

北黄海中、新生代盆地:残留盆地还是叠合盆地?

李文勇¹⁾, 曾祥辉²⁾, 黄家坚²⁾

1) 中国国土资源航空物探遥感中心, 北京, 100083; 2) 国土资源部广州海洋地质调查局, 广州, 510760

内容提要:根据最新调查资料并结合区域构造背景,运用盆地类型分析方法和识别标志,探讨了北黄海中、新生代盆地类型。基于盆地边缘相、沉积减薄、盆地面积和形态、沉积物镜质体反射率等方面的证据,认为现今呈现的北黄海中、新生代盆地不是残留盆地。通过盆地三大构造层的发育、自成体系的含油气系统、边界断裂的多期活动性、中新生代沉积中心的迁移性、不同成盆期具有不同的盆地结构以及两期伸展成盆与一期拗陷成盆的垂向叠置等方面的综合分析,确定北黄海中、新生代盆地为叠合型盆地。

关键词:北黄海;中新生代;残留盆地;叠合盆地

对盆地类型的研究是含油气盆地分析和油气勘探的基础和关键,近年来引起了众多石油地质学者的广泛关注。其中,残留盆地和叠合盆地是目前盆地研究的两大重点热门课题,国内外已有多位学者对此进行过研究分析(张家骅, 1993; Hongzhen Wang et al., 1995; Lobkovsky et al., 1996; Mac Gregor D S, 1996; Sengor et al., 1996; 刘光鼎, 1997; 刘丽峰, 2002; 周荔青等, 2002; 何登发等, 2004)。由于原始成盆环境的多样性和区域地质构造演化的复杂性和特殊性,针对不同地区的盆地或同一区域的不同盆地,其原型特征和保存现状又各具特点,再加之实际资料与理论模型的差异性,因此,给盆地类型或性质的认识和把握往往带来困难甚至误判。但只要紧紧抓住每一类盆地的明显特点和识别标志并进行综合对比分析,对盆地类型的确定也就比较客观而且准确。

北黄海盆地是我国重要的油气勘探新区,由于以往我国对北黄海海域的勘探程度低,缺乏有说服力的第一手资料,因此对北黄海盆地性质或类型的认识仅停留在各种推测或理论假设的层面上。通过近几年我国在北黄海海域调查工作的逐渐展开以及针对北黄海盆地性质的多次专家研讨,对北黄海盆地的认识不断深化,但对北黄海盆地的性质和原型仍存在不同的看法:一种观点认为它属于残留盆地,另一种观点则认为它属于叠合盆地。基于近几年作者对北黄海盆地构造几何学、运动学、沉积学以及构

造演化特征等研究成果和认识(李文勇等, 2006a, 2006b),本文对北黄海中、新生代盆地的原型及现存盆地类型等进行分析。

1 地质概况

北黄海盆地位于中朝板块东南部,历经多期构造运动(李乃胜, 1995; 冯志强等, 2002; 林畅松等, 2004),形成多旋回的构造-沉积组合(包括中生界的晚侏罗统一早白垩统、古近系的始新统和渐新统以及新近系),盆地基底为古生代沉积岩和前寒武纪变质岩(Massoud et al, 1993)。盆地西临郯庐断裂,南侧为苏胶一千里岩—临津造山带,属于胶辽地块和朝鲜北部地块上发育的中、新生代盆地。盆地总体呈 NE 走向,盆地面积(124°E 以西)为 2.16×10^4 km²(图 1)。

北黄海盆地包括 6 个二级构造单元和 24 个三级构造单元(图 3)(李文勇等, 2006a),其中中部拗陷和东部拗陷面积较大,发育湖相、三角洲相等中、新生代地层,最大沉积厚度为 8000~8400m。

经受多期构造运动,北黄海盆地发育褶皱、断裂构造。平面上,褶皱轴向总体与断裂走向相协调,可见近 EW—NE 向、NW 向和 NNE 向三组方向(图 3)。其中近 EW-NE 向断裂最为发育,于晚侏罗世—早白垩世形成,之后又经历多次挤压和拉张活动;NW 向断层总体发育较差,形成于晚白垩世—古近纪早期,主要分布于东部拗陷,规模相对较小;

