

# 缅甸 Shwebo 盆地油气地质特征及勘探潜力

谢楠<sup>1,2</sup>, 赵汝敏<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学(北京)能源学院, 北京 100083; 2. 中海油研究总院, 北京 100027)

**摘要:** Shwebo 盆地是在中生代边缘海沉积盆地基础上演化而成的新生代弧后盆地, 经历了边缘海盆地—弧后盆地 2 个主要演化阶段。盆地的主要烃源岩和储盖组合均发育于新生代弧后阶段。始新统烃源岩的排烃高峰期是渐新世—中新世, 以生气为主。始新统自生自储组合和渐新统下生上储组合是该盆地最重要的成藏组合方式。盆地西部岛弧断裂带发育一系列的断背斜圈闭, 盆地东部发育一系列的正花状构造和断背斜圈闭, 沿着 Sagaing 走滑断层呈带状分布。Shwebo 盆地中西部的 Shwebo-1 号构造和东部的斜坡区礁构造为最具潜力的勘探区域。

**关键词:** Shwebo 盆地; 弧后盆地; 石油地质特征; 勘探潜力; 缅甸

**中图分类号:** TE122

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1672-1926(2014)04-0558-07

**引用格式:** Xie Nan, Zhao Rumin. Petroleum geology and exploration potential of Shwebo Basin, Myanmar[J]. Natural Gas Geoscience, 2014, 25(4): 558-564. [谢楠, 赵汝敏. 缅甸 Shwebo 盆地石油地质特征及勘探潜力[J]. 天然气地球科学, 2014, 25(4): 558-564.]

## 0 引言

缅甸 Shwebo 盆地勘探程度较低, 研究区内有 6 口钻井, 仅有油气显示<sup>[1]</sup>, 没有任何商业发现, 但是在其周围, 目前已发现 24 个油气田, 其中有 10 个油田和 8 个气田正在生产。已经发现的这 24 个油气田中有 8 个油田和 2 个气田分布于缅甸中部的敏巫盆地, 4 个大气田分布在缅甸所属海域, 另 10 个油气田分布在缅甸 Chindwin、Salin 和 Shwebo、Prpme 等盆地, 包括韩国近年在缅甸发现的大宇气田(可采储量为  $1.36 \times 10^{11} \text{ m}^3$ )、耶德那气田(可采储量为  $1.84 \times 10^{11} \text{ m}^3$ )和耶德贡气田(地质储量天然气为  $1.33 \times 10^{11} \text{ m}^3$ 、凝析油为  $1.18 \times 10^7 \text{ t}$ )<sup>[2]</sup>, 这充分展示了缅甸具有丰富的油气资源和良好的油气勘探前景。因此, 缅甸 Shwebo 盆地是否具有勘探潜力以及潜力在哪里? 已成为我国在缅甸油气开发战略制定和投资部署上必须回答的问题。

## 1 区域地质概况

缅甸从西到东可分为印缅山脉、中央盆地(伊洛

瓦底盆地)、中缅山脉和 Shan 高原共 4 个构造单元<sup>[3]</sup>。Shwebo 盆地是位于属于中央盆地的一个次盆(图 1), 其位于中央盆地北部, 西部以岛弧带为界与 Chindwin 盆地相连, 东部为分割 Shan 高原和中央盆地的 Sagaing 走滑断裂, 南部以低隆与 Prpme 盆地相隔(图 1), 面积约为  $26\,500 \text{ km}^2$ 。Shwebo 盆地是一个边缘海弧后叠合盆地, 盆地基底是白垩系变质岩<sup>[3-4]</sup>, 盆地内沉积了古新统、始新统、渐新统、中新统和上新统(Irrawaddy 群)5 套地层(表 1), 其间经历了 3 次较大的构造运动, 其中以渐新世末缅甸板块向北漂移与喜马拉雅山发生碰撞对储层的影响最为重要。

古新世—早始新世印度洋与缅甸板块的洋陆俯冲和始新世以来的印度板块与缅甸板块的陆陆碰撞深俯冲造成了缅甸板块与亚欧板块的分离<sup>[5-6]</sup>, 并沿着边界走滑断裂向北运动, 缅甸 Shwebo 盆地内呈走滑拉张环境, 沉积了巨厚的边缘海环境下的碎屑岩, 这一时期 Shwebo 盆地西界的火山则沿着断裂开始孤立活动<sup>[8-10]</sup>。渐新世由于缅甸板块沿着 Sagaing 断裂向北运动碰撞到亚洲板块喜马拉雅构造带而受

到阻挡,Shwebo 盆地整体抬升<sup>[11-12]</sup>,之后继续沉降接受沉积,此阶段以强烈的岩浆活动和大幅度的火山岛弧隆升连成岛弧带为显著特征,火山岛弧把 Chindwin 盆地和 Shwebo 盆地分隔开,后者成为连接岛弧和亚欧大陆的弧后盆地<sup>[13-14]</sup>,缅甸主动大陆边缘沟—弧—盆体系正式建立<sup>[15]</sup>。第二期抬升在晚中新世,Shwebo 盆地中新统上部地层遭受剥蚀<sup>[16]</sup>。

