

日本炼油工业

石油化学工业部科学技术情报研究所

一九七八年四月

目 录

一、概况	(1)
(一) 石油在能源中占首位	(2)
(二) 石油依赖进口	(3)
(三) 石油工业受国际垄断资本控制	(4)
(四) 靠引进国外先进炼油工艺技术	(8)
(五) 油品消费以重质燃料油为主	(9)
(六) 炼油生产主要采用浅度加工	(11)
(七) 力求增加石油储备	(12)
二、炼厂建设	(14)
(一) 炼厂和装置规模	(16)
(二) 炼厂的扩建和改建	(20)
(三) 炼厂类型	(22)
(四) 平面布置	(27)
(五) 罐区建设	(31)
三、几项工艺技术	(34)
(一) 重油加氢脱硫	(35)
(二) 润滑油加氢裂化	(42)
(三) 减压渣油制氢	(45)
(四) 过热蒸汽热裂化	(48)
四、环境保护措施	(51)
(一) 含油污水的处理	(52)
(二) 废水的循环利用	(58)

(三) 大气污染的防治·····	(59)
(四) 废渣处理·····	(64)
(五) 噪音控制·····	(65)
五、炼厂自动化·····	(67)
六、今后发展趋势·····	(73)
参考文献·····	(76)
附表 (1—15)·····	(83)
附录·····	(102)

日本炼油工业

一、概 况

日本的炼油工业历史可以追溯到1852年在新泻县柏崎市开始进行的蒸馏釜生产。1899年长岗炼厂的建成，是日本比较近代化炼油工业的开始。以后，在1915和1919年先后引进连续干式蒸馏和热裂化工艺，使炼油工业逐渐发展。侵华战争期间，日本的加工能力最高曾达580万吨/年^[12]。第二次世界大战期间，日本的炼油厂大部分被炸毁，1945年，其加工能力仅90.28万吨/年。1949年2月，日本开始恢复太平洋沿岸炼厂的生产，1950年6月，施行了《关于外资法律》，确定与外国资本合作，并从1952年起陆续引进催化重整和催化裂化等工艺技术。与此同时，着手建立国内石油工业体制，制定了有关石油生产、销售、管理的法律和制度。到1954年，日本的炼油能力达到954.6万吨/年，为1949年的十倍^[78]。

从1955年起，日本开始大规模发展炼油工业，到1963年，共有炼厂32个、总加工能力6784万吨/年，仅次于美、苏占世界第三位。六十年代以来，日本利用大量进口廉价的中东石油，将本国的燃料动力构成转变为以油为主，促使炼油工业加速发展，仅用五年（1961—1966年）时间，使年加工能力从五千万吨增加到一亿吨；又用了六年（1966—1972年），增加到二亿吨，年平均递增速度都在12%以上，见表1。1973年以后，由于中东石油战争的爆发以及本

国经济危机的影响，炼油工业的发展有所减慢，1974—1976年，加工能力仅增加二千万吨。1976年底，日本共有炼厂49个、总加工能力2.87亿吨/年^[79]。

日本历年原油加工能力和1976年底各炼厂的装置能力见附表1和2。

表 1 日本炼油能力发展速度^[79]

国 别	5000万—1亿		1亿—1.5亿		1.5亿—2亿		2亿—3亿	
	所 需 间	平均递 增速度 %	所 需 间	平均递 增速度 %	所 需 间	平均递 增速度 %	所 需 间	平均递 增速度 %
日 本	5年 1961—1966	15.1	3年 1966—1969	12.4	3年 1969—1972	13.5	4年 1972—1976	
苏 联	7年 1951—1958	8.3	3年 1958—1961	14.0	4年 1961—1965	10	5年 1965—1970	7.6
美 国					5年 1926—1931	5.6	16年 1931—1947	2
西 德	4年 1963—1967	15.6	7年 1967—1974	5.7				
意大利	2年 1963—1965	31.7	5年 1965—1970	8.1	6年 1970—1976			

表 2 日本一次能源构成，%^[77]

