

婆罗洲地质构造特征及其对南海南部盆地的影响

施秋华^{1,3}, 万志峰², 夏 斌²

(1 中国科学院广州地球化学研究所, 广州 510640; 2 中山大学海洋学院, 广州 510275;

3 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要:南海南部曾母、文莱—沙巴盆地油气资源丰富, 已发现一大批油气田及含油气构造。曾母盆地南部与文莱—沙巴盆地油气的生成、运移和聚集与婆罗洲地块息息相关。婆罗洲地块地质特征复杂, 自古新世开始, 古南海逐渐消失, 与婆罗洲地块发生碰撞, 中新世开始隆升造山。在这种地质背景下, 婆罗洲拉让河和巴兰河为曾母盆地南部与文莱—沙巴盆地的主要物源, 发育三角洲相、滨浅海相、浊积扇相、浅海相砂岩储层; 同时, 压扭型构造发育, 不仅形成断块与背斜型油气藏, 同时具有良好的油气运移条件。

关键词:婆罗洲地块; 曾母盆地; 文莱—沙巴盆地; 油气成藏

中图分类号: P736.1 文献标识码: A

南海属西太平洋最大的边缘海之一, 蕴涵着丰富的油气资源。南沙海域发育万安、曾母、文莱—沙巴、北康、南薇西等多个新生代沉积盆地, 油气资源十分丰富^[1,2]。特别是曾母和文莱—沙巴盆地, 已发现一大批油气田及含油气构造。我国对该区的地质综合研究程度较低, 油气地质调查与油气勘探研究工作较少。因此, 加强南沙海域盆地地质特征与油气资源潜力研究, 不但有益于该地区油气地质研究与综合评价, 还可为南海北部盆地油气勘探提供可供对比的理论依据。

1 婆罗洲地块地质特征

婆罗洲北部为南海洋盆, 东部为苏禄海、西里伯斯海、望加锡海峡和苏拉威西岛, 南部和西南部

为爪哇和苏门答腊岛, 西部为巽他陆架(图 1)。婆罗洲北部、东部、南部均被板块边缘、洋盆、岛弧包围, 有的正处于活动状态, 如其西部自新生代以来受到印—澳板块的持续俯冲作用; 婆罗洲西部陆架研究程度较低。婆罗洲新生代地质历史十分复杂, 其周边分布着多个各具特色的巨厚沉积盆地。古新世时, 古南海向南俯冲于婆罗洲北部之下, 婆罗洲东部裂陷形成望加锡海峡, 婆罗洲西部和西南部位于巽他陆架南部, 遭受复杂的裂陷伸展。早中新世, 受婆罗洲北部弧陆碰撞影响, 婆罗洲中部隆升造山, 早期沉积盆地发生反转并为婆罗洲周边盆地(南海、望加锡海、西里伯斯海、苏禄海等)提供物源。中中新世, 婆罗洲东北部继续遭受古南海板块俯冲作用, 停止于上新世^[3,4]。

前人关于婆罗洲相对于稳定的欧亚板块发生旋转的研究观点主要有 4 种: ① 没有旋转^[5,6]; ② 顺时针旋转^[7]; ③ 逆时针旋转^[8-10]; ④ 混合旋转^[11]。Fuller 等^[3]通过对婆罗洲及其邻区(苏拉威西岛、西里波斯岛、巴拉望岛、马来半岛)的古地

收稿日期: 2012-09-02

基金项目: 中国科学院边缘海地质重点实验室课题(MS-GL11-03); 国家重点基础研究发展计划(973)(2009CB219401)