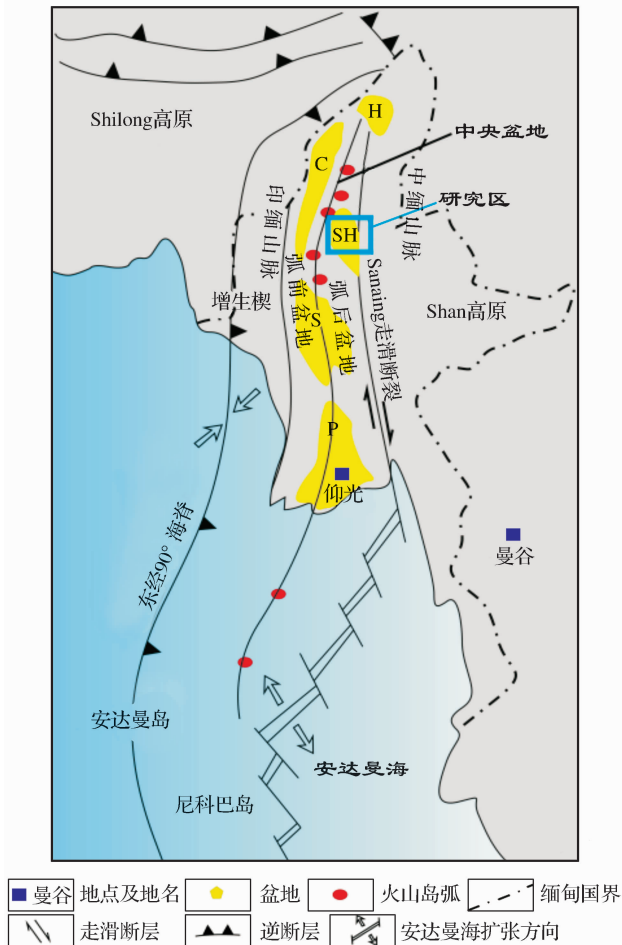


图1 缅甸地质构造纲要

Fig. 1 Structure outline map of Myanmar

H 为 Hukaung C 为 Chindwin; SH 为 Shwebo;

S 为 Salin; P 为 Prpme

## 2 石油地质特征

### 2.1 烃源岩

Shwebo 盆地发育多套潜在烃源岩,其中已经证实的主力烃源岩为始新统暗色泥岩。根据已钻井的地球化学分析可知,有机质类型以Ⅲ型干酪根为主,含少量Ⅱ<sub>2</sub>型干酪根,始新统泥岩 TOC 值在 0.4%~2.1%之间(图 2),有机质类型为Ⅱ<sub>2</sub>—Ⅲ型(图 3),镜质体反射率  $R_o$  值介于 0.5%~1.2%之间(图 2),有机质成熟度为低成熟—成熟,始新统泥

岩已进入生烃门限,生排烃高峰期为新近世—中新世,以生气为主。成熟的烃源岩主要位于盆地的中部和南部,北部由于新近世缅甸板块向北运动碰撞到亚洲板块喜马拉雅构造带而抬升,使得始新统烃源岩至今仍未成熟。

### 2.2 储盖组合

Shwebo 盆地主要有 2 套经钻井证实的储盖组合<sup>[1]</sup>,分别是始新统储盖组合和渐新统储盖组合(图 4)。

#### 2.2.1 渐新统储盖组合<sup>[1]</sup>

下部 Shwezetaung 组长石石英砂岩作为储层,砂岩总厚度为 278m,单层厚度为 2.5~42m,平均为 8m,储集条件较好,孔隙度为 12%~25%,渗透率为  $(40\sim100)\times10^{-3}\mu\text{m}^2$ ;上覆 Padaung 组泥页岩作为盖层。Shwebo 盆地地表露头显示,渐新统 Padaung 组为滨浅海—内浅海沉积环境<sup>[17]</sup>,生成一套厚层灰绿色页岩和泥岩,可成为一套有效盖层,该套泥岩总厚度为 201m,单层厚度为 2.1~33.5m,平均为 7m,泥地比为 41%,油气封存条件较好。

#### 2.2.2 始新统储盖组合

始新统下部 Pondaung 组和 Tabyin-Laungshe 组浅绿灰色,厚层中—粗石英砂岩作为储层,储集物性中等,孔隙度为 8%~15%,渗透率为  $(10\sim50)\times10^{-3}\mu\text{m}^2$ 。顶部 Yaw 组浅绿灰色砂质泥页岩作为封盖层,属自生自储型。中新世 Shwebo 盆地停止了伸展断陷作用,构造相对稳定,断裂活动不发育,为区域性盖层的发育提供了有利的环境。

