

文章编号:0253-9985(2010)01-0084-07

塔里木盆地麦盖提地区石炭系油藏地球化学特征

邵志兵^{1,2}, 吕海涛¹, 耿 锋¹

(1. 中国石油化工股份有限公司 西北油田分公司 石油勘探开发研究院, 新疆 乌鲁木齐 830011;

2. 中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151)

摘要:对塔里木盆地麦盖提地区石炭系油藏中油气地球化学特征及流体包裹体分析表明,天然气主要是高-过成熟的海相腐泥型气,巴什托地区天然气主要是高成熟的油田伴生气,和田河气田气则是过成熟的干酪根裂解气与原油裂解气的混合。巴什托地区原油主要是演化程度高的低硫、低蜡的轻质油;原油至少有两期充注,保存条件较好;油-源对比显示原油主要来源于寒武系,而与石炭系烃源岩无成因联系。巴什托油气藏主要有两大成藏期:一期是海西晚期,油气藏遭受一定程度的破坏;另一期是喜马拉雅期,以形成次生凝析油气为主。

关键词:碳同位素;包裹体;成藏期次;地球化学;石炭系油气藏;塔里木盆地

中图分类号:TE122.3

文献标识码:A

Geochemical characteristics of the Carboniferous oil pools in Maigaiti area, the Tarim Basin

Shao Zhibing^{1,2}, Lü Haitao¹, and Geng Feng¹

(1. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, SINOPEC Northwest Company, Urumqi, Xinjiang 830011, China;

2. Wuxi Institute of Petroleum Geology, SINOPEC Petroleum Exploration & Production Research Institute, Wuxi, Jiangsu 214151, China)

Abstract:Analyses of geochemical characteristics and fluid inclusions of the Carboniferous oil pools in the Maigaiti area in Tarim Basin reveal that the natural gas here is dominated by marine sapropel-type gas with high-over maturity. In the Bashituo area, associated gas with high maturity is predominant, while in the Hetianhe gas field, a mixture of over-mature kerogen-cracking gas and crude-cracking gas occurs. Crude oil in the Bashituo area is dominated by highly-mature light oil with low content of sulfur and wax. Oil charging occurs at least in two stages and the preservation conditions are good. Oil-source correlation shows that the crude oil mainly originated from the Cambrian and has no genetic relations with the Carboniferous source rocks. In the Bashituo area, hydrocarbon pooling occurred mainly in two periods: one is the Late Hercynian when the oil and gas pools were destructed to some degree, and the other is the Himalayan when secondary condensate oil and gas were predominant.

Keywords:carbon isotope, fluid inclusion, pooling period, geochemistry, Carboniferous oil and gas pool, Tarim Basin

塔里木盆地巴楚隆起南缘-麦盖提斜坡区已发现有和田河气田、鸟山气藏、巴什托油气藏和亚松迪气藏(图1)。和田河气田共有6个独立的气藏,分别以奥陶系潜山、石炭系巴楚组生屑灰岩段和卡拉沙依组砂泥岩段中的砂岩作为储

集岩(体)。巴什托为背斜型油气藏,分别以石炭系小海子组、巴楚组生屑灰岩段灰岩为储集岩(体),近年来在泥盆系东河塘组和克孜尔塔格组上部的砂岩储集体中也有重大的油气发现。虽然石炭系作为麦盖提地区重要的油气储层之一,

