

天然气的混合类型及其判识

刘文汇 徐永昌

(中国科学院兰州地质所气体地球化学国家重点实验室 730000)

提要 通过对天然气独特的物理、化学特征研究,探讨了不同成因来源天然气混合的机理和条件。将天然气混合划分为有机来源与无机来源的混合、有机质不同母质形成天然气的混合和不同成熟阶段有机成因气混合等三大类型。通过具体实例解剖研究了天然气混合的判识,初步建立了不同成因类型天然气的混合的模式。

关键词 混合天然气 二元混合 幔源气 岩石化学反应气 稀有气体同位素 碳同位素系列 混合模式

第一作者简介 刘文汇 男 35岁 副研究员 地球化学

与液态烃相比,天然气组分具有分子小、重量轻、粘度低和被岩石吸附力差而导致运移速度快,扩散能力强和可长距离运移等特征。所以,从理论上讲,几乎自然界天然气都具不同比例不同成因气体组分混合的特征。在天然气地质学领域,为利于研究和勘探开发,对天然气成因类型的划分常以气体主要来源的形成机制为基础,这种划分不仅在理论上,而且在生产勘探中都具有重要意义。因此,本文所述的天然气混合是指不同成因类型天然气的混合。混合气在整个气体中均占一定比例,并在气体地球化学特征中有明显反映。

1 天然气混合的概念

自然界气体混合现象普遍存在,大气圈就是典型的各类成因气体的多元混合体。如果把天然气的每一成因来源作为一个端元,则会有二元混合、三元混合和多元混合。二元混合有无机成因来源与有机成因气的混合;有机成因气中有不同母质类型形成气体的混合和不同演化阶段气体的混合。需要指出的是:无机成因气与有机成因气的混合主要指幔源原始气体或岩石高温化学反应形成的气体与有机质演化形成的烃类气体为主的两类气体的混合,而不包括与有机母质同源的放射性成因稀有气体及非烃气体。放射性成因稀有气体及岩石演化过程中形成的非烃气体均需要初次和二次运移才能形成一定规模的混合气的储集。初期运移在所有岩石中均会存在,这种运移以浓度差引起的扩散作用为主。而二次运移只有在一定条件下才能进行,其中成岩演化过程中有机质形成的大量烃类气体的运移聚集是岩石中非烃及稀有气体二次运移的主要动力(徐永昌,1976)。因此,就成岩演化过程形成的烃类气体及其伴生的稀有气体而言,尽管后者在来源上属放射性成因,但由于它们与烃类源岩有同生联系,故在天然气的成因类型划分及其判识上仍有其特殊意义。

2 天然气混合的基本类型

根据天然气中烃类气体和非烃气体的主要来源,其混合大致可归纳为三种基本类型。

2.1 有机成因气与无机成因气的混合

这类混合气主要指地幔来源的无机气或岩石化学气与有机成因气的混合。无机来源气主要为非烃和稀有气体及微量烃类气体,有机成因气主要是烃类气体。这类混合气主要分布于构造活动相对强烈,特别是在有作为幔源气运移的深大断裂存在和有岩浆活动的地区。

2.2 气源母质类型不同的有机成因气的混合——油型气与煤型气的混合。

自然界各种沉积有机质都能形成天然气,从而导致在每种母质类型的沉积盆地中,不同母质类型所形成的天然气在一定条件下有不同程度的混合;而差别较为明显的母质类型所形成气体的混合在勘探开发中具有重要意义。煤型气和油型气的混合气是该类的典型代表。

2.3 有机质不同演化阶段气体的混合

同一有机母质,在沉积演化过程中,不同阶段均可形成一定量的气体。气体的形成是一个连续过程,而天然气的聚集则是有条件的,因此,不同演化阶段的天然气可能会储集于同一圈闭。这种混合类型最为常见,然而要对其进行区分则很困难。一般情况下,人们都将其视为同一类型,特别是相近演化阶段气体的混合。但是两种演化阶段差别明显的天然气的混合,如生物成因气与热催化裂解气的混合,热催化气与高温热裂解气的混合等,则属于不同演化阶段气体混合之列。

3 天然气混合机理及条件

天然气通过扩散作用和渗滤作用的运移,特别是二次运移,是导致不同成因类型天然气混合的主要途径。由于运移作用在天然气形成演化过程中普遍存在,使天然气的混合作用广泛发育。