注:本文为国家重大科技专项攻关项目(编号 GZH200200104)资助的成果。

收稿日期:2008-12-20;改回日期:2009-07-05;责任编辑:郝梓国。

作者简介:李文勇,男,1966 年生。博士后,教授级高工。主要从事盆地构造与油气勘探研究工作。Email:liwy66@163.com。

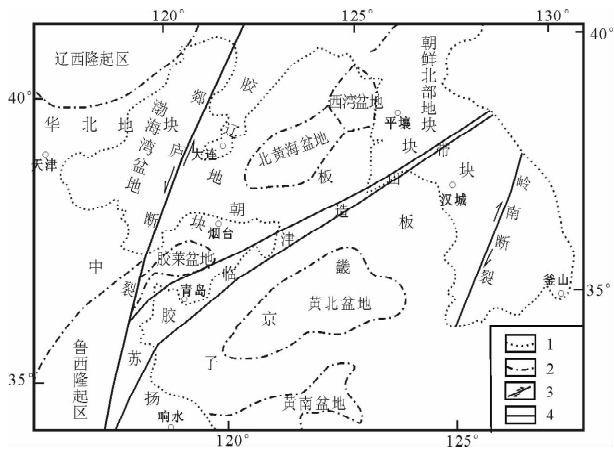


图 1 北黄海盆地区域构造位置图

Fig. 1 Regional tectonic location of North Yellow Sea basin

- 1—海陆边界;2—盆地或隆起区边界;3—走滑断裂;
4—造山带边界
- 1—Sea-land borderline;2—borderline of basin or uplift area;
3—strike-slip fault;4—borderline of orogenic belt

NNE 向断层在盆地中西部比较发育,于始新世形成,兼具平移断层和正断层特征,规模较大,常成为拗陷或凹陷的东西边界。背斜与向斜多发育于拗陷或凹陷的内部,构成背斜构造带或凹陷带;半背斜多见于拗陷或凹陷的边界断裂旁侧,多构成拗陷边缘构造带的一部分。垂向上,下构造层(中生界)和中构造层(古近系)褶皱比较发育,上构造层(新近系)褶皱不发育。

2 北黄海盆地不是残留盆地

关于残留盆地的内涵有多种报道,概括起来可归纳为两种:一种观点将残留盆地与改造型盆地划等号,认为残留盆地就是改造型盆地;另一种观点认为,残留盆地是经过强烈改造、原型盆地面目全非的残留部分。笔者更倾向于后者。首先,地质历史上的沉积盆地大多经历过改造作用,但改造的程度不同,可分为轻微改造型、中等改造型、强烈改造型三种,轻微改造型盆地与原型盆地没有重大区别,有时很难与原型盆地区分,只有中等或强烈改造型盆地才会与原型盆地有着重大不同,体现了“残留”的含义。因此,本文将残留盆地定义为:残留盆地是指成盆期后由于构造活动的控制或影响,使原型盆地遭受中等或强烈的抬升、剥蚀和改造而保留的部分,原型盆地面貌不复存在,但残留部分在构造上仍具有盆地性质。残留盆地强调的是“残留”,其研究要侧重地质历史中沉积物的变化过程,重点是对现存沉

积岩实体的研究。

研究表明,现存的北黄海中、新生代盆地不是残留盆地,主要证据有以下几个方面:

2.1 盆地边缘相发育

残留盆地的最重要特征是,原型盆地形成后,由于构造活动和抬升改造作用,盆地边缘粗碎屑沉积相常被剥蚀或切割改造而不复存在或仅零星保存。尽管北黄海盆地的各个拗陷被隆起分隔,但各个拗陷的边缘相十分发育而且比较完整,常围绕拗陷四周边缘分布,与拗陷边缘的构造环境相适应。以中部拗陷为例(图 2),晚侏罗世—早白垩世,受南、北两侧边界断裂的控制,中部拗陷南、北边缘发育与近 EW 至 NEE 向断裂活动相适应的扇三角洲和三角洲等边缘相沉积;始新世,受东、西侧 NNE 向同沉积断裂的控制,形成了沿边界断裂上盘呈 NNE 向展布的扇三角洲和冲积扇等边缘相沉积;渐新世,受近 EW 至 NEE 向断裂再活动的控制,在拗陷边界断裂上盘形成了三角洲和扇三角洲沉积。

2.2 沉积减薄和地层尖灭明显

残留盆地中,由盆地中心向盆地边缘(地堑型盆地)或由盆地一侧到盆地另一侧(半地堑型盆地),见不到明显的沉积减薄和地层尖灭现象,在地震剖面上见不到明显的上超,地层常表现为等厚抬升,在盆地边缘突然被强烈剥蚀。在北黄海盆地发育的几个拗陷中,沉积减薄、地层尖灭以及地震剖面上的地层上超现象等十分明显。东部拗陷,晚侏罗世—早白垩世地层表现为明显的南厚北薄尖灭,始新世—渐新世地层则表现为东厚西薄尖灭;中部拗陷,晚侏罗世—早白垩世地层为东厚西薄尖灭,始新世沉积则表现为明显的西厚东薄变化规律;西部拗陷,晚侏罗世—早白垩世地层为南厚北薄尖灭,始新世—渐新世沉积则表现为急剧的东厚西薄尖灭现象。

