

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

## 四川盆地米仓山前陆冲断带成藏条件分析

吴世祥<sup>1,2)</sup>, 汤良杰<sup>1,2)</sup>, 马永生<sup>3)</sup>, 郭彤楼<sup>3)</sup>, 黄仁春<sup>4)</sup>, 程胜辉<sup>4)</sup>, 李儒峰<sup>1,2)</sup>, 陈梅涛<sup>1,2)</sup>

1) 中国石油大学盆地与油藏研究中心, 北京, 102249

2) 中国石油大学石油天然气成藏机理教育部重点实验室, 北京, 102249

3) 中石化股份有限公司南方勘探开发分公司, 昆明, 650200

4) 中石化股份有限公司南方勘探开发分公司研究院, 昆明, 650200

**内容提要:** 本文运用层序地层学、平衡剖面分析与缩短量计算和生烃史恢复等方法, 从区域构造分析和地震剖面解释入手, 通过野外地质调查、地震资料解释、典型剖面平衡剖面分析和缩短量计算, 结合成藏条件的分析和生烃史恢复, 探讨了米仓山前陆冲断带构造演化特征, 揭示该带的成藏条件和天然气富集特征。提出了米仓山演化模式, 认为米仓山前陆冲断带成藏条件优越, 可供钻探的圈闭发育, 天然气勘探潜力巨大, 储层、保存条件是成藏关键。其中, 二叠系为主要烃源岩, 二叠系生屑灰岩和飞仙关组鲕粒灰岩为主要储集层, 雷口坡组和嘉陵江组膏盐岩层为主要盖层。并且, 冲断带构造演化的时序性表现为由西向东变形强度、缩短量变小, 变形时间变晚, 同时前陆盆地的不同构造单元间的相互关系发生变化, 造成勘探目的层系、圈闭幅度、类型的相应变化。

**关键词:** 前陆盆地; 冲断带; 成藏条件; 构造演化; 米仓山

米仓山前陆盆地位于四川盆地北缘, 处于南秦岭与扬子板块的交接部位, 西与龙门山相接, 东与大巴山相连, 构造极其复杂。前人对东秦岭、南秦岭的构造演化、华北板块和扬子板块的相互关系研究较多(许志琴等, 1986; 张国伟等, 1995; 吉让寿等, 2004; 沈其韩等, 2005), 但针对米仓山研究相对较少, 且主要集中于对米仓山的变形与结构特征进行探讨(孙树林, 1994; 邓明森, 1997; 魏显贵等, 1997a, 1997b; 刘登忠等, 1997; 吴德超等, 1998; 杜思清等, 1998), 而针对前陆盆地含油气特征研究仍显不足。

而前陆盆地前陆冲断带蕴藏着丰富的油气资源, 潜力巨大, 在国内外油气勘探中越来越受到勘探家的重视(Beaumont, 1981; Allen et al., 1986, 1996; Jamison, 1987; Coleman, 1995; John et al., 1995; Decelles et al., 1996; 蔡立国等, 1996; 陈发景等, 1996; 杨明慧等, 2000; 贾承造等, 2000, 2003; 罗志立等, 2003)。尤其在塔里木库车前陆冲断带(卢华复等, 2000, 2003; 魏国齐等, 2000)和龙门山前陆冲断带(陈竹新等, 2005; 刘树根等, 2005)研究较为深入, 并取得很好的勘探成果。

米仓山前陆油气显示层段多, 钻获须家河组二一四段、嘉陵江组二段、飞仙关组二一三段、长兴组、茅口组等气藏, 展示了米仓山前陆盆地良好的天然气勘探前景。但除发现九龙山、河湾场两个小气田和川涪 82、射箭河含气构造外, 勘探程度仍然很低, 虽存在多套生储盖组合, 成藏研究却相对滞后。

因此, 本文试图运用层序地层学、平衡剖面分析和生烃史恢复等方法, 通过野外地质调查、地震资料解释、典型剖面平衡剖面分析和缩短量计算, 结合成藏条件的分析和生烃史恢复, 探讨米仓山前陆冲断带构造演化和成藏特征。

### 1 米仓山前陆盆地构造带划分

米仓山构造带主体走向近东西, 其西接龙门山造山带, 东接大巴山构造带(图 1), 北为汉南推覆隆起带, 以前震旦岩浆岩和变质岩出露为主。纵向上米仓山构造带可清晰分出结晶基底、变质基底和震旦系一侏罗系盖层。平面上由北向南, 可分为米仓山基底冲断推覆构造带和米仓山前陆盆地。

其中, 米仓山前陆盆地又可以划分为米仓山前

注: 本文为国家“973”重点基础研究发展规划项目(编号 2005CB422100、G19990433)、国家自然科学基金项目(编号 40472107)和中国石油化工股份有限公司南方勘探开发分公司项目(编号 2003-04)资助的成果。

