

B.T. 布魯克斯等編

石油烴化学

第一卷

第一分冊

石油工业出版社

內 容 提 要

“石油化学”共有三卷，中譯本將分六册出版。書中論述了近年來各國學者在石油化学方面的研究成果。

第一卷第一分册，闡述了天然氣、原油、頁岩原油、石油產品和石蠟的組成，抽提蒸餾和共沸蒸餾，用選擇吸附作用分離芳香烴，溶劑抽提原理，以及用尿素和硫脲分離烴等。

本書供從事石油煉制工作的科學研究人員和工程技術人員，以及有關高等學校的師生參考。

Benjamin T. Brooks* Cecil E. Boord

Stewart S. Kurtz Jk. Louis Schmerling

THE CHEMISTRY OF PETROLEUM HYDROCARBONS VOLUME I

根據Reinhold Publishing Corporation 1954年紐約版翻譯

統一書號：15037·776

石 油 烴 化 学

第 一 卷

第 一 分 册

石油工業出版社出版（地址：北京六鋪炕石油工業部內）

北京市書刊出版業營業許可證出字第089號

石油工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

850×1168 $\frac{1}{2}$ 開本 * 印張9 $\frac{1}{2}$ * 223千字 * 印1—1,600册

1959年9月北京第1版第1次印刷

定價(10)1.50元

序 言

我們在考虑本書的編写計劃和范围时，发现已有許許多多精彩的研究報告，同时炼油工艺正在突飞猛进，若把所有材料都蒐罗进来，本書將会有百科全书那样龐大。为了保持合理的篇幅和出版費用，我們决定把本書內容限制在基本科学論述的范围內。这样，就不得不放棄大部分工艺过程，仪器設計，石油炼制中的分析方法和石油产品应用方面的論述。

書中有几章的內容，在其他著作中已記載过，有的甚至是出于同一著者的。但是，为了完成包括近代的重要科学供献的石油烴类化学大全，这样做似乎仍有其价值和意义。

由書中的內容可以看出，其中包括了許多有关烴类工业中所应用的基本化学知識。同时，由于人們关于烴类反应的知識，常是在理論探討中丰富起来的，因此我們將各种可能的反应机理也編纂在內。

一般來說，本書的目的在于討論烴化学，而不涉及其衍生物的化学，否則无限制伸延下去，其內容势必包括了全部有机化学。

近年来，有无数物理方法应用在石油成分的研究中，它們佔有十分重要的地位。許多石油中复杂烴类結構，可借物理方法来加以解决。因此我們觉得，把用处較广的物理方法放在本書范围以內，也是必要的。

最后，我們要向各位著者致謝。由于他們的协助，才使本書得以如期出版。

B.T.布魯克斯

C.E.伯尔特

S.S.庫尔茲

L.施麦尔林

目 录

序 言

第一章	天然气中的烃类·····	1
第二章	汽油、煤油、粗柴油及润滑油中的烃类·····	5
第三章	石油蜡的組成·····	42
第四章	原油的种类·····	52
第五章	頁岩油的組成·····	66
第六章	石油的起源·····	91
第七章	抽提蒸餾和共沸蒸餾·····	115
第八章	用选择吸附作用分离芳香烃·····	170
第九章	溶剂抽提的原理·····	214
第十章	用尿素和硫脲来分离烷烃·····	268

第一章 天然气中的烃类

D.T.馬克罗伯特

T.W.萊卡茨基

虽然天然气的定义尚未十分明确，但一般是指聚集在地层的以烃类为主的气体，其中大部分是甲烷和乙烷及少量高沸点的石蜡烃、环烷烃及芳香烃类。天然气中分子量最大的烃要算辛烷和壬烷（它们的含量还在可测范围以内）。虽然在各种烃类中大部分是烷烃，但是在所谓“己烷及高于己烷”的馏份中常含有环烷及芳香烃，其含量之高有时具有回收的价值。

