

文章编号: 0253-9985(2006)04-0512-05

南海西部中建南盆地构造格架及形成机制分析

高红芳, 陈 玲

(广州海洋地质调查局, 广东 广州 510760)

摘要: 中建南盆地地处南海西部, 断层、火山岩体发育, 地质条件复杂。新生代构造运动对盆地形成演化影响很大, 剖面上表现为由 4 个不同结构特征的构造层叠置而成, 平面上呈现北北东-北西走向, 形态呈菱形, 既具有走滑盆地的几何特征, 又具有拉张盆地的地质特征。盆地整体以一个主要坳陷和两个次级坳陷为中心, 穿插缓坡低隆起, 形成隆坳相间排列的构造格局。盆地内发育伸展构造和走滑构造, 走滑方向不同, 对盆地演化的影响截然不同, 左旋引起挤压, 而右旋则造成盆地拉张沉降。在拉张和剪切两种应力改造作用下, 经过了多次抬升、沉降的旋回, 形成走滑-拉张复合型盆地。

关键词: 新生代; 构造运动; 构造格局; 走滑-拉张; 复合型盆地; 中建南盆地

中图分类号: 111.2 **文献标识码:** A

An analysis of structural framework and formation mechanism of Zhongjiannan basin in the west of South China Sea

Gao Hongfang, Chen Lin

(Guangzhou Marine Geological Survey, Guangzhou, Guangdong 510760)

Abstract Zhongjiannan basin, located in the west of South China Sea, has well developed faults and volcanic rocks, thus the geological conditions are very complex. The influence of the Cenozoic tectonic movement upon the formation and evolution of the basin was huge and is well reflected by its four superposed structural layers with different characteristics in profile, its NNE-NW trending and its lozenge shape on plane. Both geometrical characteristics of strike-slip basin and geological characteristics of tensional basin can be found in the basin. Centered with a major depression and two secondary depressions, the basin has a structural framework with alternative depressions and upheavals. Extensional structures and strike-slipping structures had been developed in the basin. Different slipping directions brought about completely different effects on the evolution of the basin: sinistral strike caused extrusion while dextral strike slip resulted in extension and subsidence in the basin. The combination of tensile stress and shear stress shaped the area into a strike slip-extensional composite basin after several uplifting and subsidence cycles.

Key words Cenozoic tectonic movement; structural framework; strike slip-extension; composite basin; Zhongjiannan basin

中建南盆地位于南海西部, 面积约 $1 \times 10^4 \text{ km}^2$, 水深 50~4 000 m。该盆地北接南海北部陆坡, 与琼东南盆地、莺歌海盆地相邻; 南部部分区域伸入南沙中部海域内, 与万安盆地、南薇西盆地相接; 西连印支半岛, 东部通过西雅隆起区与西南海盆

分割, 构造位置特殊。

该盆地处于陆架边缘区, 介于陆架和海盆之间, 总体发育在大陆斜坡上, 为离散型大陆边缘盆地, 地壳类型为过渡壳, 具有独特的构造特征。

收稿日期: 2006-07-06

第一作者简介: 高红芳 (1971-), 女, 高级工程师 (硕士), 盆地综合分析与模拟

基金项目: 广东省自然科学基金 (05007408)

1 断裂体系及岩浆活动

1.1 断裂体系

盆地内断层极为发育, 主要为张性断层和张扭性断层, 多具有同沉积断层的性质, 平面展布大致可分为北东-北北东向、北西向和近南北向 3 组, 主要以控制区内一级构造单元和二级构造单元发育的近南北向和北东-北北东向断裂为主。盆地西侧发育近南北向大型走滑断裂——南海西缘大断裂, 盆地构造格局受走滑断裂影响明显; 北东向断裂主要发育于中部, 以张性断层为主, 控制了二级构造单元的发育和沉积活动的进行, 北西向断裂是构造活动过程中形成的调节断层。

1.2 岩浆活动

盆地内岩浆活动剧烈^①, 火成岩体发育, 规模

大, 数量多, 主要发育在中-南部。规模较大的岩体往往与断裂伴生, 沿断裂带走向成条带状分布, 规模较小的岩体则星罗棋布于盆地的坳陷或隆起中, 部分火成岩体刺穿海底形成海山或海丘。

