

现代石油化学

〔日〕功刀泰碩 主编

中山國男 編集
藤井 茂

石油化学工业出版社

81.713
154
C.2

现代石油化学

王 林 译

王伯英 校

石油化学工业出版社

現代の石油化学

[日] 功 刀 泰 碩 主 编
中山國男 藤井 茂 編集
横川書房 (東京・1971)

*

现代石油化学

王 林 译 王伯英 校

*

石油化学工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

燃料化学工业出版社印刷二厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ 印张 $15^{3/8}$ 插页 1
字数 404 千字 印数 1—8,500
1976年 1 月第 1 版 1976年 1 月第 1 次印刷
书号15063·化10 定价 1.47 元

前 言

在毛主席革命路线指引下，我国石油化工战线革命和生产形势一派大好。为了满足石油化工战线广大革命职工对科技图书的需要，我们在首先出版一些自编科技图书的情况下，也适当翻译一些对我国有参考价值的国外科技图书，《现代石油化学》一书就是在这样的情况下翻译出版的。

日文版《現代の石油化学》是日本一部分从事石油化工的人员搜集了1970年前的主要文献编写的。内容包括对石油化工领域中各种原料、产品的性能、用途和各种生产方法的叙述，简述了近年来世界石油化学工业中一些主要的新技术，并对近期的将来国外石油化工发展的趋势作了一些推测。此外，还有一些反映日本和其他资本主义国家石油化工发展情况的内容。

在翻译过程中，删去了专门介绍日本一些石油化工公司生产组织情况的原书第六章以及其他章节中的有关部分，译者又补充了近期国外发表的三篇文章增缀于书后，这三篇文章是着重反映国外石油化工技术的近期情况和今后发展趋势的。这样，本书中译本在主要方面基本上反映了国外目前石油化工技术全貌的概况。

希望广大读者在“洋为中用”原则指引下，在阅读此书过程中，结合我国具体情况，吸取对我们有用的东西。

本书由王林同志翻译，王伯英同志审校。

石油化学工业出版社

32771

目 录

1. 石油化学工业概况

1.1 石油化学工业已经成为基干工业	1
1.2 日本的石油化学工业	2
1.2.1 石油化学工业建立的条件	2
1.2.2 日本石油化学工业的兴起与发展	4
1.3 石油化学工业的技术开发	13
1.3.1 战后的主要技术	13
1.3.2 最近的新技术	21
1.4 石油化学工业与公害	29
1.4.1 石油化学工厂与公害	29
1.4.2 石油化学产品的公害	37

2. 石油化学的原料

2.1 日本的石油化学原料	40
2.1.1 天然气、炼厂气、焦炉气	40
2.1.2 石脑油	44
2.2 某些国家的石油化学原料与炼油厂的关系	46
2.2.1 美国的乙烯原料	46
2.2.2 西欧的乙烯原料	48
2.2.3 丙烯和丁二烯	49
2.2.4 芳烃原料	50
2.3 今后的原料问题	51
2.3.1 欧美的动向	51
2.3.2 日本的动向	52

3. 石油的化学原料化

3.1 石油的化学原料化的各种方法	54
3.2 热裂解生产烯烃法	54
3.2.1 裂解方法	54
3.2.2 原料烃	56

3.2.3	乙烯、丙烯的制法	57
3.2.4	乙炔的制法	64
3.3	丁烯、丁二烯类的制法	69
3.3.1	碳四烯烃工业的概况	69
3.3.2	丁二烯的制法	71
3.3.3	丁烯类的分离	73
3.4	芳烃的制法	74
3.4.1	芳烃制造工业的概况	74
3.4.2	催化重整法	77
3.4.3	脱烷基法	79
3.4.4	二甲苯异构体的分离与异构化	82
3.5	氢及合成气的制法	84
3.5.1	合成氨及甲醇工业的概况	85
3.5.2	合成气的制造	86
3.5.3	氢的制造	87
3.5.4	工业方法	88
3.6	化学炼制	89
3.6.1	石油化学的原料问题	89
3.6.2	石脑油以外的原料	91
3.6.3	化学炼制	91

4. 石油化学中间产品

4.1	甲烷系产品	101
4.1.1	甲烷化工利用的概况	101
4.1.2	甲醇	102
4.1.3	甲醛	103
4.1.4	氨	105
4.1.5	乙炔	105
4.2	乙烯系产品	106
4.2.1	乙烯及其衍生物	106
4.2.2	聚乙烯	107
4.2.3	乙醇	110
4.2.4	环氧乙烷和乙二醇	113
4.2.5	乙醛	117

