催化理论、分子筛、载体以及活性组分;从应用基础研究、合成到生产工艺都进行了大量的工作。除了专业研究部门以外,还有科学院和大学有关研究机构都作出了突出的贡献,从而积累了丰富的知识和经验,在催化剂的开发和生产上成绩显著。在跟踪国外催化剂的进展方面能不断有所创新,推出我国有竞争力的品牌,并能根据市场需求调整催化剂的组成结构。在新催化材料及新催化剂的研究开发方面,也能提出新思路,研制出在国际上有竞争力的品种,占有了一席之地。

2.4 石油加工科技发展的关键

数十年来,在科学知识和经验的积累过程中,也培养了一批优秀的科学家和设计、工程、生产等方面的专家。正是因为有了这批人才,才能取得石油加工科技的诸多成就。

建国初期,国内在石油加工方面的科技人员很少。高等学校的教授、科研和设计单位的骨干,主要是从西方回国的学者,随着国内高校培养的大批学生从事科技工作,优秀人才逐渐成长。此外,还有国家组织派往前苏联及东欧学习归来的学者,形成了各个专业比较配套的科技队伍,从而为石油加工科技事业的发展打下了基础。在石油加工科技领域里也成长起来一批杰出人才,到2000年底,先后有中国科学院院士12人、中国工程院院士11人;担任过世界石油大会等国际学术组织的领导成员8人。

3 影响石油加工科技取得更大发展的因素

3.1 平均主义深入人心,社会化分工未能很好形成,是影响科技人员积极性和工作效率的重要因素

建国以后,很长一段时间内平均主义思想深入人心。由于对体力劳动的评价过高,在分配上知识高低起的作用很小,严重影响了科技人员的积极性。改革开放后,知识分子的地位有了很大提高,但平均主义思想仍然存在,按照对科技和经济发展的贡献大小进行报酬仍有很大阻力。平均主义不仅影响科技人员的积极性,也不利于吸引和稳定人才。

与平均主义共存的是社会化分工没有很好形成,影响科技人员充分发挥其专业上的潜力。在科研工作上提倡“一竿子插到底”,即从新构思的产生到实验室探索到小型试验、中间试验直到工业放大,都由一个课题组负责。其后果,一是首创者在原有基础上缺乏再开发的能力,二是不能发挥每个人

的专长,也不利于各学科的有机衔接,开发速度和水平都受到了制约。另外,科研条件保障和设备器材供应也没有形成一个合理的运行体制和规范的市场。科研人员搞一个项目,往往要花费大量的时间和精力用于进设备、跑材料,造成很大的浪费。

3.2 重实践、轻理论,重技术、轻科学的倾向,是影响石油加工科技实现跨越式发展的一个重要方面

影响我国取得高水平科技成果的一个主要因素是重技术、轻科学,重实践、轻理论的倾向。

长期以来,由于经济高速发展的需要,领导部门一直重视技术,重视实践,这是很自然的。但是,技术与科学、实践与理论的辩证关系,没有得到正确处理。表现为理论研究工作几度被忽视和自然科学基金在一段时期内投入很少。

20世纪90年代后期,重视理论研究的呼声很高,形势逐渐有所变化,但实现的过程较慢。例如在石油加工方面,一个工业部门的研究院为了给创新工作打基础,成立了一个应用性基础理论研究室,对新催化剂的开发发挥了作用,但激励机制跟不上,工作逐渐转到应用方面。由于这种认识上的片面性,导致在奖励和激励机制上,未能建立起一套正确评价理论研究作用和贡献的做法,也影响了理论研究工作人员的积极性。

3.3 工程研究及开发力量薄弱,是制约石油加工科技发展的一个瓶颈

化学工程研究是把石油加工工艺的研究成果转化成工业化生产的必不可少的重要环节,它关系到装置的建设费用及生产中的技术经济指标是否先进,甚至决定装置能否成功运转。由于过去开发的石油加工工艺技术基本上属于模仿或在模仿基础上略有创新,反应、分离等主要设备基本上参考已有设备设计,而不经化学工程研究开发,造成了化学工程研究开发缺乏实践经验,力量薄弱,成为发展新工艺技术的一个制约因素。如今,由于计算机技术的应用,化学工程有了新的发展,软件包的开发是在综合前人的学科理论、基础数据、技术和经验上的总体集成,可以大大缩短化学工程的开发过程,在这方面我们的差距更大,必须努力赶上。

