阜新盆地东梁区浅层天然气成藏特征

朱志敏[1]　崔洪庆[2]　宋文杰[2]
(1. 中国地质科学院矿产综合利用研究所　2. 辽宁工程技术大学资源与环境工程学院)

朱志敏等. 阜新盆地东梁区浅层天然气成藏特征. 天然气工业, 2006, 26(4): 18-20.

摘　要　研究和评价了阜新盆地东梁区浅层天然气藏的成藏特征, 认为气源岩为白垩系沙海组 4 段泥岩和沙海组 3 段煤层, 巨厚的泥岩和煤层有强大的生烃能力, 储层为低孔低渗的沙海组 3 段砂岩, 沙 4 段泥岩、粉砂岩是区域性良好盖层, 沙 4 段泥岩、沙 3 段煤层和沙 3 段砂岩由于渗透率的不同形成了完整的岩性圈闭。东梁背斜沙海组的圈闭面积达 10 km^2, 且向东南延伸呈穹隆构造, 封闭良好, 对天然气形成了一个良好的局部背斜圈闭。研究表明该区沙 3 段砂岩储层紧邻气源岩, 盖层条件良好, 局部圈闭, 形成"上生下储型"和"自生自储型"的小型浅层气藏。

主题词　阜新盆地　东梁区　致密砂岩　浅层气　气藏形成　特征　白垩纪

浅层致密砂岩气是指埋深小于 1500 m, 储存于低孔隙度(小于 10%)、低渗透率(小于 0.5 × 10^{-3} μm^2)砂岩中的天然气。阜新盆地是中国东北部典型的断陷盆地[1], 东梁区以往煤田勘探的 85 口钻井中, 有 70 口均有不同程度的油气显示, 其中 DT_2 井在 450.92 m(沙海组)试气为 4631 m^3/d。1994 年辽河石油管理局于该区施工了一口阜参 2 号井, 在 722.00~ 772.22 m(沙海组)试气为 1947 m^3/d, 证实该区沙海组有丰富的天然气资源, 并且表现为浅层致密砂岩气特征。东梁区位于阜新盆地中部的东梁构造带, 面积约 40 km^2(图 1)。

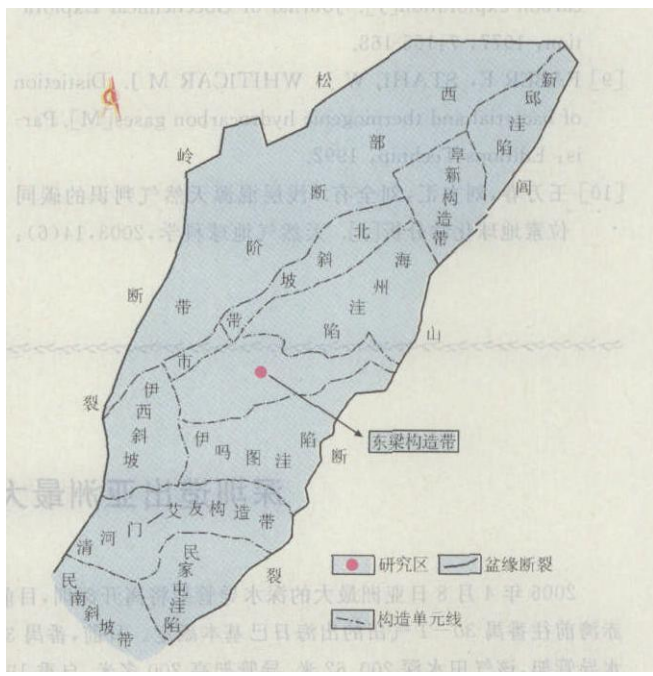

图 1　阜新盆地构造区划图

研究区地层以太古界、元古界为基底, 之上沉积了上侏罗统义县组、九佛堂组、下白垩统沙海组、阜新组、孙家湾组及第四系。沙海组按其岩性特征由下而上分为 4 段。沿背斜轴向呈起伏状态, 形成了 3 个大小不等的穹隆。这一构造形态对于致密砂岩气的富集具有一定作用。该区沙海组共有 20 几条断层, 落差在 30~ 100 m, 虽然均为正断二砂砾岩段, 沙海组三段含煤砂岩段, 沙海组四段泥岩段。本区构造形态为 NE 向短轴背斜层, 但是没有大的破碎带, 而且闭合较好。

