

# 辽西建昌地区中—新元古界原生油气藏成藏条件分析

杨时杰

(中国石油辽河油田分公司勘探开发研究院)

**摘要** 辽宁西部建昌地区为一残留型构造盆地,中—新元古界中发育以下马岭组、铁岭组、洪水庄组为主要生油层的烃源岩系。有机质地化指标测定表明洪水庄组泥页岩、铁岭组页岩和下马岭组泥页岩大部分达到好—优烃源岩标准,配合在海相及海陆过渡相时期发育的碳酸盐岩储层和砂岩储层,在断裂和不整合面疏通的情况下具有较好的生储盖组合。中生代经历了印支运动和燕山运动强烈的推覆构造作用,发育多种类型构造圈闭。结合油源对比分析,表明中—新元古界发育古生古储型油气藏,提出了相应的成藏模式。

**关键词** 中元古界;新元古界;烃源岩;储集层类型;圈闭类型;油气成藏;成藏模式

**中图分类号** TE112.31

**文献标识码** A

国内关于中—新元古界的研究主要集中于扬子地台的川西北地区和华北地台的宣龙、冀北、辽西拗陷<sup>[1-4]</sup>。前人的研究主要是通过野外踏勘取得的元古界烃源岩样品,评价中—新元古界的潜在烃源岩地球化学特征及油气资源潜力,其中马满兴<sup>[5-6]</sup>的研究主要集中于建昌地区的构造特征及油气充注期次。本文针对辽西建昌地区中生界覆盖区的中—新元古界,主要利用 1370km 的二维地震资料、仅有的两口中—新元古界的探井(建 A 井和建 B 井)钻探成果,以及野外七个露头剖面的踏勘所获得的烃源岩样品,并结合前人在该地区所做的工作成果<sup>[7]</sup>,对建昌地区中—新元古界原生油气藏成藏条件展开探讨与分析,并借助区域地质资料合理地解释本区的中—新元古界逆冲构造带类型,提出相应的油气成藏模式。

## 1 区域地质背景

建昌地区位于华北地层区燕山分区辽西小区的中部,为一残留型构造盆地。构造位置上,建昌地区位于内蒙隆起的东侧,郯庐断裂带的西侧(图 1),出露的地层有太古宇建平群,中元古界长城系和蓟县

系,新元古界青白口系,古生界寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系,中生界三叠系、侏罗系和白垩系(图 1)。

建昌地区中—新元古代在早期表现为海相沉积,晚期为海陆过渡相地台沉积。野外露头的典型剖面在河北蓟县一带。结合钻井资料,明确了中—新元古代沉积地层自下而上发育蓟县系杨庄组、雾迷山组、洪水庄组和铁岭组,以及青白口系下马岭组、龙山组和景儿峪组(图 2)<sup>[8]</sup>。

## 2 油气成藏条件

### 2.1 发育多套烃源岩,生烃潜力大

针对建昌地区中—新元古界烃源岩的研究,主要是结合野外露头观察与探井单井评价,通过岩性、岩相及源岩样品地化指标分析,明确了研究区主要发育三套烃源岩:洪水庄组、铁岭组、下马岭组。这三套源岩的厚度及岩性变化如表 1 所示,其沉积期岩相古地理如下。

洪水庄期 为闭塞海沉积,沉积相为潮间带上潟湖亚相,以灰黑色页岩为主,底部偶见白云岩夹层。

收稿日期: 2012-12-26; 改回日期: 2013-06-30

杨时杰: 1981 年生,硕士,工程师。2007 年长江大学矿产普查与勘探专业毕业,获硕士学位。主要从事地震地质综合解释及勘探部署工作。通讯地址: 124010 辽宁省盘锦市石油大街 95 号; 电话: (0427)7290801