3.4 知识积累连续性不够,人才断层和人才外流,是影响石油加工科技发展的一个关键问题

这方面最大的影响来自“十年动乱”,在科技界造成了10年断层。断层主要是两个方面:一是知识断层,10年间搞群众运动、政治运动、造反、下干校等等,老的科技人员基本上被剥夺了搞科研、搞业务的权利,出现了知识断层。而这10年的知识断层,所造成的影响远远不止10年;二是人才的断

层,从1966年到1977年恢复高考,大学有11年没有招生(其间曾招过几届工农兵学员,但那不是真正意义上的大学生)。而且更令人痛心的是,“文革”中我们失去了一批学术造诣很深的老专家。

改革开放以来,采取了多种培养人才的措施,如扩大招收博士生、有计划培养学科带头人等等,都有了一些成效。但同时由于科研条件、工作环境、工资收入、人际关系等复杂原因,优秀人才外流(包括出国未归、流向公司特别是外企公司)成为影响科技力量发展的重要因素。例如某石化研究单位,从1979年到2000年,出国的科技人员有340人,而回本单位工作的仅有70人。

3.5 缺乏使科研人员勇于创新的环境,是造成没有重大创新成果的关键

科学研究本来就是一个创新的过程,但长期以来创新不被重视。20世纪末,创新的呼声才逐渐高涨,到处举办创新工程、建立创新机制。但至世纪之交尚未见到有突出的成效,这当然与提倡创新为期尚短有关,但创新的环境和条件不完备也不容忽视。

创新首先来自思维。要得到前人所未有的新观点、新理论、新构思,科研人员必须敢于“异想天开”,敢于“造反”。但这在灌输式的教育、要求循规蹈矩的社会风气下,是比较困难的。即使想出了新颖的构思,要进行探索研究就更困难了,科研人员会因为怕失败而不敢冒这个风险。研究项目要列入计划以求得资助,审查计划者更不敢冒失败的风险而批准前人没有试过的新构思。没有一个宽松自由的环境,让科研人员自由思考、自由选题,领导再重视、再投入、再号召也难以有大的成效。

当今各学科都在迅速发展,而边缘学科和交叉学科往往是创新的生长点,因此学术交流已成为触发创新思维的重要途径。长期以来,我们的学术交流很不活跃,正常的人才流动机制也没有形成,结果造成科技人员“近亲繁殖”,知识面比较窄,思想方法上也比较死板,这些都不利于新构思的产生。

4 展望

回顾20世纪石油加工科技发展的历程,由于党和政府的正确领导,培养了一批具有爱国主义和奉献精神的科技人员,他们为国民经济和国防建设作出了卓著的成绩。同时,积累了知识和经验,锻炼造就了人才,为科技的进一步发展打下了基础。在此过程中,由于新中国是在半封建半殖民地的基础上建立的,又有特定的革命过程,使得社会化分工程度低,存在着平均主义,并且有重实践、轻理论,

重技术、轻科学的倾向,却又不重视工程研究开发工作。而政治动乱又导致经验积累连续性差和人才断层,这些都影响了科技发展取得更大成绩,再加上人才外流和缺乏勇于创新的环境,也导致在20世纪石油加工科技领域中没有突出的创新成就。

展望21世纪,随着社会主义制度的不断完善,相信上述问题将会逐步得到解决。经济体制的改革势必会带动政治体制的改革,从而创造出更为自由宽松的环境。随着教育体制改革的深入,人们的思想将更加活跃。经济的持续稳定发展,也有助于在人才流动过程中吸引优秀人才。政治上的稳定,是给科技知识和经验的积累营造外部环境的前提。在上述因素的综合作用下,可以预期在21世纪,石油加工科技领域将会取得在世界上有影响的创新。

作为燃料及化工原料的来源,石油在21世纪仍将起着重要的作用,石油加工业的最主要任务是提供交通运输所需的油料。21世纪的任务除了加工好原油以适应环保对燃料的要求外,还应重视从煤、油页岩、天然气加工成液体燃料的技术及汽车代用燃料技术,以求减少原油的进口。同时,还应配合汽车发动机的改进,开展包括开发燃料电池等一系列必要的研究工作,通过科技的发展,以保证我国交通运输所需的燃料和润滑材料。

