

文章编号:0253-9985(2010)03-0381-05

松辽盆地长岭断陷南部天然气成藏与富集特征

谢忱¹, 胡纯心²

(1. 中国地质大学 能源学院, 北京 100083; 2. 中国石油化工股份有限公司 东北油气分公司, 吉林 长春 130062)

摘要:松辽盆地长岭断陷南部发育有营城组、沙河子组和火石岭组3套烃源岩, 其中沙河子组泥岩有机质丰度高, 为区内主力烃源岩。沙河子组主要分布在分割性较强的独立次凹中, 生烃凹陷控制了天然气藏的分布, 生烃潜力的大小控制了气藏的充满度。该区天然气具有多期充注成藏特点, 后期存在二氧化碳气体的充注。天然气的有利富集带位于邻近生烃凹陷的前排构造和岩性圈闭发育带。

关键词:油气成藏; 油气富集; 烃源岩; 天然气; 长岭断陷; 松辽盆地

中图分类号:TE122.1 **文献标识码:**A

Gas accumulations and distribution features in the south of the Changling fault depression in the Songliao Basin

Xie Chen¹ and Hu Chunxin²

(1. School of Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. SINOPEC Northeast Oil and Gas Company, Jilin, Changchun 130062, China)

Abstract: Three sets of source rocks, namely the Yingcheng Formation, Shahezi Formation, and Huoshiling Formation, occur in the south of the Changling fault depression in the Songliao Basin. Among them, the Shahezi Formation shale with high TOC is considered to be the major source rocks in the area. It is mainly distributed in independent sub-sag being strongly compartmentalized. The hydrocarbon kitchen controls the distribution of gas reservoirs and the hydrocarbon-generation potential controls the fullness of gas reservoirs. Gas reservoirs in the area feature in multi-stage hydrocarbon charging and late carbon dioxide charging. It is suggested that the front row structures and lithological traps near the hydrocarbon kitchen are the potential targets for gas exploration.

Keywords: hydrocarbon accumulation, hydrocarbon distribution, source rock, natural gas, Changling fault depression, Songliao Basin

松辽盆地是我国东部最大的含油气盆地, 近十年来, 天然气勘探取得了重大成果, 有望建成我国第五大天然气区。2002年, 在北部徐家围子深部断陷层取得了天然气勘探的重大突破, 相继发现了汪家屯、升平、昌德、兴城等多个气田, 证实了松辽盆地北部断陷层天然气的勘探潜力^[1]。2006年以来, 在长岭断陷南部深层也取得了天然气勘探的巨大成果, 相继在腰英台深层构造上的长深1井和腰深1井营城组火山岩中分别获日产 46×10^4 和 30×10^4 m³的高产工业气流, 在长岭断陷的查干花次凹的腰深2、腰深3井营城组火山岩中也

获得高产气流, 已探明松南气田天然气地质储量大于 $1\,200 \times 10^8$ m³, 展示了长岭断陷南部深层具有良好的天然气勘探前景。根据近期研究成果和勘探成果, 长岭断陷南部天然气的成藏与富集具有以下五个特征。

1 沙河子组烃源岩是本区的主力烃源岩

长岭断陷自下而上发育火石岭组、沙河子组及营城组3套烃源岩, 岩性主要为湖沼相泥岩及

含煤泥岩。由于长岭断陷断陷期火山活动频繁,火山活动间歇期湖沼相泥岩发育。火石岭期及营城期火山活动强烈,而沙河子期火山活动相对较弱,沉积了一套湖沼相烃源岩,是本区断陷层主力烃源岩^[2]。

沙河子组在区域上以灰黑色泥岩为主,夹有大量的火山岩喷发的沼泽相含煤地层建造^[3]。长岭断陷揭示的沙河子地层较少,仅在查干花次凹有少量钻井揭示。TS6 井、SS1 井、YS2 井揭示的沙河子组地层特征为:深灰色、灰黑色泥岩、泥质粉砂岩夹灰白色细砂岩、粉砂岩及少量煤。地震反射特征为一套反射能量较强、低频,连续性较差

