

高等学校教学用书

油、气田地球化学
普查与勘探法

苏联 A·A·卡尔茨夫等著

石油工业出版社

高等学校教学用书

油、气田地球化学 普查与勘探法

苏联 A·A·卡尔茨夫 3·A·塔勃薩朗斯基 著
M·И·苏波塔 Γ·A·馬吉列甫斯基

俞志汉 张柏年 李金洋 王成义译
黄醒汉 石毓瑾校订

苏联高等教育出版社出版 石油工业出版社

石油工业出版社

內 容 提 要

在这本書里，全面地、系統地介紹了在油、气田普查与勘探方面应用的各种地球化学方法，从各种方法的原理、应用，一直到所得結果的解釋。

地球化学法在我国各矿区应用了已有好几年的历史，如发光分析法、岩心气測法、气測井、水化学分析等，对于开采油田起了很大的作用。但随着我国石油工业的迅速发展，各种地球化学法的推广与发展，对加强勘探工作非常重要。希望通过这里基础知識的介紹，來提起讀者对这门科学的兴趣和注意。

本書虽为石油高等院校的教材，但所有从事勘探工作、科学研究工作和实验室工作的人员，都应閱讀此書。

А. А. КАРЦЕВ, З. А. ТАБАСАРАНСКИЙ,
М. И. СУББОТА, Г. А. МОГИЛЕВСКИЙ
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И
РАЗВЕДКИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ

根据苏联国立石油燃料科技書籍出版社(ГОСТОПТЕХИЗДАТ)

1954年莫斯科版翻譯

統一書号: 15037·829

油、气田地球化学普查与勘探法

俞志汉 张柏年 李金洋 王成义譯

黄醒汉 石毓程校訂

石油工业出版社出版(社址:北京六鋪炕石油工業園內)

北京市書刊出版業營業許可證出字第083號

石油工业出版社印刷厂印刷 新华書店发行

850×1168 $\frac{1}{2}$ 开本 * 印张13 $\frac{1}{4}$ * 323千字 * 印1-2,500册

1960年3月北京第1版第1次印刷

定价(10)2.10元

序 言

地球化学法是油、气田普查和勘探的一种方法。凡是以气体、水、岩石、土壤的化学分析（包括物理化学测定和微生物测定）为基础的普查和勘探方法，都算是地球化学法。这些分析的目的是测定：(1)分散的瀝青物質（石油、烴类气体、瀝青）；(2)石油物質对气体、水、岩石、土壤、有机物影响的痕迹；(3)通常总是跟油藏、气藏一起存在的物質或条件。

油、气田普查和勘探的地球化学法，絕大多数是直接法[●]，因为用这些方法可以直接查明油气是否存在。地球化学法跟地球物理法的重要区别也就在于这一点，因为地球物理法仅可查明是否有适于油、气藏存在的条件。这也就是地球化学普查法之所以特别有价值的原因。在下列两种情况下，特别适合于采用地球化学法：(1)普查与局部構造隆起無关的地層和岩性油(气)藏时；(2)当需要查明所找到的構造隆起是否含油(气)。除此以外，在测定井內所鑽穿的地層的含油性时，应用地球化学勘探方法很有效（地球化学测井）。

但是，在地球化学法中，除了直接法外，还有普查石油的間接法，其任务同地球物理法相似。所謂構造的水化学测定法就是間接地球化学法的一种。

油、气田普查和勘探的直接地球化学法同最古老的地質方法（寻找和普查石油显示）相似。地球化学法同石油显示的地質調查法之不同就在于：地球化学法主要是研究低濃度的石油物質和微量的油气显示，而地質調查法仅仅是研究人眼所發現的油气显

● 如果从狭义来理解勘探这两字，則所有勘探（不是調查）法全都是直接法。

示。普查油、气的直接地球化学法，並不能解决是否有油藏、气藏的問題（尤其更不能解决这些油气藏是否有工业价值的問題），它們仅能查明是否有油、气（其中也包括分散石油和天然气，也包括含油層）。