收稿日期: 2005-11-14; 改回日期: 2005-12-15; 责任编辑: 周健。

作者简介: 吴世祥, 男, 1969年生, 高级工程师, 博士后, 石油地质专业。主要从事石油天然气地质和成藏研究。通讯地址: 102249, 北京昌平区, 中国石油大学盆地与油藏研究中心; Email: wushx04@163.com。

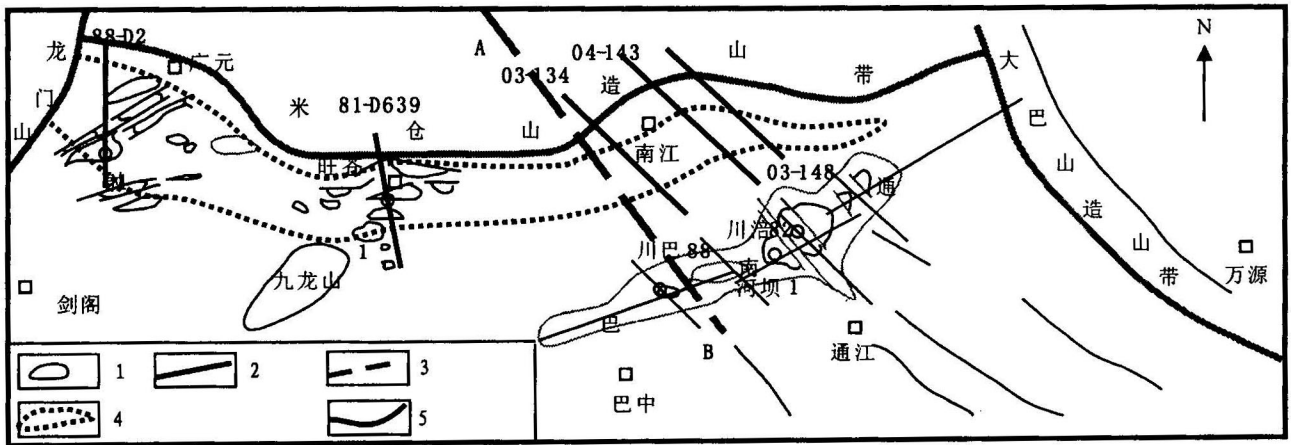


图1 米仓山前陆盆地周边构造示意图

Fig. 1 The tectonic environment of Micangshan foreland basin

1—圈闭; 2—地震测线; 3—剖面位置; 4—叠瓦状冲段带; 5—造山带边界

1—Traps; 2—seismic line; 3—section; 4—imbricate fault blocks; 5—orogenic margin

陆冲断带、前陆凹陷带和前陆隆起构造带(图2)。

(1)米仓山前陆冲断带:位于米仓山基底冲断推覆带的南缘,地表出露侏罗系—三叠系。地震剖面上雷口坡组以上地层表现为单斜,向盆地倾斜,发育少量断层,断层向下断至嘉陵江组;下层构造断层发育,以发育一系列由北向南逆冲的叠瓦状冲断块为特征,断面北倾,断层向上终止于嘉陵江组顶部膏盐岩层系中,向下切穿下三叠统、二叠系、志留系,甚至更老的地层。向盆地方向构造规模变小、断层切穿层位变少,向下消失于志留系。从沉积充填特征上看,整体上以志留系和上三叠统须家河组为界分为三个层系,下部层系为陆棚相海相碎屑岩沉积(志留系);中部层系为台地相碳酸盐岩夹膏盐沉积(二叠系—中三叠统),上部层系为陆相碎屑岩沉积(上三叠统—侏罗系)。

(2)米仓山前陆凹陷带:为一个平行米仓山走向的地表为白垩系覆盖的西宽东窄的狭长构造带,剖面上位于前陆冲断带的向盆地一侧,向南与隆起带过渡。平面上在九龙山至通南巴地区比较清楚,在东

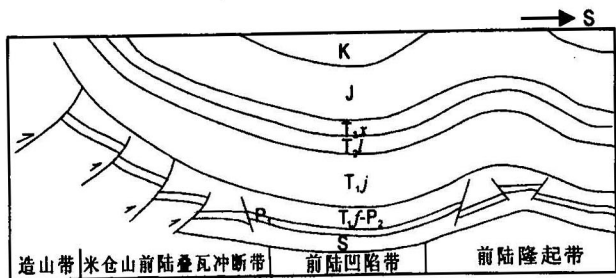


图2 米仓山前陆盆地南北向剖面示意图

Fig. 2 The concept section mode of Micangshan foreland basin

西两端受大巴山、龙门山的叠加改造构造复杂化,凹陷显示不明显。

(3)米仓山前陆隆起带:位于凹陷带南部,地表为侏罗系覆盖,以通南巴背斜、九龙山隆起带为代表。由于受多个造山带的叠加影响,隆起带呈北东向,与东西走向的米仓山存在一个夹角。

