

巴兰三角洲地区构造特征及其成藏控制因素

马良涛¹, 王居峰¹, 牛嘉玉¹, 郑求根²

(1. 中国石油勘探开发研究院, 北京 100083;
2. 中国地质大学(北京)海洋学院, 北京 100083)

摘要:巴兰三角洲地区位于西北婆罗洲活动大陆边缘,其构造格局具有南北分带的特征,即北部挤压应力下叠瓦状逆冲推覆带、中部拉张应力下伸展沉降带、南部压扭作用下挤压反转带。与位于被动大陆边缘三角洲发育的地区不同,其北部三角洲前端收缩量大于中部三角洲末端伸展量的 1.8%左右,而这无法用理想的被动大陆边缘三角洲体模型来进行解释。在研究区区域构造背景、应力特征分析的基础上,认为这种现象是区域压应力远距离效应与三角洲发育过程重力驱动综合作用的结果。受构造南北分带的影响,研究区发育的上部、中部和下部油气成藏组合分布于不同构造带内;各构造带不同应力背景形成了各自内部独特的构造圈闭类型,而作为油气运移通道的长期继承性发育的断层则控制了研究区内油气的垂向运移。这些研究结果对巴兰三角洲地区油气地质研究、油气勘探部署及优选有利勘探新领域具有一定的借鉴和指导意义。

关键词:巴兰三角洲;构造特征及成因机制;油气成藏组合;成藏控制因素

中图分类号:TE121 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-1926(2014)06-0867-07

引用格式:Ma Liangtao, Wang Jufeng, Niu Jiayu, *et al.* Tectonic characteristics and hydrocarbon accumulation control factors in Baram Delta Province[J]. *Natural Gas Geoscience*, 2014, 25(6): 867-873. [马良涛, 王居峰, 牛嘉玉, 等. 巴兰三角洲地区构造特征及其成藏控制因素[J]. *天然气地球科学*, 2014, 25(6): 867-873.]

0 引言

巴兰三角洲地区的油气勘探始于 1899 年,目前已经发现米里/诗里亚、锡瓦、西南安帕、贝蒂、西鲁东和昌皮昂等一系列油气田,是东南亚重要的含油气区域之一。与发育在被动大陆边缘的密西西比河三角洲、尼日尔三角洲和墨西哥湾三角洲不同,位于西北婆罗洲活动大陆边缘的巴兰三角洲从构造应力的角度可分为北部挤压逆冲带、中部伸展沉降带和南部挤压反转带 3 个构造带^[1-2],且巴兰三角洲北部挤压收缩量大于中部伸展量的 1.8%左右,这一点不能用被动大陆边缘三角洲体理想模型来进行解释,本文结合区域构造背景及研究区应力特征分析了该现象的成因机制,并讨论了研究区油气成藏的

控制因素。

1 研究区概况

巴兰三角洲位于西北婆罗洲活动大陆边缘北部,总面积为 $73.78 \times 10^3 \text{ km}^2$ (陆地面积为 $11.25 \times 10^3 \text{ km}^2$, 海域面积为 $62.53 \times 10^3 \text{ km}^2$)。研究区呈 NNW—SSE 向展布,整体为向南部陆上边界变窄的三角形^[3],位于文莱界内的区域为本文研究对象(图 1)。

巴兰三角洲地区的形成演化与古南海的演化密切相关。白垩纪末期,受古太平洋板块向西俯冲和古澳大利亚板块向北俯冲的影响,古南海地区早期形成的“联合古陆”发生肢解,古南海北侧的南沙地块发生区域性裂陷,形成 NE—NEE 向裂谷带。研究表明,古南海的初始裂陷发生在古新世,主要发育

收稿日期:2013-12-18;修回日期:2014-03-21.

基金项目:国家重大专项 30-1 课题(编号:2008ZX05030-001-04)资助.

作者简介:马良涛(1984-),男,四川遂宁人,博士研究生,主要从事石油天然气地质综合研究、层序和沉积分析研究.

E-mail: maliangtao123@163.com.

阶段为始新世,渐新世后开始萎缩。始新世以后,受印度板块与欧亚板块碰撞及东南方向太平洋板块俯冲作用的综合影响,地幔柱底辟作用使南沙地块与华南地块分离并形成新南海。

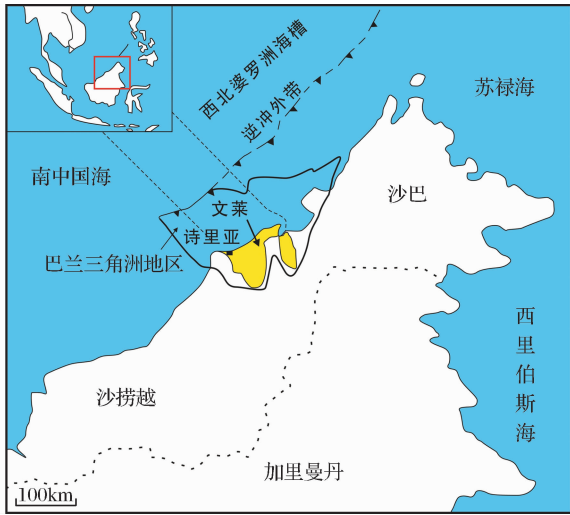


图 1 巴兰三角洲地区位置示意^[3]

