



THESES OF REFINING CHINA 2012

第六届 2012
北京国际炼油技术进展
交流会论文集

大会组委会 编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

第六届（2012）北京国际炼油 技术进展交流会论文集

Theses of Refining China 2012

组委会 编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书为“第六届(2012)北京国际炼油技术进展交流会”论文集。书中汇集了本次大会上所有发言人的报告,此外还收录了部分参会人员的优秀论文,旨在重点研究全球低碳经济下中国炼化企业如何应对当前形势,及时掌握国外炼油工业生产、经营及相关先进技术的应用和发展趋势,集中展现了国际炼油工业的先进水平。该书的出版对于促进我国炼油技术的发展与对外合作交流有积极作用,也为广大炼油企业技术、管理人员提供了一个宽广的交流平台。

图书在版编目(CIP)数据

第六届(2012)北京国际炼油技术进展交流会论文集 /
第六届(2012)北京国际炼油技术进展交流会组委会编.
—北京:中国石化出版社,2012.3
ISBN 978-7-5114-1491-5

I. ①第… II. ①第… III. ①石油炼制-国际学术会议-文集 IV. ①TE62-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 041210 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

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

北京金明盛印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

889×1194 毫米 16 开本 26.25 印张 776 千字

2012 年 3 月第 1 版 2012 年 3 月第 1 次印刷

定价:180.00 元

目 录

Content

1 面向未来我国汽油生产技术路线的选择.....	曹湘洪 (1)
China's Choice of Gasoline Production Technology for the Future.....	Cao Xianghong(9)
2 改进您的炼油厂运行.....	Robert Brendel(17)
Improving Your Refinery Operations	Robert Brendel(20)
3 成功加工重质原油及提高获利率.....	Chee Tong Heng(24)
Successfully Process Heavy Crudes and Improve Profitability	Chee Tong Heng(28)
4 Flexicoking™ 炼焦和总装式蒸汽 / 气体气化	Zhiguo Hou(32)
Flexicoking™ Coking and Integrated Steam / Air Gasification	Zhiguo Hou(36)
5 技术创新促进独立制氢方案的发展.....	彭长荣 (40)
Technical Innovations Drives On-Purpose H ₂ Making Solutions.....	Peng Changrong(40)
6 PBS 方法预测渣油加氢裂化中的固体形成趋势	Hong Yang(48)
Predicting Solid Forming Tendency in Residue Hydrocracking by Planning Basis Solids Test	Hong Yang(52)
7 改进氢气厂设计以应对当今炼油业挑战.....	Helmut Heurich, Odile Buard(56)
Improved Hydrogen Plant Design to Meet Today's Refining Challenges	Helmut Heurich, Odile Buard(60)
8 节能——炼油减排必由之路.....	凌逸群 (64)
9 中国石油炼油技术进展.....	何盛宝 (69)
The Development of Petroleum Refining Technology in PetroChina	He Shengbao(74)
10 中国泄漏检测及维修 (LDAR) 项目——防损、减排以及其他益处	Joseph Wilwerding, 刘峰, 鲁君 (79)
China LDAR Programs: Loss Prevention, Emissions Reductions, and Other Benefits	Joseph Wilwerding, Liu Feng, Lu Jun(84)
11 国内炼油企业适应低碳发展的设计思路	孙丽丽 (89)
Suitable Designs for low-carbon development for China refineries.....	Sun Lili(98)
12 中国某大型石化企业的公用工程系统实时优化案例	Oscar Santollani(107)
Utilities Real Time Optimization at a Large Petrochemical Enterprise in China	Oscar Santollani(111)

13	针对难加工原油的改进型化学处理方法	Hiten Makwana(115)
	Improved Chemical Treatment for Challenged Crude Processing	Hiten Makwana(121)
14	新型煤化工技术与产业发展展望	闫少春 (127)
15	汽车代用燃料——欧洲发展前景	Ivan Soucek(134)
	Alternative Motor Fuels: European Prospective	Ivan Soucek(138)
16	提高预闪蒸塔预热系统中的能源回收率	BG Edwin Bright, Sami Roy, Said A Al Zahrani(142)
	Increasing Energy Recovery in Preflash Tower Preheat Train Network	BG Edwin Bright, Sami Roy, Said A Al Zahrani(146)
17	柴油改质催化剂和技术方案	Leonard Chan(150)
	Catalysts & Technology Solutions for Diesel Upgrading Catalysts Upgrading	Leonard Chan(150)
18	BCA-105 助剂用于提高催化裂化塔底油裂化	Ron Butterfield(157)
	BCA-105 Additive for FCC Bottoms Cracking	Ron Butterfield(161)
19	高酸重质原油加工技术的集成创新与应用	董孝利 (165)
20	石脑油异构化过程中进料特征和操作变量之效应评价	Ali Reza Khaleghi Nasab(174)
	Evaluation of the Effects of Feed Characteristics and Operating Variables on the Naphtha Isomerization Process	Ali Reza Khaleghi Nasab(179)
21	加工高(含)酸原油装置化学防腐技术新进展	李本高, 王征, 傅晓萍等 (184)
22	催化裂化汽油选择性加氢脱硫技术 RSDS- II 的开发及应用	习远兵, 李明丰, 潘光成等 (190)
23	费托合成油生产低碳烯烃的研究	杨超, 李正, 谢朝钢 (197)
24	柴油分类生产的加工流程安排	鞠林青 (203)
25	炼油厂氢气系统的计算与优化	谢可堃, 张励, 王志刚 (210)
26	炼化企业节水减排的三步走策略	杨树波, 侯凯锋 (215)
27	炼化企业节水减排潜力分析	侯凯锋 (221)
28	CANSOLV 二氧化硫清洁系统: 用于炼油厂的可再生二氧化硫排放管理的综合解决方案	Joe Gelder, 彭爱华 (225)
29	青岛安工院 - 煤气化装置工艺气泄漏爆炸事故伤害作用区域研究	赵祥迪, 袁纪武, 翟良云等 (229)
30	炼油装置挥发性有机化合物泄漏检测技术与应用	邹兵, 丁德武, 姜素霞等 (236)
31	焦化装置分馏塔塔底结焦原因及预防措施	黄新龙, 李和杰, 刘淑芳等 (244)
32	炼厂液化石油气综合利用技术	韩海波, 刘丹禾, 王明党等 (249)
33	小分子有机酸对原油蒸馏装置的影响	段永锋, 于凤昌, 崔新安 (257)