天然气的其他成份是氮、氦、二氧化碳及硫化氢，这些非烃类成分有时仅佔极微量，但有时也可能高到約20%。在一般情況下，亦即在已探明的天然气資源中和大部份的商品气体中，平均含有5%的非烃类成分。贫气（Freak gases）也是常有的，許多地方曾发现以氮气及二氧化碳为主要成分的天然气^①。同样也曾发现过含有12—15%硫化氢的天然气。有些天然气中含有氦气。但从工业的观点来看，值得加工提煉氮的天然气並不多，現在作为氦气主要来源的天然气中多含有1%左右的氦气。关于天然气中所含惰性气体的参考資料，讀者可以參看美矿务局資料486号：美国的含氦天然气，其中包括由美国三十州所收集的二千一百多个气样的資料。

天然气从矿井运往目的地的途中，其成份常不断的变化。在高压的矿井中，当压力达到露点以后，较高沸点的馏份即凝成液体，有时用降温和降压的机械分离方法也可以发生类似的凝縮現

①例如在“Oil and Gas production, Interstate Oil Compact Commission, 1951”曾有記載，在美国科罗拉多州威尔頓气田含有92%的二氧化碳。

象。在炼厂中可能还要进行进一步的抽提。

在油田中也产生天然气，有时是溶在原油中，有时呈游离状态。这些气体与一般天然气无大分别，只是含有较多的高分子烃类。虽然一向被称为“油头气”，但事实上是与天然气相同的。

下列四表是不同来源的天然气的分析结果。由表中数据可以看出，由气井及油井所得气相大体上十分相似，但所得液相则大不相同。

从典型气井所得的天然气的成份分析（克分子数） 表 1

		从分离器所得的气	从分离器所得的液体	气井产品
甲	烷	0.8810	0.1000	0.8659
乙	烷	0.0561	0.0427	0.0558
丙	烷	0.0219	0.0414	0.0223
异	丁烷	0.0038	0.0267	0.0042
正	丁烷	0.0057	0.0467	0.0065
异	戊烷	0.0016	0.0240	0.0020
正	戊烷	0.0016	0.0454	0.0025
己烷以上		0.0028	0.6731	0.0158
二氧化碳		0.0235	—	0.0230
氮		0.0020	—	0.0020
		1.0000	1.0000	1.0000

气-液比低的气井所产天然气之成分分析（克分子数） 表 2

		从分离器所得的气	从分离器所得的液体	气井产品
甲	烷	0.8165	0.1122	0.6404
乙	烷	0.0823	0.0683	0.0732
丙	烷	0.0488	0.0898	0.0590
异	丁烷	0.0163	0.0510	0.0306
正	丁烷	0.0120	0.0821	0.0262
戊	烷	0.0059	0.0853	0.0307
己烷以上		0.0034	0.5113	0.1301
二氧化碳		0.0068	—	0.0045
氮		0.6080	—	0.0053
		1.0000	1.0000	1.0000

气-油比高的油井产品的成份分析 (克分子分数)

表 3

	从分离器所得的气	从分离器所得的液体	气井总产品
甲 烷	0.9025	0.0162	0.8100
乙 烷	0.0396	0.0057	0.0361
丙 烷	0.0185	0.0086	0.0175
异 丁 烷	0.0048	0.0054	0.0049
正 丁 烷	0.0052	0.0084	0.0055
异 戊 烷	0.0035	0.0161	0.0049
正 戊 烷	0.0013	0.0068	0.0019
己 烷	0.0027	0.0519	0.0079
庚烷以上	0.0023	0.8807	0.0937
二氧化碳	0.0093	—	0.0083
氮	0.0103	—	0.0092
	1.0000	1.0000	1.0000

气-油比低的油井产品的成份分析 (克分子分数)

表 4

	从分离器所得的气	从分离器所得的液体	气井产品
甲 烷	0.8639	0.0229	0.4214
乙 烷	0.0668	0.0117	0.0377
丙 烷	0.0319	0.0208	0.0260
异 丁 烷	0.0062	0.0070	0.0066
正 丁 烷	0.0075	0.0161	0.0120
异 戊 烷	0.0021	0.0144	0.0086
正 戊 烷	0.0015	0.0095	0.0057
己 烷	0.0014	0.0460	0.0249
庚烷以上	0.0044	0.8516	0.4503
二氧化碳	0.0059	—	0.0023
氮	0.0084	—	0.0040
	1.0000	1.0000	1.0000

