

有机化工原料大全

第一卷

中国化工学会石油化工学会组织编写

魏文德 主编

化学工业出版社

有机化工原料大全

第一卷

中国化工学会石油化工学会组织编写

魏文德 主编

化学工业出版社

内 容 提 要

《有机化工原料大全》按章节编排，分四卷出版。分类叙述400多个有机化工原料品种的工业生产技术和应用知识。

本书是《有机化工原料大全》第一卷。分别介绍有机化学工业的发展历史，现状和发展趋势，原料资源，催化作用和催化剂，烷烃、烯烃、脂肪族含氮化合物的各种品种，以及各该品种的发展史、物理性质和化学性质、生产原理和生产方法、产品质量标准和分析方法、安全卫生和劳动保护、环境保护和三废治理、产品的用途及其包装、贮存、运输等。

本书主要供从事化学、化工的生产、建设、科研、教学各方面技术人员查索阅读，也可供需要了解有机化工原料工业知识的有关人员参阅。

有机化工原料大全

第一卷

中国化工学会石油化学学会组织编写

魏文德 主编

责任编辑：裴桂芬

封面设计：郭小红

化学工业出版社发行

(北京市东城区黄厂大街15号)

化学工业出版社印刷厂印刷

化学工业出版社印刷厂装订

新华书店北京发行所经销

开本787×1092¹/₁₆ 印张47 插页1 字数1,194千字

1989年12月第1版 1989年12月北京第1次印刷

印数 1—4,260

ISBN 7-5025-0503-2/TQ·310

定 价 23.00元

有机化工原料大全

编辑委员会

主 编 魏文德

副主编 朱启亨 张 式 胡 媯 林文新 朱曾惠

委 员 (按姓氏笔划排序)

王 杰 王仁杰 包文滌 白庚辛 孙文温

刘衍余 陈大义 李定一 庞 礼 周启昭

张铭澄 贺从权 贺英侃 高 榕 夏求真

陆强敏 陆德芳 黄立钧 裴桂芬 缪雪如

蔡惠林

各卷执行主编

第一卷 胡 媯 夏求真 白庚辛

第二卷 张 式 张铭澄 孙文温

第三卷 贺英侃 高 榕 王 杰

第四卷 陆强敏 包文滌 陈大义

前 言

有机化工原料是生产合成树脂、塑料、橡胶、纤维、农药、医药、染料、粘合剂、感光材料、日用化学品、香精和香料、电子用化学品等有机化工产品的基本原料。由于他们的品种多、产量大、用途广泛、生产工艺技术更新较快，现已发展成为化学工业中的一个重要行业。他们的发展不仅可为有机化学工业提供丰富的原料来源，而且可促进有机化学产品的发展。一个国家有机化工原料的产量和技术水平，被认为是这个国家化学工业发展水平的标志，所以，主要工业国家十分重视有机化工原料的发展。为此，中国化工学会石油化工学会委托我们组成编委会，组织编写了本书。

本书是有机化工专业方面通用性、综合性的工具书。书中全面系统地介绍了有机化学工业的沿革、现状和发展趋势，原料资源，各种有机化工原料的工业生产技术、应用知识和有关基础理论。力求做到全面、准确和实用。

全书共分四卷，按章节编排，分类论述400多个有机化工原料品种（第四卷附有索引）。这样，既利于读者系统了解有机化工原料生产和应用的全貌，又便于读者查阅。读者只要从书中查到某一种产品，即能顺利找到其他同类产品。

参加本书编写的有科研、设计、生产和高等院校十多个单位的八十多位作者。这些作者大都是在有关技术领域工作的专家、教授。稿件也是经过多次修改、审查，尽量保证书稿具有较高质量。不过，有机化工原料工业涉及的范围很广，在编写过程中，我们虽然力求完善，但限于水平和经验，书中仍可能有所遗漏和错误之处，希望广大读者提出宝贵意见，以便再版时修正。

《有机化工原料大全》编辑委员会

1988.6.

