

南黄海中部隆起地震层序地层的识别 及其地质时代探讨

杨艳秋^{1,2}, 易春燕³, 李刚^{1,2}

(1 国土资源部海洋油气与环境地质重点实验室; 2 青岛海洋地质研究所; 3 中国石油大学(北京))

摘要 应用地震地层学研究方法,对南黄海盆地中部隆起近几年新采集、处理的地震剖面进行综合解释,共识别出6个地震层序。通过地震反射特征分析、地层速度分析、重磁震联合反演和区域地质对比,推测这些层序的地质时代属性分别为前震旦系、震旦系、寒武系—奥陶系、志留系—泥盆系、石炭系—下二叠统,以及新近系—第四系。研究区的沉积地层分布广泛,厚度较大,整体呈NNE向和近EW向展布。对中部隆起地层的属性分析结果,不仅能为盆地的结构和地质演化研究提供基础的地质资料,而且对中部隆起的油气勘探和资源评价都具有意义。

关键词 南黄海; 中部隆起; 地震层序; 地质时代; 地层划分

中图分类号: TE121.3

文献标识码: A

南黄海盆地的油气勘探始于20世纪60年代,主要目的层为中、新生代陆相沉积,多侧重于古近系的研究。从20世纪80年代开始重视中生界和古生界的油气地质研究,从而开始了该领域的调查与评价,中部隆起的石油地质研究也随之开始^[1-3]。但因区内勘探程度低(无钻井、无有效地震资料),使得石油地质学家对中部隆起地层和岩性的猜测较多,有人认为前第三系以下三叠统及上古生界沉积为主;还有人认为该套地层主要为变质基底,或主要为火山岩^[4-7]。近年来,新一轮的油气地质调查在中部隆起取得了突破性进展,在新近系之下发现了层状地层的有效地震反射,使中部隆起的地质研究进入了一个新的阶段。如:赵文芳等^[8]通过中部隆起地震资料的解释,识别出8个地震反射界面和5套地震层序,并推测其属性分别为古近系—侏罗系、下三叠统—上泥盆统、志留系、奥陶系—震旦系和前震旦系;王丰等^[9]根据穿过中部隆起的几条主要地震剖面,解释出5个特征地震反射波组、划分了5套地震层序,并推测其属性分别为第四系—新近系、泥盆系—下二叠统、寒武系—志留系、震旦系和前震旦系;侯方辉

等^[10]利用南黄海盆地2条地震大剖面进行了重磁联合反演,认为盆地中的海相地层为下三叠统、上二叠统、下二叠统—泥盆系、志留系、奥陶系—寒武系、震旦系和南华系。

由前人的研究成果可见,目前关于南黄海中部隆起的地震层序划分和其地层属性的推测都存在较大的争议,因此,本文主要依托全国油气资源战略选区调查与评价国家专项和海洋地质保障工程项目,在针对南黄海中部隆起中—古生界最新采集和处理的二维地震资料共计5260km(测网密度10km×10km)的基础上,对南黄海中部隆起地层进行了识别,并对地层的属性进行了分析,以期能为南黄海古生代盆地结构和古生代以来的地质演化特征研究提供基础地质资料,这对南黄海中—古生界海相盆地油气资源评价和勘探也具有重要的地质意义。

1 区域位置与地质概况

南黄海域总面积约32×10⁴km²,西侧海域的水深小于80m^[11]。南黄海盆地是在古生代残留盆地上发育的中、新生代盆地,是海相中—古生界和陆相

收稿日期: 2014-07-04; 改回日期: 2015-06-11

本文受全国油气资源战略选区调查与评价国家专项(编号:XQ-2005-01)、海洋地质保障工程项目(编号:GZH200800503)和国土资源部海洋油气与环境地质重点实验室基金项目“南黄海盆地中部隆起地层属性分析”(编号:MRE201216)共同资助

杨艳秋:女,1976年生,高级工程师,主要从事海洋油气地质研究工作。通讯地址:266071 山东省青岛市福州南路62号青岛海洋地质研究所; E-mail: qimgyyq@126.com

