

# 松辽盆地东部断陷盆地 天然气特征及气源探讨

肖海燕

(地矿部吉林石油普查勘探指挥所 长春)

**提 要** 本文从天然气特征入手,探讨了松辽盆地东部断陷盆地天然气的成因类型及来源。指出断陷盆地除有煤型气外,还有油型气和混合型气。它们均来自登娄库组以下断陷期沉积源岩。

**关键词** 断陷盆地 天然气成因类型 气源

**第一作者简介** 肖海燕 女 36岁 高级工程师 石油地质

松辽盆地是我国东部一个大型含油气盆地,天然气资源丰富。平面上天然气产出遍及整个盆地,纵向上从基岩至白垩系明水组均有产出,且分属浅、中、深三个含气领域。中浅部含气领域主要指白垩系青山口组以上坳陷层位所产天然气,即中、浅层气;深部含气领域则主要指白垩系泉头组及以下断陷层所产天然气,即所谓断陷盆地天然气或称深层气。中、浅层气主要分布在盆地的中、西部,深层气则分布在盆地东部各断陷盆地中。

对于中、浅层气及其源岩,前人已作过大量研究工作,本文将主要针对近年来在各断陷盆地中所发现的深层气的地化特征及成因类型作一分析总结,并在此基础上对其源岩进行判别与探讨。

## 1 区域地质背景

松辽盆地是一个晚中生代断-坳叠置盆地。断陷盆地是在侏罗统火山岩系基础上发育起来的分散断陷群体。其中面积和厚度大的断陷盆主要在东部。如十屋、柳条、德惠、伏龙泉、莺山、杏山等。目前发现的深层气亦集中在这些断陷中。断陷期沉积层发育齐全,由下至上为火石岭组(K<sub>1sh</sub>)、沙河子组(K<sub>1sh</sub>)、营城组(K<sub>1yc</sub>)、登娄库组(K<sub>1d</sub>)。火石岭组由火山岩、火山碎屑岩及部分沉积岩组成;沙河子组由含煤的暗色砂、泥岩组成;营城组为一套火山岩、火山碎屑岩、含煤砂泥岩组合;登娄库组则由杂色、暗色泥岩夹砂岩组成。各组段中含煤层系及暗色泥岩是重要的生源岩。

断陷期源岩的品质以沙河子组最佳,平均有机碳达1%以上,营城组次之,0.121~1.21%,登娄库组较差,小于0.6%。源岩成熟度普遍较高R<sub>0</sub>0.8~3.0%,除部分登娄库组、营城组处于成熟阶段外,大多数断陷期源岩为高过熟阶段,是一套生气源岩。

坳陷盆地是盆地的主体,接受了上白垩统泉头组(K<sub>2q</sub>)、青山口组(K<sub>2q'</sub>)、姚家组(K<sub>2y</sub>)、

嫩江组(K<sub>2n</sub>)、四方台组(K<sub>2s</sub>)、明水组(K<sub>2m</sub>)沉积。其中青山口组、嫩江组暗色泥岩发育,有机质丰富,是中、浅层气的主要气源层。该层位于盆地东部,由于抬升剥蚀作用,发育不全且埋藏较浅,常作为深部含气组合的区域盖层。而紧临断陷层位的上覆泉头组,则常成为深层气的浅部储集层。

## 2 天然气特征

### 2.1 产出特征

断陷盆地天然气或称深层气主要见于东部各断陷盆地中,如南部的十屋断陷、德惠断陷,伏龙泉断陷,北部的莺-杏断陷等。产出层位是泉头组、登娄库组、营城组、沙河子组及基岩。其中以泉三、四段、泉一段、登娄库组发现的工业气流最多,如十屋后五家户气田(K<sub>2q</sub><sup>3</sup>、K<sub>2q</sub><sup>1</sup>、K<sub>1d</sub>)、小五家子油气田(K<sub>1q</sub><sup>3</sup>、K<sub>2q</sub><sup>1</sup>、K<sub>1d</sub>)、伏龙泉含气构造(K<sub>2q</sub><sup>3</sup>)、德惠农安含气构造(K<sub>2q</sub><sup>3</sup>、K<sub>2q</sub><sup>1</sup>)、莺-杏汪家屯气田、宋站气田(K<sub>2q</sub><sup>3-4</sup>)等。

