

文章编号: 1000-0550(2006) 01-0135-06

柴达木盆地天然气的碳同位素地球化学特征及成因分析

赵东升^{1,2} 李文厚¹ 吴清雅² 甘贵元² 杨乾政² 李元奎² 郝小梅² 杨武玲²

(1. 西北大学地质系 西安 710069; 2 中国石油青海油田分公司 甘肃敦煌 736202)

摘要 依据天然气碳同位素中 $\delta^{13}C_1$ 、 $\delta^{13}C_2$ 、 $\delta^{13}C_3$ 的组成与划分标准, 将柴达木盆地天然气划分为煤型气、裂解气、油型气与生物气四种类型, 通过对天然气同位素中的 $\delta^{13}C_1$ 、 $\delta^{13}C_2 - \delta^{13}C_1$ 、 $\delta^{13}C_3 - \delta^{13}C_2$ 值的差异分析以及与对应的烃源岩干酪根碳同位素进行对比分析, 探讨了柴达木盆地不同地区天然气的成因以及影响因素, 这对于探索柴达木盆地的成气规律以及在不同地区天然气勘探的目标选择都有着现实意义。

关键词 天然气 碳同位素 成因 柴达木盆地

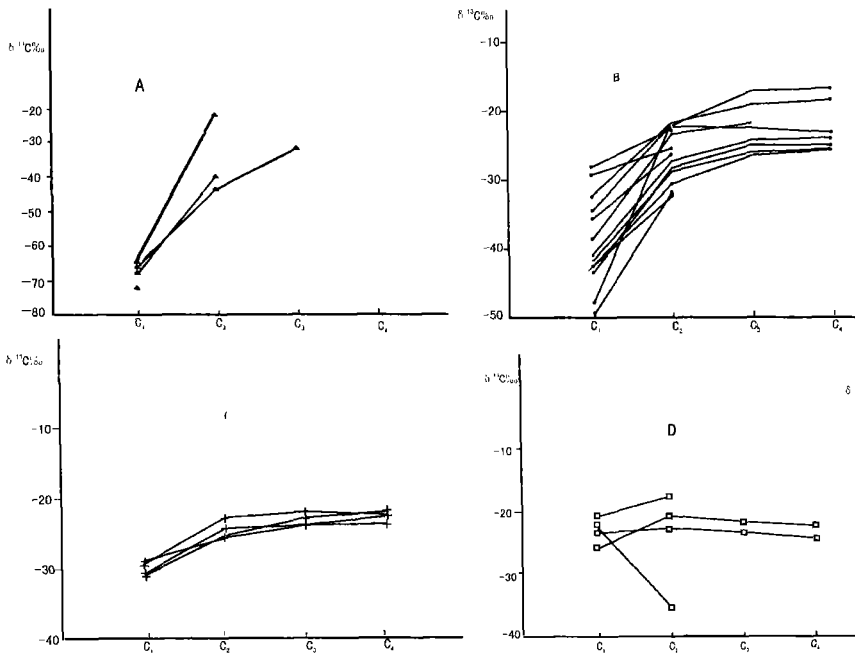
第一作者简介 赵东升 男 1966 年出生 博士研究生 高级工程师 石油地质

中图分类号 P593 **文献标识码** A

1 目的与意义

有机成因的天然气是干酪根的热演化、高分子的液态烃高温裂解^[1]与细菌在低温情况下分解有机质而产生, 因此, 天然气碳同位素地球化学特征与干酪根母质类型及热力学作用之间具有密切的关系, 干酪根的母质类型和热力学作用的差异性必然导致成分

之间的迥异, 相同的干酪根母质在经过相似的地质热力作用过程必然产生地球化学特征相似的油气, 依此可分析天然气的分布及天然气的可能成藏特征。分析柴达木盆地不同地区天然气同位素的组成特征, 其目的是为了寻找天然气的源岩以及探索干酪根母质的成气规律, 这对于不同地区天然气目标的选择以及重点区域的勘探都有着现实意义。



