

文章编号: 1001-6112(2011)05-0536-04

准噶尔盆地石东地区油气成因及来源

李 林^{1,2}, 陈世加³, 杨迪生², 路俊刚³, 赵克斌², 徐怀民¹

(1. 中国石油大学 地球科学学院, 北京 102249; 2. 中国石油天然气股份有限公司 新疆油田公司
勘探开发研究院 地球物理研究所, 乌鲁木齐 830013; 3. 西南石油大学 资源与环境学院, 成都 610500)

摘要: 石东地区位于准噶尔盆地滴水泉凹陷西侧, 临近储量达亿吨级的石西油田和千亿立方的克拉美丽气田, 目前已获高产油气流, 但其规模较小, 其成因及油气来源尚不十分清楚。采用全烃地球化学方法确定油气来源, 指出石东地区天然气干燥系数较大, 甲、乙烷碳同位素均较重, 与石西油田不同, 与滴水泉凹陷周缘的克拉美丽气田更为相似; 石东地区深浅层原油特征基本一致, 其原油碳同位素、姥植比、轻烃和饱和烃色质特征与石西油田深浅层原油不完全一致, 与滴水泉凹陷周缘陆南 1 井区侏罗系、克拉美丽气田原油特征相似, 说明石东地区油气不是从石西油田运移而来, 主要来自滴水泉凹陷。

关键词: 油气成因; 石东地区; 滴水泉凹陷; 准噶尔盆地

中图分类号: TE122.1

文献标识码: A

Petroleum origin and source in Shidong area, Junggar Basin

Li Lin^{1,2}, Chen Shijia³, Yang Disheng², Lu Jungang³, Zhao Kebin², Xu Huaimin¹

(1. College of Geosciences, China University of Petroleum, Beijing 102249, China; 2. Geophysical Research Institute, Research Institute of Exploration and Development, Xinjiang Oilfield Company, PetroChina, Urumqi, Xinjiang 830013, China; 3. School of Resources and Environment Engineering, Southwest Petroleum University, Chengdu, Sichuan 610500, China)

Abstract: Shidong area locates in the west of the Dishuiquan Sag of the Junggar Basin, adjacent to the Shixi oil field (with 10^8 t reserves) and the Kelameili gas field (with 10^{11} m³ reserves). High-yielding oil-and-gas flows have been found in the region; however, production scale is small and the origin and source of petroleum are not clear yet. The whole-hydrocarbon geochemistry method has been practiced in petroleum source analyses. The dry coefficients of natural gas in Shidong area are high, and the carbon isotopes of methane and ethane are heavy, which is different from those in the Shixi oil field and similar with those in the Kelameili gas field. Crude oils from both deep and shallow formations in Shidong area have the same characteristics basically. Carbon isotope, pristane/phytane ratio, chromatography-mass spectroscopy of light and saturated hydrocarbon of crude oil in Shidong area are not the same as those in the Shixi oil field, and similar with those in Jurassic of well Lunan1 region around the Dishuiquan Sag and those in the Kelameili gas field. The studies have indicated that the petroleum in Shidong area comes from the Dishuiquan Sag rather than the Shixi oil field.

Key words: hydrocarbon origin; Shidong area; Dishuiquan Sag; Junggar Basin

准噶尔盆地石东地区已在石东 2 井侏罗系获高产油气流, 深层石炭系也获得良好油气显示。目前油气来源存在 2 种认识: 一种从构造角度认为其油气是沿梁(石西凸起)运移的结果, 为石西油田油气调整的产物; 另一种认为其油气主要来自滴水泉凹陷。这种认识上的差异, 成为制约该地区下步勘探的重要因素。

笔者采用全烃地球化学方法, 通过与石西油田及其周缘的克拉美丽气田油气对比, 认为石东地区

天然气干燥系数较大, 乙烷碳同位素为 $-26.32\% \sim -26.6\%$, 甲烷碳同位素为 $-31.98\% \sim -35.71\%$, 与石西油田不同。石东地区深浅层原油特征基本一致, 其原油碳同位素、姥植比、轻烃和饱和烃色质特征与石西油田深浅层原油不完全一致, 与滴水泉凹陷周缘陆南 1 井区侏罗系、克拉美丽气田原油特征相似, 说明石东地区油气不是从石西油田运移而来, 主要来自滴水泉凹陷, 该地区下步勘探应以滴水泉凹陷油气为主要目标。