1.3 新生代构造运动对盆地的影响

盆地的断裂和岩浆活动同南海地区的新生代构造运动密不可分 (表 1), 对盆地影响较大的新生代构造活动主要有 3 期, 由老到新依次为神狐运动 (K_2-E_1)、西卫运动 ($E_2^2-E_2^3$) 和万安运动 ($N_1^2-N_1^3$)^[1]。

神狐运动发生于中生代末期至新生代早期, 是一次强烈的构造运动, 相当于南海南部的礼乐运动。它从西部地区开始, 逐渐向东扩展。这次构造运动是一次张裂运动, 以断块升降运动为主^[2], 它产生了一系列北东向或近南北向断层和彼此分离的北东向地堑或半地堑。此外, 还是被动大陆边缘新生代构造运动的序幕。由它而产生

表 1 中建南盆地构造特征同构造运动对应关系表

Table 1 Relationship between structure characteristics and tectonic movements

年 代			不整合面	构造运动	构造特征	构造层次
新近纪	全新世			万安运动 (东沙运动)	盆地整体沉降，张裂作用基本停止，断裂活动明显减弱，岩浆活动依然活跃，以中基性－基性岩浆喷发为主	坳陷构造层
	更新世					
	上新世					
	中新世	晚中新世	~~~~~ T ₂ ~~~~~			
		中中新世	~~~~~ T ₃ ~~~~~			
		早中新世				
古近纪	渐新世	晚渐新世	~~~~~ T ₄ ~~~~~		早期断裂继续活动，并新发育大量北东－北北东向、北西向断裂，同时盆地明显扩张，末期受万安运动影响，构造应力发生变化，整体挤压、抬升，遭受剥蚀，出现微褶皱。在东部、东北部大量岩体发育	断坳构造层
		中渐新世				
		早渐新世				
	始新世	晚始新世	~~~~~ T ₅ ~~~~~	西卫运动	近南北向走滑断裂活动，地堑发育，部分北东、北西向断裂形成。北部少量岩体发育	裂陷构造层
		中始新世				
		早始新世				
	古新世		~~~~~ T _g ~~~~~	神狐运动		
	前第三纪					

①陈玲, 高红芳, 林珍, 等. 南沙海域中建南盆地综合地球物理概查报告. 2002

的不整合称为张裂不整合。在中建南盆地表现为初始裂陷形成,地层被拉张减薄而出现均衡沉降,盆地周围构造高地基底构造层开始遭受剥蚀形成物源,而在裂陷内逐渐发育冲积扇、湖相沉积。

西卫运动发生于始新世中、晚期之间,区域上与南海第一次扩张有关。在全球海平面大规模下降时期,是一次席卷整个南海的构造运动,在南海西部和北部,以拉张应力为主,而在南海东部和南部,以挤压应力为主。在中建南盆地表现为裂陷进一步被拉开,盆地规模明显扩大,基底断裂进一步发育,在沉积不均衡的地区,又有新的断裂发育,为此后接受大规模的海泛沉积提供了巨大的场所。

万安运动(东沙运动)是盆地内最强烈的一次构造运动。主要发生于中中新世—晚中新世之间。此次运动使地层强烈变形,在中建南盆地内造成了地壳上升、地层缺失、褶皱,同时伴随有断裂活动以及中酸性岩浆侵入。万安运动对盆地最后格局的形成具有重要意义,它是盆地由此前的张裂阶段转为中中新世末期压扭阶段的转型构造运动。从地震剖面(图 1)上可以看出,该运动形成的界面表现为上超下削,不整合关系十分清楚。局部地段还有舒缓的褶皱,而该界面以上地层多呈席状披覆充填,反射层之间多为产状平缓,平行结构。反映后期无重大构造运动,盆地以整体沉降为主。

2 盆地构造格局

从剖面上看,中建南盆地表现为由 4 个不同结构特征的构造层次(图 2)叠置而成^①。

1) 前第三纪形成的盆地基底岩系构造层。

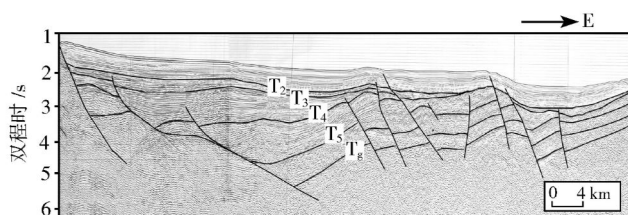


图 1 滚动式复式半地堑构造样式剖面

Fig. 1 Sketch map showing the location and structure divisions of Zhongjiannan basin

