

文章编号: 1000-0550 (2005) 01-0113-09

湖相碳酸盐岩在建立苏北盆地 下第三系层序地层格架中的作用

居春荣² 黄杏珍¹ 闫存凤³ 邵宏舜¹ 妥进才¹

1 (中国科学院兰州地质研究所 兰州 730000)

2 (江苏石油勘探局地质科学研究所 江苏扬州 225009)

3 (中国石油勘探开发研究院西北分院 兰州 730020)

摘要 在建立苏北盆地层序地层格架的同时,研究了碳酸盐岩在其中的作用,提出了碳酸盐岩结核和团块的分布是识别层序地层界面和体系域标志;粒屑碳酸盐岩的沉积迁移也可作为识别不同体系域的重要标志;碳酸盐岩的序列变化是识别准层序、准层序组的标志;稳定分布的暗色细粒碳酸盐岩与泥岩的互层是识别凝缩层和最大湖泛面的标志,认为今后在层序地层分析中应充分发挥湖相碳酸盐岩特有的作用。

关键词 层序地层 湖相碳酸盐岩作用 苏北盆地

第一作者简介 居春荣 女 1958 年出生 硕士 地球物理和层序地层学

中图分类号 P539.2 **文献标识码** A

1 前言

苏北盆地属苏北—南黄海盆地的陆上部份,面积约 $3.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。由图 1 可见,自北西南东由盐阜拗陷、建湖隆起和东台拗陷组成,在拗陷内发育一系列呈 NE—SW 向分布的次一级凹陷和凸起。本文研究的东台拗陷由金湖、高邮、溱潼和海安凹陷及其间的吴堡、柘和泰州等凸起组成。

苏北盆地第三系以东台拗陷沉降幅度最大,沉积的地层最全,最厚约 7 000 m。前人大量的研究证实 下第三系在泰州组上部 (E_1f_2)、阜宁组二段 (E_1f_2)和四段 (E_1f_4)分别经历了三次海浸,而且海浸方向由东向西或由南东向北西,海浸范围一次比一次增大造成泰州组至阜宁组叠加的湖浸范围也逐渐增大,形成地层厚度由东向西减薄,地层颜色由黑变红,岩性由细变粗的沉积特征和海浸与湖浸的叠加对应关系。这对于标定湖平面变化与全球海平面变化关系和建立下第三系层序地层格架提供了依据。

2 层序地层格架的建立

在缺乏野外露头剖面的情况下,层序地层划分是

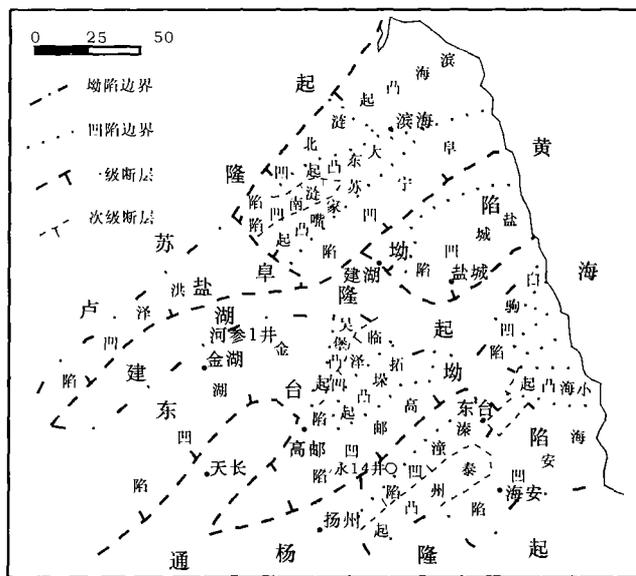


图 1 苏北盆地构造单元略图

Fig 1 Sketch map of tectonis in Subei basin

建立在构造、地震、沉积、测井、年代地层 (包括古生物年代、磁性年代和同位素年代)等层序分析基础上建立层序地层格架的。图 2 给出了各项层序分析的

国家自然科学基金项目 (批准号: 49872048) 资助
同济大学. 苏北金湖凹陷阜宁群的海浸和沉积环境 (内部报告). 1978
同济大学. 苏北东台拗陷阜宁群沉积环境研究 (内部报告). 1982. 2
同济大学海洋地质系. 江苏石油勘探局地质科学研究所. 苏北盆地阜宁群古环境, 古地理及古气候研究 (内部报告). 1989
收稿日期: 2004-04-30; 收修改稿日期: 2004-10-09

