

塔里木盆地北部地区 天然气成因类型的探讨

杨 笃 敬

(地质矿产部西北石油地质大队, 乌鲁木齐 830011)

本文主要根据地质矿产部系统对塔里木盆地北部地区油气勘查的大量分析实验数据、地球化学特征等系统资料, 对其天然气组成、轻烃的碳同位素特征进行研究, 从而划分其天然气成因类型。研究指出, 塔北地区以油型气为主, 有少量的煤型气和混合气存在。其中雅克拉断凸区以油田气-凝析气为主、阿克库勒凸起区以裂解气为主、沙西凸起区有少量氮气存在。

关键词 天然气 成因类型 塔北地区

作者简介 杨笃敬 男 53岁 工程师 石油地质

塔里木盆地北部地区(称塔北, 下同)面积 17 万 km^2 , 现已发现 8 个高产油气层, 产层有震旦系、寒武系、奥陶系、下石炭统、三叠系、侏罗系、下白垩统、老第三系。测试结果多为油气同产, 气油比一般大于 1000。单井单层产能最高日产原油达 197.76m^3 、天然气 $101.07 \times 10^4\text{m}^3$ 。

然而, 塔北是我国油气勘探开发的新地区, 从已获得资料看, 该区油气埋藏深度多在 4000m 以下, 同时演化时期长, 油气地质、油气藏类型亦较复杂。无疑探讨这一新型油气田的成因类型将对塔里木盆地今后油气勘查有着现实意义。笔者仅指出一些初步认识, 敬希读者批评指正。

1 天然气化学组成

塔北天然气以烃类气体为主, 仅在沙西地区含有少量氮气和微量氦气(图 1)。

图 1 为塔北各井层天然气化学成分组成图。图上每一点代表一个产层的 1~42 个样品百分含量均值。

已工作地区主要为三个构造区块, 由于生气母质类型不同、成熟度差异、运移和保存条件的影响, 各构造区块气体组份具一定共性及差异。

1.1 雅克拉断凸区块

以沙参 2 井为代表, 42 个天然气样化学分析均值如表 1。

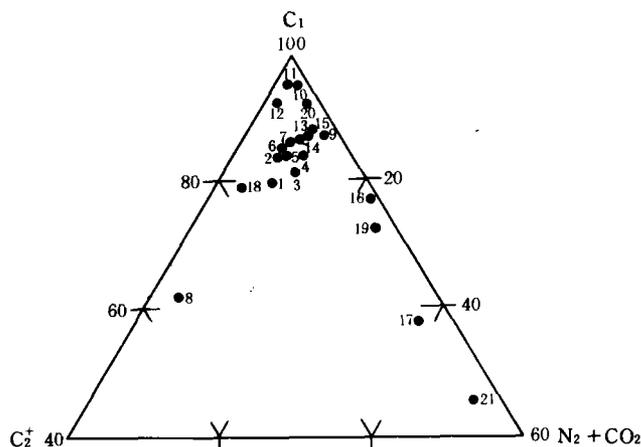


图1 塔北钻井产层天然气化学成分组成图

1. 沙参2井(T~O₁); 2. 沙7井(T~G); 3. 沙4井(T~Z); 4. 沙7井(J); 5. 沙4井(J); 6. 沙5井(K₁); 7. 沙7井(K₁); 8. 沙3井(K₂~E); 9. 沙9井(O₁); 10. 沙14井(O₁); 11. 沙17井(O₁); 12. 沙18井(C~O₁); 13. 沙9井(T); 14. 沙18井(T); 15. 沙3井(K₁~AnZ); 16. 沙6井(G); 17. 沙13井(O₁); 18. 沙5井(J); 19. 沙5井(C~O₁); 20. 沙17井(C); 21. 麦1井(C)

表1 塔北三个构造区块天然气化学组分均值表

区 块	井号	层位	比重	成 分 (%)										样品数
				C ₁	C ₂	C ₃	iC ₄	nC ₄	iC ₅	nC ₅	He	CO ₂	N ₂	
雅克拉断凸	2	T~O ₁	0.717	79.89	6.70	3.17	0.66	1.28	0.46	0.53	0.025	3.39	3.95	42
阿克库勒凸起	18	C~O ₁	0.613	92.11	2.62	1.04	0.27	0.45	0.16	0.20		1.06	2.11	2
沙西凸起	13	O ₁	0.745	59.23	3.49	1.28	0.20	0.38	0.15	0.15	0.94	1.78	32.38	5

区块天然气组份为 C₁ 79.89~85.67%, C₂⁺ 8.04~12.8%, 甲烷系数 0.86~0.92, 干燥系数 6.24~10.46, 重烃系数 9.6~16, 湿度 0.096~0.16, iC₄/nC₄ 0.46~0.58。其特征:(1)多数样品 C₁ 84~86%, C₂⁺ 8~12%, 比重 0.64~0.7。按表2标准, 属油田气-凝析气;(2)区内各井层在纵向、横向天然气组成虽稍有变化, 总的说来变化不大。显示出同一气源略具运移效应的特点;(3)区内某些井段产层, He 含量达 0.025~0.42%, 按 >0.05% 工业氦气标准(戴金星等, 1989), 其品位个别已达工业要求。

