

文章编号:1004-7824(1999)06-0001-08

楚雄前陆盆地逆冲带的油气潜力

尹福光, 许效松, 万 方, 谭富文

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要:楚雄盆地位于云南省的中部,为一中生代的前陆盆地,其沉积可划分为前陆复理石和前陆磨拉石两个阶段。前陆复理石为一套半饥饿状态下的灰色/深灰色薄层状粉砂质泥岩、泥质粉砂岩组合,夹泥灰岩,含有大量的有机质,为重要的烃源岩;前陆磨拉石为三角洲相—滨岸相的砂岩,为油气的储集砂体。盆地被渔泡江—三街推覆断裂切割成两部分:西部为推覆体,东部为原形盆地。逆冲推覆体由根带、主逆冲带和逆冲传播前缘带三部分组成。逆冲作用始于中三叠世拉丁期,以前置的方式向扬子克拉通推覆,形成有断弯褶皱圈闭、断展褶皱圈闭、台阶状逆冲断层—岩性圈闭、基底折离圈闭和推覆带前缘传播消减带褶皱圈闭等多种类型。因而盆地逆冲带的演化对油气的聚集具有巨大的促进作用,因而在推覆体上寻找油气具有较好的潜力。

关 键 词:前陆盆地;逆冲带;油气潜力

中图分类号:TE121.1 **文献标识码:**A

自 70 年代中期以来,前陆盆地邻造山带一侧的“薄皮”逆掩断层带内发现了较多的油气藏。典型的逆掩断层带的油气发现于美国西部落基山逆掩断层带、东部的阿巴拉契亚逆掩断层和加拿大落基山逆掩断层带内^[1~4]。诸多油气的发现于 70 年代中期至 80 年代初在世界范围内引起过一次逆掩断层带勘探热。因而对前陆盆地逆冲带的形成、演化及其构造样式,以及形成油气的圈闭类型作了深入的研究。传统的前陆盆地研究把前陆盆地逆冲带的形成方式分为前置式和后置式两种。Allen 等(1983)^[1]从造山带核向盆地方向分为两个带:首先是造山核心的基底隆起,称“厚皮”构造区;然后向盆地方向变为一系列由沉积层系组成的逆掩断层,称“薄皮”构造区。Boyer 等(1982)从前陆往造山带依次分为 5 个带:位于前陆变形盖层和主逆冲断层之间的为盖层冲断带;全部作背负运动、前导叠瓦扇的为主冲断带;盖层与前陆基底共同卷入的为双冲体带;以及前陆基底双冲体带和根带^[5~7]。楚雄前陆盆地的逆冲带由根带、主逆冲带和逆冲传播前缘带组成,构成了台阶状逆掩断层前缘断弯褶皱圈闭和断展褶皱、台阶状逆冲断层及岩性圈闭、推覆带前缘传播消减带圈闭等多种圈闭类型,为一个有巨大潜力的寻找油气远景地区^[8~13]。

收稿日期:1999-10-26

基金项目:中国石油天然气总公司楚雄盆地中生界层序地层研究及油气远景评价项目

作者简介:尹福光,男,34 岁,硕士,副研究员,主要从事沉积学研究

1 地质背景

楚雄盆地为一个中生代的前陆盆地,其周边均受断裂带挟持,东以绿汁江断裂、易门断裂和普渡河断裂为界,西临程海断裂和哀牢山断裂。晚三叠世楚雄盆地埋藏后经后期的构造活动,盆地内部的西侧被渔泡江-三街逆掩断裂所切,将其分割为西部的推覆体和东部的原形盆地两部分(图1)。原形盆地被前隆隔立成前渊盆地和隆后盆地。其沉积发育包括前陆复理石阶段和前陆磨拉石阶段。前陆复理石阶段沉积只有西部推覆体上才有出露,以云南驿组和罗家大山组沉积为代表。磨拉石阶段在盆地西部为花果山组和白土田组沉积,盆

