

国外石油化学工业近况

上海科学技术情报研究所

前 言

伟大领袖毛主席教导我们：“革命就是解放生产力，革命就是促进生产力的发展。”经过无产阶级文化大革命的战斗洗礼，在党的“九大”团结、胜利旗帜的鼓舞下，当前一个“抓革命，促生产”的新高潮正在到来。全国亿万军民，在毛主席“提高警惕，保卫祖国”、“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针指引下，为把我国建设成为一个具有现代工业、现代农业、现代国防和现代科学技术的社会主义强国而奋斗，为巩固我国无产阶级专政和支援世界革命而作出新的贡献。

石油化学工业是一个新兴的工业部门，在国民经济中占有十分重要的地位。随着现代科学技术的发展，石油化学工业将显得越来越重要。解放后，我国石油化学工业蓬勃发展，为迅速建成我国自己的石油化工体系打下了良好的基础。当前，全国革命、生产形势一片大好，为了迅速发展我国石油化学工业和赶超世界先进水平，根据伟大领袖毛主席“洋为中用”的教导，我们将最近收集的国外期刊上所报道的资料，加以整理，供战斗在化工战线上的同志们参考。应指出的是，国外石油化工的发展是各资本主义国家相互竞争，以夺取更大利润为目的。某些期刊所报道的有些数字，在一定程度上是吹嘘的，因此，我们应以批判的眼光去看待；对于石油化工的综合利用和一些新的生产技术，我们可以结合我国具体情况，加以分析研究，取其精华，去其糟粕。

由于石油化学工业是一个综合性的行业，涉及面甚广，鉴于篇幅所限，本文着重介绍石油化工基本原料，主要石油化学中间产品和合成橡胶、合成树脂与合成纤维等石油化学最终产品的发展、综合利用和新技术的应用情况。1965年以前，国外石油化学工业发展情况已有资料作了综述，本文主要介绍近几年来国外石油化工的现状和发展趋势。

由于这份资料是我们在制订科研规划时作内部参考用的，在收集、整理工作中，时间短促、人员有限，内容也欠全面，更主要是我们毛主席著作学习得不够，对国外资料的批判鉴别能力较差，缺点错误在所难免，敬请化工战线特别是石油化工战线上的同志们批评指正。

上海市石油化学研究所技术情报组

1970年6月

引言

石油化学工业是化学工业中一个重要部门。由于它的原料来源丰富、价廉,可以生产满足多方面需要的产品,近几年来,国外石油化学工业仍以较快的速度发展。现在产品的产量和需用量进一步增长;生产能力日益扩大,生产规模日趋大型化;新产品和新技术不断出现,许多重要产品如氯乙烯、醋酸乙烯、丙烯腈、丙酮等,都将从以乙炔或粮食为原料转向以石油为原料。下面分别叙述国外石油化学工业发达的国家的主要石油化学工业基础原料和主要石油化学产品的生产发展情况。

一、主要资本主义国家石油化学工业近况

化学工业在工业部门中占有重要的地位,而石油化学工业在化学工业中占有很大的比重。据“化学经济”杂志 1969 年第 11 期报道,1967 年,主要资本主义国家化学工业产值占国民经济总产值的比重:美国为 5.4%、日本为 7.3%、意大利为 8.5%、西德为 6.9%、英国为 6.4%、法国为 6.0%。1967 年,美国化学工业总产值为 400 亿美元以上,占世界化学工业总产值的三分之一左右,为化学工业产值最大的国家。其次是西德,产值为 87 亿美元。日本虽然还赶不上西德,但 1967 年产值达 81 亿美元,占世界化学工业总产值的十五分之一,但发展速度比西德快,他们自己预计,1970 年将达 100 亿美元,而超过西德。在 1962~1967 年间,资本主义国家化学工业平均增长率:日本为 15%、法国为 9.5%、意大利为 9%、西德为 8%、美国为 7.5%、英国为 6.5%(参照图 1 和图 2)。另一方面,从资本主义国家化学工业设备投资额来看:1967 年,美国为 28.8 亿美元、西德为 9.25 亿美元、日本 8.1 亿美元、英国 5.77 亿美元、法国 5.23 亿美元、意大利 4.0 亿美元(参看表 1)。从每人一年产值来看,请参看表 2。

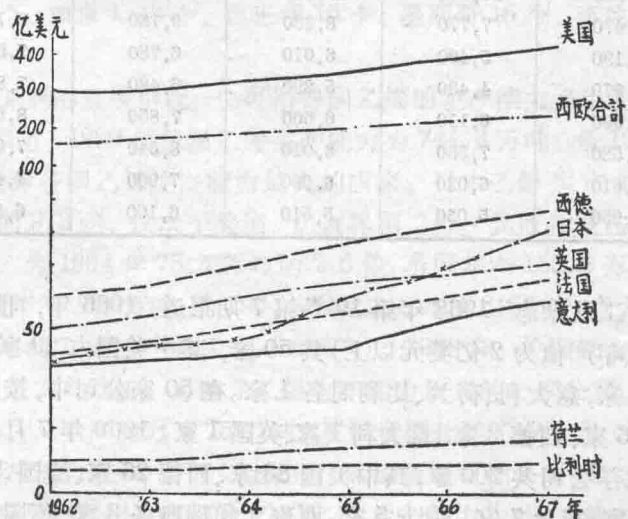


图 1 资本主义各国化学工业生产的产值

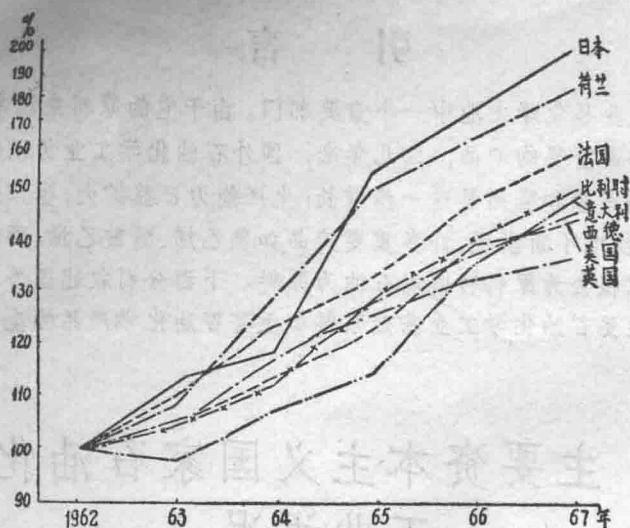


图2 资本主义国家化学工业增长率

表1 资本主义国家化学工业设备投资额 (单位: 百万美元)

国名	1962	1963	1964	1965	1966	1967
美国	1,560	1,650	1,970	2,590	2,990	2,880
西德	510	520	637	805	925	925
日本	402	517	703	655	513	814
英国	463	412	529	630	723	577
法国	300	335	342	393	523	523
意大利	365	448	428	364	384	400
荷兰	105	129	168	227	349	334
比利时	80	80	91	120	191	200