收稿日期:2009-09-27。

第一作者简介:邵志兵(1963—),男,高级工程师,有机地球化学、石油地质学。

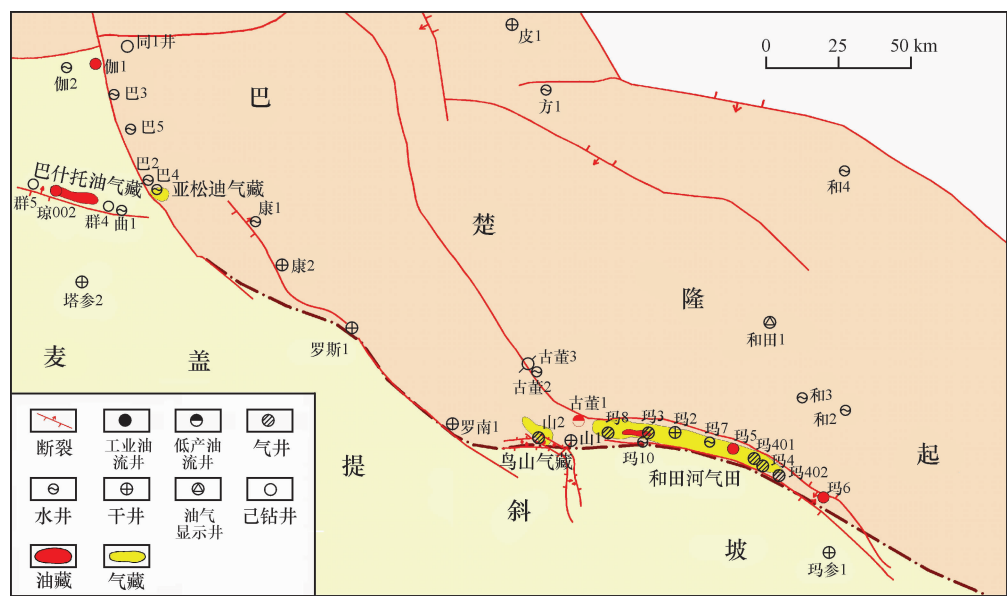


图 1 塔里木盆地巴-麦地区油气藏分布

Fig. 1 Distribution of oil and gas pools in Bachu-Maigaiti area of the Tarim Basin

但一些基础的石油地质问题,诸如油气特征、油气来源及成藏期次等仍未得到解决。本文试图从新发现油气的地球化学特征分析入手,运用流体包裹体分析资料,论述作者的一些基本看法。

1 天然气地球化学特征

天然气的地球化学特征主要是通过天然气常规组分、轻烃组成和组分碳同位素值来反映(表 1)。对巴什托油气藏 BK3, BK4H 井石炭系生屑灰岩段产气层段的天然气组分分析统计显示,天然气甲烷(C_1)含量较低、为 60.16%~63.32%,重烃(C_2^+)含量较高、为 26.94%~29.98%,干燥系数

$[C_1/(C_1-C_5)]$ 较低、为 0.667~0.698,显示天然气为湿气特征。而和田河气田玛 2、玛 4 井天然气的甲烷含量均值分别为 80.37%和 79.98%,重烃含量均值分别为 1.05%和 3.15%,干燥系数为 0.960~0.990,天然气显示为干气特征^[1]。

从轻烃组成可以判别天然气的成因类型。巴什托油气藏的 BK3, BK4H 井天然气环己烷指数 $[CH]$ 分布在 14.32%~18.10%,甲基环己烷指数 $[MCH]$ 分布在 33.87%~38.43%,异庚烷值分布范围为 3.40~3.79,庚烷值分布范围为 16.82%~17.96%,基于轻烃指纹对母质类型和成熟演化程度的判别^[2],天然气基本为处于高成熟阶段、来源于海相母质的腐泥型气,形成温度约在 133.34~136.98℃。

表 1 巴-麦地区天然气组分及碳同位素特征

Table 1 Composition and carbon isotope characteristics of natural gas in Bachu-Maigaiti area

油气田(藏)	井号	常规组分含量, %				$C_1/(C_1-C_5)$	组分碳同位素含量, ‰	
		C_1	C_2^+	CO_2	N_2		$\delta^{13}C_1$ (PDB)	$\delta^{13}C_2$ (PDB)
巴什托 油气藏	BK3	62.32	26.94	1.31	6.99	0.698	-40.79 ~ -42.52 -41.66	-33.65 ~ -34.66 -34.16
	BK4H	60.16	29.98	1.28	5.38	0.667	-41.02 ~ -41.35 -41.19	-33.48 ~ -33.97 -33.73
和田河 气田 ^[1]	玛 2	69.62 ~ 86.27 80.37	0.34 ~ 4.42 1.05	0 ~ 12.2 5.37	9.63 ~ 21.61 13.18	0.949 ~ 0.996 0.987	-36.60	-37.20
	玛 4	73.22 ~ 85.07 79.98	1.48 ~ 5.67 3.15	0.47 ~ 14.39 4.79	0.61 ~ 18.60 11.76	0.934 ~ 0.982 0.962	-37.80	-36.80

注:表中部分数据为最小值~最大值
平均值

天然气组分的碳同位素特征(表1)显示,巴什托油气藏石炭系天然气中甲烷碳同位素分布为 $-40.02\% \sim -42.52\%$ (PDB),平均为 $-41.19\% \sim -41.66\%$ (PDB);乙烷碳同位素分布为 $-33.48\% \sim -34.66\%$ (PDB),平均为 $-33.73\% \sim -34.16\%$ (PDB)。与和田河气田气相比,巴什托油气藏天然气甲烷碳同位素相对较轻,乙烷碳同位素则相对较重。这种碳同位素值的差异主要是天然气处于不同生烃演化阶段引起的。