年 份	煤 炭	石 油	天然气	水力发电	原子能	其 他
1955	49.2	20.2	0.4	21.2	21.2	9.0
1960	41.5	37.7	1.0	15.3	—	4.5
1970	20.7	70.8	0.9	6.3	0.4	0.9
1973	15.5	77.6	0.7	4.6	0.6	1.0
1976	16.8	71.2	3.0 ^①	8.79		

① 1976年的数据为气体总量

总的看，日本炼油工业的发展有以下几个特点：

(一) 石油在能源中占首位

日本的能源消费在六十年代以11.6%的年平均增长率迅速增

长。1970年,其能源消费量占世界总消费量的5.0%,在资本主义国家中仅次于美国,占第二位^{[1][2]}。在能源消费中,石油的消费量增长特别快。1960年,日本的石油消费仅2,920万吨,占世界总消费量的2.7%,1970年就增加到2.1亿吨,占世界总消费量的9.2%。1970年与1960年相比,石油消费量的年平均增长率达21.7%,为同时期世界石油消费量年平均增长率的三倍左右^[1]。

随着石油消费量的迅速增长,石油在日本一次能源构成中的地位发生了迅速的变化,石油所占比重从1955年的20.2%增加到1973年的77.6%,煤炭则相应的从49.2%降低到15.5%。1973年以后,石油略有下降;煤炭略有上升,1976年分别为71.2%和16.8%^[113],见表2。日本历年的一次能源构成见附表3。

(二) 石油依赖进口

日本本土的石油资源十分有限,其年产量从未超过80万吨,因此,炼油工业所需的原油基本上依赖进口。1975年,日本原油供给量为2.27亿吨,其中国产原油仅60.82万吨,其余的2.26亿吨均为进口原油,占99.7%^[7]。据日本总理府统计局统计,从1945年到1973年,日本的原油进口量增加了6,296倍,金额增加了125,611倍。1974年,进口量比1973年减少3.9%,而金额增加两倍以上。由于原油进口量迅速增长,使石油在日本全部进口贸易中占第一位。在1953到1974年的22年中,日本的原油进口额在总进口额中所占的比重,由5.05%增加到30.5%^[1]。1975年,日本原油进口额为196亿美元,占进口总额的40%^[76]。历年日本的原油产量和进口量见附表4。

为了稳定原油进口的需要,近年来,日本加强了与产油国合作进行石油勘探和开发,除政府大量投资外,还吸收了一部分外国资

本。目前已有四十多个企业从事海外石油勘探，但仅六个企业从勘探过渡到开发，其原油产量相当于日本原油进口量的9.6%^[1]，见图1。与此同时，日本为建立一个稳定的石油供应体系，采取多边进口的方针。特别是中东石油战争爆发以后，日本更加加强了从印度尼西亚和中国的进口，使各地区的进口比例发生了一些变化。1968年与1974年相比，从中东地区进口原油所占比例从90.7%下降到77.19%，东南亚地区进口原油所占比例则由8.3%增加到17.3%，见表3^[1]。1974年日本进口原油的主要国家有沙特阿拉伯（占27.2%）、伊朗（占25.4%）、印尼（占13.7%）、阿拉伯联合酋长国（占11.1%）和科威特（占10%）^[1]。中国原油所占比重，1975年已增加到3.75%^[76]。

表 3 日本进口原油分区变化，%^[1]

地 区	1968年	1970年	1972年	1974年
中 东	90.7	85.2	80.7	77.19
东南亚	8.3	13.4	16.4	17.3
美 洲	0.5	0.3	0.3	0.17
非 洲	—	0.7	2.4	4.62
中 国	—	—		2
苏 联	0.5	0.3	0.9	0.1

（三）石油工业受国际垄断资本控制

目前日本石油工业共有38家公司垄断了全国原油的进口、加工和销售业务。38家公司中，除帝国石油精油公司不经营原油进口外，其余37家公司都经营原油进口。就加工和销售业务而言，38家公司中有19家专门从事加工，13家兼营加工和销售，有6家没有加工能力而专门从事销售。这38家公司中有30家公司通过资本参与等