地球化学法不仅应用于普查和勘探油、气田，並且也应用于普查和勘探其他的有用矿床，其中包括金属矿床。但是，普查和勘探石油的地球化学法同普查和勘探金属矿床的地球化学法有很大的差别。所以有这些差别，主要是因为石油和天然气有它自己的特点。石油和天然气的特点是：石油及天然气和圍岩的关系要比金属矿差的多；而且在油、气藏形成时，構造因素起决定作用。因此，在普查和勘探金属矿床时，地球化学法同地質法的关系非常密切，甚至無法划分兩者之間的界限；而在普查和勘探油、气田时，可以非常明显地区别开地球化学法和地質法（地球物理法也同样）^①。正由于这些原因，过去在普查和勘探油、气田时，地球化学方法只起从屬的作用；而構造标志却曾經長期地在普查油田中起着决定作用。

虽然構造标志目前繼續是普查和勘探油、气田的最重要标志，但是現在是綜合地使用許多方法来解决普查和勘探任务，而在这些方法中，地球化学法却愈来愈重要了。在普查和勘探的第一阶段，即在新地区普查含油層时，地球化学法的作用非常重要；在最后阶段，即划分生产層时，也同样很重要。

但是，普查和勘探油、气田的地球化学法目前还是应用得很不够，还没有充分利用它的全部可能性。

普查和勘探油、气田的地球化学法，必須密切地同所有的普查和勘探方法配合应用，必須参考所有已知的地質因素和地球物理因素评价所得出的結果。必須指出：只有研究了用各种方法所

● 当然，这并不是說地球化学法可以脱离地質法、脱离地球物理法而单独地来应用（見下文）。

获得的全部地質資料后，才可以作出最后結論。如果不采用其他的方法而单独使用地球化学方法，如果不曾全面地考虑地質資料，就来估价地球化学法所得的结果，那末所得結論必然会不可靠。

創立普查和勘探油、气田的地球化学法的功績，属于苏联科学家。

1929年B. A. 索柯洛夫研究出並提出了气测法。应该認為从此时起普查和勘探油、气田的地球化学法开始得到發展。气测法正是一种得到最广泛發展和最为人所熟知的地球化学方法，並且是其他地球化学法的产生和發展的基础。气体在地壳中运动的理論是許多地球化学法的重要理論基础。創立这一理論的功績属于B. A. 索柯洛夫；气体微量分析法的創建也应归功于B. A. 索柯洛夫。

Г. М. 莫齐列夫斯基首先（第一次在1935年，第二次在1937年）提出了岩心气测法和地球微生物法。气测法是M. B. 阿布拉莫維奇在1933年首先提出的。这一方法在目前已成为最重要的一种地球化学法。所有这些方法都是在气测法的基础上發展起来的。

瀝青学也是苏联最先（1925年）进行研究的，瀝青学在我国已經获得了前所未有的發展。

从1939年开始，在苏联最早出现了發光-瀝青法（H. A. 什列辛盖尔等）。發光-瀝青分析法的研究，在任何一个国家都沒有达到像在我国这样發达的程度。特別应该指出B. H. 福罗洛夫卡娅在这方面所作出的貢獻。

从1940年起，在苏联也开始了溶解气体的研究。

水化学法（B. A. 苏林等）也是在苏联得到了最大的發展，土壤-成因法（B. A. 科夫达）和氧化-还原电位法（B. Э. 列文遜 1936年）也都是在苏联最早創立的。

“石油气测”局，其后(从1950年起)石油工業部地球物理和地球化学科学研究所地球化学分所，在普查和勘探油、气田的地球化学法的研究方面，作出了很大的貢獻。應該指出：苏联科学院石油研究所(从前叫可燃矿物研究所)在發展水化学、瀝青学、氧化-还原电位法各方面作了很多的工作；苏联科学院土壤研究所参加了土壤-鹽測定法、土壤-瀝青測定法的研究工作；全苏石油地質勘探科学研究所，进一步發展了瀝青学等等。