天然气甲烷碳同位素与母质类型、热演化程度及运移效应等因素关系密切,而乙烷及更高碳数同系物的碳同位素有较强的稳定性和母质类型的继承性。一般认为, $\delta^{13}\text{C}_2 \geq -27\%$ 的为煤型气, $\delta^{13}\text{C}_2 < -28\%$ 的为油型气, $\delta^{13}\text{C}_2$ 介于 $-27\% \sim -28\%$ 之间的则为混合气。依据天然气碳同位素的成因判别,巴什托油田及和田河气田天然气主体表现为高成熟的腐泥型气,部分和田河气田气为过成熟的深层混合气^[3](图2)。深层混合气主要是由同一烃源、于不同生烃演化阶段形成的天然气的混合。前人研究多认为和田河气田主要是原油裂解气^[1],亦有认为是干酪根裂解气^[4,5]。从和田河气田气平面分布来看,东部主要是高成熟的气,如玛4、玛401等井;而西部主要是过成熟的气,如玛2、玛3、玛8等井,西部气碳同位素值出现倒转的现象($\delta^{13}\text{C}_2 - \delta^{13}\text{C}_1 < 0$),这是由不同演化阶段充注气混合形成的。

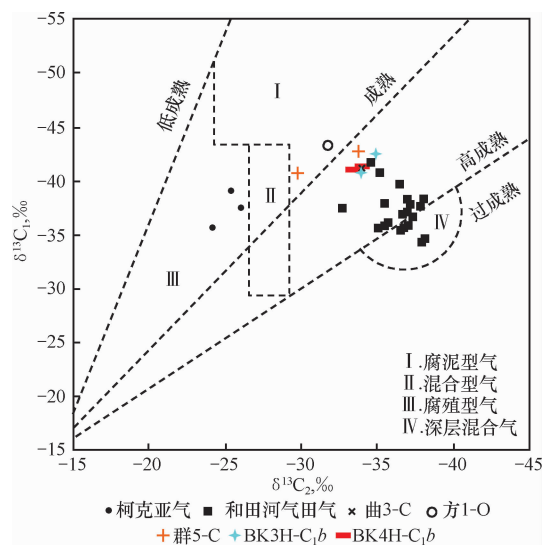


图2 天然气碳同位素成因判别^[3]

Fig. 2 Identification of gas geneses according to carbon isotope^[3]

一般认为,同一烃源在不同演化阶段生烃过程中,相对低成熟演化阶段形成的天然气干燥程度低,高成熟演化阶段形成的天然气干燥程度高且甲烷气相对含量增高、乙烷及以后的重烃气相对含量减少,同时高演化阶段形成气的碳同位素值要重于低演化阶段形成气的碳同位素值。因此,对于深层混合气而言,碳同位素组成中甲烷的碳同位素值多反映高演化阶段所形成的相对偏重的特征,而乙烷的碳同位素值多反映低演化阶段所形成的相对偏轻的特征,由此可出现碳同位素倒转的现象。此外,还注意到在相同成熟演化阶段,由原油裂解形成的天然气的碳同位素要轻于干酪根裂解形成的天然气的碳同位素,因为从干酪根到原油已存在 $1\% \sim 3\%$ 的碳同位素分馏,即原油的碳同位素轻于干酪根的碳同位素。鉴于巴什托地区油气藏主要形成于海西晚期(后述),而和田河气田主要形成于喜马拉雅期,因此对于和田河气田气特别是东部天然气而言,主要是由原油裂解而形成。由于原油裂解气的碳同位素较干酪根裂解气要轻,因而和田河气田气的碳同位素相较于巴什托的天然气,反映在乙烷碳同位素上要轻约 3% 左右。此外和田河气田地区特别是和田河气田西部除了有原油裂解气的充注外,还有喜马拉雅晚期塔西南拗陷区寒武系烃源快速演化至生干气阶段的干酪根裂解气的充注,反映在甲烷的碳同位素上主要是表现较重的特征,相较于巴什托地区的天然气其甲烷碳同位素就较重。