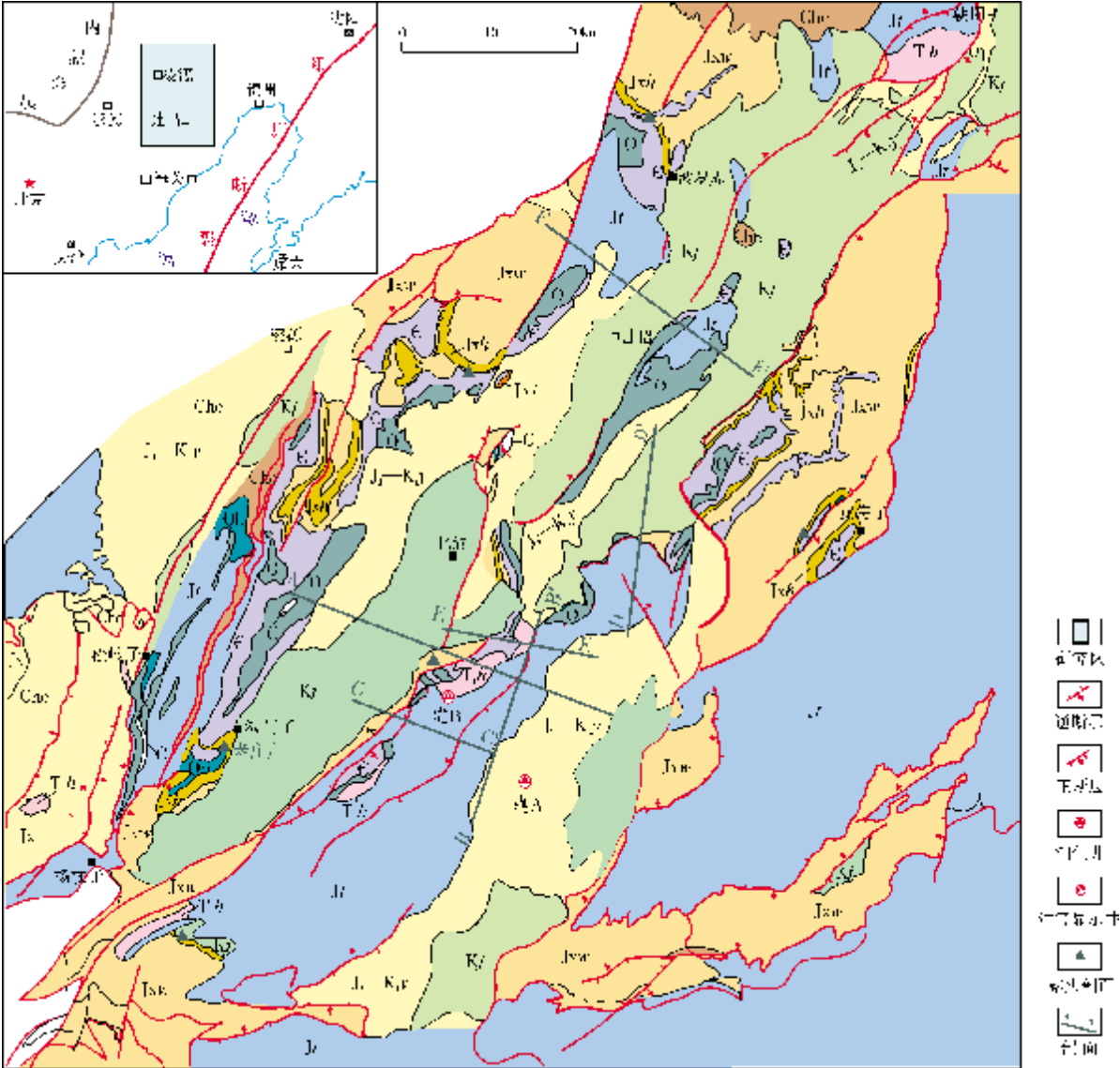


图 1 辽西建昌地区地质简图与研究样点分布图

Jt 土城子组; Kj 九佛堂组; J<sub>3</sub>—K<sub>y</sub> 义县组; Th 红砬组; Chc 长城系; Qb 青白口系; Jx 蓟县系;  
Jxw 雾迷山组; Jxh 洪水庄组

表 1 建昌地区中—新元古界烃源岩厚度统计表

烃源岩层位	老庄户剖面		建 A 井		建 B 井	
	岩 性	厚度(m)	岩 性	厚度(m)	岩 性	厚度(m)
青白口系下马岭组	页岩	22.6~235.4	—	(缺失)	—	(缺失)
蓟县系铁岭组	白云岩,页岩	13.2~377.3	白云岩,泥质白云岩	62	泥板岩,粉砂质泥岩	50
蓟县系洪水庄组	泥岩	59.5~184	黑色泥岩	83	泥板岩	76

