

文章编号: 1009-3850(2014)02-0043-04

万安盆地构造沉降与沉积速率及其油气资源前景

施秋华¹, 夏 斌², 万志峰², 张云帆³

(1. 中国科学院广州地球化学研究所, 广东 广州 510640; 2. 中山大学海洋学院, 广东 广州 510275; 3. 中国科学院南海海洋研究所, 广东 广州 510301)

摘要: 万安盆地是南海重要的新生代含油气盆地之一, 是较为典型的新生代走滑拉张盆地。根据对横穿盆地的地震反射剖面的平衡剖面模拟和构造沉降速率、沉积速率的计算, 认为万安盆地曾经历了3次快速的构造沉降。2.6Ma以来, 沉积速率最大。万安盆地的沉降与沉积速率和盆地构造演化过程密切相关, 各构造演化阶段分别控制了盆地中油气的生成、运聚和保存等成藏条件与过程。

关键词: 构造沉降; 构造演化; 沉积速率; 万安盆地

中图分类号: P736

文献标识码: A

万安盆地位于万安走滑断裂西侧的南沙海域西部陆架上, 盆地呈近南北向展布, 中间宽, 两头窄, 形似梭形或纺锤状, 最宽约280km, 长约600km, 主体水深小于500m。新生代最大沉积厚度约12500m。盆地内构造、沉积格局均具有典型的走滑拉张盆地特点, 并控制着油气成藏与分布, 是我国边缘海中较为典型的走滑拉张盆地^[1], 油气前景良好。国内外油气勘探的实践表明, 盆地的构造沉降、沉积速率变化与盆地的形成及演化密切相关, 通过构造沉降与沉积速率研究, 来了解盆地的构造运动, 对盆地内油气的生成、储运及保存具有指示意义。

1 盆地动力学背景与地质概况

万安盆地是中生代末—新生代初在南海西部张裂大陆边缘形成的沉积盆地。

中生代末—新生代初, 东南亚大陆边缘挤压构造应力场出现松弛, 一些早期的构造薄弱带成为初始张裂发生的地方, 在越南东南部边缘形成了一系列彼此分割的北东向小型裂谷型地堑或半地堑, 初

步奠定了万安盆地的雏形。晚始新世, 随着南海西南海盆开始扩张, 引起这次扩张的地壳伸展向西南传递到万安盆地所在位置, 万安盆地在初期裂谷的基础上开始发生断拗沉降。中—晚中新世发生的南沙运动使万安盆地内普遍产生构造反转, 此时万安断裂发生左行走滑活动, 位于断裂附近的地层普遍发生褶皱变形, 褶皱强度自东向西减弱, 显示构造运动的动力来源于东部。晚中新世—上新世初开始, 万安盆地整体进入裂后区域沉降阶段。

早期走滑拉张、中期走滑挤压、后期区域沉降是万安盆地演化的总体特点^[2-4]。

万安盆地主要受控于西侧的万安—纳土纳大断裂带, 该断裂带内部断裂构造十分发育, 共发育了280余条断裂, 断裂长度一般大于10km, 多数为10~30km, 最长可达360km。根据断裂走向主要分为3组: SN向、NE向和NW向。SN向断裂分布在盆地东西两侧, 构成盆地的东西边界, 确定了盆地的整个形态, 这类断裂规模大, 延伸长, 断距达数百米至上千米; NW向断裂主要分布在盆地东部、中部及西南边缘, 以西南部最为发育, 切割了其它方向

收稿日期: 2013-05-30; 改回日期: 2013-09-08

作者简介: 施秋华(1985-)男, 博士生。构造地质专业, 研究方向为南海构造演化及盆地数值模拟

资助项目: 本文得到中国科学院边缘海地质重点实验室课题(MSGL11-03)和国家重点基础研究发展计划(973)(2009CB219401)联合资助

断裂; NE 向断列为万安走滑断裂所派生的次级断裂,它们控制了万安盆地内一系列 NE、NNE 向隆坳二级构造单元的形成。万安盆地自北而南分别为西北断阶、北部坳陷、北部隆起、中部坳陷、西部坳陷、中部隆起、南部坳陷、东部隆起、东部坳陷和西南斜坡共 10 个二级构造单元^[5](图 1)。