总观雅克拉区块, 其天然气以甲烷为主, 重烃含量少至中等, 比重较轻, 气源岩有机质类型为 I~I 型干酪根, 演化阶段为成熟-高成熟阶段的天然气。

值得注意的是本区块东部沙3井 K₂~E 产层天然气, C₁ 含量低, 仅 62.5%, 较雅克拉区块其它井层低约 20%, 干燥系数 1.81, 甲烷系数 0.64, C₂⁺ 含量高达 34.46% 为塔北地区之冠, 湿度 0.55, iC₄/nC₄ 0.88, 比重达 0.844。这些组份特征明显区别于其它井层, 从一个方面反映出煤型气特点。

1.2 阿克库勒区块

该区块为一大型鼻凸,其周围三面为油气源(凹陷)区。研究表明该区海西期油气演化即进入成熟期,天然气组份以沙 18 井为例明显有别于其它区块(表 1)。其特点:(1)高 C_1 含量,一般大于 92.11%,干燥系数 19.43~47.46,为雅克拉区 2~4 倍;(2)低 C_2+ 含量,44 个样品其均值含量 1.815~6.27%,湿度 0.019~0.072,重烃系数 2.3~7.2 是塔北地区最低者,尤为奥陶系、石炭系产层气更是如此。而三叠系产层气因有煤型气加入, C_1 含量低些, C_2+ 含量则稍高;(3)低比重,均值 0.585~0.65,亦为塔北最低。

表 2 塔北天然气类型划分标准表

类型	演化程度	烃产物	$R^o(\%)$	综合指标			
				比重	$C_1(\%)$	$C_2+(\%)$	$\delta^{13}C_1(\%)$
油型气	未成熟	生物气	<0.5	<0.5	>95	<0.5	-56~-80
	成熟	油田气	0.5~1.3	0.5~1.3	45~75	10±	-40~-56
	高成熟	凝析气	1.3~2.0	1.3~2.0	75~90	5±	-36~-40
	过成熟	裂解气	>2	>2.0	95±	3±	-28~-36
混合气	成熟	油田气	0.5~1.3	0.5~1.3	<75	10±	-25~-45
煤型气	成熟	油田气	0.5~1.3	0.5~1.3	<75	>10	-25~-45

(据戴金星、张子枢、廖永胜、中原油田等)

从组份特征反映出该区块天然气为高甲烷、低重烃、低比重,气源岩有机质类型主要为 I~I 型干酪根,演化程度为高-过成熟阶段之天然气。

1.3 沙西凸起区块

以沙 13 井为例。(1)5 个样品组份均值为 C_1 含量 59.23%、 C_2+ 含量 5.65%、比重 0.745;(2)干燥系数、湿度、甲烷系数、重烃系数与雅克拉区相近;(3)高氮含量,5 个样品均值 32.38%,为塔北各井层之首;(4)高氢含量,均值为 0.94%,远大于工业品位最低标准,亦为塔北地区最高。

上述低甲烷、低重烃、高氮、高氢天然气特征,反映出沙西区块气源岩有机质类型为 I~I 干酪根、演化阶段达高成熟阶段,并受火成岩活动影响所致。

塔北地区已有 8 个系、层见工业油气流,但单井最多可见 3 个油气产层。天然气组份在这些层系中的变化以雅克拉断凸沙 7 井为例(表 3),其特征为(1)自下而上 C_1 含量增加, C_2+ 含量减少,比重减轻,明显反映同一气源自下而上运移效应结果;(2)各种组份虽有变化,但总的说来变化不大,反映出气源的同源性。

2 天然气轻烃特征

轻烃在不同的演化阶段具有不同的组成特征,是天然气之间、油气之间和油气源对比有效手段之一。塔北地区各区块天然气轻烃组成具如下特征(表 4)。

表3 沙7井纵向天然气组份变化表

产层时代	C ₁ (%)	C ₇ (%)	重烃系数	湿度	C ₁ /ΣC	比重
K ₁	86.66	7.08	8.2	0.082	0.92	0.641
J	84.84	8.98	10.6	0.106	0.90	0.665
T ₁ 侵蚀不整合面上下	83.99	11.58	13.8	0.148	0.88	0.69

2.1 油气主要聚集地区的雅克拉、阿克库勒天然气组份其异构烷烃优势。即异构烷烃>正构烷烃>环烷烃。只是在含量上,雅克拉区较阿克库勒区正构烷烃含量多而环烷烃含量少。

2.2 雅克拉区轮台构造上沙3井K₂~E产层气C₆~C₇组成,环烷烃>异构烷烃>正构烷烃,这在塔北地区是独特的。结合同位素、轻烃配对等资料认为这种环烷烃优势与Ⅲ型干酪根有关。

