

石油地质学论文集

第 二 集

科 学 出 版 社

石油地质学论文集

第二集

中国科学院兰州地质研究所译

科学出版社

1965

內 容 簡 介

本书选譯了近年来国外有关石油成因研究方面的論文 23 篇,其中苏联文献 14 篇,美国文献 9 篇。这些論文,从油气田分布規律、有机质地球化学、石油地球化学、生油岩指标、現代沉积物中的成油作用、以及模拟轉化实验等各个方面探討了石油成因問題;其中有 5 篇是陆相石油成因的研究成果。

这些文献,提供了大量实际資料和某些新观点,并且介紹了現代新技术和新方法,如质谱仪、紅外和紫外光谱仪、电子显微镜、伦琴光谱、色层分析法等在石油地质学上的运用。这些都是近年来国外石油地质学家广泛引用的文献資料,大体上反映了国外石油成因研究的現状和方向。

本书可供广大石油地质工作者、有关高等院校师生以及科学研究人員参考。

石 油 地 质 学 論 文 集

(第 二 集)

〔苏〕 M. Ф. 德 瓦 里 等 著

中国科学院兰州地质研究所譯

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝陽門內大街 117 号

北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

*

1965 年 9 月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1965 年 9 月第一次印刷 印张: 10 5/16

印数: 0.001—1,500 字数: 272,000

統一书号: 13031·2151

本社书号: 3279·13-14

定价: [科七] 1.70 元

目 录

油气地质理論研究方向	M. Ф. 德瓦里 (1)
地壳中油气聚集最主要的地质規律——石油有机起源	
理論的证据	A. A. 巴基洛夫 (17)
石油成因的化学問題	W. E. 汉 逊 (34)
石油深部起源的現代資料	H. A. 庫德良采夫 (48)

*

*

*

石油和母岩有机质在化学上的亲緣关系	
.....	M. C. 布林尼曼、P. V. 史密斯 (69)
石油母岩中的原油和有机质	J. M. 亨特、G. W. 占美逊 (92)
薩哈林島北部晚第三紀沉积中的微石油	
.....	H. Б. 瓦索耶維奇、X. T. 拉烏德謝普 Э. Г. 艾里曼、A. П. 西什柯娃 (108)

濱貝加尔帶淡水盆地的可能生油岩	
.....	B. Г. 普齐洛、C. И. 米罗諾夫 (113)
伏尔加-烏拉尔区生油母岩的一些資料	
.....	K. Ф. 罗吉昂諾娃、Ю. И. 柯察金娜、T. Ю. 宾丁娜 (119)
为查明沉积形成环境类型所作岩石化学分析	
資料的处理方法	A. И. 季諾維也夫 (128)
与研究含油气远景有关的地球化学图的編制方法	
.....	П. С. 斯拉文 (133)
根据沉积物中氯的含量确定沉积盆地的含盐量	
問題	И. Ф. 罗西茨卡婭 (144)

*

*

*

淡水沉积物中瀝青的生成

..... B. B. 維別尔、A. И. 哥尔斯卡娅 (163)

石油起源的研究 P. V. 史密斯 (173)

石油的起源 W. G. 梅赛因 (208)

委內瑞拉佩德納勒斯区近代沉积物中石油的运移

..... A. L. 基德維尔、J. M. 亨 特 (232)

美国內华达州金字塔湖南部的水底沉积物

..... F. M. 斯魏茵、R. W. 米德尔 (255)

委內瑞拉馬拉开波湖沉积物中有机质聚积的先决

条件 A. C. 莱德菲尔德 (273)

*

*

*

气候与石油形成 Л. A. 納扎尔金 (285)

粘土矿物的某些变化特征与石油形成的关系

..... И. Д. 茲呼斯 (295)

嫌氧条件下生物因素对原始有机质及石油变化

的影响 Т. Л. 西馬柯娃 (303)

甾族化合物研究与石油起源 Н. И. 邓宁、J. W. 穆尔 (309)

关于石油中瀝青质-胶质組分的起源問題... П. Я. 捷緬科娃 (320)

