

国外大型炼油与化工装置关键设备
技术水平资料之一

炼油厂之型化

兰州石油机械研究所

前 言

装置规模的大型化,获得了明显的经济效益。因此,国外自六十年代开始的大型化热潮,进入七十年代后,仍在稳定基础上保持其持续发展的趋势。30万吨/年乙烯装置、30万吨/年合成氨厂和1000万吨/年炼油厂现已屡见不鲜。国外目前投产的最大装置是:乙烯75万吨/年,合成氨60万吨/年,炼油厂3250万吨/年(单装置1225万吨/年)。装置大型化,对设备提出了更高的要求。大型设备的设计、制造、材料、运输安装等诸方面都引起了新的问题。

为了实现周恩来总理遵照毛主席指示在四届人大提出的“四个现代化”的宏伟目标,迅速赶上和超过世界先进水平,有必要对国外大型炼油化工装置中的关键设备作较深入的调查了解,洋为中用,以作为我们在设计制造中的借鉴。

为此,全国化工与炼油机械行业技术情报网于1976年4—6月在重庆组织了国外大型炼油与化工装置关键设备技术水平资料的编写。鉴于目前国内对有些关键设备已经进行过调查了解,故这次活动只开展了《石油炼厂大型化》《球型容器》《高效分离器》《加氢反应器》四个项目。参加这次编译活动的有成都工学院古大田同志、大庆石油学院张宝琪同志、广东化工学院黎廷新同志、甘肃工业大学赵嘉荫同志,石化部第六设计院曹宝和同志、刘绍娟同志、刘美玲同志,四川省化工第一设计院姚庆期同志,中国科技情报所重庆分所王世宇同志,湘东化工机械厂叶若华同志、江西化工石油机械厂邹宽贤同志,武汉锅炉厂徐永亮同志,长沙化工机械厂龚宗涛同志,自贡高压容器厂晏懋霞同志,合肥通用机械研究所袁春华同志,华东石油学院陈建存同志,兰州石油机械研究所胡华燃同志、曹纬同志、于华同志。其中,《球形容器》一书由古大田、黎廷新两同志执笔,《石油炼厂大型化》由张宝琪同志主笔,《高效分离器》由曹纬同志执笔,《加氢反应器》由陈建存同志执笔。

为这次编写提供译文的还有北京化工学院和浙江化工学院等兄弟单位。对他们们的支持,谨致谢意。

由于水平有限,时间仓促,编写中一定有不少缺点错误,恳请读者批评指正。

编者

一九七七年五月

目 录

第一章 近期国外炼油工业发展概况	(1)
一、概述	(1)
二、发展动向	(4)
第二章 如何降低炼厂能量消耗	(22)
一、国外炼厂的能量消耗指标	(22)
二、提高加热炉的热效率	(33)
1、加热炉大型化、专用化	(33)
2、改进燃烧器	(36)
3、采用热回收设备,提高热回收设备的效率	(48)
4、低过剩空气燃烧的优越性与控制	(53)
三、工艺装置联合、紧凑布置、交叉换热	(57)
1、国外联合装置概况	(57)
2、联合装置的联合方式	(59)
3、机械设备的选择	(60)
4、全厂和装置平面布置	(61)
四、催化裂化装置的能量回收	(62)
1、烟气透平—膨胀机	(68)
2、三级分离器	(69)
3、CO燃烧废热锅炉与CO完全燃烧的再生器	(72)
五、流化催化裂化装置长周期运转的经验	(78)
第三章 大型炼厂的设备	(82)
一、塔器	(82)
1、塔板	(82)
2、塔体	(87)
二、大型高压反应器的制造与运输	(88)
1、关于生产对象与扩建规模问题	(89)
2、厂内制成与现场组装的问题	(89)

3、制造工艺设计方面·····	(90)
4、制造工艺设备选择方面·····	(90)
5、工序间交叉问题·····	(90)
三、大型压力容器的现场组焊·····	(91)
1、卧式组焊法实例·····	(92)
2、立式组焊法实例·····	(98)
四、换热设备·····	(102)
五、机泵·····	(102)
1、泵·····	(102)
2、压缩机·····	(103)
第四章 大型炼厂的管线问题 ·····	(104)
一、管子壁厚的确定·····	(104)
二、管件、法兰和阀门·····	(106)
三、管线的布置问题·····	(107)
四、管线的机械问题·····	(108)
1、热应力·····	(108)
2、管线振动·····	(108)
五、大口径管线的施工特点·····	(117)
第五章 噪音控制 ·····	(118)
一、概述·····	(118)
二、加热炉噪音控制设计·····	(124)
三、电动机噪音控制设计·····	(131)
四、离心压缩机噪音控制·····	(133)
五、管线与控制阀的噪音控制·····	(134)
六、空气冷却器的噪音控制·····	(142)
第六章 大型炼厂的自动化 ·····	(143)
一、高密度式小型仪表·····	(145)
1、电动仪表·····	(145)
2、气动仪表·····	(145)
3、测量仪表·····	(146)
二、在线质量仪表·····	(146)