2.3 沙西区块工作程度相对较低,据分析C₆组份环烷烃优势较其它区块大的多,正构烷烃百分含量低,具明显后期改造特征。

表4 塔里木盆地北部钻井产层天然气轻烃组成特征表

地区	层位	井号	C ₆ 组成(%)			C ₆ +C ₇ 组成(%)			相对含量(%)		
			正构烷	异构烷	环烷	正构烷	异构烷	环烷	正庚烷	甲基己烷	环己烷+甲基环己烷
雅克拉轮台区	T~O ₁	2	40.15	46.68	13.17	36.92	45.65	17.43	34.62	45.24	19.94
	O ₁	5	22.22	46.30	31.48	22.73	40.91	36.36	9.68	41.94	48.38
	T~E	7	35.98	50.37	13.65	35.17	47.39	17.44	31.94	33.92	34.59
	E	6	35.48	45.16	19.36	36.25	40.00	23.75	34.62	34.61	30.77
	T~Z	4	39.60	47.98	12.42	36.86	47.23	15.91	31.09	38.02	30.89
	K ₁ ~AnZ	3	51.22	37.92	10.86	42.10	37.66	20.24	41.44	34.05	24.51
	J	7	47.11	46.64	6.25	44.49	43.83	11.68	41.73	40.55	17.72
		4	46.48	46.66	6.86	44.06	43.10	12.85	42.48	38.50	19.03
	K ₁	5	41.56	48.31	10.12	38.65	47.32	14.03	33.58	37.69	28.73
		7	40.58	45.83	13.59	38.09	43.63	18.28	31.88	29.47	38.65
K ₂ ~E	3	31.29	40.66	28.05	27.53	33.69	38.78	19.90	24.15	55.95	
阿克库勒区	O ₁	9	31.67	51.67	16.66	23.46	54.32	22.22			
		14	44.11	42.84	13.05	41.02	40.29	18.69	37.67	29.54	32.79
		17	39.58	43.75	16.67						
	C~O ₁	18	40.84	46.85	12.31	38.29	44.57	17.14	35.14	33.23	31.63
	T	9	36.09	59.02	4.89	34.65	55.74	9.61	29.72	39.72	30.56
		18	42.76	42.25	14.99	40.79	39.22	19.93	40.83	28.28	30.39
沙西区	O ₁	13	24.01	41.19	34.80						

续表 4

地区	层位	井号	成熟度参数				相对含量 (%)			备注
			$\frac{nC_6}{M-CC_5}$	$\frac{nC_8+nC_7}{iC_8+iC_7}$	石蜡指数	庚烷值	正庚烷	甲基环己烷	甲苯	
雅克拉 台 区	T~O ₁	2	5.65	0.81	4.15	27.95	63.45	35.14	1.41	
	O ₁	5	1.5	0.56		14.29	23.08	46.15	30.77	非工业产层
	T~G	7	4.60	0.74	3.62	28.22	55.34	31.81	12.85	
	G	6	3.67	0.91		34.62	45.83	54.17	0	非工业产层
	T~Z	4	6.00	0.78	3.83	27.69	65.58	33.08	1.34	
	K ₁ ~AnZ	3	28.11	1.10	4.05	37.69	68.16	31.84	0	非工业产层
	J	7	7.45	1.02	4.90	52.97				
		4	6.78	1.02	4.35	53.63				
	K ₁	5	8.21	0.82	6.73	30.20	65.69	32.12	2.19	
		7	6.53	0.87	4.07	28.33	54.10	34.43	11.47	
K ₂ ~E	3	2.89	0.82	2.12	21.24	33.91	53.53	12.56		
阿克库勒 区	O ₁	9								非工业产层
		14	7.07	1.02	3.52	33.02	65.26	34.27	0.47	
		17								
	C~O ₁	18	6.35	0.86	3.85	30.64	63.58	32.95	3.47	
	T	9	6.07	0.62	10.21	27.16	62.57	37.43	0	
18		5.58	1.04	2.97	35.33	67.81	30.74	1.45		
沙西区	O ₁	13								

2.4 雅克拉、阿克库勒二区不论在平面上或是上下层位间,其轻烃组成变化不大,反映了气源岩同一性及演化阶段大约一致性。

2.5 轻烃组成特征与原始母质类型密切相关,汤姆森(Thompson,1978)分析资料表明,奥陶系海相干酪根生成的轻烃中苯和甲苯的含量低,苯/正己烷为 0.01~0.32,而陆相及煤有关的干酪根生成的轻烃中苯和甲苯含量高,苯/正己烷一般为 1.33~4.04。实验结果也表明,母质类型愈好,热解产物中芳烃含量愈低、正构烷烃含量愈高。

2.6 不同母质类型产出之天然气,其轻烃对比值有所差异。塔北各井天然气轻烃配对成分比值对比大致可分为两种类型:

(1)以沙 3 井 K₂~E 产层气为一类型,该类型 iC_5/nC_5 ; $CC_5/2-MC_5$; $CC_6/M-CC_6$; MCC_6/nC_7 等项高值,而 $2-MC_5/3-MC_5$; $nC_6/M-CC_5+2,3-DMC_5$; $2-MC_6/2,3-MC_5$; $3-MC_6/1,1-DMCC_5+1-C_3-DMCC_5$; $1,t_3-DMCC_5/1,t_2-DMCC_5$ 以及石蜡指数等各项低值,反映了异构比及环烷烃优势,显示出煤型气特征。

