

文章编号:1009-2722(2015)04-0007-06

# 南黄海海域侏罗系分布与构造意义

高顺莉, 谭思哲, 侯凯文, 陈志良, 徐振中

(中海石油(中国)有限公司上海分公司, 上海 200030)

**摘要:**侏罗系在中国大地构造研究及含油气研究中具有重要地位。根据南黄海盆地东北凹所钻遇地层的岩性组合、孢粉组合特征, 确定了该井钻遇地层反映的时代为侏罗纪, 证实了南黄海盆地发育侏罗系地层, 这对评价南黄海盆地中生界油气资源潜力具有重要意义, 预示着黄海海域中生界具有广阔的勘探前景; 同时也证实南黄海盆地印支—燕山期为扬子板块与华北板块碰撞背景下形成的前陆盆地。侏罗纪地层时代的确认及构造演化分析是下扬子南黄海及其周边盆地的构造发生、演化研究的桥梁和依据。

**关键词:**南黄海; 侏罗系; 前陆盆地; 构造演化

**中图分类号:** P534.52; P618.13

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.16028/j.1009-2722.2015.04002

南黄海盆地为亚洲大陆东部边缘诸多基础地质构造问题和矿产资源的热点研究区域之一。根据前人的研究成果, 南黄海盆地沉积盖层可划分为上、中、下 3 个构造层: 下构造层为海相中、古生界; 中构造层为陆相中生界; 上构造层为晚白垩世以来的中生界盆地。目前南黄海盆地有钻井 21 口, 钻井揭示的地层包括石炭系、二叠系、三叠系、白垩系和新生界。这些钻井成果资料证实了南黄海盆地下构造层和上构造层的存在, 而对整个盆地中构造层认识比较缺乏, 关于南黄海盆地侏罗系的文章相对较少<sup>[1-7]</sup>。对南黄海盆地侏罗系的研究对于评价南黄海盆地中生界油气资源潜力具有重要的意义, 同时也是分析下扬子南黄海及其周边盆地的构造发生、演化研究的桥梁和依据。

个形成于前寒武系基底之上的大型叠合盆地。根据南黄海中、新生代陆相沉积盆地基底性质、沉积、地质构造特征, 自北而南可将其划分为 5 个一级构造单元<sup>[8]</sup>(图 1), 分别为: 千里岩隆起、北部拗陷、中部隆起、南部拗陷和勿南沙隆起, 西南与苏北拗陷相连, 构成统一的苏北—南黄海盆

## 1 区域地质概况

南黄海盆地位于我国东部黄海海域, 是一

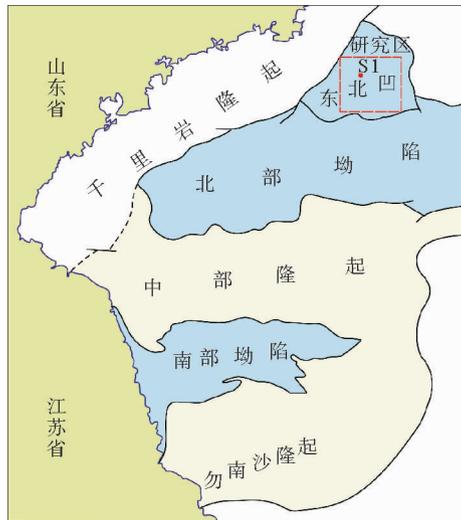


图 1 南黄海及周边盆地位置

Fig. 1 Regional location of the South Yellow Sea and its adjacent basins

收稿日期: 2014-12-16

基金项目: 国家科技重大专项“近海中生界残留盆地特征及油气潜力”(2011ZX05023-03)

作者简介: 高顺莉(1976—), 女, 高级工程师, 主要从事石油地质方面的研究工作。E-mail: gaoshli@cnooc.com.cn

地,海区面积  $7 \times 10^4 \text{ km}^2$  [9]。各构造单元具有不同的地质构造发展历史和构造层特点。

研究区位于南黄海盆地北部坳陷东北凹,在凹陷的主体部位有1口探井S1井。该井揭示了新近系、白垩系和侏罗系。在白垩系之下钻遇地层可分为2个部分:中上部分以杂色建造沉积为主,为一套褐色泥岩夹褐灰色泥质粉砂岩、浅灰色砂岩;下部以暗色建造沉积为主,与上组合呈整合接触,为一套深灰、灰色泥岩夹浅灰色泥质粉砂岩、细砂岩。本文详细研究了该套地层的岩性组合特征,对比我国侏罗系及南黄海周边盆地侏罗系特征,同时通过对该套地层孢粉组合特征,综合判定该套地层隶属于中晚侏罗世。

