

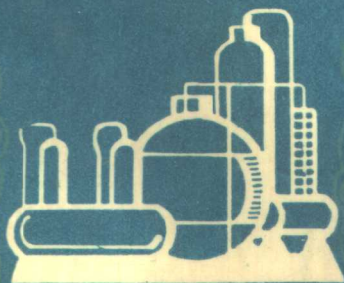


石	油	
化	工	
工	艺	学

〔苏〕C. B. 阿杰尔松 等著



中国石化出版社

石油化工工艺学

〔苏〕C.B.阿杰尔松 等著

梁源修 吴棣华 贺年根 译

中国石化出版社

内 容 提 要

本书是苏联高等院校石油化工专业教科书。本书全面讲述了石油化学工业的原料、生产过程、产品性能及其应用领域，还介绍了主要化学工艺的基本原理。本书由梁源修、吴棟华、贺年根译。译稿完成后又请庞礼、李国英作了审校。

本书可供从事石油化工生产、设计、科研、管理的科技人员和高等院校师生阅读。

С. В. Адельсон Т. П. Вишнякова

Я. М. Паушкин

Технология Нефтехимического Синтеза

Химия 1985

石油化工工艺学

〔苏〕С. В. 阿杰尔松 等著

梁源修 吴棟华 贺年根 译

中国石化出版社出版

(北京朝阳区太阳宫路甲1号 邮政编码: 100029)

海丰印刷厂排版

海丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 24¹/₄印张 605千字 印1—3500
1990年12月北京第1版 1990年12月北京第1次印刷
ISBN 7-80043-117-7/TQ·070 定价: 10.50元

译者前言

C. B. 阿杰尔松, T. II. 维什尼亚科瓦和H. M. 帕乌什金等人所著《石油化工工艺学》是苏联高等院校教科书, 本书译自该书1985年第二版。

这本书按石油化工原料和产品类型编排材料, 系统地叙述了石油化工过程的化学原理和理论基础、工艺过程特点和设备结构原理、产品性能和应用领域。特别是对于大吨位和有发展前途的石油化工产品, 还给出了不同生产方法的工艺技术和技术经济的对比材料。本书颇为详细地介绍了以一氧化碳和氢为基础的合成过程。

这本书采用了石油化工过程的最新资料, 深入地研究了石油化工领域近年来出现的新工艺。其中不仅有苏联石油化工生产技术, 也包括其他国家的先进工艺过程。

我国石油化学工业正在蓬勃发展, 需要更多地了解世界, 洋为中用。我们译出此书, 希望对我国石油化工有关人士了解世界石油化工提供一些方便。

本书第一、二、六、十章梁源修译, 贺年根校; 第三、四、五章吴棣华译, 梁源修校; 第七、八、九章贺年根译, 吴棣华校。全书由梁源修统稿整理。

因译者水平有限, 错误不当之处欢迎批评指正, 在此表示感谢。

译者

1988年3月

绪 论

化学工业已有一百多年历史，最近30年来获得了迅速发展，有机合成工业是化学工业的重要领域之一。

有机合成工业具有如下特点：

(1) 生产发展迅速。例如，有机合成工业产品产量从1960年到1975年增加4倍以上。世界石油化工产品产量从1950年的350万吨、1960年1400万吨、1970年6000万吨，目前超过亿吨。

(2) 产品品种增加。

(3) 原料转变到基本立足于石油和天然气。

在30~40年以前，化学工业原料的主要来源是煤焦油，林产树脂、纤维素、粮食原料和一些无机原料。第二次世界大战以后石油和天然气成为主要原料来源，煤炭和粮食原料所占份额不断降低。例如，1950年以石油和天然气为原料的有机合成产品所占份额约为44%，而1975年已经超过95%。

以石油和天然气为原料进行化学产品生产通常称作石油化学工业。石油化学工业是由于石油和天然气开采的迅速发展而随之产生的。例如，目前苏联石油年产量已超过6亿吨，天然气年产量为5000亿立方米。以石油和天然气为原料生产化学产品彻底地改变了化学工业的性质和范围，改善了经济性，降低了单位投资。广泛的原料基础能节省大量宝贵的粮食原料，大大降低成本，并能成倍地减少劳动消耗。必须指出，建设石油化工厂所投入的资金只需2~3年即可回收。

目前，工业上采用的石油化工生产过程有100种以上。以石油化工原料为基础能够生产出诸如合成橡胶、塑料、合成纤维和洗涤剂等大量产品。实际上，如果没有石油化工产品，国民经济最重要部门就不能发展。