(2)其余者为另一类型,各项比值表现为油型气特征,二者在各单项比值、对比图形态均有较大差异,显示二类型来源于不同母质类型。b 类型中虽某些比值有大小,但总体形态是一致的,为同一母质类型产物。沙 18 井三叠系产层气似有过渡类型特征。

2.7 石蜡指数与庚烷值据汤姆斯研究,随着有机质成熟度的增加,庚烷值、石蜡指数亦有规律的增加。但与程克明在分类指标上相差甚大。结合塔北地区具体情况,认为程克明的划分标准较为适用,即低成熟→成熟→高成熟→过成熟其石蜡指数与庚烷值界限值分别为 $1 \times 20\% \rightarrow 3 \times 30\% \rightarrow 10 \times 40\%$ 。

图2为塔北钻井产层天然气石蜡指数与庚烷值关系图,图上可看出塔北天然气绝大多数位于高成熟区、属凝析气。包括雅克拉断凸和阿克库勒凸起大多数井层。仅沙7井侏罗系、沙4井侏罗系产层气位于过成熟区,属裂解气。而沙3井 $K_2 \sim E$ 产层气位于正常成熟区,属油田气。

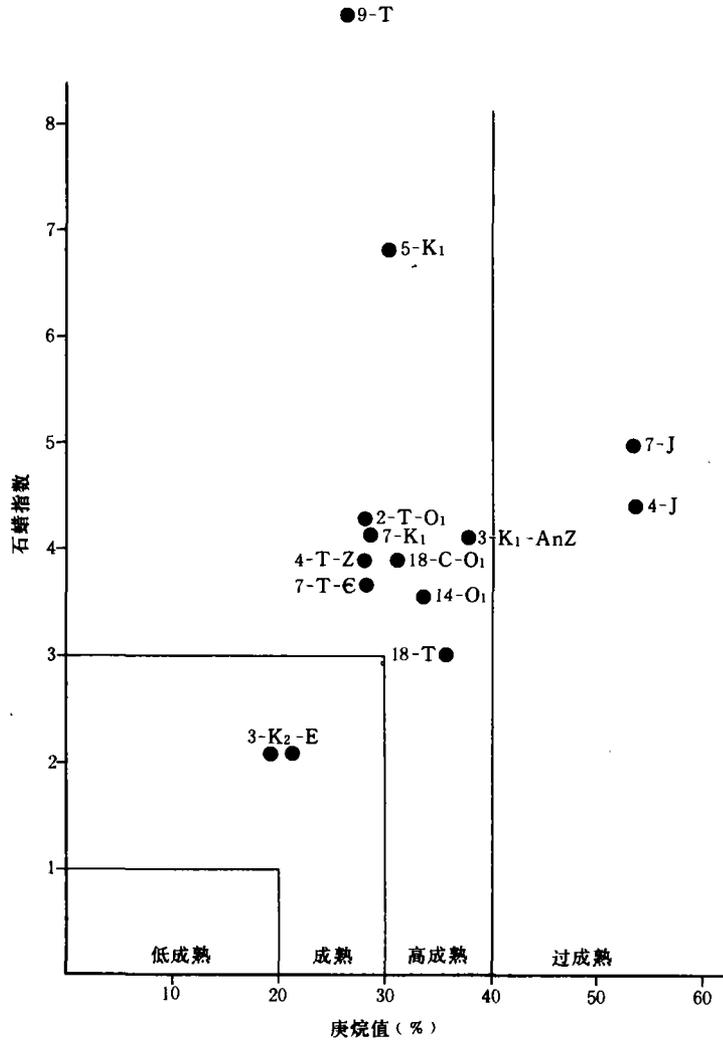


图2 塔北钻井产层天然气石蜡指数、庚烷值关系图

3 碳同位素组成

天然气同位素研究是进行生气母质类型、成因类型、演化程度、气源对比有效手段。由于

生气母质类型、演化程度、成藏条件、储集环境不同,塔北各区块天然气碳同位素组成(表5)有所不同。

表5 塔北各区块天然气碳同位素组成表

区块	C ₁			C ₂			C ₃			C ₄			C ₅			CO ₂
	重	轻	一般	重	轻	一般	重	轻	一般	重	轻	一般	重	轻	一般	
雅克拉断凸	-39.30	-41.89	40.50	-29.60	35.51	-32	-29.19	-35.69	-30	-29.69	-35.09	-30	27.06	-33.97	-31	-11
(轮台)	-38.08	-40.51		-22.52	-29.67		-12.70	-26.34			-28.36			-29.91		
阿克库勒凸起	-33.91	-38.46	-36	-28.13	-35.54	-32	-32.35	-37.70	-33	-29.54	-35.08	-30.50	-27.80	-34.99	-30	-18
沙西凸起	-35.07	-45.63	-42	-28.01	-33.56	-31			-30.31			-28.77			-23.82	-19