2.3 盆地面积、形态与原型盆地基本一致

残留盆地的另一个重要特点是,经过中等或强烈改造后的残留部分与原型盆地比较,面积显著缩小,盆地形态也发生了根本性变化,有时原型盆地被改造成若干个小盆地或小拗陷,这些小盆地或小拗陷被隆起分隔,但空间展布具有一定的规律。根据盆地原型恢复及盆地构造演化史(李文勇等,2006),北黄海中、新生代盆地的后期成盆虽对早期盆地原型具有一定的改造作用,但中生代和古近纪的盆地范围、面积和形态变化不大,基本保持了原型的大致轮廓;尽管北黄海中、新生代盆地是由数个拗陷被隆起分隔组成,在平面分布上类似经过强烈改造后保

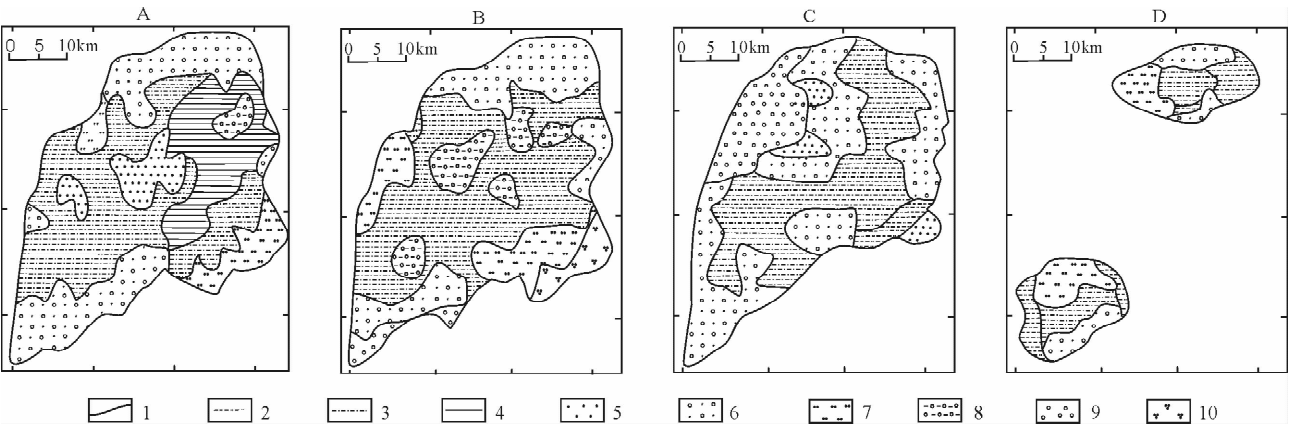


图 2 北黄海盆地中部拗陷沉积相图

Fig. 2 Sedimentary facies map of central depression of North Yellow Sea basin

A—晚侏罗世;B—早白垩世;C—始新世;D—渐新世;1—相区边界;2—滨湖相;3—浅湖相;4—半深湖相;5—冲积平原相;
6—扇三角洲相;7—三角洲相;8—浊积扇相;9—冲积扇相;10—河流相
A—Late Jurassic; B—Early Cretaceous; C—Eocene; D—Oligocene; 1—borderline of facies field; 2—shore lacustrine facies; 3—shallow lacustrine facies; 4—bathyal lacustrine facies; 5—alluvial plain facies; 6—fan delta facies; 7—delta facies; 8—turbidite fan facies; 9—alluvial fan facies; 10—fluvial facies

存下来的数个残留盆地,但根据分析表明,北黄海盆地内分布的数个沉积拗陷基本反映了中生代时期的原始沉积格局(图 3),也就是说盆地内部的沉积拗陷是在中生代成盆时形成的,古近纪时期边界断裂发生再活动并与新生断裂一起共同控制古近纪沉积,并非成盆期后改造残留所致,其重要证据是拗陷沉积明显受拗陷边界断裂控制或超覆在周围隆起边缘(图 5)。因此,从原始成盆特征看,北黄海中、新

生代盆地可称为北黄海盆地群。

2.4 镜质体反射率所反映的埋深与现今埋深基本相符

对于残留盆地,主要成盆期的沉积物镜质体反射率 R_o 值所反映的深度一般与现今埋藏深度不符,通常是大于现今埋深。根据 Massoud(1991,1993)对北黄海盆地东部拗陷的 606 井、404 井的烃源岩取样测试分析,上侏罗统烃源岩主要为 II 型干酪根,下白垩统烃源岩为 II—III 型干酪根,古近系烃源岩为 II B 型干酪根。上侏罗统烃源岩的镜质体反射率 R_o 值为 0.71~1.32,下白垩统烃源岩的镜质体反射率 R_o 值为 0.5~0.8,古近系烃源岩的镜质体反射率 R_o 值为 0.4~0.6。根据盆地模拟结果,上述镜质体反射率 R_o 值所反映的沉积物理藏深度分别为 3350~2900m、3020~2150m、2300~1300m,而实际的现今埋藏深度分别为 3140~2800m、2600~2000m、1850~1200m,模拟埋深与实际埋深大体一致。