2 原油地球化学特征

麦盖提斜坡区油藏主要分布于巴什托油气藏的石炭系及部分泥盆系。原油分析表明,原油密度分布在 $0.7971 \sim 0.8137 \text{ g/cm}^3$,含硫量低、为 $0.07\% \sim 0.22\%$,含蜡量较低-中等、为 $4.52\% \sim 9.71\%$,族组分中饱和烃含量较高、为 $76.69\% \sim 80.17\%$,芳烃含量较低、为 $17.17\% \sim 18.45\%$,非烃+沥青质含量低、分布在 $4.16\% \sim 4.67\%$,饱/芳比达 $4.16 \sim 4.67$,原油总体表现为低硫、低蜡的轻质油。

原油的饱和烃组成中碳数为奇偶均势($OEP = 0.860 \sim 1.036$),Pr/Ph比值介于 $1.078 \sim 1.668$ 之间,显示姥、植均势,原油母质为海相的还原沉积

环境。 Pr/nC_{17} 和 Ph/nC_{18} 比值都较低,分别为 0.193 ~ 0.330 和 0.100 ~ 0.270,显示原油演化程度高、保存条件良好。原油饱和和烃色谱图反映出,饱和烃组成中具有明显的“鼓包”且链烷烃分布完整,显示原油至少是两期充注的混合。生物标志物中检测出 25-降藿烷系列化合物,表明早期原油遭受过氧化降解作用,晚期充注的原油保存条件良好,目前原油基本反映的是晚期充注油的特征。

对于油气来源的判别,主要是从原油的生物标志化合物和碳同位素特征来分析。原油的生物标志化合物特征显示,巴什托地区原油 C_{27} , C_{28} , C_{29} 规则甾烷含量基本呈 $C_{27} < C_{28} < C_{29}$ 的近斜线或反“L”型分布(图3),且具有较高含量的伽马蜡烷,伽马蜡烷指数(γ -蜡烷/ C_{30} 藿烷)分布在 0.10 ~ 0.24,反映海相藻类和细菌来源的母质贡献大,认为与寒武系烃源岩有一定的成因联系。

原油及族组分的碳同位素特征是表征原油来源的另一重要指标。通常用于判断成因类型的主要是芳烃馏分的碳同位素组成,它主要与烃源的母质类型及沉积环境有关。饱和烃馏分的碳同位素除与成因有关外,还与热成熟作用、细菌的降解作用及烃类运移有关。海相有机质中芳烃碳同位素组成主要与环烷烃的同位素组成有关,陆相有机质中的芳烃碳同位素则反映了木质素和芳构化的环烷烃两者的贡献,因而芳烃碳同位素海相的比

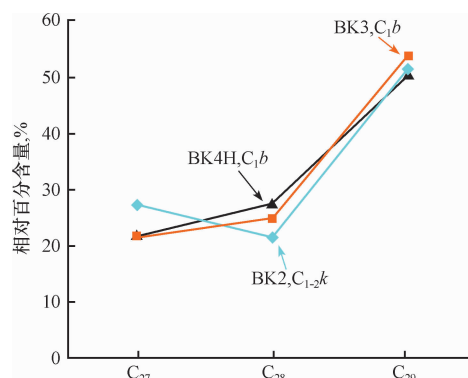


图3 原油 C_{27} , C_{28} , C_{29} 规则甾烷含量分布

Fig. 3 Distribution of contents of C_{27} , C_{28} , C_{29} regular steranes in crude oil

陆相的轻。就塔里木盆地寒武系与石炭系烃源比较而言,寒武系烃源的母质主要是海相的浮游生物及藻类,石炭系烃源主要表现为海-陆交互相的母质特征。因此,从碳同位素特征分析,寒武系烃源的同位素总体要比石炭系轻。

对比巴什托油气藏原油、塔河油田原油、柯坪建化厂鹰山组油苗、肖尔布拉克剖面 and 星火1井下寒武统烃源岩、塔西南坳陷山前和麦盖提斜坡钻井石炭系烃源岩的碳同位素组成分析发现(图4),石炭系烃源岩的碳同位素值差异较大,特别是芳烃馏分的碳同位素值分布在 -23.0‰ ~ -29.2‰ ,显示为海-陆交互相的母质特征。寒武系烃源岩的碳同位素组成相对较轻,特别是芳烃的碳同位

