

# Oil and Gas Exploration Potential of Brunei-Sabah Basin

Peng Liu, Houhe Zhang, Shuanzhu He, Zongbao Liao

CNOOC Research Institute Co. Ltd., Beijing  
Email: liupeng38@cnooc.com.cn

Received: Jan. 15<sup>th</sup>, 2018; accepted: Oct. 11<sup>th</sup>, 2018; published: Feb. 15<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

Based on the extensive research of relevant research results at home and abroad, a large number of seismic-geological profiles and the latest research results of gravity and magnetic data, the boundary of the Brunei-Saba Basin was redefined, and the basin was divided into two sub-tectonic units: the Balan Delta Depression and the Sabah Depression. Comprehensive analysis indicated that the Brunei-Saba Basin was a Cenozoic petroliferous basin which has undergone three stages of tectonic evolution and rapid depositional velocity. There existed big difference between western basin (Balaam Delta Depression) and eastern basin (Sabah Depression). Hydrocarbon source rocks are mainly Lower Miocene to Pliocene terrestrial plants mixed with algae, which are mainly mudstone, carbonaceous mudstone and coal beds. Reservoirs are mainly Upper Miocene and Lower Pliocene delta, shore, coastal plain sandstones. Rock caps are mainly Lower Pliocene regional mudstone and shale, mudstone, calcareous siltstone within the zone.

## Keywords

Tectonic Evolution, Sedimentary Characteristics, Oil and Gas Geological Condition, Exploration Direction

---

# 文莱 - 沙巴盆地油气勘探潜力

刘 鹏, 张厚和, 赫栓柱, 廖宗宝

中海油研究总院有限责任公司, 北京

作者简介: 刘鹏(1987-), 男, 工程师, 主要从事油气资源评价、勘探规划工作。

Email: liupeng38@cnooc.com.cn

收稿日期: 2018年1月15日; 录用日期: 2018年10月11日; 发布日期: 2019年2月15日

## 摘 要

在广泛调研国内外相关研究成果的基础上, 综合大量文献中地震 - 地质剖面等资料, 结合重磁资料最新研究成果, 重新厘定了文莱 - 沙巴盆地边界, 并将盆地分为巴兰三角洲拗陷和沙巴拗陷2个次级构造单元。综合分析认为, 文莱 - 沙巴盆地是一个主要经历了3期构造演化且沉积速度较快的新生代含油气盆地。盆地的西部(巴兰三角洲拗陷)和东部(沙巴拗陷)沉积特点表现出了较大的差异性; 烃源岩主要为下中新统 - 上新统陆生植物夹杂藻类, 以泥岩、炭质泥岩及煤层为主; 储层主要为上中新统和下上新统发育的三角洲、滨岸、下海岸平原相砂岩; 盖层主要为下上新统区域性泥岩以及层内页岩、泥岩、钙质粉砂岩等。

## 关键词

构造演化, 沉积特征, 油气地质条件, 勘探方向

Copyright © 2019 by author(s), Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

文莱 - 沙巴盆地位于南海东南部, 跨越我国九段线。多年来, 中国地质调查局和许多学者对文莱 - 沙巴盆地开展了大量的基础研究[1], 但迄今为止并未开展大规模油气勘探工作。据不完全统计, 截至2017年底, 文莱和马来西亚在该盆地钻井2902口, 其中探井874口, 累计探井进尺约 $223 \times 10^4$  m; 已发现油气田和含油气构造158个, 累计石油地质储量 $32.70 \times 10^8$  t, 天然气地质储量 $2.32 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>。其中, 有40个油气田位于我国九段线内, 累计地质储量分别为石油 $9.11 \times 10^8$  t、天然气 $6319 \times 10^8$  m<sup>3</sup>。因此, 系统分析文莱 - 沙巴盆地油气地质条件和成藏分布规律对于开展油气资源评价、勘探潜力分析等具有重要意义。在前人研究的基础上, 结合国内外最新研究成果和周边国家在该盆地的油气勘探开发动态, 系统总结了盆地构造演化、沉积充填特征以及油气地质条件、成藏机制。

## 2. 地质概况

文莱 - 沙巴盆地位于我国南海南沙群岛以南、加里曼丹岛以北的沙巴岸外及文莱沿海一带, 是南沙地块向加里曼丹地块俯冲所形成的弧前盆地, 北界为南沙海槽东南缘断裂, 东界为巴拉巴克断裂, 西界