众所周知, $\delta^{13}\text{C}$ 值与天然气演化程度有关,而 $\delta^{13}\text{C}_2$ 值则与原始母质类型相映。据戴金星等人综合划分指标(表2)及塔北钻井产层天然气类型划分图($\delta^{13}\text{C}$ 系列)(图3)分析,塔北各产层天然气绝大多数位于油型气区,这与前述组份特征所反映大多是一致的。唯沙3井 $\text{K}_2\sim\text{E}$ 、沙9井 O_1 与沙17井 O_1 产层气都位于接近油型气区的煤型气区或过渡带上,似属混合气。特殊的是沙3井 $\text{K}_1\sim\text{AnZ}$ 产层气其碳同位素值位于煤型气区,与该产层气其它资料结论有异,是成藏期煤型气运移加入所致或其它原因,有待进一步查证。

在演化程度上雅克拉区块各产层气位于油田气-凝析气区,阿克库勒区块各产层气 $\delta^{13}\text{C}_1$ 一般-36%左右,较雅克拉区重4.5%,演化程度达过成熟,位于裂解气区。沙西区块样品甚少且有后生变化影响,显示为高成熟油型气。

同源和环境类似天然气其碳同位素系列应近似。塔北各井层天然气 $\text{C}_1\sim\text{C}_5$ 同位素系列对比图(图4)大约可分四种构型:

a. $\delta^{13}\text{C}_1\rightarrow\delta^{13}\text{C}_4$ 渐重型,即 $\delta^{13}\text{C}_1<\delta^{13}\text{C}_2<\delta^{13}\text{C}_3<\delta^{13}\text{C}_4$,属此型者有沙参2井($\text{T}\sim\text{O}_1$)、沙7井($\text{T}\sim\text{E}$)等产层;b. $\delta^{13}\text{C}_1<\delta^{13}\text{C}_2<\delta^{13}\text{C}_3>\delta^{13}\text{C}_4<\delta^{13}\text{C}_5$ 型,沙5井(K_1)等产层属此;c. $\delta^{13}\text{C}_1<\delta^{13}\text{C}_2>\delta^{13}\text{C}_3<\delta^{13}\text{C}_4<\delta^{13}\text{C}_5$ 型,沙18井(T)等产层属此;d. $\delta^{13}\text{C}_1<\delta^{13}\text{C}_2<\delta^{13}\text{C}_3>\delta^{13}\text{C}_4>\delta^{13}\text{C}_5$ 型,沙3井($\text{K}_2\sim\text{E}$)等产层属此。a型气源自同一种或类似气源岩且成气过程中无大的变化。b、c、d三种构型成气或成藏情况复杂,煤型气混入,演化至高成熟阶段碳同位素值逆转(гаипмовью, 1970),以及二次生气均可形成上述局部组份折转。本区油气埋藏深、演化时期长、环境各异,这些因素不同程度影响致使塔北天然气碳同位素系列复杂多变,也显示了塔北天然气形成复杂性。

从塔北地区天然气 $\delta^{13}\text{C}_1$ 与甲烷系数 $\text{C}_1/\Sigma\text{C}_n$ 关系图(图5)看出,所有产层投点均位于热解气区。大致可分3个群体:a. 雅克拉区块诸产层为一群体,位于热解气区中-高成熟区;b. 阿克库勒群体,位于热解气区与裂解气交界附近,偏重于热解气区;c. 沙3井 $\text{K}_2\sim\text{E}$ 产层与依矿464井群体,位于热解区中、低成熟区。

从该区与 $\delta^{13}\text{C}_1$ 与重烃(C_2^+)浓度关系图(图6)上亦可看出,除沙3井产层 $\text{K}_2\sim\text{E}$ 及依矿464井产层气外,塔北所有井层均位于腐泥型气区。与图5同样可分为三个群体并相对应,只是阿克库勒群体部分产层气位于或接近煤型气的混合气区。

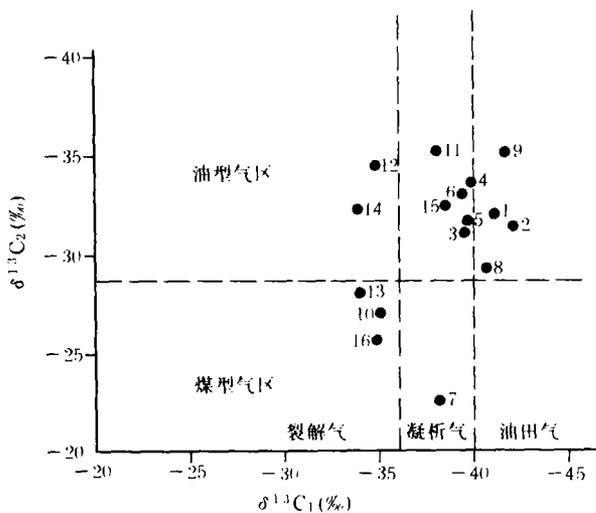


图3 塔北钻井产层天然气类型划分图($\delta^{13}C$ 系列)