有机化工原料大全 总目录

第一卷

1. 绪论
2. 有机化学工业的原料
3. 有机化学工业中的催化作用和催化剂
4. 脂肪烃
5. 脂肪族含卤化合物

第二卷

6. 脂肪醇、脂肪醚和环氧化合物
7. 脂肪族羰基化合物
8. 脂肪族羧酸及其衍生物

第三卷

9. 脂肪族含氮、含硫化合物
10. 酯环化合物
11. 芳香烃
12. 芳香氯化物、醇、酚、醚、醛和酮

第四卷

13. 芳香族羧酸及其衍生物
14. 芳香族含氮含硫化合物
15. 杂环化合物
16. 元素有机化合物

索引

有机化工原料大全第一卷

目 录

1. 绪论	1	2.1.5 能源的构成	20
1.1 有机化学工业发展历史	1	2.2 石油	21
1.1.1 1885年以前的有机化学工业	1	2.2.1 石油的资源	21
1.1.2 煤化工的兴起与发展	1	2.2.2 石油的化学组成与性质	24
1.1.3 石油化学品的产生和发展	2	2.2.3 石油的加工	30
1.1.4 动植物来源的有机化工原料	4	2.2.4 石油的化工利用	39
1.2 有机化工原料工业在国民经济中的地位	4	2.3 天然气	40
1.2.1 有机化工原料是生产其它有机产品的基础	4	2.3.1 天然气的资源	40
1.2.2 有机化工原料在工、农业中的作用	5	2.3.2 天然气的组成	41
1.2.3 发展有机化工原料可提高人民生活水平	5	2.3.3 天然气的加工和利用	42
1.3 有机化工原料工业的生产现状和发展趋势	6	2.4 煤	44
1.3.1 有机化工原料的生产	6	2.4.1 煤的资源	44
1.3.2 有机化工原料生产技术	8	2.4.2 煤的组成与分类	46
1.3.3 有机化工原料的发展趋势	9	2.4.3 煤的化工利用途径	50
1.4 有机化工过程的研究与开发	9	2.4.4 焦化和半焦化	53
1.4.1 过程研究开发程序	10	2.4.5 煤的气化	58
1.4.2 过程研究与开发的技术内容	11	2.4.6 煤的液化	58
1.5 我国有机化工原料工业的发展	12	2.4.7 电石	64
1.5.1 在煤炭和农副产品基础上起步	13	2.5 合成气	66
1.5.2 石油化工的发展	13	2.5.1 合成气的制造	67
1.5.3 农林副产来源的有机化工原料	14	2.5.2 合成气的净化和分离	74
1.5.4 有机化工原料生产增长和今后展望	14	2.5.3 以合成气为原料合成有机化工产品	75
2. 有机化学工业的原料	18	3. 有机化学工业中的催化作用和催化剂	84
2.1 概论	18	3.1 概论	84
2.1.1 原料的演变	18	3.1.1 催化作用与催化剂	84
2.1.2 原料的需求	19	3.1.2 催化作用在有机化学工业中的应用	84
2.1.3 原料的选择	19	3.1.3 工业应用催化作用的历史、现状和趋势	86
2.1.4 各种原料资源的特点	19	3.2 基本概念	89
		3.2.1 催化剂与化学平衡	89
		3.2.2 活性中心(或活性部位)	89
		3.2.3 催化剂的活性、选择性和寿命	90

3.2.4 催化剂的组成	92	4.5.1 乙炔及其衍生物	443
3.3 均相催化作用	93	4.5.2 甲基乙炔	501
3.3.1 均相酸碱催化作用	93	4.5.3 乙烯基乙炔	503
3.3.2 均相络合催化作用	94	4.5.4 1,3-丁二炔 (二乙炔)	509
3.4 多相催化作用	98	5. 脂肪族含卤化合物	513
3.4.1 原理	98	5.1 概论	513
3.5 多相催化反应	110	5.1.1 卤代脂肪烃的分类与命名	513
3.5.1 固体酸碱催化反应	110	5.1.2 卤代脂肪烃的物理性质	514
3.5.2 金属与合金催化反应	113	5.1.3 卤代脂肪烃的化学性质	516
3.5.3 氧化物催化反应	116	5.1.4 卤代脂肪烃中的重要化合物	517
3.5.4 硫化物、氮化物和碳化物催化反应	122	5.2 脂肪族含氯化物	518
3.6 选择催化剂的一些规律	126	5.2.1 概述	518
3.7 载体与催化剂的制备	127	5.2.2 一氯甲烷	523
3.7.1 催化剂载体	127	5.2.3 二氯甲烷	529
3.7.2 催化剂的制备	142	5.2.4 三氯甲烷	543
3.8 催化剂的表征	161	5.2.5 四氯化碳	552
3.8.1 催化剂物化性能的测试	161	5.2.6 氯乙烷与多氯乙烷	566
3.8.2 催化剂反应性能的评价	181	5.2.7 氯乙烯	577
3.9 催化剂的失活和再生	189	5.2.8 多氯乙烯	596
3.9.1 催化剂失活的原因	189	5.2.9 氯丙烯	604
3.9.2 催化剂的再生	191	5.2.10 氯丁二烯	617
4. 脂肪烃	194	5.2.11 氯化石蜡	637
4.1 概论	194	5.2.12 三氯乙醛	647
4.2 烷烃	195	5.2.13 氯乙酸及其它重要卤乙酸	650
4.2.1 物理性质	197	5.2.14 光气(碳酰氯)	661
4.2.2 化学性质	200	5.3 脂肪族含溴化合物	670
4.2.3 烷烃回收和生产方法	204	5.3.1 概述	670
4.2.4 甲烷	213	5.3.2 物理性质	673
4.2.5 乙烷	214	5.3.3 化学性质	677
4.2.6 丙烷	216	5.3.4 生产方法	679
4.2.7 丁烷	218	5.3.5 产品规格及分析测试方法	686
4.2.8 戊烷	221	5.3.6 安全、卫生、贮存及运输	688
4.2.9 己烷	223	5.3.7 用途	690
4.3 烯烃	228	5.4 脂肪族含氟化合物	693
4.3.1 乙烯	230	5.4.1 概述	693
4.3.2 丙烯	304	5.4.2 四氟甲烷	700
4.3.3 丁烯	329	5.4.3 三氟甲烷	702
4.3.4 高碳数烯烃	360	5.4.4 八氟环丁烷	703
4.4 二烯烃	375	5.4.5 二氟乙烷	705
4.4.1 丁二烯	375	5.4.6 全氟高碳烷烃	706
4.4.2 异戊二烯	407	5.4.7 氟氟甲烷	707
4.4.3 其它二烯烃	440	5.4.8 氟氯乙烷	714
4.5 炔烃	443	5.4.9 含其它卤素的氟氯烷烃	717
		5.4.10 四氟乙烯	720