4.2.6	醋酸	120
4.2.7	醋酸乙烯	122
4.2.8	苯乙烯	125
4.2.9	氯乙烯	128
4.2.10	其他卤化物	133
4.2.11	其他乙烯系产品	134
4.3	丙烯系产品	136
4.3.1	丙烯工业的概况	136
4.3.2	聚丙烯	137
4.3.3	丙烯腈	141
4.3.4	异丙醇	143
4.3.5	丙酮	145
4.3.6	环氧丙烷	148
4.3.7	丙二醇	152
4.3.8	甘油	154
4.3.9	丁醇	157
4.3.10	高级醇	159
4.3.11	丙烯醛	161
4.3.12	丙烯酸酯	163
4.3.13	丙烯三聚体及四聚体	167
4.3.14	环氧氯丙烷	169
4.3.15	其他	170
4.4	丁烷-丁烯系产品	174
4.4.1	聚丁烯	174
4.4.2	仲丁醇及甲乙酮	176
4.4.3	甲基丙烯酸	177
4.4.4	异戊二烯	180
4.4.5	其他	181
4.5	芳香族产品	183
4.5.1	苯、甲苯、二甲苯的工业概况	183
4.5.2	环己烷	186
4.5.3	己二酸	187
4.5.4	顺丁烯二酸酐	188

4.5.5	苯酚	191
4.5.6	烷基苯酚	196
4.5.7	苯甲酸	197
4.5.8	邻苯二甲酸酐	198
4.5.9	间苯二甲酸	200
4.5.10	对苯二甲酸及对苯二甲酸二甲酯	201
4.5.11	己内酰胺	206
4.5.12	苯胺	208
4.5.13	甲苯二异氰酸酯	211
4.5.14	烷基苯	212
4.5.15	多甲基苯	215
4.5.16	萘	216

5. 最终产品

5.1	合成树脂	218
5.1.1	概况	218
5.1.2	聚烯烃系合成树脂	229
5.1.3	聚苯乙烯：通用级(GP)及高冲击级(HI)	249
5.1.4	聚氯乙烯	255
5.1.5	含氟树脂	258
5.1.6	酚醛树脂	263
5.1.7	脲醛树脂	266
5.1.8	三聚氰胺树脂	272
5.1.9	环氧树脂	277
5.1.10	醇酸树脂	282
5.1.11	不饱和聚酯树脂	284
5.1.12	聚甲基丙烯酸酯树脂	291
5.1.13	聚碳酸酯树脂	295
5.1.14	尼龙树脂(尼龙, 聚酰胺树脂)	297
5.1.15	聚氨基甲酸酯树脂	302
5.1.16	ABS树脂	307
5.1.17	硅树脂	311
5.2	合成纤维	314
5.2.1	概况	314

5.2.2	尼龙	324
5.2.3	聚酯	330
5.2.4	聚丙烯腈纤维	336
5.2.5	维尼龙	339
5.2.6	聚丙烯纤维	342
5.2.7	聚乙烯纤维	344
5.2.8	聚氯乙烯纤维	346
5.2.9	聚偏氯乙烯纤维	347
5.2.10	其他合成纤维	348
5.3	合成橡胶	349
5.3.1	概况	349
5.3.2	异戊橡胶	362
5.3.3	顺丁橡胶	365
5.3.4	丁苯橡胶	368
5.3.5	丁腈橡胶	371
5.3.6	氯丁橡胶	374
5.3.7	阿尔芬橡胶	375
5.3.8	丁基橡胶	377
5.3.9	乙丙橡胶	378
5.3.10	氨基甲酸酯橡胶	379
5.3.11	环氧氯丙烷橡胶	382
5.3.12	其他特种橡胶	382
5.4	表面活性剂与合成洗涤剂	383
5.4.1	概况	383
5.4.2	阴离子系表面活性剂	393
5.4.3	阳离子系表面活性剂	396
5.4.4	两性离子系表面活性剂	397
5.4.5	非离子系表面活性剂	397
5.5	溶剂	400
5.5.1	概况	400
5.5.2	醇类	407
5.5.3	酮类	408
5.5.4	酯类	410

5.6 涂料、粘结剂	411
5.6.1 涂料	411
5.6.2 粘结剂	415
5.7 石油蛋白	420
5.8 合成纸	424
5.9 建筑材料.....	428
5.10 精细化学品	433
5.11 增塑剂	436