为廷贾断裂,南界为穆鲁断裂,整体呈NE走向展布,面积约  $10.04 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,盆地内浅水区面积约占70%(水深  $< 500 \text{ m}$ ),我国九段线内面积约  $2.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

在新一轮全国油气资源评价采用的盆地区划基础上,综合大量文献及地震-地质剖面等资料,结合重磁资料最新研究成果,重新厘定了文莱-沙巴盆地边界。根据盆地基底性质、沉积和构造特征,以鲁东-莫里斯断层为界将盆地分为巴兰三角洲坳陷和沙巴坳陷2个次级构造单元,其中沙巴坳陷可分为内带、外带、逆冲带3个构造带(图1)。

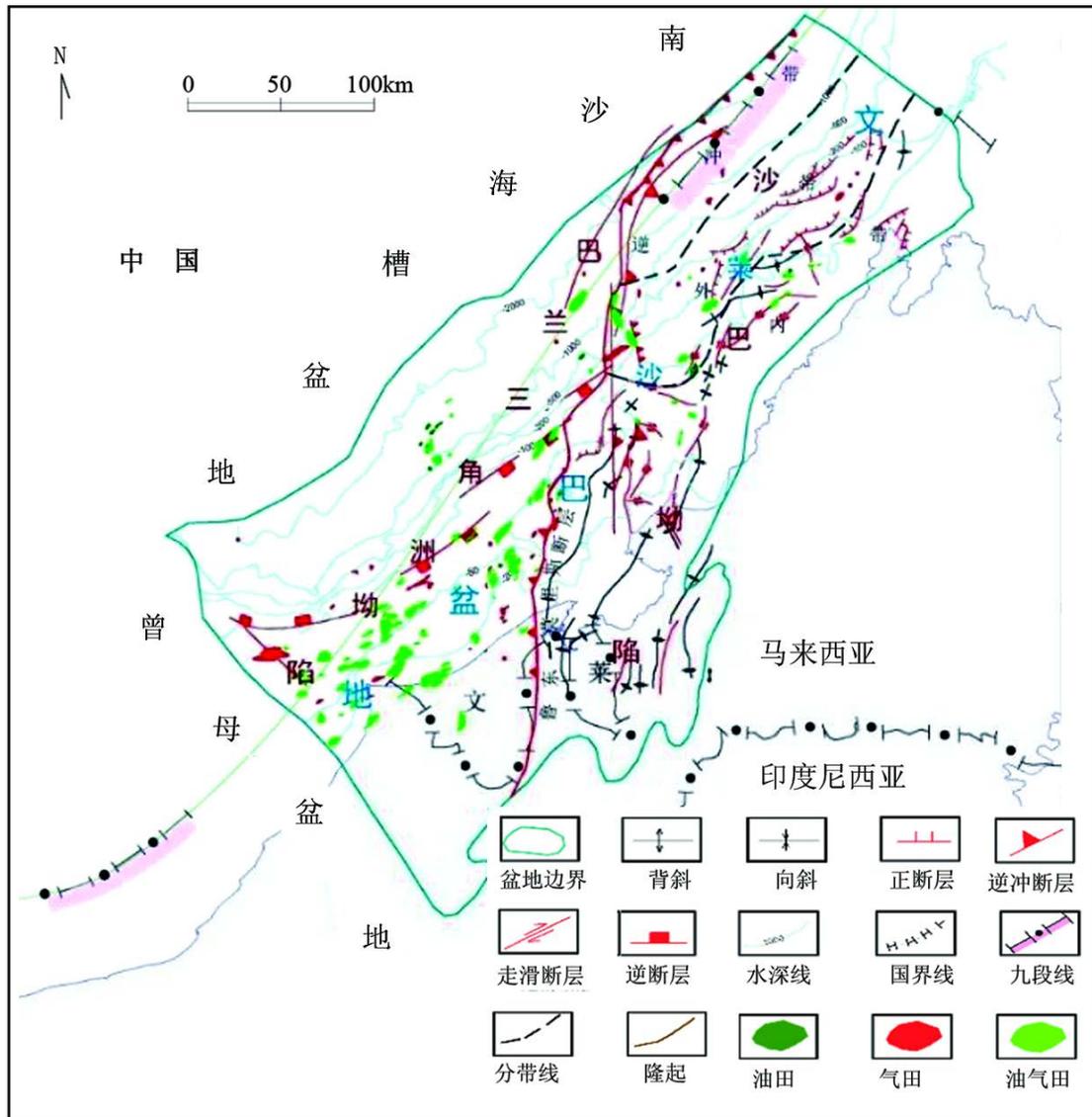


Figure 1. Division of tectonic zone of Brunei-Sabah Basin

图1. 文莱-沙巴盆地构造区划图

### 3. 构造演化及沉积充填特征

#### 3.1. 构造演化特征

文莱-沙巴盆地的形成及演化与古南海的消亡和现今南海的扩张密切相关,南沙地块南部边缘与加

里曼丹 - 巴拉望块体之间经历了一个连续的演化过程，其构造演化可划分为 3 个阶段。晚白垩世 - 中始新世，文莱 - 沙巴盆地为弧前盆地增生阶段，古南海洋壳向西北婆罗洲俯冲消减，南沙块体向南推移与加里曼丹碰撞，古南海西段消亡，形成卢帕尔增生杂岩带。晚始新世 - 中中新世，文莱 - 沙巴盆地为前陆盆地发育与改造阶段，新南海逐渐形成并扩展，古南海不断消减；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；同时，该时期也是沉积盆地主要发育阶段，沉积厚度大，最厚处超过 4 千米，沉积由南向北呈北西向展布，由靠近物源区的海岸平原逐渐过渡为浅海环境再至开阔海环境[2]。晚中新世至今，文莱 - 沙巴盆地为被动大陆边缘发育阶段，南海扩张停止，文莱 - 沙巴地区进入被动大陆边缘区域沉降阶段。

### 3.2. 沉积特征

文莱 - 沙巴盆地巴兰三角洲拗陷和沙巴拗陷表现出不同的沉积特点。

巴兰三角洲拗陷沉积特点为快速的三角洲沉积被快速的海侵所分割，从而形成 8 个沉积旋回、4 大沉积时期。白垩纪末 - 早渐新世，加里曼丹周围的陆块盆地由于当时古晋高地尚未隆起，主要为海相沉积；晚渐新世 - 早中新世，随着南沙地块向南裂离，整个东南亚地区向西开始广泛海侵，初期一般形成海侵砂岩，中中新世以后，加里曼丹古晋高地抬升隆起，其周围盆地表现为海退旋回，发育了典型的海退三角洲沉积模式；上新世至第四纪，盆地总体缓慢下沉，接受海相沉积(图 2)。其中，早中新世以来，该区多期幕式抬升，沙巴盆地沉降并充填硅屑进积物，物源来自南部的拉差 - 科罗克褶皱冲断带。在盆地东南部发育 3 个三角洲(图 3)，早期的早中新世梅丽干(Melingan)三角洲，局部被中 - 晚中新世的冠军(Champion)三角洲覆盖，晚期在冠军(Champion)三角洲西部形成晚中新世 - 全新世的巴兰(Baram)三角洲。上述三角洲的沉积中心逐渐向西北远滨推移，沉积物来自拉差 - 科罗克褶皱冲断带和被改造的早期三角洲沉积。

