

国外机械工业基本情况

# 炼油化工设备

兰州石油机械研究所  
合肥通用机械研究所 合编  
中国石化总公司规划院

机械工业出版社

一九八七

**内容简介** 本资料为《国外机械工业基本情况》的炼油化工设备部分，内容包括国外炼油化工设备的现状和发展趋势；化工装置的建设动向；生产管理及制造行业、企业的现状；几种主要产品的发展概况。此外，还介绍了科研机构、国际性会议、标准化工作等。可供本专业工程技术人员、管理干部及教学工作者参考。

## 国外机械工业基本情况

### 炼油化工设备

兰州石油机械研究所

合肥通用机械研究所 合编

中国石化总公司规划院

\*

机械工业部科学技术情报研究所 编辑

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·机械工业出版社书店经售

\*

开本787×1092<sup>1/16</sup>·印张8<sup>1/4</sup>·字数193千字

1987年9月北京第一版·1987年9月北京第一次印刷

印数0,001—1,500·定价: 2.50元

\*

统一书号: 15033·7299Q

## 出版说明

机械工业肩负着为国民经济各部门提供技术装备的重任。为适应四化建设的需要，必须大力发展机械工业。上质量、上品种、上水平，提高经济效益，是今后一个时期机械工业的战略任务。为了借鉴国外机械工业的发展道路、措施方法和经验教训，了解国外机械工业的生产、技术和管理水平，以便探索我国机械工业具有自己特色的发展道路，我们组织编写了第三轮《国外机械工业基本情况》。这一轮是在前两轮的基础上，更全面、系统地介绍了国外机械工业的行业、企业、生产技术和科学研究等方面的综合情况，着重报道了国外机械工业七十年代末和八十年代初的水平以及本世纪末的发展趋向。

第三轮《国外机械工业基本情况》共一百余分册，参加组织编写的主编单位包括研究院所、工厂和高等院校共一百余个，编写人员达一千余人。本册为炼油化工设备，主编单位是国家机械委兰州石油机械研究所、合肥通用机械研究所和中国石油化工总公司石油化工规划院。参加编写的人员有石油化工规划院刘积文（第一、二两章）、石油部情报所贾映萱〔第三章（一）〕、兰州石油机械所张明石〔第三章（二）〕、合肥通用机械所王盛沧〔第三章（三）〕、北京化工学院郑忠正〔第三章（四）〕、兰州石油机械所任书恒〔第三章（五）〕、河北工学院程金凤〔第三章（六）〕、石油化工规划院万邦蒸〔第三章（七）〕、成都科技大学姚金源〔第三章（八）〕、北京市通用机械研究所陈登丰〔第四、五、八、九章（二）〕、国家机械委研究设计总院严致和、纪梦尹（第五、六章）、兰州石油机械所吴长春、胡华燃（第八章）、冯素霞〔第九章（一）〕。全册文稿由合肥通用机械研究所王盛沧、宗士英、兰州石油机械研究所吴长春、程子棠负责编辑。

责任编辑：杨云秀 程子棠

# 目 录

一、炼油、石油化工的生产及发展趋势	1
(一) 炼油工业	1
1. 建设速度及产品产量	1
2. 装置组成及经济指标	1
(二) 石油化学工业	3
1. 建设速度和产品产量	3
2. 原料结构的变化	5
(三) 精细化工的发展	6
(四) 炼油、石油化工机械	7
二、炼油、石油化工技术的发展概况	9
(一) 装置大型化	9
(二) 设备大型化及机械加工的发展	9
(三) 深度加工技术及设备	10
1. 重油催化裂化	10
2. 加氢裂化、加氢精制技术和设备	10
3. 焦化	10
(四) 节约能量、提高能源利用效率	12
1. 新工艺	12
2. 改进设备	12
3. 改进催化剂	12
4. 发展低品位能回收技术	12
三、主要单元装备发展概况	14
(一) 工业炉	14
1. 加热炉节能技术进展基本情况	14
2. 加热炉污染控制技术进展基本情况	15
3. 加热炉的炉型发展基本情况	16
4. 乙烯裂解炉的近期技术发展	16
(二) 塔器	17
1. 塔板的开发	18
2. 塔填料的开发	20
(三) 压力容器	22
1. 大型化趋势仍在继续	22
2. 设计方式不断完善	22
3. 钢材选用取得进展	23
4. 制造方法适应大型化要求	23
5. 缺陷无损检测趋向多样化	24
6. 断裂力学研究成果得到应用	25
(四) 换热器	26