油气地质理論研究方向*

М. Ф. 德 瓦 里

所有普查勘探工作和科学研究工作，其中包括以解决油气地质領域內的理論和方法問題为目的的工作，都应当服从于实现油气儲量增长計劃这一任务。有根据(近年来油气工业儲量的增长、預測儲量的評價)认为：苏联有足够丰富的資源，能使油气产量作现实的有計劃的增长。为此，首先必須解決的問題是：1)給普查勘探工作指明具体的含油气区与远景区和远景层組的位置；2)如何从根本上大大提高油气勘探工作效率，以便使发现和准备儲量的工作进行得更迅速和更經濟，减少普查和勘探进尺的費用以及其它材料的消耗。

在这篇文章中将要談到有关解决第二个任务方面即将研究的方向問題，亦即是在制訂普查勘探工作的科学基础方面的任务問題。

問題是普查勘探工作科学基础的制訂，在現阶段暂时还只能在发现新油气田的低工作效率情况下来进行。就以发现一个新油田所需的普查井数这样一个重要指标來說，不得不指出：在美国这个很大的产油国家內，在最近十四年来，新油田普查井的效率保持在11%的水平上；在矿藏开发得比較少些的苏联，对进行普查勘探工作的科学根据要求更高，但这个效率指标仍然未曾超过20%。我們不能滿足于这样的效率。在很短的时间內，到1980年，我們应将石油年产量約要提高到七亿吨，天然气年产量約提高到

* 原載《Советская геология》1962, № 6, стр. 3—16. 題目“Направление теоретических исследований в области геологии нефти и газа”，作者 М. Ф. Двали.

7,000 亿立方米。而在 1960 年,全世界(除苏联外)的石油产量为 89,115.9 万吨^[12]。

在每一个新区,当发现了第一个油田以后,普查钻井效率在一定期间内保持在比较高的水平上;之后它就不断下降,其下降情况随普查计划所包括的更深或更复杂的油气藏类型而定。遗憾的是,我们常常不能解释,为什么在那些已经具备了获得工业油流的一切客观先决条件的地区,钻井结果却不好。彻底分析和解释普查勘探钻井不良结果的原因,无疑是提高钻探效率的重要因素。

在油气藏和油气田空间分布规律问题的解决得到根本性改善的情况下,普查勘探工作效率可以大大提高。如果考虑到现在普查勘探工作的费用相当大,那么即使只将工作效率提高百分之几,也能使国家大大节约。目前,开采石油的国家不少于 55 个^[13],已知油气田超过 1 万个。其中每个油气田都有这样或那样的地质特点,它们的位置都已标明在区域地质构造图上,各油藏都有地质剖面。看来,这些资料完全足够我们根据油气分布的地质条件将已知油田进行系统研究,并十分肯定地来阐明我们所感兴趣的规律。这样的工作,在各大区和各国已经不止一次地做过了^[1,8,9]。这条解决油气藏和油气田分布规律问题的途径,无疑是很重要的,但不是唯一的。各种有机生油 and 无机生油学派的拥护者,将与构造图复合起来的同一张油气藏和油气田空间分布图拿来来进行远景预测和确定普查勘探工作的方向时,将会得出各种不同的解释。不难得出结论:为了成功地解决油气地质的基本问题,也就是解决油气田和油气藏空间分布规律问题,单一地、确切地解决石油成因问题有着重大的意义。

在油气地质理论工作方面,关于科学研究工作的规划问题,已经成了 1958 年全苏会议的讨论对象^[8],在这个会议上,提出了研究题目。1961 年 3 月,在苏联地质保矿部部务委员会会议上,根据本文作者的报告,曾对这个问题和关于油气田、油气藏空间分布规律研究工作的组织问题进行了讨论。当然,有关这一问题的工作,应该和这方面已作的工作结合起来,现有的材料必须批判地研究

和总结。

第二个重要问题是选择具体研究对象(油气田、油气区、油气地区)问题。虽然工业油气聚集的产出条件极为多种多样,但在现阶段已经可以划分出典型的盆地区和油田。对这些地区应当进行综合的、有目的的研究。可以确信,从这种研究所得出的结论具有普遍意义。因而,没有必要在这个研究阶段研究所有的油气区、油气地区和油气田。况且,问题必须在最短期限内解决。在选择科学研究工作课题时,同样需要最大限度地缩小问题的范围,集中精力在这样的石油地质和地球化学问题上;这些问题在所选择的具体对象(油气区、油气田)上或在相应收集起来的、有区域特色的资料(石油类型,等等)基础上的解决,必然成为解决整个问题的前进道路上明显的一步。

