

文章编号: 0253-9985(2001) 01-0072-03

千米桥潜山构造凝析气藏的初步分析

姜 平

(大港油田集团地质勘探开发研究院, 天津 300280)

摘要: 千米桥潜山构造位于黄骅坳陷北大港构造带, 千米桥潜山构造是在中生代的褶皱-逆冲作用的基础上经历伸展正断作用后形成的。该油气藏为凝析油气藏, 油源主要来自板桥凹陷沙河街组三段烃源岩。油气藏含蜡量高, 甲烷碳同位素具反转现象, 说明其为多期成藏的产物。气侵作用是千米桥潜山气藏形成的主要原因, 烃源岩在成熟阶段早期生成的原油以油相形式运移, 首先进入千米桥潜山奥陶系储集层中, 成熟阶段中期, 以气相形式运移形成气藏。

关键词: 油气藏; 奥陶系; 气侵; 千米桥潜山

作者简介: 姜平, 男, 36岁, 高级工程师(博士生), 石油地质

中图分类号: TE122 文献标识码: A

千米桥潜山构造位于黄骅坳陷北大港构造带, 1998年10月, 位于千米桥潜山构造的板深7井在奥陶系获得高产工业油气流, 日产油143.36 t, 日产气275 309 m³。这一重大发现标志着大港油田古潜山的勘探获得了重大突破。与此同时, 板深8井、板深4井、板深701井、板深6井在奥陶系也相继获得高产工业油气流, 展示了千米桥潜山油气田具有较大的规模。

1 地质条件

1.1 构造形态

千米桥潜山构造是在中生代的褶皱逆冲作用的基础上经历新生代的伸展正断作用后形成的。千米桥潜山的奥陶系顶界的构造形态总体上呈一个北倾的鼻状构造形态, 高点埋深为4 000 m。板深7-板深701、板深8潜山规模较大, 呈北西倾或北倾, 圈闭面积分别为38.8 km²和6.3 km², 高点埋深分别为4 150 m和4 000 m, 圈闭幅度分别为700 m和900 m, 板深4潜山呈近东西走向, 圈闭面积分别为5.4 km², 高点埋深为4 400 m, 圈闭幅度300 m。板深7-板深701潜山与板深8潜山以小的鞍部相隔, 板深4潜山与板深7潜山之间以断层相隔(图1)。

1.2 沉积特征

千米桥潜山地区自下而上沉积了5套一级沉

积旋回, 即下古生界奥陶系、中生界、下第三系、上第三系和第四系, 缺失上古生界石炭-二叠系。下

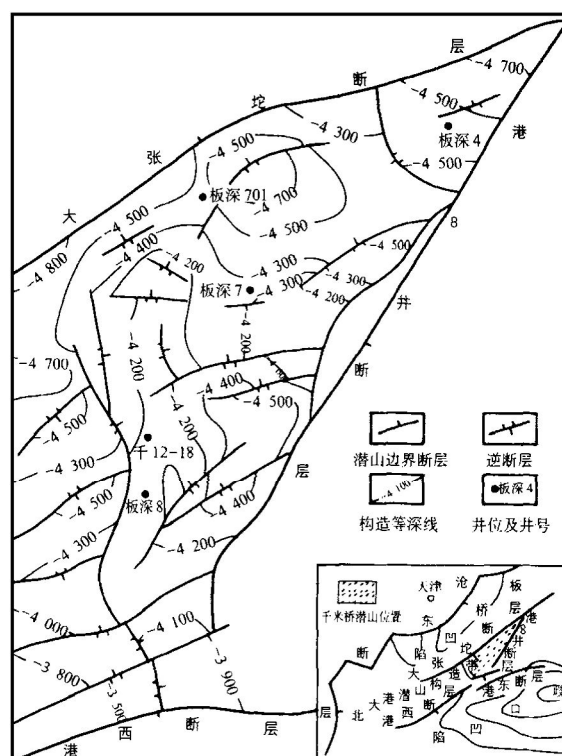


图1 千米桥潜山奥陶系顶界构造形态图

Fig. 1 Structural shape of Ordovician top in Qianmiao buried hill

第三系又可分为沙河街组、东营组两个次一级沉积旋回, 上第三系又分为馆陶组和明化镇组两个次一级沉积旋回。下古生界属华北地台陆表海台地的碳酸盐岩沉积, 形成于早元古代的加里东期, 该期

的3次升降运动形成了3套海进旋回,其中在早奥陶世第一、二套海进旋回中形成了奥陶系底部的冶里组及亮甲山组,中奥陶世后期的第三次海进沉积了下马家沟组、上马家沟组和峰峰组。中生界则以一套棕色、棕红色泥岩与灰色、灰褐色含砾砂岩间互为沉积特征。下第三系沙河街-东营组为一套深灰色泥岩夹灰褐色粉砂岩、砂岩沉积,其中沙河街组厚度可达4 500 m,是板桥凹陷的主要烃源岩。上第三系馆陶组、明化镇组为以坳陷为主的曲流河和辫状河沉积。