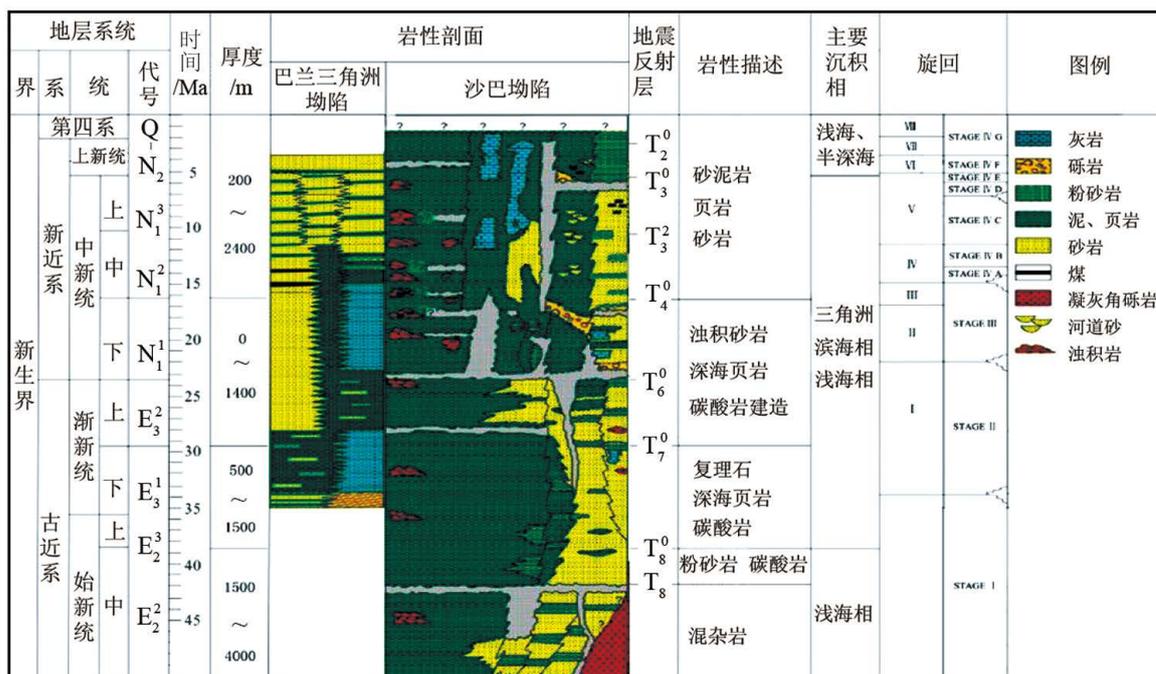


Figure 2. The synthetic stratum histogram of Brunei-Sabah Basin  
图 2. 文莱 - 沙巴盆地地层综合柱状图