注:井位与露头剖面位置见图 1

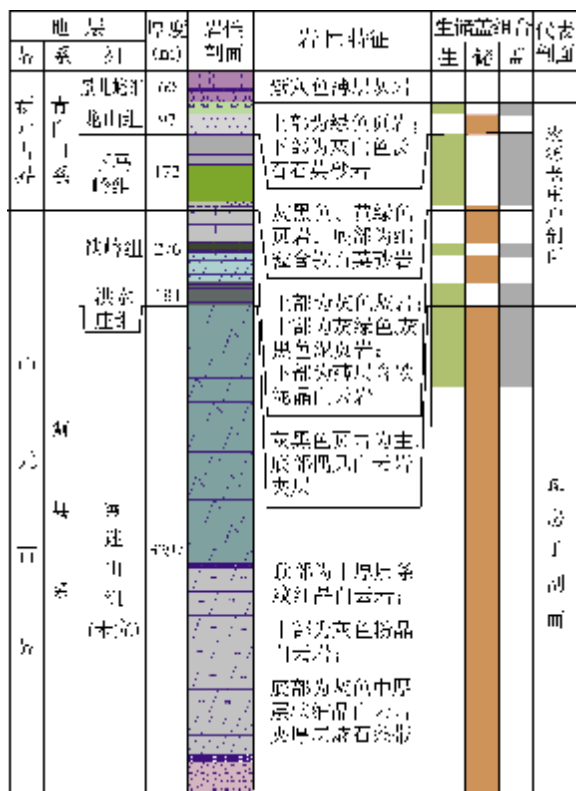


图 2 辽西建昌地区中—新元古界综合柱状图

铁岭期 海侵范围比洪水庄期略有扩大。沉积相是潮上带—潮间带,主要为潮间带上潟湖亚相,近岸浅滩亚相。

下马岭期 海侵仅局限于朝阳南部的波罗赤、凌源的沟门子和承德以南一带。海域内缩,基本呈半封闭状。沉积区出露地层最厚达 300m(位于松岭子一带),主要为灰黑色、黄绿色页岩沉积,属潮间带上低能环境潟湖亚相<sup>①</sup>。

从宏观上分析,洪水庄组源岩分布比较稳定,其次为铁岭组及下马岭组烃源岩。结合源岩的地化指标分析,综合评价本区中—新元古界烃源岩指标如表 2 所示。

综合分析认为,本区的主力烃源岩为洪水庄组泥页岩,分布稳定,有机质类型以腐泥型为主,热演化程度整体处于成熟—高成熟阶段,评价为优质烃源岩,其次为铁岭组页岩和下马岭组页岩。采用成因法计算出建昌盆地具有比较可观的油气资源量<sup>②</sup>。

## 2.2 发育多套储集层

根据本区周边露头所见油气显示层位及探井录井油气显示层段,确认本区有碳酸盐岩和碎屑岩两类储层。

碳酸盐岩储层 主要分布在铁岭组和雾迷山组。铁岭组储层以白云质灰岩为主,由于受构造改造,发生揉皱现象,裂缝十分发育。储集空间主要为裂缝、溶孔。测井评价有两个数据点,孔隙度为 1.2%和 1.3%,平均 1.25%,渗透率为 0。常规岩心分析孔隙度为 1.3%~2.5%,平均 1.93%,渗透率为 (0.02~

表 2 建昌地区中—新元古界烃源岩综合评价表

井号/露头点 (恢复系数)	层位	岩性	样品数	恢复有机碳(%)		$T_{max}(^{\circ}C)$		有机质 类型	烃源岩 评价
				范围值	平均值	范围值	平均值		
建 B 井 恢复系数 3.0	铁岭组	泥岩	5	0.01~1.15	0.23	366~536	500	I—II <sub>1</sub>	差
	洪水庄组	泥页岩	6	0.07~2.79	1.22	383~536	491	I—II <sub>1</sub>	好
建 A 井 恢复系数 2.8	铁岭组	泥质白云岩	9	0.03~0.94	0.53	438~500	476	I—II <sub>1</sub>	好
	洪水庄组	泥页岩	44	0.07~7.78	3.11	412~524	459	I—II <sub>1</sub>	优
老庄户 恢复系数 2.8	下马岭组	灰黑色页岩	4	0.28~5.02	2.68	444~524	488	I—II <sub>1</sub>	优
	铁岭组	黑色页岩	7	0.25~5.03	1.73	423~457	436	I—II <sub>1</sub>	优
	洪水庄组	页岩	6	0.61~4.45	2.02	425~437	431	I—II <sub>1</sub>	优