因为从化学原料的观点来看,经过加工后的天然气似乎是同
样的。兹将各种不同的天然气的成分特性列于表 5,其中包括未加

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

甲烷及非羧类	89.8	87.2	82.3	77.6	72.8	68.0	63.1	58.3	53.6	48.8
乙 烷	5.4	6.4	8.0	9.6	11.2	12.8	14.5	16.1	17.6	19.2
丙 烷	3.1	3.9	5.8	7.5	9.2	10.9	12.7	14.5	16.3	18.1
丁 烷	1.4	1.7	2.5	3.1	3.8	4.5	5.2	5.9	6.6	7.2
戊烷以上	0.3	0.8	1.4	2.2	3.0	3.8	4.5	5.2	5.9	6.7

甲烷及非烃类	90.8	88.9	85.1	81.2	77.3	73.3	69.2	65.0	60.5	55.8
乙 烷	5.5	6.5	8.5	10.3	12.2	14.0	16.0	18.0	20.1	22.2
丙 烷	2.9	3.6	5.2	6.8	8.5	10.4	12.0	14.1	16.0	18.2
丁 烷	0.8	0.9	1.0	1.5	1.7	2.0	2.4	2.5	2.9	3.3
戊烷以上	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5

甲烷及非烃类	92.0	90.1	86.9	83.5	80.0	76.3	72.6	68.6	64.2	59.8
乙 烷	5.8	6.9	8.7	10.5	12.4	14.5	16.5	18.7	21.2	23.5
丙 烷	2.0	2.7	4.0	5.5	7.0	8.5	10.1	11.8	13.6	15.7
丁 烷	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9
戊烷以上	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

[illegible]

上的内烷被抽提出去，个别的情形可能达到75%。因为对抽提所得出的烃类的要求日益增长，无疑的，未来的加工目的将进一步设法使较重的烃类全部抽出。为了未来工业原料的供应着想，经过这样抽提过程所得气体的成份是有一定意义的。

天然气成份的变动范围极广，加上贫气含有极高量的惰性气体及硫化氢，这就使情形更为复杂。但如只考虑具有代表性的主要气源，天然气的成份的范围就可以比较有限制。以此为原则，一般天然气的成份均可在表5的第一行至第六行所表示的数值范围以内。非烃类成份的含量约在0—15%之间，其中以5%的可能性为最大。

用于分析天然气的方法很多，有吸收法如奥萨特法，吸收燃烧法如布尔法，低温分馏法如包比尼克法及最近的质谱分析法。最常用的为各种低温分馏法。

陸婉珍譯 曹理卿校

第二章 汽油、煤油、粗柴油 及润滑油中的烃类

A.N. 沙哈宁

烃类是天然石油以及由石油所造成的人造燃料中最主要的成份。在美国宾夕法尼亚州所出产的石油含有97—98%的烃类；中部所出的轻质石油及墨西哥湾沿岸所出产的石油平均含有90—95%的烃类，加利福尼亚的重质石油及墨西哥的石油（比重在0.95以上）含烃类最少，平均为原油的百分之五十。

在同一原油中，烃类的含量随平均分子量或沸点的增加而减少。石油气及汽油差不多是纯烃类。即使是从含有大量硫及氧的原油中所得的汽油也常含有98—99%的烃类。相反的，高沸点的残油中含烃类较少，而在很多情形下主要是由非烃类组成。

石油中的非烃类成分是硫、氧及氮的有机化合物，或同时含

有以上二种或三种元素的化合物。金屬有机化合物常常仅佔石油的极小部分。非烴类成分不在本章討論的范围以內，故不贅述。

將石油中的气体、汽油及一部分輕柴油分离成单体烴是可以办得到的。近升年来这方面工作的大量进展应特別归功于美国国家标准局（美国石油学会第6題目組）的有系統的、配合性的研究成績。但分离高沸点的餾份包括潤滑油等的希望似乎很小。潤滑油中含有各种极复杂的化合物，大部是尙未被世人所知識的烴类及其他有机物，在現阶段中，石油中高分子烴类的化学結構研究工作只能限于各族烴类的分离及測定。