石油化工生产可以包括：

(1) 原料生产——烯烃、二烯烃、芳烃和环烷烃；

(2) 中间产品生产——醇、醛、酮、环氧化物、酸酐、酸、含氮和含卤素化合物；

(3) 表面活性物质的生产；

(4) 高分子化合物的生产——合成橡胶和聚烯烃。

其他许多化工生产（塑料、合成纤维、肥料、硫酸等）也是以石油烃和天然气为基础生产的。因此，把化工生产分成石油化学工业和化学工业，在某种意义上说是人为的。

图0-1~图0-4表明了上述石油化工产品可以由各种类型烃制取，也示明了其应用领域。

石油化工生产规模可用下列数据说明：全世界用于生产石油化工产品的石油和天然气数量占石油和天然气开采量的比例，1970年为3%，1980年为6%，预计1990年为12%，2000年为20%。

从苏联党和政府关于发展化学工业的决议可以看出，深入研究采用高效催化体系的石油化工新工艺具有重大的现实意义。高效催化剂能够保证提高主要工艺设备的生产率。制造最佳生产能力的成套设备，采用连续化生产过程，提高过程选择性并降低其能耗，这些也都具有重要意义。

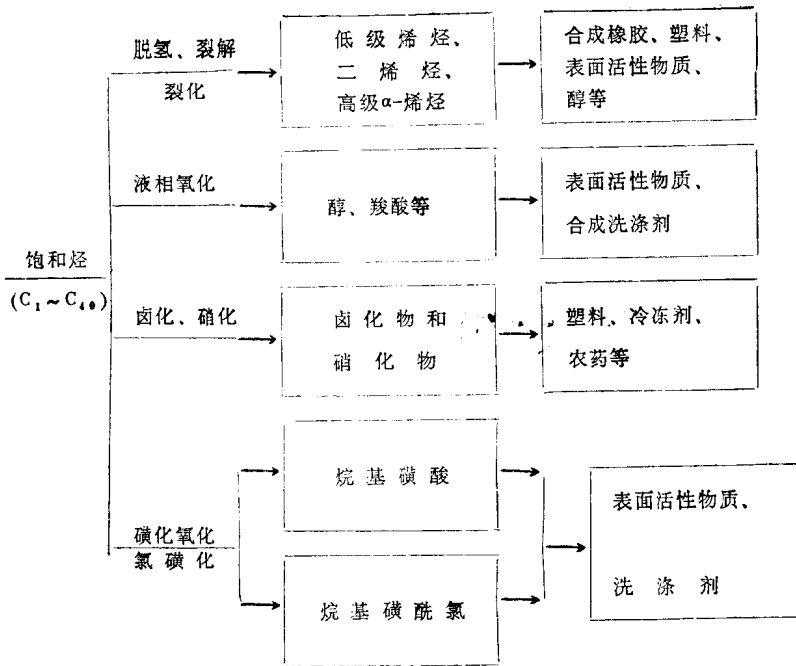


图 0-1 饱和烃化学加工的主要途径

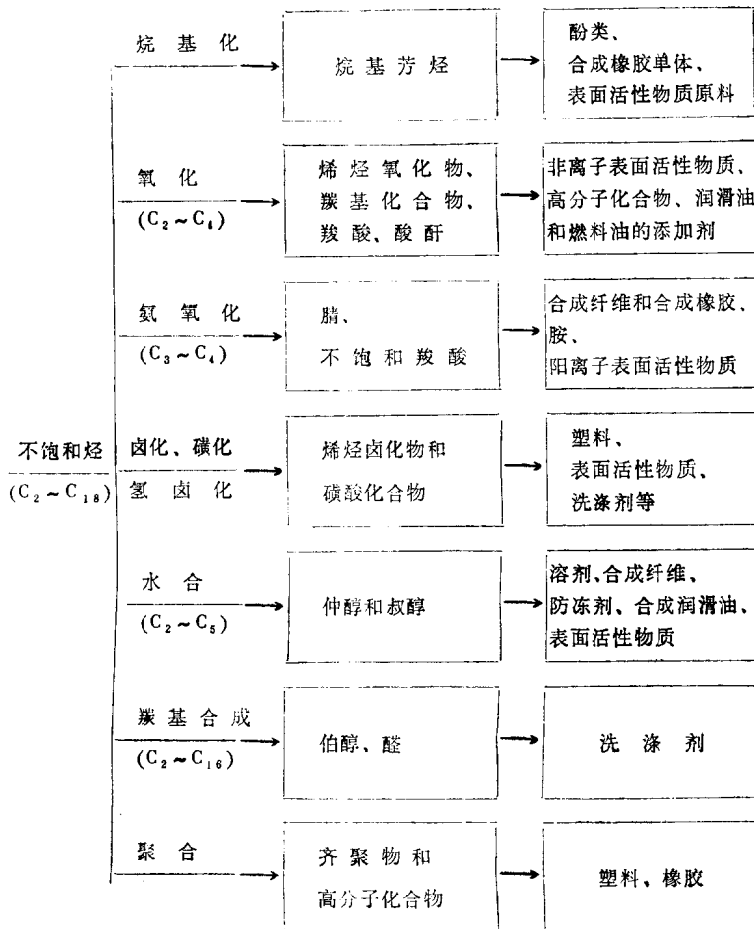


图 0-2 不饱和烃化学加工的主要途径

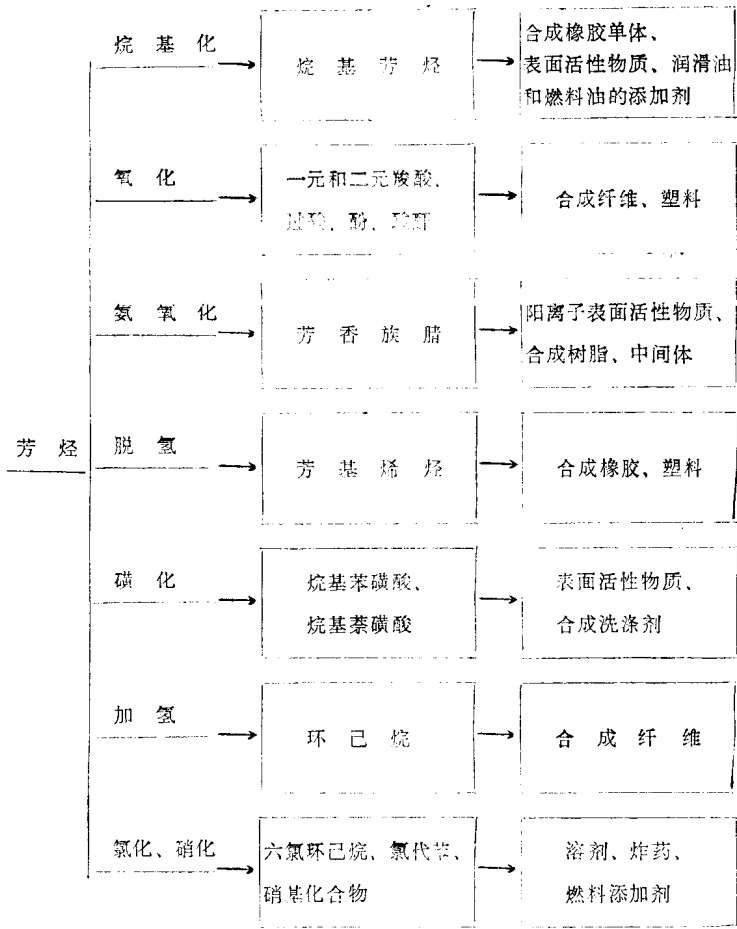


图 0-3 芳烃化学加工的主要途径

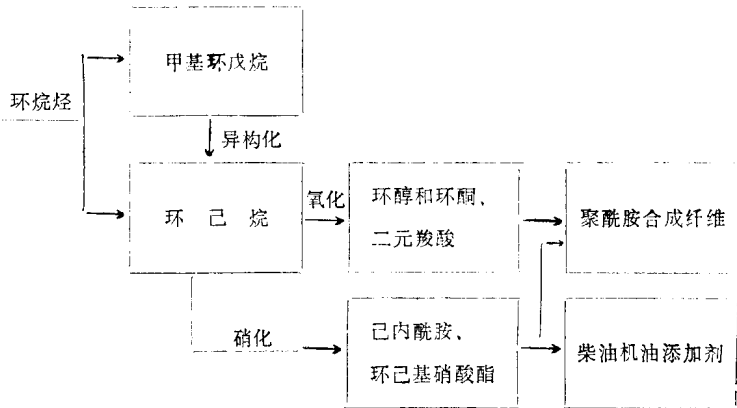


图 0-4 环烷烃化学加工的主要途径

在评价今后石油化学工业前景时应当指出，石油和天然气资源不是无限的。据专家估计，石油和天然气的储量平均可使用30~55年，而煤炭可使用250~300年。但随着时间的推移，对石油和天然气储量的估计可能有所变化。

因此，不仅要开发以石油和天然气为基础的制烃方法，而且也要开发由煤炭和(特别是)可再生原料的制烃方法，在不久的将来将是极为现实的。可再生原料包括的生物物质为木材和农作物的废料、海洋和淡水藻类水草等。