的反射特征(图 1)。地震解释表明其分布较广泛,与上、下地层呈整合接触。

沙河子组烃源岩有机质丰度较高,有机碳含量一般大于 1.6%,有机质类型以Ⅱ_B和Ⅲ型为主,热演化程度较高,普遍进入生气高峰阶段(表 1)。总体评价为好烃源岩。

2 生烃凹陷控制气藏分布

沙河子组烃源岩主要发育在分割性较强的次凹中,在断凸带烃源岩不甚发育,生烃凹陷控制着天然气藏的分布^[4]。

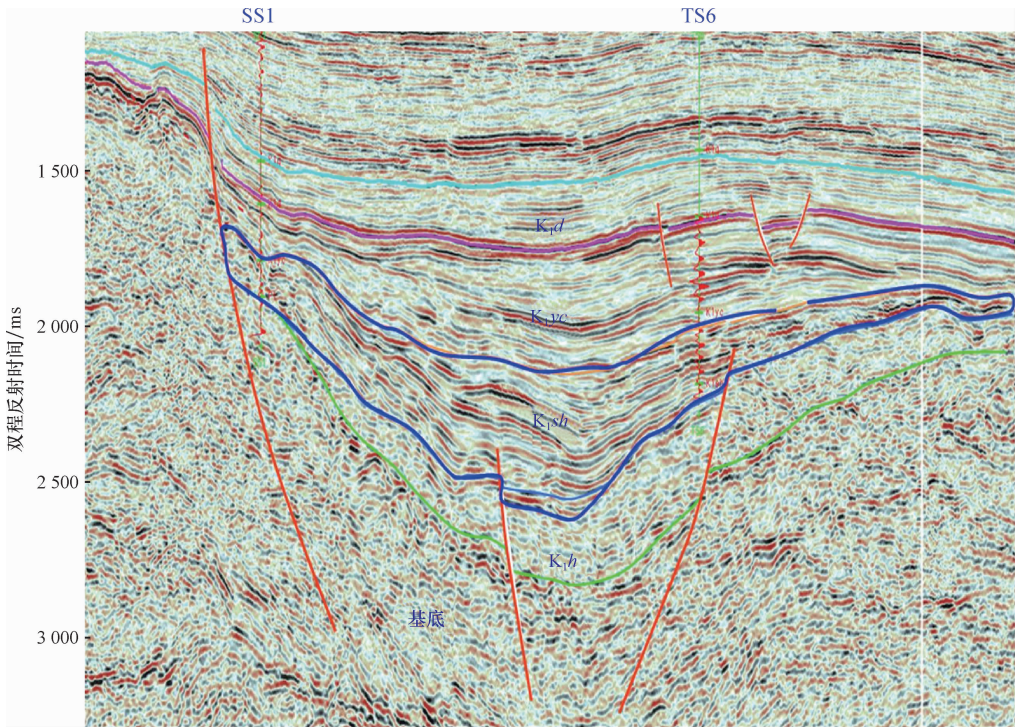


图 1 长岭断陷查干花次凹地震反射特征剖面
Fig. 1 Seismic reflection profile of the Chaganhua subsag in the Changling fault depression

表 1 长岭断陷沙河子组烃源岩地化统计

Table 1 Geochemical parameters of source rocks in the Shahezi Formation of the Changling fault depression							
井号	组段	岩性	厚度/m	暗地比*, %	有机碳含量, %	有机质类型	R _o , %
双深 1	K ₁ sh	灰黑色泥岩	121	43	$\frac{0.46 \sim 2.79}{1.73}$	Ⅱ _A , Ⅱ _B	$\frac{1.344 \sim 1.404}{1.37}$
坨深 6	K ₁ sh	灰黑色泥岩	283	56	2.56	Ⅲ	$\frac{1.15 \sim 1.60}{1.43}$
腰深 2	K ₁ sh	灰黑色泥岩	26	59	$\frac{1.27 \sim 2.16}{1.66}$	Ⅱ _B , Ⅲ	$\frac{0.801 \sim 1.103}{0.86}$
腰深 3	K ₁ sh	灰色泥岩	116	34	$\frac{0.28 \sim 0.87}{0.54}$	Ⅲ	$\frac{1.048 \sim 1.895}{1.33}$