石油加工属于基础产业,在这个领域中的科技发展应该在原有的基础上形成新的生长点,特别是在合理利用有限的资源和保护人类的生态环境方面。信息产业的迅速崛起为基础产业的发展提供了新知识和新途径;新材料领域的成就也可以大大促进石油加工技术中催化材料的开发和应用。各学科的交叉、互相借鉴和综合集成将为石油加工的科学技术发展提供前所未有的机遇。

参 考 文 献

- 1 侯祥麟.中国炼油技术(第二版).中国石化出版社,2001
- 2 孙晓风.中国炼油工业.中国石油工业出版社,1989
- 3 中国工程院化工、冶金与材料工程学部.中国环境友好燃料的发展方向.中国工程院咨询项目报告,2001

作者简介:侯祥麟,著名的化学工程专家,1935年毕业于燕京大学化学系,1948年获美国卡内基理工学院博士学位,1955年选聘为学部委员(中国科学院院士),1994年选聘为中国工程院院士。曾任石油工业部副部长,现任中国石油化工集团公司和中国石油天然气集团公司高级顾问,曾经组织领导过若干重大炼油技术的科研攻关并实现了工业化。

认清形势 迎接挑战

努力提高炼油企业技术水平

张德义

中国石油化工股份有限公司 (北京 100029)

摘 要 文章介绍了中国石化集团公司炼油企业的技术进展情况,在肯定成绩的同时,指出同国外炼化企业相比,集团公司炼油企业在技术经济指标上存在着很大差距。因此,国内炼化企业应当加快新技术、新工艺方面的开发和推广应用,提高自己的技术水平,克服当前困难,开创炼油工业发展的新局面。

关键词 炼油企业 技术经济指标 开发推广

1 前言

中国石化集团公司炼油企业已连续两年经济效益大幅度滑坡,不少企业已连年处于亏损状态。今年是我国加入 WTO 的第一年,成品油将按协议规定恢复进口,进口石油产品对我国炼油企业的冲击将逐渐显现出来。面对这种严峻的形势,炼油企业必须认真分析,上下统一认识,采取相应对策。下面就如何提高炼油企业技术水平谈几点看法。

2 努力提高企业技术经济指标

近几年,经过大家的努力,集团公司炼油企业技术经济指标平均水平还是有所提高的,见表 1。

表 1 集团公司炼油企业主要技术经济指标^①

项 目	1999 年	2000 年	2001 年
轻油收率, %	70.59	71.57	71.78(72.33)
综合商品率, %	91.23	92.45	92.25(92.23)
加工损失, %	1.36	1.18	1.14(1.12)
原油损耗, %	0.48	0.43	0.42(0.40)
综合能耗/kg 标油·t ⁻¹	85.40	79.34	78.24(77.84)
单位能量因素耗能/kg 标油·(t 因素) ⁻¹	14.15	13.93	(13.26)

注:①括号中数据为中国石化股份有限公司炼油企业平均数。

在肯定进步和成绩的同时,更应看到差距和问题。这些技术经济指标,与国际先进水平相比,还存在一定差距,有些指标差距还比较大;集团公司企业之间发展也很不平衡,先进企业和落后企业差距十分明显,这是我们必须正视和需要解决的问题。

2.1 轻质油品收率

据美国《油气杂志》报道,1994 年美国炼油企业汽、煤、柴和化工轻油的平均收率已达到 73.7%(m),

目前多在 80%(m)以上,按体积核算已达到 90%以上。美国炼油厂轻质油品收率见表 2。

表 2 1993 年美国炼油厂轻质油品收率 % (v)

油品名称	石脑油	汽油	煤油	柴油	合计
收 率	0.59	55.41	10.30	24.82	91.12

英国和法国轻质油品收率也都在 73%(m)以上;日本需要低硫燃料油较多,属于浅度加工型国家。日本、英国和法国炼油厂轻质油品收率见表 3。

表 3 日本、英国和法国炼油厂轻质油品收率 % (m)