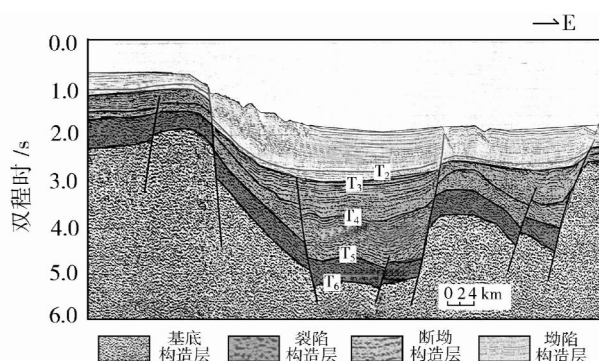


图 2 剖面构造层次叠置示意图

Fig. 2 Sketch cross section showing the superposed structural layers

2) 古新世—始新世末期形成的裂陷构造层在盆地基底岩系发生强烈断裂或褶皱变形的基础上,形成一系列小型的地堑—半地堑基底块断系统。沉积以河流—冲积扇以及湖沼等陆相沉积为主^[2],具有沉积中心多、地层分割性强、厚度变化大、隆坳突出和缺失范围广等特点。

3) 晚始新世—中新世中期形成的断坳构造层。晚始新世是盆地沉降速率最大的时期^[3],也是盆地扩张最明显的时期^[4]。同时沉积活动十分活跃,沉积范围明显扩大,使中建南盆地成为一个统一的地质构造单元。中中新世后期,受万安运动的影响,应力方向发生变化,盆地地层强烈褶皱,形成了一批构造圈闭。

4) 中新世后期—现今的坳陷构造层属于区域沉降阶段的产物,沉积物呈席状或充填状覆盖于中部构造层之上,构造变形轻微,形成了盆地内重要的油气区域盖层。

从平面上看,中建南盆地呈现北北东—北南走向,长宽比可达 3:1,形态呈菱形,具有走滑盆地的一定几何形态特征。盆地整体以一个主要坳陷和两个次级坳陷为中心,穿插缓坡低隆起。盆地周围为高隆起或隆褶带,盆地次级构造单元以北东向为主,同盆地总体展布方向一致。各构造单元的地质特征则主要以伸展型盆地特征为主。

3 盆地各构造单元基本地质特征

盆地次级构造单元由 3 个正向单元和三个负向单元组成。西北部隆起位于盆地的西北部,北北东向展布,表现为一套平行结构的反射层,由老

① 引用自内部资料:白志琳、高红芳、金华峰,等.管辖海域沉积盆地多道地震补充调查报告,1999

到新,充填了一套河流相-冲积扇相-三角洲相-滨海-浅海相沉积序列,沉积稳定,厚度为2 000~3 000 m,构造变形轻微,未见有岩浆活动,表明该隆起一直处于较为平静的隆起环境中。

北部坳陷位于盆地北部,北北东向展布,坳陷内新生界厚度一般2 500~6 500 m,由古新统到第四系组成,先后发育沼泽相-滨、浅海相-半深海相沉积。其坳陷边界断层对沉积具有明显的控制作用。

北部隆起在北部坳陷东南部,呈北东向展布,其高部位缺失古新统一渐新统,新生界总厚度500~3 000 m,具有中部厚、东西部薄之特点,属河流相-冲积扇相-滨、浅海相-半深海相沉积。

中部坳陷位于盆地中部,北东向展布,是中建南盆地的主体沉降区域和沉积中心。其沉积发育由早期的浅湖-沼泽相过渡到后期的浅海-半深海相,新生界厚度一般3 000~7 000 m,最厚达8 500 m。坳陷内构造运动较弱,褶皱变形不明显;断裂持续继承性作用,具有同沉积断层的性质;岩浆活动较少。中部坳陷是早期形成的分散的、零星分布的裂隙,至晚始新世坳陷范围不断扩大,连成一片。

南部隆褶带位于中南部,北东向展布,属于河流-冲积扇相-浅湖-沼泽相-滨浅海相-半深海相沉积。隆褶带内构造运动活动剧烈,构造复杂,断层数量多,断距大,地层褶皱明显,厚度变化悬殊,岩浆活动频繁发生,与其他构造单元相对稳定的构造环境形成鲜明的对比。

南部坳陷带位于南部隆褶带南部,北北东向展布,沉积厚度3 000~7 000 m;从古新世至中中新世发育一套陆相到滨浅海相的沉积,坳陷带内的地层有不同程度的变形,后期的反向断层发育且断距较大,其周边火成岩体发育。

