

文章编号: 1000-0550(2010) 03-0419-07

# 典型被动大陆边缘深水盆地构造演化与层序地层学分析<sup>1</sup>

龚承林<sup>1,2</sup> 王英民<sup>1,2</sup> 官宝聪<sup>3</sup> 刘曾勤<sup>1,2</sup> 张新涛<sup>4</sup> 田世存<sup>5</sup>

(1. 中国石油大学资源与信息学院 北京 102249 2 油气资源与探测国家重点实验室(北京) 北京 102249

3 厦门大学海洋与环境学院 近海海洋环境科学国家重点实验室 福建厦门 361005;

4 中国海洋石油有限公司天津分公司 天津 300452 5 中化石油勘探开发有限公司 北京 100031)

**摘要** 深水油气勘探是当前全球油气勘探的热点和最具发展潜力的新领域,研究被动大陆边缘深水盆地的构造演化过程和层序地层学特征无疑具有重要的理论和实践意义。通过对典型被动大陆边缘深水盆地的综合研究,分析了被动大陆边缘深水盆地的构造演化过程和层序地层学特征,认为被动大陆边缘深水盆地“经历了四大区域构造演化阶段(大陆开裂、大陆裂谷、新生大陆边缘、成熟大陆边缘),相应发育三个不整合(裂开不整合、分离不整合和陆裾转换不整合),可划分为四大构造层序(大陆开裂层序、大陆裂谷层序、新生大陆边缘层序和成熟大陆边缘层序)”。

**关键词** 被动大陆边缘深水盆地 构造演化 层序地层学 陆裾转换不整合

**第一作者简介** 龚承林 男 1983年出生 博士研究生 油气勘探

**通讯作者** 官宝聪 E-mail: guanbaocong@sohu.com。

**中图分类号** P539.2 P542 **文献标识码** A

## 0 引言

近年来,全球获得重大勘探发现的油气田中,有近 50% 来自被动大陆边缘深水盆地。据 USGS 和其它国际能源机构估计,全球深水盆地潜在石油地质储量可能超过  $1\,000\sim 1\,500\times 10^8$  bb<sub>1</sub>。世界著名含油气深水盆地之间存在一些共同特征<sup>[1]</sup>,分析被动大陆边缘深水盆地的构造演化过程和层序地层学特征,无疑具有重要的意义。

目前已发现的世界深水油气资源主要分布在南大西洋两侧的东巴裂谷系和西非沿岸裂谷系等被动大陆边缘深水盆地中<sup>[2,3]</sup>,本文通过对东巴裂谷系的 Campos 盆地和 Santos 盆地以及西非沿岸裂谷系的下刚果盆地的综合研究,分析了被动大陆边缘深水盆地的构造演化过程和层序地层学特征。

## 1 被动大陆边缘深水盆地的构造演化过程

### 1.1 东巴裂谷系的 Campos 盆地和 Santos 盆地的构造演化特征

Campos 盆地和 Santos 盆地近十年来陆续发现了 Marlin、Albacora、Roncador 等巨型油田<sup>[4,5]</sup>,在盆地的形成过程中经历了以下几个演化阶段(图 1 图 2-

a):

#### 1.1.1 晚三叠世—Valanginian 晚期大陆开裂阶段

Campos 盆地和 Santos 盆地位于南大西洋裂谷系的北段<sup>[6]</sup>,在晚侏罗世之前,同属于冈瓦纳超级大陆的北段。晚三叠世开始冈瓦纳超级大陆在南非的南端开始被拉伸、变薄,使大陆开裂,形成地堑(图 1a)到 Valanginian 晚期,形成了 Campos 盆地和 Santos 盆地的雏形。

#### 1.1.2 Valanginian 晚期—Aptian 初期大陆裂谷阶段

从 Valanginian 晚期开始,大陆裂谷作用由南向北推进,到 Aptian 期到达赤道附近,导致大西洋的形成及南美洲和非洲彻底分离<sup>[7,8]</sup>,形成大陆裂谷(图 1b)。大西洋洋中脊两侧的 Tristao da Cunha 热点轨迹记录了 Campos 盆地和 Santos 盆地大陆开裂和大陆裂谷这两个构造演化过程<sup>[9]</sup>。