存在于石油中的烴类約可分为下列各族：

烷烴，普通分布在各种原油中，以飽和并无环的直鏈結構为其特征。

环烷烴，在石油中多屬於五員环或六員环的飽和烴类。环烷烴在低沸点的餾份中仅含有一个环，在高沸点餾份中則为复环。其他环烷如环庚烷（七員环）的含量极少。环烷及烷烴在石油中是最重要的成分。

与烷烴及环烷烴的飽和結構恰相反，芳香烴含有共軛双鍵，因而給予芳香烴特有的性質如：特殊的比色散率（specific dispersion），易溶性，苯环上的氫原子的活性等。与环烷烴相似，芳香烴在低沸点餾份中为单环的，在高沸餾分中成多环的。石油中的多环烴类常常含有苯环及环烷烴的結合体。芳香烴也是一个重要的石油組分，尤其是在高沸点餾分中。

按照石油化学的定义，不飽和烴类分子中必含有一个或較多的活泼双鍵。但不飽和烴类与芳香烴不同的地方，是其双鍵主要在許多添加作用时現示其不飽和結構；如鹵族元素，硫酸等的添加反应。直餾油品中几乎沒有不飽和烴，但在裂化汽油中不飽和烴則成为重要組成。在低的和中等分子量的烴类中，包括粗柴油，如含有活泼的双鍵，則很易查出。至于高分子不飽和烴类的性質我們知道的极少，因此在高沸点餾份中不飽和烴类的含量常常仅

为推测所得的。

以上各族烃类的区分，在低的和中等分子量的烃类中是很明显的，如芳香烃或不饱和烃中的双键都显露这些结构的特性。可是在高分子烃类中，各族的区别则很模糊，常常一个馏份中含有烷烃、环烷烃、不饱和烃及芳香烃，而不呈现其中最主要成份的特征。同一润滑油的高分子烃类中含有的带长侧链的芳香烃及环烷烃环，可能同时呈现各族的性质，并与这些结构含量成正比。华特門和他的助手們所研究成功的环分析法，克服了这些困难，这方法可以测定长侧链，芳香环及烷环的平均数值。本章仅讨论石油中单体烃及各烃类。

各烃类单体或族的测定及分离可以用化学方法或物理方法，但物理方法是最主要的。物理方法有以下几种：

- (1) 蒸馏法（常压或非常压，共沸或分子蒸馏）；
- (2) 结晶法（简单的，在溶剂中的，与尿素或硫脲的结合物）；
- (3) 色层法（吸附及解）；
- (4) 溶剂抽提；
- (5) 各种与组成有直线关系的物理性质（比重、折射率、比色散率、苯胺点等）；
- (6) 红外、紫外及联合散射光谱法；
- (7) 质谱法。

以上(1)至(4)法为按照各烃类或族的性质，如沸点、熔点、吸附或溶解度等，来进行实际分离的。(5)至(7)法，不作实际的分离。利用这些方法需要测定烃类的物理性质〔如(5)中所述〕或其光谱。

分馏和色层分析以及红外、紫外光谱与质谱法是目前最有效的烃类分析方法。

化学方法也可用来分离某些烃类或检定窄馏份中的单体烃。芳香烃可用磺化法与烷烃定量地分离；烯烃可在低温及有效的催

化剂下定量地或选择地加氢；环己烷（季碳衍生物除外）可用铂催化剂脱氢而成芳香烃，等等。

原油中的单体烃类

对原油中的烃类的研究已经有80多年。在早期研究中有尔斯坦，阿申，马尔可尼可夫，泽林斯基，杨，马伯来及他们的合作者们。他们曾从石油中分离出很多的单体烃，并加以鉴定。马尔可尼可夫证实了能从石油中分离出来许多环烷烃。马伯尼也研究了一些高分子烃类并证实含在润滑油中的烃类具有环状结构。这些早期的研究都有不可忽视的价值。但是因为缺乏定量的数据，很少能应用于今日。直到最近15至20年中，定量分离的方法才正式建立起来。因此，本章所载有关从石油中分离出各单体烃类的的数据都采用近20年来的研究报告。

