

济阳坳陷新老第三纪地层间断面研究

吴智平 史卜庆 周瑶琪 李建明

(石油大学油气资源与环境地质研究所, 山东东营 257062)

济阳坳陷新老第三纪地层间断面是一个下剥上超面。界面之下为断陷沉积,受构造抬升作用的影响地层受到强烈剥蚀,从凸起到凹陷地层时代由太古代逐渐变化为中、新生代;地层接触关系由非整合接触逐渐变为平行不整合;裂变径迹和镜质体反射率资料反映出地层剥蚀量也存在明显差异,凸起上约6 000~8 000 m,凹陷内不到100 m。界面之上为坳陷沉积,馆陶组下段为填平补齐沉积,上段为披覆沉积,盖在所有凸起和凹陷之上。这些特征体现了济阳坳陷由断陷阶段断块掀斜运动到整体抬升、剥蚀夷平再到坳陷阶段整体沉降运动的演化过程。

关键词 N/E 间断面 剥蚀量 形成过程 济阳坳陷

第一作者简介 吴智平 男 31岁 讲师(硕士) 古生物学与地层学

目前,人们普遍认为渤海湾盆地上第三系与下第三系的分界面(以下简称为N/E界面)是一个全盆地发育的地层间断面,其特征表现在如下两方面:(1)馆陶组底部的一套厚约20~150 m的浅灰色厚层砂砾岩披覆在老第三纪的地层之上,呈现出明显的地震反射界面(即胜利油区T1地震反射面),界面上下的地层为不整合接触;(2)馆陶组的生物化石以 *Sporotrappoidites minor*, *Caryapollenites*, *Magnastriates*, *Juglanspollenenils* 为代表,而下伏最新的地层东营组中则是以 *Chinocypris dongyingensis*, *C. xingdianensis*, *Candona laevigata*, *Sphaerochara minor*, *Juglandaceae*, *Tiliaepollenites indubitabilis* 为代表,二者生物组合面貌迥异^[1]。

渤海湾盆地N/E间断面的发育正处在盆地由裂陷阶段向坳陷阶段的过渡时期,其上覆、下伏地层的沉积格架和构造背景均发生了巨大的改变,深入研究该间断面,对于我们了解盆地在转型时期的演化过程具有重要的理论意义;此外,N/E间断面对于油气运移、聚集成藏有重要影响^[2],因此对其进行研究与探讨对油气勘探实践具有指导意义。

鉴于此,本文将以济阳坳陷为例,对渤海湾盆地N/E间断面进行研究。

1 N/E 间断面的形成过程

济阳坳陷是渤海湾盆地中的一个次级构造单元,东部与郯-庐断裂带相邻,南部以齐-广断裂为界,西部和北部以埕宁弧形隆起为界。坳陷内多凸多凹,呈SW收敛、NE撒开的格局(图1)^[3]。

济阳坳陷在早第三纪时期主要为裂陷沉降过程,经历了多个“幕式”的伸展期。构造运动

* 本文为石油天然气总公司中青年创新基金项目“渤海湾盆地N/E间断面的精细时间结构研究”的阶段性研究成果

继承了燕山运动的特点,主要表现为铲式正断层控制的断块掀斜运动(图 2),呈北断南超的“箕状凹陷”,地层倾角自下而上逐渐由陡变缓,地层呈楔状向半地堑构造斜坡方向减薄尖

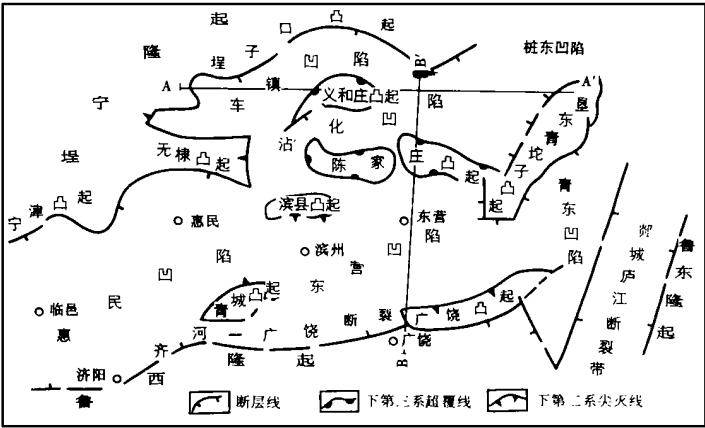


图 1 济阳拗陷构造单元略图^[3]