注:“恢复系数”指有机质在整个成熟生烃过程中会损失一定的有机碳,高一过成熟样品需要恢复原始有机质丰度

① 代宗仰,严恒,李正,等. 辽西中上元古界石油地质条件研究及勘探选区[R]. 辽河油田分公司勘探开发研究院,2011.

② 郑福长,刘晓峰,邓小霖,等. 建昌盆地油气勘探前景分析[R]. 辽河油田分公司勘探开发研究院,2006.

$0.2) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ , 平均  $0.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。孔、渗值均偏小, 应为孔隙及裂缝分布的非均质性造成。雾迷山组储层以灰质白云岩为主, 储集空间主要为裂缝。裂缝主要为两种, 一种为构造缝, 部分被矿物充填(图 3a), 一种为溶解缝, 半充填(图 3b)①。

**碎屑岩储层** 主要发育在龙山组及下马岭组。龙山组储层岩性为含海绿石石英砂岩。石英含量 35%~95%, 平均 77.1%; 长石含量 5~16%, 平均

9.2%。泥质含量 1%~26%, 平均 8.5%, 岩屑含量 2%~45%, 平均 11.7%。砂岩中部分颗粒发生溶蚀作用(图 3c), 使孔隙空间扩大, 有效地增加了孔隙度和渗透率。孔隙类型主要为残余粒间孔、溶蚀孔和微裂缝, 少量粒内溶孔。下马岭组储层则以中—粗粒石英砂岩为主, 石英碎屑占碎屑总量的 98%, 孔隙度 15%~25%; 储集空间则以原生孔隙、粒间溶孔、残余粒间溶孔为主(图 3d)。