最成功、最完善的烃类分离工作曾由美国国立度量衡局进行过，而目前则由美国石油协会所支持的第六题目组在卡尼基技术学院中对邦卡原油（欧克拉哈马州）进行分离工作。表1总结了由邦卡原油中分离所得，并经过鉴定的 C_5 以下各烃类的的数据[30]。低分子烃如甲烷至丙烷等的存在很少，因为低分子的数量随取样时的压力情形而变，很难固定。

邦卡原油是一个有代表性的美国中部原油，所产汽油中正构烷烃较富，高沸点馏份中则含环烷烃较富。在邦卡原油以外，还有六种最具代表性的原油的汽油馏份，亦曾经罗西尼[3,29]等研究过。这些原油是从布来得福（宾夕法尼亚州），东德克萨斯，温克勒（德克萨斯州），康罗（得克萨斯州），格林得尔-考克林（密西根州）和密得维（加利福尼亚州）六个油田取得的。以邦卡原油中的烃类为参考比较，这几种原油的汽油研究工作就简单化了；只对六碳至七碳的烷烃及环烷烃和六碳至十碳的芳香烃作过测定。这些结果总结在表2中。由表2可看出，邦卡、东得克塞、来得福及密西根所产原油中的汽油成份都很相似，都含有

从邦卡原油中分离出来的烃类

表 1

分子式	烃类的名称	沸点 (°C, 1 气压)	估计在原油中的含量 (% 体积)
(1) C_5H_{12}	2-甲基丁烷	27.55	
(2) C_5H_{12}	正戊烷	36.07	
(3) C_6H_{14}	2,2-二甲基丁烷	49.74	0.04
(4) C_6H_{14}	2,3-二甲基丁烷	57.99	0.08
(5) C_6H_{14}	2-甲基戊烷	60.27	0.40
(6) C_6H_{14}	3-甲基戊烷	63.28	0.30
(7) C_6H_{14}	正己烷	68.74	1.80
(8) C_7H_{16}	2,2-二甲基戊烷	79.20	0.02
(9) C_7H_{16}	2,4-二甲基戊烷	80.50	0.08
(10) C_7H_{16}	2,3-二甲基戊烷	89.78	0.10
(11) C_7H_{16}	2-甲基己烷	90.05	0.70
(12) C_7H_{16}	3-甲基己烷	91.85	0.50
(13) C_7H_{16}	3-乙基戊烷	93.47	0.05
(14) C_7H_{16}	正庚烷	98.43	2.30
(15) C_8H_{18}	2,2-二甲基己烷	106.84	0.01
(16) C_8H_{18}	2,5-二甲基己烷	109.10	0.06
(17) C_8H_{18}	2,4-二甲基己烷	109.43	0.06
(18) C_8H_{18}	2,2,3-三甲基戊烷	109.84	0.004
(19) C_8H_{18}	3,3-二甲基己烷	111.97	0.03
(20) C_8H_{18}	2,3,4-三甲基戊烷	113.47	0.005
(21) C_8H_{18}	2,3,3-三甲基戊烷	114.76	0.006
(22) C_8H_{18}	2,3-二甲基己烷	115.61	0.07
(23) C_8H_{18}	2-甲基-3-乙基戊烷	115.65	0.06
(24) C_8H_{18}	2-甲基庚烷	117.65	0.90
(25) C_8H_{18}	4-甲基庚烷	117.71	0.20
(26) C_8H_{18}	3,4-二甲基己烷	117.72	0.13
(27) C_8H_{18}	3-甲基-3-乙基戊烷	118.26	0.02
(28) C_8H_{18}	3-乙基己烷	118.53	0.09
(29) C_8H_{18}	3-甲基庚烷	118.92	0.30