依据和层序地层划分结果。由图 2 可见,下第三系为一个一级层序 S_1 (图中未标出),它可划分为 S_2 、 S_2 和 S_2 三个二级层序,和 S_3 至 S_3 七个三级层序,层序划分的依据分述如下。

2.1 构造运动与层序界面的形成

陆相盆地的构造运动与全球周期性的构造运动密切相关,构造运动的规模和性质不同会形成不同级次的层序界面。苏北盆地形成于晚白垩世,第三系以来经历了仪征、吴堡和三三三次较大规模的构造运动^[1]。仪征运动使上白垩系地层断裂和抬升遭受剥蚀,在高邮凹陷西部可见泰州组地层直接覆盖在浦口组地层之上(如苏 82 井和 92 井等)形成白垩系与第三系之间的区域性不整合面 S_1B_1 或 S_2B_1 ,而仪征运动二幕也较强,形成泰州组与阜宁组之间的沉积间断面 S_2B_2 ,同时仪征运动也使盆地早期形成的区域断裂进一步发展形成苏北盆地箕状断陷湖盆的雏形;阜宁组沉积后发生的吴堡运动更加强了盆地南断北超,南陡北缓、南深北浅和南厚北薄的箕状断陷沉积特征,近南部边界断层处断陷深,沉积地层全和沉积厚度大,为连续沉积,而向北缓坡上倾方向可以变为无沉积作用也形成区域不整合面 (S_2B_3)。三三组沉积后发生三三运动形成上、下第三系之间的区域不整合面 (S_1B_2 、 S_2B_4),该运动结束了湖盆断陷发展阶段而转为拗陷沉积阶段,因此上述三个主要构造运动形成二个一级层序界面 S_1B_1 和 S_1B_2 ,四个二级层序界面 S_2B_1 、 S_2B_2 、 S_2B_3 和 S_2B_4 。

由于仪征、吴堡和三三主运动后,仍有间歇性的幕式运动发生,其强度和范围都比主运动弱,并以断陷上倾方向的沉积间断为主要特征,形成八个三级层序界面 S_3B_1 至 S_3B_8 。上述各级层序界面在地震剖面上都有反映,将在下面进一步讨论。

2.2 地震层序分析与层序界面反射终止特征

以勘探程度高的东台拗陷资料为代表,二维地震测网已达 $0.5 \text{ km} \times 0.5 \text{ km}$ 或 $1.0 \text{ km} \times 1.0 \text{ km}$,高邮、金湖凹陷已覆盖三维地震,据地震反射波终止类型削截、顶超、上超和下超的不同,由老到新可识别出三个区域性不整合面 T_4^0 、 T_3^0 和 T_2^0 ,分别与仪征、吴堡和三三三个主要构造运动相对应,也与构造旋回一致。由图 3A 可见,在卞东构造上倾方向的 T_4^0 、 T_3^0 和 T_2^0 界面之下均为削截反射特征,而界面之上为下超 (T_3^0 之上尤为明显)或上超,并且 T_4^0 和 T_2^0 显示小角度不整合。同样地,在高邮凹陷西部 193 三维测线上的 T_4^0 和 T_3^0 及东部陈堡三维随机切线上的 T_2^0 也都可见

角度不整合,而向深凹中心多为平行不整合。因此 T_4^0 、 T_3^0 和 T_2^0 三个不整合面无疑可作为二级层序界面。在二级层序界面之间还可识别出 T_3^1 、 T_3^2 、 T_2^1 、 T_2^2 和 T_2^3 等三级不整合面或沉积间断面,由图 3B 可见,在 T_3^1 和 T_3^2 界面反射波之上的上超反射特征。由图 3C 可见,在 T_3^1 、 T_2^1 和 T_2^2 界面之上具明显上超和界面之下的顶超反射终止特征,它们成为三级层序界面。这些界面由次一级的构造运动(幕式运动)和沉积基准面的变化而形成。

2.3 古地磁年代层序地层分析

磁性地层学是通过测定岩石的正、负极性变化,并以此为依据编制磁极性时间表,用作地层划分和确定地层年代,由于地磁极性变化具有等时性和全球可对比性,因而可以通过磁性年代对比研究本区湖平面变化与全球海平面变化的关系。这是其它地层学方法所不及的。