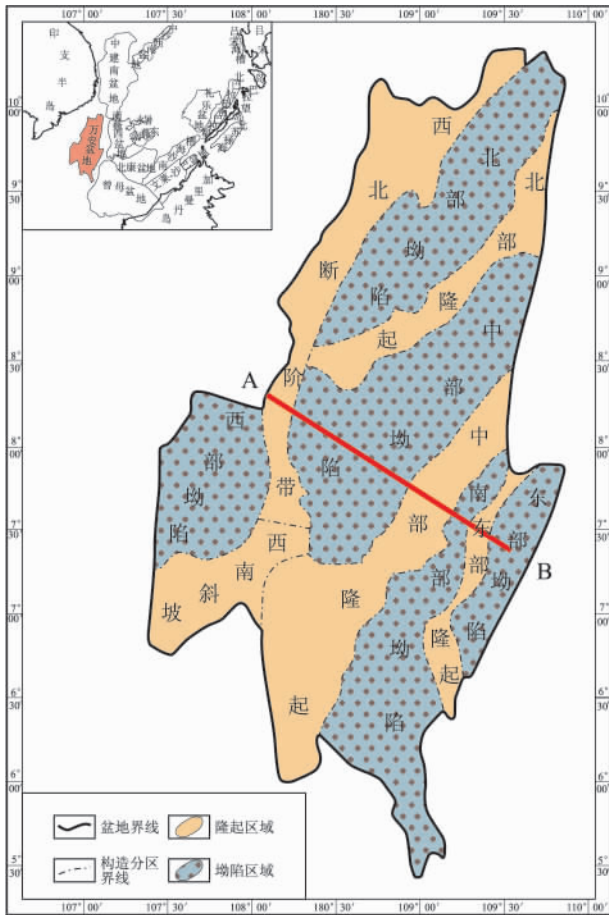


图 1 万安盆地构造区划图

Fig. 1 Tectonic division of the Wan'an Basin

万安盆地叠置在印支陆块的海西-印支褶皱变质基底和燕山期岩浆-火山弧之上,自下而上沉积了下、中始新统粗碎屑岩、上始新统-渐新统砂砾岩、砂泥岩、泥岩、下中新统-中中新统粗-细粒碎屑岩互层及碳酸盐岩、上中新统粗碎屑岩及碳酸盐岩以及上新统-第四系海相细粒沉积岩段。

2 盆地沉降与沉积速率分析

根据大量地球物理资料的解释,万安盆地内新生代沉积盖层中存在 T_{20} 、 T_{30} 、 T_{40} 、 T_{50} 、 T_{60} 、 T_{80} 和 T_g 共 7 个区域不整合面^[6]。依万安盆地断裂活动特点及盆地沉降、沉积特征,其构造演化大致可划分为以下 4 个阶段^[7](表 1)。我们选择一条垂直于盆

地主要二级构造单元的地震剖面,运用 2Dmove 进行平衡剖面模拟(图 2),并用 Fortran 程序进行构造沉降与沉积速率分析。

表 1 万安盆地不整合面与构造演化序列表

Table 1 Regional unconformities and tectonic evolutionary stages in the Wan'an Basin during the Cenozoic

地质时代	代号	地层	界面	构造运动	区域构造演化
第四纪	Q	第四系			
新近纪	上新世	N_2	广雅组	T_{20}	区域沉降阶段
	中新世	晚 N_1^3	昆仑组	T_{30}	
		中 N_1^2	李淮组	T_{40}	挤压反转阶段
		早 N_1^1	万安组	T_{50}	
古近纪	渐新世	晚 E_3^2	西卫群	T_{60}	断拗阶段
		早 E_3^1			
	始新世	晚 E_2^3	人骏群	T_{80}	陆缘裂解阶段
		中 E_2^2			
		早 E_2^1			
	古新世	E_1		T_g	燕山末期运动
白垩纪					

剖面 AB(位置见图 1)的构造沉降速率在 40.5 ~ 30Ma 出现最大值(图 3),该时期的构造沉降速率明显大于其它各时期,说明 40.5 ~ 30Ma 时期为万安盆地的快速张裂期;30Ma 以后进入裂后期,以热沉降为主,构造沉降速率明显减小;在 17.5 ~ 22.5Ma 时,出现了一个较弱的相对快速沉降期,到 5Ma 以后,沉降又开始增加,出现一个小高峰。主要的构造沉降特征如下:

(1) 剖面 AB 的西北部和东南部各发育两个沉降中心,对应着盆地的中部坳陷和南部地坳陷带,且西北部沉降作用强于东南部。

(2) 存在着 3 次快速沉降:盆地的构造沉降作用经历了多次沉降速度变化,尽管其时间尺度划分比较粗,但还是可以大致看出 3 次相对较快速的沉降作用:即晚始新世-早渐新世、早中新世、上新世-第四纪。其中第一次和第三次沉降速度快,第二次沉降较慢。而且在盆地不同范围内,构造沉降作用存在明显差异,如对于第二次快速沉降,测线东南部沉积速度明显快于西北部。

从沉积速率上来看,12.5 ~ 5Ma 时期沉积速率相对较小(图 4),此时可能受万安断裂发生左旋剪切,盆地处于一个走滑挤压的应力场中,引起盆地相对隆起,沉积速率减慢。5Ma 以后,构造沉降速率增加,同时物源供应充足,盆地出现一次快速沉积。测线的总的沉积速率显示,万安盆地的沉积中心位

