

文章编号: 1001-6112(2006)05-0480-04

# 松辽盆地北部二氧化碳气藏成因地球化学研究

谈 迎<sup>1,2</sup>, 刘德良<sup>2</sup>, 李振生<sup>2</sup>

(1. 江苏省地质调查研究院, 南京 210018; 2. 中国科学技术大学 地球与空间科学院, 合肥 230026)

**摘要:**松辽盆地北部深层已发现的二氧化碳(CO<sub>2</sub>)工业气藏主要处于徐家围子断陷带深层,火山岩储集层的岩石化学数据表明,徐家围子的火山岩以钙碱性为主,为幔源岩浆分异作用的产物。徐家围子断陷带昌德东气藏天然气中的 CO<sub>2</sub> 含量高(89.73%~90.38%),CO<sub>2</sub> 的碳同位素值为-6.61‰~-4.06‰,落在无机成因区,<sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He 值为 3.9×10<sup>-6</sup>和 4.5×10<sup>-6</sup>,介于幔源与壳源之间,伴生甲烷同系物的碳同位素呈倒序排列,具有无机成因气负碳同位素系列的特征。CO<sub>2</sub>/<sup>3</sup>He 值为 1.9×10<sup>9</sup>,指示出气藏中 CO<sub>2</sub> 是上地幔脱气成因。火山岩储集层岩石化学数据和气体化学成分判别的结果说明徐家围子断陷带昌德东气藏的形成和幔源岩浆有关,其 CO<sub>2</sub> 是无机幔源成因。

**关键词:**二氧化碳气藏;地球化学;无机成因;松辽盆地

**中图分类号:** TE122.3

**文献标识码:** A

松辽盆地未来的勘探方向是基岩油气藏和古潜山油气藏<sup>[1,2]</sup>。松辽盆地已经发现的基岩油气藏有:肇州西基底花岗岩风化壳油气藏,汪 902 基底变质岩风化壳油气藏,昌德基底千枚岩风化壳气藏等。在接近基底的火山岩储集层中,近来发现大量的天然气藏,如徐深 1 井、徐深 6 井、汪深 1 井,这预示着松辽盆地深部勘探具有巨大潜力。

目前松辽盆地北部已发现的二氧化碳(CO<sub>2</sub>)工业气藏主要处于徐家围子断陷带深层。其储集气体的成因判别对深部气藏的成藏模式研究有着及其重要的意义<sup>[3]</sup>。

昌德东 CO<sub>2</sub> 气藏位于徐家围子断陷带边界断裂附近,沿该断裂火山岩十分发育,含高纯度 CO<sub>2</sub> 的储层主要是火山岩或临近火山岩的岩层;齐家古龙地区 CO<sub>2</sub> 的富集层见于英 8 井 2 429.50~2 520.07 m 泉头组四段的黑色粉砂岩段,该井位于孙吴一双辽断裂附近,其下部泉二段、泉三段就钻遇 2 层共厚 60.2 m 的玄武岩层。

从空间分布看,松辽盆地北部 CO<sub>2</sub> 含量较高的含气层虽然层位不同,但都具有一个共同的特点,它们主要分布于区域大断裂、火山喷发岩体附近。反映了松辽盆地 CO<sub>2</sub> 气与区域大断裂、火山岩具有成因上的联系,这和全球 CO<sub>2</sub> 气藏的分布特征是相一致的。

利用火成岩岩石化学数据,可以对火山岩储集层气藏的形成演化特性,以及 CO<sub>2</sub> 产出的地质背景进行判别分析;用气体化学成分判据,如 CO<sub>2</sub> 气

藏中 CO<sub>2</sub> 的百分含量、CO<sub>2</sub> 伴生的烃类气体含量、稀有气体的含量及同位素、CO<sub>2</sub> 的碳同位素及伴生甲烷同系物的碳同位素系列等特征,可以对气藏 CO<sub>2</sub> 的来源进行判别分析。本文从这两方面对松辽盆地北部徐家围子断陷带昌德东气藏 CO<sub>2</sub> 成因的地球化学特征进行了分析。