灭^[4, 5]。早第三纪后期的东营组沉积期是盆地裂陷沉降过程的晚期,湖盆面积缩小,湖水深度变浅,由沙河街组一段的深湖相沉积转变为浅湖相、河流相沉积。发生于早第三纪末期的喜山运动东营幕使得华北地区整体抬升,标志着盆地裂陷发育阶段的结束。

晚第三纪开始,渤海湾盆地开始进入了拗陷发育阶段,于裂陷盆地盖层之上充填了一套以河流相为主的上第三系-第四系红

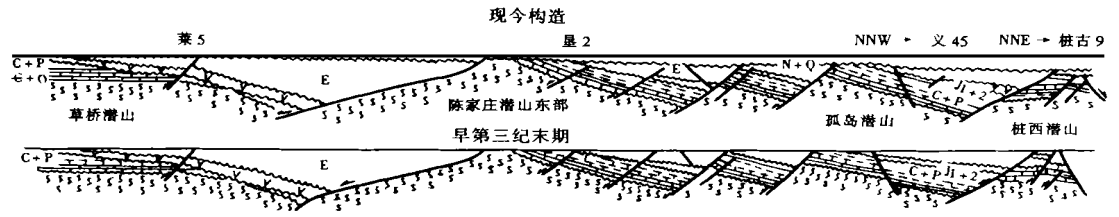


图 2 济阳拗陷构造发展阶段图^[4]

色碎屑岩建造。沉积初期整个拗陷呈现出凸凹相间,西南高东北低的地貌特征,东营凹陷与鲁西隆起、陈家庄凸起高差分别大于 900 m 和 300 m,沾化凹陷与陈家庄凸起、义和庄凸起的高差分别大于 950 m 和 900 m,车镇凹陷与埕宁隆起、义和庄凸起的高差大于 500 m(图 3)。

馆陶组可分为上下两段,下段基本继承了早第三纪沉积的特点,凹陷中部地层厚度大,层序全,朝隆起、凸起方向地层逐渐减薄、具超覆现象,是一个截凸填凹、填平补齐的沉积过程。至上段沉积期,已基本趋于平原化,沉积作用以河流为主,发育有河道沉积、河道间沉积、河道边缘沉积、泛滥平原沉积披覆在所有的凹陷和凸起之上,地层厚度、岩性及分布在全区范围内均较稳定(图 3)。

因此,N/E 界面是一个下剥上超的沉积间断面,而且在盆地的不同位置,其上覆、下伏地层的接触关系不同。地震反射特征显示 N/E 界面上下地层存在着三种不同类型的接触关系(图 4)。凸起的顶部,馆陶组披覆在太古代泰山群(Art)之上,为非整合接触关系;凸起的斜坡带,馆陶组与下伏古生代、中生代及部分新生代地层呈角度不整合接触;凹陷中部,馆陶组与东营组为平行不整合接触关系。N/E 界面上下地层接触关系的横向差异性,以及 N/E 界面之下的地层年龄从凸起到凹陷逐渐由老变新的特征,体现了渤海湾盆地由裂陷阶段的断块掀斜运动—整体抬升、剥蚀均夷—拗陷阶段的整体沉降运动的演化过程。