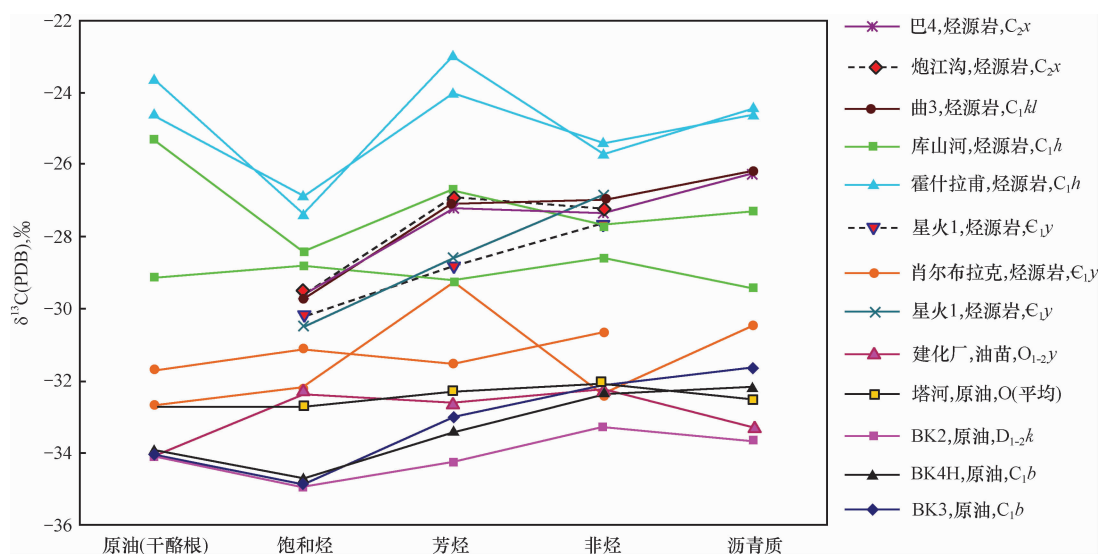


图4 原油及烃源岩碳同位素组成对比

Fig. 4 Comparison of carbon isotope between crude oil and source rocks

素值分布在 -28.59% ~ -31.52% , 显示海相烃源岩的特征。而巴什托油田原油及族组分的碳同位素值都较低, 基本与塔河油区奥陶系原油、建化厂鹰山组油苗相接近。与烃源岩的碳同位素对比, 具有亲缘关系的油与烃源之间碳同位素值相差一般在 1% ~ 3% 。对比显示, 巴什托地区原油碳同位素值更接近于肖尔布拉克剖面玉尔吐斯组黑色碳质页岩 (碳同位素差值基本在 3% 以内), 而与石炭系烃源差异较大; 虽然石炭系烃源中不乏具海相特征的源岩, 其碳同位素组成相对较轻, 但与寒武系烃源相比仍显得偏重。由此可以判断, 巴什托油田原油基本与石炭系烃源岩没有亲缘关系, 而与寒武系烃源有成因联系。

总之, 巴什托油田原油地球化学特征显示, 原油表现为演化程度较高的轻质油, 至少有两期充注; 生物标志化合物及碳同位素组成特征对比显示, 巴什托油田原油主要来源于寒武系烃源岩, 而与石炭系烃源无亲缘关系。

3 石炭系成藏期次

长期以来, 油气成藏期次是困扰麦盖提地区勘探的另一难题。前人对巴楚-麦盖提地区油气

成藏期的研究多采用 R_o 正演模拟法, 并认为主要的生烃期为海西期, 而印支-喜马拉雅期巴楚隆起基本处于生烃停滞状态, 喜马拉雅期则是麦盖提斜坡区及塔西南坳陷区另一重要的生烃期。

运用包裹体温度法确定油气的成藏期次, 是相对比较可信的方法之一^[6-9]。该方法主要是运用油气藏储层在成藏时期所捕获的烃类包裹体及其与之共生的盐水包裹体, 测定烃类包裹体的荧光特性及盐水包裹体形成的均一化温度, 结合埋藏史研究, 确定不同烃类包裹体的形成时间, 并以此判断油气藏的形成时期。

麦盖提地区石炭系油藏主要分布于巴什托, 本文重点对巴什托油田 BK2 井石炭系巴楚组生屑灰岩段包裹体进行了分析。在巴楚组生屑灰岩段的孔洞方解石中见有黄色-黄绿色、蓝绿色-蓝白色两种油包裹体, 在井深 4 764.9 m 的裂缝方解石中见有少量黑褐色沥青, 而在井深 4 788.6 m 的裂缝方解石中见有大量的蓝绿色包裹体且并未见沥青。上述总体显示, 孔洞、裂缝可能有 2~3 期形成期, 前 1~2 期形成的裂缝充填沥青, 孔洞捕获黄色-黄绿色烃类包裹体, 后期形成的裂缝和孔洞捕获蓝绿色-蓝白色烃类包裹体 (表 2)。