5.4.11	六氟丙烯.....	722	5.4.16	氟代醚与氟代胺.....	732
5.4.12	三氟氯乙烯.....	724	5.4.17	含氟乙酸.....	738
5.4.13	偏氟乙烯.....	726	5.4.18	高碳含氟羧酸.....	741
5.4.14	氟乙烯.....	727	5.4.19	六氟丙酮.....	742
5.4.15	氟代醇.....	729			

1. 绪 论

有机化工原料，范围很广。130多年来有机化工原料的品种不断增加，产品数量很难进行统计，来源也在发生变化：开始用动植物的副产物，后来以煤为基础。二次世界大战以后，石油和天然气逐渐增加。目前，在发达国家，由石油和天然气来源的有机化工原料已占有机产品总量的93%以上^[3]。1970年美国以石油为原料，年产量在2.4万吨以上的有机化工产品有100种之多^[1]，重要单体及中间体有232个^[2]。这类产品一般不能直接用于人民生活，而是作为塑料、合成橡胶、合成纤维、合成洗涤剂以及涂料、染料、溶剂、农药、医药等的主要原料。

1.1 有机化学工业发展历史

有机化工生产可分为两大时期^[4]。1885年以前是手工艺经验时期，1885年以后是科学应用时期。从发展过程看，有机化工产品出现在无机酸、碱、盐的生产之后。有机化工原料一般来源于用作能源的物质。从发展规律看，战争和人民生活需求，要求有机化工产品的科技进步，而科技的进度又推动有机化工产品生产面貌的不断改变。

1.1.1 1885年以前的有机化学工业

大约30万年前，人类已会用火。这是地球上人工进行的第一个有机化学反应。不久，火即用于加工食物及其他方面。

古代手工业的创立，国内外已有许多论述^[5~9]。公元前一、二万年即有涂料绘画。四千多年前，我国和埃及均出现发酵法制酒，埃及并能使用媒染染料。欧洲生产肥皂、我国使用中药也都在公元以前。我国汉代（公元前206年至公元220年），已开始用甘蔗制糖、植物纤维造纸和制造火药等。这时，煤、石油、天然气已被发现和利用。天然橡胶的发现，也有上千年历史。

1794年，发现木炭有脱色作用，17年后骨炭用于糖浆脱色中。19世纪初开始从木材干馏中回收焦油及乙酸。1828年，Friedrich Wöhler从无机物异氰酸氨合成尿素，在有机物合成领域打破了“生机论”的思想枷锁，第一次由无机物合成了有机物。1811至1831年，J. Liebig, J. J. Berzelius, J. B. A. Dumas等建立了有机物定量分析方法，为后来在有机化工中应用打下了基础。在此期间，真空蒸发和离心干燥技术用于制糖工业，Coffey蒸馏器在用于精馏乙醇。1839年，Goodyear发明天然橡胶硫化技术，从此橡胶加工进入一个新的时代。

1850年前有机化学工业虽已有一定规模，但绝大部分只限于天然物的提纯与处理。只有少数化合物，如乙醚、氯仿、酯类等可以进行小量人工合成。

1.1.2 煤化工的兴起与发展

蒸汽机的出现，需要钢铁。钢铁冶炼推动了焦炭的生产。炼焦工业产生的煤气用作城市燃料，但副产的焦油，当时则认为是废物，需寻求处理出路。后来经过研究，焦油轻馏份可被用作橡胶溶剂；粗馏份（杂酚油）用于枕木防腐。1849年，英国Hofmann指导他的学生

Mansfield从焦油中蒸出了大量的苯，W. H. Perkin用铬酸钾氧化苯胺，生成了第一个合成染料“Mauve”，1856年申请专利，第二年建厂，从此打开了合成染料的大门。后来德国积极发展染料生产，人工合成茜草红、靛蓝、阴丹士林等，焦油中苯、甲苯、二甲苯、苯酚、萘、蒽等经过分离得到利用。1880年后，德国进一步发展香料工业和合成医药工业。这时有有机化工原料工业开始成为一个新的行业。