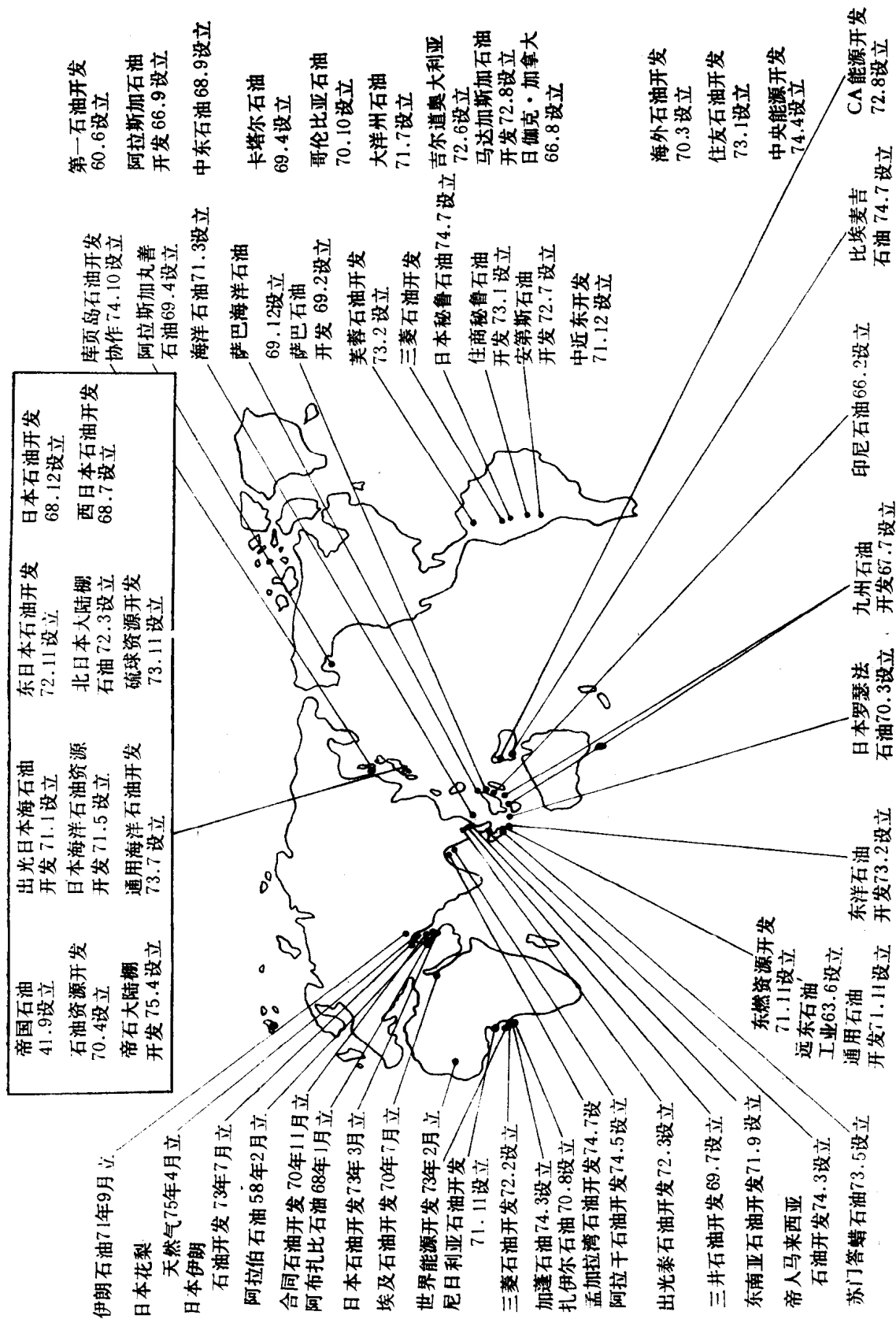


图 1 日本在海外的石油开发状况

关系，组成了七个大垄断集团，另外8家便成了集团之外的独立企业。按有无外资参与来分，这些石油公司又分为外资系和民族系(本国资本)两类。上述7个垄断集团中，有4个属于外资系，3个属于民族系；8家独立公司中，有3家属外资系，5家属民族系。丸善石油公司虽有美国联合石油公司20%的股份，还算作民族系^[1]。