1. 管壳式换热器	26
2. 板式换热器	27
3. 板翅式换热器	27
4. 热管换热器	28
5. 回转再生式换热器	29
6. 强化传热管	29
7. 换热器的发展趋势	31
(五) 空气冷却器	32
1. 结构型式的发展	33
2. 鼓风式、引风式与自然通风式空冷器	34
3. 湿空冷器	35
4. 低温防冻和高粘易凝油品用空冷器	35
5. 塔顶冷凝冷却器	38
6. 管束与管箱	38
7. 翅片管与强化传热	38
8. 风机与噪声的控制	39
(六) 反应器	40
1. 固定床反应器	40
2. 移动床反应器	42
3. 釜式反应器	43
4. 热管式反应器	43
(七) 储罐	46
1. 浮顶油罐	46
2. 内浮顶油罐	47
3. 低温液化气储罐	48
4. 大型储罐的安全性问题	49
(八) 球形容器	51
1. 概况	51
2. 有关国家压力容器设计规范中的设计参数	51
3. 球形容器的主要结构和典型产品	51
4. 球形容器用钢	52
5. 球形容器的焊接和焊后热处理	54
6. 球形容器的裂纹及事故	54
四、制造工艺及装备	56
(一) 装置的大型化对制造工艺的影响	56
(二) 压力容器传统制造技术的重大革新	58
1. 弯曲成型技术	58
2. 封头成型技术	58
3. 管板加工技术	59
4. 焊接技术	59
5. 管-管板连接技术	60
6. 热处理技术	61

(三) 压力容器制造中的新概念	61
五、 制造行业	64
(一) 行业概况	64
(二) 发展动向	66
1. 产品尺寸和重量不断加大	67
2. 制造设备大型化	67
3. 电子计算机开始广泛应用	67
4. 新工艺新技术有相当大的进展	67
5. 在运输储存工作中广泛实行机械化	68
(三) 生产的专业化和联合化	68
六、 化工炼油设备制造企业	74
(一) 大型企业	74
1. 联合体	74
2. 以冶金铸锻为中心的综合性企业	74
(二) 专业性中小企业	75
(三) 企业管理的政策和发展趋势	76
1. 专业化生产和大型企业分散管理	76
2. 全面质量管理	77
3. 电子计算机辅助管理	78
(四) 工厂平面布置举例	78
1. 日本室兰制作所	78
2. 法国Framatome公司Chalon工厂	79
3. 法国Creusot-Loire板焊和压力容器事业部	82
4. 民主德国Furstendwalda化学及储罐设备制造厂	86
(五) 国外炼油化工设备主要制造企业一览表	87
七、 科研工作	99
(一) 发展动向	99
1. 开发了各种节能设备	99
2. 加强环境保护设备的研制	99
3. 炼化装置采用计算机实行自动控制	99
4. 加强新材料、新工艺的开发	100
5. 加强对传热过程的研究设计	100
(二) 研究机构	100
1. 全苏石油机械研究设计院	101
2. 法国石油研究院	104
3. 传热研究公司	104
4. 传热及流体流动服务中心	106
5. Cleusot-Loire (C-L) 研究中心	107
八、 国际性科技组织、会议和展览	108
(一) 科技组织	108
(二) 科技会议	108
1. 有关压力容器的国际会议	108

2. 有关焊接的国际会议·····	109
3. 断裂力学会议·····	110
4. 无损检测会议·····	111
5. 能源和能源转换会议·····	111
6. 材料会议·····	112
7. 化学工程会议·····	112
8. 传热、传质和换热器会议·····	113
(三) 科技展览·····	113
1. 国际化学工程和化工机械展览·····	113
2. 国际焊接展览·····	113
3. 国际无损检测展览·····	113
4. 国际起重运输展览·····	113
九、标准化工程·····	115
(一) 国外炼油化工设备标准化组织·····	115
(二) 质量保证体系·····	119
1. ASME 质量控制/ 保证体系·····	121
2. 质量控制/ 保证体系的验收标准·····	124