表2 资本主义国家历年来每人产值 (单位: 美元)

国名	1962	1963	1964	1965	1966	1967
美国	18,930	20,160	21,810	21,720	23,810	25,000※
西德	7,470	7,770	8,330	9,130	9,700	10,890
荷兰	5,190	5,400	6,010	6,780	7,590	9,010
日本	3,270	4,430	5,290	6,430	7,860	8,980
意大利	7,580	6,110	6,660	7,850	8,560	8,840
法国	6,520	7,530	8,010	8,540	7,990	8,610
英国	5,610	6,020	6,690	7,000	7,430	7,700
比利时	4,950	5,030	5,510	6,100	6,820	7,210

注: ※为估计值。

根据“日本化学工业杂志”1968年第19卷第7期报道,1966年,世界主要资本主义国家的大型化学公司(年产值为2亿美元以上)共50家,其中美国占29家,英国、法国、西德、瑞士各4家,日本2家,意大利、荷兰、比利时各1家。在50家公司中,按产值大小排列,名列前10位的,美国占6家、西德2家、意大利1家、英国1家。1969年7月25日“化学时代”杂志报道:世界大型化学公司共200家,其中美国83家、西德26家、法国19家、英国16家、意大利10家、日本9家、荷兰7家、瑞士5家、西班牙和瑞典各3家、英国和荷兰合开的1家。在200家公司中按产值大小(8亿美元以上)排列,名列前20位的,美国10家、西德3家、法

国 2 家、英国、意大利、荷兰、瑞士各 1 家、英国和荷兰合开的 1 家(参照表 3)。

表 3 国外 20 个大型化学公司(1968 年)(单位: 100 万美元)

序 号	公 司 名 称	国 别	产 值
1	杜邦公司 (Du Pont)	美 国	3,455
2	帝国化学工业公司 (I. C. I.)	英 国	2,970
3	联合碳化物公司 (Union Carbide)	美 国	2,686
4	莫特卡梯里-艾底索公司 (Montecatini-Edison)	意 大 利	2,324
5	亥克斯梯公司 (Höchst)	西 德	1,998
6	拜耳公司 (Bayer)	西 德	1,931
7	罗那-拜莱克公司 (Rhône-Poulenc)	法 国	1,908
8	B. A. S. F. 公司	西 德	1,820
9	孟山都公司 (Monsanto)	美 国	1,793
10	W. R. Grace 公司	美 国	1,738
11	道化学公司 (Dow)	美 国	1,653
12	A. K. U./K. Z. O. 公司	荷 兰	1,464
13	同盟化学公司 (Allied Chemical)	美 国	1,278
14	西莱那斯公司 (Celanese)	美 国	1,260
15	壳牌化学公司 (Shell Chemical)	英国、兰荷	1,130
16	赛莱米特公司 (Oyanamid)	美 国	1,023
17	霍夫曼公司 (Hoffmann La Roche)	瑞 士	973
18	埃索化学公司 (Esso Chemical)	美 国	933
19	尤金-库赫尔曼公司 (Ugine-Kuhlman)	法 国	897
20	比利斯梯尔·米斯公司 (Bristol Myers)	美 国	827

美国《石油和瓦斯》杂志调查报告介绍, 1967 年, 世界石油化学公司达 885 个, 已有 1,193 个工厂, 待新建厂完成后, 将有 1568 个石油化学工厂。在新建的工厂中, 若按产品分类: 合成氨厂占 56 个、聚乙烯厂占 50 个、乙烯厂占 42 个、芳烃厂占 27 个、氯乙烯单体工厂占 19 个、聚丙烯厂占 16 个、对二甲苯厂占 13 个, 其他为 152 个。

若按国家分类, 各国新建工厂的个数为: 美国 81 个、日本 71 个、法国和英国各 19 个、意大利 11 个、西德 9 个、加拿大 16 个、西班牙 15 个、墨西哥 15 个、荷兰 10 个、其他各国 99 个。

国外石油化学工业的发展情况, 也可用各国乙烯的生产能力来说明。根据“化学经济”1969 年第 11 期的报道, 1969 年美国乙烯生产能力为 744.3 万吨, 是 1964 年 421.8 万吨产量的 1.77 倍, 为世界各国乙烯生产能力最大的国家。日本乙烯生产能力为 241.4 万吨, 是 1964 年 73 万吨的 3.3 倍, 仅次于美国, 居世界第二位。其他各国乙烯生产能力依次为: 西德年产 204 万吨, 为 1964 年 78.5 万吨的 2.6 倍; 英国年产 155.2 万吨, 为 1964 年 57.3 万吨的 2.7 倍; 法国年产 120 万吨, 为 1964 年 18.3 万吨的 6.55 倍; 意大利年产 71.2 万吨, 为 1964 年 36.1 万吨的 1.97 倍(参照表 4 和图 3)。1968 年, 美国联合碳化物公司(Union Carbide)生产能力为 203 万吨, 为世界乙烯生产能力最大的一家公司; 其次是美国道化学公司(Dow Chemical), 生产能力为 75 万吨; 英国帝国化学工业公司(I. C. I.), 生产能力为 70 万吨。其他生产能力在 50 万吨以上的有: 美国谦逊石油公司(Humble Oil), 生产能力为 66 万吨; 西德利里非烯烃工厂(R. O. W.), 生产能力为 65 万吨; 美国海湾石油公司(Gulf Oil), 生产能力为 55 万吨, 美国菲利浦公司(Phillips), 生产能力为 50 万吨; 美国

莫比尔公司(Mobil),生产能力为 50 万吨。生产能力在 30 万吨的公司有: 英国烃类化学公司(B.H.C) 46 万吨; 西德亥克斯梯公司(Hoechst)43 万吨; 美国杜邦公司(Du Pont) 42 万吨; 壳牌化学公司(Shell Chemical) 38 万吨; 日本三菱油化公司 34 万吨; 三井石油化学公司 30 万吨; 美国孟山都公司(Monsanto) 30 万吨。

表 4 资本主义国家乙烯生产能力(单位: 千吨)

国 别	1964 年	1969 年	增 设 计 划	70 年代初期
日 本	730	2,414	2,400	4,814
美 国	2,218	7,443	3,819	11,262
法 国	183	1,200	950	2,150
西 德	785	2,140	385	2,425
意 大 利	361	712	1,125	1,837
英 国	573	1,552	340	1,892
其 他	198	1,157	1840	2,897

