

中国东部二氧化碳气田(藏)的 地化特征及成因分析

李先奇 戴金星

(中国石油天然气总公司石油勘探开发科学研究院,北京 100083)

中国东部油气区发现众多无机成因 CO₂ 气田(藏),CO₂ 含量一般大于 60%,甲烷等烷烃气含量较低,一般小于 10%。本文通过二氧化碳碳同位素组成, R/Ra 值等地化参数分析,并结合相关气藏地质特征,指出除莺歌海盆地 CO₂ 气田(藏)为变质成因外,中国东部其它 CO₂ 气田(藏)主要为幔源火山——岩浆成因。

关键词 CO₂ 气田(藏) 地球化学 幔源成因 变质成因 中国东部

第一作者简介 李先奇 男 27 岁 博士 天然气地质及地球化学

戴金星等(1995)把 CO₂ 含量大于 60% 的气藏称为二氧化碳气藏。在我国东部的含油气盆地中,发现了 28 个二氧化碳气田(藏),主要分布于松辽盆地、渤海湾盆地、苏北盆地和莺歌海盆地等(图 1)。其中松辽盆地的万金塔气田、苏北盆地的黄桥气田和三水盆地的沙头圩气藏已开发。这些气藏的储集层位在古生界至新生界都有发现,其中以古生界碳酸盐岩地层和新生界第三系最为富集。气田(藏)的分布与断裂、岩浆活动及碳酸盐岩发育关系密切。

1 二氧化碳气田(藏)地化特征及成因

1.1 松辽盆地

松辽盆地南部发现了 3 个气田(藏),即万金塔气田、乾安气藏和孤店气藏。本文重点分析万金塔气田的地化特征。由表 1 可知,万金塔气田各气藏的天然气中 CO₂ 含量为 57.79% 至 99.77%,一般大于 90%,属典型的二氧化碳气田。 $\delta^{13}C_{CO_2}$ 值为 -4.04‰ 至 -8.83‰,平均为 -5.35‰,处于岩浆-幔源成因 $\delta^{13}C_{CO_2}$ 范围值中(-6‰±2‰)(戴金星等,1995),同时与 CO₂ 伴生的氮同位素 R/Ra 为 3.34~4.96,均大于 1.0,也表明其深部幔源成因的特征。但各气藏中的烃类气则是有机成因。表 1 可知,烃类中主要是甲烷,含量从 0.13% 至 34.56%,一般小于 10%, $\delta^{13}C_1$ 值从 -38.66‰ 至 -45.37‰,轻于无机成因 $\delta^{13}C_1$ 的低限值 -30‰(戴金星,1992)。表明,深部岩浆-幔源成因的 CO₂ 向上运移进入松辽盆地有机成因含油气系统,从而掺混了烃源岩生成的有机成因烃类气。