3 北黄海盆地是叠合盆地

叠合盆地是由若干不同盆地(不同构造层)纵向叠置的一种复杂结构的盆地,每个时期的盆地都有自己相对独立的原型,不同原型的叠加反映了古地理环境和古构造格局的演变,因而后期沉积不仅可与前期沉积范围不同,而且是对前期原型盆地的改造(黄宗理等,2005)。与残留盆地比较,叠合盆地强

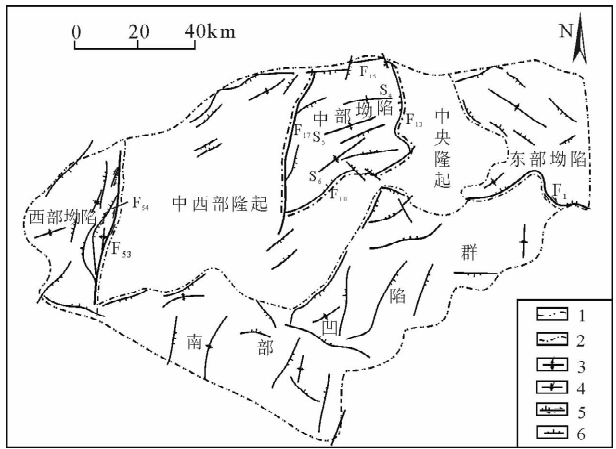


图 3 北黄海盆地构造单元及主要构造分布图
Fig. 3 Tectonic elements and key structures for North Yellow Sea basin
1—盆地边界;2—二级构造单元边界;3—背斜;4—向斜;
5—正-平移断层;6—正断层
1—Basin borderline;2—borderline of second-order tectonic unit;
3—anticline;4—syncline;5—normal-strike-slip fault;6—normal fault

调的是“叠合”，尽管不同成盆期的原型特征可以完整保存或经过不同程度的改造，但其存在前提是垂向上至少有被区域不整合界面分隔的两套盆地沉积（两套盆地沉积在地质年代上应分属于不同的“代”），其研究要侧重于不同时期沉积岩实体形成演化、空间展布和垂向叠置关系等。

大量资料分析表明，现存的北黄海中、新生代盆地是一个叠合盆地，主要证据如下。

3.1 垂向上发育三大构造层

北黄海盆地在漫长的地质年代中主要经历了燕山、喜山区域性构造运动，形成多旋回的构造-沉积组合以及多个不整合界面（李文勇等，2006b）。根据地震反射特征、地层接触关系、沉积充填类型以及构造变形特征等，以反映重大构造事件的区域性 T_2 、 T_4 、 T_g 不整合面为界，可将北黄海中、新生代盆地自下而上划分为下、中、上3大构造层（图4）。

下构造层是指 T_g 与 T_4 界面之间的一套层系，与盆地基底呈角度不整合关系，地层系统相当于上侏罗统和下白垩统，为一套河流、湖泊、三角洲沉积岩系；该构造层局限于拗陷部位或南部凹陷群之凹陷部位分布，厚度变化大，为0~4700m；其发育演化明显受近EW—NE向断层活动控制，并呈现垒、堑相间的构造面貌。

中构造层是指 T_4 与 T_2 界面之间的一套层系，与下构造层为角度不整合接触，地层系统相当于始新统与渐新统，为一套冲积扇、三角洲、湖泊沉积岩系；该构造层分布轮廓与下构造层大体一致，厚度为

0~5600m，以中部拗陷最厚；其形成明显受同沉积NNE向边界断裂控制。

上构造层是指 T_2 界面至海底之间的一套层系，与中构造层为角度不整合接触，地层系统相当于新近系，为一套下部湖相-三角洲相、上部滨-浅海相的未固结-弱固结稳定沉积岩系；该构造层广泛分布于全区，厚度稳定，为250~650m，以披盖沉积为主，下伏直接地层为中、下构造层（拗陷区）或盆地基底（隆起区）；其构造变形微弱，多呈水平或近水平层状，断裂构造和岩浆岩不发育。

3.2 含油气系统自成体系

根据朝鲜在北黄海盆地东部的钻探资料以及对生、储、盖等基本地质要素的分析，确定北黄海盆地包括两类含油气系统，即：中生界含油气系统和新生代含油气系统。纵向上以始新统底部的水进泥岩层段将这两类含油气系统分割开来，即两类含油气系统自成体系。

