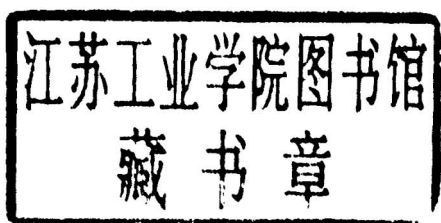


第七届世界石油会议 报告论文选集

抚顺石油三厂

第七届世界石油会议报告论文选集

加 氢 制 气



抚 顺 石 油 三 厂

毛主席语录

备战、备荒、为人民。

对于外国文化，排外主义的方针是错误的，应当尽量吸收进步的外国文化，以为发展中国新文化的借镜；盲目搬用的方针也是错误的，应当以中国人民的实际需要为基础，批判地吸收外国文化。

我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面爬行。我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

中国人民有志气、有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

目 录

加氢裂化的进展	(1)
流化催化裂化的进展	(19)
催化重整的进展	(27)

加 氢 部 分

馏分油加氢脱硫的进展	(38)
渣油和沥青脱硫的进展	(51)
润滑油和石蜡加氢处理的进展	(61)
催化裂化进料加氢处理的进展	(77)
热裂解生产 乙烯、丙烯副产汽油加氢精制的进展	(85)
芳烃加氢的进展	(94)
高硫馏分油加氢处理动力学	(106)
渣油沸腾床加氢脱硫	(114)
加氢生产润滑油的工业化试验	(132)

制 气 部 分

循环式操作的油造气过程	(142)
用连续催化水蒸汽转化和加氢气化法从油生产燃料煤气	(162)
由烃类制取纯氢的新概念和新技术	(182)
以石油为原料的气体工业	(192)
水蒸汽烃类转化的新发展	(205)
油的连续内热式造气过程	(214)

附 录:

第四卷 炼制部分目录..... (222)

第五卷 石油化学部分目录..... (223)

加氢裂化的进展

J. W. 斯格特等

摘要 自从上一届世界石油会议以来,加氢裂化得到了迅速的和普遍的发展,投产装置的加工能力增长了四倍,原料油现在已从粗汽油延伸到残渣油。大达400万吨/年(80,000桶/日)的一套装置已经投产。全世界加氢裂化装置的加工能力,估计到1970年超过7,000万吨/年(1,400,000桶/日)。

加氢裂化已经变成了平衡炼厂生产和市场需要的关键手段。介绍了工业加氢裂化过程,并说明了它们的应用,综述了世界各地的应用情况,对有关过程选择的技术和经济因素,与其它炼制过程结合,在设计、应用方面的最新趋向以及投资等都进行了讨论。

用来特别说明加氢裂化进展的内容包括:对催化裂化有害原料的加氢裂化,新的几代催化剂,大加工装置,降低装置投资,液化气和喷气燃料的生产,催化裂化和加氢裂化之间关系的改变,加氢裂化和石油化学生产的结合以及残渣油加氢过程最近的重要进展。

自从1963年世界石油会议以来,加氢裂化得到了迅速发展。投产装置的加工能力增长了四倍。工业原料油现在从轻粗汽油延伸到残渣油,优质产品有畅销市场。就大小而言,一套装置的加工能力达400万吨/年(80,000桶/日),正好与已建的任何一种类型的最大的裂化装置的加工能力相竞争。很显然,加氢裂化正在实现其在全世界石油部门普遍应用的有希望的可能性。

世界加氢裂化的加工能力

世界上加氢裂化的加工能力1963年是320万吨/年(66050桶/日),到1966年9月已增加到1,350万吨/年(270,500桶/日)(图1)。构成这个总数的每一套装置的情况列于表1。把已知在设计和施工中的装置都算进来,到1968年中估计达4,190万吨/年(838,000桶/日)。到1970年世界上加氢裂化的总加工能力估计达7,000万吨/年(1,400,000桶/日)。

(图1)