1、在线色谱仪·····	(146)
2、其它质量仪表·····	(147)
3、公害监测仪·····	(147)
三、电子计算机的应用·····	(147)
1、信息处理·····	(148)
2、直接数字控制·····	(148)
3、过程最佳控制·····	(148)
4、分级控制·····	(148)
5、小型电子计算机·····	(148)
6、阴极射线管显示·····	(149)
四、油品贮运系统自动化·····	(149)
1、油缶计量与控制·····	(149)
2、油品调合·····	(149)
3、油品出厂自动化·····	(150)
五、美国最近生产的电子计算机控制·····	(150)
第七章 工艺过程添加剂 ·····	(152)
一、抗垢剂在炼油装置中的使用效果·····	(156)
1、原油蒸馏装置·····	(156)
2、流化催化裂化装置·····	(158)
3、加氢脱硫装置·····	(160)
4、焦化装置·····	(161)
5、催化重整装置·····	(162)
6、重油减粘装置·····	(163)
7、热裂化装置·····	(163)
8、公用工程·····	(163)
二、其它添加剂·····	(164)
三、抗垢剂的合成方法与种类·····	(164)
第八章 大型炼厂的三废处理 ·····	(168)
一、概述·····	(168)
二、炼厂废水的排放标准·····	(172)
三、目前炼厂在三废处理方面的措施·····	(174)
1、从环境保护观点出发,选择生产工艺和设备,从根本上消除污染源,解决污染问题·····	(174)

2、降低用水量, 压缩排污量	(175)
3、综合利用, 回收副产品	(180)
4、清污分流、区别对待	(180)
5、改进废水处理技术, 提高出水水质	(182)
6、废水深度净化技术的发展	(182)
7、废水处理流程的改进	(191)
8、深井注入法	(191)
9、废水的联合处理	(193)
四、炼厂污水中污染物的测定	(194)
五、炼厂废气的治理	(195)
1、硫化氢的回收和处理	(199)
2、含二氧化硫废气的处理	(199)
3、防止粉尘污染	(202)
4、防止一氧化碳的污染	(202)
5、防止氧化氮的污染	(202)
6、防止烃类污染	(203)
7、高空排放	(205)
六、炼厂废渣的治理	(206)
七、苏联炼厂废水生物化学净化装置的改进	(207)
八、西德炼厂污水净化的现状及发展	(211)
第九章 大型炼厂的技术经济分析和典型炼厂	(226)
一、美国乔利埃特炼厂	(226)
二、加拿大最大的化工型炼厂	(231)
三、法国佛朗德炼厂	(235)
四、西德威廉港炼厂	(237)
五、2500万吨/年单系列大型炼厂的探讨	(238)
六、大型炼厂的技术经济分析	(240)
参考资料	(248)

第一章 近期国外炼油工业发展概况

一、概 述 [1—7,81—100,204—211]

石油作为当今世界的主要能源,具有极为重要的政治经济意义和战略价值。法国前总统戴高乐在他所著的《战争回忆录》中曾写道“当大国的经济力量主要依靠煤的时候,法国却很少煤。接着,当石油控制一切的时候,法国却又没有石油。”日本通产省次官也曾说“日本从1960年到1970年的十年间依靠中东廉价的石油,推行了日本的能源革命,并以此为杠杆,实行了经济的高度成长。”正是由于这样,世界各国特别是一些主要的工业国家,都争先恐后,投入大量资金和人力,到处寻找石油,加速发展炼油工业。

1976年年底,世界已探明的石油储量总计为八百一十五亿吨。其中以沙特阿拉伯最多,为一百四十九亿吨,苏联次之,为一百零六亿吨。世界主要十大储油国的石油储量见表1—1 [204,205]。

1976年,世界原油产量约二十八亿五千万吨(包括外国人对我国原油产量的估计数字)。其中以苏联最多,为五亿二千五百万吨,次之,为四亿六千二百五十八万吨。世界主要十大产油国的原油产量见表1—2 [204,206,209]。

