

试论一种“滨海岛湖”沉积环境 及其形成背景的初步分析

陈焕疆

殷耀南

(地质矿产部石油地质中心实验室)

(地质矿产部华东石油地质局)

本文主要涉及南岭以北、阴山以南、豫西以东地区的一系列陆相中、新生代盆地。这些盆地的早第三纪沉积因赋存有较丰富的油气和其它一些矿产而成为地质勘探的重要对象。近年来,由于海相化石的不断被发现,从而使人们对“陆相生油”等问题备加关注。值得注意的是,这种淡化海水内侵型陆相沉积,反映了一种特殊的“滨海岛湖”(多凹多凸)环境(朱夏、陈焕疆,1982)。我们试图对其沉积环境、形成背景和石油地质条件作以下的讨论和探索。

一、“滨海岛湖”沉积环境分析

早在二十世纪初期,日人河岛氏(1914)在旅顺黄金山下东港地区修建工程时,曾掘出黝色泥灰岩(?),含有以下第三纪海相化石 *Ostrea* sp., *Arca* sp., *Macoma of Nasuta Conrad*, *Cytherea* sp., *Cyclina* sp., *Columbella* sp. 等(园山市太郎,1919),但这发现长期未被重视。七十年代以来,由于先后在江汉盆地、华北盆地、苏北盆地、宣(城)广(德)盆地和苏南直溪桥拗陷、浙江长河拗陷、江西清江拗陷等下第三系中发现了海相化石(汪品先等,1974;宋之琛等,1978;严钦尚等,1979),无疑表明了这些下第三系沉积并非单一的陆相沉积。就目前资料分析,这些海相化石或含海相化石沉积层的分布,具有一定的规律性。其主要特征是:

(一)在平面上,它们分布于现今大河系附近的盆地或拗陷中(图1)。

从现代江、河、湖、海之间海相生物的种属演化与联系(汪品先,1982)看,分布在黄河流域(华北盆地)、辽河流域(下辽河拗陷)、长江流域(江汉盆地、宣广盆地、直溪桥拗陷、苏北-南黄海盆地),以及钱塘江附近(长河拗陷)、赣江附近(清江拗陷)下第三系中的海相化石,它们同样可能分别与古黄河、古淮河、古长江等当时曾与海相通的大河系有一定的联系。

(二)在纵向上,“含海相化石沉积层”及其海相化石仅出现在剖面的某些层段海相化石与淡水至半咸水型化石共生,其属种又以较为单调为特色。它们主要赋存在盆地水体扩大而盐度相应增高的时期。如苏北盆地古新世一始新世的泰州组和阜宁组的六

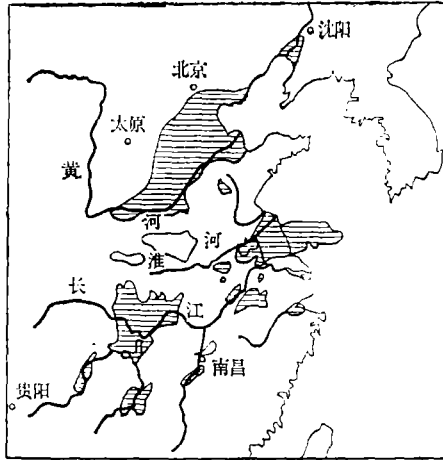


图1 下第三系中有海相化石的盆地(水平影线者)分布略图

Fig. 1 Location map of basins where there are marine fossils in Paleogene

个层段中, 泰州组二段 (E_t^2)、阜宁组二段 (E_f^2) 和四段 (E_f^4) 不仅分布范围较大, 水域较宽广, 同时它们又是低电阻岩性段, 这些地方还夹有石膏薄层和条带, 反映沉积时水体盐度相对较高。另外, 泰州组一阜宁组所含介形类简单分异度, 半咸水型分子和淡水型分子的分布状况也表明泰州组二段、阜宁组二段和四段沉积古盐度相对较高。而有孔虫、多毛纲虫管、海相介形类及与海侵有关的鱼类等正是出现在水体扩大、盐度增高的泰州组二段、阜宁组二段和四段中(图2)。华北盆地济阳拗陷等同样具有这种规律(汪品先等, 1982)。