Fig. 1 Schematic location of Baram Delta Province^[3]

随着新南海的不断扩张,分离出来的南沙地块不断向南漂移,并促使古南海洋壳沿 WS 方向不断向婆罗洲地块之下俯冲消减。此外,在此期间,婆罗洲的逆时针旋转也加剧了古南海洋壳向婆罗洲地块

的俯冲消减。早一中中新世,伴随古南海洋壳俯冲作用的结束,南沙地块于早中新世末开始,先后与婆罗洲北部地区的沙巴及菲律宾西部的巴拉望岛发生碰撞,从而使得这些地区的早期沉积地层发生褶皱变形,形成一系列的逆冲推覆构造。自 17Ma 至今(相当于中中新世—现今),新南海海底 SN 方向的扩张处于停滞状态,其西、北边缘处于快速热沉降状态。受 Banda 岛弧与澳大利亚板块北部碰撞以及菲律宾岛弧沿 WN 方向向澳大利亚板块东南边缘移动的影响,该地区形成了转化挤压应力场,从而使得该地区发育的早期生长断层发生倒转。早期逆冲褶皱带为该地区的沉积提供了充足的物源^[3-5]。

经晚白垩纪—早中新世的裂谷作用及中中新世—第四纪的挤压作用,研究区内沉积了近万米厚的新近纪地层,主要为三角洲进积作用下沉积的砂泥岩地层,沉积环境由南面靠近物源区的滨岸环境逐渐过渡为北部的河海环境和开阔海环境。受海侵—海退来回交替的影响,海退进积楔状砂体与海侵页岩在垂向上常构成规模不等的海侵—海退旋回,据此,可将巴兰三角洲新近系划分为 8 个海侵—海退沉积旋回(图 2)。每个旋回的底部为海侵页岩,向上过渡为粗粒的海退砂岩,沉积环境由开阔海环境向滨海环境过渡,最后以滨岸环境结束^[6-9]。

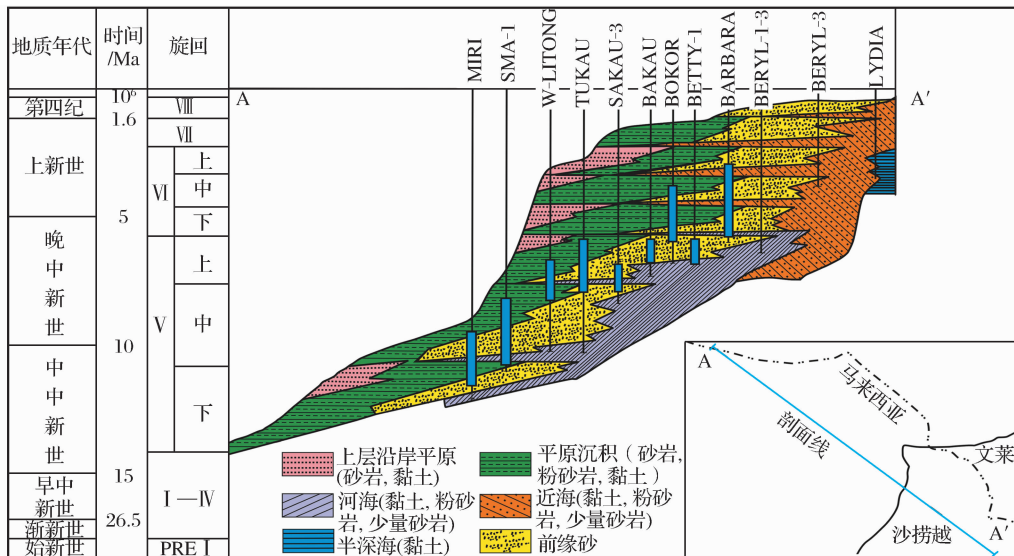


图 2 巴兰三角洲地层

Fig. 2 Sedimentary formations for Baram Delta Basin

2 构造特征及其成因

2.1 构造带划分

分析表明,研究区构造在平面上具有南北分带

的特征,根据应力特征、断裂展布特征及构造类型等^[10],可将研究区划分为北部挤压逆冲推覆带、中部伸展沉降带和南部挤压反转带 3 个构造带(图 3),各构造带具有不同特征。

2.1.1 北部挤压逆冲推覆带

位于研究区北部南沙海槽一带的深水环境,最大水平应力(δ_H)方向与大陆延伸方向垂直,为 NW—SE 向,以发育向研究区北部逐渐收缩的 NE—SW 向叠瓦状逆冲推覆构造为特征^[11-14](图 3)。