中—新生界的叠合盆地。盆地自北向南依次划分为“三隆两拗”五个构造单元,即千里岩隆起、北部拗

陷、中部隆起、南部拗陷和勿南沙隆起^[12](图 1),是我国近海唯一尚未获得重要油气突破的区域^[13]。

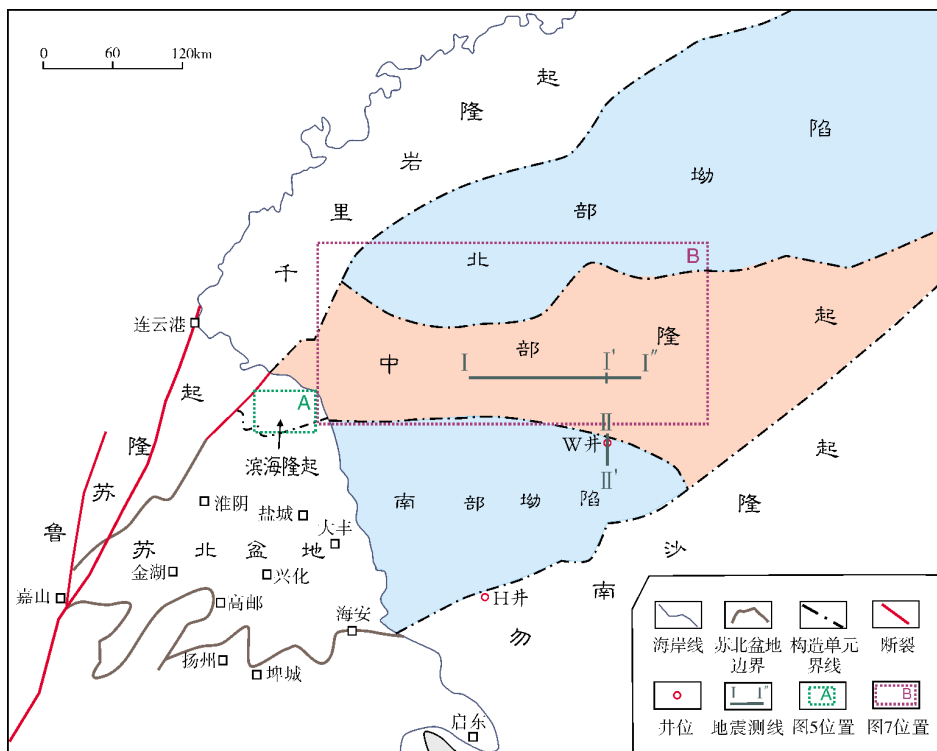


图 1 南黄海盆地中部隆起位置图(据文献[14-15]修改)

中部隆起呈近东西向展布,其南北分别与南部拗陷、北部拗陷相接,西北与千里岩隆起相邻,西南与苏北盆地的滨海隆起相接,东部与勿南沙隆起相邻。中部隆起的调查与研究程度较低,到目前为止,还没有过钻井钻探。在区域构造上,南黄海盆地是下扬子区的一个重要组成部分,中部隆起是南黄海盆地的构造稳定区,也是下扬子区面积最大的稳定区块^[16]。南黄海盆地的地质演化历史、地层层序与下扬子区陆地相似^[17],即自震旦纪晚期至早三叠世,各时代的地层较齐全,为稳定的浅海沉积环境,发育一套以海相沉积为主的碳酸盐岩和碎屑岩地层^[18]。这套地层分布范围十分广泛,包括除千里岩隆起以外的所有构造单元。南黄海海域迄今共有7口井钻遇中生界—古生界海相地层,主要分布于南部拗陷和勿南沙隆起^[19]。

2 研究方法

中部隆起为南黄海盆地油气勘探的新领域,其勘探程度低,目前为止无钻井资料,无法直接进行地

层岩性识别和时代的确定,因此本文主要依据现有的二维地震资料,应用地震地层学方法进行地震层序地层的识别,并通过海陆对比(类比法)进行地震层序地层地质时代的推测。

地震地层学方法主要依据常规地震剖面上反射波组的产状及外形、振幅、连续性等肉眼可定性识别的特征,来划分不同类型的地震层序^[20],进而研究地层的宏观特征。海陆对比是指利用陆区和海域之间共有的一些相同或相似的性质或者现象,去推断其他可能相似的属性。本文采用的海陆对比,主要参考邻区——陆上勘探程度较高的下扬子苏北盆地以及中、上扬子区地震-地质层位的标定成果,根据研究区地震、地质条件的具体情况进行地震-地质层位类比分析,进而推测其地震层序地层的地质时代,并运用重磁震联合解释方法对地层时代进行验证。

3 地震层序划分

按照地震剖面反射波的终止(消失)现象及反射结构特征,在南黄海中部隆起识别出 T_2 、 T_b 、 T_c 、 T_d 和

T_9 共 5 个特征明显的地震反射层,以及 A、B、C、D、E 和 F 共 6 个地震层序(图 2)。

地震层序 A 该层序的底界面 T_2 反射层通常表现为两个互为平行的“双轨”反射,反射能量强、频率较低、连续较好,能可靠地进行追踪对比, T_2 反射层上下的反射波组呈上超下削的角度不整合接触关系。层序 A 的内部反射特征为:产状平缓,各波组之间呈平行或亚平行结构,反射较密集,能量中等,连续性较好—中等,外形似席状,厚度为 700~800ms。该层序全区均有分布,厚度变化不大,层序内部物性差异明显。

