

文章编号: 1009-3850(2009)01-0078-06

综合层序地层方法在缅甸某区块的应用

谢晓军, 朱光辉, 吕 明

(中海石油 研究中心, 北京 100027)

摘要: 综合层序地层研究方法是根据盆地的不同构造 沉积演化阶段, 应用不同的层序地层学原理和方法, 进行层序地层研究和沉积体系分析。笔者以缅甸某区块晚上新世地层 (L3-L4 之间地层为例) 和中中新世地层为例, 分析在盆地的不同构造 沉积演化阶段中, 开展综合层序地层方法研究。

关键词: 综合层序地层; 沉积体系; 构造演化; 物源; 缅甸

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

1 研究区地质背景

缅甸区域为中海油海外油气勘探的重点区域之一, 研究区块为中海油在缅甸区域中最有前景的区块之一。该区块位于缅甸南部安达曼海东部马达班湾盆地的浅海海域, 水深 0~150m, 呈长方形, 东西向展布, 北侧与伊洛瓦底盆地相望, 东侧为马来高地, 面积约 13778 km² (图 1)。Mergui 走滑断层穿过区块的中部, Sagaing 走滑断层位于区块的西侧。盆地基底为白垩系, 沉积作用始于古近纪的斜向走滑拉分大陆边缘盆地。

马达班湾地区经历了前裂陷、裂陷期和后裂陷三个阶段。

(1) 前裂陷期 (晚白垩世 早渐新世): 晚白垩世 早始新世, 印度板块向北漂移, 与欧亚板块发生软碰撞 (洋陆碰撞); 中始新世 早渐新世, 发生硬碰撞 (陆陆碰撞)。碰撞使喜马拉雅抬升, 印支板块挤出, 造成 Shan 台地与缅甸地块在 Shan 缝合带发生右旋走滑, 形成现在的 Sagaing 和 Mergui 走滑大断裂;

(2) 裂陷期 (早渐新世 早中新世末): 随着俯冲和右旋走滑, Andaman 海拉张, 造成 Mergui 台地处

在裂陷拉分大陆边缘。形成了一个半地堑并在早中新世时期快速沉降;

(3) 后裂陷期 (中中新世 现今): 继渐新世拉张之后, 中中新世又一次剧烈俯冲挤压, 喜马拉雅又一次显著上升, 形成一个大的区域不整合。晚中新世 上新世, 老的拉张断裂的再次活动造成基底隆升。晚上新世拉张运动的重新活动使安达曼盆地进一步张开, 逐渐形成现在格局。

2 物源分析

从现今的地貌及水系特征上看, 区块北部有 Irrawaddy (伊洛瓦底江) 和 Salween (萨尔温江) 注入。伊洛瓦底江流量虽大, 但其汇水区主要集中在缅甸的中央盆地区, 地形的起伏较小, 故以大量细粒沉积物为主, 对本区的影响不大。区块东北侧的萨尔温江规模虽小, 但源远流长, 汇水区来自青藏高原, 从提供粗碎屑的能力来说, 比伊洛瓦底江更有优势。由于青藏高原的隆升较晚, 萨尔温江的供源能力在渐新世后更显突出。此外, 缅甸东部白垩纪以来是一古陆, 因无大的河流发育, 可作为局部近物源区。

