

美国石油化学工业

技 术 与 经 济

〔美〕哈恩著

石油化学工业出版社

美国石油化学工业

技术与经济

〔美〕哈恩 (Hahn, A.V.) 著

王 林 译

石油化学工业出版社

内 容 提 要

本书译自美国哈恩(Hahn, A.V.)等著《The Petrochemical Industry Markets and Economics》，根据书中主要内容译作《美国石油化学工业技术与经济》。

这本书介绍了美国约350个石油化学工业产品的生产、应用及经济。并从技术经济角度叙述了技术路线的比较，生产成本、建厂投资、原料价格、辅助生产费用、劳动工资、管理费、催化剂与化学药品消耗量、建厂规模、生产能力、产品用途及市场供需情况等内容。本书对我们了解美国石油化工产品的生产技术与经济有参考价值。

本书供从事石油化工的科研、生产管理和设计规划人员批判地参阅。

Hahn, A.V.
**The Petrochemical Industry Markets
and Economics**

McGraw-Hill, New York 1970

美国石油化学工业

技术与经济

王 林 译

*

石油化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

石油化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本787×1092/16印张26 字数587千字 印数1—3,800

1977年11月北京第1版 1977年11月北京第1次印刷

书号15063·化190 定价2.10元

限国内发行

毛 主 席 语 录

……凡属我们今天用得着的东西，都应该吸收。但是一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。

出版前言

本书译自美国哈恩(Hahn, A.V.)著《The Petrochemical Industry Markets and Economics》，根据书中主要内容译作《美国石油化学工业技术与经济》。

这本书介绍了约350个石油化学工业产品的生产、应用及经济，包括的范围比较广。主要内容为美国石油化工产品的生产方法、工艺流程、主要用途和市场供需情况，以及相应于每种产品的美国主要生产厂家、生产能力、生产工艺路线。书中还介绍了各种产品的技术经济情况（如生产成本、建厂投资、原材料消耗、各种生产费用等）。此外，对不同生产路线的经济指标亦进行了比较。对我们了解美国石油化工产品的生产技术与经济有参考价值。书中引用资料为1965年左右，介绍的生产厂家只限于美国。

必须指出的是，本书的作者是站在资产阶级的立场、观点和方法来介绍石油化工产品的生产技术和经济的。所有产品都从攫取更大利润的角度来介绍生产方法的演变，生产技术的改进，生产能力的扩大以及应用范围的推广，各项论说好多打上很深的资产阶级烙印。书中介绍的有关成本的计算，不同类型产品在生产上的竞争，生产的起伏，市场的分析，完全是为资产阶级服务的，是腐朽的资本主义社会制度所决定的。我们必须站在无产阶级立场上来分析、批判，从中选择对我们有用的东西。

遵循毛主席“洋为中用”的教导，我们翻译了这本书，供石油化学工业有关人员批判地参考。对原著内容一般是照原样译出，仅对个别毫无参考价值的内容作了删节。有关本书的出版和译文中的缺点错误欢迎同志们批评指正。

本书译稿承北京化工研究院有关同志及北京化工学院曹鸿林同志审校，并蒙兰州合成橡胶厂、石油化工科学研究院大力支持，特此致谢。

33518

目 录

一、总论

- 1. 概论..... (1)
- 2. 石油化学原料..... (2)
 - 2.1 石油 炼 制..... (2)
 - 2.2 天 然 气..... (4)
 - 2.3 原料的 评 价..... (5)
- 3. 垂直统合法的重要性..... (5)

二、合成气

- 1. 序论..... (8)
- 2. 合成氨..... (13)
 - 2.1 氮肥 (22)
 - 2.2 混合肥料 (23)
 - 2.3 尿素 (24)
 - 尿醛树脂..... (27)
 - 胺基磺酸..... (29)
 - 三聚氰胺..... (30)
 - 2.4 硝酸 (32)
 - 硝酸铵..... (34)
 - 硝酸钾..... (36)
 - 硝基烷烃..... (37)
 - 2.5 磷酸铵 (37)
 - 2.6 硫酸铵 (39)
 - 2.7 氯化铵 (39)
 - 2.8 联胺 (39)
 - 2.9 亚硝酸钠 (41)
 - 2.10 二氧化碳..... (41)
- 3. 甲醇..... (42)
 - 3.1 甲醛 (44)
 - 乌洛托品..... (47)
 - 季戊四醇..... (49)
 - 聚缩醛类..... (51)
 - 羟乙酸..... (53)
 - 织物处理剂..... (53)
 - 3.2 甲 胺 类..... (53)
 - 一甲胺..... (55)