这种特征显然与一般内陆湖盆由于水体扩大而盐度降低、水体收缩则盐度增高的情况相反。这无疑反映了海相化石和含海相化石沉积层的出现是海水内侵的结果。

(三) 各盆地中的含海相化石沉积层在盆地与盆地之间彼此不连续, 但层位稳定
苏北盆地阜宁组四段上部产海相类介形虫膨胀新单角介 *Neomonoceratina bullata* 及其雄体延长新单角介 *N. Porrecta* Chen 的层位, 就具有厚度不大、层位稳定、分布广泛的特征(李道琪等, 1980)¹⁾。苏北盆地, 直溪桥拗陷, 宣广盆地, 来安—嘉山地区, 南黄海盆地以及长河拗陷等都有分布。该层段常夹有灰岩薄层和条带, 局部有石膏薄层或条带。其中所产上述海相类介形虫在上下层位中都没有演化关系的属种。

这种含海相化石沉积层的分布和岩性特征以及海相化石的产出情况表明, 这些海相类介形虫是盆地水体扩大, 盐度增高的同时突然地生长发育的, 随后又较快地消失。同时也表明在较大区域范围内的不同盆地中这些介形虫的生长发育和含海相类化石沉积层的沉积是近乎同时的。虽然盆地彼此分隔, 但可能存在一定的联系。

上述特征反映中国东部下第三系沉积是一个地域广阔, 其中发育有许多被隆起或凸起分隔的低海拔的断陷—拗陷型的湖盆和沼泽, 它们以大河系相互联系并与海相通, 海侵时期海水可循大河系内侵入湖的这样一种较特殊的“滨海岛湖”沉积环境。

1) 李道琪, 苏北下第三系阜宁组沉积区划的初步探讨, 1980。

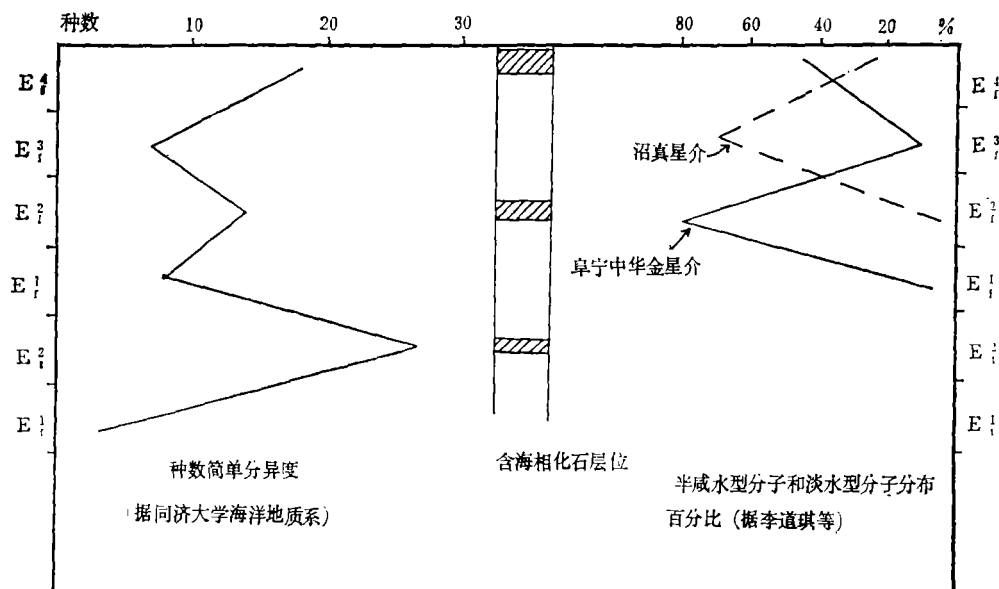


图2 含海相化石层位与介形类种数简单分异度和半咸水型分子和淡水型分子分布百分比之间的对应关系

Fig. 2 Comparison of the beds bearing marine fossils with the curve by diversity of Ostracoda and the curve by percentage of brackish-water types of fossils and fresh-water types

笔者认为与海平面相对上升联系的海水内侵是滨海岛湖环境的重要特征。由Vail (1977) 提出并在以后由Vail和Hardenbol (1979) 修改的新生代全球海面变动历史表明, 自白垩纪以来海平面总的是下降, 但其中穿插有一些海平面的上升。这种全球性海平面变化对中国东部下第三系沉积有何影响? 据苏北盆地地下第三系岩性特征和旋回特征

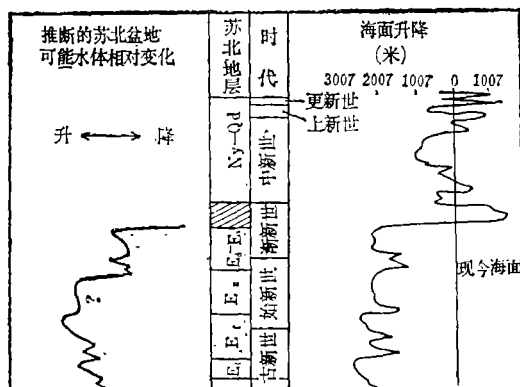


图3 苏北盆地可能的水体变化与全球性海面变动周期的对照

Fig. 3 Comparison of the water body change in northern Jiangsu Basin with global cycles of relative change of sea level

