

印尼马都拉海峡 A 气田底流沉积-抱球虫灰岩储层特征

倪军娥, 孙立春, 何娟, 蒋百召, 汪洪强, 王龙, 郭丽娜

(中海油研究总院, 北京 100027)

摘要: 印尼马都拉海峡 A 气田抱球虫灰岩形成于底流沉积作用。从岩石学特征、储集空间特征以及测井和地震等方面对其沉积特征进行了研究。按沉积结构分类, 研究区岩石包括颗粒岩、泥质颗粒岩和颗粒质泥岩。前两种岩性为颗粒支撑结构, 分选较好。颗粒岩和泥质颗粒岩的储集空间以粒内孔为主, 其次为粒间孔和孔洞, 以及少量的铸模孔和裂缝。储层整体具有厚度大、物性好及净毛比高的特点, 因此含油气潜能较大。针对研究区沉积环境存在的争议, 提出形成抱球虫灰岩的三大类物源。

关键词: 抱球虫; 底流沉积; 储层特征; 沉积环境; 马都拉海峡; 印度尼西亚

中图分类号: TE121.3

文献标识码: A

Characteristics of globigerinid limestone reservoirs of bottom current deposition in Gas Field A of Madura Strait, Indonesia

Ni Jun'e, Sun Lichun, He Juan, Jiang Baizhao, Wang Hongqiang, Wang Long, Guo Lina

(CNOOC Research Institute, Beijing 100027, China)

Abstract: Globigerinid limestone in Gas Field A of Madura Strait in Indonesia might be deposited by bottom current in outer shelf to upper slope. Petrological and reservoir space characteristics as well as well logging and seismic data were integrated to describe its sedimentary characteristics. According to Dunham's classification, the reservoir consists of grainstone, packstone and wackestone. The former two lithologies are grain supported and well sorted, and the reservoir space was dominated by intragranular dissolved pore, followed by intergranular dissolved pore and vuggs and a small amount of moldic pores and fractures. The reservoirs feature in large thickness, good physical properties and high NTG, and have great petroleum-bearing potential. There has been much debate over the depositional environment of the Pliocene globigerinid limestone in the Madura Strait. We propose three provenances for the reservoir.

Key words: globigerinid, bottom current deposition, reservoir characteristics, depositional environment, Madura Strait, Indonesia

20 世纪 70 年代中期以后, 深水底流控制的沉积作用日益得到关注^[1]。近 30 年来, 国外研究人员在白令海 Navarinsky 峡谷^[2]、北大西洋布莱克外海岭^[3]、墨西哥湾 Ewing 和 Garden 区块^[4]以及北海的 Danish 地堑^[5]等区域详细研究了深海底流作用形成的沉积物。我国地质学家底流研究始于 20 世纪 80 年代初期, 刘宝珺等研究了珠穆朗玛峰地区中侏罗统等深流沉积^[6]; 虞子治等研究了广西钦州志留系至泥盆系等深岩^[7]; 姜在兴等研究了皖中下志留统等深岩^[8]; 高振中等在甘肃平凉中奥陶统中发现并系统研究了平凉碳酸盐等深积岩^[9]。郑荣才等人在南海北部大陆架陆坡研究了底流沉积作用^[10-12]。

底流泛指从数百米到数千米深的海底存在的一切流动, 是一种颗粒搬运及其重新分布的有效营力。对陆源颗粒和生物颗粒可搬运数千公里。以该种方式, 它们通过建造沉积体对塑造深海地形起了重要作用。这种在大陆边缘或在主要海洋盆地中的沉积体大到长 1 000 km 以上, 小到与深海通道有关的极小形态^[13-15]。

George Wust 在 20 世纪 30 年代提出底流可能具有搬运深海沉积物的能力, 但当时未得到重视。目前已识别出的底流主要有 3 类, 等深流、内波和内潮汐^[16]。Heegen 等(1966)在对北大西洋陆隆沉积物研究之后首先提出了等深流和等深积岩等术语。等深流

收稿日期: 2015-05-26; 修订日期: 2016-03-12。

第一作者简介: 倪军娥(1983—), 女, 硕士研究生, 开发地质。E-mail: nijune@163.com。

基金项目: 国家科技重大专项(2011ZX05024-002)。

是由于地球旋转的结果而形成的温盐水循环底流。等深积岩为相对较深水环境中温盐水驱动的平行于等深线流动的底流的沉积作用而形成的沉积物^[17-22]。关于底流的速度,国内外研究人员做过大量研究。据测定,大部分地区深水洋流比较缓滞,但发现各大洋西部边缘的底流流速较高,一般可达 5 ~ 15 cm/s,甚至可达 70 cm/s 以上的极高流速^[23]。