在美国，普查和勘探油、气田的地球化学法，仅在1937—1938年才开始应用，並且还是以苏联科学家著作中所提出的方法为基础。在現代資本主义的条件下，科学和技术仅仅为壟断資本家的發財致富而服务，所以不能得到正常的發展，也不能促进生产力的發展。普查石油的地球化学方法以后在美国的發展情况，很明显地說明了这一点。在美国，地球化学研究被一些特殊的独佔公司所壟断。这些独佔公司小心地对他們的一些研究方法保守秘密，把研究所得結果改头换面，使得仅仅成为一种宣傳用的广告。由于这样的一种对待事物的态度，美国的地球化学方法和結果必然是不可相信的。

社会主义的經濟制度同資本主义的經濟制度完全相反，社会主义的經濟制度能够保證普查和勘探油、气田的地球化学方法有进一步發展的充分可能。同时，党和政府向苏联石油工業提出的巨大任务，要求所有的石油地質工作者担負起重大的責任。

上面已經指出：地球化学法在石油工業中的应用还是很不够的。大多数的地球化学方法尚需进一步改进，在地球化学工作和其他的普查和勘探工作間的联系还不够密切。还不是所有的石油地質工作者对普查和勘探油、气田的地球化学法有足够全面和正确的認識，这一些缺点，必須在最近的將來予以克服。編写本書的目的就正是要用一切办法来帮助解决这个問題。

目 录

序 言

| | |
|-----------------------|-----|
| 第一章 油田地球化学原理 | 1 |
| 石油的性质 | 3 |
| 油田中的物理条件和化学条件 | 13 |
| 油田中的地球化学过程 | 16 |
| 石油多样性的原因 | 27 |
| 油田中气体、水、岩石的地球化学特性 | 33 |
| 第二章 油、气田地球化学普查与勘探法的分类 | 48 |
| 地球化学含油标志 | 48 |
| 地球化学方法按照所用标志的分类 | 50 |
| 地球化学方法按照任务和组织的分类 | 51 |
| 第三章 气体的地球化学原理 | 53 |
| 第四章 气测 | 73 |
| 气测的理论基础 | 75 |
| 气测的种类 | 88 |
| 野外工作法 | 89 |
| 气体含量的季节变化 | 97 |
| 气体的分析 | 103 |
| 气测结果的地质解释 | 115 |
| 气测图的描繪 | 116 |
| 第五章 岩心气测 | 130 |
| 岩心气测法的理论基础 | 132 |
| 野外的工作方法 | 138 |
| 岩心的脱气方法 | 146 |
| 结果的解释 | 158 |
| 研究岩心中气体含量的其他方法 | 160 |
| 第六章 油、气测井 | 163 |
| 油、气测井的理论基础 | 166 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 油、气测井的方法和設備 | 173 |
| 从泥漿中提出的可燃气体分析 | 183 |
| 岩屑和岩心油气测井法及設備 | 188 |
| 自动油气测井裝置和半自动油气测井裝置 | 192 |
| 泥漿迟滯時間的計算法 | 195 |
| 油、气测井曲綫綜合地質解釋法 | 203 |
| 鑽井技术措施 | 208 |
| 第七章 瀝青法 | 243 |
| 瀝青学的基本知識 | 244 |
| 最簡單的測定法 | 259 |
| 瀝青法的应用 | 263 |
| 第八章 發光瀝青法 | 271 |
| 关于瀝青發光的基本知識 | 271 |
| 瀝青的發光分析 | 276 |
| 發光-瀝青法的应用 | 284 |
| 第九章 水化学法 | 293 |
| 含油性的直接水化学标志 | 294 |
| 含油性間接水化学标志 | 302 |
| 水的分析(簡述) | 315 |
| 水化学法应用的条件和种类 | 322 |
| 構造的水化学測量 | 332 |
| 第十章 水-气測定 | 343 |
| 第十一章 土壤-鹽測定法 | 363 |
| 第十二章 氧化-还原电位法 | 374 |
| 第十三章 微生物学法 | 378 |
| 方法的理論基础 | 381 |
| 微生物法的主要种类 | 400 |
| 石油、气体的微生物勘探的結果及其解釋 | 416 |
| 地球植物学标志 | 428 |
| 第十四章 地球化学法在整个普查和勘探工作中的地位 | 433 |

