

在平构造带古生界原生油气勘探前景

柳忠泉 纪晓东 逢建东

(胜利石油管理局地质科学研究院, 山东东营 257015)

在平构造带处于鲁西隆起西北倾伏区的中部, 是被带内次级断层复杂化的呈北北东向展布的断层背斜带。本文系统分析了该带构造演化特征及原生油气成藏条件: 三叠纪末挤压隆起, 早中三叠世地层广遭剥蚀, 同时产生了兰聊断层, 在兰聊断层控制下, 在平构造带定型于燕山期(喜山期以整体抬升为主, 带内次级断层基本停止活动), 这对古生界烃源岩二次成烃与圈闭形成的时间配套条件较为有利。本区发育有下古生界开阔(局限)海暗色(泥)灰岩和上古生界煤系两套烃源岩, 下古生界顶风化壳作为良好储层, 构成了自生自储成藏组合, 油气远景的关键在于盖层, 该带 C-P 残留区油气勘探远景较好。

关键词 在平构造带 构造演化 二次成烃 油气勘探
第一作者简介 柳忠泉 男 33 岁 工程师 油气地质

在平构造带位于鲁西隆起的西北缘, 兰聊断层的上升盘, 属于鲁西隆起西北倾伏区的一部分; 它西邻临清坳陷的莘县凹陷, 东接寿张凹陷, 勘探面积约 500km² (图 1)。目前该区二维数字地震测网密度为 2.4km × 1.2km ~ 0.6km × 1.2km, 已钻探井 2 口 (聊古 1、聊 1), 煤孔 10 余口。

及多口煤孔钻探中煤层气显示活跃, 这些均预示着该区古生界原生油气良好的勘探前景。本文从区带的构造演化入手, 系统分析其油气成藏条件及富集规律, 对具有相似地质条件的鲁西隆起西北倾伏区乃至整个鲁西隆起区的勘探均具有十分重要的意义。

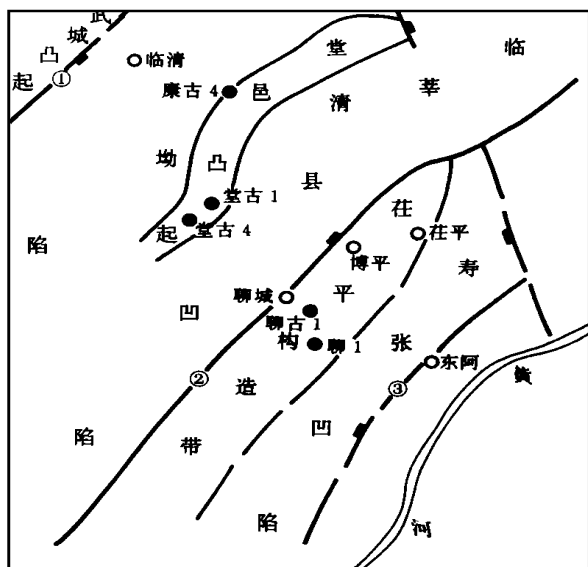


图 1 在平构造带构造位置图

Fig. 1 Location map of Chiping structural zone
武城断层, 兰聊断层, 东阿断层

1977 年完钻的聊古 1 井, 在明化镇组见到 2 层 4.5m 的油斑粉砂岩, 在奥陶系马家沟组灰岩中见到 10 层 5.7m 的油迹显示, 15 处荧光显示; 聊 1 井

1 构造演化史

早古生代以后的华北地台, 是一准平原化的地势低缓的陆地, 早古生代华北地台开始下沉, 海水主要从南方侵入西、南两侧(冯增昭等, 1990), 到馒头期才进入本区, 寒武纪接受了潮坪-局限台地相的陆源碎屑沉积和以海滩相及开阔海相为主的碳酸盐岩沉积, 至早奥陶世开始出现“面式”海退, 聊古 1 井揭示石膏岩层 5 层 5.5m, 说明本区该时期曾出现过蒸发台地环境; 早奥陶世未发生怀远运动, 使海水全部退出; 中奥陶世表现为一较完整的沉积旋回, 海进范围更大, 本区接受了一套以开阔海-局限海环境为主的碳酸盐岩沉积。