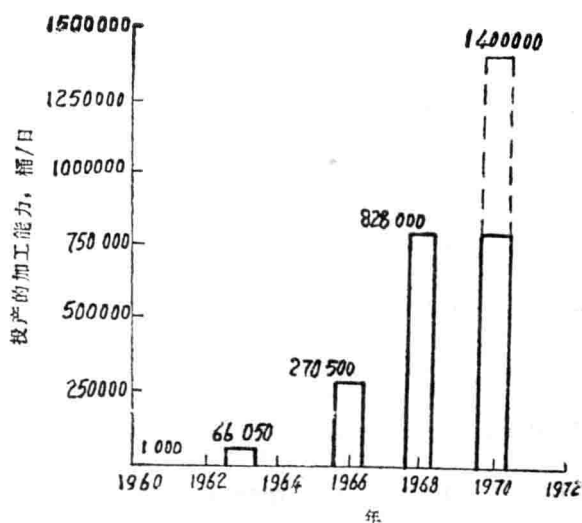


图1 世界上投产的加氢裂化的加工能力桶/日

表 I 1966年9月以前投产的加氢裂化装置

公 司	炼 厂 地 址	工 艺 过 程	投 产 日期	新 鲜 原 料 加 工 能 力 桶/日	原 料 类 型	主 要 产 品	文 献
加利福尼亚美孚石油公司	加利福尼亚里奇蒙	埃索麦克斯 (CRC)	1959	1,000	循环油 轻直馏柴油	汽油喷气燃料	50, 51
鲍威尔石油公司	加利福尼亚, 圣菲斯普临兹	埃索麦克斯 (UOP)	1961	2,200	轻直馏柴油 裂化粗汽油	汽油	52, 53
俄亥俄美孚石油公司	俄亥俄, 托利多	埃索麦克斯 (CRC)	1962	12,000	轻直馏柴油 轻循环油	汽油 炉用油	54, 55, 56
阿普科石油公司	堪萨斯, 阿肯色城	埃索麦克斯 (UOP)	1962	3,000	轻直馏柴油 轻循环油	汽油 炉用油	57, 58, 59
城市服务石油公司	路易斯安那, 查理湖	H—油 (HRI)	1963	2,500	残渣油	重柴油	60, 61, 62
潮水(现在是费利普)石油公司	加利福尼亚, 埃房	埃索麦克斯 (CRC)	1963	22,000	重直馏柴油, 催化和焦化循环油	汽油	63
信号油气公司	加利福尼亚贝克福田	埃索麦克斯 (UOP)	1963	7,500	轻直馏柴油, 移动床催化和焦化轻循环油	汽油	4, 64
卡尔塔克斯石油公司	西德法兰克福	埃索麦克斯 (CRC)	1963	6,500	减压柴油	汽油, 炉用油	65, 66, 67
加拿大壳牌公司	加拿大渥太华, 萨尼亚	埃索麦克斯 (CRC)	1963	4,000	重直馏柴油	汽油, 馏分油	68, 69
加利福尼亚美孚石油公司	夏威夷, 呼奴鲁鲁	埃索麦克斯 (CRC)	1963	1,400	C ₇ , 粗汽油	C ₃ /C ₄ , 液化气, C ₅ C ₆	70
肯特基美孚石油公司	密西西比, 帕斯卡果拉	埃索麦克斯 (CRC)	1963	20,000	重直馏柴油 轻减压柴油	汽油、喷气燃料	71, 72
联合化学公司	德克萨斯, 威尼	埃索麦克斯 (UOP)	1964	3,000	凝缩油	汽油	121
三菱石油公司	日本, 水岛	埃索麦克斯 (UOP)	1964	9,500	减压柴油	汽油、炉用油	73, 74
加利福尼亚联合石油公司	加利福尼亚威明顿	联合裂化—JHC	1964	20,500	催化循环油 减压柴油	汽油	75, 77, 78, 79
加利福尼亚威歇尔石油公司	加利福尼亚圣菲斯普临兹	H—G	1964	11,000	轻直馏柴油 裂化柴油	汽油	80
海湾石油公司	德克萨斯, 阿瑟港	H—G	1965	15,000	直馏和裂化柴油	汽油、炉用油	81, 82, 83
奈斯特俄伊	芬兰, 帕尔夫沃	埃索麦克斯 (UOP)	1965	10,000	减压柴油	柴油机油	84, 85, 86
洪布尔炼油公司	蒙大那, 比林斯	联合裂化—JHC	1965	3,700	催化和焦化轻柴油	汽油	79
亚细亚石油公司	日本横滨	埃索麦克斯 (UOP)	1965	7,000	C ₇ , 粗汽油	C ₃ /C ₄ , 液化气, C ₅ C ₆	119
三菱石油公司	日本水岛	埃索麦克斯 (UOP)	1965	2,200	C ₇ , 粗汽油	C ₃ /C ₄ 液化气 C ₅ C ₆	
加利福尼亚美孚石油公司	加利福尼亚一里奇蒙	埃索麦克斯 (CRC)	1966	80,000	脱沥青残渣油直馏和催化循环油	汽油、喷气燃料	8, 88, 89
俄亥俄美孚石油公司	俄亥俄, 托利多	埃索麦克斯 (CRC)	1966	19,000	直馏柴油, 减压柴油	汽油喷气燃料	87, 88
日本矿业公司	日本水岛	埃索麦克斯 (CRC)	1966	3,000	C ₇ , 粗汽油	C ₃ /C ₄ 液化气, C ₅ C ₆	5

考虑1968年加氢裂化加工能力的地区分布是有趣的（表Ⅱ），因为应用的多样性强调指出了这种工艺过程很有好处。

表Ⅱ 1968年中世界上加氢裂化加工能力的分布*

	桶/日	万吨/年
西半球		
加拿大	7,400	37
美 国 行政区 I	48,000	240
Ⅱ	123,000	616
Ⅲ	166,500	822.5
Ⅳ	3,700	18.5
V	274,100	1,370
西 欧		
西班牙	24,200	121
南斯拉夫	8,000	40
西 德	6,500	32.5
芬 兰	10,000	50
中 东		
伊 朗	14,400	72
科威特	74,400	372
远东和澳大利亚		
日 本	63,500	317.5
澳大利亚	4,100	20

* 包括已知在设计和施工中的装置

美 国

1968年投产的加氢裂化能力为3,075万吨/年（615,000桶/日）左右。美国西部（行政区V）最为集中，接近1,375万吨/年（275,000桶/日）〔2、5、7、20〕。这个地区所生产的原油比重普遍都大（API比重度低）。〔6〕残渣油过剩，汽油和喷气燃料的要求迅速增加〔3、4、15、16、17〕，加氢裂化转化在残渣油方面起有重要作用〔9、12、19〕。加利福尼亚美孚石油公司里奇蒙炼厂世界上最大的埃索麦克斯装置——400万吨/年（80,000桶/日）就在这个地区〔88、89〕。这一套大装置的加工能力比上一届世界石油会议时全世界加氢裂化的加工能力都大。