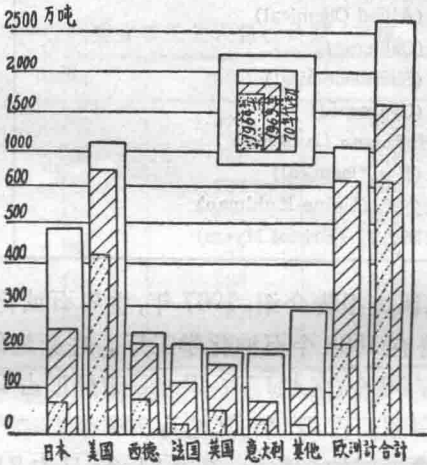


图 3 资本主义国家乙烯生产能力发展情况

美国是世界石油化学工业发展最早的国家,它的生产规模,产品产量和产值,目前在世界占首位(参照表 5),但近几年来,其发展速度在逐渐减慢。美国已有石油化学工厂 254 个,同时在 1967 年后又新建 81 个工厂(“化学工业”19, No. 9 1968)。

表 5 资本主义国家化学工业和石油化学主要产品增长情况

国 别	化 学 工 业 生 产 指 数		1966 年 化学工业产值	1967 年 合成树脂	1967 年 合成橡胶	1967 年 合成纤维	乙 烯 (千吨)		
	1958~1966 年增长 (倍数)	年平均增加率 (%)	(亿美元)	(千吨)	(千吨)	(千吨)	1965	1970	1970/ 1965 增长倍数
美 国	1.93	8.6	387.0	5,736	1,943	1,058	4,340	7,000	1.61
日 本	3.33	16.2	70.6	4,092	281	578	775	2,430	3.13
英 国	1.69	6.8	67.2	1,109	209	194	529	1,500	2.83
法 国	2.13	9.9	59.5	521	192	109	223	650	2.92
意大利	2.87	14.1	52.3	1,064	—	153	270	990	3.67
西 德	2.34	11.2	82.2	2,628	206	252	593	2,000	3.37

在 1958~1966 年期间,美国化学工业生产指数,平均年增长率为 8.6%,1966 年为 1958 年的 1.93 倍。1967 年,合成树脂、合成橡胶和合成纤维,分别年产 573.6 万吨、194.3 万吨和 105.8 万吨,均占世界首位。由于其他国家石油化学工业的迅速发展,美国石油化学工业的产量和产值,所占的比重日益下降。美国石油化学工业产地,主要集中在加勒比海湾沿岸的得克萨斯州(Texas)和路易西安纳州(Louisiana)。上述两地富产原油和天然气,得克萨斯州和路易西安纳州原油的产量分别占美国原油生产总产量的 38% 和 51%,天然气生产分别占美国的 47% 和 25%,乙烯生产占美国的 70%。美国的大型石油化学公司,如:杜邦公司(Du Pont)、联合碳化物公司(Union Carbide)、孟山都公司(Monsanto)、道化学公司(Dow)、同盟化学公司(Allied Chemical)、西莱那斯公司(Celanese)、壳牌化学公司(Shell Chemical)、谦逊化学公司(Humble)、莫比尔公司(Mobil)、海湾石油公司(Gulf Oil)和埃索公司(Esso)等都集中在这里。

日本是近几年来国外石油化学工业发展最快的国家。1966 年,日本石油化学工业还落后于西德,1967 年已超过西德而次于美国。1966 年日本化学工业总产值为 70.6 亿美元,化学工业生产指数在 1958~1966 年期间,平均年增加率为 16.2%,1966 年为 1958 年的 3.33 倍,在美、英、法、意、西德等 6 国中占首位。在 1965~1967 年,日本石油化学工业总产值分别为 3,214 亿日元、4,142 亿日元和 5,313 亿日元,1967 年为 1965 年的 1.65 倍。石油化学产品产值在化学产品产值中所占的比重,在 1965~1967 年,分别为 20.1%、22.7% 和 25.1% (化学工业, 19[7]1968, p. 656)。1967 年,日本合成树脂、合成橡胶和合成纤维产量,分别为 409.2 万吨、28.1 万吨和 57.8 万吨,均超过西德而次于美国。在 1958~1959 年,日本石油化学工业发展的初期,全国石油化学联合企业只有 4 个,到 1966 年发展到 9 个,到 1969~1970 年将有 15 个石油化学联合企业。主要集中在东南沿海地区的川崎、水岛、四日市、德山、大分、堺、五井、鹿岛等地。

西德是西欧石油化学工业最发达的国家。从 1950 年到 1966 年,西德化学产品产值,仅次于美国,占世界第二位。从 1967 年后,西德落后于日本,而退居第三位。1966 年,西德化学工业总产值为 82.2 亿美元,在 1958~1966 年期间,西德化学工业生产指数平均年增加率为 11.2%,1966 年为 1958 年的 2.34 倍,其发展速度次于日本及意大利。1966 年,石油化学工业产值比 65 年增加 8%,投资 3.35 亿马克,产值为 33 亿马克,占世界石油化学工业总产值的 7.7% (Chem. Age, Feb. 25, 1967)。1965 年,西德乙烯生产量为 59.3 万吨,占西欧各国总产量的 31%。1967 年产量为 88 万吨,仍占西欧首位。西德石油化学工业中心,主要集中在莱茵河流域的路易港(Ludwigshafen)、弗兰克福特(Frankfort)、惠司灵(Wesseling)、科隆(Cologne)和多尔马根(Dormagen)等地。著名的石油化学公司和工厂有:利里菲烯烃工厂(R. O. W.)、石油化学公司(Erdölchemie)、B. A. S. F. 公司、亥克斯梯公司(Hoechst)和拜耳公司(Bayer)等。

意大利是近几年来西欧石油化学发展速度最快的国家。1966 年化学工业产值(52.3 亿美元)虽然次于西德、英国和法国,但在 1958~1966 年生产指数的增长,却在西欧占首位。1966 年为 1958 年的 2.87 倍,平均年增加率为 14.1%。在 1966~1969 年期间,意大利工业总产值增加率为 1.4% 而化学工业为 10%,1969 年化学工业投资为 4,509 亿利拉(意币),约为 1965 年的 2,275 利拉的 2 倍(Chem. Age, Sept. 10, 1966)。1966、1967 和 1968 年意大利的化学工业投资分别为 2826.5 亿利拉、3291.3 利拉和 3701.3 利拉。从乙烯生产量来

看,他们预计,1970年乙烯生产量将达99万吨,为1965年的3.67倍,其增加速度在主要资本主义国家中占首位。在1965~1969年期间,意大利主要石油化学产品平均增加率为:甲醇14.4%、聚氯乙烯10.1%、芳烃14.5%、环氧乙烷8.8%、聚烯烃14.2%、氨8.5%、聚苯乙烯14.6%、苯酚5.7%、苯酐3.0%。意大利石油化学工业中心集中在北部的毛吉拉港(Porto Marghera)和南部的西西里岛。最大的石油化学公司有蒙特卡梯里-艾底索(Montecatini-Edison)公司和ANIC公司等。

