

# 印支运动在南黄海盆地的响应及其对油气地质条件的影响

梁杰<sup>1,2</sup>, 许明<sup>1,2</sup>, 陈建文<sup>1,2</sup>, 张银国<sup>1,2</sup>, 王建强<sup>1,2</sup>, 雷宝华<sup>1,2</sup>, 袁勇<sup>1,2</sup>,  
吴淑玉<sup>1,2</sup>, 李慧君<sup>1,2</sup>

LIANG Jie<sup>1,2</sup>, XU Ming<sup>1,2</sup>, CHEN Jianwen<sup>1,2</sup>, ZHANG Yinguo<sup>1,2</sup>, WANG Jianqiang<sup>1,2</sup>,  
LEI Baohua<sup>1,2</sup>, YUAN Yong<sup>1,2</sup>, WU Shuyu<sup>1,2</sup>, LI Huijun<sup>1,2</sup>

1. 中国地质调查局青岛海洋地质研究所, 山东 青岛 266071;

2. 海洋国家试点实验室海洋矿产资源评价与探测技术功能实验室, 山东 青岛 266071

1. Qingdao Institute of Marine Geology, China Geological Survey, Ministry of Natural Resources, Qingdao 266071, Shandong, China;

2. Laboratory for Marine Mineral Resources, Qingdao National Pilot Laboratory for Marine Science and Technology, Qingdao 266071, Shandong, China

**摘要:**南黄海盆地位于扬子地块东缘, 占据了下扬子地块的主体, 其构造演化过程可与中—上扬子区类比。南黄海盆地自震旦纪以来, 经历了多期构造演化过程, 其中印支运动在盆地的定型及改造过程中起到了至关重要的作用, 但印支运动在盆地不同部位的构造响应特征及其油气地质意义并不明确。依据南黄海盆地多年的研究成果, 结合最新区域地震、钻井等资料, 认为印支运动在南黄海盆地不同区域具有不同的构造表现。盆地中部崂山隆起受印支运动影响最弱, 之后拉伸构造反转作用也相对最弱, 南部青岛坳陷次之, 而北部烟台坳陷受印支运动影响最强烈。从油气地质条件看, 印支运动对不同期次油气藏具有不同影响, 对下古生界油气藏具有调整改造作用, 对于上古生界的圈闭具有定型作用。印支运动断裂系统对深部油气的疏导、储层裂缝的发育具有积极意义。

**关键词:**南黄海盆地; 印支运动; 构造变形; 油气地质条件

**中图分类号:** P542.2; P618.130.2<sup>+</sup>7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-2552(2021)02/03-0252-08

Liang J, Xu M, Chen J W, Zhang Y G, Wang J Q, Lei B H, Yuan Y, Wu S Y, Li H J. The response of the Indosinian Movement to the South Yellow Sea basin and its influence on the hydrocarbon geological conditions. *Geological Bulletin of China*, 2021, 40(2/3): 252-259

**Abstract:** The South Yellow Sea basin is located at the eastern margin of Yangtze Platform and dominated the Lower Block, whose tectonic evolution can be correlated with Middle-Upper Yangtze region. The South Yellow Sea basin had suffered several tectonic evolution phases since Sinian, of which the Indosinian Movement had played a key role in basin formation and modification. However, the tectonic response of the Indosinian Movement to different parts of the basin and its petroleum geological significance are not clear. Based on the research results of the South Yellow Sea Basin for many years, combined with new regional seismic and drilling data, it is

**收稿日期:** 2020-04-20; **修订日期:** 2020-11-17

**资助项目:** 中国地质调查局项目《崂山隆起构造沉积条件地质调查》(编号: DD20190818)、《南黄海油气资源调查》(编号: DD20160152)、《南黄海海域油气资源普查》(编号: GZH200800503)、《南黄海崂山隆起和滩海区海相地层油气资源战略选区》(编号: XQ-2009-15)、国家自然科学基金项目《南黄海崂山隆起二叠系储层油气成藏破坏与流体演化过程还原研究》(批准号: 42076220)、山东省自然科学基金项目《南黄海盆地崂山隆起海底烃类渗漏成因及其三维模型构建》(编号: ZR2019BD067)、《南黄海盆地崂山隆起石炭系油气保存条件的主控因素分析》(编号: ZR2020MD071)

**作者简介:** 梁杰(1979-), 男, 博士, 高级工程师, 从事海洋油气资源调查与评价工作。E-mail: cgslijie@mail.cgs.gov.cn

**通信作者:** 许明(1989-), 男, 博士后, 从事盆地分析及区域构造研究工作。E-mail: xuming\_xm2008@163.com

concluded that the Indosinian Movement had different tectonic manifestations in different regions of the South Yellow Sea Basin. The Laoshan uplift in the middle of the basin was the least affected, and the subsequent tension inversion was also relatively weak. While, the Yantai depression in the north was the most strongly affected by the Indosinian Movement, followed by the Qingdao depression in the south. As to geological conditions of hydrocarbon mineralization, it had different effects on the sub-reservoirs of different periods. Which had modified the oil and gas reservoir in the Lower Paleozoic and finalized ones in the Upper Paleozoic. The fault system has also positive significance for the drainage of deep hydrocarbon and the development of reservoir fissure.