- 二甲胺..... (56)
- 三甲胺..... (57)
- 3.3 氯 甲 烷..... (57)
 - 硅酮类 (Silicones) (59)
 - 甲基纤维素..... (61)
 - 含砷化合物..... (62)
 - 四甲基铅..... (62)
- 3.4 硫酸二甲酯 (63)
- 3.5 甲基葡萄糖甙 (63)
- 3.6 溴甲烷 (63)
- 4. 碳基化学产品..... (63)
 - 4.1 正 丁 醛..... (66)
 - 2-乙基己二醇-[1,3]..... (66)
 - 三羟甲基丙烷..... (66)
 - 丁酸..... (66)
 - 4.2 异 丁 醛..... (67)
 - 异丁醇..... (67)
 - 异丁酸..... (67)
 - 新戊二醇..... (68)
 - 泛酸..... (68)
 - 4.3 辛 醇 类..... (68)
 - 辛酸..... (69)
 - 4.4 丙醛 (69)
 - 丙酸..... (69)
 - 正丙醇..... (71)
 - 4.5 重碳基化学产品 (Heavy Oxo Chemicals) (71)
- 5. 光气..... (72)
 - 5.1 二异氰酸酯类 (73)
 - 聚氨基甲酸酯泡沫体..... (76)
 - 5.2 聚碳酸酯类 (78)
 - 5.3 氯化异三聚氰酸类 (79)
 - 5.4 尿素取代物、氨基甲酸酯及硫代氨基甲酸酯农药..... (80)
 - 5.5 其他光气衍生物 (81)

6. 甲酸	(82)	1. 序言	(118)
6.1 草酸	(82)	2. 醋酸乙烯	(122)
7. 新酸类	(84)	2.1 聚醋酸乙烯	(125)
8. 纯氢	(84)	2.2 共聚体	(126)
8.1 氢化油脂	(85)	2.3 聚乙烯醇	(126)
8.2 四氢呋喃	(86)	聚乙烯醇缩醛类	(128)
8.3 山梨糖醇	(86)	2.4 其他用途	(128)
8.4 过氧化氢	(88)	3. 氯丁二烯	(128)
环氧化物	(90)	4. 三氯乙烯	(130)
有机过氧化物	(91)	5. 丙烯酸酯类	(131)
其他过氧化氢衍生物	(92)	6. 雷普(Reppe)化学品类	(134)
8.5 糖醇	(92)	7. 高级炔烃	(136)
8.6 脂肪醇类	(92)		
8.7 脂肪腈类及胺类	(94)	五、乙烯	
三、甲烷		1. 序言	(137)
1. 序言	(96)	2. 聚乙烯	(143)
2. 氢氰酸	(96)	2.1 高压聚乙烯	(147)
2.1 甲基丙烯酸酯类	(98)	2.2 低压聚乙烯	(148)
2.2 氯化氰	(101)	2.3 海波龙(Hypalon)	(149)
2.3 多价螯合剂类(Sequestrants)	(103)	2.4 氯化聚乙烯	(149)
2.4 乳酸	(104)	3. 乙醇	(149)
2.5 氰化钠	(104)	3.1 乙胺	(152)
2.6 亚铁氰化物	(105)	橡胶化学品类	(153)
2.7 氰乙酸	(105)	农业化学品类	(153)
2.8 原甲酸酯类	(106)	三嗪(Triazone)织物处理剂	(153)
2.9 叔丁胺	(106)	其他乙胺衍生物	(154)
2.10 二甲基内酰胺	(106)	3.2 乙醚	(154)
2.11 偶氮二异丁腈	(106)	4. 乙醛	(154)
3. 二硫化碳	(107)	4.1 醋酸	(157)
3.1 粘胶;人造纤维及赛璐玢	(108)	乙烯酮及二乙烯酮	(160)
3.2 四氯化碳	(109)	醋酐	(162)
Cl ₄ 衍生物——氯代烃	(111)	醋酸纤维素	(163)
3.3 全氯甲硫醇	(113)	醋酸酯类	(165)
3.4 黄原酸盐类	(113)	醋酸盐类	(166)
3.5 硫氰酸铵	(113)	氯乙酸类	(166)
4. 氯代甲烷类	(113)	羧甲基纤维素	(167)
4.1 二氯甲烷	(115)	4.2 巴豆醛	(169)
4.2 三氯甲烷	(116)	甲氧基丁醇	(169)
氟利昂22	(116)	巴豆酸	(169)
氯化苦	(117)	山梨酸	(169)
		4.3 正丁醇	(170)
		改性氨基树脂	(171)
四、乙炔			