表 2 BK2 井巴楚组生屑灰岩段流体包裹体类型和特征

Table 2 Types and characteristics of fluid inclusions in the bioclast limestone of the Bachu Formation in BK2 well

井深/m	测试矿物	包裹体类型	包裹体大小/ μm	包裹体气液比, %	均一温度 $^{\circ}\text{C}$		荧光特征
					油包裹体	同期盐水包裹体	
4 761.65	孔洞充填方解石	油	5~12	2~10	$\frac{64.6 \sim 99.8}{88.6}$		黄色
	孔洞充填方解石	油	12	3~12	$\frac{156.8 \sim 162.3}{159.55}$		蓝绿色
	孔洞充填方解石	油	6		>200.0		蓝绿色
4 762.40	孔洞充填方解石	油	12~20	3~6	$\frac{40.1 \sim 56.3}{48.2}$		蓝白色
	孔洞充填方解石	油	5~15	2~9	$\frac{64.4 \sim 82.1}{75.3}$	$\frac{95.9 \sim 102.9}{100.0}$	黄色
	孔洞充填方解石	油	10~20	7~28	$\frac{92.6 \sim 94.1}{93.3}$		黄绿色
	孔洞充填方解石	油	25~30	86~90	>200.0		蓝绿色
4 764.90	裂缝充填方解石	未见烃类包裹体, 见少量黑褐色沥青					
4 788.60	裂缝充填方解石	含 CO_2 油	5~10	3~6	$\frac{31.2 \sim 46.7}{40.6}$	$\frac{118.7 \sim 122.3}{120.5}$	蓝绿色

* 数据为 $\frac{\text{最小值} \sim \text{最大值}}{\text{平均值}}$ 。

检测的大量烃类包裹体均一温度的统计(表 2)显示,温度区间跨度较大。主要有 3 个温度区间:一是 $<90^{\circ}\text{C}$,二是 $90 \sim 165^{\circ}\text{C}$,三是 $>200^{\circ}\text{C}$ 。这 3 个温度区间反映了油包裹体的形成相对复杂,除与形成期次有关外,还可能与油包裹体宿主矿物的成岩作用有关联。准确地判断油包裹体形成时的温度,就是测定与油包裹体同期形成的盐水包裹体的均一温度。通过对与油包裹体共生的盐水包裹体所测均一温度的统计可知,与黄色油包裹体同期形成的盐水包裹体均一温度在 $95.9 \sim 102.9^{\circ}\text{C}$ 、平均 100.0°C ,与蓝绿色油包裹体同期形成的盐水包裹体均一温度在 $118.7 \sim 122.3^{\circ}\text{C}$ 、平均 120.5°C 。

图 5 为 BK2 井埋藏-热演化史图。依据巴楚隆起、塔西南坳陷区的古地温和热史分析^[10],作为麦盖提地区主要烃源岩的寒武系,巴-麦西部地区早在加里东-海西早期就处于成熟-生油高峰期;海西晚期达到高成熟阶段,以生油气为主;印支-燕山期由于长期处于隆升剥蚀,寒武系烃源岩一直处于演化停滞状态;喜马拉雅期,麦盖提斜坡区寒武系烃源岩虽有所埋深,但由于地温梯度并未达到海西晚期的古地温梯度,寒武系烃源岩的演化程度并未增加,即仍处于停滞阶段。

对于石炭系油气藏而言,从盐水包裹体的两个主要形成温度来看,一个是 $95.9 \sim 102.9^{\circ}\text{C}$,对应石炭系的埋藏史初始形成时期是在海西晚期;另一温度为 $118.7 \sim 122.3^{\circ}\text{C}$,对应的初始形成时期是在喜马拉雅晚期。因此,判断石炭系巴楚组生屑灰岩段有效的油气成藏期是海西晚期和喜马拉雅晚期。