4 基本构造样式分析

通过分析盆地断裂组合特征及其基本构造格局,认为中建南盆地现存构造特征的形成,是拉张、挤压和剪切3种不同应力作用的结果,而剪切应力也可能与拉张应力和挤压应力伴生产生。综合盆地的构造、沉积特征、变形机制和大地构造背景等因素,中建南盆地内发育伸展构造样式和走滑构造样式两种。盆地新生代地层发育明显受到中生代基底构造(如基底断层、基底古隆起等)的

控制或影响。因此中建南盆地构造样式总体上应属于基底卷入型构造格架样式^[6]。

伸展构造样式是区域引张作用的产物^[7],在中建南盆地中比较发育,主要表现为断阶、掀斜式地垒和半地堑相间排列(图3)滚动式复杂半地堑(图1)。前两种伸展构造样式在盆地中发育较普遍,后一种滚动式复杂半地堑主要发育在盆地南部坳陷,其主断裂的几何形态为铲式,地层上盘滚动掀斜,基底产状倾斜,形成基底滚动半背斜,背斜顶部被后期断层改造形成次级的小凹陷。这些构造样式多发育在下构造层和中构造层中,显示出张性构造应力在盆地形成过程中的主导地位。

走滑构造样式表现为两种形式,一种为负花状构造,为张扭作用的产物,是南海西缘断裂的主要表现特征^[8],剖面上可见到主干断层向上分支构成下窄上宽的貌似“花朵”的断裂带(图4),断层具有正断性质,断裂组成总体表现为向形特征。走滑活动在盆地内的伴生构造主要为雁列构造组合,包括雁列断裂和雁列褶皱,位于南海西缘断裂的东侧。另一种为挤压构造样式,为压扭作用的

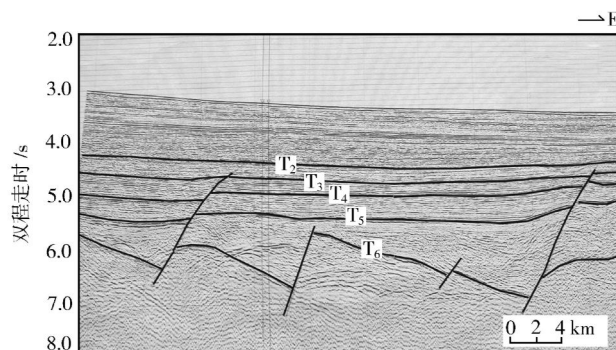


图3 掀斜式(多米诺式)半地堑构造样式剖面

Fig. 3 Cross section of tilt-type
(Dominoes-type) halfgraben

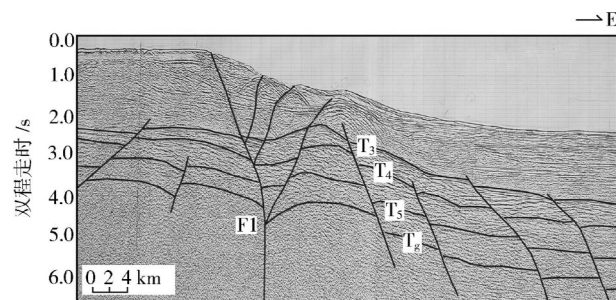


图4 南海西缘断裂带负花状构造剖面

Fig. 4 Cross section of negative flower-like structure of
fault belt in the western edge of South China Sea

产物。在盆地内主要表现为断背斜和低缓向背斜构造,是挤压应力改造的结果。根据南海新生代构造运动方式分析,中中新世末期万安运动使本区抬升剥蚀并受到挤压而发生褶皱。晚中新世早期,应力松弛盆地继续沉降,部分已形成的背斜受到拉张应力改造形成断背斜。

5 盆地形成机制分析

中建南盆地的基本结构和构造样式特征表明,盆地早期是一个伸展型盆地,其古新统一始新统多是受正断层控制的“裂陷”,形成掀斜的多米诺式半地堑组合,具有伸展盆地的基本特征;走滑构造样式的发育显示盆地在走滑应力作用下进一步受到剪切改造。成为断陷与坳陷相迭合并多次抬升遭受剥蚀的复合型盆地。其成因与盆地所处的构造位置、地壳结构和区域应力场密切相关。