鉴于石油和天然气资源的有限性，以下几点对石油化学工业具有特别意义：

(1) 采用提高工艺过程选择性和以重质馏分油（粗柴油、重油、渣油）代替轻质馏分油（汽油）等方法，进行石油和石油产品的深度加工；

(2) 减少烃原料在石油化工过程中的物理损耗；

(3) 采用降低操作温度，提高原料单程转化率、深度回收所有排出物所含热能（利用物料冷凝热、废烟气余热等）或冷量等方法大幅度降低能耗。

目前，苏联和全世界都对研究开发原料和燃料的替代来源感兴趣。以煤为原料可以采用热解或加氢法制取烃，或采用煤的气化法制取合成气，再以合成气为基础制取烃或化学产品。许多专家认为，鉴于大量煤炭开采量需要巨额投资，所以煤炭在石油化工中广泛使用的可能性要到2000年才能成为现实。此外，利用煤炭还会出现附加的生态平衡问题。

看来，利用可再生原料（生物物质）乃是最近将来的一个目标。许多植物资源丰富的国家已经采用水解、发酵的方法以植物为原料制取乙醇。生物物质气化可以制取合成气。据报道，目前正在大力研究开发以一氧化碳和氢为基础或生物物质直接加氢合成各种烃和含氧化合物的方法。

石油化工的广泛深入发展导致在生物环境中工业三废急剧增加。石油化工企业是极为严重地破坏生物环境的潜在污染源。防止水库和空气污染的途径有两种：一是净化气态和液态废物，在这方面已经取得很大成就，但还有许多工作要做；二是开发大吨位石油化工产品生产的无废物工艺，这在目前还是一项极为繁重而艰难的任务。

目 录

绪论

第一章 原料烃生产	1
第一节 原料烃的主要来源及其特性	1
第二节 饱和烃(烷烃)生产	5
第三节 低级不饱和烃生产	5
一、裂解法生产乙烯和其他低级烯烃	5
二、乙炔生产	23
第四节 高级不饱和烃生产	27
第五节 环烷烃生产	30
第六节 芳烃生产	32
一、从催化重整产物中分离芳烃	33
二、二甲苯分离	35
三、烷基芳烃脱烷基	36
四、苯与烯烃烷基化	39
第二章 合成橡胶单体的生产	46
第一节 1, 3-丁二烯的生产	46
一、由乙醇生产丁二烯	46
二、正丁烷和正丁烯脱氢生产丁二烯	46
三、从裂解气中分离1, 3-丁二烯	64
第二节 异戊二烯生产	66
一、异戊烷和异戊烯脱氢	66
二、由异丁烯和甲醛制取异戊二烯	69
三、由丙酮和乙炔制取异戊二烯	71
四、由丙烯制取异戊二烯	72
第三节 异丁烯生产	73
第四节 苯乙烯和 α -甲基苯乙烯生产	74
第五节 烃类氧化脱氢生产烯烃和二烯烃	77
一、在氧化物催化剂存在下烯烃氧化脱氢	77
二、在氧化物催化剂存在下烷烃和烷基芳烃氧化脱氢	80
三、用卤素进行烷烃氧化脱氢	80
第三章 饱和烃氧化生产含氧化合物	84
第一节 烃类氧化概述	84
第二节 烃类氧化机理	86
一、烃类液相氧化机理	86
二、烃类气相氧化机理	90

第三节	$C_1 \sim C_6$ 低级饱和烃的气相氧化	92
第四节	饱和烃的液相氧化	94
一、	$C_4 \sim C_6$ 饱和烃氧化制低分子酸	95
二、	$C_{10} \sim C_{20}$ 饱和烃氧化制醇	100
三、	$C_{30} \sim C_{40}$ 饱和烃氧化制酸	102
第五节	饱和烃的生物化学氧化(蛋白质-维生素浓缩物的生产)	112
第四章	不饱和烃氧化生产含氧化合物	115
第一节	不饱和烃氧化制环氧化物	116
一、	环氧乙烷的生产	116
二、	环氧丙烷的生产	122
第二节	不饱和烃氧化生产羰基化合物	132
一、	乙醛的生产	133
二、	丙酮和甲乙酮的生产	140
三、	丙烯醛生产	141
四、	丙烯氨氧化生产丙烯腈	145
第三节	不饱和烃氧化生产羧酸及其衍生物	150
一、	醋酸乙烯酯的生产	150
二、	丙烯酸的生产	152
三、	正丁烯氧化生产醋酸	154
第五章	芳烃和环烷烃氧化生产含氧化合物	157
第一节	芳烃的气相氧化	157
第二节	烷基芳烃的液相氧化	164
一、	苯酚的生产	166
二、	多元酚的生产	180
三、	芳香酸的生产	184
四、	芳烃氨氧化	193
第三节	环烷烃氧化	194
第六章	以一氧化碳和氢为基础生产含氧化合物	201
第一节	合成气生产	202
第二节	甲醇生产	204
一、	生产过程的基本规律性	205
二、	工艺流程	206
三、	甲醇应用新领域	208
第三节	羰基合成	210
一、	烯烃氢甲酰化	210
二、	羰基合成过程发展新方向	219
第七章	醇类的生产	222
第一节	烯烃水合制醇类	222
一、	烯烃硫酸水合法生产醇类	223
二、	烯烃直接水合法生产醇类	224