(三) 压力容器制造中的新概念	61
五、 制造行业	64
(一) 行业概况	64
(二) 发展动向	66
1. 产品尺寸和重量不断加大	67
2. 制造设备大型化	67
3. 电子计算机开始广泛应用	67
4. 新工艺新技术有相当大的进展	67
5. 在运输储存工作中广泛实行机械化	68
(三) 生产的专业化和联合化	68
六、 化工炼油设备制造企业	74
(一) 大型企业	74
1. 联合体	74
2. 以冶金铸锻为中心的综合性企业	74
(二) 专业性中小企业	75
(三) 企业管理的政策和发展趋势	76
1. 专业化生产和大型企业分散管理	76
2. 全面质量管理	77
3. 电子计算机辅助管理	78
(四) 工厂平面布置举例	78
1. 日本室兰制作所	78
2. 法国Framatome公司Chalon工厂	79
3. 法国Creusot-Loire板焊和压力容器事业部	82
4. 民主德国Furstendwalda化学及储罐设备制造厂	86
(五) 国外炼油化工设备主要制造企业一览表	87
七、 科研工作	99
(一) 发展动向	99
1. 开发了各种节能设备	99
2. 加强环境保护设备的研制	99
3. 炼化装置采用计算机实行自动控制	99
4. 加强新材料、新工艺的开发	100
5. 加强对传热过程的研究设计	100
(二) 研究机构	100
1. 全苏石油机械研究设计院	101
2. 法国石油研究院	104
3. 传热研究公司	104
4. 传热及流体流动服务中心	106
5. Cleusot-Loire (C-L) 研究中心	107
八、 国际性科技组织、会议和展览	108
(一) 科技组织	108
(二) 科技会议	108
1. 有关压力容器的国际会议	108



# 一、炼油、石油化工的生产及发展趋势

## (一) 炼油工业

### 1. 建设速度及产品产量

七十年代中期以来,由于原油价格上涨,油品的需用量下降,世界炼油总能力逐年有所减少,1983年减少了9670万吨,约占总能力的2.5%,比起1982年其减少量下降50%以上,说明炼厂关闭的倾向正在结束。但是在此期间,苏联和中东的加工能力有所增加,全世界的热加工能力也有所增加,其中1983年苏联原油加工能力增加了1250万吨,中东增加了1075万吨。1983年全世界炼厂热加工能力增加517.8万吨(2.27%)<sup>[1]</sup>。

表1-1 为1981年末国外原油加工能力情况<sup>[2]</sup>

从基建投资项目看,预计1984年将结束下降的局面。1984年美国炼油工业的投资预计为37.6亿美元,比1983年的32.4亿美元增加16%,预计1985年将增加到45.8亿美元,但此数字仍低于1982年实际投资54.9亿美元的水平<sup>[1]</sup>。

表1-1 国外原油加工能力(1981年末)<sup>[2]</sup>

国别	能力 原油加工能力,万吨/年	二次加工能力,万吨/年			炼厂数
		催化裂化	催化重整	加氢	
美国	88347	25667	16311	42077	273
苏联	58000	—	—	—	119
日本	27902	1965	2385	—	49
意大利	20013	1285	1758	4198	32
法国	16456	1104	1883	5905	22
联邦德国	14686	957	2206	6552	31
英国	12408	1278	1876	5449	17
加拿大	10884	2355	1716	4540	38
荷兰	8538	555	910	3489	8
委内瑞拉	6615	571	28	1432	8
墨西哥	7350	1485	610	2626	10
西班牙	7587	—	839	2050	10
巴西	7033	1385	929	461	13
比利时	5173	455	529	2246	8
世界总计	391967				913

### 2. 装置组成及经济指标

七十年代中期以来,重质原油比例增高,轻质油品需用量的比例增大,以及环境保护的要求日趋严格,促使炼油加工深度随之提高及加氢装置的增多。七十年代末新建炼厂的装置组成及美国几家大石油公司的炼油装置组成如表1-2、1-3,新建深度加工型炼厂经济指标如表1-4。