A—三湖地区 B—柴西地区 C—柴北缘地区 D—三湖周缘

图 1 柴达木盆地不同地区天然气碳同位素分布图

Fig. 1 Carbon isotopic distribution of natural gas from different regions of Qaidam Basin

收稿日期: 2005-01-02 收修改稿日期: 2005-08-13

2 天然气的碳同位素组成

柴达木盆地天然气中甲烷、乙烷、丙烷的同位素组成(表 1 图 1),在不同的地区有较大的差异,产自三湖周缘地区的碱山构造(E_3)、鸭湖构造(N_1)、那北构造(N_2^1)、伊克亚乌汝构造(N_2^3)的天然气的甲烷碳同位素最重,柴北缘地区的冷湖构造(N_1)、鄂博梁 I 号(E_3^2)、马海(E_3)与南八仙构造($N_2^1 - E_3^1$)天然气的甲烷碳同位素较重,柴西地区的跃进($N_2^1 - E_3^1$)、七个泉(E_3)、狮子沟

(N_2^1, E_3^2)、乌南(N_2^1)、南乌斯(N_2^1)、小梁山(N_2^1)、红沟子(E_3^1)、南翼山(E_3^2)、开特米里克(N_1)与大风山(E_3^2)等构造的天然气的甲烷碳同位素相对较轻,三湖地区的涩北一号(Q_{1+2})、涩北二号(Q_{1+2})、台吉乃尔(N_{23})、伊克亚乌汝构造($N_2^2 - N_2^1$)等天然气的甲烷碳同位素最轻。除少数构造天然气的重碳同位素出现倒转外,大部分构造天然气的碳同位素的分布均具有 $\delta^{13}C_4 > \delta^{13}C_3 > \delta^{13}C_2 > \delta^{13}C_1$ 特征,不同的只是天然气的碳同位素数值上的差异。

表 1 柴达木盆地天然气碳同位素组成表
Table 1 Natural gas carbon isotopic composition in Qaidam Basin

地区	构造	层位	天然气碳同位素				烃源岩干酪根与 $\delta^{13}C$ /‰
			$\delta^{13}C_1$ /‰	$\delta^{13}C_2$ /‰	$\delta^{13}C_3$ /‰	$\delta^{13}C_4$ /‰	
柴西地区	跃进	E_3^1	-41.0	-28.4	-26.2	-25.9	1、2、 型, -28.5~ -21.3‰, 平均 -23.8‰
		N_1	-29.4	-25.8			
	狮子沟	N_2^1	-42.3	-30.6			
		E_3^2	-42.1	-30.6	-26.7	-26.2	
	红沟子	N_2^1	-41.8	-32.2			
		E_3^2	-43.4	-28.3	-25.2	-25.2	
	七个泉	E_3	-49.6	-32.3			
	乌南	N_2^1	-47.8	-22.4	-17.4	-17.2	
	南乌斯	N_2^1	-35.6	-26.4			
	南翼山	E_3^2	-28.1	-22.9			
	开特	N_1	-32.6	-21.9	-19.4	-18.8	
	小梁山	N_2^1	-41.7	-27.3	-24.5	-24.2	
	大风山	E_3^2	-38.6	-23.4	-22.0		
	落雁山	N_2^2	-34.4	-22.3	-22.6	-23.5	
范围/平均		-49.6~-28.1/-39.2	-32.3~-21.9/-26.8	-26.2~-17.4/-23	-26.2~-17.2/-23		
三湖周缘	碱山	E_3	-23.6	-22.7	-23.4	-24.6	1、2 型
	鸭湖	N_1	-22.2				
	那北	N_2^1	-26.4	-20.9	-21.9	-22.6	
	伊克亚	N_2^1	-20.7	-17.6			
	乌汝	N_2^2	-22.5	-35.2			
	范围/平均		-26.4~-20.7/-23.1	-35.2~-17.6/-24.1	-23.4~-21.9/-22.7	-24.6~-22.6/-23.6	
三湖地区	伊克亚乌汝	N_2^3	-67.3	-39.7			2、 型 -27.4~-21.0‰ 平均-22.6‰
	台吉	N_2^3	-64.2	-22			
	乃尔	Q	-68.5	-43.8	-32.4		
	台南	Q_1	-68.5	-46.5	-32.68		
	涩北一号	Q_{1+2}	-66.7	-43.8	-31.8		
	涩北二号	Q_{1+2}	-67.2				
范围/平均		-72.3~-64.2/-67.8	-46.52~-22/-39.2	-32.6~-31.8/-32.3			
柴北缘地区	马海	E_3	-30.6	-24.6	-24	-22.9	、 2型 -27.6~-23.6‰ 平均-25.1‰
	南八仙	N_2^1	-29.4	-22.8	-22	-22.6	
	冷湖五号	N_1	-29	-25.7	-24	-23.9	
	鄂博梁一号	E_3^2	-31	-25.6	-23.4	-22.3	
	范围/平均		-31~-29/-29.8	-25.7~-22.8/-24.7	-24~-22/-23.1	-23.9~-22.3/-22.9	