在印尼北东爪哇海盆地多年的勘探和开发过程中,多个油气田 (Maleo, TSB, O 和 M 等^[24]) 证实了新近系上新统 GL 层为优质的抱球虫灰岩储层。抱球虫作为一种远洋浮游有孔虫成为该区域的主力储层,单个抱球虫个体大小约为 300 μm,含量约为 60%,储层具有厚度大、高孔隙度和渗透率的特征。依据地震、测井、薄片观察和扫描电镜分析方法分析,该储层属于深水沉积。研究认为该储层受海洋底流的沉积作用,深水底流携带沉积物并对沉积物进行改造。目前深水勘探和开发还有很大的未知领域^[25],为了更深入认识深水沉积,本文以印尼马都拉海峡 A 气田为例,针对研究区底流沉积特征开展研究。

1 沉积背景

印尼马都拉海峡 A 气田位于巽他克拉通的东南缘、东北爪哇盆地 (海上) 的西部,为一长轴反转背斜

构造。构造走向近东西向,南侧以边界断层为界,东、西和北向低部位倾没。

西侧 Karimunjawa 穹窿将其与西爪哇盆地分开,南部以爪哇岛弧为边界。盆地向东逐渐过渡为深水 Lombok 盆地,向北部逐渐变浅至 Patenosfer 高地,该高地将其与 Makassar 盆地分开。该盆地是沿着巽他大陆架边缘分布的第三纪弧后盆地的一部分。晚白垩世,东爪哇海盆地由一个位于俯冲带前 (之南) 的洋盆演变成了如今位于火山弧之北的弧后盆地。

2 储层特征

2.1 岩石学特征

根据古生物资料, GL 层的灰岩储层可能是由 Mundu 组和 Paciran 组的 Selorejo 颗粒岩叠置而成。根据岩心观察和薄片鉴定等研究成果, GL 层岩性按成分分类属于抱球虫灰岩, R. J. Dunham (1962) 按沉积结构对碳酸盐岩分类的标准 (表 1), GL 层主要有 4 种岩性: 颗粒岩、泥质颗粒岩、颗粒质泥岩及少量的灰泥岩。

1) 颗粒岩

颗粒支撑结构, 以生物碎屑颗粒为主, 分选较好, 颗粒含量平均为 60.2%, 杂基含量平均为 11.4%, 胶结和交代物含量平均为 13.3%, 面孔率平均为 15.1% (图 1)。

表 1 碳酸盐岩分类标准

Table 1 Carbonate rock classification criteria

沉积时原始成分中无生物粘结作用				原始组分被 粘结在一起	不可识别的 沉积结构	原始组分未被 有机质粘结		当沉积时原始成分中 有生物粘结作用		
含泥晶		无泥晶				10%以上颗粒 粒径 > 2 mm		生物起 障积作用	生物起捕 集和粘结 作用	生物建造 坚固的格架
泥支撑		颗粒支撑	颗粒支撑		结晶碳酸 盐岩	基质支撑	颗粒支撑 (粒径 > 2 mm)			
颗粒数 < 10%	颗粒数 > 10%			泥质颗粒岩				颗粒岩	粘结岩	结晶岩
泥岩	颗粒质泥岩	泥质颗粒岩	颗粒岩	粘结岩	结晶岩	漂浮岩	灰砾岩	障积岩	粘结岩	格架岩

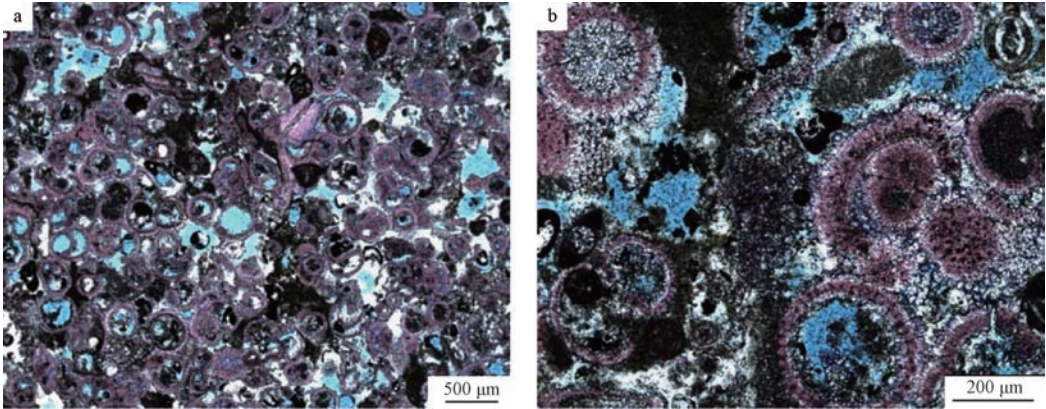


图 1 马都拉海峡 A 气田 A-4 井岩心薄片镜下显微特征 (埋深 3 299.2 ft)