划分的层序和水体相对变化与Vail等的新生代全球海面变动周期(图3)十分相似。同样,根据地震剖面作出的苏北盆地水体相对升降曲线,也可以与新生代全球性海面升降曲线对比,其可比性达到二级近似(崔志诚等,1983¹⁾)。因此苏北盆地虽然主要为陆相盆地,但其沉积可能仍受全球性海面变化的控制,盆地水体的兴衰直接受海平面变化的影响,标志海水内侵的含海相化石沉积层的沉积是与全球性海平面的上升相联系的。因此,滨海岛湖环境中的盆地或拗陷的沉积虽有各自的特点,但总体上可能都受全球性海面变化的控制或影响。

二、“滨海岛湖”环境形成的构造背景

中国东部早第三纪“滨海岛湖”环境的形成和海水的内侵与中国大陆边缘发生在晚燕山到早喜山期的变格运动相联系。这一时期的主要特点是地壳缩短的机制通过大规模断层走向滑动来实现的(朱夏、陈焕疆,1982)。此时,青藏特提斯构造域因侏罗—白垩纪洋壳封闭和印度大陆向北接近以及它们受西太平洋边缘南北向转换断层的阻抗,曾促使欧亚大陆岩石圈通过古亚州台槽镶嵌体中业已存在的东西至北西西向断裂向东蠕散扩张。沿着祁连—秦岭—淮阳一线,北西西向的右旋平移断裂改变了过去的山前挤压状态,在此断裂滑移相伴随的拉张与升降活动中形成了一系列北西到北西西向盆地。在此影响下,原来左旋活动的郯庐断裂也转为右旋。使冀鲁豫苏广大区域中同时形成一系列北东至北北东向拉张断陷盆地,从而在印支—燕山早期东升西降的构造背景上的、多出现了燕山晚期—喜山早期的西升东降的崭新格局,形成了相对低海拔的、地域广阔凹多凸的“滨海岛湖”环境发育的构造基础。

在上述的滨海岛湖区以东,现今的九州—帛琉脊是当时库拉—太平洋板块和欧亚—特提斯板块的边界。由于库拉—太平洋板块向北移动比特提斯板块快得多,在白垩纪或早第三纪时,库拉—太平洋脊西端已俯冲在日本附近的亚洲大陆边缘之下(Uyeda Miyashiro, 1974; Hilde等,1976),并打开了晚白垩纪至/或第三纪的日本海盆(Hilde Wageman, 1973; McElhinney, 1973; 本座, 1973, 木村, 1974)。最近井上英二(1982)在分析朝鲜、日本的白垩系和第三系发育情况后也认为日本海盆大致是在这时期打开的。

在东海盆地,晚白垩世到早第三纪形成的东部拗陷带是早第三纪的沉降中心,沉积厚度可达6公里,可能属于大陆边缘拗陷。而现今东海盆地西部广大区域,当时则是中国大陆克拉通的组成部分,晚白垩世到早第三纪的沉积、构造有与大陆“滨海岛湖”盆地相似的特征。在东部拗陷带西侧,下第三系向大陆方向变薄消失。澎湖钻井已证实缺失下第三系,台湾西部海岸平原钻井也查明,中新世岩层直接覆于有化石证明了的侏罗系到下白垩系基底上。说明在早第三纪时,“从对马北侧往西南方向有一大陆地块”(井上英二,1982),该大陆地块作为地障曾阻隔了大陆与大洋之间的联系。

上述早第三纪欧亚板块东部大陆边缘地质构造格局(图4)表明,主要是由于日本海盆的打开才提供了中国东部下第三系中含海相化石沉积层沉积时海水内侵的条件。对

1) 崔志诚等,苏北拗陷新生代隐蔽圈闭的研究,《文物技术通讯》1983年1期。



图4 早第三纪欧亚板块东部大陆边缘地质构造略图(据Jahak Koo改编)

Fig. 4 Structural framework of the eastern Eurasia plat marginal region during Paleogene (Modified after Jahak koo, 1980)

马岛的下第三系一般被认为是浅水三角洲相沉积,古水系的流向为西南向东北,水流注入日本海。这可能反映了当时大陆、水系和海的连系。鉴于朝鲜北部吉川、安州等地下第三系含煤地层的存在和中生代末块断运动特征,当时是否有水系穿过朝鲜北部与日本海相通也是值得考虑的。

