

文章编号:1672-9854(2007)-01-0033-04

塔里木盆地柯克亚地区 天然气和凝析油的地球化学特征与成因

唐友军^{1,2,3}, 侯读杰⁴, 徐佑德⁵

(1 中国石油大学(北京)资源与信息学院; 2 长江大学地球化学系)

(3 油气资源与勘探技术教育部重点实验室(湖北荆州))

(4 中国地质大学(北京)能源系; 5 中国石化胜利油田有限公司)



唐友军

摘要 柯克亚气田的油气成因复杂,对原油和可能烃源岩的分子标志物特征进行了剖析,在凝析油中检测到3-甲基甾烷,不含4-甲基甾烷,富含重排藿烷和C₃₀未知藿烷,表明油源主要来自于二叠系源岩。柯克亚的天然气重烃含量高,属湿气,乙烷碳同位素偏重;天然气氦同位素和成熟度特征均指示混源气特征,通过气源判识天然气主要来源于石炭系—二叠系源岩,部分来源于侏罗系源岩。天然气的乙烷 $\delta^{13}\text{C}$ 值明显重于凝析油全油 $\delta^{13}\text{C}$ 值,揭示柯克亚地区凝析油和天然气分属不同来源。

关键词 天然气;凝析油;油-源对比;油气成因;地球化学特征;柯克亚气田;塔里木盆地

中图分类号:TE112.114

文献标识码:A

唐友军 1975年生,副教授。现为中国石油大学(北京)博士研究生,主要从事石油地质的教学与科研工作。通讯地址:434023 湖北荆州 长江大学地球化学系。

自1977年柯克亚凝析气田被发现以来,对其油气的成因争论不止。吕鸣岗等^①认为柯克亚原油是海相原油,它与四川三叠系海相原油相似,并认为柯克亚的油源是上白垩统一下第三系生油层;朱忠德等^②认为柯克亚原油与该区上古生界海相生油岩和侏罗系可发育的湖相泥岩有一定亲缘关系,与侏罗系含煤地层中的煤和炭质泥岩缺乏明显的亲缘关系;杨斌等^③认为柯克亚原油具有“石炭系—二叠统和中—下侏罗统混源的特征”;黎茂稳等^④认为石炭系—二叠系泥质岩是柯克亚原油的主力油源层。侯读杰等^⑤认为柯克亚地区天然气为原油裂解气,主要来源于石炭系—二叠系源岩。然而,将油

和气纳入一体探讨油气的成因未见有报道。事实上,有机成因的油和气关系并不是截然分离的,本文试图从油和气的关系入手探讨油和气的成因,以期获得有益的地质信息。

1 区域地质背景

柯克亚背斜位于昆仑山前第二排构造带,为一近东西向的短轴背斜,两翼不对称,北陡南缓,轴面略南倾,深部高点稍往南偏移。圈闭分上下两层,其闭合幅度下大上小,圈闭面积上大下小,从浅至深虽同为背斜,但性质不同。浅层为同沉积背斜,中层为挤压背斜,深层(中生界—下第三系)为明显被断层复杂

收稿日期:2006-11-07

基金项目:湖北省教育厅重点项目(编号B200512001)和油气资源与勘探技术教育部重点实验室开放基金(编号K200616)联合资助

① 吕鸣岗,黄传波. 塔里木盆地生油层评价和油源探讨. 新疆石油管理局,1980.

② 朱忠德,梅博文. 塔里木盆地西南缘震旦纪—二叠纪地层沉积相及含油性研究. 江汉石油学院,1988.

③ 杨斌,杨坚强,王绪龙,等. 塔里木盆地西南坳陷烃源岩及含油系统研究. 新疆石油管理局,1993.

