

文章编号: 1001-6112(2008)01-0052-06

苏北盆地晚白垩世泰州期原型盆地恢复

任红民^{1,2}, 陈丽琼², 王文军², 陈平原²

(1. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029;

2. 中国石油化工股份有限公司江苏油田分公司, 江苏扬州 225012)

摘要:通过研究区域地震剖面、砂砾岩分布特征等, 确定苏北盆地晚白垩世原始盆地沉积边界; 研究重矿物分布特征、砂岩体展布特征及联井剖面等, 确定当时的沉积物源方向; 通过区域地震相与单井相的结合, 来恢复全区沉积相, 进而恢复当时的原型盆地。研究认为, 泰一段沉积时期, 以建湖隆起为界, 苏北盆地分为东台拗陷和盐阜拗陷 2 个大盆, 在这 2 个拗陷内的凸起控制着地层的沉积厚度, 沉积物源主要来自通扬隆起、鲁苏隆起和建湖隆起; 而泰二段沉积时期, 整个苏北盆地可能为一个盆, 东部以湖泊相沉积为主, 西部为河流相与泛滥平原相, 沉积物源来自通扬隆起和建湖隆起, 但规模较小。

关键词:沉积相; 泰州期; 晚白垩世; 原型盆地; 苏北盆地

中图分类号: TE121.1

文献标识码: A

RESTORATION OF PROTOTYPE BASINS OF LATE CRETACEOUS TAIZHOU PERIOD IN THE NORTHERN JIANGSU BASIN

Ren Hongmin^{1,2}, Chen Liqiong², Wang Wenjun², Chen Pingyuan²

(1. Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China;

2. Jiangsu Oil Field, SINOPEC, Yangzhou, Jiangsu 225012, China)

Abstract: Based on studies of regional seismic profiles and conglomerate distribution characteristics, original deposition boundaries of the Northern Jiangsu Basin during late Cretaceous are confirmed. Researches of heavy minerals distribution, sandstone thickness changes and connected profiles of wells have found out sedimentary sources. Combining seismic facies and single-well facies, sedimentary facies of the region are restored; hence the prototype basin is also restored. When the 1st member of Taizhou Formation of Upper Cretaceous is deposited, the Northern Jiangsu Basin is divided into the Dongtai Depression and the Funing Depression by the Jianhu Uplift. Uplifts in the 2 depressions control sedimentary thickness. Sedimentary materials come from the Tongyang, Lusu and Jianhu Uplifts. When the 2nd member of Taizhou Formation is deposited, the Northern Jiangsu Basin is an integrated basin. The east of the basin is dominated by lake facies and the west by fluvial and flood plain facies. Sedimentary materials come from the Tongyang and Jianhu Uplifts, yet the amount is relatively smaller.

Key words: sedimentary facies; Taizhou period; Late Cretaceous; prototype basin; the Northern Jiangsu Basin

苏北盆地为苏北—南黄海盆地的陆上部分, 其南北分别以通扬隆起、鲁苏隆起为界, 西至郟庐断裂, 东与南黄海盆地相接, 包括盐阜拗陷、建湖隆起和东台拗陷, 面积约 $3.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ (图 1)。东台拗陷的海安、溱潼、高邮和金湖等凹陷油气勘探程度较高, 经过 30 多年的油气勘探, 已发现一批中、小型油气田, 建成了我国南方陆上最大的油气生产基地。

苏北盆地是发育在下扬子构造形变极其复杂的中—古生界基底之上的陆相中新生代复合盆地, 充填了上白垩统泰州组—第四系地层, 厚逾 6 000 m, 自下而上依次为上白垩统泰州组、古近系阜宁组、戴南组、三垛组、新近系盐城组和第四系东台组, 目前勘探层系主要集中在古近系^[1~6]。随着勘探程度的加深, 近几年先后在海安凹陷与高邮凹陷探明