第二节 高碳脂肪醇的生产	230
一、脂肪酸、酯加氢生产高碳脂肪醇	230
二、石蜡氧化产物加氢制高碳伯醇	235
三、羰基合成醛加氢制取醇	235
四、二次不皂化物生产醇	235
五、有机铝合成法制取醇	237
六、制取醇的其他方法	240
第三节 二元醇与多元醇的生产	245
一、乙二醇与丙二醇的生产	245
二、甘油生产	248
第八章 卤代烃类和硝基烃类的生产	254
第一节 卤代烃的应用领域	254
第二节 氯代烃类	255
一、氯化法	255
二、饱和烃氯化	260
三、不饱和烃类的氯化、氢氯化 and 氯醇化	264
四、环烃的氯化	273
第三节 氟代烃类	277
一、氟化方法	277
二、以乙烯和丙烯为基础的有机氟单体	280
第四节 硝基烃类	282
一、饱和烃的硝化	282
二、不饱和烃的硝化	285
三、环烃的硝化	289
四、芳香族硝基化合物的生产	290
第九章 表面活性剂的生产	292
第一节 表面活性剂的分类	293
第二节 表面活性剂和洗涤作用的物理化学原理	297
第三节 阴离子洗涤剂的生产	300
一、烷基苯磺酸盐	300
二、烷基磺酸盐	304
三、 α -烯烴磺酸盐	307
四、烷基硫酸酯盐	310
五、磺酸基乙氧基化合物	315
六、其他阴离子洗涤剂	315
第四节 非离子型洗涤剂	317
一、非离子型表面活性剂的性质	318
二、 α -环氧化物与有活动氢原子物质交互作用的基本规律	319
三、非离子型表面活性剂的生产	321
第五节 阳离子表面活性剂	323

第六节 合成洗涤剂的混配·····	324
一、生产合成洗涤剂时可加入表面活性剂的组分·····	325
二、合成洗涤剂的基本配方·····	327
第十章 以石油化工原料为基础生产高分子化合物·····	329
第一节 高分子化合物基本知识·····	329
第二节 高分子化合物制取方法·····	329
一、聚合反应·····	330
二、缩聚反应·····	337
第三节 聚合物物理-机械性能·····	338
第四节 塑料和合成纤维生产·····	340
第五节 聚合反应制取的聚合物·····	341
一、聚烯烃·····	341
二、聚氯乙烯·····	354
三、聚苯乙烯·····	355
四、氟塑料·····	356
五、聚丙烯酸酯·····	357
六、聚丙烯腈·····	357
七、聚乙烯醇·····	358
第六节 缩聚反应制取的聚合物·····	358
一、聚酯·····	358
二、聚环氧化物·····	358
三、聚酰胺·····	358
第七节 合成橡胶生产·····	362
一、通用橡胶·····	363
二、特种橡胶·····	368

第一章 原料烃生产

石油化工过程中可以使用各种原料烃。起始原料的选择具有重要意义，往往对工艺过程的技术经济指标产生决定性影响。其原因在于，石油化工生产中原料费用在总成本中占主要份额（65~70%）。原料应当便宜易得、具有稳定的组成，这对工业企业的正常运营至关重要。

第一节 原料烃的主要来源及其特性

石油化工所用原料有气态烃、液态烃和固态烃：

- (1) 饱和烃（甲烷、乙烷、丙烷、丁烷等直至 C_{40} 烷）；
- (2) 不饱和烃：烯烃（乙烯、丙烯、丁烯、戊烯、高级烯烃），乙炔和二烯烃（1,3-丁二烯，异戊二烯）；
- (3) 芳烃（苯、甲苯、烷基苯、萘、甲基萘）；
- (4) 环烃——环烷烃（环戊烷、甲基环戊烷、环己烷），环烯烃（环己烯），环二烯烃（环戊二烯，环己二烯）等等。

在以后叙述中将尽可能采用国际理论与应用化学协会命名委员会（IUPAC）所规定的烃类及其衍生物名称。但是，对于应用最广泛的烃还是保留了传统的众所周知的名称，例如2-甲基-1,3-丁二烯仍称异戊二烯等。

石油化工生产所用原料来自石油和天然气工业。不饱和烃采用专门装置生产，此外，也有一部分是石油加工过程副产物。石油化工原料的主要来源是石油伴生气、气态汽油、天然气、瓦斯凝析油田的液态烃和气态烃、液体石油产品（石油加工的馏分油和渣油）。