加氢裂化的加工能力另一个最集中的地区是美国海湾地区（行政区Ⅲ）——822.5万吨/年（166,500桶/日）〔11、13、14、22〕。这里，加氢裂化的装置用来生产汽油和喷气燃料，而汽油和喷气燃料大量运往行政区I和Ⅱ。加氢裂化如此引人注目是由于液体收率高、质量高，并有丰富的天然气可用于制氢〔62、72、82、83〕。

由于同样的原因，使美国中洲和大湖地区（行政区Ⅱ）加氢裂化装置的能力超过了616万

吨/年 (123,200桶/日) [18, 55, 58, 90], 在这些地区燃料油的价格比较低, 将其转化为汽油和馏分油是经济的。除了这个转化以外, 加氢裂化能适应季节性变化——地区特点——对产品的要求。

美国东海岸地区 (行政区 I) 加氢裂化的加工能力是240万吨/年 (48,000 桶/日)。其中包括150万吨/年 (30,000桶/日) 联合裂化—JHC 装置和10万吨/年 (2000桶/日) 海湾公司发明的把宾夕法尼亚汽缸油转化为轻质中性油的装置 [120]。这个行政区是汽油消耗量大, 炉用油要求多的地区, 由于本地天然气制氢成本高的关系, 加氢裂化的发展受到了限制。

行政区 IV——落矶山地区, 有一套18.5万吨/年 (3,700桶/日) 的联合裂化—JHC 装置投产 [79]。柴油和煤油型喷气燃料的要求迅速增加, 特别是在丹佛盐湖城地区, 估计到1970年加氢裂化能力会有所增长。

加 拿 大

1968年加拿大投产的加氢裂化能力在37万吨/年 (7,400桶/日) 左右 [21, 68] 影响加氢裂化装置的经济因素包括比较低的燃料油的价格, 对轻产品要求的增加, 汽油和炉用油需求之间季节性的变化, 柴油和炉用油要求有很低的倾点等。

墨西哥、中、南美洲

在这些地区, 由于石油市场迅速增加, 加氢裂化变得引人注目了。已经宣布的第一套加氢裂化装置是阿根廷门多萨 Lujan de Cuyo 炼厂的埃索麦克斯装置 [124]。这套装置将提供该地区市场上要求增加的中馏分油。

西 欧

西欧投产的五套加氢裂化装置总加工能力在 245 万吨/年 (49,000桶/日) 左右 [88]。其中四套在西德 [66, 67], 芬兰 [85, 86], 南斯拉夫 [88] 和西班牙 [88], 都是埃索麦克斯装置, 设计用来生产低倾点柴油。第五套是85万吨/年 (17,000桶/日) 的埃索麦克斯装置, 建在西班牙的爱斯堪布雷拉斯 [88], 是加氢裂化与催化重整相结合的独特应用。这将在下面仔细讨论。

欧洲对石油产品的要求, 用增加原油加工量的办法就比较容易解决, 因为市场燃料油需要量大 [23]。迄今为止加工流程采用热裂化和催化裂化, 在低转化率运转 [110], 控制燃料油的粘度, 以生产低倾点馏分燃料油和最少量的汽油, 对低硫燃料油 and 高质量喷气燃料要求的大量增加, 最终将有利于加氢裂化和加氢脱硫过程的普遍采用。

中 东

1968年中东的加氢裂化能力接近 450 万吨/年 (90,000桶/日)。这个能力全都是用来生产高收率的优质中馏分油和低硫燃料油。有天然气可用于制氢, 需要调整增加的产品性质

和产量以满足市场发展的需要，在这个地区对加氢处理和加氢裂化的发展都极为有利。

在施工中的科威特国家石油公司475万吨/年（95,000桶/日）的舍巴炼厂是世界上第一个大型全加氢石油炼厂。通过沸腾床加氢（H—油法），埃索麦克斯加氢裂化和联合加氢精制装置加工高硫科威特原油生产低硫馏分油，低倾点，优质中馏分调合油和低硫燃料油。

中东的另一个重大进展是一套大型残渣油埃索麦克斯装置在施工，生产150万吨/年（30,000桶/日）左右用于出口的脱硫燃料油。

新建的425万吨/年（85,000桶/日）国营伊朗石油公司的德黑兰炼厂，是建在这个地区专门供给国内需要的第一个大型炼厂〔8〕。一套72万吨/年（14,400桶/日）的一段埃索麦克斯装置承担大部分裂化任务，提供大量低倾点的中馏分油，满足这个市场的要求

日 本

最近日本大约有110万吨/年（22,000桶/日）加氢裂化投产，生产液化气、汽油和中馏分油。到1968年估计投产的加工能力达到325万吨/年（65,000桶/年）。原料范围之宽，在世界上任何一个地方都能找到。例如，日本矿业公司和亚细亚石油公司的埃索麦克斯装置是用粗汽油生产液化气〔119〕，三菱公司水岛炼厂的埃索麦克斯装置加工干点593℃的中东减压柴油，生产中馏分油和汽油〔73,74〕。据宣布还有三套大型装置用于残渣油脱硫。