注:表中部分数据为 $\frac{\text{最小值} \sim \text{最大值}}{\text{平均值}}$ 。
* 暗地比为暗色泥岩厚度与地层厚度之比。

长岭断陷南部沙河子组地层展布受断陷控制,主要分布在长岭牧场、前神子井和查干花次凹中,其中以前神子井次凹沙河子组地层厚度最大,达1 500 m,分布面积则以长岭牧场次凹面积最大,达2 000 km²(图2)。

按生烃凹陷控制气藏的规律进行勘探,在长岭断陷深层陆续发现了一批天然气藏和含气构

造。这些气藏和含气构造均沿沙河子组生烃凹陷分布,其中松南气田沿沙河子组地层厚度最大的前神子井次凹上倾端分布,长岭气田及其北部含气构造则处于长岭牧场次凹的东、南上倾端,而查干花次凹控制了双坨子气田及其北部松南气田腰深2、腰深3井区。

3 具有多期充注成藏特点

研究表明,长岭断陷天然气具有多期成藏的特点,随着烃源岩热演化的不同阶段,生成的烃类物质分多期进入储层^[5],后期随着新构造的活动,幔源的二氧化碳气体注入储层,形成混合气藏^[6]。

利用包裹体岩相及均一温度,结合长岭断陷查干花次凹腰深2井单井埋深与热演化史曲线(图3),分析天然气充注成藏时期可能存在3期,第一个成藏期主要发生在包裹体均一温度为109.8℃,其下伏烃源岩进入中成熟期,生成油及早期气态烃,即姚家组沉积晚期开始;第二期也是主成藏期,包裹体平均均一温度为124℃,即嫩江组(约75 Ma)全面进入主成藏期,其下伏烃源岩已经进入高成熟期;第三成藏期石英颗粒裂纹含溶解气包裹体均一温度为154.7℃,其下伏烃源岩已进入过成熟期,生成干气。

钻孔岩屑样品的流体包裹体研究表明^[6],在石英脉中发现的碳质包裹体主要成分是CO₂,而

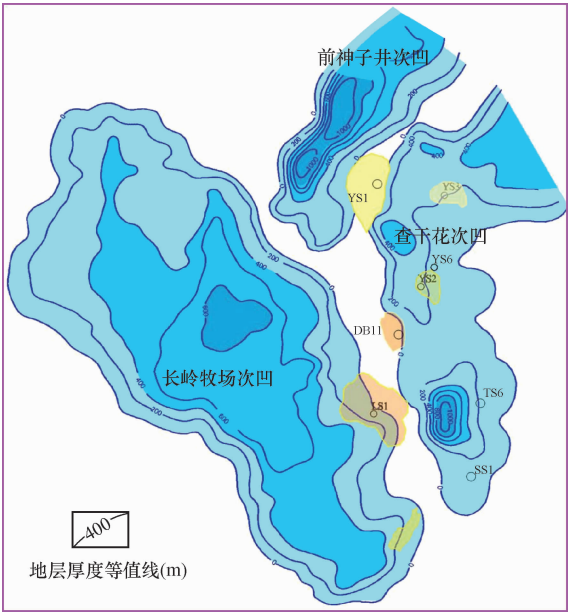


图2 长岭断陷南部沙河子组地层厚度与气藏分布叠合图

Fig. 2 Overlay chart showing bed thickness and reservoir distribution in the Sahezi Formation of the southern Changling fault depression