注 干酪根碳同位素测定采用石油天然气行业标准 SY 5239-91,天然气的碳同位素采用 SY 5239-91

3 天然气类型

天然气碳同位素的分析资料表明:三湖地区的天然气 $\delta^{13}C_1$ 为 $-72.3\text{‰} \sim -64.2\text{‰}$, $\delta^{13}C_2$ 为 $-46.52\text{‰} \sim -22\text{‰}$, 且 $\delta^{13}C_1 < -55\text{‰}$; 柴西地区的天然气 $\delta^{13}C_1$ 为 $-49.63\text{‰} \sim -28.1\text{‰}$, $\delta^{13}C_2$ 为 $-32.32\text{‰} \sim -21.9\text{‰}$, 主要与石油伴生产出; 柴北缘地区的天然气 $\delta^{13}C_1$ 为 $-31\text{‰} \sim -29\text{‰}$, $\delta^{13}C_2$ 为 $-24\text{‰} \sim -22\text{‰}$, 且

$\delta^{13}C_2 > -28\text{‰}$, 单独产出或与凝析油共存; 三湖周缘地区的天然气 $\delta^{13}C_1$ 为 $-26.4\text{‰} \sim -20.7\text{‰}$, $\delta^{13}C_2$ 为 $-35.2\text{‰} \sim -17.6\text{‰}$, 且大多数 $\delta^{13}C_2 > -28\text{‰}$; 根据天然气的碳同位素划分标准^[2], 结合干酪根的类型、地化特征及天然气的产出情况, 柴达木盆地的天然气分为四种类型(图 2): 三湖地区的天然气应属生物气; 柴西地区的天然气应属油型气; 柴北缘地区的天然气应属煤型气; 三湖周缘地区的天然气应属裂解气(图 3)。