正丁胺类.....	(171)	5.氯丙烯.....	(219)
4.4吡啶及甲基吡啶.....	(171)	5.1环氧氯丙烷.....	(221)
4.5三氯乙醛.....	(174)	甘油.....	(222)
4.6过醋酸.....	(175)	环氧树脂.....	(225)
5.环氧乙烷.....	(176)	其他环氧氯丙烷衍生物.....	(226)
5.1乙二醇.....	(178)	5.2丙烯醇.....	(227)
乙二醛.....	(180)	丙烯醇衍生物.....	(227)
5.2高级乙二醇类.....	(181)	5.3二丙烯胺.....	(227)
5.3乙二醇醚类.....	(182)	5.4 1,2-二溴-3-氯丙烷.....	(228)
5.4乙醇胺类.....	(183)	5.5二氯丙烷类与二氯丙烯类.....	(228)
一乙醇胺.....	(184)	6.丙烯醛.....	(228)
二乙醇胺.....	(185)	6.1蛋氨酸(甲硫基丁氨酸).....	(229)
三乙醇胺.....	(185)	6.2 1,2,6-己三醇.....	(229)
5.5非离子型洗涤剂.....	(186)	6.3戊二醛.....	(229)
5.6其他环氧乙烷衍生物.....	(187)	7.环氧丙烷.....	(230)
6.二氯乙烷.....	(188)	7.1丙二醇.....	(231)
6.1氯乙烯.....	(190)	7.2聚醚类.....	(232)
氯乙烯聚合体及共聚体.....	(194)	7.3二丙烯基二醇(一缩丙二醇)类.....	(234)
聚二氯乙烯.....	(198)	7.4高级丙二醇类.....	(234)
6.2乙撑二胺类.....	(198)	7.5异丙醇胺类.....	(234)
6.3聚硫橡胶类.....	(200)	7.6丙烯基碳酸酯.....	(234)
6.4偏氯乙烯.....	(201)	7.7 1,3-丙二胺.....	(235)
1,1,1-三氯乙烷.....	(201)	7.8聚环氧丙烷弹性体.....	(235)
6.5乙撑亚胺.....	(202)	8.异丙醇.....	(235)
7.乙丙橡胶.....	(202)	8.1丙酮.....	(237)
8.全氯乙烯.....	(203)	二丙酮醇(DAA).....	(239)
8.1含氟有机化合物113及114.....	(205)	甲基异丁基酮(MIBK).....	(240)
9.二溴乙烷.....	(205)	己二醇.....	(240)
10.溴乙烷.....	(206)	甲基异丁基甲醇(MIBC).....	(240)
11.氯乙烷.....	(206)	异佛尔酮.....	(241)
11.1四乙基铅.....	(207)	8.2异丙胺类.....	(241)
12.长链醇类.....	(208)	9.异戊二烯.....	(242)
六、丙烯		七、C₄烃类	
1.序言.....	(210)	1.序言.....	(245)
2.聚丙烯.....	(212)	2.丁二烯.....	(245)
3.丙烯三聚及四聚体.....	(214)	2.1丁苯橡胶(SBR).....	(249)
4.丙烯腈.....	(214)	2.2丁苯胶乳.....	(251)
4.1丙烯腈类纤维.....	(217)	2.3等规立构橡胶.....	(252)
4.2丙烯酰胺.....	(218)	2.4聚丁二烯树脂.....	(254)
4.3其他丙烯腈衍生物.....	(218)	2.5丁腈橡胶.....	(254)
4.4乙腈.....	(219)	2.6“苏发兰”(“Sulfolane”).....	(254)