收稿日期: 2007-01-17; 修订日期: 2007-12-03。

作者简介: 任红民(1971—), 男, 博士生, 高级工程师, 主要从事地质综合勘探。E-mail: renhm@joeco.com.cn。

基金项目: 中国石油化工股份有限公司科技攻关项目(P05005)。

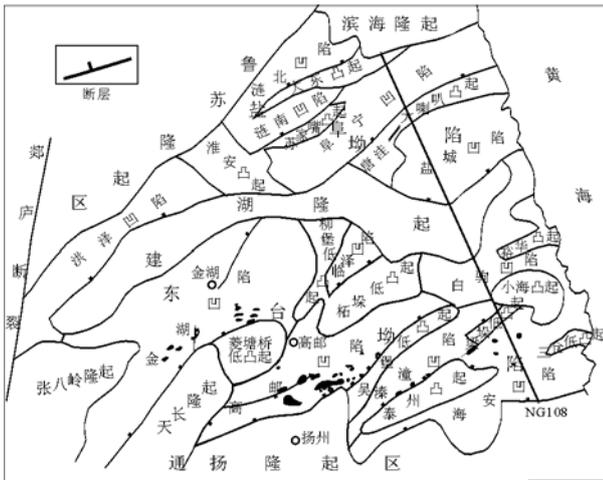


图 1 苏北盆地构造区划

Fig. 1 Tectonic division of the Northern Jiangsu Basin

了几个上白垩统泰州组油藏,展现了泰州组良好的勘探前景。泰州组是晚白垩世沉积的一套地层,分为上下 2 段——泰二段与泰一段。

前人对于上白垩统泰州组沉积时期的原型盆地存在 3 种观点:第一种观点认为,在这一时期苏北盆地是一个统一的整盆;第二种观点认为,该期苏北盆地是由许多小型断陷盆地构成的,而各个小型断陷盆地相互分离,彼此不连通;第三种观点认为,该期以建湖隆起为界,整个苏北盆地分为南边的东台坳陷和北边的盐阜坳陷 2 个大的坳陷,各个坳陷内又发育一些呈北东向分布的(低)凸起,在坳陷边缘发育有边缘相。

1 原型盆地恢复

原型盆地^[7~11]是针对现今的残留盆地而言,特指在一定地质历史时期内形成、后期未经改造或

改造甚微、基本保持了原有盆地性质和分布范围的原始沉积盆地。恢复盆地原型的立足点是综合分析,再现盆地分布范围及其形成演化过程,关键是找到原型盆地的边界,确定盆地边缘相。

泰一段(K_2t^1)地层以砂岩为主,是主要储集层;泰二段(K_2t^2)地层以泥岩为主,其底部“六尖峰”段是主要烃源岩层,但是具体分布范围不清楚。通过研究区域地震剖面、重矿物分布、砾岩分布、砂泥岩厚度变化等,来恢复泰一段与泰二段地层的分布范围、沉积相带类型、地层厚度变化、沉积物来源以及当时的盆地特点。

2 泰一段沉积时期原型盆地恢复

2.1 原始边界确认

2.1.1 依据地震剖面确认原始边界

通过研究横穿建湖隆起的主要地震剖面(图 2),从西往东发现盐阜坳陷泰州组地层与建湖隆起主要呈断层接触;而东台坳陷泰州组地层与建湖隆起主要呈超覆接触。具体到泰一段,在东台坳陷往北由于古地貌的起伏,造成泰一段地层厚度减薄成上超尖灭;而泰二段地层到了建湖隆起东段明显由于地壳抬升造成剥蚀,但在西段剥蚀特征不明显。由此可以大胆推测,在泰一段沉积时期,建湖隆起可能是原型盆地的沉积边界;泰二段沉积时期,建湖隆起西段可能是沉积边界,而东段当时可能不是边界,两坳陷相通。

在盆地南部,通过地震剖面发现泰州组地层与通扬隆起呈断层接触,在断层上升盘无泰州组地层,推测通扬隆起是当时的南部边界;从地震剖面上也发现泰州组地层在盆地西部和北部分别与鲁苏隆起和滨海隆起呈超覆接触关系,推定鲁苏隆起