Fig. 1 Thin section microscopic characteristics of cores from Well A-4 in Gas Field A in the Madura Strait (buried depth of 3 299.2 ft)

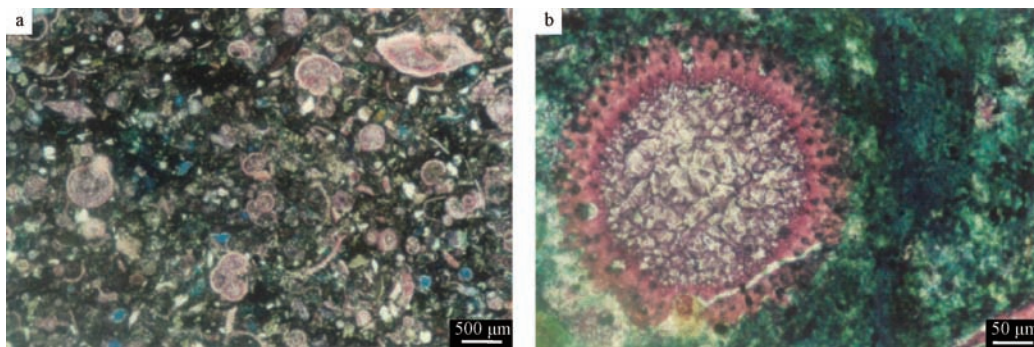


图2 马都拉海峡 A 气田 A-3 井岩心薄片显微特征

Fig. 2 Thin section microscopic characteristics of cores from Well A-3 in Gas Field A in the Madura Strait

a. 埋深 3 360.4 ft; b. 埋深 3 373.0 ft。

生物碎屑颗粒主要为抱球虫,即浮游有孔虫的一个常见群组,如抱球虫属、拟抱球虫属、球轮虫属等,另有少量的小型底栖有孔虫、软体动物、棘皮动物、海绵骨架等生物碎屑和石英、长石、海绿石等非生物碎屑。杂基主要为灰泥和陆源泥。胶结物以方解石为主,白云石次之。

2) 泥质颗粒岩

镜下特征仍然为颗粒支撑结构,分选中等,含少量生物碎片及微化石。与颗粒岩相比泥质含量增多,可见孔隙减小。

3) 颗粒质泥岩

与前两类岩性比较,灰泥含量较高。为灰泥支撑结构,颗粒含量超过 10%。如图 2 显示,颗粒质泥岩浮游有孔虫分选较差,体腔被含铁方解石胶结物填充。

X-射线衍射分析显示,颗粒岩及泥质颗粒岩中碳酸盐岩、粘土矿物以及其他矿物所占比例平均分别为 93%,2%,5%。其中碳酸盐岩的成分主要是方解石、文石、白云石和菱铁矿。粘土矿物成分包括蒙脱石、伊利石和高岭石。其他矿物包括石英、斜长石、石膏和沸石。

2.2 储集空间特征

GL 层灰岩储层孔隙度总体比较高,覆压孔隙度分布在 20.8%~49.5%,平均为 41.8%。渗透率分布差异明显,覆压渗透率为 $(1.3 \sim 995.1) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,平均为 $157.6 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。属于高孔、低-高渗型储层(图 3)。

铸体薄片显示,岩石孔隙发育较好,主要为粒内孔(图 4),即生物腔孔,孔隙分布相对均匀,连通性较好(图 1),其次为粒间孔和孔洞,以及少量的铸模孔和裂缝。泥质颗粒岩由于泥质含量增加,粒间孔减少,粒内孔由于被方解石和铁方解石胶结充填作用而减小(图 5),因此孔隙连通性相对减小。其中 A-1 井(颗粒岩,渗透率多大于 $100 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$)约有 65%的孔喉半径大于 $1 \mu\text{m}$,35%的孔喉半径小于 $1 \mu\text{m}$,而杂基含量