地震层序 B 该层序的底界面 T_b 反射层通常呈两个互为平行的反射,中等频率、强振幅、连续性时强时弱,基本能全区追踪对比, T_b 反射层之上的反射波组为上超,之下的多呈整合接触或局部呈削截接触关系。层序 B 的内部反射特征为:反射能量不均,连续性较差,反射层次欠丰富,内部结构为似平行状—杂乱—空白反射,为一套空白地震反射带,厚度为 0~500ms。该层序部分地区缺失,岩性较均一。

地震层序 C 该层序的底界面 T_c 反射振幅中等、频率较低、连续性较好,基本能全区追踪对比, T_c 反射层之上的反射波组多呈整合接触,局部有上超接触关系。层序 C 的内部反射特征为:反射能量强、连续性较好、层次较为丰富,在其顶部和底部有多个

反射波组成一套似平行密集反射层,内部结构为似平行状,厚度为 800ms 左右。该层序在区内分布广泛,厚度变化不大,层序内部物性差异明显。

地震层序 D 该层序的底界面 T_d 反射振幅中—弱、频率中等、连续性较好—差,为 3~4 个互为平行的反射同相轴的顶界,基本能全区追踪对比。 T_d 反射层之上下波组多呈整合接触关系。层序 D 的内部反射特征为:反射能量弱、连续性差,反射层次不丰富,内部结构为亚平行—空白—杂乱反射,为一套空白地震反射带,厚度为 600ms 左右。该层序在全区均有分布,厚度变化不大。

地震层序 E 该层序的底界面 T_e 反射为低振幅,大部分能量弱,局部能量较强,连续性差,该反射界面全区均有分布, T_e 反射层之上的波组多呈整合接触关系(局部为上超),之下的呈削截特征的角度不整合接触关系。层序 E 的内部反射特征为:反射弱,能量一般—较强,反映了沉积物质较均一,为一套低频、中振幅、较连续的地震反射波组。层序厚度为 300ms 左右。该层序在区内广泛分布,厚度变化不大。

地震层序 F 该套层序顶部为削截接触关系,具有内幕反射品质差、弱振幅、低连续、成层性差的地震反射特征。

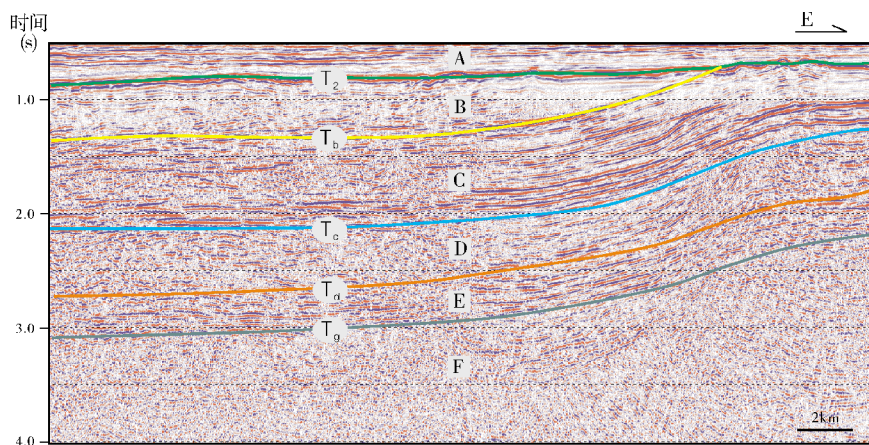


图 2 南黄海中部隆起 I'—I' 地震剖面反射特征

剖面位置见图 1。A、B、C、D、E、F 为地震层序

4 地层属性推测

4.1 钻井标定

目前南黄海钻井主要钻遇的地层有新生界、中

生界和上古生界,因此对南黄海上古生界以上的地层属性标定主要是依据钻井资料。首先,通过对位于盆地南部拗陷的 W 钻井(位置见图 1)标定和区域地震层序对比分析后,认为中部隆起地震层序 A 的地层与 W 钻井的新近系—第四系为同一套层序(图 3),因

此可以确定地震层序A的地层地质时代为新近系—第四系。

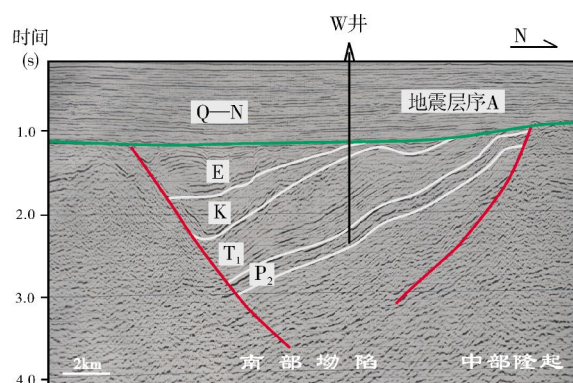


图3 南黄海过W钻井的Ⅱ—Ⅱ'地震剖面
剖面位置见图1

4.2 地震层速度特征分析

地震的层速度反映的是岩层本身的速度,它与岩石的岩性及物性有关,不同时代的地层和不同岩性的地层具有不同的速度,由此可以作出不同岩石地层的解译^[21]。本文中的地震层速度主要是应用速度谱计算出的层速度,它是沉积体系或岩系的层速度。层速度随着埋深、地质时代的变化而变化,埋藏越深、时代越老,则速度越大^[22]。