国 家	日 本	英 国	法 国
轻油收率	71.08	73.35	73.75

注:资料来自 2001 年 3 月日本《石油资料月报》、2001 年《英国能源统计摘要》和 2001 年 1~2 月法国《Bulletin Mensuel》。

2001 年,股份公司 25 家炼油企业平均轻质油品收率 72.33%(m),低于英国、法国和美国 1~8 个百分点。在 25 家炼油企业中,有 8 家轻油收率达到 75%(m) 以上,最高的是中原油田石化总厂,达到 79.94%(m);有 7 家轻油收率低于 70%(m),最低的是河南油田南阳石蜡精细化工厂,仅为 52.31%(m),加上润滑油和石蜡产量也仅为 66.71%(m)。如果股份公司轻质油品收率平均达到英国和法国水平,在 2001 年的基础上再提高 1 个百分点,就可增加 1000kt 以上轻质石油产品,经济效益十分可观。

提高轻质油品收率,对于二次加工能力不足、特别是重油转化能力不足的企业,要选择较轻的原油加工。这样,可以提高原油一次加工所得的轻质油品收率,减轻二次加工装置的负担。

我国原油普遍偏重,原油一次加工所得轻质油品收率较低。因此,为获得更多的发动机燃料和化工轻油,不得不主要依靠二次加工装置。在这种情况下,提高常减压装置总拔出率,为二次加工装置

尽可能多提供减压馏分油(VGO)就显得非常重要。除采用低速转油线、新型高效减压塔内构件等措施外,采用强化蒸馏技术也是一条有效途径。例如,齐鲁分公司在第一套常减压装置上注入 $50\mu\text{g/g}$ T118 强化剂,使减压蜡油收率平均提高了 1.05%。

目前,大部分减压渣油已作为深度加工的原料,为了保持催化剂的活性,减少金属盐类对催化剂的毒害,必须选好破乳剂、开好原油电脱盐装置。要求有重油深度加工装置的企业,特别是有重油催化裂化或掺炼重油及重油加氢处理装置的企业,原油脱后含盐应达到 3mg/L 以下,钠含量小于 1mg/L 。

对于大多数企业来说,提高轻质油品收率的主要途径是提高重油转化率,降低重质燃料油产率。20 世纪 90 年代以来,世界燃料油在油品消费中的比例逐年降低,特别是北美和欧洲。据 2001 年 2 月 5 日美国《油气杂志》报道,美国残渣燃料油供应比例,由 1997 年占原油总供应量的 5.9%,降至 2000 年的 5.3%,2002 年将降为 4.9%。

2001 年,集团公司商品燃料油产率为 5.54%,股份公司为 5.61%,而齐鲁分公司、河南油田南阳石蜡精细化工厂、九江分公司的商品燃料油产率则高达 10% 以上。当前,要充分发挥重油催化裂化、延迟焦化等重油加工装置的作用。催化裂化和延迟焦化原料较为充足的企业,要采用低循环比操作,以便增加新鲜原料处理量,提高全厂轻油收率;原料不足的企业,采用大循环比操作,也可以提高一些轻油收率。部分延迟焦化装置(包括扬子尤利卡装置)分馏效果不好,蜡油中含有较多的柴油组分,有的高达 30%~40%,这些蜡油直接送到裂化装置,有一部分转化为气体和汽油,损失了柴油收率。有条件的企业,应抓紧改造分馏塔,提高分馏效果。

2.2 综合商品率

综合商品率与加工损失率、综合能耗、自用率有直接关系。炼油厂在满足原油加工深度的条件下,应追求尽可能高的综合商品率。在相同条件下,商品率高的企业,销售额相应也高。据有关资料报道,国外炼油企业的综合商品率一般都在 92.5%(m) 以上,部分国家炼油企业综合商品率见表 4。

表 4 部分国家炼油企业综合商品率 % (m)

年份	1994	1994	1995	1995	1995
国家	美国	日本	德国	英国	法国
综合商品率	93.02	93.61	93.19	92.32	92.53

2001 年,集团公司和股份公司的综合商品率均为 92.23%(m),这方面还是有潜力的。主要表现在:有 14 个企业低于集团公司平均水平,其中有 6 个企业的综合商品率还不到 90%(m),最低的只有

86.18%(m)。加工 1t 原油,10% 以上不能成为商品,应当看作是一个非常严重的问题。

提高综合商品率需注意以下几方面问题:

2.2.1 降低自用率

2001 年,集团公司综合自用率为 6.38%(m),股份公司为 6.40%(m),有的企业达到了 8%(m) 甚至于 10%(m) 以上,大大影响了综合商品率,这些企业要把锅炉、加热炉所用的重油、瓦斯尽可能省下来。

2.2.2 降低催化裂化烧焦损失

2001 年,集团公司烧焦损失达 2874kt,股份公司为 2667kt,集团公司相当于原油加工量的 2.71%(m),股份公司为 2.63%(m)。

2.2.3 降低加工损失

这个问题留待下面详细分析。

2.2.4 降低综合能耗

2001 年,集团公司综合能耗为 78.50kg 标油/t,股份公司为 78.17kg 标油/t,相当于原油加工量的 7.4%(m)(包括外购煤、电和蒸汽等),在可能的情况下,应多用外购能源,减少原油加工过程中自用量。

2.2.5 优化制氢原料,减少 CO_2 放空损失

要把催化重整装置副产氢源用足用好,制氢装置尽可能利用焦化干气、加氢裂化干气、轻石脑油、拔头油、甲烷氢等碳原子较少的烃类作原料,少用或不用石脑油制氢。

2.3 综合能耗

2001 年,股份有限公司单位能量因素耗能为 13.26kg 标油/t 因素,已达到国际一般水平,但综合能耗普遍偏高。2001 年,集团公司炼油企业综合能耗 78.24kg 标油/t,折合总能耗为 8297.6kt 标油(股份公司为 8099.2kt 标油),有 22 个企业综合能耗超过集团公司平均水平,其中有 3 个企业综合能耗超过 100kg 标油/t。根据资料介绍,国外炼厂综合能耗最好水平(Phibro 公司)为 53.2kg 标油/t,比集团公司低 25.04kg 标油/t。照此折算,2001 年集团公司约多消耗了 2655.5kt 标油,多么惊人的数字!平均能达到广州(64.47kg 标油/t)、天津(68.48kg 标油/t)等国内较好水平,也可以节约 1063~1488kt 标油。

我国炼油企业综合能耗偏高,与加工原油较重、加工深度增加、产品标准提高有一定关系。据资料介绍,能耗随着所加工原油变重而迅速增加,原油平均密度增加 5%,能耗将增加 30%;能耗随市场对重质燃料油需求的减少而增加,2000 年重质燃料油需求比 1992 年下降 66%,而能耗增加 8%;柴油含硫量从 0.2% 降至 0.05%,能耗将增加 7%。

在综合能耗中,生产装置能耗约占 75%,降低生产装置能耗仍是节能的重点。2001 年,集团公司

主要生产装置能耗及占总能耗的比例见表5。

表5 2001年主要生产装置能耗及占总能耗比例

项 目	常减压	催化裂化	延迟焦化	加氢裂化	连续重整
加工量/kt	106052.8	39920.8	12353.3	11249.3	4021.3
装置单位能耗/ kg 标油·t ⁻¹	11.82	72.43	29.74	51.59	107.53
装置总能耗/ 10 ⁴ t 标油	125.35	289.15	36.74	58.04	43.24
占集团公司炼油 总能耗的比例,%	15.06	34.73	4.41	6.97	5.19

由表5可见,催化裂化装置能耗占炼油总能耗的三分之一以上,有的企业达到40%以上。因此,降低炼油企业综合能耗,首先要抓好催化裂化装置的节能工作。这项工作主要包括以下几方面内容:

2.3.1 降低生焦

催化裂化装置烧焦占装置总能耗的83.17%~85.33%,要尽量改善催化裂化原料质量,残炭不宜过高,严格控制重金属含量。使用高选择性催化剂,保持一定的平衡催化剂活性,采用高效雾化喷嘴并优化反应区设计,使用新型提升管末端快速分离器,改进沉降器汽提段设计,提高汽提效果等,降低装置生焦量,在提高装置轻油收率的同时,达到降低装置能耗的目的。

2.3.2 降低总输入能

总输入能高是造成部分装置能耗高的原因之一。总输入能中主要是烧焦放热,约占46%~78%。除了烧焦之外,还有燃料消耗、外供蒸汽和外供电,有的企业余热锅炉耗燃料(瓦斯和油)占总输入能的25%。根据资料介绍,有50%~70%的装置需要靠外系统供应蒸汽,蒸汽占总输入能的10%~30%。在保证工艺用能的前提下,应尽可能降低总输入能。