## 2 南黄海周边区域侏罗系分布及特征

下扬子南黄海海域周边侏罗纪沉积盆地主要有北黄海盆地、朝鲜半岛安州盆地、合肥盆地、苏北盆地、东海盆地等。近年来,许多学者先后对黄海周边盆地侏罗系给予了广泛关注和深入研究。

北黄海盆地侏罗系厚度达1500 m,主要以大套深灰色泥岩夹浅灰色粉砂岩、细砂岩为特征 [7,10,11];朝鲜安州盆地上侏罗统峰隧组与上三叠统高坊山组呈不整合接触,以火山岩与沉积岩互层为主,杂色凝灰岩、泥岩与薄层凝灰岩、安山玢岩砾岩互层 [12,13];合肥盆地早、中侏罗世以河湖相沉积为主,局部含煤,晚侏罗世以火山碎屑岩沉积为主 [14-18];苏北盆地中下侏罗统为石英砂岩夹粉砂岩、页岩、碳质页岩、煤线或煤层,上统为浅黄、紫红色砾岩、含砾石英砂岩、粉砂岩夹泥岩 [19-21];东海盆地中下侏罗统为一套暗色碎屑岩夹多层薄煤或碳质泥岩的岩层,上侏罗统主要由火山岩组成 [23,24]。整体而言,南黄海周边盆地中下侏罗统以暗色岩系夹含煤建造为主,是烃源岩发育的有利层位,上侏罗统则主要以红色为主的沉积,火山岩发育。

## 3 南黄海钻遇侏罗系地层特征

根据S1井岩性组合特征,南黄海侏罗系可分为上下2个组合(图2)。上组合以红褐色、褐灰色泥岩为主,夹褐灰色、灰色泥质粉砂岩和浅灰色

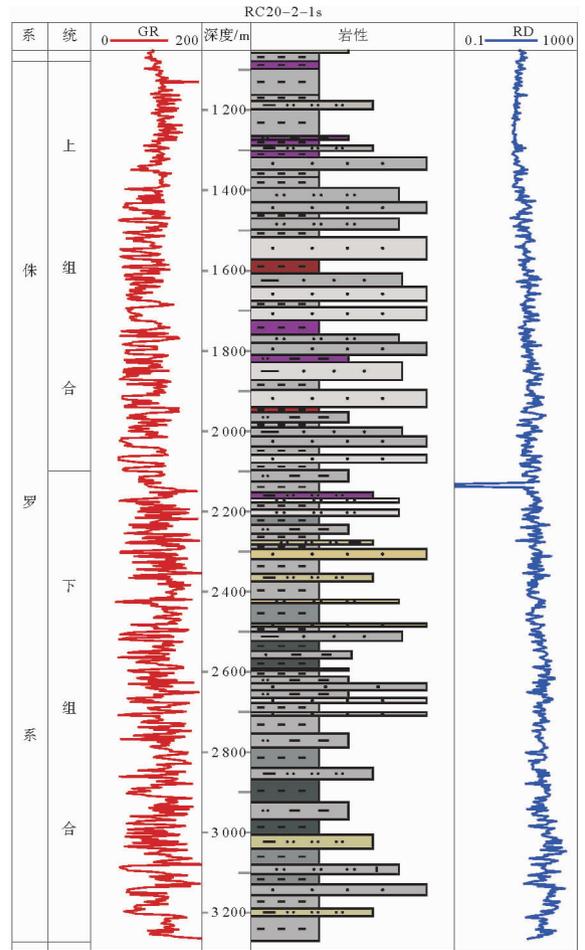


图2 S1井地层综合柱状图

Fig. 2 Integrated stratigraphic column of Well S1

细砂岩,沉积相类型主要为河流相;下组合以深灰色、灰色泥岩为主,夹薄层灰色、浅灰色泥质粉砂岩、粉砂岩,泥岩含岩屑,沉积相类型为三角洲—湖泊相。显然,南黄海盆地S1井上组合以杂色岩层为主,与我国上侏罗统特征相似;下组合以暗色岩系为主夹煤系地层,与我国中下侏罗统特征相似 [25-27]。