最近几年由于石油和天然气储量下降，全世界都在探索石油化工原料的替代来源，包括煤干馏和煤气化产物；可再生原料（生物物质）的加工产品，通常是各类不同分子量烃的混合物。

1. 石油伴生气 与未加工石油伴存的气态烃通常称石油伴生气。气态烃在地层压力条件下溶解于石油中，在石油开采过程中由于压力降低而析放出来。在石油开采时，伴生气在专门分离装置中与石油分离。这时，溶解的气态烃的一部分仍留在石油中，一定数量的轻汽油馏分释放出来形成伴生气。为充分回收气态烃并降低气态烃和液态烃的损失，石油需经物理稳定化处理，把伴生气和石油稳定气一起送往气态汽油加工厂，从中回收液态烃并按馏分加以分离。

石油伴生气由甲烷到戊烷的饱和烃组成，通常还含有少量的惰性气体；一些油田的伴生气还含有游离的硫化氢。石油伴生气的组成见表1-1。石油伴生气中甲烷含量为30~80%（体）。通常，石油伴生气中含有相当数量的烃组分，如乙烷、丙烷和丁烷，这些都是石油化工的宝贵原料。苏联伴生气资源很丰富，油田平均产气率为95~112 m^3/t 〔每开采1t石油所产伴生气数量（ m^3 ）称产气率〕。每年开采6亿吨石油时，平均年产伴生气600亿立方米。

表 1-1 苏联部分油田石油伴生气的组成

组 分	含 量, % (体)					
	图伊马兹因	罗马什金	库列绍夫	萨莫特洛尔	热蒂拜伊	卡兹普洛日
CH ₄	63.4	44.4	30.9	79.7	59.5	34.0
C ₂ H ₆	10.5	21.8	26.8	5.0	18.0	26.8
C ₃ H ₈	11.1	13.4	21.8	7.3	11.4	15.4
i-C ₄ H ₁₀	1.2	1.5	2.4	1.5	2.0	1.3
n-C ₄ H ₁₀	2.8	3.5	4.4	2.8	3.3	2.9
C ₅ 和C ₅ 以上	2.0	2.5	1.5	1.5	2.9	1.2
H ₂	—	—	0.8	—	—	0.1
N ₂	9.0	12.8	11.0	1.5	2.5	16.8
CO ₂	—	0.1	0.4	0.2	0.4	0.9

2. 气态汽油 气态汽油是伴生气脱除汽油得到的由饱和烃组成的轻汽油馏分。气态汽油含有宝贵的烃组分, 如2-甲基丁烷(异戊烷)和正戊烷。气态汽油的特点见表1-2。

3. 天然气 从气田获得的气态产物通常称为天然气。从组成上看, 天然气与伴生气有明显区别。天然气中甲烷含量比伴生气中多, 可达到98%; 天然气中C₂烃, 特别是C₃~C₄烃含量通常不多。许多天然气中含有相当数量的惰性气体(N₂、CO₂)和稀有气体(Ar、He等)。苏联某些天然气产地的天然气组成见表1-3。天然气组成中仅含饱和烃, 这点与伴生气相同。

4. 气体凝析油田的液态烃和气态烃 某些高压地层气田有这样的特点, 即气体中含有相

表 1-2 苏联某些气态汽油厂的气态汽油特性

指 标	图伊马兹因气态汽油	米尼巴叶夫气态汽油
相对密度	0.700	—
馏分组成(按ГОСТ1576-42), °C		
初馏点	26	27~30
10%	33	33~37
50%	46	43~46
90%	100	85~89
干点	121	110~114
烃组成, %(重)		
2-甲基丙烷(异丁烷)	12.9	微量
正丁烷		2.5
2-甲基丁烷(异戊烷)	25~30	
正戊烷	20~25	30.2
二甲基丁烷	3.5~4.5	
甲基戊烷	8.5~10.0	13.3
正己烷	5.0	17.4
异庚烷	10.0	5.9
甲基环戊烷	无	1.4
环己烷	无	2.5
苯	0.4	0.5
C ₈ 和C ₈ 以上烃	1.5~2.5	

表 1-3 苏联某些气田的天然气组成

组 分	含 量, % (体)				
	乌连戈伊	梅德韦日耶	达 沙 瓦	斯塔夫罗波尔	萨拉托夫
CH ₄	97.9	98.1	97.9	98.3	94.7
C ₂ H ₆	0.2	0.2	0.2	0.3	1.8
C ₃ H ₈	0.1	0.004	0.1	0.1	0.2
i-C ₄ H ₁₀	—	0.002	—	—	—
n-C ₄ H ₁₀	—	0.01	—	—	0.1
C ₅ H ₁₂ 和C ₅ H ₁₂ 以上	—	0.01	—	—	—
N ₂ 和稀有气体	1.5	1.3	1.5	1.0	0.2
CO ₂	0.3	0.374	0.3	0.3	3.0

