

石油地质论文集

謝 家 榮 著

地质出版社

石油地质论文集

謝家榮 著

地质出版社

1957·北京

这本小册子收集了七篇文章，其中二篇是在地質部石油會議上的報告，四篇為一般性的論述，另二篇是對中國含油氣區的劃分與評價。在一般性的論文中，除第一篇“石油是怎樣生成的”詳細討論了油氣生成的過程與環境外，其他二篇則着重闡明了儲油層、圈閉類型及地層圈閉的重要性。在評斷中國油氣區的遠景時，建議把重點放在沉積岩的厚度、油氣苗、不整合、尖滅現象、區域性隆起，而最後才是局部的構造。

本書可供實地從事石油地質工作人員的參考，也可供高等石油學校師生、石油地質科學研究人員及其他對中國石油事業有興趣的人們閱讀。

石油地質論文集

著 者 謝 家 榮

出 版 者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3號

北京市書刊出版業營業許可証出字第050號

發 行 者 地 質 出 版 社

印 刷 者 地 質 印 刷 廠

北京廣安門內教子胡同甲32號

編輯：原西生 技術編輯：李璧如 校對：馬志正

印數(京)1—900冊 1957年10月北京第1版

開本31⁷×43¹/₂₅ 1957年10月第1次印刷

字數90,000字 印張57⁷/₂₅ 插頁1

定價(10)0.75元

目 錄

石油是怎样生成的.....	5
珊瑚礁油田.....	43
关于鹽丘.....	55
石油及天然气礦床的普查.....	73
論儲油層、圈閉类型及油气田与大地構造的关系.....	94
中國的產油区和可能含油区及对今后勘探工作的意見.....	116
貴州石油远景的初步推断.....	124

附圖目錄

圖 1. 有碳参与的地球化学旋迴过程·····	8
圖 2. 石油, 煤类及水成岩中有机物的三角成分圖·····	23
圖 3. 如何依据地層的接触关系來推断圈閉形成的时期·····	39
圖 4. 由于油气藏的选择移積而使某些圈閉含油, 某些圈閉不含油·····	40
圖 5. 一个标准边礁的剖面·····	45
圖 6. 珊瑚礁各部分的岩相变化及其名称·····	46
圖 7. 海進及海退时所成的綜合珊瑚礁·····	49
圖 8. 苏联伊申拜一个出露的珊瑚礁·····	51
圖 9. 美國西得克薩斯州斯克萊珊瑚礁油田·····	52
圖10. 鹽丘的構造·····	56
圖11. 如何由于鹽丘的上冲而造成地塹·····	57
圖12. 不穿衝式的鹽丘·····	59
圖13. 穿衝式的鹽丘·····	59
圖14. 美國斯秉特尔托普的丘頂儲油及丘側儲油·····	62
圖15. 高島的丘側儲油·····	64
圖16. 孔乐超鹽丘油田·····	65
圖17. 世界鹽丘分布圖·····	67
圖18. 被剝蝕的背斜層·····	86
圖19. 加拿大珊瑚礁油田与瀝青沉積·····	97
圖20. 河床沉積式的晶片狀油儲·····	98
圖21. 岸外州沉積的油砂層·····	100
圖22. 东甘薩斯州的晶片狀油儲·····	100
圖23. 波希城油田的平面及剖面圖·····	102
圖24. 美國甘薩斯州的基底裂縫儲油·····	104
圖25. 东得克薩斯油田·····	108
圖26. 德國油田剖面圖·····	109
圖27. 中國油气区和可能油气区的分佈圖·····	(插頁)