### 2.3 圈闭类型

Shwebo 盆地圈闭类型主要包括断块、背斜、断背斜、断鼻和隐刺穿等构造圈闭以及始新统礁型圈闭等(图 5(a)—图 5(f)),以背斜和断背斜圈闭为主。受控于盆地的形成和构造演化,白垩纪—始新世为边缘海盆地,盆地受东部边界断裂 Sagaing 走滑断层影响<sup>[9]</sup>而呈现走滑挠曲,在始新世和渐新世形成一系列的正花状构造和断背斜圈闭<sup>[18]</sup>(图 5(e)),沿着 Sagaing 断裂呈带状分布(图 6),这些圈闭的形成时期不晚于始新世烃源岩排烃高峰,因此具有成藏的条件,并且后期没有遭受破坏<sup>[18]</sup>。盆地的西部临近岛弧断裂带而发育一系列的断背斜圈闭[图 5(f)];由于中新世及其后沉积的巨厚砂岩缺乏盖层,因此中新世之后的圈闭为无效圈闭。

### 2.4 运移通道

由于 Shwebo 盆地始新统油气属于自生自储,因此具有短距离运移和阶梯式运移的特点,始新统成熟的烃源岩优先向上覆相邻的始新统砂岩运移。

表 1 Shwebo 盆地地层简表  
Table1 Stratigraphic division of Shwebo Basin

地层系统			岩性描述
系	统	组	
新近系	全新统	Q	整体遭受剥蚀
	更新统		整体遭受剥蚀
	上新统	Irrawaddy	西北部地层部分保留,主要为灰色细砂岩
古近系		Kaungton	西北部地层部分保留,主要为灰色细砂岩
		Shaunknan(1)	黄色厚层的细砂岩,视厚度 0~60m
	中新统	Shaunknan(2)	灰色中砂岩,中间有 20~30m 厚的细砂岩,底部夹薄层泥岩,视厚度 250~500m
		Nandawbee	灰色中砂岩夹灰色薄层泥岩 330~500m
		Inga	上段为灰色泥岩,下部为灰色中砂岩夹不等厚的灰色泥岩和细砂岩,视厚度为 530~700m
		OK	巨厚层的灰色泥岩,偶夹灰色粉砂岩和细砂岩,视厚度为 200~300m
	渐新统	Padaung	深灰色泥岩,夹灰色粉砂岩和细砂岩。视厚度为 200~300m
		Shwezetaw	灰色细砂岩,夹深灰色泥岩。视厚度为 300~500m
系	始新统	Yaw	顶部有 50m 厚的杂色泥岩,其下为灰色泥质粉砂岩,视厚度为 200~400m
		Pondaung	灰绿色泥岩和深灰色泥岩夹薄层灰色砂岩,见云母片岩等变质岩,视厚度为 100~200m
	古新统		局部地层缺失,南部与白垩系地层一同并为基底
白垩系			基底

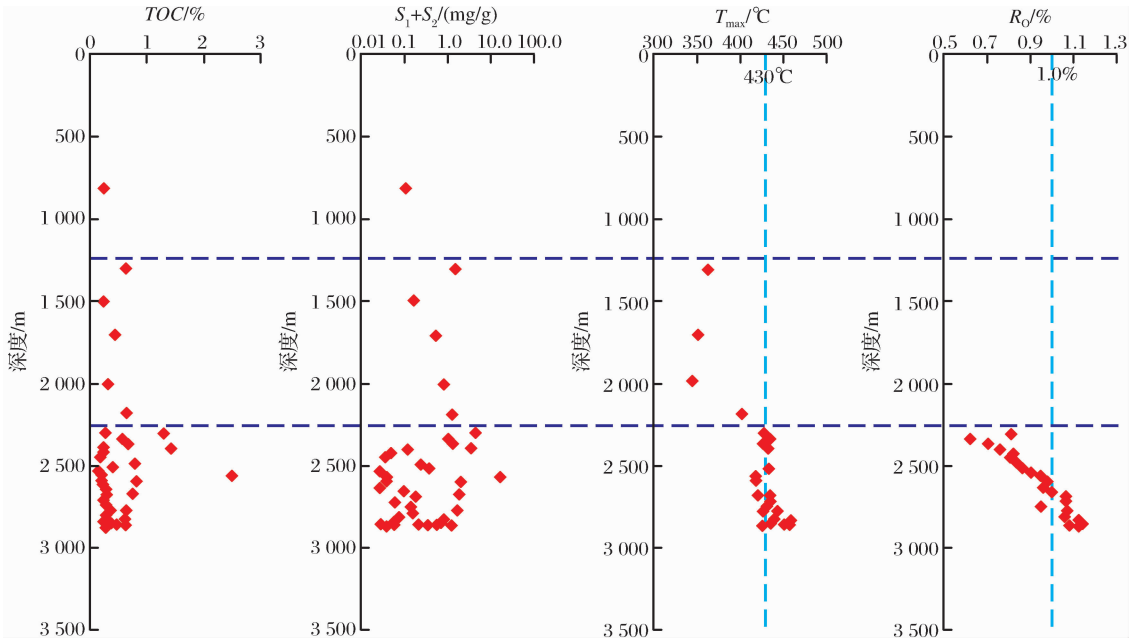


图 2 Shwebo 盆地 A 井烃源岩地球化学剖面  
Fig. 2 Geochemical profile of well A, Shwebo Basin

渐新统的油气主要来自于始新统顶部成熟的烃源岩,由于断层活动开启了油气的垂向运移通道<sup>[19]</sup>,使得油气向缓坡的浅层渐新统石英砂岩中运移,整体表现出阶梯式运移特征(图 7)。