34 超声波破乳技术在庆阳石化公司 300 万吨项目应用 王益民, 南艳霞, 岳祥龙 (264)

35 炼油废水深度处理回用技术的应用 王浩英 (269)

36 新型硫化剂 SZ-54 在庆阳石化柴油加氢装置的应用 兰创宏, 白永伟, 祁生福等 (275)

37 炼化企业污水零排放解决方案探讨 王志强, 雷强 (279)

38 环烷酸及其盐类的应用研究 张海洪, 蔡烈奎, 张卉等 (283)

39 溶剂脱沥青技术的研究现状及发展趋势 张翠侦, 蔡烈奎, 王辉等 (287)

40 醇氨法脱除润滑油馏分中环烷酸的研究 张卉, 蔡烈奎, 张海洪等 (292)

41 一种新型汽油清净剂对汽车尾气有害物排放的影响 钟亮, 郑斌, 崔永胜 (297)

42 国 V 汽油生产技术路线 宋以常 (303)

43 双碱法和 EDV 湿法烟气脱硫技术在燕山催化裂化装置上的应用
..... 龚望欣, 宫振宇, 刘文涛等 (310)

44 变压吸附及产品气净化技术在燕山 30KNm3h 催化干气提浓乙烯装置上的应用
..... 宋以常, 杨远行 (316)

45 运用氢平衡分析解决三催化 MIP 改造后重油产率较高的问题
..... 龚望欣, 宫振宇, 王明哲 (322)

46 S Zorb 再生烟气处理技术开发 刘爱华, 徐兴忠, 陶卫东等 (330)

47 管输原油减阻剂对炼油污水处理的影响及对策 潘咸峰, 徐兴忠, 许金山等 (337)

48 系列 MTBE 生产技术及催化蒸馏技术进展 达建文, 刘淑芝, 吕爱梅等 (343)

49 新型天然气蒸汽转化催化剂 Z420 工业应用 王昊, 种道文, 余汉涛等 (348)

50 轮毂轴承润滑脂失效的流变学分析 吴宝杰, 米红英, 刘庆廉等 (353)



面向未来 我国汽油生产技术路线的选择

曹湘洪

二〇一二年一月



目 录

- 一、前言
- 二、我国炼油企业生产汽油装置结构的现状
- 三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战
- 四、未来我国汽油生产技术路线的选择
- 五、小结



一、前言

- 1. 长期以来，蜡、渣油催化裂化是我国炼油企业生产汽油的主要技术。汽油调和组份中催化重整汽油所占比例低，烷基化汽油、异构化汽油所占比例绝大部分炼厂为零。
- 2. 面向未来，我国炼油企业生产汽油的装置结构和汽油池的产品结构很难适应汽油质量不断升级的要求。必须从我国汽油生产的现状出发，结合未来的油气供应形势、汽油的消费需求、环保法规对炼油企业清洁生产 and 油品质量的要求，选择好汽油生产的技术路线。



目 录

- 一、前言
- 二、我国炼油企业生产汽油装置结构的现状
- 三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战
- 四、未来我国汽油生产技术路线的选择
- 五、小结



二、我国炼油企业生产汽油装置结构的现状

1. 美国、德国等其它国家炼油企业生产汽油装置构成

- 美国炼油企业由于装置结构的特点，生产的汽油中，催化汽油、重整汽油、异构化油+烷基化油+叠合汽油基本上各占汽油池组成的1/3。
- 西欧英德法意等国家炼油企业中，催化汽油及重整汽油比例分别在25-30%、45-50%，其它汽油组份约占25%。