**Key words:** South Yellow Sea basin; Indosinian Movement; structural deformation; hydrocarbon geological condition

印支运动最早由 Fromaget 在研究印度—支那地区晚三叠世褶皱时命名为“印度支那褶皱”(Indosinides)<sup>[1]</sup>,黄汲清先生在其著作《中国主要地质构造单位》<sup>[2]</sup>中把中生代初期的造山运动称为印度—支那运动(简称印支运动),进而提出了印支旋回的术语。经过几十年的研究,印支运动的广泛存在及其重要意义已逐步被中、外地质学界所认可和接受<sup>[3~5]</sup>。

南黄海盆地位于扬子地块东缘,占据了下扬子块体的主体位置<sup>[6]</sup>。近年来,随着中—上扬子区古生界油气勘探取得重大突破<sup>[7~9]</sup>,与之对应的海相中—古生界发育齐全的下扬子区也获得了更多关注。南黄海盆地经历多期构造运动,对盆地的油气储集、保存条件有至关重要的影响<sup>[10~14]</sup>,其对原型盆地的改造过程对于油气勘探的成功与否具有决定性作用。印支运动作为区域上最强烈的构造事件,研究其对南黄海盆地海相中古生界的影响十分必要。然而,受后期燕山运动的影响,加之以前研究资料精度的不足,导致现阶段印支运动对南黄海盆地的影响仍不清晰<sup>[15~19]</sup>。

本文以南黄海盆地海相中—古生界的构造变形为研究对象,根据地质及地球物理资料,结合区域构造变形特征,对印支运动在南黄海盆地的构造样式、隆升效应、缩短作用和油气地质条件影响进行分析和探讨。

## 1 区域地质背景

南黄海盆地位于扬子板块东缘,西侧与苏北盆地相连,整个下扬子地区西以郯庐断裂为界,西北与苏鲁造山带相邻,南至江绍断裂带,向海域延伸可达朝鲜半岛<sup>[20~22]</sup>。下扬子区域自震旦纪以来,经历了加里东、海西、印支、燕山等构造运动,其中印支运动作为重要的一期构造事件,将海相中—古生界与陆相中—新生界分隔开来<sup>[23~24]</sup>。

南黄海盆地被划分为3个次级构造单元,自北

向南分别为烟台拗陷、崂山隆起及青岛拗陷<sup>[6, 25~29]</sup>(图1)。南黄海盆地经历了中元古代末期的四堡运动和新元古代晋宁运动的固结回返,形成了前南华纪结晶基底及褶皱基底结构<sup>[30~31]</sup>。自南华纪以来,南黄海盆地主要经历了4期演化阶段:震旦纪—早三叠世的主体稳定克拉通盆地阶段,中—晚三叠世—侏罗纪的前陆盆地时期,白垩纪—古近纪断陷盆地阶段及新近纪以来的拗陷盆地演化阶段<sup>[32~35]</sup>。其中印支运动结束了早期的稳定克拉通盆地阶段,并开始了前陆盆地演化阶段。

## 2 南黄海盆地印支期的变形特征

在南黄海盆地中,印支运动主要受北侧华北—扬子板块碰撞的控制<sup>[36]</sup>。受此过程的影响,南黄海古生代—早中生代海相原型盆地发生了广泛的挤压变形构造。

主体上,南黄海盆地构造单元的分布主要受近EW走向断裂的控制(图2)。从断裂的分布看,盆地主体发育NEE—SWW向及NW—SE向断裂。自北向南,断裂构造的分布具有明显的差异。在盆地北部具有明显的楔入形态,在烟台拗陷西部,断裂以NEE向为主,而在烟台拗陷东部,断裂以近EW向及NWW向为主,两侧断裂组成明显的三角形态,推测代表了华北—扬子板块碰撞时华北板块南部的形态。在中部崂山隆起区,东侧NW向断裂发育更广泛。在南部的青岛拗陷内,NW向断裂逐渐减少,转向近EW向断裂。由此可见,印支运动在南黄海盆地不同位置的表现形式不同,在北部和中部区域主要受华北—扬子板块碰撞形态的影响,南部区域主要受区域挤压整体应力的影响。

在南黄海北部烟台拗陷内,海相中—古生界被深大断裂切割,变形以大型逆冲断裂为主,地层错断强烈,褶皱变形较弱。在区域地震典型剖面解释的结果(图3)中,几个关键的反射层将南黄海盆地分为多个构造层,最上部为T<sub>2</sub>反射层,将新近系与