石油是怎样生成的

一、引言

石油是怎样生成的？这是一个非常复杂而又饶兴味的自然科学问题，它牵涉到许多基本科学如地质、化学、物理和生物学上的过程与现象，而这些过程与现象又是彼此密切地交织着的。因此，从十八世纪以来，石油的成因问题，曾经不少学者研究，并提出了许多假说，但是直到今天，这个问题还没有能完全获得解决。在若干提出的解说中，如石油的无机成因说因与许多地质现象不相符合，好象已经被推翻了，但一部分学者根据最新的理论观点，似乎又有恢复老派学说的趋势。还有许多解说，如石油生成的原因和过程，总不能圆满地解说所有存在的一切矛盾，因此，石油是怎样生成的这个问题，可以说还在继续研讨之中，它将依靠最近发展的许多新的科学论点和新的研究方法，如放射性元素，同位素，沉积学，细菌学等等而进一步加以研究，相信在不久的将来，或可获得最接近于事实的各种假说。

石油与天然气是经常共生的，尽管有许多专门开采天然气的气田，但在有工业价值的油田中，天然气的含量一般都是很高的。事实上石油的有效开采，往往要靠维持一定的油气比例来推动油在油储中的运行。所以这里所指石油的成因，也包括天然气的成因在内。

为了全面地了解石油是怎样生成的，我们也必须考虑到油气田是怎样生成的问题，这两个问题是完全不同的。前者包括形成油气物质即油母物质的原始质料及其生成的原因和过程问题，而后者则在研究如何使已形成的油气，聚积成为有工业价值的油气田，这就要研究油气的游移和聚积的问题了。

因此研究石油的成因问题一般可分为三部分即：（1）石油的起源和原始油母物质的本质；（2）油气生成的原因和过程；（3）油

气的游移和聚積。

石油平均含有85%的碳，12—13%的氫和1—3%的別的元素—主要为硫，氧和氮。所以碳是組成石油的最主要元素，而在討論石油的起源問題之前，研究一下碳的地球化学問題，即碳在地球面上的旋迴过程是非常必要的。

二、碳的地球化学旋迴

碳在地壳上部，即在距地面約16公里深度內的分佈約如下表所列：

岩 層	含碳物質的重量 (噸)	含 碳 量 (按重量%)	总 碳 量 (10億噸为單位)
火成岩	1.8×10^{10}	0.1%	18,000,000
水成岩	—	—	19,100,000
碳酸岩(石灰岩和白云岩)	8×10^{16}	12	9,600,000
同上(有机碳)	8×10^{16}	1	800,000
粘土和砂岩(有机碳)	8.7×10^{17}	1	8,700,000
海洋水	—	—	100,000
动植物有机体	—	—	1,000
大气(CO_2)	—	—	600
煤	—	—	8,000
泥炭	—	—	1,000
石油	—	—	20

从上表可知水成岩和火成岩各含地壳全部碳量的一半，而水成岩中的总碳量較火成岩略多，其中碳的濃度約为12%也远远超出火成岩的含量。在水成岩中的碳主要为二氧化碳，各种鹽类(碳酸鹽类)和含在粘土砂岩以及含于碳酸岩中的有机碳。含于煤，泥炭及石油中的碳也是包括在水成岩中的，但为量較少，含于石油中的尤是微不足道。含于火成岩中的碳，主要为二氧化碳，一氧化碳及甲烷，其中二

氧化碳可达90%以上。碳也含于海洋水，动植物有机体及大气中，在大气中几乎全部为二氧化碳。碳也蕴藏在更深的地壳中，上表沒有列出。

植物能吸收大气中的二氧化碳以供構成細胞組織中各种有机質之用。动物則一部分靠植物作营养，以發展其有机体。在动物的养生活中与植物剛剛相反，会排出微量的二氧化碳進入大气。但植物的質量，远远超过动物好几倍，因此吸收之量远超出進入之量。为达到大气中二氧化碳的平衡，必須依靠其他來源。从油气 礦床 及 火山的噴气中，常有微量的二氧化碳及各种烴类游离于大气。这种烴类，經過大气中臭氧，紫外綫及电离的作用，很快就氧化而变成二氧化碳，这是增加大气中二氧化碳的一种來源。另一更重要的來源，則是無論动物或植物，在死亡和分解之后，大部分所含的碳，都以二氧化碳形态游离于大气，这样就維持了大气中二氧化碳量的平衡。据估計每年从大气中吸收的二氧化碳量約为千億噸之譜，而每年游离于大气中的二氧化碳为量亦約略相等。假如沒有这种平衡，那么大气中的二氧化碳，就会很快枯竭，而地球上的生命，也会慢慢停頓了。