1.3 构造演化

千米桥潜山构造的发育史与区域构造演化大体相当,主要经历了印支期-早燕山期的挤压逆冲及燕山中晚期至喜山期的拉张及构造深埋两个阶段。在印支期-早燕山期,区域应力场为NW-SE挤压应力场,随着挤压逆冲作用进一步加强,潜山构造开始抬升,石炭-二叠系遭受剥失,奥陶系暴露

地表并遭受风化剥失和淋滤。千米桥潜山地区风化壳地层为峰峰组和马家沟组。燕山期中、晚期,构造运动逐渐由挤压转变为拉张,沉积了中生界河流相红色、杂色、砂泥岩建造。在喜山期,由于区域应力场由SE-NW向挤压转变为SE-NW向拉张,沧东断裂由先期的逆冲断层转变为正断层,急剧下陷,并接受了巨厚的下第三系和上第三系沉积,致使潜山深埋,形成了目前的构造格局。

2 油气藏特点

2.1 多期成藏

板深7井、板深8井、板深4井、板深701井天然气碳同位素均发生了倒转(表1),即 $\delta^{13}\text{C}_2 > \delta^{13}\text{C}_3$ 。天然气发生倒转是同源不同期的天然气混合的结果^[1],说明了千米桥潜山油气发生了多次运聚、多期成藏(从沙河街组一段沉积时期-明化镇组上段沉积时期)。

表1 千米桥-板桥地区天然气碳同位素分布

Table 1 Carbon isotopic distribution of natural gas in Qianmiao Banqiao region

井号	层位	井深/m	$\delta^{13}\text{C}/\text{‰}$				
			C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
板深7	0	4 251~4 281	-4.18	-2.11	-2.49	-2.1	-2.27
板深8	0	4 625	-4.02	-2.45	-2.35	2.65	-
板深4	0	4 625	-3.89	-2.46	-2.68	-2.68	2.56
板深701	0	4 629~4 656	-3.82	-2.40	-2.42	-2.58	-
		4 081	-3.23	-1.79	-	-	-
		4 081	-3.30	-	-	-	-
板深6	0	4 065~4 129 酸前	-3.30	-3.17	-	-	-
		4 065~4 129 酸后	-3.45	-2.35	-	-	-
		4 303~4 332	-3.59	-3.34	-	-	-
板深35	Es ₃ ³	4 719.6~4 743.9	-4.49	-2.49	-1.90	-2.04	-2.19
板深35	Es ₃ ²	4 525.9~4 562.8	-4.73	-2.79	-2.29	-2.38	-2.39
板深5-1	Es ₃	3 369.5~3 380.6	-4.40	-2.93	-2.71	-2.57	-2.54
板深5-1	Es ₃	3 698.1~3 745.8	-4.54	-2.79	-2.52	-2.51	-2.43
板深5-1	Es ₃	3 800.8~3 829.6	-4.73	-2.73	-2.37	-2.60	-2.38
板852	滨I	3 755.1~3 766.2	-4.39	-2.73	-2.51	异-2.54 正-2.39	异-2.54 正-2.39
板808-2	板2	2 909~2 913	-4.29	-2.66	-2.49	异-2.57 正-2.42	正-2.56 异-2.41
板深15-1	板4	3 665.9~3 970.6	-4.34	-2.59	-2.53	正-2.53 异-2.43	异-2.56 正-2.48
乌深1	0	5 538	-3.56	-2.08	-1.93	正1.84 1.88	正戊-1.88 异戊-1.94
乌深1	0	5 630~5 647	-3.68	-2.30	-2.27	-2.36	-2.15

板深4井甲烷含量高达90.49‰,干燥系数0.93,而板深7井、8井甲烷含量为81.58‰~83.14‰和78.62‰~81.23‰,干燥系数为0.88~0.89和0.86~0.89,这表明板深4井在成藏后期(高成熟阶段)混入补充的气比板深8井、板深7井多,板深4井的成藏比板深7井、板深8井晚。板深4井甲烷碳同位素为-3.89‰,比板深7井、板深8井重,也说明板深4井比板深7井、8井气的成

熟度更高,即来自高成熟的气更多。板深8井甲烷含量比板深7井低,但甲烷碳同位素值比板深7井大,气成熟度比板深7井高,运移距离比板深7井远,表明板深8井后期捕获的气较多,成藏期比板深7井略晚。板深701井甲烷碳同位素(-3.82‰)高于板深7井、8井,表明板深701井捕获的气成熟度高于板深7井、8井,成藏时期晚于板深7井、8井。