磁性地层研究剖面 主要分布在盆地西部金湖凹陷及其周边地区,涉及地层厚度 500 m,在各剖面古生物地层划分对比基础上,通过建立剖面的古地磁极性柱与 W. B. HARLAND 等所作的标准古地磁极性柱对比^[2]确定的本区地层磁性年代标注在图 2 中。由仪征小河口磁性剖面(厚 349.88 m), 0~272.2 m 为 22, 22r, 23, 23r, 24 极性时和 23-1, 23r-1, 24-1, 24.1r, 24.2 极性亚时的沉积层,其年龄确定为 49.91~53.13 Ma。由此确定该剖面阜宁组一段(未见底)和二段(未见顶)为早始新世沉积,阜一、二段分界大约在 50.4~51 Ma 之间,阜一段与泰州组的接触界限大约在 272.2 m 以下的覆盖区,但在阜一段下部已测到 53.13 Ma,考虑到相当于 24r 的沉积层被覆盖,二者分界定在 54.5 Ma,这与全球始新世底界年代大致吻合。此外,在 272.2~349.88 m 地层中零星测得 25 极性时,因此外推泰州组应为古新世沉积,年代大于 54.5 Ma 至 65 Ma,与前人的古生物年代地层划分一致^[3],其沉积特征也可与南阳、江汉和柴达木等盆地古新世沉积对比。

盱眙刘营磁性剖面厚 51.7 m,由 15(未见顶界)、15r、15A、15Ar 和 16 极性时及 15-1、16-1 极性亚时沉积层组成,年龄应大于 38.64 Ma 至 39.30 Ma。因 51.7 m 以下有覆盖,其年龄可延至 40.17 Ma。

何礼章,周墨清,汪祖智,等. 苏北盆地中生代磁性地层研究. 1991.

杨恒仁,王振. 江苏省上海市地层表. 1979.