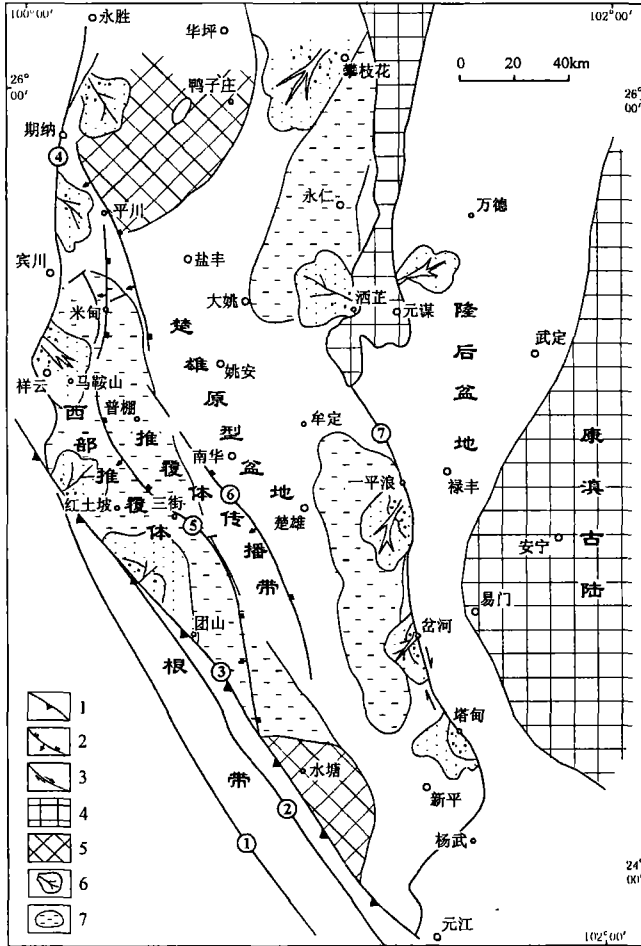


图1 楚雄盆地边界及构造分区

1. 板块边界;2. 逆冲断裂;3. 走滑断裂;4. 前寒武纪基底;5. 古生代基底;6. 三角洲、冲积扇;7. 生油凹陷。

①阿墨江断裂;②哀牢山断裂;③红河断裂;④程海断裂;⑤三街-渔泡江断裂;⑥沙桥断裂;⑦绿汁江断裂

Fig.1 The extent and tectonic division of the Chuxiong Basin in Yunnan

1 = plate boundary; 2 = thrust fault; 3 = strike-slip fault; 4 = Precambrian basement;

5 = Palaeozoic basement; 6 = delta and alluvial fan; 7 = depression

① = Amojiang fault; ② = Ailaoshan fault; ③ = Honghe fault; ④ = Chenghai fault;

⑤ = Sanjie - Yupaojiang fault; ⑥ = Shaqiao fault; ⑦ = Luzhijiang fault

地东部为普家村组、干海子组和舍资组沉积^[14,15](图 2)。

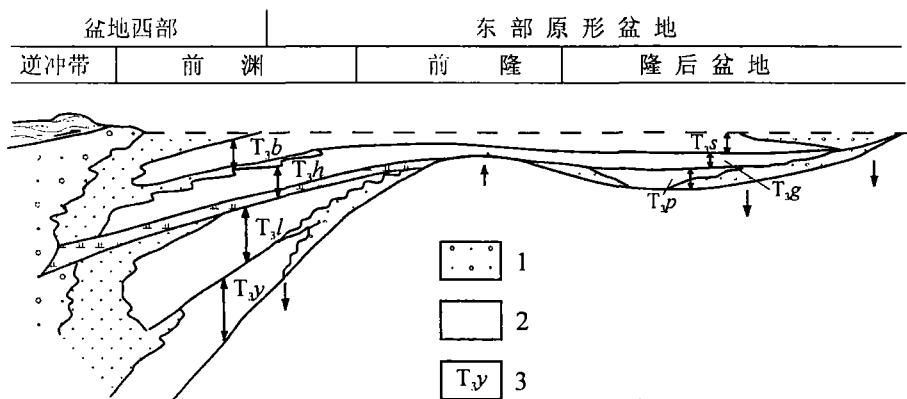


图 2 楚雄盆地沉积层序的充填格架

1. 储集砂体; 2. 生油层; 3. 地层代号

Fig.2 The stacking patterns of the depositional sequences in the Chuxiong Basin, Yunnan