2.7 其他共聚物	(255)	4.3 双酚A	(310)
2.8 环二烯类	(255)	聚砜类	(311)
2.9 1,4-己二烯	(255)	4.4 水杨酸	(312)
3. 异丁烯	(256)	阿斯匹灵	(313)
3.1 丁基橡胶	(257)	水杨酰替苯胺	(313)
3.2 异丁烯聚合物	(258)	4.5 对羟基苯甲酸	(314)
3.3 庚烯	(259)	4.6 烷基苯酚	(314)
3.4 二异丁烯	(259)	4.7 水杨醛	(315)
3.5 其他异丁烯衍生物	(259)	4.8 橡胶防老剂	(315)
4. 仲丁醇	(259)	4.9 磷酸酯类	(315)
甲乙酮肟	(261)	4.10 苯酚生产中的副产品	(315)
甲乙酮过氧化物	(261)	二苯醚(氯化法)	(315)
甲基戊炔醇	(261)	联苯及聚苯类(氯化法)	(316)
4.1 仲丁基锂	(261)	二氯苯类(氯化法)	(316)
5. 丁烯-1	(262)	α -甲基苯乙烯(异丙苯法)	(317)
		乙酰苯(异丙苯法)	(317)
		过氧化氢异丙苯(异丙苯法)	(317)
八、芳烃类		5. 一氯苯	(317)
1. 序言	(263)	5.1 硝基氯苯类	(318)
2. 苯乙烯	(274)	对氨基苯乙醚	(319)
2.1 聚苯乙烯	(277)	对甲氧基苯胺(茴香胺)	(319)
2.2 ABS(丙烯腈-丁二烯-苯乙烯)及		对氯苯胺	(319)
SAN(苯乙烯-丙烯腈)树脂	(279)	对硝基苯胺	(319)
2.3 丁苯树脂	(280)	对硝基苯酚	(320)
2.4 氯化苯乙烯	(281)	2,4-二硝基氯苯	(320)
2.5 二乙烯基苯	(281)	邻苯二胺	(321)
2.6 离子交换树脂	(281)	5.2 "Trithion"	(321)
3. 环己烷	(282)	6. 烷基苯磺酸盐	(322)
3.1 环己醇-环己酮	(284)	7. 顺丁烯二酸酐(失水苹果酸酐)	(325)
环己胺	(285)	7.1 聚酯树脂	(328)
3.2 环己酮	(287)	7.2 农药	(329)
己内酰胺	(288)	7.3 四氢邻苯二甲酸酐	(329)
赖氨酸(Lysine)	(290)	7.4 琥珀酸酐	(330)
3.3 己二酸	(291)	7.5 苹果酸	(331)
尼龙66	(293)	7.6 反丁烯二酸	(331)
丁二烯	(294)	7.7 其他顺丁烯二酸酐衍生物	(332)
己二酸	(294)	8. 硝基苯	(333)
聚酰胺纤维	(295)	8.1 联苯胺	(334)
聚酰胺塑料	(297)	8.2 间氯苯胺	(334)
非尼龙用己二酸	(298)	8.3 间苯二胺	(334)
4. 苯酚	(299)	8.4 苯胺	(335)
4.1 酚醛树脂	(304)	硫化促进剂	(336)
4.2 氯代苯酚类	(306)		

防老剂	(338)
二苯胺	(339)
对苯二酚	(340)
乙酰苯胺	(341)
苯胺甲醛树脂	(341)
双环己胺	(341)
9. 间苯二酚	(341)
10. 六氯苯	(343)
11. 甲苯的侧链氯化衍生物	(343)
11.1 丁基苯甲基苯二甲酸酯	(344)
11.2 苯甲醇	(344)
11.3 苯乙酸	(344)
11.4 苯甲醛	(344)
11.5 卡川三氯	(345)
12. 苯甲酸	(346)
13. 甲苯磺酰氯	(348)
13.1 糖精	(348)
14. 硝基甲苯	(349)
14.1 炸药	(350)
15. 其他甲苯衍生物	(350)
16. 混合二甲苯	(351)
17. 苯二甲酸酐	(351)
17.1 增塑剂	(356)
17.2 醇酸树脂	(358)
17.3 酞菁类颜料	(359)
17.4 蒽醌染料	(359)
17.5 邻氨基苯甲酸	(360)
18. 对苯二甲酸二甲酯及对苯二甲酸	(360)
18.1 聚酯纤维	(363)
18.2 聚酯薄膜	(364)

19. 其他对二甲苯衍生物	(365)
20. 间苯二甲酸	(365)
21. 间二甲苯二胺	(367)
22. β -萘酚	(367)
23. α -萘胺	(368)
23.1 α -萘酚	(368)
24. 萘的其他用途	(369)
25. 苯偏三甲酸酐	(369)
26. 均苯四甲酸二酐	(370)

九、其他石油化学品

1. 石油蜡	(372)
1.1 氯化蜡	(374)
2. 正石蜡烷烃类	(374)
2.1 洗涤剂原料	(376)
3. 炭黑	(379)
4. 甲酚类	(383)
4.1 合成对甲酚	(385)
4.2 合成邻甲酚	(386)
4.3 磷酸三甲酚酯	(387)
5. 环戊二烯	(388)
6. 石油树脂类	(390)
7. 环烷酸类	(390)
8. 硫化氢	(392)
8.1 硫磺	(392)
五硫化磷	(394)
8.2 硫醇类	(396)
8.3 巯基醋酸	(397)
8.4 硫脲	(397)
8.5 二甲基亚砷	(397)

译后记	(399)
-----	---------

一、总 论

1. 概 论

“石油化学产品”这一词指的是由石油馏份或其副产品以及由天然气所生产的化工产品。

石油化学是在二十年代，由石油炼制废气的丙烯生产异丙醇而开始的，到现在它不仅在化工原料上淘汰了煤炭或煤焦油，而且在代替化学发酵法，由自然界生长的物质中提取有机产品以及经过化学转变使得植物油脂生产有机化工产品方面已经走了很长一段路程。