#### 1.1.3 Aptian 初期—Albian 初期新生大陆边缘阶段

从 Albian 初期开始在 Campos 盆地和 Santos 盆地扩张轴的轴部出现一个年轻的洋壳并不断下沉,逐渐在盆地内形成较窄的大陆架和大陆坡的构造格局。

#### 1.1.4 Albian 初期—现今成熟大陆边缘阶段

在这一时期,伴随着南大西洋洋中脊的扩张, Campos 盆地和 Santos 盆地发生热沉降作用,陆缘碎

<sup>1</sup> 国家重点发展规划项目(编号: 2009CB219407)资助。

收稿日期: 2009-05-30 收修修改稿日期: 2009-06-27

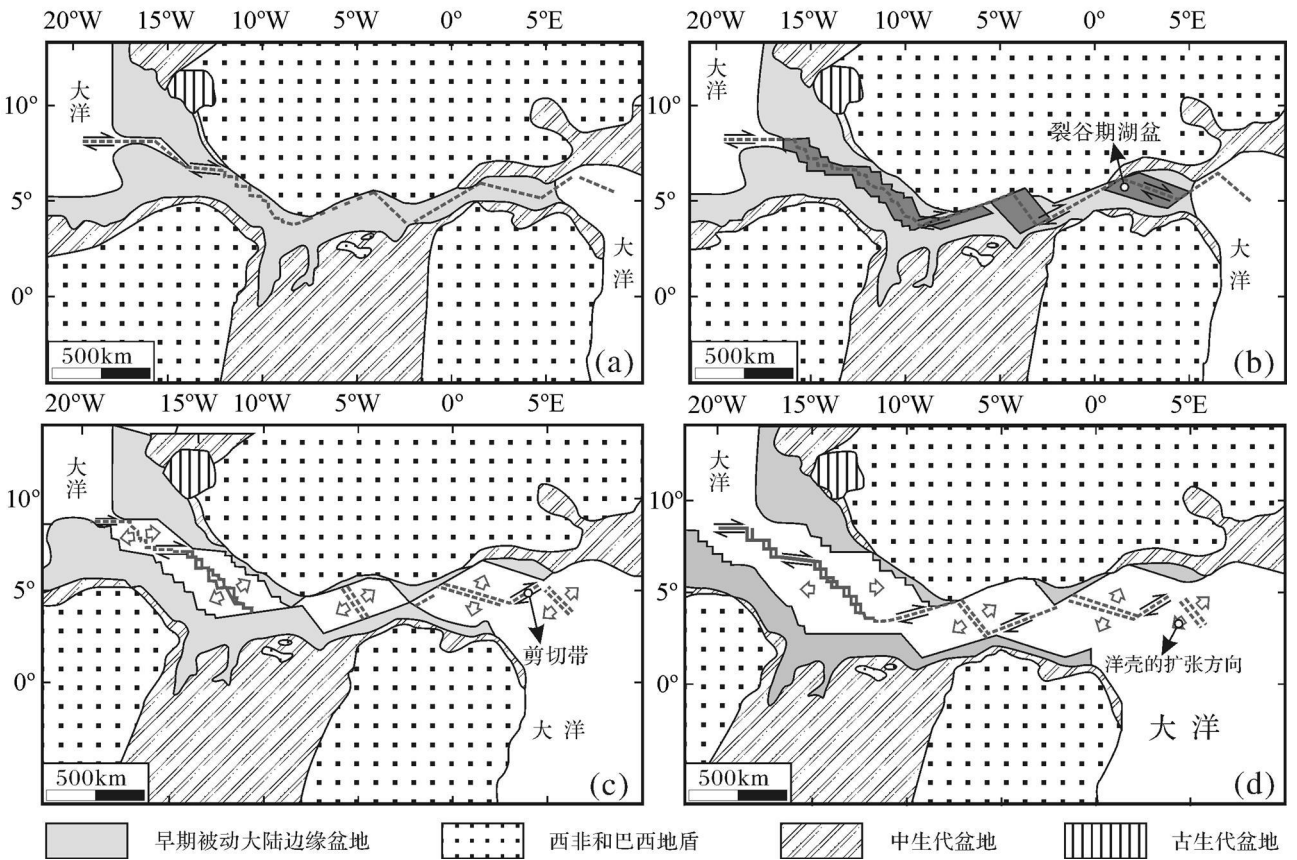


图 1 南大西洋两岸被动大陆边缘深水盆地的构造演化过程<sup>[10-11]</sup>

Fig 1 The tectonic evolution of Passive Margins Deep-water Basin of south Atlantic (modified from references [10-11])

屑物质越过陆架向海盆方向进积, 形成稳定的陆架—陆坡—陆裾的构造格局。同时由于板块的扩展和先期形成的碎屑岩的压实作用, Campos盆地和 Santos盆地发育广泛分布的盐构造<sup>[4]</sup> (图 1d)。

1.2 西非沿岸裂谷系的下刚果盆地的构造演化过程

下刚果盆地位于西非被动大陆边缘的中端, 是世界上重要的油气产地<sup>[13-14]</sup>, 其在形成过程中经历了以下几个演化阶段 (图 1、图 2b):

1.2.1 晚三叠世—Valanginian晚期大陆开裂阶段

与 Santos盆地和 Campos盆地类似, 冈瓦纳超级大陆从晚三叠世开始在南非的南端开裂<sup>[15]</sup>, 到 Valanginian晚期形成地堑 (图 1a)。