从钻遇地层的孢粉特征上看 [6,7],上组合以极高含量的克拉梭粉为主要特征,其含量高达75%~100%;下组合以高含量的克拉梭粉和桫欏孢为特征,其含量分别为17.7%~41.0%和12.8%~32.7%。依据克拉梭粉及桫欏孢含量的变化,可对侏罗系进行时代的划分 [28-31]。确定S1井上组合具有晚侏罗世的孢粉组合特征,下组合底部段具有中晚侏罗世孢粉组合特征。

## 4 南黄海侏罗系石油地质特征

### 4.1 中生界烃源岩特征

根据分析化验,侏罗系发育近 1 000 m 暗色泥岩,这套烃源岩 TOC 变化范围为 0.23%~2.04%,主峰分布位于 0.6%~0.8%之间,平均 0.865%;热解生烃潜量( $S_1 + S_2$ )变化范围为 0.07~3.11 mg/g,主峰分布位于 1~2 mg/g 之间,平均 1.15 mg/g(图 3),有机质类型以 II 型和 III 型为主, $R_o$  在 1.2%~1.64%之间。地球化学分析表明,南黄海盆地发育侏罗系烃源岩,具有油气成藏的物质基础。

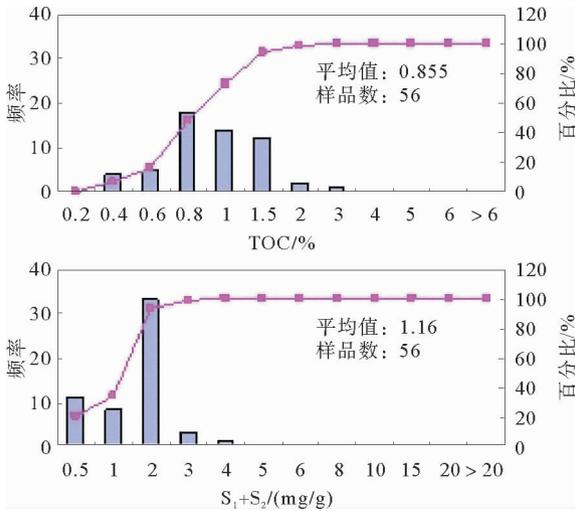


图 3 S1 井有机质丰度

Fig. 3 Organic material abundance of Well S1

### 4.2 侏罗系生储盖组合特征

侏罗系烃源岩之上发育一套区域的储盖组合,砂体为河流、三角洲相细砂岩,储集层物性较好;储层之上发育一套泥岩,该套泥岩累计厚 320.5 m,泥地比 91%,泥岩单层厚度一般 >10 m,最大单层厚达 104 m,封盖能力较好,横向分布稳定。显然,南黄海盆地侏罗系烃源岩发育,储盖组合良好,具有油气成藏的基本条件。

### 4.3 侏罗系油气勘探前景

南黄海盆地中生界侏罗系地层的钻遇,在南黄海盆地开辟了新的勘探领域——陆相中生界,

进一步加深了对南黄海盆地的了解。中生界地层在南黄海南部坳陷,包括北凹和东北凹内发育良好,厚度大,暗色泥岩发育,纵向上可形成多套良好的储盖组合;横向上,中生界地层全盆分布广泛,埋藏较深,预示着黄海海域深层广阔的勘探前景。

## 5 南黄海侏罗系分布与构造意义

### 5.1 侏罗系分布

根据钻井钻遇的地层情况,结合二维地震剖面分析,侏罗系在南黄海盆地东北凹内发育良好,厚度大。侏罗系地震反射特征明显,顶底界面及内部反射容易识别,内部地震反射清晰,具有明显的层性和波组反射结构。总体为一套较厚的、不显示明显沉积旋回的断续弱振幅反射,局部受变形和密集断裂切割影响而连续性变差(图 4)。根据地震反射及区域地层展布特征可推测,除东北凹外,南黄海南部坳陷其他部位亦存在一定范围的侏罗系沉积(图 5),而在南黄海中隆起及南部坳陷侏罗系不发育,新生界往往直接覆盖在中古生界碳酸盐岩地层之上(图 6)。

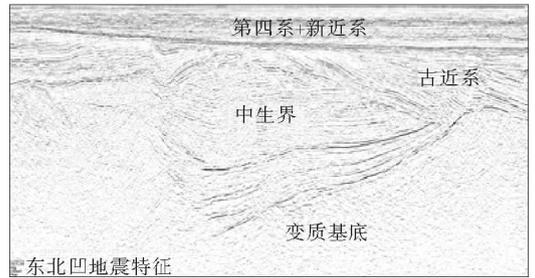


图 4 北部坳陷东北凹侏罗系地震特征

Fig. 4 Seismic characters of the Jurassic in Northeast Sag of Northern Depression

