

文章编号: 1000-0550(2010)01-0183-05

我国生物气藏碳、氢同位素特征、形成途径及意义^①

沈 平 王晓锋 徐 茵 史宝光 徐永昌

(中国科学院油气资源研究重点实验室 兰州 730000)

摘 要 生物气碳、氢同位素组成是探讨其形成途径和成藏特征的基本手段。研究基于我国 10 个生物气气藏 31 个气样的碳、氢同位素组成资料探讨了这些气藏的形成途径和成藏特征。研究表明: 这些气藏的氢同位素组成可以分为三个区间, 即 $\delta D_{CH_4} > -200‰$; δD_{CH_4} 值在 $-250‰ \sim -200‰$ 之间和 $\delta D_{CH_4} < -250‰$ 。前人认为在陆相淡水条件下生物气的形成途径主要是乙酸发酵作用。我国 10 个气藏 31 个气样碳、氢同位素研究表明, 海相及盐湖相条件下生物气形成途径为典型的 CO_2 还原途径, 具有重的氢同位素组成, 其 $\delta D_{CH_4} > -200‰$, 而陆相条件下成藏的生物气也主要为 CO_2 还原途径, 但氢同位素组成较典型海相成因生物气轻, 其 δD_{CH_4} 值在 $-250‰ \sim -200‰$ 之间。其值可能与古湖泊水介质的咸化程度有关。从柴达木的资料来看, 随水介质咸度增大, 生物甲烷氢同位素组成也具有相应增大趋势。陆相条件下有处于 CO_2 还原和乙酸发酵两种作用过渡区形成的生物气气藏, 其形成可能与古水介质无咸化过程和地温梯度较高有关, 如保山盆地。该区形成的生物气具有轻的氢同位素组成, $\delta D_{CH_4} < -250‰$, 碳同位素组成则相对较重, 其碳、氢同位素组成之间具有较好的负相关。生物气碳、氢同位素组成的成气机理及途径有可能成为判识自然界采集的生物气气样是否具有工业意义, 一般而言, 乙酸发酵途径形成的生物气不利于成藏。

关键词 生物气 同位素 形成途径

第一作者简介 沈平 女 1935 年出生 研究员 石油天然气地球化学 E-mail: xuyc@lzb.ac.cn

中图分类号 P597.2 **文献标识码** A

天然气作为重要而清洁的优质能源, 已经深入到各行各业和千家万户, 有利于生产, 方便了生活, 改善了环境, 提高了人类生活的质量。探明更多的天然气资源, 特别是西气东输管线已经建成的情况, 其意义和重要性更是不言而喻。在此情况下, 对于非常规天然气在研究和勘探上都给予了极大的关注^[1]。生物气就是一种非常规天然气, 其研究和开发受到日益关注。我国已在西部的柴达木盆地探明储量达 3 000 亿立方米的生物气大型气田, 为这种非常规资源展示了巨大的资源前景。生物气和常规的以热成因为形成的主导营力不同, 其形成主要是自然界特定的微生物群落的生物化学作用的结果。也就是说生物气有其自身的成气机制, 成藏特征和分布规律, 因而研究生物气的这些规律将为生物气的勘探提供极为重要的科学信息。本文研究了我国一批生物气气藏的碳、氢同位素特征并在此基础上, 探讨了它们的成气机制和成藏路径, 为勘探这类非常规天然气资源提供了有益的科学信息。

1 样品和测试方法

作者先后采集了松辽、辽河、江苏金湖、启东、三

水、百色、柴达木、莺歌海、和云南保山、陆良等地区 10 个气藏的 31 个气样, 气样主要层位分布在第四系、第三系和白垩系等埋深较浅的部位。

烃类气体的分离和测试主要采用了两种方法, 要统一处理这些资料, 有必要对两种方法的测试结果作相应的对比, 在有可比性的情况下, 才能综合应用这些资料。

(1) 在“七五~九五”期间采用 GC 分离甲烷同系物, 然后在氧化炉中燃烧生成 CO_2 和 H_2O , CO_2 用于测定碳同位素, 生成的 H_2O 用英国锌粒还原为氢, 分别在 MAT-251 或 MAT-252 进行质谱测定, 在引进 MAT-252 以碳同位素的在线形式测量, 氢同位素组成始终为离线。碳、氢同位素的测量精度: 碳为 0.3‰, 氢为 5‰。