二、我国炼油企业生产汽油装置结构的现状

表1 2010年底各类汽油生产装置总能力
和常压蒸馏总能力的比例 %

国家	催化裂化	催化重整	烷基化	异构化	叠合	异丙苯	含氧化合物
美国	34.4	17.6	5.5	3	0.4	0.3	0.9
德国	16.6	14	1.1	3.2	0.4	0.5	0.7
法国	20.3	13.4	1.2	2.2	0.3	0	0.9
英国	27.7	16.8	4.4	3.3	0.7	0	0.2
日本	24.9	16.2	2.9	0.8	0.2	0.1	0.2
韩国	11.4	8.8	0.9	0	0	0	0.4
中国	27.6	9.9	0.4	0.4	0	0	0.7



二、我国炼油企业生产汽油装置结构的现状

2. 我国炼油企业生产汽油装置构成现状

我国生产的原油比重大，可用于异构化原料的轻石油馏份和可用于催化重整原料的重石脑油馏份含量低。随着乙烯和芳烃产业的快速发展，有限的石脑油资源，首先要满足乙烯和芳烃的原料需求，而有限的重整汽油首先要满足芳烃生产的要求，很少有炼油厂将重整汽油作为汽油调和组份。



二、我国炼油企业生产汽油装置结构的现状

2. 我国炼油企业生产汽油装置构成现状

过去由于国内需要大量的液化气做民用燃料，市场对汽柴油质量要求比较低。

■催化裂化既可生产液化气，还得直接生产汽柴油，而且投资省。蜡油加工主要采用催化裂化工艺，上世纪九十年代起又大力发展掺炼渣油的催化裂化工艺。在汽柴油质量标准很低的情况下，这种“短流程、深加工”的炼油流程，由于投入少，效益好，曾被大力推广。



二、我国炼油企业生产汽油装置结构的现状

2. 我国炼油企业生产汽油装置构成现状

大量的液化气用于民用燃料后，发展烷基化和催化叠合就失去了原料的支持。

■上世纪80年代从美国菲利普斯引进的十四套HF酸烷基化装置，保留下来的只有五套，其余已经报废。2011年只有二套烷基化装置在运行。



二、我国炼油企业生产汽油装置结构的现状

2. 我国炼油企业生产汽油装置构成现状

多种因素造成了我国炼油企业汽油生产主要依靠催化裂化。

■如中国石化2010年炼油企业生产的汽油中催化裂化汽油的比例为68.7%，重整油的比例为17.7%，烷基化油的比例为0.3%。

■到2010年底，全国汽油中催化裂化汽油的比例仍超过70%，部分炼油厂生产的汽油中催化裂化汽油的比例超过90%。



目 录

一、前言

二、我国炼油企业生产汽油装置结构的现状

三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战

四、未来我国汽油生产技术路线的选择

五、小结



三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战

1. 随着我国经济的快速发展，汽煤柴油的消费迅速增加

我国人均汽、煤、柴油消费远低于发达国家。

表2 2009年美、德、法、英、日、韩、中人均石油及汽、煤、柴油消费量（吨/人）

国家	人均石油	人均汽油	人均煤油	人均柴油
美国	2.47	1.26	0.21	0.56
德国	1.27	0.25	0.11	0.62
法国	1.24	0.12	0.11	0.75
英国	1.13	0.26	0.26	0.41
日本	1.43	0.28	0.2	0.32
韩国	1.76	0.16	0.16	0.37
中国	0.3	0.05	0.01	0.1

数据来源：除中国外的数据均来自国际能源机构（IEA）



三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战

1. 随着我国经济的快速发展，汽煤柴油的消费迅速增加

我国经济快速发展，汽、煤、柴油消费量迅速增长，这一趋势还将延续。

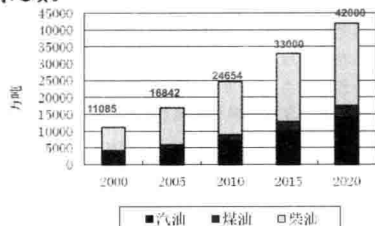


图1 中国成品油消费需求预测

用多种方式预测到2020年我国汽煤柴油的消费量将达到4.2亿吨。



三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战

2. 我国原油生产和进口情况

2011年，我国生产原油2.014亿吨，列世界第5位，是世界的石油生产大国，但当年的原油进口量为2.54亿吨，位列世界第二，原油的进口依存度已达55.8%。

就我国的原油资源量来看，到2010年底，储采比仅为9.9。今后为了满足国内石油消费的增长需求，我国将需要从国际市场购买更多的石油，预测2020年我国石油进口量可能会达到4.5-4.7亿吨。



三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战

3. 国际上石油资源有关情况

国际上常规原油资源的探明程度已达到比较高的水平，增加潜力较大的是加拿大油砂、沥青，委内瑞拉重油等非常规劣质原油，世界可供应的原油进一步呈劣质化趋势，含硫高硫原油、重质油供应量增加。