表1 松辽东部断陷盆地天然气组分分析数据

Table 1 Results of compositional analysis of gases in the eastern Fault basin of Songliao Region

断陷名称	井号	井深(m)	层位	组 分 %											iC <sub>4</sub> nC <sub>4</sub>	C <sub>1</sub> C <sub>1</sub> -C <sub>5</sub>		
				CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	iC <sub>4</sub>	nC <sub>4</sub>	iC <sub>5</sub>	nC <sub>5</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	He				
十	W <sub>4</sub>	235~246	K <sub>2q</sub> <sup>3</sup>	93.03	2.12	0.46							3.394	0.226	0.773		0.9730	
	W <sub>11</sub>	620.40~625.40	K <sub>2q</sub> <sup>2</sup>	90.38	0.73	0.21	0.09	0.11	0.053	0.070			1.81				0.72	0.9863
	SN <sub>20</sub>	1204.8~1218.2	K <sub>2q</sub> <sup>1</sup>	97.05	1.00	0.099	0.014	0.037					1.43	0.37			0.38	0.9883
		1449.4~1457	K <sub>1d</sub>	94.72	2.47	0.086	0.010	0.020					2.11	0.60			0.50	0.9734
屋	SN <sub>11</sub>	2320.6~2416	K <sub>1d</sub>	92.75	0.77	0.153	0.028	0.034				6.9	0.58			0.82	0.9895	
	SN <sub>13</sub>	1522.4~1578.0	K <sub>1sh</sub>	82.90	2.72	1.55	0.15	0.01	0.05	0.05	12.40	0.17			15	0.9481		
	SN <sub>18</sub>	1772.6~1798.4		75.56	1.34	1.94	0.06	0.09	-	-	16.78	0.12			0.67	0.9565		
伏龙泉	SN <sub>2</sub>	602~605	K <sub>2q</sub> <sup>3</sup>	94.89	1.49	0.18	0.082	0.014	0.0077	0.021	5.31	0.06			5.85	0.9814		
德	衣5	562~566	K <sub>2q</sub> <sup>3</sup>	94.60	1.75	1.07	1.40									0.9573		
	衣28	585~590		96.23	0.45	0.20	0.08				2.86	0.26				0.9925		
	衣101	1383.6~1378.2	K <sub>2q</sub> <sup>1</sup>	85.69	5.81	2.59	0.63				3.41				0.9047			
	家101	2348~2360	K <sub>1sh</sub>	91.26	3.23	1.20	0.58				1.83				0.9479			
莺 杏	升58	1693.5~1763.5	K <sub>2q</sub> <sup>4</sup>	94.19	1.74	0.20					3.42	0.32		0.0627	0.4	0.9798		
	升63	1822~1847.7	K <sub>2q</sub> <sup>3</sup>	86.73	1.84	0.54					9.59	1.12	0.001	0.0145	0.5	0.9733		
	宋6	1702.8~1727.3	K <sub>2q</sub> <sup>3</sup>	88.68	0.74	0.087					9.99	0.38		0.1328		0.9908		
	朝深2	2822~2871	K <sub>1d</sub>	86.65	1.77	0.22					7.048	0.71	0.0028	0.019		0.9775		
	卫深3	2890	K <sub>d</sub>	93.63	1.42	0.082							5.86			0.9842		
	四深1	2950	K <sub>1yc</sub>	12.39	4.05	3.20					80.35				1.3			
	三深1	3361	K <sub>1sn</sub>	9257	0.48						1.32		0.35	0.0133		0.9948		
	三深1	3393.5~3247	基岩	87.11	1.37	0.32	0.045				8.85	2.16		0.12	1.51	0.9805		
	召深1	2860~2870	基岩	92.96	3.26	0.49	0.25				3.09					0.9587		

### 2.2 组分特征

统计了东部近50口井上百个深层气组分结果表明:大多数深层气以烃气为主,甲烷含量75~97%,重烃含量0.73~10.65%,其中乙烷含量0.48~5.81%,丙烷含量0~2.59%,

丁烷含量 $<1.40\%$ ,  $iC_4/nC_4$  大多为  $0.38\sim 1.3$ 。烃气中含有较多的氮气( $1\sim 20\%$ )及少量二氧化碳气,此外在莺-杏断陷中见少量氮气与氢气。天然气普遍较干,干燥系数  $C_1/C_1-C_5$  为  $0.9047\sim 0.9908$ ,多数大于  $0.95$ ,表现为干气特征。表 1 是各断陷中代表层位的天然气组分分析数据。

