

# 国外石油有机地球化学进展

付家谟

(中国科学院地球化学研究所)

为了迅速开发我国石油资源,发展我国有机地球化学,最近我所王铸青、盛国英和我应邀前往英国参加了第九届国际有机地球化学会议、深海钻探计划的有机地球化学专业工作会议。参观了设在纽卡斯大学与布里斯托尔大学的有机化学实验室、法国石油研究院、英国石油公司研究中心与英国罗伯逊研究所的石油地球化学分部。现根据我在国外的所见所闻,将国外石油有机地球化学进展情况介绍如下:

## 一、国外石油有机地球化学研究现状

### 1. 地球化学基础理论的研究

六十年代中期,地球化学基础理论的研究,推动了石油成因现代理论,产生了地化评价的一系列原理与方法。七十年代初有机地球化学家从地质体中发现了藿烷等甾族与萜类生物标志物,通过深入研究后,现已发展为重要的油源对比新指标。

国外有不少设在大学与研究机构内的实验室,专门从事有机地化的基础研究,某些大石油公司的研究中心内常常也投入少量人力从事这方面研究。如我们这次参观的英国石油公司研究中心,除G·斯皮尔斯(Speers)领导的一个较大的石油地化分部从事勘探评价与发展研研外,在物理化学部还有一个小组,由E·V·怀特赫德(White Head)领导专门研究新生物标志物,二十年来他们发现了异戊二稀类烃等多种新标志物,并弄清了它们的结构。

国外有机地化基础研究发展极快,当前主要侧重于研究生物标志物、干酪根、深海沉积物有机地化、同位素有机地化等。

国外石油地质、地化专家十分重视有机地化基础研究,如第九届国际有机地化会议,主要讨论基础研究成果,得到二十余家大公司资助,而且有三分之一的代表直接来自各石油公司。

有机地球化学基础理论研究的项目除氨基酸外,目前研究最多的有两大类化合物:卟啉与甾、萜类。除钒卟啉、镍卟啉,又发现了一些金属卟啉,如锰卟啉、镓卟啉。最近采用薄层色谱与高效液相色谱技术,分离出初卟啉、脱氧植红初卟啉、双脱氧植红初卟啉、紫红一初卟啉等五种钒卟啉化合物。甾烷与萜烷类化合物可以综合反映母源输入、成熟度与运移影响,因而在油源对比工作中取得了较好的效果。此外,对类胡萝卜素、 $C_{37}-C_{39}$ 长链不饱

和酮（指示颗石藻生物）和氨基葡萄糖（指示含几丁质的浮游生物）的研究也获得了结果。

在干酪根与各种煤素质的研究中，由于采用了裂解色谱等降解新方法和多种鉴定技术，对这些高聚合物的性质与结构的认识取得了很大的进展。

## 2. 石油地球化学应用理论研究

国外在重视有机地球化学基础理论研究的同时，对石油地球化学的应用理论研究也十分重视。他们运用基础理论研究的成果，发展新设想，并在石油勘探与远景评价工作中使用和推广新指标、新技术方法。例如法国石油研究院的 B·蒂索 (Tissot) 在石油深部成岩成因理论的基础上，发展了干酪根成油说，并提出按干酪根的 H/C 比值与 O/C 比值划分干酪根类型与判别生油岩的新设想。而 B·蒂索的助手 J·埃斯皮塔利 (Espitalie) 采用既省钱又简单的热解色谱原理，将计算色谱峰获得的氢指标与氧指标替代干酪根的 H/C 比与 O/C 比，从而成功地发展了一种新技术——生油岩评价仪。此仪器直接分析岩石样品速度快（一台仪器一年可分析六千个岩样）成本低、效果好，已在世界上各大石油公司中推广应用。

又如，有机地球化学最近对现代沉积物中甲烷的成因进行了深入研究，在理论上取得了新的进展，即甲烷多属微生物成因，而乙烷以上重气体烃的来源有二：深部来源和地表污染。在此新认识的基础上采用高灵敏度（分析乙烷、乙稀和丙烷的灵敏度达 0.1ppb）气相色谱法，成功地区分了二种不同来源的重气体烃，从而发展了一项直接找油的新技术 (Sniffer)，此技术特别适用于海上勘探石油与天然气。