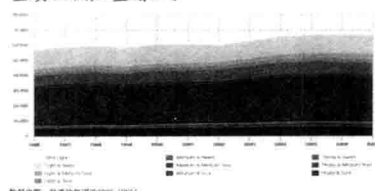


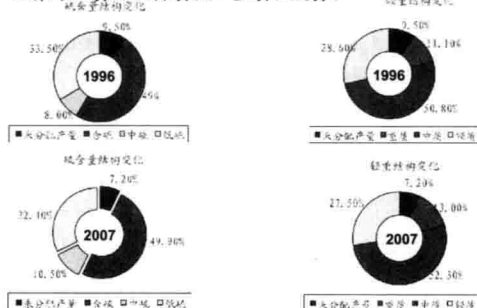
图2 1996-2007世界原油质量变化



三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战

3. 国际上石油资源有关情况

世界原油资源呈劣质化、重质化趋势。



数据来源：世界油气评论2008 (ENI) 图3 世界原油硫含量和轻重结构变化



三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战

3. 国际上石油资源有关情况

随着天然气的大规模开发利用，天然气液和凝析油的产量会有较大幅度增加，剑桥能源预测：

■前苏联地区2010年凝析油产能5370万吨/年，2020年会达到1.28亿吨/年，2030年会达到1.42亿吨/年，2010-2030年年均增幅为5%。

■非洲2010年产能6120万吨/年，2020年将达到7100万吨/年，2030年达到7740万吨/年，2010-2030年年均增幅为1.2%。



三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战

4. 蜡、渣催化裂化技术存在的不足和面临的挑战

严格环保法规，提高汽柴油质量，尽快达到发达国家水平成为环保部门和社会的强烈要求。

■到2011年8月底，全国机动车保有量达到2.19亿辆，其中汽车保有量突破1亿辆，随着汽车保有量的快速增加，汽车尾气对大气污染的影响日益一日。

■在民众环境意识不断增强和国家建设资源节约环境友好型社会的要求下，炼油企业必须实现更高水平的清洁生产，真正做到绿色、低碳发展。污水COD排放，废气中SO_x的排放将执行更严格的限值标准。



三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战

4. 蜡、渣催化裂化技术存在的不足和面临的挑战

面对原油资源劣质化、汽柴油产品高品质化、生产过程清洁化的大趋势，传统的汽油生产以蜡、渣油催化裂化技术为主的炼油工艺明显难以应付。

蜡、渣油催化裂化，原料中的硫有5-15%会沉积在焦炭上，通过烧焦又转化成SO_x（其中SO₂约90%，SO₃约10%），受原料中氮化物和再生烟气中过剩氧影响，一般催化裂化烟气中会含有40-500 μL/L的NO_x，也有部分炼厂高达上千 μL/L。

催化剂再生烟气三级旋风出口的催化剂浓度约为20g/Nm³，催化裂化加工过程还会排放含有硫化物、挥发酚、氰化物等含油的污水，加工每吨原油，COD总量约为1kg左右。



三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战

4. 蜡、渣催化裂化技术存在的不足和面临的挑战

原料未经加氢精制处理的催化裂化过程还会排放一定量的碱渣，如加工鲁宁管输油每吨原料的蜡渣催化裂化碱渣量约达0.85kg，掺炼20%左右渣油后会达到1.55kg。未来催化裂化装置要达到清洁生产、绿色低碳的要求，催化裂化烟气除尘、脱硫、脱硝，催化裂化过程污水深度处理等势在必行。



三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战

4. 蜡、渣催化裂化技术存在的不足和面临的挑战

美国、欧盟、日本等国家早在上世纪后期就对催化裂化烟气中污染物的排放提出了限值，表3列出了美国炼油厂催化裂化烟气中主要污染物的限值指标。

表3 美国炼油厂催化裂化烟气排放限值

污染物	单位	限值
SOX	mg. g ⁻¹	25
NOX	mg. g ⁻¹	20
颗粒物	g. kg ⁻¹	10(0.5)
CO	mg. g ⁻¹	500(150)



三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战

4. 蜡、渣催化裂化技术存在的不足和面临的挑战

未来为了保护汽车发动机和保护环境，汽油生产以催化裂化技术为主的局面很难应对生产高标号汽油的要求。

辛烷值是汽油的重要质量指标，汽油辛烷值提高可使发动机在更高压缩比之下运行，有利节油。

目前，我国市场销售的标号为90、93、97的汽油的研究法辛烷值分别为90、93、95，马达法辛烷值分别为80、83、85。环烷基或中间基原油的蜡油或渣油催化裂化虽然可以直接生产研究法辛烷值达到90以上的汽油，但其马达法辛烷值直接达到80以上经常存在困难。



三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战

4. 蜡、渣催化裂化技术存在的不足和面临的挑战

石蜡基原油蜡、渣油催化裂化汽油辛烷值很难达到90号汽油的标准，在炼厂汽油调和组份以催化裂化汽油为主缺少其它辛烷值调和组份时，目前都采用加入适量锰剂（甲基环戊二烯三羰基锰）的办法生产辛烷值达标的汽油产品，加锰剂汽油燃烧产生的氧化锰等会在发动机气缸等部位沉积，会侵蚀尾气催化转化器中的催化剂。美国以及许多欧洲国家禁止使用锰剂（世界炼油商务文摘周刊2011.8.8），我国也将不允许加入锰剂。



三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战

4. 蜡、渣催化裂化技术存在的不足和面临的挑战

汽油中的烯烃有利提高汽油的辛烷值，但汽油中烯烃含量高，容易堵塞发动机喷嘴，在发动机进气阀及燃烧室生产沉积物，烯烃的挥发性较强，蒸发到大气中，容易形成光化学烟雾，需要适度控制汽油中的烯烃含量。