## 1 研究方法和测试手段

火山岩样品的岩石化学分析测试,是在安徽省地质实验研究所国土资源部安徽中心实验室进行的;采用重量法测试,实验相对误差小于±1%;采集了松辽盆地北部徐家围子断陷带侏罗系、白垩系不同深度的岩石样品。

收集了各种文献和资料中有关松辽盆地北部昌德东天然气藏中的气体化学组分、同位素测试数据<sup>[4~7]</sup>,计算了昌德东气藏的 CO<sub>2</sub>/<sup>3</sup>He 比值。从 CO<sub>2</sub> 的组分含量、碳同位素值(δ<sup>13</sup>C<sub>CO<sub>2</sub></sub>)、伴生惰性气体<sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He 值以及伴生甲烷同系物的碳同位素排列顺序、CO<sub>2</sub>/<sup>3</sup>He 值等方面,对松辽盆地北部已发现的昌德东 CO<sub>2</sub> 气藏中二氧化碳气体进行了成因分析。

## 2 分析测试结果

### 2.1 岩石化学测试结果

对 7 件样品进行了全岩化学成分分析,并计算了它们的里特曼组合指数(σ)、分异指数(DI)、固结指数(SI)等主要岩石化学参数(表 1)。

收稿日期:2006-05-08;修订日期:2006-08-07。

作者简介:谈 迎(1968—),男(汉族),江苏无锡人,博士,副研究员,从事石油天然气地质、地球化学、天体化学、地热开发应用的研究。

基金项目:国家重点基础研究发展规划(973 计划)(2001-CB209133)和国家自然科学基金(40472074)。

表 1 松辽盆地北部深层火成岩主量元素质量分数及参数值

Table 1 Major element mass percent of igneous rocks in the deep of the northern Songliao Basin WB%

样品号	1	2	3	4	5	6	7
井号	芳深 9	芳深 9	芳深 9	芳深 9	芳深 10	肇深 6	尚深 3
采样位置/m	2 968.80	3 161.60	3 634.00	3 699.25	4 153.67	3 971.75	3 719.50
层位	K	K <sub>1</sub>	K <sub>1y</sub>	J	J	J	J
岩石类型	英安岩	闪长岩	流纹岩	安山岩	流纹岩	流纹岩	安山岩
SiO <sub>2</sub>	65.49	58.68	73.00	55.81	74.66	63.88	58.40
TiO <sub>2</sub>	0.55	0.93	0.35	0.90	0.20	0.54	1.01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.40	18.14	10.31	16.46	12.69	18.30	16.30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.72	2.11	0.72	1.47	0.80	0.59	2.86
FeO	1.35	4.12	3.48	4.71	0.46	4.20	2.97
MnO	0.04	0.09	0.05	0.21	0.03	0.10	0.13
MgO	1.02	3.81	0.25	3.86	0.32	1.15	4.14
CaO	0.11	3.77	0.91	4.60	1.43	0.44	3.55
Na <sub>2</sub> O	1.32	3.12	3.79	3.11	4.47	2.06	4.02
K <sub>2</sub> O	4.03	1.43	4.10	2.62	2.39	4.06	2.29
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.03	0.05	0.05	0.32	0.04	0.19	0.40
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	2.93	2.82	0	0.80	0.80	3.22	2.07
CO <sub>2</sub>	1.02	0.61	0	3.63	0.85	0.62	1.06
烧失量			2.64	5.34	1.86	3.99	3.39
σ <sup>1)</sup>	1.27	1.32	2.08	2.56	1.49	1.79	2.59
DI <sup>2)</sup>	79.21	56.46	75.47	55.79	90.38	85.67	63.63
SI <sup>3)</sup>	12.09	26.11	2.03	24.48	3.79	9.54	25.43

1)σ为里特曼指数。  
2)DI为分异指数。  
3)SI为固结指数。

## 2.2 昌德东气藏 CO<sub>2</sub> 的成因分析

### 2.2.1 CO<sub>2</sub> 的组分含量及伴生气组分

三水盆地 CO<sub>2</sub> 成因研究中<sup>[8]</sup>,统计了达到工业品位各种成因来源的天然气管道样品中 CO<sub>2</sub> 的百分含量:有机成因的 CO<sub>2</sub> 含量上限值为 0.03%~15.93%,壳源 CO<sub>2</sub> 含量下限值为 3.65%~47.53%,幔源气 CO<sub>2</sub> 含量的上限值为 52.24%~93.47%。这组数据虽然区间交叉较大,但有一定的参考价值。据国内外 CO<sub>2</sub> 气藏和气苗中 CO<sub>2</sub> 含量统计结果,无机成因 CO<sub>2</sub> 气藏中 CO<sub>2</sub> 所占百分含量一般都很高(50%~100%)。