三、“滨海岛湖”环境的石油地质条件

勘探证实,“滨海岛湖”环境有较好的石油地质条件,有丰富的油气资源。受全球性海平面变化控制或影响的盆地水体的兴衰,主要是在海水内侵时期构成良好的成油气岩系,而盆地水体的多次兴衰就造成了多旋回的成油气组合。

资料表明,伴随有海水内侵的盆地水体扩张期形成的以黑色泥页岩为主的细粒沉积,通常是较好的油源岩。由于盆地水体扩张的多期性和“滨海岛湖”总体沉降上的分隔性,油源岩在纵向上具有多层系的性质,在平面上不同盆地、甚至同一盆地内的不同次级凹陷也各具特点。油源岩有机物质主要属于混合型,既有高腊的高等植物腐殖型,又有富含脂肪的腐泥型。现已证实,混合型生油岩是冀中拗陷等盆地或拗陷的主力生油岩(王启军等,1982);东明拗陷下第三系生油层有机质类型为混合型(赵桂英等1982);苏北盆地主要源岩层阜宁组二段和四段的成油母质同样属混合型(费富安,1983¹⁾)。笔者认为,混合型生油岩是滨海岛湖环境生油岩的一大特征。生油岩地球化学指标也同样反映它们介于海、陆相生油岩之间而偏于陆相的特征(表1)。说明早第三纪“滨海岛湖”生油岩基本仍为陆源湖盆沉积性质。

盆地水体衰枯期沉积的砂体常有较好的储集性能。如苏北盆地有泰州组一段、阜宁

1) 费富安,苏北东台拗陷下第三系生油岩有机地化特征及含油远景,《华东石油地质》1983年第1期

组一段和三段, 以及戴南组等, 都见有油气。伴随有海水内侵的盆地水体扩张期形成有生物碎屑灰岩。灰岩在生物残骸之间有一定的孔隙, 可作为储集空间。特别其中的虫管灰岩, 孔隙发育, 连通良好, 是较好的储集岩, 并已获高产油气流。所以良好的储集层系不仅存在于水体衰枯期砂体沉积内, 而且也发育于水体扩张期碳酸盐岩中。除砂岩和生物碎屑灰岩外, 有些泥灰岩、沸石岩, 甚至玄武岩、辉绿岩等也具有一定的储集性能, 其中经测试获得了一定的油流。多层系、多类型储集层的发育是滨海岛湖环境石油地质又一特征。

中国东部早第三纪“滨海岛湖”盆地在以多凹多凸的构造格局和由断陷到拗陷的盆地转化以及有海水内侵参与的水体进退等条件影响下, 决定了“滨海岛湖”环境圈闭的多种形式和油气藏类型的多样性。在中国东部下第三系含油气盆地中, 主要发育以拉张断块运动为主要成因的各种断块和与之有关的各种构造, 如继承性隆起断块基础上发展起来的背斜、鼻状构造, 与生长断层有关的滚动背斜, 以及以中、古生界灰岩断块的断棱为主构成的古潜山等。同时, 由于多凹多凸的格局和在不平整盆地地面上水体进退的沉

表 1 几个拗陷生油岩的地化指标

Table 1 Geochemical compositional data for source rock in several basins of eastern China

拗陷	指 标 分 析 值	$C_{21}+C_{22}$	正 烷 烃 主 峰 碳	资 料 来 源
		$C_{23}+C_{24}$		
陆 相		0.6—1.2 ¹	大于 C_{24} ²	1 菲利普, 1974; 2 参考同济大学海洋地质系, 1980和武汉地质学院, 1978
东 台 拗 陷		1.17—3.9	$C_{19}-C_{27}$	赵炳堃, 1982; 费富安, 1983
冀 中 拗 陷		<0.6—>0.5	$C_{19}-C_{27}$	武汉地院, 1978; 王启军等1982,
东 明 拗 陷		0.76—2.39	$C_{18}-C_{27}$	赵桂英等, 1982
泌 阳 拗 陷			$C_{22}-C_{27}$	王启军等, 1982
海 相		0.5—5 ¹	小于 C_{20} ²	