中奥陶世末期发生的加里东运动使本区整体抬升, 缺失上奥陶统-下石炭统沉积, 遭受了长达 1.3 × 10⁶a 的风化剥蚀和沉积间断。

中石炭世开始, 本区再次整体下沉接受沉积, 继而地壳大幅度频繁振荡, 海水时进时退, 沉积了 600 ~ 800m 的海陆交互相地层, 其中含煤层 15~25m, 暗色泥岩 150~300m, 石炭系底部铝土岩厚 9m (I₀₃孔揭示), 石炭系发育数层灰岩, 累计厚度 18m, 单层

最大厚度为 8.5m。

早中三叠世, 本区为华北大型内陆盆地的一部分, 发育了河湖相为主的陆源碎屑岩系。据邻区堂邑块凸上钻探的堂古 3 井揭示三叠系残存厚度 1134.5m (未钻穿), 以及本区煤样实测 R_o 值在 0.5% 左右, 可以推测本区中、下三叠统的原始沉积厚度在 1800m 左右。

晚三叠世, 随着兰聊断层的产生, 拉开了在平潜山带演化的序幕(图 2)。

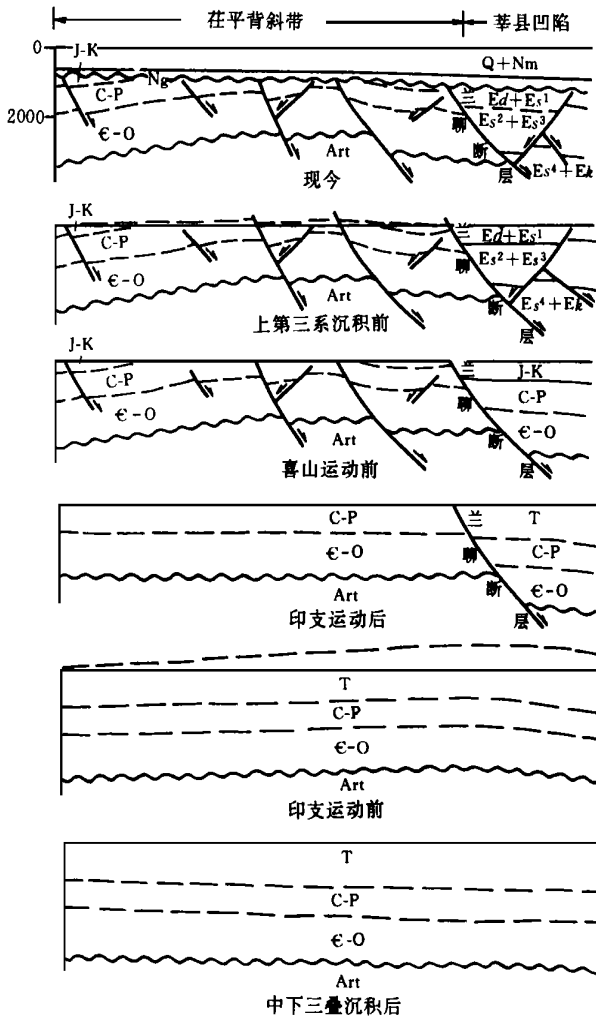


图 2 在平构造带构造发育剖面图

Fig. 2 Structural development in Chiping structural zone

1.1 挤压隆升阶段

印支期, 华北板块与扬子板块之间发生强烈的聚敛运动(徐嘉炜等, 1987), 受其影响, 本区褶皱隆升, 随着隆升的进一步加剧, 首先在其翼部产生了兰

聊断层, 受断层影响处于上升盘的在平构造带中下三叠统剥蚀殆尽, 且其高部位上古生界也遭受一定程度的剥蚀, 而位于断层下降盘的临清块坳区仍残留有 1134.5m 的中下三叠统, 该时期在平构造带已具雏形。

1.2 断层破碎阶段(侏罗纪- 早第三纪)

燕山期兰聊断层继续活动, 并控制了其下降盘中生代地层的沉积, 同时该断层又具有右旋平移性质, 控制了上升盘与之斜交的次级正断层的发育, 燕山晚期由于构造带内应力不均衡作用, 造成局部挤压环境, 形成褶皱和断层。该时期位于该带东部的东阿断层也剧烈活动, 使东阿和兰聊断层之间沉积了部分侏罗- 白垩纪地层, 靠近东阿断层附近(寿张块凹)沉积较厚, 向西减薄甚至缺失(或遭受剥蚀), 该时期是在平构造带发育重要时期, 大量次级断层的产生将该带进一步切割, 并控制了局部圈闭的发育, 构造带已基本定型。