1 = reservoir sandstone; 2 = source rock; 3 = stratigraphic code

1.1 地层及沉积特征

1. 楚雄盆地推覆体(盆地西部)

盆地西部地层出露于祥云马鞍山、米甸和白土田等地,自下而上分为云南驿组、罗家大山组、花果山组和白土田组。

云南驿组(T_{3y}) 该组出露厚度大于 1200m,其岩性分为上、下两段,下段下部为碳酸盐岩,发育纹层状泥晶灰岩和白云岩化藻纹层灰岩、砂屑灰岩,后者夹于纹层状泥晶灰岩之中;下段上部为角砾状灰岩与钙质泥岩混生。上段为泥岩段,以水平纹层状的灰色泥岩、粉砂质泥岩为主,夹细砂岩、薄层透镜体泥晶灰岩。

罗家大山组(T_{3l}) 该组主要分布在祥云罗家大山至弥渡德直一带,沉积地层的厚度约 2456.9m,岩性由两段组成。一段为火山岩、火山浊积岩和火山碎屑浊积岩;二段以深灰/灰色泥岩为主,夹细砂岩、粉砂岩及中粒砂岩和砾岩楔形体。砂岩多为中薄层状,砾石以火山岩为主。

花果山组(T_{3h}) 该组为海陆交互相陆源碎屑含煤沉积,厚 715.61m。底部有滨岸相砾岩、砂岩与罗家大山组二段的底部浅海相砂岩、泥岩形成成分界面,其岩性、岩相稳定。

白土田组(T_{3b}) 该组可划分为上、下两段,下段出露厚度为 333.1m,底部有厚 5m 的细中粒砾岩,与下伏花果山组形成强烈的冲刷侵蚀界面。其特征是普遍夹有劣质煤层,局部可采。上段厚 521m,底部为厚层块状中细粒长石石英砂岩夹多层砾质粗砂岩。

2. 楚雄原形盆地区(盆地东部)

上三叠统较连续,自下而上为普家村组、干海子组和舍资组。

普家村组(T_{3p}) 该组岩性为灰色粗细粒长石石英砂岩。下部为黑色泥岩,碳质泥岩夹砾岩和中细粒砂岩,底部有砂砾岩。

干海子组(T_{3g}) 该组主要为三角洲相的中细粒砂岩、粉砂质泥岩。下部为细砾岩、砾质粗砂岩夹泥岩、粉砂和煤,有半咸水双壳类化石组合。

舍资组(T_3s) 该组下部为灰色细中粒岩屑长石石英砂岩夹粉砂岩和泥岩;上部为深灰色粉砂岩、泥页岩。

1.2 前陆盆地的生油特征

前陆盆地的油气潜力主要取决于早期被动边缘前渊沉积的发育及保存条件,如阿拉伯湾和扎格罗斯盆地,仅在新生晚期才出现前渊,其余大部分时间为被动陆缘,其油气潜力巨大。盆地后期的碰撞前渊阶段仍有巨大的油气潜力,如中国的楚雄盆地、委内瑞拉的马图林盆地和哥伦比亚的亚诺斯盆地等。

楚雄前陆盆地前渊阶段的云南驿组二段、罗家大山组二段的沉积为半饥饿状态下的灰色薄层状粉砂质泥岩、泥质粉沙岩,夹泥灰岩,含有丰富的有机质,厚达 1000m 以上,是盆地内重要的生油层段。隆后盆地的普家村组的灰色/深灰色薄层状粉砂质泥岩、泥质粉沙岩,也具有生油能力。

前陆盆地另一个烃源岩为前陆盆地由海相转为陆相的海陆交互过程中沉积的干海子组和舍资组含煤地层。该生油层产于前陆隆起两侧和后隆陷盆地之中。因而指示其前陆盆地具有生油潜力地带为前渊带和后隆盆地。