表 4 1973年日本外资系石油企业集团

集团名称	公司 数	炼厂 数	资 本 额		经营范围%(1972年)	
			亿 日 元	占 %	加 工	销 售
日石集团	4	9	373	14.9	15	17.1
昭和壳牌集团	5	4	234.62	9.4	11.5	11.9
埃克森飞马集团	8	7	579.77	23.2	15.6	16.8
三菱集团	2	3	175	7	6.4	8.6
合 计	19	23	1,362.39	54.5	48.5	53.9
独立公司	3	3	104.55	4.1	4.3	
总 计	22	26	1,466.94	58.6	52.8	54.4

从表4可以看出，国际石油垄断资本控制日本的石油工业的大部分。有国际石油垄断资本参与的外资系石油公司，在资本方面占38个石油公司资本总额的58.6%(1973年)。日本的49个炼厂，就有26个受外国资本控制。1976年，有外国资本的日石集团、埃克森·飞马集团、壳牌集团、三菱石油集团控制的日本炼厂共有24座，其加工能力为1.41亿吨，占日本炼油总能力的49.2%。在原油进口方面，受国际石油垄断资本的控制更为严重。六十年代末期，日本从八大国际石油垄断资本进口原油的比重约为57%，1970—1973年均占70%以上。即使在1973年下半年所谓“石油危机”前后，仍占66.9%。1970—1972年日本进口原油的供给者及其所占比重见表6^[1]。

表 5 1973年日本民族系石油企业集团

集团名称	公司数	炼厂数	资 本 额		经营范围%(1972年)	
			亿 日 元	占 %	加 工	销 售
出光集团	2	6	25	1	12.2	14.8
共石集团	7	8	643.3	25.6	16.6	13.9
丸善集团	2	4	244.25	9.8	8	8.3
合 计	11	18	912.55	36.4	36.8	37
独立公司	5	6	126.5	5	10.4	8.6
总 计	16	24	1,039.05	41.4	47.2	45.6

表 6 1970—1972年日本进口原油供给者所占比例, %

国 别	供 给 者	1970年	1971年	1972年
美国公司	德士古	16.1	16.5	15.7
	埃克森	13.8	10.0	11.9
	飞 马	9.1	8.7	9.2
	海 湾	7.8	8.6	8.1
		4.2	4.5	3.9
	联 合	4.9	4.1	3.4
	其 它	3.0	3.0	3.0
	合 计	58.7	55.4	55.1
英国公司	英荷壳牌	12.2	11.7	12.8
	英国石油	1.2	3.6	4.2
	合 计	13.4	15.3	17.0
法国公司	法国石油	2.2	2.1	1.8
苏 联	石油出口公司	1.0	1.1	0.6
日 本	阿拉伯石油	9.5	8.3	8.3
	北苏门答腊	0.3	0.3	0.3
	合 计	9.8	8.6	8.6
其 他		14.9	17.5	16.8
总 计		100.0	100.0	100.0

日本外资系和民族系石油企业集团的详细情况见附表 5 和 6。此外，日本石油公司还从外国石油公司和外国金融机关借款，仅 1972 年一年就借入 9.28 亿美元^[82]。近几年来，在日本人民的斗争下，日本政府对外国资本在日本的势力有所限制，对日本民族企业的发展给予一定鼓励，但在一个相当长的时期内，外国资本对日本炼油工业的控制还将持续下去。

(四) 靠引进国外先进炼油工艺技术

为适应国内需要，大量引进国外的先进炼油工艺技术并加以研究发展，以建设本国的炼油工业并进行技术再输出，这可以说是第二次世界大战以后日本迅速发展本国炼油工业的一项重要措施。按他们自己的说法就是：“日本除原油蒸馏装置外，主要工艺装置均由以外国技术为基础的设备组成”，“炼油设备全部是引进外国技术建设的，而由于技术引进无误和技术消化能力很强，所以炼油事业进行得很顺利”^{[3][76]}。