續表

分子式	烴类的名称 烴	沸 点 (°C, 1 ^{atm} 压力)	估計在原油中的含量 (% 体积)
(30)C ₉ H ₂₀	2,2,5-三甲基己烷	124.09	0.002
(31)C ₈ H ₁₈	正辛烷	125.66	1.90
(32)C ₉ H ₂₀	2,3,5-三甲基己烷	131.34	0.03
(33)C ₉ H ₂₀	2,6-二甲基庚烷	135.21	0.05
(34)C ₉ H ₂₀	2,3-二甲基庚烷	140.50	0.05
(35)C ₉ H ₂₀	4-甲基辛烷	142.48	0.10
(36)C ₉ H ₂₀	2-甲基辛烷	143.26	0.40
(37)C ₉ H ₂₀	3-甲基辛烷	144.38	0.10
(38)C ₉ H ₂₀	正壬烷	150.80	1.80
(39)C ₁₀ H ₂₂	4-甲基壬烷	165.70	0.10
(40)C ₁₀ H ₂₂	2-甲基壬烷	166.80	0.30
(41)C ₁₀ H ₂₂	3-甲基壬烷	167.80	0.10
(42)C ₁₀ H ₂₂	正癸烷	174.12	1.80
(43)C ₁₁ H ₂₄	正十一烷	195.88	1.70
(44)C ₁₂ H ₂₆	正十二烷	216.28	1.70
(45)C ₁₃ H ₂₈	正十三烷	235.50	1.60
(46)C ₁₄ H ₃₀	正十四烷	253.60	1.40
(47)C ₁₅ H ₃₂	正十五烷	270.70	1.20
(48)C ₁₆ H ₃₄	正十六烷	287.10	1.00
(49)C ₁₇ H ₃₆	正十七烷	302.60	0.90
	环 烷 烴		
(50)C ₅ H ₁₀	环戊烷	49.26	0.05
(51)C ₆ H ₁₂	甲基环戊烷	71.81	0.90
(52)C ₆ H ₁₂	环己烷	80.74	0.70
(53)C ₇ H ₁₄	1,1-二甲基环戊烷	87.85	0.20
(54)C ₇ H ₁₄	1-反-3-二甲基环戊烷	90.77	0.90
(55)C ₇ H ₁₄	1-顺-3-二甲基环戊烷	91.72	0.20

續表

分子式	烴类的名称 环烷烴	沸 点 (°C, 1气压)	估計在原油中的含量 (%体积)
(56)C ₇ H ₁₄	1-反-2-二甲基环戊烷	91.87	0.50
(57)C ₇ H ₁₄	甲基环己烷	100.93	1.60
(58)C ₇ H ₁₄	乙基环戊烷	103.47	0.20
(59)C ₈ H ₁₆	1,1,3-甲基环戊烷	104.89	0.30
(60)C ₈ H ₁₆	1-反-2-順-4-三甲基环戊烷	109.29	0.20
(61)C ₈ H ₁₆	1-反-2-順-3-三甲基环戊烷	110.20	0.30
(62)C ₈ H ₁₆	1,1,2-三甲基环戊烷	113.73	0.06
(63)C ₈ H ₁₆	1-順-2-反-4-三甲基环戊烷	116.73	0.01
(64)C ₈ H ₁₆	1-順-2-反-3-三甲基环戊烷	117.50	0.07
(65)C ₇ H ₁₄	环庚烷	117.70	0.01
(66)C ₈ H ₁₆	1-反-4-二甲基环己烷	119.35	0.25
(67)C ₈ H ₁₆	1,1-二甲基环己烷	119.54	0.06
(68)C ₈ H ₁₆	1-順-3-二甲基环己烷	120.09	0.63
(69)C ₈ H ₁₆	1-甲基-反-3-乙基环戊烷	120.80	} 0.12
(70)C ₈ H ₁₆	1-甲基-順-3-乙基环戊烷	121.00	
(71)C ₈ H ₁₆	1-甲基-反-2-乙基环戊烷	121.20	0.14
(72)C ₈ H ₁₆	1-甲基-1-乙基环戊烷	121.52	0.03
(73)C ₉ H ₁₈	1,1-順-3-反-4-甲基环戊烷	121.60	0.04
(74)C ₈ H ₁₆	1-反-2-二甲基环己烷	123.42	0.31
(75)C ₈ H ₁₆	1-順-4-二甲基环己烷	124.32	0.09
(76)C ₈ H ₁₆	1-反-3-二甲基环己烷	124.45	0.07