表1-2 七十年代末新建炼厂的装置组成<sup>[2]</sup>

单位: %

	美东海岸		美墨西哥湾地区		加勒比地区		鹿特丹地区		墨西哥		中东	
	15万桶/开工日		15万桶/开工日		15万桶/开工日		15万桶/开工日		15万桶/开工日		15万桶/开工日	
	浅加工	深加工	浅加工	深加工	浅加工	深加工	浅加工	深加工	浅加工	深加工	浅加工	深加工
原油蒸馏	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
减压蒸馏	8.0	36.5	8.0	36.5	8.0	36.5	8.5	36.5	16.5	36.5	20.0	8.5
重整												
循环再生	24.5	28.5	24.5	28.5	24.0	28.5	24.0	28.5	27.5	30.0	23.5	26.0
半再生	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
烷基化(按产品计)	—	6.0	—	6.0	—	6.0	—	6.0	—	7.5	—	4.5
催化裂化	—	21.5	—	21.5	—	21.5	—	21.5	—	26.0	—	10.0
加氢												
石脑油	24.5	26.5	24.5	26.5	24.0	26.5	24.0	26.5	27.5	28.0	23.5	23.5
馏分油	19.0	18.5	19.0	18.5	20.0	18.5	20.0	18.5	19.5	21.0	22.5	21.0
常压渣油	37.5	41.0	37.5	41.0	34.9	37.5	34.5	38.0	37.5	40.5	40.0	40.5

注: 二次加工能力以原油加工能力的体积%表示

表1-3 美国几家大石油公司的炼油装置组成<sup>(3)</sup>

	Shafcon		Exxon		Shell		Amoco		Texaco	
	万吨/年	%	万吨/年	%	万吨/年	%	万吨/年	%	万吨/年	%
原油加工能力	7345		5955		5045		4989		4639	
催化裂化	1330	18.1	2429	40.8	1898	37.6	2014	40.4	1690	36.4
催化重整	1269	17.3	1144	19.2	1029	20.4	1136	22.8	884	19.1
加氢裂化	922	12.6	364	6.1	462	9.2	230	4.6	168	3.6
加氢精制	2415	32.9	2907	48.8	2647	52.5	1063	21.3	1062	22.9
烷基化	208	2.8	334	5.6	304	6	218	4.4	201	4.3
焦化	623	8.5	545	9.2	468	9.3	355	7.1	280	6
炼厂数, 个	12		5		7		7		9	

表1-4 新建深度加工型炼厂1985年经济指标<sup>[2]</sup>

(1978年美元)

	美东海岸		美国墨西哥湾地区		加勒比地区		鹿特丹地区		墨西哥		中东	
	万美元/年	美元/桶	万美元/年	美元/桶	万美元/年	美元/桶	万美元/年	美元/桶	万美元/年	美元/桶	万美元/年	美元/桶
原料费用												
原油	77170	14.70	77180	14.70	74810	14.25	75340	14.35	71660	13.65	67150	12.79
丁烷	2240	0.43	2120	0.41	2180	0.43	2080	0.40	2990	0.56	240	0.05
小计	79410	15.13	79300	15.11	76990	14.66	77420	14.75	74910	14.26	67390	12.84
加工费												
劳务费	870	0.17	750	0.14	630	0.12	630	0.12	630	0.12	950	0.18
电费	750	0.14	750	0.14	920	0.17	920	0.17	410	0.08	500	0.10
维修	2380	0.45	1990	0.38	2350	0.45	1900	0.37	2450	0.47	3080	0.59
催化剂、化学药剂	620	0.12	620	0.12	600	0.11	600	0.11	650	0.12	550	0.10
税收和保险	1410	0.27	1180	0.22	690	0.13	1110	0.21	700	0.13	900	0.17
小计	6030	1.15	5290	1.00	5190	0.98	5160	0.98	4840	0.92	5980	1.14
折旧	7220	1.37	6040	1.15	7010	1.34	5650	1.08	7110	1.35	9120	1.74
总费用	82660	17.65	90620	17.26	89190	16.98	88230	16.81	86860	16.54	82490	16.72
产品收入	109430	20.84	103430	19.70	107700	20.51	105070	20.01	110920	21.13	93130	17.74
所得税	8380	1.58	6400	1.22	—	—	8080	1.53	—	—	—	—
净经营盈利	8390	1.60	6400	1.22	186510	3.53	8760	1.67	24060	4.59	10640	2.03
税后投资回益, %	10.0		9.0		23.0		13.0		30.0		11.5	
投资	83900		71300		80200		68300		80000		100200	