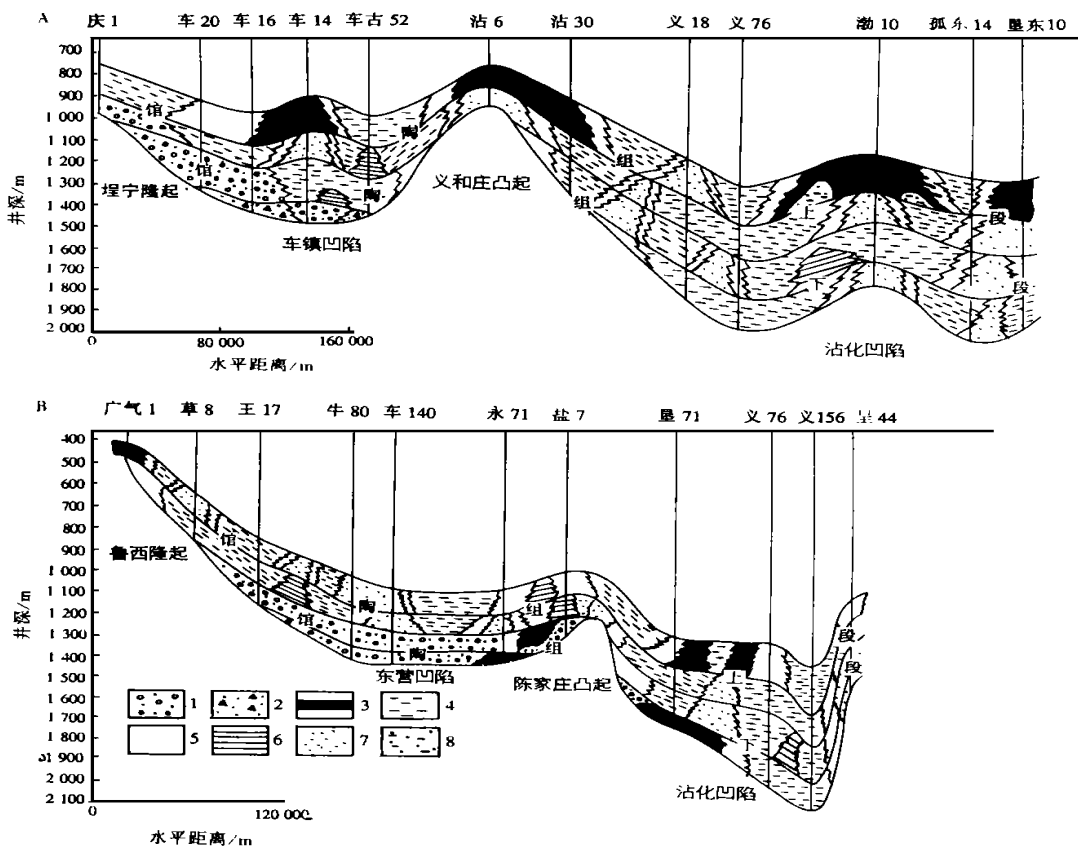


图 3 济阳拗陷馆陶组沉积相分析图(剖面位置见图 1)

1—冲积扇; 2—坡积带; 3—洪泛沉积, 冲积平原; 4—河道沉积; 5—河道边缘; 6—心滩; 7—河道间沉积; 8—废弃河道

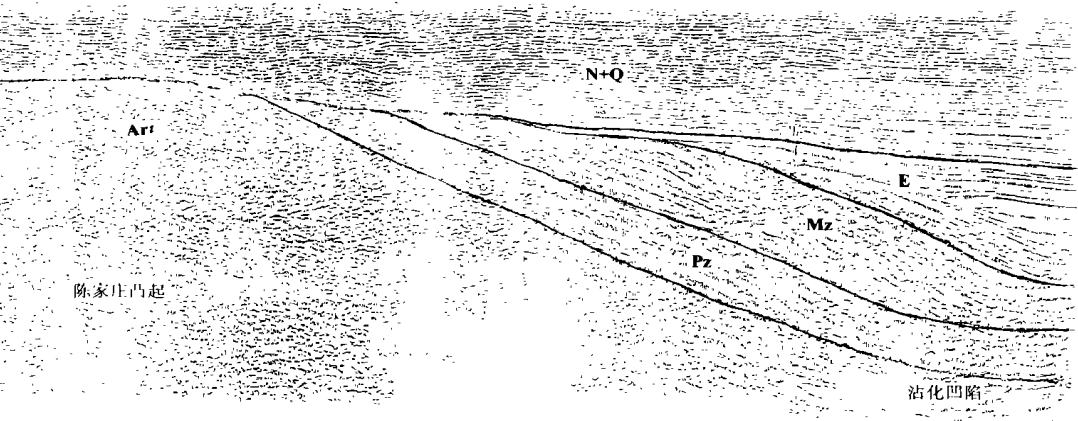


图 4 济阳拗陷南北向 602.4 测线陈家庄凸起北坡地震剖面图

2 N/E 间断面地层剥蚀量的横向差异

济阳拗陷 N/E 界面代表了地层层序的间断, 体现了由沉积环境到侵蚀环境和非沉积环境

再到沉积环境的基本转变。间断面所代表的缺失的地质时间可以分为两部分,即剥蚀掉的地层所代表的时间和暴露风化(即无沉积间断)的时间,其中前者又包括剥蚀掉的沉积物沉积所需的时间和将其剥蚀所需的时间^[6]。