一、气源岩

浅层致密砂岩气藏的来源有多种途径, 其气源岩可分别是泥岩、页岩、煤系地层、碳酸盐或其共同组合, 甚至是幔源无机气[2]。从已知大型致密砂岩气区来看, 烃源岩多为腐殖型泥岩或煤系地层, 以生气为主, 生油次之[3,4]。阜新盆地东梁区区气源岩为泥岩和煤层, 产于沼泽、深湖环境, 主要分布于沙海组三段和沙海组四段。

1. 泥岩

泥岩主要为灰绿、灰、深灰及黑色泥岩和炭泥岩

作者简介: 朱志敏, 1978 年生, 硕士; 毕业于辽宁工程技术大学, 主要从事天然气地质科研工作。地址: (610041) 四川省成都市二环南三段 5 号。电话: (028) 66196091。E-mail: weah0500@163.com

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

等。生气能力受到演化程度、沉积环境的控制。沙海组一、二段暗色泥岩不发育, 仅占 13.8%, 是弱氧化—弱还原扇三角洲前缘相的沉积产物; 沙三段为弱氧化—弱还原环境湖滨沼泽相的沉积产物, 暗色泥岩占 28%; 沙四段为主要生气岩, 还原—强还原环境浅湖—半深湖相的沉积产物, 暗色泥岩全区发育, 占 42%。, 最大厚度 747 m, 多在 200~ 400 m。在该段地层中富含大量的动、植物化石, 是有机质的主要来源。从沙四段有机质丰度看, 为较好—好生气岩(表 1)。镜质组反射率(R_o) 阜新组 0.37% ~ 0.45% 属未成熟阶段或接近成熟阶段, 沙四段0.41% ~ 0.63% 属未成熟到成熟期, 沙三段0.54% ~ 1.28% 已进入成熟阶段; 从阜参 2 井干酪根镜鉴来看, 沙海组均为Ⅲ型干酪根(腐殖型)(表 2), 有利于生气。

表 1　东梁区生油岩有机质丰度与标准值对照表[5]

对比级别	有机质丰度值			
	C(%)	“A”(%)	总烃(mg/kg)	S_1+S_2(kg/t)
非生油岩	< 0.40	< 0.01	< 100	< 1
生油岩	0.40~0.60	0.01~0.06	100~250	1~3
生油较好	0.60~1.00	0.06~0.12	250~500	3.00~6.00
生油好	1.00~3.50	> 0.12	> 500	> 6.00
沙四段	2.98	0.126	523.42	7.99
沙三段	2.78	0.187	96.35	7.77
沙一、二段	0.48	0.038	115.29	6.40

注: 沙四段, 沙三段, 沙一、二段为平均值。

表 2　阜参 2 井干酪根显微组分表

层位	类脂体(%)	壳质体(%)	镜质体(%)	惰质体(%)	类型指数(%)	类型
沙四段	0	27	65	8	-43	Ⅲ
沙三段	6.5	39.7	40.8	13	-14.7	Ⅲ
沙一、二段	0	57	43	0	-36	Ⅲ