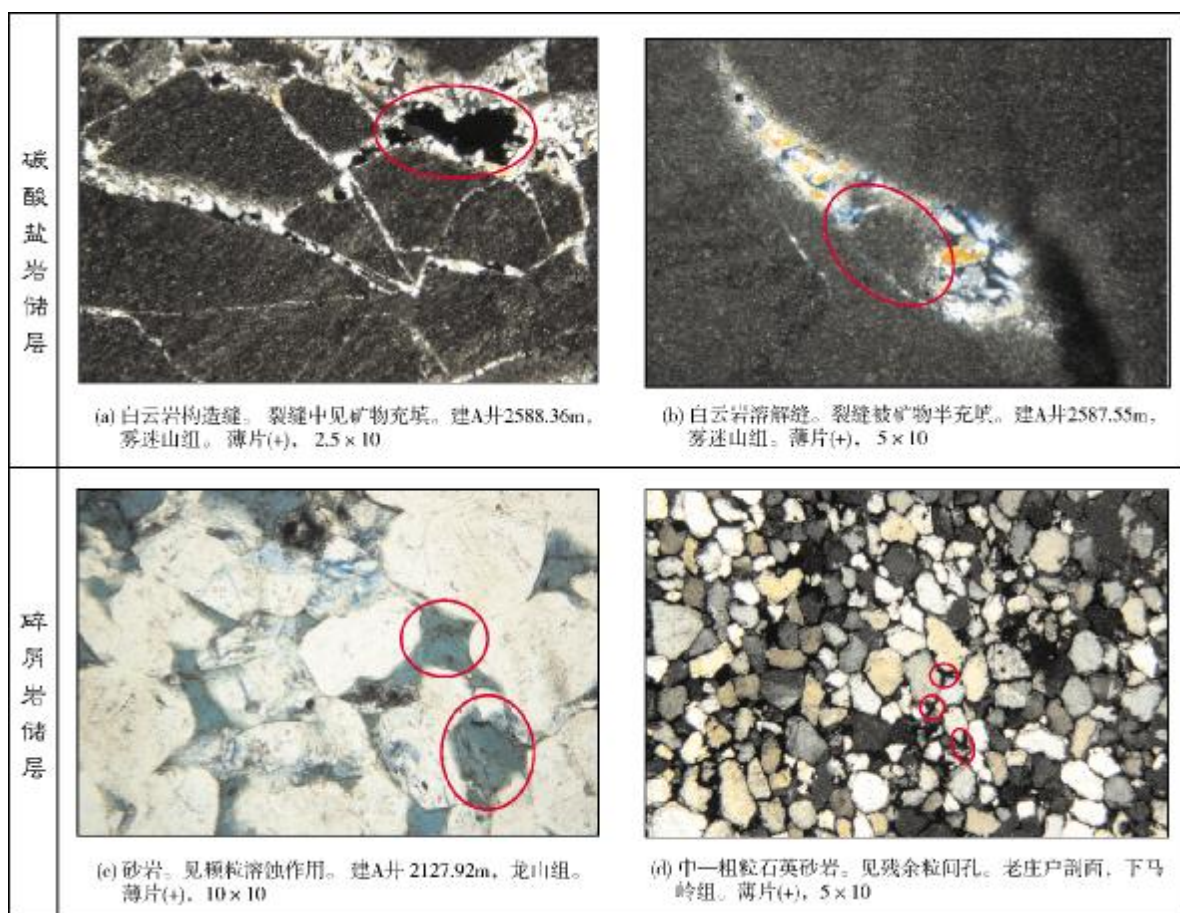


图3 建昌地区中—新元古界储层特征

### 2.3 逆冲构造背景下发育多种类型圈闭

区域构造特征表明, 中—新元古界在经历了后期新元古代—古生代稳定的地台沉降后, 又经历了印支运动和燕山运动, 形成了一系列逆冲断裂带。逆冲断裂主要呈NE—NNE向展布, 倾向北西, 运动方向表现为自西北向东南逆冲, 如地震剖面上亦能清晰地观察到元古界逆冲到古生界之上(图4)。在印支