## 2 前陆冲断带构造演化

米仓山前陆盆地在漫长的地质历史演化中,经历了多期板块的拼合与碰撞等复杂的造陆与造山运动。其中,以印支、燕山、喜马拉雅运动与成藏关系最为密切。

通过最新采集的米仓山中东段地震资料平衡剖面分析(Jamison, 1987; Woodward et al., 1989)与对比研究表明(图3),海西期该区以升降运动为主,未见水平挤压变形。

印支早期,由于华北与扬子板块碰撞,米仓山开始隆升,地层发生变形,形成一系列的叠瓦逆冲构造。平面上,由骨干剖面地层缩短量随时间变化图可见(图4),飞四段沉积期位于西部的134线缩短量最大,向东依次是143、148线,到嘉五段沉积期末构造运动趋缓,134和143线缩短趋于稳定,而148线缩短量达最大,到晚三叠世以后各构造层变形趋缓。可见,由西向东变形强度、缩短量变小,变形时间变晚。

印支中、晚期,随着米仓山继续隆升,靠近前缘隆起地区地层也随之抬升,地层减薄,形成的构造幅度增大。

燕山期,由于板块挤压作用,米仓山及其前缘继

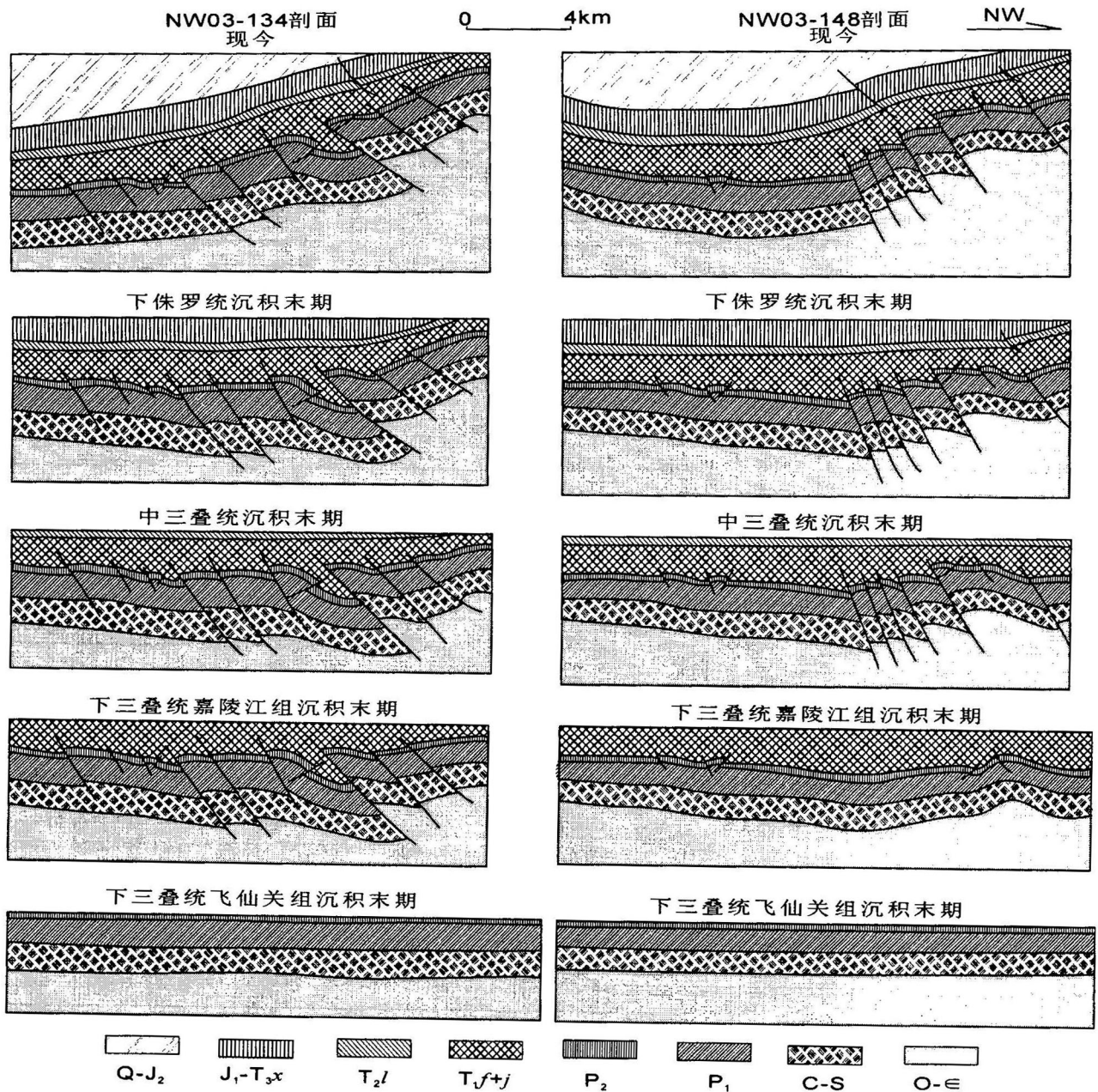


图 3 TNB-NW03-134/148 测线构造演化史对比图

Fig. 3 The contrast of tectonic evolution between 134 and 148 sections

续受到挤压抬升，地层遭受剥蚀。前期变形被改造，构造幅度加大，地层南倾，并且在膏盐层上部形成了一些断裂。

喜马拉雅期，冲断作用继续加强，单斜形态定型。