表1 南黄海中部隆起地层层速度变化表

地震层序	A	B	C	D	E	F
层速度(m/s)	1700~2500	5600~6000	4200~5500	6000~6500	5700~6000	6300以上

4.3 海陆对比分析

由于邻区陆上勘探程度高,钻井、测井、地震资料多,研究较为深入,且认为南黄海盆地与下扬子地块的沉积建造类似^[17],因此,通过分析邻区陆上地震剖面的反射特征、反射结构和地震地质属性来对比研究和分析南黄海海域地震层序的地质时代是有益的,并且具有一定的可靠性。

4.3.1 下扬子陆区海相层存在三套标志反射层组

下扬子陆区钻井、露头 and 地震资料揭示,该区存在三套上部为一组空白反射段、下部为一组平行—亚平行密集反射段的标志层组(见图4中①、②、③)。第一套标志反射层组为下三叠统青龙组与上二叠

统。其中:下三叠统青龙组主要以碳酸盐岩沉积为主,岩性均一,在地震剖面上呈空白反射;而上二叠统的大隆组为砂泥岩互层,龙潭组为煤系地层,在地震剖面上呈平行、近平行的密集反射段。第二套标志反射层组为下二叠统—石炭系,以及泥盆系—志留系。其中:下二叠统—石炭系主要为开阔台地相碳酸盐岩沉积,岩石物性界面不明显,在地震剖面上呈空白反射;泥盆系—志留系则主要为泥岩、页岩与砂岩和粉砂岩的互层,地层岩性差异较大,在地震剖面上可以形成多个强的反射波组。第三套标志反射层组为奥陶系—寒武系,以及震旦系。其中:奥陶系—寒武系主要沉积了一套台地相石灰岩、白云岩,它们之间没有良好的岩石物性界面,因此在地震剖面上呈

南黄海全区钻遇下三叠统和上二叠统地层较全的钻井为W井和H井(位置见图1),其中由H井提供的VSP测井资料显示,下三叠统碳酸盐岩的层速度是5229 m/s,下二叠统碎屑岩的层速度是3851 m/s,而由W井声波测井资料转换的下三叠统碳酸盐岩的层速度是6261 m/s,下二叠统碎屑岩的层速度是4350 m/s。同时根据苏北盆地的地质、测井和地震资料分析可知,碳酸盐岩地层为一套高速度、高密度层,其速度可达5200~6500 m/s,在地震剖面上为一套空白反射带;相比较而言,碎屑岩地层的速度和密度都相对要低,速度为3000~5500 m/s,在地震剖面上为一套中强振幅、较连续反射带^[23]。

由中部隆起地层的层速度变化表(表1)可见,速度较低的地震层序主要为A和C层,结合其地震反射特征推测:A和C层为碎屑岩层,且A层已由钻井证实。而速度较高的地震层序主要为B、D、E和F层,结合它们的地震反射特征推测:B和D层为碳酸盐岩层;E层的速度虽然较高,但其地震反射特征与碎屑岩的反射特征相似,推测E层可能是由于埋藏较深、压实强烈或岩石发生硅质化而导致速度偏高,因此推测E层为碎屑岩层;F层的速度虽然高,但其地震反射杂乱、无成层性,主要为盆地结晶基底,故推测其岩性为变质岩。