在燃料油品生产方面，日本的加氢裂化、催化裂化、催化重整、烷基化等，都是采用外国的专利。如总能力为 1,336 万吨/年的 19 套催化裂化装置中，环球油品公司的占 11 套，占总能力的 56%，埃克森公司的 4 套（其中 2 套为Ⅳ型），占总能力的 30%。又如总能力为 2,681 万吨/年的 58 套催化重整装置，环球油品公司的占 45 套，占总能力的 60%，埃克森公司的 7 套，占总能力的 27%。总能力为 247 万吨/年的 3 套加氢裂化装置中，环球油品公司、谢夫隆公司和德士古公司的各一套。燃料油品加氢精制，除煤、柴油加氢精制尚有 3 套日本大协石油公司的装置外，其余 144 套全部为外国技术。如总能力为 3204.4 万吨/年的 32 套汽油、石脑油加氢，有 18 套是环球油

品公司的，占总能力31%，壳牌公司的5套占总能力的17%，总能力为4,803万吨/年的80套煤、柴油加氢装置中，有38套是环球油品公司技术，占总能力的38%，埃克森公司14套，占总能力24%。

润滑油生产方面，溶剂脱蜡、溶剂精制和润滑油加氢等工艺基本上全部采用外国工艺。

日本各种工艺装置引进国外技术的情况见附表7。

在引进国外先进技术的基础上，日本的某些公司和研究单位对这些工艺技术进行分析研究，加以改进，然后进行技术再输出。如日本挥发油公司和千代田化工建设公司，在六十年代以后，先后向委内瑞拉、秘鲁、科威特、阿尔及利亚、多米尼加、印度尼西亚等许多国家出口了各类炼油工艺技术。目前日本有十几个公司计划在国外十六个国家和地区分别设计和建设了75万—2500万吨/年的炼厂。

（五）油品消费以重质燃料油为主

日本是一个燃料动力资源十分缺乏的国家，煤炭和石油都要依靠进口。六十年代以来，国民经济的发展对燃料动力的需求越来越多，促使日本选择了从廉价的中东原油中大量制取燃料油的道路。因此，在日本的油品消费中，重质燃料油一直占有最大的比重，达50—60%。1976年，日本石油产品销售量为1.96亿吨，其中重油燃料油销售量为1.07亿吨，占石油产品总销售量的50.5%^[81]。日本历年来的石油产品产量、销售量见附表8和9。

从表7所列日本油品销售构成可以看出，在日本燃料油品中，轻质油品的比重不断增大。1976与1965年相比，轻质燃料油品的比重从36.37%增加到46.7%，而燃料油则从59.9%降为50.5%。轻质

表 7 日本的油品销售构成, %^{[79][81]}

年 份	石脑油	汽 油	喷气燃料	煤 油	柴 油	轻质油 品合计	燃料油	润滑油
1965	9.2	13.3	0.67	6.4	6.8	36.37	59.9	1.8
1970	13.7	10.5	0.58	7.9	6.0	38.68	54.3	1.2
1976	15.2	13.1	0.91	10.2	7.3	46.7	50.5	0.87

注: (1) 为各种油品销售量与油品总销售量之比。

(2) 1976年数据系根据1977年第3期《石油学会志》统计资料折算。

(3) 日本燃料油分A、B、C重油三种, 其组成见本文最后附录。

表 8 日本石油产品在各部门的销售构成, %^[79]