## (二) 石油化学工业

当前化工产品中有85%是有机化工产品，而发达国家的有机化工产品中以油、气为原料的石油化工产品约占90%。按销售额计，石油化工产品约占全部化工产品的45%以上。虽然石油涨价以来，煤又重新受到重视，但中、近期以内，化学工业的原料结构不会有有多大实质性变化。估计到2000年化学工业的原料仍将以油气为主。随着能源结构的改变，作为燃料和动力用的石油将逐渐为煤及核能所取代而缩小其比重，用作化工原料的石油比例将增加。<sup>[4]</sup>

### 1. 建设速度和产品产量

石油涨价以来，化学工业的发展虽然放慢了速度，但在工业部门中仍居前列，如表1-5。

表1-5 主要工业国家1970~1980年化学工业和整个工业增长率的比较(%)

国 别	化学工业	整个工业
美 国	5.0	3.7
苏 联	8.0	7.7
日 本	5.8	4.6
联邦德国	5.7	2.3
世 界	5.8	4.3

石油化工产品的产量，美国仍居世界的首位（化肥除外），其产量如表1-6。

表1-6 主要工业国家1981年主要石油化工产品产量 (万吨)

国名 \ 产品	合成氨	化肥	乙烯	塑料	合成纤维	合成橡胶
美 国	1741	2288	1293	1680	328	221
苏 联	1840	2476	195	410	59	213
日 本	223	186	367	704	132	101
联邦德国	239	469	288	660	75	39

近年来，国外原油、天然气、乙稀、氮肥、塑料、合成橡胶、合成纤维产量情况，见表1-7、1-8、1-9、1-10、1-11、1-12、1-13。

表1-7 1981年国外原油产量<sup>[3]</sup>

国家	万吨	国家	万吨
苏 联	60900	伊 拉 克	4400
沙 特 阿 拉 伯	49000	阿 尔 及 利 亚	4000
美 国	47700	埃 及	3250
墨 西 哥	12000	阿 根 廷	2550
委 内 瑞 拉	11500	挪 威	2300
英 国	8900	卡 塔 尔	1950
印 度 尼 西 亚	7900	澳 大 利 亚	1835
加 拿 大	7500	印 度	1500
阿拉伯联合酋长国	7348	阿 曼	1600
尼 日 利 亚	6800	马 来 西 亚	1100
伊 朗	6500	罗 马 尼 亚	1100
科 威 特	5800	巴 西	1100
利 比 亚	5500	特立尼达和多巴哥	1050
		厄瓜多尔	1020
		总 计	285899.5

表1-8 1981年国外天然气产量<sup>[3]</sup>

国 家	亿立方米	国 家	亿立方米
美 国	5546	挪 威	261
苏 联	4638	利 比 亚	191
荷 兰	864	联 邦 德 国	180
加 拿 大	742	委 内 瑞 拉	170
墨 西 哥	421	巴 基 斯 坦	170
罗 马 尼 亚	408	意 大 利	142
英 国	404	沙 特 阿 拉 伯	123
阿 尔 及 利 亚	325	澳 大 利 亚	107
印 度 尼 西 亚	304	总 计	16362

表1-9 主要工业国家乙稀产量<sup>[4]</sup> (万吨)

国 别	1970	1975	1979	1980	1981	1982
美 国	820.4	897.1	1326.7	1301.2	1292.8	1113.6
苏 联	98.3	136.6	164.2	178.2	195.3	
日 本	309.7	339.9	478.4	417.5	366.5	
联 邦 德 国	202.0	214.0	354.9	306.6	287.7	
英 国	99.8	95.9	127.5	110.5	123.6	
法 国	99.3	123.5	224.8	207.3	185.7	
意 大 利	90.5	112.8	118.2	109.0		

表1-10 主要工业国家氮肥产量<sup>[4]</sup> (万吨标肥)

国 别	19 77/1978	19 78/1979	19 79/19 80	19 80/1981	19 81/19 82
美 国	974.7	1021.2	1123.9	1188.5	1054.4
苏 联	902.5	922.0	907.4	1024.1	1070.5
联 邦 德 国	130.5	127.3	147.6	143.6	110.8
法 国	166.9	178.1	165.0	164.0	142.0
英 国	120.2	114.7	130.0	116.3	119.7
日 本	144.6	145.6	149.3	120.1	101.9
印 度	200.0	217.3	222.4	216.4	314.3
世界总计	5196.0	5601.0	5961.0	6284.5	6222.1

表1-11 主要工业国家塑料产量<sup>[4]</sup> (万吨)