1976年,国外原油加工总能力为三十七亿三千八百五十万吨。其中以美国最多,为七亿九千六百五十万吨,苏联次之,为四亿一千三百万吨。年加工能力超过一亿吨的九个国家的加工能力如表1—3 [208]。

由于石油资源渐趋枯竭、价格上涨以及主要消费国家采取节制需求的措施,加之炼制能力由于扩建和新建炼厂的迅速增大,导致目前国外炼厂开工不足,加工能力过剩。当前西欧国家炼厂加工能力的利用率平均只比百分之六十稍多一点,而美国也只不过百分之八十多一点 [207]。

最近,壳牌石油公司根据美国石油学会的报告,对国外石油炼制能力的发展进行预

表1—1 世界主要十大储油国1976年探明的石油储量〔亿吨〕

1	沙特阿拉伯	149.3
2	苏联	106.3
3	科威特	92.8
4	伊朗	85.5
5	伊拉克	45.6
6	美国	42.2
7	阿布扎比	38.7
8	利比亚	33.6
9	尼日利亚	26.5
10	英国	23.0

表1—2 世界主要十大产油国1976年原油产量〔万吨〕

1	苏联	52500
2	美国	46258
3	沙特阿拉伯	43975
4	伊朗	29375
5	委内瑞拉	11450
6	伊拉克	10350
7	科威特	10225
8	尼日利亚	10100
9	阿拉伯酋长国	9725
10	利比亚	9500

表1—3 世界主要炼油国1976年

原油加工能力 [万吨]

1	美	国	79650
2	苏	联	41300
3	日	本	27750
4	意	大	21295
5	法	国	17585
6	西	德	15375
7	英	国	15070
8	加	拿	10500
9	荷	兰	10150

测。根据现有探明的石油储量和对石油产品需求的展望,认为资本主义各国对石油的指望最多不过还有三十年,即到下个世纪初,必须寻求新的能源。由于新建炼厂要求至少有十五年使用期才合算,所以“最后的”一批炼厂将在八十年代中期建成。此时,炼油能力将达到空前绝后的顶峰(9200万桶/日)。也有人认为,这个时期可能推后到1990年。从那以后,炼制能力将逐渐衰减直到进入下一世纪。因此,最近的10—15年将是炼油工业持续发展的时期^[6,212]。

炼油能力从五千万吨/年增加到一亿吨/年,发展最快的是意大利,花了三年时间。从一亿吨/年增长到一亿五千万吨/年,发展最快的是苏联和日本,也只花了三年时间。除美国以外的几个主要炼油国家的炼油能力,从每年五千万吨到每年一亿五千万吨的变化情况见表1—4^[58]。

表1—4 几个国家炼厂年加工能力从5000万到1.5亿吨的变化情况^[58]

序号	国 别	从5000万到1亿吨		从1亿到1.5亿吨	
		花 费 时 间	增长速率%	花 费 时 间	增长速度%
1	日 本	5年(1961~1966)	15.1	3年(1966~1969)	12.4
2	西 德	4年(1963~1967)	15.6	6年(1967~1973)	—
3	英 国	8年(1961~1969)	8.8	—	—
4	意大利	3年(1963~1966)	19.5	4年(1966~1970)	10.7
5	加拿大	10年(1963~1973)	4.2	—	—
6	法 国	5年(1963~1968)	15.2	4年(1968~1972)	9.6
7	荷 兰	4年(1968~1972)	22.3	—	—
8	苏 联	7年(1951~1958)	8.3	3年(1958~1961)	12.4

美、英、法、西德、意大利、加拿大、日本及其他国家的主要炼厂分别见表1—5到表1—13。

这些表格中,“炼厂型式”栏中的符号意义注释如下:

D—蒸馏(Distillation)

C—裂化(Cracking)

R—重整(Reforming)

H—加氢裂化(Hydrocracking)

B—沥青(Bitumen)

Vis—减粘裂化(Visbreaking)

L—润滑油(Lubricating Oils)

美国是石油工业最发达的国家。由于对能源无节制的开采和浪费,现国内的石油储量已不多,1976年探明的储量只有42.2亿吨。原油产量逐年下降,1976年下降到4.625亿吨,次于苏联,退居世界第二位。国内原油需要量的三分之一靠进口。然而,由于它对石油产品的需要量很大,而且在继续增长,所以与此相应的炼厂加工能力仍在不断增长,1975年为75374万吨,1976年增至79650万吨,始终居于世界第一位。预计到1980年,石油消耗量可能达到12.5亿吨/年,需要在1972年的基础上新建平均加工能力为800万吨/年的新炼厂五十八个,总投资约一百亿美元〔²¹⁰〕。

