文章编号:1009-3850(2015)04-0048-04

# 阿联酋下白垩统舒艾巴组生物礁沉积模式

## 张 鑫,谢 楠,曹自强

(中海油研究总院,北京 100027)

摘要:本文在露头分析和钻井资料研究的基础上,结合区域地质背景,对阿联酋地区下白垩统舒艾巴组生物礁沉积 特征进行了分析,确定了该区生物礁的沉积模式及有利储层发育相带。舒艾巴组沉积时期,具备优越的生物礁发育 条件,造礁生物主要为厚壳蛤。研究区舒艾巴组碳酸盐台地具有"缓斜坡镶边台地"沉积特征,自盆地边缘向盆地内 部,依次发育浅海低能碳酸盐陆架、浅海高能碳酸盐陆架、深水低能碳酸盐陆架、盆地斜坡相和深海盆地相。浅海高 能碳酸盐陆架-盆地斜坡相带为生物礁发育带及油气富集区。其中浅海陆架边缘的高能相带为厚壳蛤生物礁发育的 最有利区域,储层物性最好,厚壳蛤礁主要形成于早期存在的藻类粘结灰岩台地高点和台地边缘,礁核和礁前为优 质储层发育带。研究该区生物礁的沉积模式与分布规律,对该区生物礁储层油气勘探具有重要的指导意义。

关键 词:阿联酋;舒艾巴组;生物礁;厚壳蛤;沉积模式

中图分类号:P512.2 文献标识码:A

## 引言

生物礁为原地底栖造礁生物建造的具有隆起 地貌特征的碳酸盐岩,具有生物学和岩石学的双重 特性<sup>[1]</sup>。生物礁作为油气藏的重要储层之一,已越 来越为人们所重视,许多国家的油气产量中生物礁 油气藏占有很大的比例<sup>[2-4]</sup>。阿联酋地区油气资源 非常丰富,截至2013年,已探明石油储量130亿吨, 占全球石油储量的5.9%;天然气储量6.1万亿立 方米,占全球天然气储量的3.3%,石油与天然气资 源均居世界第七位。研究区已发现的油气资源主 要分布在下白垩统舒艾巴组(Shuaiba),占研究总油 气储量的一半以上。舒艾巴组主要发育生物礁储 层,造礁生物主要为厚壳蛤类。白垩纪早期,厚壳 蛤类开始繁盛并且发挥造礁作用,这种厚壳蛤所形 成的礁占到了白垩纪中期生物礁总量的60%以上, 而且规模很大<sup>[5]</sup>。 阿联酋地区主要位于鲁卜哈利盆地,该盆地地 处世界上油气最富集的波斯湾含油气区,是波斯湾 超盆地南部的一个二级构造单元,位于阿拉伯板块 的南部陆上和海域,盆地面积 68.7×10<sup>4</sup>km<sup>2</sup>(图 1)。盆地北为中阿拉伯隆起,西与阿拉伯地盾相 邻,南靠沿亚丁湾北海岸线分布的哈德拉毛隆起, 东为阿曼山<sup>[6-7]</sup>。该盆地为一个多旋回的克拉通边 缘叠合盆地,经历了前寒武基底拼合与裂谷盐盆阶 段、早古生代古特提斯洋被动边缘凹陷阶段、晚古 生代海西构造运动与古特提斯活动大陆边缘阶段 及中生代新特提斯洋被动大陆边缘阶段和新生代 新特提斯洋关闭与活动大陆边缘阶段和新生代 新特提斯洋关闭与活动大陆边缘阶段等构造演化 阶段。沉积了巨厚的古生界和中 - 新生界地层,其 中中 - 新生界发育大套的碳酸盐岩和膏盐岩沉积, 是该地区最重要的油气富集层<sup>[8]</sup>。

### 2 沉积背景与沉积特征

#### 2.1 生物礁形成背景

生物礁是一种特殊的碳酸盐岩,其成因与生物

1 地质背景

收稿日期: 2014-09-11; 改回日期: 2014-09-22

直接有关,分布与形成受纬度、地形、海平面变化、 古地貌、沉积介质诸多因素的控制<sup>[9]</sup>。生物礁由生 物生长堆积而成,影响其形成的条件主要包括海水 的温度、盐度和溶解氧的含量;海水深度、透光度和 海平面的升降变化;季风、海流、热带气旋和太阳辐 射等<sup>[2]</sup>。阿联酋地区主要处于阿拉伯地台构造单 元,该构造单元是中东地区长期稳定的沉积区域, 从二叠纪开始连续沉积了浅水碳酸盐岩和蒸发岩 类<sup>[10]</sup>。下白垩统舒艾巴组沉积时期,阿联酋地区处 于南纬5°左右的低纬度地区,为厚壳蛤和藻类等造 礁生物提供了良好的生存环境,具备生物礁形成的 基本条件。

