

应用合成地震记录确定南黄海北部盆地中生代地层的分布

蔡 峰^{1,2}, 孙 萍²

(1 中国地质大学, 湖北 武汉 430074; 2 中国地质调查局 青岛海洋地质研究所, 山东 青岛 266071)

摘要: 黄海海域是我国近海目前唯一尚未获得商业性油气发现的海域, 海域内发育了 3 个中生代含油气盆地, 目前已在北部盆地中生代泰州组地层中发现了油气显示。过去由于受资料所限, 对盆地的油气资源评价, 多关注于第三纪盆地, 忽视了中生代盆地的油气资源远景。作者通过对南黄海北部盆地已钻遇中生代泰州组地层的钻井和过井数字地震剖面的追踪对比, 结合 4km × 8km 地震测网和重、磁资料综合解释, 认为中生代盆地同样具有良好的含油气远景, 特别是盆地的东北凹, 中生代地层沉积厚度大, 分布范围广, 具有较好的油气资源远景。

关键词: 合成地震记录; 南黄海北部盆地; 中生代地层; 烃源岩

中图分类号: P315.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096(2005)04-0045-06

黄海海域是我国近海目前唯一尚未获得商业性油气发现的海域, 海域内发育了 3 个中生代含油气盆地, 目前在 3 个盆地均获得了良好的油气显示, 朝鲜在北黄海盆地已获得了商业性油流, 中国在南黄海南部盆地常州 6-1-1 井于阜宁组三段获得了低产工业油流, 在南黄海北部盆地岩心裂隙中见到了液体原油, 韩国 2 口井见到了气显示, 因此对中生代盆地的含油气远景的认识有待进一步深入。

通过对南黄海北部盆地已钻遇中生代泰州组地层的钻井和过井数字地震剖面的追踪对比, 结合 4km × 8km 地震测网和重、磁资料综合解释, 表明南黄海北部盆地普遍发育存在中生代泰州组地层, 特别是盆地的东北凹, 中生代地层沉积厚度大, 分布范围广, 具有较好的油气资源远景。

1 区域地质特征

南黄海盆地从地史演化上看, 无论盆地的范围、格架或性质都发生过重要的分异、迁徙和转化^[1]。过去由于受资料所限, 对盆地新生界以下的深部地质特征缺乏了解, 目前由中部隆起分割的南黄海南部和南黄海北部两个盆地。仅仅是根据第三纪断陷及其转化为坳陷的统一体来圈定的, 不能全面、充分地反映南

黄海沉积盆地的发展演化, 尤其对盆地的油气资源远景评价影响较大, 过去对盆地的油气资源评价, 多关注于第三纪盆地, 往往忽视了其下部中-古生代盆地的油气资源远景^[2]。

根据目前积累的地球物理和钻井资料表明^[3], 自古生代以来, 南黄海盆地的沉积厚度在 11000m 以上, 其中早第三纪断陷沉积的厚度约 6000m, 晚第三纪坳陷的沉积厚度有 1000m。在第三纪盆地之下尚有超过 4000m 厚的中-古生代沉积, 根据目前的研究和勘探实践, 中-古生代盆地同样具有良好的含油气远景, 只是目前受资料所限, 对南黄海海域中-古生代盆地的分布和演化, 以及与第三纪盆地的接触关系尚缺乏全面系统的了解。

收稿日期: 2005-01-06; 修回日期: 2005-01-23

基金项目: 国家专项黄海海域油气资源评价(126-03-13-01)

作者简介: 蔡峰 (1965-), 男, 浙江温州人, 研究员, 硕士, 从事石油地质研究, 0532-5755821, E-mail: qdcfeng@cgs.

gov.cn

南黄海盆地的基底是前震旦系陆壳,它是在一个晚太古-早元古代稳定陆块,即华北地块南侧的边缘活动带上发展起来的。随着多次的构造活动,地块逐步拼合增生和固化,于晚元古代逐渐过渡演变成中国古地块的一部分。