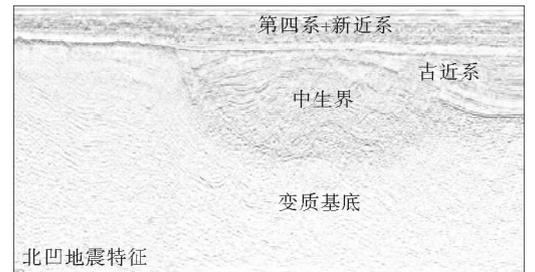


图 5 北部坳陷北凹侏罗系地震特征

Fig. 5 Seismic characters of the Jurassic in North Sag of the Northern Depression

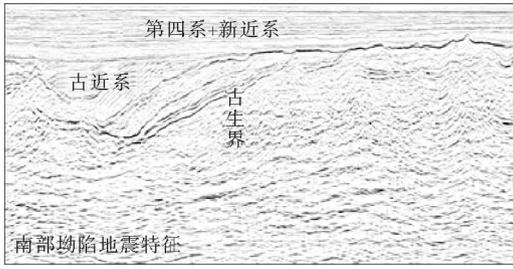


图6 南部拗陷侏罗系地震特征

Fig. 6 Seismic characters of the Jurassic in the Southern Depression

### 5.2 侏罗系发现的构造意义

印支—燕山运动是我国东部大陆构造演化中一次重要的构造运动,印支运动结束了海陆分隔的构造面貌,扬子陆块和华北陆块发生碰撞,下扬子区南黄海盆地位于碰撞带前缘区,形成了早期的冲断褶皱变形,为千里岩隆起的雏形,发育残余盆地和前陆盆地。这种印支运动晚期的陆陆碰撞在燕山期得以延续,并在中侏罗世时期造山运动达到高峰,大规模的火山活动,使之前形成的前陆盆地盖层发生强烈挤压变形并遭受剥蚀。东北凹侏罗系的发现,证实了南黄海盆地侏罗纪时期发育前陆盆地,同时,也为下扬子南黄海及其周边盆

地的构造发生、演化研究提供了桥梁和依据。

### 5.3 中生代陆相盆地演化探讨

南黄海盆地为中、古生代海相与中、新生代陆相的多旋回叠合盆地。关于叠合盆地中、古生代海相原型盆地的认识已逐步趋于一致,而对于中、新生代陆相盆地属性及其动力学机制目前尚存在不同的认识<sup>[32]</sup>。南黄海侏罗系的发现,证实了南黄海盆地为扬子板块与华北板块碰撞背景下形成的前陆盆地。

印支—早燕山造陆运动改变了南黄海盆地的构造面貌,使南黄海的构造格局发生根本性的转变。中三叠世—中侏罗世( $T_2-J_{1+2}$ )华北板块与扬子板块的碰撞形成了扬子板块南、北对冲的克拉通—前陆复合盆地结构(图7a)<sup>[33,34]</sup>;南黄海形成一系列冲断推覆构造,时间上存在递进变形演化,在中侏罗统达到顶峰;空间上表现为西强东弱,此时,南黄海发育以 $J_1、J_2$ 为主的多沉积中心的前陆盆地。

晚侏罗世—早白垩世( $J_3-K_1$ ),因亚洲东部库拉板块的NNW斜向俯冲消减,导致扬子板块东部下扬子地区的NE向压扭冲断及抬升剥蚀作用,并同时形成走滑—拉分火山岩盆地(图7b)。