英国是资本主义国家中近几年来石油化学发展速度最慢的国家。1966年,虽然它的化学工业总产值高于法国和意大利,但其发展速度(化学工业指数平均增加率)却远落后于意大利、西德和法国。1964~1967年,英国乙烯生产平均年增加率为8%,而其他三国均在20%以上。为此,英国在1967年以后,注重乙烯生产的发展,他们预计在1967~1970年期间,乙烯生产平均年增加率为39%,将超过意大利、西德和法国。英国目前最大的石油化学公司为ICI公司,其产值仅次于美国的杜邦公司,为世界第二个大型联合企业。1967年,由梯斯底勒(Distillers)公司、英国烃类化学公司(BHC)等10个公司联合组成英国石油化学公司(BP Chemical),地点在格兰捷莫奇(Grangemouth),成为英国又一个大型石油化学联合企业。

法国石油化学工业产值和发展速度在西欧各国中占第三位。1966年,化学工业产值为59.5亿美元,高于意大利。1968年,法国乙烯生产能力为37万吨,次于西德、意大利和英国。在1960~1970年期间,乙烯平均年增长率在23~24%左右,他们预计1970年乙烯生产量将达65.0万吨,比荷兰乙烯生产量(95万吨)都要低。在1965~1970年,主要石油化学产品平均增加率为:环氧乙烷5%、聚乙烯25%、氯乙烯13%、苯乙烯26%。法国主要石油化学联合企业有:罗那-阿尔卑斯公司(Rhône-Alpes)、SNPA公司、埃索标准石油化学公司(Esso Standard Naphtachimie)、壳牌石油公司(Raffinage Shell)、CFR公司等。其分布在勒轨(Lacq)、杰罗姆港(Port Jerom)、拉伐腊(Lavelle)、培勒(Berre)和贡法勒城(Gonfreville)等地。

法国主要石油化学联合企业有:罗那-阿尔卑斯公司(Rhône-Alpes)、SNPA公司、埃索标准石油化学公司(Esso Standard Naphtachimie)、壳牌石油公司(Raffinage Shell)、CFR公司等。其分布在勒轨(Lacq)、杰罗姆港(Port Jerom)、拉伐腊(Lavelle)、培勒(Berre)和贡法勒城(Gonfreville)等地。

法国主要石油化学联合企业有:罗那-阿尔卑斯公司(Rhône-Alpes)、SNPA公司、埃索标准石油化学公司(Esso Standard Naphtachimie)、壳牌石油公司(Raffinage Shell)、CFR公司等。其分布在勒轨(Lacq)、杰罗姆港(Port Jerom)、拉伐腊(Lavelle)、培勒(Berre)和贡法勒城(Gonfreville)等地。

二、石油化学基础原料的生产动态和综合利用

(一) 乙 烯

1. 发展概况 乙烯在石油化学工业中占有极重要的地位,这是由于乙烯本身是石油化学产品的主要原料,同时生产乙烯还可副产丙烯、丁烯和芳烃等重要石油化学基础原料,因此,国外往往以一个国家乙烯的生产动向来衡量其石油化学工业的发展水平。

近几年来,国外乙烯生产均以较快的速度向前发展,但各国发展的速度还是不相同的。在1960~1967年期间,日本乙烯生产的发展速度最快,其产量从7.8万吨增加到135万吨,平均年增加率为50%。在1964~1965年,超过了英国、西德,居世界第二位。在1967~1971年,他们预计年平均增加率为21%,1971年乙烯产量将达286万吨,为1967年的2.1倍多,为1960年的36.7倍。美国是乙烯生产量最大的国家,1965年生产量为434万吨,预计1970年达700万吨,为1965年的1.61倍。在1959~1967年期间,乙烯产量平均增加率为12%,近来的发展速度(1967~1970年)为8.5%左右。西欧各国的情况较相似,在1960~1966年,除英国外,西德、法国、意大利三国平均年增加率为25%,介于美国和日本之间。国外有关杂志报道,今后4国的发展速度预计在26%左右,比日本稍高。若把荷兰、比利时两国计算在内,西欧6国乙烯的产量,从1965年的175万吨,增加到1970年的653万吨,其年平均增加率为31%。国外主要国家乙烯生产的发展情况列于表6和图4(“化学工业”19[7],1968, p. 697~703)。

表6 资本主义国家乙烯生产量(单位: 千吨)

年 份	美 国	日 本	西 德	英 国	法 国	意大利	荷 兰	比利时
1959	2,245	44	165		44			
1960	2,470	78	228		82			
1961	2,550	117	273		88	124		
1962	2,855	241	400		128	166		
1963	3,410	334	457		153	201		
1964	3,900	505	568	505	177	229		
1965	4,340	775	593	529	223	270	45	40
1966	4,800	1,065	857	571	278			
1967	5,480	1,347		638				
1968	6,160	1,712						
1969		2,034						
1970	7,000	2,430	2,000	1,500	650	900	950	530
年平均	期 间	1959~1967	1960~1967	1959~1966	1964~1967	1960~1966	1961~1965	
	%	12	50	26	8	23	22	
增长率	期 间	1967~1970	1967~1971	1966~1970	1967~1970	1966~1970	1965~1970	1965~1970
	%	8.5	21	24	33	24	27	(84)

注: 括号内为生产能力

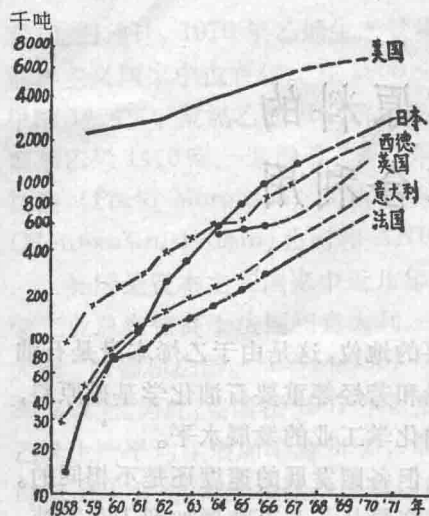


图4 资本主义国家乙烯生产的发展情况

工业公司 (ICI.) 生产能力为 45 万吨, 英国烃类化学公司 (B. H. C.), 生产能力为 25 万吨, 西德利里菲烯烃工厂 (R. O. W.) 生产能力为 32 万吨, 卡尔特克斯德意志公司 (Caltex-Deutschland) 生产能力为 25 万吨, 法国罗那-阿尔卑斯 (Rhône-Alpes) 公司生产能力为 28 万吨, 比利时石油化学 (Petrochim) 公司, 生产能力为 25 万吨。在 1970~1971 年新建的大型乙烯生产装置完成后, 国外将有 27 个大型乙烯装置, 其中美国占 9 个、日本 6 个、西德 3 个、英国、意大利、荷兰和比利时各 2 个, 法国 1 个 (参看表 7)。1967 年以来, 美、日、