3 油气分布规律

根据 Shwebo 盆地已钻井和已发现的油气田分析,油气的成藏特征和分布规律有以下 2 点:①油气

主要分布在研究区的西部、南部和东部(图 6)。盆地北部由于中新世的构造抬升,使得盆地主力烃源岩始新统的泥岩埋藏浅,而未成熟,同时由于在晚期接受近源的粗碎屑沉积而缺乏盖层,即使有油气运移到此,也不能有效地聚集成藏;盆地的中部地区持续沉降,断层影响小且无伴生构造,因此无圈闭形成而无法聚集成藏;盆地的西部、东部和南部由于边界断裂活动较强,并形成了更多的新断层和伴生构造,

使得油气在该区域分布集中。②油气富集受断层分布控制,东部和南部受 Sagaing 走滑断裂影响而形成正花状构造圈闭,在西部主要分布在岛弧断裂带的断层上盘。白垩纪以来的断裂系统具有很强的继

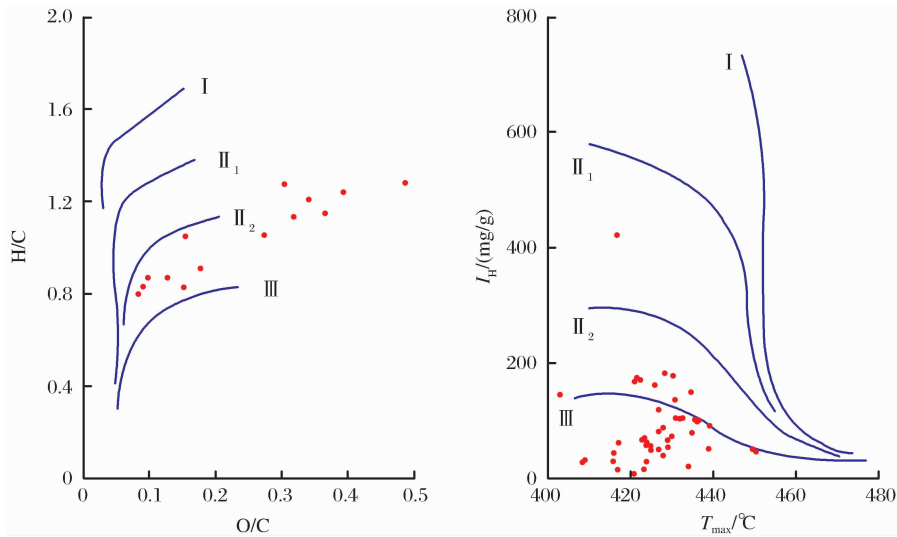


图 3 A 井烃源岩类型

Fig. 3 Source type of well A, Shwebo Basin