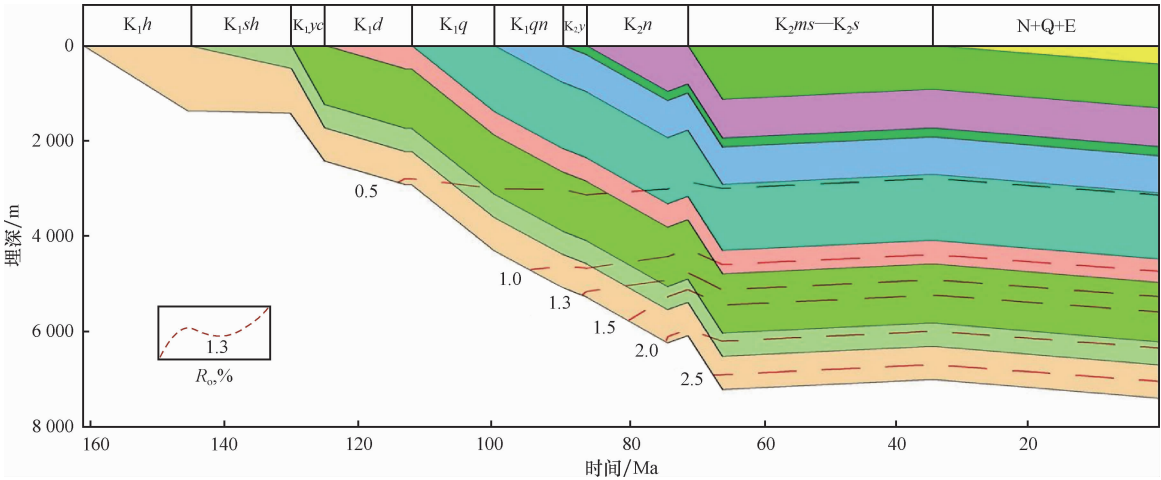


图3 长岭断陷查干花次凹腰深2井单井埋深与热演化史

Fig. 3 Burial depth and thermal evolution history of the single well Yaosheng-2 in the Chagahua subsag of the Changling fault depression

未发现 CH₄ 包裹体。这就清楚表明该区中生代火山岩储层的 CO₂ 和 CH₄ 气藏很可能不是同期注入的,而是两种成分的天然气先后注入的产物。CO₂ 包裹体的均一温度为 150 ~ 180℃,代表的成藏期次较晚,属新生代的产物^[7]。

4 沉积和构造作用共同控制天然气富集

沙河子组主力烃源岩沉积后,随着埋深的加大,于泉头一姚家期开始成熟,向上部营城组火山岩储集层运移充注^[8],优先充注邻近烃源岩的早期火山机构,早期火山机构充满后,依次向上部火山机构储层充注。生烃凹陷控制了营城组各火山机构的烃类气体充满度。邻近烃源岩早期火山机构烃类气体充满度高,而离烃源岩相对较远的晚期火山机构的充满度低。生烃凹陷的生烃能力的大小也控制着气藏的充满度,邻近前神子井次凹的松南气田腰深 1 井区气藏充满度较高,而查干花次凹的腰深 2 井、腰深 3 井区气藏充满度相对较低。

新构造活跃地区,新生代幔源的 CO₂ 向上充注火山机构^[9],邻近烃源的早期火山机构,由于烃类气体充满度高,CO₂ 气体不易进入充注,该类机构气藏以烃类气藏为主。而离烃源岩相对较远的

晚期火山机构,由于烃类气体的充满度低,CO₂ 向上充注该火山机构,造成该气藏以 CO₂ 气体为主(图 4)。远离新构造活动的地区,后期幔源的 CO₂ 气体的充注微弱。