美国大型炼厂不少。到1977年上半年止,已在运行的加工能力1000万吨/年以上的炼厂有17座,计划建造和正在建设中的1000万吨/年以上炼厂16座,预计到1980年,1000万吨/年以上的大型炼厂将达三十余座。

美国炼厂数量很多,虽然现已扩建和新建了不少大型炼厂,并且还关闭了不少小炼厂,但炼厂的平均规模在主要炼油国中仍是最低的。

1972年,全国共247个炼厂,每厂平均规模265万吨/年〔²¹⁰〕。1975年,全国共256个炼厂,每厂平均规模294万吨/年〔⁹⁵〕。

苏联有比较丰富的石油和天然气资源。天然气储量居世界第一位,石油储量占第二位。1976年探明的石油储量为106.3亿吨。近年原油产量已超过美国,跃居世界第一位。炼厂加工能力仍次于美国。据国外估计(苏联一般不公布它的具体数字),1975年,苏联炼油能力大约为3.82—3.89亿吨/年,1976年可能达4.05—4.13亿吨/年。据乐观的估计,如在中亚细亚新建的帕夫洛达炼厂在去年年底投产的话,那应到1977年初,苏联的炼油能力可能达到4.75—4.85亿吨/年。为了扩充炼油能力,苏联近年来在新建炼厂的同时,对老厂进行了扩建。1976—1980年间,准备扩建五个大型炼油厂,即新巴库炼厂、格罗兹内炼厂、乌发炼厂、古比雪夫炼厂和莫斯科炼厂。位于伏尔加河岸的古比雪夫炼厂扩建的一套600万吨/年的原油蒸馏联合装置已经完成,使该炼厂的一次年加工能力可能超过3500万吨。位于古比雪夫东北的乌发炼油厂也完成了一套同样的600万吨/年的原油蒸馏装置,已于1976年1月份投产。这样,该厂的原油年加工能力目前可能超过4000万吨。莫斯科炼厂的扩建工程也于1976年2月完成,使该炼厂的年加工能力可达到800—1200万吨〔²¹¹〕。

日本是个贫油国家,所需石油几乎全靠进口。炼油工业在美国扶植下于1949年开始恢复,发展速度较快,到1961年,其炼厂加工能力就仅次于美苏两国,居世界第三位。它采取新建、扩建、再新建、再扩建的办法。它从1961年的年加工能力5000万吨增加到1969年的1.5亿吨时,靠老厂扩建增加的能力约占三分之二,新建厂只占三分之一。其中,从1亿吨/年增到1.5亿吨/年时,老厂扩建增加的能力占到83.8%〔⁹⁸〕。

据日本石油协会1974年年底统计,日本共有主要炼厂48座,总加工能力26600万吨〔⁸⁷〕。1976年,总加工能力增至27750万吨〔²⁰⁸〕。

二、发展动向〔^{1-7, 58, 81-100, 170, 212, 213}〕

1、规模趋向大型化，新建和扩建并重

在六十年代国外大型化进程中，炼厂和单元装置的规模越来越大。新建和扩建的大型炼厂随之增多。据国外1976年的统计调查，除苏联和东欧国家外，现有一百一十三座加工能力800万吨/年以上的大型炼厂，它们的总加工能力已占全部加工能力的一半。其中，1000到2000万吨/年以下的有57座，2000到3000万吨/年以下的14座，大于3000万吨/年的2座。预计到1980年，1000到2000万吨/年以下的炼厂将增加到98座，2000到3000万吨/年以下的炼厂将增加到26座。详见表1—14〔⁸¹⁻¹⁰⁰〕。

表1—14 国外大型炼厂统计表〔⁸¹⁻¹⁰⁰〕

序号	国别	万吨/年		≥800		≥1000		≥2000		≥3000	
		已投产	正建或计划建设	已投产	正建或计划建设	已投产	正建或计划建设	已投产	正建或计划建设	已投产	计划建设
1	美国	10		12	13	3	4	1			
2	英国	4		6	1		1				
3	法国	4		3	1	1					
4	意大利		2	7	1	1					
5	西德	4		3	1						
6	加拿大	1			1						
7	日本	7	1	5			1				
8	其它国家※	10	5	20	23	9	6	1			
	合计	40	8	57	41	14	12	2			