早中新世, 区块东北部萨尔温江物源不是很强势, 盆地东部的三角洲的物源的古陆多来自东部古

收稿日期: 2008-04-21; 改回日期: 2008-06-02

作者简介: 谢晓军, 男, 博士, 主要从事层序地层与储层研究。Tel: 010-84525323; E-mail: xiejx@cnooc.com.cn

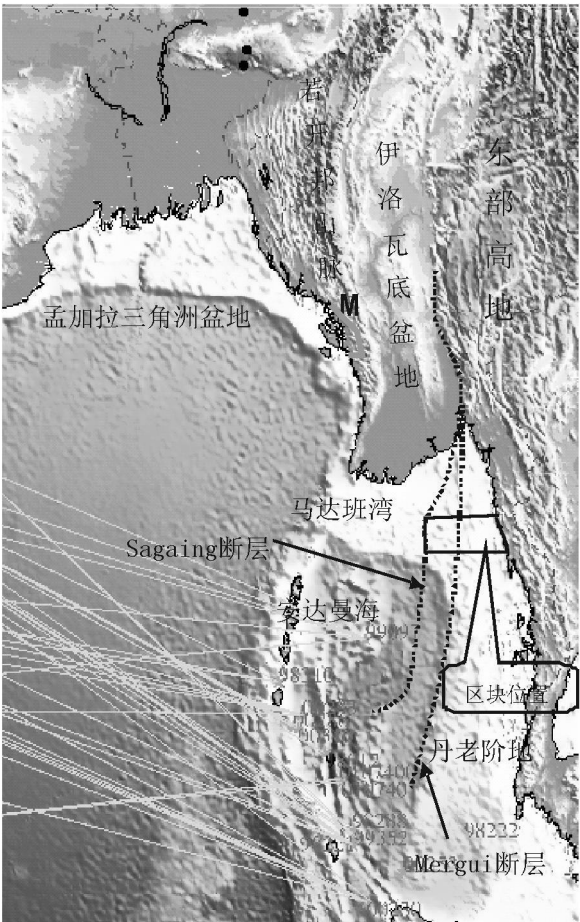


图 1 缅甸某区块位置示意图
Fig 1 Location of a certain block in Myanmar

陆的近物源,盆地主要是三角洲 浅海 半深海体系。至上新世,萨尔温江物源才逐渐加强为优势物源,使盆地内发育了大范围的三角洲 浅海体系。

现今海底表层沉积物所见东部陆架残留砂岩区大致呈长条状自北向南沿岸展布,其应该与古萨尔温江的三角洲体系有关;而西北部的残留砂岩则与为明显,低位、海 湖侵与高位体系域较容易识别,因

伊洛瓦底的三角洲有关。从规模上看,后者要明显小于前者,这也从另一方面反映了萨尔温江对研究区的影响更大。

综上所述,区块的物源体系主要是来自于东北方向上的 Salween江和东侧的古大陆高地,北西方向上的伊洛瓦底江有时也有贡献,但以细粒为主^[1~3]。

3 综合层序地层研究方法

源自被动大陆边缘海相盆地的以 Vail为代表的经典层序地层理论与层序地层构成模式,对盆地层序地层形成、层序构成与储层分布规律研究有重要指导作用。但该模式过分强调了海平面的作用。实际上,构造运动、沉积物供给速率与沉积物类型的变化都会影响各时期沉积体的形成、发育和沉积特征。

不同类型盆地由于区域构造背景与基底结构不同,层序地层发育模式有显著差异。如我国东部以拉张作用为主的断陷湖盆层序地层构型与西部以挤压作用为主的拗陷型或前陆盆地层序地层构型有明显不同。深水盆与浅水盆、含煤盆地与含盐盆地层序界面的发育特征和可识别性有很大差异,层序地层构成也可以迥然不同,所有这些给不同类型盆地的层序地层分析带来困难。因而,在层序地层分析中,应该将以 Vail为代表的经典层序地层学,Galloway成因地层学与 Cross以基准面旋回为参照面的层序地层学(图 2)。

裂陷盆地构造 沉积演化大致都可以分为三个阶段,盆地初始沉降阶段、强烈沉降阶段和盆地萎缩阶段。不同演化阶段层序地层构成与沉积特征有很大区别。一般来说,盆地强烈沉降期,水体较深,盆地结构分区性明显,层序内部体系域的三分特征较