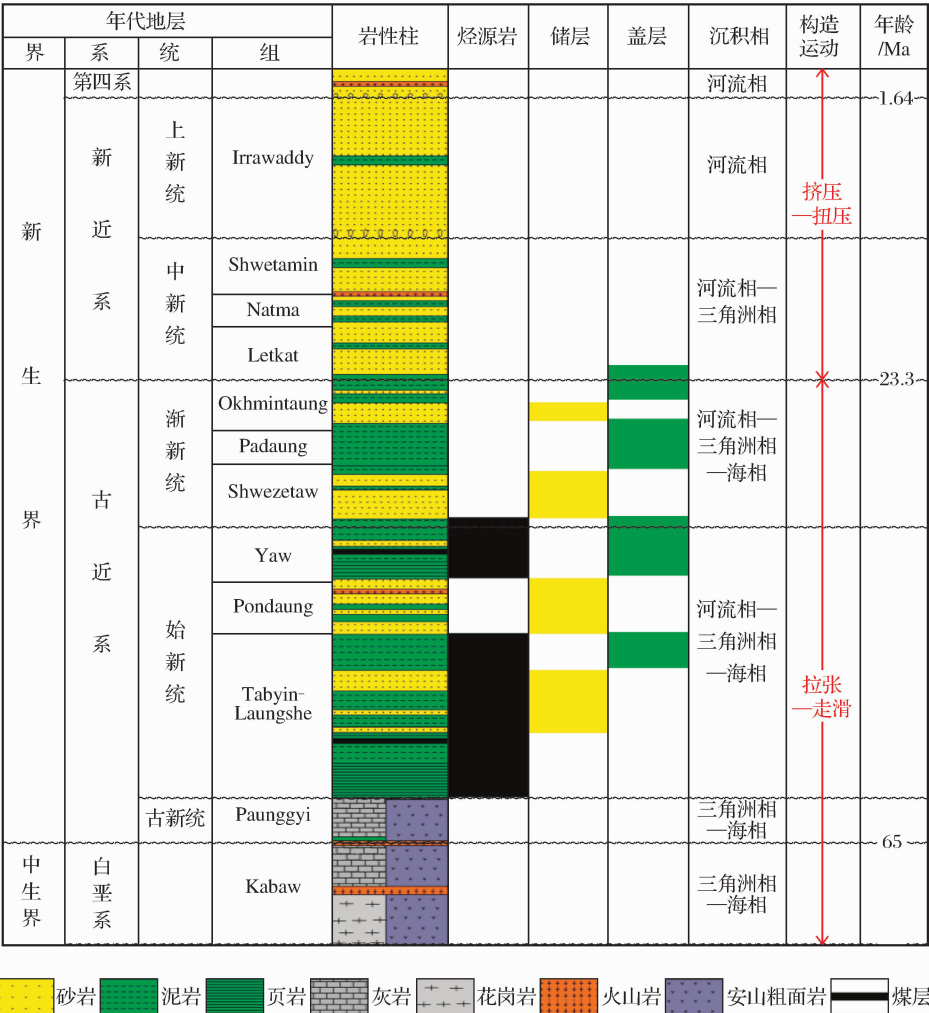


图 4 Shwebo 盆地生储盖组合特征

Fig. 4 Stratigraphic column of Shwebo Basin



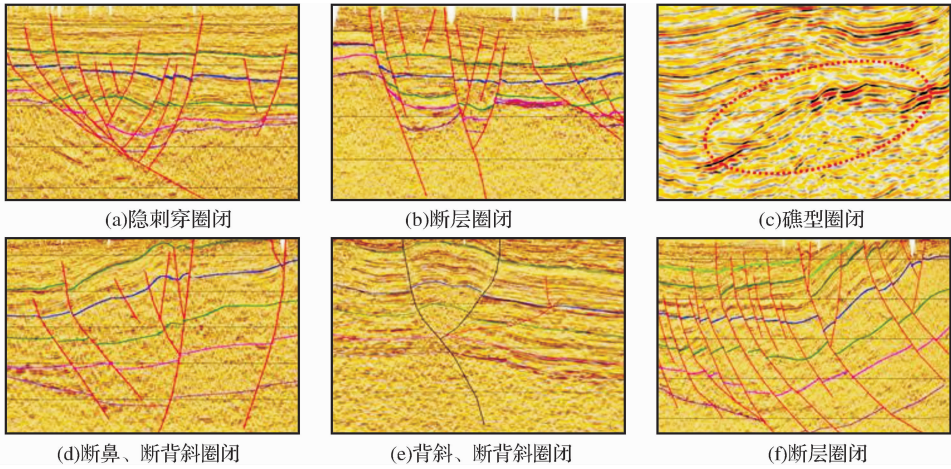


图 5 Shwebo 盆地圈闭类型与特征(剖面位置见图 6)

Fig. 5 Trap type and characteristic of Shwebo Basin

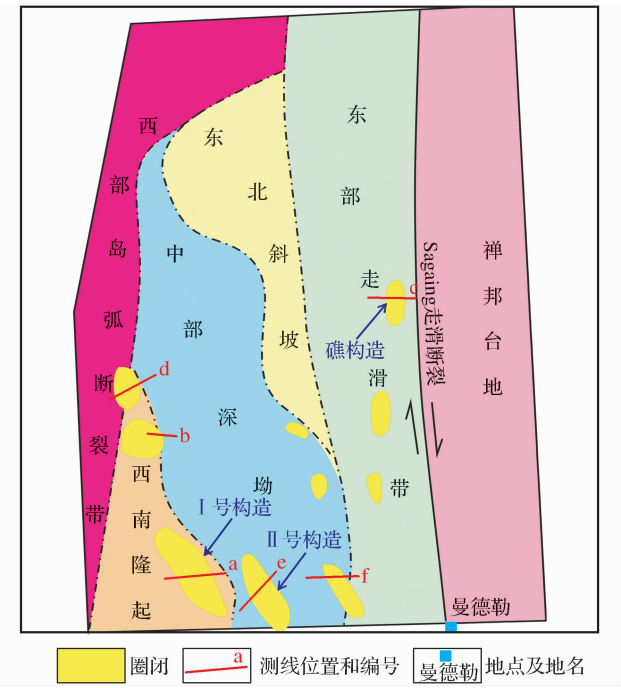


图 6 Shwebo 盆地构造纲要

Fig. 6 Structure outline map of Shwebo Basin

承性,古新世一早始新世印度洋与缅甸板块的洋陆俯冲和始新世以来的印度板块与缅甸板块的陆陆俯冲,使得岛弧带断裂活化,沟通下伏成熟烃源岩沿着断裂垂向运移到断层上盘的储集层中。