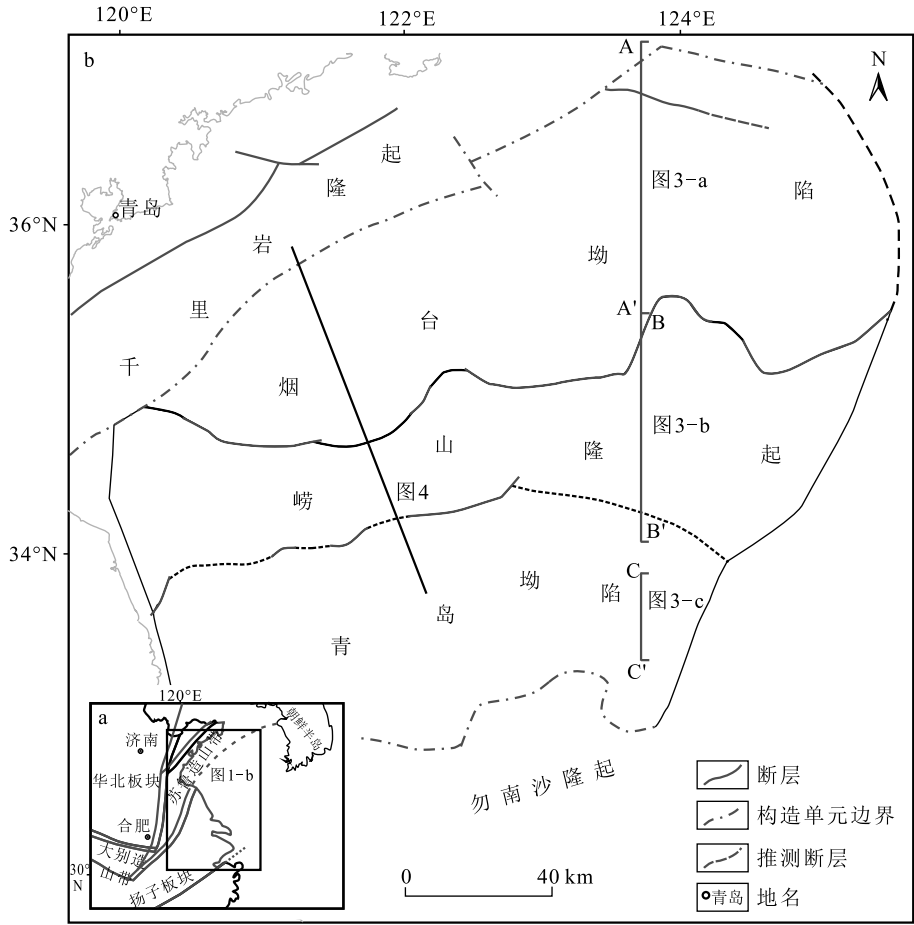


图 1 南黄海盆地构造位置图(a)和南黄海盆地构造单元划分图(b) (据参考文献[ 24,29]修改)  
Fig. 1 Tectonic map (a) and tectonic unit subdivisions map (b) of the South Yellow Sea basin.

下部地层不整合分开,其次为  $T_8$  反射层,作为海相与陆相地层的分界线,其形成于印支期。在部分构造高点, $T_2$ 与  $T_8$ 合并为同一巨大不整合面。在盆地最深部, $T_8$  将盆地基底与上部盖层分隔。以  $T_8$  为分界,深部断裂多形成逆冲叠瓦状组合,而上部陆相中一新生界中的断裂多以小规模断块形式存在(图 3-a)。

崂山隆起与北侧烟台拗陷最明显的差别是印支运动的构造表现更简单,构造更趋稳定,总体为一系列向南倾的逆冲叠瓦状断块,断裂断距减小(图 3-b)。最南部的青岛拗陷内,印支期断裂更趋减少,逆冲断裂的分布间隔增大,断距及地层变形强度均明显减小(图 3-c)。

南黄海盆地另一个较明显的特征是印支期构造多被后期构造运动改造,受晚中生代伸展活动影响较强烈,印支期断裂构造回落较明显,陆相断陷沉积厚度较大。值得注意的是,南黄海盆地北部烟

台拗陷受印支运动影响最强烈,而受燕山期反转构造影响也相较崂山隆起和青岛拗陷强烈,断陷盆地地层沉积厚度最大。因此推断,南黄海盆地北侧烟台拗陷为印支运动及其之后一系列构造运动的前缘地带,受到华北-扬子板块碰撞的剧烈影响,地层强烈抬升并发生剥蚀,仅在烟台拗陷东北缘发育侏罗纪前陆盆地沉积,且沉积厚度巨大<sup>[37-39]</sup>。这一构造表现与盆地北缘楔形断裂分布状态吻合,推测南黄海盆地北侧印支期的挤压构造主要受扬子板块北侧碰撞形态的影响,而后期的反转构造,推测为受北侧千里岩变质岩折返到地表过程的伸展作用影响<sup>[29, 36]</sup>。