空白反射;而震旦系主要为千枚岩,以及砂岩、层状石灰岩和白云岩的互层,岩石物性界面较明显,在地震剖面上形成了强的反射波组。

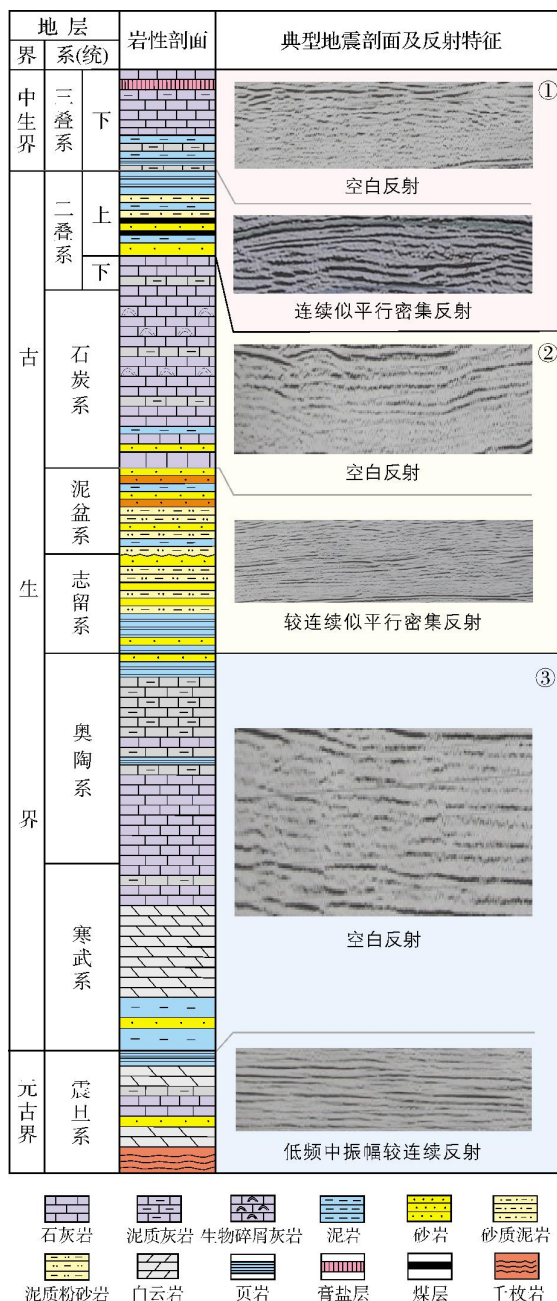


图4 下扬子海相中—古生界岩性与地震反射特征对应图

4.3.2 区域对比推测地层属性

从区域地质上分析,苏北盆地滨海隆起与中部隆起相连(图1),它们具有相同的大地构造背景、相同的基底结构,其成因和演化具有相似性。滨海隆起的

勘探程度较高,共有钻井108口^[24],因此,可以通过两者的地层特征对比,进而推测中部隆起地层的属性。

勘探成果证实,滨海隆起广泛分布奥陶纪地层(图5),泥盆纪—二叠纪地层主要残留在滨海隆起复式向斜的核部。印支运动结束了自古生代以来长期的总体沉降而转为抬升隆起,使得本区缺失侏罗系和下白垩统沉积,并且使三叠系剥蚀殆尽,晚古生代地层大部分也遭受剥蚀,仅在几个向斜的翼部得以保存,可见印支运动是古生代以来本区构造发展史上一次具有划时代意义的构造活动。因此,推测印支运动对南黄海盆地中部隆起地层分布的影响也较大,也可能使三叠系剥蚀殆尽。

南黄海盆地南部坳陷钻井和测井资料已经表明,下三叠统青龙组为一套岩性较为均一的石灰岩,上二叠统的大隆组为砂泥岩互层、龙潭组为煤系地层^[25]。岩性和地球物理特征决定了地层的反射特征,在地震剖面(图3)上的下三叠统青龙组,顶底界面为强振幅,内部为空白、弱反射;上二叠统大隆组和龙潭组为一套密集的由3~5个同相轴组成的强振幅连续反射波组。但在南黄海中部隆起已有的地震剖面上,均看不到上述地震反射特征,因此推测中部隆起没有这套地层,即缺失第一套标志反射层组。

扬子块体基底固结后,自震旦纪开始发育第一套沉积盖层,其基底为太古界至元古界的变质岩系,其中:苏胶造山带及其邻区由胶南群(Ar—Pt₁)和中元古界海州群组成;苏南埭城、溧阳等地区经浅钻揭示为由斜长变粒岩、阳起石片岩、黑云片岩和斜长角闪岩组成的变质岩系,称之为埭城群(其中斜长角闪岩的K—Ar法表面年龄为 $1717\text{ Ma} \pm 5\text{ Ma}$ ^[26],属中元古代)。新元古界青白口系分布比较广泛,与下伏地层呈不整合接触。在下扬子区,青白口系为张八岭群或历口群,其下部为复理石建造,上部为火山岩建造^[27],之后才进入海相盖层的沉积阶段^[28],故下扬子区震旦系之下的地层为前震旦系变质岩基底。

4.4 重磁震联合反演分析地震层序的地质时代

根据中部隆起I—I'典型剖面的地震层序解释结果,取浅层新近系界面作为约束条件,结合下扬子区陆上各时代岩性的密度和磁化率资料,进行重磁地震联合反演。由对比重力异常曲线可以看出(图6a),由地震解释结果所对应的重力模型所产生的重力异常,总体上与实测重力异常的形态具有一致性,地震解释的凹陷