早第三纪兰聊断层表现为强烈的差异升降运动, 相对上升的上升盘地层继续遭受剥蚀, 靠近兰聊断层部位剥蚀严重, 其中聊古 1 井区 C- P 已剥蚀殆尽; 同时寿张块凹区受东阿断层的影响, 地层保存较全, 且沉积了部分下第三系。

1.3 再次沉降阶段

晚第三纪- 第四纪, 随着岩石圈热松弛及重力均衡调整, 使渤海湾裂陷盆地整体下沉, 由于软流圈从更大范围内底辟上升, 引起沉降范围的增大, 并超越各断陷盆地, 因此位于盆地边缘的在平地区也沉积了部分上第三系- 第四系, 靠近兰聊断层附近沉积较厚(聊古 1 井揭示厚度 785m), 远离兰聊断层逐渐减薄。

2 古生界原生油气勘探前景

在平背斜带西邻莘县凹陷, 北接寿张凹陷, 整体处于“凹中之隆”的有利构造位置, 是油气运移的主要指向区, 具有较好的油气成藏条件, 具体表现在以下 4 个方面。

2.1 具有充足的烃源条件

2.1.1 下古生界开阔(局限)海相烃源岩

根据钻井及区域资料推测, 该带主要供烃区(莘县、寿张凹陷)下古生界暗色灰岩厚度一般为 200~400m, 泥灰岩为 60~ 80m, 其中中奥陶统暗色灰岩一般为 150~ 300m, 据邻区堂古 1、4 井和康古 1 井

中奥陶统 7 块样品的地化分析,其残余有机碳含量平均在 0.12% 以上,最高可达 0.17%,恢复后的有机碳含量平均在 0.36% 以上,属好生油岩范畴。结合岩相古地理分析成果,推测该带供烃区的有机地化指标会更好。另外据邻区(济阳拗陷)7 块样品干酪根镜下鉴定分析,样品中腐泥组、壳质组和惰质组均存在,另在一些样品中还见到海相镜质体,其中的腐泥组含量变化较大(7.3% ~ 89.3%),但总的以无定形腐泥组为多,推测其有机质应以富含脂类的低等菌藻为主,干酪根类型为 I - II₁ 型,因此处于相似古地理环境的本区,干酪根类型也应为 I - II₁ 型。

2.1.2 上古生界煤系源岩

上古生界煤系源岩在聊 1 井及多口煤孔中钻遇, I₀₃ 孔揭示地层厚度 234.0m (P_{1X} - P_{2Sh} 缺失),其中煤层 12 层共 18m,暗色泥岩厚 135.0m,烃源岩占地层厚度的 65% 左右,有机地化分析,煤的平均

有机碳含量为 59.42%,暗色泥岩为 1.83%,干酪根镜下鉴定为 III 型。

本区内 12 口钻孔中 56 个煤样显微组分分析结果(表 1)表明,煤中镜质组含量最高,一般为 63.60% ~ 73.36%,丝质组次之一,一般为 9.70% ~ 15.71%;半镜质组和壳质组含量较低,均为 5% ~ 8%,其中易于生气的壳质组和富氢镜质组的含量约占 45% ~ 62%,即占其总量的一半左右,生气潜力较大。

据济阳地区建立的 R_o -深度关系(向奎等, 1996)分析表明,莘县凹陷的古生界烃源岩已达成熟阶段,寿张凹陷已达成熟阶段,莘县凹陷内烃源岩二次成烃从 R_o 为 0.8% 开始,寿张凹陷从 R_o 为 0.5% 开始。按生聚法划分的有效供油气单元面积为 1800km²,经模拟测算,其生烃强度平均为 $40 \times 10^8 \text{m}^3/\text{km}^3$,最高可达 $60 \times 10^8 \text{m}^3/\text{km}^3$ 。