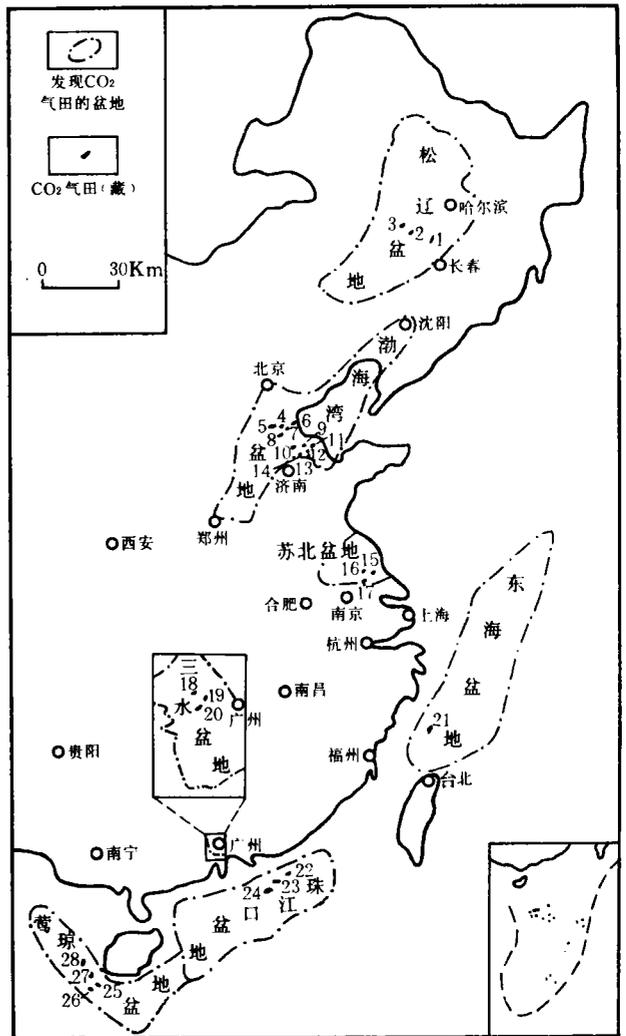


图 1 中国东部二氧化碳气田(藏)分布示意图
气田(藏)名称:1. 万金塔;2. 孤店;3. 乾安;4. 旺 21 井;5. 旺古 1 井;
6. 友爱村;7. 翟庄子;8. 齐家务;9. 阳 25 井;10. 八里泊;11. 平方王;
12. 平南;13. 花沟;14. 高 53-高气 3 井;15. 丁庄垛;16. 纪 1 井;17.
黄桥;18. 南岗;19. 沙头圩;20. 坑田;21. 石门潭;22. 惠州 18-1;23. 惠
州 22-1;24. 番禺 28-2;25. 乐 15-1;26. 乐 21-1;27. 乐 8-1;28. 东方 1-1

表 1 松辽盆地南部无机成因 CO₂ 气藏地化参数表

气田(藏)	井号	深度(m)	层位	主要气组分(%)				δ ¹³ C(‰,PDB)		氮同位素	
				CO ₂	CH ₄	C ₂	N ₂	δ ¹³ C _{CO₂}	δ ¹³ C ₁	³ He/ ⁴ He	R/Ra
万金塔	Wan2	785	K _{1q} ³	57.79	34.56	0.45	6.67				
		778~809		69.51	27.53	0.45	2.50				
		838.8~863.4		99.02	0.61		0.37	-4.04		(6.87±0.22)×10 ⁻⁶	4.91
		838.8~863.4		99.76	0.14						
	Wan4	774.5~788.5	K _{1q} ³	89.92	9.69	0.39		-8.83	-45.37		
	Wan5	740	K _{1q} ³	93.43	3.74		2.67	-4.95	-38.66	(4.67±0.08)×10 ⁻⁶	3.34
		939~952		97.95	0.13	2.12					
		1011~1072	K _{1q} ²⁺¹	99.48	0.52			-4.60	-42.07		
	Wan6	603	K _{1q} ³	99.77	1.39		0.77	-4.31	-40.14	(6.94±0.20)×10 ⁻⁶	4.96
	孤店	Gu12		K _{1q} ⁴	81.05	5.05	0.68	13.19	-5.74	-43.70	(4.53±0.13)×10 ⁻⁶
Gu9		1572.4~1580.2	K _{1q} ⁴	97.05	2.65	0.20		-8.44	-43.97	(4.51±0.14)×10 ⁻⁶	3.22
乾安	QianShen10	2176.2~2185.2	K _{1q} ⁴	80.73	0.99	0.20	16.16	-3.73		(4.43±0.08)×10 ⁻⁶	3.16

1.2 渤海湾盆地

渤海湾盆地在黄骅拗陷和济阳拗陷发现 11 个 CO₂ 气田(藏):黄骅拗陷 5 个,济阳拗陷 6 个(其中 2 个为气顶气藏,即平方王和平南气藏)。其代表性气藏地化特征阐述如下:

① 翟庄子气田

位于黄骅拗陷港西潜山西南斜坡,受港西断裂控制。由表 2 可知,港 151 气藏 CO₂ 含量 98.61%,甲烷含量仅为 1.17%,δ¹³C_{CO₂} 为 -3.77‰,δ¹³C₁ 值为 -28.60‰,R/Ra 为 3.62,属典型的无机成因二氧化碳气藏,气源主要来自地幔,由翟庄子气田所在地区 R/Ra 等值线图也可得以证明(图 2),沿港西断裂向两侧 R/Ra 渐低,说明港西断裂是气源断层,为幔源成因 CO₂ 和 ³He 的向上运移通道。