比较高、方解石和铁质方解石胶结比较严重的 A-3 井(泥质颗粒岩,渗透率多小于 $10 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$)泥质颗粒岩几乎 90%以上的孔喉半径小于 $1 \mu\text{m}$ 。因此,填隙物含量高导致平均孔喉半径缩小是储层孔隙度比较高而渗透率低的主要原因。颗粒质泥岩由于泥质含量更高,粒内孔及粒间孔少量发育,孔隙连通性差(图 2)。

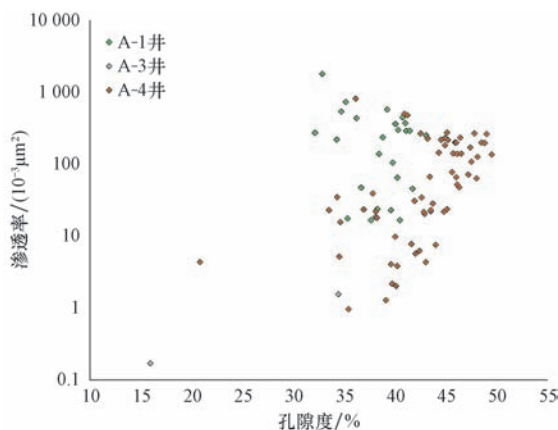
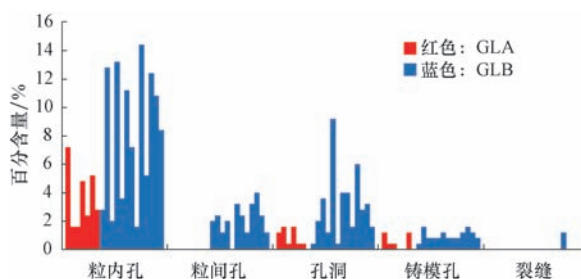
图3 马都拉海峡 A 气田 GL 层
储层孔隙度和渗透率关系

Fig. 3 Relationship between porosity and permeability of GL reservoir in Gas Field A in the Madura Strait

图4 马都拉海峡 A 气田 A-4 井 GL 层储层铸体薄片
孔隙类型鉴定结果Fig. 4 Pore types of cast thin sections of cores from GL reservoir of Well A-4 in Gas Field A in the Madura Strait
(GLA 和 GLB 为小层。)

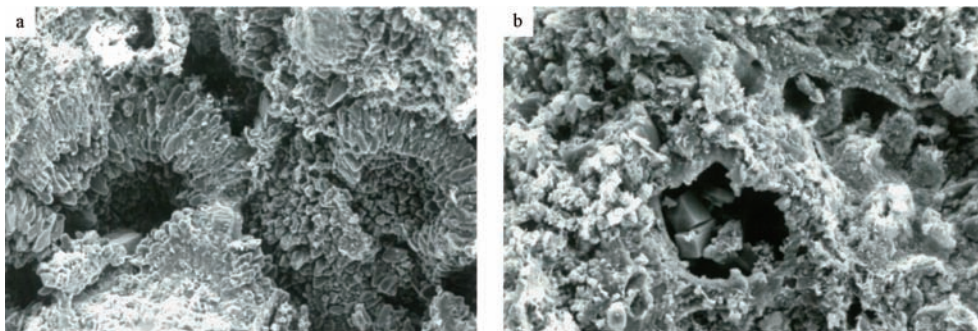


图5 马都拉海峡A气田A-1井岩心薄片扫描电镜特征

Fig. 5 Scanning electronic microscope characteristics of thin section of Well A-1 in Gas Field A in the Madura Strait

a. 浮游有孔虫边缘被方解石胶结并加厚,抱球虫体腔孔隙中填充书页状高岭石集合体,使得部分粒内孔和粒间孔无法连通,埋深3 052.0 ft; b. 右上方可见一个小型底栖有孔虫,中间为一个浮游有孔虫,其体腔内为菱形的白云石胶结物,基质为泥晶方解石和片状粘土混合物,粒内孔被封闭孤立,埋深3 532.5 ft

2.3 沉积特征

抱球虫灰岩岩心呈深灰色,因生物扰动强烈,沉积构造特征不明显,硬度中等,以块状构造为主,可见少量的冲刷构造和平行层理,体现出牵引流的特征(图6)。岩石分选较好,局部可见生物碎片,如软体动物壳体,且形态保存较好,反映出物源成分中有部分为近源沉积。