当数量的液态烃。按照在超临界区相平衡的条件，当降低压力时这些液态烃发生凝析从气体中分离出来（这种现象称逆冷凝）。从气体中凝析出来的液体通常称气体凝析油，这种油田称气体凝析油田。气体凝析油田的气体组成与天然气接近，凝析油组成中含有汽油和煤油馏分。

在临界压力和临界温度范围内，二元和多元体系的行为不同于单一物质的行为。

图1-1示出二元恒定组成混合物的压力与温度的相互关系。上部曲线表示液相，下部曲线表示相同组成的气相。上、下两条曲线的闭合区存在两相体系。上部曲线以上和下部曲线以下的区域是均相体系。两条曲线在K点相遇，此点即为体系的临界点。但是，与单一组分不同，K点与最大压力及最高温度的M和N点并不一致，在该条件下还能存在两相。如取K点右上方处于气相状态的某点b，降低系统压力，按等温线向下移动到b₁点，此时出现第一滴液体。进一步降低压力时液体量增加，即随着压力降低将发生凝析。但是这种行为有一定的界线，压力降低到b₂点时开始出现气化，降到b₃点时整个系统又变成气相。

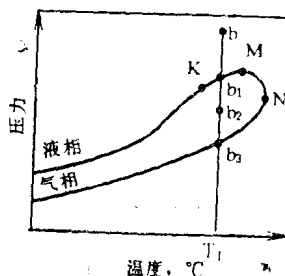


图 1-1 二元恒定组成混合物的相平衡曲线

从气体中分离凝析油就是利用多组分体系的这种性质。

在气体凝析油田开采过程中，地层压力逐渐下降，其结果是产生逆冷凝，从气体中凝析出一部分凝析油，残留在地层中。这样，气体中凝析油含量下降，并且重质烃含量最先下降。为了提高凝析油回收率，必须保持地层压力。为此，实际作法是把一部分气体返回地层中（称循环过程）。

苏联最重要的气体凝析油田的气体凝析油特性见表1-4。某些油田的凝析油含环烷烃达40%，这种凝析油是石油化工的宝贵原料。

5. 炼厂气 炼油厂气体（即炼厂气）中含有C₁~C₄饱和烃和不饱和烃。另外，炼厂气组成中通常还有氢、硫化氢和少量有机硫化物。

炼厂气组成取决于该厂所采用的加工方法。气体主要来自石油分解加工过程（热裂化和催化裂化、焦化、催化重整）；在石油直馏装置中只产生少量气体（溶解于石油中的气体）。在裂化和焦化气体中，除含有饱和烃外，还含有相当多的烯烃和一定量的氢。催化重

表 1-4 苏联某些油田的气体 and 凝析油的特性

组 分	乌连戈伊	舍 别 林	别 列 江	弗克蒂尔	卡兰恰加恰克
气 体 组 成, % (体)					
甲烷	90.7	93.6	87.7	75.7	69.7
乙烷	5.7	4.0	4.9	9.1	6.0
丙烷	2.0	0.6	1.9	3.1	3.0
丁烷	0.8	0.7	0.9	0.7	2.2
C ₅ 和C ₆ 以上	0.2	0.4	1.0	7.5	9.0
二氧化碳	0.2	0.1	2.5	0.2	5.0
氮	0.4	0.6	1.1	3.8	0.6
硫化氢	—	—	—	—	4.3
硫醇	—	—	—	—	0.2
凝 析 油 特 性					
馏分组成					
初馏点, °C	55	44	47	31	35
蒸馏液, % (体)					
≤100°C	30	27	22	35	15
≤150°C	60	63	64	55	34
≤200°C	77.7	80	78	72	51
干点	318	289	315	360	400
化学组成, % (重)					
芳烃	10.3	14	33	15	14.8
环烷烃	21.1	32	44	25	22.0
烷烃	68.8	54	23	60	63.2

整气体中含氢丰富达60% (体), 且只含饱和烃。不同的石油加工过程产生的气体组成不同, 因而不同炼厂有不同的气体组成, 就是同一炼厂的气体组成也是波动的。炼厂气组成不稳定造成进一步加工利用较为复杂。

6. 液体石油产品(馏分油和渣油) 液体石油产品中含有许多石油化工所用的宝贵组分。例如, 直馏汽油和裂化汽油中含有戊烷、己烷、环戊烷、甲基环戊烷、环己烷及其同系物。在煤油和粗柴油馏分中含有液体(和固体)饱和烃(称软石蜡), 在润滑油馏分中含有固体饱和烃(称硬石蜡)。