通过对济阳拗陷 N/E 间断面的形成过程分析,可知在盆地中不同的构造位置间断面下伏地层剥蚀量存在很大差异,从凸起—斜坡—凹陷中心地层剥蚀量顺次减少。以陈家庄凸起及其北侧的沾化凹陷为例,在断块扬起端陈家庄凸起的顶部,馆陶组直接披覆在太古代泰山群(Art)之上,缺失了近 24.5×10^8 a 的地质时间记录;而在断块下降端沾化凹陷中心位置,自中生代断块掀斜运动以来下降深度为 8 000~10 000 m(以 N/E 界面为基准面)。依据断块掀斜运动的特点进行粗略推算(图 5),陈家庄凸起地层剥蚀量的最大厚度应不小于 6 000~8 000 m。当然,这么大的地层剥蚀量并非是东营运动一次造成的,自燕山运动以来,经历了多次构造运动,遭受了多次剥蚀,因此在陈家庄凸起顶部的馆陶组底面实际上是多个间断面叠加在一起的复合间断面。自陈家庄凸起向北,馆陶组顺次披覆在古生代、中生代、新生代早第三纪的地层之上,直至沾化凹陷中心与东营一段形成平行不整合接触, N/E 间断面(准确地说,应该是馆陶组底面)所代表的缺失时间从 24.5×10^8 a 递减为零点几个百万年,地层剥蚀量从 8 000~6 000 m 递减为几百米,甚至不到 100 m。

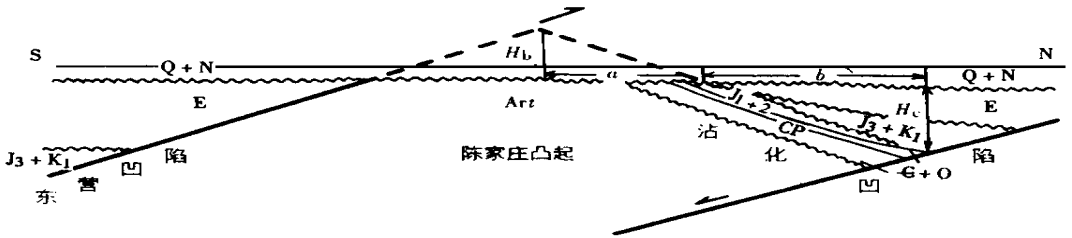


图5 陈家庄凸起-沾化凹陷断块掀斜运动特征略图

H_b —剥蚀厚度; H_c —沉降深度; 两者关系为 $H_b = H_c \times a/b$

就整个济阳拗陷而言,内部各凹陷 N/E 界面的地层剥蚀量也存在着很大的差异。东营运动造成全盆地抬升,南部惠民凹陷东营组上部的东营组一段完全缺失,东营凹陷东营组一段较薄,仅为 20~40 m,推算抬升剥蚀厚度约为 200 m^[7];而北部的沾化、车镇凹陷,东营组一段保存下来的厚度可达 110 m, N/E 界面上下没有出现明显的温度跃变和间断,体现出相对连续沉积的古地温特征^[8],这说明,即使沾化凹陷 N/E 界面存在地层间断的话,其剥蚀量也很小。因此,整个济阳拗陷 N/E 界面的地层剥蚀量呈现出南大北小的特点。

3 N/E 间断面的构造成因

3.1 板块碰撞作用

在 34~40 Ma 时,太平洋板块与菲律宾板块的运动方向发生突然性的转变,由 NNW 向转变为 NWW 向,向西运移速度约为 9 cm/a。这种运动方向的突变,使得我国东部在早第三纪末(23.3 Ma)形成了以 NWW 向为最大主压应力方向的应力场^[9],造成了郯庐大断裂渐新世末期由右行剪切拉开到左行剪切挤压的转变。济阳拗陷及其边缘的鲁西隆起、埕宁隆起可以看作郯庐断裂与聊考断裂和沧东断裂之间的应变椭球体,断裂构成一对力偶,通过应变椭球体的作用使水平运动转变为升降运动^[10],造成区域抬升,形成 N/E 间断面。