昌德东气藏中芳深 9 井天然气中的 CO<sub>2</sub> 含量最高(89.73%~90.38%),其次为芳深 7 井(39.95%)、芳深 6 井(15.32%) (表 2)。芳深 9 井的伴生气体中,烃类气体主要为甲烷(9.37%~9.61%),含少

量重烃气(0.15%)。非烃气中 N<sub>2</sub>(0.49%)和 He(0.012%)的含量不高。芳深 9 井 CO<sub>2</sub> 显然具有无机成因特征。

从芳深 9 井至芳深 7 井、芳深 6 井,CO<sub>2</sub> 含量逐渐降低。针对这种现象,目前的分析认为芳深 7 井、芳深 6 井的 CO<sub>2</sub> 主要是从芳深 9 井运移而来的,其亲水性及重力分异作用使 CO<sub>2</sub> 含量随运移距离的增加而减少,也有人认为与较多有机气混入有关。

### 2.2.2 CO<sub>2</sub> 的碳同位素值

δ<sup>13</sup>C 值可以有效区别 CO<sub>2</sub> 是无机源还是有机源。从国内外 CO<sub>2</sub> 研究资料看,有机源 CO<sub>2</sub> 的 δ<sup>13</sup>C 值小于-9‰,以幔源岩浆为母源的 CO<sub>2</sub> 的 δ<sup>13</sup>C 值主要分布在-4‰~-8‰,而由碳酸盐岩受热分解产生的 CO<sub>2</sub> 由于继承母源的碳同位素组成,δ<sup>13</sup>C 值

表 2 松辽盆地北部昌德东气藏气体组分<sup>[4,5]</sup>

Table 2 Gas component data of the Changdedong Gas Deposit in the northern Songliao Basin

井号	井深/m	<sup>3</sup> He/ <sup>4</sup> He	CO <sub>2</sub> / <sup>3</sup> He	组分含量,%						δ <sup>13</sup> C <sub>PDB</sub> ,‰				
				CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	He	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	CO <sub>2</sub>
芳深 9	3 602.0~3 620.0	3.9×10 <sup>-6</sup>	1.91×10 <sup>9</sup>	9.61	0.14			89.73	0.490	0.012	-27.45	-32.11		-4.06
芳深 9	3 602.0~3 632.0	4.5×10 <sup>-6</sup>	1.93×10 <sup>9</sup>	9.37	0.15			90.38	0.089		-27.25			-5.46
芳深 7	3 380.2~3 482.0			57.68	0.20	0.43	0.01	39.95	1.070	0.006	-28.75	-31.32	-31.92	
芳深 6	2 755.4~3 409.1			81.79	1.19	0.22	0.02	15.32	1.360	0.007	-23.60	-29.32		-6.61

一般多为  $-3.5\% \sim 3.5\%$  [9]。以地壳熔融岩石和地幔楔形体为母源的  $\text{CO}_2$  的  $\delta^{13}\text{C}$  值为  $-4\% \sim -10\%$ ，其与幔源岩浆来源的区别在于  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比值的不同。

昌德东气藏  $\text{CO}_2$  的碳同位素值为  $-4.06\% \sim -6.61\%$  (表 2)，重于松辽盆地油型气 ( $-11.45\% \sim -21.65\%$ )，亦明显重于我国有机成因气 ( $-8\% \sim -39\%$ )。其数据投影到  $\text{CO}_2$  伴生组分含量  $\log[C_1/(C_2+C_3)]$  及其  $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$  碳同位素值双因素图上 [7]，芳深 9 井、芳深 6 井的  $\text{CO}_2$  均落于无机成因区。