第三个重要问题是必须高水平地进行整个问题各个部分的研究,主要是石油地球化学和石油运移的研究。在这个意义上,就应当特别注意运用新的和最新的分析方法,它能使我们更深入地了解所研究物质(石油、沥青、天然气、水和岩石)的构造和结构,并且揭示过去未知的特点及其内在联系。

最后,专题研究的组织工作具有决定性的意义。无疑地,按统一计划进行工作,是整个工作顺利完成所完全必须的。因为,在这种情况下容易避免研究上的重复,容易把注意力集中在目前急需解决的问题上,并使它们服从于主要问题的解决。研究这些问题的科学机构的数目应当大大缩减。最好是,如果在为数不多的几个研究所中研究同一个题目,那么它们的工作必须按照一个统一计划去进行,必须保证这些研究所及时地得到最新装备,以便广泛开展实验。

解决油气田和油气藏空间分布规律问题的研究工作主要方向是:

- (1) 研究岩石圈中工业油气聚集的地质条件;
- (2) 研究油气起源和油气藏形成问题;
- (3) 进行普查勘探实践所急需解决的其它问题上的工作(计

算預測儲量、編制远景图、編写論文报告的細則、統一術語、分类法等等),都应在第一阶段完成。

按照上述研究工作的第一个方向,在地质結構和含油性資料累积的基础上,再考虑国外的資料,應該进行苏联領土上的分区,划分出含油气盆地和油气聚集带,根据地质发展特征和含油气条件进行区划。可以預料,由于这些工作的結果,将会查明依据地质构造、地层、岩相-岩性、水文地质、古地理、地球化学等因素以及油气成份的不同而得出的局部地质統計規律。除此以外,很可能还将查明大油气聚集带和大油气田带分布的具有典型性的地质-地球化学特征。除已查明的規律之外,还将确定岩石圈中工业性油气田分布的新規律。

第二个方向所規定的研究目的,應該是解决石油起源和油气藏的形成問題。这是个老問題,至少是在三十年以前,它就具有迫切的实际意义。在过去几十年間,这个問題的討論有时活跃、有时暫緩。不仅在有机生油理論和无机生油理論的拥护者之間进行了热烈的爭論,而且在这两个主要派別內部,也有爭論。在这一爭論中,显然,存在着由于錯誤地解释事实而产生的矛盾。不难看出,在有机生油和无机生油理論的拥护者們之中,甚至在这两种理論中同一理論的不同学派拥护者中,在石油起源問題上对研究规划的要求将是完全不同的。

我們地质学家中的某些人,持有无机生油假說的各种不同見解。他們认为有机生油理論的許多問題(生油岩系、原始运移,等等)还搞得不够清楚,并且总的來說,完全沒有任何得到解决的前景,而有机理論已陷入絕境。对 Н. А. 庫德良采夫(Кудрявцев)和 В. Б. 波尔菲利耶夫(Порфи́льев)等人來說,有利于无机生油概念的主要論据是石油埋藏地质条件的分析;此外, В. Б. 波尔菲利耶夫还广泛引用了宇宙的特征(金星上的油海等等)作为論据。仅仅是一个油藏地质条件的分析,沒有而且不能导致石油成因問題单一的解决。确实有这样的情况,油藏在地层剖面上同样的分布,可以从石油成因的各种不同概念出发来解释。因此,地球化学的研

究,在解决石油成因問題上,在目前有其特殊的意义。

石油在岩石圈內发生、存在、变化和破坏。石油地球化学就是研究这些过程的总和的。从有机生油理論看来,因为我們推测石油生成过程与围岩有成因联系,所以研究的对象应当是整个天然体系:石油——天然气——岩石中的有机质——水,还有岩石中的矿物部分。因此,应当在最近时期的綜合地质-地球化学研究过程中解决的这项研究工作的基本任务是合适的。因为工业油气聚集埋藏的地质条件应当在研究的第一阶段闡述和分析,这里,我們主要来探討一下石油成因問題中地球化学研究的題目。