如上所述，碳在水成岩中的含量和濃度都要比火成岩为高，但水成岩是由火成岩風化剝蝕再行沉積而成的，当火成岩破坏和粉碎时，由于碳的气体化合物容易揮發游离于大气，碳的濃度是不可能增高的，甚至还要减少，那末水成岩中的碳，究竟是从那里來的呢？原來当动植物腐解时大部分的碳固然会氧化揮發，以二氧化碳的形态進入大气，但还有一小部分比較安定的有机碳，則随着沉積進入水成岩，或动植物的遺骸，为較深的水面所盖复，形成还原环境，或其他沉積所复盖时，則动植物中的碳將會大部分保存而形成了煤或油气 礦床，因此，水成岩中的含碳量就会富集起來，而超过了火成岩中的含量。

在地質歷史中有若干时代如石炭紀，二叠紀侏罗紀及第三紀等为主要的成煤时期，还有若干时代，如泥盆紀，石炭紀，二叠紀，白堊紀及第三紀等为主要的造成油气的时代。因为進入水成岩的碳，及造成煤及油气 礦床的碳，主要是从大气來的，故要在大气中儲積特別丰

富的碳，只能是二氧化碳从地球深处逸出（主要由于火山运动）或地壳的剧烈剥蚀（造山和造陆运动）使碳质源源补充到大气中的结果。

除少数例外，目前所知有工业价值的重要油气矿床都产在水成岩中，而在水成岩中除了从动植物遗骸所成的碳质外根本还找不出别的碳的来源，于是不得不认为只有通过这些水成岩的有机碳，才能形成油气矿床。这是油气矿床有机成因说的基本论据之一。至于最近苏联少数学者所主张的无机成因说，后再详论。

我们可暂时假定油气生成的过程是有机碳参与的旋迴过程。此一石油旋迴，从大气中的二氧化碳开始，经过植物的吸收和动物的间接

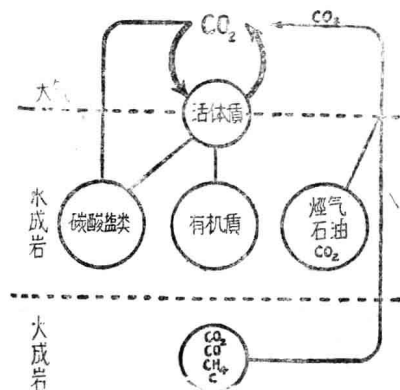


圖 1. 有碳参与的地球化学旋迴过程

的积聚，当动植物死亡和腐解时，一小部分的有机碳就保存于水成岩中而形成了石油和天然气。所有的石油和天然气，特别当其接近地面时，通过岩石的孔隙和裂隙，其挥发部分将会逐渐飞散，或当油气田遭受风化和剥蚀的破坏时，则大量油气俱将毁灭，经过氧化成为二氧化碳终于进入大气，即变为石油旋迴的原始物质。

应当指出，虽然石油是从生物质的变异产物生成的，但这种生物质的发展及其变异产物在水成岩中的蓄积，归根结底，还是由于地壳深处氧化碳及其他无机碳气体逸到大气中的结果。

三、石油的无机生成说和有机生成说

石油究竟是从什么样的物质生成的？这是研究石油成因中的一个最基本的问题。从十八世纪以来，在这个问题上就出现了两种截然不同的学说，一种学说主张石油是从有机物生成的，另一种则谓是从无机物生成的。有机学说的提出比无机说还早若干年，但是在十八世纪