表 1 聊城含煤区煤样显微组分统计表

Table 1 The maceral statistics of coal-bearing area in Liaocheng

显微组分	亚组分	2 煤	3 煤	4 煤	5 煤	7 煤	8 煤	9 煤	10 煤
镜质组	基质镜质体	39.86	37.85	43.72	39.63	36.30	38.28	42.28	34.10
	结构镜质体	22.58	17.03	21.18	20.03	24.40	35.30	31.53	23.53
	均质镜质体	6.80	3.75	3.95	0.88	2.90	3.98	11.07	1.67
	团块镜质体	1.20	0.16	0.10	0.65	0.00	0.10	0.70	0.30
半镜质组	无结构半镜质体	4.06	9.36	3.42	8.55	5.20	3.23	2.08	9.27
	结构半镜质体	2.48	4.33	2.78	5.23	3.60	2.48	2.08	4.30
丝质组	丝质体	1.16	0.85	0.90	0.93	2.50	1.00	1.49	1.57
	半丝质体	6.18	8.45	5.77	10.05	10.80	4.25	3.11	9.10
	粗粒体	2.22	3.31	1.75	2.33	1.60	0.60	0.63	2.57
	微粒体	2.54	2.98	1.18	1.28	0.20	1.30	0.64	0.87
	惰屑体	5.20	3.52	1.87	2.60	1.60	2.55	1.80	1.60
壳质组	孢子体	2.48	2.92	6.37	4.68	3.20	3.68	1.12	4.80
	角质体	1.92	2.13	6.20	2.45	7.20	2.43	1.21	4.30
	树脂体	0.26	0.13	0.70	0.48	0.50	0.15	0.15	0.53
	木栓体	0.94	3.01	0.20	0.13	0.00	0.78	0.05	1.30

2.2 有利的储集条件

据钻井资料, 本区发育有孔隙型、溶蚀型和裂缝型 3 种基本类型的储层, 以及它们的复合型式。聊古 1 井揭示中奥陶统顶风化壳厚达 180m, 岩性、电性及孔洞缝发育特征与非风化壳有显著区别, 钻井中也出现了泥浆只进不出的现象, 测井解释 I 类储层(孔隙度 > 10%) 6 层共 84.0m。充分说明裂缝-溶蚀型储层的良好储集性能。

上述仅聊古 1 井区 5km² 区域长期裸露地表, 遭受风化淋滤作用时间长, 溶蚀强烈(加里东期风化壳, 经印支-喜山期改造), 而该带其它 C-P 覆盖区, 虽然不具备直接淋滤的条件(燕山、喜山期), 但处于优越的构造位置, 兰聊断层及带内次级断层的活动产生大量的裂缝系统构成了侧向径流的良好通道, 5km² 的“天窗”成为有利的地下水补给区, 因此在良好的供泄水条件下, 岩溶水交替条件好, 可产生大量溶蚀孔洞, 形成良好的储层, 这已为具有相似地质条件的义和庄潜山资料所证实。

2.3 良好的盖层及保存条件

该区主要目的层(奥陶系风化壳) 上有 50~600m 的 C-P 覆盖; 据多口煤孔资料, 该套盖层底部普遍发育一套铝土岩 (I₀₃ 揭示 9m), 可起到良好的直接封盖作用; 横向上风化壳通过断层与 C-P 下部地层接触; 另外控制圈闭的断层产生和结束的时间早(燕山期), 纵向上封闭性较好。

此外, 区域水动力保存条件也较好。据邻近的聊古 1 井奥陶系水分析资料, 总矿化度为 5138mg/L, 属 CaCl₂ 水型。鉴于聊古 1 井区下古生界暴露时间长, 淋滤作用较强, 推测 C-P 覆盖区水动力条件将变好, 矿化度将升高, 有利于油气的保存。

2.4 储盖组合好, 油气成藏时间配套条件有利

该带主要储盖组合为奥陶系风化壳储、上覆 C-P 盖的组合, 此外, 下古生界自生自储自盖型及上

古生界砂岩储、泥岩盖也是良好的组合类型。该构造带定型于燕山期, 而油气二次成烃及运移期发生在燕山期以后, 因此油气成藏在时间上配套。

2.5 圈闭条件有利

控制该带主要目的层的 T₁¹ 构造图(相当于奥陶系顶) 上发育一批大型圈闭, 总圈闭面积为 126.0km², 这些圈闭类型好(断背、断鼻), 圈闭面积大(16.0~32.0km²), 圈闭幅度适中(200~500m), 高点埋深浅(1050~1800m), 经圈闭法计算累计潜在资源量为 6250 × 10⁴t, 推测资源量为 8000 × 10⁴t, 具有较好的勘探前景。