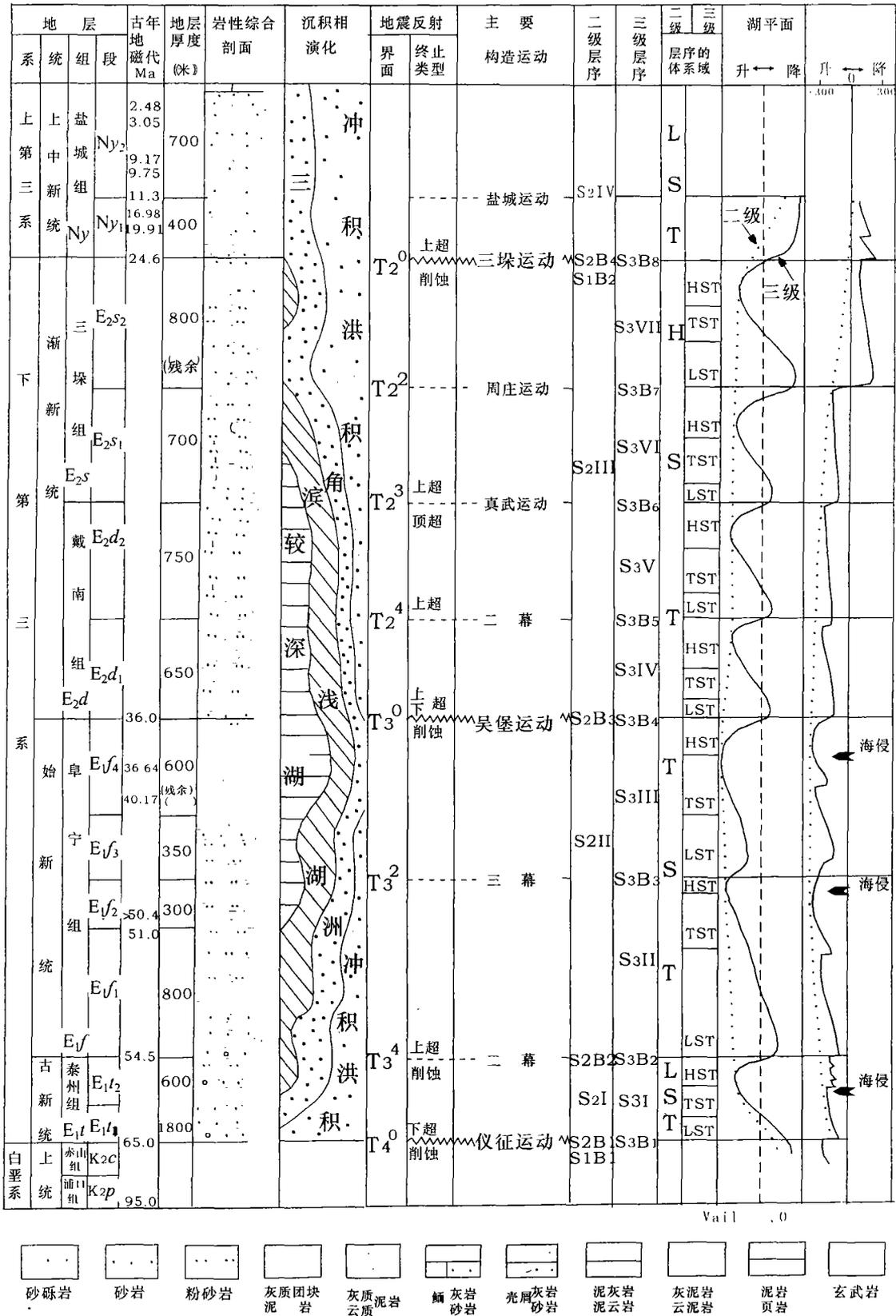


图 2 苏北盆地下第三系层序地层划分

Fig 2 Sequence stratigraphic division of Lower Tertiary in Subei basin

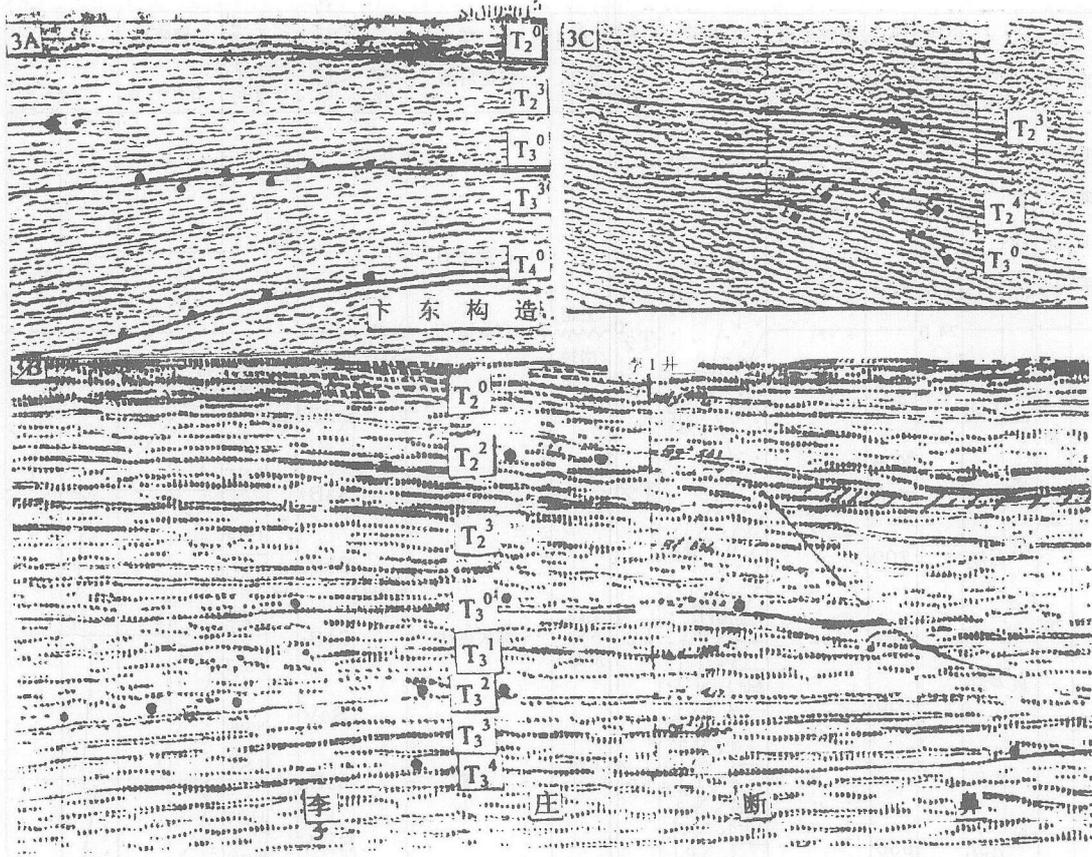


图 3 东台拗陷二级和三级层序界面的地震反射特征

3A 金湖凹陷 80310201.5地震剖面; 3B 金湖凹陷 87MQ207.5地震剖面
3C 高邮凹陷 86G190.5地震剖面;

Fig 3 Characteristics of seismic reflection of 2-and 3-order sequence boundary in Dongtai depression

据此该剖面阜宁组四段应定为晚始新世中期沉积。

盐城组磁性地层柱由六合和江宁三个断续剖面(厚度分别为 19.4、23.6和 46 m)组成,属 2A、2A-1; 5、5-2极性时和 5Cr, 5D, 5Dr-1, 5E极性亚时沉积,沉积年龄分别为大于 2.48~3.05 Ma;大于 9.17 Ma—小于 9.75 Ma和大于 16.98~19.91 Ma,其地质年代几乎跨占了整个晚第三纪中新世至上新世。虽然各磁性剖面断续分布,但基本上能控制下第三系磁性年代格架并与全球下第三纪极性柱可以对比。