作者简介: 施秋华(1985—), 在读博士, 主要从事南海构造演化及盆地数值模拟的研究工作。E-mail: Shiqiuhua011@126.com

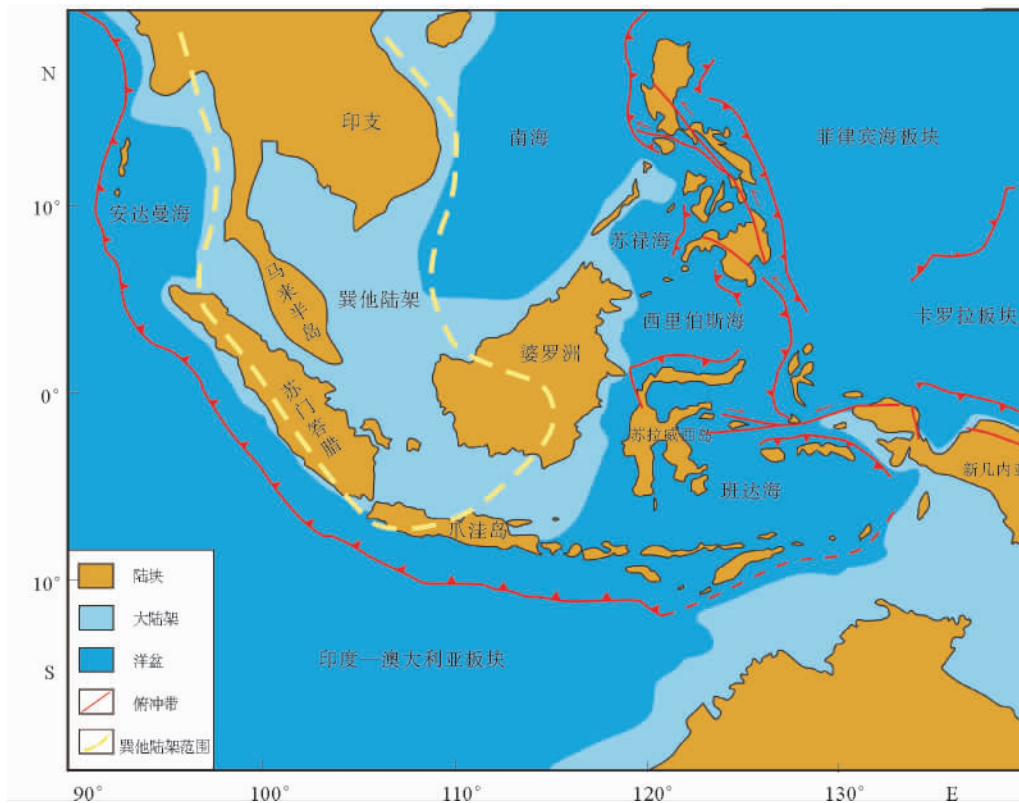


图1 东南亚—巽他陆架范围

Fig. 1 The map of Southeast Asia-Sunda Shelf

磁研究表明,婆罗洲是一个独立的块体(周边地区块体旋转程度远不及婆罗洲),曾发生逆时针旋转。旋转发生于 25~10 Ma 期间,旋转角度为 45°~50°(图 2)。婆罗洲旋转是由于澳大利亚板块与欧亚板块碰撞所致。两大板块碰撞发生于婆罗洲块体西南部边缘,婆罗洲逆时针旋转,从而为板块挤压消减提供空间^[3,12]。

2 婆罗洲地块对南海南部盆地沉积的影响

婆罗洲主要有 2 条河流流向南海,即拉让河和巴兰河(图 3)。婆罗洲剥蚀速度超过喜马拉雅山系,为全球剥蚀速度最大的地区之一,这 2 条河为婆罗洲北部盆地(曾母盆地、文莱—沙巴盆地)源源不断地提供物源。拉让三角洲主体位于巽他陆架,其物源主要来自于婆罗洲内陆的拉让群(主要为 Belaga 组),Belaga 组主要由薄层沉积岩经绿片岩相变质而成的页岩组成,偶见板岩,几乎不

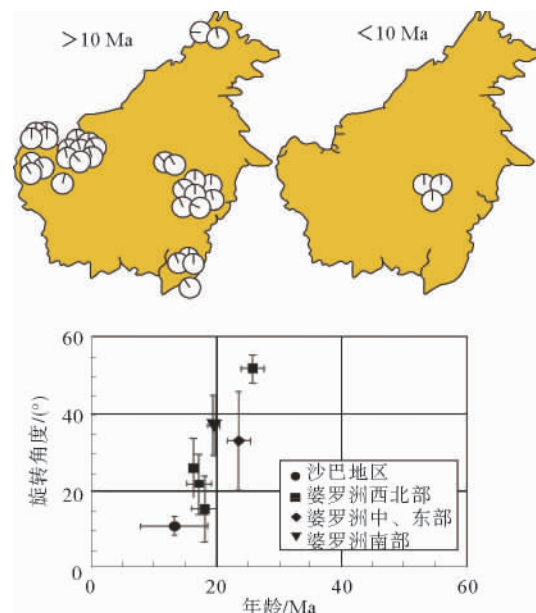


图2 婆罗洲古地磁特征(据文献[3])

Fig. 2 Paleomagnetic characteristics of the Borneo (from reference [3])