A气田GL层储层厚度大,厚度为64.1~91.7 m,净毛比达到69.8%~100%。顶界在构造主体部位呈现弱波谷的响应特征,而在构造翼部则呈现强波峰的响应特征。在GL储层内部,由于含气的影响,呈现杂乱反射的响应特征。GL层底面呈现弱波峰的响应特征,且由构造顶部到翼部地震振幅逐渐增强。

GL下伏地层以及GL层均具有基本等厚,构造变化平缓的特点(图7),但GL顶面以上地层厚度发生明显变化。研究表明:在GL层沉积前研究区无明显的构造运动,在GL层沉积后,由于构造抬升形成构造高点,顶面为角度不整合界面,导致GL层顶面形成明显的“顶超底削”的特征。因此在A气田的构造运动不控制GL目的层段的沉积。

2.4 沉积环境

本气田周边多个油气田也钻遇上新统GL层抱球虫灰岩,但目前该储层的沉积环境存在众多争议。Buglass(1985)认为该套灰岩可能为一套发育于相对深陆架、水深约120 m的等深积岩;Henk(2001,2002)认为Mundu层下部的有孔虫(抱球虫)颗粒质泥岩沉积于外陆架环境,而有孔虫(抱球虫)颗粒岩和有孔虫(抱球虫)泥质颗粒岩则沉积于内陆架、外陆架或二者过渡带;P T Rocktech Sejahtera(1993)和P T Corelab Indonesia(2006)认为该有孔虫(抱球虫)颗粒岩为深水软泥沉积,水深范围为200~2 000 m;McGowan(2006)在

研究类似气田(Maleo气田)生物碎屑灰岩时发现,抱球虫占有孔虫的55%~95%,这个比例明显是和深海软泥有关的。他同时还发现,抱球虫的种类繁多,因此,他认为这类岩石应该是水深约为100~200 m的层状水柱沉积而成。Schiller等(1994)^[26]则认为研究区沉积物不是由温盐循环形成,而是由上新世时期盆地内持续的流体形成,在相对大而厚的泥质等深积隆起的顶部和翼部,即持续的底流对悬浮的粘土、泥晶灰岩和浮游有孔虫进行搬运并形成泥质等深积“漂积体”,后期的水流能力足够强,对悬浮的粘土和泥晶灰岩进行簸扬并搬走,而将有孔虫沉积为干净、分选很好的有孔虫(抱球虫)颗粒岩。此外,有少量古水流资料指示上新世时期该区域的底流方向为自西向东。

H. Okada指出一些研究人员常常将底流与等深流划等号^[21],Faugères认为等深积岩应仅仅使用于稳定的地转流沉积或有意义的改造的相对较深水的沉积物。在古水深不能确切限定的地方,将古代沉积物认定为等深积岩是不明智的^[13]。底流包括等深流、大洋涡旋产生的底流、风驱底流等,其涵义更为广泛^[22]。研究区缺乏资料确定其古水深,进而无法确定此沉积物是否沿着等深线沉积。此外,“漂积体”往往规模巨大,而研究区及周边类似沉积体呈现出“小而多”的特点,因此,笔者认为GL层称之为底流沉积更合理。