1.2.2 Valanginian晚期—Aptian初期大陆裂谷阶段

从 Valanginian初期开始, 先期的地堑被进一步拉开, 切割形成大陆裂谷<sup>[7, 16]</sup>, 从而在下刚果河的下方形成了下刚果盆地的雏形<sup>[17]</sup>, 河流从四周注入到大陆裂谷内形成湖泊, 构造特征与断陷盆地断陷期类似 (图 1b)。

1.2.3 Aptian初期—Albian初期新生大陆边缘阶段

由于大洋中脊的活动 (如 mid-Atlantic Ridge), 在先期的大洋裂谷内形成由南向北年龄逐渐变新的洋壳。伴随着南大西洋的打开, 西非裂谷沿岸的盆地发生热沉降, 形成新生的被动大陆边缘。由于 Sao Paulo和 Walvis大洋海岭的阻挡<sup>[17]</sup>, 新生的被动大陆边缘与南大西洋连通不畅, 形成较封闭的环境, 最终形成厚达千米的盐发岩 ([http://www. geoexp. com / geoscience / angola](http://www.geoexp.com/geoscience/angola))。

1.2.4 Albian初期—现今成熟大陆边缘阶段

从 Albian初期开始, 下刚果盆地内的水体不断加深, 形成了稳定的陆架—陆坡—陆裾。在这一阶段, 下刚果盆地形成了广泛分布的盐构造。这些盐构造控制了巴西—西非沿岸裂谷系盆地的油气分布, 油气在这些盐构造中聚集, 形成储量巨大的油气田。

1.3 被动大陆边缘深水盆地构造演化过程

被动大陆边缘深水盆地它们都是沿着劳亚古陆和冈瓦纳大陆的大陆断裂内侧形成的, 是在大陆分裂、海底扩张和大陆漂移的过程中发育起来的, 经历以下几个构造演化阶段:

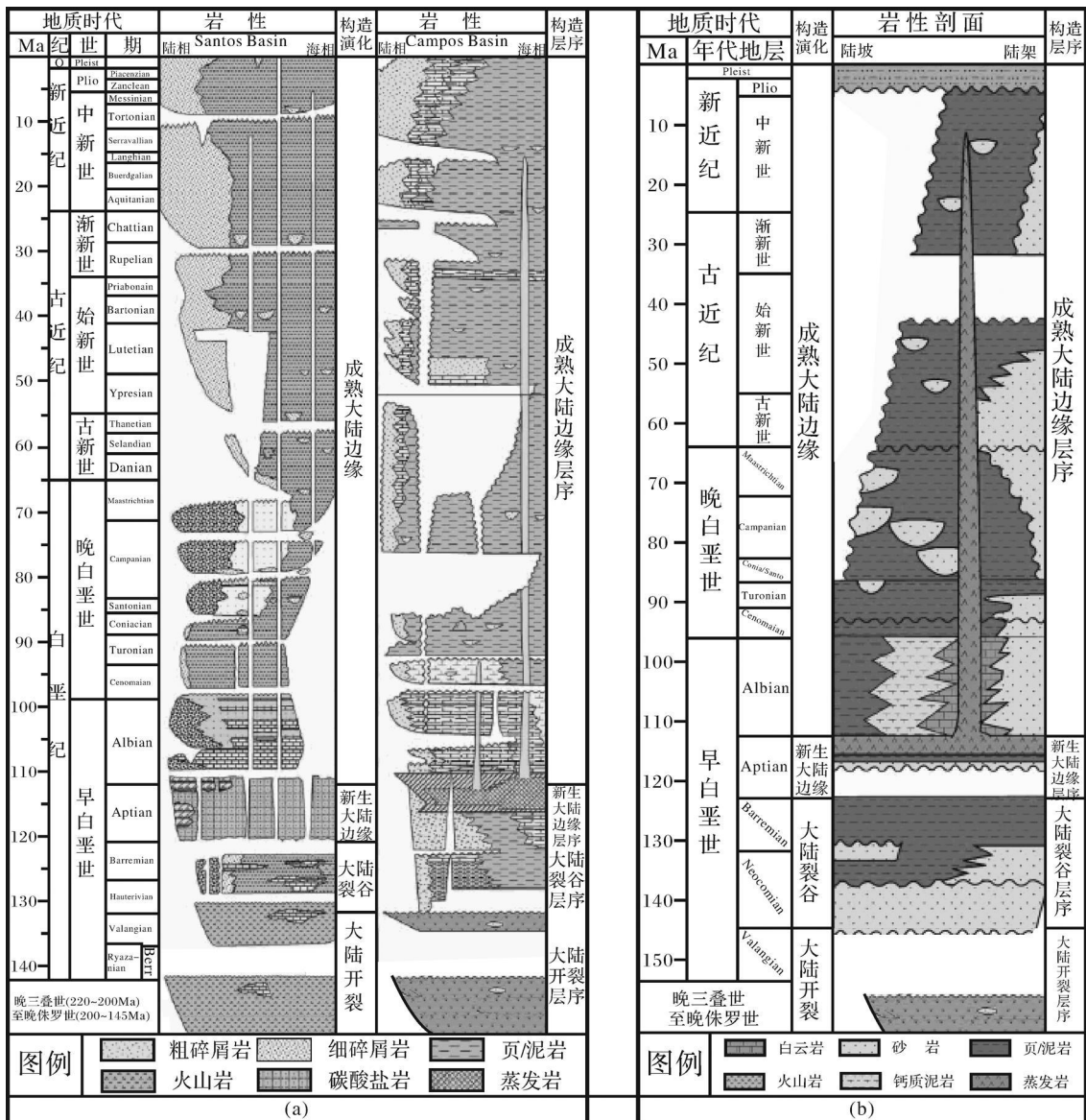


图 2 Campos 盆地、Santos 盆地 (a) 和下刚果盆地 (b) 构造、层序综合分析图 (岩性剖面据 [9, 5, 18~ 20] 修改)

Fig 2 The tectonic and sequence research of Campos Basin, Santos Basin (a) and Lower Congo Basin (b) (the lithology profile modified from references [9, 5, 18~ 20])

(1) 大陆开裂阶段: 由于地幔物质熔融、抬升使陆壳被拉伸、变薄, 在岩石圈断裂处形成地堑或细长的裂谷。在这一阶段, 基本不发生沉积作用, 常常伴随有火山作用, 表现为盆地的基底, 末期形成裂开不整合<sup>[21]</sup> (图 3a)。东非大裂谷是大陆开裂阶段的典型代表。

(2) 大陆裂谷阶段: 先期的地堑或裂谷进一步被拉伸、减薄形成大陆裂谷, 这一裂谷在平面上延伸很长, 纵向上切割很深, 裂谷两侧发育切穿整个岩石圈的张性正断裂。在裂谷期盆地内断裂活动剧烈, 盆地的分割性强, 构造作用以伸展断陷作用为主, 强烈的

断陷作用导致到这一阶段的末期发育分离不整合, (图 3b)。世界上最深的贝加尔湖就是大陆裂谷作用的结果, 可以作为大陆裂谷阶段的典型代表。

(3) 新生大陆边缘阶段: 伴随着海底扩张、大陆漂移, 先期的大陆裂谷和外海局限地连通起来, 在盆地内出现洋壳。在过渡—漂移早期, 盆地以缓慢热沉降为主, 断裂活动微弱, 持续的时间也相对较短, 逐渐形成较窄的陆架—陆坡 (图 3c)。在新生大陆边缘阶段的末期, 由于缓慢热沉降作用导致在盆地形成一个区际不整合面, 笔者将这一不整合面定义为陆裙转换不整合。红海的扩展轴部出现一个年轻的洋壳并不

断下沉, 逐渐形成较窄的大陆架、大陆坡, 是新生大陆边缘阶段的典型代表。

(4) 成熟大陆边缘阶段: 随着板块扩张、大陆漂移、大洋拓宽, 先期的局限海和外海完全连通起来, 盆地内的水体不断加深, 在盆地内发生大规模的快速沉降, 拗陷作用明显, 而逐渐形成现今的构造格局。由于板块的扩展和先期形成的碎屑岩的压实作用, 在部分被动大陆边缘深水盆地内发育广泛分布的盐构造(图 3d)。当今大西洋的大洋中脊沿盆地中央分布, 发育稳定的大陆架、大陆坡和大陆裾沉积, 是成熟大陆边缘阶段的典型代表。

## 2 被动大陆边缘深水盆地的层序地层学特征

### 2.1 东巴裂谷系的 Campos 盆地和 Santos 盆地的层序地层学特征

Campos 盆地和 Santos 盆地发育裂开不整合 (Valanginian 顶界面)、分离不整合 (Aptian 底界面)、陆裾转换不整合 (Abian 底界面)。依据这三大不整合可将 Campos 盆地和 Santos 盆地划分为四大构造层序: 大陆开裂层序、大陆裂谷层序、新生大陆边缘层序和成熟大陆边缘层序(图 2a 图 4a 和图 4b)。

(1) 大陆开裂层序: 这一沉积层序是 Campos 盆地和 Santos 盆地在大陆开裂阶段形成的, 为盆地的基底。

(2) 大陆裂谷层序: 这一沉积层序是 Campos 盆地和 Santos 盆地在大陆裂谷阶段形成的断陷沉积层序, 主要发育湖泊和河流三角洲沉积, 岩性以砾岩、湖泊碳酸盐岩和泥岩为主<sup>[9]</sup>。