而,运用 EXXON的层序地层模式指导层序地层划

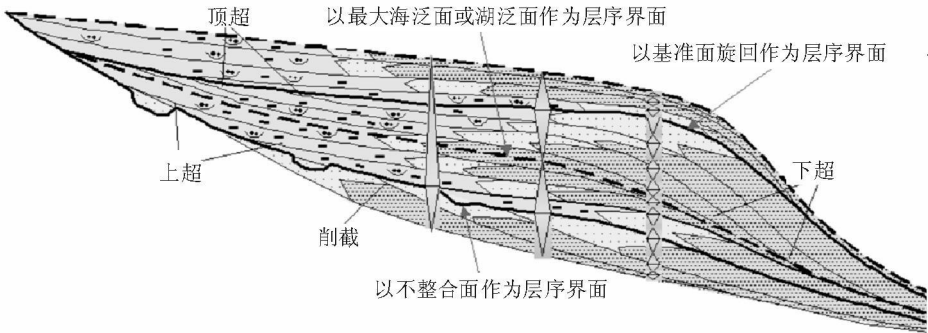


图 2 不同层序地层学派层序地层分析方法与识别标志
Fig 2 Correlation of the methods and criteria for the recognition of sequence stratigraphy from different authors

分与层序地层结构分析较行之有效。但在构造运动复杂、断裂发育或后期构造反转影响较大,或湖盆强烈沉降,不整合发育不明显的盆地或盆地的演化阶段,首先通过海、湖泛面的确定划分、对比层序为较好的层序地层分析方法。海、湖盆萎缩阶段发育的浅水海、湖盆,或气候较干旱时期形成的咸水海、湖盆,或断拗过渡期以及拗陷期河流冲积相大面积发育时期,盆地的层序地层构成与强烈沉降期有明显不同,经典层序地层分析方法与层序地层模式显然不适用。通常运用以基准面为参照界面,通过 A/S 比值变化识别层序地层界面,建立层序地层构成模式的方法更为恰当。

4 方法应用

4.1 盆地萎缩阶段

区块主要目的层为晚上新世及早更新世地层,该研究层位处于后裂谷期后期阶段,属于发育的浅水盆地,故用 Cross 学派的高分辨率层序地层学原理,以基准面旋回为参照界面来识别层序地层界面和进行沉积体系分析。

首先根据区域构造、沉积演化特征和现今地理环境,确定沉积体系的物源方向;再根据 X 井的井震标定、测井曲线特征、地层叠加样式和基准面旋回分析,划分层序并建立区域层序格架;确定井点位置地震相与沉积相,建立各种相标志;再根据井点地震相和地震相优势原理,外推并追踪沉积体系的主体

分布范围。

X 井主要目的层段被划分了 6 个短期旋回(相当于四级层序)和 10 个超短期旋回(相当于五级层序)。10 个超短期旋回中,以反旋回为主,少量正旋回。反旋回对应的地震相主要为中高振幅、中低频,连续性好的亚平行-平行地震反射;正旋回对应的地震相主要为透镜状或波状地震反射;结合测井、岩性和地层叠加样式,反旋回主要为三角洲前缘亚相;正旋回主要为三角洲平原亚相(测井曲线上见箱型特征)或滨浅海砂坝、砂脊(图 3)。

主要目的层的区域沉积体系主体分布范围以超短期旋回(相当于五级层序)为作图单元,这些层段沉积体系的物源都是来自东北部,均属三角洲、滨浅海沉积体系,自下而上整体上为一个中期或长期的三角洲前积过程。在顺物源方向上,自下而上滨浅海范围缩小,三角洲体系范围扩大。但随海平面的升降变化,三角洲体系可向前推进或向后退缩。因此沉积上就有三角洲前缘与三角洲平原的更替或滨浅海与三角洲前缘的更替。

以 I₃ 与 I₄ 层之间为例,说明平面上和垂向上沉积体系变化规律。根据地震相和测井相可以进一步划分出四个超短期旋回。在 X 井点附近(图 4),旋回(1)为三角洲前缘亚相,为中振幅、连续、亚平行地震相,测井显示反旋回;旋回(2)为三角洲平原亚相,为中强振幅、中连续、丘状地震相,测井正旋回;旋回(3)为三角洲前缘亚相,为强振幅、连续、亚