5 生烃凹陷上倾方向是天然气有利富集带

长岭断陷南部天然气有利富集带主要发育在邻近生烃凹陷上倾方向的前排构造带和岩性圈闭带,主要有达尔罕断凸带和岩性圈闭带^[10]。

5.1 达尔罕断凸带

达尔罕断凸带位于长岭牧场次凹的上倾方向,该带的南端已发现长岭气田。在邻近烃源岩的前排发育了后五井、孤家、黑坨子、东巨堡等营城组火山岩岩性圈闭,测算的圈闭资源量达 600 × 10⁸ m³。同带上的龙深 1 井已试获低产气流,其上倾方向的第二排圈闭 DB11 营城组火山机构也钻探试获低产气流,证实了长岭牧场次凹的生烃潜力。

5.2 生烃凹陷上方的岩性圈闭带

查干花次凹北部上方发育 5 个独立的火山岩圈闭,该类圈闭紧邻烃源,具有优先捕获油气优

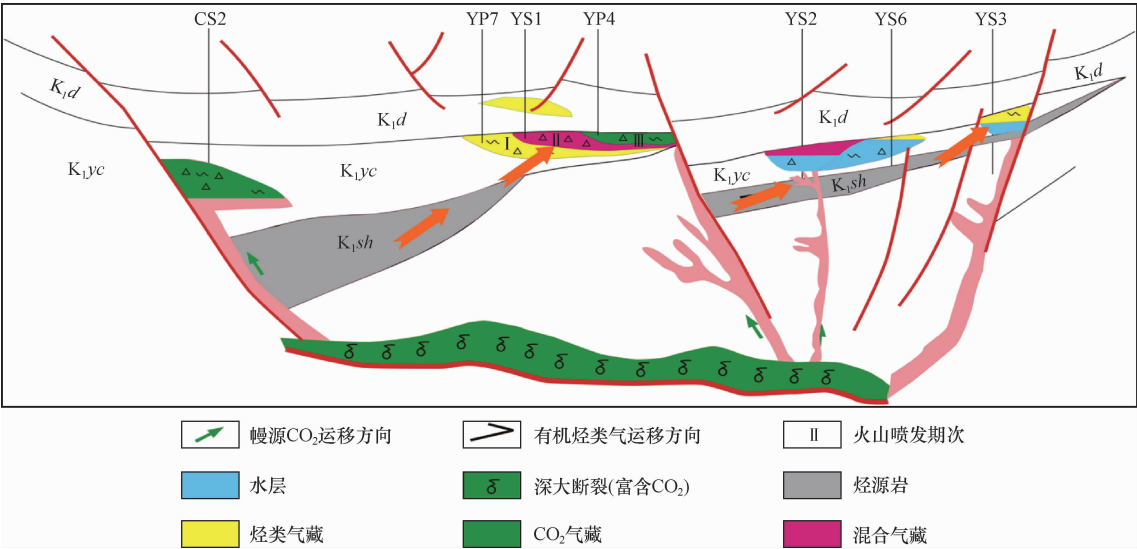


图 4 长岭断陷南部天然气藏多期成藏模式

Fig. 4 Mode chart showing the multistage accumulation of gas in the southern Changling depression

势,已测算的圈闭资源量近 $500 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。在长岭牧场上倾方向发育有系列火山岩岩性圈闭,其营城组火山岩岩性圈闭面积大,其中的褚家窑营城组火山岩岩性圈闭面积达 50 km^2 ,测算的圈闭资源量近 $300 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。说明天然气勘探前景大,但目前尚未突破工业气流关,还需进一步研究和勘探。

参 考 文 献

1 罗静兰,林潼,杨知盛,等. 松辽盆地升平气田营城组火山岩相及其储集性能控制因素分析[J]. 石油与天然气地质,2008,29(6):748~757

2 谢晓安,周卓明. 松辽盆地深层天然气勘探实践与勘探领域[J]. 石油与天然气地质,2008,29(1):113~119

3 王云龙,金光植,李中英,等. 松辽盆地南部深层油气聚集带特征及成藏规律[J],大庆石油地质与开发,2004,23(4):5~6

4 赵志魁,赵占银,曹跃,等. 吉林探区深层天然气勘探前景[J].