收稿日期: 2010-12-21; 修订日期: 2011-08-08。

作者简介: 李林(1970—), 男, 高级工程师, 在读博士研究生, 从事油气勘探研究及管理。E-mail: llin@petrochina.com.cn。

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973 计划)项目(2006CB202305)和 CNPC 中青年创新基金项目(04E7046)资助。

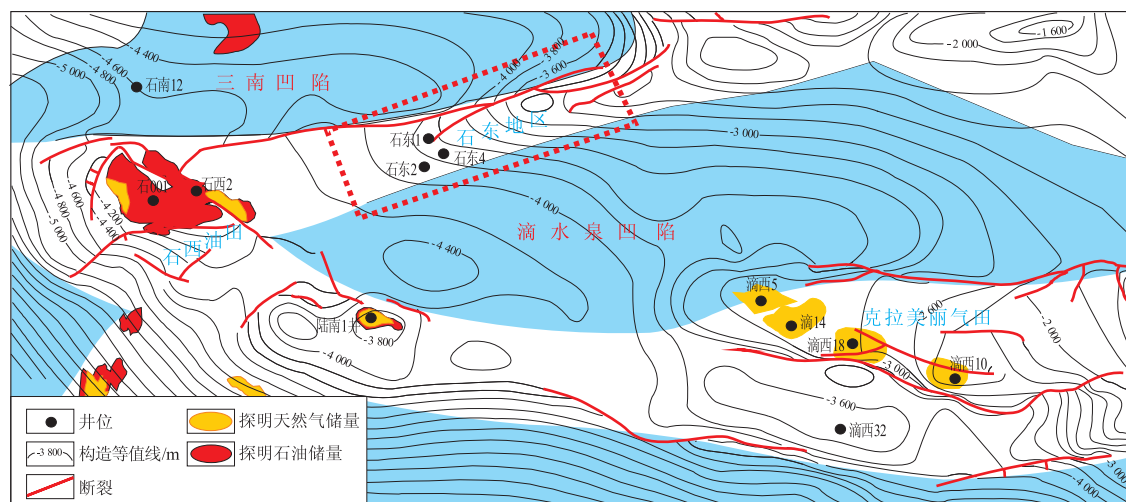


图1 准噶尔盆地石东地区位置

Fig. 1 Location of Shidong area, Junggar Basin

1 地质概况

石东地区位于滴水泉凹陷西侧,临近千亿方储量的克拉美丽气田,南西方向与亿吨级石西油田相接(图1)。

石东凸起形成于晚海西期,至中三叠世,本区缓慢下沉,开始接受沉积。侏罗纪初期,本区进入快速沉积阶段,中一晚燕山期,进一步抬升,侏罗系上部分地层被剥蚀,使得在海西期形成的断块再次活动而扭压上拱,在侏罗系、白垩系伴生形成羽状右行的正断层,同时侏罗系、白垩系形成低幅度构造圈闭。喜马拉雅期,该区构造变形微弱,但有断裂活动,断开层位较高,到达白垩系。

该地区地层沉积较全,自上而下所钻地层依次为白垩系艾里克湖组、连木沁组、胜金口组、呼图壁河组、清水河组,侏罗系三工河组、八道湾组,三叠系白碱滩组、克拉玛依组及石炭系,缺失二叠系地层。

2 天然气特征

天然气组成简单,其组分组成特征和碳同位素比值是成因信息的主要来源^[1-4]。

石东地区天然气组分干燥系数较大,为0.91,高于石西油田天然气,与克拉美丽气田更为相似(图2)。

研究区天然气甲、乙烷碳同位素均较重,乙烷碳同位素为-26.32‰~-26.6‰,甲烷碳同位素为-31.98‰~-35.71‰,属于典型的腐植型有机质来源产物,成熟度高于石西油田天然气,与克拉美丽气田基本一致(图3)。

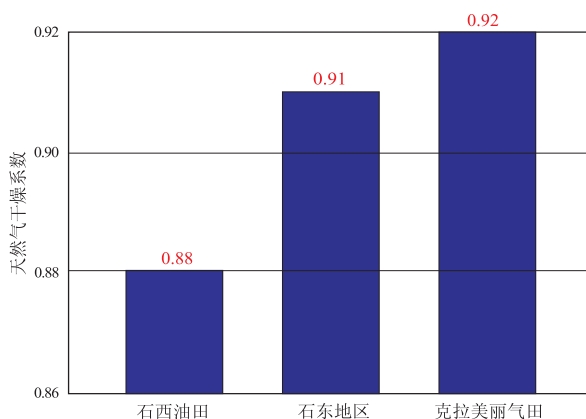


图2 石东地区与周缘构造天然气干燥系数对比

Fig. 2 Comparison of dry coefficients of natural gas in Shidong and its periphery area, Junggar Basin