注: 沙四段, 沙三段, 沙一、二段为平均值。

2. 煤层

煤层是很好的生气层[4]。在成煤过程中, 随着煤化作用的不断加深, 烃气产出量也不断增加。从泥炭到褐煤阶段属未熟(R_{omax}< 0.5), 该阶段生成的烃类物质中甲烷含量高, 不含或极少含重烃气, 产烃能力很低, 属于干气。从长焰煤到瘦煤阶段(0.5< R_{omax}< 1.9%), 属成熟阶段, 烃类气体开始大量生成, 以甲烷为主。甲烷含量在焦煤阶段达到最高值, 重烃含量也明显增加, 在焦煤和部分肥煤阶段是重烃产率最高时期。在这一阶段还是液态烃(油) 的主要产出阶段, 相当于肥煤产油最多, 故该阶段油气兼生。研究区主要含煤段为沙三段[6], 共含 3 个煤层组, 17 个分层; 煤的宏观煤岩类型为半亮型; 有机显微组分以镜质组为主, 惰质组次之, 壳质组最少。无机显微组分在油浸反射光下观察主要以石英及粘土矿物为主, 黄铁矿及方解石脉次之。镜煤最大反射率在 0.67% ~ 1.51% 之间。研究区煤类除了长焰煤之外, 还有肥煤、气煤和焦煤, 因此具备了油气兼生的条件。东梁区煤炭 B+ C+ D 级储量 1.82×10^8 t 左右, 埋深在 400~ 1500 m 之间。

总之, 东梁区具有丰富的天然气气源岩条件, 且埋深小于 1500 m, 有利于浅层致密砂岩气藏的形成。

二、储、盖层及圈闭

1. 储层

致密砂岩气藏的最显著特征是砂岩储层孔隙度低, 通常在 7% ~ 12% 之间, 一般小于 10%, 渗透率低, 通常小于 $0.5\times10^{-3}\mu m^2$[2]。

东梁区主要储层为沙海组三段, 属于扇三角洲砂体, 含砂率 69%。该段岩性以粉砂岩最多, 中、细砂岩次之, 粗砂岩、砾岩较少, 夹三个煤层组。据测试, 对该区沙海组三段的砂岩样品, 孔隙度小于 5% 的占 8%, 5% ~ 15% 之间的占 68%, 15% ~ 20% 的占 24%; 渗透率小于 $0.01\times10^{-3}\mu m^2$ 的占 85%, $(0.01\sim0.1)\times10^{-3}\mu m^2$ 的占 9.6%, $(0.1\sim1)\times10^{-3}\mu m^2$ 之间的占 4%, 大于 $1\times10^{-3}\mu m^2$ 的占 2%。所以该区砂岩属于低孔隙度低渗透率储层, 适合储集来自上部沙四段泥岩和本段煤层生成的天然气。

2. 封盖层

东梁区沙三段上部为沙四段泥岩、粉砂岩, 致密均一, 厚度多在 250~ 450 m 之间, 全区发育, 沉积稳定, 据辽河石油管理局对 DT4 孔测试, 最大孔喉 0.0382 μm, 排替压力 3.14 MPa, 是上部良好的区域性盖层[7], 是具有“上生下储”特征的封盖层(图 2a)。与此同时, 沙三段煤层组穿插于气藏内部分布, 构成在空间上并不完全的封闭, 具有“自生自储”特点的封盖层(图 2b)。

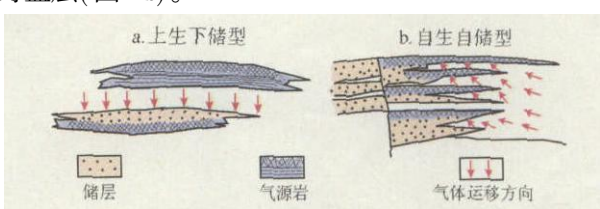

图 2　东梁区天然气生储盖组合示意图

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3. 圈闭

低孔渗砂岩级别以上储层, 必须有局部圈闭才能成藏[3], 所以浅层致密气藏只要具有局部的圈闭即可成藏, 既可出现在常规构造圈闭中和隐蔽的岩性或地层圈闭中, 也可出现在构造、岩性复合型圈闭中[8]。