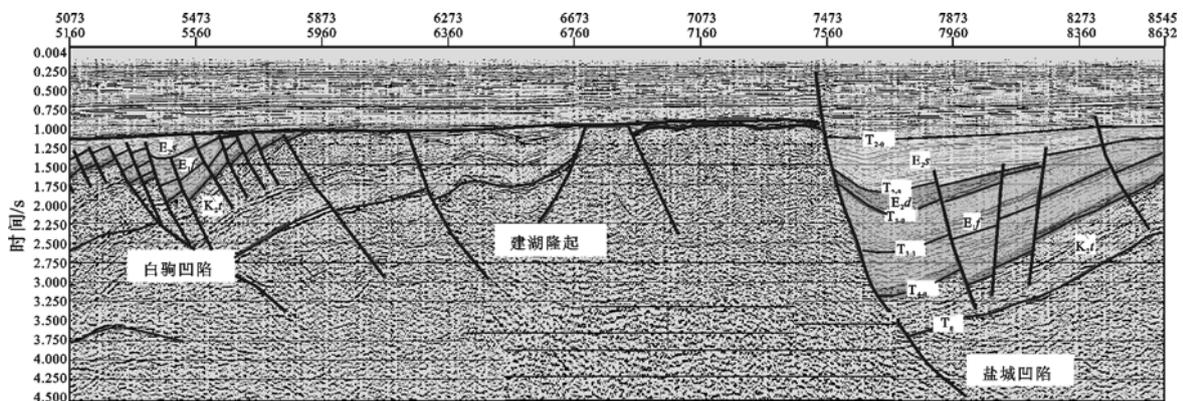


图 2 苏北盆地过建湖隆起地震剖面
剖面 NG108 位置见图 1。

Fig. 2 Seismic profile NG108 across the Jianhu Uplift, the Northern Jiangsu Basin

与滨海隆起分别是当时的西部和北部边界。在盆地东部,虽然缺少地震测线,但由于泰一段残留地层厚度还在 100 m 左右,另从地震剖面上看,往东呈超覆接触关系,根据沃尔索相律估算法推测当时的东部原始边界应远大于现今残留的盆地边界,大约在现今盆地以东 30~40 km 处。

2.1.2 依据砾岩分布特征确定盆地边界

泰一段发育有大量砾岩,通过分析其成分成熟度、结构成熟度、磨圆度等信息,可以确定边缘相,从而推断盆地边界。

盆地西部洪泽凹陷 ZC1 井泰一段底部主要为凝灰质角砾岩,角砾成分占 65%,棱角明显,结构成熟度很低,主要为红色、棕色和棕褐色。而且该处砾岩厚度大,砾岩百分含量值也大,初步认定 ZC1 井靠近盆地西部边界,即,鲁苏隆起为泰一段沉积时期盆地的西部边界。

盆地北部盐阜拗陷北缘靠近滨海隆起的 G1 井泰一段沉积物主要为砾岩或含砾砂岩。砾石成分以石英和燧石为主,呈棱角一次棱角状,分选差,砾径不一,含灰质团块、结核,主要为红色、棕色和棕褐色。砂岩成分以石英、长石为主,含少量杂色岩屑和白云母碎片,次棱角状,分选差,以灰质胶结为主。通过分析认为,这是一套近物源的陆上沉积,属于冲积扇相的扇根亚相,从而推断滨海隆起当时为盆地的北部边界。

盆地南部靠近通扬隆起的 J11 井泰一段岩性为含砾不等粒砂砾岩、砾状砂岩和砂砾岩,分选差,砾径个别可达 8~10 mm; J13 井泰一段为大套砾岩,厚度达几十米,砾径最大可达 5~6 cm,颜色以杂色为主。由此推定 J11 井、J13 井沉积相为冲积扇相,认定通扬隆起为当时盆地的南部边界。

通过对地震剖面和砾岩分布特征的研究认为,泰一段沉积时期盆地原型为:以建湖隆起为界,分为南北 2 个盆,北边的盆以鲁苏隆起、滨海隆起、建湖隆起分别为西、北、南边界,东边界还远离现今边界;南边的盆以建湖隆起、通扬隆起分别为北、南边界,东边界也远离现今边界。