6. 石油化学工业的远景

6.1 1985年的石油化学	441
6.1.1 生产规模	441
6.1.2 企业中所存在的问题	442
6.1.3 工业用地	443
6.1.4 原料	443
6.2 与原子能工业的关系	444
6.3 对于新技术的期望	448
6.3.1 原油的完全化学化	448
6.3.2 高分子材料技术上的进步	449
6.3.3 对于新化学知识的期待	450
最近世界石油化学工业技术上的进步 (上)	451
最近世界石油化学工业技术上的进步 (下)	459
石油化学工业未来的技术革新	473

1. 石油化学工业概况

1.1 石油化学工业已经成为基干工业

石油化学工业作为基干工业已经确立下来，在日本是最近十五年的事。

石油化学工业这样的发展，和石油作为一次的能源的地位已经巩固是密切相关的。石油作为能源比煤炭价格低廉，由于它在常温下是液体，在开采、运输方面都比较容易。以石油作为燃料时，使用起来很简便，也是汽车、飞机等交通运输不可缺少的燃料，从而就逐渐取代了煤炭的地位。

石油这个能源，在世界各地蕴藏量是极其丰富的，从而作化学工业的原料也就具备了基本的条件。另外，石油是容易进行加工的烃类，用石油加工所得烯烃或芳烃生产合成纤维、塑料的技术已有高度的发展，故石油化学工业为了向与人们生活密切相关的高分子化学工业提供原料，已经成为规模巨大的工业。

由于石油化学工业的发展，不但是把过去在化学工业上所用的主要原料煤、农产品，用石油或天然气所取代，而且使化学工业的生产方式、劳动结构也完全变貌。使以前的合成氨系肥料工业、制碱工业、电石工业、油脂、洗涤剂工业、发酵工业等化学工业领域处于从属地位，发生了变质，处于被囊括的状态之中。

又由于使得基础化学产品能大量、便宜、稳定地供应，从而使新的产业得以建立和发展。特别是与高分子化学技术相结合的新的合成树脂、合成纤维、合成橡胶、合成皮革等工业的成长，成为新的材料供应来源，即出现了所谓材料革命。石油化学工业与钢铁工业相并列，在材料工业上成为产业结构的中心地位必将

到来。

石油化学工业的特征之一，拥有巨大的设备，并且是技术集中的企业。通过新的生产技术的进步，不断有新的装备建设，而旧有装置也在不断改进。这样的装置建设需要巨大的资本，多为一个企业的资金周转所不及，故在资本主义国家常是形成一种联合企业的资本主义集团。

这样的联合企业，乙烯的生产能力已达30~50万吨/年，有人认为将来会扩大到70~100万吨/年。1985年据估计日本乙烯的总生产量可达1,800万吨。作为日本产业结构重工业化先驱的石油化学工业，已成为日本经济的支柱，并作为重要工业而引起世界注目。

1.2 日本的石油化学工业

1.2.1 石油化学工业建立的条件

日本的石油化学工业在计划、创立的开始阶段，考虑到市场狭小，究竟能否建设成功，抱有怀疑。在这样的情况下，迄今十余年，并已发展到仅次于美国，占世界第二位，兹就其发展的经过，从原料、技术与市场各方面加以观察后叙述如下。

1) 原料的供应——石油炼制工业的发展

日本由于处于石油产地与消费地点相距甚远的情况下，在第二次世界大战前，系采用产油地带炼制，然后将汽油、柴油等石油产品运往消费地点。而在消费地带建立炼油厂，这一转变是第二次世界大战之后实行的。在战前的产品进口方式曾经有过与消费市场的规模或产品的需要结构不相适应之处，自从改为在消费地点进行炼制的方式后，由于炼制技术的进步，而进口的原油亦多样化，得以建立与市场相适应的经济炼油厂。1951年日本在太平洋沿岸的石油炼厂重新开业，由于日本对于煤炭、天然气的资源贫乏，从而使得在价格上有利的石油能源迅速普及，特别是在1955年以后，通过所谓能源的革命，以及由煤炭转变为石油，促

使石油炼制急速发展，而炼制规模亦不断扩大。

当时日本的汽车不甚普及，汽车用汽油在石油产品中所占比例，仅相当于美国的1/4以下。因此以重油为基础的原油处理，轻质馏分的石脑油不能完全经加工制成汽油而消耗，呈现了慢性的生产过剩。因而通过石脑油的裂解以开发石油化学工业，从石油产品的平衡来说，在石油炼制业方面亦感到有此必要。这使日本的石油化学工业的发展与石油炼制业的扩大及合理化结合起来了。