### 2.2.3 伴生甲烷同系物的碳同位素排列顺序

表 2 的数据中明显可以看到昌德东  $\text{CO}_2$  气藏中芳深 7 井、芳深 6 井、芳深 9 井伴生烃类同系物的碳同位素都呈倒序排列，芳深 9 井： $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4} (-27.45\%) > \delta^{13}\text{C}_{\text{C}_2\text{H}_6} (-32.11\%)$ ；芳深 6 井： $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4} (-23.6\%) > \delta^{13}\text{C}_{\text{C}_2\text{H}_6} (-29.32\%)$ ；芳深 7 井： $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4} (-28.75\%) > \delta^{13}\text{C}_{\text{C}_2\text{H}_6} (-31.32\%) > \delta^{13}\text{C}_{\text{C}_3\text{H}_8} (-31.92\%)$ ，具有无机成因气负碳同位素系列的特征。

### 2.2.4 伴生惰性气体 $^3\text{He}/^4\text{He}$

氦同位素比 ( $^3\text{He}/^4\text{He}$ )，可以有效地区分  $\text{CO}_2$  是幔源来源还是壳源来源。大气成因氦的  $^3\text{He}/^4\text{He}$  值为  $1.4 \times 10^{-6}$  (Ra 值)。壳源成因 (包括岩石熔融、地幔楔形体)  $^3\text{He}/^4\text{He}$  值为  $n \times 10^{-9} \sim n \times 10^{-8}$  ( $1 < n < 10$ , 下同)，地壳中碳酸盐岩受热分解、岩石变质成因  $^3\text{He}/^4\text{He}$  值为  $n \times 10^{-8} \sim n \times 10^{-7}$ ，幔源成因氦该值为  $n \times 10^{-5} \sim n \times 10^{-4}$ 。对与幔源成因有关的天然气藏的研究表明，在其成藏过程中总会有壳源氦混入。Jenden 等 [10] 认为，当天然气中  $^3\text{He}/^4\text{He}$  值大于  $0.1\text{Ra}$  时，就可能指示有幔源氦存在。

芳深 9 井天然气的  $^3\text{He}/^4\text{He}$  值为  $3.9 \times 10^{-6}$  和  $4.5 \times 10^{-6}$ ，介于幔源与壳源之间。这个值也给昌德东  $\text{CO}_2$  气藏的成因模式带来了争议。

## 3 讨论

### 3.1 火山岩储集层的岩石化学特征

#### 3.1.1 火山岩钙碱性

里特曼指数 ( $\sigma$ ) 用来表示火山岩及其组合的碱性程度。根据里特曼指数  $\sigma < 4$  为钙碱性， $\sigma > 4$  为碱性 (邱家骧 [11] 的分类组合指数为  $\sigma < 3.3$  为钙碱性岩，其中  $\sigma < 1.8$  为钙性， $1.8 < \sigma < 3.3$  为钙碱性)， $\sigma > 9$  为碱性岩的分类原则，徐家围子的火山岩都为钙碱性，其中侏罗系中火山岩以钙碱性为主，而白垩系中火山岩以钙性为主 (表 1)。

Irvine 及 Baragar [12] 给出了区分钙碱系列和拉斑玄武岩系列的火山岩 AFM 投影图的分界线，其中 3 个端元分别为：A (Alkalis;  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ )，F ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$  换算成  $\text{FeO}$ )，M ( $\text{MgO}$ )。显然徐家围子断陷的火山岩样品都落在钙碱系列区域中 (图 1)。

#### 3.1.2 固结指数 (SI)

一般认为由上地幔产生未经变异的原始玄武岩浆的固结指数为 40 左右，当发生结晶分异时，残余岩浆向着贫  $\text{MgO}$  的方向演化，SI 迅速降低。并且，从基性岩到酸性岩，SI 由大变小，岩浆分异程度低则 SI 值就大。徐家围子断陷的中生代地层中分布的火山岩 SI 为  $2.03 \sim 26.11$  (表 1)，远小于原生岩浆的 SI 值 (40 左右)，说明其岩浆经过了分异作用或同化混染。