(2) 本世纪以来引进了 Delta^{plus} XP (GC/TC/IRMS) 质谱计, 该仪器应用了高温裂解法, 直接获取 C、H 的离子, 进行碳或氢的在线同位素测量。测量条件: 用三氧化二铝柱 (50 m × 0.53 mm × 20 μm), 升温程序: 起始温度为 30℃, 保持 5 min 后, 以 15℃/min 升温到 200℃, 再保持 3 min, 氦气作载气 (99.999

^①国家自然科学基金项目(批准号: 40703001)资助。
收稿日期: 2008-11-27; 收修改稿日期: 2009-06-27

纯度)然后在1450℃高温条件下将烃气裂解为C、H在Delta^{plus}XP仪器上测定。其测量精度为碳同位素 $<0.3\text{‰}$,氢同位素对CH₄和C₂H₆中的氢为 $<3\text{‰}$ 。

测试中所用的氢同位素工作标准是经国际氢标样SMOW标定的钢瓶氢和“七五”期间经国际碳、氢标样标定的工作标样文31井等天然气样。对过去的几个工作标样,用新的高温裂解法反复测量了碳、氢的同位素,结果表明,两种测试方法对同一气样的甲烷氢同位素值具有很好的可比性,两种方法的极差在10‰之内,说明用两种方法测定的氢同位素值按10‰的误差,可以综合应用有关数据。对文31井等4个过去的工作标样,用两种方法测试的 δD_{CH_4} 值如表1所示。

表1 两种测量方法对工作标准参考气
甲烷氢同位素结果对比表

Table 1 Hydrogen isotopic values of work standard gas methane for reference measured by the two methods

井号	方法1 $\delta D_{CH_4}/\text{‰}$	方法2 $\delta D_{CH_4}/\text{‰}$
文31	-151.5 ± 1.9	-154
平4	-243 ± 1.7	-233
桩202	-200.1 ± 2.1	-203
威2	-143.0 ± 2.2	-134

注:方法1用铀粒还原制氢法完成, δD_{CH_4} 为兰州地质所,胜利油田地质科学研究院等单位测定的结果。方法2为兰州地质所2004年用Delta^{plus}XP质谱高温裂解测量的结果。

为进一步检验上述结果,我们对一批兰州的气样,用方法2测定了气样的碳、氢同位素值,和过去我所用方法1测试的结果进行比较,相关数据列于表2。

表2 同一气样两种方法碳氢同位素测定值对比表

Table 2 Determined carbon and hydrogen isotopic values determined by the two methods on the same sample

样品		方法1		方法2		
井号	层位	深度	$\delta^{13}C_1/\text{‰}$	$\delta D_{CH_4}/\text{‰}$	$\delta^{13}C_1/\text{‰}$	$\delta D_{CH_4}/\text{‰}$
涩中1	Q	638.9~650.9	-65.4	-235	-61.8	-223
涩中9	Q	1256.4~1367	-66.9	-234	-63	-225
鸭3	J		-22.4	-159	-25.3	-159

从表2所列数据可以看出,兰州地质所不同时期,用两种不同方法测定的结果,氢同位素误差基本在10‰左右,在方法测量误差的范围内。对于碳同位素而言,也不影响天然气地球化学的判识。可以认为两种方法所获数据有较好的可比性。现将31个生物气样碳、氢同位素的测试结果及气样相关资料列

于表3。

表3 我国10个生物气气藏31个气样的碳、氢同位素组成数据表

Table 3 Carbon and hydrogen isotopic composition data of 31 gas samples from 10 biogenic gas reservoirs in China

地区	井号	层位	$\delta^{13}C_1/PDB/\text{‰}$	$\delta D_1/SNOW/\text{‰}$
松辽	葡浅7	Kh	-60.5	-287
	大109	K	-63.1	-255
辽河	辽12	Es ₁	-60.7	-204
启东	浅气1	Q	-70.5	-158
	浅气2	Q	-71.8	-187
金湖	闵7	E	-62.3	-222
三水	宝7	E ₁₋₂ b ₃	-61.4	-236
百色	仑2-16	E ₃ b	-68.8	-214
	仑4	T ₂ l	-64.8	-246
莺歌海	乐东28-12	Q	-65.6	-172
	乐东8-1-1	Q	-63.3	-152
柴达木	盐深1	Q	-64.6	-229
	驼中1	Q	-68.8	-277
	涩中1	Q	-65.4	-235
	涩中9	Q	-66.9	-234
	涩中23	Q	-66.8	-229
	台中1	Q	-68.9	-223
	台南5	Q	-69.9	-234
	色中9	Q	-66.8	-270
	冷湖4	Q	-73.6	-268
	涩19	Q	-66.9	-234
云南陆良	陆1-X-1	N2	-73.3	-242
	陆2	N2	-72.8	-235
	陆2-2	N2	-72.1	-235
	陆3	N2	-72.5	-234
云南保山	保参1	N2	-62.5	-267
	保2	N2	-63.6	-252
	保1-1	N2	-63.6	-254
	保1-3	N2	-63.2	-259
	保2-2	N2	-63.1	-256
	保8	N2	-62.9	-260