化的挤压断阶式背斜(图1)。柯克亚背斜形成时间较晚,新第三纪中新世早期初具雏形,定型于上新世晚期。油藏的主要含油气层系为上第三系的西河甫组和下第三系卡拉塔尔组。各油组具有独立的压力系

统,互不连通;地温梯度为 $1.8\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$,属低温系统。地层水为 CaCl_2 型,矿化度 $110\,000\sim 160\,000\text{ mg/L}$,氯根离子 $60\,000\sim 90\,000\text{ mg/L}$,属高矿化度封闭型地层水。

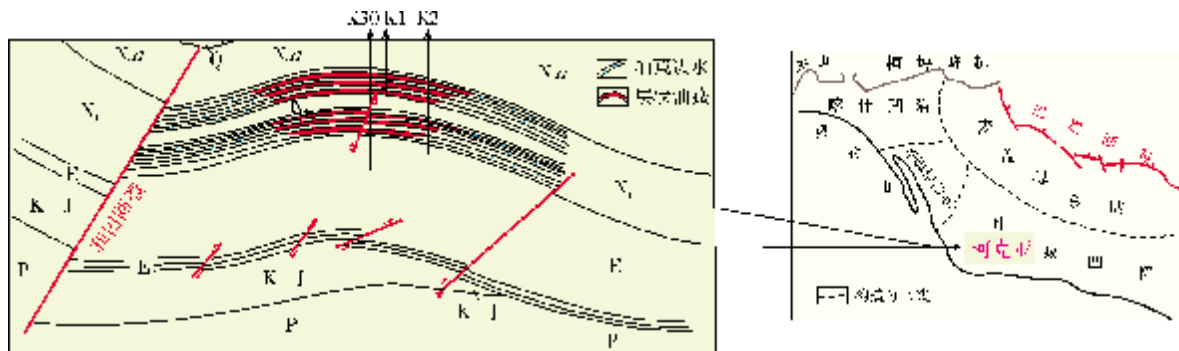


图1 柯克亚油藏剖面图

2 凝析油地球化学特征

柯克亚地区凝析油是一种无色或淡黄色的透明液体,密度低($0.71\sim 0.83\text{ g/cm}^3$)黏度低,含硫量也极低($<0.045\%$),含蜡量低—中等, V/Ni 为 $0.01\sim 0.82$,定量族组成分析表明凝析油以饱和烃为主,芳烃含量极低,基本不含非烃和沥青质^[4]。

柯克亚地区凝析油甲基甾烷中仅检测到3-甲基甾烷,不含4-甲基甾烷(图2)。因此,柯克亚地区凝析油的油源层时代是前中生代^[5-6]。油—岩对比表明,柯克亚凝析油富含重排藿烷和 C_{30} 未知甾烷,与二叠系烃源岩生物标志物组合特征类似,而与侏罗系烃源岩生物标志物组合特征相差甚大^[5](图3),指示柯克亚地区凝析油主要来源于二叠系源岩。

3 天然气地球化学特征

柯克亚凝析气田烃类气体甲烷含量较低,变化范围在 $71.2\%\sim 88.9\%$,一般低于 90% ,重烃气体含量较高,平均含量为 11.5% ,干燥系数小于 0.9 ,属湿气;非烃组分氮气和二氧化碳含量低^[3]。

柯克亚凝析气田天然气碳同位素系列基本上是正碳系列,即 $\delta^{13}\text{C}_1 < \delta^{13}\text{C}_2 < \delta^{13}\text{C}_3 < \delta^{13}\text{C}_4$,说明柯克亚天然气是有机成因气,仅K(柯)8和K18井天然气丙烷和丁烷碳同位素出现局部小幅反转(表1)。柯克亚凝析气田天然气甲烷碳同位素为 $-43.34\text{‰}\sim -39.14\text{‰}$,乙烷碳同位素为 $-26.15\text{‰}\sim -25.32\text{‰}$,相对较重。乙烷碳同位素具有较强的稳