含有厚层砂岩,因此,现今拉让三角洲的主要沉积物为厚层泥岩,缺少有利储层;而巴兰三角洲物源主要来自沙巴州西部的 Cordillera 山脉,该山脉呈 NE 走向,大致与海岸线平行,且离海岸线较近,河流亦较多,能为巴兰三角洲提供极其丰富的物源。克罗克组是 Cordillera 山脉的主体,主要由分选较好的砂质浊岩组成,且有机质丰富,因此,使得巴兰三角洲成为重要的含油气盆地^[13,4]。

曾母盆地的南部、东南部为碎屑岩沉积区^[14]。晚始新世—渐新世,盆地西南部和南部为典型的碎屑岩型无障壁海岸沉积体系,岩性以滨海砂岩占主导地位,向东北依次过渡到浅海砂泥相和浅海—半深海偏泥相,中新世时,在南部和东南部发育大型三角洲沉积体系,向北过渡为浅海—半深海偏泥相。

文莱—沙巴盆地西部(文莱区)的基底为已经褶皱变形的上渐新统一下中新统梅利甘组—麦粒璠组—坦布龙组的三角洲平原—深水页岩地层,盆地东部(沙巴区)的基底为褶皱的上始新统一下中新统克罗克组深海复理石。沉积盖层为下中新统或中中新统—第四系地层,其沉积环境从南向北呈 NW 向由靠近物源区的海岸平原,逐渐过渡为浅海环境至开阔海环境,以海退为主;纵向上表现为后期的较粗沉积物依次叠置在前期较细沉积物之上。盆地新生界厚度大,最厚超过万米。

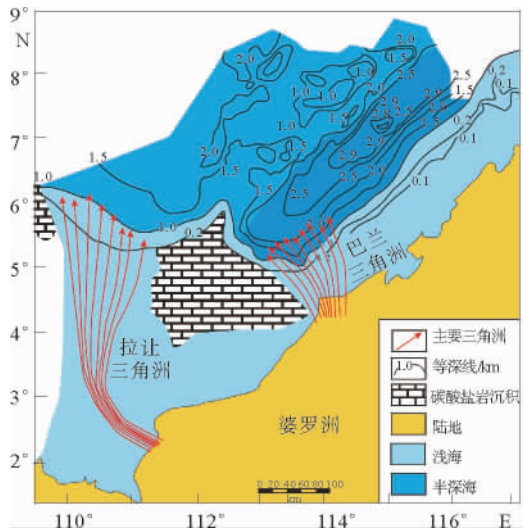


图 3 婆罗洲物源特征(据文献[13])

Fig. 3 Sediment sources in Borneo(from reference [13])

3 婆罗洲地块对南海南部盆地构造的影响

紧靠婆罗洲北部的盆地为曾母盆地和文莱—沙巴盆地(图 4)。在南海扩张过程中,南沙地块南移,古南海呈“剪刀状”消失,南沙地块西部(曾母盆地)与婆罗洲碰撞,东部的南沙海槽为古南海的残留部分,文莱—沙巴盆地位于古南海与婆罗洲之间。因此,文莱—沙巴盆地与曾母盆地南缘普遍发育挤压构造、推覆构造,地层褶皱明显(图 5)。

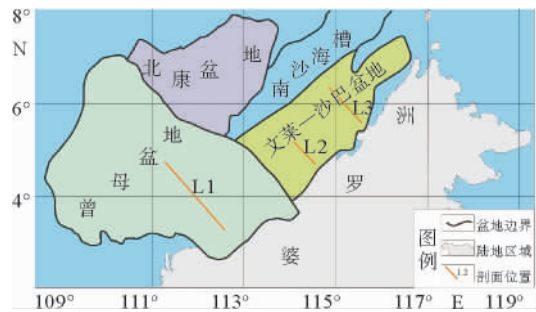


图 4 南海南部盆地分布特征

Fig. 4 Distribution of southern South China Sea Basins

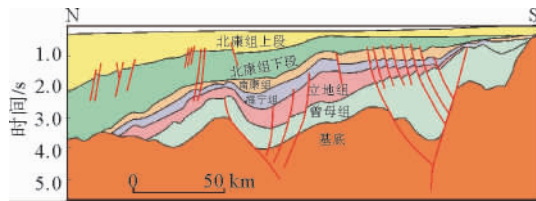


图 5 曾母盆地南部构造剖面(L1)