2.1.2 中部伸展沉降带

位于由陆地向海域延伸约 60~90km 的范围内,处于西北婆罗洲外陆架到陆架边缘之上,最大水平应力(δ_H)方向为 NE—SW 向。以发育向研究区 WN 方向倾斜,走向 NE 向、EW 向的生长正断层为

特征(图 3)。以 Baronia-Fairley-Baram 构造带为界,该区可进一步分为东、西 2 个部分:东部发育反向区域生长断层,其倾向与三角洲进积方向相反;西部发育倾向与三角洲进积方向一致的铲式生长断层及其控制下的滚动背斜^[11-14](图 3)。

2.1.3 南部挤压反转带

位于由陆地向海域延伸约 60km 的范围内,靠近陆缘区晚始新世造山带。最大水平应力(δ_H)方向与大陆边缘延伸方向垂直,为 NE—SW 向。以发育 NE 向和 NNE 向的向斜和反转背斜为特征^[11-14](图 3)。

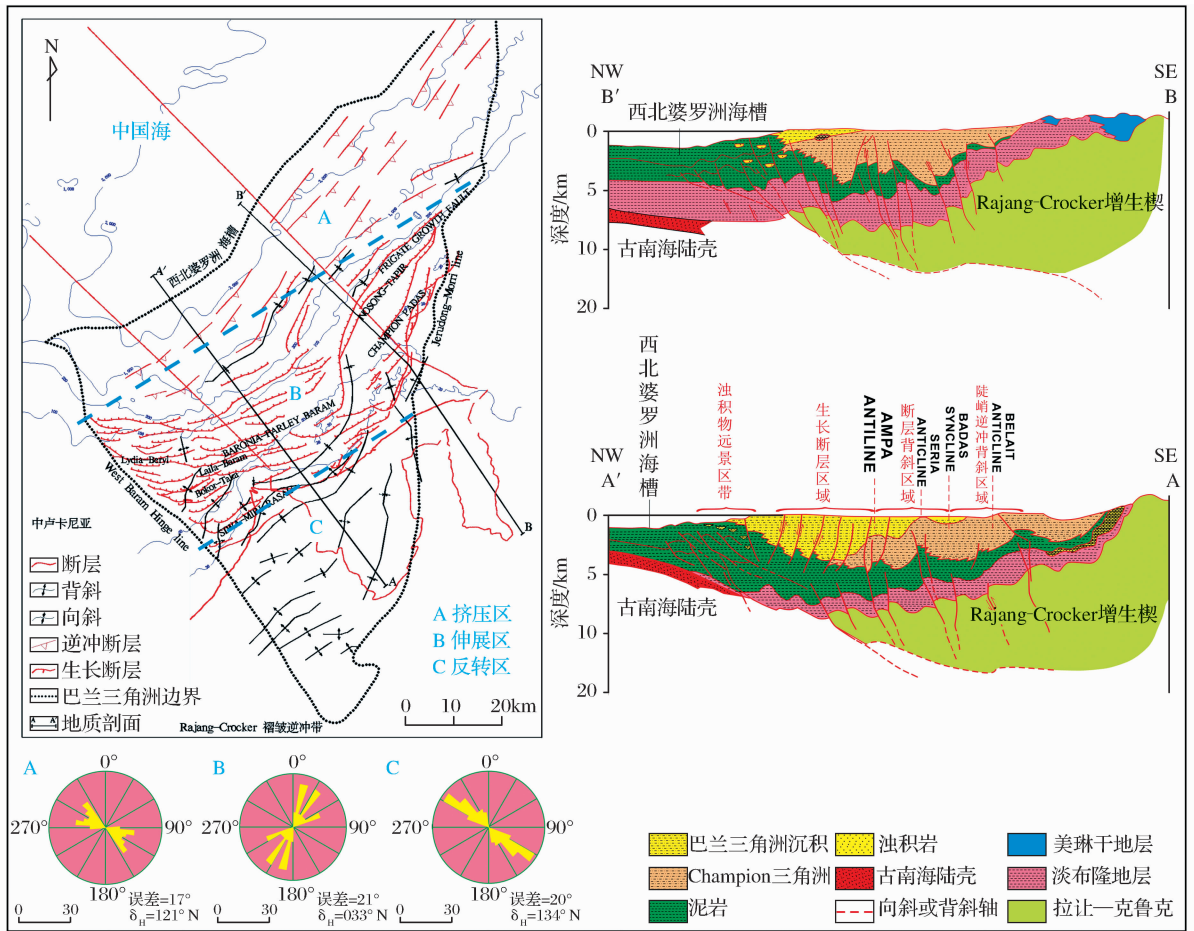


图 3 巴兰三角洲构造及最大水平方向应力特征

Fig. 3 Characteristics of maximum horizontal stress orientation and structure for Baram Delta Province

2.2 构造成因机制

前人^[1,15-16]研究表明,被动大陆边缘三角洲(如密西西比河三角洲、尼日尔三角洲和墨西哥湾三角洲等)的构造特征可以用理想的三角洲体模型来解释。在该模型中,三角洲末端伸展作用(伸展区)产生的重力驱动将引起三角洲前端的挤压响应(挤压区),进而在三角洲前端形成逆冲推覆构造,且挤压区的收缩量与伸展区的伸展量相当或后者略大(如