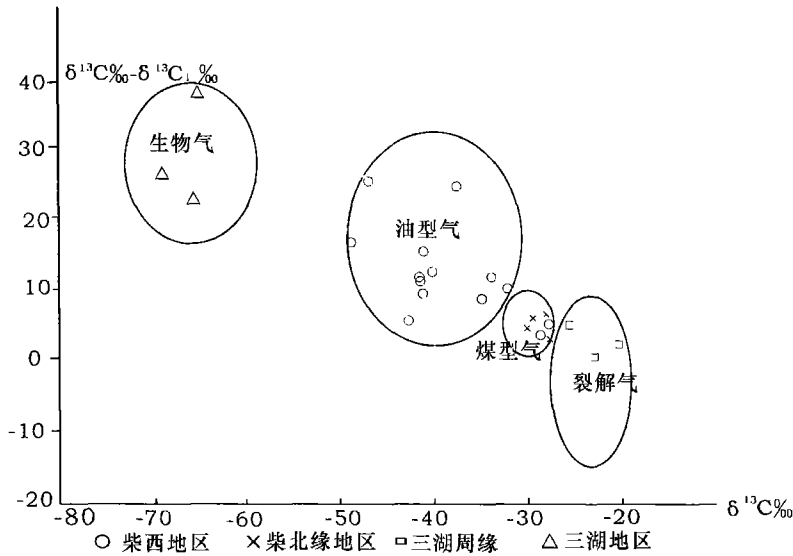


图 2 柴达木盆地天然气成因类型

Fig 2 Natural gas genetic types in Qaidam Basin

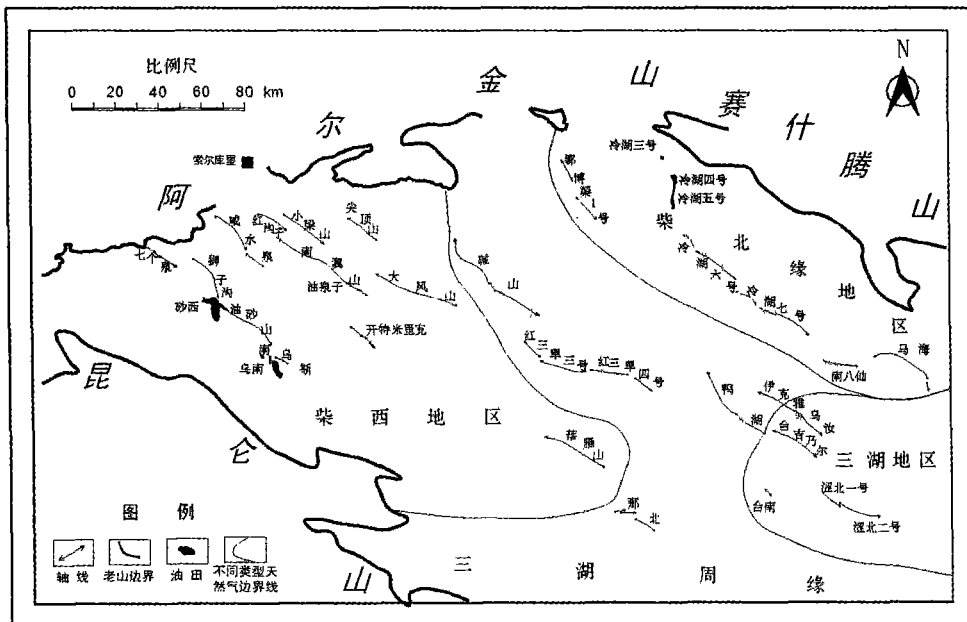


图 3 柴达木盆地天然气分布区域图

Fig 3 Distribution of different natural gas types in Qaidam Basin

4 天然气成因

不同时期形成的天然气虽具有类似的碳同位素的分布特征,但其甲烷同位素 $\delta^{13}C_K$, $\delta^{13}C_2 - \delta^{13}C_1$ 及 $\delta^{13}C_3 - \delta^{13}C_2$ 差异很大,而且即使同源天然气烃类系列的 $\delta^{13}C$ 有时也会发生同位素倒转现象^[1, 6, 7, 9]。三湖地区周缘的天然气 $\delta^{13}C_2 - \delta^{13}C_1$ 的差值为 $-12.7\% \sim -5.5\%$, 平均值为 -0.8% , $\delta^{13}C_3 - \delta^{13}C_2$ 的差值为 $-1\% \sim -0.7\%$, 平均值为 -0.85% ; 柴北缘地区的天然气 $\delta^{13}C_2 - \delta^{13}C_1$ 的差值为 $3.3\% \sim 6.6\%$, 平均值为 5.06% , $\delta^{13}C_3 - \delta^{13}C_2$ 的差值为 $0.6\% \sim 2.2\%$, 平均值为 1.33% ; 柴西地区的天然气 $\delta^{13}C_2$