#### 3.1.3 分异指数 (DI)

石英 (q)、正长石 (or)、钠长石 (ab)、霞石 (ne)、白榴石 (lc)、六方钾霞石 (kp) 6 种标准矿物 (CIPW) 的质量百分数之和就叫做分异指数 (DI)。由原生岩浆演化形成的火山岩，DI 越大，表明岩浆分异演化越彻底，酸性程度越高。徐家围子断陷火山岩 DI 值从 55.79 到 90.38 (表 1)，表明是中酸性岩浆作用的产物。

## 3.2 气藏二氧化碳的成因判别

### 3.2.1 是无机成因气

昌德东气藏天然气中的  $\text{CO}_2$  含量最高 ( $89.73\% \sim 90.38\%$ )， $\text{CO}_2$  的碳同位素值为  $-4.06\% \sim -6.61\%$ ，落在无机成因区； $^3\text{He}/^4\text{He}$  值为  $3.9 \times 10^{-6}$  和  $4.5 \times 10^{-6}$ ；伴生甲烷同系物的碳同位素都呈倒序排列，

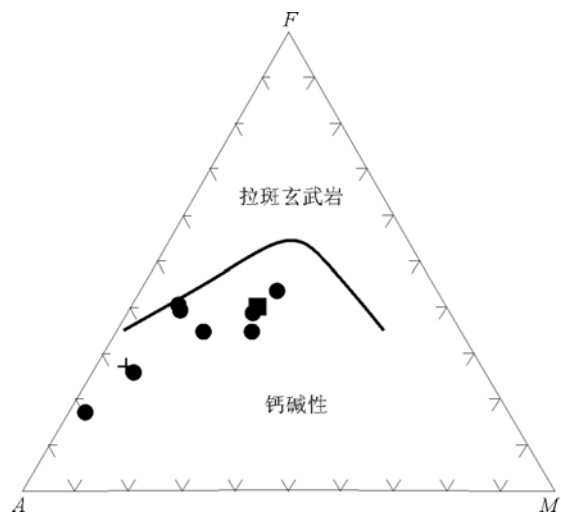


图 1 松辽盆地北部徐家围子断陷火山岩 AFM 图 [12]

Fig. 1 AFM Chart of lava in the Xujiaweizi Fault Depression of the northern Songliao Basin

具有无机成因气负碳同位素系列的特征(表2)。从以上4个方面判断,可以确定松辽盆地北部已发现的昌德东CO<sub>2</sub>气藏是无机成因的。结合松辽盆地北部深部的地质构造特征<sup>[6]</sup>,可以推断松辽盆地北部能形成高纯度工业气藏的CO<sub>2</sub>主要是无机成因的。

### 3.2.2 是幔源还是壳源

昌德东气藏天然气中CO<sub>2</sub>的碳同位素值及<sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He值都介于幔源与壳源之间,使得对其CO<sub>2</sub>更具体的母源区的判别产生了争议。

Marty和Jambon<sup>[13,14]</sup>最先注意到,全球范围内洋中脊玄武岩中气泡的气体成分具有非常显著的特征,其CO<sub>2</sub>/<sup>3</sup>He比率,即CO<sub>2</sub>与<sup>3</sup>He的摩尔数之比在10<sup>9</sup>数量级上为常数。他们认为,此稳定的CO<sub>2</sub>/<sup>3</sup>He比率反映的是通过洋中脊释放的幔源气体的成分特征,该比率并非是大洋中脊玄武岩(MORB)岩浆活动造成的。2×10<sup>9</sup>可以代表全球范围内上地幔中生成的原始岩浆所具有的CO<sub>2</sub>与<sup>3</sup>He的比率。其他学者不同角度的研究都得出基本一致的结论,MORB气体的CO<sub>2</sub>/<sup>3</sup>He比率为(2~7)×10<sup>9</sup>,所反映的是初始玄武岩浆中所溶解的CO<sub>2</sub>和<sup>3</sup>He组分的比例关系,在10<sup>9</sup>这一数量级上,幔源气体具有稳定的CO<sub>2</sub>/<sup>3</sup>He比率特征。

岛弧地区70余个<sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He值大于7×10<sup>-6</sup>的火山气体资料表明,其CO<sub>2</sub>/<sup>3</sup>He值为(3~130)×10<sup>9</sup>,平均高达20×10<sup>9</sup>,这表明俯冲带上的火山气体普遍富集CO<sub>2</sub>。