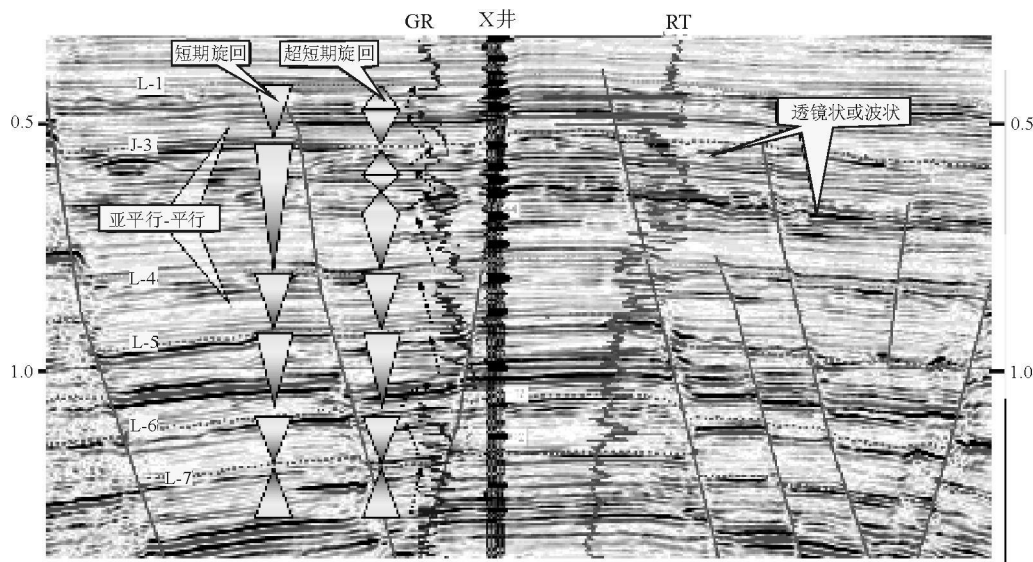


图 3 X 井井震标定及旋回划分综合地震剖面

Fig 3 Composite seismic profile through the X well based on seismic calibration and cycle division

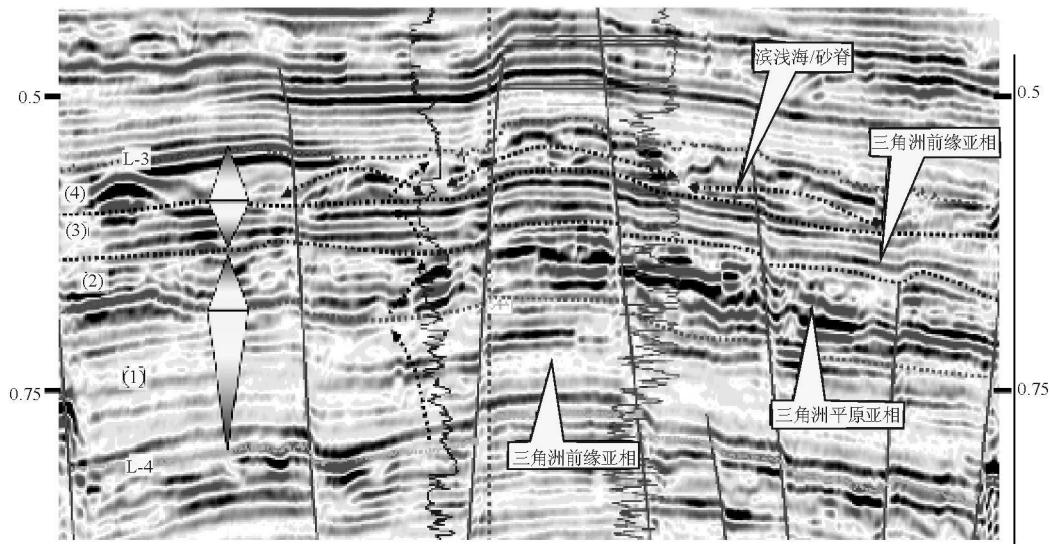


图 4 L3-L4层之间超短期旋回划分和沉积相综合地震剖面

Fig 4 Composite seismic profile between L3 and L4 based on the ultrashort term cycles and sedimentary facies