直到三十年代的末期，石油化学仍局限于合成含氧化合物作为溶剂，这些多是由以前由发酵法取得的。第二次世界大战曾预示了合成高分子物质代替有机产品及无机产品如金属、皮革、木材、玻璃、橡胶、石蜡、树脂、纤维、胶、干性油等时代的来临。通过这些物质的生产用以满足市场上的大量需要。其所需原料远远超过了由石油炼制尾气所能供应的范围，因而另外的烯烃类就开始由石油炼制尾气中所存在的轻质饱和烃经裂化产生，之后，同样的物质又依靠由天然气回收取得。

一种并行的现象是，合成氨与氮肥的需要量在世界范围内极迅速地增长。在这方面所用的合成气最初是取之于煤炭或焦炉气，由于合成氨的大量需要，从而就必需寻求其他的原料来源。在世界上发现天然气的一些地区，甲烷蒸汽重整法成为合成气的另一个来源。

在一定时期，石油化学仅仅是脂肪烃化学产品的来源。其次是更进一步地发展到由催化重整物中提取芳烃类。于是，在重整石脑油中产生了苯与甲苯间的平衡问题，即要用甲苯脱烷基以生产更多的苯。通过这些发现与发展，对于取代煤炭做为有机合成工业的基本原料可谓基本上已经完成。

生产烯烃及合成气的最经济的方法是采用在管式炉内进行裂解和蒸汽重整的方法。完全由于技术上的原因，这些方法最初仅限于用不重于丁烷的原料。世界上发现有天然气的那些地区，或者是在液体燃料占所需能量的比例很大乃至可以产生大量的副产物用于化学工业的那些地区，有着自然的有利条件。在某些国家，尤其是欧洲和日本石油化学工业的发展，受地方资源结构以及各种能的形态的分配条件的限制。六十年代初期，石油化学到达了一个最重要的发展阶段，使得蒸汽重整与管式炉裂解的生产技术得以应用液体原料，从而使这一工业摆脱了要位于石油炼制厂附近或位于富产天然气的地区的限制。并且可以称之为“化学炼制厂”即是一个采用液体原料进料，全部变为石油化学原料的化学联合企业，图 1—1 表示在这样的化学炼制厂中各组成单元间的相互关系。

一方面，尤其是在合成氨方面，由石脑油的合理成本生产合成气即刻得到反响，特别是在欧洲。但是在另一方面，在一些天然气是廉价原料的地区生产合成氨，当其成本可能在20美元/吨或更低时，可能产生与地区上通常生产情况相反的发展趋势，大量生产和运输无水氨，可能使世界上的某些地区，如墨西哥、智利、科威特，成为天然气的主要输出者。但是合成氨由于在战略上的重要性，各国均在国内自行生产而不依赖于国外的供应。所以无水氨做为一个广为贸易的商品，如像石油那样，恐怕还要有较长的时间。

不管这一预言的可靠性如何，可以作出这样的结论，即现代石油化学工业与基本有机合成工业之间的一致性是不会改变的。并且进一步对一些新的、以前显然是未必能有的原料，如食品，也将最终由石油衍生而得。虽然煤炭的成本不到多数液体燃料的一半，但是液体的运输处理和加工便宜得多，加之，煤炭的开采是极为耗费劳动力的，而当前的发展趋势是在以大量投资的工业技术来代替尽可能多种的人为劳动的情况下，因而化学工业回到以煤炭为基础看来是不大可能的，至少在石油蕴藏量继续增长的情况下是如此。

在化学工业领域内进一步的发展趋势是，在近十年来使多数有机合成方法大为简化。这特别是由于催化作用的发展与自动控制的进展所致。含氧的、不饱和的以及含氮的化合物，以前须经包括若干合成步骤的路线方能达成，而现在则逐渐经由直接氧化、腈基化、胺基化或脱氢而得。石油化工产品一般倾向于用与最终产品碳原子数相等的碳氢化合物原料生产。这和大规模的生产单位相结合，成为有机产品价格降低的原因，而其降低的程度甚至是数年前所难以想像的。

2. 石油化学原料

2.1 石油炼制

一个典型石油炼制厂的流程示意图如图1—1所示。

原油进入到炼制系统，首先是进行常压蒸馏，从而分离为燃料气，液化石油气，直馏轻与重石脑油、煤油、粗柴油及燃料油。但直馏石脑油具有非常低的辛烷值，在世界的许多地区，汽油的需要较其单独由原油蒸馏回收所能提供者为大，因此通过其他工序改进汽油的质量，并增加每桶原油的汽油产量就成为必要。