1892年，加拿大人Thomas Lovel Willson发明了电石。两年后在美国North Carolina建立第一个电石工厂。1896年德国Alexander Wacker开始研究乙炔的化学利用。20世纪初，电石主要做氰氨化钙肥料。1908、1909年先后在Bosnia与Runcorn建厂生产三氯乙烯、四氯乙烯溶剂。

水煤气用于工业始于1880年，在漫长发展过程中，只是用作燃料。1913年，德国才以水煤气为原料建立了世界第一套合成氨装置。20世纪20至30年代开始了甲醇和羰基合成醇的生产。

第一次世界大战期间，炸药、橡胶、塑料、溶剂等需要量增加，促使有机化工原料生产的规模开始向大型化发展，并有许多新产品出现。1914年，乙炔水合制乙醛建厂投产。两年后乙醛氧化制醋酸的工厂建成。接着，乙炔合成丙酮、醋酐、乙醇、正丁醇等技术先后发展起来。到1925年，德国用于化学合成的电石量，已达6万—6.5万吨^[10]。

战后，塑料、合成橡胶、合成纤维的生产代替了炸药，为有机化工原料开拓了新的市场。1868年赛璐珞投产，1909年Baekelite发明了合成橡胶，以及20世纪20年代Staudinger, Carothers等对合成有机高聚物结构的研究工作，为有机合成材料的发展奠定了基础。以后20多年中，由于高分子材料的生产，使乙炔制丁二烯、氯乙烯、丙烯腈、乙二醇、丙烯酸，以及由苯制烷基苯磺酸钠等的生产技术和生产规模，达到了一个新的水平。德国用于有机原料生产的电石，1928年为7万吨，1936年为13.5万吨，1943年为85万吨。此外，还有约5万吨乙炔由低分子烃裂解生产。1943年，Farben公司由乙炔加氢制乙烯和由焦炉气分出乙烯各5万吨。这时，煤化工在德国，已形成一个完整的工业体系。

1.1.3 石油化学品的产生和发展^[11-12]

石油化学品的生产，1950年前主要在美国，50年代欧洲继起，60年代逐渐扩大到世界各国。目前发达国家石油化学工业已达到成熟阶段，第三世界国家仍在积极发展。

美国石油化工，是在炼油工业大发展之后诞生的。1908年，C. Ellis开始研究用炼油副产烯烃合成化学品。1912年W. Burton热裂化柴油增产汽油技术用于炼油工业，炼油副产烯烃增加。第一次世界大战时，飞机喷漆需大量丙酮做溶剂。美国新泽西州美孚石油公司与其他单位联合，开发Ellis工艺，即用炼厂气丙烯水合制异丙醇，然后脱氢制丙酮。1920年异丙醇投入生产，这是第一个合成石油化学品。

1925年，美国联合碳化物公司利用Gorge Curme等研究成果，在西弗吉尼亚的Clendenin建立了乙烷、丙烷高温裂解，并从裂解气中分离乙烯、丙烯的工业装置。这一新的原料路线，为石油化工独立发展奠定了基础。这时，化学工程科学，也开始在有机化工原料生产中发挥作用。1925年以后，炼油工业采用催化裂化技术，烯烃副产量增加，高分子材料单体需要增长很快，美国石油化工生产规模迅速扩大。1930年，美国消费乙烯1.4万吨，1940年达16.8万吨。

第二次世界大战开始，美国天然橡胶来源受阻，美国政府组织各大公司，进行合成橡胶

单体丁二烯的开发。1940年采用石油乙烯合成苯乙烯。1941年成功地从高温石油裂解气中抽提出纯丁二烯。1943年乙烯脱氢制丁二烯实现了工业化。采用1936年发明Лебедев法用乙酸生产丁二烯，补充丁二烯的不足。为了适应战时需要，Nylon(1939)，丙烯腈(1940)，石油重整馏份分离甲苯(1941)，高压聚乙烯(1943)，直接法合成酒精、高温氯化法制造氯丙烯(1948)等生产装置陆续建成投产。这时，美国石油化学品，已有约1000个品种，重要的品种不下200个。从图1.1.3-1可以看出，石油化学品在有机化学品总量中所占比例。