中生界含油气系统以上侏罗统浅湖和半深湖相黑色泥岩为主要烃源岩、下白垩统浅湖相暗色泥岩为次要烃源岩，上侏罗统和下白垩统发育的扇三角洲、三角洲、浊积扇、滨湖相砂岩及前中生代裂缝性风化基岩为储层，覆盖于中生界之上的始新统一渐新统泥岩以及拗陷内部发育的上侏罗统一下白垩统浅湖一半深湖相泥岩分别为区域盖层和局部盖层。该盆地东部拗陷、中部拗陷和西部拗陷为三个相互独立并相隔较远的生烃凹陷，因此，中生界含油气系统又包括三个亚含油气系统，即：东部拗陷中生界亚

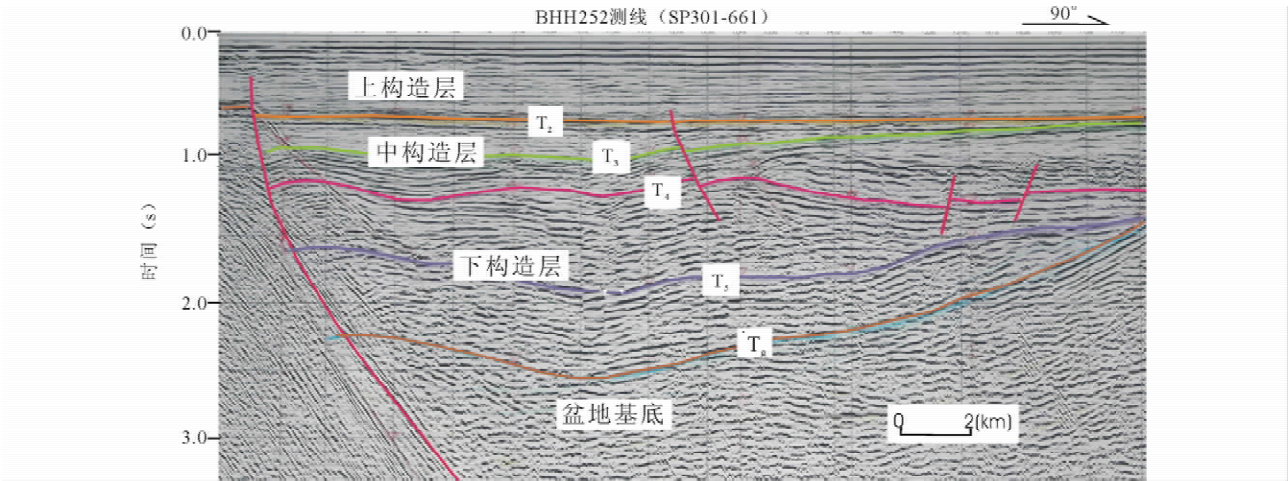


图4 北黄海盆地构造层划分地震剖面

Fig. 4 Seismic profile about the division of structural layers of North Yellow Sea basin

T_2 —新近系与古近系的分界； T_3 —渐新统与始新统的分界； T_4 —新生界与中生界的分界； T_5 —白垩系与侏罗系的分界； T_g —前中生界顶界
 T_2 —interface between Neogene and Paleogene; T_3 —interface between Oligocene and Eocene; T_4 —interface between Cenozoic and Mesozoic; T_5 —interface between Cretaceous and Jurassic; T_g —upper surface of Premesozoic

含油气系统、中部拗陷中生界亚含油气系统和西部拗陷中生界亚含油气系统。

新生界含油气系统以始新统浅湖—半深湖相泥岩为主要烃源岩,储层为始新统三角洲、扇三角洲、滨湖、冲积扇相砂岩,盖层为始新统浅湖相泥岩及渐新统、新近系底部水进泥岩。由于断裂切割和隆起的分隔,该含油气系统同样包括三个亚含油气系统,即东部拗陷新生界亚含油气系统、中部拗陷新生界亚含油气系统和西部拗陷新生界亚含油气系统。

3.3 边界断裂具有多期活动性

北黄海盆地的边界断裂主要表现为两个方向,即近 EW—NE 向和 NNE 向。近 EW—NE 向边界断裂是在晚侏罗世—早白垩世形成的,属于同沉积控制性断裂,基本控制了北黄海盆地的中生代沉积,并构成了整个盆地及其拗陷的南、北边界;该组断裂在始新世和渐新世时期再次活动,控制着盆地不同拗陷内南、北部的古近纪沉积。NNE 向断裂形成于始新世时期,其活动高峰期也为始新世,其明显地控制着北黄海盆地及其拗陷的始新世沉积,尤其是中部拗陷、西部拗陷和南部凹陷群,属于始新世同沉积断裂;该组断裂在渐新世时期发生再次活动,对渐新世沉积具有控制作用。上述断裂的多期活动性,一方面反映了边界断裂的继承性发展特点,另一方面反映了北黄海盆地在中、新生代不同构造运动时期构造应力场的转变与不同成盆特点及其叠加与演化。