地震剖面上嘉陵江组顶部削截、顶超特征明显，反映为一个大的不整合面。雷口坡组顶部在地震剖面上不整合显示不清，未见明显削截、顶超、上超等特征，并且剖面上区内厚度稳定，未卷入下部层系的变形。由此，结合平衡剖面分析结果，我们认为早三

叠世末也是米仓山前冲断带关键构造变革期之一，变形时间向盆地内变晚，主要在中三叠世末。

### 3 成藏条件

#### 3.1 烃源岩条件

根据广元射箭河、河湾场构造和旺苍张家扁、九龙山等构造钻探成果和旺苍地面露头资料分析(蔡开平等, 2003), 二叠系和下三叠统气藏的烃源主要来自二叠系深色碳酸盐岩、黑色泥岩、硅质泥岩等。而中、下志留统的灰绿、黄绿色页岩和下寒武统的灰

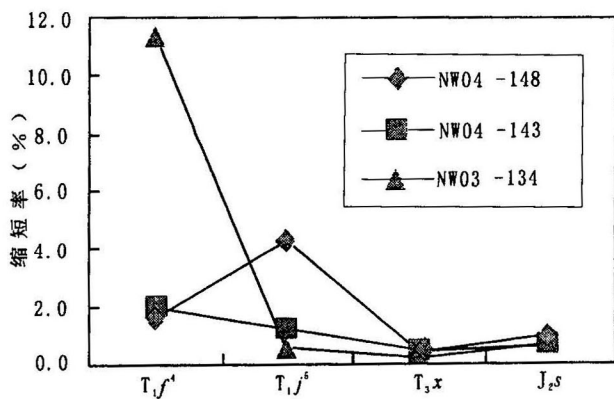


图4 米仓山前骨干测线缩短率对比图

Fig. 4 The ratio of shorten length in the strata along Micang Mountain

一灰黑色泥岩、碳酸盐岩、硅质岩等也可能是其补充烃源(韩应钧等,2002)。

其中,下寒武统厚 1000 余米,为停滞缺氧盆地至浅海陆棚环境沉积,烃源岩为灰、灰黑色泥质岩和碳酸盐岩及硅质岩,厚度 200m 以上,有机碳含量 0.11%~0.86%,干酪根类型为腐泥型,生烃强度  $42 \times 10^8 \sim 80 \times 10^8 \text{m}^3/\text{km}^2$ ,开始生油期为奥陶纪一志留纪,生油高峰期在二叠纪以前,侏罗纪前为湿气阶段,侏罗纪一白垩纪进入干气阶段。

