

苏联 Н·Б·瓦索也維奇編

野外石油地質  
工作人員手冊

下

石油工业出版社

PDG

# 野外石油地質工作人員手冊

下

苏联 H. B. 瓦索也維奇編

石油工業部專家工作室譯

石油工業出版社

## 內 容 提 要

野外石油地質工作人員手冊第3册包括石油地質、含油、气远景的确定、地球化学勘探与山地工作等部分。在石油地質一章中，全面而詳尽地叙述了可燃矿物的化学性質、石油生成的各种学說、寻找油、气的各項标志以及油、气的运移、油、气藏的分类。在含油、气远景的确定一章內，介紹了根据石油地質勘探各項工作成果进行区域勘探的方法。地球化学与山地工作各章中也介紹了有关这些工作的具体項目。

本手冊原文1952年出的初版，曾由前西安石油地質局翻譯室譯出，交我社出版。当时因版本較老，且新版本已收到，故未予付印。此次增訂版譯文部分參考了該譯稿整理，但內容有很大变动，其中有与我国情况不符者已經刪減，內容次序也有变动。

Н. Б. ВАССОЕВИЧ  
СПУТНИК ПОЛЕВОГО  
ГЕОЛОГА-НЕФТЯНИКА

根据苏联国立石油燃料科技書籍出版社(ГОСТОПТЕХИЗДАТ)

1954年列宁格勒增訂第二版翻譯

統一書号: 15037·529

野外石油地質工作人員手冊

下

石油工業部專家工作室譯

石油工業出版社出版(社址: 北京六環路石油工業部內)  
北京市書刊出版業營業許可証出字第105号

石油工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

860 × 1168  $\frac{1}{32}$  开本 · 印張  $\frac{7}{16}$  · 128千字 · 印1—3, 500册

1959年2月北京第1版第1次印刷

定价(10)0.87元

## 目 录

## 石油地質学

可燃矿物地球化学知識	2
石油的成份和性質	7
石油衍生物	17
天然气	20
石油的成因	26
含油显示的研究	45
石油存在的征象	45
生油層存在的特征	55
螢光-瀝青分析	63
采集瀝青分析的油样及岩样	70
儲油、气層	72
石油的游移	82
圈閉和油藏	93
油田和含油、气区	106
油藏保存和破坏的条件	110
石油性質在地下的变化	115
在火成岩和变質岩發育地区内进行石油地質勘查	119
一般指示	123
含油气远景的确定	
評价含油气远景的主要条件	133
条件的概述	133
評比大区域的含油、气远景	135
含油气州区中各区的含油气远景的評比	137
提供鑽探的地区的含油、气远景評价	138

根据工业性鑽探資料评价一个地区的含油、气远景 .....	139
含油远景的评价 .....	140
含油、气预测的大地構造条件 .....	153
普查与勘探的地球化学方法	
概 論 .....	155
气体测定 .....	155
瀝青测定 .....	157
水化学测定 .....	159
井剖面的地球化学研究 .....	162
地質勘察中的山地工作	
探坑的种类 .....	164
基本技术經濟指标 .....	168
山地工作的机械化 .....	169
技术保安措施 .....	170

## 石油地質学

Н. Б. 瓦索也維奇、B. A. 烏斯賓斯基\*等

石油地質学的任务是探明自然界中石油生成和变化的条件、石油儲集的形成、保存和破坏的条件，石油地質学研究石油在地壳內生成的全部历史，目的是为油藏的調查、勘探和开发工作服务。石油地質学和地質方面的其他各門科学有密切的联系，尤其是和石油地球化学、水文地質学和大地構造学等有密切联系。

石油地質学是和石油工業同时發展起来的。俄国理应被認為是石油工業的发祥地——因为正是俄国首先鑽成了油井和組織了煉油工業。俄国的学者对石油科学有宝贵的貢獻。

約在 200 年前，M. B. 罗蒙諾索夫就提出了石油有机生成說。而 Д. И. 門捷列也夫則是石油無机生成說的奠基人之一，他認為石油是在鉄的氯化物和水相互作用时生成的（1877—1878 年）。以宇宙說聞名的另一派石油無机生成說的創始人是 H. A. 索科洛夫。