年度 国家	1978	1979	1980	1981
美 国	1630	1885.9	1607.9	1680.0
日 本	674.8	820.9	751.8	703.8
联 邦 德 国	675.0	724.0	673.8	660.0
苏 联	350.0	350.4	355.0	410.0
意 大 利	266.0	286.0	271.0	258.0
法 国	275.0	334.8	315.2	285.9
英 国	264.0	263.0	214.5	214.5
世界总计	5620.1	6311.9	5915.5	5957.8

表1-12 主要工业国家合成纤维产量<sup>[4]</sup>

(万吨)

国家	年度	1975	1979	1980	1981	1983
美 国		244.5	348.4	324.2	327.6	317
日 本		102.1	136.3	135.7	132.9	134
联邦德国		62.5	76.0	72.0	75.2	
苏 联		36.6	47.6	55.0	56.4	
意 大 利		27.7	36.0	35.5	43.6	
英 国		36.1	38.1	28.8	24.9	
法 国		20.5	22.4	19.2	20.1	
世界总计		735.3	1061.4	1049.2	1073.0	1120

表1-13 主要工业国家合成橡胶消耗量<sup>[4]</sup>

(万吨)

国家或地区	年度	1975	1980	1981
美 国		196.4	198.1	202.2
英 国		26.6	24.8	22.08
法 国		27.8	34.2	30.3
联邦德国		36.0	42.0	39.6
意 大 利		22.0	28.8	26.5
日 本		58.5	88.5	85.1
东 欧		200.0	252.0	245.0
世界总计		702.8	860.0	844.5

## 2. 原料结构的变化

西欧地区近几年石油化工原料中液化石油气、炼厂气、天然气的比例明显增加。法国1976年至1980年液化石油气数量增长了五倍，炼厂气增加了一倍。日本1982年液化气用量比1981年增加53%，天然气凝析油增加33%。挪威已利用北海的天然气凝析油为原料建成乙稀装置<sup>[4]</sup>。第三世界的许多产油国采取措施把长期放空的伴生气回收利用并发展以天然气液烃为原料的乙稀工业。

1981年世界乙稀原料构成：天然气液烃31%，石脑油58%，柴油11%。各主要国家和地区乙稀原料构成如表1-14。

表1-14 1981年世界主要国家乙稀原料构成<sup>[5]</sup>

(占生产能力的%)

国家和地区	天然气液烃	石脑油	柴油
美 国	61	29	10
日 本	10	90	—
西 欧	4	80	16
东 欧	12	78	10
加 拿 大	47	43	10
墨 西 哥	100	—	—
南 美 东	34	55	9
中 东	72	28	—
其它远东	21	72	6
澳大利亚	42	34	24
非 洲	27	35	38
合 计	31	58	11

1981~1986年世界新增乙烯能力为 840 万吨, 1982年在建的大型乙烯就有35个, 这些项目绝大部分都是采用从天然气回收的乙烷为原料, 如表1-15。

表1-15 近期建设的大型乙烯厂<sup>[5]</sup>

国别	所属公司	地点	能力 万吨/年
科威特 沙特阿拉伯	PIC	Shuaiba	35
	SABIC	Al Jubail	50
	Mobil / SABIC	Yanbu	45
	Shell / SABIC	Al Jabail	65
墨西哥	PEMEX	Morelos	50
		Bahia Blanca	20
阿根廷	AGE	Red Deer	54
		Red Deer	68
加拿大	AGE	Red Deer	68
		Red Deer	68
英国	ESSO/Shell	Mossmorran	50
		Mossmorran	35
印尼	EXXON / Pertamina		

注: 均以乙烷为原料来到

以天然气液烃生产乙烯的工艺技术不断改进, 不仅能耗大幅度降低, 而收率、投资、成本都较石脑油、柴油为优, 如表1-16、1-17。

表1-16 不同原料的产品收率<sup>[5]</sup>

(重量%)

原料 产品	乙烷	丙烷	丁烷	轻石脑油	石脑油	常压柴油
乙 烯	81.0	43.0	41.5	37.7	33.9	24.7
丙 烷	—	15.8	17.0	18.1	14.6	12.1
富 氢 气	14.2	—	—	—	—	—
富甲烷气	—	29.1	23.0	17.9	16.5	11.7
丁烷、丁烯	—	4.6	10.4	7.8	9.1	8.4
丙烷以上	4.7	—	—	—	—	—
加氢汽油	—	6.8	7.1	17.5	22.1	26.6
燃料油	0.1	0.7	1.0	1.0	3.8	16.5
合 计	100	100	100	100	100	100