$-\delta^{13}C_1$ 的差值为 $3.46\% \sim 25.2\%$, 平均值为 12.45% , $\delta^{13}C_3 - \delta^{13}C_2$ 的差值为 $-0.3\% \sim 5\%$, 平均值为 2.3% ; 三湖地区的天然气 $\delta^{13}C_2 - \delta^{13}C_1$ 的差值为 $22.02\% \sim 42.2\%$, 平均值为 27.89% , $\delta^{13}C_3 - \delta^{13}C_2$ 的差值为 $11.45\% \sim 13.94\%$, 平均值为 12.46% (表 2)。 $\delta^{13}C_2 - \delta^{13}C_1$ 与 $\delta^{13}C_3 - \delta^{13}C_2$ 的差值由三湖地区—柴西地区—柴北缘地区—三湖地区周缘逐渐减小,正好与这四个地区烃源岩的演化程度逐渐增加、温压逐渐增高相对应,表明 $\delta^{13}C_2 - \delta^{13}C_1$ 与 $\delta^{13}C_3 - \delta^{13}C_2$ 的差值可以用来探讨烃源岩的相对演化程度与温压变化,进而探讨天然气的成因。

表 2 柴达木盆地天然气 $\delta^{13}C_2 - \delta^{13}C_1$ 与 $\delta^{13}C_3 - \delta^{13}C_2$ 变化表

Table 2 The variation of gas $\delta^{13}C_2 - \delta^{13}C_1$ and $\delta^{13}C_3 - \delta^{13}C_2$ in Qaidam Basin

地区	构造	层位	天然气 C ₂ /C ₃	天然气碳同位素		天然气 类型
				$\delta^{13}C_2 \text{‰} - \delta^{13}C_1 \text{‰}$ 平均	$\delta^{13}C_3 \text{‰} - \delta^{13}C_2 \text{‰}$ 平均	
柴西地区	跃进	E ₃₁	2.3	12.6	2.2	油型气
		N ₁		3.46		
	狮子沟	N ₂₁	2.5	11.7		
		E ₃₂	2.6	11.5	3.9	
	红沟子	N ₂₁	1.9	9.6		
		E ₃ ²		5.1	3.1	
	七个泉	E ₃	1.7	17.3		
		N ₁ ¹	2.6	25.4	5	
	南乌斯	N ₂ ¹		9.2		
		E ₃ ²		5.2		
	开特	N ₁		10.7	2.5	
		N ₂ ¹		15.4	2.8	
	大风山	E ₃ ²		25.2	1.4	
		N ₂ ²	2.5	12.1	-0.3	
范围			1.7~2.6	3.46~25.2/12.5	-0.3~5/2.3	
三湖周缘	碱山	E ₃	10~31	0.9	-0.7	
		N ₂ ¹		5.5	-1.0	
	伊克亚乌汝	N ₂ ¹		3.1		
		N ₂ ²		-12.7		
	范围			10~31	-12.7~-5.5/-0.8	-1~-0.7/-0.9
三湖地区	伊克亚乌汝	N ₂ ³		27.6		
		N ₂ ³		42.2		
	台南	Q	28	24.7	11.5	
		Q ₁	6	22.0	14	
	涩北一号	Q ₁₊₂	4	22.9	12	
		Q ₁₊₂	3			
范围				22.0~42.2/27.9	11.5~13.9/12.5	
柴北缘地区	马海	E ₃	12.7	6	0.6	
		N ₂₁	3.1~4.8	6.6	0.8	
	冷湖五号	N ₁		3.3	1.7	
		E ₃ ²		4.4	2.2	
	范围			3.1~12.7	3.3~6.6/5.1	0.6~2.2/1.31

干酪根类型是形成不同类型天然气的基础。柴达木盆地柴西地区第三系主要母质类型以 I_1 、 I_2 与 I_3 型为主,向盆地东部母质类型变差,主要以 I_1 、 I_2 与 I_3 型为主;第四系干酪根为 I_1 与 I_2 型;柴北缘侏罗系干酪根主要为 I_2 、 I_3 型,次为 I_1 型;而且三湖及其周缘地区以产气为主,柴西地区与柴北缘地区既产油也产气,表明 I_1 型干酪根以生油为主, I_2 型干酪根以生气为主。柴西地区第三系干酪根 $\delta^{13}C$ 在 -28.5% ~ -21.3% 之间,平均为 -23.8% ;第四系干酪根 $\delta^{13}C$ 在 -27.35% ~ -20.98% 之间,平均为 -22.64% ;柴北缘侏罗系干酪根 $\delta^{13}C$ 在 -27.56% ~ -23.61% 之间,平均为 -25.1% ^[3,4];不同地区碳同位素都具有 $\delta^{13}C_4 > \delta^{13}C_3 > \delta^{13}C_2 > \delta^{13}C_1$ 特征,干酪根 $\delta^{13}C$ 值基本上重于天然气中碳同位素的值,表明 ^{13}C 富集于高碳烃中。