在尚未比較全面地了解石油的成份及其在岩石圈中的变化規律之前,不可能彻底解决石油成因問題。石油的成份在某种程度上与原始物质有关,而在岩石圈沉积盖层的发展历史中,各个生油期的原始物质又都不可能是始終如一的。另一方面,石油也和所有岩石一样,当它在岩石圈中逐漸埋藏在沉积层深处时,就要經受变质作用;而当下陷为隆起所代替时,在表生作用帶中則石油要經受氧化作用。次生变化大大掩盖了石油的原始成份。尤其是确定不同成油时期的在成因上不同的石油,将有极大的理論和实际意义。对一个地质学家來說,非常重要的是要知道,在一个油田剖面、但在地层时代上不同的生产层中的石油,究竟是一种原始石油派生而来的呢,还是在成因上由不同成油期形成的。在現阶段,积累了并局部总結了大量不同年代的石油成份的資料。然而,还远沒有查明各种石油成份和性质的参数,根据这些参数,可以判断各个含油层石油的成因关系和区别。必須补作詳細的(采用最新的方法)典型石油成份的研究。应该首先将多层油田区和油田(伏尔加-烏拉尔、北高加索、恩巴)的石油作为研究对象。头等重要的是制訂石油和石油在氧化和变质过程中轉化的派生物的成因分类,以及查明不同年代和不同形成条件的石油原始成份。制訂这种分类时必须考虑到石油在岩石圈中变化規律的研究成果,以及由围岩区域变化所决定的石油变化的共生联系的研究成果。

研究石油中的主要部分——油质餾分和目前研究得还很不够

的瀝青质——胶质部分，是特別有前途的。研究作为石油組成成份的芳香烴的地球化学，将会获得許多資料用來說明石油的演化，特別是說明溫度因素在成油过程中的作用。在我們的概念中，正是依靠作为石油基础的油质組分的轉化，一方面形成了相当大部分的輕餾分和气体，另一方面形成了瀝青质——胶质組份。必須改进石油成份及其轉化产物的研究方法，其中包括很可靠的同位素分析方法(C^{13}/C^{12} 、 S^{32}/S^{34} 、 O^{18}/O^{16} 和 H^1/H^2 的稳定同位素)以及石油轉化过程模拟实验中的示踪原子法。有根据认为，远非所有天然原油組份在分餾溫度下都是稳定的，必須制定在不超过油层溫度情况下能保证从石油成份中分离出各种組份的石油地球化学研究方法。目前，我們已經拥有相当大量不同年代和不同埋藏条件的石油分析数据。用数理統計法来整理現有的資料，将会极有助于查明石油成份中各个不同組分之間的比例系数。

人們把飽含于疏松沉积岩中，或以形形色色的包裹体和聚集体而出現于其中的固体瀝青，看作是石油的轉化产物。如果认为固体瀝青只是由于石油氧化的結果而形成的話，那就錯了。它們同样可在石油高度变质的条件下形成，并从液相石油中分离出来。考虑到通常把岩石中的固体瀝青包裹体看作是含油性的直接标志，而对评价含油远景來說，非常重要的是了解瀝青是石油的变质产物还是石油的氧化产物，因此，也应当从这一角度来制定固体瀝青的成因分类。

主要由甲烷与其較重的同系物的某种混合物(到戊烷，有时到輕油蒸气为止)和其他气体混合物(CO_2 、 H_2S 、 H_2 、 N_2 、Ar 和稀有气体)組成的天然烴类气体，是石油的經常伴生物。烴类气体与石油不仅有空間上的联系，而且有成因上的联系，因为烴类气体与石油可能是由共同的原始物质(有机质)形成的。而除此之外，毫無疑問，在石油轉化过程中会有烴类气体和其它杂质气体生成。因此，在勘查实践中，烴类气体，特別是含明显数量甲烷族重烴化合物的烴类气体，被认为是含油性的直接标志。

石油气按其埋藏条件可分为以下几类：1)油藏的气頂；2)石油

中的溶解气;3)溶于油田水中的天然气;4)与岩石中分散有机质共生的、并由后者在生油过程中形成的天然气。 CO_2 和 H_2S 的存在,可以证明存在过或者还在继续进行着的天然气生物氧化作用。然而,发现了像美国那样的含大量 CO_2 的凝析气田¹⁾和法国南部极富含 H_2S 的气田。在这两种情况下,都很难认为这些化合物是深度生物作用的产物。没有氩、氮,也认为是生物成因的。气体的聚集常常是次生的,而在天然气运移能力十分大的情况下,很难使人相信与某一地层中原生的石油在分布上和成因上有联系的烃类气体,不含较深处生成的成份的混入物。例如, CO_2 、 H_2S 、 H_2 、 N_2 和 C 就可以有深成的。更不能排斥石油气中的甲烷部分也有深成的可能。看来,目前的同位素分析(据 $\text{C}^{13}/\text{C}^{12}$)是最有可能区分开甲烷和 CO_2 中的生物炭的唯一方法。石油气和干气成份中不同成因的甲烷的区分,有很大科学和实际意义。