东梁背斜是东梁区的主体构造, 属于同沉积背斜, 而且具有继承性, 虽然从圈闭的角度是一个理想的闭合储气背斜圈闭, 但是由于同沉积背斜具有顶薄翼厚的特点, 使上部阜新组遭受冲刷剥蚀, 气体逸散, 形成大气藏的可能性较小。但该背斜对沙海组的圈闭面积达 10 km^2, 且向东南延伸呈穹隆构造, 封闭良好, 所以该背斜对天然气形成了一个良好的局部背斜圈闭。该区断层在阜新组和沙海组不相吻合, 上下不连通。在沙海组断层少而规整, 且属于正断层, 断层封闭性较好, 与上部岩层连通性差, 也有利于沙海组致密砂岩气藏的形成。沙四段泥岩、沙三段煤层和沙三段砂岩由于对天然气渗透率的不同形成了完整的岩性圈闭。以上几种条件共同形成了沙三段的致密砂岩气藏。故东梁区沙海组圈闭类型为岩性圈闭和构造圈闭的复合圈闭(见图 3)。

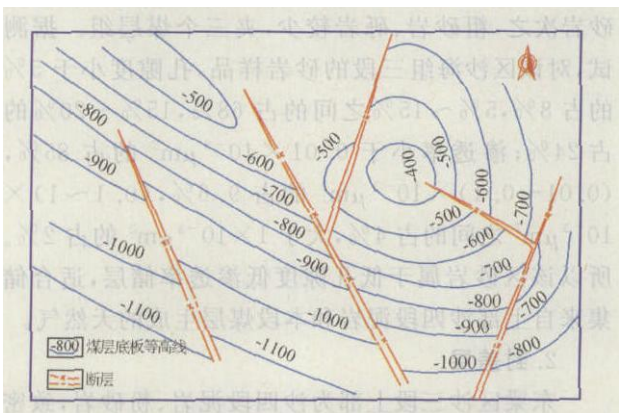

图 3　东梁区沙海组 1 煤煤层底板等高线

三、结　论

(1) 阜新盆地东梁区天然气成藏条件十分有利, 且具有浅层致密砂岩气藏特征, 勘探结果也表明该区具有丰富的天然气资源, 适合进一步勘探和开发。

(2) 我国东北存在一系列具有相似构造和沉积条件的晚中生代断陷煤盆地, 这些盆地与阜新盆地一样, 往往赋存有这种小型的浅层致密砂岩气藏, 所以勘探找气工作应该考虑阜新盆地东梁区浅层致密砂岩气成藏的典型代表意义, 指导在其他盆地寻找具有类似特征的天然气藏。

参　考　文　献

[1] 李思田. 断陷盆地分析与煤聚集规律[M]. 北京: 地质出版社, 1988: 14-44.

[2] 戴金星, 裴锡古, 戚厚发. 中国天然气地质学(卷二)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1996: 66-73.

[3] 王金琪. 中国大型致密砂岩含气区展望[J]. 天然气工业, 2000, 20(1): 10-16.

[4] 戴金星. 加强天然气地学研究, 勘探更多大气田[J]. 天然气地球科学, 2003, 14(1): 3-14.

[5] 胡见义, 黄第藩, 徐树宝, 等. 中国陆相石油地质理论基础[M]. 北京: 石油工业出版社, 1991, 164-234.

[6] 孟庆山, 王宇林. 阜新盆地聚煤规律与控煤因素分析(Ⅱ)[J]. 辽宁工程技术大学学报, 1998, 17(4): 363-366.

[7] 王伟锋, 陆诗阔, 谢向阳, 等. 阜新盆地的油气保存条件[J]. 新疆石油地质, 1998, 19(3): 202-206.

[8] 郭正吾. 四川盆地西部浅层致密砂岩天然气勘探模式[J]. 天然气工业, 1997, 17(3): 5-9.