志留系厚度 670~1000m 以上,主要为陆棚相

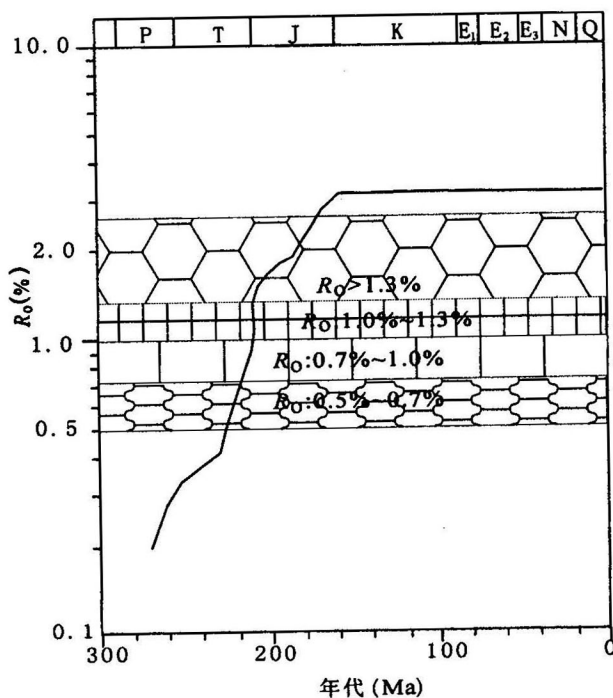


图5 扁1井二叠系烃源岩演化史图

Fig. 5 The Permian source rock evolution of well Bian-1

沉积的泥岩、碳酸盐岩,生油岩平均厚 500m 以上,有机碳含量 0.2%~1.1%,干酪根类型以腐植型为主。生烃强度  $15 \times 10^8 \sim 25 \times 10^8 \text{m}^3/\text{km}^2$ ,以龙 1 井推算二叠纪末达生油高峰期,中侏罗世末达湿气阶段,晚侏罗世末进入干气阶段。

二叠系深灰、黑灰色灰岩烃源岩厚 270m 以上,黑色泥质岩厚达 40m。有机碳含量 1.08%~3.29%,干酪根主要为腐泥型,二叠系总生烃强度达  $20 \times 10^8 \sim 100 \times 10^8 \text{m}^3/\text{km}^2$ 。

扁 1 井二叠系烃源岩的演化史(图 5)表明,二叠系烃源岩于中三叠世进入生油门限,晚三叠世进入生油高峰期,早侏罗世开始进入湿气及干气生成期。因此现今烃源岩处于过成熟阶段决定了川西北部地区以干气为主。

### 3.2 储集层

通过野外地质调查、钻井揭示,二叠系生屑灰岩和飞仙关组鲕粒灰岩为研究区内主要储集层。

其中,茅口组储集岩主要为分布于上部的深灰、浅灰色藻屑、生屑亮晶灰岩,以质纯、生物含量高、泥质含量低(小于 3%)为特征。基质孔隙度 0.1%~2.7%,缝洞、裂缝网络发育带可达 6.87%~11.07%,渗透率可达  $1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  以上。在河 2 井、河 3 井、河 4 井及龙 4 井、关基井获工业气流。

长兴组(吴家坪组)岩性为深灰色含燧石结核的生屑灰岩,裂缝发育,含燧石灰岩储层物性远高于纯灰岩段。岩心基质的孔隙度 0.15%~2.03%,燧石灰岩段可达 5.11%~11.61%,渗透率可达  $2 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。河 1 井、河 3 井获工业气流。

飞仙关组二段薄板状灰岩,局部白云化作用强,白云石含量达 20%~61%。储层除其晶间孔隙外,层间缝和垂直、斜交缝形成的裂缝系统大大改善了储集性。扁 1 井在飞仙关组二段下部取心 6.16m,基质孔隙度 0.22%~0.53%。河 14 井、射 1 井获工业气流,扁 1 井气显示良好。飞仙关组三段灰色鲕粒灰岩,发育鲕内溶孔和粒间溶孔,面孔率一般 0.5%~3.0%,少数达 5%~10%,岩石基质孔隙度 0.32%~7.45%,渗透率  $5.71 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  以下,在裂缝的配置下储集条件良好,在区域上与川东北飞仙关鲕滩有可比性(杨雨等,2002;魏国齐等,2004)。其中,带内扁 1 井钻经飞仙关组时发生 3 次井漏、3 次井涌和 2 次气侵,表明其储集性能良好,在二叠系茅口组顶部岩心(36.8m)中见溶洞(缝)72 个,缝洞孔隙度占总孔隙度的 18.12%~48.96%,构造缝平均 1.36~2.41 条/m。因压力太高未测试。

### 3.3 盖层

区内发育陆相泥质岩和海相泥质岩、膏盐岩三类盖层。

其中,陆相泥质盖层主要发育于须家河组及其以上的陆相泥质岩,厚度较大,具有一定的封闭保存能力。

海相泥质岩盖层主要有梁山组、吴家坪组以及下三叠统的飞四段,海相泥质盖层与陆相泥质盖层相比,其封盖条件较差,主要表现在盖层厚度薄、分布不均、泥质含量较低等。

海相膏盐岩盖层主要发育于雷口坡组和嘉陵江组,其中,嘉四段最重要,具有总厚度大、单层厚度大、硬石膏及岩盐厚度稳定、对比性好、连续性好的特点。其次是嘉二段,虽厚度及单层厚度不如嘉四段,但同样具有层位稳定、对比性好、连续性好的特点;雷口坡组也是一个重要的膏盐岩发育层段,虽总厚度较大,但较分散,因而层数多,单层厚度小,横向可对比性相对较差。