石脑油的催化重整是脱氢、异构化和环化的过程。在此过程中环烷烃（并且在某种程度上甚至于脂肪烃）转化为芳烃，而它比生成它所用的烷烃保有更高的辛烷值。因而这就成为由石油取得芳烃的主要方法。此外，在重整过程中产生大量的丙烷、异丁烷特别是正丁烷。丙烷可以混入液化石油气馏份或送入到一个为制取烯烃的裂化装置中。异丁烷是用以制造烷基化汽油的初始原料，原来，烷基化汽油是用于航空汽油的，而目前则在内燃机燃料的需要上有所增加。正丁烷为液化石油气的主要成分，可用作制备丁二烯的原料，或同样裂化为烯烃。最后，催化重整产生氢，在美国有的炼厂将其转送至合成氨用做原料。但是，其发展趋势是将这类氢气用于处理其他炼制馏份或用于氢化裂化。事实上，有的炼厂已经感到氢量的不足，必须另外添加氢发生装置以补其不足。

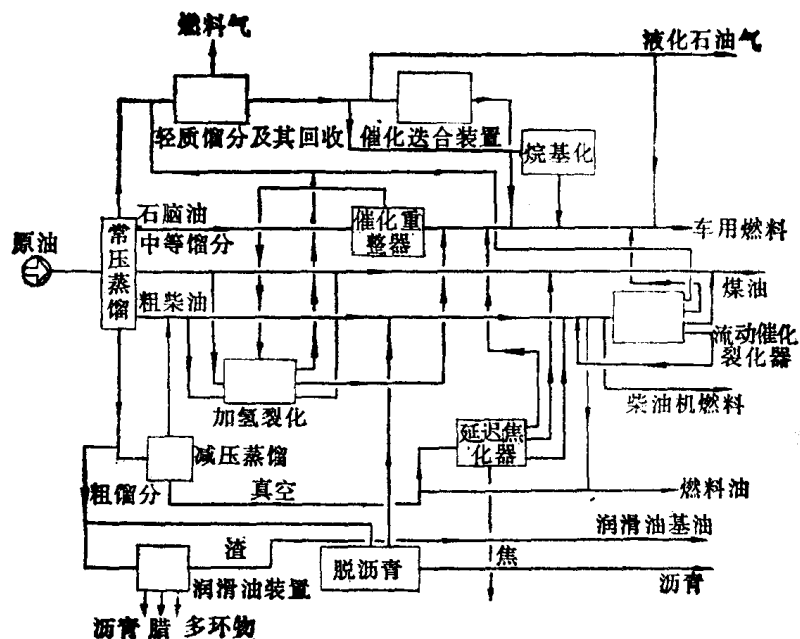


图 1—1

原存于原油中的汽油馏份的提高品级对于各种燃料的切割部分需求上的不平衡是无所补正的。美国内燃机燃料需要量的增长要快于燃料油或柴油机燃料。因此，多数炼厂保有催化裂化装置，以将重馏份转变成为更多的汽油，其中烯烃成分较高，从而形成高的辛烷值。部分原料转化为沸点汽油范围以下的烯烃，故催化裂化装置在典型炼厂中是烯烃的主要生产装置。催化循环油产生需经催化裂化装置处理的过多的石油焦，通常以裂化法将其转变为汽油，成为烯烃的又一来源。最近，有朝向加氢裂化发展的趋势，这一过程是将减压粗柴油或相应馏份，在氢的存在下裂化转变为煤油、柴油机燃料或汽油，这要根据市场的要求而定。在氢的存在下可以促使饱和烃而不是烯烃的生成。因此，加氢裂化能力的增大对于石油炼制丙烯、丁烯的供应来说是有些影响的。

有两种方法可以转化 C_3 及 C_4 烯烃为汽油。催化聚合生成的烯烃汽油辛烷值高但不稳定。烷基化包括异丁烷及 C_3 或 C_4 烯烃的反应。烷基化物是所能得到的最好的内燃机燃料，它具有优良的稳定性及高辛烷值。最初是为航空汽油而发展的，但是，自从被喷气燃料所代替之后，美国烷基化物的比率在汽油总量中是上升了的。

催化聚合也是丙烯三聚体及四聚体的来源，也是羰基合成原料庚烯的来源。另一方面，以前几乎都是由 C_4 烷烃及烯烃制备烷基化汽油的，现在也由丙烯生产，这是由于经常需要优质的内燃机燃料的关系。这已经造成了在个别地区化学工业上缺少丙烯的现象。

煤油是洗涤剂及正烷烃的资源，它可以通过分子筛的吸附而回收。粗柴油或者经过处理以制内燃机燃料，或者供催化裂化做原料。最后，常压蒸馏的残渣或者是做为燃料油消费，或者再于减压下蒸馏。减压塔的拔顶物是催化裂化装置的主要原料来源，其底部物质可以用做燃料油或供延迟焦化之用，这是由渣油取得更多催化裂化原料的一种方