3 湖相碳酸盐岩在非海相层序地层分析中的作用

在海相层序地层分析中碳酸盐岩是岩石分析的重要岩类,并且已建立了碳酸盐岩层序地层模型^[4]。我国中、新生代湖相沉积中碳酸盐岩虽不及海相沉积

中那么丰富,但也是重要的组成部分,由于对其研究程度较低,目前已发表的大量湖相层序地层分析的论文中很少涉及湖相碳酸盐岩的作用。

笔者近十多年来曾较系统的研究了湖相碳酸盐岩沉积特征、分布规律^[5]、沉积模式^[6]、形成条件^[7]和控制因素^[8]等。本文研究了苏北盆地范庄范 1井、6井、7井、13井和河参 1井、永 14井、真 86井等湖相碳酸盐岩,同时结合浙江长河凹陷,南—襄盆地等研究认为,在沉积层序分析和建立非海相层序地层格架中湖相碳酸盐岩起着不可替代的重要作用。

3.1 湖相碳酸盐岩在沉积层序分析中的作用

一般层序类型可分为 型和 型层序。金湖和高邮凹陷等在下第三系早期具有箕状断陷特征,在断层一侧发育 型层序^[9],但就苏北盆地整体而言由南东向北西为一斜坡,主要发育 型层序。现按 型

层序进行讨论。

3.1.1 湖相碳酸盐岩在不同级别的层序及其体系域分析中的作用

下第三系被划分为一、二、三级层序。下第三系为一级层序,其三个二级层序 S_2 、 S_3 和 S_4 分别为其低水位、湖侵和高水位体系域,仔细对照图 2 中各级层序不同体系域所对应的岩性不难得知:低水位体系域以首次出现湖泛面为其顶界,它是湖平面相对下降时期和随后上升早期的沉积产物,总是以砂砾岩等碎屑岩沉积为主,基本上不含碳酸盐岩。但在阜宁组一级层序的湖侵体系域内发育的三级层序 (S_3) 的低水位体系域中,相对湖水较深含有灰质泥岩等沉积。从上述各级层序中低水位体系域均存在也反映出型层序的特点;

湖侵体系域形成于相对湖平面快速上升时期,以最大湖泛面为其顶界,该体系域岩性细多为暗色泥岩夹薄层粉细砂岩,富含碳酸盐岩沉积,但是层序级别不同的湖侵,除碎屑岩粗细不同外,碳酸盐岩类型也不同。由图 2 可见,阜三段 TST 沉积鲕灰岩、壳屑灰岩。阜四段湖侵更大 TST 沉积泥灰岩和灰泥岩。而 S_3 和 S_3 、 S_3 层序湖侵规模小, TST 只沉积鲕砂岩、灰质泥岩等。由此可见,随着湖水加深一般由沉积碳酸盐质砂、泥岩变为粒屑灰岩、壳屑灰岩再变为灰泥岩、云泥岩等^[4,5]。由此可以比较地质历史中湖侵规模相对大小;

高水位体系域它形成于湖面停滞和下降早期阶段,前者沉积与 TST 相同,后者岩性明显变粗。由图 2 可见, S_3 、 S_3 、 S_3 、 S_3 三级层序的 HST 皆以碎屑岩沉积为主,只有 S_3 、 S_3 和 S_3 的 HST 出现鲕灰岩、壳屑灰岩和灰质泥岩沉积,这是由于它们处于一级层序的湖侵体系域中,相对湖水较深的缘故。总体上比低水位体系域碳酸盐岩沉积发育。

综上所述,各级层序的三个体系域都发育完整,说明层序划分的合理与正确。

3.1.2 湖相碳酸盐岩在准层序组和准层序分析中的作用

系统分析了金湖凹陷河参 1 井和高邮凹陷永 14 井岩性和测井曲线变化,划分了三级层序体系域的准层序和准层序组,划分结果概括在图 4 中。准层序是层序地层分析中最小的地层单元,它是以湖泛面开始以湖平面下降而结束,也就是岩性由细变粗的岩石序列为一个准层序。准层序按进积式,退积式和加积式三种叠置方式组成三种类型的准层序组。由图 4 可