的后期和十九世紀的初叶，无机学說，特别是在俄國，在門捷列夫（Д. И. Менделеев）的权威主張下，却占了优势。随着石油工業的發展，油气田的普查和勘探在广大地区上开展起來，石油地質学家獲得了越來越多的資料，証明有机說是最能符合于实际情况的；因此目前大多数地質学家都承認油气礦床是从有机物生成的，而石油的无机成因說，几乎已成为歷史上的陈迹了。

不过从1951年以來苏联有一小部分学者又提出无机成因的学說，他們所列举的許多論証虽还未能为有机派所承認，并且有許多好像是站不住的，但这种新的看法，还是值得我們注意的。茲將兩種学說的發展情况及不同观点，略述如次：

1. 无机成因說：最先提出石油的无机成因說的是英國的貝錫洛（Berthelot），他認為在地壳內高溫下碳酸气与鹼金屬起作用时就会形成乙炔，后者与水相遇則变为碳氢化合物。1871年比亞桑（Byasson）發表同样的見解，而這些見解，后又为1878年克勞茨（Claus）的試驗所証明，他把礦物酸作用于一塊鏡鉄上，可獲得液体烴的混合質，它与天然石油頗为相似。鉄錳合金（含錳81.8—85.4%鉄9.5—5.7%）在一百度的溫度下可与水起作用而發生烯（olefine）与甲烷一类的混合液体。

1876年俄國的偉大化学家門捷列夫發表了石油的礦物成因說，他根据在實驗室中水与碳化鉄的反应能發生甲烷，乙烷及乙炔的事实，而作出如下的結論：

“水沿着山脉地帶的裂縫，流入地壳的深处，在这里与碳化鉄在高温下相接触，遂發生反应，此时造成的烴类（石油即主要由其組成），沿着裂縫而移流到地壳的較冷部分，并在这里冷凝，而浸潤了某些岩層”（門捷列夫选集，1934，563頁）。

后来的研究証明，石油不僅產于山前的褶皺断裂帶，也可見于沒有剧烈褶裂的地台区，而作为重要論証的金屬的碳化物則从未找到。門捷列夫把碳化鉄的密度作为7，据近代研究，达到这样比重的岩層，其深度至少在1600公里以下，裂隙不会存在，油气烴的游移，更不会發生。从石油本身成分的十分复雜和不均一的观点來講，它不可

能是从單純的化学作用生成的。門捷列夫的学說,以及其他的无机說都要假定油气是高温下的產物,但事实上从石油中許多烴类的亲系及器族化合物的存在,都可証明它是在低温下生成的。因此,門捷列夫的礦物成因說,几已为所有的地質学家所否定了。

从1889—1913年索柯洛夫(В. Д. Соколов)又提出了天体成因說,它不但否定了有机成因說,也否定了門捷列夫的礦物成因說,認為这只是在實驗室中的一种試驗而已。無論有机說或礦物成因說都不能解說在天体中广泛存在的烴。在太陽,小星球,彗星及若干大行星如木星,土星,天王星,海王星的大气中都已証明有烴,并且其中还有甲烷化合物。甲烷是石油的經常伴生物,其成因應該是一样的,因此索柯洛夫認為地球上的烴和石油,与天体一样,同是无机生成的。当地壳冷凝时,这些烴就逐漸分出,沿着裂隙上升,在山脉帶形成油气田。索柯洛夫并把在火山气,变質岩,火成岩及隕石中有烴及其他的油气顯示來作为他的学說的論証。从現代石油地質的眼光看來,天体成因說是沒有任何根据的,因为它決不能解說那些有巨大工業价值的油气田。天体中有石油烴的存在則是事实,而这些烴的无机成因則又是毋庸置疑的。