中国石油勘探,2003,8(3):6~12

5 李晶秋,苗宏伟 李立立,等. 松辽盆地南部长岭断陷深层碎屑岩天然气成藏特征及主控因素[J]. 中国石油勘探,2009,4(8):34~39

6 米敬奎,张水昌,王晓梅,等. 松辽盆地高含 CO_2 气藏储层包裹体气体的地球化学特征[J]. 石油与天然气地质,2009,30(1):68~73

7 王颖,李锡瑞,曹跃,等. 松辽盆地南部长岭断陷二氧化碳成藏期次[J]. 中国石油勘探,2009,4(8):34~39

8 徐颖新,尚华,李秀珍,等. 火山岩地震解释技术在松辽盆地长岭断陷深层天然气勘探中的应用[J]. 石油地球物理勘探,2008,43(增刊1):63~69

9 鲁雪松,王兆宏,魏立春,等. 松辽盆地二氧化碳成因判识与分布规律[J]. 石油与天然气地质,2009,30(1):97~101

10 陈波,黄发木,夏永涛,等. 松辽盆地深层断陷发育特征与油气富集[J]. 石油与天然气地质,2008,29(4):428~432

(编辑 高 岩)

(上接第 380 页)

5) 强烈的断裂活动与微生物降解是渤海海域新近系稠油油藏形成的主要原因。油藏内部油源通道附近和油藏高部位原油密度和粘度相对较低,油藏低部位和靠近油水界面的原油质偏重,这种现象与油藏后期的油气充注以及近油藏底部水体的氧化等综合作用有关。

参 考 文 献

1 王启军,陈建渝. 油气地球化学[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1987. 220~225

2 菲尔谱 R P. 化石燃料生物标志物[M]. 北京:科学出版社,1987. 178~187

3 陈建渝,李永福,毕研鹏,等. 垦西地区稠油分布及成因浅析[J]. 复式油气田,1998,(2):28~33

4 林青,郭永华. QHD32-6-3 井明化镇组原油非均质性及其石油地质意义[J]. 中国海上油气,2004,16(6):365~368

5 沈扬,李茂榕. 准噶尔盆地车排子凸起稀、稠油反序分布成因探讨[J]. 石油与天然气地质,2008,29(1):66~71

6 李素梅,庞雄奇,高先志,等. 辽河西部凹陷稠油成因机制[J]. 中国科学(D辑:地球科学),2008,38(增刊I):138~149

7 朱芳冰,肖伶俐,唐小云. 辽河盆地西部凹陷稠油成因类型及

其油源分析[J]. 地质科技情报,2004,23(4):55~58

8 胡守志,张冬梅,唐静,等. 稠油成因研究综述[J]. 地质科技情报,2009,28(2):94~97

9 徐志明,姜平. 原油水洗作用与高凝固点原油的成因探讨[J]. 地球化学,2000,29(6):556~561

10 李春光. 东营凹陷稠油油藏成因机制探讨[J]. 特种油气藏,1996,3(1):1~5

11 马安来,张水昌,张大江,等. 生物降解原油地球化学研究新进展[J]. 地球科学进展,2005,20(4):449~454

12 倪春华,包建平,王鹏辉,等. 生物降解原油的油源对比研究新进展[J]. 新疆石油地质,2005,26(6):711~714

13 王万春,李钜源,唐洪三,等. 济阳坳陷孤岛油田微生物降解原油伴生气成因特征[J]. 石油与天然气地质,2007,28(3):427~432

14 谈玉明,冯建辉,张云献,等. 白音查干凹陷达尔其油田原油的分类与生物降解作用[J]. 石油与天然气地质,2004,25(4):437~443

15 Connan J. Biodegradation of crude oils in reservoirs [A]. In: Brooks J, Welte D, eds. Advances in petroleum geochemistry[M]. London: Academic Press, 1984. 299~335

(编辑 李 军)