(3) 新生大陆边缘层序: 新生大陆边缘层序是在 Aptian 期形成的, 对应于 Aptian 过渡相巨厚的 Alagoas 盐岩沉积<sup>[21]</sup>, 为一套断拗转换的沉积层序。

(4) 成熟大陆边缘层序: 成熟大陆边缘层序为 Abian 阶到海底的沉积层序, 为一套稳定的陆架—陆坡—陆裾沉积, 发育浅海碳酸盐岩层序、半远洋层序、深水海洋层序和浅水海洋层序四个沉积层序<sup>[18]</sup>。

### 2.2 西非沿岸裂谷系的下刚果盆地的层序地层学特征

下刚果盆地内发育三大不整合, 可以将下刚果盆地划分为四大构造层序(图 2b 图 4c)。

(1) 大陆开裂层序: 这一层序是伴随大陆开裂形成的, 岩性以火山岩为主, 局部发育碎屑岩, 表现为盆地的基底。

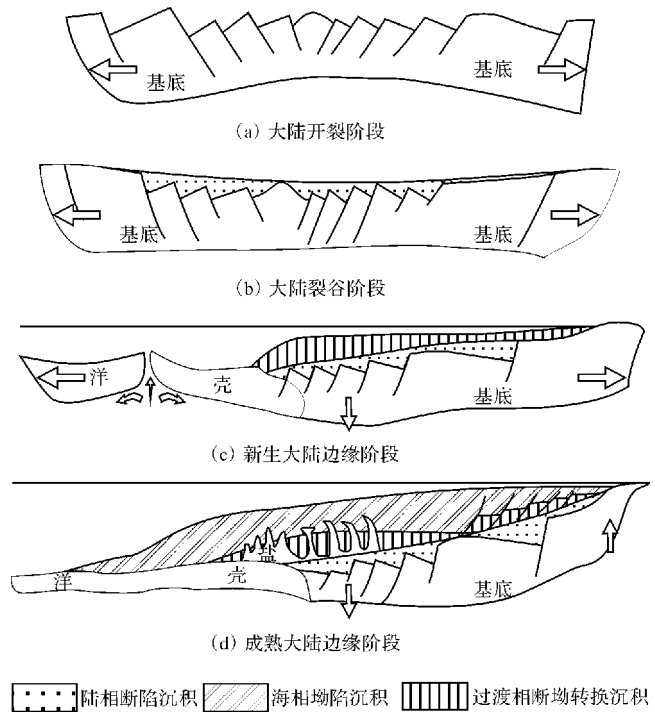


图 3 被动大陆边缘深水盆地构造演化过程

Fig 3 Tectonic evolution pattern of passive margins deep-water Basin

(2) 大陆裂谷层序: 大陆裂谷层序是下刚果盆地在大陆裂谷阶段形成的沉积层序, 主要发育河流、潟湖沉积, 岩性以陆源碎屑岩为主。

(3) 新生大陆边缘层序: 在新生大陆边缘阶段, 下刚果盆地和外海连通不畅, 形成局限海沉积环境, 形成厚层的过渡相蒸发岩沉积<sup>[23-24]</sup>, 对应于 Aptian 过渡相蒸发岩地层。

(4) 成熟大陆边缘层序: 成熟大陆边缘层序为 Abian 到海底的沉积层序, 在盆地内出现 Channel levee, MTD, Lobe 和深海披覆泥等典型的深海沉积物。

### 2.3 被动大陆边缘深水盆地的层序地层学特征

被动大陆边缘深水盆地都经历了四个大的区域构造演化阶段, 相应形成三大不整合:

(1) 裂开不整合: 其为盆地底部大套的弱反射顶部的包络面, 一般为盆地的基底  $T_g$ (图 4)。

(2) 分离不整合: 在大陆裂谷阶段盆地分割性强, 末期发育分离不整合, 与下伏的地层呈明显的角度不整合<sup>[14]</sup>, 该界面之下地层错动明显, 断陷特征清楚, 界面之上断层活动相对减少(图 4)。