4 勘探潜力

Shwebo 盆地的南部和西部勘探程度较高,中部、北部和东部勘探程度相对较低。据资源量估算,Shwebo 盆地未探明天然气可采储量为  $200 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。盆地有潜力的勘探区域包括:盆地中西部 I 号构造和盆地东部斜坡区礁构造(图 6)。

Shwebo 盆地始新统烃源岩已达到成熟,有机质丰度中等较低、厚度大,具有良好的生烃条件。Shwebo 盆地存在始新统和渐新统 2 套有利的储盖组合,油气储集及封盖条件优越。圈闭条件为 Shwebo 盆地油气成藏的关键,受后期构造运动的影响,原有圈闭可能遭受到改造破坏,而新圈闭由于形成时期晚,可能存在油气充注不足的情况,如 II 号构造。因此,保存条件较好的早期圈闭以及距离烃源岩较近的晚期圈闭为油气聚集成藏的有利场所。预测 Shwebo 盆地成藏条件最为优越、勘探前景最为有利的勘探目标有 2 个: I 号古背斜构造和古台地碳酸盐岩圈闭(图 6)。Shwebo I 号构造为一宽缓的断背斜,被一系列对偶式断层切割、破碎(图 8)。该构造褶皱类型为纵弯褶皱,形成于岩浆沿先存主断层持续底辟作用。背斜形态定型于渐新世末期,圈闭形成时早于 Shwebo 盆地生排烃高峰期,并且构造处于局部的生烃中心,且有断层沟通下部烃源