3 结论

1) 印尼马都拉海峡A气田GL层岩性按成分分类属于抱球虫灰岩。按沉积结构分类,研究区岩石包括颗粒岩、泥质颗粒岩和颗粒质泥岩。

2) 储层具有厚度大、物性好及净毛比高的特征。储层受海洋底流的沉积作用,深水底流携带沉积物并对沉积物进行改造。

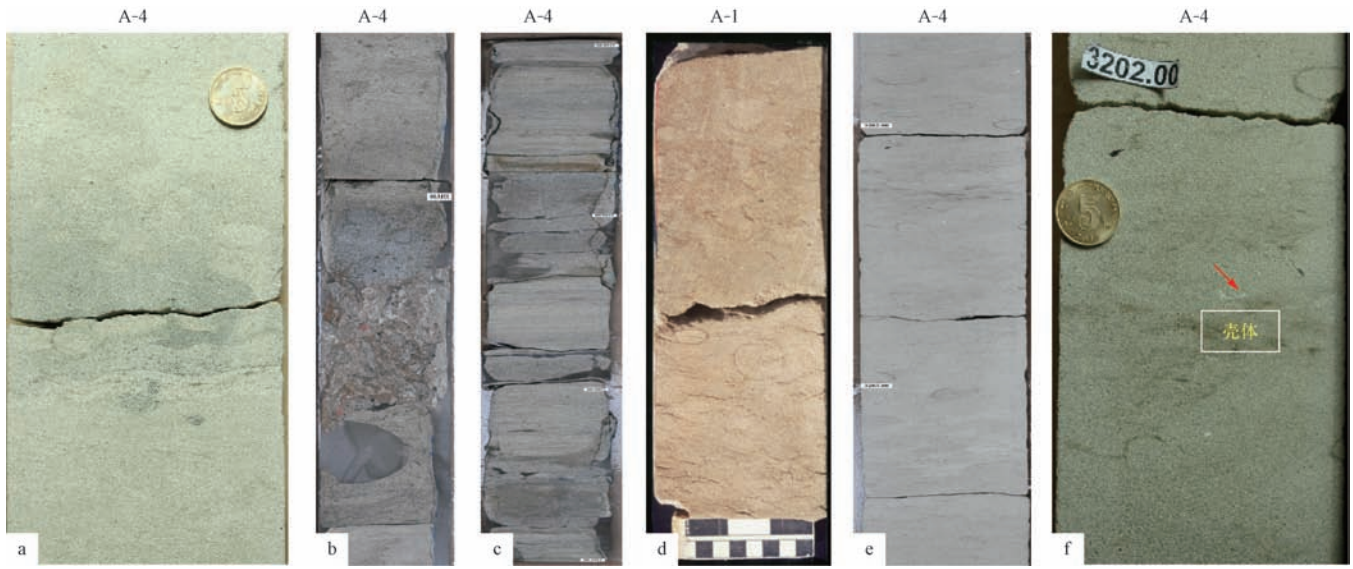


图 6 马都拉海峡 A 气田抱球虫灰岩岩心照片

Fig. 6 Core photos of globigerinid limestone in Gas Field A in the Madura Strait

a. 埋深 3 210. 0 ft; b. 埋深 3 311. 2 ft; c. 埋深 3 301. 0 ft; d. 埋深 3 017. 0 ft; e. 埋深 3 203. 2 ft; f. 埋深 3 202. 2 ft

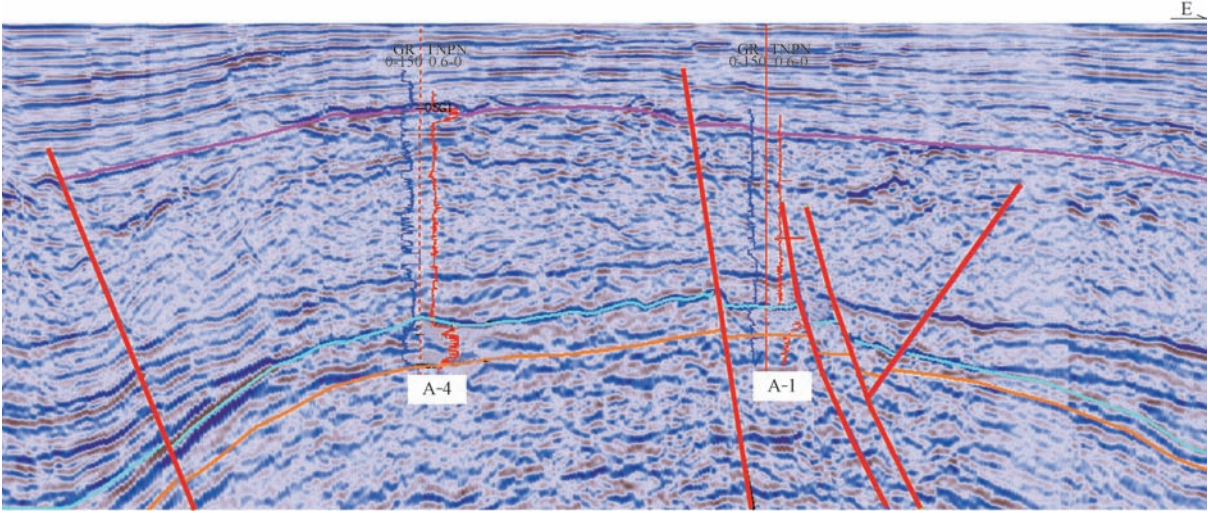


图 7 马都拉海峡 A 气田 GL 层地震剖面

Fig. 7 Seismic profile of GL reservoir in Gas Field A in the Madura Strait

3) 研究区的抱球虫灰岩颗粒以浮游有孔虫为主, 含有少量底栖有孔虫。综合分析认为研究区以底流携带和改造原地沉积物作用为主, 兼陆源浅水物源的双重影响的沉积模式。

4) 推测 GL 层物源有三大类。第一类为主要的物源, 底流携带的大量异地浮游有孔虫, 即抱球虫; 第二类物源由大陆架浅水沉积环境搬运而来; 第三类为原地的生物, 如底栖有孔虫, 软体动物等, 受底流的后期改造。

