

文章编号: 1009-3850(2002)03-0031-05

广西十万大山盆地演化过程及油气资源响应

尹福光, 许效松, 万 方

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要: 广西西南部十万大山盆地, 大地构造位置属于华南板块的西北缘, 是在华南板块与扬子板块拼接之后, 晚古生代华南海域再一次打开, 又接受沉积的。泥盆纪—早二叠世, 该地区形成被动大陆边缘; 晚二叠世末, 随着太平洋板块向西俯冲, 该地区转变成弧后盆地; 早三叠世—侏罗纪, 进一步转化成前陆盆地。在被动大陆边缘的碎屑岩陆架沉积阶段, 生成碎屑岩烃源岩; 在碳酸盐台地沉降阶段, 发育砂屑灰岩、藻灰岩、礁灰岩和暴露作用生成的白云岩储集岩。因而其早期被动大陆边缘阶段构成了古生新储组合; 前陆盆地早期, 在前渊盆地内沉积了一套碎屑岩烃源岩, 它与早期的储集层构成了新生古储组合, 同时也对下伏地层起到了封闭作用。随着逆冲体向西推进, 沉积地层也逐层向克拉通斜坡上超覆, 发育地层圈闭。前陆中期阶段快速沉积的巨厚的复理石和晚期的磨拉石促进了早期烃源岩的迅速埋藏、成熟和保存。十万大山盆地具备了典型前陆盆地的生烃成藏地质条件, 因而该盆地有较好的油气远景。

关键词: 十万大山盆地; 演化; 油气; 广西

中图分类号: TE121.1

文献标识码: A

1 引言

前陆盆地的油气潜力主要取决于早期被动边缘沉积发育程度和保存条件^[1,2]。从现有的产油气前陆盆地来看, 大多数油气产于盆地聚敛碰撞之前的大陆边缘沉积体系内^[3,4]。在这些具有较大油气潜力的盆地中, 不仅具有发育的早期被动陆缘层系, 而且还有极好的保存条件。前陆逆冲加速了油气的埋藏、成熟和运移。随着前陆逆冲带的上冲, 相邻地带挠曲沉降; 另一侧平缓上倾, 逐层向克拉通斜坡上超覆; 盆地下部被覆盖的早期被动陆缘沉积未受构造影响的部分仍保持原来的区域分布特征, 受基底构造控制。这一格局决定了盆地油气圈闭具有多种类型的特点^[5,6]。一般来说, 邻逆冲带一侧多发育与冲断作用有关的构造圈闭, 另一侧多发育岩性、岩相等变化和地层超覆、尖灭等引起的地层圈闭。早期

储层中多发育地层圈闭和基底构造圈闭。前渊阶段初期的快速沉降和中期的进一步加深, 以及这两个阶段中形成的浅水至深水沉积, 有利于早期沉积的迅速埋藏、成熟和保存。盆地晚期磨拉石更加强了这一作用, 同时也提供了形成良好的地层圈闭的沉积环境, 特别是前渊盆地内侧面克拉通斜坡上的沉积环境。除受少数基底隆起的影响之外, 大部分为平缓倾斜的盆地斜面坡, 随海平面升降变化和岩相、岩性变化, 易形成地层闭合圈闭。古生代至中生代, 十万大山盆地转变成前陆盆地。因而, 笔者从盆地演化、盆地分析入手, 对十万大山盆地的沉积与油气地质加以分析, 阐述盆地演化过程与油气资源间的响应。

2 地质背景及沉积地质特征

十万大山盆地位于广西西南部, 大地构造位置

属于华南板块的西北缘^[7~10],是在华南板块与扬子板块拼接的加里东运动之后,由软防残余海槽转换成被动大陆边缘(图 1)。晚二叠世末的印支运动,由于太平洋的俯冲,该地区变成弧后盆地。早三叠世—侏罗纪进一步转化成前陆盆地。因而盆地的沉积盖层由上古生界至侏罗系地层组成。十万大山盆地沉积-构造演化经历了 3 次盆山转换过程:泥盆纪—早二叠世,盆地新生与被动大陆边缘拉张裂谷;晚二叠世与中三叠世间,盆地构造性质转换与前陆盆地沉积;晚三叠世至侏罗纪的晚期,前陆磨拉石沉积。