2) 技术

在化学工业界，于第二次世界大战前，德国的法本（IG）公司已在煤化学、乙炔化学方面取得成就，并达到高度水平，进一步由史陶丁格尔（Staudinger）、加罗则斯（Carothers）所创立的高分子化学在法本、杜邦、ICI（英国帝国化学工业公司）等化学企业实现工业化，并已达到相当高的水平。

石油化学工业与传统的化学工业不单是原料上的不同，也不是对既成的技术原封不动的采用。由于原料的不同，当然就有不同的处理方法，而最合适的系统也就不一样，产品也有所不同。而这些新的技术在日本开始建立石油化学工业时，美国已经取得了良好的成果。

美国的石油企业，是在其丰富的资源与全国普遍摩托化基础上出现的。在具有丰富的煤炭和天然气资源的美国，重油作为燃料并不是很重要，而汽车用的汽油是重要的商品。因而将过剩的重质油裂解使之轻质化，转变为汽油的技术得以产生，并广为普及。

当将重质油轻质化时，含有烯烃的裂化气多是副产。1920年曾由副产烯烃开始生产异丙醇、乙二醇。此后，美国的石油化学工业，以裂化汽油制造新的裂解气，由丰富的天然气经热裂解制造乙烯、丙烯，以及为了制造高辛烷值的汽油，通过重整而制备芳烃，成为三个中心，并在战前及战争中就已建立基础。战后成为各种合成纤维、合成树脂的新型化学工业而日趋巩固。

这样，在美国所发展的技术，各国通过专利、技术资料，以

至设计、建设、运转在内，进行了引进。但单是技术引进尚不能生根，引进的一方必须能够消化技术具有吸收的能力。这在日本的技术水平是能够达到的。因为日本曾进行了煤炭液化、人造汽油的经营，并具有相当规模。另在维尼龙、尼龙等合成纤维、酚系、尿素系热固性合成树脂，氯乙烯及其他热塑性树脂的生产技术亦有一定进展。因而这些技术成为建立石油化学这一新领域的基础。

3) 市场

工业的成立与发展，其产品市场的形成是重要的条件。石油化学工业一方面对于聚乙烯、聚苯乙烯等塑料产品，尼龙、奥纶等代表性的合成纤维，丁苯、丁腈等合成橡胶，亦即对于这些新发展的高分子工业供与基础原料，以促使其成长。而从另一方面来说，这些高分子化学产品的市场，也就成为石油化学产品的市场。另外，石油化学把由煤炭、电石、油脂、发酵所得各项产品大量而廉价予以代替，具备了扩大市场的条件。因而，石油化学一方面是以高分子化学为轴心生产新型材料，另一方面又为大量生产有机化学产品开辟了道路。

对于石油化学工业的最初的市场，虽曾抱有怀疑，但从1956年左右美国石油化学的稳定状态来看，这些市场之能否成立是得以预测的。

在战后，日本为了维持其国民生活，在进口产品中，曾以米为中心的粮食，以棉为中心的纤维原料占据压倒的比重，贸易是显著的入超。入超额1952年为7亿5千万美元，1953年为11亿美元，1954年为7亿7千万美元。日本在战后的经济重建，曾以能增产粮食的化肥、农药、农业用塑料等生产资料、能代替棉纤维的合成纤维，以迄新型工业材料的塑料材料作为主要的供应品，这从市场方面来看，表现了对石油化学制品的潜在需要。

1.2.2 日本石油化学工业的兴起与发展

1) 成长的概况

以上所述，日本的化学工业原料、技术、市场等条件的调整是在1955年。在石油化学工业方面，首先建立的是日本石油化学、三井石油化学、三菱油化等公司，1958年正式投入生产。之后，在十二年的时间里，其成长情况，从石油化学产品的生产实况来看有如表1.1所示。对其间的动态加以分析，则分为四个时期。