晚元古代时,随着古中国地块的解体,在区域内陆壳上发生了拗拉槽或边缘裂谷的沉积,裂谷间的地块,形成了后来扬子地块的发展。本质上,裂谷沉积就代表了古生代盆地的初期发展,随着裂谷作用的停止,致使区域性沉降作用的发生和发展,导致南黄海盆地的形成。

2 地层及沉积特征

根据上述的区域地质特征和目前钻井揭示的地层,南黄海海域震旦系、古生界和中新生界各时代地层齐全。震旦系为浅变质的碎屑岩和碳酸盐岩;上古

生界石炭系和二叠系为海相-海陆交互相碳酸盐岩、碎屑岩;中生界三叠系以海相碳酸盐岩为主,白垩系和第三系则为陆相碎屑岩^[4]。

白垩系地层目前有3口井钻遇,分别在北部盆地北凹的黄7井和诸城1-2-1井(图1),南部盆地南五凹陷的常州24-1-1井钻遇,另在南七凹陷的无锡5-ST1井阜宁组之下有70m的红色砾岩,因无可靠化石,时代归属分歧较大,暂将其归于上白垩统泰州组^[4]。韩国在北部盆地的东部也有3口井钻遇白垩系地层,分别是IIH-1XA, INGA-1和HAEMA-1井。

黄7井钻遇的上白垩统中部赤山组厚491.96m,主要岩性为棕褐色泥岩、粉砂质泥岩与棕红、浅棕、棕灰色泥质粉砂岩、灰质粉砂岩。

泰州组目前在北部盆地的北凹、南部盆地的南五凹陷和南七凹陷钻遇,最大钻遇厚度574m。在北凹

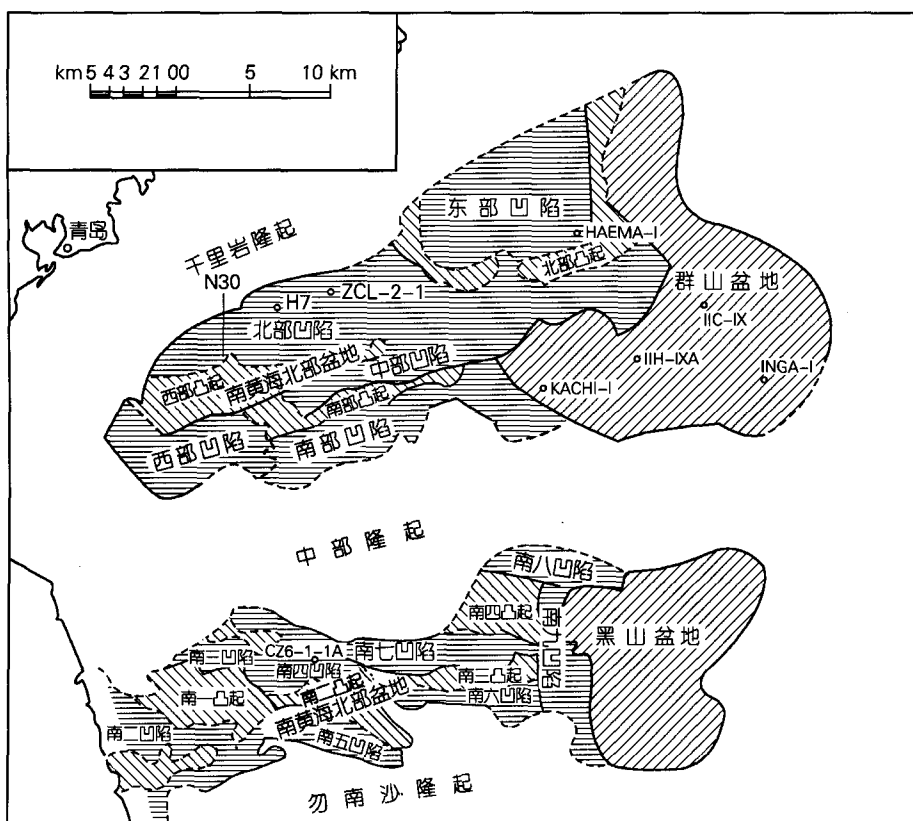


图1 南黄海盆地构造区划

Fig.1 Basin distribution in the South Yellow Sea area.