2 结果讨论

2.1 碳、氢同位素的分布特征

作者按 $\delta^{13}C_1 < -60\text{‰}$ 的原则作为生物气碳同位素的上限值,此次列为生物气的样品,碳同位素均在此范围内。31个样品甲烷碳同位素分布范围 $\delta^{13}C_1$ 为 $-60.5\text{‰} \sim -73.6\text{‰}$,差值为13‰。主体分布在 $\delta^{13}C_1 > -70\text{‰}$ 的范围,仅7个样品 $\delta^{13}C_1$ 值小于 -70‰ ,约占样品20%。作者对所采集的生物气甲烷氢同位素进行测量,31个气样的 δD_{CH_4} 值为 $-287\text{‰} \sim -152\text{‰}$,差值135‰,其柱状分布如图1所示。

生物气甲烷的氢同位素一般认为主要与成烃环

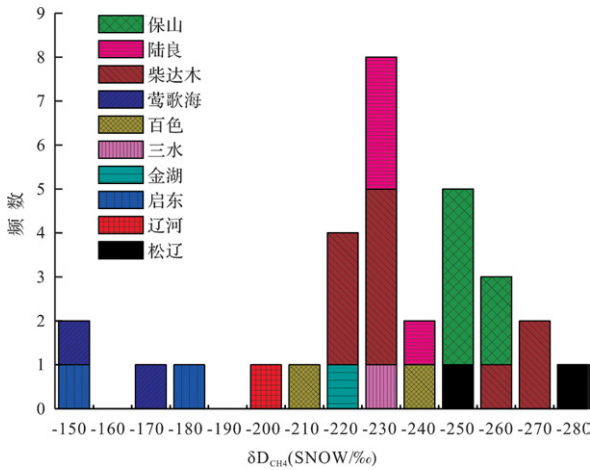


图 1 我国生物气田氢同位素分布柱状图
Fig. 1 The histogram of hydrogen isotopes of biogenic gas fields in China

境古介质水体的氢同位素组成有关,是生物气 δD_{CH_4} 值的主控因素^[2~7]。在国内外学者研究的基础上,沈平等^[2,8]提出将生物气甲烷 δD_{CH_4} 以 $-200‰$ 为界, δD_{CH_4} 值小于 $-200‰$ 为陆相环境形成的生物气, δD_{CH_4} 值大于 $-200‰$ 为海相环境形成的生物气。

图 1 是我国 31 个生物气的 δD_{CH_4} 的柱状分布图,从图中可以看出 $\delta D_{CH_4} > -200‰$ 者,仅 4 个气样,按作者的划法,它们应当为海相或咸化湖泊环境形成的生物气,具体分析这 4 个气样,其中 2 个与莺歌海海相第四系—上新统有关,另两样品为苏北启东浅层第四系气样,已知在苏北启东第四纪有海水入侵,也就是说从现有的资料看,以 δD_{CH_4} 值 $-200‰$ 为界,确定生物气古沉积介质为陆相淡水或海相和湖相咸水是基本可行的。

2.2 生物气碳、氢同位素组成及形成机制

生物气甲烷的碳、氢同位素组成与其形成时的水介质特征和形成途径有关。将我国 31 个生物气碳氢同位素组成分布绘制于图 2 中。图 2 中的点群分布大致可以分为三区,主要受控于生物气的氢同位素组成, A 区 δD_{CH_4} 值大于 $-200‰$, B 区 δD_{CH_4} 值在 $-200‰ \sim -250‰$, C 区 $\delta D_{CH_4} < -250‰$ 。对于碳同位素而言, B、C 两区具有相似和较大的变化范围,基本涵盖了 $\delta^{13}C_1$ 在 $-75‰ \sim -60‰$ 的范围,但 A 区 $\delta^{13}C_1$ 值变化范围较小,基本处于 $-70‰ \sim -60‰$ 之间,图中 A、C 两个区可以认为成气水介质盐度起了主要影响, A 区与海相有关, C 区则主要为陆相淡水环境,至于 B 区则应有其他因素的制约。