目前, 石油馏分油本身就是石油化工原料。例如, 石油的汽油馏分和粗柴油馏分用作裂解原料。

7. 对原料烃的要求 对石油化工过程原料烃的要求, 比对石油加工过程原料要严格得多。石油化工所利用的反应, 大部分是催化反应或自由基链式反应, 为了得到所要求的产品, 要求催化剂必须有高选择性, 完全不允许有副反应发生。因此, 要求原料具有高纯度。例如, 乙烯直接水合法制取乙醇, 要求乙烯纯度为97~98%, 基本上不允许含有硫化氢 [$\leq 0.002\%$ (体) H_2S]。高压聚乙烯生产要求乙烯纯度为99.99%, 完全不允许含有乙炔。许多工艺过程不允许有水分、一氧化碳、二氧化碳、硫化氢、氨以及其他具有反应活性的杂质存在。

石油化工原料要求的另一特点是有必要把沸点相近或沸点很低的组分加以分离。要达到规定的指标, 除利用精馏和吸收等通常分离方法外, 还利用吸附、共沸蒸馏、萃取蒸馏、选择性溶剂萃取、结晶和热扩散等方法。在石油化工原料准备中还采用化学方法, 用以实现专门的化学转化(选择性加氢, 用硫酸、铜氨溶液、强碱等处理)。

第二节 饱和烃（烷烃）生产

用作石油化工原料的饱和烃有气态烃、液态烃和固态烃。

低分子气态烃——乙烷、丙烷、异丁烷和正丁烷，采用吸收和精馏方法从石油伴生气中分离得到。乙烷、丙烷和正丁烷用作裂解原料，丁烷也用于制取异丁烯和丁二烯。

低沸点液态烷烃 $C_5 \sim C_7$ ，即正戊烷、2-甲基丁烷、正己烷等，从气态汽油和轻质石油馏分中分离得到。2-甲基丁烷（异戊烷）用于生产异戊二烯，其他正构烷烃用作氧化原料。

饱和烃 $C_{10} \sim C_{20}$ 是从石油的煤油馏分和柴油馏分用尿素脱蜡得到的。这类烃是液态和固态正构烃的混合物，在 25°C 左右熔融，通常称软蜡。这类烃与尿素形成固体络合物，该络合物受热时分解成正构烷烃和尿素。由 $C_{10} \sim C_{20}$ 烃形成的软蜡用于制取合成脂肪醇、脂肪酸等。用于此目的软蜡的芳烃含量不应超过0.5%。为除去芳烃，软蜡需用吸附剂净化。

饱和烃 $C_{20} \sim C_{40}$ （称硬蜡）是干点为 $300 \sim 400^\circ\text{C}$ 和 $400 \sim 500^\circ\text{C}$ 的石油润滑油馏分，用选择性溶剂脱蜡得到。硬蜡用于生产合成脂肪酸、 α -烯炔（裂化法）以及其他方面。润滑油馏分脱蜡时得到的石蜡（蜡饼和蜡膏）含有一定量润滑油和芳烃。采用溶剂法脱油、吸附法脱芳烃和胶质。

软蜡 $C_{10} \sim C_{20}$ 和硬蜡 $C_{20} \sim C_{40}$ 具有如下特性：

指 标	软 蜡	硬 蜡
熔融温度, $^\circ\text{C}$	23 ~ 24	48 ~ 54
初沸点, $^\circ\text{C}$	245 ~ 275	320 ~ 360
终沸点, $^\circ\text{C}$	320 ~ 350	>460
含量, % (重)		
润滑油	—	1.6 ~ 2.3
芳烃	0.35 ~ 0.5	—
硫	—	≤ 0.2

液体和固体石蜡除含有正构烷烃外，还含有不希望的异构烷烃和环烷烃。液体石蜡含正构烷烃通常不少于90%，固体石蜡含有正构烷烃不少于75~90%，这取决于所用石油的化学组成。

近年来出现了分离正构饱和烃的新方法，即先用沸石吸附，然后再解吸。这种方法可以把正构烷烃从汽油馏分和煤油馏分中分离出来，特别是可以分离正构和异构饱和烃。

润滑油溶剂脱蜡过程、煤油馏分和柴油馏分尿素脱蜡过程，以及正构烷烃吸附分离过程，在有关的石油和天然气加工过程教科书中均有详细叙述。

第三节 低级不饱和烃生产

目前，为生产乙烯所进行的原料烃裂解是低级烯烃的主要来源。裂解过程中同时得到其他不饱和气态烃——丙烯、丁烯和丁二烯。同时还生成液体产品（裂解焦油），其中含有各种有价值的烃，如异戊二烯、环戊二烯、苯、甲苯、二甲苯和萘。

一、裂解法生产乙烯和其他低级烯烃