2.3.3 提高能量回收水平

催化裂化既是高用能也是高产能的装置,因此必须搞好能量回收。目前,我国催化裂化能量回收率平均只有60%左右,约有40%左右的能量被浪费掉了。烟气能量回收机组运转率和负荷率普遍不高,机组效率偏低,烟机效率只有50%~60%,有的装置增压机效率只有26.3%,气压机凝汽式透平效率仅为14%~22%,最低仅有6.9%;烟气外排温度偏高,有的高达300℃左右,有的装置烟气大量走旁路直接放空;装置无效动力较高,平均约25%,有的高达47%。这方面问题很多,潜力很大。

2.3.4 优化换热网络

有的企业与华南理工大学合作,以优化换热网络为重点,采用了8项技术措施,如外取热器、余热锅炉和油浆蒸汽发生器产生的中压蒸汽过热流程优化、分馏塔换热流程优化、分馏塔低温热回收利用等,使能耗由75.95kg标油/t降至58.99kg标油/t。

2.3.5 搞好低温余热利用

据设计部门测算,一套1400kt/a重油催化裂化装置低温余热约有2800×10⁴kcal/h,数量相当可观。综合各企业的经验,低温余热利用途径主要有:

- 合理分配分馏塔取热比例,尽最大可能在中温段或中温段取热,将低温段取热控制在30%以下,最好达到10%以下;
- 作为锅炉供水除氧器热源;
- 作气体分馏装置C₃、C₄塔底重沸器热源;
- 作油罐加热和仪表管线伴热;
- 冬季送生活区采暖,夏季用于低温发电;
- 作溴化锂制冷热源,可以代替离心冷冻机,也可以提供低温冷冻水。

总之,0.3MPa的乏汽不能排空,100℃以上介质不用循环水直接冷却。

常减压装置也是耗能大户。2001年集团公司常减压装置总能耗达1253.5kt标油,占炼油总能耗的15.06%。常减压装置能耗中,加热炉燃料消耗约占75%左右。根据炼油事业部组织的调查组对7个企业70台加热炉(包括常减压以外的其他装置)运行状况的调查和测试,设计热效率为88.1%,经现场测试实际只有85.3%,低于设计值2.8个百分点,热效率达到设计值的加热炉仅占30%左右。在被调查的70台1000×10⁴kcal/h以上的加热炉中,热效率达到90%以上的只有6台,85%~90%的有43台,80%~85%的有16台,75%~80%的有3台,75%以下的有2台,齐鲁分公司L001-2常压炉热效率只有69.2%。具体测试结果见表6。

表6 部分炼油企业加热炉热效率调查测试结果

企业名称	≥1000×10 ⁴ kcal/h 加热炉台数	测试 台数	烟气含氧量,%			热效率,%		
			最高	最低	平均	最高	最低	平均
镇海	19	16	10.8	3.0	5.8	92.0	85.5	88.7
济南	3	3	6.9	3.1	5.2	88.8	86.3	87.6
武汉	5	5	11.1	6.1	8.2	87.7	85.9	86.8
上海	12	12	12.1	3.5	6.6	92.3	81.2	86.1
广州	9	7	9.7	3.9	7.3	89.0	80.1	85.1
茂名	23	17	14.8	2.8	9.1	88.8	74.0	83.6
齐鲁	13	10	12.2	3.1	7.1	89.7	69.2	80.6

由表6可以看出,加热炉烟气中氧含量普遍偏高。烟气中氧含量是影响加热炉热效率的重要参数,一般要求控制在3%~5%。调查的70台加热炉烟气氧含量平均为7.5%,氧含量在5%以下的加热炉只有20台,仅占28.6%。茂名分公司柴油加氢加热炉烟气氧含量高达14.8%,测试的17台加热炉平均氧含量为9.1%,是7个企业中最高的。

加热炉排烟温度普遍偏高,测试的70台加热炉平均排烟温度为208℃,排烟温度在170℃以下的只有17台,仅占24%;170~210℃的有35台,占50%;大于210℃的有18台,占25.71%;最高的是