2.2 沉积物源确认

根据砾岩分布特征可知,泰一段沉积时期有来自鲁苏隆起、滨海隆起与通扬隆起的沉积物源。下面再从重矿物类型、砂砾岩综合及联井剖面来分析沉积物的来源。

2.2.1 重矿物类型及分布特征

重矿物主要以机械搬运的方式脱离母岩区进入沉积,随着搬运距离的增加,性质不稳定的重矿

物逐渐减少,而稳定重矿物的相对含量则逐渐升高。重矿物一般耐磨蚀、稳定性强,能较多地保留其母岩特征,在物源分析中占有重要地位。

泰州组中重矿物主要分为 2 类,一类是稳定的重矿物,主要包括金红石、锆石、电气石组合(简称 ZTR);另一类是非稳定的重矿物,主要包括石榴石和十字石组合。泰一段 ZTR 含量总体分布特征为西低东高,西部洪泽凹陷的 ZC1 井和金湖凹陷的 SH3 井、HC1 井等处为低值区,说明该区相对临近物源;东部高邮凹陷 ZTR 含量很高(如 SHA8 井为 22%),由此可以推测重矿物运移方向是由西向东的,也就是有一个来自西部鲁苏隆起的物源。但是也看到,在高邮凹陷内 ZTR 等值线形态发生向北转向,在其靠高邮凹陷南部边界出现低值区,推测受到了来自南部通扬隆起区物源的叠加影响。另外从非稳定重矿物组合——石榴石和十字石组合来看,其分布特征刚好相反,表现为西高东低、南高北低,同样说明物源可能主要来自于北边的鲁苏隆起和南边的通扬隆起。

2.2.2 依据砂岩体展布特征确定物源

从泰一段砂岩等厚图(图 3)上可以发现,在靠近各个隆起处,出现了几个局部砂岩厚度大的地区。如在高邮凹陷靠近南部的通扬隆起区,出现了 2 个砂岩厚度中心,一个以 F12 井、J11 井为中心,其中 F12 井砂岩厚度 200 余 m, J11 井也达到 150 余 m;另外一个以 SH2 井为中心,砂砾岩厚度达 170 余 m,砂岩百分含量超过 80%。说明在泰一段沉积时期,有来自南边通扬隆起的物源。

在建湖隆起附近也出现了 3 个砂岩厚度中心,一个以金湖凹陷 C2 井为中心,其中 C2 井砂岩厚度 40 余 m,砂岩百分含量超过 80%;一个以柘垛低凸起 ZH1 井为中心,砂岩厚度超过 70 余 m,砂岩百分含量也超过 70%,向东西两边砂岩百分含量递减,而且位于柘垛低凸起东边的 WC1 井在泰一段中硬绿泥石含量高达 56%;另一个位于盐城凹陷靠建湖隆起处,砂岩厚度近 80 m。这些都说明在泰一段沉积时期,建湖隆起是一个物源区。

此外在鲁苏隆起附近也有 3 个砂岩厚度中心,2 个位于洪泽凹陷,分别以 S160 井和 Q34 井为中心,砂岩厚度超过 60 m,砂岩百分含量超过 80%;另外 1 个位于涟北凹陷,以 G1 井为中心,砂岩厚度超过 60 m,砂岩百分含量超过 70%。这说明在泰一段沉积时期,苏北盆地有来自鲁苏隆起的物源。