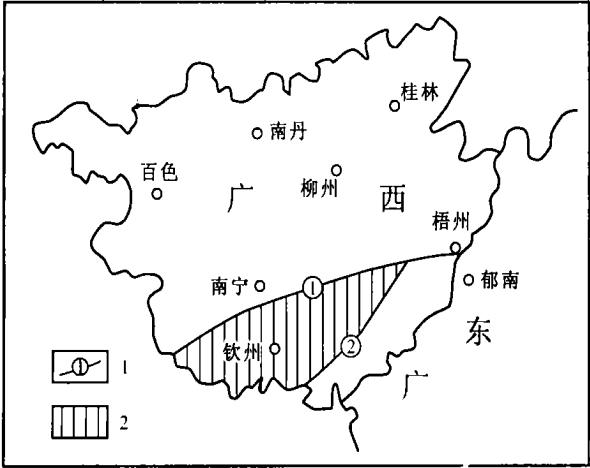


图 1 十万大山盆地位置示意图

1. 断层及编号; 2. 盆地分布区。①上思-宁明断裂; ②小董断裂

Fig. 1 Location of the Shiwandashan Basin

1 = fault; 2 = basin. ① = Shangsi-Ningming fault; ② = Xiaodong fault

3 盆山转换过程及沉积特征

3.1 盆地新生与被动大陆边缘拉张裂谷

早古生代末加里东构造运动过程中,华南地区的扬子陆块和华夏陆块已隆升成陆,海水为多向性退出,形成低缓的褶皱基底,结束了早古生代沉积盆地演化。但华南的钦州—防城为一收缩的海槽,与古特提斯洋相连,成为晚古生代新盆地的海水通道^[11]。

泥盆纪开始,十万大山地区海侵自东南向西北推进,形成爬升式或阶梯式的海侵上超(图 2)。早泥盆世洛赫科夫阶中期—布拉格阶(莲花山组—那高岭组)为组建碎屑岩大陆架阶段,由河口湾逐渐演化成潮坪沉积;艾姆斯阶—中泥盆世艾菲尔阶(郁江组和应棠组)为碳酸盐大陆架建设阶段;中泥盆世吉维特阶—晚泥盆世为碳酸盐台地的发展阶段^[12]。

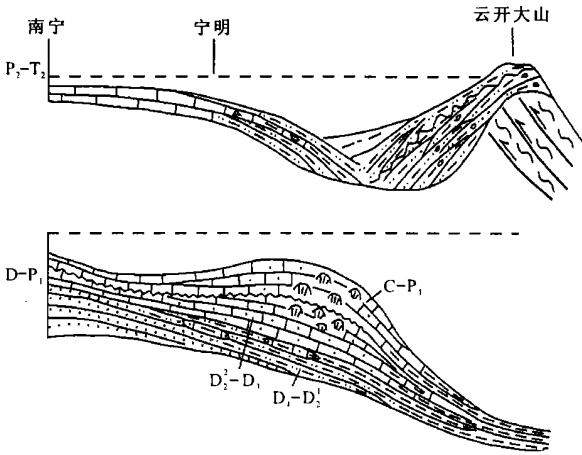


图 2 十万大山盆地演化示意图

Fig. 2 Sketches to show the evolution of the Shiwandashan Basin

石炭纪时,华南在整体上是碳酸盐台地的扩大阶段,海域的范围与泥盆纪基本相同。相对而言,这一时期应是海域变浅的过程。这一特征沉积为早二叠世建礁提供了稳定的基座。

早二叠世对华南整体而言,是组建碳酸盐大陆架的第二阶段,海侵推移到扬子克拉通上。但在十万大山盆地的周边,凭祥-东门断裂的南、北已具有在台地上建礁的条件,因而发育点礁和堤礁。礁后的碳酸盐大陆架具局限性,可能是栖霞组沉积了“黑灰岩”的主要控制因素所致。