研究表明,生物甲烷的形成机制对生物气碳、氢同位素组成影响极大。自然界生物作用形成的甲烷主要经有两种途径,即乙酸发酵和 CO_2 还原两种作用。Whiticar^[9,10]认为乙酸发酵作用主要发生在陆相淡水环境,甲烷的氢 1/4 来源于水, 3/4 源于乙酸的甲基基团。而 CO_2 还原途径形成生物气的环境主要与海相条件有关,甲烷的氢全部来源于水,由于这种机制和形成环境的差异,两种作用形成的甲烷在碳氢同位素组成上具有明显的差异。乙酸发酵形成的甲烷具有相对较轻的氢同位素组成和较重的碳同位素组成。 CO_2 还原作用形成的甲烷具有较重的氢同位素组成和较轻的碳同位素组成。图 2 的 A、C 两区与 Whiticar 提出的 CO_2 还原作用和乙酸发酵形成的生物甲烷的碳氢同位素组成特征有一定的对应性,成气环境也基本吻合, B 区特征将在下文讨论。

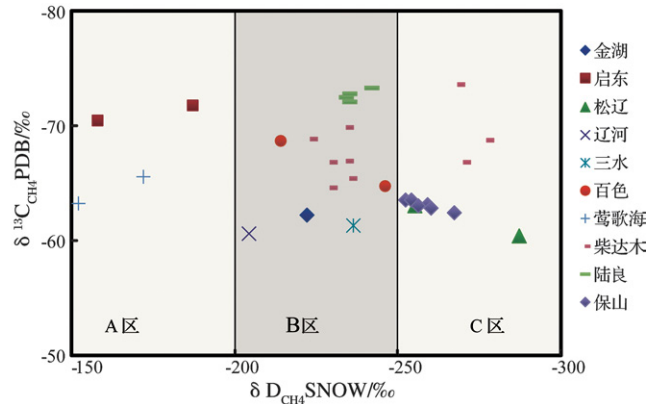


图 2 我国生物气碳氢同位素关系图
Fig. 2 Relations of carbon and hydrogen isotopes in biogenic gas in China

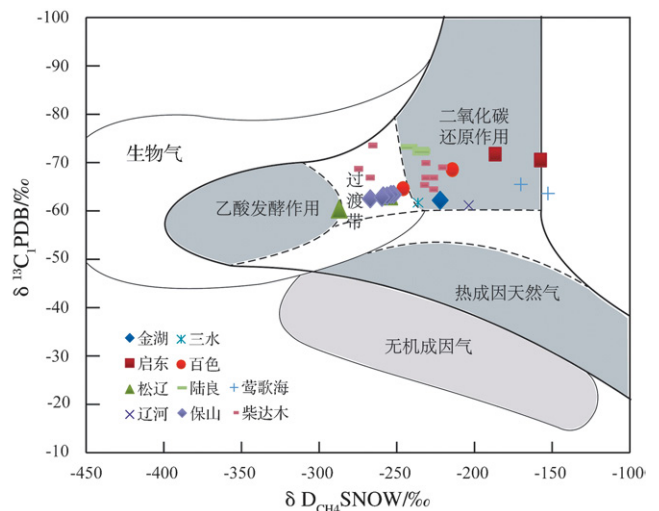


图 3 我国生物气碳氢同位素成因分类图
Fig. 3 Origin classification of carbon and hydrogen isotopes of biogenic gas in China