表1-17 不同原料的经济效益对比<sup>[5]</sup>

	天然气液烃			石脑油	柴油
	乙烷	丙烷	丁烷		
原料处理量比值	1	1.78	1.38	1.91	2.56
投资 比值	1	1.2	1.35	1.44	1.51
能 耗 比值	1	1.27	1.17	1.50	2
乙烯成本 美分/公斤	32.8	33.9	34.6	51.1	52.2

### (三) 精细化工的发展

七十年代以来, 特别是近年来, 加快精细化工的发展已成为世界性的趋势, 如表1-18。

日本政府近年来采取了一系列措施促进精细化工的发展, 如成立技术研究联合会, 对重要技术的研究开发提供资助, 制订基础技术开发计划等。同时, 许多化工企业竞相调整企业

结构，改变经营战略，急速转向精细化工，从而使日本精细化工获得了较快的发展。

联邦德国的精细化工也有了较快的发展。精细化学品的比重到1978年达44.5%。美国1975~1980年精细化工的发展速度也高于化学工业的平均速度。

世界主要发达国家除苏联及其他几个国家外，都在加快精细化工的发展。

#### (四) 炼油、石油化工机械

六十年代中期到七十年代，由于化学工业的高速发展，化工机械工业的发展也很迅速。七十年代后期，化学工业的发展速度减慢，化工机械的增长速度也趋于稳定，见表1-19、1-20。

表1-18 几个国家精细化学品的产量与产值

		美 国		苏 联		日 本		联 邦 德 国		英 国	
		1979	1980	1979	1980	1979	1980	1979	1980	1979	1980
医 药	产 值 (亿美元)	155.4	175.6	80.0*		138.8	147.8	76.4	83.1	42.4	49.4
农 药	产量(万吨)	68.0	63.5	28.4	28.3	10.2	10.7	15.9	15.5		
合成染料	产量(万吨)	12.10	12.30	8.36	8.10	5.99	5.14	14.50	12.40	5.32	5.00
涂 料	产量(万吨)	460.8		294.3	289.7	159.8	154.2	131.9	132.2	64.1	70.5
香 料	产量(万吨)		4.3	0.60	0.68	3.34	3.20				
	销 售 额 (亿美元)		10.79			4.5 (1978年)					
合成洗涤剂	产量(万吨)	476.3		85.9	101.2	93.3	109.5	108.8		79	
有机颜料	产量(万吨)	3.60	3.27			2.18	2.08	14.6 (有机色素)	12.4 (有机色素)	1.58 (1978年)	
表 面 活 性 剂	产量(万吨)	153.3 (1978年)				81.1	68.5			25.1 (1978年)	
粘 接 剂	产量(万吨)		40.0		86	71.1	65.1	44.8	45		
增 塑 剂	产量(万吨)	75.2 (消费量)	65.7 (消费量)			44.5	40.7				
橡胶助剂	产量(万吨)	17.8	18.1			4.47	4.57				
感光材料	产 量 (千平方米)					103,025	105,423				
	销 售 额 (亿美元)					1,851 亿日元	2,625 亿日元	14亿马克		3 亿英镑	
化 妆 品	销 售 额 (亿美元)	74.22	94.20	16.8 亿卢布	18.06 亿卢布		40.0		25.39		16.20
催 化 剂	产 量 (吨)					32,017	34,594				
	销 售 额	7.05亿美元 (1978年)	13.59 亿美元			328 亿日元	598.7 亿日元			0.37亿英镑 (1978年)	
纺织助剂	产量(万吨)							22.8			
皮革助剂	产量(万吨)			鞣 剂 3.64				8.19		鞣剂1.97 (1978年)	
印刷油墨	产量(万吨)	56	68			23.34	25	12.6 (1978年)			

\*为推算值。

表1-19 主要工业国家机械产值和发展速度<sup>4)</sup>

国别	1978年 (亿美元)	1979年 (亿美元)	1980年 (亿美元)	1981* (亿美元)	1980/1979 (%)	1981年/1980 (%)
美国	44.00	49.00	54.80	63.00	112	115
苏联	9.50	11.30	11.20	10.80	99	96
日本	13.90	14.18	17.45	17.10	118	98
联邦德国	12.80	12.74	15.31	12.90	123	84
法国	5.10	5.78	5.82	4.85	100	83
英国	5.65	6.10	5.60	4.30	92	77
意大利	3.80	3.60	3.45	2.95	96	85
合计	94.81	102.70	131.63	115.90	105.71	91.14