3 印支运动对南黄海盆地的改造

作为区域最强烈的构造运动,印支运动对整个盆地地层及隆-拗分布至关重要。从区域地震解释及钻井标定的结果看,整个南黄海盆地在印支运动

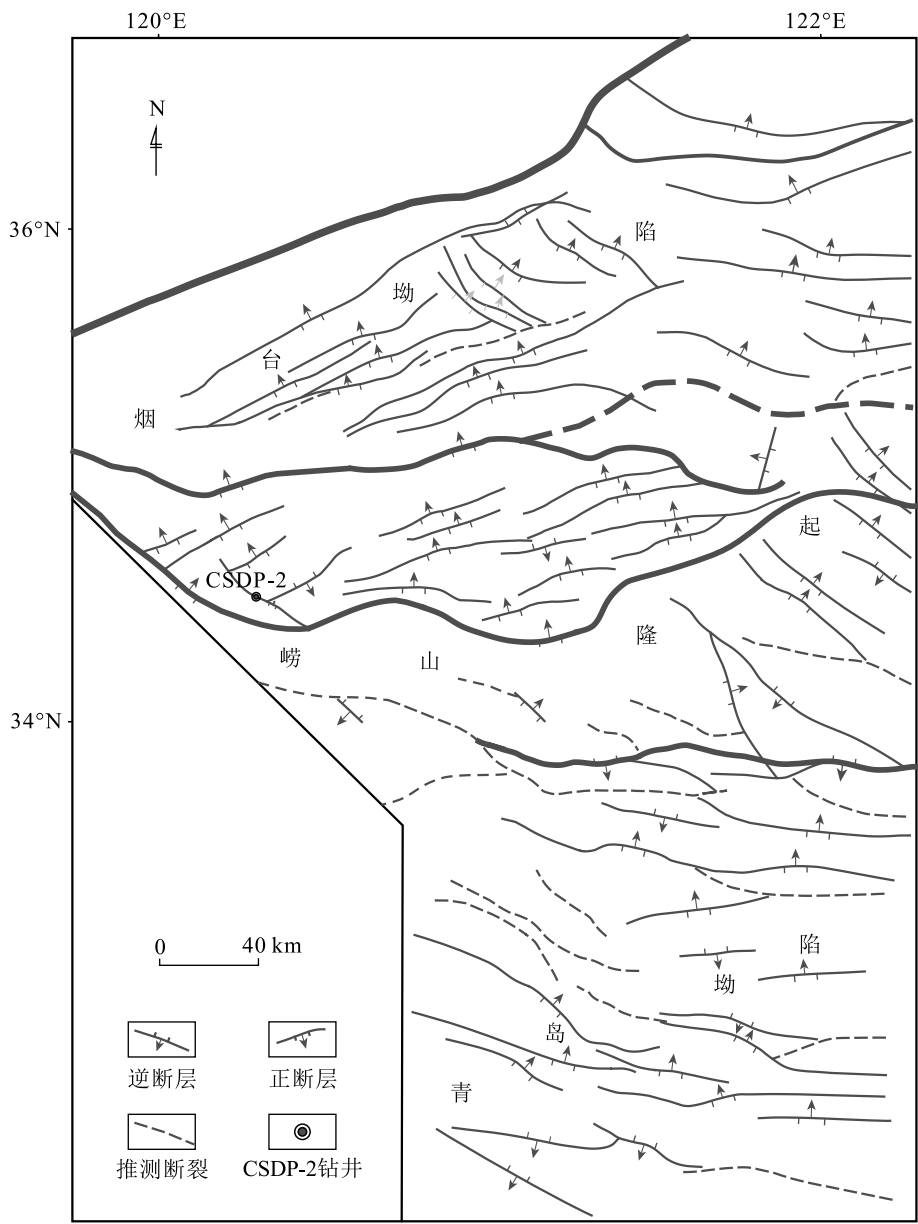


图 2 南黄海盆地海相中—古生界断裂分布图(据参考文献[6]修改)

Fig. 2 Distribution of marine Paleozoic-Mesozoic faults in the South Yellow Sea Basin

时期可能呈现出南北两侧高、中间低的向形构造形态。印支运动造成盆地海相中—古生界的分布具有明显差异(图 4)。南黄海盆地海相中—古生界具有中间厚、南北薄的分布特征。盆地中部崂山隆起内海相地层保存相对完整,下古生界与上古生界均有保存<sup>[40~41]</sup>,而在北侧的烟台拗陷,上古生界几乎剥蚀殆尽,在南侧的青岛拗陷内剥蚀程度介于崂山隆起和烟台拗陷之间,部分区域保存了上古生界。印支运动在南黄海盆地表现为陆相中—新生界强烈不整合覆盖于海相地层之上,该不整合面是在区

域地震剖面中最明显的地层界线( $T_8$ 反射层)。由此可以得出,南黄海盆地在印支期,北侧发育最强烈的隆升作用,青岛拗陷次之,与华北—扬子板块碰撞的前缘位置一致。

根据最新的裂变径迹研究成果(未发表),崂山隆起的初始隆升时间大致在中—晚三叠世,而在中—晚侏罗世又经历了一期快速隆升过程。由此推论,整个印支运动对于南黄海盆地隆升的影响在不同位置表现不同。由于在整个南黄海盆地缺乏中—晚三叠世同造山期沉积,因此认为,南黄海盆地