综合分析 BK2 井石炭系巴楚组生屑灰岩段流体包裹体后认为,巴什托地区石炭系油气藏的形成主要有两期。一期是在海西晚期。该时期寒武系烃源岩处于生油气阶段,生成的油气通过沟通烃源的巴什托断裂向上运移至生屑灰岩段储层成藏。由于海西晚期强烈的火山活动和构造运动,油气藏遭受一定程度的破坏,部分油气散失。裂缝中见有沥青充填、原油饱和烃色谱图中见有遭受氧化降解的“鼓包”和检测到 25-降藿烷系列化合物就是佐证。另一期是在喜马拉雅晚期。该时期是巴什托地区油气藏的调整期,主要是在巴什托地区西部较深层的油气藏在喜马拉雅期随着构造高点由西向东的调整,油气藏重新调配,在深层油气藏的油气沿断裂向上运移至石炭系形成次生凝析油气藏。此外,喜马拉雅晚期巴什托地区寒武系烃源岩虽然生烃处于停滞状态,但塔西南

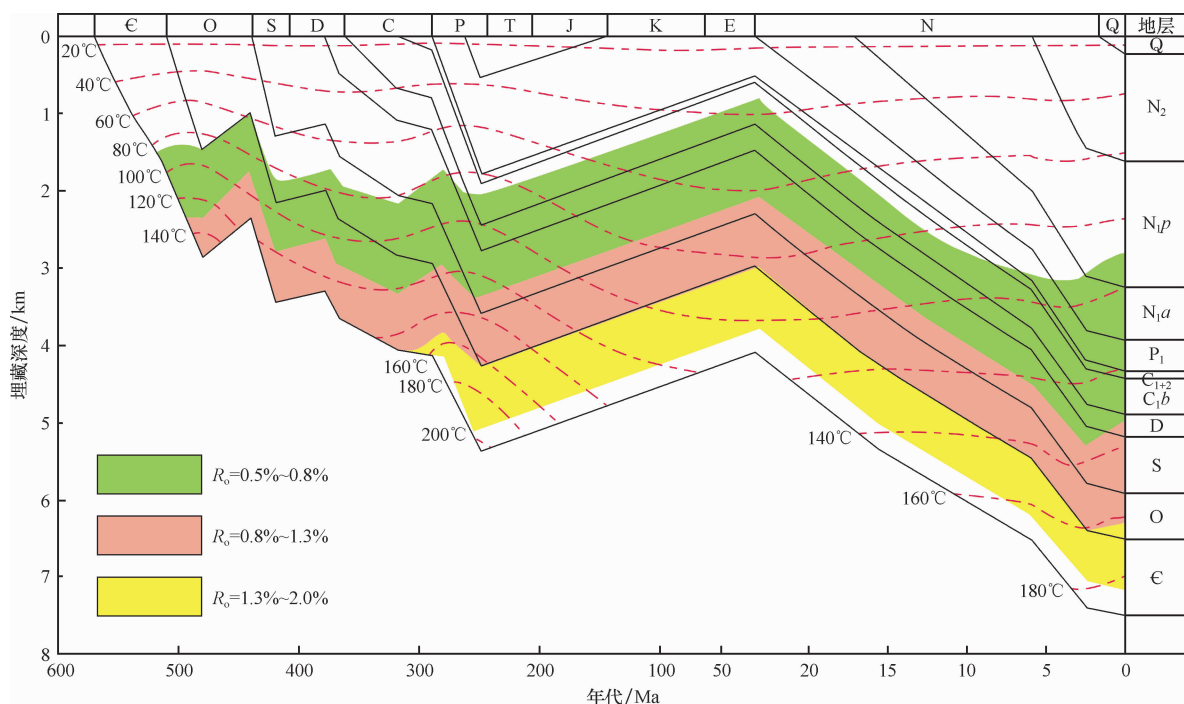


图 5 BK2 井埋藏-热演化史

Fig. 5 Burial and thermal history of source rocks in BK2 well

坳陷区寒武系烃源岩在喜马拉雅期则快速演化至生干气阶段,生成的油气也可随喜马拉雅期的构造运动沿不整合及断裂向石炭系油气藏再次充注。

参 考 文 献

- 1 赵孟军. 塔里木盆地和田河气田天然气的特殊来源及非烃组分的成因[J]. 地质论评, 2002, 48(5): 480 ~ 486
- 2 秦胜飞, 贾承造, 李梅. 和田河气田天然气东西部差异及成因[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(5): 16 ~ 18
- 3 张义纲. 天然气的生成聚集和保存[M]. 南京: 河海大学出版社, 1991
- 4 秦胜飞, 李梅, 戴金星, 等. 塔里木盆地和田河气田天然气裂解类型[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(4): 455 ~ 460
- 5 陈世加, 马力宇, 付晓文, 等. 塔里木盆地海相腐泥型天然气的