于盆地的西部,推测物源来自于盆地的西部。同时结合构造沉降图,可以看出早期构造对沉积的控制作用不明显。

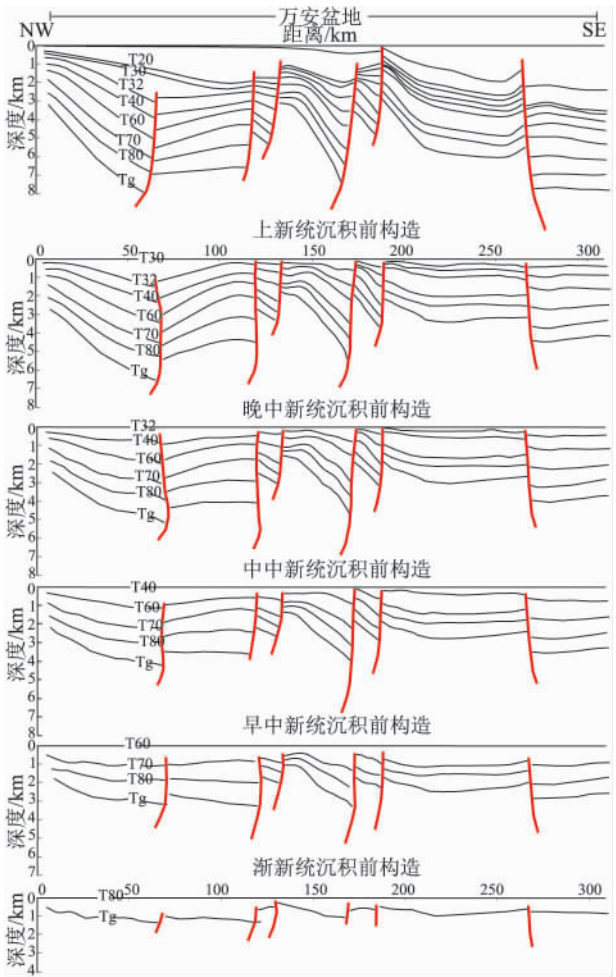


图2 万安盆地 AB 剖面构造演化史
Fig. 2 Tectonic evolution of the AB profile in the Wan'an Basin during the Cenozoic

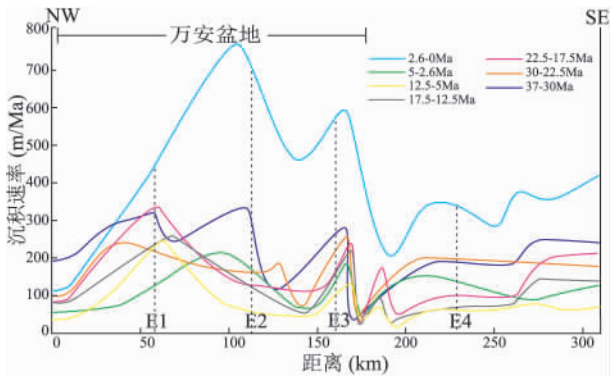


图4 万安盆 AB 剖面各时期的沉积速率
Fig. 4 Sedimentary rates of the AB profile in the Wan'an Basin during individual periods

3 构造演化特征

根据盆地的地质构造、不整合面发育和构造沉降等综合分析,认为万安盆地的构造演化史可划分为以下4个阶段:

(1) 陆缘裂解阶段: 中生代末-新生代初,东南亚大陆边缘挤压构造应力场出现松弛,在越南东南部边缘沿发生的张裂带形成了一系列彼此分割的北东向小型裂谷型地堑或半地堑,大多呈NW向展布,充填陆相粗碎屑堆积,如越南南部海岸茶句附近出露有厚约800m的始新世砾岩。

(2) 断拗沉降阶段: 晚始新世-早中新世,南海南北向的扩张导致万安断裂发生右旋运动,盆地发生整体断拗沉降。同时在派生剪切拉张应力作用下,形成了以NE向为主的隆、拗相间的地质构造格局。在断陷早期,盆地发育了以河湖相为主的沉积,在早中新世,南海西南次海盆开启,盆地的隆、拗格局进一步分化,然后盆地整体从断陷阶段进入拗陷阶段,沉积相也开始以滨、浅海为主。

(3) 挤压反转阶段: 在中新世中晚期,区域应力场改变,万安断裂发生左旋活动,产生走滑加挤压的应力场。在此作用下,渐新世-中新世地层发生断裂和褶皱,在中部拗陷形成一系列北东向背斜构造,在西部发育断块构造。其后盆地继续沉降,沉积以滨、浅海相主要,同时发育三角洲相、台地相及生物礁相。