2.2.3 从联井剖面研究物源

从整个盆地范围来看,泰一段砂体变化没有明

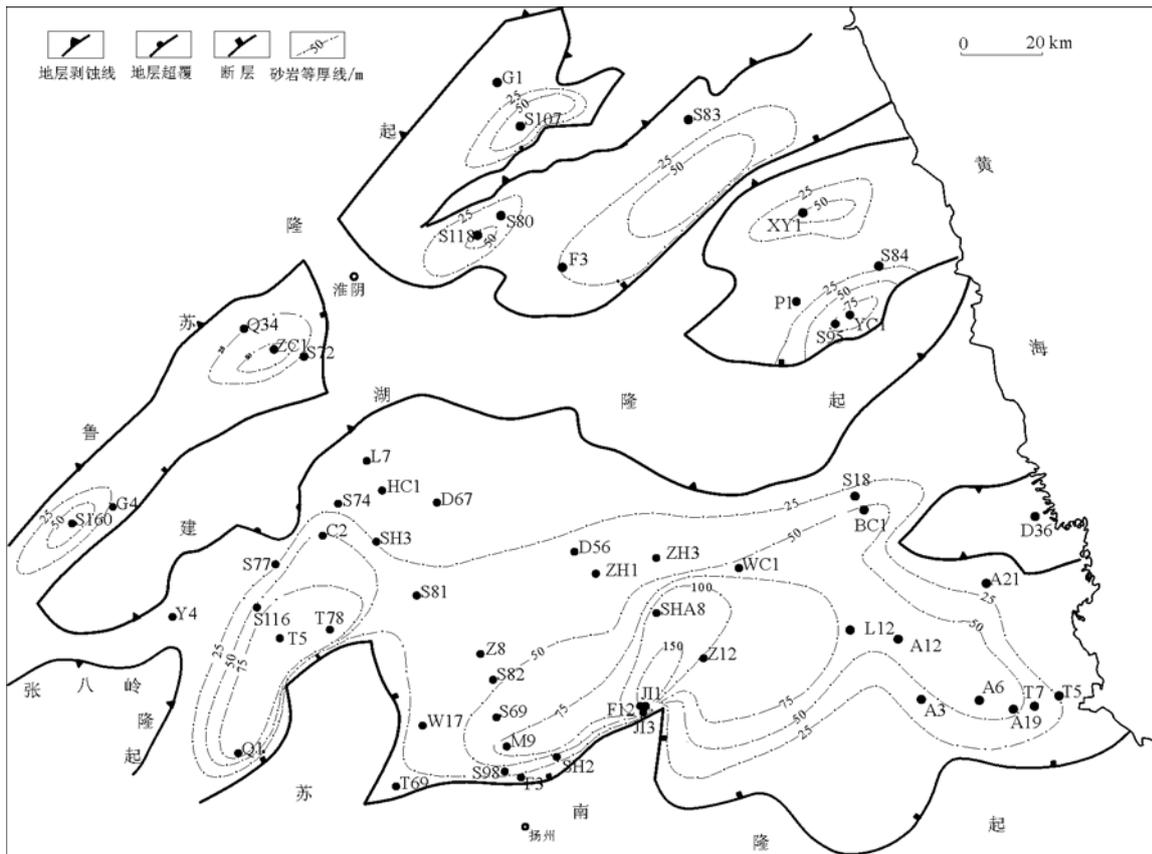


图 3 苏北盆地泰一段砂岩等厚图

Fig. 3 Sandstone thickness map the 1st member of Taizhou Formation of upper Cretaceous in the Northern Jiangsu Basin

显的规律性,没有沿着某一方向在全盆地内逐渐增厚或逐渐减薄。但在考虑隆凹分布的基础上,发现砂体分布还是有一定规律可循的,在隆起周围的两侧呈增厚或砂岩百分含量增大的趋势。

从横贯南北的 ZC1—L7—S74—SH3—S81—S69—M9—S98—F3 井的泰州组联井剖面来看, ZC1 井位于洪泽凹陷, L7, S74, SH3, S81 井位于金湖凹陷, S69, M9, S98, F3 井位于高邮凹陷, 沿着 ZC1—L7—S74 井方向, 砂岩厚度逐渐减薄, 砂岩百分含量也逐渐减小, 说明鲁苏隆起是一个物源方向; 而沿着 F3—S98—M9—S69 井方向, 砂岩厚度和砂岩百分含量急剧减小, 可以确定通扬隆起也是一个很重要的物源。

在海安凹陷选择位于凹陷中心地带的 L12—A12—A3—A6—A19—T7—T5 井联井剖面和 2 条垂直该剖面的联井剖面进行研究, 发现自 A3 井向东西两侧砂岩厚度逐渐减薄, 泥岩含量逐渐增加, 同时在 A3 井岩心发现有冲刷面, 含底砾岩; 而 L12 井泥岩含量相对较高, 可以初步否定物源经 L12 井进入海安凹陷。由此认为物源可能从建湖隆起经小海凸起进入海安凹陷。

2.3 沉积相划分

苏北盆地钻达泰州组的探井较少, 且分布极不均匀(主要分布在高邮、海安凹陷), 仅仅通过钻井资料来研究沉积相, 有较大的局限性。对泰州组沉积特征的研究主要依据沉积学标志, 同时结合地球物理测井标志、地震地层学标志来划分沉积相类型, 进而进行沉积体系分析^[12,13]。

综合分析发现, 泰一段沉积相(图 4)主要有冲积扇、扇三角洲、辫状河三角洲、三角洲和湖泊。

冲积扇主要沿嘉山—响水断裂彼此侧连呈裙状分布(如西北边缘的 Q34 井和 G1 井一带), 扇根沉积物以砾石为主, 多以粉砂和粘土构成基质支撑, 横向变化迅速。

扇三角洲发育在盆地边缘向湖泊推进的一侧, 空间上与冲积扇相连, 主要为粗碎屑岩类夹在棕—棕灰色泥岩中, 组成以砂砾岩、含砾砂岩为主的层序, 水下河道发育, 河口砂坝发育较差。