### 3.4 圈闭条件

新一轮地震资料揭示,该区构造圈闭发育。其中,旺苍地区地震勘探发现二叠系一下古生界构造圈闭共 15 个(图 6),其中有 6 个构造规模相对较大,为塌洞坪、赵家山、张家扁、龙凤场潜伏构造和黄洋场、米家山潜伏断块构造。这些构造褶皱适中,隆起幅度较大,构造间均有向斜相隔,断层落差多在 300~500m,向上消失于下三叠统,向下消失于下二叠统以下,对改善储层和沟通深部烃源起到重要作用。

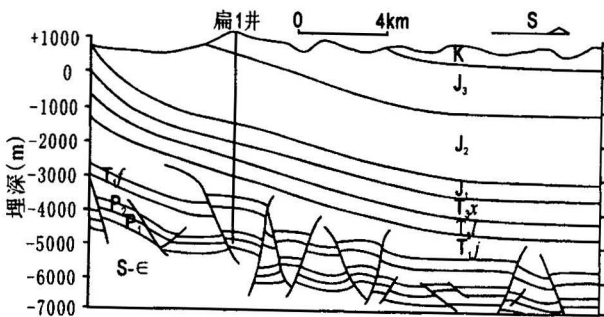


图 6 旺苍 81-D639 测线地震地质解释剖面图  
Fig. 6 The interpreted seismic section of 81-D639

南江地区地震剖面,如 TNB-NW-134、143、148 等测线,揭示冲断带内叠瓦状断块、断背斜等构造圈闭发育,平行米仓山造山带呈带状分布。平面上,冲断带宽度由西向东变窄,在黑池梁地区冲断带与前陆隆起带相互叠加,形成叠隆起(图 7)。

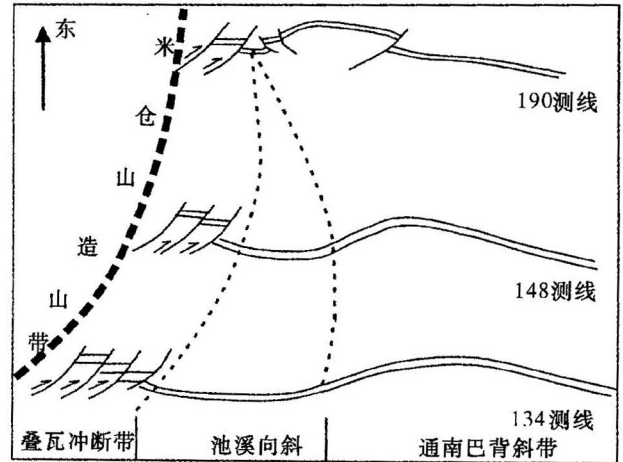


图 7 米仓山前陆盆地东段构造带展布平面示意图  
Fig. 7 The distribution of structure belts in the east segment of Micangshan foreland basin

### 3.5 匹配条件与成藏特征

构造带浅层下三叠统一侏罗系构造形态简单,为单斜构造;中深层断层发育,呈叠瓦状排列,构造圈闭发育。且圈闭形成时间早,嘉陵江组沉积末期基本形成,以志留系一二叠系一下三叠统叠瓦状断块和反冲背斜为主,同时可能发育礁、滩岩性-构造复合圈闭。发育的断层可以沟通下部寒武系、志留系和二叠系气源,且断层向上未切穿下三叠统膏岩层,保存条件普遍较好,因此,有利早期聚集油气(吴世祥等,2005)。而作为成藏主控因素的储层条件在该区亦较发育,有二叠系栖霞组一茅口组灰岩、长兴组礁和下三叠统飞仙关组鲕滩储层。其中,南江以东至两河口段长兴组和飞仙关组的白云岩化程度较高,据地震储层预测结果其可能发育鲕粒白云岩,储层发育,物性较好。

基于前述的冲断带构造演化的时序性推测,由北向南、由西向东随圈闭的形成时间变晚,成藏序列也可能逐渐变新。从已经发现的油气分布来看亦得到一定的启示,最西部发现有二叠系的河湾场气田、向东依次为二叠系一三叠系九龙山气田、扁 1 井、川涪 82 井一河坝 1 井嘉陵江组含气构造,再向东的大巴山前已发现渡口河等侏罗系含气构造。

其中,河湾场气田烃源层主要是二叠系,中、下志留统和下寒武统暗色碳酸盐岩、泥页岩;储层包括奥陶系和二叠系裂缝性灰岩;盖层主要有梁山组、吴家坪组泥岩、灰岩和嘉陵江组膏岩。

九龙山气田烃源层主要是二叠系暗色碳酸盐

岩、泥页岩和须家河组含煤系泥页岩;储层包括二叠系裂缝性灰岩和上三叠统砂岩;盖层主要为嘉陵江组、雷口坡组膏岩和须家河组一侏罗系泥岩。

川涪82井一河坝1井含气构造烃源层主要是二叠系碳酸盐岩、泥页岩;储层包括飞仙关组鲕粒灰岩和嘉陵江组灰岩、白云岩;盖层主要为嘉陵江组、雷口坡组膏岩和须家河组一侏罗系泥岩。