- | | | | |
|--------------------------|---------------------------|--------------|--------------------------|
| 1. 沙参2井 T~O ₁ | 2. 沙7井 T~E | 3. 沙7井 J | 4. 沙7井 K ₁ |
| 5. 沙4井 T~Z | 6. 沙4井 T | 7. 沙3井 K~AnZ | 8. 沙3井 K ₂ ~E |
| 9. 沙5井 K ₁ | 10. 沙9井 O ₁ | 11. 沙9井 T | 12. 沙14井 O ₁ |
| 13. 沙17井 O ₁ | 14. 沙18井 C~O ₁ | 15. 沙18井 T | 16. 依矿J |

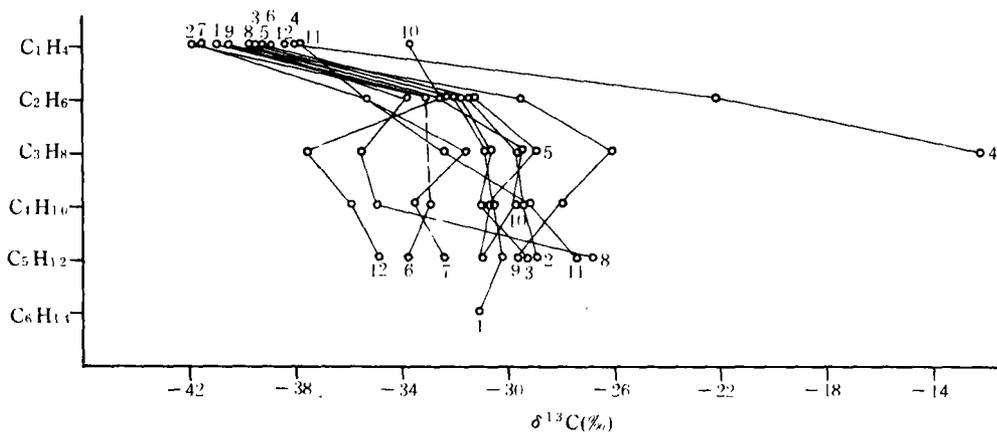


图4 塔北钻井产层天然气 C₁~C₆ 烷烃碳同位素系列对比图

- | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 1. 沙参2井(T~O ₁) | 2. 沙7井(T~E) | 3. 沙4井(T~Z) | 4. 沙3井(K ₁ ~AnZ) |
| 5. 沙7井(J) | 6. 沙4井(J) | 7. 沙5井(K ₁) | 8. 沙7井(K ₁) |
| 9. 沙3井(K ₂ ~E) | 10. 沙18井(C~O ₁) | 11. 沙9井(T) | 12. 沙18井(T) |

4 塔北天然气因素类型划分

天然气分类方法较多,如按成因母质类型、演化程度、组份特征、相态等进行划分,但均偏重于一种因素。为更好反映天然气特征,将用戴金星等人的复合分类。

前面讨论了塔北各井层天然气几个方面特征,综合如表 6,其成因类型划分以下六类。

4.1 油型油田气-凝析气

雅克拉区大多数井层属之。这些井层乙烷同位素及轻烃特征方面表现为油型气特征,在演化程度上为高成熟阶段。但在组份与 $\delta^{13}C_1$ 值方面均表现为成熟期中-高阶段,含有少至中等量重烃,为油田气-凝析气阶段特征。

沙 3 井 $K_1 \sim AnZ$ 产层气绝大多数特征与本类相似,唯 $\delta^{13}C_2$ 值特重,单项上表现为煤型气特征。是何原因引起,目前尚不清楚,暂把沙 3 井 $K_1 \sim AnZ$ 产层气列入本类。