(3) 陆裾转换不整合: 在盆地性质上: 陆裾转换不整合之下断拗转换特征明显, 其上拗陷特征明显。在地震剖面上陆裾转换不整合是一个区际不整合面,

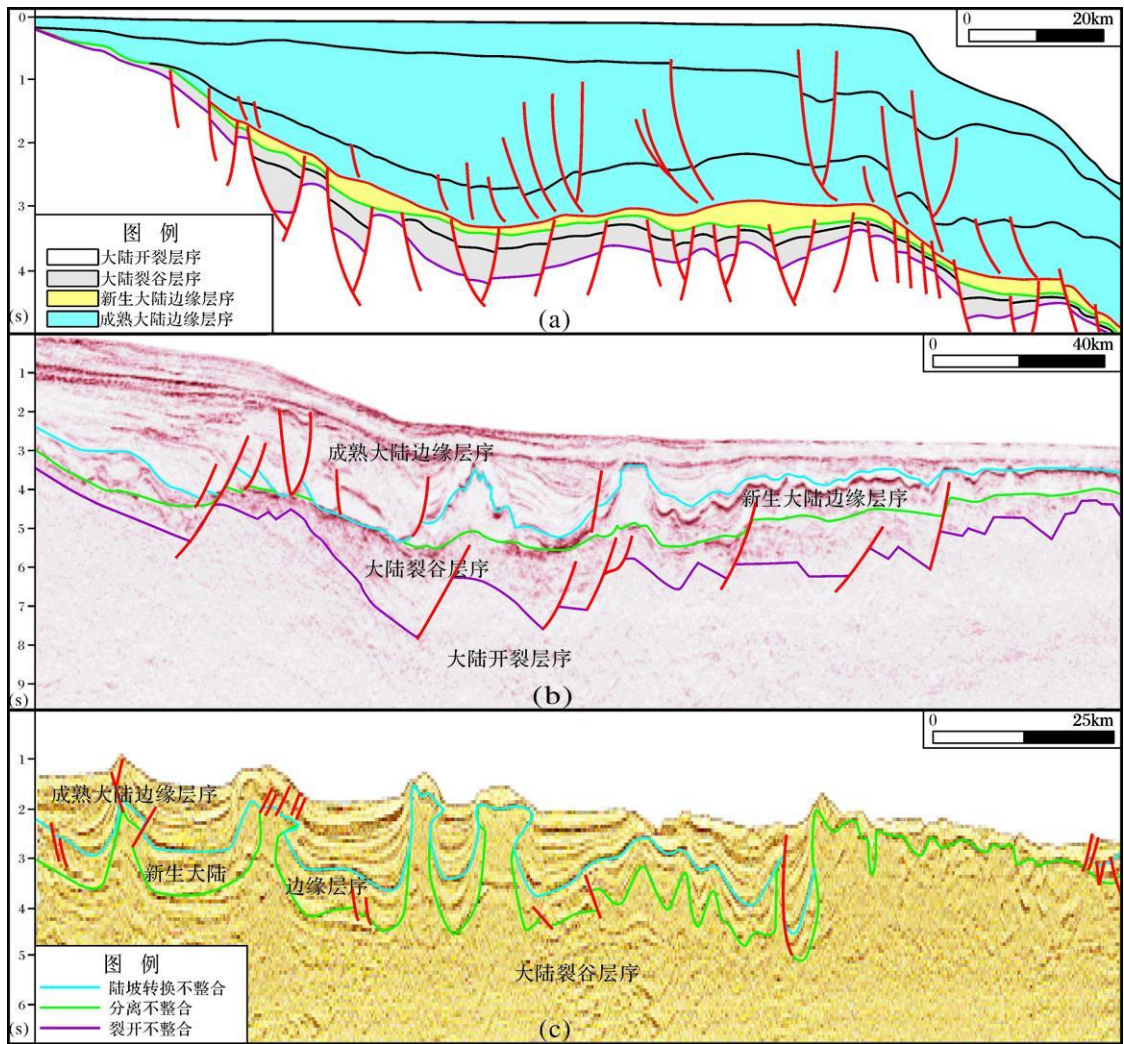


图 4 Campos 盆地 (a)、Santos 盆地 (b) 和下刚果盆地 (c) 不整合面、构造层序发育特征 (地震剖面据 [ 5, 18, 23, 25] )

Fig 4 Unconformity seismic characters and Tectonic sequences of Campos Basin (a) Santos (b) Basin and Lower Congo Basin (c) (Seismic profile from [ 5, 18, 23, 25] )

其下的地层被削蚀, 其上的地层向其逐层超覆, 在靠近滨岸一侧发育顶超, 在靠近下陆坡处被上覆的地层下超。在沉积特征上: 陆裾转换不整合之下缺少陆裾沉积, 而之上发育稳定的陆架—陆坡—陆裾沉积。在岩性特征上: 陆裾转换不整合之下以过渡相沉积为主, 之上发育海相沉积 (图 4)。

以裂开不整合、分离不整合和陆裾转换不整合为界可以将整个盆地划分为四大构造层序: 大陆开裂层序、大陆裂谷层序、新生大陆边缘层序和成熟大陆边缘层序。

(1) 大陆开裂层序: 大陆开裂层序是在冈瓦纳的克拉通内部形成的, 表现为盆地的基底。

(2) 大陆裂谷层序: 大陆裂谷阶段河流从四周注入到大陆裂谷内形成湖泊, 发育陆相、断陷沉积层序,

岩性以陆缘碎屑岩为主, 为一套陆相、断陷沉积层序。

(3) 新生大陆边缘层序: 在新生大陆边缘阶段, 延伸到大陆内部狭长海湾的张开有助于形成局限的浅海环境, 新生大陆边缘层序以过渡相沉积为主, 这些过渡相沉积物包括: 海相页岩、浅水碳酸盐岩和蒸发岩。整体上新生大陆边缘层序为一套过渡相的、断拗转换沉积层序。