#### 4 结论

(1)从区域构造演化、平衡剖面分析与对比和地层缩短量计算表明,冲断带构造演化的时序性表现为由西向东变形强度、缩短量变小,变形时间变晚。

(2)该带成藏条件优越,天然气勘探潜力巨大。二叠系为主要烃源岩,其次为下志留统、下寒武统;二叠系生屑灰岩和飞仙关组鲕粒灰岩为主要储集层;雷口坡组和嘉陵江组膏盐岩层为主要盖层。

(3)可供钻探圈闭发育,以构造圈闭为主。以二叠系一下三叠统叠瓦状断块和反冲背斜为代表,同时可能发育礁、滩岩性-构造复合圈闭。平行米仓山造山带呈带状展布。

(4)储层、保存条件是关键。该带成藏和高产的主控因素是储层物性和裂缝发育程度。而靠近造山带受多期、多组断裂的影响,地下水活跃,可能导致部分构造圈闭保存条件受破坏,需加强评价研究。

致谢:在本文的研究工作中得到了中国石化股份有限公司勘探开发研究院金之钧教授、中国地质大学刘和甫教授、中国石油勘探开发研究院张光亚博士的悉心指导和帮助,在此一并致谢!

#### 参 考 文 献

- 蔡开平,王应蓉,杨跃明,等. 2003. 川西北广旺地区二、三叠系烃源岩评价及气源初探. 天然气工业, 23(2): 10~15.
- 蔡立国,刘和甫. 1996. 扬子周缘前陆盆地演化及类型. 地球科学, 21(4): 433~440.
- 陈发景,汪新文,张光亚,等. 1996. 中国中、新生代前陆盆地的构造特征和地球动力学. 地球科学, 21(4): 366~371.
- 陈竹新,贾东,张医,等. 2005. 龙门山前陆褶皱冲断带的平衡剖面分析. 地质学报, 79(1): 38~45.
- 邓明森. 1997. 米仓山区盖层褶皱构造变形分析. 矿物岩石, 17(增刊): 132~142.
- 杜思清,魏显贵,刘援朝,等. 1998. 汉南一米仓山区叠加东西向隆拗的北东向推覆构造. 成都理工学院学报, 25(3): 369~374.
- 韩应钧,丁玉兰. 2002. 龙门山、米仓山、大巴山及其前缘带石油天然气远景预测. 天然气勘探与开发, 25(1): 19~23.
- 吉让寿,高长林,秦德余. 2004. 华北与扬子两板块的拼贴方式与扬子北缘古生代盆地应变特征. 石油实验地质, 26(2): 143~152.
- 贾承造,何登发,雷振宇,等. 2000. 前陆冲断带油气勘探. 北京: 石油工业出版社.
- 贾承造,魏国齐,李本亮,等. 2003. 中国中西部两期前陆盆地的形成及其控气作用. 石油学报, 24(2): 13~17.
- 刘登忠,魏显贵,杜思清,等. 1997. 米仓山西段地质研究新进展. 矿物岩石, 17(增): 1~8.
- 刘树根,李国蓉,李巨初,等. 2005. 川西前陆盆地流体的跨层流动和天然气爆发式成藏. 地质学报, 79(5): 690~694.
- 卢华复,陈楚铭,刘志宏,等. 2000. 库车再生前陆逆冲带的构造特征与成因. 石油学报, 21(3): 19~24.
- 卢华复,贾承造. 2003. 库车-柯坪再生前陆冲断带构造. 北京: 科学出版社, 76~101.
- 罗志立,刘树根,雍自权,等. 2003. 中国陆内俯冲观的形成和发展. 新疆石油地质, (1): 1~7.
- 沈其韩,耿元生,宋彪,等. 2005. 华北和扬子陆块及秦岭-大别造山带地表和深部太古界基底的新信息. 地质学报, 79(5): 616~620.
- 孙树林. 1994. 米仓山及其南缘薄皮构造初步研究. 河海大学学报, (1): 53~57.
- 魏国齐,贾承造,施央申,等. 2000. 塔里木新生代复合再生前陆盆地构造特征与油气. 地质学报, 74(2): 123~133.
- 魏国齐,陈更生,杨威,等. 2004. 川北下三叠统飞仙关组“槽台”沉积体系及演化. 沉积学报, 22(2): 254~260.
- 魏显贵,杜思清,刘援朝,等. 1997a. 米仓山推覆构造的结构样式及演化特征. 矿物岩石, 17(增刊): 114~122.
- 魏显贵,杜思清,何政伟,等. 1997b. 米仓山地区构造演化. 矿物岩石, 17(增刊): 107~113.
- 吴德超,魏显贵,杜思清,等. 1998. 米仓山叠加型推覆构造几何结构及演化. 矿物岩石, 18(增刊): 16~20.
- 吴世祥,金之钧,汤良杰,等. 2005. 米仓山与大巴山交汇区构造分区与油气分布. 石油与天然气地质, 26(3): 361~365.
- 许志琴,卢一伦,汤耀庆,等. 1986. 东秦岭造山带的变形特征及构造演化. 地质学报, (3): 237~247.
- 杨明慧,刘池洋. 2000. 中国中西部前陆盆地特征及含油气性. 石油与天然气地质, 21(1): 46~49.
- 杨雨,文应初. 2002. 川东北开江一梁平海槽发育对  $T_1f$  鲕粒岩分布的预测. 天然气工业, 22(增刊): 30~32.
- 张国伟,孟庆任,赖绍聪. 1995. 秦岭造山带的结构构造. 中国科学(B辑), 25(9): 994~1003.
- Allen P A, Homewood P. 1986. Foreland Basin. Oxford, Blackwell; Scientific Publications, 3~14.
- Allen P A, Homewood P, Williams G D, 1996. Foreland Basin; an introduction. In: Allen P A, Homewood P, ed. Foreland Basins. Spec. Pub. Int. Assoc. Sedimental & Blackwell Scientific, Oxford, 1~20.
- Beaumont C. 1981. Foreland Basins. Geophys. J. R. Astr. Soc., 65: 291~329.
- Coleman J. 1995. Comparative analysis of exploration potential for the world's thrust belts and forland basin. AAPG Bull., 79(8): 1204~1208.
- Decelles G, Giles K A. 1996. Foreland Basin Systems. Basin Research, 8: 105~123.
- Jamison W R. 1987. Geometric analysis of fold development in overthrust terranes. Journal of Structural Geology, 9: 207~219.
- John C, Van Wagoner. 1995. Overview of Sequence Stratigraphy of Foreland Basin Deposits; Terminology. Summary of Papers, and Glossary of Sequence Stratigraphy, Sequence Stratigraphy of Foreland Basin Deposits. AAPG Memoir 64, 1~20.
- Woodward N N, Boyer S E, Suppe J. 1989. Balanced Geological Cross-Section; an Essential Technique in Geological Research and Exploration. American Geophysical Union.