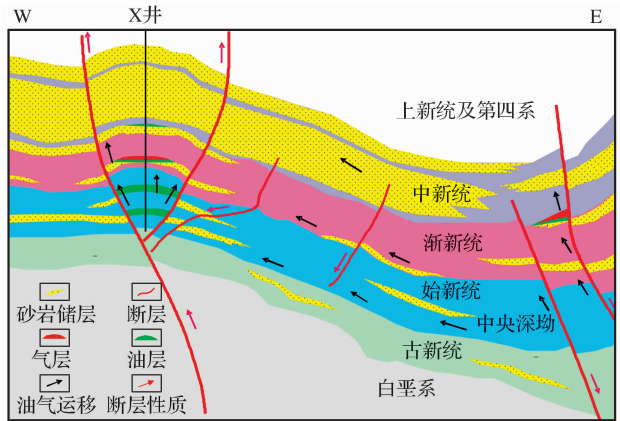


图 7 Shwebo 盆地南部地区成藏模式

Fig. 7 Model of hydrocarbon accumulation in South Shwebo Basin

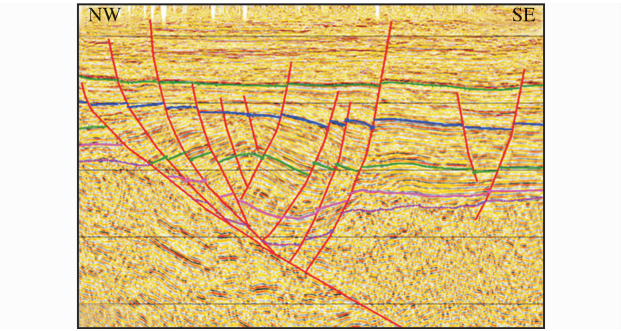


图 8 Shwebo 盆地 I 号构造

Fig. 8 Cross-section of I Structure in Shwebo Basin

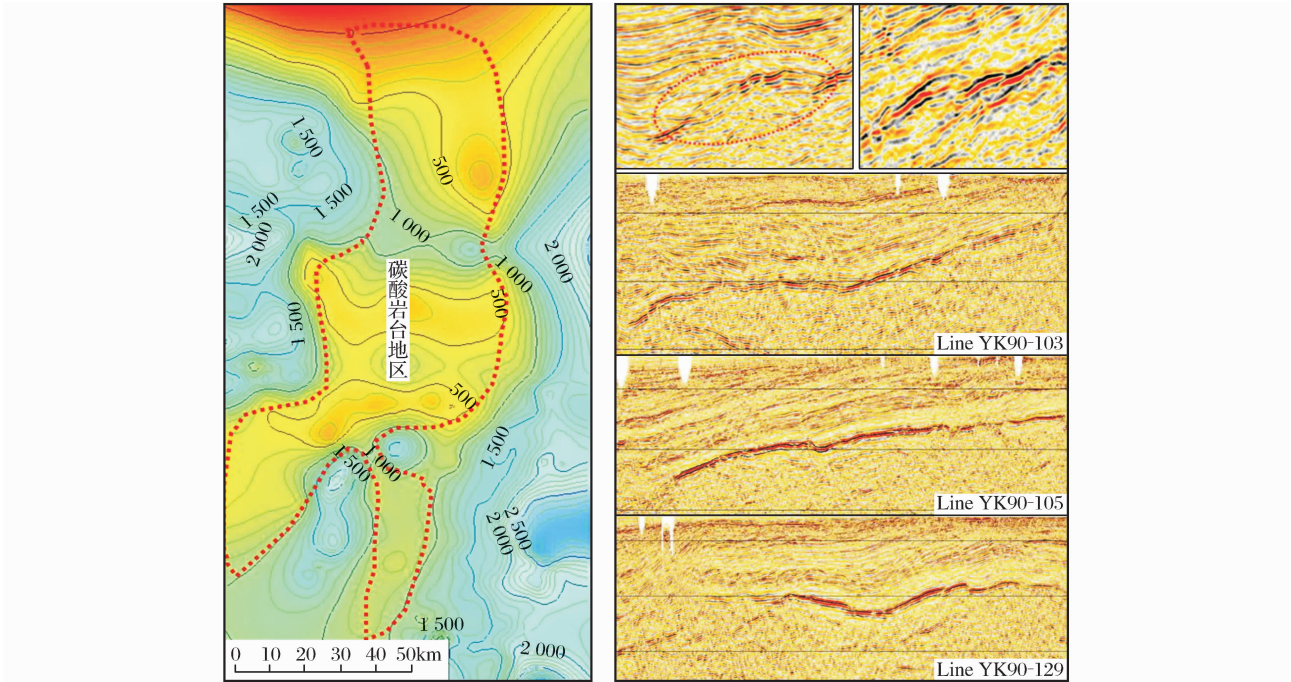


图 9 始新统碳酸盐礁构造特征

Fig. 9 Eocene carbonate reef structure in Shwebo Basin

5 结论

Shwebo 盆地石油地质条件较优越,始新统下部的泥岩作为烃源岩与其上覆的始新统石英砂岩储层、始新统顶部泥岩盖层构成了良好的生储盖组合,同时,断层活动沟通了始新统顶底的烃源岩油气运移到渐新统下部的长石石英砂岩中,并被渐新统顶部的厚层泥岩封盖。高孔、高渗砂岩和活动断层为油气运移提供了有效通道,使油气向缓坡的浅层运移。油气沿断层主要分布在该地的西部、南部和东部。盆地东部和南部受 Sagaing 走滑断裂影响而形成正花状构造圈闭,在西部主要分布在岛弧断裂带的断层上盘,形成断背斜圈闭。Shwebo 盆地资源比较丰富,有潜力的勘探区域为盆地中西部 I 号构

造和盆地东部斜坡区礁构造。背斜轴部断层晚期没有继承性活动,有利于油气的保存,具有良好的勘探前景。

对 Shwebo 盆地原型坳陷的恢复显示<sup>[20-21]</sup>,晚白垩世—始新世,坳陷中部发育台地。野外露头及钻井均揭示了始新统礁灰岩的发育。推测始新世时中部台地具有生物礁发育的有利环境,存在潜在的礁型圈闭(图 9)。这类圈闭类型好、保存完整,储层储物性优越,且海域礁型油气藏<sup>[22]</sup>多有发现,具有良好的勘探远景。

造和盆地东部斜坡区礁构造。

参考文献(References):

[1] Xie Nan, Jiang Ye, Zhu Guanghui, *et al.* The mechanism of secondary porosity of Oligocene reservoir in the south of Shwebo Basin, Myanmar[J]. Natural Gas Geoscience, 2010, 21(2): 289-294. [谢楠, 姜烨, 朱光辉, 等. 缅甸睡宝盆地南部地区渐新统储层次生孔隙形成机理分析[J]. 天然气地球科学, 2010, 21(2): 289-294.]

[2] Wandrey C J. Eocene to Miocene Composite Total Petroleum System, Irrawaddy-Andaman and North Burma Geologic Provinces, Myanmar[R/OL]. US Geological Survey Bulletin 2208-E. Reston, Virginia: US Geological Survey, 2006: 1-24.

[3] Morley C K. A tectonic model for the Tertiary evolution of strike-slip faults and rift basins in SE Asia[J]. Tectonophysics, 2002, 347(1): 189-215.