② 平方王气顶气藏

位于济阳拗陷平方王潜山构造带的潜山披覆构造上,受控于高青—平南断裂。该气藏是 CO₂-CH₄ 气藏,CO₂ 含量 61.42%~79.17%,CH₄ 含量为从 20.45%至 34.22%;同时,δ¹³C_{CO₂} 为 -4.72‰~-4.32‰,R/Ra 从 2.54 至 3.19(表 2),显示了 CO₂ 和 He 主要为幔源成因。但烷烃气具有 δ¹³C₁<δ¹³C₂<δ¹³C₃<δ¹³C₄ 的有机成因正碳同位素系列特征。

③ 花沟气藏

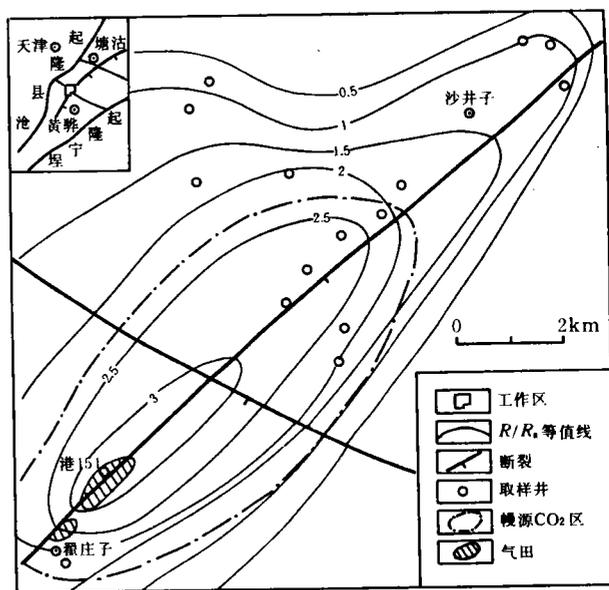


图 2 翟庄子气田和港西断裂及 R/Ra 关系图

位于济阳拗陷高青—平南断裂下降盘断鼻构造东翼的一个断块构造上。由表 2 可知,花沟气藏 CO₂ 含量高达 93.54%~93.78%,烷烃气含量低,在 5%左右。由于具 δ¹³C₁<δ¹³C₂<δ¹³C₃<δ¹³C₄ 特征,故烷烃气与平方王气藏一样是有机成因的。δ¹³C_{CO₂} 值为 -3.41‰至 -3.35‰,介于幔源-岩浆成因 δ¹³C_{CO₂} 值 -6±2‰和变质成因 δ¹³C_{CO₂} 值 0±3‰之间,但结合

表2 渤海湾盆地一些无机成因 CO₂ 气藏地化参数表

拗陷	气田(藏)	井号	层位	井深(m)	气的主要组分(%)							δ ¹³ C(‰, PDB)					氦同位素	
					N ₂	CO ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	δ ¹³ C ₁	δ ¹³ C ₂	δ ¹³ C ₃	δ ¹³ C ₄	δ ¹³ C _{CO₂}	³ He/ ⁴ He(×10 ⁻⁶)	R/Ra
黄骅	翟庄子	Giang151	Es ¹		0.19	98.61	1.17						-28.60			-3.77	5.07±0.16	3.62
济阳	平方王	Bin4-6-6	Es ⁴	1469.7~1481.0	0.33	72.50	23.52	1.28	1.33	0.62	0.30	-51.67	-33.17	-29.83	-28.53	-4.57	3.87±0.11	2.76
		Pingqi4		1459.4~1474.5	0.46	75.33	20.89	1.25	1.12	0.62	0.28	-51.67	-33.01	-30.07	-28.98	-4.52	3.85±0.11	2.75
		Ping12-16		1452.4~1487.6	0.38	79.17	17.13	1.24	1.10	0.59	0.26	-51.80	-33.08	-29.97	-29.04	-4.50	3.87±0.10	2.58
		Ping13-2		1453.6~1483.2	1.07	68.85	26.43	1.38	1.16	0.68	0.33	-52.69	-33.17	-29.80	-29.03	-4.74	3.59±0.11	2.56
		Ping13-4		1450.8~1486.4	1.21	74.92	19.04	1.20	2.18	0.70	0.28	-51.74	-33.19	-29.80	-28.62	-4.43	3.55±0.19	2.54
		Ping14-3		1467.0~1484.6	0.61	77.93	18.17	1.15	1.08	0.62	0.30	-51.82	-33.24	-29.89	-29.09	-4.32	4.47±0.14	3.19
	平南	Bingul1	O	2229.0~2248.15	0.30	97.32	1.31	0.34	0.37	0.35		-47.55				-5.90		
		Bingul4			0.46	96.99	1.16	0.27	0.55	0.43	0.14	-47.50	-32.09	-28.55	-26.98	-4.76	2.80±0.08	2.00
	花沟	Hua17	Es ³	1965.12~1980.20	1.60	93.78	3.89		0.27	0.30	0.16	-54.39	-33.16	-31.25	-28.93	-3.41	4.45±0.12	3.18
				2000.0~2009.6	2.06	93.54	3.86	1.00	0.34	0.08	0.04	-53.98		-29.46		-3.35	4.49±0.12	3.18
阳25	Yang25	Es ⁴	2793.9~2805.0	3.06	96.50	0.44					-42.51				-4.38	4.12±0.12	2.94	