(4) 成熟大陆边缘层序: 在成熟大陆边缘阶段盆地水体不断加深, 形成半深海—深海沉积环境, 陆缘碎屑物质不断向海盆方向进积, 盆地内发育稳定 Channel+levee, MTD, Lobe, 浊积砂和深海扇等沉积。整体上成熟大陆边缘层序为一套海相的、拗陷沉积层序。

在漂移晚期盆地水体不断加深, 形成半深海—深

海沉积环境,发育海相、拗陷的沉积层序。

### 3 结论

本研究从典型区域地震大剖面及区域背景资料分析入手,对典型被动大陆边缘深水盆地的构造、层序、沉积演化特征进行了综合研究,取得以下认识:

(1) 被动大陆边缘深水盆地经历了大陆开裂、大陆裂谷、新生大陆边缘和成熟大陆边缘四个构造演化阶段,相应形成三大不整合(裂开不整合、分离不整合和陆褶转换不整合)。

(2) 以这三大不整合为界可以将整个被动大陆边缘深水盆地划分为四大构造层(大陆开裂层序、大陆裂谷层序、新生大陆边缘层序和成熟大陆边缘层序),相应发育基底、陆相断陷沉积、过渡相断拗转换沉积和海相拗陷沉积。

(3) 笔者所探讨的构造演化过程和层序地层的划分及特征,是在典型被动大陆边缘深水盆地分析基础上的大胆推测,尚需在其它深水盆地开展相关研究,进一步完善该研究。

致谢 论文的完成过程中得到了青岛海洋地质研究所何起祥教授的悉心指导和热情鼓励,在此致以诚挚的谢意。

### 参考文献 (References)

- 1 周蒂,孙珍,陈汉宗.世界著名深水油气盆地的构造特征及对我国南海北部深水油气勘探的启示[J].地球科学进展,2007,22(6):561-572[Zhou Di, Sun Zhen, Cheng Hanzong. Tectonic features of world's major deep-water oil/gas field and their enlightenment to deep-water exploration in Northern South China Sea[J]. *Advances in Earth Science*, 2007, 22(6): 561-572]
- 2 Paul W, Roger M S *et al.* Introduction to the Petroleum Geology of Deep-water Settings[M]. AAPG Memoir, 2007
- 3 杨川恒,杜翎,潘和顺,等.国外深水领域油气勘探新进展及我国南海北部陆棚深水区油气勘探潜力[J].地学前缘,2000,7(3):247-256[Yang Chuanheng, Du Xu, Pan Heshun *et al.* Advance in worldwide deep water hydrocarbon exploration and oil and gas exploration potential in the Northern Continental Slope in South China Sea[J]. *Earth Science Frontiers*, 2000, 7(3): 247-256]
- 4 Peter R C, Kristian E M, Van S M. Reactivation of an obliquely rifted margin: Campos and Santos Basins, southeastern Brazil[J]. *AAPG Bulletin*, 2001, 85: 1925-1944
- 5 Christopher J M, Eugene R Brush. Post-rift sequence stratigraphy, paleogeography, and fill history of the deep-water Santos Basin, offshore southeast Brazil[J]. *AAPG Bulletin*, 2004, 88(7): 923-945
- 6 Chang H K, Kowsmann R O, Figueiredo A M F, *et al.* Tectonics and stratigraphy of the East Brazil rift system: an overview[J]. *Tectonophysics*, 1992, 213: 97-138
- 7 Maurin J C, Guiraud R. Basement control in the development of the Early Cretaceous west and central rift system [J]. *Tectonophysics*, 1993, 228: 81-95
- 8 Wilson M, Guiraud R. Magmatism and rifting in the Western and Central Africa from Late Jurassic to recent times [J]. *Tectonophysics*, 1993, 213: 203-225
- 9 Kristian E M, Peter R Cobbold, Van S M. Segmentation of an obliquely rifted margin: Campos and Santos basins, southeastern Brazil [J]. *AAPG Bulletin*, 2001, 85(11): 1903-1924
- 10 Antobreh A A, Faleide J J, Tsikalas F, *et al.* Rift-shear architecture and tectonic development to the Ghana margin deduced from multi-channel seismic reflection and potential field data [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2009, 26: 345-368
- 11 Daniella Slanin, Maryline Moulin, Jean-Louis Olive, *et al.* Brazilian and African passive margins of the Central Segment of the South Atlantic Ocean: Kinematic constraints [J]. *Tectonophysics*, 2009, 468: 98-112
- 12 Michael R H, Martin P A J. Advance of allochthonous salt sheets in passive margins and orogens [J]. *AAPG Bulletin*, 2006, 90(10): 1535-1564
- 13 Nicholas B H, Katherine H Freeman, Richard D P, *et al.* The character and origin of lacustrine source rocks in the Lower Cretaceous syn-rift section, Congo Basin, west Africa [J]. *AAPG Bulletin*, 2001, 85(8): 1163-1184
- 14 庞雄,陈长民,彭大均,等.南海珠江深水扇系统及油气[M].北京:科学出版社,2007:316-342[Pang Xiong, Chen Changmin, Peng Dajun, *et al.* The Pearl River Deep-water Fan System and Petroleum in South China Sea [M]. Beijing: Science Press, 2007: 316-342]
- 15 Seranne M, Anka Z. South Atlantic continental margins of Africa: a comparison of the tectonic vs climate interplay on the evolution of equatorial west Africa and SW Africa margins [J]. *Journal of African Earth Sciences: Phanerozoic Evolution of Africa*, 2005, 43: 283-300
- 16 Numberg D, Muller R D. The tectonic evolution of the South Atlantic from Late Jurassic to present [J]. *Tectonophysics*, 1991, 191: 27-53
- 17 Fernandez J C, Afonso G R. The deep lithospheric structure of the Namibian volcanic margin [J]. *Tectonophysics*, 2009, 209: 1-14
- 18 Edwards J D, Santogrossi P A. Divergent/Passive Margin Basin [M]. *AAPG Memoir*, 48
- 19 Anka Z, Seranne M. Reconnaissance study of the ancient Zaire (Congo) deep-sea fan (ZaiAngo Project) [J]. *Marine Geology*, 2004, 209: 223-244
- 20 Zahir Anka, Michel Seranne, Michel Lopez, *et al.* The long-term evolution of the Congo deep-sea fan: a basin-wide view of the interaction between a giant submarine fan and an active passive margin (ZaiAngo project) [J]. *Tectonophysics*, 2008, 208: 1-15
- 21 Fluey D S. The development of continental margins in plate tectonic theory [J]. *Australian Petroleum Exploration Association Journal*, 1974: 95-86
- 22 Mohriak W U, *et al.* Salt tectonics and structural styles in the deep water provinces of the Cabo Frio region, Rio de Janeiro, Brazil [C]//