日本面临着需要使进口原油适应迅速增长的国内市场的特殊需求。希望加氢裂化在解决这个问题上起有重要作用。

澳 大 利 亚

据说20万吨/年（4,100桶/日）的埃索麦克斯装置正在施工，计划1968年中完工，虽然本国原油生产在增长，澳大利亚仍然依靠波斯湾地区和印度尼西亚供给它大部分原油、汽油的要求就和原油加工的百分数一样，比中东和远东国家都高，因此可以预计用加氢裂化来生产汽油将比这些地区的其它国家增长的都快。

在世界上的其它主要生产和销售地区，我们没有发现有工业的石油加氢裂化装置在运转。非洲国家以及东地中海和亚洲地区的那些国家采用选择原油的办法，利用一般的炼厂装置就能满足它们的市场要求。东欧和苏联最近没有工业化加氢裂化装置的报导。可是，在苏联、波兰、匈牙利和捷克的文献〔97,99,100,102,103〕中最近报导了大量实验室和半工业化的原油残渣油〔91,94,101〕加氢裂化，残渣油脱硫〔96〕，残渣油加氢裂化生产润滑油〔95,98〕，粗汽油加氢裂化以及各种烃化合物和各烃族加氢裂化动力学研究的工作。

加氢裂化的工艺过程

目前可供应用的有七种加氢裂化过程。关于这些过程的一般情况，工业应用，所加工的原料以及较仔细的参考资料收集在表Ⅲ。值得注意的是有一些过程一个名称却包含着许多加氢裂化反应和工业应用的类型。

下面将较仔细的讨论每一种工艺过程有代表性的工业装置。首先考虑一些一般性的差异

是有益的。

表Ⅱ 可供工业应用的加氢裂化过程摘要

工 艺 进 程	所属单位	工 业 化 装 置*		加工能力, 万吨/年	参 考 资 料
		数 量	典 型 原 料		
BASF—IFP	A	未发表	粗 柴 油		44,45
H—G	B	4	凝缩油, 炉用油,	205	47,76,83,107
H—油	C	2	减压残渣油	137.5	61,62,104,105
Hy—C	C	未发表	减压粗柴油		49,114
埃索麦克斯	D	38	粗气油、轻重柴油, 循环油, 溶剂脱沥青油, 残渣油	2924.5	3,8,27,28,29,88
联合裂化—JHC	E	12	轻重柴油和循环油	863	7,25,26,78,79
瓦尔噶	F	未发表	残渣油		93,94
总计		57		4130	

- A 法国石油研究院, 西德巴登苯胺苏打工厂
B 美国胡德利工艺化学品公司 (美国海湾研究开发公司)
C 美国烃研究公司 (美国城市服务研究开发公司)
D 美国歇夫兰研究公司, 美国环球油品公司
E 美国联合石油公司 (美国埃索研究工程公司)
F 匈牙利, 东德
* 投产的或已知在设计和施工的。

1. 催 化 剂

发展每一个过程都有其特殊的催化剂。为了有特殊的优点, 在每一种重要的应用中加氢裂化催化剂的组成都有所变化^[28]。在各工艺过程发明者之间竞争的主要基础是最适合的 催化剂与最经济的装置相结合的能力。

联合裂化— JHC 过程采用的分子筛催化剂有些细节已经发表^[7,25,26]。关于其它过程所采用的催化剂很少介绍细节。

2. 在最终裂化段以前的脱除氮化物的程度

有些加氢裂化过程在其最终裂化时, 氮化物和氨部分地中和其所采用的强酸性催化剂的酸性、联合裂化— JHC 过程采用的分子筛催化剂宣称在这种情况下比其它加氢裂化催化剂要有更强的抗氮能力^[7,25,26]。

3. 在反应系统中的接触

现在生产中的大多数加氢裂化装置都采用反应物下流的固定床催化剂。可是, H—油过程及其Hy—C和 H—煤法, 采用沸腾床催化剂, 颗粒催化剂保持在沸腾或流化状态, 反应物向上流动。这种流程被认为在加工含非烃杂质的很重的原料时有优点。

4. 反 应 段 数

大多数过程既可以一段也可以两段。一段装置通常在一个反应系统完成加氢精制、加氢

和加氢裂化。在希望得到最大量的中馏分油时，或由较轻的含氮较少的原料生产液化气或汽油时采用这种流程。在希望把大部分加氢精制和加氢与最终的裂化反应分开的情况下采用两段。通常两段的装置大多数是用来加工高沸点、高氮原料生产汽油。选择段数是不确切的；有许多选择是属中间情况。在某些情况下两段的装置（就烃反应物而论）可以用一个共同的循环气设备，因而可以认为是一段。

下面对可用的每一种加氢裂化工艺过程进行讨论：

BASF—IFP加氢裂化过程

这个工艺过程是由法国石油研究院和西德巴登苯胺苏打工厂联合发明的^[45]，介绍了一段装置用于生产最大量中馏分油，两段装置用于生产最大量汽油。一段装置的流程如图2所示。无论是一段还是两段过程，到目前为止还没有报导工业应用情况。