法。假如直接供给裂化装置，则减压塔的残渣可以比烧掉时产生更多的焦炭。延迟焦化过程包括在炉内迅速燃烧填充物，然后使之浸于一对焦炭鼓内，炭即沉降。除了焦炭之外，这一过程的产物有汽油，加入催化裂化器的原料以及含有若干烯烃的气体。另外一种方式是可以把常压塔底物送到润滑油装置的真空塔内，而真空残渣用丙烷脱沥青获得沥青与粗柴油。约有40%的美国炼厂生产沥青。

最后，有一些石油化学原料是以化学处理方法对汽油以外的各种燃料提级过程产生的。如裂化汽油经苛性碱处理可以提供甲酚类回收装置用的原料，同一方法应用于柴油机燃料时则得环烷酸钠盐。硫酸处理产生各种类型的石油磺酸盐，用于工业表面活性剂。一些脱硫过程可以回收硫醇类。

石油炼制与化学工业之间最重要的联系是在生产内燃机燃料上。烯烃类主要是由原油增产汽油时由重质部分向轻质部分过渡时产生的。而芳烃类则是由石脑油提高品级时产生的。因此，在美国，轻质燃料的需要量所占比例最大，其炼油厂与欧洲和日本相比，是比较更为重要的烯烃来源。而欧洲和日本则以重质燃料占比重较大。这些国家将重质油转化为轻质油，但其需要量并不象美国那样大。美国以外的国家，有机化学工业的最重要的原料为石脑油或略重一些的液体原料。石脑油作为原料是过剩的，并且较为便宜。因而不但适用于烯烃类，也是合成气的原料。

2.2 天 然 气

天然气是由甲烷到 C_7 或略高的碳氢化合物的混合物。轻质的碳氢化合物是链烷烃，相当于石脑油馏份者也主要是含链烷烃，但有少量的环烷烃，有时也含有芳烃。除碳氢化合物外，天然气还含有多至45%的酸性气体，即 H_2S 及 CO_2 。开发天然气资源的困难程度，随着温度、压力、开采的深度与酸性气体浓度的增加而增加。

天然气加工的目的是使之成为只含乙烷和甲烷的气流，此气流在世界的寒冷地带，主要作为城市取暖之用。在天然气生产多的国家，甲烷也是生产合成气的主要原料。精制后的甲烷不含重质碳氢化合物，用于制造氢氰酸、二硫化碳以及甲烷氯化物的原料。

天然气的组分中重于甲烷者也是优良的石油化学原料。乙烷是生产乙烯的最适宜的起始原料，因其裂化副产品重是很少的。丙烷与丁烷做为液化石油气是宝贵的，也可以裂化为烯烃，而丁烷又可脱氢制丁二烯。相当于石脑油的馏份（称之为天然汽油）具有低的辛烷值，故用于汽油的蒸汽压混合物，或与原料进料相混合供炼制用。由于它的脂肪烃的特性和具有低的含硫量，故为用以裂化为烯烃并用于蒸汽重整的优良原料。至少有一个美国公司是由天然汽油萃取环己烷的。

美国有丰富的天然气，这与其长期的海湾角（Gulf Coast）地区有着极为低廉的石油化学原料的供应有关。但是由于建设了通向消费中心如东部和中西部的输气管路，因而使天然气获得机会成本，而其价格提高到那样一个地步，即在那里已有许多石油化学领域生产中开始为液体原料所取代者。尽管如此，在一些原料可比成本的情况下，甲烷可生产较其他任何原料更为便宜的成品。由燃料油、煤炭转到以天然气作为家庭与工业热源，使得美国在燃料平衡上得有丰富的燃料油。

2.3 原料的评价

任何讨论石油化学经济最终都存在着原料评价的问题。

石油与天然气的衍生物的价值由于各种组分在当地市场上的分配情况、运输成本、各种能源获得的难易、化学原料的情况、以及税率与进口关税的影响而极不相同。

在考虑到这些条件限制的情况下，下表可以作为生产化工原料和燃料的石油化学联合企业之初步经济评价的指导。

	美国成本，美分/磅
燃料气(尾气)	0.6~0.9
乙烷	0.8~1.2
天然气	0.45~0.9
液化石油气	1.4~1.7
轻质石脑油	0.8~1.4
标准汽油	1.4
高级(贴水)汽油	1.6
煤油	1.25
粗柴油	0.8~1.1
燃料油	0.5~0.7
原油	0.7

运输费用也会有所变动，这是根据若干因素，如国籍、加盟关系、季节性、运输量、容器大小、补助金等等。这些均非属本书范围之内，仅按级别列表如下。

运输类别	运输成本，美分/磅											
	管路	机 载		卡 车		海 洋 货 轮			铁 路		驳 船	
距 离，英 里	1500	1000	2000	250	500	750	1500	5000	500	1500	250	1000
产 品												
甲 烷	0.45	—	—	—	—	—	1.0	—	—	—	—	—
大 量 固 体	—	0.7	1.1	0.5	—	0.25	0.35	0.60	0.9	1.3	0.8	1.8
液 体，无 冷 藏	—	—	—	0.7	1.4	0.10	0.15	0.45	—	—	0.4	1.45
液 体，有 冷 藏	—	—	—	—	—	0.35	0.55	1.15	—	—	0.9	2.8