济阳拗陷各 CO₂ 气藏的 δ¹³C_{CO₂} 值均在 -4‰ 至 -6‰ 之间(表2), 同时其 R/Ra 为 3.18, 故 CO₂ 也主要是幔源成因的。

④ 阳25 气藏

位于济阳拗陷商店火山岩穹窿构造东翼的构造一岩性圈闭中。该区发育总厚达 1030m 以碱性玄武岩为主的火山岩, 推断气藏位于火山口附近。气藏中 CO₂ 含量高达 96.5%, 仅含少量甲烷, 为 0.44% 左右, δ¹³C_{CO₂} 为 -4.38‰, R/Ra 为 2.94, 为典型的幔源成因气。幔源气可能通过古火山的期后活动向上运移。但甲烷的 δ¹³C₁ 值为 -42.51‰(表2), 是有机成因。

由图3可知, 济阳拗陷无机成因 CO₂ 气藏分布和 R/Ra 正异常及碱性玄武岩的分布关系密切。无机成因 CO₂ 气田分布在 R/Ra ≥ 2 等值线区内, 故可把 R/Ra 作为 CO₂ 气藏有利区的预测标志。济阳拗陷幔源玄武岩暗色矿物中包裹体气相与液相组分除水外均以 CO₂ 为主(表3), 说明 CO₂ 成因与幔源有关。包裹体中含有相当数量无机成因 CH₄, 当其在

幔氧逸度低时是稳定的, 但当运移向地壳上部氧逸度高区时, CH₄ 被氧化为 CO₂, 故在现今 CO₂ 气藏中缺乏无机成因甲烷, 而掺有济阳拗陷沙河街组源岩生成的有机成因的烷烃气。

1.3 苏北盆地

苏北盆地在黄桥斜坡带、溱潼凹陷和高邮凹陷分别发现了三个 CO₂ 气田(藏), 即黄桥气田、丁庄垛气藏和纪1气藏。黄桥气田各主要气层天然气地球化学参数见表4。各气层以 CO₂ 为主, CO₂ 含量在 93% 以上, 烷烃气含量很少, 一般在 1% 以下。δ¹³C_{CO₂} 值从 -2.65‰ 至 -3.72‰, 基本处于变质成因和岩浆—幔源成因之间, 而苏北盆地的丁庄垛和纪1两个二氧化碳气藏, δ¹³C_{CO₂} 值在 -3.82‰ 至 -4.10‰ (表4), 接近岩浆—幔源成因 δ¹³C_{CO₂} 值 -6±2‰。再结合黄桥气田 R/Ra 从 3.50 至 3.95, 可以认为黄桥气田 CO₂ 基本为岩浆—幔源成因。