见,图例 1 和图例 2 准层序由泥质岩开始碎屑岩结束,而图例 3 至图例 6 准层序由暗色泥岩开始,然后沉积碳酸盐岩最后以碎屑岩结束,图例 7 准层序由泥岩变为细粒碳酸盐岩,都是水体由深变浅的沉积过程。仔细分析图 4 不难看出,河参 1 井和永 14 井 S_3 至 S_3 低位体系域几乎都是由滨湖和浅湖泥滩与滩砂微相组成的加积式准层序组组成,并同时伴有向上变细的退积式准层序组。湖侵体系域多数为滨、浅湖快速加深为浅湖和较深湖沉积,由泥滩、碳酸盐滩和滩砂组成的退积式准层序组组成。高水位体系域主要为较深湖亚相向上变粗的滨、浅湖亚相沉积,以前积式准层序组为主。 S_3 ~ S_3 层序与 S_3 至 S_3 层序不同体系域的准层序叠置方式类同,只是 S_3 ~ S_3 时期湖盆抬升,湖相沉积被湖盆边缘相沉积所替代。

3.2 湖相碳酸盐岩作为湖平面变化的标志及其与全球海平面变化的关系

3.2 湖相碳酸盐岩作为湖平面变化的标志及其与全球海平面变化的关系

根据 Vail^[10,11]建立的全球海平面相对变化的一、二级旋回表明,侏罗纪至白垩纪海平面呈上升趋势,第三纪开始海平面呈下降趋势,共同组成一级旋回。苏北盆地第三纪湖平面也是呈下降趋势(见图 2)二者完全一致。对比图 2 中湖平面与海平面二级旋回变化,也是很吻合的,特别是自下而上的泰州组和阜宁组 E_1f_2 、 E_1f_4 三次湖侵与 60.2 Ma、50.5 Ma 和 36 ~ 37 Ma 三个海侵期吻合。三垛组 S_3 层序的湖平面下降与大约 30.5 Ma 的海平面明显下降相吻合。在三个湖侵与海侵叠加期中,除作为湖平面上升标志的湖相碳酸盐岩很发育有鲕砂岩砂质灰岩(图版 -1)、内碎屑灰岩(图版 -2)、鲕灰岩(图版 -3)、壳屑灰岩(图版 -4、5)和灰泥岩外,还有海侵带来的海相丰富的多毛纲虫管化石(图版 -6、7)等。充分证实了湖平面与海平面上升的一致性,也表明层序划分的合理性与可信性。

3.3 湖相碳酸盐岩在建立层序地层格架中的作用

3.3.1 碳酸盐结核、团块(或姜结石)的分布是识别层序地层界面和体系域的标志

钙质结核和团块是沉积间断期间风化淋滤而形成的,由图 5 可见,在低水位和高水位体系域湖平面相对下降时期和前积式准层序组发育时期,在湖岸线以上的地带会形成沉积间断面,形成钙质结核和团块,它既是识别体系域的界面标志,又是层序界面的标志。在金湖和高邮两箕状断陷的上倾方向常出现沉积间断面,在钻井岩芯中可见钙质结核和钙质团

轴代表了 30~70 m 的地层厚度,该方法只适用于体系域厚度大的高级别低频率的层序地层分析,而粒屑碳酸盐岩识别标志适用于任何级别的层序地层分析,因为其厚度小,出现频率高。

粒屑碳酸盐岩中的粒屑包括内碎屑、鲕粒和生物屑。鲕粒按沉积水动力条件增强的序列为:破碎鲕、皮壳鲕(泥晶套)—表鲕—藻鲕—真鲕、复鲕等,同时也是沉积水深加大的序列^[5,6,12],只是识别该系列的变化要借助于薄片鉴定,在高频层序分析时可用。粒屑碳酸盐岩总体上属近岸滨湖至浅湖亚相沉积,由图 5 可见,当粒屑碳酸盐岩(即鲕灰岩,内碎屑灰岩和壳屑灰岩等)背离岸线向湖区迁移时,为低水位体系域的早期或高水位体系域的中、晚期,前者如高邮凹陷的泰州组低水位体系域,后者如金湖凹陷的高水位体系域,因湖平面相对下降期沉积相带向湖区迁移。由图 4 可见, S_3 、 S_2 和 S_1 等层序的高水位体系域均有粒屑碳酸盐岩向湖区迁移的现象。当粒屑碳酸盐岩向湖岸方向迁移时为湖侵体系域,此时湖平面处于相对上升期,沉积相带向岸迁移,如金湖凹陷西北坡阜宁组湖侵体系域,阜二段下部生物鲕滩分布在东部塔 4、2 井至苏 93 井地区,而阜二段上部随着湖侵方向它们迁移至西北盱 3 井和 75 井—刘庄(刘 3、7、8 井)—宝应(应 2 井)一带。由图 4 也可见, S_3 湖侵体系域鲕灰岩因逐渐向岸迁移,剖而上已被灰泥岩暗色泥岩更细的沉积所替代。