平行地震相, 测井反旋回; 旋回 (4) 为滨浅海相, 因在泥岩背景下有滩坝发育, 故表现为强振幅、丘状地震相, 测井显示正旋回背景下的反旋回。总体为基准面下降过程, 末期有所上升。自下而上, 旋回 (1) 以三角洲前缘为主, 约占 2/3 以三角洲前缘次之; 旋回 (2) 为三角洲平原 (图 5); 旋回 (3) 与旋回 (1) 类似, 但三角洲平原可占 1/2 反映基准面有所下降; 旋回 (4) 层为三角洲前缘和滨浅海体系 (图 6)。

4.2 断裂强烈发育阶段

中新世时期, 研究区处于同裂谷晚期和后裂

谷期早期, 断裂强烈发育, 用成因层序地层学 (以 Galloway 为代表) 和经典层序地层学原理 (以 Vail 为代表) 更适合于本区块的区域沉积体系研究。即在层序顶、底界面格架控制下, 首先解释和追踪最大海泛面, 然后再进行三级层序的体系域的划分。由于该阶段构造十分发育, 初始海泛面难以识别, 故在成图的过程中, 把低位体系域和海侵体系域合并成一个作图单元, 高位体系域为另一个作图单元。

高位体系域沉积时期, 三角洲滨海滩坝浅海沉积体系遍布全区 (图 7A)。东侧三角洲前缘规模

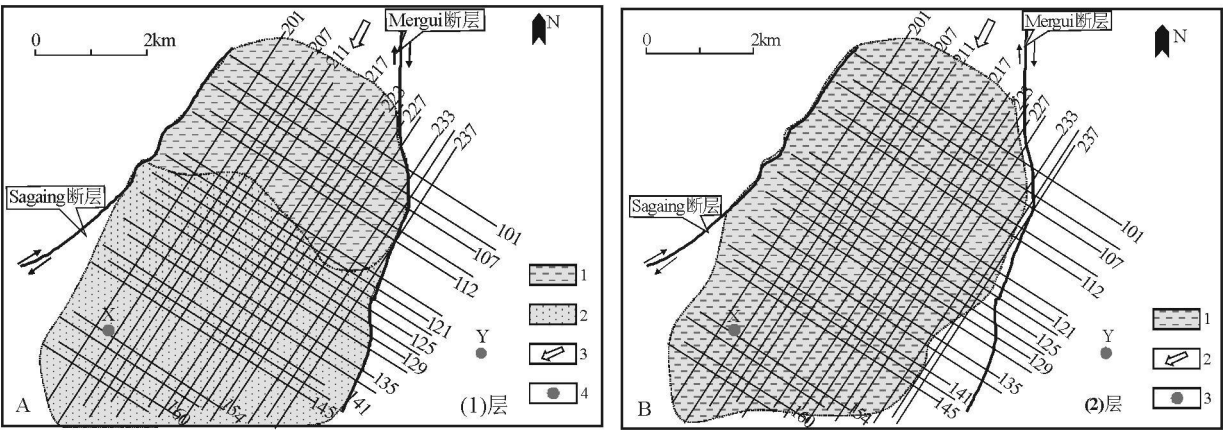


图 5 L3-L4层之间 1 和 2 层的超短期旋回沉积体系主体分布范围

A 1 三角洲平原亚相; 2 三角洲前缘亚相; 3 物源方向; 4 已钻井位 B 1. 三角洲平原亚相; 2. 物源方向; 3 已钻井位

Fig 5 Distribution of the sedimentary systems in the ultrashort term cycles in the intervals 1 and 2 between L3 and L4