表7 国外大型乙烯装置(单位: 万吨)

国别	公司名称	工厂所在地	生产能力	国别	公司名称	工厂所在地	生产能力
美国	同盟-魏安多特公司 (Allied-Wyandotte)	格依斯马尔湖 (Geismar La) (1968)	27.2※	日本	三菱油化	鹿岛	30.0
	西莱那森公司 (Celanese)	巴波特 得克萨斯州 (Bayport Tex)	45.4	英国	英国烃类化学公司 (BHC)	格兰捷莫奇 (Grangemouth) (68)	25.0
	杜邦公司 (Du Pont)	沃林季 得克萨斯州 (Orange Tex) (1967)	34.0※		帝国化学工业公司 (ICI)	威尔顿 (Wilton) (68)	45.0
	海湾石油公司 (Gulf Oil)	阿瑟港 得克萨斯州 (Port Arthur Tex)	40.8	西德	卡尔特克斯德意志公司 (Caltex Deutschland)	弗兰克福特 (Frankfurt) (68)	25.0※
	石油化学公司 (Petroleum Chemicals)	累克-查理斯湖 (Lake Charles La)	45.4		石油化学公司 (Erdöl Chemie)	多尔马根 (Dormagen)	35.0
	柯尔柯公司 (P. P. G. Corco)	佩努那斯河 (Penuelas P. R.)	45.4	法国	利里菲烯烃工厂 (Rheinische Olefinwerke)	惠斯灵 (Wesseling) (68)	32.0※
	壳牌化学公司 (Shell Chemical)	休斯敦 得克萨斯州 (Houston Tex)	45.4		罗那-阿尔卑斯公司 (Rhône-Alpes)	惠冲 (Feyzin) (67)	28.0※
	联合碳化物公司 (Union Carbide)	佩努那斯河 (Penuelas P. R.)	45.4	意大利	莫特卡梯里-艾底索公司 (Montecatini-Edison)	毛吉拉港 (Porto Marghera)	45.0
日本	联合碳化物公司 (Union Carbide)	得克萨斯城 (Texas City Tex)	54.4		莫特山得石油化学公司 (Montesud Petrochemica)	布林的西 (Brindisi)	25.0
	浮岛石油化学	川崎	30.0	荷兰	道化学公司 (Dow Chemical)	特纳曾 (Terneuzen)	40.0
	大阪石油化学	堺	30.0		海湾石油公司 (Gulf Oil)	鲁曾巴格 (Rozenburg)	30.0
	住友化学	千叶	30.0	比利时	石油化学公司 (Petro Chim)	安特卫普 (Antwerp) (68)	25.0※
	丸善石油化学	千叶 (1969)	30.0		石油化学公司 (Petro Chim)	安特卫普 (Antwerp) (增)	25.0
	三菱化成·旭化成	水岛	30.0				

※ 已完成

西德、意大利等主要资本主义国家乙烯工厂的规模，在不满 10 万吨的有 26 个、10~15 万吨 20 个、16~20 万吨 16 个、21~25 万吨 10 个、26~30 万吨 3 个、30 万吨以上的 7 个（参照表 8）（化学工业，19[9]，1968，p. 884）。

表 8 1967 年主要资本主义国家乙烯工厂生产规模

国别	年产量	10 万吨以下	10~15 万吨	16~20 万吨	21~25 万吨	26~30 万吨	30 万吨以上	计
美国		12	5	10	7	1	5	40
日本		2	5	3	1	0	1	12
西德		4	2	2	0	0	1	9
意大利		6	1	0	1	0	0	8
法国		1	3	1	0	1	0	6
英国		1	2	0	1	1	0	5
荷兰		0	2	0	0	0	0	2
计		26	20	16	10	3	7	82

2. 原料和生产技术 各国乙烯原料的来源是不同的，美国乙烯的生产，主要是从炼厂气回收和以乙烷、丙烷裂解而得，在 1960 年，美国以上述三种原料生产的乙烯占全部生产乙烯总量的 92.3%，1965 年占 87.2%，1970 年预计占 88.5%，其中以乙烷为原料在 1960~1970 年均占 50% 左右（参照表 9）（“化学经济”，1969，5，p. 16）。美国用石脑油来生产乙烯所占的比重是很少的。以前虽然用石脑油裂解生产乙烯，但在石脑油不足而重油过剩的情况下，曾用重油裂解。最近，美国在丁烷和异丁烷过剩的情况下，用丁烷为原料生产乙烯所占的比重有所增加。

表 9 美国乙烯各种原料所占的比重(%)

年	1960	1965	1970
炼厂气回收	15.6	10.5	7.0
乙烷裂解	53.8	49.1	50.9
丙烷裂解	22.9	27.6	30.6
其他液状油裂解	7.7	12.8	11.5
计	100.0	100.0	100.0

日本目前乙烯生产几乎来源于石脑油。由于石脑油需用量的增加，用石脑油以外的原料，如灯油、液态石油气体（丁烷）和原油等来生产乙烯所占的比重逐渐增加。日本吴羽化学公司用原油来代替石脑油，用高温水蒸汽裂解制乙烯和乙炔的方法，已于 1969 年 1 月工业生产。西欧各国与日本基本相似，主要以石脑油裂解生产乙烯，但由于石脑油日趋不足，而且价格比原油贵，因此，也将趋向于以原油作原料。西德 BASF 公司和 Hoechst 公司用原油生产乙烯和乙炔已经投产。

乙烯的生产方法主要是由烃类进行裂解而得。裂解的方法很多，并各具特长。裂解方法主要有管式炉裂解法、部分燃烧法、催化裂解法、熔融铅法、蓄热式炉法等。

① 管式炉裂解法 这是目前乙烯生产方法中采用最多的一种方法。此法是将气相的烃类通入加热的管式炉中进行裂解。按加热方式不同，又可分为外热式管式炉裂解法和过

热水蒸汽裂解法。外热式管式炉裂解法最普通的是斯通-韦帕斯得 (Stone & Webster)、环球油品 (U. O. P.)、卢谟斯 (Lummus)、凯洛格 (Kellogg)、福斯特-惠勒 (Foster-Wheeler) 等公司所采用并工业化的方法。斯通-韦帕斯特法是资本主义国家广泛采用的一种方法。1961 年, 国外采用此法生产的有 37 个公司, 1967 年已发展到 65 个公司。(Hydro. Proces Nov. 46, 11-174 1967)。此法可用乙烷、丙烷、丁烷、汽油、石脑油等为原料, 除得到乙烯和丙烯外, 副产物丁烯、丁二烯、苯、甲苯、二甲苯也可以回收。各种原料的收率如表 10 所示 (包括乙烷循环裂解法)。

表 10 斯通-韦帕斯特法各种原料裂解产物的收率(重量 %)