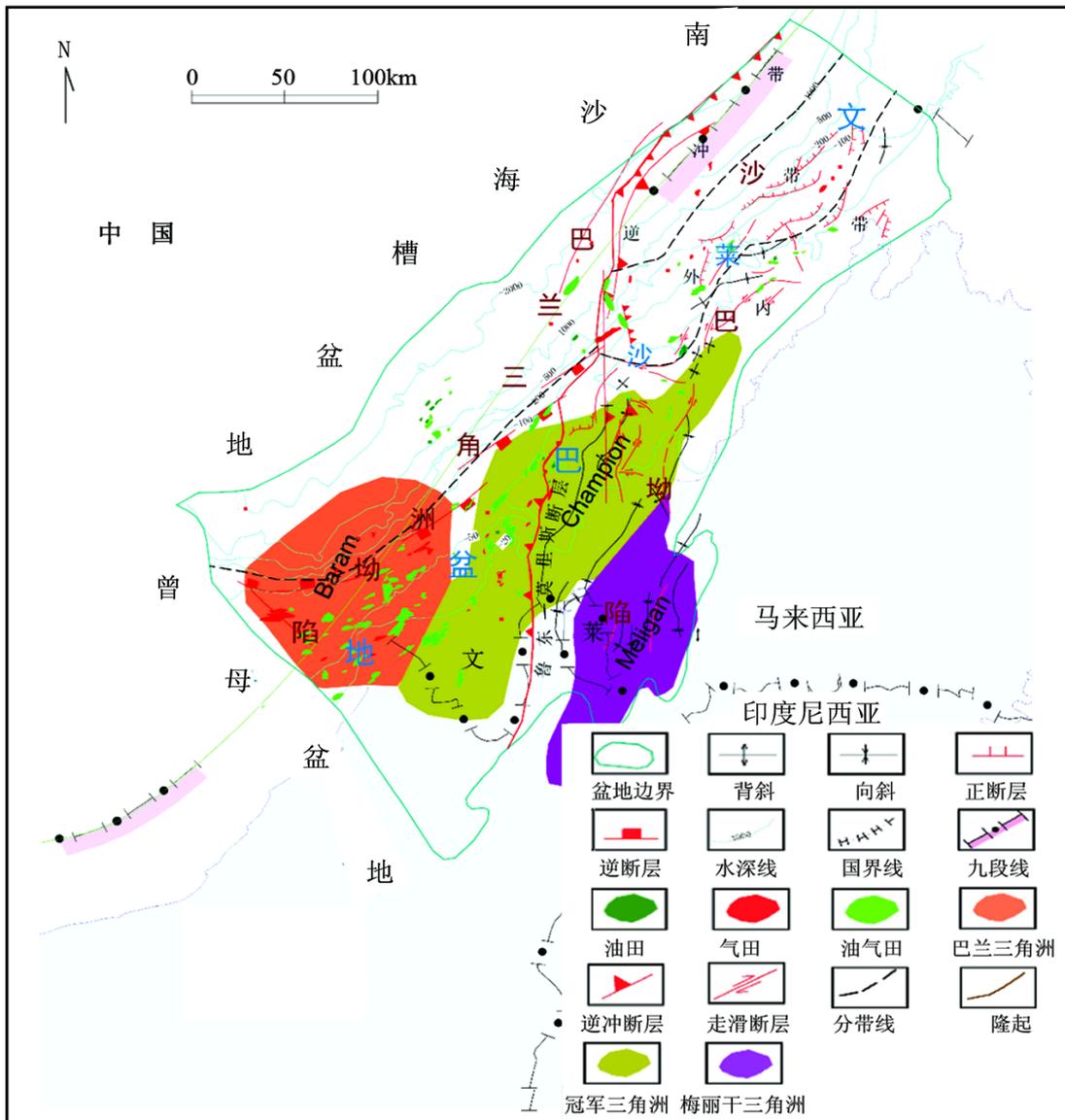


Figure 3. The major delta distribution of Brunei-Sabah Basin (according to Sandal, 1996, modified)

图 3. 文莱 - 沙巴盆地主要三角洲分布图(据 Sandal, 1996, 修改)

沙巴坳陷活动的压扭构造导致多个区域不整合和穿时的海侵界面，从而无法划分沉积旋回，将古近系和新近系划分为 4 套地层单元。STAGEI 为褶皱变质基底；STAGEII、STAGEIII 为上始新统-下中新统深海相沉积；STAGEIV 为中中新统至今的沉积，主要发育三角洲、滨浅海相砂岩，是油气勘探的主要目的层段(图 2)。

## 4. 油气地质条件

### 4.1. 烃源岩

文莱 - 沙巴盆地主要烃源岩为中中新统泥岩，其中巴兰三角洲坳陷烃源岩主要为下中新统 - 上新统陆生植物夹杂藻类，以泥岩、炭质泥岩及煤层形式存在[3] [4] [5]。有机质类型主要以 II-III 型干酪根为主，少量 I 型；有机质丰度较高，总有机碳质量分数一般大于 1%，其中泥岩、炭质泥岩为中 - 好烃源岩，煤

为差烃源岩；有机质成熟度为 0.25%~0.6%，从不成熟到成熟。

沙巴坳陷烃源岩主要为 STAGEIV (中中新统 - 更新统)泥、页岩, STAGEIII (下中新统)泥岩为次要烃源岩。最好的烃源岩为 STAGEIVA (中中新统)和 STAGEIVD (上中新统)下滨岸平原相的含煤页岩和炭质页岩。