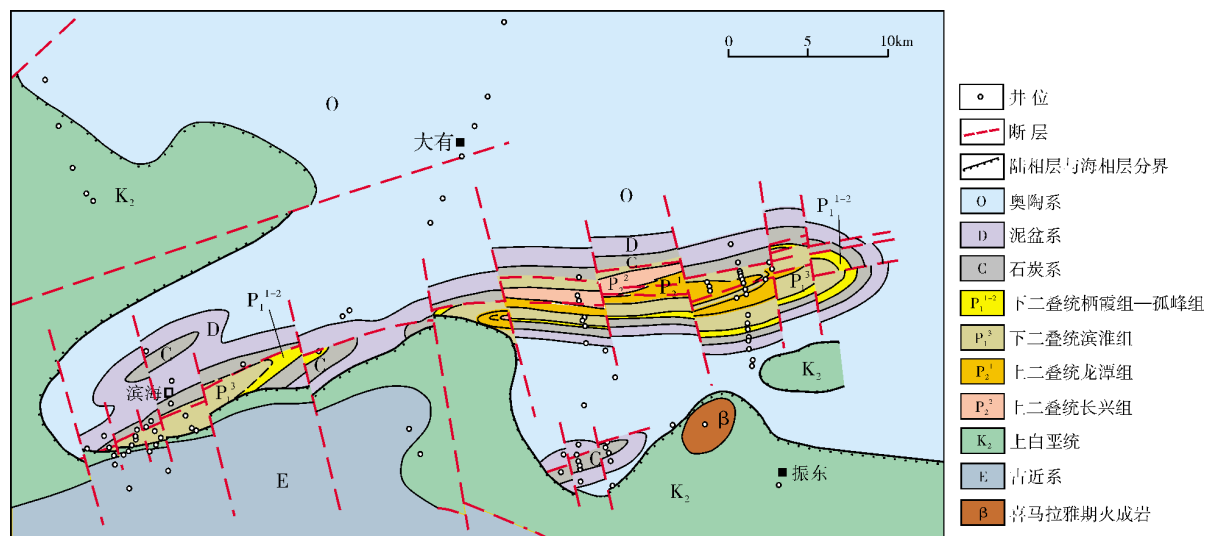
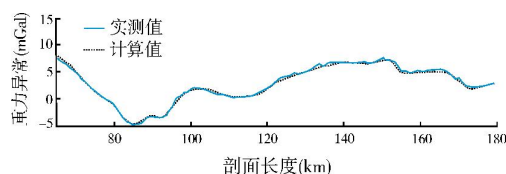
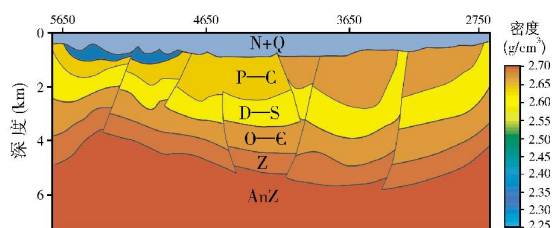


图5 苏北盆地滨海隆起基岩地质图(据文献[24]修改,图幅位置和范围见图1)

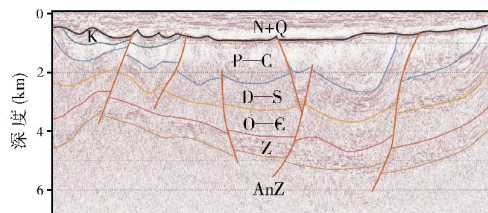
等构造形态在重力测量中均有不同程度的反映。从剖面的重、磁、震反演结果可见(图6b),中部隆起上广泛发育了震旦纪—早二叠世地层。由此看来,我们对于中部隆起地震层序地层的地质时代推测是合理的(图6c)。



(a) 重力异常实测与拟合曲线



(b) 地球物理模型



(c) 地震模型

图6 南黄海中部隆起 I—I' 地震剖面
联合反演解释成果图
剖面位置见图1

综上所述,南黄海中部隆起的A、B、C、D、E、F地震层序地层的地质属性分别对应为:新近系—第四系、石炭系—下二叠统、泥盆系—志留系、奥陶系—寒武系、震旦系、前震旦系(表2)。

5 地层分布特征

通过对中部隆起中西部区域(东经124°以西海区)的地震剖面进行闭合解释,编制了南黄海中部隆起地层厚度分布图(图7),由图可见,在中部隆起上,新生界之下震旦系—下二叠统的海相地层,分布广泛,地层残留厚度较大,平均厚度为4 000~6 000 m,最大厚度可达8 000 m。同时,也有局部残留的陆相中生界白垩纪地层零星分布于中部地区。

下扬子地区海相构造层内发育有多个滑脱层,其中主要的滑脱层有两个:下志留统高家边组滑脱层和上二叠统龙潭组煤系滑脱层;同时,还有两个构造滑脱面,加里东构造面和印支构造面。由于这些滑脱层和构造滑脱面的存在,使印支运动及燕山运动的作用力沿滑脱层或滑脱面而消减,滑脱层之下的震旦系—下古生界受后期构造运动改造程度明显减弱,滑脱层上、下的构造层形变特征具显著差异^[29]。在南黄海盆地,因中部隆起缺失上二叠统龙潭组煤系地层,印支运动及燕山运动的作用力主要以下志留统高家边组作为主要滑脱面,同时中部隆起的构造变形强度远小于南北两侧而位于南黄海构造稳定地区,因此这里的构造特征主要表现为比较平缓的