第一章 油田地球化学原理

油田地球化学是研究油藏和其周圍介質（气体、水、岩石、有机物）之間的化学反应过程，並研究这些过程的因素和产物——石油、天然气、水、岩石的化学特性。

石油地球化学是油田地球化学的一部分。石油地球化学仅研究有关石油-介質体系这一方面的問題，即仅研究石油本身的变化和特性。油田地球化学除研究这些問題外，还研究另外一方面的問題——油藏介質^①。油藏及其周圍的介質（气体、水、岩石、有机物）一起形成一些多相体系。在这些体系中各相之間，以及在各相內化学性質不同的組分之間，都有化学反应發生。由于进行物理和物理-化学过程（蒸發、吸附等）的結果，在相与相間便發生物質交换作用，这就引起了化学变化。由于所有这些反应进行的結果，無論是石油或是与石油相接触的气体、水、岩石，均获得了新的性質（而后再要發生变化）。研究所有这些非常錯綜复杂的現象，就是油田地球化学的任务。

油田地球化学同石油的成因（石油的生成）、油田的形成（石油的聚集）等問題有着密切的联系。石油的生成过程並不是在油藏形成后就完全終結；石油的聚集可能有若干个阶段。在油藏中已經發生的石油化学变化，就是油田地球化学的研究对象。这也就是油田地球化学的主要理論意义。

但在本書中講述油田地球化学原理时，却主要是为了另一些目的，即研究其在实用方面的特性。近来已經可以在下列几方面实际加以应用。

^① 此处所謂油藏指一个單独的石油聚集；而所謂油田系指在共同地表面下边的几个油藏及其隔層、底層及盖層的整体。

1. 利用油藏介質（气体、水、岩石、有机物）的地球化学特性作为普查和勘探石油标志。这就是油田地球化学最重要的实际应用。在这方面，油田地球化学是普查与勘探石油及天然气方法的一般理論基础。这些任务便首先决定了本書应当叙述油田地球化学的原理。

2. 利用油田地球化学的資料来推测石油的品質和普查一定質量的石油。这也是油田地球化学的一个重要应用。目前仅能提出这个任务，至于这个问题的解决还是將來的事。但是对这个問題完全避而不談，也是不正确的。因此下面对于石油的性質和地質条件間的关系，也要做簡短的叙述。

3. 油田地球化学的資料又可用來：a) 进行地層的对比（根据石油和水的性質）；b) 作为油藏二次开采法的根据（选择 and 准备注入地層中所用的水与天然气）；B) 普查某些其他有用的矿物（地腊、碘、硫等）。

根据以上所述，本章的次序如下。因为石油是石油-介質体系中的主要部分，因此首先要講述石油的特性。然后，在簡短地講述对于油田中地球化学过程有影响的外界条件以后，再談談这些地球化学过程的特点。随后再作出石油性質和其埋藏的地質条件間的关系的結論。最后，对油藏介質（它是石油对介質作用的结果）的特性加以闡明，由此再轉到地球化学含油标志的問題。

今將所有的問題，按其需要分別都做簡短的講述。但决不能認為本章已包括了油田地球化学的全部問題。

气田地球化学很难和油田地球化学截然分开，因为不仅在油田中，而且在个别油藏中，常常含有兩种組成部分——天然气及石油。然而純粹气田的地球化学又有其独有的特点。但在本章中仅研究油田和油气田的地球化学。本章对天然气从以下兩方面进行研究：1) 作为油、气藏的組成部分，2) 作为油藏周圍介質中的