注：※不包括苏联及东欧国家。

目前，世界上最大的炼厂，一座是美国埃克森石油公司的贝汤（Baytown）炼厂，另一座是美国克利沃尔石油公司建在委内瑞拉的阿木艾（Amuay）炼厂。

贝汤炼厂原油加工能力为2000万吨/年，后用五亿美元进行扩建。扩建工程中，安装了一套目前世界最大的原油蒸馏装置，处理能力为1225万吨/年。蒸馏塔由比利时制造，整体装船运至现场。该塔重615吨，长65.6米，直径估计有11~12米。扩建工程于1976年年底完工。完工后该炼厂加工能力达3250万吨/年〔⁹⁰〕。

阿木艾炼厂原是个简单的燃料型炼厂，加工能力为2250万吨/年。后投资一亿六千五百万美元，进行了四年之久的扩建。主要工程是新建了大型加氢脱硫装置和原油蒸馏装置。新建的原油蒸馏装置能力是900万吨/年。扩建后，该厂能生产150种产品，加工能力达3150万吨/年〔⁹⁸〕。

炼厂规模的扩大，还表现在大、中型炼厂加工能力占总加工能力的比重不断扩大，而小型炼厂所占的比重不断缩小。例如：日本加工能力为5000万吨时，200—1000万吨炼厂的加工能力占总加工能力的比重为79.6%，小于200万吨炼厂的加工能力占总加工能力的20.4%。加工能力发展到1.5亿吨时，200—1000万吨炼厂加工能力占总加工能力的比重增加到88.4%，而200万吨以下炼厂的加工能力仅占总加工能力的11.6%。从表1—15所列日本炼厂规模分析中还可以看出：在加工能力为5000万吨时，有三分之二加工能力由200到500万吨的炼厂承担。能到加工能力为1.5亿吨时，半数以上的加工能力已改由500到1000万吨的炼厂承担。

苏联加工能力从5000万吨发展到1.5亿吨，共新建14座大、中型炼厂，使200—1000万吨炼厂加工能力在总加工能力中所占的比重，从61.1%增加到81.2%，而200万吨以下炼厂加工能力在总加工能力中所占的比重，从38.9%降为18.8%，见下表1—16。

由于大型炼厂增多和一些小炼厂被关闭，使炼厂的平均规模逐年增大。表1—17示出了主要炼油国家炼厂平均加工能力的变化情况。其中，以荷兰为最高，平均规模为1300万吨/年，美国最低为294万吨/年。

随着炼厂大型化，单元装置的处理能力也不断扩大。目前，国外最大的原油蒸馏装置达1225万吨/年。主要单元装置的最大处理能力见表1—18。

表1—15

日本炼厂规模分析〔⁹⁸〕

加工能力 炼厂规模	加工能力 5000万吨			加工能力1亿吨			加工能力1.5亿吨		
	炼厂数	占炼厂 总数%	占总加 工能力 %	炼厂数	占炼厂 总数%	占总加 工能力 %	炼厂数	占炼厂 总数%	占总加 工能力 %
小于50万吨	4	14.8	1.5	4	10.8	0.6	2	5.1	0.2
50~100万吨	4	14.8	4.8	4	10.8	2.4	3	7.6	1.5
100~200万吨	5	18.5	14.1	4	10.8	6.5	3	7.6	3
200~500万吨	13	48.2	68.7	18	48.7	50.9	16	41.1	27.7
500~1000万吨	1	3.7	10.9	7	18.9	39.6	14	35.9	60.7
1000万吨以上	—	—	—	—	—	—	1	2.7	7.1
炼厂总数	27	100	—	37	100	—	39	100	—

表1—16

苏联炼厂规模分析〔⁸⁸〕

炼厂规模	加工能力	加工能力5000万吨			加工能力1.5亿吨		
		炼厂数	占炼厂总数	占总加工能力%	炼厂数	占炼厂总数	占总加工能力%
小于50万吨		10	37.1	5.6	6	15	1.5
50~100万吨		6	22.2	11.9	6	15	3.5
100~200万吨		6	22.2	21.4	5	12.5	4.9
200~400万吨		2	7.4	12.2	12	27.5	24.9
400~600万吨		1	3.7	15.3	5	12.5	19.8
600~1000万吨		2	7.4	33.6	6	15	36.5
1000万吨以上		—	—	—	1	2.5	8.9
炼厂总数		27	100	—	41	100	—
总加工能力		4,500	—	100	14,000	—	100