品种	年份	农林	渔业	矿 业	建 筑	制 造	运输、 通 讯	电气、煤 气、水运、 供暖	其 他
煤 油	1966	11.4	1	0.7	4.3	17.0	4.4	0.4	60.8
	1970	9.1	0.7	0.5	4.1	17.7	3.5	0.8	63.6
	1975	5.5	0.2	0.4	1.9	16.4	2.3	0.6	72.7
柴 油	1966	3.1	0.6	1.4	12.9	7.1	54.8	1.2	18.9
	1970	3.3	0.6	1.2	12.3	8.2	52.6	1.2	20.3
	1975	2.8	0.6	1.1	12.3	7.3	51	0.9	24
A 重油	1966	5.4	40.1	0.5	5.7	20.7	13.6	0.2	13.8
	1970	5	33.9	0.3	3.8	20.1	7.5	1.2	18.2
	1975	3.8	24.3	0.3	3.4	31.9	12.3	2.2	21.8
B 重油	1966	0.9	1.1	0.2	1.9	61.0	14.3	0.7	19.9
	1970	1.1	0.6	0.8	2.3	58.5	3.3	3.1	20.3
	1975	1.9	0.8	0.6	1.5	48.1	26.4	2.1	18.6
C 重油	1966	0.1	0.1	0.5	0.3	61.9	1.2	32.6	3.3
	1970	0.1	0.2	0.3	0.2	52.1	1.3	42.4	3.4
	1975	0.1	0.2	0.3	0.1	52.4	2.3	41.5	3.1
润滑油	1966	3.2	4.4	1.3	5.3	34.4	22.8	1.4	27.2
	1970	2.0	2.4	1.5	3.8	44.2	16.7	2.0	27.4
	1975	1.9	3.1	0.8	2.9	40.4	16.0	0.5	34.4

燃料油品中，煤油的比例上升较快，主要是近年来日本的暖房及家庭取暖用油量增多。日本石油产品在各部门的销售构成见表8。

在润滑油消费方面，随着现代工业的发展，高级润滑油包括汽油机油、柴油机油、齿轮油、精密机械油等的需要量越来越大。1964—1974的十年间，高级润滑油的销售比例从45.7%增加到71.83%，而普通润滑油从54.3%下降到28.17%^[19]。在各类润滑油的消费中，近年来，柴油机油比例有所增加，而汽油机油、机械油和锭子油相对减少。汽油机油和柴油机油大体上占40%，机械油和锭子油各占13—15%，透平油和绝缘油各占5—7%，金属加工油占3%^[79]。各种润滑油品历年产量见附表10。

为了保持石油产品的供需平衡，日本每年有一批石油产品进口和出口。进口的大宗产品还是石脑油，约占当年消费量的20%左右。汽、煤、柴油基本平衡，喷气燃料有30%用于出口。重油虽有进口，但大部分用作外轮加油。润滑油的出口量逐年增多，占产量的15%左右，进口量有所降低，主要是进口特种油品^[76]。日本历年石油产品进、出口量见附表11和12。

(六) 炼油生产主要采用浅度加工

日本对燃料油的高度需求决定了日本炼厂生产采用浅度加工的特点。二次加工能力占原油加工能力的比例一直较低，其中催化裂化不过5—6%，加氢裂化不到1%。近年来，由于高辛烷值汽油需要量的增加，催化重整的比例有所上升，也只占8—9%。在二次加工装置中，以各种加氢精制的能力增长最快，已从1961年占原油加工能力的5.45%增加到1974年的47.79%，其中汽油馏分加氢占23.4%，煤、柴油馏分加氢占39.6%，减压柴油馏分加氢占25.4%，

常压渣油加氢占10.6%，润滑油加氢占1.0%^[83]。1976年，各种加氢精制能力的比例已提高到55.91%^[83]。

造成这种情况的原因，主要是日本炼制用原油大部分是从中东进口的中、高含硫原油。因此炼厂的基本加工流程是蒸馏—重整—加氢脱硫。约有一半的常压渣油通过减压蒸馏取得间脱、催化裂化、润滑油或沥青的原料，小部分常压渣油经直接加氢脱硫制取低硫燃料油。为了实现“低硫化”，日本还采用了增加低硫原油进口量的措施，进口原油的平均含硫量从1965年的1.99%下降到1974年的1.48%^[26]，高硫原油的比重从40%以上下降到15%，而低硫原油比重则从9%上升到30%以上^[11]。日本的炼厂对原油品种的改变和多种原油混炼的适应能力较强，可以加工近三十种原油，最少的也要加工七、八种^[9]。

由于采用浅度加工，日本的轻质油品收率较低。汽油和石脑油收率差不多，约各占10—12%，煤油8—9%，柴油7%左右，而燃料油收率占50%左右^[79]。日本历年石油产品收率见附表13。