Fig. 5 Structural profile of Southern Zengmu Basin(L1)

曾母盆地主体部分位于巽他陆架区,部分延伸到婆罗洲陆区,盆地西侧以 SN 向的西雅隆起和纳土纳隆起与万安盆地和西纳土纳盆地分隔,东部和北部以 NW 向的廷贾断裂带为界分别与文莱—沙巴盆地和北康盆地分开,南缘位于曾母地块与婆罗洲增生系的缝合带之上,是南部陆架最大的新生代沉积盆地。

曾母盆地的构造受控于曾母地块与婆罗洲地块的碰撞和万安断裂、卢帕尔断裂与廷贾走滑断裂等的综合作用,主要有 NW—NWW、NE—

NNE和近EW向3组断裂^[15]。同时,在南部陆缘区,沿卢帕尔断裂带,因与婆罗洲的俯冲碰撞,发育逆冲褶皱及扭动背斜(图5)。

文莱—沙巴盆地位于廷贾断裂以东、沙巴岸外及文莱沿海一带,呈NE走向,是南沙地块向加里曼丹地块俯冲所形成的弧前盆地。文莱—沙巴盆地构造复杂,南部褶皱剧烈,北部平缓。西部发育生长断层与挤压背斜,东部走滑特征明显,扭动构造发育。

文莱—沙巴盆地西部主要以近EW—NE向生长断层为主,并发育与之相伴生的滚动背斜、挤压背斜(图6)。东部以NE向断层为主,断层多具

有走滑性质,并发育扭动构造、泥刺穿构造及背斜(图7)。

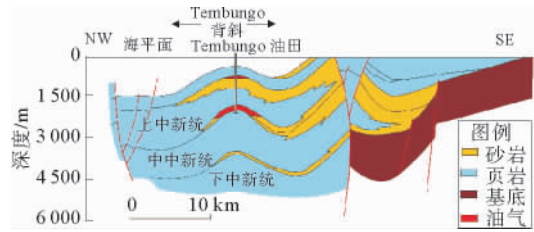


图6 文莱—沙巴盆地西部剖面(L2)(据文献[18])
Fig.6 Structural profile of Western Brunei-Shaba Basin(L2)(from reference [18])

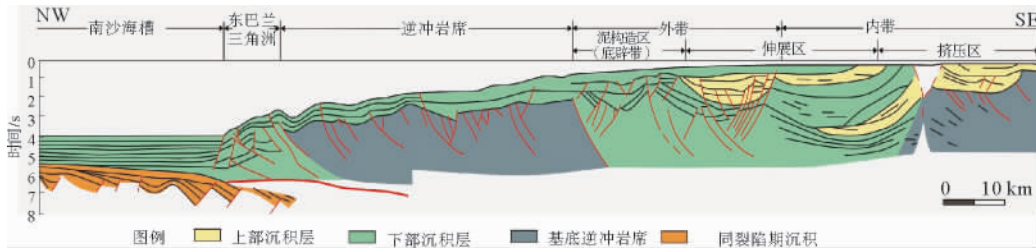


图7 文莱沙巴东部剖面(L3)(据文献[18])
Fig.7 Structural profile of eastern Brunei-Shaba Basin(L3)(from reference [18])

4 婆罗洲地块对南海南部盆地油气成藏的影响

自1962年以来,曾母盆地相继发现了一大批油气田及含油气构造;至2007年底,共计发现5个油田、67个气田和40个油气田,已开采巴洛尼亚、Bakau、巴兰、西Lutong、Betty、布阔尔(Bokor)、Siwa、Tukau、Fairley Baram、Bayan、Asam Paya、Temana、D-18、D-35等油田和E11、F6、F23、M3、M1、M46等气田。文莱—沙巴盆地已发现113个油气田或多个含油气构造。至2007年,累计探明石油地质储量为 $448\ 734.07 \times 10^4\ m^3$,天然气地质储量为 $16\ 109.65 \times 10^8\ m^3$ ^[16-18]。

曾母盆地南部烃源岩为渐新统近岸湖沼—三角洲、海湾相泥岩和下一中中新统海相泥岩;储集层为渐新统一中新统三角洲相、滨浅海相砂岩或碳酸盐岩/生物礁;盖层为三角洲间湾相和海湾、湖沼

相泥岩及上新统和第四系的相泥岩,生储盖配置较好。文莱—沙巴盆地主要烃源岩为渐新统和下一中中新统海陆过渡相炭质泥页岩、煤层和海相泥岩^[19];储层为中新统三角洲砂岩、近岸砂坝、浅海席状砂体和浊积砂体;盖层则为上新统泥岩。

