

松辽盆地北部生物气特征及其成因^{*}

王 雪 冯子辉 宋兰斌
(中国石油大庆油田有限责任公司勘探开发研究院)

王雪等.松辽盆地北部生物气特征及其成因.天然气工业,2006,26(4):5-7.

摘 要 目前生物气资源占世界天然气资源总量的 10%~20%,中国已发现了一些生物气田。文章统计了松辽盆地北部生物气的主要分布地区和层位,针对主要分布生物气的 3 个地区进行地化特征对比,分析其成因类型。研究结果表明:松辽盆地北部生物气主要分布在西部斜坡区的萨尔图油层和高台子油层、长垣—古龙地区的黑帝庙油层和朝长—王府的葡萄花油层以及扶余油层;各地区生物气组分和同位素特征有各自的特点;其成因主要有 3 种:①传统的甲烷生物气;②原油菌解生物气;③亚生物气。

主题词 松辽盆地 北 生物气 特征 成因

生物气指有机质在未熟阶段经厌氧细菌进行生物化学降解的气态产物,以高甲烷含量及低甲烷碳同位素为特征。鉴别生物气的标志是重烃气含量常小于 0.5%,干燥系数在数百以上,为典型干气,含很轻的甲烷碳同位素,一般 $\delta^3\text{C}_1 < -55\text{‰}$ ^[2-4]。

松辽盆地不仅产石油,而且还存在为数不少的生物气^[1]。本文根据天然气组分和甲烷碳同位素统计结果,在松辽盆地北部的西部斜坡区的阿拉新气田、二站气田、富拉尔基—江桥地区,古龙凹陷的南侧,长垣地区的南部,朝长地区的三站气田、四站气田,以及宾县王府凹陷等地区都发现了生物气,并且主要集中在西部斜坡区,占有发现生物气的 50% 以上。松辽盆地北部的生物气主要分布在中浅层,以黑帝庙油层和萨尔图油层为主,占 60% 以上。长垣和古龙地区主要分布在黑帝庙油层;西部斜坡区主要分布在萨尔图油层和高台子油层;朝长—王府地区主要分布在葡萄花油层和扶余油层。由于不同地区生物气的来源和类型不同,所以生成的生物气也表现出不同的特征。

一、生物气的地球化学特征

1.生物气的组分特征

松辽盆地北部的生物气甲烷含量范围在 66%~

97% 之间,平均为 89%,重烃一般在 0~0.5% 之间,平均为 0.39%,干燥系数平均在 1000 以上。

松辽盆地各地区分布的生物气组分特征有明显的差别(表 1),主要表现在:①西部斜坡区生物气干燥系数相对较高,都在 700 以上,平均为 2282.49,最高达到 7489,二氧化碳和重烃含量低,平均仅有 0.43% 和 0.15%.;②朝长—王府地区生物气的甲烷;③长垣—古龙地区生物气的非烃含量相对较高,特别是二氧化碳,比西部斜坡区高出近 3 倍,比朝长—王府地区高出近 2 倍。

表 1 松辽盆地北部生物气的组分和甲烷碳同位素数据表

地区	主要层位	样品数	甲烷碳同位素(‰)	组分百分含量(%)				干燥系数
				甲烷	重烃	氮	二氧化碳	
西部斜坡区	S、G	28	-63.6	88.42	0.15	9.37	0.43	2282.49
长垣—古龙	H	11	-60.9	87.02	0.28	10.65	1.25	770.59
朝长—王府	F、Y	11	-58.68	92.37	0.74	6.03	0.65	200.63

2.生物气的碳同位素特征

松辽盆地生物气的甲烷碳同位素范围在 -77.99‰~-55.4‰之间,主频分布在 -63‰~

^{*} 本文是中国石油天然气股份有限公司“低熟气、生物气富集规律与资源评价技术”项目的子课题“松辽盆地生物气和低熟气成藏条件与目标评价”项目的部分成果。

作者简介:王雪,女,1972 年生,工程师,中国石油大学硕士研究生,现在大庆油田有限责任公司勘探开发研究院地化室从事油气地球化学研究工作。地址:(163712)黑龙江省大庆市大庆油田有限责任公司勘探开发研究院地化室。电话:(0459) 5508447。E-mail: xuewang@ petrochina .com .cn