不同来源天然气混合的条件是必须存在不同类型的气源;在形成混合气藏时,还要求有共同的储集圈闭配置。构造活动和断裂发育等在混合过程中起重要作用,例如,有机成因气与幔源气的混合,必须存在幔源气能够运移的深大断裂,同时必须存在沿深大断裂发育的富含有机质的沉积盆地,两者同时存在才有可能形成混合气;大量岩石化学反应气主要来自一定温度作用下无机岩石矿物间的化学反应,其产物主要是非烃气体,因此,岩石化学反应气与有机成因气的混合必须具备高温条件(岩浆侵入或高温变质)对产生气体的岩石(碳酸盐岩等)的作用,同时应具有形成有机成因气的沉积盆地条件。总体来看,有机成因气与无机来源气的混合主要发育在构造活动、断裂发育、伴随岩浆活动并富含有机质的沉积盆地中;煤型气与油型气的混合必须是同一沉积盆地或同一成气构造单元中具有不同成气的有机母质类型;有机质不同演化阶段天然气混合条件必须是在同一沉积盆地和成气单元中具有多层系母质类型相似的处于不同演化阶段的源岩。对混合气的气藏,共同的储盖条件和相互联通的运移通道是至关重要的。

4 天然气混合实例及其判识

天然气的地球化学特征是判识天然气成因类型及其来源的主要手段。混合天然气的判识主要利用天然气的碳、氢稳定同位素组成和氦、氩等稀有气体同位素组成。稳定同位素可以判识天然气的母质类型及其演化程度(Stahl, 1977, Schoell, 1980, 沈平等, 1987), 特别是烃类气体烷系同位素系列可作为判识有机成因气混合的重要手段(戴金星, 1990)。稀有气体氦同位素是目前判识幔源、壳源气体来源的唯一手段(Lupton 1983), 氩同位素是判识特殊地质条件下天然气混合的重要附助手段(朱家蔚, 徐永昌, 1980)。由于每一个天然气藏形成具有其独特的地质、地球化学条件, 因此对于天然气混合的判识亦应使用相应的地球化学指标。

4.1 无机来源气与有机成因气混合

这类混合气中无机来源气主要是地幔来源的非烃、稀有气体以及微量烃类气体和岩石化学反应形成的非烃气体等与有机成因气体的混合。前者在我国沿郯庐深大断裂发育的沉积盆地广布, 后者在中—新生代岩浆作用活跃的沉积盆地中发育。

4.1.1 幔源气与有机成因气的混合

沿郯庐断裂发育的南松辽、辽河、苏北和广东三水等含油气盆地具有丰富的天然气资源, 气藏中烃类气体和非烃气体虽处同一圈闭, 但在成因来源上有差别, 从辽河盆地东部坳陷到苏北黄桥、广东三水盆地等处于华夏裂谷系盆地的烃类气体绝大部分与壳源有机物质有关, 而稀有气体氦及部分非烃气体与幔源有关, 构成了幔源无机气与有机烃类气的混合(徐永昌等, 1991), 各盆地部分天然气的地球化学资料列于表 1。

表 1 有机—无机混合气地球化学特征表

Table 1 The geochemical characteristics of the mixed gas with inorganic and organic origin

地区	井号	层位	总 CH ₄ (%)	He (%)	$\delta^{13}C_1$ 总 (%)	$\delta^{13}C_{CO_2}$ (%)	$\frac{^{40}Ar}{^{36}Ar}$	$^3He/^4He \times 10^{-6}$	CH ₄ / $^3He \cdot 10^6$	He 幔 (%)	$\frac{CH_{4有}}{CH_{4幔}}$	CH ₄ 幔 (%)
万金塔	万 5	K ₂	0.52		-42.1	-6.1		6.31		57.32		
辽河	界 3	J	78.56	0.1	-29.0		2505	5.46	143.88	49.59	13.4	5.46
	红 5	Ed	72.94		-39.2			4.76		43.22		
苏北	黄浅 2	Ny	27.39	1.2	-39.5	-10.6	717	4.89	4.67	44.40	3.67	5.86
	浅 14	N	27.44	1.34	-40.3		716	3.71	5.52	33.67	4.52	4.97
	黄验 1	P _{1q}	0.07	0.01		-3.4	2230	4.9	1.43	44.49	0.4	0.05
三水	水深 3	E ₁₋₂	65.63	0.26	-45.5	-16.9	793	5.72	44.13	51.96	10.03	5.95
	水深 44	E ₁₋₂	12.29	0.11	-47.6	-8.9		6.36	24.83	57.78	5.21	1.98