干酪根的热演化与细菌在低温情况下分解有机质是天然气的碳同位素数轻重的关键。一般说来,受热演化时间越长,热演化温度越高,同位素就会越重,反之越轻^[1,5]。当原始有机质沉积后,在厌氧条件下,由于酶对有机质的微生物分解作用,使 CO_2 、甲酸盐、乙酸盐及甲醇等化合物还原烃类化合物^[8,10,11,12],形成以甲烷为主的轻烃;而在一定的温、压条件下聚合成的干酪根,随温、压的增加,首先富集轻碳同位素的基团分解成小分子烃类,其次富集重碳同位素的基团分解成小分子烃类,从而造成由低温到高温分解的小分子烃类逐渐富集重碳同位素。三湖地区烃源岩主要为第四系,埋藏一般低于 2 000 m,地温小于 60° , R_0 小于 0.5%,仅仅经历了第四纪地质历史的受热演化时间,主要是生物化学作用成因形成,所以该区天然气碳同位素最轻;三湖周缘地区第三系与侏罗系烃源岩埋藏大于 5 000 m,地温在 $180^\circ C$ 以上, R_0 大于 2%,且经历了侏罗纪、第三纪与第四纪地质历史的受热演化时间,如一里坪凹陷早 2 井,在 6 015 m 时仅钻到 N_2^1 地层,造成 ^{13}C 富集的重烃发生裂解,所以该区碳同位素最重。柴西地区缺少侏罗系烃源岩,其烃源岩主要为下第三系,埋藏一般低于 5 000 m,地温 $60\sim 180^\circ C$, R_0 为 0.5% ~ 2%,经历了晚第三纪与第四纪地质历史的受热演化时间,烃源岩的受热演化时间较柴北缘地区与三湖周缘地区要短,所以该区天然气碳同位素相对较轻。主要是细菌与演化时间、温、压的作用,也有有机质类型的影响,才造成由三湖地区—柴西地区—柴北缘地区至三湖地区周缘 $\delta^{13}C_1$ 值逐渐升高, $\delta^{13}C_2 - \delta^{13}C_1$ 的差值与 δ

$^{13}C_3 - \delta^{13}C_2$ 的差值也有同样的规律的原因。

部分重碳同位素发生倒转,主要由不同来源的天然气混合作用^[6,7]所致。三湖地区的生物气来自同源的第四系烃源岩,烃源岩形成天然气所受热演化时间与热演化温度相近;柴北缘地区的煤型气来自同源的侏罗系烃源岩,烃源岩形成天然气所受热演化时间与热演化温度也相近;所以这两地区重碳同位素未发生倒转。三湖周缘地区的裂解气来自深层下第三系与侏罗系高成熟与过成熟的混合烃源岩,这两种烃源岩母质不同,形成天然气所受热演化时间与热演化温度相差较大,因而,该区重碳同位素发生倒转现象明显;柴西地区油型气来自上、下第三系烃源岩,虽然母质相同,但形成天然气所受热演化时间与热演化温度有所差别,因而,该区重碳同位素也发生倒转现象。

5 结论

(1) 柴达木盆地不同地区天然气的碳同位素组成不同,产自三湖周缘地区天然气的碳同位素组成最重,产自柴北缘地区天然气的碳同位素组成较重,产自柴西地区天然气的碳同位素组成较轻,产自三湖地区天然气的碳同位素组成最轻。