-55‰之间,占总数的60%以上。

松辽盆地各地区分布生物气的甲烷碳同位素对比(表1),这3个地区以西部斜坡区的甲烷碳同位素分布范围最广,在-77.99‰~-55.57‰之间,平均值低,为-63.6‰;朝长—王府地区甲烷碳同位素分布相对集中,在-55.4‰~-64.58‰之间,平均值是这3个地区最高的,为-58.68‰;长垣—古龙地区介于二者之间,平均值为-60.9‰。

二、生物气的成因研究

根据戴金星图版分析(图1),松辽盆地的生物气主要落在A区和B区,少量落在C区。

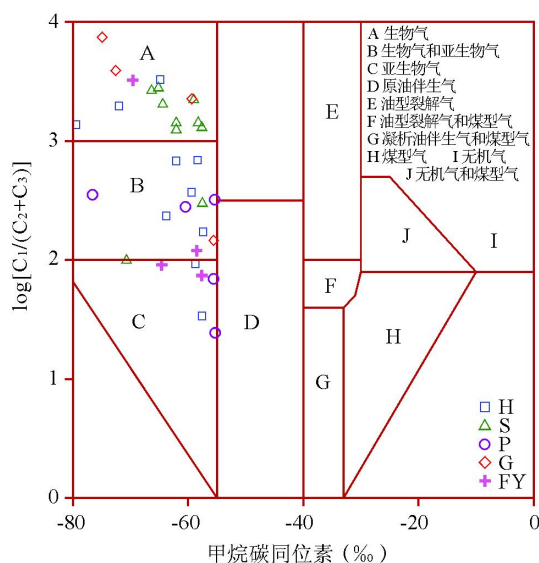


图1 松辽盆地北部生物气成因类型划分
(据戴金星图版)

A区(生物气)主要分布在西部斜坡区的萨尔图油层和高台子油层,以及部分长垣—古龙的黑帝庙油层。

B区(生物气和亚生物气)主要分布在朝长—王府的葡萄花油层和扶余油层,也有部分长垣—古龙的黑帝庙油层。

C区(亚生物气)主要分布在朝长—王府的葡萄花油层和扶余油层。

以上说明松辽盆地北部不同地区生物气的成因类型存在差异。

1. 西部斜坡区的原油菌解生物气

西部斜坡区的生物气主要是原油菌解生物气(或后生生物气),是由东侧的齐家—古龙凹陷运移来的原油菌解生成的(图2)。齐家—古龙凹陷生成

的原油向西部斜坡运移的过程中,运移距离越远生物降解的程度越高^[5],原油被微生物降解后,生成甲烷气,使残留的原油稠化^[6],这即是西部斜坡区发现稠油的原因,也是原油菌解生物气生成的见证。

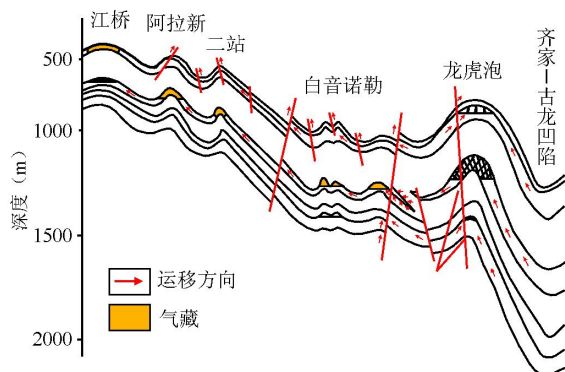


图2 松辽盆地北部西部斜坡区运移成藏模式图

由于原油从齐家—古龙凹陷到西部斜坡区经过远距离运移,再经过菌解作用,这可能是西部斜坡区的生物气干燥系数远高于其它两个地区,重烃含量较低,甲烷碳同位素值低的原因。而且甲烷碳同位素范围大,离齐家—古龙凹陷越远值越低,是由于离齐家—古龙凹陷越远原油伴生气的影响越小的缘故。西部斜坡区的沉积环境和水体介质有利于生物气的生成,又有有利的构造圈闭^[7],所以在西部斜坡区发现的生物气较多。