表 1 南黄海北部盆地地震反射界面特征

Tab.1 The reflection boundary feature of seismic sequences in the Northern South Yellow Sea Basin

地震 地质时代与			地震反射界面特点			
层序	接触关系	名称	反射波特点	波组特征	分布范围	层速度 (m/s)
上	Q+N			水平层	广	
		T ₂	两个较强相位	密集、较连续、近水平反射 下之强波	广	2300 (1920~2000)
		T ₃	两个较强相位, 密集、连续、 高频、强能量	平缓之下第一个倾角反射 层	较小	2500 (2000~2300)
		T ₄	两个强相位, 密集、高频	T ₃ 下之倾角反射层	较广	3000 (2500)
						1.9 (1~1.5)
中	E _{2F}	4		一套疏密相间、连续、中频		3500
		3	T ₆	2~3 个强相位	反射波组中的一个较强反	较广
		2		射		(3000)
		1	两个强相位, 同相轴光滑、 低频、连续	T ₈ 下之强波	较广	4000 (3500)
		T ₇				3.5 (1.5~3)
下	Pz	Mz		可靠反射层底界, 特强反射		> 4000
		T ₈	两个特强能量, 低频、连续	波组, 起伏大	广	(4500)
						> 4 (1.5~3)
			弱	断续、零星、似有若无	很少	

注: 据赖万忠等, 1981。

其与下伏赤山组呈假整合接触, 在南部盆地与下伏古生界为不整合接触。北凹泰州组可分为二段, 下部为棕红色砂泥岩, 厚 246.5m; 上部厚 327.5m, 为灰色、灰黑色泥岩、粉砂质泥岩, 夹泥质粉砂岩和少量的泥灰岩。底部为 21.5m 厚的灰棕、浅棕色粉砂质泥岩, 顶为 18.5m 厚的浅棕色粉砂质泥岩、泥岩。这种上、下两段的岩性组合与苏北盆地泰州组相似。本组与上覆阜宁组和下伏赤山组均呈假整合接触, 无明显的不整合。

南部盆地的泰州组与北部盆地有一定的差异, 主要以杂色角砾岩为主, 顶部有 6m 厚的红色泥岩、含砾泥岩夹黑灰色灰质泥岩, 钻井厚 241m。

下第三系在盆地内广泛分布, 分为古新统阜宁组、始新统戴南组和渐新统三垛组, 在南部盆地和北

部盆地均有钻遇, 累计钻遇厚度 3270m。

阜宁组是南黄海盆地的主要生油层之一, 在南部盆地和北部盆地存在差异。南部盆地主要由暗色泥岩夹砂岩组成, 具有厚度大, 暗色泥岩发育的特点, 钻井厚 831m。剖面上分为四段, 除阜一段以杂色角砾岩为主外, 其余三段均为暗色泥岩夹砂岩。北部盆地钻遇厚度 1090.2m, 阜一段-阜三段下部为杂色、深灰色泥岩夹砂岩, 含石膏; 阜三段上部-阜四段为暗色泥岩夹砂岩。

戴南组为一套下部黑色、上部红色的砂泥岩地层, 也是南黄海盆地可能的生油层之一, 地层最大钻遇厚度 1101m, 其下与下伏阜宁组呈假整合或不整合接触。

三垛组分布广泛, 主要由红色和深灰、灰绿色泥

岩和灰白色碎屑岩组成，最大钻遇厚度 1079m，其下与下伏不同时代地层呈假整合或不整合接触。

3 地震反射层追踪对比

地震反射层位的追踪对比，在水平迭加时间剖面上进行。在确认原解释的 T_2 和 T_4 基础上，基本上就确立了总体的层序格架，再通过黄 7 井的合成地震记

录，在连井剖面上标定地震反射层 T_2 ， T_4 ， T_7 和 T_8 ，再据此进行解释。

解释重点放在对中生界层位的解释。因此，在全区首先确定了 T_2 和 T_4 两个分布范围较广，特征明显，可以在全区进行追踪对比的地震反射界面，确保基本地震层序追踪的正确。