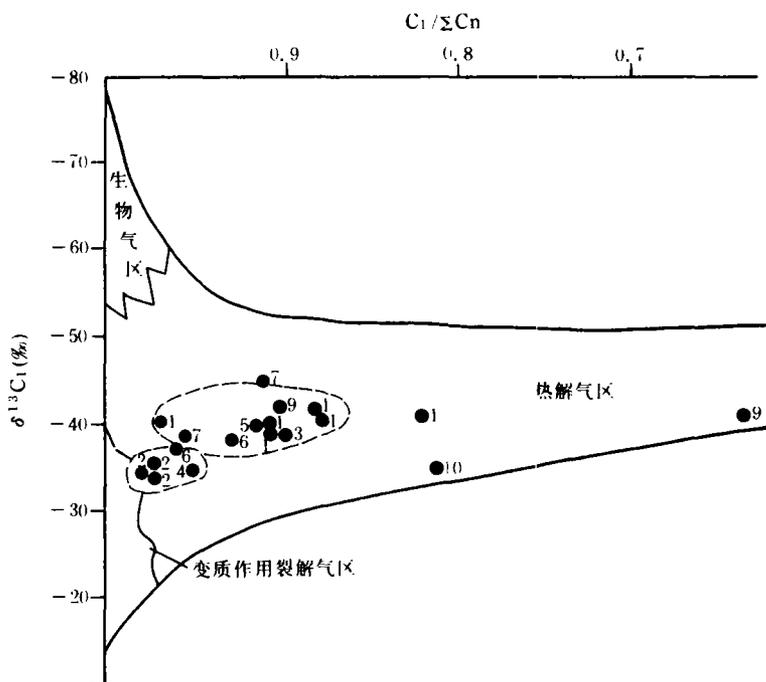


图 5 塔北钻井产层天然气 $\delta^{13}C_1$ 与甲烷系数关系图

- | | |
|--|---|
| 1. 雅克拉区沙参 2 井、沙 7 井(T~E)、沙 6 井(E)、沙 4 井(T~Z) | 2. 阿克库勒区 沙 9 井(O ₁)、沙 14 井(O ₁)、沙 17 井(O ₁) |
| 3. 雅克拉区 沙 5 井(J)、沙 7 井(J)、沙 4 井(J) | 4. 阿克库勒区 沙 18 井(C~O ₁) |
| 5. 雅克拉区沙 5 井(K ₁)、沙 7 井(K ₁) | 6. 阿克库勒区 沙 9 井(T)、沙 18 井(T) |
| 7. 轮台区 沙 3 井(K ₁ ~AnZ) | 8. 沙西区沙 13 井(O ₁) |
| 9. 轮台区 沙 3 井(K ₁ ~E) | 10. 依矿 464 井 |

4.2 油型凝析气

属本类型者有沙 4 井、沙 7 井侏罗系产层气;沙 9 井、沙 18 井三叠系产层气。其轻烃特征、 $\delta^{13}C_2$ 值均表现为高成熟阶段产物,石蜡指数、庚烷值上达过成熟阶段。超过沙参 2 井等产层气演化程度又低于沙 18 井等裂解气阶段。

4.3 煤气油型田气

仅见于沙 3 井 $K_2 \sim E$ 产层气。化学组成上甲烷含量低,重烃含量达 34.46%,轻烃特征表现环烷烃优势,其轻烃配对比值明显与雅克拉区油型气不同,甲苯含量较油型气沙 7 井明

显的多,表现为煤型气特征。石蜡指数、庚烷值、 $\delta^{13}C_1$ 值均反映为处于成熟阶段的油田气。此煤型气按其产出构造部位,可能与其北库车拗陷中生代地层有成因上联系。

4.4 油型裂解气田

沙14井奥陶系、沙18井石炭—奥陶系产层气属之。其 $\delta^{13}C_2$ 值均大于 -29% ,轻烃组成上正构烷较其它井层高,苯类偏量低,明显油型气特征。在演化程度上,各种方法作图投点都位于高-过成熟阶段区。甲烷含量大于92%,最高达96.27%, $\delta^{13}C_1$ 值 -35% 左右,位于裂解气阶段。本类为塔北地区甲烷含量最高、演化程度也最高天然气。

4.5 混合型裂解气

沙9井、沙17井奥陶系产层气属之。其化学组成、庚烷值、 $\delta^{13}C_1$ 值与油型裂解气相近。但 $\delta^{13}C_2$ 值偏重、界于油型气煤型气之间或偏于煤型气,另在轻烃组成上环烷烃相对较高,反映有煤型气加入。划为混合型裂解气。

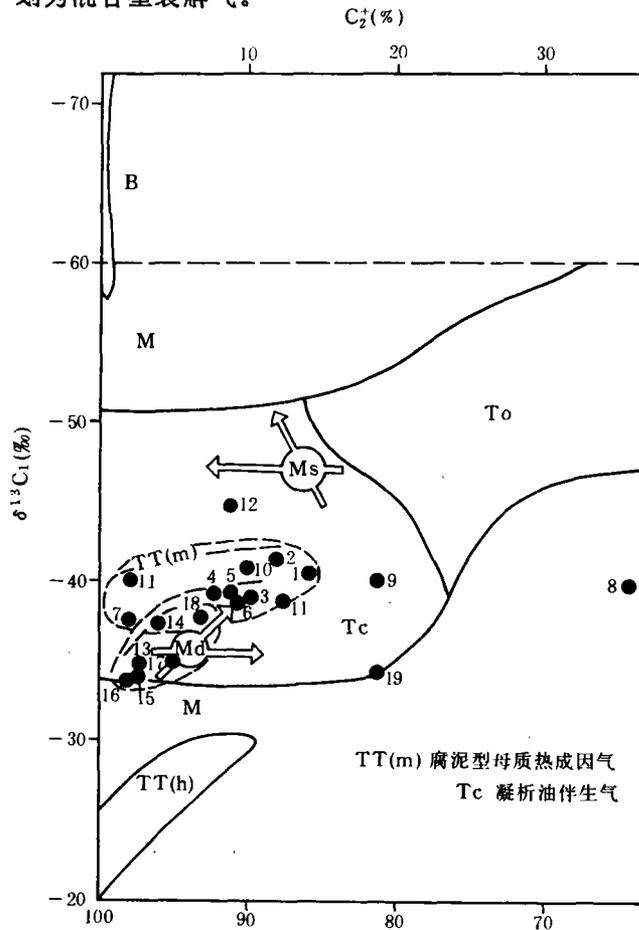


图6 塔北钻井天然气 $\delta^{13}C_1$ 与 C_2 浓度关系图

- | | | | |
|---------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1. 沙参2井 T~O ₁ | 2. 沙7井 T~G | 3. 沙7井 J | 4. 沙7井 K ₁ |
| 5. 沙4井 T~Z | 6. 沙4井 J | 7. 沙3井 K~AnZ | 8. 沙3井 E ₂ ~E |
| 9. 沙5井 J | 10. 沙5井 K ₁ | 11. 沙6井 G | 12. 沙13井 O ₁ |
| 13. 沙9井 O ₁ | 14. 沙9井 J | 15. 沙14井 O ₁ | 16. 沙17井 O ₁ |
| 17. 沙18井 C~O ₁ | 18. 沙18井 T | 19. 依矿 J | |