3.4 中、新生代沉积中心不同

叠合盆地在不同的成盆时期往往具有不同的沉积中心。北黄海盆地在中、新生代不同的成盆时期,

由于构造应力场的转变,导致主要控盆或控拗断裂的不同以及沉积中心的迁移。晚侏罗世—早白垩世,受近 EW—NE 向断裂的控制,北黄海盆地的最大沉积中心在东部拗陷,沉积厚度达 4800m,而中部拗陷、西部拗陷、南部凹陷群最大厚度分别为 3000m、1600m、1050m。始新世,受 NNE 向断裂的控制,沉积中心西移,最大沉积厚度在中部拗陷,沉积厚度达 5900m,而东部拗陷、西部拗陷、南部凹陷群的最大厚度分别为 4700m、3600m、2400m。渐新世,受 NNE 向断裂与近 EW—NE 向断裂再活动的控制,沉积中心继续向西迁移,最大沉积厚度在西部拗陷,沉积厚度为 2400m,而中部拗陷、东部拗陷、南部凹陷群的最大厚度分别为 1200m、800m、800m。

3.5 中、新生代盆地结构不同

由于古地理环境和古构造格局的转变,叠合盆地在不同的成盆时期可以具有不同或完全不同的盆地结构。北黄海盆地在不同时期的盆地结构就具有明显差别(图 5):晚侏罗世—早白垩世,受近 EW—NE 向断裂的控制,形成了数个南、北双断的非对称地堑式断陷,总体南深北浅;始新世—渐新世,受 NNE 向断裂的控制,北黄海盆地在中生代沉积拗陷的基础上形成了数个东、西双断的非对称地堑式断陷(如中部拗陷和南部凹陷群之各凹陷)或单断的半地堑(箕状)断陷(如西部拗陷和东部拗陷),其中渐新世断陷多为半地堑(箕状)断陷;新近纪属于北黄海盆地的热沉降拗陷期,整个新近纪沉积为一套平行—亚平行、水平—近水平结构的砂泥岩互层,构造变形极其微弱,沉积厚度总体呈现由中心向四周变

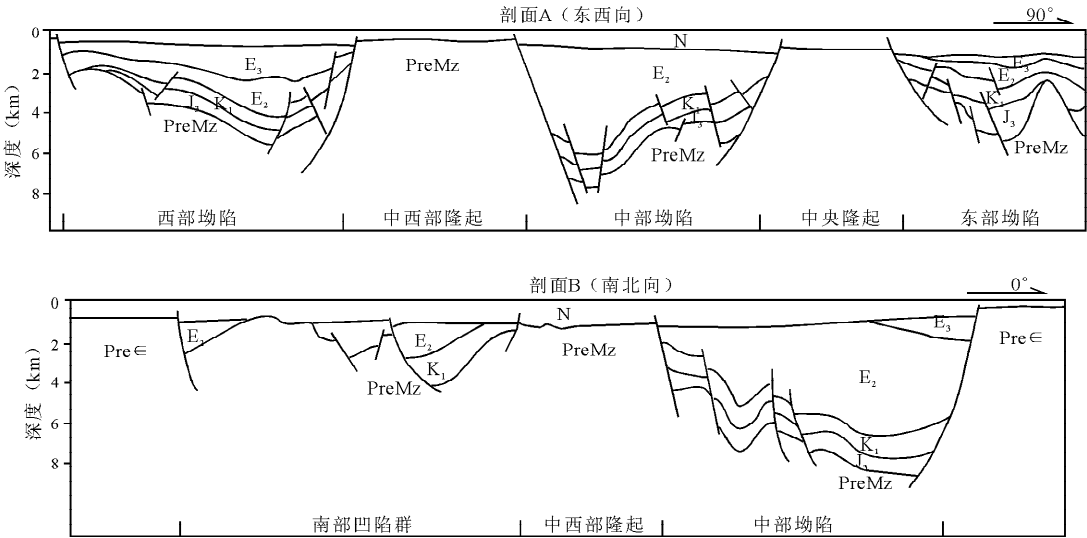


图 5 北黄海盆地拗陷结构剖面
Fig. 5 Profiles of depression structure of North Yellow Sea basin

薄、上超的特点。

3.6 两期伸展成盆与一期拗陷成盆

叠合盆地是由两个或两个以上成盆期所形成的沉积—构造组合垂向叠置而成。根据北黄海盆地的综合沉降曲线(图 6)及其构造演化史(李文勇等, 2006b),北黄海中、新生代盆地经历了三大演化阶段,即两期伸展成盆阶段与一期拗陷成盆阶段。中生代(晚侏罗世—早白垩世)属于北黄海盆地的第一伸展断陷成盆期,古近纪(始新世—渐新世)是北黄海盆地的第二伸展断陷成盆期,新近纪则属于北黄海盆地的热沉降拗陷期。其中第二伸展断陷成盆期(始新世—渐新世)对第一期伸展断陷盆地具有一定的改造作用。