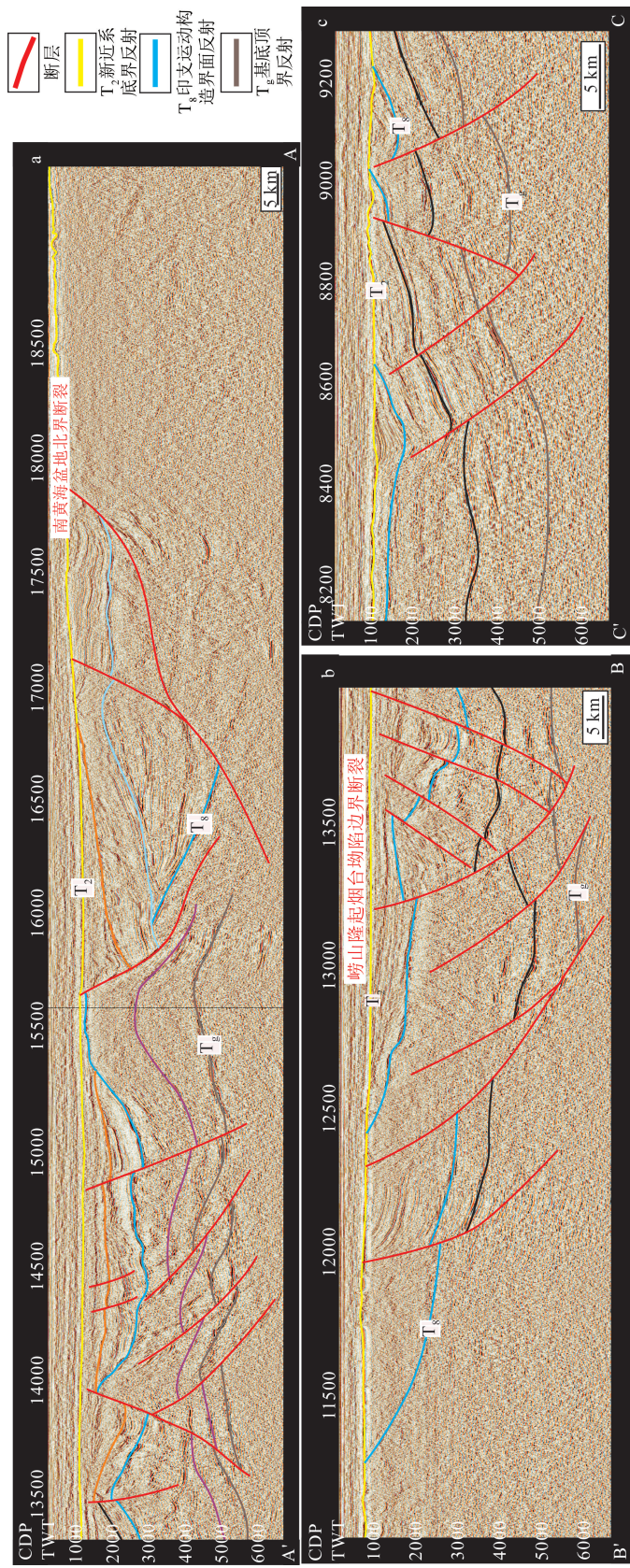


图3 南黄海盆地不同构造单元典型地震剖面  
Fig.3 Typical seismic sections in different tectonic units of South Yellow Sea Basin  
a—烟台拗陷典型地震剖面(A—A'); b—崂山隆起烟台凹陷边界地震剖面(B—B'); c—青岛拗陷典型地震剖面(C—C');  
T<sub>2</sub>—基底顶界反射, T<sub>8</sub>—印支运动构造界面, T<sub>g</sub>—新近系底界反射

在华北—扬子板块碰撞时期普遍发生隆升,并未接受沉积,北侧隆升最强烈,南侧次之,上古生界剥蚀相对严重,中部崂山隆起;而在侏罗纪—白垩纪,南黄海盆地仅在东北缘发育这一时期的地层,认为与深部基底高压变质岩的折返相关,随着基底物质不断从南黄海盆地之下向千里岩隆起区折返,在深部基底与浅部盖层之间形成巨大的拆离面,因此盆地基底的隆—拗格局在物质折返过程中就已经形成,并进一步控制了侏罗纪—白垩纪地层的分布情况。

本次选取经过南黄海盆地主体部位的构造剖面进行平衡剖面恢复(图 4,剖面位置见图 1)。从区域剖面可以看到,即使有部分印支期逆冲断裂发生构造反转,但烟台拗陷内缩短仍最强烈,主体的缩短量集中于此;进一步可以得到,南黄海盆地在印支期普遍发生隆升,而隆升强度以北侧最强,南侧次之,中部崂山隆起隆升程度最弱,表明力源主要来自于北侧的造山带,而南侧刚性块体的阻挡导致了南部青岛拗陷的隆升剥蚀。通过平衡剖面恢复,认为南黄海盆地经过印支运动,发生了强烈的缩短,缩短率在 15% 以上。

通过以上分析,印支运动在南黄海盆地留下了重要的痕迹,断裂分布的样式受到北侧华北—扬子

板块碰撞的强烈影响;隆升过程受到华北—扬子板块碰撞及后期高压变质物质折返作用共同的影响,导致基底物质抬升折返,并在这一时期南黄海盆地形成了中间高两侧低的盆地结构。