中建南盆地位于华南陆块、南沙地块和印支陆块的结合部位。中生代末期—新生代早期,受到欧亚板块东南部燕山造山带岩石圈拆沉作用的影响,南海地区发生重要的构造运动——神狐运动(或称礼乐运动),区域应力场由挤压转为拉张,上地壳以脆性共轭正断层作用形成地堑与半地堑,并造成地壳的水平伸展。这些呈北北东—北东向展布的断裂和地堑、半地堑即构成了盆地的雏形。

中、晚始新世,全球板块构造格局重新组合,印—澳板块与欧亚板块开始碰撞,太平洋板块运动方向发生变化。以南海西缘断裂为代表的印支边缘的走滑活动开始于这一时期^[1]。由于南海西缘断裂的走滑活动导致其东侧的地壳沿早期的北东向断裂拆离拉张,使得断裂和断陷进一步加剧、扩大,中建南盆地在此基础上沉积发育,奠定了其坳陷相间、菱形展布的构造格局。

晚渐新一中中新世,南海中央海盆南北向扩张,南海西半部的地壳在走滑和拉张作用下继续减薄。中建南盆地大幅度沉降,范围迅速扩大。强烈的水平伸展作用和差异升降运动,为盆地提供了巨大的可容纳空间,形成了大型沉积盆地。

中中新世末,南海西缘断裂的左旋走滑活动导致了万安运动,应力场由拉张转为压扭,盆地隆升剥蚀,产生花状、压扭性背斜和褶皱隆起等局部构造,完成了压扭应力场对盆地后期的改造。晚中新世—第四纪,盆地整体沉降,沉积物呈席状披

盖全区,形成了现今的沉积面貌和构造格局。

因此,中建南盆地为一个在伸展应力与走滑应力共同作用下形成的走滑—拉张复合型盆地。

参 考 文 献

- 姚伯初,曾维军, Hayes D E, 等. 中美合作调研南海地质专报[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1994 51~53
Yao Bochu, Zeng Weijun, Hayes D E, et al. The geological memoir of South China Sea surveyed jointly by China and USA [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1998 51~53
- 徐旭辉, 高长林, 黄泽光, 等. 中国盆地形成的三大活动构造历史阶段[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(2): 155~161
Xu Xuhui, Gao Changlin, Huang Zeguang, et al. Three stages of tectonic movements in formation of petroliferous basins in China [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(2): 155~161
- 高红芳, 白志琳, 郭依群. 南海西部中建南盆地新生代沉积相及古地理演化[J]. 中国海上油气(地质), 2000, 14(6): 411~416
Gao Hongfang, Bai Zhilin and Guo Yiqun. Cenozoic sedimentary facies and palaeogeographic evolution of Zhongjiannan basin, South China Sea [J]. China Offshore Oil and Gas (Geology), 2000, 14(6): 411~416
- 高红芳, 白志琳. 南海中建南盆地构造沉降分析及沉积充填序列[J]. 南海地质研究, 2000, 12: 37~39
Gao Hongfang and Bai Zhilin. Modeling and analysis of structure subsidence historic and filling succession of Zhongjiannan basin [J]. Geological Research of South China Sea, 2000, 12: 37~39
- 郑求根, 周祖翼, 蔡立国, 等. 东海陆架盆地中新生代构造背景及演化[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(2): 197~201
Zheng Qiugen, Zhou Zuyi, Cai Liguang, et al. Meso-Cenozoic tectonic setting and evolution of East China Sea shelf basin [J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(2): 197~201
- 王燮培, 费琪, 张家骅. 石油勘探构造分析[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1992 1~10
Wang Xiepei, Fei Qi, Zhang Jiahua. Structure analysis of petroleum survey [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1992 1~10
- 苏惠, 曲丽萍, 张金川, 等. 裂陷盆地构造演化及盆地伸展模式——以东濮凹陷为例[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(1): 70~77
Su Hui, Qu Liping, Zhang Jinchuan, et al. Tectonic evolution and extensional pattern of rifted basin: a case study of Dongpu depression [J]. Oil & Gas Geology, 2006, 27(1): 70~77
- 姚伯初, 邱燕, 吴能友, 等. 南海西部海域地质构造特征和新生代沉积[M]. 北京: 地质出版社, 1999 45~55
Yao Bochu, Qiu Yan, Wu Nengyou, et al. Geological and tectonic characteristics and Cenozoic sedimentation of the western South China sea [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1999 45~55

(编辑 高 岩)