曾母盆地南部及文莱—沙巴盆地在南沙地块与婆罗洲碰撞挤压背景之下,压扭型构造发育,不仅形成断块与背斜型油气藏类型,同时具有良好的油气运移条件(图8)。

5 结论

自古新世开始,古南海逐渐消失,与婆罗洲地块发生碰撞,并于中新世开始隆升造山。南海南部曾母、文莱沙巴盆地油气资源丰富,油气的生成、运移与聚集与婆罗洲地块息息相关。曾母盆地南部渐新统一中新统三角洲相、滨浅海相砂岩为良好的储层,文莱—沙巴盆地储层为中新统三角洲砂岩、近岸砂坝、浅海席状砂体和浊积砂体,

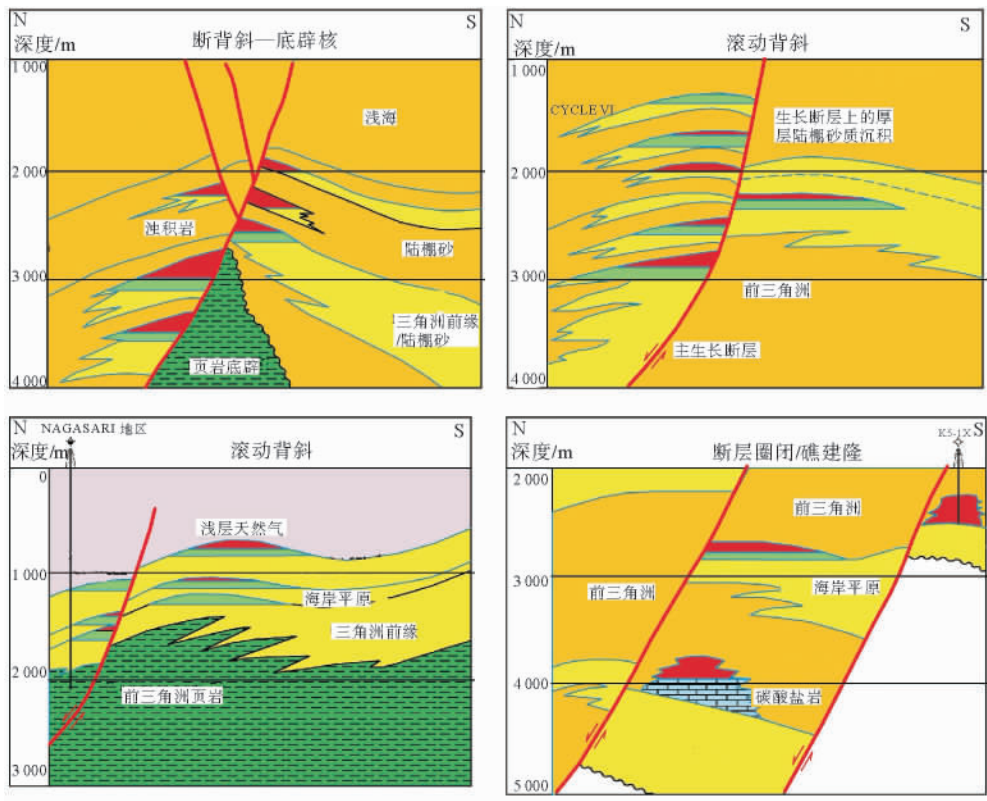


图 8 曾母盆地主要圈闭类型(据文献[18])

Fig. 8 The main types of traps in the Zengmu Basin(from reference [18])

主要是由婆罗洲拉让河和巴兰河三角洲提供物源。受婆罗洲地块与古南海、南沙地块碰撞挤压影响,曾母盆地南部与文莱—沙巴盆地压扭型构造发育,断块与背斜为主要油气藏。

参考文献:

- [1] 刘振湖. 南海南沙海域沉积盆地与油气分布[J]. 大地构造与成矿学, 2005, 29(3): 410-417.
- [2] 张智武, 吴世敏, 樊开意, 等. 南沙海区沉积盆地油气资源评价及重点勘探地区[J]. 大地构造与成矿学, 2005, 29(3): 418-424.
- [3] Fuller M, Ali J R, Moss S J, et al. Paleomagnetism of Borneo[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 1999, 17: 3-24.
- [4] Hall R, Hattum M W, Spakman W. Impact of India Asia collision on SE Asia: the record in Borneo[J]. Tectonophysics, 2008, 451: 366-389.
- [5] Lee T Y, Lawver L A. Cenozoic plate reconstruction of the South China Sea region[J]. Tectonophysics, 1993, 235: 149-180.
- [6] Lee T Y, Lawver L A. Cenozoic plate reconstruction of

South East Asia, South-East Asia structures and tectonics [J]. Tectonophysics, 1995, 251: 1 711-1 735.