4 印支运动对南黄海盆地油气地质条件的影响

印支运动对南黄海中—古生代海相原型盆地产生了广泛而强烈的改造作用,尤其在盆地油气条件的改造方面具有重大的意义。印支运动对于盆地油气条件产生一定的破坏作用,但同时也具有一定的积极意义。

与中国南方其他海相残留盆地一致,南黄海盆地海相层系良好的静态油气地质条件遭到后期印支运动严重破坏<sup>[27]</sup>。中国南方海相油气勘探实践表明,油气保存条件被认为是决定油气富集程度的首要控制因素<sup>[27, 42]</sup>。印支运动对于南黄海盆地油气条件有利的方面如下。

(1) 盆地中部崂山隆起受印支运动影响较弱,地层保存相对完整。印支运动奠定了南黄海盆地“两拗夹一隆”的构造格局,在地震剖面中显示,中部崂山隆起大部分缺失中生界及古近系,新近系强

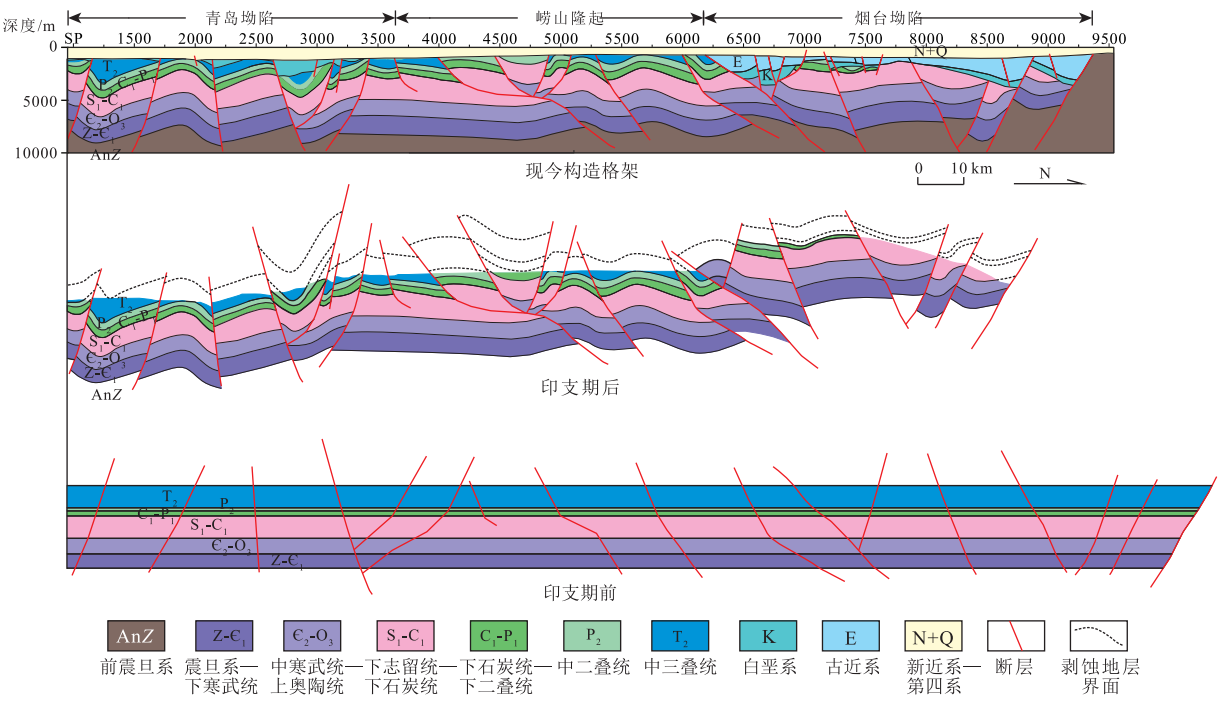


图 4 南黄海盆地主干剖面平衡剖面恢复

Fig. 4 Balanced cross sections restoration in the South Yellow Sea Basin



反射界面( $T_2$ )之下主要为古生界,并且崂山隆起大部分区域上二叠统龙潭组一下三叠统青龙组遭受一定剥蚀,上古生界埋深在 500~1000 m 之间;而在两侧的烟台坳陷和青岛坳陷内,印支期地层剥蚀量大于崂山隆起区,烟台坳陷和青岛坳陷内上古生界保存较差。由于印支运动过程中,崂山隆起隆升剥蚀程度比南北两侧弱,因此崂山隆起区在整个南黄海盆地中的构造油气保存条件较好,受构造运动改造弱、变形小、相对稳定,为盆地的重点油气勘探目标区。

(2)崂山隆起圈闭形态完整,北部以断鼻为主,南部以背斜圈闭为主。在印支构造期近 SN 向挤压应力状态下,崂山隆起北部形成了由一系列 NE 向断层控制的逆冲断裂带,崂山隆起南部形成了 NE—SW 向的弱变形褶皱带;在崂山隆起北部,断裂发育,圈闭以断鼻构造为主,圈闭形态深浅变化较大,一致性较差,单个圈闭规模较小,并且由于圈闭多发育于逆断层的上盘,受断层直接控制,圈闭呈带状分布,埋深较浅,同时由于隆升剥蚀相对严重,浅层圈闭不完整;崂山隆起南部受印支期断裂影响较弱,因此圈闭相对发育,形态较完整,单个规模较大,以断背斜或受晚期反转构造复杂化的背斜为主,圈闭类型优越,圈闭单个面积较大,深、浅层一致性好,但是圈闭个数较北部变形区少,目的层埋藏深度较崂山隆起北部大。