奥庭格尔和莱特，早些时候发表了生产中馏分油用的规定有特殊功能催化剂的动力学研究。收率，产品质量和过程安排似乎与其它加氢裂化过程类似。

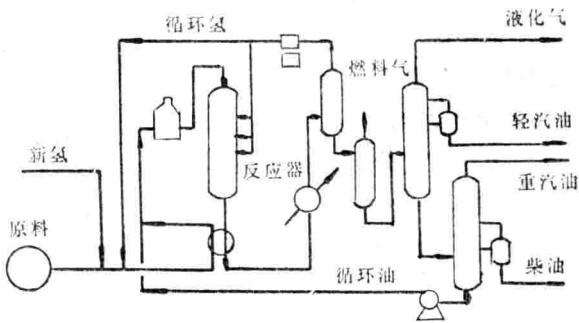


图2 BASF—IFP加氢裂化过程

胡德利—哥尔夫加氢裂化过程

哥尔夫研究开发公司在加氢裂化和脱硫方面的研究工作已经积极进行多年。特别是在残渣油脱硫和加氢裂化方面的工作连续发表了许多报告^[47,48,107,108,109]。阿瑟港炼厂75万吨/

年（15,000桶/日）H—G 两段加氢裂化装置的工艺流程如图3所示。

最近总加工能力 205 万吨/年（41,000桶/日）的三套 H—G 装置已投产或正在施工。它们都是一般的两段装置，用于生产最大量汽油。路易斯安那州威尼斯炼厂的一套 72.5 万吨/年（15,000桶/日）的装置将加工凝缩油^[14]。德克萨斯州阿瑟港炼厂的一套 72.5 万吨/年（15,000桶/日）的

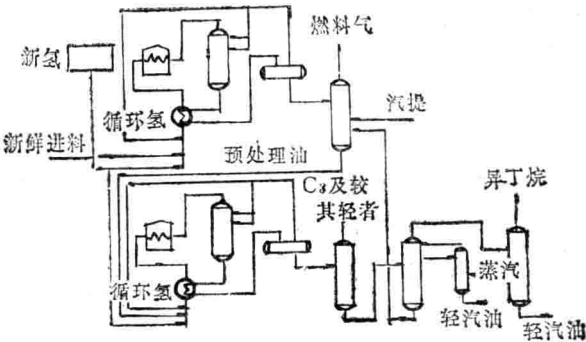


图3 阿瑟港炼厂胡德利—哥尔夫加氢裂化装置流程

装置已经投产，加工干点 343 ℃ 的炉用油^[81,82,83]，加利福尼亚州圣菲斯普临兹威歇尔炼厂的一套 55 万吨/年 装置已经投产，加工轻催化柴油和轻直馏柴油^[80]。

H—油法（沸腾床）加氢裂化过程

这个过程是烃研究公司和城市服务研究开发公司联合发明的，采用上面提到的沸腾床反应器。推荐用于加氢处理石油残渣油，焦油砂油和页岩油〔61、62、104〕。工艺过程相同的Hy—C〔49、106、114〕和H—煤〔105〕据介绍分别加工重馏分油和煤。

12.5万吨/年(2,500桶/日)工业试验装置在路易斯安那州的城市服务研究开发公司的查理湖炼厂已投产好几年了(图4)。两套62.5万吨/年(12,500桶/日)的装置在科威特国家石油公司的舍巴炼厂正在施工〔91、92〕。它们将用于生产低硫燃料油。

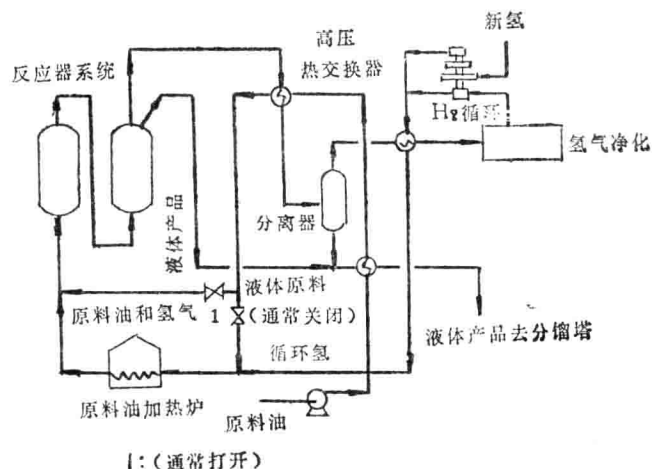


图4 查理湖炼厂的H—油法装置流程

埃索麦克斯过程

这个过程是原先的异构裂化和罗麦克斯过程结合的结果，在上一届世界石油会议上已有详细介绍〔3〕。它是歇夫兰研究公司和环球油品公司发明的。在十个国家内共有38套装置投产或在施工中，总加工能力2,904万吨/年(580,800桶/日)。

有五套一段的埃索麦克斯装置已投产，总加工能力118万吨/年(23,600桶/日)。一套在芬兰的奈斯特俄伊炼厂加工重减压柴油，生产-46℃的低倾点北极柴油。另外四套的三套在日本，一套在夏威夷，加工直馏粗柴油生产液化气和高辛烷值C₅—C₆调合组分。还有八套一段装置在施工中，这类装置的总加工能力是817万吨/年(163,400桶/日)。其中包括几套残渣油加氢裂化和脱硫装置。一段粗柴油加氢裂化装置的流程如图5所示。