盆地西部储集砂体以罗家大山组一段的深海浊积砂体和花果山组的滨岸、三角洲砂体为主,岩性主要为中细粒岩屑石英砂岩,具较好的储集性能。

2 盆地推覆体的构造样式及其演化

2.1 构造样式

楚雄盆地逆冲推覆体可分为根带、主逆冲带和逆冲传播带(图 1)。

根带为哀牢山造山带,包括红河断裂与哀牢山断裂之间的扬子基底和哀牢山断裂与九断裂-墨江断裂之间的浅变质带两部分。前者以元古界区域变质岩和斜长角闪岩为主,夹片麻岩、片岩,局部见大理岩透镜体;后者为一系列大小不等的镁质超镁质岩体,岩体呈构造侵位,与晚古生代碳酸盐岩、板岩、硅质岩、基性熔岩等组成蛇绿混杂岩。根带形成平行逆冲断层或发辫状高角度断层。两翼紧密轴面陡立的复杂多级褶皱。

主逆冲带位于红河断裂与渔泡江-三街断裂之间,主要出露云南驿组、罗家大山组、花果山组和白土田组沉积。逆冲带的推覆作用表现为前展式。低角度的逆冲断层形成叠瓦扇,斜歪倒转的逆冲断层下盘发育紧密或等斜的小褶皱,以及相伴的劈理,特殊的可见褶劈理。

逆冲传播带位于渔泡江-三街断裂与沙桥断裂之间,发育高角度的逆冲断层和宽缓的褶皱。该带的油气潜力大多位于主冲断层上盘的冲断席上,沿断层走向成带分布,油气圈闭为冲断席沿断层面滑动时在其前缘形成的拖曳背斜。

2.2 前陆逆冲带的演化

宾川彩凤村一带的三叠纪地层可代表扬子西缘南段的海相沉积序列,归属于推覆体上。下三叠统陆源碎屑岩与二叠纪玄武岩之间为正常沉积接触,其上为下三叠统的碳酸盐,再向上为中三叠世拉丁期的藻灰岩,顶部发育古溶喀斯特面,是中三叠世的构造等时界面,盆地盆转山的第一个构造转换面。盆内的楚雄西舍路、祥云小青坡中三叠世拉丁期灰岩直接超覆在元古代的变质岩上,其后为海相的连续沉积。表明其逆冲作用最明显时间应在安尼期至拉丁期间。

平川、三街断裂为一向西倾的逆冲断裂,航磁资料则显示出渔泡江断裂西侧地表为零星

分布的晚二叠世玄武岩,东侧逆冲断裂之下却在深 2~3km 的范围内有大面积分布。地震和大地电磁资料则显示出基底的埋深大约为 8~10km,该区内的基底尚未抬升,而是继续向西下倾。构造样式表现为一前置式的推覆体(图 3)。