由此可见,北黄海中、新生代盆地发育的三大构造层、自成体系的含油气系统、边界断裂的多期活动性、中生代沉积中心的迁移性、不同成盆期的不同盆地结构以及两期伸展成盆与一期拗陷成盆的垂向叠置等特点,反映了一个叠合盆地所特有的性质,因此,北黄海中、新生代盆地属于一个典型的叠合盆地。

4 结论

(1)基于盆地边缘相发育、沉积减薄和地层尖灭明显、盆地面积和形态与原型盆地基本一致、沉积物镜质体反射率所反映的埋深与现今埋深基本相符等方面的证据,认为现今呈现的北黄海中、新生代盆地不是残留盆地。

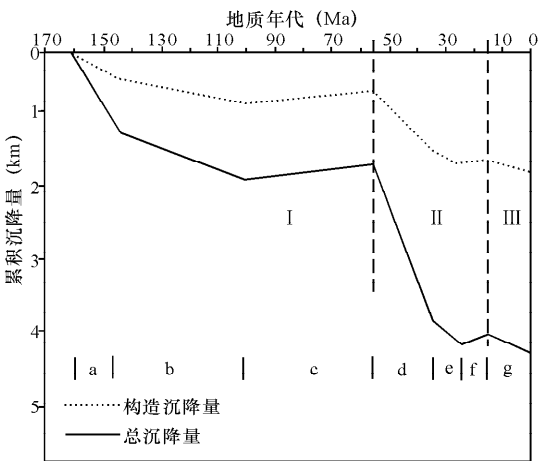


图 6 北黄海盆地综合沉降曲线

Fig. 6 Comprehensive subsidence curve of North Yellow Sea basin

I—中生代伸展断陷期; II—古近纪伸展断陷期;
III—新近纪拗陷期

I—Mesozoic extension faulted depression stage; II—Paleogene extension faulted depression stage; III—Neogene depression stage

(2)通过盆地三大构造层的发育、自成体系的含油气系统、边界断裂的多期活动性、中生代沉积中心的迁移性、不同成盆期具有不同的盆地结构以及两期伸展成盆与一期拗陷成盆的垂向叠置等方面的综合分析,确定北黄海中、新生代盆地为叠合型盆地。

(3)通过北黄海中、新生代盆地的分析,探讨了残留盆地与叠合盆地的综合对比研究方法,为其它类似盆地的分析提供了参考。

致谢:本文所涉及的研究工作得到了中国工程院金庆焕院士、广州海洋地质调查局前任总工程师黄永祥教授、副总工程师吴能友教授和张光学教授以及地科处等大力支持和指导,在此深表谢意!

参 考 文 献

杜旭东,漆家福,陆春生. 1997. 沉降史反演的现状与应用. 世界地质, 16(2):23~27.

冯志强,姚永坚,曾祥辉. 2002. 对黄海中、古生界地质构造及油气远景的新认识. 中国海上油气, 16(6):367~373.

何登发,贾承造,童晓光,王桂宏. 2004. 叠合盆地概念辨析. 石油勘探与开发, 31(1):1~7.

黄宗理,张弼弼主编. 2005. 地球科学大辞典——应用学科卷. 北京:地质出版社,191~193.

李乃胜. 1995. 黄海三大盆地的构造演化. 海洋与湖泊, 26(4):354~362.

李文勇,李东旭,王后金. 2006a. 北黄海盆地构造几何学研究新进展. 地质力学学报, 12(1):18~26.

李文勇,李东旭,夏斌. 2006b. 北黄海盆地构造演化特征分析. 现代地质, 20(2):268~276.

林畅松,张燕梅,李思田,任建业,张英志. 2004. 中国东部中生代断陷盆地幕式裂陷过程的动力学响应和模拟模型. 地球科学——中国地质大学学报, 29(5):583~588.

刘光鼎. 1997. 试论残留盆地. 勘探家, 2(3):1~4.

刘丽峰. 2002. 残留盆地研究综述. 地球物理学进展, 17(4):575~581.

张家骅. 1993. 残留盆地的判别标志及石油地质意义. 地球科学——中国地质大学学报, 18(6):735~740.

周荔青,杨盛良,张淮. 2002. 中国主要海相残留盆地油气成藏系统特征. 中国石油勘探, 7(3):31~38.

Du Xudong, Qi Jiafu, Lu Chunsheng. 1997. Application and present situation of subsidence backwards. World Geology, 16(2):23~27(in Chinese with English abstract).

Feng Zhiqiang, Yao Yongjian, Zeng Xianghui. 2002. New understanding of Mesozoic-Paleozoic tectonics and hydrocarbon potential in Yellow Sea. China Offshore Oil and Gas (GEOLOGY), 16(6):367~373(in Chinese with English abstract).