3 成因探讨

现将 31 个生物气碳氢同位素绘制在 Whiticar^[9,10]的生物气成因分类图中,①从图 3 可见,图右方以莺歌海盆地浅层第四系和上新统海相沉积层和苏北启东浅层第四系为代表的生物气,甲烷具有较轻的碳同位素和较重的氢同位素, $\delta D_{CH_4} > -200\text{‰}$,相当于图 2 的 A 区,气样点群落在海相环境 CO_2 还原途径生成的生物气的区间,甲烷的氢主要来源于水介质,即与海水有关。海水 δD 值显著大于淡水,该区生物甲烷具有最重的氢同位素组成是完全合理的。②图 3 中偏左的生物气点群主要是松辽盆地白垩系和云南保山盆地上第三系的生物气,两个盆地的生物气形成环境均属陆相淡水湖相,有机质类型以 II_A 型为主,埋深较浅,这些气样碳、氢同位素组成特征是碳同位素较重,而氢同位素组成 $\delta D_{CH_4} < -250\text{‰}$,相当于图 2 C 的区域。在图 3 中这些气样的点群主要落在过渡相之中,仅松辽的一个点落在乙酸发酵区,按作者的划分, $\delta D_{CH_4} < 250\text{‰}$ 无疑应为淡水介质,那么这两地区的生物气理应由乙酸发酵作用所形成。但它们却主要分布在过渡区是值得思考讨论的问题,在后文作者将阐述对此现象的认识。③图中中偏右的气样点群生物甲烷的 δD 值介于 $-250\text{‰} \sim -200\text{‰}$, $\delta^{13}C_1$ 值范围较宽,它们的特征是气样主要来自柴达木盆地第四系生物气和陆良盆地上第三系生物气,以及辽河、三水、百色和苏北金湖的部分样品,它们相当于图 2 的 B 区,它们的特征是氢同位素重于过渡型生物气而碳同位素总体则轻于过渡型生物气,和典型海相生物气相较则具有相似的碳同位素组成,而氢同位素组成较轻,就成烃介质的盐度而言,它们介于典型海相沉积和陆相淡水沉积之间,按作者过去的划分意见,它们应是以陆相淡水条件为主,有的可能有湖水咸化的过程,但达不到海水的盐度。按 Whiticar 等人的模式,这些陆相以淡水为主的沉积盆地,生物成气作用应以乙酸发酵类型为主,但如前所述,在 $\delta D_{CH_4} < -250\text{‰}$ 的条件的一些生物气藏也未归属于乙酸发酵类,而主要落在过渡区,相当于 B 区的生物气藏基本落在 CO_2 还原作用的成气区间是一种必然的结果。当然,从图中也可以看出,它们的分布已逼近过渡区,而和典型的海相成因的生物气在氢同位素上是有一定区别的。

将图 2 和图 3 结合讨论可以得到如下认识:典型的海相形成的生物气其生成途径属典型的 CO_2 还原

成因的生物气,氢同位素组成重, $\delta D_{CH_4} > -200\text{‰}$,碳同位素组成分布较宽,碳氢同位素组成间无明显的相关性,就趋势而言略具正相关。它们相当于图 2 的 A 区和图 3 右部的点群。陆相成因的生物气当水介质的盐度达不到盐湖相时,生物气的形成路径一般也都不属于乙酸发酵型,主体仍然属 CO_2 还原成因,但它们和典型海相(含盐湖相)成因的生物气可以用氢同位素组成予以区分,其 δD_{CH_4} 值在 $-250\text{‰} \sim -200\text{‰}$ 之间,它们分布在图 2 的 B 区和图 3 的中部点群,其碳同位素组成与海相成因生物气特征基本相似。图 2 的 C 区和图 3 的过渡区相当,其碳氢同位素组成有其独具的特征,其氢同位素组成是最轻的, $\delta D_{CH_4} < -250\text{‰}$,碳同位素组成偏重,另一个重要特征是碳氢同位素之间具有很好负相关,云南保山和松辽盆地的几个气样的回归方程的相关系数 R^2 达到 0.92,这组气样的碳氢同位素特征,指示该组生物气与乙酸发酵途径形成的生物气有相似性,结合保山盆地地质背景可以有两点基本认识,即水介质为淡水无咸化过程;温度高有利于乙酸发酵形成生物气的过程^[11],而保山盆地的确具有较高地温梯度($7 \sim 8^\circ C/100m$),从目前已有的资料分析,对于生物气成气途径尽管存在乙酸发酵和 CO_2 还原两种途径,尽管有的学者认为陆相淡水条件下乙酸发酵作用是陆相条件下生物气形成的主要途径,但结合我国生物气藏的实际资料几乎未发现成藏的生物气属于乙酸发酵作用类型,同时生物气相关研究表明,在地层的垂直剖面生物气的成气作用有随埋藏加深而发生从乙酸发酵作用为主渐次向 CO_2 还原为主的方向转化^[10],结合我国 10 个气藏 31 个气样的碳氢同位素组成所代表生物气成气途径研究的结果,可以认为对于生物气的成藏作用而言,其主要成气机制和途径是 CO_2 还原作用,也就是说生物气气样的碳氢同位素组成,在一定意义上可以讨论该气样是否与成藏的生物气有关。