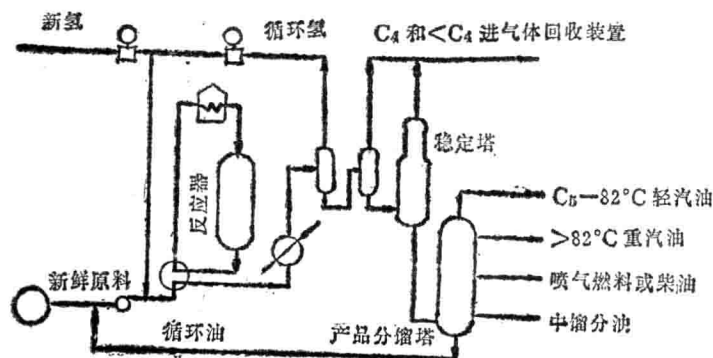


图5 一段埃索麦克斯装置的流程

总加工能力达973.5万吨/年(194,700桶/日)的两段埃索麦克斯装置已投产，接近1,134万吨/年(226,800桶/日)的装置在施工中。一般原料是重柴油。有些原料干点在593℃左右，并且含有比催化裂化装置允许的要多的金属。

埃索麦克斯过程的发展仍在继续〔2、83、115、122、123〕，瓦特金斯〔27〕介绍了许多有益的流程安排。已经取得的主要进展是工艺过程适应残渣油加工。

联合裂化—JHC 过程

这个过程是由加利福尼亚联合石油公司和埃索研究工程公司共同发明的。在上一届世界石油会议上，已有介绍。〔25〕总加工能力877.5万吨/年(175,500桶/日)的12套装置已投产或在施工中。这些装置都在美国。在设计上主要是加工裂化柴油和直馏柴油生产汽油和喷气燃料〔76、113〕。

加利福尼亚州联合石油公司的威明顿炼厂的一套大型装置的流程如图6所示。这套装置设计采用了分子筛型的加氢裂化催化剂。Bradley 等人介绍它采用干点482℃减压柴油—循环调合物运转〔7〕。原料油和氢气首先通过加氢精制反应器，然后直接进入第一个加氢裂化反应器，至少40%转化为汽油。中间产品冷却与氢气分离并蒸馏。未转化的重油与氢气一道进入第二个加氢裂化反应器，一次通过60%转化。产品冷却，并与第一段分离出来的中间产品混合。公共的循环气系统把氢气送回反应器入口。这套装置运转第一年的许多报导是有用的〔79〕，包括随催化剂失活所取得的产品收率和性质变化的数据。

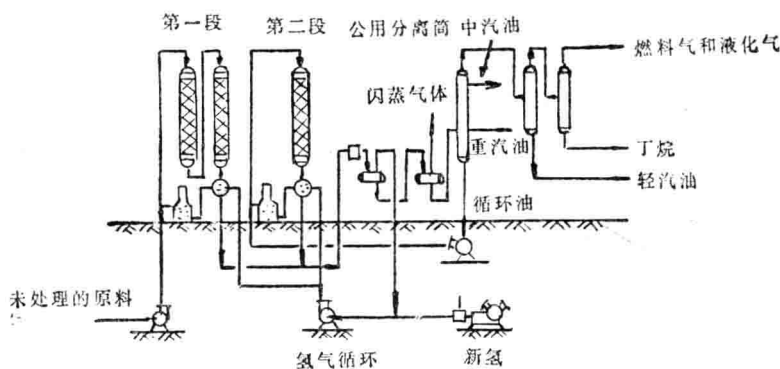


图6 加利福尼亚州威明顿炼厂两段联合裂化—JHC装置的流程

瓦尔噶加氢裂化过程

这个过程是J·瓦尔噶所发明〔93〕，加工高沥青匈牙利原油残渣油生产柴油和低硫燃料油。反应压力为70—105气压的液相加氢裂化段与气相加氢裂化段串联，采用硫化铁钼催化剂。该工艺过程曾在半工业化装置，及东德波伦工厂工业煤焦油加氢装置上进行试验〔64〕。目前工业化情况不详。

上一届世界石油会议以来的技术进展

加氢裂化原料的趋向

建议用于加氢裂化的原料范围现在已由粗汽油延伸到残渣油。这种情况随着新催化剂的

发明逐步前进，并且操作数据使设计更先进的工业装置有了可能^[24]。图7用过去八年歌夫兰研究公司进行设计的原料干点的数据说明了这种进展。很明显，现在加氢裂化比一般的催化裂化装置能处理沸点更高，含杂质更多的原料。