- [4] Mitchell A H G. Cretaceous-Cenozoic tectonic events in the western Myanmar (Burma)-Assam region[J]. Journal of the Geological Society of London, 1993, 150(6): 1089-1102.
- [5] Krishna M R, Sanu T D. Seismotectonics and rates of active crustal deformation in the Burmese arc and adjacent regions [J]. Journal of Geodynamics, 2000(30): 401-421.
- [6] Vigny C, Socquet A, Rangin C, *et al.* Present-day crustal deformation around Sagaing fault, Myanmar[J]. Journal of Geophysical Research, 2003, 18(B11): 2533-2543.
- [7] Metcalfe I. Permian tectonic framework and palaeogeography of SE Asia[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2002(20): 551-566.
- [8] Tapponnier P, Peltzer G, Le Dain A Y, *et al.* Propagating extrusion tectonics in Asia: New insights from simple experiments in plasticine[J]. Geology, 1982, 10(2): 611-616.
- [9] Xie Nan, Jiang Ye, Zhu Guanghui, *et al.* The Evolution of Sagaing strike-slip fault and its control of Shuibao Basin structural evolution, Myanmar[J]. Geoscience, 2010, 24(2): 268-271. [谢楠, 姜烨, 朱光辉, 等. 缅甸 Sagaing 走滑断裂及对睡宝盆地构造演化的控制和影响[J]. 现代地质, 2010, 24(2): 268-271.]
- [10] Bertrand G, Thein M, Myint O, *et al.* Cenozoic metamorphism along the Shan scarp (Myanmar): Evidence for ductile shear along the Sagaing fault or the northward migration of the eastern Himalayan syntaxis [J]. Geophysical Research Letters, 1999, 26(1): 915-918.
- [11] Alam M, Alam M M, Curray J R, *et al.* An overview of the sedimentary geology of the Bengal Basin in relation to the regional tectonic framework and basin-fill history[J]. Sedimentary Geology, 2003, (155): 179-208.
- [12] Lee T Y, Lawver L A. Cenozoic plate reconstruction of south-east Asia[J]. Tectonophysics, 1995, 251(1/2/3/4): 85-138.
- [13] Packham G H, Falvey D A. A hypothesis for the formation of marginal seas in the western Pacific [J]. Tectonophysics, 1971, 11(2): 79-109.
- [14] Sleep N, Toksoz M N. Evolution of marginal basins[J]. Nature, 1973, 233: 548-550.
- [15] Everett J R, Russell O R, Staskowski R J, *et al.* Regional tectonics of Myanmar (Burma) and adjacent areas[J]. AAPG Bulletin, 1990, 74(7): 651-676.
- [16] Pivnik D A, Nahm J, Tucker R S, *et al.* Polyphase deformation in a fore-arc/back-arc basin, Salin Subbasin, Myanmar (Burma)[J]. AAPG Bulletin, 1998, 82(10): 1837-1856.
- [17] Cai Wenjie, Zhu Guanghui, Jiang Ye, *et al.* Petroleum geologic characteristics and exploration potential of accretionary wedge in Myanmar[J]. Natural Gas Geoscience, 2012, 23(4): 742-747. [蔡文杰, 朱光辉, 姜烨, 等. 增生楔油气地质特征及勘探潜力——以缅甸某区块为例[J]. 天然气地球科学, 2012, 23(4): 742-747.]
- [18] Wilkins S J, Naruk S J. Quantitative analysis of slip-induced dilation with application to fault seal [J]. AAPG Bulletin, 2007, 91(1): 97-113.
- [19] Le Dain A Y, Tapponnier P, Molnar P. Active faulting and tectonics of Burma and surrounding areas [J]. Journal of Geophysical Research, 1984, 89(1): 453-472.
- [20] Besse J, Courtillot V. Paleogeographic maps of the continents bordering the Indian Ocean since the Early Jurassic [J]. Journal of Geophysical Research, 1984, 93(10): 11791-11808.
- [21] Cai Wenjie, Zhu Guanghui, Jiang Ye, *et al.* Structural features and exploration prospect of subduction-accretionary belt in Myanmar[J]. Natural Gas Geoscience, 2011, 22(4): 670-673. [蔡文杰, 朱光辉, 姜烨, 等. 缅甸俯冲增生带的构造特征及勘探前景[J]. 天然气地球科学, 2011, 22(4): 670-673.]
- [22] Luo Xiaorong. Understandings on dynamical studies of hydrocarbon migration and accumulation [J]. Natural Gas Geoscience, 2008, 19(2): 149-156. [罗晓蓉. 油气成藏动力学研究之我见[J]. 天然气地球科学, 2008, 19(2): 149-156.]

## Petroleum Geology and Exploration Potential of Shwebo Basin, Myanmar

XIE Nan<sup>1,2</sup>, ZHAO Ru-min<sup>1</sup>

(1. School of Energy Resources, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China;

2. CNOOC Research Institute, Beijing 100027, China)

**Abstract:** Shwebo Basin is the back-arc basin developed and formed on the basis of Paleozoic marginal sea basin. The tectonic evolution of Shwebo Basin can be described in terms of an early stage of marginal sea basin and a later stage of back-arc basin. The primary source rocks, reservoirs and seals had formed in the second stage. Eocene source rocks generated a mass of hydrocarbon characterized mainly by gas from Oligocene to Miocene. The assemblage of self-generated and self-preserved reservoir was the most important type in the Eocene Formation, and the Oligocene reservoir can also accumulated hydrocarbon from the Eocene source through faults. There are thrust faulted traps in western basin and flower structure traps and fault anticline traps along the Sagaing strike fault in eastern basin. There are two potential exploration targets, Shwebo-1 faulted anticline traps in the Eocene and Oligocene formation in western basin, and Reef anticline traps in the Eocene and Oligocene formation in eastern basin.

**Key words:** Shwebo Basin; Back-arc basin; Petroleum geological characteristic; Exploration potential; Myanmar