从1951年以來,苏联柯特雅夫切夫(Н. А. Кудрявцев)克鲁泡得金(И. Н. Кропосткин)等,又提出石油的无机成因說,他們除維護索柯洛夫所已指出的若干論証外特別強調世界上許多从变質岩,火成岩等結晶基岩中產生油气礦床的例子,如中甘薩斯,加里福尼亞及其他地方。如果假定油气是从其上复的含油水成岩中游移而來,那末,这个游移的方向將會是从上而下就要違背油气从下向上游移的通例。但这个理由不一定正确,因为油气可沿不整合面上移而儲積于基底層的裂隙中,或者当含油層与其下的裂隙發育的基底層相接触时,即產生压力梯度,上复水成岩中的油將被基底裂隙層所吸引,而形成了油儲。至于那些產在火成岩中的油田的例子,如古巴、墨西哥、得克薩斯等,則是很容易从其附近水成岩中的生油層游移而來,是用不到加以特別解說的。

隕石,火山气及若干行星上含烴乃确定的事实,但不应当就認為

在地球上水成岩中的石油礦床是可能因火山气体或从地內逸出的別的气体所形成的。石油气体与火山气体的組成，有顯著的不同，前者以烴类为主，后者則以一氧化碳与氮为主，而烴的含量一般不多。在地球存在的初期，因氫消失，故此時的地球化学情况規定了氧化型大气的出現。在大行星上由于重力大，使氫得到保存，遂規定了烴型大气的出現，因此，在大行星上烴的成因是无机的，如果有石油則可能是无机成因的油田了。

主張无机說的另一重要論証是水成岩中不含游离氫，而氫化作用乃是从有机物变成石油的主要作用。水成岩中既沒有大量的氫，那末氫化作用如何能進行呢？在火山，噴气，及自深断裂上升的气体中常含有大量的氫及氮氫等气体，所以主張无机說者就認為石油是由于这些气体的冷凝和演化而成的。这种說法，仍难使人信服，因为主張有机說者却謂有机物在缺氧的条件下發酵时就能發生相当量的氫，这是有实验証明了的。在海相沉積中这些氫可与有机物起作用，造成甲烷，硫化氫或飽和烴，因此，在石油中不飽和烴是不經見的。在深埋伏的条件下，高温高压加上催化剂的作用，也可使有机物裂化而形成石油，这些从有机物变油的詳細过程，于第六章中討論。

2. 有机成因說，最先提出石油的有机成因說的是俄國的罗蒙諾索夫，他根据泥煤在地層深处經過長時間的碳化作用而变成石炭的道理，認為進一步的由于地下热的蒸餾作用可產生油气，它進入地層的裂隙或洞穴中就可造成油气藏或硬化的瀝青等物質。这固然是屬於有机成因說的范疇的，但与現代的有机成因說是有很大的距离，因为成煤与成油的地質条件有很大的不同，而从煤經過簡單的蒸餾作用变成油气固可用实验來証明，但与实际的地質情况也是不相符合的。

在美國第一个主張有机說的是雷斯寬列（L. Lesquereaux），他在1866年就指出美國东部泥盆紀的石油可能是从海相的纖維狀植物產生的。近年來关于石油有机成因說的証据越來越多，有些是具有决定性的意义的，現在系統地討論如次：

（1）石油主要为碳与氫的化合物，而碳氫則是一切有机物——包括动物与植物二者在內——的重要組成份子，因之把石油与有机物体

的堆積联系起來是非常自然的。石油又經常產在水成岩中，而水成岩中的有机物含量又較其他岩石為多，再加上在原油中常可找到動植物的遺體，如木屑，有孔蟲，孢子，花粉，藻類等等，故從石油的地質產狀上來講，大部分的地質學家都老早就主張有機成因說，其理由是非常充足的。

(2) 石油乃由數百甚至數千種的同系烴所組成。所謂同系烴乃以一定的分子式的差別為特征，如在石蠟系中就以 CH_2 分子式差為特點。在世界各地所產的石油，其烴的混合成分，十分複雜，幾乎沒有相同的，但如果以元素分析表示，即碳，氫，氧三者的百分數表示，則又非常簡單、且又大致相似，如含氫俱在 11—15%，碳 82—87% 據目前所知，具有這種化學特性的化合物幾乎都是有機成因，而不可能由無機物產生。