因此,对于天然气,就像对于石油和固体瀝青一样,当前研究工作迫切的课题,是制订它们的成因分类、查明干气藏与油藏的相互关系、伴生气与石油成因联系的实质。正如全苏石油地质勘探研究所的实验所表明的那样,研究地球化学转化程度不同的气体中正构和同分异构的甲烷烃的比例关系,对于石油气的地球化学分类和确定它们的演化来说,是极有成效的。还有可能找到其他值得注意的参数。

石油无机深成假说的拥护者们认为,石油以成熟或近于成熟的状态,从地壳深处进入到成层岩石圈中,且其变化特点取决于它接近地表的程度,亦即取决于表生作用的影响。他们没有作过任何石油无机生成的地球化学方式及其在岩石圈中转化规律的深入探讨。很久之前所作过的少量烃类的,更确切地,多属瀝青物质的无机合成实验,对于要得出一定的结论来说,显然是不够的和很表面的。并未仔细研究过所得到的类石油产物,它们的族份和单体成份在很大程度上还没搞清楚。因此,这些产物与原油成份的对

1) 例如马克·卡鲁姆(科罗拉多)气田的工业凝析气藏,其气体成分如下: CO_2 , 92%; N_2 , 3%; 重烃, 5%; 无甲烷。

此問題尚待揭曉。為了使得對有機成油論者來說也是很重要的石油無機合成問題獲得一定程度的解決，必須在高溫高壓條件下進行烴類合成試驗。我們衷心希望這些實驗的不良結果會有肯定的意義；因為這樣一來剩下的石油成因假說就會少一些了。

石油成因有機論者把石油的形成在成因上與埋藏於沉積岩中的有機質聯繫在一起，並且其中為數不多的一派的出發點是認為，呈均勻狀態或以一定富集程度埋藏下來的有機質，全部都轉化為石油（而對於轉化條件的說明是各不相同的）；另外一派生油沉積假說的擁護者則認為，石油是由分散於岩石中的有機質的不大的一部分形成的。十分明顯，這就要求進行有機質地球化學的研究，而且每一派在研究方法的要求上是不同的。我們認為，均勻分布的有機質全部轉化為石油的提法（К. П. 卡里茨基或以後的 В. Б. 波爾菲利耶夫的假說）是沒有根據的。地球化學研究的對象應當是分散於沉積岩中的有機質。

十分肯定，富含分散有機質的岩石，從早古生代起就開始出現。然而有根據認為，這種現象也發生於前寒武紀的沉積岩中。例如，在芬蘭結晶基底剖面上就發現卡列維建造（中元古界）和芬蘭建造（下元古界）中有含煤千枚岩，這是伏於太古代片麻狀花崗岩之上的最古老的沉積岩系^[2]。在加拿大地盾前古生代地層剖面上也發現了含分散有機質的變質較弱的沉積岩。可以確信，俄羅斯陸台基底剖面的這些部分也有分散有機質。關於這點，М. Ф. 米爾琴克（Мирчинк）、А. А. 特羅菲穆克（Трофимук）和 К. Р. 切彼柯夫（Чепиков）這樣寫道：“最後，在為數有限的地區，在基岩組成中發現了石英岩、粘土頁岩和雲母頁岩。與前面描述過的地層相比，它們的變質程度要弱得多，並且變動得也要輕微些……這些沉積層的时代確定為早元古代”^[3]。

當我們對近期的、主要是在蘇聯完成的科研成果進行分析時，就可以肯定：無論何種岩相—岩性成份的石化沉積岩（粘土岩、粉砂岩、砂岩、碳酸鹽岩），當有埋藏於其中的原始分散有機質存在，並且它們在成岩的還原環境下發生轉化時，經常產生一定數量的瀝

青組分，且其成份中含有烴類。除了少部分烴類是生物合成和來自死亡的有機殘體而保存於沉積物中之外，正是還在早期成岩作用階段，並且延續到沉積物向地深沉降階段，也發生了瀝青物質及其組成成分中烴類的形成作用。這種作用的強度和延續時間取決於很多因素，首先取決於岩石的岩性-岩相成份、岩石形成時所處的地球化學環境和地質環境的演變。