积作用, 形成多种地层-岩性圈闭, 诸如地层超覆或不整合圈闭, 被泥质岩封闭的冲积扇砂体、浊积砂岩体、河道砂体、生物灰岩体等。这样的地层-岩性圈闭有些已在华北, 下辽河、泌阳、苏北等盆地被确证具有油气聚集。此处还存在一些与盐或泥刺穿有关的圈闭及与火成岩有关的圈闭。总之, “滨海岛湖”盆地的圈闭类型繁多, 相当丰富。它们通常成带成群出现, 并往往不同圈闭在剖面上叠加和平面上复合而构成复合圈闭类型, 增加了它们对油气的富集。

综上所述, 中国东部早第三纪“滨海岛湖”环境无疑是一种有利于油气形成、聚集的沉积-构造环境。对“滨海岛湖”环境的分析有利于加深认识中国东部下第三系盆地的油气规律和对近海大陆边缘盆地的开拓具有现实意义。

参 考 文 献

- [1] 朱夏、陈焕疆, 1982, 中国大陆边缘构造和盆地演化, 石油地质实验, 第3期。
- [2] 汪品先、闵秋宝、卞云华, 1982, 关于我国东部含油盆地早第三纪的沉积环境, 地质论评, 第28卷第5期。
- [3] Jahak koo, 1982, 朝鲜的海洋地质构造与地质资源潜能, 杨正义译, 海洋地质译丛第1期。
- [4] 井上英二, 1982, 对马海峡及周缘白垩系—第三系的地质学问题, 新星译, 海洋地质译丛第6期。
- [5] 王启军、徐献中、高品文, 1982, 我国东部陆相生油岩地球化学特征及其有机构造类型, 石油地质文集, 地质出版社。
- [6] 赵桂英、赵金玉、王士锦, 1982, 东明凹陷下第三系生油原始有机物质类型及丰度, 石油地质文集, 地质出版社。
- [7] 赵炯堃, 1982, 苏北东台坳陷下第三系油气高产富集条件探讨, 石油地质文集, 地质出版社。
- [8] M. Yokoyama, 1919, Tertiary of Port Arthur, The Journal of the Geological Society of Japan, Vol. 26. No. 314. P511

PRELIMINARY ANALYSIS OF THE SEDIMENTARY ENVIRONMENT OF "PARALIC ISLAND-LAKE SYSTEM" AND ITS FORMATIVE BACKGROUND

Chen Huanjiang

(Central Laboratory of Petroleum Geology, Ministry of
Geology and Minerals)

Yin Yaonan

(Petroleum Geology Bureau of Huadong, Ministry of Geology
and Minerals)

Abstract

There is a series of Ceno-Mesozoic basins located to the north of Nan-Ling, to the south of Yinshan and to the east of western He-Nan in eastern China. Recently, marine fossils have been found one after another in the Paleogene of these basins, the fact reflects that the sediments in the Paleogene are not exclusively non-marine ones.

The marine fossils and their embedded layers show the definite distributive regularity as follows: (1) Laterally, they appear in the basins or depressions near present-

major river systems, which were possibly connected with the sea in ancient times. (2) vertically, the marine fossils are only found in a few horizons of small thickness within the Paleogene and can be related to the period when the water bodies of these basins extended with increased salinity. It is inferred that these marine fossils resulted from the ingression of sea water. (3) The marine fossils are discontinuous each other among basins but their horizons are stable. The above mentioned characteristics imply that the Paleogene of Eastern China was deposited in many down-faulted or down-warped lacustrine and swampy basins which were drained through major river systems connected with the sea, and thus might be invaded by sea water. In this paper this kind of special sedimentary environment is called "Paralic island-lake system", characterized by the ingression of sea water due to the relative rise of sea level. The deposition in the basins or depressions of paralic island-lake system was probably controlled or affected by the global cycles relative changes of sea level.

The development of Paleogene paralic island-lake environment in Eastern China and the invasion of sea water can be attributed to the diktyogenesis of the Chinese continental margin from late Yenshanian to early HIMALAYA. This diktyogenesis brought about the development of the paralic island-lake system occupying a vast area of relative low attitude and sharp relief. In addition, the opening of the Japan Sea Basin provided the necessary condition for the ingression of sea water which was responsible for the deposition of the Paleogene marine fossils bearing horizons in Eastern China.

Paralic island-lake system is a kind of sedimento-tectonic environment favourable to the generation and accumulation of oil and gas. The sedimento-tectonic circumstance including the conversion of faultdown to warpdwn, the sharp relief, and the transgression/regession of waterbody involving sea water invasion determined the sedimentary strata of paralic island-lake system, which were composed of multiple source beds, mainly with mixed type organic matter, multiple reservoirs of various types, multiple forms of trap and multiple kinds of oil/gas pool. In a word, the environment of paralic island-lake system possesses a favoured condition in respect of petroleum geology.