1.4 三水盆地

三水盆地发现三个二氧化碳气藏, 即沙头圩气藏、坑田气藏和南岗气藏(戴金星等, 1995)。其天然

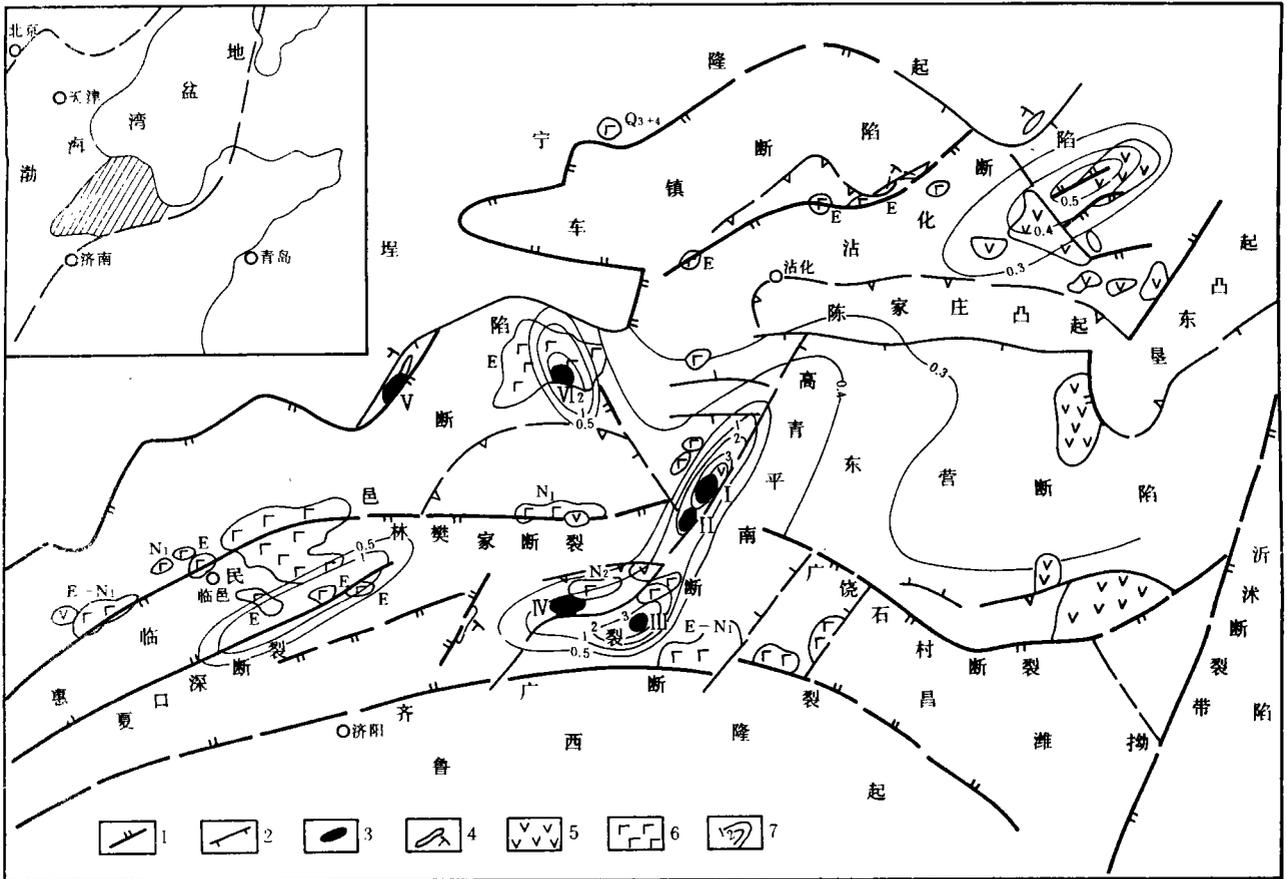


图 3 济阳拗陷无机成因 CO₂ 气田(藏)分布与 R/Ra 关系

I. 平方王气顶气藏; II. 平南气顶气藏; III. 花沟气藏;

IV. 高 53 气藏; V. 阳 2 气藏; VI. 阳 25 气藏

1. 断裂; 2. 基底断裂; 3. 无机成因 CO₂ 气田(藏); 4. 中生代侵入岩; 5. 喷出岩建造; 6. 碱性玄武岩; 7. 氢同位素 R/Ra 等值线

表 3 济阳拗陷幔源玄武岩暗色矿物中 CO₂ 流体包裹体的激光喇曼探针分析

样品号	层位	寄主矿物	气相 (%)							液相 (%)				
			CO ₂	N ₂	H ₂ S	CH ₄	CO	SO ₂	H ₂	H ₂ O	CO ₂	H ₂ S	CH ₄	SO ₂
Gao56	K ₁	橄榄石	58.2		19.3	13.8		8.7		42	43	6		9
Gao41	E _k	橄榄石	57.5	14.7	13.6	14.2				66	20	8	6	
Yang16	E _s ³	橄榄石	68.7			10.8		14.4	6.1	55	34		11	
Yang25-A	E _s ³	单斜辉石	64.5			6.4	20.9	8.2		48	32	9	11	
Yang25-B	E _s ³	单斜辉石	56.8	26	10	7.2				45	26	12	8	9
Yang20	N _g	单斜辉石	60.8		13.8	6.0	19.4			42	49			9
Chun103	N _g	单斜辉石	67.5		12.4		20.1			36	53		11	
Changle	N _m -N _g	橄榄石	61.3			17.2		21.5	50	50	50	5	11	