(3) 1936 年德國的脫萊勃斯 (A. Treibs) 在許多原油中發現了甾族化合物的色素。他在來自世界各地原油中所測定的甾族化合物，其半數以上為每百克的 0.004—0.02 毫克，在若干原油中則可高達每克的 0.4—4 毫克。這種色素包括植物的綠色素和動物的血紅素都形成複雜的烴類化合物，故即此一點，已可確証石油是從有機物變成。脫萊勃斯的研究又指出在石油中從植物質綠色素變成的甾族化合物常較從動物質血紅素變成的為多，這種情況，是否指示石油的植物成因又較動物成因更為普通，是值得注意研究的。在石油中所找到的甾族化合物，在稍高的溫度下就會氧化而被消滅，因此甾族化合物的存在，不但是有機成因的確証（植物成因和動物成因），並且還可證明其形成時的溫度，決不會超過華氏 392° (200°C)。

氮是蛋白質水解後所發生的氨基酸中的重要分子，是各種有機質腐解後的一種產物。據脫拉斯克和潘得諾特 (P. D. Trask & H. W. Patnode) 的研究，沉積物中有机氮的含量與有机碳的量成正比例，因此我們可用氮或碳的含量來約略估計沉積物中有机物的含量，例如有機物的含量平均為碳量的 1.6 倍，氮的 24 倍。氮以複雜烴的形態，幾乎在所有石油中俱有存在，從生物中的氮經過沉積有機物的氮以至石油中的氮，它是相互聯貫着的，因此，氮的存在也可作為有機成因的一個

佐証。

大多数的石油都具有旋轉偏光的特性，这种特性在无机物（石英和辰砂除外）以及无机生成的烴类中是不大見到的。

3. 植物成因动物成因或动植物的混合成因說：

石油为有机物所形成几已为地質学家所公認，但这种有机物是植物質抑为动物質，或为动植物混合的物質，則仍为爭論未決的問題。从石油中甾族化合物的存在以及其他地質上的論証，似乎植物与动物俱可能为石油的母質，而从甾族化合物中綠色素往往多于血紅素一点看來，好象植物質的成分还比动物为多。古勃金（И. М. Губкин）根据巴托尼（G. Potonie）的腐泥學說，提出腐泥为石油的母岩，这就意味着动植物的混合成因，因为在腐泥中不但有植物的殘体，还有动物的殘体，而这种殘体，不但包括浮游的和底棲的动植物，还包括海岸高等植物的殘渣和由陸地上帶來的与碎屑物混雜的生物的殘体。

石油的成分是千变万化的，这一点曾有人作为石油多源論的証据，但單源物質所形成的石油，經過不同程度的游移，滲濾，細菌作用，催化作用和變質，也可造成成分極為不同的石油，这也是可以理解的。

（a）植物成因說：在淺海中凡为陽光所穿透的地方都能繁殖大量的海生植物，如海藻，海草及矽藻等。大概在深度不超过 250 呎的沿海地帶及接近河口之处，海生植物常繁殖甚盛。这种海生植物通过光合作用（Photosynthesis）能使海水中的无机化合物合成为复雜的碳水化合物，同时發生氧气以供海水中植物以及动物呼吸之用。碳水化合物在海水的还原环境下則变为碳氢化合物，沉落海底，为其他沉積物所埋复。

哈克福脫（J. E. Hackford）在1922年就指出海藻中灰份的成分与許多原油灰份的成分頗为相似，都含有碘，溴，磷，及鉍鹽。后来他又証明把海藻在低温下進行热解和水解，都能產生油和瀝青。矽藻是由矽質壳所組成的，常可堆積为厚層，称为矽藻土，在工業上应用很广。矽藻可分泌一种油类，今在其介壳中常可見到大量的油滴。在美國加利福尼亞州的許多油田中常有由矽藻堆積所成的地層，它很可

