

中英合作开展分子有机地球化学研究 取得重要进展

傅家谟 盛国英

(有机地球化学国家重点实验室)

当代世界的两个重大问题：能源开发与环境保护，都和有机地球化学的研究和应用有密切的关系。近 20 年来，随着石油有机地球化学的发展，已在油气区域远景评价及石油勘探开发中有效地配合和支持了其它地质和地球物理方法，成为找油找气三大学科支柱之一。研究人类活动特别是能源消耗对环境带来的危害，推动了环境有机地球化学的迅猛发展。全球碳循环、酸雨等与本学科密切相关的课题已引起了人们的极大关注，并已成为国际科联所属环境问题科学委员会 (SCOPE) 研究计划的重要内容。分子有机地球化学(生物标志化合物研究)是当代有机地球化学的生长点之一，发展十分迅速。

生物标志化合物(或称分子化石)系指地质体中产生的特征有机化合物，由于它们具有生物体有机化合物的基本分子骨架，因而能提供生物输入、沉积环境与成岩变化等多方面的信息。80 年代以来，分子有机地球化学已在国外石油勘探中发挥重要作用，如应用生物标志物进行油源对比、成熟度判别、母质类型与生物输入的确定、生物降解油与重油的研究，以及探讨石油的原生运移等。虽然我国分子有机地球化学研究起步较晚，但在油气勘探应用中也已取得了显著成效。在海洋、环境等领域也有着广阔的应用前景。我国分子有机地球化学研究中存在的主要问题是：基础研究十分薄弱，尤其在新生生物标志物的发现、确认和应用方面十分落后。近年来，我们通过国际合作，特别是与英国布里斯托大学的合作研究，已经在新生生物标志物发现、定量与应用等方面取得重要成果，打破了以往在这方面完全依赖国外的局面。

英国皇家学会会员 G.Eglinton 教授领导的布里斯托大学化学系有机地球化学实验室，是当今世界上本学科最著名的实验室之一。自 1968 年创建以来，分子有机地球化学领域一直处于国际领先地位。在中国科学院和英国皇家学会的支持下，1979 年以来，我们的实验室与该实验室建立了长期合作关系，定期互派访问学者和博士研究生进行卓有成效的合作研究。

从 1983 年起，我们两个实验室合作开展了分子有机地球化学的研究，并取得重要成果。在此基础上，1984 年底以“地质体中新生物标志物的研制”为题，向国家自然科学基金委员会提出申请，并获准资助。1985 年初，课题组的科研人员在我国典型区域内进行野外工作，采集了大量岩石、原油、煤等样品，并继续与布里斯托大学有机地球化学实验室 G.Eglinton 教授、S.C.Brassell 博士合作，运用大型色谱-质谱-计算机联用仪等现代先进设备和分析测试新方法、新技术进行了深入的室内研究，取得以下主要成果：

1. 标志生物输入源的特征性生物标志物的发现。在我国茂名油页岩中发现了标志葡萄藻(丛立藻)成因的新的较完整系列的葡萄藻烯和葡萄藻烷, 以及其它陆源高植物输入的生物标志物。

2. 生物标志化合物的定量。1983年首次引进生物标志物的绝对定量技术, 并有效地应用于生油评价。

3. 膏盐沉积高硫原油芳烃馏份特殊生物标志物的检出。近两年在我国膏盐盆地高硫工业原油芳烃馏份中, 首次发现了许多新的有机含硫化合物以及脱羟基维生素E。含硫有机化合物主要有: (1)长链烷基噻吩类化合物($C_nH_{2n-4}S$)包括具有正烷基和 \leftrightarrow 异构 \leftrightarrow 烷基的7个系列噻吩类化合物; (2)长链烷基四氢噻吩类化合物($C_nH_{2n}S$), 具有正烷基和异构 \leftrightarrow 烷基的五个系列四氢噻吩类化合物; (3)烷基苯并噻吩类化合物($C_nH_{2n-10}S$)。通过对上述含硫有机化合物分布规律的研究, 提出了石油成因演化理论方面的新见解。如, 认为高含硫量以及丰富的含硫有机化合物是膏盐环境蒸发岩相有机质的特性标志化合物, 并为世界上热门研究的未成熟和低成熟原油找到工业油硫实例, 在江汉盆地已发现膏盐相未成熟高硫工业油藏。含硫化合物在未成熟原油中的大量检出, 还可能预示着某种亟待研究的成油机理, 即这种机理发生在早期成岩阶段, 并与一定的环境介质条件关系密切。脱羟基维生素E化合物在原油中的发现, 证实了生物体中维生素E和氧杂萜满也是重要的生油母质。

4. 煤及煤系地层中检出的新标志化合物。结合国家“六五”攻关课题“煤成烃”的研究, 在树脂煤、泥炭藓煤、残植煤等特种煤中检出了许多新标志化合物。在抚顺树脂体中检出了四环二萜烷; 在云南泥藓煤中检出了典型的陆源三萜类化合物, 特别是鉴定出了一系列具奥利烷骨架与乌散烷骨架的三环芳构化和四环芳构化的三萜类化合物, 以及其它一些典型的陆源输入标志物; 在新疆侏罗纪煤系、苏桥残植煤与抚顺镜煤中检测出了苯并藿烷和D环芳构化8.14一断藿烷等煤系地层特征性标志物。基于上述生物标志物的特征并结合这些煤的热模拟试验结果, 提出了煤成烃母质的成气、成油新模式。

应用膏盐相生物标志物特征还探讨了一个大型硫磺矿的成因。在煤与大气样品的生物标志物组成与波谱性质方面也进行了初步研究。

以上成果曾分别在国内外学术会议上报导, 并发表论文20余篇, 受到国内外同行的重视。1987年4月在英国皇家学会正式展出“中国科学院有机地球化学开放研究实验室与布里斯托大学合作研究成果”。包括合作研究概况、野外考察、实验分析技术和主要研究成果, 还采用分子结构模型和微机荧光屏展示了新发现的重要生物标志物及其分布情况。这次展出受到女王及参观学者的好评, 并要求加强进一步合作。参加1986年6月由联合国与有机地球化学开放研究实验室组织召开的“生物标志物与干酪根进展学术国际讨论会”的P.A. 申克教授(欧洲有机地球化学学会主席)说: “中国的有机地球化学发展很快, 一些重要领域(如生物标志化合物)达到了世界水平”。地质体中新生物标志物的研究成果已获1987年中国科学院科技进步一等奖, 中国煤成气的开发成果获1987年国家科技进步一等奖。