从表 1 中可以看出, 天然气 $^3He/^4He$ 值均大于 Ra(即空气 $^3He/^4He$ 值, 为 1.4×10^{-6})。依据 Lupton (1983) 的研究, 地幔的 $^3He/^4He$ 值为 1.1×10^{-5} , 地壳来源的 $^3He/^4He$ 值小于 10^{-7} 。按稀有气体二元混合模式估算, 表中所列资料中幔源氦分布在 33.7~57.8% 范围内, 而天然气的 $\delta^{13}C_1$ 分布在 -47.6~-29% 范围内, 显示有机成因气特征, 大部分 CO₂ 的 $\delta^{13}C$ 也显示无机成因 CO₂ 的特征。对地热气和温泉气体研究表明: 从地下深部供给的幔源气, 其 $\delta^{13}C_1 > -20\%$ 。

PDB, $\text{CH}_4/{}^3\text{He} = 10^6 \sim 10^7$ 。根据坂田将(1987)的研究,对混有幔源气的天然气,其有机成因与幔源甲烷的比例可用下式计算。

$$\frac{(\text{CH}_4)_{\text{org}}}{(\text{CH}_4)_{\text{m}}} = \left[\left(\frac{\text{CH}_4}{{}^3\text{He}} \right)_{\text{GT}} / \left(\frac{\text{CH}_4}{{}^3\text{He}} \right)_{\text{m}} \right] - 1$$

式中 $(\text{CH}_4/{}^3\text{He})_{\text{GT}}$ 为天然气测定值, $(\text{CH}_4/{}^3\text{He})_{\text{m}}$ 为幔源气比值, $(\text{CH}_4)_{\text{org}}$ 为有机成因甲烷, $(\text{CH}_4)_{\text{m}}$ 为幔源甲烷。用上式对华夏系盆地气藏计算表明(表 1):部分天然气中可能混有 0.1~6% 的幔源甲烷,而相当部分氦来自地幔,构成了幔源氦的工业储集。

4.1.2 岩石化学反应形成的非烃气与有机成因烃类气体的混合。

目前我国发现的岩石化学反应形成的天然气主要是 CO_2 , 分布于中新生代具岩浆活动的沉积盆地,在济阳拗陷平方王构造、冀中拗陷大王庄潜山带和三水盆地宝月地区均有发现(廖永胜, 1987, 唐忠取, 1983, 杜建国, 1988)。这些地区有大量中生代火成岩侵入,在侵入区有大量碳酸盐岩存在。岩浆侵入活动造成碳酸盐岩地层温度急剧上升,使其分解形成 CO_2 , CO_2 经运移作用与上覆新生代有机母质演化形成的烃类气体一并进入储集层,构成岩石化学反应形成的气体与有机成因烃类气体的混合。在这类混合气体中(如表 2),烃类气体碳同位素明显反映有机成因的特征, $\delta^{13}\text{C}_1$ 为 $-51.6 \sim -42.7\%$,平方王为生物-热催化过渡带气,冀中为热催化气。 CO_2 的 $\delta^{13}\text{C}$ 表现出无机成因的特征, $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ 为 $-6.8 \sim -2.8\%$,稀有气体同位素组成则反映出岩石化学反应导致的 ${}^{40}\text{Ar}$ 大量析出和残余火山气体大量 ${}^{40}\text{Ar}$ 混入的特征,使天然气中 ${}^{40}\text{Ar}/{}^{36}\text{Ar}$ 比值明显偏高。

表 2 岩石化学反应—有机成因混合气地球化学特征表

Table 2 The geochemical characteristics of mixed gas petrochemical and organic origin

地区	井号	层位	CH_4 (%)	CO_2 (%)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ (‰)	$\frac{{}^{40}\text{Ar}}{{}^{36}\text{Ar}}$
* 济阳 平方王	平气 4	Es ₄	22.53	73.20	-51.4	-5.2	1929
	滨试 3	Es ₄	5.61	70.20	-46.6	-6.8	
	平 9-3	Es ₄	22.46	73.87	-51.6		1977
	滨 4-8-7	Es ₄	10.22	78.39	-50.1	-6.1	
冀中	留 58	Zw	38.20	42.80	-42.7	-6.1	2569
三水	水深 9	Eb1-2	0.29	99.60		-2.8	2133