4 结语

(1) 生物气碳氢同位素是研究其形成机制、生成途径的重要判识标志,特别是氢同位素是更为重要的指标。

(2) 前人认为在陆相淡水条件下生物气的形成途径主要是乙酸发酵作用,我国 10 个气藏 31 个气样碳氢同位素研究表明,海相条件下生物气形成途径为典型的 CO_2 还原途径,具有重的氢同位素组成, $\delta D_{CH_4} > -200\text{‰}$,而陆相条件下成藏的生物气也主要为

CO₂还原途径,但氢同位素组成较重 δD_{CH_4} 值在 $-250\text{‰} \sim -200\text{‰}$ 之间。其值与古湖泊水介质的咸化程度有关,随水介质咸度增大生物甲烷氢同位素也相应增大。从柴达木的资料可见此趋势。

(3) 陆相条件下有处于 CO₂ 还原和乙酸发酵两种作用过渡区形成的生物气气藏,其形成可能与古水介质无咸化过程和地温梯度较高有关,如保山盆地。该区形成的生物气具有轻的氢同位素组成, $\delta D_{CH_4} < 250\text{‰}$ 碳同位素组成相对较重,其碳氢同位素组成之间具有较好的负相关。

(4) 生物气碳氢同位素组成的成气机理及途径有可能成为判识自然界采集的生物气气样是否具有工业意义,一般而言,乙酸发酵途径形成的生物气不利于成藏。

参考文献(References)

- 1 张水昌,赵文智,李先奇,等. 生物气研究新进展与勘探策略[J]. 石油勘探与开发,2005,32(4): 90-96 [Zhang Shuichang, Zhao Wenzhi, Li Xianqi, *et al.* Advances in biogenic gas studies and exploration strategies[J]. Petroleum Exploration & Development, 2005, 32(4): 90-96]
- 2 Schoell M. The hydrogen and carbon isotopic composition of methane from natural gases of various origins[J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1980, 44: 649-661
- 3 Rice D D, Claypool G E. Generation, accumulation and resource potential of biogenic gas[J]. AAPG Bulletin, 1981, 65(1): 5-25
- 4 Woltemate I, Whiticar M J, schoell M. Carbon and hydrogen isotopic composition of bacterial methane in a shallow freshwater lake[J]. Lim-

- nology et Oceanology, 1984, 29: 985-992
- 5 沈平,徐永昌. 中国陆相成因天然气同位素组成特征[J]. 地球化学,1991a, 2: 144-152 [Shen Ping, Xu Yongchang. The isotopic composition of natural gases from continental sediments in China [J]. Geochimica, 1991, 2: 144-152]
- 6 廖永胜,陈文正,段玉成. 有机矿藏同位素地球化学[C]//于津生,李耀松主编. 中国同位素地球化学研究. 北京: 科学出版社,1997: 467-593 [Liao Yongsheng, Chen Wenzheng, Duan Yucheng. Isotope Geochemistry of Organic Mineral Resources [C]// Yu Jinsheng, Li Yaosong, Ed. Isotope Geochemistry of China. Beijing: Science Press, 1997: 467-593]
- 7 Sessions A I, Burgoyne T W, Schimmelmann A, *et al.* Fractionation of hydrogen isotopes in lipid biosynthesis [J]. Organic Geochemistry, 1999, 30: 1193-1200
- 8 沈平,徐永昌,王先彬,等. 气源岩和天然气地球化学特征及成气机理研究[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社,1991: 43-47 [Shen Ping, Xu Yongchang, Wang Xianbin. Research on Geochemical Characteristics of Gas Source Rock, Natural Gas and Mechanisms of Gas Generation [M]. Lanzhou: Gansu Science & Technology Press, 1991: 43-47]
- 9 Whiticar M J, Faber E, Schoell M. Biogenic methane formation in marine and freshwater environments: CO₂ reduction vs. acetate fermentation: isotopic evidence [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1986, 50: 693-709
- 10 Whiticar M J. Carbon and hydrogen isotope systematics of bacterial formation and oxidation of methane [J]. Chemical Geology, 1999, 161: 291-314
- 11 Valentine D L, Chidthaisong A, Rice A, *et al.* Carbon and hydrogen isotope fractionation by moderately thermophilic methanogens [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 2004, 68(7): 1571-1590