3 结语

从目前资料分析, 鲁西隆起西北倾伏区(总面积约 5000km²) 均保存有不同厚度的石炭-二叠系, 可作为下古生界风化壳良好的区域性盖层, 它紧邻古生界二次生烃区(东濮凹陷、临清拗陷、济阳拗陷), 具有与茌平构造带相似的地质条件, 是潜山型和原生油气勘探的有利场所, 随着该带成藏条件及富集规律的研究与解剖, 将加快整个地区勘探研究步伐, 对具有相似地质条件的其它地区也具有重要的借鉴意义。

参 考 文 献

- 1 冯增昭等. 华北地区古生代岩相古地理. 北京: 地质出版社, 1990, 50~55
- 2 徐嘉炜, 刘德良. 中国东部中生代南北陆块的对接——论大别山碰撞带及其意义. 见: 中生代地质学术论文集. 北京: 地质出版社, 1987, 99~110
- 3 向奎, 闫书忠. 济阳拗陷煤型气源岩特征及资源前景. 石油勘探与开发, 1996, 23(5): 11~15

(收稿日期: 1998 年 6 月 29 日)

THE EXPLORATION POTENTIAL IN THE PALEOZOIC IN CHIPING STRUCTURAL ZONE

Liu Zhongquan Ji Xiaodong Pang Jiandong

(*Institute of Geological Science of Shengli Petroleum Administration, Dongying 257015*)

Abstract

Chiping structural zone is a north north-east trending fracture-anticline belt being complicated by secondary faults, which located in the center of the north west plunging area of Luxi uplift. The features of structural evolution and the conditions of hydrocarbon accumulation were systematically analysed in the paper. Due to compression and uplift at the end of the Triassic, the Lower and Middle Triassic sequences were widely eroded and Lanliao fault was formed simultaneously. Controlled by Lanliao fault, Chiping structure was finally formed during the Yanshanian period. It is favorable for matching of the secondary generation of the Paleozoic source rocks and the formation of traps. There are 2 sets of source rocks, i.e. the Lower Paleozoic open (limited) sea dark rocks and the Upper Paleozoic coal-bearing sequences. The weathering crust at the top of the Lower Paleozoic can act as reservoir. The key factor for formation of hydrocarbon pools is the seal. There are more potential for hydrocarbon exploration in the C-P residual area of the zone.

Key words structural evolution, load structure, secondary hydrocarbon generation, hydrocarbon exploration, Chiping structural zone

(上接 47 页)

PETROLEUM SYSTEMS AND EXPLORATION DIRECTION OF THE MANGYA DEPRESSION IN THE QADAM BASIN

Fan Lianshun Wang Mingru

(*Qinghai Bureau of Petroleum Administration, Dunhuang 736202*)

Abstract

The Mangya Depression in the western part of the Qaidam Basin is the major Tertiary hydrocarbon-producing area of the basin. There distributes the highest gas and oil fields above sea level in the world. It is a megadepression evolving from a Mesozoic back-arc paraforeland basin to a Cenozoic intermountain basin, and filled with large sets of argillaceous rock, calcareous mudstone, carbonate rock and clastic rock of saliniferous-semisaliferous environment under the semidry climate of inland lakes which form a set of giant-thick hydrocarbon source rock with two periods of hydrocarbon-expulsion peaks, two types of reservoir series as well as special capping and migration conditions. The different allocation of various oil-generating elements in time and space constructs the Mangya Depression a large scale of first-order petroleum system constituted by at least five second-order petroleum systems. Each second-order petroleum system shows multiple superposition and intersection in space, and connects continuously and develops layer by layer in time. By analyzing on the petroleum systems of the area, it is suggested that the exploration direction of the next step should be mainly deep targets, especially the three zones, the one slope and lithostratigraphic gas and oil pools.

Key words the Qaidam Basin, the Mangya Depression, petroleum systems