Giggenbach<sup>[15]</sup>通过对140多个火山气和地下泉水中的气体成分和He同位素组成的分析,详细讨论了俯冲带地区不同构造环境下的地幔脱气,结果表明,在现代岛弧火山活动区,其CO<sub>2</sub>/<sup>3</sup>He值高达40×10<sup>9</sup>,但是随着远离岛弧火山活动区以及向弧后地壳拉张减薄构造活动区的逐步接近,气体样品的CO<sub>2</sub>/<sup>3</sup>He比率逐步减小,在远离岛弧并完全由地壳拉张减薄作用所控制的构造活动区域,其火山气体的CO<sub>2</sub>/<sup>3</sup>He比率一般小于9×10<sup>9</sup>。

从以上讨论可以看到,昌德东气藏的CO<sub>2</sub>/<sup>3</sup>He值为1.9×10<sup>9</sup>(表2),应该是上地幔脱气造成的。

## 4 结论

火山岩储集层的岩石化学数据表明,徐家围子的火山岩以钙碱性为主,都为幔源岩浆分异作用的产物,昌德东气藏的二氧化碳是上地幔脱气生成的。对昌德东气藏中CO<sub>2</sub>更具体的母源判别有赖

于对松辽盆地区域地质环境、深部地质结构的研究及CO<sub>2</sub>/<sup>3</sup>He,<sup>40</sup>Ar/<sup>36</sup>Ar,<sup>20</sup>Ne/<sup>22</sup>Ne等新的CO<sub>2</sub>成因判据<sup>[16]</sup>的进一步探索。

致谢:国土资源部安徽中心实验室提供了高质量的岩石化学分析数据,中国石化无锡石油地质研究所高长林教授对本文提出了重要而切实的修改意见,在此表示感谢!

### 参考文献:

- 1 金晓辉,林壬子,任延广等. 松辽盆地北部深层天然气成藏动力系统及空间分布特征[J]. 石油实验地质, 2005, 2(3): 260~264
- 2 刘为付,朱筱敏. 松辽盆地徐家围子断陷营城组火山岩储集空间演化[J]. 石油实验地质, 2005, 27(1):44~49
- 3 王佰长,谈 迎,刘德良. 松辽盆地北部深层二氧化碳的成藏疏导通道[J]. 石油学报, 2005,26(2):42~46
- 4 郭占谦,王光彬. 松辽盆地非生物成因气的探讨[J]. 中国科学(B辑),1994,24(3):303~309
- 5 侯启军,杨玉峰. 松辽盆地无机成因天然气及其勘探方向探讨[J]. 天然气工业,2002,3(22):5~10
- 6 戴金星,宋 岩,戴春森等. 松辽盆地万金塔气藏天然气成因[J]. 天然气工业,1991,11(1):17~21
- 7 谈 迎. 松辽盆地北部深层CO<sub>2</sub>的来源和汇集及其地质资源预测[D]:[学位论文]. 合肥:中国科学技术大学,2003.35~41
- 8 朱岳年,吴新年. 二氧化碳地质研究[M]. 兰州:兰州大学出版社,1994.5~12
- 9 Pankina R G. Origin of CO<sub>2</sub> in petroleum gases (from the isotopic composition of carbon)[J]. International Geology Reviews, 1978, 21:535~539
- 10 Jenden P D, Drazan D J, Kaplan R R. Mixing of thermogenic natural gases in northern Appalachian basin[J]. AAPG Bulletin, 1993, 77: 980~998
- 11 邱家骧. 岩浆岩石学[M]. 北京:地质出版社,1985. 58~59
- 12 Irvine T N, Baragar, W R A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks[J]. Canadian Journal of Earth Sciences, 1971. 8: 523~548
- 13 Marty B, Jambon A. C/<sup>3</sup>He involatile fluxes from the solid earth; implications for carbon geodynamics[J]. Earth and Planetary Science Letters,1987,83:16~26
- 14 Marty B. Geochemistry of gase manations: a case study of the Reunion hot spot (Indian Ocean) [J]. Applied Geochemistry , 1993,8:141~152
- 15 Giggenbach W F. Isotopic composition of helium and CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> contents in gases produced along the New Zeal and Partofa convergent plate boundary[J]. Geochimica et Cosmochimica Acta ,1993,57:3427~3455
- 16 Hiyagon H, Kennedy B M. Noblegases in CH<sub>4</sub> rich gas fields, Alberta, Canada [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta , 1992,56:1569~1589