和現時佔主导地位的观点比較接近的，要推米哈依洛夫斯基和 H. И. 安德魯索夫兩人差不多在半世紀以前發表的見解（前者在 1906 年，后者在 1908 年）。而石油性能及其成分的研究工作，大大推进了解釋石油性質的各种正确观念的發展，这一点我們要归功于 Д. И. 門捷列也夫和 B. B. 馬尔柯夫尼柯夫，因为他们首先發現了环烷烴，同样也要归功于 M. И. 柯諾瓦洛夫和其他

\* 前四节以及“石油性質在地下內的变化”一节系 B. A. 烏斯賓斯基写成；“發光瀝青分析”一节系 T. Э. 巴倫諾娃和 B. A. 烏斯賓斯基兩人写成。“石油的成因”一章由 H. Б. 瓦索也維奇和 B. A. 烏斯賓斯基兩人写成。“火成岩和变質岩發育地区的石油地質調查”一章系 M. K. 卡林柯写成，M. K. 卡林柯还参加了“儲油气層”一章的編写工作。其他各节及引言为 H. Б. 瓦索也維奇写成。

等人。

我国在石油这种工业原料和有用矿物的研究工作上获得特别重大的成就，是在十月革命以后。

在石油的生成、石油在岩石圈内的游移和分布方面，发现一系列重要规律的荣誉，查明石油的特性和成分，定出寻找油藏的标准和方法的荣誉，都属于苏维埃时代的学者。

И. М. 古勃金概括了国内外既有的全部经验，写成了他的巨著“石油论”，而为苏联石油地质学奠定了始基。继后，许多苏联地质家，如 М. В. 阿布拉莫维奇、И. О. 勃罗德、М. Ф. 密尔钦克等人都在推动石油地质学发展方面有所建树。在石油化学领域内的知识，也因 Н. Д. 泽林斯基、С. С. 纳麦特金、А. Ф. 杜伯梁斯基、格罗兹内科学研究所的化学家们以及苏联许多其他化学家们的研究著述而大大丰富起来了。

В. В. 别洛乌索夫、В. П. 沙夫钦柯、А. Л. 柯兹洛夫等人的研究工作，使我们对天然气的认识前进了一大步。天然气的地球化学演变史及其在地壳中埋藏的地质条件，同石油的生成史及其形成油藏的历史比较起来，在许多方面往往是相同的。

在研究油、气成因这方面，生物化学的创始人 В. И. 维尔纳德斯基的著作有极其重大的意义。

目前，由于石油地质工作者、水文地质工作者、地球化学家、化学家、地球物理学家、物理学家和微生物学家进行浩大的、多方面的研究工作的结果；石油地质学领域中尚未澄清的理论问题，正在顺利地获得解决，调查、勘探和合理开发油藏的方法也在不断改进。