3.2 盆地构造性质转换与前陆盆地

早二叠世与晚二叠世间,华南大地构造发生重大的转折,古西太平洋初始俯冲的效应造成十万大山盆地第一次盆山转换,表现为构造掀斜和推挤(狭义的东吴运动),其前锋带(即前陆楔形顶)转为水上环境。

晚二叠世,在云开大山西南的小董一带,沉积物由厚大砾岩层和海相陆源碎屑岩组成,为两个向上变细的旋回。

3.3 前陆沉降,前陆挠曲盆地由东向西迁移和浊流沉积

随着前陆逆冲体——云开大山向西推移,早期(泥盆纪—早二叠世)被动大陆地壳挠曲沉降,海水相对变深。早三叠世,在亭亮梅湾与小董以西形成海槽和深水浊流盆地。钦防海槽与早三叠世海槽在三维空间上都呈近东西向展布,在时间上是后退式。前者在东,后者在西,反映前陆挠曲盆地自东向西迁移。

崇左江州与其南边的亭亮梅湾一带是碳酸盐台地相与斜坡钙屑浊积岩相的发育地,为5个碳酸盐台地的退积加积层序,梅湾剖面分为4个钙屑浊积岩与滑塌角砾岩层序。该碳酸盐台地与斜坡的展布,代表早三叠世十万大山盆地北部区块古地理环境的配置。早三叠世,十万大山盆地南部古地理环境的配置关系自下而上由碎屑岩演化为碳酸盐台地,至少发育了3次砂屑灰岩、藻灰岩、鲕粒灰岩的滩相序列。可见,十万大山盆地在早三叠世为一南北对称式的盆地,两侧都发育了碳酸盐台地,中间为次深海相的钙屑浊流盆地。盆地向南和西南通至外海,形成海底浊流通道,为碎屑浊积岩充填提供了空间。次深海盆地的走向与厚大的碎屑浊积岩在地震剖面上为眼球状^[13]。

中三叠世之后,十万大山以南的前陆逆冲体进一步上隆,盆地相继挠曲沉降。伴随印支期花岗岩的侵入,共同为盆地提供了丰富的物源,使其上三叠统沉积了巨厚冲、洪积砂砾岩和侏罗系的陆相红层沉积。

4 盆地演化过程中的油气资源效应

4.1 早期被动大陆边缘的古生新储组合

十万大山地区及整个华南区的古生代是一个从碎屑岩陆架向碳酸盐台地演化的过程。在海侵初期,其特点是黑色泥岩沉积,且夹有2~4层生物碎屑灰岩和骨屑灰岩透镜体。至达到最大海平面时,其特点是凝缩段的复合体系,由灰色、黑灰色泥岩、泥灰岩夹腕足生物层组成韵律层,并形成厚5~10cm的灰岩介壳层,构成了较好的烃源岩系。

碳酸盐岩建台过程中,表现为3个大的旋回。

第一个旋回以泥盆纪沉积为代表。早期由砂屑灰岩、骨屑灰岩组成加积型的滩相,其后经过多次的海侵-海退,发展成开阔台地。台地相由颗粒灰岩、泥晶灰岩向珊瑚、层孔虫礁灰岩和藻粘结灰岩演化。顶部的碳酸盐溶塌、淋滤发育。碳酸盐岩呈角砾状、出现溶蚀孔洞,产生白云岩化。该沉积构成了十万大山盆地第一套储集层。

第二旋回以石炭纪至早二叠世沉积为代表。海侵过程中以浅滩相的颗粒灰岩为主,且滩顶常暴露,并发育溶蚀孔洞等暴露现象。中上石炭统为厚度较大的藻灰岩,藻纹层发育,为藻席和藻丘,可见多个藻丘间的滑动构造。丘顶为白云岩,发育鸟眼、溶蚀孔、窗格构造及淡水方解石等暴露标志,孔隙充填沥青,呈斑团状。该沉积构成了十万大山盆地第二套