* 廖永胜, 1981

4.2 煤型气与油型气的混合

与油型气相比,热催化和热裂解的煤型气组分偏干, $\delta^{13}\text{C}_1$ 偏重。因此,油型气与煤型气混合后,其 $\delta^{13}\text{C}_1$ 介于煤型气和油型气之间,并且烃类气体碳同位素组成系列会出现部分逆转现象(戴金星, 1990, 即 $\delta^{13}\text{C}_1 > \delta^{13}\text{C}_2$ 或 $\delta^{13}\text{C}_2 > \delta^{13}\text{C}_3$ 等)。

东濮凹陷和四川盆地等具有大量的煤型气与油型气的混合天然气,东濮凹陷天然气地球化学特征列于表 3。东濮凹陷具有特殊的天然气地质—地球化学条件,具有两套不同特征的生气源岩:一套为石炭—二叠系的煤系地层,一套为下第三系湖相腐泥型及腐泥—腐殖型母质沉

积。两者在母质类型和时代上均有较大的差异,导致了混合天然气具明显的地球化学特征。从表3可以看出:油型气的 $\delta^{13}C_1$ 较轻,均小于 -40% ,煤型气 $\delta^{13}C_1$ 均大于 -32% 两者各自的气体碳同位素均属正常系列,即 $\delta^{13}C_1 < \delta^{13}C_2 < \delta^{13}C_3$ 。油型气 $^{40}Ar/^{36}Ar$ 比值小于600,煤型气 $^{40}Ar/^{36}Ar$ 比值 >900 。而混合气的系 $\delta^{13}C_1$ 和 $^{40}Ar/^{36}Ar$ 比值介于两者之间,并且烃类气体碳同位素系列具逆转现象,即 $\delta^{13}C_1 < \delta^{13}C_2 > \delta^{13}C_3$ 。按二元混合模式估计,混合气中有60%左右的煤型气。

表3 东濮凹陷天然气地球化学特征表

Table 3 The geochemical characteristics of natural gas in Dongpu depression

井号	层位	CH ₄ (%)	$\delta^{13}C_1$ (‰)	$\delta^{13}C_2$ (‰)	$\delta^{13}C_3$ (‰)	δD (‰)	$^{40}Ar/^{36}Ar$	类型
濮3-84	Es ₂	64.34	-42.3	-29.8	-28.0	-217	469	油型气
文212	Es ₂	63.36	-41.5		-27.4	-207	515	
濮31	Es ₄	85.25	-33.4	-25.0	-27.7	-203		混合气
卫25-1	Es ₄	63.77	-33.1	-25.4	-26.0	-194	712	
卫11-3	Es ₄	58.99	-33.6	-24.8	-25.1	-197	621	
卫107	Es ₄	60.95	-33.0	-25.0	-25.7	-194	612	煤型气
文31	Es ₄	92.23	-25.8	-25.7	-25.7	-164	1093	
开33	P	92.91	-31.5	-22.1	-20.6	-169	1160	
文23	Es ₄	96.3	-28.5	-26.9	-25.5		1175	

四川盆地具有多层气源岩,可归纳为“四下二上”(黄籍中,1991),即C₁、S₁、P₁及J₁油型气母质和P₂、T₃的含煤沉积。盆地储集层从Z-J具十三个层系,故存在着广泛的混合天然气。由于腐泥型母质与腐殖型母质源岩层系交替发育,在天然气 $^{40}Ar/^{36}Ar$ 比例分布特征上,混合气不如东濮凹陷那么明显。尽管整个盆地气源岩均进入热解成气阶段,由于腐泥型母质垂向分布范围大,热演化阶段分布历程长,在天然气 $\delta^{13}C_1$ 特征上,煤型气与油型气还无法判识,混在混合气中。烃类气体的碳、氢同位素系列具明显特征。据黄籍中(1991)研究认为: $\delta^{13}C_2 > -27\%$ 为煤型气, $\delta^{13}C_2 < -29\%$ 为油型气, $\delta^{13}C_2$ 介于 $-27 \sim -29\%$ 的天然气为混合气。同时 $\delta^{13}C_1 - \delta^{13}C_2$ 呈正值者(即 $\delta C_1 > \delta^{13}C_2$)为混合气,主要分布在上二叠统和中下三叠统。另外,上二叠统天然气烃类碳、氢同位素系列具明显的反转现象,即 $\delta^{13}C_1 > \delta^{13}C_3$ 和 $\delta D_1 < 8D_3$ (戴金星,1990),这些均是煤型气与油型气混合的特征。