西非的尼罗河三角洲)[图 4(a),图 4(b)]。

而资料分析表明,研究区三角洲前端的收缩量大于其末端伸展量的 1.8%,这用理想的三角洲体模型无法解释。本文主要根据围绕婆罗洲自身及其周缘板块的运动方向和运动速率观测数据,从区域构造运动方面来推测造成这一现象的原因。

西北婆罗洲为巽他大陆的一部分,该大陆被东部的菲律宾俯冲带及南部和西部的印度尼西亚俯冲

带所围绕,北部以南中国海板块为界(该板块为欧亚板块的一部分)。从现今的观测数据分析表明,巽他大陆整个板块以 30mm/a 的速度向 ESE 方向移动,而文莱地区则以 18mm/a 的速度向 NW 方向移动,由此,在二者之间产生了作用于西北婆罗洲的区域性压应力^[17]。此外,据西北婆罗洲北部 Kinabalu、Labuan 和 Miri 3 个观测点近 10a 的观测数据表明,有约 4~6mm/a 的区域压应力远距离效应作用于西北婆罗洲,且该应力的方向与研究区南部挤压反转区的最大水平应力(δ_H)方向相近,从而进一步证明二者之间存在一定的相关性^[1,15](图 5)。除此之

外,东部菲律宾板块、南部印—澳板块及北部欧亚板块的同时推挤作用也有助于产生这种作用于西北婆罗洲地区的区域压应力远距离效应。这种区域压应力远距离效应作用于巴兰三角洲地区,一方面使得研究区北部的逆冲推覆作用得到加强;另一方面使研究区南部地区在挤压作用下发生区域反转,形成反转背斜。

由此,结合前人提出的理论模型,认为研究区三角洲前端收缩量大于三角洲末端伸展量的现象是三角洲发育过程的重力驱动作用与外部区域压应力远距离效应叠加的结果。

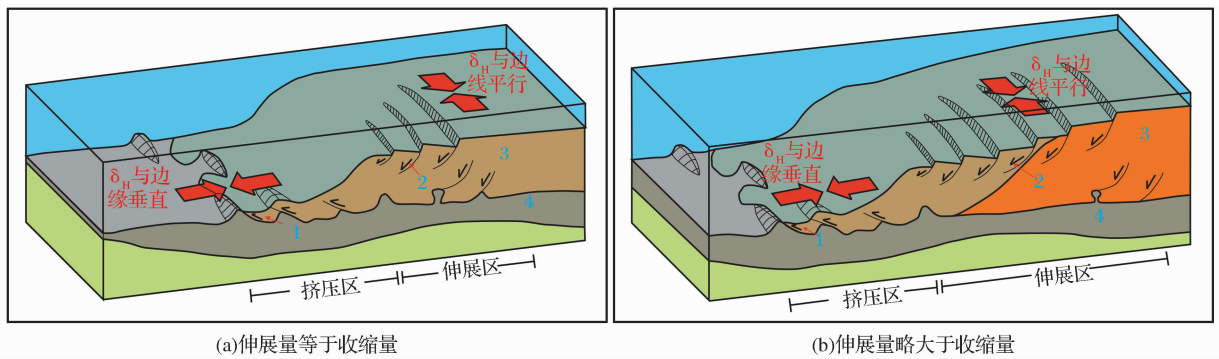


图 4 被动大陆边缘三角洲体理想模型

Fig. 4 The generally expected structure of a delta system

1 三角洲前端逆冲推覆构造;2 三角洲末端铲式生长断层;3 三角洲沉积;4 前三角洲页岩

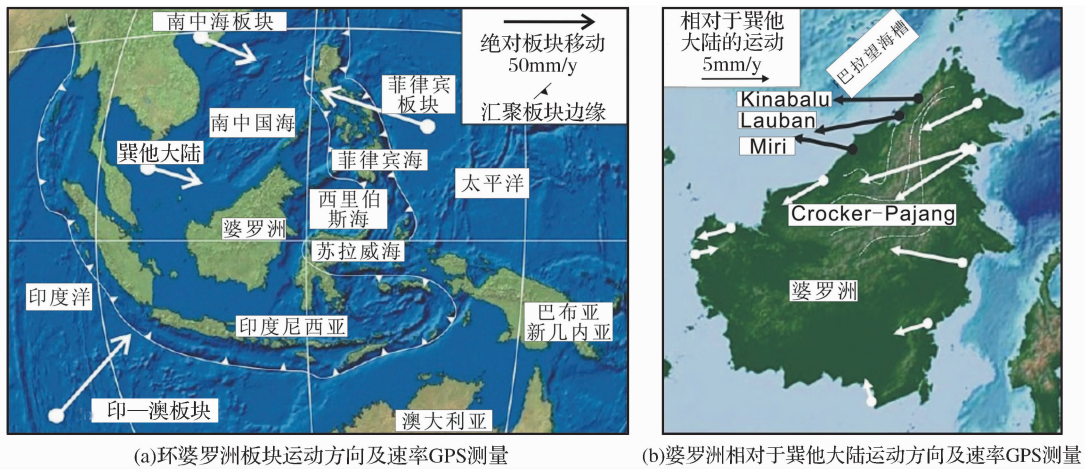


图 5 环婆罗洲板块运动与婆罗洲相对巽他大陆运动方向及速率 GPS 测量图^[1,15,17]