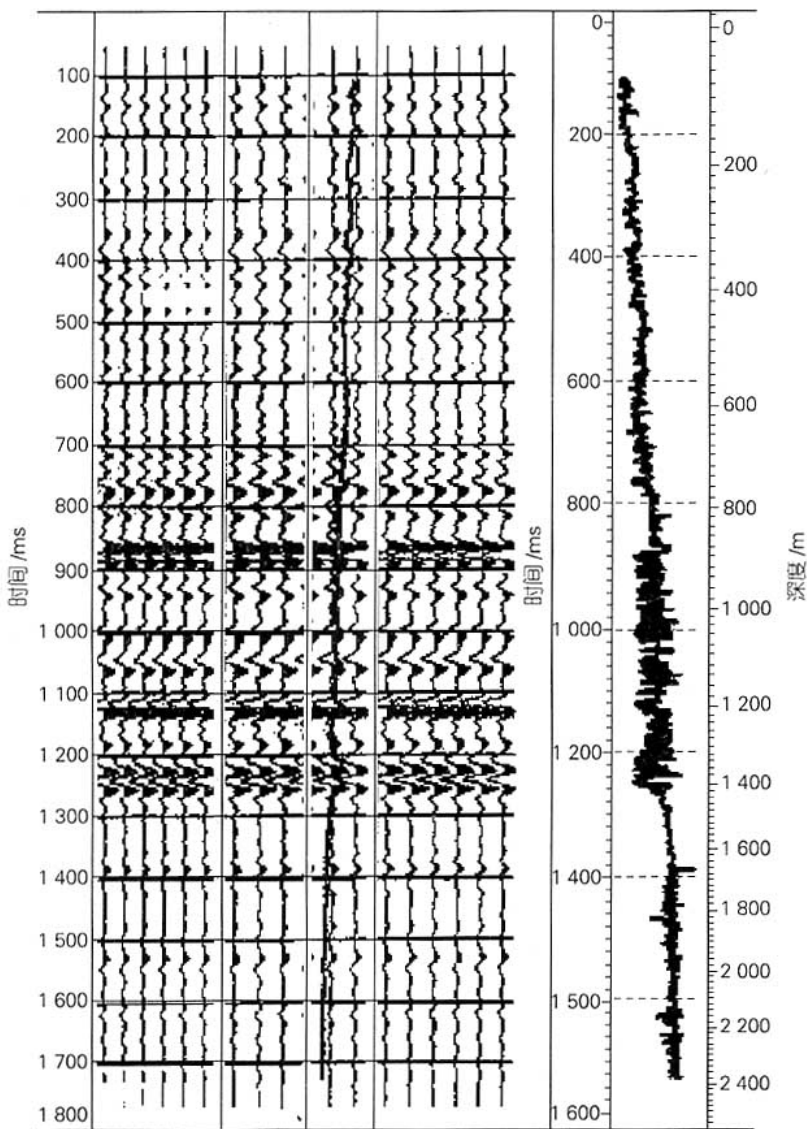


图 2 黄 7 井合成地震记录
Fig.2 Well H7 synthetic seismogram

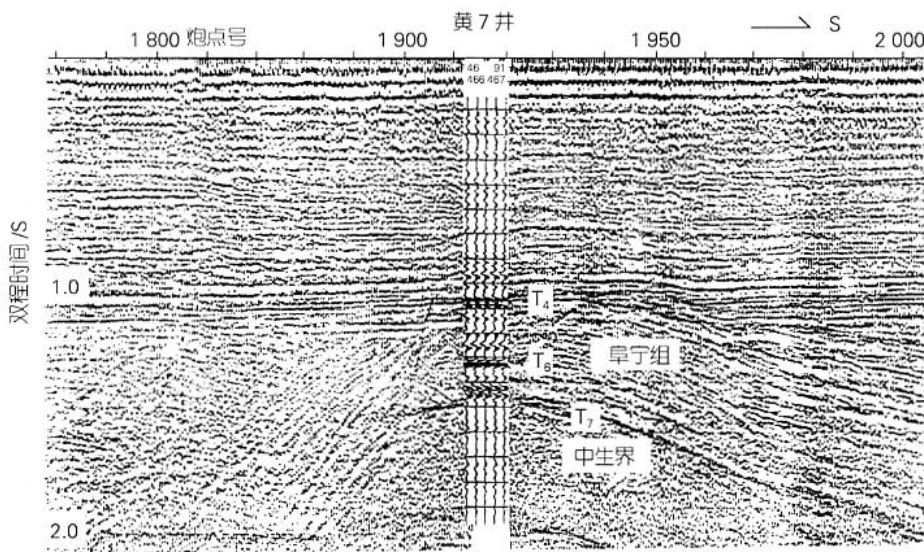


图3 N30地震剖面上黄7井合成地震记录

Fig.3 Well H7 synthetic seismogram in seismic profile N30.

由于北部盆地仅有黄7井和诸城1-2-1井钻遇中生界地层，因此首先通过黄7井的声波时差测井曲线作合成地震记录（图2），在过黄7井的N30地震剖面上用合成地震记录标定各地震反射界面（图3）。

从图上可以看出，合成地震记录上有三个较强的反射波组，深度分别为888.5、1220和1328m，与地震剖面上的 T_2 和 T_6 和 T_7 地震反射界面吻合较好。该区由于曾遭受较强的剥蚀， T_2 和 T_4 界面重合，因此无法标定 T_4 地震反射界面。然后，再由与N30测线相交的联络测线向外扩展。其中N75测线与126补充调查的126-3测线基本重合，因此通过126-3测线向东可与韩国的Haema-1井和连井剖面进行对比，进一步确定各地震反射界面，特别是中生界顶界。

4 地震反射波组特征