汽油中的烯烃基本来自催化裂化汽油，强化了氢转移反应的催化裂化技术（MIP、CGP）、降烯烃催化剂和助剂可以降低催化裂化汽油中烯烃，但要以降低催化柴油十六烷值或增加干气及焦炭产率为代价。



三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战

4. 蜡、渣催化裂化技术存在的不足和面临的挑战

➤以催化汽油为主要调和组分的汽油,实现未来汽油中苯含量标准是十分困难的。

■汽油中的苯是已知的致癌物质,汽油中的苯含量一直有严格的限值指标,发达国家拟议中的未来汽油标准中苯含量将要求控制到0.6%,催化重整汽油中的苯可以通过芳烃抽提脱除,催化裂化汽油中的苯虽然也可以通过改进催化剂或添加助剂强化烯烃与苯的烷基化反应适当降低,但鉴于催化裂化反应的复杂性,要把催化裂化汽油中的苯降下来,使以催化汽油为主要调和组分的汽油中苯含量不大于0.6%的目标是困难的。



三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战

4. 蜡、渣催化裂化技术存在的不足和面临的挑战

➤以蜡、渣催化裂化技术生产的汽油难以稳定地实现含硫量小于10ppm的标准

■汽油中的硫燃烧后形成SO_x,直接影响大气质量而且对汽车尾气中CO、HC排放有十分明显的不利影响,汽油超低硫化是方向,发达国家已执行含硫量小于10ppm的汽油标准,传统的蜡、渣油催化裂化生产的汽油不可能达到这一标准,即使蜡、渣油加氢处理后进行催化裂化加工,也难以稳定地实现含硫量小于10ppm的目标,必须要采取催化裂化汽油后处理脱硫技术。



三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战

4. 蜡、渣催化裂化技术存在的不足和面临的挑战

➤催化裂化的柴油尤其掺炼渣油的催化裂化柴油十六烷值很低,采用降烯烃技术后的催化裂化柴油十六烷值更低,即使采用提升十六烷值的技术也达不到车用柴油十六烷值的要求。

➤催化裂化反应过程会产生相当数量的低价值干气和焦炭,在高油价下,低价值产品增加将使石油的利用效率和炼油利润率下降。



目 录

- 一、前言
- 二、我国炼油企业生产汽油装置结构的现状
- 三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战
- 四、未来我国汽油生产技术路线的选择
- 五、小结



四、未来我国汽油生产技术路线的选择

1. 积极采用轻油型蜡油加氢裂化和催化重整工艺的流程组合生产高辛烷值汽油组分。

➤多年来,我国炼油企业采用催化重整技术的主要目的是生产对二甲苯和苯类产品,同时配套建设加氢裂化装置,增产催化重整需要的石脑油馏分。今后要把连续重整做为生产高辛烷值汽油调和组分的重要技术。连续重整汽油辛烷值高,无硫,不含烯烃,经过苯抽提后可以基本上做到不含苯,重整汽油用来调合汽油可以改变汽油池中主要是催化裂化汽油的状况,催化重整副产的氢气,可以做为加氢裂化的氢源。



四、未来我国汽油生产技术路线的选择

1. 积极采用轻油型蜡油加氢裂化和催化重整工艺的流程组合生产高辛烷值汽油组分。

➤轻油型加氢裂化可以处理高硫、含硫蜡油、焦化蜡油,最大量生产催化重整的原料石脑油,同时生产航煤和高质量柴油,加氢裂化过程和催化裂化过程相比,清洁程度高,三废排放少。



四、未来我国汽油生产技术路线的选择

1. 积极采用轻油型蜡油加氢裂化和催化重整工艺的流程组合生产高辛烷值汽油组份。

➤表4列出了轻油型蜡油加氢裂化不同操作方式时，轻石脑油（C5-65℃）和重石脑（65-177℃）的产品收率，加氢裂化生成的C5-65℃馏分，异构烷烃含量是正构烷烃含量的2-3倍，iC5/nC5的比例是20.6/7.3，辛烷值可达75-80以上，而且RON与MON的差值少，辛烷值调和效果好，重石脑油芳烃潜含量高，是十分优质的重整原料。



四、未来我国汽油生产技术路线的选择

1. 积极采用轻油型蜡油加氢裂化和催化重整工艺的流程组合生产高辛烷值汽油组份。

表4 不同操作方式对石脑油产率和族组成影响

操作方式	单程转化	177-320℃馏分50%循环	177-320℃馏分全循环	>177℃馏分全循环
循环比	0	0.33	0.66	0.69
液体产品分布（对原料）/%				
C5-65℃	8.0	13.0	17.0	21.0
65-177℃	31.0	41.0	52.0	66.0
177-320℃	30.0	15.0	—	—
>320℃	25.7	23.0	21.0	—
重石脑油馏分性质（65-177℃）				
密度/g·cm ³	0.7604	0.7580	0.7570	0.7560
烯烃/%	35.4	39.4	41.5	44.8
环烷烃/%	53.0	50.5	49.7	47.6
芳香烃/%	11.6	10.1	8.9	7.6
芳烃潜含量/%	61.8	57.4	55.3	52.1