- 成因判识[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(2): 100 ~ 101, 118
- 6 欧光习, 李林强, 孙玉梅. 沉积盆地流体包裹体研究的理论与实践[J]. 矿物岩石地球化学学报, 2006, 25(1): 1 ~ 11
- 7 Chen Honghan, Zhang Qiming, Shi Jixi. Evidence of fluid inclusion for therm-al fluid-bearing hydrocarbon movements in Qiongdong-nan Basin, South China Sea[J]. Science in China (D Series), 1997, 40(6): 648 ~ 655
- 8 李美俊, 王铁冠, 刘菊, 等. 由流体包裹体均一温度和埋藏史确定油气成藏时间的几个问题——以北部湾盆地福山凹陷为例[J]. 石油与天然气地质, 2007, 28(2): 151 ~ 158
- 9 王红军, 蔡迎春. 流体包裹体常规特征在油气成藏研究中的应用[J]. 石油勘探与开发, 2000, 27(5): 50 ~ 52
- 10 李慧莉, 邱楠生, 金之钧, 等. 塔里木盆地的热史[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(5): 613 ~ 617

(编辑 李 军)

(上接第83页)

- 4 肖安成, 杨树锋, 李曰俊, 等. 塔里木盆地巴楚-柯坪地区新生代断裂系统[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(1): 78 ~ 85
- 5 杨明慧, 金之钧, 吕修祥, 等. 塔里木盆地基底卷入扭压构造与巴楚隆起的形成[J]. 地质学报, 2007, 81(2): 158 ~ 164
- 6 全裕科, 丁文龙, 余腾孝, 等. 塔里木盆地巴楚隆起同岗断裂封闭性综合评价[J]. 石油与天然气地质, 2008, 29(6): 764 ~ 768
- 7 何文渊, 李江海, 钱祥麟, 等. 塔里木盆地巴楚隆起新生代的构造演化[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2000, 36(4): 539 ~ 545
- 8 丁文龙, 林畅松, 漆立新, 等. 塔里木盆地巴楚隆起构造格架及形成演化[J]. 地学前缘, 2008, 15(2): 242 ~ 251
- 9 李铁军, 闫相宾. 塔里木盆地沙雅、卡塔和巴楚隆起油气成藏主控因素对比与评价[J]. 石油与天然气地质, 2007, 28(6): 720 ~ 730
- 10 高志农. 塔里木盆地巴楚隆起烃源岩特征及其油气源研究[J]. 石油实验地质, 2000, 22(4): 319 ~ 325
- 11 马立祥. 烃类聚集系统的层次性与塔里木盆地巴楚隆起区油

- 气系统分析[J]. 海相油气地质, 2000, 5(3-4): 81 ~ 90
- 12 马红强, 王恕一, 蔺军. 塔里木盆地巴楚-麦盖提地区油气运聚与成藏[J]. 石油实验地质, 2006, 28(3): 243 ~ 248
- 13 王清华. 塔里木盆地巴楚凸起构造特征及其对油气藏分布的控制[J]. 新疆石油地质, 1999, 20(3): 208 ~ 209
- 14 李新民, 丁勇, 张旭, 等. 巴楚-麦盖提地区不整合面特征与油气分布关系[J]. 新疆石油地质, 2001, 22(6): 475 ~ 477
- 15 刘高波, 施泽进, 余晓宇. 巴楚-麦盖提的区域构造演化与油气分布规律[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2004, 31(2): 157 ~ 161
- 16 邵龙义, 何宏, 彭苏萍, 等. 塔里木盆地巴楚隆起寒武系及奥陶系白云岩类型及形成机理[J]. 古地理论, 2002, 4(2): 19 ~ 30
- 17 库丽曼, 刘树根, 徐国强, 等. 和田古隆起区下古生界碳酸盐岩储层特征[J]. 天然气工业, 2004, 24(6): 25 ~ 29

(编辑 张亚雄)

《石油与天然气地质》荣获 2008 年中石化科技期刊评比一等奖

为了提高中国石油化工集团公司科技期刊的整体力量,促进科技人员进行技术进步和自主创新交流,集团公司对所属科技期刊的报道范围、办刊方针、技术水平和编辑质量进行了全面综合考评,开展了2008年科技期刊审读评比工作。日前,根据中国石油化工集团公司文件通知,《石油与天然气地质》期刊在此次综合考评中获得2008年中石化科技期刊审读评比一等奖。

(李 军)