### 2.3 碳同位素特征

深层气甲烷碳同位素值变化较大 $-20\sim -49\%$ ,且随深度增加, $\delta^{13}C_1$  有逐渐变重的趋势。乙烷碳同位素 $-23\sim -35\%$ ,丙烷和丁烷碳同位素一般大于 $-30\%$ 。由  $\delta^{13}C_1-\delta^{13}C_2$  关系图可见,天然气碳同位素值分布在 4 个不同的区间(图 1)。天然气碳同位素的这种分布特征暗示了深层气具有不同的成熟度及不同成因类型。

## 3 成因类型

天然气的化学组成实际上是其成因的反映,依据松辽盆地天然气成因分类方案(肖海燕,1990)<sup>①</sup>结合其地化特征及地质条件,认为深层气(主要指有机烃类气)有四种成因类型:

### 3.1 油型气

成熟阶段伴生气 这类气体目前仅见于十屋断陷小五家子油(气)田 SN<sup>21</sup> 井泉头组二段,CH<sub>4</sub> 含量  $81.79\%$ , $\Sigma C_2^+$   $7.89\%$ ,N<sub>2</sub>  $10.063\%$ , $C_1/C_1-C_5=0.9141$ 。碳同位素  $\delta^{13}C_1-48.08\%$ , $\delta^{13}C_2-35.49\%$ , $\delta^{13}C_3-30.71\%$ ,位于图 1 中①区,与中、浅层油型伴生气特征相似。在成因判别图上(图 1)位于腐泥气范围,该气体产状为油层溶解气,天然气为腐泥型干酪根生成液态烃时的伴生产物。

### 3.2 煤型气

由于成熟度的差异,存在两个亚类:

#### 3.2.1 低熟阶段气

见于十屋断陷小五家子构造及德惠断陷农安构造泉头组。甲烷  $80\sim 96\%$ ,重烃  $0.73\sim 7\%$ ,干燥系数 $>0.92$ , $iC_4/nC_4<1$ 。甲烷碳同位素与上述油型气相似 $-46\sim -49\%$ ,但乙烷碳同位素明显偏重 $-26.58\sim -29.73\%$ ,位于图 1②区内。按照  $\delta^{13}C_2=-29\%$ <sup>②</sup>或 $-28.15\%$ <sup>①</sup>作为划分腐泥气与腐殖气界线值的话,其接近腐殖气(煤型气)的范畴(图 1,2)。由于其  $\delta^{13}C_1$  组成较轻,反应出气(或源岩)的低成熟特征,在具有成熟度划分的成因类型图上,位于低熟气范围内(图 2),故为低熟煤型气。

#### 3.2.2 高过熟阶段气

主要见于十屋和莺-杏断陷的登娄库组及以下层位。组分特征与上述气相似,只是在莺-杏断陷天然气中含有少量 He 与 H<sub>2</sub>,碳同位素明显变重,甲烷碳同位素一般重于 $-30\%$ ,乙烷碳同位素除个别外一般重于 $-27\%$ ,位于图 2 中④区内。在成因类型判别上位于腐殖气范畴(图 1,2)。由于莺-杏断陷及大部分十屋断陷的源岩成熟度 R<sub>0</sub> 达  $1.3\%$  以上,故它们是典型的高过熟阶段煤型气。

① 肖海燕,1990,吉林石油地质科技情报,第一期。

② 张士亚等,1985,判断天然气类型的新模式,第三届地化会交流材料。

### 3.3 混合型气

这类气分布最广,目前在东部各断陷盆地均有发现,产出也最多,是断陷盆地天然气中形成工业产能的最主要类型之一。产层主要是泉头组、沙河子组。如伏龙泉泉三段气藏、十屋后五家户气田,升平-宋站气田等均以此类气体为主。

其组分特征与高过熟阶段煤型气相似。在莺-杏断陷区的升平-宋站气田中天然气除含有 H<sub>2</sub> 与 He 气外,还发现天然气中含有烯烃气体组分(黄福堂,1992)<sup>[2]</sup>。另外,在德惠断陷农 10 井中发现天然气含有 Hg,含量达 18470 毫微克/m<sup>[3]</sup>。