定性和母质类型继承性,受成熟度的影响较小,是区分煤成气与油型气的有效指标^[7]。据乙烷碳同位素重于 -28.5‰ ,可以肯定柯克亚天然气不属于腐泥型天然气。

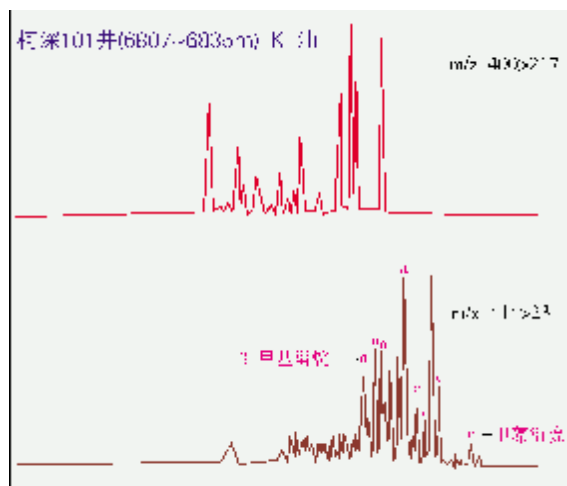


图2 柯克亚地区凝析油甲基甾烷分布

表1 柯克亚地区中新统(N_1)天然气碳同位素组成

井号	层位	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$			
		C_1	C_2	C_3	C_4
K 8	N_1	-39.14	-25.74	-24.36	-25.67
K 18	N_1	-41.86	-26.12	-24.72	-25.94
K 243	N_1	-41.48	-26.15	-24.79	-22.93
K 401	N_1	-39.16	-25.32	-23.87	-25.88
K 410	N_1	-43.34	-26.06	-24.58	-25.73

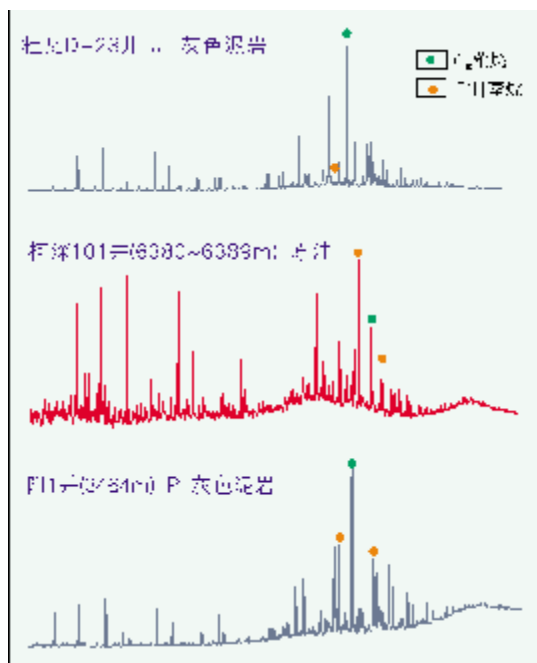


图 3 柯克亚地区油—岩对比

4 柯克亚天然气为混源气

4.1 氡同位素特征证据

$^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 值具有年代学意义, 其理论依据是随着气源岩年代的变老, 天然气中氩同位素 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 值相应增大^[8]。柯克亚天然气 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 值分为两组: 一组比值较高, 分布范围为 855.4~981.6; 另一组比值相对较低, 为 604.6~682.4, 说明柯克亚凝析气田的天然气来源于两套气源岩。

4.2 天然气的成熟度特征证据

柯克亚地区乙烷碳同位素与甲烷碳同位素值的关系与 Faber 相关方程吻合(图 4), 因此, 采用 Faber 的 $\delta^{13}\text{C}-R_o$ 相关方程求取气源岩的成熟度(此处气源岩的成熟度等同于天然气的成熟度), 成熟度的计算结果表明绝大多数天然气的成熟度在 1.8%~2.2% 之间, 混有一些成熟度在 0.9%~1.2% 的天然气^[4]。这可从图 4 得到佐证, 部分井的天然气混入了甲烷碳同位素值较低的天然气, 从而造成了 K410, K18, K243, K8, K401, KS(柯深)101, K103 等井甲烷碳同位素值明显偏离 Faber 相关方程。

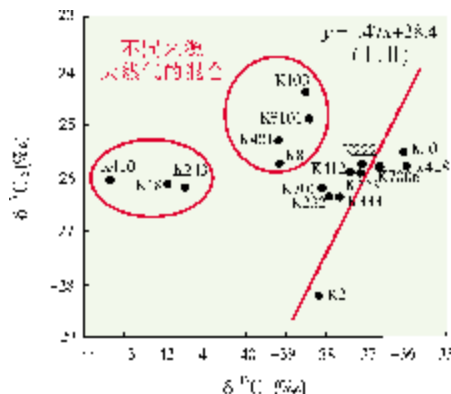


图 4 根据甲烷和乙烷碳同位素值判断天然气的湿源情况

4.3 柯克亚天然气的气源岩

在中新世末, 石炭系一二叠系源岩的成熟度 (R_o) 已达到 1.8%~2.5% 左右, 其生成的天然气通过运移聚集, 形成了凝析气藏, 这与柯克亚凝析气田天然气的成熟度是相符的, 混有成熟度相对较低的天然气可能源于侏罗系源岩。