(下转 488 页)

## THE PETROLEUM GEOLOGICAL SIGNIFICANCE OF PHYSICALLY-ABSORBED GAS

Li Guangzhi<sup>1,2</sup>, Cheng Tongjin<sup>3</sup>, Tang Yuping<sup>3</sup>, Deng Tianlong<sup>2</sup>

(1. Hefei Institute of Petroleum Geochemical Exploration, SINOPEC, Hefei, Anhui 230022, China;

2. College of Materials and Chemistry & Chemical Engineering, Chengdu University of Technology,

Chengdu, Sichuan 610059, China; 3. Wuxi Research Institute of Petroleum Geology,

SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China)

**Abstract:** In the process of the light hydrocarbons in oil or gas reservoirs exchanging substance and energy with surrounding material, all states of light hydrocarbons form a dynamical equilibrium under the action of the surface of sediment. According to the composition and content of physically-absorbed light hydrocarbons, we can trace the source of light hydrocarbons (i. e. oil or gas reservoirs), and further predict or deduce the properties and characteristics of oil or gas reservoirs. By the technology of physically-absorbed light hydrocarbons, the physically-absorbed gas is completely released from the sample in a vacuum state. The light hydrocarbon compositions are analyzed qualitatively and quantitatively with gas-chromatogram. The properties and characteristics of oil or gas reservoirs are determined according to the variety of light hydrocarbon concentration. The technology of physically-absorbed light hydrocarbons got very good application results in Xinchang gas field in Sichuan Basin, Zhenyuan-Jingchuan loessial plateau in Ordos Basin and Chaiwopu gobi area in Tarim Basin. This technology has a very good prospect in application and popularization.

**Key words:** physically absorb; light hydrocarbon; oil or gas; petroleum geologic significance

.....

(continued from page 483)

## GEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF CHANGDEDONG CO<sub>2</sub> GAS RESERVOIR IN THE NORTHERN SONGLIAO BASIN

Tan Ying<sup>1,2</sup>, Liu Deliang<sup>2</sup>, Li Zhensheng<sup>2</sup>

(1. Geological Survey of Jiangsu Province, Nanjing, Jiangsu 210018, China; 2. School of Earth and Space Sciences, University of Science and Technique of China, Hefei, Anhui 230026, China)

**Abstract:** Industrial CO<sub>2</sub> gas reservoirs discovered in the northern Songliao Basin locate mostly in the deep strata of the Xujiaweizi Fault Depression. The identification of origin of CO<sub>2</sub> in the reservoirs would be significant to research the model to form deep gas reservoirs. It was suggested that the volcanic rocks in deep strata of this area were calc-alkaline and differential production of mantle-derived magma by petrochemical data of reservoir rocks. In the Changdedong gas reservoir of Xujiaweizi area, the CO<sub>2</sub> contents are 89.73% ~ 90.38% and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$  are  $-6.61\text{‰} \sim -4.06\text{‰}$ , which suggested that CO<sub>2</sub> is inorganic origin;  $^3\text{He}/^4\text{He}$  ratios are  $3.9 \times 10^{-6}$  and  $4.5 \times 10^{-6}$ , which is between mantle-derived and crust-derived origin. There is reverse order of carbon isotopic ratio to accompanying methane homologous compounds, which is characteristic of inorganic origin. The CO<sub>2</sub>/<sup>3</sup>He ratio of  $1.9 \times 10^9$  indicated that CO<sub>2</sub> in this reservoir should be from degassing of upper mantle. The formation of the Changdedong gas reservoir was related to mantle-derived magma, and the CO<sub>2</sub> gas was inorganic and mantle-derived.

**Key words:** CO<sub>2</sub> gas reservoir; petrochemistry; inorganic; the Songliao Basin