(3)印支期断裂发育经后期反转伸展,明显促进储层裂缝的发育。在晚期构造反转拉伸应力的影响下,整个南黄海盆地的断裂体系在横向上和纵向上都具有强烈的不均衡性,在南北两侧坳陷及崂山隆起北侧区域,断裂体系发育,断裂规模也较大,断裂组合复杂;而在崂山隆起南部区域,断裂发育规模较小,以浅层断裂为主。根据蚂蚁体裂缝平面分布特征,储层裂缝发育明显受断裂的控制,局部位置受到挤压背斜的控制,因此在南黄海盆地断裂发育的区域裂缝较发育,而在稳定区内,裂缝发育较少。

(4)印支期断裂为盆地内深、浅油气疏导提供了通道。南黄海盆地复杂的断裂体系能够提高盆地纵向的油气疏导能力,印支运动主要形成了深部和浅部 2 组断裂,深部断裂沟通了下寒武统幕府山组、下志留统高家边组、上二叠统龙潭组—大隆组烃源岩与储层的联系,形成有利的油气输送通道,同时形成的裂缝发育带也为油气的垂向运移和横

向运移提供了通道,因此具有较强的油气疏导能力;而浅部断裂主要沟通下志留统高家边组、上二叠统龙潭组—大隆组烃源岩与储层之间的联系,由于这类断裂主要发育于盆地稳定区,因此裂缝发育较少。

## 5 结 论

(1)印支运动作为南黄海盆地最主要的一期构造运动,对南黄海盆地的构造发育、地层分布、油气保存条件具有至关重要的影响。

(2)南黄海盆地中印支运动在北部烟台坳陷内表现最强烈,南部青岛坳陷次之,中部崂山隆起表现最弱。

(3)印支运动对南黄海盆地的隆升作用在烟台坳陷和青岛坳陷内表现更强烈,并受到后期反转作用,断陷作用也更强烈,盆地“两坳夹一隆”的格局于印支期后定型。

(4)印支运动对于南黄海盆地油气的改造在不同区域也有不同的影响,整体表现为对圈闭的形成、深浅部油气疏导及储层裂缝具有积极意义,其中崂山隆起中南部具有较好的油气保存条件。

**致谢:**在写作过程中,得到多位同行的指导和帮助,感谢青岛海洋地质研究所刘守全、戴春山和李刚研究员的意见,感谢审稿专家对本文的意见。

## 参考文献

- [1] 纪仁舜.印支运动及其在中国大地构造演化中的意义[J].地球学报,1984,6(2): 31-44.
- [2] 黄汲清.中国主要地质构造单位[M].北京:地质出版社,1994.
- [3] 王鸿祯,杨森楠,李思田.中国东部及邻区中、新生代盆地发育及大陆边缘区的构造发展[J].地质学报,1983,3: 3-13.
- [4] 张岳桥,董树文,李建华,等.华南中生代大地构造研究新进展[J].地球学报,2012,33(3): 257-279.
- [5] 李三忠,刘鑫,索艳慧,等.华北克拉通东部地块和大别—苏鲁造山带印支期褶皱—逆冲构造与动力学背景[J].岩石学报,2009,25(9): 3-21.
- [6] 陈建文,雷宝华,梁杰,等.南黄海盆地油气资源调查新进展[J].海洋地质与第四纪地质,2018,38(3): 1-23.
- [7] 王社教,王兰生,黄金亮,等.上扬子区志留系页岩气成藏条件[J].天然气工业,2009,5: 45-50.
- [8] 徐政语,姚根顺,梁兴,等.扬子陆块下古生界页岩气保存条件分析[J].石油实验地质,2015,37(4): 407-417.
- [9] 祁江豪.南黄海盆地中—古生界构造演化及与四川盆地对比分析[D].中国地质大学(北京)硕士学位论文,2012.
- [10] 侯方辉,张志翔,张训华,等.南黄海盆地地质演化及构造样式地震解释[J].海洋地质与第四纪地质,2008,28(5): 61-68.