Fig. 5 GPS measurements of the rate and direction for Sundaland surrounding plate motions and the absolute plate motions for the Sundaland relative to Borneo

3 油气成藏控制因素

3.1 油气成藏组合

根据研究区生、储、盖及其组合和对已发现油气藏的解剖^[18],将研究区的油气成藏组合划分为 3

类,即上部、中部和下部油气成藏组合(图 6)^[19-22]。

3.1.1 上部油气成藏组合

烃源岩为上中新统 Miri 组的前三角洲泥页岩及下上新统 Liang 组泥页岩;储集层主要为旋回 VI 内厚度不等的叠置砂体,砂体类型主要为分支河道

砂、潮汐河道砂、分支河口坝砂体、潮坪砂、滨岸砂坝及浊积砂体;旋回Ⅵ层间与砂体互层的页岩、上覆旋回Ⅶ的钙质页岩和黏土岩及侧向发育的断层可作为油气封堵条件;圈闭类型包括地层超覆圈闭、岩性尖灭型岩性圈闭和滚动背斜、逆冲推覆背斜、断层构成的构造圈闭。目前已发现的 Champion、Seria、Baronia、Barama、Fairley、Egret 和 Lelang 等油气田为该油气成藏组合。

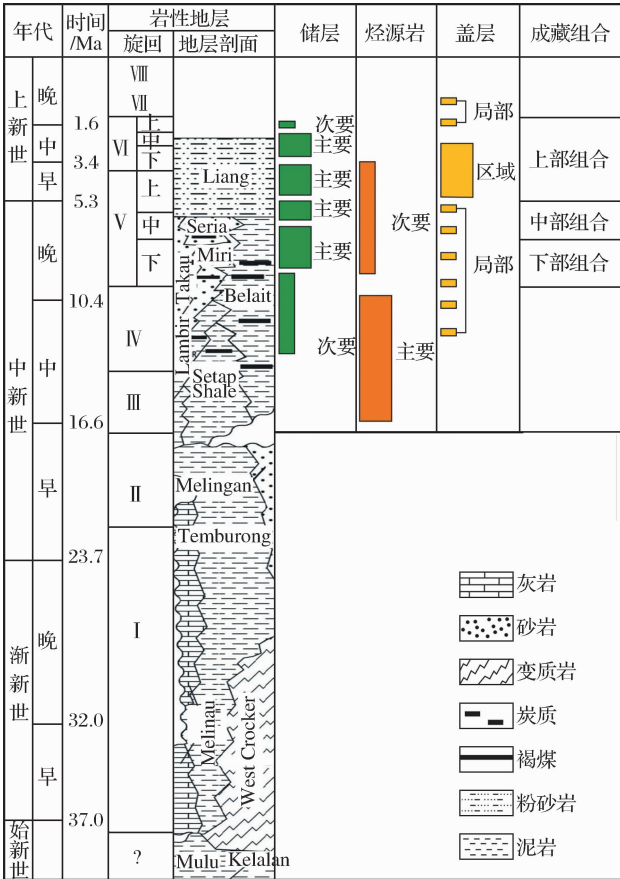


图 6 巴兰三角洲成藏组合类型

Fig. 6 Play types for Baram Delta Basin

3.1.2 中部油气成藏组合

中中新世 Belait 组下部的厚层煤、泥炭及晚中新世 Miri 组前三角洲和潮汐三角洲平原泥页岩是其主要烃源岩;储集层为旋回Ⅴ上部和中部厚度不等的叠置砂体,砂体类型主要为分支河道砂、潮汐河道砂、河口坝砂体、滨岸砂坝及浊积砂体;旋回Ⅵ层间与砂体互层的富含黏土的页岩及泥底辟可构成油气垂向或侧向封堵条件;圈闭类型包括地层超覆圈闭、岩性尖灭型岩性圈闭和滚动背斜、鼻状构造、泥底辟、反转背斜及披覆构造构成的构造圈闭。研究区内的 SW Ampa、Samarang、Betty、Bokor 等油气田发育该油气成藏组合。

3.1.3 下部油气成藏组合

烃源岩为中中新世 Setap 组、Belait 组下部地层以及晚中新世 Miri 组中的页岩;储集层主要为旋回Ⅴ下部及旋回Ⅵ上部厚度不等的叠置砂体;旋回Ⅵ下部与砂体互层的页岩可作为层内盖层;圈闭类型包括地层超覆圈闭、岩性尖灭型岩性圈闭和滚动背斜、披覆构造构成的构造圈闭。发育该油气成藏组合的油气田包括 SW Ampa、Samarang、Betty、Bokor 等。