(2) 依据三湖周缘地区、柴北缘地区、柴西地区、三湖地区天然气的 $\delta^{13}C_1$ 、 $\delta^{13}C_2$ 、 $\delta^{13}C_2 - \delta^{13}C_1$ 与 $\delta^{13}C_3 - \delta^{13}C_2$ 的值及其差异,结合油气产出情况,认为三湖周缘地区属裂解气、柴北缘地区属煤型气、柴西地区属油型气、三湖地区属生物气。

(3) 干酪根的类型是形成不同类型天然气的基础,干酪根的热演化的温度与时间、高分子的液态烃高温裂解及细菌在低温情况下分解有机质是形成不同类型天然气的关键。细菌在低温情况下分解有机质形成生物气,高温使干酪根及高分子液态烃产生裂解气,而油型气和煤型气是温度与时间的共同作用或弥补的结果。

(4) 重碳同位素发生倒转,主要由不同来源的天然气混合所致。三湖周缘地区的裂解气重碳同位素发生倒转是由下第三系与侏罗系两套烃源岩及其受热演化时间与热演化温度不同所致,而柴西地区油型气重碳同位素发生倒转是由同种母质所受热演化时间与热演化温度差异所致。

(5) 基于地质与天然气碳同位素地化分析,认为柴西地区应为油型气的重点勘探区域,三湖地区应为生物气的重点勘探区域,柴北缘地区应为煤型气的重点勘探区域,三湖周缘地区第三系 N_2^3 层以下应为裂

解气的重点勘探区域, 而 $Q_{1+2} - N_2^3$ 层也是生物气的勘探领域。

参考文献 (References)

- 1 陈践发, 徐永昌. 塔里木盆地东部地区天然气地球化学特征及成因探讨. 沉积学报, 2001, 19(1): 141~144 [Chen Jianfa, Xu Yongchang. Geochemical characteristics and origin of natural gas in eastern of Tarim Basin. Acta Sedimentologica Sinica, 2001, 19(1): 141~144]
- 2 张厚福, 方朝亮, 等. 石油地质学. 北京: 石油工业出版社, 2001 [Zhang Houfu, Fang Chaoliang, et al. Petroleum Geology. Beijing: Petroleum Industry Press, 2001]
- 3 党玉琪, 胡勇, 余辉龙. 柴达木盆地北缘石油地质. 北京: 地质出版社, 2003 [Dang Yuqi, Hu Yong, Yu Hui long. Petroleum Geology in the North Margin of Qaidam Basin. Beijing: Geological Publishing Press, 2003]
- 4 黄杏珍, 邵宏舜. 柴达木盆地第三系找油方向. 兰州: 科学技术出版社, 1993 [Huang Xingzhen, Shao Hongshui, et al. Formation and Exploration Direction of Petroleum and Nature Gas in Qaidam Basin (M). Lanzhou: Science and Technology Press of Gansu, 1993]
- 5 黄第藩, 李晋超, 周翥虹, 陆相有机质的演化和成烃机理. 北京: 石油工业出版社, 1984 [Huang Diefan, Li Jinchao, Zhou Xihong. Organic Matter Evolution of Continental Facies and Mechanism of Hydrocarbon Formation. Beijing: Petroleum Industry Press, 1984]