4.3 有机质不同演化阶段形成天然气的混合

对于两类成熟度差别较大、母质类型相似气体的混合,在烃类气体碳同位素系列组成中有明显特征,根据James(1983)利用正构烷烃气体同位素分馏的分配函数理论计算建立的碳同位素值与其源岩成熟度关系图,单一气源在一定成熟度中,正态正构烷烃碳同位素系列具有相对稳定的分配系数,即 $\delta^{13}C_1 < \delta^{13}C_2 < \delta^{13}C_3 < \delta^{13}C_4$ 。如果有两种不同成熟度天然气混合,由于不同成熟度所形成气体组分比例不同,混合气的烃类气体碳同位素系列便不符合上述规律,据此可以判识不同成熟度天然气混合的特征。四川盆地部分混合气的碳同位素组成列于表4(据陶庆才等,1989)。这些气体来自两类成熟度不同的源岩,显示出碳同位素系列的反转现象,即 $\delta^{13}C_2 < \delta^{13}C_1$,不符合单一成熟度碳同位素分馏原理。其原因是由于气体中同时存在成熟度相对低

的较湿气体与成熟度相对高的干气之故。按 James 的研究,单一来源天然气其 $\delta^{13}C_2 - \delta^{13}C_1$ 与 $\delta^{13}C_3 - \delta^{13}C_2$, 具有一定函数关系, 即:

$$(\delta^{13}C_2 - \delta^{13}C_1) = 1.33(\delta^{13}C_3 - \delta^{13}C_2) + 7.67 \quad (\%)$$

该式是根据 James 标准图版回归出来的。如果等式两边值差别较大, 则表明有不同成熟度气体的混合, 进而可分为两种混合类型。若前项远大于后项, 则表明甲烷主要为低演化阶段相对较湿的组分。若后项远大于前项, 则表明甲烷主要是混入的高演化阶段产物。辽河盆地西部凹陷第三系气源岩进入不同演化阶段, 由于断裂系统异常发育, 导致形成部分混合气。如双 51 天然气, 产层 2495~2533m, $\delta^{13}C_1$ 为 -42.2‰, $\delta^{13}C_2$ 为 -31.9‰, $\delta^{13}C_3$ 为 -25.1‰, $\delta^{13}C_2 - \delta^{13}C_1$ 为 10.3‰, $[1.33(\delta^{13}C_3 - \delta^{13}C_2) + 7.67]$ 为 16.7‰, 后项远大于前项。因此, 可以认为, 该天然气是该层段低演化阶段形成天然气混入了高演化阶段的以甲烷为主的天然气, 地质背景也证明了这类混合作用的存在。

表 4 四盆地各层系混合气碳同位素组成

Table 4 The carbon isotopic composition of natural gas for each tratta in Sichuan Basin

井号	层位	烃含量 %		$\delta^{13}C_1$ (‰)	$\delta^{13}C_2$ (‰)
		CH ₄	C ₂ -		
卧 48	C ₂	95.81	1.65	-32.2	-35.6
相 15	P ₁	97.67	1.08	-34.1	-37.5
纳 17	P ₁	97.20	1.35	-33.1	-34.6
阳 43	P ₁	97.36	1.31	-32.4	-34.6
付 11	P ₁	97.35	1.03	-32.9	-34.1
合 13	T ₁₁	97.15	0.51	-30.2	-32.1
寺 3	T ₁₁	97.11	0.83	-31.9	-33.3

(据陶庆才等, 1989)