表1—17

几个国家的炼厂平均加工能力, 万吨/年〔⁵⁸〕

序号	国别	加工能力为5000万吨时		加工能力为1亿吨时		加工能力为1.5亿吨时	
		炼厂数	平均加工能力	炼厂数	平均加工能力	炼厂数	平均加工能力
1	日本	27	191	37	281	39	378
2	西德	30	190	34	299	33	450
3	英国	15	333	23	471	—	—
4	意大利	34	175	36	282	36	422
5	法国	15	332	20	506	23	641
6	加拿大	43	118	41	218	—	—
7	荷兰	7	586	7	1300	—	—
8	苏联	27	165	—	—	41	341
9	美国	1972年: 265万吨/年〔 ²¹⁰ 〕			1975年: 294万吨/年〔 ⁹⁵ 〕		

表1—18

国外最大炼油(单元)装置容量〔^{90, 95, 97}〕

装置名称	处 理 能 力		所 属 炼 厂
	桶/每开工日	万吨/年	
常压蒸馏	250,000	1225	〔美〕埃克森公司贝汤炼油厂
减压蒸馏	180,000	930	〔美〕 "
催化裂化	169,000	795	〔美〕埃克森公司巴吞鲁日炼油厂
催化重整	131,000	565	〔美〕阿米科石油公司德克萨斯城炼油厂
加氢精制	78,000	335	〔美〕埃克森公司贝汤炼油厂
加氢裂化	68,000	320	〔美〕美孚石油公司(肯塔基)帕斯卡戈拉炼油厂
加氢处理	130,500	562	〔美〕阿米科石油公司德克萨斯城炼油厂
烷基化	33,000	142	〔美〕城市服务石油公司累克一查理斯炼油厂
芳烃异构化	37,500	161	〔美〕阿米科石油公司德克萨斯城炼油厂
延迟焦化		197	壳牌石油公司伍德河炼油厂〔美〕
润滑油	31,800	156	〔美〕埃克森公司贝汤炼油厂
沥青	48,000	272	〔美〕埃克森公司林登炼油厂
热裂化	70,000	329	壳牌石油公司休斯顿鹿园炼油厂〔美〕

近年国外新建炼厂,其规模大多数有500—800万吨/年之间。苏联新建炼厂大多数为600万吨/年规模。美国大陆石油公司根据它做的一系列技术经济分析,认为到1980年,国外新建炼厂的规模大多数将是1000万吨/年〔²¹²〕。国外已在规划建设2500万吨/年的(单系列)炼厂,并预计到1980年将建成这样规模的常减压蒸馏装置〔^{170, 213}〕。

国外在发展原油加工能力中,一般是在形成一定的基础后,实行扩建和新建并重的方针。很重视老厂的扩建技术改造和工作。表1—19是日本和意大利新建和扩建炼厂的情况。很多炼厂在新建时就考虑到将来的扩建。日本昭和石油公司川崎炼油厂,1955年加工能力仅58万吨,经几次扩建,现年加工能力已达750万吨。又如比利时的安特卫普炼厂,1951年新建时年加工能力仅150万吨,经三次扩建,到1962年时已达850万吨/年。目前,该厂已扩建到1500万吨/年以上。

表1—19

日、意两国新建和扩建炼厂能力〔⁹⁸〕

国 别	项 目	新 建		扩 建		新建厂数	关 闭 厂 数
		能力 万吨/年	占%	能力 万吨/年	占%		
日 本	由5000万吨到1亿吨	2,460	48	2,666	52	11	1
	由 1 亿吨到 1.5亿吨	1,395	16.2	4,638	83.8	5	3
	总 计	3,855	34.5	7,294	65.5	16	4
意大利	由5000万吨到1亿吨	2,626	49.6	2,670	50.4	9	7
	由 1 亿吨到 1.5亿吨	1,398	18.1	5,996	81.9	8	8
	总 计	4,024	31.7	8,666	68.3	17	15

法国从1962年到1972年的十年间，加工能力增长了一亿吨，靠扩建增加的能力占59%。1971年到1976年间，预计增加炼油能力7500万吨，绝大部分也靠扩建。荷兰从1968年到1972年间，炼厂年加工能力从5000万吨增加到一亿吨，没增加一个新厂，完全靠老厂扩建。