續表

分子式	烴类的名称 环烷烴	沸 点 (°C, 1°(压))	估計在原油中的含量 (%体积)
(77)C ₈ H ₁₆	異丙基环戊烷	126.42	0.01
(78)C ₈ H ₁₆	四甲基环戊烷	127.40	0.11
(79)C ₈ H ₁₆	1-甲基順-2-乙基环戊烷	128.05	0.04
(80)C ₈ H ₁₆	1-順-2-二甲基环己烷	129.73	0.06
(81)C ₈ H ₁₆	正丙基环戊烷	130.95	0.06
(82)C ₈ H ₁₆	乙基环己烷	131.78	0.37
(83)C ₉ H ₁₈	1,1,3-三甲基环己烷	136.63	0.20
(84)C ₉ H ₁₈	三甲基环己烷	141.20	0.20
(85)C ₉ H ₁₈	单环烷烴	145.60	
(86)C ₉ H ₁₆	双环烷烴	146.70	
(87)C ₁₀ H ₁₈	反十氢化萘	187.25	
(88)C ₁₁ H ₂₀	双环烷烴 芳香烴	202.50	
(89)C ₆ H ₆	苯	80.10	0.20
(90)C ₇ H ₈	甲苯	110.62	0.50
(91)C ₈ H ₁₀	乙苯	136.19	0.20
(92)C ₈ H ₁₀	对二甲苯	138.35	0.10
(93)C ₈ H ₁₀	間二甲苯	139.10	0.50
(94)C ₈ H ₁₀	鄰二甲苯	144.41	0.30
(95)C ₉ H ₁₂	異丙基苯	152.39	0.07
(96)C ₉ H ₁₂	正丙基苯	159.22	0.09
(97)C ₉ H ₁₂	1-甲基-3-乙基苯	161.89	0.20
(98)C ₉ H ₁₂	1-甲基-4-乙基苯	161.99	0.06
(99)C ₉ H ₁₂	1,3,5-三甲基苯	164.72	0.10
(100)C ₉ H ₁₂	1-甲基-2-乙基苯	165.15	0.09
(101)C ₁₀ H ₁₄	季丁基苯	169.12	0.01
(102)C ₉ H ₁₂	1,3,4-三甲基苯	169.35	0.50

續表

分子式	烴类的名称 芳香烴	沸 点 (°C, 1气压)	估計在原油中的含量 (%体积)
(103)C ₉ H ₁₂	1,2,3-三甲基苯	176.08	0.10
(104)C ₁₀ H ₁₄	1-甲基-3-丙基苯	181.80	
(105)C ₁₀ H ₁₄	1,2-二乙基苯	183.48	
(106)C ₁₀ H ₁₄	1-甲基-2-丙基苯	184.75	
(107)C ₁₀ H ₁₄	1,4-二甲基-2-乙基 苯	186.91	
(108)C ₁₀ H ₁₄	1,3-二甲基-4-乙基 苯	188.41	
(109)C ₁₀ H ₁₄	1,2-二甲基-3-乙基 苯	193.91	
(110)C ₁₀ H ₁₄	1,2,4,5-四甲基苯	196.80	
(111)C ₁₀ H ₁₄	1,2,3,5-四甲基苯	197.93	
(112)C ₁₁ H ₁₆	烷基苯	204.10	0.06
(113)C ₁₀ H ₁₄	1,2,3,4-四甲基苯	205.04	0.20
(114)C ₁₁ H ₁₆	1,3-二甲基-4-正丙 基苯	206.60	0.03
(115)C ₁₀ H ₁₂	1,3,3,4-四氯化萘	207.57	0.02
(116)C ₁₁ H ₁₆	1,2-二甲基-4-正- 丙基苯	208.50	0.03
(117)C ₁₁ H ₁₆	三甲基乙苯	212.30	0.04
(118)C ₁₀ H ₈	萘	217.96	0.06
(119)C ₁₁ H ₁₄	环戊基苯	220.70	0.04
(120)C ₁₁ H ₁₄	6-甲基-1,2,3,4-四 氯化萘	229.03	0.09
(121)C ₁₁ H ₁₄	5-甲基-1,2,3,4-四 氯化萘	234.35	0.08
(122)C ₁₁ H ₁₀	2-甲基萘	241.14	0.20
(123)C ₁₁ H ₁₀	1-甲基萘	244.78	0.10
(124)C ₁₂ H ₁₂	2,6-二甲基萘	262.00	
(125)C ₁₃ H ₁₄	三甲基萘	285.00	