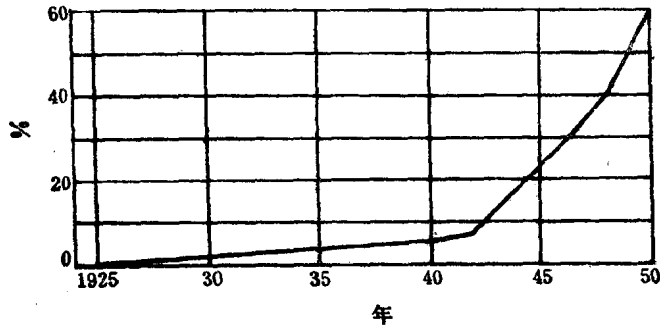


图 1.1.3-1 1925—1950年，美国由石油、天然气合成的有机化学品占全部有机化学品的百分数

从表1.1.3-1可以看出，1950年时，美国一些大吨位有机化工原料来源情况。

表 1.1.3-1 美国1950年大吨位有机化工原料来源组成

产 品	1950年产量 万吨	估计原料来源组成, %		
		石油或天然气	煤或焦炭	农产品
乙 醇	62.72	54	0	46
甲 醇	41.59	76	22.5	1.5
醋 酐	41.27	90	5	5
异 丙 醇 (100%)	39.36	100	0	0
甲 醛 (37%)	37.95	4	0	0
丁 二 烯	27.72	99	0	1
苯 乙 烯	24.5	{ 乙 烯 100 苯 5	0 95	0 0
乙 二 醇	23.59	100	0	0
丙 酮	21.91	95	0	5
醋 酸	21.00	67	17	16
氯 苯	16.64	5	95	0
氯 乙 烷	16.04	83	0	17
苯 酚	14.18	9	91	0
二氯乙烷	13.86	100	0	0

50、60年代，石油化学工业从美国迅速扩展到欧洲。欧洲最初发展并不快，因为当时欧洲已有一套完整的煤化工体系；而且除苏联外普遍缺乏石油。随着中东石油开发，才逐渐打开了局面。50年代中期以后，低压高密度聚乙烯(1954)、聚酯纤维(1955)、立体等规聚丙烯(1957)相继投产。60年代，丙烯氨氧化法制丙烯腈，乙烯直接氧化法制乙醛及醋酸乙酯，乙烯氯化法制二氯乙烷，低压合成甲醇等新工艺开发成功。苏联从第5个五年计划开始，大力发展石油化学工业，重点在合成橡胶，特别是单体异戊二烯的生产，异丁烯甲醛法

及异戊烷脱氢法均在此期间建厂投产。60年代末,苏联乙烯年产量为93.1万吨。日本50年代初创立乙炔法合成维尼隆。1958年开始以石油裂解乙烯。60年代前半期,平均每年增长速度为60%;60年代后半期,年增长速度平均为32%,约为国民生产总值增长的2.7倍^[14]。

1972年以前,世界石油化工高速发展。它的增长常以乙烯产量和装置规模来表示。1940至1970年的30年中,世界乙烯需要量平均年增长率为18%。单套乙烯装置生产能力,40年代为1万吨/年,50年代5万吨/年。1963年,大型离心式压缩机问世,乙烯生产装置采用新设备、新工艺、新材料,生产规模进一步大型化。60年代中期到70年代初,乙烯单套装置生产能力已达45万吨/年。在此期间,过去由煤来源的有机化工原料,大多为石油、天然气来源所取代。1973年、1978年,原油两次涨价,1980年,资本主义世界出现经济衰退。在此三次冲击下,西方石油化工企业大多采取调整组织、节约能源、减少装置开工率等措施。但石油化工技术仍在发展。甲醇羰基化合成醋酸(1970),中压法合成甲醇(1972),低压法羰基合成丁醛(1976)和石油蛋白(1979)等先后工业化。此外,环氧乙烷、丙烯腈、邻苯二甲酸酐等产品,由于采用高效催化剂,提高了经济效益。新工艺、新设备、新材料、计算机控制等技术的应用,对降低能耗、减少污染、提高产品质量、扩大产品用途等取得了明显效果。1983年后,石油化工随着石油市场情况开始好转。目前,石油化工在产油国和第三世界,仍在大力发展。

1.1.4 动植物来源的有机化工原料^[15]

从动植物生产有机化工原料,在古代就已开始了。经过漫长的历史演变,有不少为煤或石油原料所代替,但也有一些品种延续下来,因为,这类原料与人类食物密切相关,或有综合利用效益;或可以再生;有的生产方法比人工合成经济。由于这些特点,直到今天,某些以动植物为原料的生产方法,还占一定比例。如合成洗涤剂,1979年世界总产量为1505万吨,同年以天然油脂生产的肥皂产量为740万吨。同时还联产甘油,美国由制皂业回收的甘油,占甘油生产总量的40%。此外大量长链脂肪酸、十二碳醇等,也都来自动植物油的加工。许多农林产品或其加工副产品,是发酵工业的好原料。发酵法酒精,约占美国酒精总产量的一半。发酵法仍是当前生产柠檬酸的唯一方法。近年生物化学工程技术发展,有些生物技术,人们对它又有新的认识。预期某些新成就,今后将在这一领域不断出现。

1.2 有机化工原料工业在国民经济中的地位

有机化工原料是最终产品的原料,它是决定最终产品品种、数量、质量、生产规模、产品经济性的重要条件。有机化工最终产品,用途非常广泛。这些产品,对于农业、工业、建筑业、交通运输等行业的发展,以及国防、文教、卫生和人民生活改善都有着密切的关系。1981年,美国按1972年美元不变价格统计,工业有机化工产品,占化工及有关产品工业产值的21.7%^[16]。