气地球化学参数见表 4。这些气藏中 CO₂ 含量从 83.99% 至 99.55%，δ¹³C_{CO₂} 值为 -5.8‰ 至 -4.6‰，R/Ra 值在 4.29 至 4.50 之间，具典型的岩浆-幔源气特征。杜建国等(1993)研究了三水盆地天然气中氮地球化学后指出：该盆地含有 11%~56% 幔源氮，位于古火山口的气藏中幔源氮含量高，如水深 9 井含 53% 幔源氮，这间接说明了该盆地中富含 CO₂ 的天然气成因与古火山口有关。

1.5 东海盆地

目前仅在南部的瓯江凹陷石门潭构造上发现带油环的二氧化碳气藏。气藏位于燕山期花岗闪长岩

基底隆起上的断背斜中。由表 5 可知，该气藏的两个气层 CO₂ 含量在 95% 以上，烃类气含量很低，为 CO₂ 气层。δ¹³C_{CO₂} 值为 -4.19‰ 至 -4.51‰，具有岩浆-幔源成因的特征。根据石门潭构造花岗闪长岩基底在震害剖面上出现凹形反射，可能是火山口所致，且在花岗闪长岩之上有安山岩，推断石门潭气藏 CO₂ 气源可能与火山活动或火山期后活动有关。但 δ¹³C₁ 值为 -34.12‰ 至 -37.41‰，说明甲烷是有机成因的。

1.6 珠江口盆地

珠江口盆地在 3 个构造上发现 CO₂ 气田(藏)，

表 4 苏北盆地和三水盆地一些 CO₂ 气藏地化参数表

盆地	气田(藏)	井号	层位	气的主要组分(%)					δ ¹³ C (‰, PDB)	氮同位素	
				N ₂	CO ₂	CH ₄	C ₂	He		³ He/ ⁴ He(×10 ⁻⁶)	R/Ra
苏北	黄桥	N6	K _{2f}	5.16	94.74	0.13					
		Huangyan 1	C ₃		97.63	0.65	0.05				
		Su 174	P _{1q}	1.80	93.4			0.008	-2.87~-3.72	4.90	3.5
			D _{3w}		95.10	0.85	0.05	0.002	-2.65~-3.25	5.54	3.96
		S _{3w}	0.07	96.3	1.45						
	丁庄垛	Sudong 203	E _{2d}	5.09	92.06	2.05	0.11	0.089	-3.82	3.84	2.74
纪 1	Ji 1	E _{1t}	5.31	92.32	0.81	0.18	trace	-4.10	6.42	4.58	
三水	沙头圩	Shuishen 9	E _{1-2b}	0.26	99.55	0.19	0.13	0.013	-4.60	6.00	4.29
	坑田	Shuishen 24	E _{1-2b}	0.23	99.54	0.19	0.09	0.005	-5.8	6.30	4.50
	南港	Nan 7	E _{1-2b}	1.79	83.99	12.29	1.93	0.110			

表 5 东海和珠江口盆地无机成因 CO₂ 气藏地化参数表

盆地	气藏(田)	井号	井深 (m)	气的主要组分(%)					δ ¹³ C(‰)	
				CO ₂	N ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	δ ¹³ C ₁	δ ¹³ C _{CO₂}
东海	石门潭	Shimantan 1	2571~2589	95.65	0.67	1.62	0.21	0.64	-34.12	-4.51
			2637.5~2657	99.42	0.29	0.42	trace		-37.41	-4.19
	惠州 18-1	Huizhou 18-1-1	3127~3135.5	93.56	5.25	0.61	0.10	0.06	-43.19	-3.60
珠江口	惠州 22-1	Huizhou 22-1-1	2431~2452.5	99.53	0.06	0.20	0.09	0.04	-38.0	-4.00
	番禺 28-2	Fanyu 28-2-1	2943	73.73	7.72	9.08	0.69	0.30	-37.26	-3.84
		Fanyu 28-21	3301	82.70	9.02	5.68	0.63	0.27	-41.35	-3.92