3.2 成藏控制因素

油气成藏受控于多种因素^[23-24],研究区三角洲的生长发育、构造应力及区域板块运动等因素导致其构造的分带性,且各带发育油气藏类型不一。研究区油气成藏的控制因素主要有以下 3 个因素。

3.2.1 构造应力类型控制圈闭形成与平面分布

三角洲发育过程中,研究区中部地区在拉张应力作用下形成了一系列生长断层及其控制的滚动背斜,使得该区域以断层圈闭和滚动背斜圈闭为主,而北部地区则在挤压应力作用下形成了一系列的逆冲推覆背斜圈闭。此外,受区域压应力远距离效应的影响,北部挤压作用加强,使该地区早期背斜圈闭的幅度增大或使得早期背斜圈闭的核部发生破裂,形成断块圈闭;南部地区,则形成了一系列的反转背斜圈闭。

3.2.2 断裂活动与油气成藏

长期继承性活动的断层与砂体、不整合面常常构成油气良好的运移通道,有利于油气聚集成藏。研究区继承性生长断层较为发育,以贝蒂生长断层为例(图 7),该断层活动时间长,断开层位多,为继承性发育的深大断裂,沟通了深部烃源岩和浅部储层。由于该断层多期强烈活动,具有良好的开启性,从而成为深部高势烃源岩层系与浅部或其他低势油

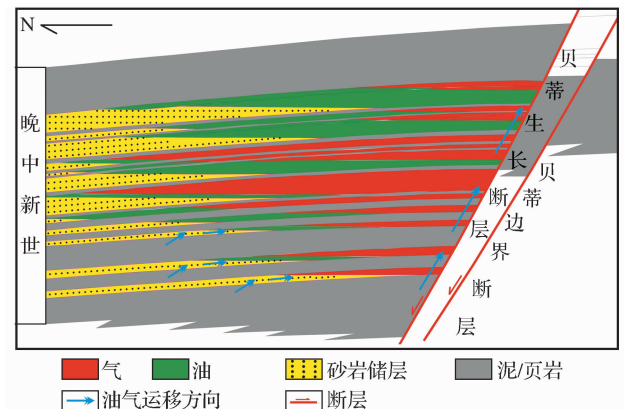


图 7 贝蒂油田油气成藏模式

Fig. 7 Hydrocarbon accumulation pattern for Betty Field

气聚集区的最佳运移通道^[25]。

3.2.3 构造分带性控制成藏组合平面展布

研究区构造上的南北分带性使得其内部发育的上部、中部和下部油气成藏组合分布于不同构造带内,分析表明:上部油气成藏组合主要分布于研究区北部挤压逆冲推覆带与中部伸展沉降带过渡区域;中部和下部油气成藏组合则主要分布于研究区中部伸展沉降带(图8)。

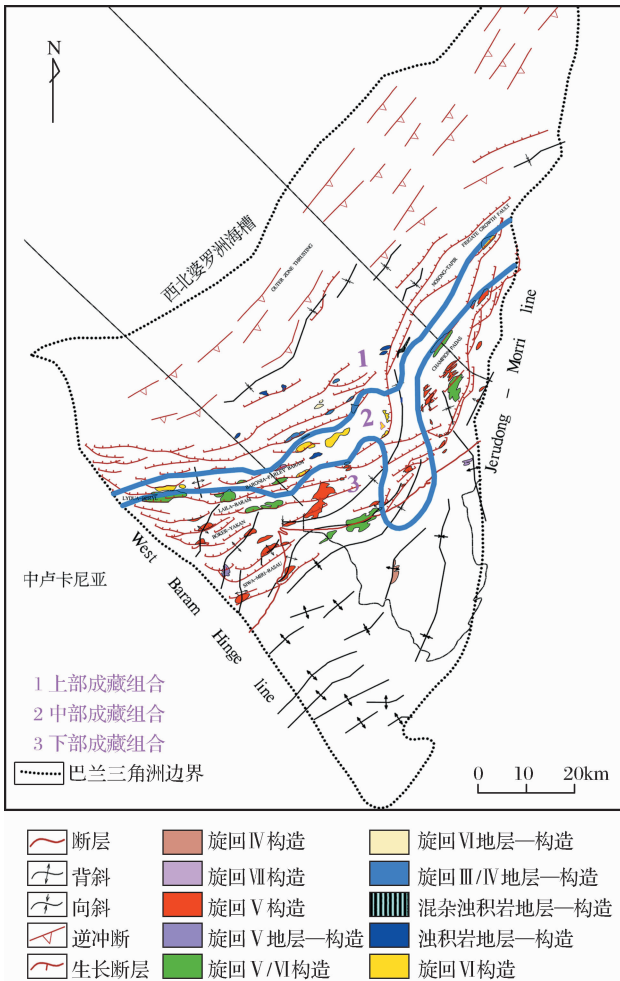


图8 研究区构造特征与油气成藏组合及油气藏平面分布特征

Fig. 8 Schematic tectonic characteristics and hydrocarbon reservoir distribution of the play in the study area