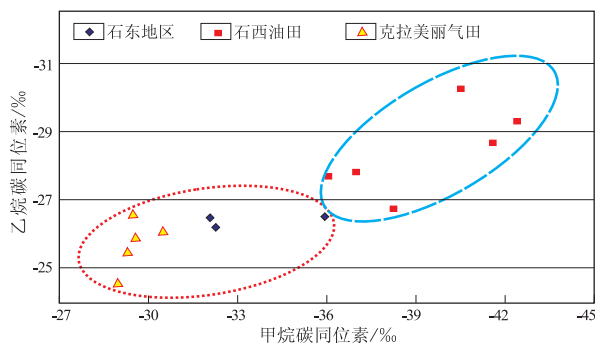


图3 石东地区与周缘构造天然气碳同位素对比

Fig. 3 Comparison of carbon isotope of natural gas in Shidong and its periphery area, Junggar Basin

3 原油地球化学特征

3.1 原油碳同位素

原油碳同位素受次生变化影响较小,是油源对比常用的指标。不同类型的有机质生成的原油碳

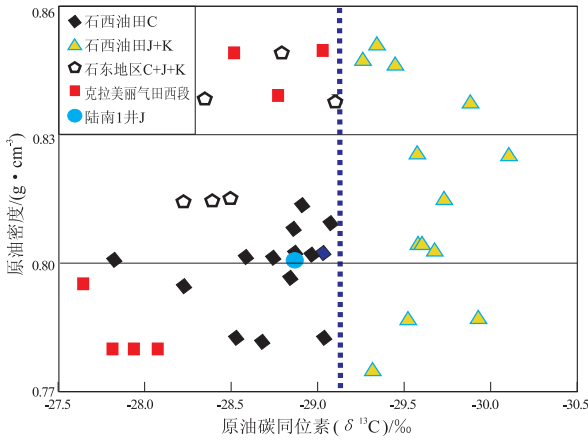


图 4 石东地区与周缘构造原油碳同位素对比

Fig. 4 Comparison of carbon isotopes of crude oils in Shidong and its periphery area, Junggar Basin

同位素不同,类型好的有机质生成的原油碳同位素较轻,类型差的有机质生成的原油碳同位素较重,原油碳同位素较对应干酪根碳同位素轻 2‰~3‰左右^[5]。

石东地区深浅层原油碳同位素分布特征基本一致,主要分布在-28.54‰~-29.1‰之间,与其临近的克拉美丽气田西段、陆南 1 井侏罗系和石西油田石炭系原油碳同位素一致,但与石西油田中浅层(J+K)原油不同(图 4)。

3.2 姥植比

植烷系列是指碳数小于等于 20 的规则类异戊二烯烃,主要来源于植物叶的叶绿素 α 的植基侧链。其前身物植醇可以在氧化的成岩条件下被氧化为羧酸,再脱羧后形成姥植烷;也可以在还原条件下转变为植烷。在油气源研究中,通常可用姥植比(Pr/Ph)表征油气来源的环境,姥植比越大,说明其环境氧化性越强,但是当姥植比大于 3 时,其值可能会受到高等植物来源的影响^[6]。

石东地区深浅层原油姥植比均较大,主要分布在 1.14~1.96 之间,与石西油田中浅层(J+K)、克拉美丽气田原油基本一致,而与石西油田深层石炭系不同(图 5),说明石东地区原油来源的有机质沉积环境与石西油田深层不同,油气来源不同。

3.3 原油轻烃

3.3.1 庚烷值和异庚烷值

Philippi^[7]在研究加利福尼亚盆地的凝析油后发现,随成熟度增加,凝析油轻烃的烷基化程度增加。Thompson^[8-9]对凝析油烷基化进行了定量分析,提出用庚烷值和异庚烷值来研究原油成因,及对原油成熟度进行分类。

石东地区原油庚烷值为 15.75~20.59,异庚烷值

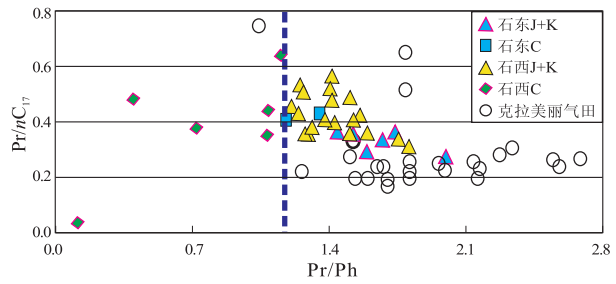


图 5 石东与石西油田、克拉美丽气田原油 Pr/Ph 和 Pr/nC₁₇ 参数对比

Fig. 5 Relationship between Pr/Ph ratio and Pr/nC₁₇ ratio of oils in Shidong area, Shixi oilfield and Kelameili gasfield, Junggar Basin