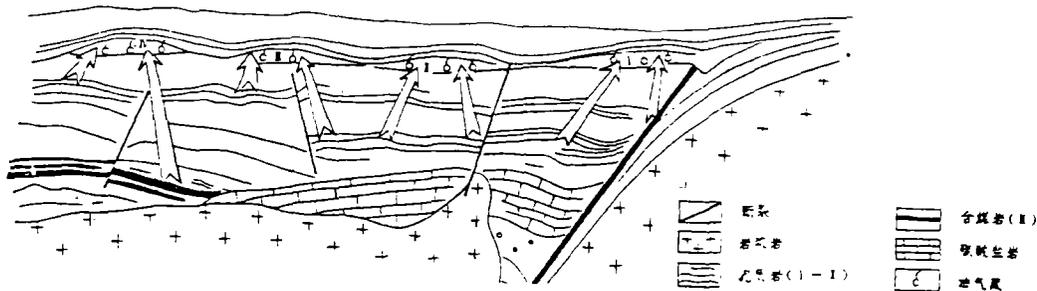


图 1 不同成因类型天然气混合模式标图

I 幔源与有机成因混合; II 岩石化学反应与有机成因混合; III 不同成熟度有机成因混合; N 煤型气引由型气混合

Fig. 1 The sketch model figure of mixed gases from different formation

5 不同类型天然气混合模式

不同成因类型天然气的混合必须具有其特殊的地质、地球化学条件。根据上述研究, 初步提了如图 1 所示的不同类型天然气混合模式图。

总体而言,天然气的混合现象在自然界普遍存在。主要类型为无机来源与有机来源的混合,不同有机母质来源气的混合和不同演化阶段有机成因气的混合。这仅是天然气混合的简化模式。实际上,在自然界常存在着三种来源或更多来源气体的混合。如前文提及的岩石化学反应气与有机成因气的混合中,可能还混有幔源气体。因此,对混合气体的判识,需要从地质、地球化学诸方面进行综合研究,具体气藏具体分析,查明天然气混合模式,将极有利于天然气的勘探开发。

收稿日期:1992年5月25日

参 考 文 献

- 朱家骅,徐永昌等,1984,东濮凹陷天然氢同位素特征及煤成气判识,科学通报,1期,41—44页。
- 沈平等,1987,气态烃同位素组成特征及煤型气判识,中国科学(B辑),3期,647—657页。
- 杜建国、徐永昌,1988,三水盆地天然气地球化学特征及其成因,中国科学院兰州地质研究所生物、气体地球化学开放研究实验室研究年报(1987),甘肃科学技术出版社,150—166页。
- 徐永昌,1976,稀有气体及其同位素在石油地质学上的应用,石油地质学译文集(第三集),科学出版社,299—308页。
- 徐永昌等,1990,我国非烃及稀有气体地球化学,中国科学(B辑),6期,645—651页。
- 唐忠驭,1983,天然气,二氧化碳气藏的地质特征及其利用,天然气工业,3卷,3期。
- 陶庆才,陈文正,1989,四川盆地天然气成因类型判别与气源探讨,天然气工业,2期,1—6页。
- 黄籍中,1991,油气区天然气成因分类及其在四川盆地的应用,天然气地球化学,1期,6—15页。
- 廖永胜,1981,应用碳同位素探讨油、气成因,石油学报,增刊,52—60页。
- 戴金星,1990,我国有机烷烃气的氢同位素若干特征,石油勘探与开发,5期,27—32页。
- 坂田将等,1986,深部火山岩中的天然气成因的地球化学考察,石油技术协会志,51卷,3号,228—237页。
- James A. T., 1983, Correlation of natural gas by use of carbon isotopic distribution between hydrocarbon components. AAPG Bulletin, V. 67, p. 1176—1191.
- Lwoton J. E., 1983, Terrestrial inert gases: Isotopic trace studies and clues pnmrdial components | Anual Review Earth plant scienme, Vol. 11, p. 371—414.
- Schioll M., 1980, The hydrogen and carbon isotope composition of methane from nutural gases of various orgins, Geoch et Cosmoch Acta, V. 44, N. 5, p. 649—149.
- Stahl W. J., 1977, Carbon and nitrogen isotopes in hydrocarbon research and exploration, Chem. Geol., V. 20, p. 121—149.

The Type of Mixed Gases and Their Identification

Liu Wenhui Xu Yongchang

(State Key Laboratory of Gas Geochemistry, Lanzhou institute of Geology, Chinese Academy of Scienses)

Abstract

The mixing of gases is ubiquitous in nature because of their special physical property. The mixed gas is formed by mixing of different genetic types of natural gases, and reflected obviously the gas geochemical features.

If define one origin type of natural gas as one end member, the mixed gases would be divided into two, three and multiple end members. The common and significant type of mixed gas is of two end members which

consists of three large groups: (a) mixing of gas with inorganic and organic origins; (b) mixing of organic origin gases with different source type; (c) mixing of gases with different evolution stages;

Gas migration, especially second migration that caused by diffusion and infiltration, is the main way which make the mixing of different types of gases. The first condition for mixing of natural gases is the existence of gas sources of different types and evolution stages.

The chemical composition, stable isotopic composition of carbon and hydrogen and the noble gas isotopic composition are the main markers to differentiate mixed gases. Isotopic composition of the noble gas is an important tool to differentiate the mixed natural gases with crust and mantle sources, while the stable isotopes are to differentiate the mixed natural gases with different genetic types and evolution stages. It should be pointed out that it could effectively differentiate mixed gases by combining geologic backgrounds and various geochemical parameters.

By study the mechanism and conditions of mixed gases formation and analyse some examples, the mixing model of two-member gases was established.