生物礁生长发育还与海平面的变化有着密切 的关系<sup>[11]</sup>。鲁卜哈利盆地长期处于构造背景稳定 的克拉通内裂谷和被动大陆边缘,除海西运动期间 发生过挤压和剥蚀作用外,多以海平面的升降运动 控制沉积过程<sup>[8]</sup>。舒艾巴组沉积时期,阿联酋地区 总体处于大陆架沉积环境,发育陆架内盆地,深水 盆地主要位于阿联酋中部地区。舒艾巴组沉积早 期,研究区发生大规模的海退,浅水大陆架范围扩 大,宽广的陆架为舒艾巴组生物礁的沉积提供了有 利场所(图1)。



图 1 中东地区舒艾巴组沉积时期古地理背景图 Fig. 1 Palaeogeographic map of the Middle East region during the deposition of the Shuaiba Formation

#### 2.2 沉积特征

据阿联酋地区舒艾巴组地层的露头分析,其岩 性主要为颗粒灰岩、泥粒灰岩、浮石与砾屑碳酸盐, 含大量厚壳蛤、牡蛎、藻类、有孔虫、圆笠虫属等化 石。通过岩性描述,舒艾巴组地层划分为3个不同 的岩相类型:下部为粒泥灰岩和泥粒灰岩,厚度为 12m,粒度为中等-很粗,含大量的藻类、圆笠虫属、 有孔虫与海胆类化石,且发育缝合线。中部为浮 石、砾屑碳酸盐岩,厚度为6m,粒度多为粗-很粗,主 要含大量的厚壳蛤和牡蛎化石,X射线分析显示该 套岩相下部石英含量明显增加。舒艾巴组沉积晚 期,随着海侵的发生,上部岩性主要为泥粒灰岩、粒 泥灰岩,厚度为13m,粒度多为极细-细,包括细粒绿 藻灰岩、有孔虫泥粒灰岩、粒泥灰岩<sup>[12]</sup>,地层顶部含 生物潜穴(图2)。



图 2 阿联酋地区舒艾巴组沉积特征(据 Alsharhan 等修改, 2000)

Fig. 2 Sedimentary characteristics of the Shuaiba Formation in the United Arab Emirates (modified from Alsharhan et al., 2000)

### 3 沉积模式

碳酸盐岩沉积相模式不但可以反映沉积时的 水动力条件、古气候、海平面升降、大地构造背景及 其演化特点,也是描绘和模拟碳酸盐岩储集相的有 效工具<sup>[13]</sup>。阿联酋地区舒艾巴组沉积时期整体处 于陆架环境,发育陆架内盆地,深水区主要位于阿 联酋中部地区。通过沉积特征研究和区域地质剖 面分析,在充分参考、综合前人提出的碳酸盐沉积 模式的基础上,确定阿联酋地区下白垩统舒艾巴组 碳酸盐台地的类型,认为其具有"缓斜坡镶边台地" 沉积特征(图3)。





Fig. 3 Sedimentary model for the Shuaiba Formation in the United Arab Emirates

"缓斜坡镶边台地"沉积模式的特点与塔克的 碳酸盐沉积模式相近<sup>[14]</sup>,从滨岸至深水主要划分为 两大沉积区,即大陆架沉积区和盆地斜坡沉积区。 大陆架又可分为浅海陆架和外陆架。自盆地边缘 向盆地内部,依次发育浅海低能碳酸盐陆架、浅海 高能碳酸盐陆架、深水低能碳酸盐陆架、盆地斜坡 相和深海盆地相。浅海高能碳酸盐陆架-盆地斜坡 相带为生物礁发育带及油气富集区,阿联酋地区舒 艾巴组已发现油气田主要位于该相带内。高能相 带位于浅海陆架边缘,为厚壳蛤生物礁发育的最有 利区域,储层物性最好。岩性主要为富含厚壳蛤的 颗粒灰岩、泥粒灰岩及富含藻类粘结灰岩的粒泥灰 岩、泥粒灰岩,底部发育缝合线<sup>[15]</sup>。厚壳蛤生物礁 后为浅海低能碳酸盐陆架,主要发育台内浅滩和泻 湖沉积,局部发育台内点礁,沉积物主要包括泥粒 灰泥和分选差的颗粒灰岩。厚壳蛤生物礁前主要 发育深水低能碳酸盐陆架,该区域地势平坦,波浪 能量减弱,主要受潮汐作用影响,波浪作用影响较 小,属于低能环境,主要发育泥粒灰岩与颗粒灰岩, 少量粒泥灰岩,含圆笠虫属、藻类等(图4)。

在盆地斜坡区域以具有深水陆棚性质的非常 宽缓的斜坡为显著特征,主要发育少量的点礁和塔 礁等,岩性主要为泥粒灰岩与颗粒灰岩,含圆笠虫 属、藻类等。深水盆地相主要发育致密灰质泥岩、 白垩灰质泥岩,局部发育少量的点礁和塔礁(图4)。



图 4 阿联酋地区舒艾巴组沉积相剖面模式图(据 Abou-Choucha 等修改,1990) Fig. 4 Sedimentary facies model for the Shuaiba Formation in the United Arab Emirates (modified from Abou-Choucha et al., 1990)