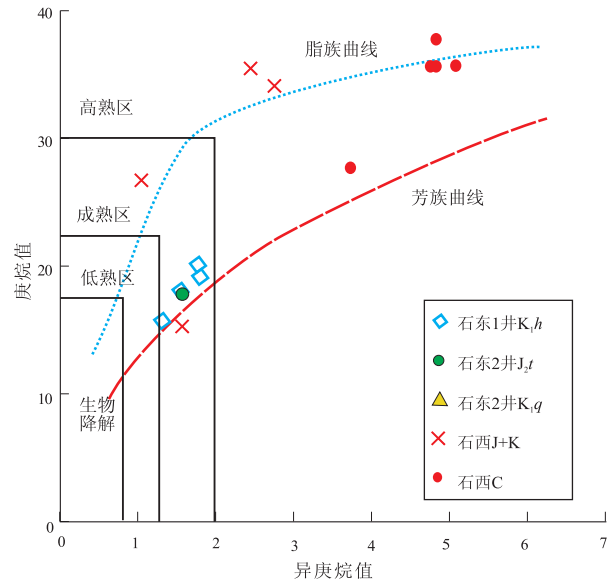


图 6 石东和石西油田原油庚烷值和异庚烷值识别

Fig. 6 Relationship between heptane value and isoheptane value of oils in Shidong area and Shixi oilfield, Junggar Basin

为 1.25~1.36,比石西油田石炭系原油成熟度低,与石西油田浅层的部分原油一致(图 6),按照轻烃分类标准,应属于成熟阶段的产物^[8-9]。

3.3.2 C₇ 系列化合物

C₇ 系列化合物包括正庚烷、甲基环己烷和二甲基环戊烷。研究表明,腐殖型有机质生成的油,甲基环己烷含量一般高于 50%,而腐泥型有机质生成的油,甲基环己烷含量低于 40%~45%(未遭次生改造的原油)。据此可将不同母质来源的油区分开来,是原油成因分类最好的方法之一。陈世加等^[10]在对红车断裂带油气成因研究中,利用该方法成功地把克拉玛依油田腐泥型、混合型和腐殖型的原油区分开来,特别是将二叠系风城组(腐泥型)和乌尔禾组(混合型)来源的油区分开来,解决了该区用生物标志化合物难以区分原油的问题。

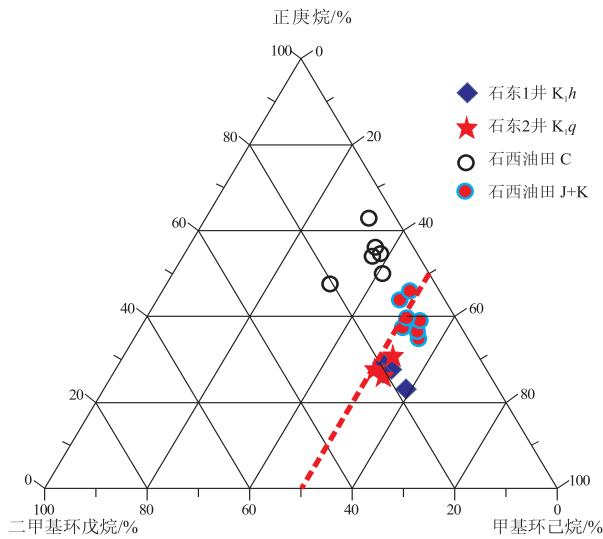


图 7 石东地区和石西油田原油轻烃 C₇ 化合物对比

Fig. 7 Comparison of C₇ compounds (light hydrocarbon) of crude oils in Shidong area and Shixi oilfield, Junggar Basin

石东地区原油甲基环己烷含量较高,主要分布在大于 50% 的区域,与石西油田浅层(J+K)部分原油一致,与石西油田深层石炭系原油不同,属于偏腐殖型有机质生成的油(图 7)。

3.4 甾烷分布特征

地质体中的甾烷类烃主要是在成岩作用中,由藻类、浮游动植物、高等植物等真核生物的甾醇衍生而来,是一类强有力的物源和油源对比参数^[6,11-12]。

石西油田深层和浅层原油及抽提物甾烷分布特征基本一致,ααα-C₂₈(20R)甾烷含量较高,以大于 30% 为主要特征;而石东地区原油和储层抽提物与克拉美丽气田一致,C₂₈甾烷含量较低(图 8),说明石东地区原油和石西油田有机质来源不同,不是同一来源。