2. 长垣和古龙地区的甲烷生物气

长垣和古龙地区的生物气主要是由浅层嫩二、嫩三段未熟的烃源岩在生化作用下形成的,属于原生甲烷生物气。在松辽盆地这种生物气多为自生自储型,由于盖层横向分布不稳定,虽然厚,但只能形成局部的封盖,所以只在局部地区有发现。松辽盆地的未熟—低熟烃源岩分布广泛,如果对盖层分布进行详细研究,寻找有利的圈闭,这种生物气在松辽盆地还是有勘探前景的。

3. 朝长—王府地区的亚生物气

亚生物气是介于生物气和热解气之间,其性质偏向生物气,有的和少量低熟油共生, $\delta^3\text{C}_1$ 值介于两种气之间^[2]。也有一些学者把这种生物气称为生物—热催化过渡带气或低熟气, $\text{C}_1/\text{C}_{1-5}$ 值为0.7~0.99, $\delta^3\text{C}_1$ 为-60‰~-46‰,与相应层段有机质的 R_o 为0.3%~0.6%,温度在50~80℃,并伴有早期的轻质油或未熟油^[8]。

朝长—王府地区的生物气根据戴金星图版划

分,趋向于亚生物气,与上述所说的生物—热催化过渡带气特征基本相符。朝长—王府地区的气源岩主要为青山口组一段, R_o 在0.37%~0.68%之间,并在朝长—王府地区发现了未熟—低熟油^[9-10],如:长20井、五204井等,这些进一步说明朝长—王府地区的生物气是一种介于生物气和热解气之间的过渡带气,也是其与其它地区生物气相比,重烃含量相对偏高, $\delta^{13}C_1$ 值相对偏重的原因。

三、结 论

(1)松辽盆地北部生物气主要分布在西部斜坡区的萨尔图油层和高台子油层,长垣—古龙地区的黑帝庙油层和朝长—王府的葡萄花油层和扶余油层。

(2)松辽盆地北部各地区生物气组分和同位素特征有各自的特点。西部斜坡区生物气干燥系数高,甲烷碳同位素值低;朝长—王府地区生物气干燥系数相对较低,甲烷碳同位素值高;长垣—古龙地区介于二者之间。

(3)松辽盆地北部生物气的成因类型有3种:一是传统的甲烷生物气,如长垣—古龙地区;二是原油菌解生物气,也有人叫后生生物气,如西部斜坡区;三是亚生物气,也有人称生物—热催化过渡带气,如朝长—王府地区。

参 考 文 献

- [1] 杨万里,高瑞祺,郭庆福,等.松辽盆地陆相油气生成运移和聚集[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1985,255-262.
- [2] 戴金星,裴锡古,戚厚发.中国天然气地质学(卷一)[M].北京:石油工业出版社,1992,10-70.
- [3] 陈荣书,袁炳存.天然气地质学[M].武汉:原武汉地质学院出版社,1986,88-100.
- [4] RICE D D,CLAYPOOL G E.Generation, accumulation and resource potential of biogenic gas[J]. AAPG Bull, 1981,65(1): 5-25.
- [5] 冯子辉,廖广志,方伟,等.松辽盆地北部西斜坡区稠油成因与油源关系[J].石油勘探与开发,2003,30(4),25-28.
- [6] 史占祯.渤海湾盆地及其外围的生物气研究[J].天然气工业,2002,22(5),11-16.
- [7] 关德师.控制生物气富集成藏的基本地质因素[J].天然气工业,1997,17(5),8-12.
- [8] 徐永昌,等.天然气成因理论及应用[M].北京:科学出版社,1994,122-153.
- [9] 黄第藩,张大江,王培荣,等.中国未熟石油成因机制和成藏条件[M].北京:石油工业出版社,2003,355-393.
- [10] 侯读杰,冯子辉,王铁冠,等.松辽盆地石油地球化学研究新进展[M].北京:石油工业出版社,1999,73-91.

(收稿日期 2005-09-19 编辑 黄君权)