四、未来我国汽油生产技术路线的选择

1. 积极采用轻油型蜡油加氢裂化和催化重整工艺的流程组合生产高辛烷值汽油组份。

➤按表4的数据，规模为100万吨/年的>177℃馏分全循环的加氢裂化可以生产21万吨的轻石脑油，66万吨/年重石脑油，连续重整后可生产约57万吨/年高辛烷值汽油调和组份和约2.38万吨/年左右的氢气，100万吨/年>177℃馏分全循环的加氢裂化耗氢约3.25万吨/年，回收90%尾气排放氢约0.66万吨/年后，连续重整的副产氢气约可满足加氢裂化90%的氢耗。连续重整氢气产量高，产品的辛烷值高，但投资高。重整产品作为汽油调和组份时，采用氢产率和辛烷值略低的半再生重整可以降低投资，也是较好的选择。



四、未来我国汽油生产技术路线的选择

1. 积极采用轻油型蜡油加氢裂化和催化重整工艺流程的组合生产高辛烷值汽油组份。

综合分析，以生产石脑油为主要目的

加氢裂化和催化重整组合工艺应成为未来我国汽油生产的重要选择。



四、未来我国汽油生产技术路线的选择

2. 重视采用催化原料加氢处理——催化裂化——催化汽油后精制流程组合生产汽油

➤催化原料（尤其是渣油原料）加氢预处理脱金属、脱硫、脱氮、脱残炭后进入催化裂化，既有利减少生焦和干气产率，提高催化裂化目的产品的收率，又有利减少催化裂化再生烟气中的SO_x、NO_x排放，还有利减少催化汽油和柴油的硫含量，同时提高了加工高硫和含硫原油的灵活性，是一举多得的工艺措施，决不能因增加了投入，使流程复杂化和运行成本增加而不被重视。



四、未来我国汽油生产技术路线的选择

2. 重视采用催化原料加氢处理——催化裂化——催化汽油后精制流程组合生产汽油

➤面向未来，汽油要达到小于10ppm超低硫目标，即使催化原料加氢预处理后产品汽油的硫含量要稳定地达到硫含量小于10ppm也十分困难。建设催化汽油后精制脱硫是必要的，可选的工艺路线有催化汽油吸附脱硫（如中国石化的S-Zorb）、催化汽油选择性深度加氢脱硫（Exxon的Seafinfining、IFP的Prim-G、中国石化的RDOS等）。今后催化裂化生产汽油应该选择原料加氢预处理——催化裂化——汽油后精制的流程组合。



四、未来我国汽油生产技术路线的选择

3. 重视利用液化气资源增产高辛烷值调和组份

➤ 利用液化气资源增产高辛烷汽油调和组份的资源条件越来越来越好。

■ 增产液化气，满足民用燃料，尤其是城市民用燃料的需求，曾经是我国许多炼油企业的繁重任务。

■ 近十年，我国天然气勘探开发取得重大进展，天然气产量快速上升，同时从国际市场引进液化天然气的业务也迅速发展，我国民用燃料已开始由液化气转向天然气。



四、未来我国汽油生产技术路线的选择

3. 重视利用液化气资源增产高辛烷值调和组份

➤ 利用液化气资源增产高辛烷汽油调和组成，要重视选择异丁烷与丁烯烷基化工艺。

■ 烷基化油蒸汽压低，不含苯MON可达到90-95, RON可达到93-98, RON与MON差值一般小于3, 和RON与MON差值大的催化汽油调和，烷基化油更适宜。在规定的蒸汽压下，还允许在调和汽油中增加廉价的高辛烷值的丁烷的加入量。目前我国炼油企业普遍利用液化气中的异丁烯生产MTBE，做为汽油的高辛烷值调和组份，但是由于MTBE储存过程泄漏易污染地下水，北美和一些欧洲、亚洲国家已禁止在汽油中添加甲基叔丁基醚。



四、未来我国汽油生产技术路线的选择

3. 重视利用液化气资源增产高辛烷值调和组份

➤ 利用液化气芳构化生产高辛烷值调和组份

■ 液化气芳构化可以生产高芳烃含量高辛烷值的汽油调和组份。表5、6、7、8、9分别列出了采用中国石化洛阳工程公司开发的固定床液化气芳构化技术建设的工业示范装置的运行数据。

表5 原料液化气组成 %

组分	≤C ₃	nC ₄ ⁰	iC ₄ ⁰	nC ₄ ⁺	iC ₄ ⁺	CC ₄ ⁺	tC ₄ ⁺	≥C ₅
含量 v%	1.11	7.1	36.13	20.56	2.11	14.61	17.38	1.1