1.2.1 有机化工原料是生产其他有机产品的基础

有机化工原料是生产塑料、合成纤维、合成橡胶、农药、合成洗涤剂、溶剂、油漆等的主要原料。这些原料(或中间体)和产品,种类繁多。表1.2.1-1为几个主要工业国家的有机化工原料(以乙烯为代表)与有机最终产品(以三大合成材料为代表)的增长关系。从表可以看出,有机化工原料产量增长与有机最终产品增长大体上有一对应关系。

表 1.2.1-1 有机化工原料与其最终产品的增长关系^[17]

单位: 万吨

国别	乙 烯		塑 料		化学纤维		合成橡胶	
	1970年	1980年	1970年	1980年	1970年	1980年	1970年	1980年
美 国	820.4	1286.4	817.2	1700	213.2	360.8	150.9	324.1
日 本	309.4	417.5	515.4	751.8	148.2	175.4	97.0	135.7
联邦德国	202.4	309.1	417.0	671.0	71.8	83.1	49.2	72.1
苏 联	98.3	178.2	167.3	360	62.3	120.0	16.7	55.5

有机化工原料产量大的国家, 一般化工生产技术也处于领先地位。因此, 人们常把有机化工原料生产水平, 当作一种尺度, 用以评价国家独立生产有机化工产品的总能力。

1.2.2 有机化工原料在工、农业中的作用

有机化工原料在国民经济各部门中的作用, 主要表现在最终产品上。

塑料可代替木材、皮革和各种金属等。玻璃、钢、铝的单位重量能耗比塑料分别高2.6, 4.5, 24倍。从表1.2.2-1可以看出美国塑料在各行业中使用数量。

表 1.2.2-1 美国塑料用途分配^[18]

单位: 万吨

用 途	1974	1975	1976	1977	用 途	1974	1975	1976	1977
包 装	267.2	251.0	291.0	323.3	家庭用品	58.5	50.6	56.7	60.0
建 筑	235.4	181.7	241.1	279.1	机 械	41.7	29.5	28.7	30.5
运 输	65.8	65.7	80.5	90.2	其 他	541.5	367.1	521.9	575
家 具	49.4	36.8	43.3	47.1	合 计	1335.0	1032.5	1323.4	1479.1
电气、电子工业	75.5	50.1	60.1	73.9					

美国1976年工业用合成纤维51.3万吨; 1977年生产合成橡胶 250万吨, 其中 59.4%用于制造车用轮胎。

据估计, 世界农业可能收获量的35%为病、虫、草害所吞噬。苏联由于使用农药, 每年可减少谷物损失1700万吨^[17]。我国有机化工原料生产, 虽尚在发展阶段, 但它的最终产品, 在农业上的经济效果, 已十分明显^[19]。据1974年23个省市估算, 用农药防治病虫害后, 约挽回粮食损失350多亿斤。又据13个省市棉区的统计, 经防治病虫害后, 挽回皮棉损失740万担, 占总产量的18%。塑料薄膜用于水稻、小麦、白薯、棉花等育秧和蔬菜栽培等方面, 效果也很显著。每吨合成纤维作为衣着使用, 可节省8—10亩棉田产的棉花。这对人口多、可耕地少的我国, 具有重要意义。

1.2.3 发展有机化工原料可提高人民生活水平

工、农业产品的质量和数量与人民生活水平息息相关。因此, 许多最终产品发达程度, 常按人均消费水平来表示。下图1.2.3-1列出几个国家按人口计, 产品生产总值与人均塑料消费量的关系。根据我国1983年统计, 人均消耗塑料为1.09kg, 按人口计国家产品生产总值为0.283千美元。再以合成洗涤剂为例^[21], 全世界1978年消费量平均每人 4.2kg, 而亚洲

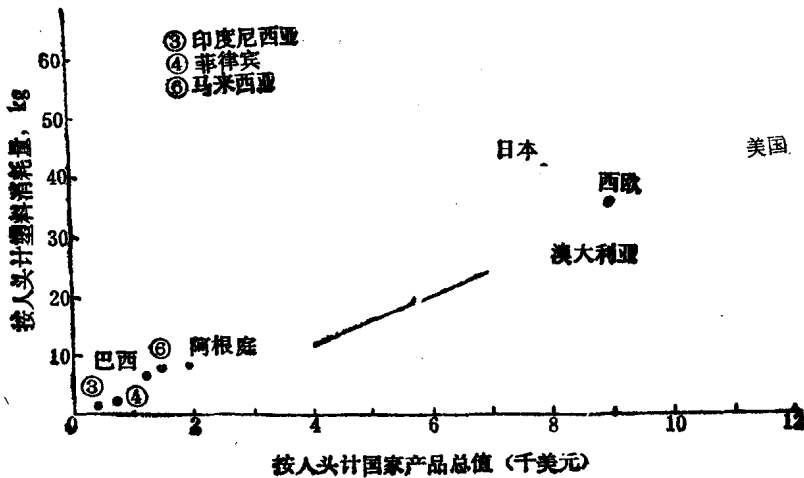


图 1.2.3-1 几个国家产品生产总产值与人均塑料消费量情况^[99]