### 4 结论

(1)阿联酋地区舒艾巴组沉积时期处于低纬度 地区,总体上为大陆架沉积环境,具备优越的生物 礁发育条件。舒艾巴组生物礁储层为该区主要油 气储层,造礁生物主要为厚壳蛤类。

(2)阿联酋地区下白垩统舒艾巴组碳酸盐台地

具有"缓斜坡镶边台地"沉积特征。自盆地边缘向 盆地内部,依次发育浅海低能碳酸盐陆架、浅海高 能碳酸盐陆架、深水低能碳酸盐陆架、盆地斜坡相 和深海盆地相。

(3)研究区浅海高能碳酸盐陆架-盆地斜坡相 带为生物礁发育带及油气富集区,其中浅海陆架边 缘的高能相带为厚壳蛤生物礁发育的最有利区域, 储层物性最好。厚壳蛤礁主要形成于早期存在的 藻类粘结灰岩台地高点和台地边缘,礁核和礁前为 优质储层发育带。

#### 参考文献:

- [1] 王建坡,李越,程龙,等.华南板块古生代生物礁及其古地理控制因素[J].古生物学报,2014,53(1):121-131.
- [2] 魏喜,祝永军,尹继红,等. 南海盆地生物礁形成条件及发育趋势[J]. 特种油气藏,2006,13(1):10-15.
- [3] 白国平.世界碳酸盐岩大油气田分布特征[J].古地理学报, 2006,8(2):241-250.
- [4] 夏军,钟华明,童劲松,等.藏西北三岔口地区泥盆系生物礁特 征及其意义[J]. 沉积与特提斯地质,2006,26(2):34-41.
- [5] STANLEY, JR G D. The evolution of modern corals and their early history [J]. Earth-Science Reviews, 2003, 60:195 - 225.
- [6] 郑磊,金之钧,张哨楠. 中东鲁卜哈利盆地古生界致密砂岩储 层特征及评价[J]. 石油与天然气地质,2013,34(4):475 -482.
- [7] 吕雪雁.沙特鲁卜哈利盆地古生界石油地质特征及勘探潜力

分析[J]. 石油实验地质,2005,27(5):479-483.

- [8] 范春花,胡孝林,黄兴文,等.卡塔尔鲁卜哈利盆地古生界生储 盖组合特征[J].西南石油大学学报,2013,35(2):23-28.
- [9] 田世存,王英民. 琼东南盆地生物礁的识别和分布演化特征 [J]. 特种油气藏,2012,19(6):40-44,60.
- [10] 范嘉松. 中东地区形成世界级碳酸盐岩油气田的基本要素 [J]. 海相油气地质,2003,8(1):61-67.
- [11] 胡伟光,赵卓男,肖伟,等. YB 地区长兴期生物礁控制因素浅 论[J].特种油气藏,2010,17(5):51-53.
- [12] ALSHARHAN A S, AL-AASM I S, SALAH M G. Stratigraphy, stable isotopes, and hydrocarbon potential of the Aptian Shuaiba formation, UAE [J]. Society for Sedimentary Geology, Special Publication, 2000, 69:299 - 314.
- [13] 赵学钦,杨海军,马青,等.塔北奥陶系碳酸盐岩沉积演化特 征及台地发育模式[J].沉积与特提斯地质,2014,34(2):36 -42.
- [14] TUCKER M E, WRIGHT V P. Carbonate Sedimentology [M]. Oxford, U. K. :Blackwell Science Ltd., 1990. 482.
- [15] ABOU-CHOUCHA M K A, ENNADI I M. Possible stratigraphic traps in the Shuaiba Formation onshore Abu Dhabi [A]. Fourth Abu Dhabi Petroleum Conference [C]. 1990. 14.

# Sedimentary model for the organic reefs from the Lower Cretaceous Shuaiba Formation in the United Arab Emirates

ZHANG Xin, XIE Nan, CAO Zi-qiang

(Research Institute, CNOOC, Beijing 100027, China)

Abstract: Sedimentary characteristics of the organic reefs from the Lower Cretaceous Shuaiba Formation in the United Arab Emirates are discussed on the basis of outcrop and drilling data in integration with regional geological background. During the deposition of the Lower Cretaceous Shuaiba Formation, abundant reef-building organisms such as rudists and algae were well developed in the United Arab Emirates. The carbonate platforms in the Shuaiba Formation appear as the "ramp-rimmed platforms", and basinwards display the arrangement of shallow-sea low-energy carbonate shelf, shallow-sea high-energy carbonate shelf, deep-water low-energy carbonate shelf, basin-slope facies and deep-sea basin facies. The shallow-sea high-energy carbonate shelf and basin-slope facies zones are believed to be the profic areas due to the development of organic reefs. The high-energy facies zone on the shallow-sea shelf margins is delineated as the favourable area for the development of the rudistid reefs. The sedimentary models for the development of organic reefs and division of sedimentary facies for the favourable reservoirs are constructed for the Shuaiba Formation, and will be of significance to the oil and gas exploration in the organic reef reservoirs in the study area.

Key words: United Arab Emirates; Shuaiba Formation; organic reefs; rudist; sedimentary model