四、未来我国汽油生产技术路线的选择

表6 芳构化后的产品分布 %

组分	干气	液化气	液体产品	焦炭及损失
含量 v%	18.12	25.01	56.22	0.56

表7 芳构化的液体产品组成 %

组分	C ₄	C ₅	苯	甲苯	乙苯	二甲苯	重芳烃
含量 v%	0.3	2.64	19.45	42.84	0.68	23.28	10.72

表8 芳构化的液化气组成 %

组分	C ₂	C ₃ ⁰	C ₃ ⁺	C ₄
含量 v%	0.45	75.32	23.87	0.36



四、未来我国汽油生产技术路线的选择

表9 芳构化的干气组成 %

组分	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₂ +C ₂ H ₄	C ₃
含量 v%	53.18	22.09	22.58	2.15

数据表明采用基本脱除iC₄⁺后的混合液化气做原料，芳构化的液体产品收率大于55%，其中苯含量约20%。脱除苯以后是很好的高辛烷值调和组份；芳构化副产的干气中H₂含量超过50% (V) 提纯后可作为炼油过程的氢源，芳构化技术是值得重视的利用液化气生产高辛烷值调和组份的技术。



四、未来我国汽油生产技术路线的选择

3. 重视利用液化气资源增产高辛烷值调和组份

➤ 利用液化气中异丁烯、烯烃资源生产叠合汽油也是一种生产高辛烷汽油调和组份的可以选择的技术

■ 纤维素乙醇生产技术取得突破后，农作物秸秆将可以大规模转化成燃料乙醇加入到汽油中，汽油中氧含量有限值要求，乙醇汽油将限制MTBE的加入量。利用液化气中异丁烯通过叠合反应生产的叠合汽油有很高的辛烷值，是很好的汽油调和组份。



四、未来我国汽油生产技术路线的选择

4. 重视采用C5/C6正构烷烃异构化技术

表10 C5、C6正构、异构烷烃的辛烷值

化合物	研究法辛烷值 (RON)	马达法辛烷值 (MON)	化合物	研究法辛烷值 (RON)	马达法辛烷值 (MON)
正戊烷	62	61	2,3-二甲基丁烷	104	94
异戊烷	93	90	2-甲基戊烷	73	73
正己烷	30	25	3-甲基戊烷	74	74
2,2-二甲基丁烷	93	93			

如表10所示 C5/C6 正构烷烃异构化后，辛烷值提高十分明显，而且C5/C6的异构化体积收率几乎可达到100%，异构化油RON与MON 通常相差1.5个单位，辛烷值敏感度小，能调节汽油的前端辛烷值。



四、未来我国汽油生产技术路线的选择

4. 重视采用C5/C6正构烷烃异构化技术

➤ 为了减少汽油挥发损失造成的污染，汽油应降低蒸汽压，但汽油蒸汽压降低后，发动机的启动性能又会受到影响，应调整汽油的馏程。异构化汽油是在控制汽油蒸汽压后，改善汽油启动性能的调和组份。



四、未来我国汽油生产技术路线的选择

4. 重视采用C5/C6正构烷烃异构化技术

➤ 发展C5/C6正构烷烃异构化面临的主要问题是缺少正构烷烃资源。从未来看，世界天然气液的产量会有较大的增长，在我国原油进口量增大的过程中，可考虑增加天然气液的采购量，生产适量的轻石脑油，发展C5/C6异构化。蜡、渣油加氢裂化生产的轻石脑油可以先进行正/异构烷烃分离，正构烷烃再做为异构化反应器的进料。



目 录

- 一、前言
- 二、我国炼油企业生产汽油装置结构的现状
- 三、汽油生产以蜡、渣催化裂化技术为主面临的挑战
- 四、未来我国汽油生产技术路线的选择
- 五、小结



五、小结

1. 我国炼油行业面临着加工的原油劣质化，产品质量高质化，生产过程清洁化的挑战，我国以蜡、渣油催化裂化为主的汽油生产流程难以应对这三大挑战。
2. 应对原油劣质化、产品高质化、过程清洁化的挑战，我国汽油生产的技术路线一要积极采用轻油型蜡油加氢裂化和催化重整的流程组合，生产高辛烷值汽油组份；二要重视采用催化原料加氢预处理——催化裂化——催化汽油后精制的流程组合；三要重视利用液化气资源，增产高辛烷值调和组份；四要重视采用C5/C6正构烷烃异构化技术生产汽油。



谢 谢！



China's Choice of Gasoline Production Technology For The Future

CAO XIANGHONG

January 2012



TABLE OF CONTENTS

I. Introduction

II. Current Status on Structure of Gasoline Production Units at China's Refining Enterprises

III. Challenges Facing Gasoline Production Based Mainly on Gasoil FCC & RFCC Technology

IV. China's Choice of Gasoline Production Technology for The Future

V. Conclusions



I. Introduction

1. For a long time the gasoil and resid FCC processes are the mainstream technology for gasoline manufacture at China's refineries. The reformer gasoline accounts for a low ratio among gasoline blending components, while alkylate and isomerate account for almost zero percent at most refineries.
2. The configuration of gasoline production facilities and the product structure of gasoline pool at Chinese refining enterprises cannot meet the demand for un-interrupted upgrading of gasoline quality in the future. Based on the present status of gasoline production in China it is necessary to properly select technical line for gasoline production while taking into account the oil/gas/supply circumstances, gasoline consumption demand, and requirements on clean production and oil products quality at refineries imposed by environmental regulations.