一部分(气頂、边水等中的气体)①。

石油的性質

本节仅研究涉及石油在地球化学方面的重要性質。在叙述这个問題以前，应略述一下石油的物理性質。

石油的物理状态

在普通的油藏条件下，石油中的主要物質是液态物質的混合物。在混合物中通常含有大量溶解的天然气(每1吨石油中可达几百立方米天然气)和膠体-溶解狀的固态物質：膠質、石腊等(40%以內)。液态物質的特征是沸点極其不同。个别組分的物理状态，可能在普通油藏条件下發生变化。当压力超过200~300大气压时，在石油为天然气所飽和的条件下，石油可能变为單相状态，但此时固态物質便被分出。

石油的馏分組成

表 1

| 在常压下的 沸点, °C | 含量, % | 馏分的工业名称 | | |
|-----------------|-------|--------------------|---------------|-----|
| < 200 | 0-80 | 汽油(150°以下) 里格罗因 | } (輕質) 輕質油 | 馏出物 |
| 200-300 | 5-50 | 煤油 | | |
| 300-350 | 0-80 | 潤滑油 | 重油 | 殘油 |
| > 550 | 0-70 | 渣油 | | |

根据石油物理性質不同的各种馏分組成(見表 1)，便可知道各組分間的数量比例。但是这是不够精确的，因为在馏分中沒將

① 天然气普通地球化学和純气田地球化学的原理將在第三章中講述。

气体計算在內。

溫度餾分雖然是有條件的，有工業意義的，但在評價石油的組分時，也是極其重要的。

石油組成的研究

對於石油的化學組成的研究還很不夠，目前僅對元素組成有充分的研究。族的組成，即各族化合物的含量，僅僅在輕餾分（平均為石油質量的 15%）方面進行過研究，並且僅僅近似地知道了煤油和潤滑油餾分的族組成，而對於較重部分的族組成，則幾乎完全不清楚。單體組成，即單獨化合物在石油中的含量，則僅對汽油作過研究。

對於重質、高沸點餾分的研究之所以不足，是由於分析方法不夠完善的緣故。近來，在分析時必須將石油分離成餾分，而在進行分離時，首先便要採用蒸餾和精餾。此時，由於溫度很高（對於高餾分），便破壞了原來的化合物，因此在分析時所測定的物質不是原物質，而是新生成的物質。此外，在石油的中間餾分中，含有大量的異構化合物，而由於這些異構物具有非常相近的物理性質，因此使得目前無法研究所有餾分（除輕餾分外）的單體組成。

元素組成

表 2^① 所示為石油元素組成的變動範圍。

石油的元素組成*

表 2

| % C | % H | % O | % S | % N | $\frac{C}{H}$ | $\frac{C}{O+S+N}$ | 通常 (C+H) 的數量 > 96%，O 的含量 < 1%，N < 0.5% |
|---------|---------|-------|-----|-----|---------------|-------------------|--|
| 83~87.5 | 11~14.5 | 0~2.5 | 0~5 | 0~1 | 5.7~7.7 | 12~870 | |

* 表中數據實際上是根據去掉氣體的石油的分析結果而得來的，因此不能代表原來狀態[1]。當計算溶解氣時，H 的百分含量應增加。

① 沒有將那些值得懷疑的某些特殊情況列入表中，例如不正常的很高的氧的百分含量（一般是由於分析上的錯誤所致，或者分析的試樣是“風化”試樣）。

如將石油的元素組成和沉积岩的平均元素組成（成層岩石圈的相应元素的克拉克值）加以比較时，便可得出下列几个結論：

1) 碳在石油中的濃度为岩石中的 20 倍（成層岩石圈中碳的克拉克值約为 4，包括碳酸鹽中的碳），而氫則为 25 倍（成層岩石圈中 H 的克拉克值約为 0.5）；