\*估计数

表1-20 主要工业国家化工机械产值占化工投资比例<sup>4)</sup>

国家	年份 单位 数值	1978			1979年			1980年			1981年		
		化机 产值 (亿美元)	化工 投资 (亿美元)	比例 (%)	化机 产值 (亿美元)	化工 投资 (亿美元)	比例 (%)	化机 产值 (亿美元)	化工 投资 (亿美元)	比例 (%)	化机 产值 (亿美元)	化工 投资 (亿美元)	比例 (%)
美国		44.00	71.06	61.97	49.00	85.00	57.65	54.80	126.90	43.49	63.00	131.10	48.05
日本		13.90	32.70	42.50	14.18	18.90	75.03	17.45	30.80	56.66	17.10	35.30	48.44
联邦德国		12.80	30.60	42.03	12.74	33.00	38.61	15.31	35.00	43.74	12.90	36.20	35.64
法国		5.10	12.10	42.15	5.78	12.30	46.99	5.82	12.10	48.10	4.85	12.20	39.75
英国		5.65	22.20	25.45	6.10	23.10	26.41	5.60	22.10	25.34	4.30	21.50	20.00
意大利		3.80	14.40	26.39	3.60	14.50	24.83	3.45	8.40	41.10	2.95	7.80	37.82
苏联		9.50	80.60	11.80	11.30	70.60	16.01	11.20	60.60	18.60	10.80	67.80	15.93



## 二、炼油、石油化工技术的发展概况

### (一) 装置大型化

七十年代, 国外炼油、石油化工装置普遍实现了大型化。但是由于大型化装置的经济效益受到原料供应与开工率等因素的影响, 而且, 一旦因故停产将会遭受更大的经济损失; 装置一次投资费用高; 建成后进行技术改造和设备更新也较困难, 因此, 各个国家很重视选择符合本国国情的最适宜的装置规模。

近年来, 乙烯装置一般规模为30~60万吨/年, 合成氨为30~45万吨/年。<sup>[4]</sup>(表2-1)。

随着原料生产装置的大型化, 合成树脂装置规模也趋于增大, 聚合设备也相应加大。低密度聚乙烯最大单线能力釜式法为15万吨/年, 管式法为18万吨/年, 高密度聚乙烯单线能力为6万吨/年, 气相法单线能力达12万吨/年, 聚丙烯最大单线生产能力达11万吨/年。本体法聚乙烯单线能力达2.5万吨/年, 悬浮法2.0~2.5万吨/年, 同时, 生产厂的规模也逐渐扩大, 最大达18万吨/年。<sup>[4]</sup>

表2-1 石油化工装置大型化的发展趋向

类 别	1960~1970	1970~1980年	最大可能达到
乙 烯	20~30万吨/年	30~45万吨/年	75万吨/年
合 成 氨	500~1000吨/天	1000~1500吨/天	3000吨/天
甲 醇	500~1000吨/年	1000~2500吨/年	5000吨/天
液化天然气	80~100万吨/年	100~200万吨/年	250万吨/年
液化石油气	50万吨/年	100万吨/年	150万吨/年

### (二) 设备大型化及机械加工的发展

七十年代以来, 机械成型工艺向大型化、自动化方面发展, 目前世界上制造压力容器用的大型自由锻造水压机最大已达15000吨以上, 卷板机由全机械式发展为数控全液压式。日本北海铁工所制成的数控大型封头旋压机可制造8米(直径)×120毫米(厚度)的封头, 英国一家公司所设计的液压弯管机弯管直径可达168毫米至914毫米, 最大壁厚为76毫米。

炼油、化工设备随炼油、化工装置规模的大型化, 在生产能力及设备结构尺寸方面也相应增大。氨合成塔直径为3670毫米。焦化装置的焦化塔直径达8.2米。国外大型压力容器代表性产品的情况见表2-2。

由于七十年代末, 八十年代初装置大型化已逐渐趋于稳定, 因之, 机械产品的情况亦大, 致与之相适应。