表2 南黄海中部隆起地震层序地层划分及其地质属性推测

地震层序名称	地震反射特征	接触关系	层速度(m/s)	推测岩性	推测地层属性
地震层序A	连续平行密集反射	角度不整合	1700~2500	粉砂岩、泥岩	新近系—第四系
地震层序B	空白反射		5600~6000	碳酸盐岩组合	石炭系—下二叠统
地震层序C	较连续似平行密集反射	平行不整合	4200~5500	碎屑岩组合	志留系—泥盆系
地震层序D	空白反射	平行不整合	6000~6500	碳酸盐岩组合	寒武系—奥陶系
地震层序E	低频中振幅较连续反射	平行不整合	5700~6000	碎屑岩组合	震旦系
地震层序F	弱振幅低连续杂乱反射	角度不整合	6300以上	变质岩	前震旦系

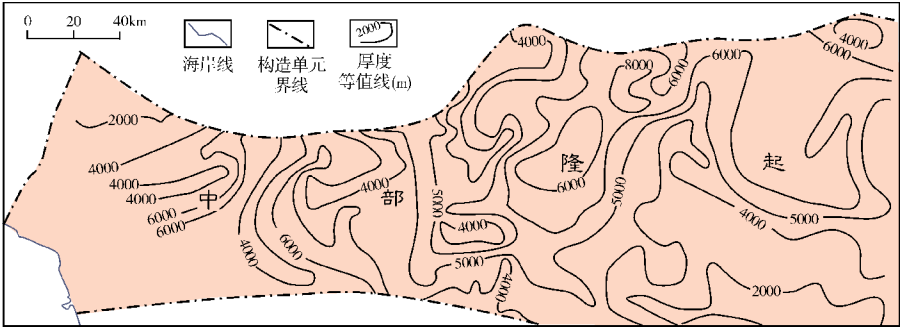


图7 南黄海中部隆起震旦系—下二叠统地层厚度分布图

图幅位置和范围见图1

箱状背斜构造，箱状背斜内部的地层近水平展布。据此以志留系底界面为界,将中部隆起地层分为海相上构造层和海相下构造层,海相上构造层包括志留系—下二叠统,海相下构造层包括奥陶系—震旦系。海相下构造层全区均有分布,地层残留厚度变化不大,一般为 3 000~4 500 m,整体呈北东—近东西向展布。中部隆起晚古生代继承了早期的沉积构造格局,在印支期及其以后一段时间,一直处于抬升隆起的构造环境,使得海相上构造层遭到强烈剥蚀,地层残留厚度相对海相下构造层要薄,厚度一般为 1 000~2 500 m,局部地区被完全剥蚀。

6 结 论

- (1)在南黄海盆地中部隆起上识别出 T₂、T_b、T_c、T_d、T_g 共 5 个特征明显的反射界面，划分了 A、B、C、D、E、F 共 6 个地震层序地层。
- (2)通过钻井标定、地层速度分析和海陆对比等方法，推测 A、B、C、D、E、F 这 6 个地震层序地层的地质时代分别对应于：新近系—第四系、石炭系—下二叠统、志留系—泥盆系、寒武系—奥陶系、震旦系、前震旦系。

(3)中部隆起的海相地层——震旦系—下二叠统分布广泛,地层厚度较大,分布较稳定,整体呈北东—近东西向展布，局部残留陆相中生代白垩纪地层。海相下构造层(奥陶系—震旦系)分布稳定,残留厚度大;海相上构造层(志留系—下二叠统)剥蚀程度高,残留厚度相对较小。

参 考 文 献

[1] 范小林. 南黄海盆地海相领域油气勘探战略思考[J]. 海相油气地质, 2001, 6(4): 35-40.

[2] 温珍河, 刘守全, 陈建文, 等. 值得重视的海域海相油气勘探[J]. 海相油气地质, 2007, 12(3): 5-9.

[3] 吴志强, 骆迪, 曾天玖, 等. 南黄海海相油气地震勘探难点分析与对策建议[J]. 海相油气地质, 2014, 19(3): 8-17.

[4] 戴春山, 李刚, 蔡峰, 等. 黄海前第三系及油气勘探方向[J]. 中国海上油气(地质), 2003, 17(4): 225-231.

[5] 冯志强, 姚永坚, 曾祥辉, 等. 对黄海中、古生界地质构造特征及油气远景的新认识[J]. 中国海上油气(地质), 2002, 16(6): 367-373.

[6] 陈建文, 肖国林, 刘守全, 等. 中国海域油气资源勘查战略研究[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2003, 23(4): 77-82.

[7] 李刚, 陈建文, 肖国林, 等. 南黄海海域的海相中—古生界油气远景[J]. 海洋地质动态, 2003, 19(8): 12-16.