第一时期 1955~1959年。企业化计划的具体化与生产开始。

第二时期 1960~1964年。系第一期计划的扩大，石油化学的普及，后继企业的出现。

第三时期 1965~1967年。为适应“自由化”，调整体制。

第四时期 1968~1971年。向国际水平进展时期，为乙烯单位生产能力30万吨/年时代。

1972年以后，亦即30万吨/年以后的进展，据称要向海外市场发展。今试就长期的展望述下。

a. 第一期 1955~1959年

1955年7月经过“石油化学工业成长对策”的决定，经过调整将各企业分为四组。第一组是三井石油化学；第二组是三菱油化；第三组是住友化学；第四组是日本石油化学。

这四个组的乙烯产量合计79,000吨/年(三井石油化学20,000吨/年，三菱油化22,000吨/年，住友化学12,000吨/年，日本石油化学25,000吨/年)。参加的单位计十四个公司。产品几乎全为乙烯系统，聚乙烯占大部分。另有苯乙烯、环氧乙烷、乙二醇等。丙烯系统仅有日本石油化学公司的异丙醇、丙酮。废气方面住友化学公司系用以为合成气的原料，以期利用于合成氨工业方面。

在石油公司方面，有丸善石油公司由流动床催化裂化法所得废气用以生产仲丁醇、甲乙酮，系于1957年开始，这是石油企业走向石油化学企业化的开端。

1958年2月有三井石油化学，同年5月有住友化学、三菱油化，6月有日本石油化学均先后开始生产。这是第一期计划，据

学 产 品 生 产 成 就

单位：数量“吨”，金额100万日元

1961年		1963年		1965年		1967年		1969年	
数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额
58,098	15,919	223,377 169,649 53,728	40,146 30,367 9,779	396,264 303,564 92,700	61,783 45,838 15,945	747,764 580,979 166,785	93,843 61,489 29,354	689,414 769,966 319,448	126,004 77,767 48,237
22,668	3,831	31,932	4,598	76,072	8,672	159,327	15,455	215,933	17,707
20,396	3,503	27,098	3,441	64,797	6,674	147,983	12,875	191,086	14,331
1,618	403	2,494	566	2,799	630	6,386	1,092	8,620	1,405
46,781	6,970	105,272	14,843	168,429	17,517	312,822	28,467	614,722	43,645
28,995	7,481	70,873 63,456 7,417	16,534 13,960 2,574	125,472 102,258 23,214	25,077 18,665 6,412	278,011 215,052 62,959	44,894 30,659 14,235	524,836	76,172
—	—	21,216	6,047	57,520	12,194	170,201	28,083	421,623	61,135
6,674	1,014	25,031	3,454	43,734	4,417	64,500	6,644	77,648	7,998
4,571	622	7,428	847	13,150	1,512	20,705	2,360	23,636	2,695
1,574	378	19,347	3,676	30,376	4,556	41,769	5,681	59,111	8,216
5,475	597	8,262	826	13,421	966	21,910	1,271	35,766	2,039
13,813	1,216	26,153	1,935	58,553	3,806	96,412	5,206	155,208	8,071
10,170	1,278	30,822	3,680	74,033	7,883	93,887	8,891	137,195	11,373
6,202	1,488	21,301	3,685	41,986	6,046	46,768	5,706	98,404	12,104
4,571	645	7,670	1,020	8,730	1,048	10,468	1,110	37,295	3,357
51,129	10,704	96,374	18,778	142,356	27,477	251,569	44,761	484,159	80,453
27,327	1,394	83,588	2,842	143,013	4,719	370,995	11,130	883,699	24,744
55,919	1,733	96,024	2,881	138,738	3,885	253,760	6,598	535,959	12,863
42,344	1,440	63,069	1,829	91,133	2,369	183,760	4,410	531,829	11,700
27,793	7,865	41,464	9,744	60,253	12,051	100,885	18,159	177,985	28,478
2,851	644	5,456	1,009	7,872	1,322	12,784	1,879	19,653	2,869
35,260	1,128	48,980	1,322	58,102	1,394	72,996	1,606	67,854	1,425
107,167	—	345,832	—	776,901	—	368,488	—	399,603	—
35,220	14,230	63,802	41,050	109,352	105,349	196,177	181,672	373,660	206,022
...	—	—	...
84,483	—	184,753	—	321,347	—	531,793	—	764,806	—
—	—	212,843	—	361,452	—	582,992	—	950,690	—
1,047,513	—	1,247,455	—	1,600,868	—	2,120,155	—	2,755,459	—
8.1	—	14.8	—	20.1	—	25.1	—	27.8	—
—	—	17.1	—	22.5	—	27.5	—	34.5	—

=100%换算)的平均出厂单价相乘算出的(日本石油化学工业协会)