沉積物和石化岩石中的烴類成份與石油烴類成份的對比研究還剛剛開始。隨著這項研究的深入，越來越多地查明了它們之間特徵上的相似性，但也發現了一些需作解釋的差異。岩石液體瀝青和石油在組成上的重大差別，是一種十分必然的現象，因為石油和瀝青在其運移途中和在油藏內停留期間不可避免地要發生變化。嚴格說來，岩石液體瀝青和石油在成分上有相似性這一因素的存在，還不能作為其間有成因聯系的充分證據。在自然界中，在不同環境下，相同或幾乎相同的物質很可能通過不同的途徑形成。然而，這樣一點，只是對於簡單化合物來說才是完全正確的，而對於石油這樣一種由特殊化合物形成的如此複雜的化合物來說，就不對了。因而很有必要繼續找尋岩石有機質（首先是其中的瀝青組分和烴類）成分與石油成份之間更為廣泛的對比參數。

因此，應當以沉積岩有機質地球化學研究為基礎，對典型含油氣區和區域性含油氣區剖面（從現代直到基底）岩石有機質的成分和轉化程度的分布進行對比分析。其目的在於：

（1）進一步說明已發現的有機碳含量沿剖面向下的總的變化規律特徵；烴類成分及其含量的變化規律特徵；更深入地研究烴類的組成，此時，應當特別注意分離並研究同生低沸點烴和氣態烴，這些烴在用一般抽提方法時都損失掉了。

（2）查明與圍岩區域變質程度有關的有機質變質作用的一般規律。

（3）明確有機質的各種不同生物化學組分在生油過程中的作用。

（4）明確含油區和含油區域剖面上有機質成份分布的定量規

律,这对于用体积成因法评价预测石油储量来说是很重要的。

在把沉积岩分散有机质和成油作用联系在一起的时候,自然我们应当拥有足够数量的标准垂直剖面,这些剖面包括从现代的直到最古老的岩石。根据这些资料,就可以研究有机质及其组成的分布和组成。尽管在苏联数十年来许多研究机关和生产单位用不同方法研究了岩石有机质,但是直到现在,我们仍然没有足够数量的对比分析资料¹⁾,能对不同时代和不同成份的岩石中的有机质及其组成的平均含量作出可靠的估价。例如,对苏联三大油区:烏拉尔-伏尔加区、西伯利亚和北高加索山前带沉积层的含瀝青情况已经作了多年研究,但是我们只拥有少量的资料,难以得出烃类含量的平均值。在有机碳和瀝青含量的资料方面,情况稍好一些。但是由于没有一个统一的查明瀝青含量及其地球化学特征的方法,大大妨碍我们得出平均值并对它们进行概括。沉积岩中的瀝青是用抽提法从中提取出来的,而尽管我们从事这项工作的单位有数十个之多,且已为时多年,但迄今抽提理论仍然未能确定下来,因之,还没有一种从岩石中抽提分散瀝青的公认的合理方法。岩石有机质研究方法上的这一严重缺陷必须尽快消除。

在寻求岩石有机质转化产物与石油成份的成因对比新参数时,不能满足于在现有研究深度的水平上来继续积累资料。必须运用新的化学、物理和光学的方法来大力提高研究的详细程度。我们已经习惯于设想只是有机质中的脂肪部分才参与分散瀝青和烃类的形成过程。但是,现在有充分根据认为,碳水化合物和腐植质,甚至在成岩作用晚期处在深沉降带的高温高压条件下的不溶有机质,都在某种程度上参与了这一作用。在寻求有机质成份与石油之间的对比参数时,采用烃类结构分析和 C^{13}/C^{12} 的同位素分析是很有前途的。