辫状河三角洲是由辫状河体系前积到停滞水体中形成的富含砂和砾石的三角洲, 是一种粗粒三角洲。研究区泰一段发育由大量辫状河进积到湖泊中形成的辫状河三角洲, 主要发育在海安、白驹凹陷。

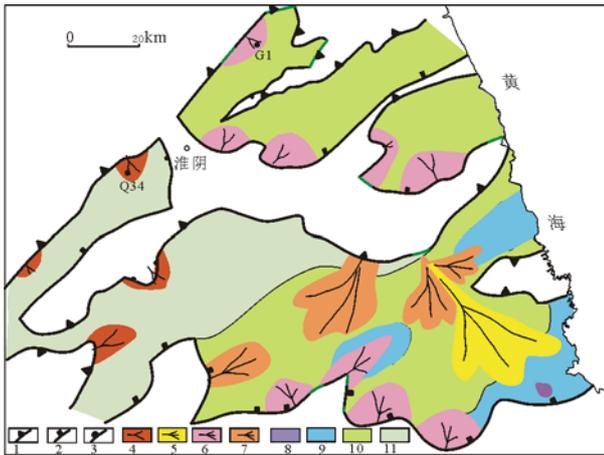


图 4 苏北盆地泰一段沉积相

- 1. 地层剥蚀线; 2. 断层; 3. 地层超覆; 4. 冲积扇; 5. 三角洲;
- 6. 扇三角洲; 7. 辫状河三角洲; 8. 蚀积扇; 9. 半深湖;
- 10. 滨浅湖; 11. 润道—泛滥平原

Fig. 4 Sedimentary facies of the 1st member of Taizhou Formation of upper Cretaceous in the Northern Jiangsu Basin

湖泊主要发育在盆地东部, 水体相对较浅, 以浅湖为主。

2.4 原型盆地特点

泰一段沉积时期的原型盆地与观点三比较相似, 整个盆地由建湖隆起分割成南北 2 个小盆, 盆地东部边界大于现今残留边界, 在 2 个小盆的边缘发育有边缘相, 盆内凸起控制沉积厚度; 沉积物源主要来自鲁苏隆起、通扬隆起、滨海隆起和建湖隆起。这一时期是在仪征运动后造成的高低不平的基础上开始沉积的, 以一套砂砾岩、砂岩夹泥岩的粗碎屑沉积为特征, 以不整合面与下伏不同地层接触, 经过早期充填沉积以后, 以柳堡—秦栏一线为界, 以西为陆上河流相区, 以东为湖相沉积区。

3 泰二段沉积时期原型盆地恢复

泰二段沉积时期原型盆地的东、南、西、北边界与泰一段一样可利用地震剖面来确认, 即北部边界为滨海隆起, 西部边界为鲁苏隆起, 南部边界为通扬隆起, 东部边界在现今盆地边界还要往东。

3.1 沉积物源确认

泰二段砂岩百分含量很低, 基本不超过 10%, 只在局部地区超过 10%, 即高邮凹陷靠通扬隆起区和洪泽凹陷靠鲁苏隆起区; 泰二段泥岩厚度基本在 50~150 m 间变化。

另从多条横跨建湖隆起的联井剖面可以发现, 在建湖隆起两侧的井都含有很厚的泥岩, 砂岩百分含量很低。以离建湖隆起最近的 S18 井和 S95 井为

例, 它们分别位于建湖隆起的南北两侧, 泥岩含量达 95% 以上, 说明建湖隆起在泰二段沉积时期不构成物源作用, 特别是东段可能整体处于湖水面以下。

通过以上分析认为, 泰二段沉积时期其物源可能主要来自北边的鲁苏隆起和南边的通扬隆起, 但规模比泰一段沉积时期小很多。

3.2 原始地层分布特征

根据苏北盆地的大地构造背景, 泰二段与上覆下第三系阜宁组是连续沉积, 期间没有发生大的构造运动而造成地层剥蚀, 大部分地区泰二段残留地层厚度就是原始地层厚度, 即大部分地区泰二段原始地层分布范围和厚度与现今残留分布范围和厚度基本相似。但从地震剖面 NG108 过建湖隆起段(图 2)可见, 泰二段地层在靠建湖隆起处遭受剥蚀, 盐城组地层直接覆盖在泰州组之上。即当时建湖隆起处可能接受了泰二段沉积, 只是后来遭受了剥蚀。因此在恢复泰二段原始地层厚度时, 应对剥蚀区进行适当恢复, 但由于受各种资料的限制, 只能根据地层沉积趋势认为此处地层厚度与附近地区相当, 由此得到泰二段原始地层厚度图, 其大致形态与泰一段地层相似, 东厚西薄、南厚北薄, 沉积中心位于盆地东部。