Carbon and Hydrogen Isotopic Compositions: generation pathway of bacterial gas in China

SHEN Ping WANG Xiao-feng XU Yin SHI Bao-guang XU Yong-chang

(Key Laboratory of Petroleum Resources Research, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)

Abstract The carbon and hydrogen isotopic composition of biogenic gas could indicate its forming mechanism and pool-forming characteristics. In this paper, the forming ways and pool-forming characteristics of the biogenic gas are researched according to the carbon and hydrogen isotopic composition of thirty-one samples from ten biogenic gas reservoirs. The studies show that the hydrogen isotopic composition of these biogenic gas reservoirs can be divided into three zones, i. e. $\delta D_{CH_4} > -200\text{‰}$, $-200\text{‰} > \delta D_{CH_4} < 250\text{‰}$, and $\delta D_{CH_4} < -250\text{‰}$. The research results of forerunner showed that the main way of biogenic gas forming under the condition of continental fresh water facies is acetate fermentation. Our research results show that the typical way of biogenic gas forming under marine and saline lake facies is CO₂ reduction, and the biogenic gas have heavy hydrogen isotopic composition, such as the values of δD_{CH_4} are

(To be continued on page 207)

gion in Songliao Basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1999: 117-141]

12 高瑞祺 蔡希源. 松辽盆地油气田形成条件与分布规律 [M]. 北

京: 石油工业出版社, 1997: 104-180 [Gao Ruiqi, Cai Xiyuan. Formation Conditions and Distribution Laws of Oil-Gas Fields in Songliao Basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1997: 104-180]

Migration Pathways of Fuyu Oil Layer in Chang 10 Block in Songliao Basin and Its Control on Oil Accumulation

FU Guang LIU Mei-wei

(Daqing Petroleum Institute, Daqing, Heilongjiang 163318)

Abstract Through oil reservoir anatomization and analyzing its spatial-temporal relationship with reservoir forming condition, migration pathways and the control on oil accumulation and distribution were studied on the basis of summarizing oil migration mechanism and mode in Fuyu oil layer in Chang 10 block. It was considered that oil migration pathways of Fuyu oil layer in Chang 10 block were as follows in main. ① T_2 source faults are transporting pathways through which oil that generated by K_1qn_1 source rock migrated downward into underlying F, Y oil layers in Sanzhao depression. ② Faults combining with sand bodies are transporting pathways of oil in Fuyu oil layer in Sanzhao depression migrating laterally to Chang 10 block. The controlling roles of oil migration pathways of Fuyu oil layer in Chang 10 block to oil accumulation and distribution are mainly manifested as: ① Development degree of T_2 source faults controls oil supply amount of Fuyu oil layer in Chang 10 block. ② Fault concentrated belts are main oil accumulation areas of Fuyu oil layer in Chang 10 block, and high fault block connected by transporting pathways that formed by faults combing with sand bodies are main oil accumulation positions.

Key words Chang 10 block; Fuyu oil layer; transporting pathway; fault sand body; lateral migration; downward migration

(Continued from page 187)

greater than -200% ; however, the main way of biogenic gas forming under the condition of land facies is the same way too, but they have light hydrogen isotopic composition which may relate to salty degree of ancient lakes as water medium, such as the values of δD_{CH_4} are between -200% and -250% . As compared with the relational data of Qaidam Basin, it is showed that the hydrogen isotope composition of the biogenic methane has the same trend as salty degree of water medium increases. The biogenic gas reservoir formed in continental transition region, in which CO_2 reduction generated CH_4 in company with fermentation together, may relate to constant salinity of ancient water medium and relatively high geothermal gradient, such as Baoshan basin. It has light hydrogen isotope, such as the value of δD_{CH_4} less than -250% , and heavy carbon isotope, which result in a negative correlation between its carbon and hydrogen isotope. The carbon and hydrogen isotope composition of biogenic gas controlled by the formation mechanism and ways can be used to identify whether it has industrial utilization value. In general, the biogenic gas from acetate fermentation is not favorable for the formation of gas reservoir.

Key words bacterial gas; isotopic composition; generation pathway