日本历年炼制用原材料、燃料及损耗分别见附表14和15。

(七) 力求增加石油储备

过去日本的石油储备一般只有60天。中东石油战争爆发时，它的石油储备只有59天(其中原油28天，产品31天)，到年底又降到50天(其中原油23天，产品27天)^[1]。这时，日本通产省就把加强石油储备作为“防备紧急情况出现的经济安全保障政策”而提出来了。

1975年12月17日日本政府的石油储备法(从1976年4月开始实施)规定，为了保证石油的安定供应，政府和民间都要加强石油储备，目标是1975年达到70天，1976年达到75天，1977年80天，1978年

达到85天,1979年达到90天^[88]。1977年9月日本报纸报道:“日本的实际石油储备量为:原油2844万吨;油品2010万吨,相当于85天的储备”^[98]。这样的水平,与欧美相比仍然是较低的。美国提出了要使石油储备达到180天^[88],欧洲经济共同体1977年4月的平均储备水平达到了100天,西德达到了105天,法国达到了101天,丹麦、土耳其、瑞士等达到了115—128天^[90]。

日本石油储备法规定石油企业负担60天的储备任务现在已增加到了90天。就政府关于石油储备任务的规定来说,则需要有能储存1.1亿吨的油罐能力。据报道,日本今后还要为加强石油储备新增数千立方米的能力^{[3] [51]}。

日本通产省计划中规定,到1985年各石油开发公团要保证国家有860万吨的石油储备,要求《石油特别会计》在1978年度对储备用地投资250亿日元^[90]。通产省的这一计划分三期进行,第一期工程计划在东苦小牧于1980年建成500万米³的油罐能力。这项国家储备的总事业费为8,106亿日元,其中用地和建造油罐费为4,188亿日元,原油费为2,500亿日元,业务费1,418亿日元,投资十分巨大^[90]。

为了保证规定的石油储备,日本这几年加强了对石油储备设备的投资,建设了大型储油基地。日本的冲绳石油储备基地目前拥有120万米³的储备能力^[3]。日本石油集团的喜入基地,被称为目前世界上最大的储油基地,1975年中期第二期工程结束,石油储备能力已达到了660万米³,第三期工程建设尚在计划中^{[62] [67]}。

与此同时,日本的油船吨位和船队规模也在迅速扩大。现在日本油轮的总运输能力已上升到世界第四位,仅次于利比亚、英国和

挪威^[66]。油轮吨位正在向越过50万吨级发展，目前日本最大的“日精丸”号，其吨位为47万吨，已正式下水，来往于中东~日本之间^[67]。为了保证国内原油的需求，适应石油的巨大进口量，使油轮吨位向大型化发展，已成了日本油轮发展中的重要课题。为了减少运费，扩大运油量，日本已在几年前制定了建造100万吨级油轮的计划^[3]。另外，据日本《化学工业时报》1976年6月19日报道，最近出现了以产品运输船（PC）代替大型油轮在海运中运输石油产品的苗头。多年来，日本在油轮建造和使用上的发展，对他们保证石油供给，加强石油储备起到了很大作用。

二、炼厂建设

日本的炼厂建设从1923年起就实行消费地炼制的方针^[76]。现有炼厂基本都建在工业集中、人口密集的大消费区，如太平洋岸、日本海岸、北海道和冲绳，见图2。其中，以太平洋沿岸最为集中，1975年共有炼厂38个、能力为25536.2万吨/年，占日本总炼油能力的82%。这些炼厂一般都建有码头和栈桥，充分利用了比较发达的海洋和内河运输的有利条件，方便了原油和产品的进出。1964—1974年日本分区原油加工量和石油炼制业设备投资列于表9和10。据报道，1975年日本炼厂设备投资为3700亿日元^[80]，1976年比1975年实际上减少了43.9%，仅2238亿日元^[74]。

进入七十年代以来，由于日本的公害日趋严重，在国内对炼厂的布局引起了一些争论。有的人从减少环境污染出发，主张在远离消费区建厂；还有一些人认为日本可利用的建厂用地有限，主张在产油国和所谓中间地带建厂。据报道，日本三菱商事、三井物产、