参 考 文 献

[1] 江茂生, 朱井泉, 李学杰. 深水碳酸盐沉积研究进展[J]. 古地理学报, 2001, 3(4): 61-65.
Jiang Maosheng, Zhu Jingquan, Li Xuejie. New progress in research on deep water carbonate sedimentation [J]. Journal of palaeogeogra-

phy, 2001, 3(4): 61-65.
[2] KarlH A, Carlson P R. Large sandwaves in Navarinsky Canyon head Bearing sea [J]. Geo-Marine Letter, 1982, 2: 157-162.
[3] Mountain GS, Tucholke B E. Mesozoic and Cenozoic geology of the US Atlantic continental slope and rise [M] / Poag CW. Geologic Evolution of the United States Atlantic Margin. 1985: 23-241
[4] G. Shanmugam, T. D. Spalding, D. H. Rofhear, Traction structures in deep-marine, bottom-current-reworked sands in the Pliocene and Pleistocene, Gulf of Mexico [J]. AAPG Bulletin, 1993, 77(7): 1241-1259.
[5] Interaction between bottom currents and slope failure in the Late Cretaceous of the southern Danish Central Graben, North Sea, Journal of the Geological Society [J]. London, Vol. 165, 2008: 55-72.
[6] 刘宝珺, 余光明, 王成善. 珠穆朗玛峰地区侏罗系的等深积岩沉积及其特征[J]. 成都地质学院学报, 1982, (1): 1-6.
Liu Baojun, Yu Guangming, Wang Chengshan. The characteristics of contourite sedimentation in Everest region [J]. Journal of chengdu