原 料	乙 烷	丙 烷	轻 石 脑 油	全 馏 分 石 脑 油	瓦 斯 油
乙 烯	86.0	47.1~44.1	40.3	36.0	30.7
丙 烯	1.8	13.3~24.1	15.8	13.0	12.1
丁 二 烯	0.6	1.6~0.5	4.9	4.3	4.8
芳 烃	0.8	4.4~1.7	4.8	11.7	9.8

该法的特点是: 当以气体为燃料时, 用西拉 (Selas) 式裂解炉以蒸汽裂解, 如用油或油与气体混合烃, 则用该公司自己的炉型。废热的回收是通过与导热母液的热交换以回收废热, 并用此废热以导热母液锅炉发生蒸汽。用催化加氢除去乙炔。用苛性钠洗去法去硫。气体干燥系以氧化铝固体干燥剂。分离系用深冷分离法。

凯洛格法 (Kellogg Process), 是由美国发明的方法, 而在英国首先工业化。目前采用此法主要是英国和美国, 1967 年国外已有 25 个工厂采用此法, 1967 年, 用此法生产乙烯能力达 60 亿磅 (270 万吨), (Hydro. Proces 46[11] 1967, p. 171)。该法的优点是使用原料范围广, 可用炼厂气、乙烷、丙烷、丁烷、戊烷、瓦斯油、石脑油、重油等。乙烯与丙烯收率高, 依原料的不同, 乙烯收率可达 35% (重量) 以上, 用此法可得纯度 99.9% 的乙烯和 90~95% 的丙烯, 以及 95% 以上的含丁二烯的丁烯。

卢谟斯 (Lummus) 公司法是用炼厂气、乙烷、丙烷、丁烷、石脑油、轻油等作原料, 用外热式管式炉裂解, 经分离后可得纯度 99.9% 乙烯和 99.9% 丙烯。乙烯与丙烯之生成比, 视原料和操作条件不同而异。此外, 还可得氢、甲烷、乙炔、丁二烯和芳烃等副产物。当用轻石脑油或轻油裂解时, 各产物收率如下:

	轻石脑油	轻油
氢气+甲烷	17.8	8.2
乙 烯	30.0	22.0
乙 烷	4.2	4.4
丙 烯	18.5	13.1
丁 二 烯	4.8	6.2

1967 年用此法建厂的有 42 个工厂, 合计乙烯生产能力 45 万吨。其中目前世界最大乙烯工厂用此法有 3 个 (Hydro. Proces 46[11], 1967, p. 178)。

石油开发公司 (Petrocarbon Developments, Ltd.) 法, 也属于管式炉裂解法这一范畴。此法是将石油系各馏分裂解得到乙烯、丙烯和苯。根据要求, 可获得高收率的乙烯或高纯度

的芳烃。原料可为轻质或重质石脑油馏分(最高 F.B.P. 250°C)。不同原料所得产物的重量收率如下:

原 料	撒哈拉石脑油	科威特石脑油	罗马斯基罗(Romaschkin)石脑油
沸 点 范 围	30~205°C	33~191°C	40~180°C
乙 烯	28.8	24.5	28.5
丙 烯	11.8	11.0	10.2
苯	6.7	8.0	7.0
甲 苯	4.4	4.3	4.0

该法英国帕丁顿 (Partington) 的壳牌化学公司 (Shell Chemical Co) 已采用, 并工业化生产 (Hydro. Proces 46 [11], 1967, p. 173)。

用管式炉裂解法还有林特等公司 (Linde Co) 所采用的方法。此法可用乙烷、丙烷、丁烷、汽油和石脑油为原料, 除得到聚合级乙烯外, 还可得到高纯度丙烯、丁烯、丁二烯、芳烃和氢气。其产物收率视原料不同而异。以乙烷为原料时, 乙烯收率为 80% 以上; 以丙烷为原料时, 乙烯收率为 40% 以上; 以石脑油为原料, 乙烯收率为 35%; 1967 年已有 10 个工厂采用此法生产, 其中最大生产能力的工厂为 7 亿磅/年 (31.5 万吨/年) (Hydro. Proces 46 [11], 1967, p. 172)。

② 移动床或流动床法 属于这一方法的有蓄热式热裂法 (Thermofofor Pyrolytic Cracking 法)、卵石加热法 (Pebble Heater 法)、砂子裂解法 (Sand Craker 法) 和 F. T. C. 法等。上述这些方法的共同特点是用加热的固态热载体在油加热部分 (或再生部分) 与反应部分所构成的装置内连续循环。通过热载体上所积蓄的热量而将与接触的烃类裂化。裂化时在热载体上所析出的碳, 通常是在再生部分烧掉。这些方法的缺点是比管式炉结构复杂, 操作麻烦, 其优点是传热效率好, 可使原料迅速加热, 接触时间短, 裂化温度可较高, 在裂化过程中所产生的积碳可以连续除去等。

③ 部分烧燃法 属于此法的代表例子是比利时 SBA 公司的火焰裂解法 (Flme Cracking Process), 该法是将燃料气用氧气燃烧, 在生成的高温 (2000°C) 燃料气中喷射水蒸汽与烃类原料, 以制造乙烯与乙炔。乙烯和乙炔收率之和在 50% 以上, 生成比可在广泛范围内调节。属于这一方法的还有法本公司 (I. G. Farbenindustrie)、路易那 (Leuna) 工厂、环球油品公司 (U. O. P.) 的自然裂解法和伊斯特曼法 (Eastman Process) 等。上述方法的共同原理是将原料烃与氧或空气混合, 使烃类的一部分燃烧, 以其燃烧热做裂化所需的热量而供烃类进行裂化。

④ 蓄热式炉法 此法的特点是使用固体载热体 (通常为耐火砖)。在一定周期内加热与裂化反复进行, 接触时间短, 转化温度较高。美国联合碳化物公司 (Union Carbide Co.) 所采用的乌尔夫法 (Wulf Process) 即属此类。此法以从乙烷到石脑油的烃类作原料, 进行裂化, 同时得到乙烯和乙炔, 乙炔与乙烯的收率视原料与操作条件不同而异。当用乙烷、

轻石脑油和重石脑油为原料时,在不同乙烯/乙炔之比下,乙炔重量收率为:

乙烯/乙炔	0.5	1.0	2.0
乙 烷	32	27	19
轻 石 脑 油	28	23	16
重 石 脑 油	22	18	12

该法在美国、英国和西德已实现了工业化。英国有2个装置,乙炔生产能力为3万吨/年、西德用此法建厂的乙烯和乙炔能力共计20万吨/年(Hydro. Proces 46 [11], 1967, p. 139)。

⑤ 催化法 此法是将烃类于管式炉内用催化剂进行裂化。工业上所用的卡塔洛尔法(Catarole 法)已在英国石油化学公司(Petrochemical Co.)的帕丁顿(Partington)工厂生产。