- Jackson M P A, Roberts D G, Snelson S eds. Salt Tectonics: A global perspective. AAPG Memoir 65. 1995: 273-304
- 23 Xavier Fort, Jean-Pierre Brun, and Francois Chauvel. Salt Tectonics on the Angolan Margin: synsedimentary deformation process [ J ]. AAPG Bulletin, 2004, 88( 11 ): 1523-1544
- 24 Jackson M P A, Hudec M R. Stratigraphic record of translation down ramps in a passive-margin salt detachment [ J ]. Journal of Structural Geology, 2005, 27: 889-911
- 25 Dengliang Gao. Application of three-dimensional seismic texture analysis with special reference to deep-marine facies discrimination and interpretation: Offshore Angola, West Africa [ J ]. AAPG Bulletin, 2007, 91( 12 ): 1665-1683

## The Tectonic Evolution and Sequence Stratigraphy of Passive Continental Margins Deep-Water Basin

GONG Cheng-lin<sup>1, 2</sup> WANG Ying-min<sup>1, 2</sup> GUAN Bao-cong<sup>3</sup>

LIU Zeng-qin<sup>1, 2</sup> ZHANG Xin-tao<sup>4</sup> TIAN Shicun<sup>5</sup>

(1. School of Resource and Information Technology in China University of Petroleum, Beijing 102249;

2. State Key Laboratory of Petroleum Resource and Prospecting, Beijing 102249;

3. State Key Laboratory of Marine Environmental Science, College of Oceanography and Environmental Science of Xiamen University, Xiamen, Fujian 361005;

4. CNOOC Tianjin Company, Tianjin 300452; 5. Sinochem Petroleum Exploration & Production Co., Ltd, Beijing 100031)

**Abstract** Deep-water oil and gas exploration is the most potential area of the worldwide oil and gas exploration, and the tectonic evolution and stratigraphy sequence researches of Passive Continental Margins Deep-water basin have important theory and practice significance. After the integrated researches of typical Passive Continental Margins Deep-water basin, it has been pointed out that Passive Continental Margins Deep-water basin experienced four regional tectonic evolution stages (continental rift onset, continental break up, early continental margins and mature continental margins), and developed three unconformities (Rift onset unconformity, Breakup unconformity and Continental Rise transform unconformity). In addition, it can be identified four tectono-sequences (continental rift onset sequence, continental break up sequence, early continental margins sequence and mature continental margins sequence) in these basins.

**Key words** passive continental margins deep-water basin; tectonic evolution; stratigraphy sequence; continental rise transform unconformity