过去有种观点，认为南黄海北部盆地应该广泛分布有中生界地层，如陶瑞明等认为，南黄海北部中、新生代断陷盆地的形成均受控于北东向的断裂系统，因此在北凹、西凹、中凹和南凹同样均应发育有中生代的地层^[6]。作者通过对区域地质资料的分析，结合地震资料的解释，也有同样的看法，主要依据有：区

域上南黄海北部新生代断陷盆地的形成受控于北东向的断裂系统，而北凹经钻井证实在新生代盆地之下还发育有中生代地层，而且过去解释完成的中生代顶界（ T_7 ）构造图表明，其同样受控于北东向的断裂系统。由此推断，同样受控于北东向断裂系统的西凹、中凹和南凹也应发育有中生代的地层，但分布范围和厚度可能有一定的差异。南黄海北部重力资料的解释也表明，在南黄海北部盆地的北凹、西凹、中凹、南凹和东北凹应该发育有相同的地层。

韩国在南黄海北部盆地东部的群山盆地所采集地震资料的品质好于我国的资料，尤其是深部反射更清晰。该剖面位置在中凹和南凹的西侧，从剖面上可以清晰地看出，其解释的中新生代盆地基底的深度远大于我国的解释，大约相差2000~3000m，而且中新生代地层向我国一侧呈加厚的趋势。因此，作者认为在南黄海北部盆地的北凹和南凹也应该发育有中生代地层，而且厚度不应该小于韩国群山盆地的厚度。

通过对北凹经钻井确认的中生代地层的解释，发现相当于中生界地层的 T_7 ~ T_8 层序的地震层速度基本上在4000~4500m/s，而在西凹、中凹和南凹发现也存在同样速度特征的一套地层，这表明在西凹、中凹和南凹同样也应发育有中生代地层。