- 6 戴金星. 概论有机成因气碳同位素系列倒转的成因问题. 天然气工业, 1990, 10(6): 15~20 [Dai Jinxing. General discuss of formation cause for the turn in reverse of the organic genesis gas carbon isotope series. Natural Gas Industry, 1990, 10(6): 15~20]
- 7 李延钧, 王廷栋, 张艳云, 等. 准噶尔盆地南缘天然气成因与成藏解剖. 沉积学报, 2004, 22(3): 529~534 [Li Yanjun, Wang Tingdong, Zang Yanyun, et al. Natural gas genesis and formation of gas pools in the south margin of Junggar Basin. Acta Sedimentologica Sinica, 2004, 22(3): 529~534]
- 8 林卫东, 沈平, 徐永昌, 等. 南海中部近代沉积物中烃类气体的地球化学特征及其来源. 沉积学报, 2005, 23(1): 170~174 [Lin Weidong, Shen Ping, Xu Yongchang, et al. Geochemical characteristic and source of hydrocarbon gas of recent sediment from South China Sea. Acta Sedimentologica Sinica, 2005, 23(1): 170~174]
- 9 Little R, Ldiz E, et al. Molecular nitrogen in natural gas accumulations: generation from sedimentary organic at high temperature. AAPG Bulletin, 1995, 79(3): 410~430
- 10 Farrington JW, and Meyers PA. Hydrocarbons in the marine environment. In: Environmental Chemistry. London: The Chemical Society, 1975, 109~136
- 11 Colman D D. Fractionation of carbon and hydrogen isotope by methane oxidizing bacteria. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1981, 45, 1033~1037
- 12 Barker J F, et al. Carbon isotope fractionation during microbial methane oxidation. Nature, 1981, 293(3): 289~291

Characteristics of Carbon Isotope and Origin of Natural Gas in Qaidam Basin

ZHAO Dong-sheng^{1,2} LIW en-hou¹ WU Q ing-ya² GAN Gu-yuan²
YANG Q ian-zheng² LI Yu-an-ku² HAO Xong-mei² YANG Wu-ling²

(1. Geology Department of Northwest University, Xi'an 710069; 2. Qinghai Oilfield Company, CNPC, Dunhuang Gansu 736202)

Abstract $\delta^{13}C_1$, $\delta^{13}C_2$, $\delta^{13}C_3$, $\delta^{13}C_4$ of natural gas isotopic composition are various in different parts of Qaidam Basin. The average of them are -23.1% , -24.1% , -22.7% and -23.6% in Sanhu area around -29.8% , -24.7% , -23.1% and -22.9% in Chaibeiyuan area -39.2% , -26.8% , -23% and -23% in Chaiki area -67.8% , -39.2% , -32.3% and lack of $\delta^{13}C_4$ in Sanhu area. $\delta^{13}C_4 > \delta^{13}C_3 > \delta^{13}C_2 > \delta^{13}C_1$ exist between component of most natural gas isotope, and reversion of minor heavy carbon isotopic composition exist. Regionally, $\delta^{13}C_1$, $\delta^{13}C_2$, $\delta^{13}C_3$, $\delta^{13}C_4$ of natural gas isotopic composition decrease gradually from Sanhu area around Chaibeiyuan area and Chaiki area to Sanhu area. $\delta^{13}C_2 - \delta^{13}C_1$ and $\delta^{13}C_3 - \delta^{13}C_2$ of natural gas isotopic composition increase gradually from Sanhu area around Chaibeiyuan area and Chaiki area to Sanhu area, the average of them are -0.8% and -0.9% in Sanhu area around 5.1% and 1.3% in Chaibeiyuan area 14.5% and 2.3% in Chaiki area, 27.9% and 12.5% in Sanhu area.

$\delta^{13}C_4 > \delta^{13}C_3 > \delta^{13}C_2 > \delta^{13}C_1$ exist between component of most natural gas isotope because natural gas of organic geneses are derived from the similar process of thermodynamic action, and reversion of minor heavy carbon isotopic composition exist because of the kind action of natural gas from the different derivation or the difference of duration, temperatures and pressures in developing hydrocarbon process from the same source rock. The difference between $\delta^{13}C_2 - \delta^{13}C_1$ and $\delta^{13}C_3 - \delta^{13}C_2$ in different area depend on duration, temperatures and pressures of source rock evolution, the higher temperatures and pressures and the longer duration of source rock evolution, the more uniform $\delta^{13}C$ distribution between natural gas component. In the meantime, bacteria and types of kerogen have an effect on $\delta^{13}C_2 - \delta^{13}C_1$ and $\delta^{13}C_3 - \delta^{13}C_2$ to some extent. The study on carbon isotope geochemical characteristic can not only divide types of natural gas and discuss their geneses in theory, but also guide the exploration of natural gas.

Key words natural gas, carbon isotope, genesis, Qaidam Basin