2、二次加工仍以加氢增长最快，美国加氢裂化停滞不前

目前，含硫原油已占世界原油总产量的75%左右，同时今后有继续增长的趋势。为了提高含硫原油产品的质量，近十余年来国外加氢装置的加工能力增长较快，而且加氢在各种二次加工工艺中始终居首位。在以汽油为主要产品的美国，加氢能力占原油加工能力的比例，1968年超过催化裂化（35.3%），1972年达43.6%（表1—20）；即使在以燃料油为主要产品的西欧和日本各国，加氢能力占原油加工能力的比例，也在20—30%，其中西德和日本从1971年开始超过30%（表1—21）。

表1—20

美国二次加工能力所占比例（体%）〔⁹⁸〕

年 份	总加工能力 (万吨)	热 加 工	催 裂 化	催 化 整 重	加 氢
1955	42,000	26.3	41.4	10.3	4.8
1960	49,300	18.2	34.8	18.7	20.8
1965	50,391	15.7	36.9	19.5	28.9
1968	56,772	13.3	35.3	21.0	35.6
1969	59,451	12.9	34.5	21.9	36.8
1970	62,477	12.0	34.0	21.8	38.2
1971	64,530	11.1	33.3	23.1	41.8
1972	65,600	10.3	32.3	23.4	43.6

表1—21

日本二次加工能力所占比例(体%) [°8]

年 份	总加工能力 (万吨)	热 加 工	催 裂 化	催 化 重 整	加 氢
1955	891	3.5	4.9	5.3	—
1957	2,021	2.4	9.1	4.1	0.11
1961	5,150	0.41	4.5	6.9	4.1
1966	10,392	0.54	3.6	10.2	14.0
1969	14,757	0.48	3.6	10.4	22.4
1970	17,384	—	4.5	9.6	26.4
1971	20,550	0.37	5.6	9.8	33.0
1972	21,581	0.31	5.8	9.8	41.7
1973	24,700	—	5.6	9.8	48.1

——资本主义世界和美国近年来二次加工能力的增长分别列于表1—2和表1—23。从表中可以看出：

①加氢能力的增长仍然取决于催化裂化和催化重整。

1972年到1975年，资本主义世界加氢能力共增加1.5亿吨，达8.1亿吨，而催化裂化和催化重整仅分别增加2,400万吨和3,600万吨。

②美国和加拿大加氢能力的增长，已落后于资本主义世界其他各国。

1972年到1975年间，美、加两国加氢能力共增加4,600万吨，平均每年增加5.4%，而资本主义世界其它各国加氢能力增加1.14亿吨，平均每年增加7.2%。

表1—22、1972—1975年资本主义世界二次加工能力，亿吨/年 [°8]

项 目	1972	1973	1974	1975
原油加工能力	24.8	26.7	27.5	28.5
其中美国和加拿大	7.4	7.7	8.1	8.5
催化裂化能力	3.18	3.27	3.34	3.42
其中美国和加拿大	2.18	2.22	2.25	2.26
催化重整能力	2.98	3.07	3.22	3.34
其中美国和加拿大	1.49	1.53	1.57	1.61
加氢能力	6.6	7.5	7.75	8.1
其中美国和加拿大	2.68	2.96	3.06	3.14

表1—23、 1971年—1974年美国二次加工能力〔²⁸〕

项 目	1971年 能力 亿吨/年	1972年 增 %	1973年 增 %	新 建 能 力 万吨/年	
				1973年	1974年
原油加工	6.56	+2.2	+1.1	800	750
热加工	0.76	-6.2	-1.0	—	—
催化重整	1.41	+3.3	+3.9	610	141
催化裂化	2.03	-1.3	+1.3	270	4.5
加氢裂化	0.37	+3.0	0.0	—	—
其它加氢工艺	2.25	+6.8	+7.2	1,630	1,080

③在美国，加氢裂化能力的增长已出现停滞。

1972年投产的三座炼厂，有两座设有加氢裂化装置，因此1972年与1971年相比，加氢能力仅增加3%。1973和1974年也没有新的加氢裂化装置建成。而在此以前，1965到1971年，美国加氢裂化一直保持27%的年增长速度。

必须指出：二次加工深度与各国石油产品的消费结构直接有关。对于追逐高额垄断利润的资本主义各国，考虑的不是石油产品的合理利用，而是如何攫取更多的利润。各种石油产品消费量的变化，常常取决于利润的大小；而资本主义本身所特有的浪费，更加剧了产品消费结构的不合理。所以，很难谈得上合理的加工深度。以美国为例，由于小汽车畸形发展，车用汽油的需要量特别大，就拼命发展加氢裂化和催化裂化，使汽油收率达45%，而国内需要的燃料油，则主要依靠进口。西欧和日本等国，发展炼油工业的目的之一是获得廉价燃料，所以加工深度一般较浅，燃料油收率达50%以上。