(4) 区域沉降阶段: 上新世-第四纪时期,盆地内断裂体系的活动减弱,万安盆地整体处于向东倾斜的大陆架上,整体发生区域沉降,在充足的物源条件下,大规模接受浅海-半深海沉积。

4 对油气成藏的指示意义

在盆地形成演化过程中的断拗阶段,广泛接受近岸河湖-过渡相-滨海相沉积,使得始新统-渐新统地层广泛发育且厚度较大,这一时期的沉积对万安盆地的油气生成具有关键作用,是盆地主要的生烃层段。在挤压反转阶段,形成了许多断背斜构造、反转构造等,断背斜构造既表现出背斜的断块等普通油气圈闭构造的性质,又具有似花状构造的独特性。反转构造也是油气勘探的有利构造,早期凹陷在构造反转的作用下形成的构造高位直接覆盖在可能具有生油能力的深凹陷之上,其间以断裂相通,对油气聚集有利。因此,挤压反转阶段是油气聚集的关键期。在区域沉降阶段,盆地大规模接受

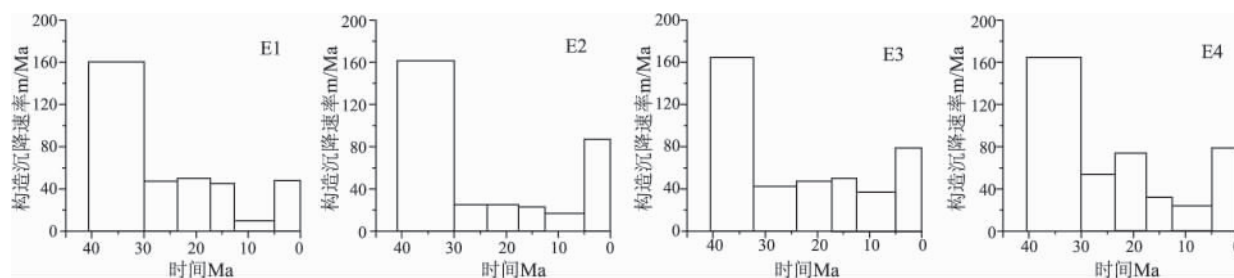


图3 万安盆地 AB 剖面构造沉降速率柱状图

Fig. 3 Columnar correlation of the tectonic subsidence rates of the AB profile in the Wan'an Basin during the Cenozoic

浅海-半深海相沉积,沉积了一套富含泥质的浅海-半深海相碎屑岩,它们构成了万安盆地的区域盖层,对油气的保存具有重要意义。

参考文献:

- [1] 高抒,李家彪.中国边缘海的形成演化[A].中国边缘海形成演化系列研究[C].北京:海洋出版社,2002.
- [2] WU JINMIN. The tectonic evolution of South China Sea and its control of hydrocarbons [A]. Marine Geology and Geophysics of the South China Sea [C]. 1992 218-227.
- [3] YANG MUZHUANG, WU JINMIN. Tectonic stress field and tectonic evolution in cenozoic in the south of South China Sea [A]. Proceeding of the Third International Conference on Asian Marine Geology [C]. Korean Society of Oceanography, 1996, 169-176.
- [4] 张光学. 地壳伸展及走滑与万安盆地的形成 [A]. 南海地质研究(8) [C]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996. 14-23.
- [5] 杨木壮, 王明群, 梁金强, 等. 南海万安盆地构造沉降及其油气成藏控制作用[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2003, 23(2): 85-88.
- [6] 杨木壮, 吴进民, 杨锐, 等. 南沙海域西南部地层划分与命名[J]. 南海地质研究, 1996 8: 37-47.
- [7] 金庆焕, 吴进民, 谢秋元, 等. 南沙西部海域沉积盆地分析与油气资源[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2001.

Tectonic subsidence, sedimentary rates and petroleum resources potential in the Wan'an Basin

SHI Qiu-hua¹, XIA Bin², WAN Zhi-feng², ZHANG Yun-fan³

(1. Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, Guangdong, China; 2. School of Marine Sciences, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, Guangdong, China; 3. South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510301, Guangdong, China)

Abstract: The Wan'an Basin as one of major Cenozoic petroleum basins in the South China Sea is a representative Cenozoic strike-slip pull-apart basin. Inferred from the calculations of balanced profile modeling, tectonic subsidence rates and sedimentary rates for the basinwide seismic reflection profiles, the Wan'an Basin may have experienced three phases of rapid tectonic subsidence. The sedimentary rates also came up to a climax from the 2.6 Ma onwards. A close correlation exists between the tectonic subsidence rates and sedimentary rates of the basin, which have exercised a major control on the generation, accumulation, migration and preservation of the hydrocarbons in the basin.

Key words: tectonic subsidence; tectonic evolution; sedimentary rate; Wan'an Basin