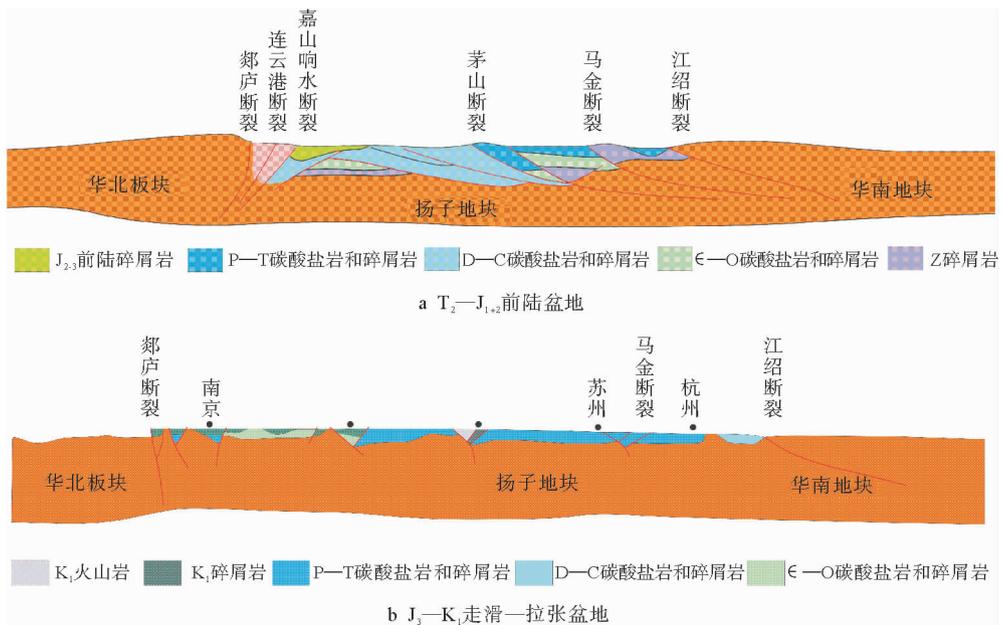


图7 苏北—南黄海地区盆地演化剖面示意图

Fig. 7 Cross-sections showing basin evolution of the Subei-South Yellow Sea Basin

该时期由于受到挤压而缓慢隆起,在大范围内基本上经历了长期的上升剥蚀改造,使许多地区地层大量剥失,致使寻觅构造演化踪迹十分困难。在晚侏罗世一早白垩世苏皖地区火山岩十分发育<sup>[33]</sup>,这是该时期造山作用的直接证据。

## 6 结论和建议

(1)根据 S1 井钻遇地层的岩性组合特征、古生物化石及孢粉组合特征分析,结合黄海周边盆地侏罗系的地层特征及展布情况,确定了南黄海 S1 井钻遇地层反映的时代为侏罗纪,证实了南黄海盆地发育侏罗系。

(2)侏罗系在南黄海盆地发育良好,厚度大,暗色泥岩发育,纵向上形成多套储盖组合;横向上,中生界地层全盆分布广泛,埋藏较深,预示着黄海海域中生界具有广阔的勘探前景。

(3)南黄海侏罗系的发现,证实了南黄海盆地印支—燕山期为扬子板块与华北板块碰撞背景下形成的前陆盆地,为下扬子南黄海及其周边盆地的构造发生、演化研究提供了依据。

### 参考文献:

[1] 朱 夏. 中国东部板块内部盆地形成机制的初步探讨[J]. 石油实验地质, 1979(0): 1-9.

[2] 李 刚, 张 燕, 陈建文, 等. 黄海海域陆相中生界地震反射特征及靶区优选[J]. 中国海洋大学学报, 2004, 34(6): 1 069-1 074.

[3] 蔡乾忠. 中国海域油气地质学[M]. 北京: 海洋出版社, 2005: 131-150.

[4] 蔡乾忠. 横贯黄海的中朝造山带与北、南黄海成盆成烃关系[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(2): 185-192.

[5] 王胜利, 卢华夏, 李 刚, 等. 南黄海盆地北部凹陷古近纪伸展断层转折褶皱作用[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(4): 495-503.

[6] 张 涛. 黄海海域侏罗纪地层新知[J]. 海洋石油, 2010, 30(3): 31-33.

[7] 高顺莉, 周祖翼. 南黄海盆地东北凹地层的发现及其分布特征[J]. 高校地质学报, 2014, 20(2): 286-293.

[8] 朱伟林. 中国海域含油气盆地图集[M]. 北京: 石油工业出版社, 2010.

[9] 《中国海洋石油物探》编写组. 中国海洋石油物探[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001: 100-112.

[10] 李文勇, 李东旭, 夏 斌, 等. 北黄海盆地构造演化特征分析[J]. 现代地质, 2006, 20(2): 268-276.

[11] 王立飞, 王衍棠, 胡小强. 北黄海盆地西部拗陷地层与沉积特征[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2010, 3(3): 97-104.

[12] 彭世福, 郑光膺. 从朝鲜安州盆地的生油地质特征展望北黄海的成油远景[J]. 海洋地质研究, 1982, 2(1): 24-34.

[13] 罗斌杰, 王春江, 董成默, 等. 朝鲜安州盆地原油地球化学特征[J]. 石油学报, 1995, 16(4): 40-47.