- college of geology, 1982, (1): 1-6.
- [7] 虞于治, 施央申, 郭令智. 广西钦州盆地志留纪—中泥盆世等深流沉积及其大地构造意义[J]. 沉积学报, 1989, 7(3): 21-29.
Yu Ziyue, Shi Yangshen, Guo Lingzhi. The paleocontourite and its tectonic significance in Qinzhou basin, Guangxi [J]. Acta sedimentologica sinica, 1989, 7(3): 21-29.
- [8] 姜在兴, 赵澄林, 熊继辉. 皖中下志留统的等深积岩及其地质意义[J]. 科学通报, 1989, 34(20): 1575-1576.
Jiang Zaixing, Zhao cenglin, Xiong Jihui. Silurian countourite and its geological significance in Anhui [J]. Chinese Science Bulletin, 1989, 34(20): 1575-1576.
- [9] 高振中, 罗顺社, 何幼斌, 等. 鄂尔多斯地区西缘中奥陶世等深流沉积[J]. 沉积学报, 1995, 13(4): 16-25.
Gao Zhen zhong, Luo Shunshe, He Youbin. The middle Ordovician countourite on the west margin Ordos [J]. Acta sedimentologica sinica, 1995, 13(4): 16-25.
- [10] 李云, 郑荣才, 朱国金, 等. 珠江口盆地白云凹陷珠江组深水牵引流沉积特征及其地质意义[J]. 海洋学报, 2012, 34(1): 127-134.
Li Yun, Zheng RongCai, Zhu GuoJin. Deep-water tractive deposition in Zhujiang formation Baiyun sag, Zhujiang River Mouth Basin and its geological implications[J]. Acta Oceanologica Sinica, 2012, 34(1): 127-134.
- [11] 李华, 王英民, 徐强. 南海北部第四系深层等深流沉积特征及类型[J]. 古地理学报, 2013, 15(5): 741-749.
Li Hua, Wang Yingmin, Xu Qiang. Sedimentary characteristics and types of the Quaternary deep water contourites in northern South China Sea[J]. Journal of Palaeogeography, 2013, 15(5): 741-749.
- [12] 邵磊, 李学杰, 耿建华, 等. 南海北部深水底流沉积作用[J]. 地球科学, 2007, 32(6): 771-777.
Shao Lei, Li Xuejie, Geng Jianhua. Deep-water bottom current deposit in northern South China Sea [J]. Science in China, 2007, 32(6): 771-777.
- [13] Faugères J C, Stow DAV. Bottom-current-controlled sedimentation: a synthesis of the contourite problem[J]. Sedimentary Geology, 1993, 82(124): 287-298.
- [14] 罗顺社, 吕奇奇, 席明利, 等. 湘北九溪、沅古坪下奥陶统等深岩类型、碳氧同位素特征及沉积环境[J]. 石油与天然气地质, 2015, 36(5): 745-755.
Luo Shunshe, Lyu Qiqi, Xi Mingli, et al. Types, carbon/oxygen isotope characteristics and depositional environments of the Lower Ordovician contourites in Jiuxi and Yuanguping of North Hunan Province, China[J]. Oil & Gas Geology, 2015, 36(5): 745-755.
- [15] 林煜, 吴胜和, 王星, 等. 尼日尔三角洲盆地深水油田 A 海底扇储层质量差异[J]. 石油与天然气地质, 2014, 35(3): 494-502.
Lin Yu, Wu Shenghe, Wang Xing, et al. Reservoir quality differences of submarine fans in deep-water oilfield A in Niger Delta Basin, West Africa[J]. Oil & Gas Geology, 2014, 35(4): 494-502.
- [16] 何幼斌, 罗顺社, 高振中. 深水牵引流沉积研究进展与展望[J]. 地球科学进展, 1997, 12(3): 247-252.
He Youbin, Luo Shunshe, Gao Zhenzhong. The recent advances and prospects of the study on deep-water tractive current deposits [J]. Advance in Earth Sciences, 1997, 12(3): 247-252.
- [17] Heezen B C, Hollister CD. Evidence of deep-sea bottom currents from abyssal sediments. Abstracts of papers, International Association of Physical Oceanography, 13th General Assembly [J]. International Union Geodesy and Geophysics, 1963, 6: 111.
- [18] 王琳霖, 王振奇, 肖鹏. 下刚果盆地 A 区块中新统深水沉积体系特征[J]. 石油与天然气地质, 2015, 36(6): 963-974.
Wang Linlin, Wang Zhenqi, Xiao Peng. Characterization of deep water sedimentary system in the Miocene of Block A in Lower Congo Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2015, 36(6): 963-974.
- [19] 庞军刚, 李赛, 杨友运, 等. 湖盆深水区细粒沉积成因研究进展: 以鄂尔多斯盆地延长组为例[J]. 石油实验地质, 2014, 36(6): 706-711.
Pang Jungang, Li Sai, Yang Youyun, et al. Study progress of origin of fine-grained sedimentary rocks in deep-water area of lacustrine basin: Taking Yangchang Formation in Ordos Basin as an example [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2014, 36(6): 706-711.
- [20] Heezen B C, Hollister CD, Ruddiman W F. Shaping of the continental rise by deep geostrophic contour currents [J]. Science, 1966, 152: 502-508.
- [21] Okada H, Ohta S. Photographic evidence of variable bottom current activity in the Suruga and Sagami bays, central Japan [J]. Sedimentary Geology, 1993, 82(1/4): 221-237.
- [22] 王玉柱, 王海荣, 高红芳. 等深流作用机制和沉积的研究进展[J]. 古地理学报, 2010, 12(2): 141-147.
Wang Yuzhu, Wang Hairong, Gao Hongfang. Contour current dynamics process and deposit [J]. Journal of Palaeogeography, 2010, 12(2): 141-147.
- [23] Hollister C D, McCave I N. Sedimentation under deep-sea storms [J]. Nature, 1984, 309(5965): 220-225.
- [24] Sutadiwiria G, Prasetyo H. Uncertainty in geophisic-geology-reservoir modelling for globigerinid sands carbonate in the NE-Java Baisn, Indonesia; Case study: planning vs. actual field deelopment in the Madura Strait, Indonesia [J]. SPE, 100957: 1-5.
- [25] 韩小锋, 陈世悦, 刘宝鸿. 深水沉积特征研究现状及展望[J]. 特种油气藏, 2008, 15(2): 1-6.
Han Xiaofeng, Chen Shiyue, Liu Baohong. Present research status and forecast about deep-water deposition [J]. Special oil and Gas Reservoirs, 2008, 15(2): 1-6.
- [26] David M, Schiller Bernhard W, Seubert, et al. "The Reservoir Potential of Globigerinid Sand in Indonesia"//IPA (Indonesian petroleum association) 23rd. Annual Convention Proceedings, 1994, Vol. I, PP. 191-212.

(编辑 张玉银)