⑥ 高温水蒸汽裂解法 此法虽然不属于管式炉裂解法这一范畴。但具有其特点:接触时间短,裂化室中的积炭较少,由于裂化时吸热而产生的温度降较少。西德亥克斯梯公司(Hoechst Co.)法和日本吴羽化学公司法均属于此法。

亥克斯梯(Hoechst)法,即高温法(HTP 法)是西德 Hoechst-Uhde 公司于1960年首先工业化的方法。此法是以石脑油为原料,在高温水蒸汽存在下裂解,同时得乙烯与乙炔,所得乙烯与乙炔分离后,其纯度可达99.9%。乙烯与乙炔的总收率为50~54%。乙炔与乙烯的生成比率,可以操作控制,一般乙炔:乙烯=30:70~50:50(Hydro. Proces 46 [11] 1967, p. 138)。

吴羽法是日本吴羽化学公司于1969年1月工业化的一种新方法。此法是以原油为原料,在2000°C的高温下,把原油通入充满水蒸汽的裂解炉中,在接触时间0.01秒的很短时间下裂解,所得乙炔和乙烯总收率为40~50%。丙烯收率较少,C₄几乎没有。该公司将生产的乙烯与乙炔用烯炔法制氯乙烯。由于此法是用价廉的原油为原料,对于资本主义国家目前石脑油不足具有较大帮助,因而受到各国的重视。

裂解气的分离技术,有吸收法、超吸附法和深冷分离法(高压深冷法与低压深冷法)。在上述方法中,高压深冷分离法是目前国外广泛采用的一种方法。它在分离技术中占压倒优势,美国乙烯生产有75%用此法,英国全部用高压深冷法,苏修也从过去的吸收法转向高压深冷法。他们对高压深冷法作了经济比较,认为所得乙烯生产成本比吸收法低20%。低压深冷法虽然乙烯收率高(98%)、乙烯纯度高(99.9%),但由于操作温度低(-129~-135°C),并需贵重合金钢材,故使用不及高压深冷法广泛。超吸附法由于生产率不高,设备复杂,吸收剂寿命短,只有美国道化学公司(Dow Chemical)采用。

3. 乙烯的综合利用 各国乙烯的利用,主要是生产聚乙烯、环氧乙烷、氯乙烯、苯乙烯等,上述一些主要产品占全部乙烯用率的80%以上,其中聚乙烯是各国乙烯的最主要产品。日本乙烯用于聚乙烯在1965~1970年占全部乙烯的55%左右,其他国家也占乙烯的总利用率的35~50%。美国聚乙烯是乙烯的最大产品,1965年占全部乙烯用量的35%、1968年占39%、1970年占42%。其他为环氧乙烷,苯乙烯,1968年,分别占乙烯用量的19%和10%。西欧各国乙烯的利用情况基本相同,聚乙烯为50%左右,为乙烯最大产品。其次是环氧乙烷与苯乙烯。苏修与各国不同,最大乙烯产品为乙醇,1963年占全部乙烯用量的67%,1970年约占29%。各国乙烯的利用情况列于表11(化学工业20 [1], 1969, p. 70; 化学经济69/1, p. 31~37; Хим Пром. № 12, 1967, p. 850)。

表 11 资本主义国家乙烯产品所占乙烯比例(%)

国 别	年	聚 乙 烯	环氧乙烷	苯 乙 烯	氯 乙 烯	二氯乙烷	乙 醛	乙 醇	其 他	计
美 国	1965	35.0	24.0	9.0	6.0			14.0	12.0	100.0
	1968	39.0	19.0	10.0		12.0			20.0	100.0
	1970	42.0	21.0	8.0	9.0			8.0	12.0	100.0
日 本	1965	54.5	10.0	6.7		5.0	18.2	1.5	4.1	100.0
	1968	52.4	10.0	5.7		12.4	14.1		5.4	100.0
	1970	54.4	8.6	6.7		11.0	11.5	1.3	6.5	100.0
西 欧	1964	46.9	17.4	9.3	6.2			15.2	5.0	100.0
	1967	50.0	14.5	7.8	10.5			11.1	6.0	99.9
	1970	46.6	13.6	7.2	10.5			9.1	8.0	95.0
苏 联	1963	11.0	9.7	5.5		6.8		67.0		100.0
	1970	24.0	27.0	6.0		4.0	10.0	29.0		100.0

(二) 丙 烯

1. 生产发展动向 国外丙烯来源主要通过从生产乙烯付产物回收和石脑油、丙烷等裂解同时得乙烯和丙烯两种方法而得。随着各国石油化学工业的发展, 丙烯用量日益增加, 将会出现供不应求的现象。美国 1966 年丙烯生产量 766 万吨(其中催化裂解丙烯 684 万吨, 乙烯付产丙烯 82 万吨), 需要 766 万吨(其中化学用 268 万吨, 汽油用 496 万吨), 供需刚好平衡, 即丙烯利用率达 100%。美国丙烯用于化学方面的比重将日益增加, 1966 年丙烯用于化学和汽油方面分别占 35% 和 65%, 而 1975 年用于化学方面增加到 46%, 用于汽油将降低到 54%。美国丙烯出现不足的原因之一是近几年来未新建丙烯生产装置(美国丙烯来源主要是由丙烷裂解, 1960 年占全部丙烯生产的 89.3%), 现用合成沸石作催化剂的裂解方法, 又使丙烯产量减少, 也是丙烯不足的原因之一。为解决丙烯不足问题, 美国采取两种措施: 一是在壳牌化学公司(Shell Chemical Co.)用凯洛格法(Kellogg)建设了用瓦斯油生产丙烯的装置来增加丙烯产量; 二是增加利用国内过剩的丁烷来生产乙烯并副产丙烯的装置。日本丙烯来源主要是生产乙烯的副产, 1970 年利用率预计为 90%。虽然日本目前丙烯不象美国那样紧张, 但预计也将会出现供给不足的倾向。其原因之一是采用高温热裂法后, 虽然乙烯产量增加了, 但相应减少了丙烯的产量。西欧各国丙烯供需情况目前介于美国和日本之间, 供需平衡。但由于在石油炼制中采用氢化裂解和近来石脑油的不足, 预计也将会出现供不应求。所以, 西欧一些国家现在就努力增加用重油生产乙烯来得到副产丙烯(化学经济 69/5, p. 432)。

2. 丙烯的综合利用 各国丙烯的化学利用, 主要用来生产丙烯腈、异丙醇、丙酮、聚丙烯和环氧丙烷等。但是各国丙烯主要产品所占丙烯的比重是不同的。美国 1965 年异丙醇占丙烯用量的 25.2%, 其次是环氧丙烷与丙烯腈, 分别占 11.0% 和 10.3%。1970 年各主要丙烯产品所占丙烯的比重分别为: 异丙醇 20.9%、聚丙烯 15.8%、丙烯腈 12.3%、环氧丙烷 11.0%。日本 1969 年丙烯主要用于聚丙烯和丙烯腈, 二者之和占全部丙烯用量的