能是石油的母岩。

許多地質學家都相信海藻是最可能的生油物質，它借光合作用可分泌碳水化合物，若干海藻則分泌碳酸鹽而為生物礁的主要組成分子。在許多地方隨着波浪，水溫及食物的變化，海藻的繁殖量可突然增加，而使海水變色（變為藍，紅或綠色）或顯現油脂狀，同時發生一種沼澤氣味，這在華盛頓州，日本及亞速海的沿岸，在一定季節中常可看到。海藻繁盛時期的另一後果，有時可使海水變毒，而使生活在其中的大量魚類驟然死亡，其遺骸堆積於海底及海岸邊的甚多，如在日本及非洲沿岸所看到者，可稱為海藻疫。

南澳大利亞哥隆區（Coorong district）的瀉湖中，在冬季時水面常積聚一層由藻類所成的綠色渣沫，在春夏時，這種渣沫被風吹到海邊，海水蒸干後則結成一種暗褐色具有彈性的薄層，稱為哥隆石（Coorongite）。它完全由海藻（Elaeophyton）的遺體所組成，其形狀與藻煤中的藻類相似。哥隆石含揮發物及油類很多，其元素分析含氫11.63%，碳64.73%，氧20.38%。由於後來沉積的蓋復，哥隆石就可成層狀而被保存起來。在世界其他地方，特別如土耳其斯坦，與哥隆石相似的沉積，厚度可達12公尺。

從上面所述海藻的含油情況及如何由於海藻的繁殖而可發生巨厚的堆積，它被認為最可能的生油母岩是不無理由的。

在蘇聯曾有卡里茨基（К. И. Калицкий）的海成植物說，他主張石油是由一種顯花植物的海草，查士切爾（Zostera）生成的，這無論從地質，生物或化學的觀點來講都是毫無根據的。這個學說已經被蘇聯的許多學者們批判了。

主張石油是從植物變成的學者們往往把石油與煤的成因混為一談，認為煤經過進一步的干餾作用就能產生石油，如俄國羅蒙諾索夫在百年前所首先提出的。這種看法在原則上是錯誤的。煤是大部分由陸生植物所變成，但若干燭煤或藻煤則含有大量的水生植物以及一小部分動物的遺體。石油含有大量的氫，而煤則含氫不多。從煤變到石油必須加入多量的氫，在工業上的所謂氫化法就是遵此法則進行的，但在自然界如何能有許多游離氫來進行加氫呢？氫化作用的一種重要

副產品是碳質殘渣，而這種東西在石油礦床中是從來沒有見到的。因此把煤與石油聯繫起來的看法是沒有根據的。

批判了石油從煤變成的錯誤理論，並不等於就否定了陸生植物在成油作用中的意義。大陸上的植物包括高等植物在內，經過冲刷腐解，一部分氧化揮發，但還有大部分則分解成為碎屑或膠狀體的腐殖質，為河流所挾帶，沖入海中。據許多地質學家在各地觀察測量的結果，河流水中的有機物含量是非常可觀的，其重量常達全部河水中固體物質的一半。這些有機物有的成為極微小的碎屑，有的則是膠狀體，也有則溶于河水中。當他沖入海中與鹽水相遇，或因溫度的變化，這些有機物就會逐漸沉淀，造成特別富於腐殖質的地層，而這種腐殖質經過進一步的變化，就能形成石油。1920—1931年哈斯曼（J. D. Haseman）在福羅里達油區的觀察，認為地瀝青是腐殖質氫化富集的結果，腐殖質在平常溫度下的進一步的水解，加上鹽水溶液中氫離子的協助和若干矽酸鹽像富瀝土的催化作用，最後就能造成石油類的碳氫化合物。至於腐殖質的來源，哈斯曼認為是泥炭水中的膠體有機物與其附近瀉湖中鹽水相遇沉淀而成的，這就是大陸上來的膠體植物質在海盆地中沉積的結果。