3.3 沉积相划分

在综合分析前人研究资料的基础上, 依据沉积体系的相标志, 结合钻井曲线及地震相研究结果, 通过地震相向沉积相的转换, 发现本区泰二段沉积相(图 5)主要有冲积扇、泛滥平原、滨浅湖、半深湖—深湖。

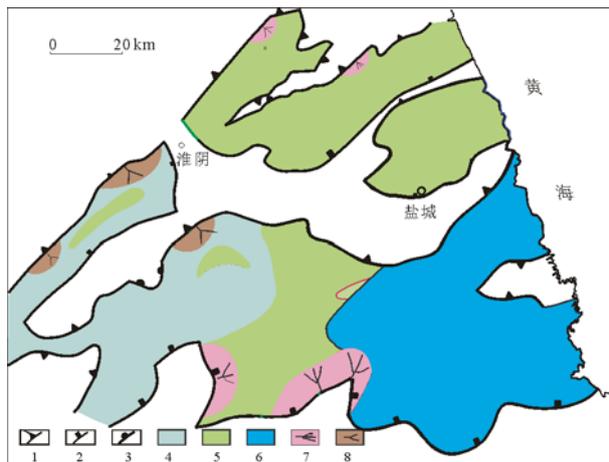


图 5 苏北盆地泰二段原型盆地沉积相

- 1. 地层剥蚀线; 2. 断层; 3. 地层超覆; 4. 润道—泛滥平原;
- 5. 滨浅湖; 6. 半深湖; 7. 扇三角洲; 8. 冲积扇

Fig. 5 Sedimentary facies of the 2nd member of Taizhou Formation of Upper Cretaceous in the Northern Jiangsu Basin

泰二段沉积时期地壳运动相对平静,存在海侵影响,湖盆逐渐扩展,四周陆屑供给不足,沉积了一套以黑泥为代表的湖相地层,地层分布更广,富含女星介化石,顶部尚夹泥灰岩或粉砂岩薄层,色变杂。东部地区地层厚度较大,暗色泥岩最厚,代表水下还原环境;西部、西南部砂岩厚度最大,砂岩百分含量最高,暗色泥岩最少,代表陆上河流冲积平原环境,从西到东由呈高、粗、红、薄向低、细、黑、厚变化。

3.4 原型盆地特点

泰二段沉积时期的原型盆地为前文观点一与观点三的结合,整个盆地基本为一个大盆,盆地东部的建湖隆起不起分割作用,盆地东部边界大于现今残留边界,在盆地边缘找不到边缘相;沉积物源主要来自鲁苏隆起与通扬隆起,但规模很小。

4 结论

苏北盆地泰州组沉积时期的原型盆地整体南断北超,盆地东部以湖相沉积为主,西部以陆上沉积为主,沉积的东部边界大于现今残留边界。具体说来,在泰二段沉积时期整个苏北盆地是一个大盆,沉积物源相对较缺乏,以泥岩沉积为主,主要沉积相带为湖泊相与泛滥平原相,此时发育的烃源岩段——六尖峰暗色泥岩,主要发育在盆地东部的海安凹陷、百驹凹陷与高邮凹陷东部;而在泰一段沉积时期,盆地的主要沉积相带类型为扇三角洲、三角洲及滨浅湖相,沉积物源非常丰富,发育有良好的储集层。

参考文献:

- 1 王永建,王延斌,郑亚斌等. 苏北盆地高邮凹陷泰州组烃源岩演化[J]. 石油实验地质,2007,29(4):87~79
- 2 陈安定. 苏北盆地第三系烃源岩排烃范围及油气运移边界[J]. 石油与天然气地质,2006,27(5):64~70
- 3 陈安定. 苏北盆地油源判别指标研究[J]. 石油实验地质,2007,29(4):73~77
- 4 周荔青,吴聿元. 苏北盆地浅层油气藏类型及分布特征[J]. 石油实验地质,2007,29(4):10~15
- 5 刘成林,朱筱敏,费安玮等. 苏北盆地白驹凹陷中浅层油气藏研究[J]. 油气地质与采收率,2003,(3):36~38
- 6 范文科,王建功,刘丽芳等. 苏北盆地洪泽凹陷含油气系统研究[J]. 石油实验地质,2006,28(3):57~62
- 7 赵俊青,夏 斌,纪友亮等. 临清拗陷西部侏罗纪—晚白垩世原型盆地恢复[J]. 石油勘探与开发,2005,32(3):15~21
- 8 杜旭东,漆家福,陆克政等. 大港探区中生代原型盆地恢复及成盆模式[J]. 应用基础与工程科学学报,1999,7(3):230~239
- 9 杜旭东,李洪革,陆克政等. 华北地台东部及邻区中生代(J—K)原型盆地分布及成盆模式探讨[J]. 石油勘探与开发,1999,26(4):5~9
- 10 谭明友. 渤海湾盆地东营—惠民凹陷孔店期原型盆地分析[J]. 石油实验地质,2003,25(4):348~352
- 11 周小进,杨 帆. 中国南方新元古代—早古生代构造演化与盆地原型分析[J]. 石油实验地质,2007,29(5):10~15
- 12 朱筱敏,杨俊生,张喜林. 岩相古地理研究与油气勘探[J]. 古地理学报,2004,6(1):101~109
- 13 金振奎,齐聪伟,薛建勤等. 柴达木盆地北缘侏罗系沉积相[J]. 古地理学报,2006,8(2):199~210

(编辑 韩 或)

(上接第 51 页)

参考文献:

- 1 蒋 恕,王 华. 断陷湖盆隐蔽油气藏勘探方法与实践——以泌阳凹陷为例[J]. 石油天然气学报,2005,27(3):273~277
- 2 张明安,鲜本忠. 层序地层学在泌阳凹陷隐蔽油气藏预测中的应用[J]. 石油实验地质,2003,25(4):395~398
- 3 郭建华,朱美衡,刘辰生等. 陆相断陷盆地湖平面变化曲线与层序地层学框架模式讨论[J]. 矿物岩石,2005,25(2):87~92
- 4 Johnson J G, Klapper G, Sandberg C A. Devonian eustatic fluctuations in Euramerica[J]. Geological Society of America Bulletin, 1985,96:567~587
- 5 程晓玲,周小进,郭建华. 渤海湾盆地东濮凹陷 T—R 旋回层序地层学与隐蔽油藏研究[J]. 石油实验地质,2003,25(5):548~556
- 6 郭建华,宫少波,吴东胜. 陆相断陷湖盆 T—R 旋回沉积层序与研究实例[J]. 沉积学报,1998,16(1):8~14
- 7 李思田. 含能源盆地沉积体系:中国内陆和近海主要沉积体系类型的典型分析[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1996
- 8 杨香华,孙永传,孙家振. 泌阳凹陷古近系的层序地层格架及其

对边界断裂、古气候和物源的响应[J]. 地球科学,1994,19(5):676~684

- 9 蒋 恕,蔡东升,朱光辉. 辽东湾盆地辽中册陷隐蔽油气藏成藏模拟[J]. 石油实验地质,2007,29(5):70~75
- 10 胡海燕. 渤海湾盆地新滩油田垦东 32—33 块隐蔽油气藏研究[J]. 石油实验地质,2007,29(2):97~100
- 11 罗 群,吏锋兵,黄捍东等. 中小型盆地隐蔽油气藏形成的地质背景与成藏模式[J]. 石油实验地质,2006,28(6):58~63
- 12 沈守文,彭大钧,颜其彬等. 试论隐蔽油气藏的分类及勘探思路[J]. 石油学报,2000,21(1):16~22
- 13 陈文学,姜在兴,鲜本忠. 层序地层学与隐蔽圈闭预测[M]. 北京:石油工业出版社,2001,20~68
- 14 邱荣华. 泌阳富油凹陷北部斜坡带浅层复杂断块群油气勘探[J]. 石油与天然气地质,2006,27(6):103~109
- 15 张永华,田小敏,罗家群. 泌阳凹陷隐蔽油气藏分布特征与勘探方法[J]. 油气地质与采收率,2001(3):36~38
- 16 温志新,王红漫,陈春强等. 南襄盆地泌阳凹陷南部陡坡带隐蔽油气藏形成与分布[J]. 石油实验地质,2006,28(2):117~121

(编辑 韩 或)