2) 在石油中分散的氧为岩石中的 $\frac{1}{50}$ 倍或 $\frac{1}{50}$ 倍以上^①；

3) 有时硫和氮在石油中的濃度相当大，硫的濃度可达岩石中硫的濃度的 10 倍（成層岩石圈中的硫的克拉克值約为 0.5），氮——可达 2 倍（成層岩石圈中的氮的克拉克值約为 0.05）。氧在石油中的含量很小（与周圍介質相比較）。这便可清楚地看出石油的地球化学实質。

烴类組成

石油仅是單純烴类的混合物，这种理解是相当普遍的，然而这是不正确的。当 $O+S+N=3\%$ 时，則非烴类化合物可达到石油質量的 30%；有时非烴类的含量甚至比烴类还多。非烴类化合物形成了石油中最重的部分，經過蒸餾后主要的东西都濃縮为殘渣（殘渣在 550°C 以前不沸騰）中。对于仅知其族組成的石油餾出部分來說，实际上絕大多数是由下列三族烴类所組成：烷烴、多次甲基烴（环烷烴）和芳香烴。通常石油的族組成可了解为烷烴（飽和的）、环烷烴和芳香烴在石油餾分（ 550°C 以下）中的比例。这个比例基本上决定了石油的化学反应机理。

今將全世界所有石油的餾出物中烷烴、环烷和芳香烴含量的最大数值和平均数值示于表 3。

石油的化学分类法是根据三族烴类中那一种或那两种佔优势而确定的。从表 3 中可看出，按含量来看，通常环烷烴佔第一位，

① 原書在石油中分散的氧为岩石中的 50 倍或 50 倍以上。

石油的烴類組成

表 3

| | 烴類的百分含量, % | | |
|-----------------------------------|------------|-------|-------|
| | 烷 烴 | 環烷烴 | 芳 香 烴 |
| 最大數值..... | 0—75 | 20—80 | 5—60 |
| 通常數值..... | 5—55 | 25—75 | 10—40 |
| 世界石油的平均值..... (按 A. Ф. 多布良斯基①) | 30 | 46 | 24 |

① 這些數值不能完全正確地表示世界石油的平均組成, 因為 A. Ф. 多布良斯基[2] 在這些石油的分析中並未考慮各種石油的數量分佈(質量)情況。

在很少情況下, 烷烴佔第一位, 而僅在特殊情況下芳香烴始佔首位。

含有不正常烴類組成的石油, 具有很大的地球化學意義。例如, 納弗塔蘭醫療用石油完全不含有烷烴, 依里達哥石油則正相反, 含有 3/4 的烷烴; 楚索夫石油含 60% 芳香烴。

從上述數據中所以不能得出一個完整的石油烴類組成概念(甚至石油餾出部分的概念), 就是因為現有分析方法還不夠完善所致, 其原因如下:

1. 固態烴類——石腊和地腊的含量有時可達石油的 10% (在烷烴最多的石油中)。當計算族組成時, 均將其算為烷烴。但是大家都知道, 其實在固態烴類中的某一部分是屬於環狀烴類(環烷烴)。按 И. И. 切爾諾茹柯夫的意見[3], 所有的地腊, 也就是高分子固態烴類 (C_{37} 和 C_{37} 以上) 均為環烷烴。但這個問題仍不夠清楚。

2. 環狀烴類——含有飽和烷烴側鏈, 有時其側鏈很長。而當計算族組成時也沒將側鏈計算在內。若計算側鏈時, 則烷烴在石油中的含量(常常大於 50%) 便遠較表 3 中烷烴的含量為高。

3. 複雜的多環烴類中同時含有環烷環和芳香環(環烷-芳香烴), 而在計算族組成時, 卻全將其算作為芳香烴。只有利用所謂環分析法, 才可以分別測定環烷環、芳香環和烷烴側鏈。根據環狀組成的數據, 來表示石油的一般特性, 目前還不夠可靠。但是當換算為環狀組成時, 芳香環的百分