### 可燃矿物地球化学知识

“石油的生成是太阳光经由生物传至地球地下深层这一十分重要的过程的表现之一”〔10, 161 页〕。

世界科学界泰斗之一 B. H. 維爾納德斯基院士在其許多著述中都指出了生物对各种地球化学过程的重要意义。

生物碳在地壳內的再分佈上所起的作用，如表 1 所示。此表系指 A. E. 費尔斯曼的資料作成，但經作者做了一些补充。

表內所示碳濃集度和各种物質之比清楚地說明了因各种有机作用而积聚起来的有机化合物在沉积岩壳中的分佈动态。在組成沉积岩壳的岩石中間，不含有机質的岩石并不多。

碳在深層地壳中及在地壳上部的分佈

表 1

地 壳	厚度(公里)	岩 石 物 質		碳 含 量 (据無水 物質計算 的%)	碳的数量 ( $10^{12}$ 吨)	碳的分佈 %
		$10^{18}$ 吨	%			
中央核心帶	3400	1646	27.30	0.30	500000	20
矿 壳	1400	1873	31.06	0.08	1500000	60
橄欖岩壳	1540	2417	40.08	—	?	?
立式岩壳	40	65	1.08	—	?	?
花崗岩壳	20	29	0.48	0.09①	26000①	1.1①
沉积岩壳	1.5	1.2	0.02	1.4	18100	0.75
土 壤 圈 (層厚1.5尺)	0.001	0.0005	0.000008	4.7	22	0.001
生 物	0.000004②	0.000002	0.00000003	24③	0.5	0.00002
整个地球	6400	6030	100.00	0.04	2400000	—

① 包括沉积岩壳在內。

② 成活的植物和动物机体的总生物物質質量整層分佈。

③ 不是按無水物質計算出的百分比，而是按活物質計算出的百分比。

岩石中所含有机物分三种状态：1) 分子分散状态，即呈岩石表面活性组分吸附的物質狀（如瀝青質物質或腐植酸鹽或其失去可溶性的变質产物）；2) 膠結在岩石微粒上的無結構的膠体物質状态；3) 分散在岩石內作为其碎屑組成要素之一的碎屑状态。

第一类有机物和第二类有机物之間的关系，基本上是由岩石的吸附性能与其有机物含量之間的关系决定的。因而，在其他条件相同时，泥質岩中有机物的被吸附部分便会起最大的作用。



絕大部分沉积岩的特点是有机物含量低。沉积岩中有机碳的平均含量为0.5%。而含有有机碳在10%以上的沉积岩在全部沉积岩中为数極少(不超过2—3%)。

按有机物富集程度能列为可燃矿物的岩石,其有机碳含量只佔沉积岩全部有机碳总量的0.14%。

石油在全部可燃矿中約佔0.2%。自然界中已知各种同生有机物大部分由不溶于有机溶剂的非瀝青質組分構成,这种非瀝青質組分按其一般特性說来和煤的腐泥質及腐植土物質相当。液态瀝青質物質<sup>①</sup>在同生有机物中只佔一小部分。它們只是在是再生轉移的产物,而不是岩石的同生物时,才成純粹的液态。

石油的生成是碳氢物質由極細的分散状态聚集而成的結果,是有大量沉积岩物質作为生油岩参加的那种过程的結果。

生煤过程和生油过程的关系大致可归納如下:煤的生成是有机物在沉积物中堆集的这一巨大的、普遍性过程的極端表現,也即在特殊条件下实现的一种特殊过程。而石油的生成只不过是上述大过程的一个間接的、附生的結果,和主要过程比較起来,它的規模微乎其微,但分佈面却很大。

各种可燃矿物在成因上的相互关系如成因分类圖所示(圖1)。

这張圖以異常醒目的形式表达了現時最确定的而且最能为大家所接受的概念,但未包括可能只代表某一派假說因而具爭論性質的許多枝节問題。

这張圖共包括兩枝,左枝为煤族可燃矿物(腐植質和腐泥質),右枝为石油族可燃矿物。

<sup>①</sup>目前“瀝青”一詞(及其派生詞)在使用时含义各異。它至少有三种含义,即:化学—分析方面的、成因方面的和技术方面的。因此,有些研究工作者如A. Ф. 杜伯梁斯基教授主張完全不用这个名詞;另外一些研究工作者則主張按照“瀝青”一詞的三种主要含义,分用三个不同的名詞。在本書中,就成因的意义上講瀝青时,采用天然瀝青一詞。但在B. A. 烏斯宾斯基編写的各章內,因他本人的堅持,仍旧保存了“瀝青”和“瀝青質物質”这两个术语。