储集层。

第三旋回为二叠纪。此时已形成了台地边缘礁,其礁体构成了十万大山盆地第三套储集层,也在其后的局限台地内有较好的烃源岩生成——栖霞组的“黑灰岩”,即中薄层状泥晶灰岩;茅口组为具有储集性能的颗粒灰岩——灰岩、砂屑灰岩。

因而上古生界就构成了十万大山盆地内的一套较好的古生新储组合。

4.2 前陆盆地早期的新生古储组合及多种圈闭的形成

前陆盆地早期阶段,在前陆推覆体载荷作用下,地壳快速挠曲沉降,盆内为欠补偿沉积。晚二叠世,在前渊盆地内沉积了一套具有良好生烃潜力的黑色薄层含碳质泥岩、粉砂质泥岩。它与早期的储集层构成了新生古储组合,同时也对下伏地层起到了封闭作用。

随着前陆逆冲带的上冲,前陆隆起也向克拉通后退,沉积地层逐层向克拉通斜坡上超覆。盆地下部被覆盖的早期被动陆缘沉积未受构造影响的部分仍保持原来的区域分布特征,受基底构造控制,发育岩性、岩相等变化和地层超覆、尖灭等引起的地层圈闭。邻逆冲带一侧多发育与冲断作用有关的构造圈闭。

4.3 前陆盆地中晚期促使早期沉积的埋藏、成熟和保存

早三叠世,为前渊中期阶段,水体进一步加深。快速沉积的巨厚的复理石促进了早期被动大陆边缘的沉积物的迅速埋藏、成熟和保存。盆地晚期快速沉积形成的磨拉石更加强了这一作用,同时也提供了形成良好的地层圈闭的沉积环境。

5 结论

在加里东运动之后,华南洋再一次形成、演化、关闭,盆山转换使十万大山盆地经历了3次沉积-构造盆山转换过程:泥盆纪一早二叠世的盆地新生与被动大陆边缘拉张裂谷;晚二叠世与中三叠世间的盆地构造性质转换与前陆盆地形成;晚三叠世至侏罗纪晚期的前陆磨拉石沉积。

在泥盆纪一早二叠世的碎屑岩陆架沉积阶段,海平面快速上升,生成碎屑岩烃源岩层。而当海平面达到最大之后,十万大山地区由碎屑岩沉积逐渐向碳酸盐岩转化,其早期为碳酸盐缓坡,晚期为台地。在台地阶段发育了砂屑灰岩、藻灰岩和礁灰岩,且构成了良好的储集岩,其顶部的暴露增加了其储

集性。因而其早期被动大陆边缘阶段构成了古生新储组合。前陆盆地早期在前渊盆地内沉积了一套具有良好生烃潜力的黑色薄层含碳质泥岩、粉砂质泥岩,它与早期的储集层构成了新生古储组合,同时也对下伏地层起到了封闭作用。随着逆冲体向西推进,沉积地层也逐层向克拉通斜坡上超覆。因而在克拉通一侧发育了岩性、岩相等变化和地层超覆、尖灭等引起的地层圈闭。前陆中期阶段快速沉积的巨厚的复理石沉积和晚期快速沉积形成的磨拉石沉积促进了早期被动大陆边缘的烃源岩迅速埋藏、成熟和保存。

从以上分析可以看出,十万大山前陆盆地的构造演化控制了烃源的生成、远移、成熟与保存。盆地从被动大陆边缘演化为前陆盆地,具备了与典型前陆盆地可比的油气地质条件,因而该盆地有较好的油气远景。

参考文献:

- [1] JORDAN T E. Thrust loads and foreland basin evolution, Cretaceous, western United States [J]. AAPG Bulletin, 1981, 65(12): 2506—2520.
- [2] ALLEN P A, ALLEN J R. Basin analysis: Principles and applications

[M]. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1990.