除“外带”构造区为 III 型、II/III 型干酪根外,其他构造区均以 III 型干酪根为主;总有机碳质量分数一般介于 0.5%~2%之间;有机质成熟度在各构造区内也不同,其中“内带”构造区南部烃源岩为未成熟到成熟早期,北部烃源岩已进入生油高峰,“外带”构造区烃源岩主要为未成熟到成熟早期,个别达到过成熟和成熟。

盆地内地温梯度较低,为 1.82~3.25°C/100m,平均 2.58°C/100m。生油门限深度大约在 3350 m (图 4),生气窗大概在 4400~5600 m 之间。

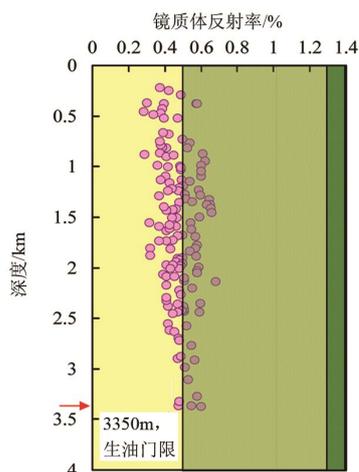


Figure 4. The relationship between depth and  $R_0$  of Brunei-Sabah Basin  
图 4. 文莱 - 沙巴盆地镜质体反射率与深度关系图

#### 4.2. 储层

巴兰三角洲坳陷储层以旋回 V (上中新统)和 VI (下上新统)最为发育,厚度可分别达到 3048 m 和 1829 m。属海岸平原、海岸和河海沉积环境中的海退层序的一部分,发育三角洲、滨岸、下海岸平原沉积相[6][7]。该区储层以细 - 中粒砂岩为主,分选良好,渗透率为 20~1200 mD,孔隙度为 15%~30%。

沙巴坳陷在中中新世以后,沉积环境逐渐由海相到海陆过渡相再到海相,从而发育浅海和滨岸、三角洲、河流等沉积相,上述沉积相内所发育的砂体是沙巴坳陷的主要储集层,其中 STAGEIVA (中中新统)、STAGEIVC (上中新统)、STAGEIVD (上中新统)内的砂岩是该区重要的储集层,其渗透率为 10~600 mD,孔隙度为 10%~30%。