## Analysis of Pool-Forming Factors of the Micangshan Thrust Belt in the Sichuan Basin

WU Shixiang<sup>1,2)</sup>, TANG Liangjie<sup>1,2)</sup>, MA Yongsheng<sup>3)</sup>, GUO Tonglou<sup>3)</sup>, HUANG Renchun<sup>4)</sup>,  
CHENG Shenghui<sup>4)</sup>, LI Rufeng<sup>1,2)</sup>, CHEN Meitao<sup>1,2)</sup>

1) *Basin & Reservoir Research Center, China University of Petroleum, Beijing, 102249;* 2) *Key Laboratory of Education Ministry for Hydrocarbon Accumulation Mechanism, China University of Petroleum, Beijing, 102249;*  
3) *Southern Exploration & Development Company, SINOPEC, Kunming, 650200;* 4) *Research Institute of Southern Exploration & Development Company, SINOPEC, Kunming, 650200*

### Abstract

Foreland basins are one kind of petroleum enrichment basins all over the world. The Sichuan Basin is located in the southwest of China, and on the northern margin of the basin three foreland basins are well developed. Of the three foreland basins, the Micangshan foreland basin is between the Longmen Mountains and the Daba Mountains, which is more poorly developed. With only two small gas fields, the Jiulongshan and Hewanchang gas fields, and Chuanfu 82 and Shejianhe gas-enriched traps have been found in the basin. According to recent seismic survey data along the mountain, many structure traps have been found in the thrust belts in the area, but the key factors in gas pools formation need to be studied. Based on sequence stratigraphy, balanced section analysis, calculation of shorten amount of strata, petroleum generation modeling techniques, in combination of synthetic study of pool forming factors, the paper studies the evolution features of the thrust belt and proposes an evolution mode of Micang Mountain, which indicates that the thrust belt began to evolve from west to east, and the distortion intensity, shortening amount became less from west to east with the evolution. According to systemic studies, the paper points out that the pool-forming factors are good, traps are well developed and there is a huge gas potential in the thrust belt. Reservoirs and conservation conditions are the key factors of the formation of pools. The main gas generation layer is Permian rocks. Permian biologic clastic limestone and Triassic oolite are the best reservoirs and the main cover strata are salt rocks in the Leikoupo and Jialingjiang Formations of Triassic.

**Key words:** foreland basin; thrust belts; the factors of pool-forming; tectonic evolution; Micang Mountain