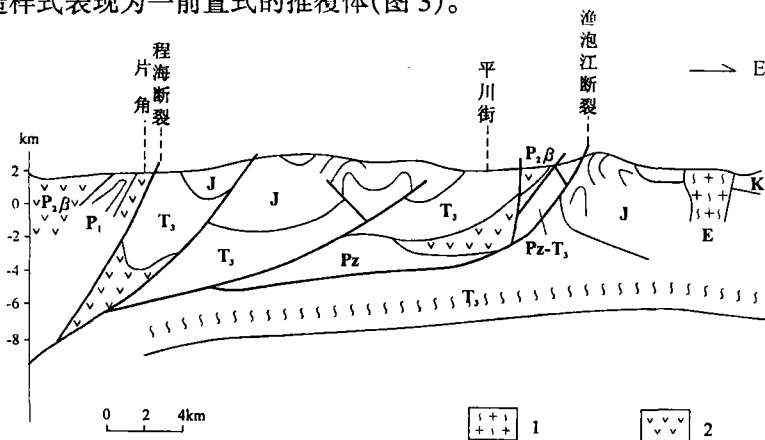


图 3 推覆体构造上的渔泡江-三街断裂

1. 正长斑岩; 2. 玄武岩

Fig. 3 The Yupaojiang-Sanjie fault in the thrust zone

1 = syenite porphyry; 2 = basalt

3 逆冲带与油气圈闭

前陆盆地的圈闭类型是多种多样的,靠近扬子地台比较简单,以宽缓短轴背斜为最主要类型。靠近造山带推覆体上则以与滑脱冲断构造有关的各种背斜或正向构造为最主要类型。

位于区域逆掩带上的背斜型褶皱,为与断层平行的线状构造。它们往往由若干互连接(鞍部)或呈链状延伸的高点组合。褶皱多为不对称结构,靠近逆掩前缘的一翼有时陡立,甚至倒转。有时不褶皱而呈楔状出露于地表。缓翼一般只有几度甚至为水平层(挠褶)。

3.1 台阶状断弯褶皱圈闭

以礼社江西舍露和祥云米甸构造最为特征(图 4)。西舍露圈闭的逆掩断层下盘为云南驿组二段的细碎屑岩生油段。云南驿组一段的灰岩逆冲之上,与上覆的云南驿组二段、罗家大山组一段共同弯曲褶皱,形成不对称的背斜。前缘陡,近于直立,后缘缓,在 30°~40°之间。与此同时,由于灰岩较

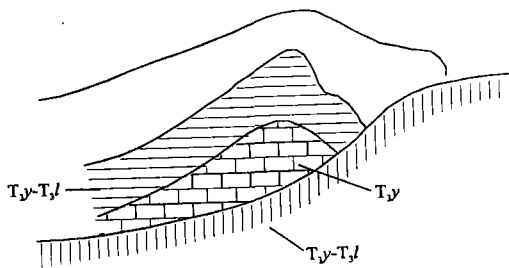


图 4 西舍露台阶状断弯褶皱圈闭

T_{3y} . 云南驿组碳酸盐岩储集层; $T_{3y}-T_{3l}$. 云南驿组—罗家大山组生油岩

Fig. 4 The Xishelu step fault-bend trap

T_{3y} = carbonate rock reservoirs in the Yunnanyi Formation; $T_{3y}-T_{3l}$ = source rocks in the Yunnanyi and Luojiadashan Formations

碎,因而易破碎,往往形成破碎角砾岩。灰岩本身由颗粒灰岩和藻灰岩组成,加上破碎,构成了良好的储集层。且云南驿组二段和罗家大山组一段为薄层状细碎屑岩,其塑变性较高,与灰岩间易形成虚脱,发育储集空间。

米甸构造呈南北向展布,东翼紧接渔泡江断裂,在推覆构造的前缘带上盘长轴为 24km、短轴为 5~8km 的短轴背斜。构造轴部呈尖棱状,两翼倾角在 70°以上,近于直立。在推覆前缘的演化过程中,随着逆掩活动而来的古生代碳酸盐岩与玄武岩,沿着主干逆掩断层弯转部位的后方,必然有十分破碎而且可能是褶皱隆升的碳酸盐岩与玄武岩混杂的块体,并构成一种特殊类型的储集岩。其上是强烈变形的塑性程度很高、厚度较大的地层,对其下的碳酸盐岩-玄武岩都可以起到良好的封盖作用。其下大范围与上三叠统烃源岩相临。因此,在推覆构造因素的支配下,形成一种特殊的成藏类型。

3.2 逆掩断层-断展褶皱圈闭

从物探资料反映出在平川地区有一未出露的向西倾斜的逆冲断裂,断裂上盘的白土田组沿上二叠统玄武岩滑移,且形成断展褶皱。在逆冲过程中的同时而来的古生代碳酸盐岩和玄武岩的破碎形成储集空间,而在断展褶皱鞍部产生虚脱留下储集空间(图 5),构成了断展褶皱圈闭。

3.3 台阶状逆冲断层-岩性圈闭

在逆冲带中往往形成叠瓦扇,在断阶向断坪的发展过程中,断层产状由陡变缓,在这种低角度的平缓断层起到封盖作用下,于断层下盘有云南驿组一段灰岩、花果山组粗碎屑岩与云南驿组二段、罗家大山组细碎屑(生油层)构成了自生自储的组合(图 6)。