人均消费量仅为0.8公斤。1984年，我国生产合成洗涤剂81万吨，仅达1978年亚洲人均水平。据统计，经济发达国家，用在工业上的合成洗涤剂，约占总产量的一半，我国用于工业的洗涤剂，只约占总产量的7%。

1.3 有机化工原料工业的生产现状和发展趋势^[22]

有机化工原料，在技术发达国家，90%以上来自石油和天然气。但由于各国资源条件、发展水平、技术经济等关系，以煤和动植物生产的产品还占一定比例。现在，在技术先进生产国，其主要品种、数量、质量、单线装置生产能力等方面，已近成熟，正向改进工艺，减少能耗，采用高效装备和新型催化剂、深度综合利用，减少污染等方面努力；大部分产油国和第三世界，则仍处在积极发展阶段。近年来世界乙烯年平均消费增长率约为3.5%。石油化工产品系列，在国民经济结构中，已具有不可动摇地位。寻求新原料来源的探索，大多尚在试验阶段。

1.3.1 有机化工原料的生产

资本主义世界的有机化工原料生产，1979年时，曾达到历史上最高峰，后来逐年下降。1983年又开始复苏，但至今还未达到原来最高水平。美国是石油化工开发较早并发达产油国；日本不产油，60年代才起步，但发展很快。这是目前有机化工原料生产水平较高的两个国家。苏联石油、天然气产量大，但石油化工发展较晚。从表1.3.1-1至表1.3.1-3可以看出，以上三国重要有机化工原料生产概况^{[9][10]}。表中选列品种，是产量较大的，其中除个别品种外，1983—1984年，产量都有较大增长。

1984年，世界乙烯总产量为3822.7万吨，使用原料百分比如下：乙烷为22，液化气为15，石脑油为54，柴油为8，其他为1。乙烯生产，趋向采用轻质原料。

60年代以前，以煤为原料，通过电石、煤焦油和合成气制取有机化工原料，是有机化工原料工业的主导。后来，石油化工兴起，煤化工逐渐失势。1965年世界电石产量760万吨，是历史上最高记录。1980年降至408.1万吨（不包括我国）^[7]，其中约60%用于合成有机化学品。1982年，美国化学合成用乙炔13.1万吨，主要用途分配如下(%)^[23,24]：氯乙烯单体为37，

表 1.3.1-1 美国大吨位有机化工原料产量

单位: 万吨

产 品	1983年	1984年	产 品	1983年	1984年
乙 烯	1300.8	1414.2	对二甲苯	186.6	193.6
丙 烯	633.2	701.7	异 丙 苯	151.7	152.4
二氯乙烷	521.9	622.8	苯 酚	119.6	129.1
苯	411.8	447.2	醋 酸	127.3	119.8
乙 苯	357.3	390.7	丁 二 烯	106.7	114.8
甲 醇	362.1	375.6	丙 烯 腈	97.3	99.8
苯 乙 烯	308.5	349.5	环 己 烷	75.1	96.1
氯 乙 烯	311.7	340.7	乙烯基乙酸酯	89.0	91.8
二甲苯	237.2	277.6	环氧丙烷	81.6	86.2
对苯二甲酸及其二甲酯	255.2	274.3	丙 酮	84.3	85.1
环氧乙烷	251.1	270.2	甲基叔丁基醚	38.1	66.6
甲 醛(37%)	247.9	259.1	己 二 酸	58.1	63.1
甲 苯	256.7	239.0	异 丙 醇	54.8	52.0
乙 二 醇	200.7	219.6			

表 1.3.1-2 日本有机化工原料产量⁽²²⁾

单位: 万吨

产 品	1983年	1984年	产 品	1983年	1984年	产 品	1983年	1984年
乙 烯	368.4	438.4	甲 苯	83.1	78.4	乙 醛	25.5	29.7
丙 烯	263.2	295.9	乙 二 醇	35.7	42.9	丁 醇	22.9	24.3
二氯乙烷	173.6	193.9	苯酚(合成)	27.1	27.2	己内酰胺	39.5	43.6
苯	175.0	201.3	醋 酸	32.8	35.0	苯二酸二辛酯	23.1	24.9
甲 醇	37.3	28.0	丁 二 烯	65.6	65.7	合成辛醇	21.9	24.6
苯 乙 烯	116.7	142.1	丙 烯 腈	45.9	52.3	邻苯二甲酸酐	16.1	15.6
二甲苯	98.0	112.0	环 己 烷	45.4	49.2	甲苯二异氰酸酯	7.4	7.6
对苯二甲酸	70.2	74.5	丙 二 醇	19.4	20.5			
环氧乙烷	46.8	53.3	丙 酮	24.7	24.6			