2.2 扩散作用

板深4井主要以油的裂解气为主,与板深7井和8井相比,早期干酪根裂解气较少。板深4井与板深7井、板深8井凝析油色谱图明显不同,轻烃组分大量丢失,谱图形态变成了山字型,主峰碳变为 C_{15} (图2),说明油藏发生了扩散作用。板深4井凝析油的芳烃碳同位素为 -2.56‰ ,小于饱和烃的 -2.49‰ ,饱和烃、芳烃碳同位素发生倒转,也表明一些轻组分的饱和烃发生了扩散。

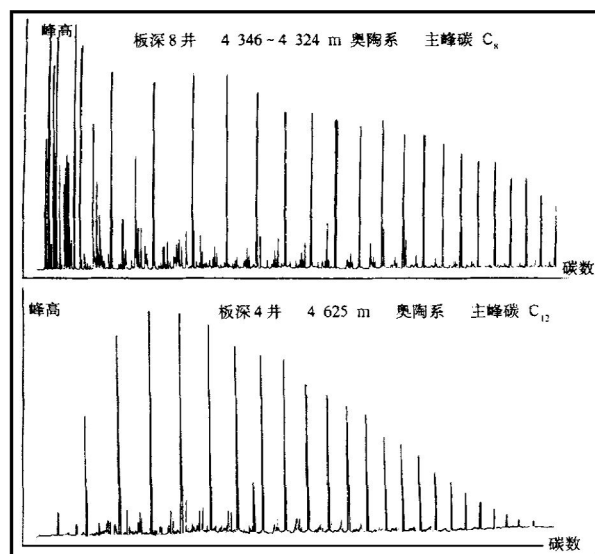


图2 千米桥潜山凝析油饱和烃色谱图

Fig. 2 Chromatograph of condensate oils in Qianmiqiao buried hill

3 成因

王顺玉按凝析气藏成因把凝析油气藏分为:腐殖-偏腐殖型凝析气藏、腐泥-偏腐泥型凝析气藏和

混合凝析气藏^[2]。混合型凝析气藏的形成是油藏受到气侵的结果,后来,黄汝昌、王廷栋将混合凝析气藏改名为油藏气侵型凝析气藏^[3]。千米桥潜山属于油藏气侵型凝析气藏,其形成过程是板桥凹陷沙河街组三段3亚段烃源岩在成熟阶段早期($R_o=0.45\text{‰}\sim 0.72\text{‰}$)生成的原油、轻质油以油相运移的形式,首先进入千米桥潜山奥陶系储集层中,气溶解于油中并以油相运移,在成熟阶段中期, R_o 达到 0.72‰ 时(据沈10井热模资料),此时油气比约为1000左右,油溶解于气中并以气相运移的形式进入千米桥潜山, R_o 为 $0.72\text{‰}\sim 1.3\text{‰}$ 是凝析油体系形成的主要阶段,其中 $R_o\approx 1.1\text{‰}$ 时,是生油高峰,也是生气高峰,当 R_o 大于 1.4‰ 时,生油作用基本结束,在 R_o 大于 2.0‰ 以后,生气作用也基本结束。早期低成熟阶段的凝析油与高成熟阶段的凝析油混合形成了现在的成熟阶段的凝析油。早期干酪根的裂解气与油的裂解气形成了现今的千米桥潜山凝析油气藏。油气藏中的高含蜡量也说明了气侵作用的存在。气侵作用不断地使轻烃被抽提、溶解,造成低碳数化合物溶解于油中,从而造成残余物中高碳数化合物的富集,形成了千米桥潜山高蜡凝析油。

参 考 文 献

- 1 戴金星. 天然气碳同位素系列倒转的成因问题[J]. 天然气工业, 1993, 10(6): 5~20
- 2 王顺玉, 戴鸿鸣, 王廷栋. 气侵对油气分布规律的影响[J]. 天然气工业, 1998, 18(5): 91
- 3 黄汝昌, 王廷栋. 中国低熟油及凝析气藏形成与分布规律[M]. 北京: 石油工业出版社, 1997. 185~186

ANALYSIS OF CONDENSATE GAS POOLS IN QIANMIQIAO BURIED HILL

Jiang Ping

(Institute of geological Exploration and Development, Dagang Oilfields Company, Tianjin)

Abstract: Qianmiqiao buried hill in Banqiao structural belt of Huanghua Depression was formed by stretch-faulting on the basis of fold-obduction. The hydrocarbon pool of the study area is a condensed oil-gas pool, the source rock is the third member of Shahejie Formation. The wax content of the crude oil is high, its methane carbon isotope could be reversed, indicating its multi-stage pool-forming origin. Gas invasion was the main cause of the pool's formation. Crude oil generated in early maturation stage migrated into the Ordovician reservoir of the buried hill first, then gas generated in mid maturation stage migrated in gas phase into the reservoir and formed the pool.

Key words: oil and gas pool; Ordovician System; gas invasion; Qianmiqiao buried hill