即 HZ18-1 恩平组气藏, HZ22-1 珠江组气藏及 HZ28-2 气田。各气藏均发育在与断层有关的背斜圈闭中。其天然气地化参数见表 5, CO₂ 含量从 73% 至 99.5%, 烃类气含量一般在 10% 以下, δ¹³C_{CO₂} 值从 -3.6‰ 至 -4.0‰, 处于或接近岩浆-幔源成因的 δ¹³C_{CO₂} 值 -6‰ ± 2‰ 范围。珠江口盆地 CO₂ 气藏的形成与上新世火山活动有关, 在上新世火山岩体分布区, 北西西向深断裂附近的圈闭利于形成 CO₂ 气藏。而气藏中少量甲烷的 δ¹³C₁ 值在 -37.62‰ 至 -43.19‰ (表 5), 是有机成因的, 应由第三系烃源岩生成。

1.7 莺歌海盆地

目前发现 4 个 CO₂ 气田(藏), 即东方 1-1 气田、乐 18-1 气田、乐 15-1 气田和乐 21-1 气田, 均位于盆地轴部的中央泥拱带上。气藏中天然气组分存在纵向分异, 上部是以烷烃气为主的烷烃气藏, 下部在以二氧化碳为主的二氧化碳气藏(图 4)。由表 6 可知, 二氧化碳气藏中 CO₂ 含量从 62.38% 至 83.97%, 一般在 70% 以下, 含量相对较低; δ¹³C_{CO₂} 值从 -2.89‰ 至 -4.32‰, 相对较重。烷烃气藏中烷烃气含量为 57.17% 至 94.04%, δ¹³C₁ 为 -35.74‰ 至 -37.28‰, 轻于无机成因甲烷 δ¹³C₁ = -30‰ 的界限值, 且烷烃气基本上具正碳同位数系列, 故这些烷烃气是有机成因。