3.3.3 碳酸盐岩类型的序列变化是识别准层序、准层序组和体系域的标志

根据湖相碳酸盐岩沉积受控于古湖泊盐度和水深的结论^[8],以及建立的湖相碳酸盐岩沉积模式^[5,6],可以确认从灰泥岩、云泥岩—泥灰岩—泥云岩

壳屑碳酸盐岩—粒屑碳酸盐岩—粒屑砂岩等,这是沉积水体变浅湖水变淡的碳酸盐岩岩石变化序列,在湖盆边缘相中碳酸盐岩沉积很少,但是湖相沉积中碳酸盐岩沉积很丰富。由图 4 可见,图例 3 至图例 7 准层序中识别湖水由深变浅、岩性由细变粗的岩石变化序列中碳酸盐岩占有重要的位置,并且也是符合上述碳酸盐岩变化序列的。特别是较深湖和深湖亚相沉积中没有碎屑岩,那么在识别准层序时碳酸盐岩起着唯一的作用,如图 4 中图例 7 所显示的,暗色泥岩—灰泥岩或云泥岩—灰质泥岩—泥灰岩—泥云岩这是水深变浅的序列,也是碳酸盐岩含量降低的序列为一个准层序。由此类推整个碳酸盐岩岩石序列的变化对划分准层序叠置方式和识别体系域都会起到不可替代

的作用。

3.3.4 稳定分布的暗色细粒碳酸盐岩与泥页岩的互层是识别最大湖泛面和凝缩层的标志

细粒碳酸盐岩包括灰泥岩、云泥岩、泥灰岩和泥云岩,它们有浅水和深水两种成因模式^[5],前者碳酸盐岩与碎屑岩互层,后者与暗色泥页岩互层。由图 5 可见,细粒碳酸盐岩与暗色泥页岩互层时,正是最大湖泛时期,因此它可作为识别最大湖泛面的标志。凝缩层是在湖平面快速上升和相对上升停滞时期物源补给相对缺乏的湖盆饥饿阶段形成的沉积,因此形成于湖水较深的中心地区,而与深水成因碳酸盐岩沉积区一致,所以细粒碳酸盐岩也成为识别凝缩层的标志。由图 4 可见,在湖侵体系域上部和高水位体系域的下部多为浅湖、较深湖亚相沉积,均为凝缩层形成时期。由图 5 可见,在湖盆中心区凝缩层分布稳定,细粒碳酸盐岩发育如高邮凹陷及金湖凹陷中心区。

4 结论

下第三系划分为一个一级层序,三个二级层序和七个三级层序,其与全球海平面变化的一、二级旋回相吻合。确立了湖相碳酸盐岩在建立非海相层序地层格架中起着其它岩类无法替代的重要作用,它是识别各级层序界面及其体系域和准层序组、准层序的重要标志。进而建立了苏北盆地第三系湖相碳酸盐岩—型层序地层模式。

本文得到江苏油田领导和钱基、候建国、汪祖智、于钤、王文军等的帮助和支持,在此深表感谢!

参考文献 (References)

- 1 居春荣,刘震,曹冰.苏北盆地高邮凹陷下第三系层序地层划分及油藏分布特征.现代地质,2003,17(增刊):24~27 [JU Chunrong, Liu Zhen, Cao Bing. Sequence stratigraphy and the petroleum distribution of Paleogene System in the Gaoyou Depression, Subei Basin. Modern Geology, 2003, 17 (Suppl): 24~27]
- 2 HaL and W B, Cox A V. A geologic time scale. London: Cambridge University Press, 1982. 76~83
- 3 江苏省地质矿产局.江苏省及上海市区域地质志.北京:地质出版社,1984 [Jiangsu Geological Bureau. The chronicle of Jiangsu and Shanghai geology. Beijing: Geological Publishing House, 1984]
- 4 梅冥相.碳酸盐岩旋回与层序.贵阳:贵州科技出版社,1995. 92~148 [Mei Mingxiang. Carbonate cycles and sequences. Guiyang: Technological Publishing House of Guizhou, 1995. 92~148]
- 5 Huang Xingzhen, Yang Xiaorong, Shao Hongshun and Lei Zhenfeng. The carbonate deposits of lacustrine facies, an example from the Tertiary