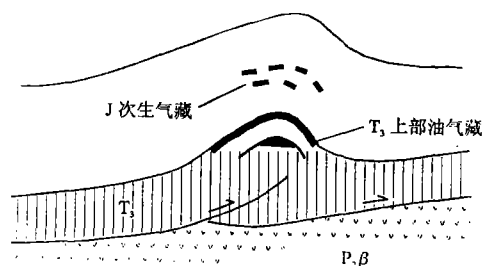


图 5 平川断裂-断展褶皱油气圈闭

Fig. 5 The fault-propagation trap in the Pingchuan fault

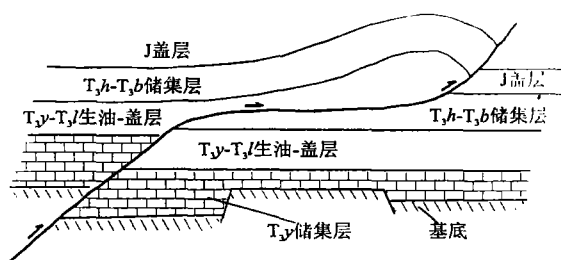


图 6 小青坡逆冲断层-岩性圈闭

Fig. 6 The Xiaoqingpo thrust fault-stratigraphic trap

另象云南驿组二段、罗家大山组细碎屑(生油层)逆冲在花果山组之上,云南驿组二段、罗家大山组细碎屑(生油层)起到了封盖作用,构成了较好的断层-岩性圈闭。

3.4 推覆带前缘传播消减带圈闭

小中村构造位于三街推覆体前缘的形变消减带,是在区域性向北东倾斜的单斜翼背景下的一个背斜褶皱,它是在推覆构造前缘一个逆掩距离不大的滑脱层控制之下的一套冲断褶皱系统。褶皱的基本样式为断层褶皱,受主逆掩断层以上的次级冲断层控制。轴部出露下侏罗统冯家河组上部,翼部为中侏罗统张河组。三叠系、侏罗系均卷入圈闭内。如前所述,三叠系本身可以构成自生自储组合,而由于岩性在褶皱形成过程中,其鞍部产生虚脱,储集空间进一步增大,因而构成一种古生新储的圈闭类型(图 7)。

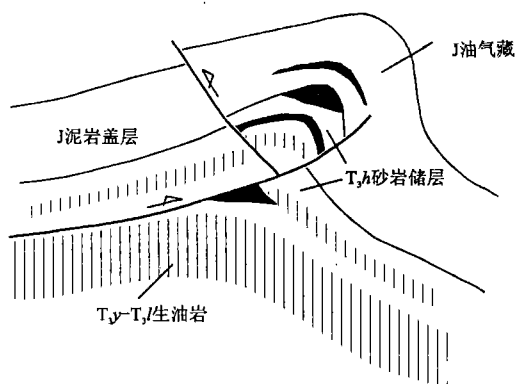


图 7 小中村推覆体前缘消减带褶皱的油气圈闭

Fig. 7 The fault-fold trap in the subduction zone of the Xiaozhongcun nappe front

4 结论

楚雄盆地作为我国南方油气勘探的重点地区,现已在原形盆地开展了大量工作,取得了重大进展,而盆地的西部由于构造较为复杂,研究工作较少。在逆冲带找到大的油气藏在世界其它地区已有了重大突破,楚雄盆地西部推覆体上本身具备了良好的油气生储组合,又具有台阶状断弯褶皱圈闭、台阶状逆冲断层及岩性圈闭、推覆带前缘传播消减带圈闭等多种圈闭类型,因而在推覆体上寻找油气潜力巨大。

参考文献:

- [1] ALLEN P A and ALLEN J R. Basin analysis principles and applications[M]. Oxford:Blackwell Scientific Publications, 1990.
- [2] BHATIA M R and CROOK K A W. Trace element characteristics of greywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basin[J]. Contributions to Mineralogy and Petrology, 1986,92:181-193.
- [3] DECELLES P G and GILES K A. Foreland base system[J]. Basin Research, 1996,8:105-123.
- [4] DECELLES P G and CURRIE B S. Long-term sediments accumulation in the Middle Jurassic-early Eocene Cordilleran retroarc foreland-basin system[J]. Geology, 1996,24(7):591-594.
- [5] FOLLO M F. Conglomerates as clues to the sedimentary and tectonic evolution of suspect terrane: Wallowa Mountains region[J]. Geol. Soc. Am Bull., 1992, 104(12):1571-1576.
- [6] FLEMINGS P B and JORDAN T E. Stratigraphic modeling of foreland basin: interpreting thrust deformation and lithospheric rheology[J]. Geology, 1990,18:403-434.
- [7] JORDAN T E. Thrust loads and foreland basin evolution, Cretaceous, western United States[J]. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 1981,65:2506-2520.
- [8] LYON-CAEN H and MOLNAR P. Gravity anomalies, flexure of the Indian plate, and the structure, support and evolution of the Himalaya and Ganga basin[J]. Tectonics, 1985,4:513-538.
- [9] MUNOZ J A and CASAS-SAINZ A M. The Riojan Trough (N Spain): tectono-sedimentary evolution of a symmetric foreland basin[J]. Basin Research, 1997,9:65-85.
- [10] QUILAN G M and BEAUMONT C. Appalachian thrusting, lithospheric flexure, and the Paleozoic stratigraphy of the eastern interior of North America[J]. Can. J. Earth. Sci., 1984,21:973-996.
- [11] VAIL P R. Seismic stratigraphy interpretation using sequence stratigraphy. Part 1: Seismic stratigraphy interpretation

- procedure[A]. BALLY A W. Atlas of seismic stratigraphy, V. 1: AAPG Studies in Geology[C]. 1987, 27: 1-10.
- [12] UFIMTSEV G F. The third face of tectonics-tectonic analysis of relief[J]. 地学前缘, 1995, 2(1-2).
- [13] 肖庆辉, 李小波, 贾跃明等. 当前造山带研究中值得重视的若干前沿问题[J]. 地学前缘, 1995, 2(1-2): 43-50.
- [14] 蒲心纯, 尹福光, 朱同心. 楚雄盆地的充填系列与造山作用[J]. 岩相古地理, 1996, 16(3): 47-57.
- [15] 许效松, 刘宝珺等. 中国西部大型盆地及地球动力学[M]. 北京: 地质出版社, 1997.
- [16] 云南省地质矿产局. 云南省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1990.
- [17] 许效松, 刘宝珺, 赵玉光. 上扬子台地西缘二叠系—三叠系层序地层界面成因分析与盆山转换[A]. 特提斯地质(20)[C]. 北京: 地质出版社, 1996, 20: 1-22.
- [18] 许效松, 徐强. 盆山转换和当代盆地分析中的新问题[J]. 岩相古地理, 1996, 16(2): 23-33.

Petroleum potential of the thrust zone in the Chuxiong Basin, Yunnan

YIN Fu-guang, XU Xiao-song, WAN Fang, TAN Fu-wen
(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, China)

Abstract: The Chuxiong Basin is a Mesozoic foreland basin in central Yunnan. The sediments in the basin may fall into two subtypes: foreland flysch and foreland molasse. The former is represented by grey and/or dark grey thin-bedded organic-rich silty mudstone and muddy silt-stone associations as important source rocks intercalated with marls, while the latter consists of delta-littoral sandstones as hydrocarbon reservoirs. The basin is separated by the Yupaojiang-Sanjie thrust fault into two parts: the thrust nappe in the west and protobasin in the east.

The thrust nappe is assembled by root zone, major thrust zone and thrust front. The thrusting may be traced back to the Ladinian (Middle Triassic) and overthrust toward the Yangtze craton, thus resulting in the formation of fault-bend trap, fault propagation trap, step thrust fault-stratigraphic trap, basement detachment trap and fault-fold trap in the subduction zone of the nappe front. It is clear that the thrust nappe is expected to be an important reservoir package.

Key words: foreland basin; thrust zone; petroleum potential