[14] 韩 树, 等. 安徽北部中新生代沉积盆地分析[M]. 北京: 地质出版社, 1996: 84-99.

[15] 安徽省地质矿产局. 安徽省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1987: 165-172.

[16] 陈发祥. 合肥盆地石油地质条件分析[J]. 石油地震地质, 1992, 4(4): 85-94.

[17] 李 武, 程志纯. 合肥盆地油气勘探前景分析[J]. 安徽地质, 1997, 7(3): 56-60.

[18] 陈建平, 钟建华, 饶孟余, 等. 合肥盆地中、新生代沉积相初步研究[J]. 沉积与特提斯地质, 2003, 6(2): 48-53.

[19] 陈丕基, 沈炎彬. 苏浙皖中生代后期叶肢介化石[M]. 北京: 科学出版社, 1982: 1-116.

[20] 姚柏平, 张建球, 郭念发, 等. 苏北地区陆相中生界地层问题探讨. 江苏地质, 2000, 24(3): 140-143.

[21] 石胜群. 苏北盐阜地区中、古生界地层分布特征[J]. 地层学杂志, 2010, 34(1): 106-111.

[22] 王可德, 王建平, 徐国庆, 等. 东海陆架盆地西南部中生代地层的发现[J]. 地层学杂志, 2000, 24(2): 129-131.

[23] 冯晓杰, 蔡东升, 王春修, 等. 东海陆架盆地中生代构造演化特征[J]. 中国海上油气, 2003, 17(1): 33-37.

[24] 高 乐. 东海陆架中生代残余盆地特征及勘探方向探讨[J]. 中国海上油气, 2005, 17(3): 148-152.

[25] 田在艺, 万仑昆. 中国侏罗系岩相古地理与含油气远景[J]. 新疆石油地质, 1993, 14(2): 101-116.

[26] 王思恩. 中国的侏罗系[M]. 北京: 地质出版社, 1985: 54-59.

[27] 陈丕基. 中国陆相侏罗、白垩系划分对比述评[J]. 地层学杂志, 2000, 24(2): 114-118.

[28] 徐钰林, 张望平. 侏罗纪孢子花粉, 陕甘宁盆地中生代地层古生物(上册)[M]. 北京: 地质出版社, 1980: 143-186.

[29] 张望平. 新疆北部二叠—第三纪地层及孢粉组合[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990: 57-96.

[30] 金小凤. 吐哈盆地侏罗系孢粉研究[J]. 石油勘探与开发, 1993, 20(3): 35-41.

[31] 蒲荣干, 吴洪章. 辽宁西部中生界孢粉组合及其地层意义[M]. 北京: 地质出版社, 1985: 121-212.

[32] 马立桥, 陈汉林, 董 庸, 等. 苏北—南黄海南部叠合盆地构造演化与海相油气勘探潜力[J]. 石油与天然气地质, 2007, 28(1): 35-42.

[33] 闫吉柱. 下扬子区中生代前陆盆地[J]. 华东油气勘探, 1998, 16(1): 1-6.

[34] 刘光鼎. 中国海区及领域地质地球物理特征[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 1-100.

# DISTRIBUTION PATTERN OF THE JURASSIC IN THE SOUTH YELLOW SEA AND ITS TECTONIC IMPLICATIONS

GAO Shunli, TAN Sizhe, HOU Kaiwen, CHEN Zhiliang, XU Zhenzhong

(Shanghai Branch of CNOOC Ltd., Shanghai 200030, China)

**Abstract:** The Jurassic is critical important in geotectonic studies and oil-gas researches in China. Based on the newly drilled well S1 in the north-east sag of the northern depression of the South Yellow Sea, this paper analyzed the lithologic associations and the sporo-pollen assemblages of the cores. It is confirmed that target formation is Jurassic. It means that there was a Jurassic sedimentary basin occurred in the South Yellow Sea, which bears great potential of the Mesozoic deposits. It is further confirmed that the South Yellow sea basin was a foreland basin owing to the collision between Yangtze plate and North China plate during the Indo-Sinian and Yanshan stages. The discovery of the Jurassic strata and tectonic evolution analysis will provide enlightenment for the study of tectonics in the South Yellow Sea and peripheral basins of the Lower Yangzi areas.

**Key words:** the South Yellow Sea; Jurassic strata; foreland basin; tectonic evolution

## 关于作者著作权及稿酬的声明

本刊已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社在中国知网及其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。该社著作权使用费与本刊稿酬一并支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意上述声明。

《海洋地质前沿》编辑部

2013年1月10日