在中凹和南凹在原解释的 T_8 反射层之下确实存在一些连续性较差的成层反射, 层速度 4000~4500m/s, 尽管反射层和层序内部的反射品质不好, 但在中凹和南凹内基本可以追踪对比。

基于上述依据, 对南黄海北部盆地的地震资料重新进行了解释, 认为在西凹、中凹、南凹和东北凹内均发育存在中生代地层, 如果这一解释正确, 那么南黄海北部盆地的油气资源远景将比以前的估算更为乐观。

5 结论

通过对南黄海北部盆地北凹经钻井确认的中生代地层的解释, 发现相当于中生界地层的 $T_7 \sim T_8$ 层序的地震层速度基本上在 4000~4500m/s, 而在西凹、中凹和南凹发现也存在同样速度特征的一套地层, 这表明在西凹、中凹和南凹同样也应发育有中生代地层。在中凹和南凹在原解释的 T_8 反射层之下确实存在一些连续性较差的成层反射, 层速度 4000~4500m/s, 尽管反射层和层序内部的反射品质不好, 但在中凹和南凹内基本可以追踪对比。基于此地震依据, 推测在西凹、中凹和南凹内均发育存在中生代地层。

重力资料的解释也表明南黄海北部盆地广泛分布有中生界地层^[5], 西凹中生界地层的厚度应不小于北凹, 中凹和南凹中生界地层的厚度也应与北凹的厚度相当。

从 126 补充调查的地震剖面上看, 东北凹地区也有一定范围和厚度的中生界地层分布, 评价结果应该更好一些, 但限于资料太少, 无法完成全区的构造图, 因此未能有一个全面的认识。

南黄海中生界盆地的范围从本次对地震资料的解释看, 南黄海北部盆地广泛分布有中生界地层, 中生界地层的分布范围与下第三系地层的分布范围相当, 厚度应不小于下第三系地层, 应有良好的含油气远景。

参考文献:

- [1] 朱夏. 中国中生代盆地构造和演化[M]. 北京: 科学出版社, 1983.
- [2] 朱伟林, 王国纯. 中国近海前新生代油气勘探新领域探索[J]. 地学前缘, 2000, 7(3): 215~226.
- [3] 中国海洋石油总公司. 中国近海油气资源评价[R]. 北京: 中国海洋石油总公司, 1993.
- [4] 翟光明. 中国石油地质志, 卷十六, 沿海大陆架及毗邻海域油气区(上册)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1990.
- [5] 赖万忠. 中国南黄海北部坳陷石油地质评价报告[R]. 北京: 中国海洋石油总公司, 1981.
- [6] 陶瑞明. 泰州组上段—南黄海北部盆地北凹的主要生烃层[J]. 中国海上油气, 1993, 7(2): 11~14.

Synthetic seismogram determination of the mesozoic strata distribution in the Northern South Yellow Sea Basin

CAI Feng^{1,2} SUN Ping²

(1. China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 2. Qingdao Institute of Marine Geology, China Geological Survey, Qingdao 266071, China)

Received: Jan., 6, 2005

Key words: synthetic seismogram; Northern South Yellow Sea Basin; mesozoic strata; source rock

Abstract: So far, no commercial petroleum discovery has yet discovered in the Yellow Sea in China offshore, which is quite exceptional. There are three Mesozoic-Cenozoic petroliferous basins developed in the area. Recently, oil and gas were discovered in the Mesozoic Taizhou Formation in northern South Yellow Sea. For a long time, because of limited information, scientists focused on the Tertiary and therefore overlooked the resource potential of Mesozoic. On the base of trace and correlation of drilling wells and cross-well seismic sections cross the Mesozoic Taizhou Formation, integrated with gravity, magnetic and seismic data in the track of 4km×8km, we could draw a conclusion that the Mesozoic-bearing basin has a promising potential for exploration, especially in its northeastern part.

(本文编辑: 刘珊珊)