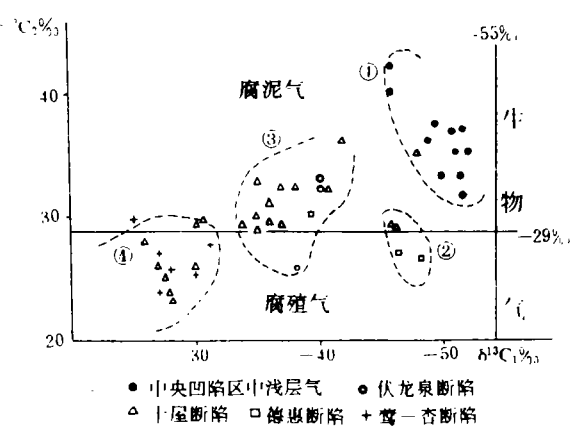


图 1 松辽东部断陷盆地天然气碳同位素分布特征及其成因类型判别(据张士亚,1985)

Fig. 1 The carbon isotope characteristics of gases in the eastern Songliao Region, and the discriminant diagram of their genetic types (From Zhang Shiya, 1985)

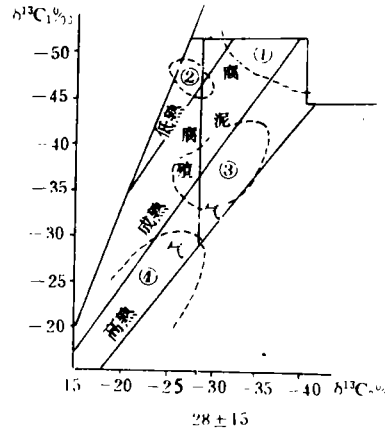


图 2 天然气碳同位素特征成因类型判别(据张义纲,1991)

Fig. 2 The discriminant diagram of carbon isotope for gas genetic types (From Zhang Yigang, 1991)

碳同位素值明显异于上述的油型气和煤型气,δ<sup>13</sup>C<sub>1</sub> 大多为 -32~-42‰,δ<sup>13</sup>C<sub>2</sub>-26~-33‰,位于图 2 中的③区范围内,按照张士亚或张义纲的成因类型判别图,其大部分点落在了腐泥气范畴内(图 1,2)。因此,以往研究者多将它们定为油型气①②。考虑到天然气的化学组成及地质条件,笔者趋向于将这类气归为混合气类,理由是:①断陷期盆地源岩本是一套含煤层系,以Ⅲ型有机质为主,同时存在Ⅰ、Ⅱ型有机质。因此,即不能排除在湖区有利相带的腐泥型母质生成油型气的可能,更不能忽视大量生成腐殖型气的地质背景。即天然气可以是腐泥母质特别是Ⅱ型母质直接生成的产物,更可能是腐殖气中由于腐泥气混入形成的混合气。两种成因均可使其碳同位素具有现在的混合特征(即较典型煤型气偏轻的特点)。②除德惠断陷农 10 井外,升平地区(莺-杏断陷)扶扬气层天然气中普遍含汞且含量较高,表现出煤型气特征③。③天然气组分特征与煤型气相似。因此,这类型气应是高熟阶段与煤系地层有关的混合型气。

① 张士亚等,1988,梨树地区天然气成藏条件研究报告,吉林石油指挥所。  
 ② 唐黎明等,1990,梨树地区油气普查勘探报告,吉林石油指挥所。  
 ③ 来永润等,1988,大庆长垣以东地区中浅层天然气藏的形成条件及分布规律研究,大庆石油研究院。

### 4 气源探讨

断陷盆深层气源自何处?以往研究所取得的认识可归结为两点:①对于登娄库组及以下层位产出的天然气,认为来自断陷期本身源岩问题不大,②对于断陷盆上覆泉头组特别是浅部的泉头三、四段所产天然气,则认识上常有分歧,一是认为来自下伏断陷期源岩;二是认为可能来自坳陷区上覆青山口组源岩。