4 结论

1) 石东地区天然气干燥系数较大,为 0.91,甲、乙烷碳同位素均较重,天然气来源有机质类型比石西油田差,成熟度比石西油田高,与克拉美丽气田基本一致。

2) 石东地区深浅层原油特征基本一致,原油碳同位素分布在 -28.54‰ ~ -29.1‰ 之间,原油轻烃甲基环己烷含量大于 50%,ααα-C₂₈(20R)甾烷含量小于 30%,属于成熟阶段产物,与石西油田深层石炭系和浅层原油不完全一致,与滴水泉凹陷周围的克拉美丽气田西段、陆南 1 井侏罗系原油一致,说明石东地区油气不是从石西油田运移而来,主要来自滴水泉凹陷,该地区下步勘探应以滴水泉

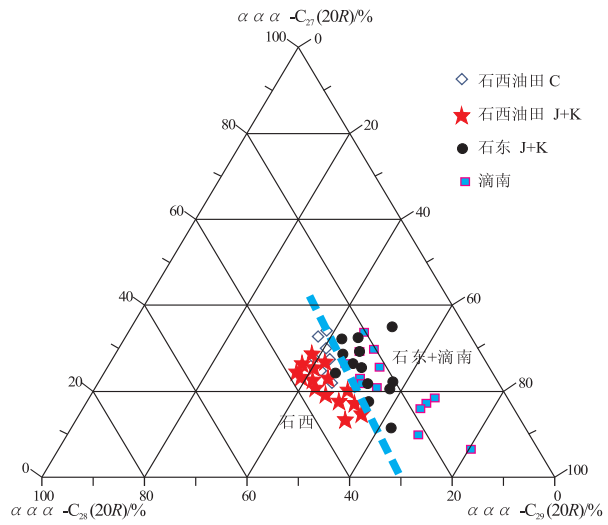


图 8 石东地区原油和储层抽提物与石西、滴南凸起原油 C₂₇-C₂₉ 甾烷分布

Fig. 8 Comparison of C₂₇-C₂₉ sterane of oil and reservoir extract in Shidong, Shixi area and Dinan salient, Junggar Basin

凹陷油气为主要目标。

参考文献:

- [1] 李林,夏惠平,陈世加,等. 准噶尔盆地滴北凸起天然气成因及成藏模式[J]. 新疆石油地质, 2010, 31(4): 352-355.
- [2] 沈平,徐永昌,王先彬,等. 气源岩和天然气地球化学特征及成气机理研究[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社, 1991: 37-61.
- [3] 徐永昌. 天然气成因理论及应用[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 84-102.
- [4] 陈世加,付晓文,沈昭国,等. 天然气分段捕获原理及在成藏研究中的应用[J]. 西南石油学院学报, 2001, 23(5): 4-7.
- [5] Whiticar M J. Geochemical characterization of selected western Canada oils by C₅-C₈ compound specific isotope correlation[J]. Organic Geochemistry, 1999, 30: 1127-1161.
- [6] Peters K E, Moldowan J M. The biomarker guide: Interpreting molecular fossils in petroleum and ancient sediments[M]. New Jersey: Prentice Hall, Inc, 1993: 110-265.
- [7] Philippi C T. The deep subsurface temperature controlled origin of the gaseous and gasoline-range hydrocarbons of petroleum[J]. Geochim Cosmochim Acta, 1975, 39: 1353-1373.
- [8] Thompson K F M. Light hydrocarbons in subsurface sediments[J]. Geochim Cosmochim Acta, 1979, 43: 657-672.
- [9] Thompson K F M. Classification and thermal history of petroleum based on light hydrocarbons[J]. Geochim Cosmochim Acta, 1983, 47: 303-316.
- [10] 陈世加,曾军,王旭龙,等. 红车地区油气成藏地球化学研究[J]. 西南石油学院学报, 2004, 26(6): 1-4.
- [11] 路俊刚,陈世加,欧成华,等. 柴达木盆地西北部区干柴沟地区深层勘探潜力分析[J]. 石油实验地质, 2010, 32(4): 373-376.
- [12] 路俊刚,陈世加,王绪龙,等. 严重生物降解稠油成熟度判别:以准噶尔盆地三台一北三台地区为例[J]. 石油实验地质, 2010, 32(2): 136-138.