- [7] Rangin C, Bellon H, Benard F, et al. Neogene arc-continent collision in Sabah, N. Borneo (Malaysia) [J]. Tectonophysics, 1990, 183: 305-319.
- [8] Hamilton W B. Tectonics of the Indonesian region; U. S. Geological Survey Professional Paper 1078[M], Washington: United States Government Printing Office, 1979: 1-345.
- [9] Schmidtke E A, Fuller M D, Haston R. Paleomagnetic data from Sarawak, Malaysian Borneo, and the Late Mesozoic and Cenozoic tectonics of Sundaland[J]. Tectonics, 1990, 9: 123-140.
- [10] Hall R. Reconstructing Cenozoic SE Asia[M]//Hall R, Blundell D. Tectonic Evolution of Southeast Asia. London: Geological Society of London Special Publication, 1996, 106: 153-184.
- [11] Briaix A, Patriat P, Trapponier P. Updated interpretation of magnetic anomalies and seafloor spreading stages in the South China Sea; implications for the Tertiary tectonics of Southeast Asia [J]. Journal of Geophysical Research, 1993, 98: 6 299-6 328.
- [12] Hall R. Cenozoic geological and plate tectonic evolution of

- SE Asia and the SW Pacific: computer-based reconstructions, models and animations[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2002, 20: 353-431.
- [13] Hutchison C S. Marginal basin evolution: The southern South China Sea. *Marine and Petroleum Geology* [J], 2004, 21: 1 129-1 148.
- [14] 邱燕, 陈国能, 解习农. 南海西南海域曾母盆地新生界沉积充填演化研究[J]. *热带海洋学报*, 2005, 24(5): 43-52.
- [15] 姚永坚, 吴能友, 夏斌. 南海南部海域曾母盆地油气地质特征[J]. *中国地质*, 2008, 35(3): 503-514.
- [16] 刘宝明, 金庆焕. 南海曾母盆地油气地质条件及其分布特征[J]. *热带海洋*, 1997, 16(4): 18-26.
- [17] 张功成, 朱伟林, 米立军, 等. “源热共控论”: 来自南海海域油气田“外油内气”环带有序分布的新认识[J]. *沉积学报*, 2010, 28(5): 987-1 005.
- [18] Madon M B H, Meng L K, Anuar A. The Sabah Basin [M]// *The Petroleum Geology and Resources of Malaysia*. Kuala Lumpur: Special Publication, 1999, 500-542.
- [19] Mat-Zin I C, Tucker M E. An alternative stratigraphic scheme for the Sarawak Basin[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 1999, 17: 215-232.

GEOLOGY OF BORNEO BLOCK AND ITS INFLUENCE ON BASINS OF SOUTHERN SOUTH CHINA SEA

SHI Qiuhua^{1,3}, WAN Zhifeng², XIA Bin²

(1 Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China;

2 School of Marine Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China;

3 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: The Zengmu Basin and Brunei-Shaba Basin of Southern South China Sea are rich in oil and gas resources. A large amount of oil and gas fields and structures have been found there. Facts show that the characteristics of hydrocarbon generation, migration and accumulation are closely related with the Borneo Block to the Southern Zengmu Basin and Brunei-Shaba Basin. The geology of the Borneo Block is complex. The ancient South China Sea disappeared gradually in Paleocene, and collided with the Borneo Block. The Borneo Block uplifted in Miocene. In such geological conditions, the Rajang River and Baram River in the Borneo Block were the major sources to supply sediments to the southern Zengmu Basin and Brunei-Shaba Basin. Deltas, coastal deposits, turbidite fans, and shallow marine sandstone reservoirs were developed. At the same time, the compression and twisting type of structures were widely developed. They provided not only the formation conditions for the fault block and anticline types of reservoir, but also the conditions for oil and gas migration.

Key words: Borneo block; Zengmu Basin; Brunei-Shaba Basin; hydrocarbon accumulation