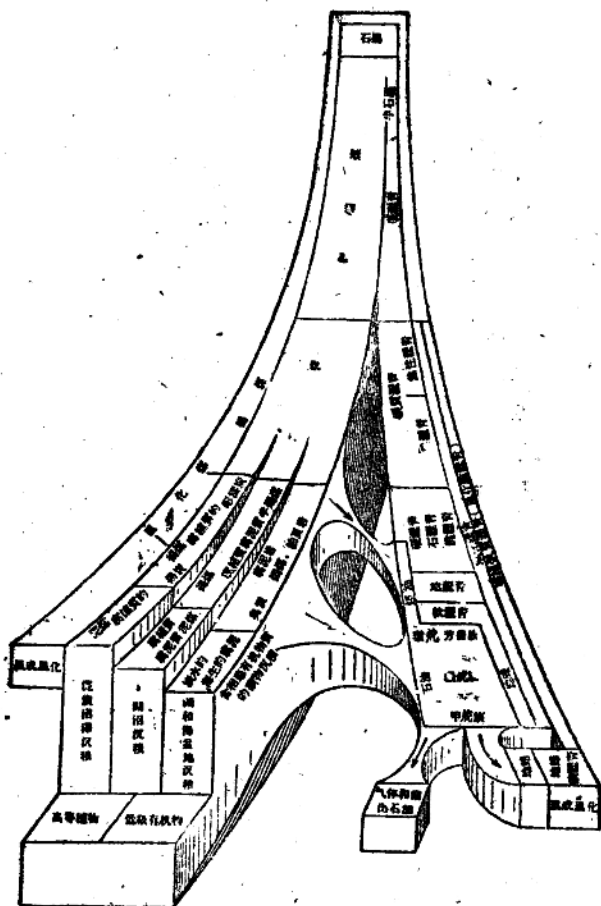


圖1 可燃礦物成因分類 (按烏斯基和拉德欽科)

可燃礦物各別類型以亞枝表示之，各亞枝相互位置反映了各該可燃礦物在成因上的關係：在各亞枝下方的長格內分別註明了各可燃礦物生成時的地球化學環境特徵。在煤分枝上，可燃礦物只佔各亞枝的上部，而下部均為具有同一有機物質成份的礦物沉積。

在煤分枝的最前端，指明了原始物質的基本類型——即從高等植物起至低等植物和動物為止。

由於原始物質的性質及其埋藏時的相的環境不同，因而生成了各種可燃礦物。正因為這一點，煤分枝在圖上繪成互相關連的三大亞枝。當然，這三大亞枝之間還有一系列過渡形態（左亞枝——腐植質的；右亞枝——腐泥質的；中亞枝——混合質的即腐植——腐泥質煤）。在這幾個與各不同相類相當的平行亞枝上，可以看出煤變質作用（就煤化學作用的意義上說）的幾個主要階段——泥煤階段、褐煤階段和石炭階段。圖上煤分枝的垂向上升系表示變質作用強度的增大情況。

可燃礦物的風化過程及其相應產物集中在煤分枝的最左端，這純粹是為了構圖的方便（實際上，不論是腐植煤還是腐泥煤，其程風化程度自然都是一樣的，而且就原則上說，性質也是相同的）。

這張圖的右分枝是石油族可燃礦物。石油和海生沉積物的一定的相有關，這是為大家公認的觀點。這種聯繫，在圖上是用海生腐泥沉積物那條過渡亞枝來表示的。

和上述過渡亞枝相連而突出於前方的一條亞枝，是表示氣（及餾出物的）藏的形成，這種氣藏或是由母岩中集儲而成的，或是借自油藏中的過濾作用而成。在它旁邊突出於前方的那條亞枝相當於地蠟組的礦物，它表示的是石油轉生岩的別一分枝；這種轉生岩基本上也是借石油分餾的純物理過程生成的。這兩條分枝都和一組甲烷性質較大的石油有關。

在石油族总分枝由下而上的部分，可看出环烷-芳香族型重質含焦石油过渡到地瀝青的动态，再上即为一由若干緩的轉化联接成的、变質程度不等的固体矿物專枝，这个專枝在某种程度上和煤变質作用枝相似，包括石瀝青，碳質瀝青，碳瀝青。按元素成份和某些特性來說，碳質瀝青和石炭相似，而碳瀝青則和無烟煤相似。以后的变質作用阶段即元素碳阶段，对煤和固体瀝青來說都是一样的。