4.6 油型深源混合气

沙西凸起之沙13井奥陶系产层气等为此类型,该产层气在 $\delta^{13}C_1$ 值上为油田气范围内。其最主要特点是在其化学组成上,氮与氦含量高,为塔北地区之冠。结合沙西地区有较多的火成活动岩体,在成因上似有因果关系。故把该类型划为油型深源混合气。

5 找气方向

塔北复杂多变天然气成因类型预示着天然气源岩、演化、成藏条件在不同地区各有特征。在油气普查勘探进程中,针对不同的天然气成因类型,采取不同的勘探,试采部施,可以提高成功率。

雅克拉断凸中,东部以寻找少至中等重烃含量油田气-凝析气气藏为主。古生界浸蚀不整合面上下、侏罗系、白垩系、下第三系为好目的层。

表6 塔北钻井产层天然气类型综合表

地区	层位	井号	化学组成	石蜡指数 庚烷值	$\delta^{13}C_1$	$\delta^{13}C_2$	轻烃特征			复合分类
							组成	配对比	甲苯	
雅克拉 轮台区	T~O	2	油田气-凝析气	高成熟	油田气-凝析气	油型气	油型气		油型气	油型油田气-凝析气
	T~G	7	油田气-凝析气	高成熟	油田气-凝析气	油型气	油型气	油型气	混合气	油型油田气-凝析气
	T~Z	4	油田气-凝析气	高成熟	凝析气	油型气	油型气	油型气	油型气	油型油田气-凝析气
	J	7	油田气-凝析气	过成熟	凝析气	油型气	油型气			油型凝析气
		4	油田气-凝析气	过成熟	凝析气	油型气	油型气			油型凝析气
	K ₁	5	油田气-凝析气	过成熟	油田气-凝析气	油型气	油型气	油型气	油型气	油型油田气-凝析气
		7	油田气-凝析气	高成熟	凝析气	油型气	油型气	油型气	混合气	油型油田气-凝析气
	K ₁ -AnZ	3	油田气-凝析气	高成熟	凝析气	煤型气	油型气	油型气	油型气	油型油田气-凝析气
K ₂ ~E	3	煤型气	成熟	油田气	煤型气	煤型气	煤型气	混合气	煤型油田气	
阿克库 勒区	O ₁	9	裂解气		裂解气	煤型气	混合气			混合型裂解气
		14	裂解气	高成熟	裂解气	油型气	油型气	油型气	油型气	油型裂解气
		17	裂解气		裂解气	混合气	混合气			混合型裂解气
	C~O ₁	18	裂解气	高成熟	裂解气	油型气	油型气	油型气	油型气	油型裂解气
	T	9	裂解气		凝析气	油型气	油型气	油型气	油型气	油型凝析气
		18	裂解气		凝析气	油型气	油型气	油型气	油型气	油型凝析气
沙西区	O ₁	13	深源气		油田气		改黄后			油型深源混合气

近亚南断裂处,侏罗系、白垩系、下第三系可找正常成熟油田气气藏。

阿克库勒地区、满加尔凹陷区北部以奥陶系、石炭系为目的层主要找寻高甲烷含量裂解气气藏。而以三叠系、侏罗系为目的层则主要为混合型裂解气、凝析气气藏。

沙西断凸区以凝析气与深源混合气为主, 奥陶系、三叠系、白垩系为目的层。部分区带氦可能达到工业要求。

(收稿日期: 1991年9月27日)

参 考 文 献

- 1 戴金星. 天然气地质学概论. 北京: 石油工业出版社, 1989
- 2 曾国寿等. 石油地球化学. 北京: 石油工业出版社, 1990
- 3 Thompson KFM. Light Hydrocarbons in Subsurface Sediments, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1978, 43(5): 657~671

AN APPROACH TO THE ORIGIN TYPES OF NATURAL GAS IN THE NORTHERN TARIM BASIN

Yang Dujing

(*Northwest Party of Petroleum Geology, MGMR*)

Abstract

Based on plenty of systematic analytical and experimental data and geochemical characteristics of petroleum exploration in the northwest Tarim Basin, the paper mainly approaches the compositions, light hydrocarbons, and carbon isotopic characteristics of the natural gas, as well as the divisions of the origin types in the area. The study reveals that the northern Tarim Basin is dominated by oil-prone gas with minor coal-prone gas and mixed gas. However, the Yakela uptaulted area is mainly predominated by gas-condensate gas, while in the Akekule embossed area, it prevails pyrolytic gas. Only minor helium gas is produced at the Shaxi uplifting area.