3. 垂直统合法的重要性

有机化学工业中的经济问题可以通过几条途径来进行。沿着系图的路线来选择某一组织形式的目的是强调垂直统合法^①对化学部门进展的影响，以及对在有机领域中活动的公司做出决定。

其他方法也值得考虑。传统上有机化学这一分科是根据化学官能团来入手的。在有些工业情况下，有的公司专门生产具有相同化学官能团的化合物，或者是通过一定的单元操作过程所生产的化合物，例如有些公司生产若干硝基化合物或脂肪烃胺类或异氰

^①原文为Vertical integration，现译作垂直统合法。——译注

酸酯类。一般的讲，这些情况适合本书的范围，因为它们常常是经由特定原料而产生的。

从化学公司实际生产的角度来看更重要的是平行统合法^①。这可能是由于想对市场结构变化（如同若干公司生产各种形状的高聚物或合成纤维的情况）加以阻碍的原望，或者是由于想去补充完善一系列的产品（如一个公司生产多醇类同时又决定生产异氰酸酯类）的原因。

尽管这种形式的推动在化学工业上有其深远的意义，但近年来主要的影响是需要垂直统合法。厂商迄今满足于生产中间体或最终产品，经常受到压力使之或者向后统合以期获得他们自己的原料来源，或者是成为供应者所期望的向前统合以获得对市场的控制。最主要的化学中间体，其自行利用率在稳步上升。这主要是由于，在一系列最终产品的单元操作利润是高的，大的石油企业和化学企业很快地扩大其活动范围，以期获得更多的利润并走向降低化学品的价格，与原来的结构相比，逐渐走向巩固相互结合而增加了它们的地位。

本书的论题共分八个标题，其中七个是属于基本有机原料的，第八个包括不能列入其他项目的一些石油化工产品。七个基本有机原料如下：

合成气
甲 烷
乙 烯
丙 烯
C₄烃类
乙 炔
芳烃类

许多化工产品可以通过两个或更多的基础原料而制得。其分类标准是根据那一种方法是常用的，那一种方法是用于最近的设计而定的。下面列出了不同种类基本有机原料制造的化工产品的例子。其中划线标出的基础原料是指从而形成产品者。

产品	可能的归属项目
丙烯腈	乙烯、 <u>丙烯</u> 、乙炔
氯乙烯	<u>乙烯</u> 、乙炔
己二腈	C ₄ 烃类、丙烯、 <u>芳烃</u>
氯丁二烯	C ₄ 烃类、 <u>乙炔</u>
醋 酸	合成气、乙炔、 <u>乙烯</u>
醋酸乙烯	乙烯、 <u>乙炔</u>

一种产品可以由一个以上的基本原料而制得，这一类的产品曾按以下所述标准分类，即那一种原料是由生产者重点制出的，或者那一种原料或中间体对于生产成本具有更大作用。一些示例如下表。

^①原文为horizontal integration，现译作平行统合法。——译注

产品	可能的归属项目
苯乙烯	乙烯、芳烃类
丁苯橡胶	C ₄ 烃类、芳烃类
乙醇胺	乙烯、合成气
氨基合成产品	合成气、乙烯、丙烯
滴滴涕	乙烯、芳烃类
2,4-滴(D)	乙烯、芳烃类

无可否认的，其中一些分类是有待争论的，尤其是包括在“乙炔”标题之下者，或许为乙炔专辟一节是不需要的，因为几乎它的全部用途均已被代替。在这一点上一个发展中国家欲行对化学工业予以平衡时，可以尽然不去考虑乙炔。关于乙炔以略高于乙烯的成本生产的可能性曾经广泛进行了讨论。

1965年美国化学工业基本原料总消费量如下：

原料	消费量，1965年
合成气	1800百万标准立方呎/日
甲烷	400.0百万磅
乙烯	8,210.0百万磅
丙烯	3,350.0百万磅
C ₄ 烃	4,600.0百万磅
乙炔	975.0百万磅
芳烃类	6,750.0百万磅

假定所有这些产品都是由液体原料制备的，这相当于550,000桶/日的石脑油，大约相当于美国所炼制的全部石油的5%。由于原油中所含石脑油的量在20~40%，如果在得不到天然气的情况下，则有相当于全部12.5~25%的石脑油将分配于石油化工生产。如在一些石油资源贫乏而又正在开始发展化学工业的国家里，则应考虑其未来的原料要求，以便制定其燃料与运输方案。