蘇聯的普斯托瓦洛夫（Л. В. Пустовалов）根據過去地質歷史中植物總體積的巨大，現代海洋中有机質的較少，動物纖維的易于被破壞，成煤期和成油期的時相交替，石油區與紅色地層的密切關係，鹽礦和石膏層中產有碳氫化合物的事實，以及哈斯曼的觀察認為不但植物質是造成石油的基本原始質料，並且這種植物質主要是從大陸上分離化解而被河水挾帶沉積於瀉湖及沿海的淺水中的。普斯托瓦洛夫叫這個理論為沉積分異。麥克豆莫特（E. McDermott）研究得克塞斯洲塔樓區的土壤，發現其中普遍含有樹蠟質，大概在表面含量較多，達300p.p.m，在地面下5—7呎處則含量較少，僅為75p.p.m，但變遷較少。這個事實足以說明沖積層中植物有机質的豐富，經過光合作用就造成了樹蠟質。

陸生植物的分離產物足以造成石油的理論是值得我們注意的，尤其當許多大陸沉積中的石油礦床陸續被開發並確定了它的大陸成因

后，这个理論更有重視的价值，因为大陸沉積中的有机物可能主要是由陸生植物分異而來，而三角洲，瀉湖和大的內陸湖俱为沉積大規模生油層的处所。我國西北的許多第三紀和中生代油田，其儲油層俱屬大陸沉積，而在許多地方，如新疆烏苏的独山子及准噶尔的克拉瑪依，其下伏地層俱是變質的下古生代地層，因此只有其上复的陸相地層才是最可能的生油層，而為了解說陸相沉積中的生油質料，陸生植物分異的理論，似最能符合于实际情况的。如果認為在地質歷史中的不整合面对石油的沉積和富集有特別重要意义的話，那末，这个不整合面的时期也可被認為是風化剝蝕較為劇烈，陸生植物的腐解分異也是最为完全，它有利于石油沉積的形成也是不言而喻的了。

(6)动物成因說：石油的动物生成說是恩格列尔 (Engler) 根据他从魚类的蒸餾而得了类似石油產物的实验而倡立的。后来地質学家在研究油田的过程中时常找到許多化石層与石油共生的事实，即認為魚类以及許多其他的海生动物，包括腕足类，有孔虫等等都能產生石油。

許多地方由于化石壳被剝去而留存的空隙或晶洞中有时可見到滿儲石油或瀝青，如貴陽东龍里附近的泡木冲下三疊紀石灰岩的晶洞中就有充滿石油的晶洞層。說者謂这种石油的產狀可为从前在硬壳中动物軟体腐變成油的确証。鑒于淺海中各种动物繁盛生長的事实，从动物变油的理論是可能的。但有一点值得考慮，化石只是动物硬壳的代表，而把硬壳干餾决不能產生油类。在海水中生活競爭強食弱肉的环境下，有許多动物的軟体可能已被消滅了，而經過波浪的冲刷，介壳动物的軟体常可与硬壳分离，而被冲到相距較远的地方，化石層的保存，很可能只有硬壳而沒有軟体，因此，化石層与石油共生决不能說明石油即由那些动物的軟体所形成。1846年雪里門 (B. Silliman Jr.) 研究現代珊瑚的成分，謂其中有机物約占全体的4—8%，而把珊瑚溶化后，可得到一种油脂的蜡狀殘留物，它溶于乙醚，而不溶于酒精。后人的研究 (W. Bergman & D. Lester, 1940) 又証明这种溶于乙醚的石蜡質約为全部有机物的10% (重量)。由此可知珊瑚也可為石油的母質，而从在古代珊瑚礁中常可產生大量石油的事实，好像这种看