(收稿日期　2005-09-19　编辑　黄君权)

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

RESERVOIRING PATTERN OF SHALLOW GAS IN CHENJIAZHUANG HIGH

Li Min(Oil & Gas Transportation Company of Shengli Oilfield Company, Sinopec). *NATUR. GAS IND.* v. 26, no. 4, pp. 14-17, 04/25/2006. (ISSN 1000-0976; **In Chinese)**

ABSTRACT: Reservoiring patterns of shallow gas in Chenjiazhuang high, located between Dongying and Zhanhua sags, are studied in this paper. There are three kinds of gas accumulations in the study area, i.e. oil-associated gas, oil-biodegraded gas and gas in transitional zone. Gas in the shallow Neogene Guangtao and Minghuazhen Formations would have sourced from the Shahejie Formation source rocks and the Paleogene oil/gas pools. Lithologic change and fault barrier would have provided the trapping conditions. Faults and unconformities would have acted as gas migration pathways. Gas in Bonan sag would have migrated along faults and permeable sandbodies and accumulated in the upper Guantao Formation and the lower Minghuazhen Formation in the northern part of the study area, resulting in the formation of structural-lithologic gas-cap gas pools. While gas in Lijin and Minfeng sags would have migrated along faults and unconformities and accumulated in the southern part of the study area, resulting in the formation of lithologic gas reservoirs.

SUBJECT HEADINGS: shallow gas, reservoiring pattern, Bohai bay Basin, Dongying sag, Zhanhua sag, Chenjiazhuang high

Li Min (senior engineer), born in 1956, graduated from China University of Geosciences in 1982 and has been long engaged in research and management of gas geology and exploration.

Add: Oil & Gas Transportation Company of Shengli Oilfield Company, Sinopec, No. 25, Huanghe Road, Dongying City, Shandong Province 257000, P. R. China

Tel: 86-546-8501 336 **E-mail:** chengfq9804@yahoo.com.cn

RESERVOIRING CHARACTERISTICS OF SHALLOW GAS IN DONGLIANG AREA IN THE FUXIN BASIN

Zhu Zhimin[1], Cui Hongqing[2], Song Wenjie[2]([1] Research Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences; [2] Liaoning Technical University). *NATUR. GAS IND.* v. 26, no. 4, pp. 18-20, 04/25/2006. (ISSN 1000-0976; **In Chinese)**

ABSTRACT: Reservoiring characteristics of shallow gas in Dongliang area in the Fuxin Basin are discussed in this paper. It is believed that sandstones in the 4th member and the coal beds in the 3rd member of Cretaceous Sahai Formation are source rocks with strong hydrocarbon-generating potentials, the sandstones in the 3rd member of Sahai Formation with low porosity and low permeability are reservoirs, and the shale and siltstone in the 4th member of Sahai Formation are good regional seals. A complete lithologic trap would have been formed due to permeability contrast among the shale in the 4th member and the coal beds and the sandstone in the 3rd member of Sahai Formation. The Sahai Formation in Dongliang anticline, with a trap area of 10 km^2, extends in southeast direction to a dome structure and has good sealing conditions, constituting a good local anticline trap. The sandstones in the 3rd member of Sahai Formation in the study area are near gas source rocks and have good sealing conditions and good local trapping conditions, leading to the formation of small shallow gas pools with source rock being above reservoir rock or source rock and reservoir rock coexisting in the same layer. They are suitable for exploration and development.

SUBJECT HEADINGS: Fuxin Basin, Dongliang area, tight sandstone, shallow gas, geologic feature, Sahai Formation

Zhu Zhimin, born in 1978, graduated from Liaoning Technical University. He holds an M. Sc. degree and is mainly engaged in the research on gas geology.

Add: Research Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, No. 5, Southern 3rd Interval of 2nd Ring Road, Chengdu, Sichuan Province 610041, P. R. China

Tel: 86-28-6619 6091 **E-mail:** weah0500@163.com

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net