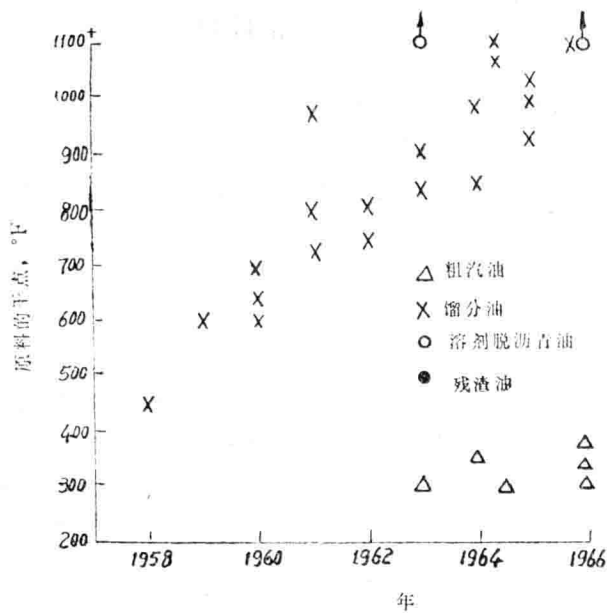


图7 工业装置设计原料干点的趋向

这个重要进展导致了“全加氢裂化炼厂”的出现，其优点是简单、灵活、产品质量高。例如，图8说明一个加工250万吨/年（50,000桶/日）重质原油的焦化—催化裂化—加氢裂化炼厂。图9说明采用减粘裂化和加氢裂化生产同样产品的另一个炼厂。

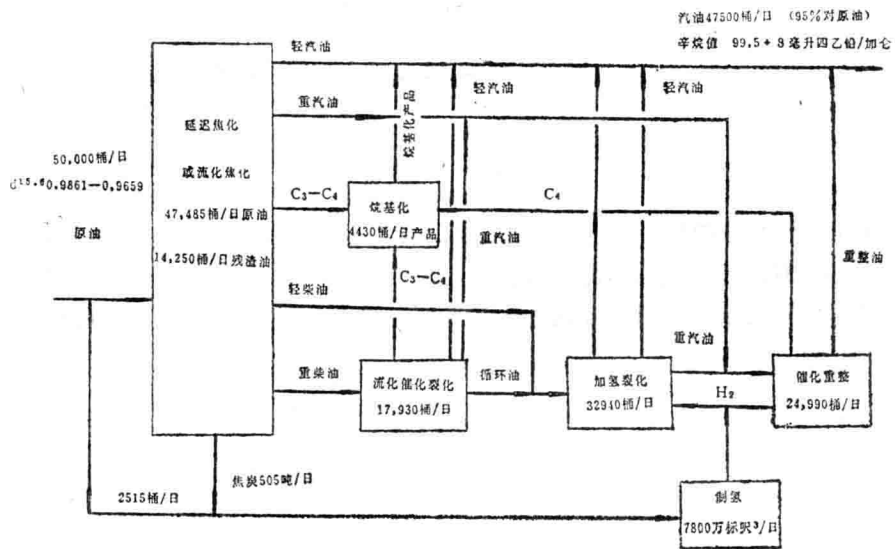


图8 加工重质原油生产轻质产品的焦化—催化裂化—加氢裂化炼厂

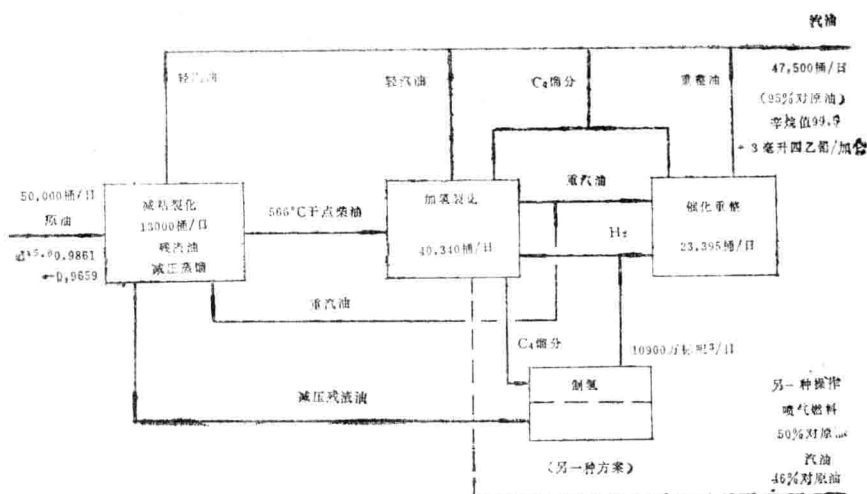


图9 加工重质原油生产轻质产品的加氢裂化炼厂

值得注意的是焦化—催化裂化炼厂有347.75万吨/年(69,550桶/日)裂化和其它工艺过程共四套装置。加氢裂化炼厂仅有266.7万吨/年(53,340桶/日)裂化过程共两套装置。两条工艺路线生产等体积的99.5F—1(加铅)汽油,占原油的95%。加氢裂化炼厂还有生产占原油50%喷气燃料的优点。这种灵活性。对于焦化—催化裂化炼厂来说是不可能的。

很明显,全加氢裂化炼厂的确具有简单、灵活和产品质量好的优点。

新 催 化 剂

自从上一届世界石油会议以来,“新一代”催化剂已使加氢裂化装置的投资降低20%左右。如果,把它们用在原有的装置上将会使加工能力有大幅度增长或催化剂寿命大大延长。显然,催化剂今后仍然是加氢裂化发展的一个关键因素。

如果所有的加氢裂化催化剂都差不多,那么加氢裂化应用的评价就简单了。似乎是裂化和加氢活性的差异、目的产品选择性的详情、孔隙度在高沸点芳烃存在下运转的能力、对氮化物和蒸汽的敏感性以及运转的稳定性和再生能力,全都是选择工艺过程和特殊应用条件的重要因素。