现以几个断陷为例,对深层气尤其是泉头组气源问题作一浅析。

#### 4.1 十屋断陷

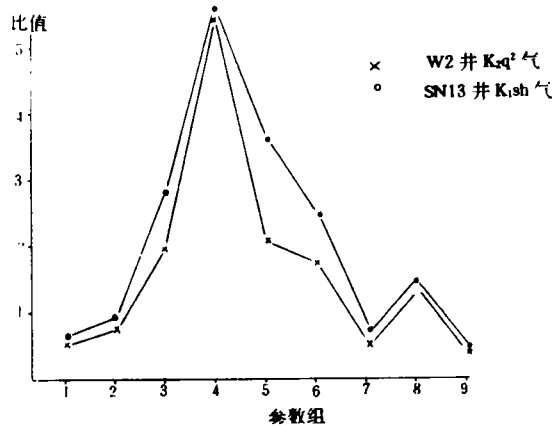
为东南隆起区南部一个较大的断陷盆地,断陷期沉积完整,厚约6000m。目前,已发现小五家子油气田,后五家户气田和艾家窝堡工业气流区。天然气产出层位主要是泉头组二、三段。登娄库组及沙河子组。

(1)选择小五家子构造上有代表性的两层天然气进行比较发现:浅部泉头组(二段)天然气与深部沙河子组天然气轻烃指纹参数组特征相近(图3),尽管个别指标(如参数5)比值差异较大,但参数组对比曲线趋势基本一致,说明二者具有亲缘关系,可能为同源产物,气来自下伏断陷期源岩。

(2)该两层天然气碳同位素特征也表明:虽然它们的绝对值稍有差异,但二者变化趋势相同(图4),说明天然气成因类似,同为下伏源岩的产物。(3)在该构造上泉二段见到的少量低熟煤型气,其碳同位素特征与沙河子组泥岩岩屑气碳同位素值一致,前者  $\delta^{13}C_1 - 46.43\%$ ,  $\delta^{13}C_2 - 29.35\%$ , 后者  $\delta^{13}C_1 - 48.6\%$ ,  $\delta^{13}C_2 - 30.6\%$ , 暗示这类天然气应来自沙河子组腐殖型母质。

(4)本区内坳陷层源岩发育不全或者缺失,青山口组最大埋深不过800m,因此从地质条件看,不论浅部还是深部,天然气来自断陷期源岩无疑。

#### 4.2 伏龙泉断陷



- 参数组: 1.  $iC_4/nC_4$  2.  $iC_5/nC_5$
- 3. 2-甲基戊烷/3-甲基戊烷 4.  $nC_6$ /甲基环戊烷
- 5. 2-甲基己烷/2,3-二甲基戊烷
- 6. 3-甲基己烷/1,1-二甲基环戊烷+1 顺 3-二甲基环戊烷
- 7. 1 反 3-二甲基环戊烷/1 反 2-二甲基环戊烷
- 8.  $nC_7$ /甲基环己烷 9. 4-甲基庚烷/3-甲基庚烷

图3 十屋断陷小五家子构造深、浅部天然气轻烃指纹参数对比

Fig. 3 The correlation of gas/gas with light hydrocarbon in Shiwu fault basin

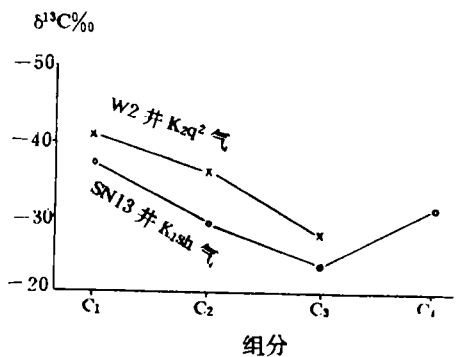


图4 十屋断陷小五家子构造深、浅部气  $\delta^{13}C$  对比

Fig. 4 The correlation of gas/gas with  $\delta^{13}C$  in Shiwu fault basin

位于东南隆起区西缘,近临中央坳陷区。目前在泉头组三段发现工业气流。对于该断陷浅部天然气来源既有前述两种认识,一来自断陷本身,二来自坳陷区青山口组。笔者认为天然气来自断陷层的可能性最大,依据是:

(1)天然气本身地球化学组成表现为干气特征, $CH_4$  81.62~94.89%, $\Sigma C_2^+ < 2\%$ , $C_1/C_2 - C_5 > 0.98$ ,不象青山口组源岩生成的中浅层油型气(湿气)。