在高温高压作用于富含有机物岩石的条件下，有时有液态式粘稠狀的瀝青（逕油）形成，这在圖上是用一条和石油生成过程平行，由褐煤和低等石炭阶段的腐泥沉积物等化为粘稠及固体瀝青帶的过渡枝来表示的。

和煤分枝的情形一样，在石油分枝的最外端也是瀝青風化产物帶，該帶包括瀝青的所有变种，即自圖上最下部的地蜡矿、瀝青和地蜡起，直到成份与褐煤相近的碳質瀝青和碳瀝青風化产物为止。腐植碳質瀝青这个名称适用于此帶內的一切固体瀝青变种，这些瀝青物質已达極高的風化程度（特点是羧基硷中有可溶氧化腐植酸）。由于風化作用失去溶解性但又無腐植碳質瀝青特性的中間性产物，称为氧化瀝青。

### 石油的成份和性質

石油在可燃矿物中佔着異常特殊的地位。

石油的第一个基本特点是液体。石油在地下埋藏和活动的条件下之所以有一系列其他矿物所沒有的重大特点，是由这个基本特点决定的。

石油的第二个基本特点在于它的化学成份是碳氫化合物的混合物，因其成份中含有多种化合物，極为复杂。

石油的第三个基本特点在于它的形成条件，即它的形成条件和固体可燃矿物——煤和油頁岩截然不同。有可采价值的石油儲

集的形成方式，可以認為是和某些矿床的形成方式相似；这里所說的某些矿床，是指游移物質从極为分散的状态集儲而成的矿床。

石油的主要成份有石蜡（甲烷）族烴、环烷族烴和芳香族<sup>①</sup>，它也含有氮、氧、硫的化合物，其中以硫化物作用最大，尤以含硫石油最为明显。

石油中非碳氢化合物的物質主要为瀝青树脂組分，这一組分是石油組分中最难研究、而且研究成果也最少的部分。

石油虽然是由各种性質極不相同，所佔比例也極不一致的物質組成的复杂混合物，但研究工作業已証明，它整个說来还是一种完全有規律的組合体，其中各組成部分相互間均有密切联系。如果我們在所研究的地区內得到有关石油一般性質的資料以后，只要确定油样的二、三項指标，对其他指标数据也能有一个了解。

最簡單的而且通常是首先測定的一項指标，同时也是鑑定任何石油所必不可少的一項指标就是比重。

大批的和較粗略地測定石油和油品的比重是利用比重計或威氏天平进行。比較精密的測定比重时，則用比重瓶。比重的数值系随温度增高而遞減，因而必須精確記錄每次測定的温度。

根据現行标准，比重是指一定体积的液体在 20°C 时的重量与同体积的水在 40°C 时 ( $d_{40}^{20}$ ) 的重量之比。先前通行的标准是油品比重与 15° ( $d_{15}^{15}$ ) 的水之比。根据現行比重表，我們能把其他条件下的比重数值，也能把以波美度計或以美国單位 A.P.I. 計的旧比重数据換算为标准条件下的比重数据。

在絕大多数情形下，石油比重的变化范围为 0.83—0.93。但一方面既有軟瀝青型的極重的稠密石油（比重大于 1）；另一方

①石油中是否含有不飽和化合物，現在还未得到証明。如果考虑到下面的情况，即石油埋藏在地下的几百万年間，其中能在此条件下發生化学变化的一切物質，一定会轉变为最穩定的形态，那就可以假定石油不含有飽和化合物。