#### 4.3. 盖层

巴兰三角洲坳陷区主要有 2 类盖层:层间及层内的页岩和黏土岩。旋回 VI (下上新统)发育一套区域性砂泥岩盖层[8],为旋回 VI (下上新统)和下伏旋回 V (上中新统)的储层提供良好的盖层。

沙巴坳陷无区域性盖层,以层内页岩、泥岩、钙质粉砂岩为主要盖层。此外,部分泥岩底辟和页岩充填的滑塌崖亦可作为局部盖层。

#### 4.4. 油气圈闭类型

文莱 - 沙巴盆地新近系构造走向主要有南北向和北东 - 南西向,主要构造形态有逆冲叠瓦构造、冲

断构造、滚动构造、张性断块构造、旋转构造、垒堑构造以及泥底辟构造等。含油气圈闭类型有构造圈闭、岩性圈闭、地层圈闭等。

巴兰三角洲主要发育 3 种类型圈闭：挤压-泥底辟背斜型圈闭、生长断层-滚动背斜型圈闭、以油积体为储层的岩性-构造复合圈闭。

沙巴坳陷主要发育泥底辟背斜圈闭和生长断层控制的滚动背斜圈闭、地层不整合遮挡和超覆圈闭、与不整合有关的反转构造圈闭。

## 5. 油气藏分布特征

平面上, 巴兰三角洲坳陷油气相对富集, 主体部位跨越马来西亚和文莱海域, 已发现 81 个油气田和 29 个气田, 主要油气田有 Baronia 油气田、Southwest Ampa 油气田、Seria 油气田、Champion 油气田、Bokor 油气田、Bagang1 气田、Bilit1 气田等; 沙巴含油气区的油气田多为扭动背斜构造, 油气藏埋藏较浅。已探明 22 个油气田和 11 个气田, 油气田主要有 Samarang 油气田、Erb W 油气田、St Joseph 油气田、Tembungo 油气田、Kinabalu 油气田、Glazyer 气田等。

垂向上, 受梅丽干(Melingan)、冠军(Champion)和巴兰(Baram)三角洲的发育控制, 由陆向海, 年代逐渐变新(从第 V 旋回砂岩油藏过渡到第 IV 旋回砂岩油藏), 油气主要赋存于中-上中新统砂岩, 以产油为主。

## 6. 结论

1) 文莱-沙巴盆地是一个主要经历了 3 期构造演化且沉积速度较快的新生代含油气盆地。盆地的西部(巴兰三角洲坳陷)和东部(沙巴坳陷)沉积特点表现出了较大的差异性, 西部主要发育了 3 期典型的海退三角洲沉积复合体, 东部沉积环境呈现海相-海陆过渡相-海相的变化趋势, 发育河流、三角洲、浅海和滨岸沉积相。

2) 文莱-沙巴盆地烃源岩主要为中新统泥岩; 储层主要为上中新统和下上新统发育的三角洲、滨岸、下海岸平原相砂岩; 盖层主要为下上新统区域性泥岩以及层内页岩、泥岩、钙质粉砂岩等。

## 基金项目

国家科技重大专项(2011ZX05025-005); 全国油气资源动态评价项目(2013, 2015)。

## 参考文献

- [1] 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): 987-1005.
- [2] 马良涛, 王春修, 牛嘉玉, 等. 西北沙巴盆地油气地质特征及油气成藏控制因素[J]. 海洋地质前沿, 2012, 28(7): 36-43.
- [3] 郑涛, 王登, 周世卿, 等. 文莱-沙巴盆地文莱区西南缘中-上中新统烃源岩地球化学特征[J]. 石油天然气学报(江汉石油学院学报), 2014, 36(5): 20-24.
- [4] 施秋华, 万志峰, 夏斌. 婆罗洲地质构造特征及其对南海南部盆地的影响[J]. 海洋地质前沿, 2013, 29(1): 11-16.
- [5] 姚伯初, 万玲, 刘振湖. 南海海域新生代沉积盆地构造演化的动力学特征及其油气资源[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2001, 29(5): 543-549.
- [6] 姚伯初, 刘振湖. 南沙海域沉积盆地及油气资源分布[J]. 中国海上油气, 2006, 18(3): 150-160.
- [7] 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, 25(3): 410-417.
- [8] 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.

[编辑] 孙巍

**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2471-7185，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[jogt@hanspub.org](mailto:jogt@hanspub.org)