(2)天然气碳同位素值为混合型气特征,与十屋断陷天然气类似。

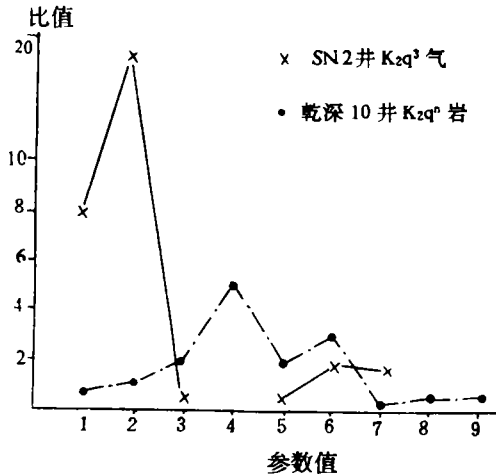


图5 伏龙泉断陷泉头组气与中央坳陷青山口组岩轻烃指纹对比(参数组同图3)

Fig. 5 Correlation between gas ( $K_2q$ ) and hydrocarbons absorbed by rock ( $K_2q^0$ ) with light hydrocarbon

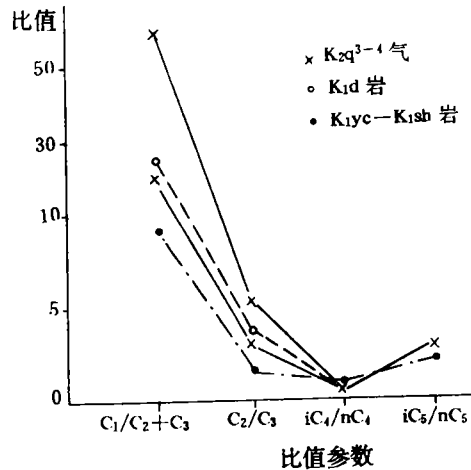


图6 升平地区泉头组气与下伏岩轻烃组分比值(据文亨范,1986)

Fig. 6 Correlation between gas ( $K_2q$ ) and hydrocarbons absorbed by underlying rocks ( $K_2d$   $K_{1yc}$ - $K_{1sh}$ ) with light hydrocarbon in Shengping region (Form Wen Hengfan, 1986)

(3)利用碳同位素差值 $\delta^{13}C_1 - \delta^{13}C_2$ 与 $R_o$ 关系模板<sup>①</sup>得到天然气成熟度为1.5~1.7%,表明其母岩为高熟源岩,而青山口组成熟度大多为 $R_o = 0.6 \sim 1.3\%$ ,处于油窗内,与天然气成熟度不吻合。相反,伏龙泉断陷深层源岩正处在高熟-过熟阶段<sup>②</sup>,与天然气成熟度一致,故是可能的气源。

(4)泉三段天然气与中央坳陷青山口组岩吸附气轻烃指纹参数对此结果表明,二者参数组不具相似性,即气与青山口组岩没有成生联系(图5),说明天然气不是来自坳陷区。

### 4.3 莺-杏断陷

是东北部主要断陷,天然气产出于泉头组以下各层位。浅部气以升平-宋站气田扶扬气层为代表,深部气则以芳深1井( $K_1d$ )、朝深2井( $K_1d$ )、肇深1井(基岩)工业气流层为代表。

就深部气而言,天然气组分干,碳同位素值重 $\delta^{13}C_1 > -30\%$ , $\delta^{13}C_2 > -27\%$ ,成熟度高,产出层位深,显示其来自高一过熟演化阶段母岩的特征,即气源来自深层问题不大。

就浅部泉头组三、四段气而言:①天然气类型为高一过熟煤型气、混合型气,,且二者共

① 胡惕麟等,1989,天然气成因类型和分布规律研究报告,石油中心实验室。

② 肖海燕,1992,吉林石油地质科技情报,待刊。

生。气中富含汞,并见氢、氮及少量稀烃,与中层油型气特征差别较大(如前所述);②天然气与下伏登娄库组、营城-沙河子组岩吸附烃组分比值接近,趋势相同,说明二者之间有亲缘关系(图 6);③莺-杏地区坳陷层据钻井揭示,青山口组埋深为 800~1700m,最大不超过 2050m。由中央坳陷区和该区镜煤反射率及地温资料回归研究表明<sup>①</sup>:中层岩进入高成熟阶段( $R_o=1.3\%$ )的埋深是 2200~2400m,因此,大部分青山口组源岩并未达到高熟热降解,热裂解气阶段,泉头组天然气应主要来自深层。