联合裂化—JHC过程采用孔径在10埃左右的结晶氧化铝—氧化硅,即分子筛。它们提供酸性裂化功能,而担载的组分提供加氢功能[7,26]。这类催化剂通常是在大量的氮保留在反应物中的情况下运转,具有在少量氮存在下能保持酸性活性的优点。产品性质类似于其它用酸性催化剂的加氢裂化过程。据报导这种催化剂系统在加利福尼亚州联合石油公司威明顿炼厂的联合加氢裂化装置运转的第一年情况很好[79]。

大型工艺装置

加氢裂化工艺已经进展到装置越大越经济的程度。现在在运转中的加利福尼亚美孚石油公司里奇蒙炼厂的埃索麦克斯装置就是应用这种的事实。Rossi介绍了详细情况[88]这套大型装置包括设计总加工能力322.5万吨/年(64,500桶/日)一段和两段埃索麦克斯装置各一套,222.5万吨/年(44,500桶/日)的溶剂脱沥青装置一套,还有一套378万米³/日(135百万

呎³/日) 制氢装置。其运转与 250 万吨/年 (50,000 桶/日) 的流化催化裂化装置及其附属的烷基化装置密切配合 (图10)。

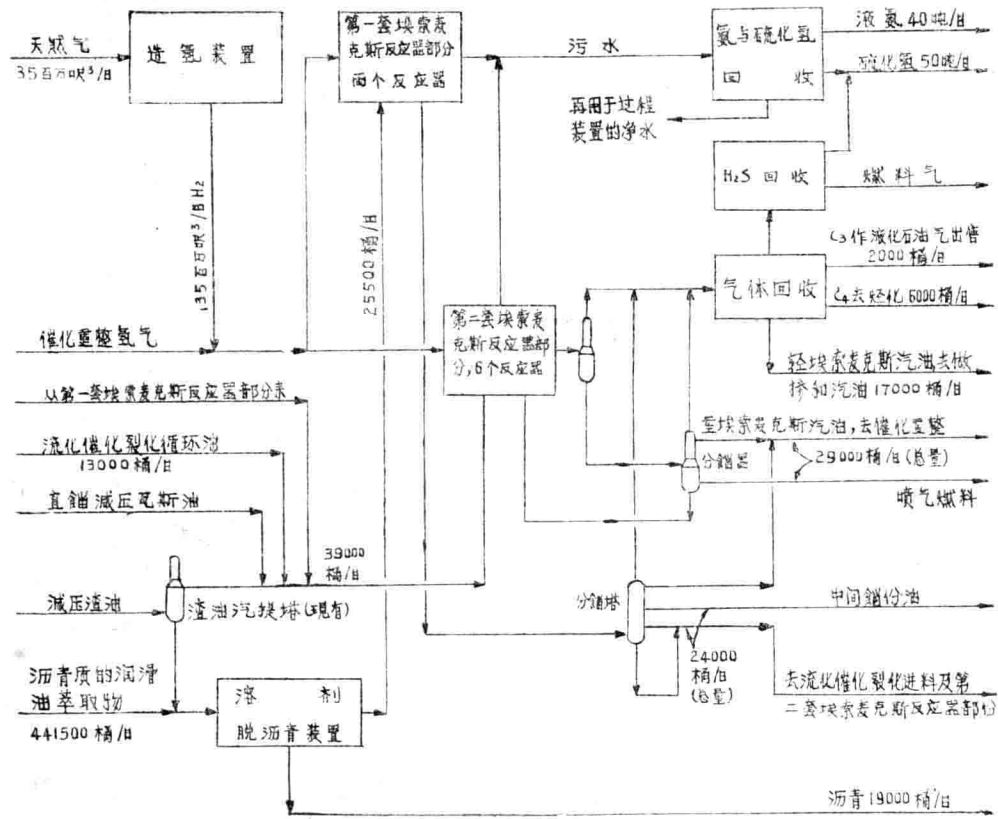


图10 里奇蒙炼厂的埃索麦克斯加氢裂化装置

在试运和较小的障碍排除以后的运转表明，装置能加工 400 万吨/年 (80,000 桶/日) 原料。在一段装置上加工量达到 150 万吨/年 (30,000 桶/日) 脱沥青残渣油，两段装置加工 250 万吨/年 (50,000 桶/日) 直馏柴油和裂化柴油的混合物，生产汽油和喷气燃料。不管装置大小都已经显示了操作的灵活性。一天内由生产最大量喷气燃料方案的运转变为生产最大量汽油的方案，没有发生突然事故。

可以预料，向大型装置发展的趋向将继续。大型合成氨工厂的教训应用在加氢裂化方面是无疑的。

降低加氢裂化装置投资

自从上一届世界石油会议以来就已经着手催化剂的改进，已经使装置投资降低了20%左右。欲进一步降低投资必须改进机械和设计。大型装置的节省特别显著。

一些最重要的进展主要是反应器的设计和大小^[30,34,38]。Loper 对最新的反应器设计进行了综述^[35,43] 广泛采用“瓶型”合金钢内壳反应器。多层压力容器的优点的研究工作已发表^[39,40,41,42]。已经报导，反应器制造厂能造直径4.6米 (15呎)，重量1,000 吨以上的压力容器^[35,36,37]，在蒸馏和回收部分的简化方面也作了介绍^[31,46]，这些降低装置投资的趋势