65.1%。其中聚丙烯占 33.8%、丙烯腈占 31.3%。美国和日本丙烯利用情况列于表 12 (Хим и техно топл и масел № 6, 1968; 化学经济 69/8, p. 830)。

表 12 美国和日本丙烯的利用 (%)※

丙 烯 产 品	美 国			日 本		
	1965	1967	1970	1968	1969	1970
丙 烯 腈	10.3	12.3	12.3	30.6	31.3	32.6
聚 丙 烯	8.6	12.4	15.8	33.2	33.8	33.5
异 丙 醇	25.2	25.0	20.9			
环 氧 丙 烷	11.0	12.0	11.0	5.7	4.9	4.5
异 丙 苯	7.1	10.5	7.9			
异丙苯及瓦克法丙酮				8.9	8.2	7.9
合 成 甘 油	2.6	3.5	2.1			
乙 丙 橡 胶	0.2	2.8	1.1			
异 戊 乙 烯	1.9		1.5			
其 他	33.1	21.5	31.3	21.6	21.8	21.5
计	100.0	100.0	103.9	100.0	100.0	100.0

※ 此表根据上述资料编成,原文无此表格。

(三) 丁 烯

丁烯的三个组分,正丁烯、异丁烯和丁二烯。其中最大用途是丁二烯,现将分述各组分国外生产的发展和综合利用情况。

1. 丁二烯 1967 年,资本主义国家丁二烯生产能力共计达 270 万吨(丁烷、丁烯脱氢 160 万吨,乙烯副产 110 万吨),其中北美地区 146 万吨、西欧 79 万吨、日本 36 万吨。美国是各国丁二烯产量最大的国家,1967 年 16 家公司生产能力共计为 135.8 万吨。由于丁二烯生产过剩,在 1965 年前,均向西欧各国输出。西欧各国由于从石脑油裂解气中回收丁二烯较晚,以前丁二烯尚不能满足需要,一部分由美、日等国进口,近年来丁二烯有了迅速的发展,由供给不足转到生产过剩状况。如 1964 年,西欧供给能力为 30.5 万吨,需要为 33.5 万吨,相差 3.0 万吨,而到 1967 年,则过剩 7 万吨(化学经济 68/11, p. 1972)。从各国生产能力发展也可以看出,1966 年,英国、西德、法国丁二烯的生产能力分别为 9 万吨、13 万吨和 6 万吨。到 1967 年,就迅速发展为 20.3 万吨、25 万吨和 14.8 万吨。分别为上年的 2.25 倍、1.9 倍和 2.5 倍。各国丁二烯的来源各有不同,美国由于乙烯的来源主要是由乙烷和丙烷裂解而得,故从乙烯副产物回收丁二烯量很少。其主要是由正丁烷和正丁烯脱氢得丁二烯。1965 年,美国丁二烯生产的原料,正丁烯为 50%、正丁烷为 35%、烃类裂解副产 15%。日本则全部是由石脑油裂解生产乙烯的 C_4 馏分中回收丁二烯。英国 1967 年由丁烯脱氢制丁二烯占全部的 29.5%,由副产回收占 70.5%。西德 1967 年由丁烷脱氢占 52%、副产回收占 48%。法国几乎全部由副产回收。意大利由丁烷脱氢占 58%、副产回收占 42%。现将丁二烯的生产能力(1967 年)列于表 13。

表 13 资本主义国家丁二烯的生产能力(单位: 万吨)※

国 别	生产能力(1967)	生产公司个数	原 料 所 占 %			
			正 丁 烷	正 丁 烯	副 产	计
美 国	135.8	16	27.4	56.6	16.0	100.0
日 本	36.0	4	0	0	100.0	100.0
西 德	25.0	3	52.0	0	48.0	100.0
英 国	20.3	4	0	29.5	70.5	100.0
法 国	14.85	5	少量	0	约 100.0	100.0
意 大 利	12.0	3	58.0	0	42.0	100.0
荷 兰	5	1	0	100.0		100.0
加 拿 大	10.15	3	0	79.0	21.0	100.0
西 班 牙	0.78	1	0	0	100.0	100.0

※ 此表根据“化学经济”68/11, P. 1971~1979 资料编成。

丁二烯的生产方法,有由正丁烯脱氢的美孚石油公司的方法和道化学公司的方法。正丁烷两步脱氢的飞利浦(Phillips)法和一步绝热脱氢的荷德利法(Houdry Process),以及壳牌法(Shell Process)。由烃类裂解得乙烯的副产物中回收丁二烯的方法,除 CAA 法,糠醛法和乙腈法外。近年来出现新方法有 GPB 法、UCC 法和 NMP 法。CAA 法是美国埃索公司(Esso Corp)早已发明的方法,此法是用醋酸铜氨水溶液作抽提剂。日本石油化学公司(1959 年),日本合成橡胶公司(1960)和东燃石油化学公司(1962 年)也采用此法生产。糠醛法是美国飞利浦石油公司(Phillips Petroleum Corp)所发明的方法。用糠醛作抽提剂,抽提蒸馏出丁二烯。乙腈法是以乙腈作抽提剂。日本合成橡胶公司现也采用此法。GPB 法是日本泽俄公司(Zeon)所发明的方法,1965 年于德山工厂建立了规模 3 万吨/年的丁二烯装置。据说这个工厂到现在一直运转正常,实际产量已达到 4.5 万吨。1968 年又用此法建立了规模 10 万吨/年的装置,成为目前世界最大的丁二烯工厂(化学工业 19 [2], 1968, p. 139~144)。该法是以二甲基甲酰胺作溶剂,进行抽提得丁二烯。据说可从含丁二烯为 39.08% 的原料中得到 99.5% 的高纯度丁二烯。此法的特点是建设费和运转费低,设备无腐蚀,在目前据称为最好的方法。根据德山工厂工业化的结果,其技术指标如下:

生产能力	45000 吨/年
建设费	63300 万日元
水蒸汽	3.9 吨/1 吨丁二烯
冷却水	250 米 ³ /1 吨丁二烯
电 力	120 千瓦/1 吨丁二烯
溶 剂	0.2~0.3 公斤/1 吨丁二烯

UCC 法是美国联合碳化物(U. C. C.)公司所发明的新方法。此法已在波多黎各岛(Puerto Rico)的波森(Ponce)工厂运转了两年。其特点是用二甲基乙酰胺作溶剂,进行低温低压两步抽提。在第一抽提塔中操作温度为 86~158°F,压力为 45~75 磅/吋²。第二抽提精馏塔温度与第一塔完全相同。压力为 5~30 磅/吋²。根据 U.C.C. 公司所发表的经济指标,与其他法比较如下(规模为 16000 吨/年):