## 5 结 论

(1) 松辽东部断陷盆地天然气以甲烷干气为主,成因类型除典型高~过熟阶段煤型气外,还有低熟煤型气、油型气及混合型气。其中煤型气和混合型气是最主要的成因类型。天然气多种成因类型的出现与断陷盆地源岩有机质类型多样,演化程度变化大(成熟~高熟~过熟)密切相关。

(2) 东部断陷盆地,不论是远离中央坳陷区(如十屋断陷)还是近临中央坳陷区(如伏龙泉断陷),其浅部泉头组和深部登娄库组以下产层的天然气均来自各断陷期源岩。因此,就断陷盆地天然气勘探而言,既要寻找深生、深储的成藏类型,更要重视深生、浅储(断陷层生,坳陷层储)的成藏类型。

### 参 考 文 献

- [1] 张义纲,1991,天然气的生成聚集与保存,河海大学出版社,56~58。  
 [2] 黄福堂,1992,松辽盆地北部不同成因类型天然气地球化学特征,天然气地球科学,3(3):15~19。  
 [3] 徐永昌,1986,松辽盆地南部天然气分布与成因,石油实验地质,8(4):335~345。

## Characteristics of Natural Gases and the Correlation of Gas/Rock in the Eastern Fault Basins of Songliao Region

*Xiao Haiyan*

(Jilin Oil and Gas Exploration Company, Changchun)

### Abstract

With the further exploration work, more and more natural gases have been found in eastern fault basins of Songliao region, such as Shiwu fault basin, Dehui fault basin, Fulongquan fault basin and Ying-Xing fault basin etc. Based on the abundant geochemical data of the gases, the

① 肖海燕,1990,吉林石油地质科技情报,第 1 期。

genetic types of the natural gas and the correlation of gas/rock in these basins have been studied. The main conclusions are drawn as follows:

1) The natural gases are generally hydrocarbon gases. Methane ranges from 75~96%, and heavier gases are totally about 0.73~10.65%, containing various amount of nitrogen ( $N_2$  1~20%) and a little carbon dioxide ( $CO_2$ ). These gases are chemically dry with  $C_1/C_2-C_3$  generally larger than 0.95.

2) Four kinds of genetic types of natural gas have been subdivided by using the data of carbon isotopes.

① Sapropelic-type gas: The isotopes of  $C_1$  and  $C_2$  are relatively lighter, i.e.,  $\delta^{13}C_1 - 48.08\%$  and  $\delta^{13}C_2 - 35.45\%$ . The gas associated with oil, indicating that this kind of gas was derived from hydrogen-rich type kerogens during the mature stage of hydrocarbon generation.

② The lower mature humic-type gas:  $\delta^{13}C_1 - 46 \sim -49\%$ ,  $\delta^{13}C_2 - 26.58 \sim -29.73\%$ . The carbon isotope of ethane is heavier than  $-29\%$  which is usually an indicator of humic-type gas. The gas with lighter isotope of methane indicates that it is generated from oxygen-rich type III kerogen at the lower mature stage.

③ The post-mature humic-type gas: with  $\delta^{13}C_1 > -30\%$  and  $\delta^{13}C_2 > -27\%$ , was found predominantly in the relatively deep levels ( $K_a$ -basement). Besides methane, ethane, propane etc, there are also a little hydrogen ( $H_2$ ) and helium (He). The gas with heavier isotope of methane commonly interpreted as post-mature humic-type gas.

④ Mixed-type gas with  $\delta^{13}C_1 - 32 \sim -42\%$  and  $\delta^{13}C_2 - 26 \sim -33\%$ , is the most abundant gas type in these fault basins. Some of the sampled gases contain mercury which is usually an indicator of humic-type gas. Considering the geological setting, the author believe that this kind of gas is possibly either the product of the type I kerogen or a mixture of sapropelic-type gas and humic-type gas.

3) The correlations of gas/gas and gas/rock have been done by studying the data of the light hydrocarbon ( $C_1 \sim C_8$ ), hydrocarbons absorbed by source rocks, the relation between carbon isotope and vitrinite reflectance and the other geological data, in order to determine the source rocks. It is suggested that these gases, whether they occur in the Quantou depressed Formation or in the Dengloulou Formation and underlying faulted Formation, are all derived from lower Cretaceous coal-bearing measure of the fault basin fill ( $K_{1d} - K_{1sh}$ ), not from Qingshankou depressed formation.