表 1.3.1-3 苏联有机化工原料产量

单位: 万吨

产 品	1983年	1984年	产 品	1983年	1984年
乙 烯	226.7	238.0	丁 醇	27.8	29.2
丙 烯	103.5	108.8	丙 酮	32.7	34.3
纯 苯	185.3	194.6	苯 酚	48.4	50.8
甲 醇	217.4	228.3	苯 酐	20.2	21.2

乙炔化学品为27, 丙烯酸酯类树脂为17, 醋酸乙烯单体为14, 其他(包括炭黑等)5。

世界每年焦炭产量为3.5亿—4亿吨, 副产煤焦油近2000万吨。煤焦油可分为粗轻油和焦油两种馏份, 前者含苯55—70%(体积)、甲苯15%、二甲苯5%。高温煤焦油中, 平均含萘10%、菲5%、蒽3.3%, 其他(含多种稠环烃1—2%)。世界每年从煤焦油中提取化工产品约500万吨, 其中15%用于塑料和增塑剂、10%用于生产染料、10%作溶剂、30%用于生产炭黑、25%作木材防腐剂, 另外每年大约有500万吨焦油用于生产电极焦。

合成气由煤、石油、天然气均可制得。由于以煤气化生产的合成气比石油、天然气生产合成气, 能耗约高30—40%。石油化工大发展后, 煤合成气受到限制。但缺油国家, 至今仍保留煤合成气生产。70年代石油危机发生后, 煤资源丰富国家, 从长远考虑, 加速开发大型煤气化方法。由合成气生产有机化工原料, 已成为一个热门课题。

1.3.2 有机化工原料生产技术

有机化工原料工业, 目前虽已进入成熟阶段, 但生产技术仍在不断改进。当前技术进步主要在以下方面:

1. 生产规模大型化 生产规模大, 成本可以降低。早年乙烯单线生产规模大多为5万吨/年, 现在经济规模装置为30—45万吨/年。再大, 经济效益则不显著。乙烯生产规模与生产、建设费用, 如图1.3.2-1所示^[15]。不同产品, 生产规模不同, 例如, 中压法(5—10MPa)

生产甲醇, 最大单系列装置生产能力为250吨/天。2000吨/天的生产装置正在开发中。

2. 选用高效催化剂 80%以上的有机产品, 在生产时都使用催化剂。为了降低生产成本, 尤其大品种生产, 尽量采用高效催化剂。例如, 美国S. D.公司, 70年代初使用Sindox325型催化剂生产环氧乙烷, 选择性为71.3%, 寿命为6年。最近该公司发展的S. D. Sindox704型催化剂, 据称选择性可达85%。Shell第七代环氧乙烷催化剂, 据称选择性可达83—86%^[25]。氢氧化法制丙烯腈催化剂, 已更新四代。羰基合成法由丙

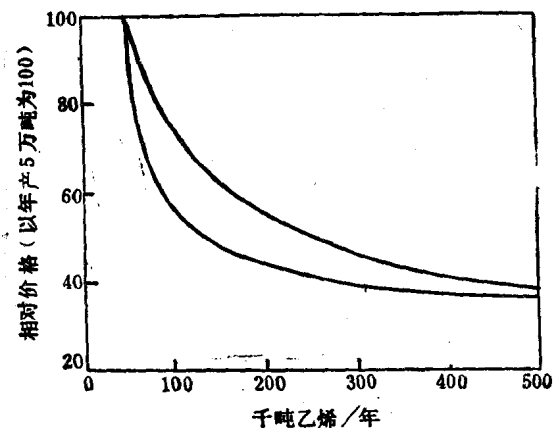


图 1.3.2-1 装置规模对乙烯价格的影响

烯制丁醛, 新催化剂的出现, 使生产面貌改变。其他如甲醇、氯乙烯等生产, 使用新型催化剂, 对工艺经济性也有很大影响。因为催化剂在有机化工原料生产中十分重要, 本书另设专章讨论。

3. 降低生产能耗 有机化工原料的生产, 能耗高。能耗是技术、经济和管理等方面的综合反映。这里只就技术领域, 举例说明现状。降低生产能耗, 目前已有许多措施, 如, 采取热能—动力联合系统; 按能位高低合理使用热能, 特别是低位热能; 加强各种保温措施; 利用电子计算机控制, 保证生产处于最优化状态等。美国1972—1978年, 石油化工节能15%, 计划1980—1985年再节能15%^[26, 27]。日本管式炉裂解石脑油, 已从 3.0962×10^7 kJ下降到目前的 2.5104×10^7 kJ, 降低了近20%。此外, 采用乙烯氯化温度生产二氯乙烯。利用两段反应器, 提高物料负荷生产苯酚等措施都产生明显的节能效果。此外, 为了在节约能耗, 一大批