3、趋向于建设单独的润滑油厂

近几年来国外还有一个趋向，就是单独建设的润滑油厂日益增多。即使与燃料型炼厂合在一起，也为生产润滑油单设减压蒸馏装置。例如，1968年至1974年资本主义世界新建的45个炼厂中有五个单独的润滑油厂，最大的是美国刚果润滑油厂，年产润滑油50万吨；有三个炼厂的润滑油部分，设有单独的减压装置；只有印度马纳炼利厂，是燃料—润滑油型炼厂，共用一套250万吨的常减压装置。建设单独的润滑油厂，或为润滑油生产单设减压装置的好处是，可以保证基础油的馏份切割不受燃料生产波动的影响，便于管理，有利于提高产品质量。

4、炼厂布局靠近消费区和水运交通方便地区

在国外，无论是采炼并重的国家，还是炼油为主的国家，炼厂布局的总趋势都将越

来越靠近消费集中地区。一些资本主义国家由于沿海地区工业发达或原油靠进口，以及考虑到搞大炼厂便于设备和生产品运输，多数炼厂将建在沿海或水运方便的地区。美国预计1980年前后进口原油将占50%，同时又考虑大型炼厂设备陆运困难，因此有人提出进入八十年代前后，大型炼厂应建在沿海或水运方便地区，在内地以建中、小型炼厂为主。在苏联，由于高加索、伏尔加—乌拉尔等一些老油区已进入开发后期，如再靠这些地区的炼厂扩建来增加原油加工能力，将势必造成原油倒流和产品的远距离外运。因此，苏联也日益感到过去廿多年将多数炼厂建在靠近产油区的不合理性，新建炼厂也计划建在消费区或靠近消费区。苏联曾有人做过计算，在炼厂合理布局的诸因素中，应将原油开采和运输、油品生产和运输，以及石油化工原料的生产等所需费用综合考虑，一般用于运输的费用占全部费用的35—50%，而油品运输费用又比原油运输费用高的多。因此，炼厂以建在消费集中地区较为经济合理。日本则由于原油主要靠进口，炼厂多建在沿海。最近由于沿海工业集中，污染严重，人口稠密，很难再找到新建炼厂的理想地点，因此将主要靠老厂扩建。日本通商产业省研究从中东把原油运往日本的途中，在船上进行加工。

5、发展含硫原油和润滑油加工新工艺

在含硫原油加工和润滑油生产方面，近年来国外研制了一些新的加工方法，主要是采用加氢技术。有的打破了轻质燃料与润滑油生产的传统界限，用一套装置在生产润滑油的同时副产汽油、煤油、柴油，有的用一套装置代替了过去几套装置。用一套原油加氢脱硫装置代替几套馏份油加氢脱硫装置，是七十年代初研究出的一种含硫原油经济加工方法，这种方法优点是在采用具有抗重金属中毒性能催化剂的条件下其操作压力和温度都较低。

由于今后数年内国外加工含硫原油的比例会越来越大(六十年代后期，含硫原油约占世界原油总产量的3/4)，所以重燃料油脱硫技术目前已成为炼油工业的最大课题。高含硫原油多含有对脱硫催化剂有害的金属，并且大部分都集中在渣油里面。渣油脱硫的目的是生产低硫燃料油。1965年资本主义国家的渣油消耗量为2.9亿吨，1975年已增加到5亿吨以上。为了防止环境污染，国外对重质燃料油含硫量通常限制在1%以下，日本、美国有些地区限制在0.5%和0.3%以下。所以主要攻渣油脱硫这一技术难关。

目前，解决这一问题的各种直接和间接方法已接近于最后突破，并为今后的发展指明了方向，主要包括：

长寿命、抗金属的渣油脱硫催化剂；

有效的渣油(脱硫前)脱金属方法；

将渣油、沥青、焦油和焦炭等转化为合成燃料气及硫化氢(后者可用已有的方法除去)。合成燃料气的方法还能同时产生炼厂所不可缺少的大量氢气。

渣油加氢脱硫工艺今后的趋向是：

①配合催化剂的发展，降低操作压力以减少氢耗(目前氢气费用占整个操作费用的一半左右)；

②采用与常规渣油加工方法(焦化、催化裂化、脱沥青等)相结合的联合工艺，以充分减少渣油加氢负担和适应不同的原油及对产品的要求；