[8] 赵文芳, 杨凤丽, 庄建建. 南黄海中部隆起中—古生界构造

- 特征分析[J]. 油气藏评价与开发, 2011, 1(5):6-13.
- [9] 王丰, 李慧君, 张银国. 南黄海崂山隆起地层属性及油气地质[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2010, 30(2):95-102.
- [10] 侯方辉, 田振兴, 张训华, 等. 南黄海盆地两条地震剖面的重磁数据联合反演效果[J]. 石油地球物理勘探, 2012, 47(5): 808-814.
- [11] 林珍, 姚永坚. 南黄海某典型剖面重磁震联合反演及综合解释[J]. 物探与化探, 2009, 33(4):361-367, 373.
- [12] 李廷栋, 莫杰, 许红. 黄海地质构造与油气资源[J]. 中国海上油气(地质), 2003, 17(2):79-88.
- [13] 闫桂京, 李慧君, 何玉华, 等. 南黄海海相层石油地质条件分析与勘探方向[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2012, 32(5): 107-113.
- [14] 林年添, 高登辉, 孙剑, 等. 南黄海盆地青岛坳陷二叠系、三叠系地震属性及其地质意义[J]. 石油学报, 2012, 33(6): 987-995.
- [15] Zhang Minghua, Xu Deshu, Chen Jianwen. Geological structure of the Yellow Sea area from regional gravity and magnetic interpretation[J]. Applied Geophysics, 2007, 4(2):75-83.
- [16] 张家强. 南黄海中、古生界油气勘探前景[J]. 海洋地质动态, 2002, 18(11):25-27.
- [17] 李慧君, 林年添, 金兴, 等. 南黄海盆地崂山隆起中、古生界断裂特征[J]. 山东科技大学学报:自然科学版, 2012, 31(6): 69-75.
- [18] 祁江豪, 温珍河, 张训华, 等. 南黄海地区与上扬子地区海相中—古生界岩性地层对比[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2013, 33(1):109-119.
- [19] 吴淑玉, 刘俊, 肖国林, 等. 地震多属性预测技术在南黄海二叠系至三叠系沉积分析中的应用[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2011, 31(5):109-116.
- [20] 陆基孟. 地震勘探原理及资料解释[M]. 北京: 石油工业出版社, 1991.
- [21] 宋尚元, 居兴华. 地震层速度分析与地层对比[J]. 中国煤田地质, 1997, 9(1):70-73.
- [22] 王衍棠, 陈玲, 吴大明. 南海中建南盆地速度资料分析与应用[J]. 热带海洋学报, 2006, 25(5):49-55.
- [23] 吴志强, 陆凯. 南黄海沉积层纵波速度与地震反射特征[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2011, 31(2):73-77.
- [24] 欧阳凯, 张训华, 李刚. 南黄海中、古生界地层分布特征[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2009, 29(1):59-66.
- [25] 张海敏, 陈建文, 李刚, 等. 地震调查在南黄海崂山隆起的发现及其石油地质意义[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2009, 29(3):107-113.
- [26] 陈沪生, 张永鸿, 徐师文. 下扬子及邻区岩石圈结构构造特征与油气资源评价[M]. 北京: 地质出版社, 1999:199-205.
- [27] 介霖, 朱儒勋, 陈瑞庚, 等. 中国石油地质志(卷八): 苏浙皖闽油气区[M]. 北京: 石油工业出版社, 1992.
- [28] 戴春山, 等. 中国海域含油气盆地群和早期评价技术[M]. 北京: 海洋出版社, 2011:188.
- [29] 李海斌, 贾东, 武龙, 等. 下扬子地区中—新生代的挤压变形与伸展改造及其油气勘探意义[J]. 岩石学报, 2011, 27(3):770-778.

编辑: 黄革萍

Sequence Stratigraphic Identification and Geologic Age Inference of Seismic Profiles in Central Uplift, South Yellow Sea

Yang Yanqiu, Yi Chunyan, Li Gang

Abstract: It is known that there is good hydrocarbon potential in lower Paleozoic reservoirs in Central Uplift, South Yellow Sea Basin. Analysis of stratigraphic attribute is significant. Based on the analysis on the seismic profiles that have been acquired and processed in recent years, six seismic sequences are identified in this uplift. According to seismic reflection features, formation velocity, integrated gravity-magnetic-seismic inversion and regional geological correlation, it is inferred that these stratigraphic sequences are attributed to pre-Sinian, Sinian, Cambrian-Ordovician, Silurian-Devonian, Carboniferous-Lower Permian and Neogene-Quaternary. These sequences are widely distributed with huge sedimentary thickness and demonstrate NNE- and EW-trending in general.

Key words: Seismic sequence; Geologic age; Stratigraphic division; South Yellow Sea

Yang Yanqiu: Senior Engineer. Add: Qingdao Institute of Marine Geology, 62 Fuzhou Nan Rd., Qingdao, Shandong, 266071, China