A 1= delta plain subfacies 2= delta front subfacies 3= source direction 4= well site B 1= delta plain subfacies 2= source direction 3= well site

较大, 北东方向物源的三角洲前缘深入到区块的南侧, 两个三角洲之间分布着滨海滩坝。滨海滩坝为中 强振幅、中频、连续、亚平行反射; 三角洲前缘顺物源方向为单向前积反射; 浅海为中 高振幅、中 高频、连续性好的亚平行 平行反射。

低位体系域和海侵体系域沉积时期 (图 7B), 三角洲规模较高位体系域明显缩小, 区块内主要为滨海滩坝和低位扇。低位扇位置明显受 Mergui 断层及其分支断层的控制。物源来自北东向和东侧

古高地。地震剖面上滨浅海主要为中 低振幅、中频、连续、亚平行反射; 斜坡扇顺物源方向为不同透镜体叠合组成的丘状反射。

5 结 论

(1) 区块的盆地基底为白垩系, 沉积作用始于古近纪的斜向走滑拉分大陆边缘盆地; 经历了前裂陷期、裂陷期和后裂陷期三个构造阶段; 物源体系主要是来自于东北方向上的 Salween 江和东侧的古大

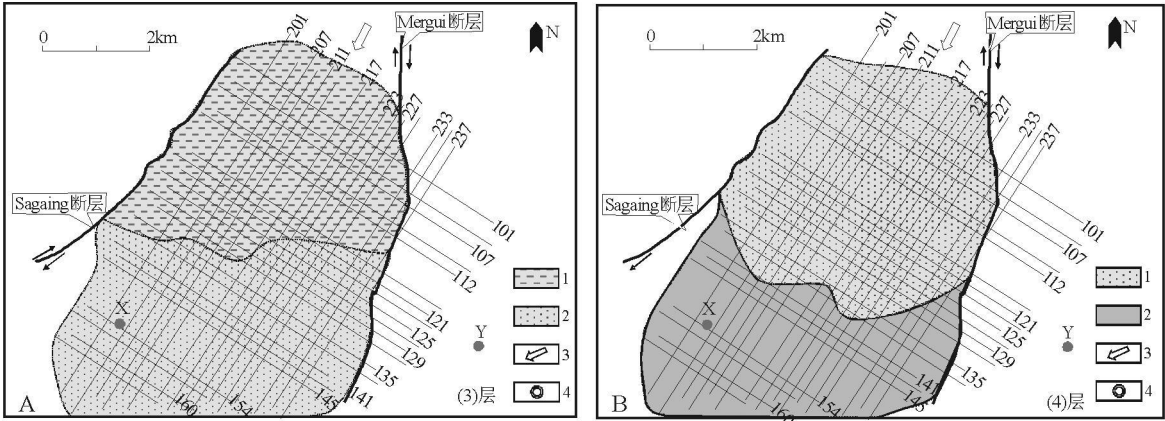


图 6 I3-I4层之间 3和 4层的超短期旋回沉积体系主体分布范围

A 1 三角洲平原亚相; 2 三角洲前缘亚相; 3 物源方向; 4 已钻井位。 B 1 强制海退三角洲前缘亚相; 2 滨浅海 /滩坝; 3 物源方向; 4 已钻井位

Fig 6 Distribution of the sedimentary systems in the ultrashort term cycles in the intervals 3 and 4 between I3 and I4
A 1= delta plain subfacies 2= delta front subfacies 3= source direction 4= well site B 1= forced regressive delta front subfacies 2= littoral shallow sea/ beach bar 3= source direction 4= well site