He Dengfa, Jia Chengzao, Tong Xiaoguang. 2004. Discussion and analysis of superimposed sedimentary basins. Petroleum Exploration and Development, 31(1):1~7(in Chinese with English abstract).

- Hongzhen Wang, Xuanxue Mo. 1995. An outline of tectonic evolution of China. *Episodes*, 18(1): 6~16.
- Hu Wangshui, Lu Bingquan, Zhang Wenjun, Mao Zhiguo, Leng Jun, Guan Dayong. 2005. An approach to tectonic evolution and dynamics of the Songliao basin. *China Journal of Geology*, 40(1):16~31.
- Huang Zongli, Zhang Liangbi. 2005. A dictionary of earth sciences-applied subjects. Beijing:geological publishing house, 191~193 (in Chinese).
- Li Naisheng. 1995. Tectonic evolution of three structural basins in the Yellow Sea. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 26(4):354~362(in Chinese with English abstract).
- Li Wenyong, Li Dongxu, Wang Houjin. 2006a. Research progress on structural geometry of the North Yellow Sea basin. *Journal of Geomechanics*, 12(1): 18~26 (in Chinese with English abstract).
- Li Wenyong, Li Dongxu, Xia Bin. 2006b. Characteristics of Structural Evolution of North Yellow Sea Basin. *Geoscience Journal of Graduate School, China University of Geosciences*, 20(2):268~276(in Chinese with English abstract).
- Lin Changsong, Zhang Yanmei, Li Sitian, Ren Jianye, Zhang Yingzhi. 2004. Episodic rifting dynamic process and quantitative model of Mesozoic Cenozoic faulted basins in eastern China. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 29(5): 583~588 (in Chinese with English abstract).
- Liu Guangding. 1997. Preliminary discussion on residual basins. *Petroleum Explorationist*, 2(3):1-4 (in Chinese with English abstract).
- Liu Lifeng. 2002. A review of residual basin research. *Progress in Geophysics*, 17(4): 575~581 (in Chinese with English abstract).
- Lobkovsky L I, Cloetingh S. 1996. Extensional basin of the former Soviet Union-structure, basin formation mechanisms and subsidence history. *Tectonophysics*, 226:251~285.
- Mac Gregor D S. 1996. Fractors controlling the destruction or preservation of giant light oilfields. *Petroleum Geoscience*, (2): 197~227.
- Massoud M S, Scott A C, Killops S. D., et al. 1991. Oil source rock potential of the lacustrine Jurassic Sim Uuju formation, West Korea bay basin. Part I : Oil source rock correlation and environment of deposition. *Journal of Petroleum Geology*, 14(4):365~386.
- Massoud M S, Scott A C, Killops S D. 1993. Oil Source rock potential of the lacustrine Jurassic Sim Uuju formation, West Korea Bay Basin. Part II : Nature of the organic matter and hydrocarbon-generation history. *Journal of Petroleum Geology*, 16(3):265~284.
- Reemst P, Cloetingh S. 2000. Polyphase rift evolution of the Voring Margin: constraints from forward tectonostratigraphic modeling. *Tectonics*, 9(2):225~240.
- Sengor A M, Natalin B S. 1996. The tectonic evolution of Asia. Cambridge: Cambridge university press, 256~282.
- Zhang Jiahua. 1993. Distinguishing criteria of relict basin and their significance in petroleum geology. *Earth Science-Journal of China University of Geosciences*, 18(6):735~740 (in Chinese with English abstract).
- Zhou Liqing, Yang Shengliang, Zhang Huai. 2002. Characteristics of oil and gas reservoir systems in China's main marine residual basins. *China Petroleum Exploration*, 7(3):31~38(in Chinese with English abstract).

Meso-Cenozoic North Yellow Sea: Residual Basin or Superimposed Basin?

LI Wenyong¹⁾, ZENG Xianghui²⁾, HUANG Jiajian²⁾

1) *China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing, 100083;*

2) *Guangzhou Marine Geological Survey, Ministry of Land and Resources, Guangzhou, 510760*

Abstract

Based on the latest survey data and regional tectonic setting, this paper discussed the type of the Meso-Cenozoic North Yellow Sea basin using the analytical method and criteria of basin. Evidence of basin-margin facies, sediment thinning, area and morphology of basin, and vitrinite reflectance of sediments, indicates that the Meso-Cenozoic North Yellow Sea basin present nowadays is not a residual basin. Comprehensive analysis of three developed structural layers, petroleum system in their style, polycyclic activities of marginal faults, migration of Meso-Cenozoic sedimentation center, various basin structures in different basin period, and vertical stacking about two terms extension basining and one term depression basining suggests that the Meso-Cenozoic North Yellow Sea basin belongs to a superimposed basin.

Key words: North Yellow Sea; Meso-Cenozoic; residual basin; superimposed basin