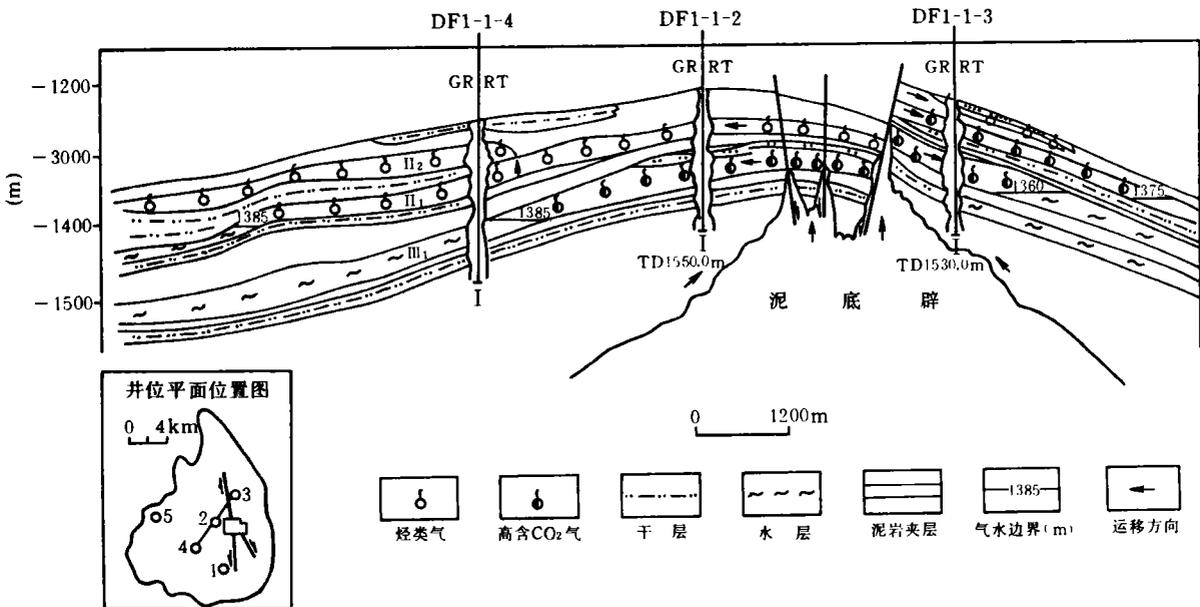


图 4 莺歌海盆地东方 1-1 气田气藏示意图

表 6 莺歌海盆地无机成因 CO₂ 气藏地化参数表

气藏 (田)	井号	井深 (m)	气的主要组分(%)					δ ¹³ C(‰)		氦同位素	
			CO ₂	N ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	δ ¹³ C ₁	δ ¹³ C _{CO₂}	³ He/ ⁴ He	R/Ra
东方 1-1	Dongfang 1-1-2	1331~1361.5	60.43	7.69	30.98	0.43	0.30	-34.28	-3.16	(2.44 ± 0.12) × 10 ⁻⁷	0.07
		1414~1452.5	62.38	6.75	30.28	0.43	0.09	-33.19	-2.89		0.17
	Dongfang 1-1-3	1333.5~1372.5	71.00	4.75	23.62	0.34	0.11				
乐东 15-1	Le 15-1-1	1417~1429	66.49	4.95	26.34	1.49	0.49	-34.64	-4.32	(5.65 ± 0.19) × 10 ⁻⁷	0.40
		2200~2225	78.72	3.55	16.02	1.22	0.19	-34.54	-4.15		0.46
乐 8-1	Le 8-1-1	1910~1921	68.03	4.35	25.85	0.73	0.56	-31.39	-3.26	(2.19 ± 0.07) × 10 ⁻⁷	1.56
乐 21-1	Le 21-1-1	1553~1566.0	83.97	6.63	8.71	0.69		-36.08	-4.18	4.39 × 10 ⁻⁷	0.31

2 结 论

通过上述二氧化碳气藏的有关特征分析,可以发现存在两种类型的二氧化碳气源。一种类型发育在我国东部陆上松辽、渤海湾、苏北盆地和大陆架上的东海、珠江口盆地,其特征:二氧化碳含量高,从67.35%至99.55%,76%的气藏二氧化碳含量大于92%; $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ 值从-3.25‰至-5.80‰,平均为-4.26‰,正好处于岩浆-幔源成因 $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ 值-6‰ \pm 2‰区间值内;气藏中 R/R_a 为2.0~4.96,说明有大量幔源氮来源;气藏常与断层或岩脉伴生,或气藏附近有岩浆侵入或火山活动。这些特征均说明此类气藏的二氧化碳主要为幔源火山岩浆成因。另一种类型仅发现在莺歌海盆地,其特征:二氧化碳含量相对较低,平均含量为70.22%; $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ 值平均为-3.66‰,处于岩浆-幔源成因 $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ 值-6 \pm 2‰和变质成因的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ 值0 \pm 3‰之间;气藏中 R/R_a 主

体处于0.06~0.40之间,即小于1.0,属壳源成因;气藏及附近没有发现岩脉和岩浆活动,此类气藏的 CO_2 主要为变质成因。这是由于莺歌海盆地地温梯度高,从4.37 $^\circ\text{C}/100\text{m}$ 至4.79 $^\circ\text{C}/100\text{m}$,热流量从68.78 mW/m^2 至80.09 mW/m^2 高地温梯度和高热流促使莺黄组中部富钙海相泥岩发生变质作用,而生成大量二氧化碳气体。

参 考 文 献

- 1 戴金星等. 中国东部无机成因气及其气藏形成条件. 北京: 科学出版社, 1995
- 2 戴金星. 各类烷烃气的鉴别. 中国科学 B 辑, 1992, (2): 185~193
- 3 杜建国等. 广东三水盆地非烃天然气同位素地球化学. 地球化学, 1993, (1): 24~28

(收稿日期: 1996年11月18日)

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND GENETIC ANALYSIS OF CO_2 FIELDS (POOLS) IN EAST CHINA

Li Xianqi Dai Jinxing

(Scientific Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC Beijing 10083)

Abstract

Numerous CO_2 fields (pools) of inorganic origin are discovered in east China. Usually their CO_2 contents exceed 60%, and alkane gas contents are lower than 10%. After an analysis of geochemical parameters i. e. carbon isotopic composition and R/R_a value of CO_2 , etc, plus a combination of the geological features of the related pools, the paper proposed that except those in Yingge marine basin, which have a metamorphic origin, the rest of CO_2 fields (pools) in east China can be attributed to predominantly an origin of mantle-derived volcano-magma.