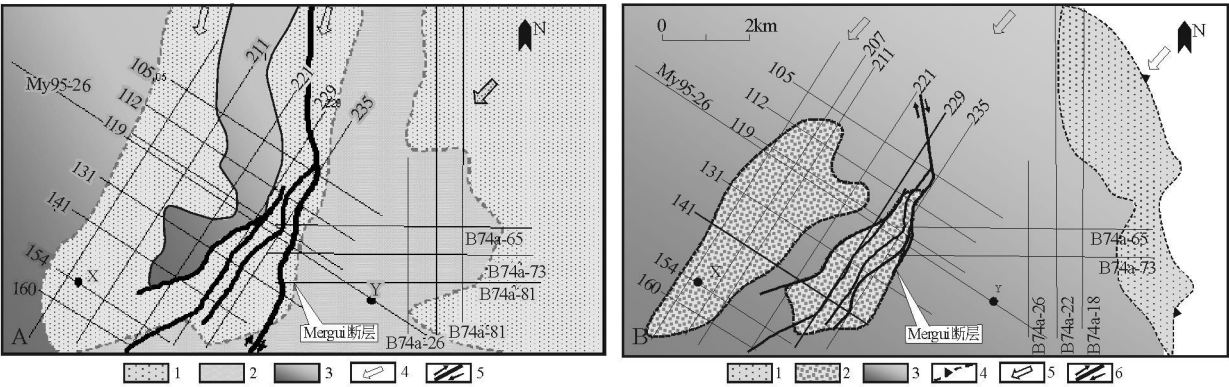


图 7 中中新世区域沉积体系平面分布

A 1 三角洲前缘亚相; 2 滨海 /滩坝; 3 浅海; 4 物源方向; 5. 走滑断层。 B 1 三角洲前缘亚相; 2 斜坡扇; 3 浅海 /滩坝; 4 地层尖灭线; 5 物源方向; 6 走滑断层

Fig 7 Distribution of the middle Miocene sedimentary systems in the study area
A 1= delta front subfacies 2= littoral sea/ beach bar 3= shallow sea 4= source direction 5= strike slip fault B 1= delta front subfacies 2= slope fan 3= shallow sea/ beach bar 4= stratigraphic thinning 5= source direction 6= strike slip fault

陆高地;

(2)综合层序地层研究方法是指采用以Vail为代表的经典层序地层学, Galloway的成因地层学和Cross的以基准面旋回为参照面的层序地层学理论与分析技术相结合的方法。研究过程中特别强调层序地层成因动力学与沉积动力学理论和研究方法相结合;

(3)晚上新世及早更新世时期, 研究区处于后裂谷期后期阶段, 属于盆地萎缩阶段发育的浅水盆地, 以基准面为参照界面来识别层序地层界面和进行沉积体系分析比较妥善; 中中新世时期, 盆地处于同裂谷晚期和后裂谷期早期, 断裂发育, 用成因层序

地层学和经典层序地层学原理更适合于本区块的区域沉积体系研究。

参考文献:

[1] MOHAN K, DANGWAL S G V, SENGUPTA S. Andaman Basin — a future exploration target[J]. The Leading Edge, 2006, 25: 964—967.

[2] RAO P S, RAMASWAMY V, THWIN S. Sediment texture, distribution and transport on the Ayeyarwady continental shelf, Andaman Sea[J]. Marine Geology, 2005, 216(4): 239—247.

[3] RODOLFO S. Sediments of the Andaman Basin, Northeastern Indian Ocean[J]. Marine Geology, 1969, 7(5): 371—402.

Applications of the sequence stratigraphic analysis to one exploration block in Myanmar

XIE Xiao-jun, ZHU Guang-hui, LIU Ming
(Research Center, CNOOC, Beijing 100027, China)

Abstract: The synthetic sequence stratigraphic analysis is designed to study sequence stratigraphy and sedimentary systems in different tectonic settings and depositional periods with the aid of various sequence stratigraphic theories and methods. The present paper focuses on the tectonic sedimentary evolution of the late Pliocene and middle Miocene strata between I₃ and I₄ and applications of a variety of sequence stratigraphic techniques in a certain exploration block in Myanmar.

Key words: synthetic sequence stratigraphic analysis; sedimentary system; tectonic evolution; provenance; Myanmar