5 结 论

(1) 天然气与凝析油不同源。按照同位素的分馏理论, 同源天然气碳同位素应比原油轻。柯克亚凝析油全油碳同位素 $\delta^{13}\text{C}$ 值在 $-30.61\text{‰} \sim -28.58\text{‰}$ 之间, 平均为 -29.2‰ ; 天然气的乙烷 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 $-26\text{‰} \sim -25\text{‰}$, 丙烷 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 $-25\text{‰} \sim -23.87\text{‰}$, 天然气的乙烷 $\delta^{13}\text{C}$ 值明显重于凝析油全油 $\delta^{13}\text{C}$ 值, 由此表明油和气不同源。

(2)柯克亚地区凝析油检测到 3-甲基甾烷, 不含 4-甲基甾烷, 富含重排藿烷和 C_{30} 未知甾烷, 主要来源于二叠系源岩。

(3)柯克亚天然气具混源气特征,主要来源于石炭系一二叠系源岩,部分来源于侏罗系源岩。

参考文献

- [1] 黎茂稳,林壬子,王培荣,等.柯克亚凝析气田的油气源研究[M]//林壬子.油气勘探与油藏地球化学.北京:石油工业出版社,1998:17-32.
- [2] 侯读杰,赵增迎,唐友军,等.柯克亚地区原油裂解气的地质—地球化学特征[J].天然气地球科学,2004,15(2):137-141.
- [3] 侯读杰,肖中尧,唐友军,等.柯克亚油气田混合来源天然气的地球化学特征[J].天然气地球科学,2003,14(6):1003-1008.

- 474-479.
- [4] 肖中尧,唐友军,侯读杰,等.柯克亚凝析油气藏的油源研究[J].沉积学报,2002,20(4):716-720.
- [5] 唐友军,侯读杰,肖中尧.柯克亚油田原油地球化学特征和油源研究[J].矿物岩石地球化学通报,2006,25(2):160-162.
- [6] Summons R E, Capon R J. Identification and significance of 3 β -methylsterane in sediments and petroleum[J]. *Geochim Cosmochim Acta*, 1991, 55:2391-2395.
- [7] 戴金星.戴金星天然气地质和地球化学论文集:卷二[M].北京:石油工业出版社,2000:190-228.
- [8] 戴金星.中国天然气地质学:卷一[M].北京:石油工业出版社,1992:65-87.

编辑:金顺爱

The Geochemical Characteristics and Origin of Gas and Condensate Oil in Kokyar Gas Field, Tarim Basin

Tang Youjun, Hou Dujie, Xu Youde

Abstract: It is controversial where the hydrocarbon in Kokyar Condensate Field derived from. Correlating the characteristics of biomarkers from the Tertiary condensate oil with the possible source rocks, the result indicates that the condensate gas mainly originates from Permian hydrocarbon source rock due to existing 3-methylsterane, relatively high abundance of dihopane and unknown C₃₀-terpane but no 4-methylsterane in the condensate oil. The natural gas in the field is wet gas for the abundance of heavy hydrocarbon is high and the carbon isotope values of ethane are heavy. Both of argon isotope and maturation indicate that the gas did not come from a single source. It is pointed out that the gas originates mostly from Carboniferous-Permian rock and partly from the Jurassic rock. Thus, the condensate and gas in Kokyar Field derive respectively from different source for carbon isotope values of ethane in gas are obviously heavier than those in whole condensate oil.

Key words: Natural gas; Condensate gas; Oil-source rock correlation; Origin of hydrocarbon; Geochemical characteristics; Kokyar Gas Field; Tarim Basin

Tang Youjun: male, Adjunct Professor; Dr. in progress in China University of Petroleum (Beijing). Add: Dept. of Geochemistry, University of Yangtze, Jingzhou, Hubei, 434023 China