4 结论

(1)不同应力背景使得研究区构造具有南北分带的特征,由南向北依次为挤压反转带、伸展沉降带和挤压逆冲推覆带。

(2)研究区三角洲前端收缩量与三角洲末端伸展量之间的巨大差异是三角洲发育过程的重力驱动与外部区域压应力远距离效应叠加的结果。

(3)构造应力控制形成的多种类型圈闭为油气聚集成藏提供了有利场所;继承性活动的断裂为油气垂向运移提供了主要的运移通道。

(4)研究区发育上部、中部和下部3种油气成藏组合类型,且上部油气成藏组合主要分布于研究区北部与中部区域;中部和下部油气成藏组合则主要分布于研究区中部。

参考文献(References):

- [1] Rosalind C K, Guillaume B, Christopher K M, *et al.* Balancing deformation in NW Borneo: Quantifying plate-scale vs. gravitational tectonics in a delta and deepwater fold-thrust belt system[J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2010, 27(1): 238-246.
- [2] Tingay M R P, Hillis R R, Morley C K, *et al.* Present-day stress orientation in Brunei: A snapshot of 'prograding tectonics' in a Tertiary delta[J]. *Journal of the Geological Society, London*, 2005, 162(1): 39-49.
- [3] Tingay M R P, Hillis R R, Morley C K, *et al.* Variation in vertical stress in the Baram Basin, Brunei: Tectonic and geomechanical implications [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2003, 20(10): 1201-1212.
- [4] Zhang Gongcheng, Mi Lijun, Qu Hongjun, *et al.* Petroleum geology of deep-water areas in offshore China[J]. *Acta Petrolei Sinica*, 2013, (supplement2): 1-14. [张功成, 米立军, 屈红军, 等. 中国海域深水区油气地质[J]. *石油学报*, 2013, (supplement2): 1-14.]
- [5] Zhang Gongcheng, Xie Xiaojun, Wang Wanyin, *et al.* Tectonic types of petroliferous basins and its exploration potential in the South China Sea[J]. *Acta Petrolei Sinica*, 2013, 34(4): 611-627. [张功成, 谢晓军, 王万银, 等. 中国南海含油气盆地构造类型及勘探潜力[J]. *石油学报*, 2013, 34(4): 611-627.]
- [6] John H D. Sedimentology and reservoir geology of the Betty field, Baram Delta Province, offshore Sarawak [J]. Liang Shirong, translation. *Marine Geology*, 1992(1): 85-107. [John H D. 婆罗洲西北部沙捞越近海巴兰三角洲地区 Betty 油田的沉积学和油层地质学特征[J]. 梁世容译. *海洋地质*, 1992(1): 85-107.]
- [7] Johnson H D, Kuud T, Dundang A. Sedimentology and reservoir geology of the Betty Field, Baram Delta Province, offshore Sarawak[J]. *Geology Society Malaysia Bulletin*, 1989, 25: 119-161.
- [8] Joseph J L. Facies distribution and sedimentary processes on the modern Baram Delta: Implications for the reservoir sandstones of NW Borneo[J]. Zhang Wenlin, Shen Renye, translation. *Natural Gas Exploration and Development*, 2003, 26(3): 55-64. [Joseph J L. 现代巴拉姆三角洲沉积相展布及沉积作用: 婆罗洲北西储集砂体研究[J]. 张闻林, 沈人焯译. *天然气勘探与开发*, 2003, 26(3): 55-64.]
- [9] Joseph J L, Abdul A, Abdul R, *et al.* Facies distribution and