直到最近为止,作为可能的生油岩来研究的主要是海相粘土岩;而现在,在这个观点之下,也应当对各种不同岩相环境的其它

1) 如果不算 A. B. 罗諾夫^[10] 研究俄罗斯地台剖面岩石中有机碳分布的唯一的极好的工作的話。

岩性成分岩石(碳酸盐岩、粉砂质砂岩)进行研究。岩石分散有机质的地球化学研究,归根到底应当服从于查明从所研究剖面 and 盆地中划出可能生油岩的标准这样一个任务。只有肯定的地球化学指标和岩相-岩性指标(有机碳、瀝青、烴类的含量,沉积物类型)当然是需要的,但要以此来作为划分出工业油气聚集形成源泉的生油岩系,則是不够的。有决定意义的是地质环境的演变,它能保证已形成的为量不多的(常常只有万分之几)、并且又是呈吸附状态存在于固体有机质和岩石矿物顆粒上的液态瀝青从生油母岩中原始运移出来。这些瀝青的解吸,是原始运移的第一步。这种运移不可避免地发生于任何岩性成份的(粘土、碳酸盐、粉砂岩)生油母岩之中。而在这些母岩中,液态瀝青处于分散状态且含量不高,使人怀疑在沉积固結作用时瀝青呈液态压出的概念是否正确。近年来的研究資料证实了呈单一相态的原始运移(溶于气相中的烴类的运移)和呈水溶液状态(共軛或胶态溶解)^[9]运移是现实的。既然生油沉积由于其矿物成份、溫度和某些其它因素而具有保持液态瀝青的吸附性能,那么,从实驗室研究,或以天然对象来研究这些因素的影响,就很必要了。

研究原始运移的第二个方面,是烴类呈液态从水溶液中析出过程的条件和机理;多孔介质和儲油岩中大量气体和液体連續形成的机制,它們靠浮力和水动力梯度而能够在饱含水的孔隙地层中运移。可以肯定认为:分散状的油气小滴不能在饱含水的小孔隙介质中运移。由于微裂隙現象的区域性,必須在理論上和实驗上研究这些因素对从泥质母岩向外作原始运移过程的影响。

詳細論述油田水地球化学研究这样一个中心問題,势必会使本文的篇幅增大,而这是不允許的,因此我們只限于作不多的評述。

石油和原始有机质的生物和非生物轉化作用,总是在某种程度上含水的沉积岩中进行的。只有在水的积极参与下,石油的生成、油藏的形成和油藏的破坏过程才有可能发生。在油藏中的石油与周围地层中的水相互作用的条件下,可以合理地推測在水的

成分中存在可溶性烴类、环烷酸和其它組份。气体成份、气体弹性、能溶于地下水中的有机化合物以及微量元素等可作为普查标志的这些方面的研究工作，目前正在广泛开展，并且应当繼續下去。研究生油岩和显然是非生油岩在从現代沉积物开始的整个成岩作用时期中沉积水的成分和性质，具有十分迫切的意义。这项研究的目的，应该是确定沉积盆地含盐度参数和解释成岩作用中水份的演变，以及揭示水份中能指示发生过生油过程的組份。地下水中所发现的微量元素和成因上与有机质有关的化合物（如碘、钒、镍和氨等），在这方面很有意义。遺憾的是，对它們还研究得很不够。不論是在沉积水中或是在可能的生油母岩次生胶結物中，次生碳酸盐化合物的研究，也应予以很大的注意。

从石油成因有机論拥护者的立場来看，沉积岩不仅是石油的儲藏地，而且还可能是生油的介质和源泉（岩石有机质），还可能是这一过程的积极影响因素（矿物催化作用）。决定有机质和石油轉化方向的地球化学主要参数，是控制某种由不同因素引起的化学或生物作用可能性的氧化-还原电位；而氧化-还原电位本身，又受这些因素的作用。无需說明，沉积物（岩石）成份中的还原型化合物（瀝青和烴类）新生作用需要在成岩过程中保持有还原环境。在現代沉积物中，当 E_h 值为低正值时，还原反应就已經会强于氧化反应^[1]。当然，最有利于生油的介质是 E_h 值为高負值的（硫化物和硫化氢地球化学相）介质。二价铁与三价铁的含量比、錳的氧化物、硫的类型以及氮化合物的氧化-还原反应和 pH 值，都会对沉积物中的氧化-还原电位值有相当大的影响。

研究沉积物中物质成岩变化的最有意义的对象，是铁的化合物。当活动性氧化铁还原，从而在沉积物中建立还原环境时，要消耗沉积物中相当大量的有机质。砂岩中活动性铁的含量占总铁量的 82.2%（Г. Л. 斯塔德尼柯夫，1957）。这一情况，以及砂岩中有机质的原始含量低，决定了砂岩与同相粘土岩比較，作为母岩的可能性較小。目前所曾提出过的假定铁化合物靠有机质而还原的反应中，沒有发现微生物的作用，反应的化学机制也不清楚。