和燕山运动时期大的逆冲作用背景下, 建昌地区发育了多种类型构造圈闭(图5)。

鉴于这两期大的构造运动势必会影响到构造圈闭的有效性, 马满兴<sup>[5]</sup>曾论述了该地区的构造演化及其对成藏的影响。

### 2.4 古生古储型油气藏发育多套生储盖组合

考虑到中—新元古界的地质时代跨度非常大,



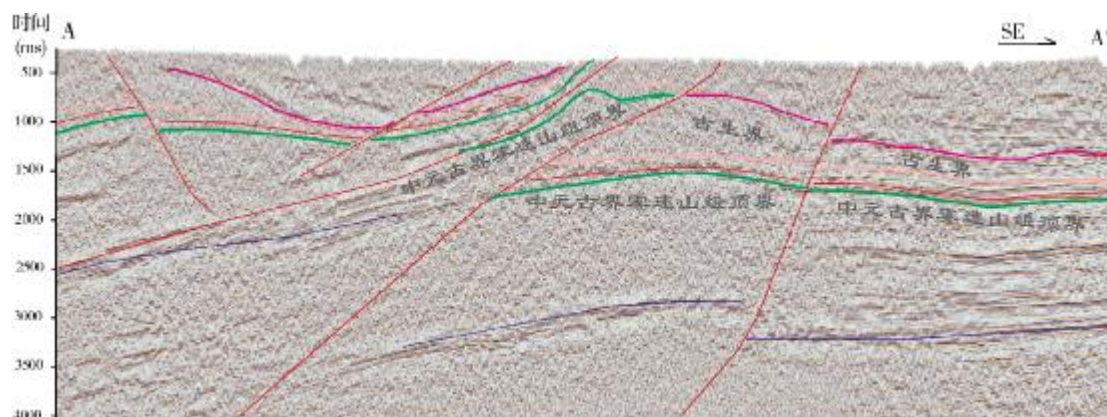


图4 建昌地区逆冲构造样式  
元古界逆冲到古生界之上。A—A'剖面位置见图1

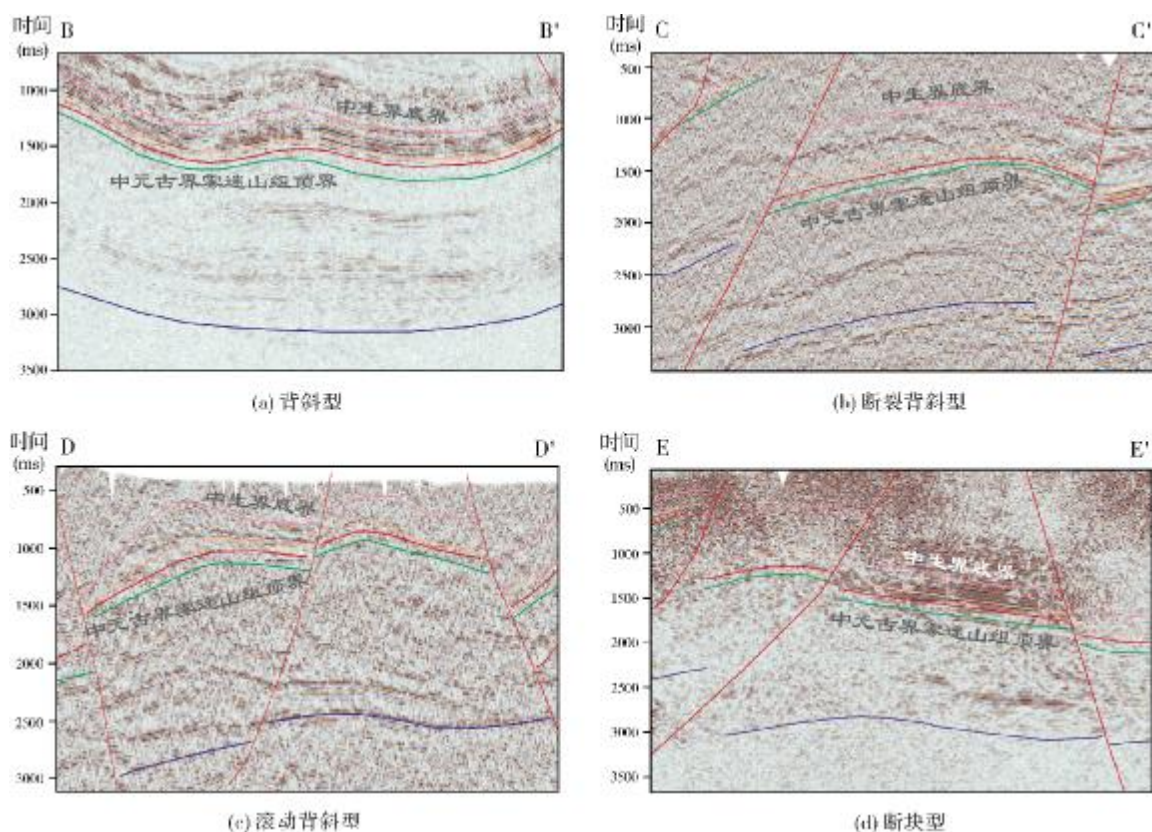


图5 建昌地区构造圈闭类型  
剖面位置见图1

为证明建昌地区油气藏的原生性,通过建 A 井油样(新元古界青白口系龙山组)与建 A 井源岩(中生界义县组泥岩,古生界张夏组灰岩和昌平组灰岩,中元古界洪水庄组泥页岩、铁岭组白云岩和雾迷山组白云岩)做了油源对比。

同位素测试结果表明:建 A 井新元古界龙山组的原油与中生界泥岩及古生界灰岩无相关性;与中元古界铁岭组白云岩和雾迷山组白云岩也无相关性,但与建 A 井中元古界洪水庄组泥岩具有相关性(图 6)。这一结果表明,建 A 井新元古界青