## 3. 应用石油地球化学进行区域性远景评价

有机地球化学不仅研究生油岩有机质的数量与类型，还研究石油演化、油气运移与对比，以及原油的后生变化等。目前国外运用有机地球化学进行区域性远景评价较普遍。各大石油公司都相继设立了专门的石油地化分部或实验室，还出现了专门从事这方面评价工作的公司，如休斯屯地球化学联合公司；英国石油公司采用地球物理、地质学与地球化学紧密结合的方法，成功地勘探了北海油田。

在进行区域性评价时，他们所注重的是有机成岩作用和原油对比的资料。如英国罗伯逊研究所采用有机岩石学方法、孢粉颜色、镜煤反射率进行区域远景评价，而法国石油研究院则不用有机岩石学方法，用热裂解干酪根的方法即生油岩评价仪 (Rock Eval) 进行评价。

总的说，国外应用石油地球化学进行远景评价的具体步骤如下表所示：

地 质 资 料	地 球 化 学 资 料	远 景 评 价
生油层与储油层的分布	原油与生油岩对比确定生油岩	不同目的层的选择
古地理与沉积相的变化	生油岩沉积相的区域分布	区 域 目 的 层
盆地沉降历史与地热梯度	生油岩的成熟阶段	的 确 定
孔隙层断层与不整合面的分布	盆地内油气的运移路线	最佳远景层位
圈闭的沉降历史	石油形成运移与聚集的时间	与地区的确定

国外对同位素有机地球化学的研究十分重视，并将有机质的同位素分馏应用于石油地化

与煤有机地化。在第九届国际有机地化会议上还报导了卟啉化合物与脂肪酸化合物中碳同位素的地球化学。

## 二、重视引进有机质分离与鉴定的新技术

六十年代初期，国外已采用气相色谱技术，成功地测定了地质体中的烷烃、氨基酸及正烷烃奇偶优势、脂肪酸偶奇优势，从而建立起石油成因的现代理论；七十年代初开始引进色谱—质谱技术，发现了甾、萜等重要的生物标志物；目前则已普遍采用色谱—质谱—电子计算机联机、裂解色谱—质谱技术、高分辨毛细管色谱仪、分离用与鉴定用的各类高效液相色谱仪和碳、氢、硫同位素质谱分析技术，及显微镜有机岩石学技术等，并深入研究了各种生物标志物与干酪根。此外薄层色谱技术、扫描电镜、核磁共振仪（包括质子—核磁共振仪、 $C^{13}$ —核磁共振仪）、高精密度与高灵敏度碳同位素分析技术等都已石油有机地化中应用。

但是国外在引进先进技术及先进仪器的同时也十分注重发挥设备及组织管理的作用。如布里斯托大学与法国石油研究院的实验室，仪器设备并不是最新、最好的，远不如某些石油公司，但他们却做出了世界上第一流水平的研究成果。从事区域石油地化评价的实验室中也有这类例子，如罗伯逊研究所，它虽然没有色谱—质谱—电子计算机等先进仪器，但由于善于组织，具有特色，石油远景评价水平并不比某些大石油公司逊色。

有机地球化学的发展趋势表明，需要专业协作，这就要求有机地球化学家与石油地球化学家既要熟悉有机化学，又要懂得地质学。国外不少人具有这二方面的专长，许多优秀的实验室也往往拥有这几方面的专家。在专业协作方面，由于当前生物标志化合物研究的大大深入，广泛引入了立体化学的原理，这就要求人们掌握更多的有机化学理论知识；又如煤岩学的引进，发展了有机岩石学的新方向（包括目前应用很多的镜煤反射率方法）；各种裂解技术应用与研究干酪根与煤素质，出现了石油地化与煤有机地化的新苗头，这就要求石油地球化学家学习与掌握煤地质学，特别是煤岩学的许多理论知识。

### 岩石孔隙结构仪样机试制成功

地质部石油地质中心实验室设计的KG—78型岩石孔隙结构仪，样机已在江苏省海安石油实验仪器厂试制成功。

该仪器与本系统目前所使用的同类产品比较，具有下列优点：测量精度高（可达1%）、测量范围大，可测孔隙半径范围为100—0.015微米、仪器结构合理、操作方便、汞污染少。

经地质部与石油部所属十六个单位对设计及样机进行审议和鉴定，样机各项参数达到了设计要求。