- sedimentary processes on the modern Baram Delta: Implications for the reservoir sandstones of NW Borneo[J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2002, 19: 69-78.
- [10] Chen Guomin, Xia Minquan, Wan Yun, *et al.* Structural characteristics and exploration prospects of north-Kunlun Faults Zone in Qaidam Basin[J]. *Natural Gas Geoscience*, 2011, 22(1): 89-96. [陈国民, 夏敏全, 万云, 等. 柴达木盆地昆北断阶带构造特征及油气前景初步评价[J]. *天然气地球科学*, 2011, 22(1): 89-96.]
- [11] Rosalind C K, Richard R H, Mark R P, *et al.* Present-day stress and neotectonic provinces of the Baram Delta and deep-water fold-thrust belt[J]. *Journal of the Geological Society*, London, 2009, 166: 197-200.
- [12] Mark R P, Richard R H, Chris K M. Present-day stress and neotectonics of Brunei: Implications for petroleum exploration and production[J]. *AAPG Bulletin*, 2009, 93: 75-100.
- [13] King R C, Hillis R R, Tingay R R, *et al.* Present-day stresses in Brunei, NW Borneo: Superposition of deltaic and active margin tectonics[J]. *Basin Research*, 2010, 22: 236-247.
- [14] Hiscott R N. Depositional sequences controlled by high rates of sediment supply, sea-level variations, and growth faulting—the Quaternary Baram Delta of northwestern Borneo[J]. *Marine Geology*, 2001, 175: 67-102.
- [15] Mark R P, Birgit M, John R, *et al.* Understanding tectonic stress in the oil patch: The world stress map project[J]. *The Leading Edge*, 2005, 24: 1276-1282.
- [16] Rouby D, Nalpas T, Jermannaud P, *et al.* Gravity driven deformation controlled by the migration of the delta front: The Plio-Pleistocene of the Eastern Niger Delta[J]. *Tectonophysics*, 2011, 513: 54-67.
- [17] Dieter F, Udo B, Ingo H, *et al.* Seismic images of a collision zone offshore NW Sabah/Borneo[J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2008, 25: 606-624.
- [18] Zhu Weilin, Hu Ping, Jiang Wenrong, *et al.* *Petroliferous Basins in South Asia and Southeast Asia*[M]. Beijing: Science Press, 2012: 223-252. [朱伟林, 胡平, 江文荣, 等. 南亚—东南亚含油气盆地[M]. 北京: 科学出版社, 2012: 223-252.]
- [19] Tong Xiaoguang. The meaning of the oil-gas reservoir-forming assemblage in the exploration and evaluation[J]. *Journal of Southwest Petroleum Institute*, 2009, 31(6): 1-8. [童晓光. 论成藏组合在勘探评价中的意义[J]. *西南石油大学学报*, 2009, 31(6): 1-8.]
- [20] Xue Liangqing, Yang Fuzhong, Ma Haizhen, *et al.* Temporal and spatial distribution of tectonic subsidence and discussion on formation mechanism of anomalous post-rift[J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2005, 32(3): 130-134. [薛良清, 杨福忠, 马海珍, 等. 南苏门达腊盆地中国石油合同区块成藏组合分析[J]. *石油勘探与开发*, 2005, 32(3): 130-134.]
- [21] Zhang Zhen, Li Haowu, Duan Hongzhen, *et al.* Geological characteristics and hydrocarbon accumulation model of the Cenozoic Asmari-Gachsaran play, Zagros Basin[J]. *Oil & Gas Geology*, 2012, 33(2): 190-199. [张震, 李浩武, 段宏臻, 等. 扎格罗斯盆地新生界 Asmari-Gachsaran 成藏组合地质特征及成藏模式[J]. *石油与天然气地质*, 2012, 33(2): 190-199.]
- [22] Zhou Changqian, Zhang Qingchun, Duan Haigang, *et al.* Characteristic and favorable area prediction of Jurassic plays in Iraq[J]. *Xinjiang Petroleum Geology*, 2013, 34(1): 116-120. [周长迁, 张庆春, 段海岗, 等. 伊拉克侏罗系油气成藏组合特征及有利区预测[J]. *新疆石油地质*, 2013, 34(1): 116-120.]
- [23] Yao Weijiang, Dang Yufang, Zhang Shuncun, *et al.* Formation of carboniferous reservoir in hongche fault belt, northwestern margin of Junggar Basin[J]. *Natural Gas Geoscience*, 2010, 21(6): 917-923. [姚卫江, 党玉芳, 张顺存, 等. 准噶尔盆地西北缘红车断裂带石炭系成藏控制因素浅析[J]. *天然气地球科学*, 2010, 21(6): 917-923.]
- [24] Li Yuying, Fu Xiaofei, Zhang Mingxue. Fault deformation features and reservoir-controlling mechanisms of Xujiangweizi Fault Depression in Songliao Basin[J]. *Natural Gas Geoscience*, 2012, 23(6): 979-988. [厉玉英, 付晓飞, 张明学. 松辽盆地徐家围子断陷断裂变形特征及控藏机理[J]. *天然气地球科学*, 2012, 23(6): 979-988.]
- [25] Li Chunrong, Zhang Gongcheng, Liang Jianshe, *et al.* Characteristics of fault structure and its control on hydrocarbons in the Beibuwan Basin[J]. *Acta Petrolei Sinica*, 2012, 33(2): 195-203. [李春荣, 张功成, 梁建设, 等. 北部湾盆地断裂构造特征及其对油气的控制作用[J]. *石油学报*, 2012, 33(2): 195-203.]

Tectonic Characteristics and Hydrocarbon Accumulation Controlling Factors in the Baram Delta Province

MA Liang-tao¹, WANG Ju-feng¹, NIU Jia-yu¹, ZHENG Qiu-gen²

(1. *Research Institute of Petroleum Exploration & Development, Beijing 100083, China;*

2. *College of Ocean Science, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China)*

Abstract: Baram Delta Province is located at the NW Borneo active margin. It has the features of different zones in north and south; the overlap-thrusting belt under compression in north, extensive subsiding belt generated by extension in middle and compressive inverting belt in south. Different from (下转第 927 页)