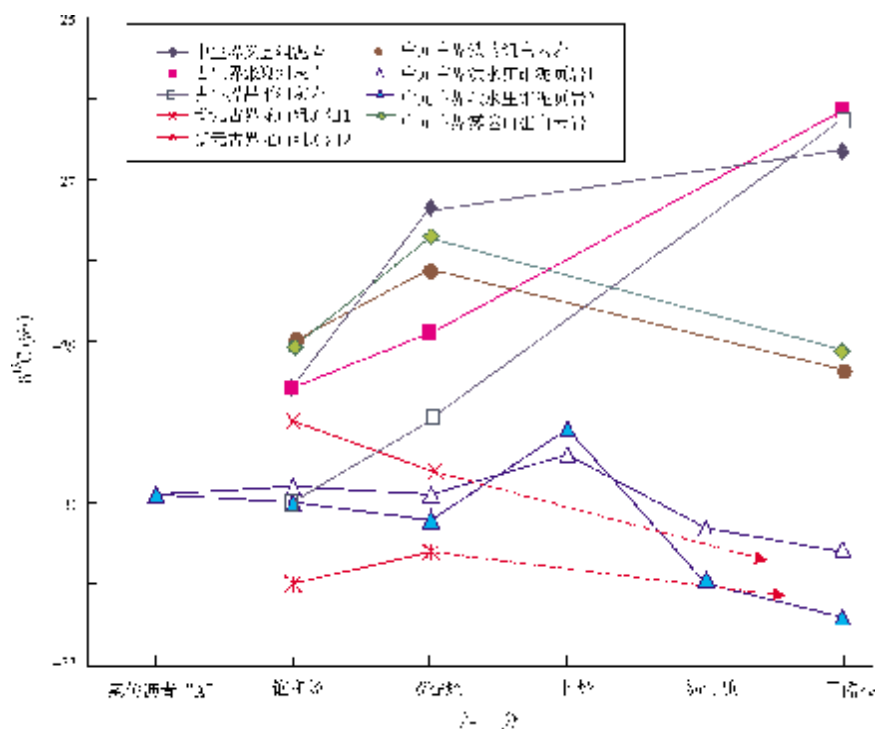


图6 建A井源岩-原油组分同位素对比图

白口系龙山组碎屑岩储层中的原油来自下伏的中元古界海相泥页岩,属于中—新元古界古生古储型油藏。

考虑到覆盖于雾迷山组以上的洪水庄组泥页岩、覆盖于铁岭组以上的下马岭组页岩是本区良好的盖层及烃源层,因此认为中—新元古界中可构成

三个完整的生储盖组合:洪水庄组—雾迷山组生储盖组合、洪水庄组—铁岭组生储盖组合、下马岭组—龙山组生储盖组合(图2),此外洪水庄组泥质烃源岩与龙山组砂岩也可以通过断裂沟通构成下生上储式组合。据此建立了建昌地区中—新元古界原油气藏成藏模式(图7)。

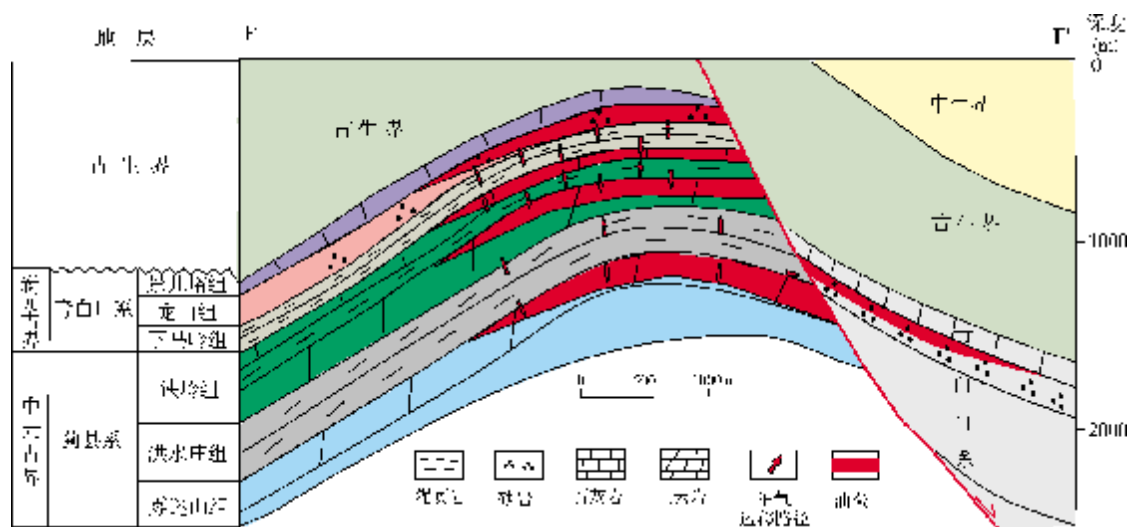


图7 建昌地区中—新元古界原油气藏成藏模式

F—F'剖面位置见图1

### 3 建 议

辽西建昌地区中—新元古界的圈闭以构造圈闭为主,发育多套生储盖组合,虽然储层总体质量较差,但仍有优质储层存在;成藏条件有利,但因为形成年代久远、晚期构造活动期次较多,对原油气藏的保存不利。因此,保存条件是制约研究区成藏的关键因素,在源岩厚度较大的区域可以甩开勘探,风险性在于断裂——既可以是沟通源岩的通道,也可能是油气散失的路径。