率便应減低●。

酸 类

在石油中含有一定結構的含氧化合物，現在已經知道的有酸类和酚类两种。石油中酸类的总含量为0—2%；有时在特殊情况下，其含量可达3%（納弗塔蘭医疗用的石油）。石油中酸类的主要部分就是环烷酸。因此，通常环烷烃愈多，酸的含量便愈多。此外，还含有少量的芳香酸和环烷-芳香酸[5]，同时也含有所謂瀝青酸（似乎是一种含氧酸）[3]。最后，在含有大量烷烃和固态石腊的石油中，有时还含有脂肪酸。虽然酸类在石油中的含量很少，但它在石油的普查方面却有着很大的意义。

硫化物和氮化物

硫在各种石油中的分佈是很不一致的。除了很多几乎不含硫（ $S < 0.3\%$ ）的石油外，还有很多含硫石油（ $S > 1\%$ ），其中有的石油含有4%以上的硫（如楚索夫，基尔麦津及墨西哥石油）。石油中硫和氮的主要部分多集中于膠質中。除了膠質以外，已确切知道硫的存在形态有下列几种：a)以膠体溶液状态存在的元素硫（达石油的1%）；b)噻吩（环烷烃硫化物）。而其余的硫則为一部分未知其結構的物質。

石油中氮的含量通常与石油的含膠性有直接的关系。除膠質外，在石油的含氮物質中，已确定（用光譜分析法）有含卟啉族化合物（порфирин, $C_{32}H_{36}N_4$ 等）存在。这种物質在研究石油生成問題方面是非常重要的，它引起了人們的極大注意。其他复杂的含氮鹽基同样有很大的价值，但因为这些含氮化合物在蒸餾时便易分解，因此其性質仍不清楚。按B. B. 盖茨烏的資料，在石油的

● A·薩哈宁[4]根据某些假設，曾用环分析数据（其中亦假設包括着膠質）来表示石油的組成。此时，饱和鏈的含量可达80%，环烷烃的含量不超过30%。

含氮鹽基中，還含有吡啶和喹啉的衍生物（用螢光色層分析測定〔6〕）。

膠質和瀝青質

膠質（和瀝青質）是一種沒有固定化學結構的物質。它是石油中最重的組分，蒸餾後有80~90%的膠質留在殘渣中。膠質共分為硫酸膠質和矽膠膠質（或原膠質）兩種。二者的區別就是分離方法相同。硫酸法如下：於盛在沉淀槽中的50立方厘米的石油中，加入100立方厘米的汽油和10立方厘米的硫酸（比重為1.84），搖攪混合液，然後使之沉淀，經過一小時後，便發現硫酸層增加，所增加的量便是硫酸膠質。

矽膠法（或吸附法），就是用矽膠在苯或三氯甲烷提取液中將膠質吸附出來。

石油中硫酸膠質的含量比矽膠膠質約大一倍。其含量通常為10—40%，但有時幾乎等於零（愛賓侏羅紀石油、賓夕法尼亞亞泥盆紀石油）或有時增加到70%（基爾麥津石油）。硫酸膠質除含有原膠質（基本上相當於矽膠膠質）外，還含有大量的高分子烴類，主要是高分子芳香烴。所以含膠質最多的石油通常含芳香烴也最多。

原膠質的主要組成大約如下：a) 多環芳香族（含有環烷-芳香烴），在其環上和“橋式”（мостковых）鍵上含有O、S和N原子；b) 側鏈。膠質的分子量從300到1000。膠質的通式可寫為 $C_nH_{2n-m}O_2$ ，式中 $n=18-65$ ， $m=10-12$ 。

原膠質也不只一種類型，按H. И. 切爾諾茹柯夫的意見，具有短側鏈的膠質和長側鏈膠質有截然不同的區別〔3〕。而關於膠質各組間的區別問題仍不清楚。

瀝青質和膠質的不同之點，就是瀝青質的溶解度較小，它與膠質相同，能溶解於苯和三氯甲烷中，但不溶於石油醚中（與膠