- [3] BLUNDELL D J, Gibbs A D. Tectonic evolution of North Sea Rifts [C]. Oxford: Clarendon Press, 1990.
- [4] DEWEY J F. Extensional collapse of orogens [J]. Tectonics, 1988, 7(6): 1123—1139.
- [5] 朱夏. 论中国含油气盆地构造[M]. 北京: 石油工业出版社, 1986.
- [6] JACOBI R D. Peripheral bulge—a causal mechanism for the Lower/Middle Ordovician unconformity along the western margin of the Northern Appalachians [J]. Earth and Planetary Science Letters, 1981, 56(2): 245—251.
- [7] 刘宝麟, 许效松, 等. 中国南方古大陆沉积地壳演化与矿产[M]. 北京: 地质出版社, 1994.
- [8] 王鸿桢, 杨巍然, 刘本培. 华南地区古大陆边缘构造史[M]. 武汉: 地质学院出版社, 1986.
- [9] 程裕淇. 中国区域地质概论[M]. 北京: 地质出版社, 1994.
- [10] 潘桂棠, 陈智梁, 等. 特提斯地质构造形成演化[M]. 北京: 地质出版社, 1997.
- [11] MCKENZIE D. Some remarks on the development of sedimentary basins [J]. Earth and Planetary Science Letters, 1978, 40(1): 25—32.
- [12] LOUP B. Subsidence analysis in the Paris Basin: a key to Northwest European intracontinental basins [J]. Basin Research, 1994, 6(3): 159—177.
- [13] DERITO R F, COZZARELLI F A, HODGE D S. Mechanism of subsidence of ancient cratonic rift basins [J]. Tectonophysics, 1983, 94(1—4): 141—168.

The evolution of the Shiwandashan Basin in Guangxi and its response to oil and gas resources

YIN Fu-guang, XU Xiao-song, WAN Fang

(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China)

Abstract: The Shiwandashan Basin in southern Guangxi is tectonically located on the northwestern edge of the South China plate. The basin began to accept the sediments during the Late Palaeozoic when the South China Ocean opened once again posterior to the collage of the South China and Yangtze plates. During the Devonian to the Early Permian, this area appeared as a passive continental margin, and during the latest Late Permian, it was developed into a back-arc basin due to the westward subduction of the Pacific plate and further into a foreland basin during the Early Triassic to the Jurassic. The clastic rocks as the source rocks were formed during the deposition of the siliciclastic shelf on the passive continental margins, followed by calcarenite, algal limestones, reefal limestones and dolostones as reservoir rocks during the subsidence of the carbonate platforms, thus constituting an old source rock-new reservoir rock association. A sequence of clastic rocks as the source rocks was laid down in the foredeep basin during the early stage of the foreland basin, and constituted a new source rock-old reservoir rock association together with the early reservoir rocks. This kind of associations may serve as the sealing strata of the underlying strata. The westward progradation of the overthrusting faults permitted the sedimentary strata to overlap upslope upon the cratonic slopes and then the stratigraphic traps were formed. The flysch rapidly deposited during the middle stages of the foreland basin and mollasse during the late stages

facilitated the rapid burial, maturation and preservation of the early source rocks. It can be seen that the Shiwandashan Basin provides a superb example of a representative foreland basin that is highly prospective for oil and gas resources.

Key words: Shiwandashan Basin; evolution; oil and gas; Guangxi

《沉积与特提斯地质》(季刊) 征订、征稿启事

《沉积与特提斯地质》系国土资源部主管、成都地质矿产研究所主办的综合性地质学术刊物。

《沉积与特提斯地质》为季刊, 大 16 开本, 每期 112 页, 逢季末出版。

国内统一刊号: CN 51-1593/P, 国际标准刊号: ISSN 1009-3850。

国内外公开发行, 自办发行。

《沉积与特提斯地质》以沉积学(含岩相古地理)、区域地质调查、石油地质为特色, 并以中国西部, 尤其是青藏高原及邻区为主要地区。

本刊刊登基础地质(包括地层、古生物、构造地质、岩石、矿物、区域地质等)、矿床地质、能源地质、环境地质(含生态地质和灾害地质)、遥感地质、地球化学、地质信息及高新技术应用等内容的文章。

诚征来稿 欢迎订阅

定价 5 元, 全年 20 元(含包装、邮寄费)。

欢迎读者请直接与本刊编辑部联系(联系办法请见封底)。