

塔里木盆地大塔北地区碳酸盐岩有效烃源的地质地球化学证据

曹婷婷^{1,2)}, 黎茂稳^{1,2)}, 刘鹏^{1,2)}, 蒋启贵^{1,2)}, 陶国亮^{1,2)}

1) 中国石化油气成藏重点实验室, 北京, 100083;

2) 中国石化石油勘探开发研究院无锡石油地质研究所, 江苏, 无锡, 214126

塔里木盆地海相原油油源对比, 随着油气发现和勘探的进展, 基本认识经历了几个重要转变, 还有争议。近 20 年大量基础工作表明, 塔里木盆地台盆区发育中下寒武统、中下奥陶统、上奥陶统三套烃源岩, 沉积相类型包括从台地边缘斜坡、局限台地、陆棚斜坡到盆地相沉积, 岩性既有碳酸盐岩也有碎屑岩, 在地表露头和井下均有不同程度揭示。仔细分析前人研究成果不难发现, 以往认为塔里木盆地台盆区烃源主要为寒武系—下奥陶统(新地层划分方案为寒武系—中奥陶统)主要采用一些常规分子地球化学参数, 如三环萜烷参数 C₂₁ 三环/C₂₃ 三环萜烷、Pr/Ph、Pr/nC₁₇、Ph/nC₁₈、甲基菲指数、原油碳同位素、C₁₅/C₁₆ 倍半萜、C₂₄ 四环萜烷/C₂₆ 三环萜烷和伽马蜡烷/C₃₀ 藿烷比值等。同时, 认为源岩主要为中上奥陶统(现新地层划分方案: 上奥陶统)观点者则主要使用 C₂₆ 甾烷、C₂₈ 甾烷、重排甾烷/规则甾烷、甲藻甾烷、甲藻三芳甾烷、4-甲基-24 乙基-胆甾烷及芳构化甾烷和伽马蜡烷/C₃₀ 藿烷, 而且多使用双质谱进行定量计算, 以消除干扰峰影响。显然, 基于大致相同的地质样品, 分别利用萜烷、甾烷两大类生标得出截然不同的地质认识, 说明有必要重新回归基本原理, 明确甾烷生标的准确内涵。由于浮游藻类和底栖藻类是成烃生物的主体, 反映海相藻类生源构成的甾烷分布可能主要受特定地质历史时期古气候和宏观古海洋环境的制约, 似应成为油源对比的主要依据; 而反映原核生物生源构成的萜烷参数更多的受成熟度或局部沉积环境(微生态)影响, 不能作为地质时代的标志, 但能够指示烃源岩形成环境。

许多研究者发现, C₂₉/C₃₀ 和 C₃₅/C₃₄ 藿烷比

值可共同用于确定原油的源岩沉积相特征。前人对全球 500 多个原油样品为基础推测了源岩的沉积环境。碳酸盐岩的原油样品采自 Oriente、马拉开波 (Maracaibo)、威利斯顿和粉河盆地以及中东、苏伊士湾和西北巴拉望岛; 而泥灰岩原油样品则来自 Oriente 和马图林盆地、中-上 Magdalena 河谷、东西伯利亚、阿曼、Zagros 地区以及加利福尼亚的 Monterey 组。他们发现与海相的页岩、碳酸盐岩或海相的源岩相比, 许多煤/树脂生成的原油具有较低的 C₃₅/C₃₄ 藿烷比值低 (<0.6), 这与较氧化的沉积条件相一致。海相碳酸盐源岩的原油具有 C₃₅/C₃₄ 藿烷比值高 (>0.8) 以及 C₂₉/C₃₀ 藿烷比值高 (>0.6) 的特点。我们对北美威利斯顿盆地上泥盆统顶部-密西西比系 Bakken 页岩组与上覆 Lodgepole 组灰岩-泥灰岩地层的研究发现, 作为 Bakken 页岩油/致密油来源的 Bakken 组上部 and 下部页岩段及其生成的石油显示出典型的海相页岩油生物标志物特征, 即丰富的重排甾烷、低 C₂₉/C₃₀ 藿烷比值和不具 C₃₅ 藿烷优势; 而上覆的 Lodgepole 组灰岩及其生成的原油显示出典型的碳酸盐岩特征, 包括少含重排甾烷、高 C₂₉/C₃₀ 藿烷比值 (大于 1.0) 和明显的 C₃₅ 藿烷特征。

通过对塔河油田主体原油样品的系统解剖, 我们发现这些原油具有鲜明的碳酸盐岩烃源特征, 初步认为它们来自上奥陶统碳酸盐岩层系。通过对塔河外围原油分析, 发现塔河东北部轻质油具有类似源岩特征, 但热成熟度较高, 而塔河南部轻质油则具有页岩烃源特征, 可能来自不同的沉积相带。以往的油气运移示踪研究认为, 塔河、塔中地区原油主要来源于台盆区中西部, 而非东部满加尔坳陷。我们的初步成果表明, 由于本区原油成因类型多样, 碳酸盐岩成因油气应以近源聚集为主, 与后期

运移来的高成熟油气有所叠加混合。这一认识与石油大学（北京）近期对哈拉哈唐油田原油的成因研究成果的支持。他们发现，哈拉哈唐油田的原油也主要来源于上奥陶统碳酸盐源岩，但热成熟度普遍高于塔河油田。因此，塔里木盆地台盆区下古生界碳酸盐岩的成烃潜力值得重视，正确识别海相碳酸

盐岩与页岩烃源岩生成的原油特征可能是明确塔里木盆地有效烃源空间展布的关键。

致谢：国家 973 项目(2012CB214800)资助。通讯作者：中国石化油气成藏重点实验室，电话：（010）82312936, Email: limw.syky@sinopec.com。