3.2 岩石圈的弹性回返

在早第三纪, 渤海湾盆地由于莫霍面隆起形成“地幔柱”, 使得地壳产生极大的拉张量^[11], 形成裂隙盆地; 到早第三纪末期, 地幔柱消蚀、收缩, 由地幔柱上涌而产生的拉张力逐渐减弱、消失。这时岩石圈发生弹性回返, 使盆地区产生构造反转, 形成了 N/E 间断面。

3.3 均衡补偿作用

由于地幔上涌, 产生热异常, 导致地壳及上地幔物质密度的侧向变化, 使得渤海湾盆地区的布格重力值 Δg 明显小于盆地外围区^[11]。当渐新世末期拉伸作用减弱后, 均衡补偿作用可导致岩石圈内负载区对补偿区的侧向水平挤压, 引起区域隆升。

上述几方面仅仅是渤海湾盆地形成 N/E 间断面可能的构造成因, 还有待于今后进行更深入细致的研究求证。

参 考 文 献

- 1 姚益民, 梁鸿德, 蔡治国, 等. 中国油气区第三系(渤海湾盆地油气区分册). 北京: 石油工业出版社, 1993. 1~ 97
- 2 胡见义, 徐树宝, 刘淑萱, 等. 非构造油气藏. 北京: 石油工业出版社, 1986. 104~ 131
- 3 胜利油田石油地质志编写组. 中国石油地质志(卷六): 胜利油田. 北京: 石油工业出版社, 1993. 18~ 141
- 4 王秉海, 钱凯. 胜利油区地质研究与勘探实践. 东营: 石油大学出版社, 1992. 23~ 75
- 5 漆家福, 张一伟, 陆克政, 等. 渤海湾盆地新生代构造演化. 石油大学学报(自然科学版), 1995, 19(增刊): 1~ 6
- 6 吴智平, 李守军, 周瑶琪. 地层间断面的时间结构研究综述. 石油大学学报(自然科学版), 1998, 22(6): 1~ 5
- 7 郭随平, 施小斌, 王良书. 胜利油区东营凹陷热史分析. 石油与天然气地质, 1996, 17(1): 32~ 36
- 8 杨绪充. 济阳拗陷中新世代古地温分析. 石油大学学报(自然科学版), 1988, 12(3): 23~ 33
- 9 万天丰. 中国东部中、新生代板内变形构造应力场及其应用. 北京: 地质出版社, 1993. 60~ 69
- 10 陈嘉树. 济阳运动的特点及其对济阳拗陷的影响. 石油实验地质, 1993, 15(1): 86~ 99
- 11 李德生. 渤海湾含油气盆地的构造特征与油气田分布规律. 见: 张文昭, 编. 中国陆相大油田. 北京: 石油工业出版社, 1997. 120~ 134

A STUDY ON HIATUS SURFACE OF NEOGENE-EOGENE IN JIYANG DEPRESSION

Wu Zhiping Shi Buqing Zhou Yaoqi Li Jianming

(Institute of Petroleum Resource & Environmental Geology, Petroleum University, Dongying, Shandong)

Abstract

The hiatus surface of Neogene-Eogene in Jiyang Depression is situated between underlying erosion and overlap strata. Under the boundary, there were sediments formed in faulted depression and were eroded due to tectonic uplift. The stratigraphic ages of the sediments gradually changed from Archeozoic on uplifts to Mesozoic and Cenozoic in sags; the stratigraphic connection changed from nonconformity to parallel unconformity; the erosion amounts changed from 6 000– 8 000 m on uplifts to less than 100 m in sags. On the the boundary, there were sediments formed in depression. The lower part of Guantao Formation is filled-in deposit, the upper part is drape deposit covering all uplifts and sags. These properties indicate that the depression underwent the evolution process of fault subsiding $\rightarrow$ sloping $\rightarrow$ uplifting $\rightarrow$ eroding $\rightarrow$ subsiding.