Table of Contents

I. Introduction

II. Current Status on Structure of Gasoline Production Units at China's Refining Enterprises

III. Challenges Facing Gasoline Production Based Mainly on Gasoil FCC & RFCC Technology

IV. China's Choice of Gasoline Production Technology for The Future

V. Conclusions



II. Current Status on Structure of Gasoline Production Units at China's Refining Enterprises

I. Structure of gasoline production units at refining enterprises in the US, Germany and other countries.

- At refining enterprises in USA thanks to their specific structure of process units the FCC naphtha, or reformer gasoline, or isomerate+alkylate+polymer gasoline each accounts for 1/3 of total gasoline pool.
- At refining enterprises in UK, Germany, France and Italy the share of FCC naphtha and reformer gasoline account for 25-30% and 45-50% of gasoline pool, respectively, with other gasoline components equating to 25% of total gasoline pool.



II. Current Status on Structure of Gasoline Production Units at China's Refining Enterprises

Table 1 Total capacity of gasoline production units as of the end of 2010

(ratio in comparison with total APS/VPS capacity, %)

Country	FCC	Cat/reforming	Alkylation	Isomerization	Polymerization	Cumene	Oxygenates
USA	34.4	17.6	5.5	3	0.4	0.3	0.9
Germany	16.6	14	1.1	3.2	0.4	0.5	0.7
France	20.3	13.4	1.2	2.2	0.3	0	0.9
UK	27.7	16.8	4.4	3.3	0.7	0	0.2
Japan	24.9	16.2	2.9	0.8	0.2	0.1	0.2
Korea	11.4	8.8	0.9	0	0	0	0.4
China	27.6	9.9	0.4	0.4	0	0	0.7



II. Current Status on Structure of Gasoline Production Units at China's Refining Enterprises

2. Current Status on Structure of Gasoline Production Units at China's Refining Enterprises

➢ Because of high density of Chinese crudes the content of light naphtha fraction used as isomerization feed and content of heavy naphtha fraction used as reformer feed are quite low. With the booming development of ethylene and aromatics industry in China the limited crude resources must first of all meet the feedstock demand of ethylene and aromatics industry, and few refineries can ever use reformer gasoline as a gasoline blending component.



II. Current Status on Structure of Gasoline Production Units at China's Refining Enterprises

2. Current Status on Structure of Gasoline Production Units at China's Refining Enterprises

➢ Because of great domestic needs for LPG used as residential fuel over the past years the market demand for gasoline and diesel quality is not necessarily high.

■ FCC technology can either manufacture LPG or still has to directly produce gasoline and diesel. Gas oil is mainly processed by FCC technique, and starting from the 1990s China also began to actively develop resid FCC process. Under the circumstances of low requirements for gasoline and diesel quality this type of flow diagram featuring "short process scheme and deep processing" has been aggressively disseminated because of its good economic benefits and low capital investment.



II. Current Status on Structure of Gasoline Production Units at China's Refining Enterprises

2. Current Status on Structure of Gasoline Production Units at China's Refining Enterprises

➢ Upon using large amount of LPG as residential fuel the development of alkylation and catalytic polymerization processes cannot be provided with necessary feedstock.

■ Among the 14 HF alkylation units licensed in the 1980s by Phillips only 5 units remained intact with other units fully scrapped. In 2011 only two alkylation units were still operating.



II. Current Status on Structure of Gasoline Production Units at China's Refining Enterprises

2. Current Status on Structure of Gasoline Production Units at China's Refining Enterprises

➢ Predominant dependence of China's refining enterprises on FCC technology is caused by multiple factors.

■ For instance, in the total gasoline pool manufactured by SINOPEC's refineries FCC naphtha accounted for 68.7%, reformate accounted for 17.7%, and alkylate only accounted for 0.3% in 2010.

■ By the end of 2010 the share of FCC naphtha in nation's gasoline pool still exceeded 70%, and the share of FCC naphtha at some refineries was still more than 90% of their gasoline pool.



TABLE OF CONTENTS

I. Introduction

II. Current Status on Structure of Gasoline Production Units at China's Refining Enterprises

III. Challenges Facing Gasoline Production Based Mainly on Gasoil FCC & RFCC Technology

IV. China's Choice of Gasoline Production Technology for The Future

V. Conclusions



III. Challenges Facing Gasoline Production Based Mainly on Gasoil FCC & RFCC Technology

1. Gasoline and diesel consumption increases abruptly with booming development of China's national economy.

➢ The per capita consumption of gasoline, kerosene and diesel in China is lower than developed countries.

Table 2 Per capita consumption of crude oil, gasoline, kerosene and diesel in USA, Germany, France, UK, Japan and China (metric ton/head)

Country	Per capita crude consumption	Per capita gasoline consumption	Per capita kerosene consumption	Per capita diesel consumption
USA	2.47	1.26	0.21	0.96
Germany	1.27	0.25	0.11	0.62
France	1.24	0.12	0.11	0.75
UK	1.13	0.26	0.26	0.41
Japan	1.43	0.28	0.2	0.32
Korea	1.76	0.16	0.16	0.37
China	0.3	0.05	0.01	0.1

Source: Data are adopted from IEA with the exception of China.