面也有易過濾的、通常無色或為淺色、含汽油餾份達~~80—85%~~85%的輕質石油（比重為 0.73—0.75）。

重質石油或輕質石油這個概念不是絕對化的，而是隨每一地區特有的最大數值變化的。

以 1941 年前的開採量計算出來的世界石油比重加權平均值等於 0.871。

各種石油的比重依其成份不同而互有差異。對比重數值影響最大的是瀝青樹脂組分（其比重約為 1.0 及 1.0 以上），以及石油碳青化合物部份的餾份——即低沸點組分的含量。石油中如溶有天然氣時，其比重即大為降低。組成石油主要質量的碳氫化合物的化學性質，以及和碳氫化合物共存、有時含量很多的硫化物，對石油的比重雖無太大的影響，但影響還是覺察得到的。

A. Ф. 杜伯梁斯基 [14] 曾列舉如下近似數據來表示各類石油碳氫化合物比重平均值的比值，即甲烷族——0.77，環烷族——0.89，芳香族——0.95。

若把上述對石油比重有影響的各種因素的的作用作一比較，便不難發現其間存在一定的相互制約性。這就是說，在正常情況下，每一因素所起的影響，就趨向來看，都與其他上述因素相合。例如含樹脂較多的石油本身就表明它所含的輕質餾份較少，芳香族煙很多，以及甲烷族煙較少。相反地，在含樹脂較少的石油中，輕質餾分總是起着較大的作用；如石油中所含甲烷煙愈多，則其為氣體組分飽合的可能性也愈大。

在多層油田中，石油的比重通常因深度的增加而遞減。這主要和沖洗油藏的水對石油所起作用的程度不同有關（借硫酸鹽的還原過程而產生氧化及溶解）。石油比重在地層剖面上的變化很有規律的和水性質的變化相合，水的礦化作用和變質程度愈往下則愈長，這證明水的活動性漸次遞減時，其對油藏的作用力也逐步減弱。

与此相反的別一規律也是普遍見到的。它有时是和滲透过程的作用有关。但通常产生这种規律的原因是水文地質橫剖面的反常性——即埋藏較深的地層水文地質的明露性較大，致使剖面上水的矿化程度往下遞減，因而石油的比重往下便行增大。

石油的比重在地層剖面上不規則的变化，显然是和水文地質条件不規則的差異有关，而發生差異的原因可能是各儲層的滲透率不同。

由于支托油藏的水对油藏的作用不一，石油成份也互有差異。这种差異就是在一个油区範圍內也能看到，具体表現是石油在趋向油藏邊緣部分和油水接触帶时，比重亦略有增加。

鑑定石油时，通常測定的另一重要物理指标是粘度。無論在开采油田、运输和煉制原油时，或是在实际使用油品时，都不能不估計到粘度的重要性。在石油游移条件这个問題上，粘度也佔有一定的位置，粘度或內部摩擦力作为一种物理現象來說，它是液体阻碍其微粒在外力作用下相对移动的一种特性。在測定油品粘度的技术上，有兩種鑑別指标：即絕對粘度和比粘度；比粘度是純粹技术性的鑑別指标，在理論方面的价值極小。

“絕對粘度”这个名称包含兩種完全相反的特性，即运动粘度和动力粘度。解决石油地質学方面的問題的时候，起重要作用的是运动粘度。运动粘度以 C.G.S. 制的單位表示，其系数是决定于液体在某兩層相互平行的液面（每層面积为 1 平方公分，相距一公分）以 1 公分/秒速度相对移动时發生的阻力值。

运动粘度的單位 ( $\eta$ ) 称为“泊”，在上述定义中相当于 1 达因的阻力。而实际上經常应用的系数是等于 0.01 “泊”，即厘泊。

測定运动粘度是用各种型式不同的毛細管粘度計（苏联最常用的是烏拉別劳捷-高尔德粘度計）。

动力粘度是液体的运动粘度与其密度在同一温度时之比。在物理学上，运动粘是作为与所測液体的粘度性質相同，但密度为

1 克/立方公分的某种假想液体的运动粘度来确定的。动力粘度的單位在 C. G. S. 制中是“滯”，即相当于液体对移动所發生的阻力 1 达因。实际上常用的單位是厘滯，相当于 0.01 滯。