- ry of the Qaidam Basin. *China Earth Sciences*, 1990, 15 (3): 241 ~ 251
- 6 黄杏珍, 阎存凤, 王随继, 等. 苏打湖型的湖相碳酸盐岩特征及沉积模式. *沉积学报*, 1999, 17 (增刊): 728 ~ 733 [Huang Xingzhen, Yan Chunfeng, Wang Suiji, *et al* The feature and deposit model of lacustrine carbonate rocks formed in the course of soda lake evolution. *Acta Sedimentologica Sinica*, 1999, 17 (Suppl): 728 ~ 733]
- 7 黄杏珍, 邵宏舜, 阎存凤, 等. 泌阳凹陷下第三系湖相白云岩形成条件. *沉积学报*, 2001, 2: 207 ~ 213 [Huang Xingzhen, Shao Hongshun, Yan Chunfeng, *et al* Sedimentary condition of lacustrine dolomite in the Lower Tertiary Biyang Depression. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2001, 2: 207 ~ 213]
- 8 Huang Xingzhen, Shao Hongshun, Lei Zhenfeng. The relationship between carbonate sedimentation and salinity in brackish lake basin. *Chinese Academy of Sciences, Developments in Geoscience*. Beijing: Science Press, 1989. 319 ~ 327
- 9 纪友亮, 张世奇, 等. 层序地层学原理及层序成因机制模式. 北京: 地质出版社, 1998. 46 ~ 63 [Ji Youliang, Zhang Shiqi, *et al* Principle of sequence stratigraphy and its genetic mechanism model. Beijing: Geological Publishing House, 1998. 46 ~ 63]
- 10 Vail P R, *et al* Seismic stratigraphy and global changes of sea level. AAPG Memoir 26, 1977, 63 ~ 82
- 11 Vail P R, and Hardenbol J. Sea-level changes during the Tertiary. *Ocean*, 1979, 22: 77 ~ 79
- 12 王英华, 等. 鲕粒与沉积环境. 地质科学论文集. 北京: 北京大学出版社, 1982 [Wang Yinghua, *et al* Oolites and depositional environment. *Proceedings of Geology Science*. Beijing: Beijing University Publishing House, 1982]

Role of Lacustrine Carbonate Rock in Establishment of Sequence Stratigraphy Framework of Lower Tertiary in Subei Basin

JU Chun-rong² HUANG Xing-zhen¹ YAN Chun-feng³
SHAO Hong-shun¹ TUO Jin-cai¹

1(Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)

2(Jiangsu Oil Exploration Bureau Geology Research Institute, Yangzhou Jiangsu 225009)

3(Northeast Institute of Geology, PetroChina, Lanzhou 730020)

Abstract As one of important rock types in marine sequence stratigraphy analysis, carbonate rock and its sequence stratigraphic model have been established. Although carbonate rocks in Mesozoic lacustrine sediments in China is not very abundant as that in marine environment, they are still an important constituent in lacustrine depositional profile. However, papers published in recent years related to lacustrine sequence stratigraphy are very small dealt with lacustrine carbonate rocks due to the weak research on them. In this paper, based on the establishment of sequence stratigraphic framework of Subei basin, we have also studied the role of lacustrine carbonate rocks in our research. It is proposed that the distribution of carbonate nodules and lumps is a mark for recognizing sequence boundary and systems tracts; and the depositional shifting of grain carbonate rocks can also serve as an important mark for different systems tracts and the profile change of carbonate rocks is also indicator for identifying parasequence and parasequence sets. In addition, the stably distributed dark fine carbonate rock and muddy shale interbedding is a mark of condensed section. This paper aims at appealing attention to the special role of carbonate rocks in establishing sequence stratigraphy in lacustrine sediments among the researchers.

Key words sequence stratigraphy, the special role of lacustrine carbonate rocks, Subei basin

图版 说明: 1. 砂质粒屑灰岩, 范 7 井 1464 m, 10 × 10 比例尺 = 100 1, 单偏光; 2. 内碎屑灰岩, 范 13 井 1410 m, 10 × 10 比例尺 = 100 1, 单偏光; 3. 鲕灰岩, 范 13 井 1415 m, 10 × 10 比例尺 = 100 1, 单偏光; 4. 介壳灰岩, 范 7 井 1453 m, 5 × 10 比例尺 = 50 1, 单偏光; 5. 介壳灰岩, 范 13 井 3702 m, 5 × 10 比例尺 = 50 1, 单偏光; 6. 虫管灰岩, 范 7 井 1463 m, 2.5 × 10 比例尺 = 25 1, 单偏光; 7. 虫管灰岩, 范 7 井 1454 m, 5 × 10 比例尺 = 50 1, 单偏光; 8. 姜结石, 南—襄盆地第三系核桃园组沉积间断面下发育的。地面露头