- [11] 梁杰, 陈建文, 张银国, 等. 南黄海盆地中、古生界盖层条件[J]. 现代地质, 2016, 30(2): 353-360.
- [12] 刘东鹰. 苏北—南黄海盆地的构造演化分析[J]. 石油天然气学报, 2010, 32(6): 27-31.
- [13] 庞玉茂, 张训华, 肖国林, 等. 下扬子南黄海沉积盆地构造地质特征[J]. 地质论评, 2016, 62(3): 604-616.
- [14] 杨长清, 董贺平, 李刚. 南黄海盆地中部隆起的形成与演化[J]. 海洋地质前沿, 2014, 30(7): 17-21, 33.
- [15] 陈建文, 梁杰, 张银国, 等. 中国海域油气资源潜力分析与黄东海海域油气资源调查进展[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2019, 39(6): 1-29.
- [16] 陈建文, 施剑, 刘俊, 等. 南黄海水相中—古生界地震地质条件[J]. 海洋地质前沿, 2016, 32(10): 1-8.
- [17] 陈建文, 施剑, 张异彪, 等. 地震调查技术突破南黄海水相中—古生界成像技术瓶颈[J]. 地球学报, 2017, 38(6): 847-858.
- [18] 陈建文, 张异彪, 刘俊, 等. 南黄海“高富强”地震勘查技术及其应用[J]. 海洋地质前沿, 2016, 32(10): 9-17.
- [19] 陈建文, 许明, 雷宝华, 等. 华北—扬子板块碰撞结构的识别: 来自南黄海水域的证据[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2020, 185(3): 3-14.
- [20] 蔡乾忠. 中国东部与朝鲜大地构造单元对应划分[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1995, 1: 7-24.
- [21] 蔡乾忠. 中国海域油气地质学[M]. 北京: 海洋出版社, 2005.
- [22] 余晓宇, 徐宏哲, 何治亮. 江苏下扬子区中、古生界构造特征及其演化[J]. 石油与天然气地质, 2004, 2: 226-230.
- [23] 夏邦栋. 下扬子前中生代构造演化[J]. 成都理工学院学报, 1998, 25(2): 145-152.
- [24] 朱光, 徐嘉伟, 刘国生, 等. 下扬子地区前陆变形构造格局及其动力学机制[J]. 中国区域地质, 1999, 18(1): 73-79.
- [25] 陈建文, 梁杰, 张银国, 等. 杨艳秋, 杨传胜, 孙晶. 中国海域油气资源潜力分析与黄东海海域油气资源调查进展[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2019, 39(6): 1-29.
- [26] 梁杰, 陈建文, 张银国, 等. 南黄海盆地中、古生界盖层条件[J]. 现代地质, 2016, 30(2): 353-360.
- [27] 梁杰, 张鹏辉, 陈建文, 等. 南黄海盆地中—古生代海相地层油气保存条件[J]. 天然气工业, 2017, 37(5): 10-19.
- [28] 李慧君. 南黄海盆地海相中—古生界构造区划[J]. 海洋地质前沿, 2014, 30(10): 8-13.
- [29] Li S Z, Jahn B M, Zhao S J, et al. Triassic southeastward subduction of North China Block to South China Block: Insights from new geological, geophysical and geochemical data [J]. Earth - Science Reviews, 2017, 166: 270-285.
- [30] Xu M, Chen J, Liang J, et al. Basement structures underneath the northern South Yellow Sea basin (East China): Implications for the collision between the North China and South China blocks[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2019, 186: 104040.
- [31] Zhang X H, Yang J Y, Li G, et al. Basement Structure and Distribution of Mesozoic - Paleozoic Marine Strata in the South Yellow Sea Basin[J]. Chinese Journal of Geophysics, 2015, 58(1): 96-107.
- [32] 杨琦, 陈红宇. 苏北—南黄海盆地构造演化[J]. 石油实验地质, 2003, 25(s1): 562-565.
- [33] 刘东鹰. 苏北—南黄海盆地的构造演化分析[J]. 石油天然气学报, 2010, 32(6): 27-31.
- [34] 杨长清, 董贺平, 李刚. 南黄海盆地中部隆起的形成与演化[J]. 海洋地质前沿, 2014, 30(7): 17-21, 33.
- [35] 肖国林, 蔡来星, 郭兴伟, 等. 大陆架科学钻探 CSDP-2 井揭示的南黄海中—古生界油气地质特征[J]. 海洋地质前沿, 2019, (8): 73-76.
- [36] 许明, 陈建文, 雷宝华, 等. 南黄海水域中生代前陆盆地形成的构造背景[J]. 现代地质, 2019, 33(1): 13-24.
- [37] 高顺莉, 谭思哲, 侯凯文, 等. 南黄海水域侏罗系分布与构造意义[J]. 海洋地质前沿, 2015, 31(4): 7-12.
- [38] 杜建波, 何明喜, 张艳霞, 等. 下扬子北缘前陆盆地构造演化及沉积特征[J]. 石油实验地质, 2007, 29(2): 133-137.
- [39] 高顺莉, 周祖翼. 南黄海盆地东北凹侏罗纪地层的发现及其分布特征[J]. 高校地质学报, 2014, 20(2): 286-293.
- [40] Cai L, Xiao G, Guo X, et al. Assessment of Mesozoic and Upper Paleozoic source rocks in the South Yellow Sea Basin based on the continuous borehole CSDP-2 [J]. Marine & Petroleum Geology, 2019, 101: 30-42.
- [41] Chen J, Xu M, Lei B, et al. Prospective prediction and exploration situation of marine Mesozoic - Paleozoic oil and gas in the South Yellow Sea[J]. China Geology, 2019, 2(1): 67-84.
- [42] 梁杰. 构造作用对南黄海盆地三叠系青龙组储层的影响[J]. 海洋地质前沿, 2014, 30(10): 57-61.