測定动力粘度是用毛細管粘度計，这种粘度計的構造和測定运动粘度用的粘度計不同。苏联最通用的是奧氏和皮氏毛細管粘度計。

相对粘度或比粘度是某液体的粘度与  $0^{\circ}\text{C}$  时水的粘度之比。測定比粘度需用特殊的仪器——粘度計。苏联最通用的是恩氏粘度計。用这种粘度計測得的粘度数值以所謂恩格列尔度計之。在某种范圍內，以恩格列尔度計的粘度数据可以利用專門的粘度表換算成絕對粘度数值。

粘度和比重一样，随温度的升高而大为減低。而且粘度与温度变化之間的相互关系，各种石油又是很不相同的。粘度和石油化学成份之間的相互关系頗似上述比重和石油化学成份之間的相互关系。

石油的顏色不是一个重要的特征。大部分石油呈深色，和石油中瀝青树脂組分的含量有关系：瀝青树脂含量愈多，石油的顏色就愈深。瀝青树脂物質不同組分的染色能力是極不一致的，分子較高的組分顏色大多較深。

有时也見到淡紅色、黄色和無色的石油，但为数不多。这类顏色的石油多为輕質汽油石油。然而也有無輕質組分，富含石蜡而不含瀝青树脂組分的淡色稠密石油。这类石油的成因和它經過泥質岩滲透的現象是有关系的〔8, 36〕。

程度不同的螢光作用是石油的一种特性。这种螢光在普通的照明条件下就能察覺出来。在紫外綫下探究螢光作用的时候，能够發現不同石油在發光强度和色彩上的重大差別。將石油瀝青分析的各別組分相互作一比較，便可确定它們在發光性質上有規律的和相同的差異。



石油、石油衍生物以及各种瀝青質物質在紫外綫作用下發光的能力，为螢光—瀝青分析所广泛利用。

石油的旋光性和它的某些其它特性一样，主要是在反对石油無机生成說的过程中受到人們注意的。在兩种观点斗爭的过程中，人們多半利用这种本身在地球化学方面便有独立重要性的事实作为論据。也許，就是这种情况成为人們对它的估价有些偏高的原因吧。这正如以往人們对甜族化合物估价有些过高一样。人們通常把旋光性看成是完全与石油原始物料有关的一种特性。然而，我們不能不注意到石油在后来的轉化过程中是可能形成新旋光物質的。从这个观点来看，上面所說的那种用来反对無机生成說的論据就失去了說服力。但各种石油之間成因关系的性質問題，畢竟是大为澄清了。在大多数場合下，石油均便極化向右旋，实际上在所有石油中都發現有程度不一的旋光性，不过在数量上有很大的差異罢了。

比重較大、含树脂环烷烴和芳香族烴較多的石油，其旋光性的数值最大；而含树脂少、缺乏芳香族烴而富含甲烷烴的石油，旋光性数值則小得多。这更說明，从現有研究結果看来，旋光性的来源和石油的树脂部分無关，而且也未必和芳香族烴有关。看来，旋光性的来源和多环烴有关，並且不是和某一單体化合物有关，而是和成族的化合物有关。我們很可以認為，这种特性是和一組分子量不同，而且馏分也不同的物質有关，虽然旋光性的最大数值还是和沸点多少有一定范围的石油潤滑油馏份有关。

石油成分中所含物質的分子量極为不一，由几十（甲烷  $\text{CH}_4$ —16；乙烷  $\text{C}_2\text{H}_6$ —30；丙烷  $\text{C}_3\text{H}_8$ —44 及其他等）至几千不等（瀝青質）。除去瀝青树脂物，石油平均分子量約为 250—300。

在石油中，气体組分之后所組成部分是輕質汽油，其次为重質汽油馏分的高分子物質，再次为煤油馏分的高分子物質，最后为分子量、比重和粘度均較高的一組潤滑油馏分。