### 4 结 论

(1)建昌地区主要烃源岩层为新元古界下马岭组、中元古界铁岭组和洪水庄组,主力烃源岩是洪水庄组泥页岩。洪水庄组泥页岩分布较稳定,有机质丰度达到优质烃源岩标准,热演化成熟度处于生油高峰期。

(2)中生界多期的逆冲构造运动,不仅丰富了该地区的圈闭样式,也有利于改造建昌地区的储集条件。中—新元古界的碳酸盐岩储集层在经历了长期的埋藏作用后,虽然孔渗条件不是特别有利,但是构造运动对裂缝的发育以及储集性能的改善也起了至

关重要的作用。

(3)在分析该地区成藏条件的基础上,结合油源对比分析结果,提出了该区中—新元古界古生古储型油气藏的成藏模式。

致谢:研究过程中得到了韩霞、周铁锁等的指导与帮助,在此深表谢意。

#### 参 考 文 献

- [1] 郝石生. 冀辽坳陷中—上元古界原生油气远景[J]. 石油与天然气地质, 1984, 5(4): 342-348.
- [2] 王铁冠, 黄光辉, 徐中一. 辽西龙潭沟元古界下马岭组底砂岩古油藏探讨[J]. 石油与天然气地质, 1988, 9(3): 278-287.
- [3] 刘宝泉, 秦建中, 李欣. 冀北坳陷中—上元古界烃源岩特征及油苗、油源分析[J]. 海相油气地质, 2000, 5(1/2): 35-46.
- [4] 王铁冠, 韩克猷. 论中—新元古界的原生油气资源[J]. 石油学报, 2011, 32(1): 1-7.
- [5] 马满兴. 建昌盆地中新元古界构造特征及演化对成藏的影响[J]. 内蒙古石油化工, 2012, 18: 131-132.
- [6] 马满兴, 幕德梁, 李正达, 等. 建昌盆地中新元古界石油地质条件研究[J]. 特种油气藏, 2013, 20(2): 60-64.
- [7] 辽宁地层典编写组. 辽宁地层典(辽宁地质学报, 特刊 1 号)[M]. 沈阳: 辽宁省地质学会出版社, 1985.
- [8] 辽宁省地质矿产局. 辽宁省区域地质志(地质专报, 第 14 号)[M]. 北京: 地质出版社, 1989.

编辑:赵国宪

## Conditions of Hydrocarbon Accumulation in Meso-Neoproterozoic Primary Oil Reservoirs in Jianchang Area, Western Liaoning

Yang Shijie

**Abstract:** Jianchang area is a small residual structural basin that is located in western Liaoning province. The Mesoproterozoic Tieling and Hongshuizhuang Formations and Neoproterozoic Xiamaling Formation are the main source rocks in this basin. The determination of organic geochemistry indexes shows that the Hongshuizhuang argillaceous shale, Tieling shale and most of Xiamaling shale reach to the medium to good grades of hydrocarbon source rock. If there are opening fractures and unconformity surfaces being hydrocarbon pathways, these source rocks can match with marine and transitional facies carbonate and sandstone reservoirs into favorite source-reservoir-seal assemblages. Due to Mesozoic intensive nappe tectonism experienced during the Indosinian and Yanshan movements, many types of structural traps could develop. Combined with the analysis of oil-source correlation, it is shown that primary Meso-Neoproterozoic oil reservoirs would develop and consequently a hydrocarbon accumulation model is suggested.

**Key words:** Mesoproterozoic; Neoproterozoic; Source rock; Reservoir type; Trap type; Hydrocarbon accumulation  
Yang Shijie: Master, Geology Engineer. Add: Exploration and Development Research Institute, PetroChina Liaohe Oilfield Branch Company, 95 Shiyou Dajie, Panjin, Liaoning, 124010, China