

碳酸盐浅滩滨岸区层序地层研究 ——江苏无锡嵩山下三叠统层序分析*

童金南 李红丽

(中国地质大学地球科学学院, 武汉 430074)

摘要 碳酸盐滨岸浅滩相剖面不仅最灵敏地记录了海平面变迁历史,而且它具有独特的副层序结构和特殊的层序识别和研究方法,在层序地层研究中占有重要地位。无锡嵩山下三叠统碳酸盐浅滩相剖面在中下扬子区具有特殊性和代表性,通过与微古地理相结合的沉积相位分析,能够有效而可靠地进行层序和副层序研究。

关键词 层序地层 副层序 碳酸盐浅滩 下三叠统 江苏无锡

分类号 P 53

第一作者简介 童金南 男 35岁 博士 教授 地层学及古生物学专业

1 前言

浅滩(及礁相)沉积地层剖面在层序地层研究中具有特殊意义。海平面的升降是进行沉积层序分析的基本前提。浅滩(及礁相)环境不仅沉积类型多样,沉积相标志丰富,而且由于其所处的环境水体较浅,海平面的变化能够在其沉积记录中得到比较灵敏的体现,因此,浅滩相剖面对于层序界面的识别也往往起到关键性的作用。例如,长江中下游早三叠世第一个层序的顶界面在大部分地区识别不出水上暴露标志(可能本身就不存在),唯浅滩相的嵩山剖面发育风化的卡斯特层。另一方面,反映次级海平面旋回的副层序在浅滩(及潮坪)环境中产生的沉积结构型式与正常开阔海的副层序模式具有很大的差别。从层序地层学的基本原理出发,研究浅滩相副层序的结构特点和发育型式,澄清其与传统层序地层副层序结构模式的关系,不仅对层序的识别和层序结构型式的研究具有重要作用,而且对于发展层序地层学理论亦很有意义。

江苏无锡嵩山三叠纪海相沉积层序及其所反映的沉积古地理面貌,在长江中下游地区沉积和盆地格局中具有明显的特殊性。在沉积层序上它缺少了扬子区三叠系底部普遍发育的泥质岩层,以白云质灰岩直接超覆于二叠系长兴组灰岩之上。在沉积岩组成上,代表浅滩高能环境沉积的颗粒灰岩不仅所占比重大,而且出现层位低,指示一种隆起的古地理格局,是长江中下游地区已知地层剖面中记录早三

叠世碳酸隆起浅滩相环境的最好露头地层剖面,因而是本区进行层序地层学研究的關鍵剖面。

2 地层及沉积组合概况

嵩山剖面出露三叠系厚约 230m,为下青龙组(图 1)。化石资料表明其顶部达 Smithian 阶上部。主要由各种颗粒灰岩、泥晶灰岩和白云岩组成。下部以颗粒灰岩为主,夹泥晶灰岩及准同生白云岩。颗粒灰岩中以鲕粒灰岩、核形石灰岩为主,次为介壳灰岩和砂屑灰岩。上部主要为泥晶灰岩和泥质灰岩,夹少量鲕粒灰岩、砂屑灰岩、蠕虫状灰岩,以及白云岩。

嵩山剖面下三叠统的沉积层序在整个下扬子地区具有明显的特殊性: 1) 缺少区域上普遍存在的三叠系底部的泥质岩层; 2) 颗粒灰岩所占比重较大,且产出层位(Griesbachian 阶)明显低于扬子其它地区; 3) 岩石中白云质含量较高,有时形成白云岩层,出现时间较早(Dienerian 阶)而且次生白云化现象亦比较常见; 4) 蠕虫状灰岩始于 Smithian 阶,低于周围其它地区。由此可见,嵩山地区下三叠统主要由各种浅水相碳酸盐岩组成,各类岩石的产出层位均低于扬子其它地区。此外,该区还缺少较深水相的沉积岩类,如泥质岩、瘤状灰岩等。

嵩山剖面碳酸盐岩中所产化石不多,主要为一些浅水生活类群。除底部和下部少数层位上采获到双壳类 *Claraia*, *Myophoria*, *Eumorphotis* 等属的某些种外,仅见有少量牙形石、腹足类及藻叠层石等。但丰富的生物介壳和核形石则在许多层位上可以见

* 国家科委八五重大基础科学研究项目(SSLC)研究成果。

收稿日期: 1996-08-20

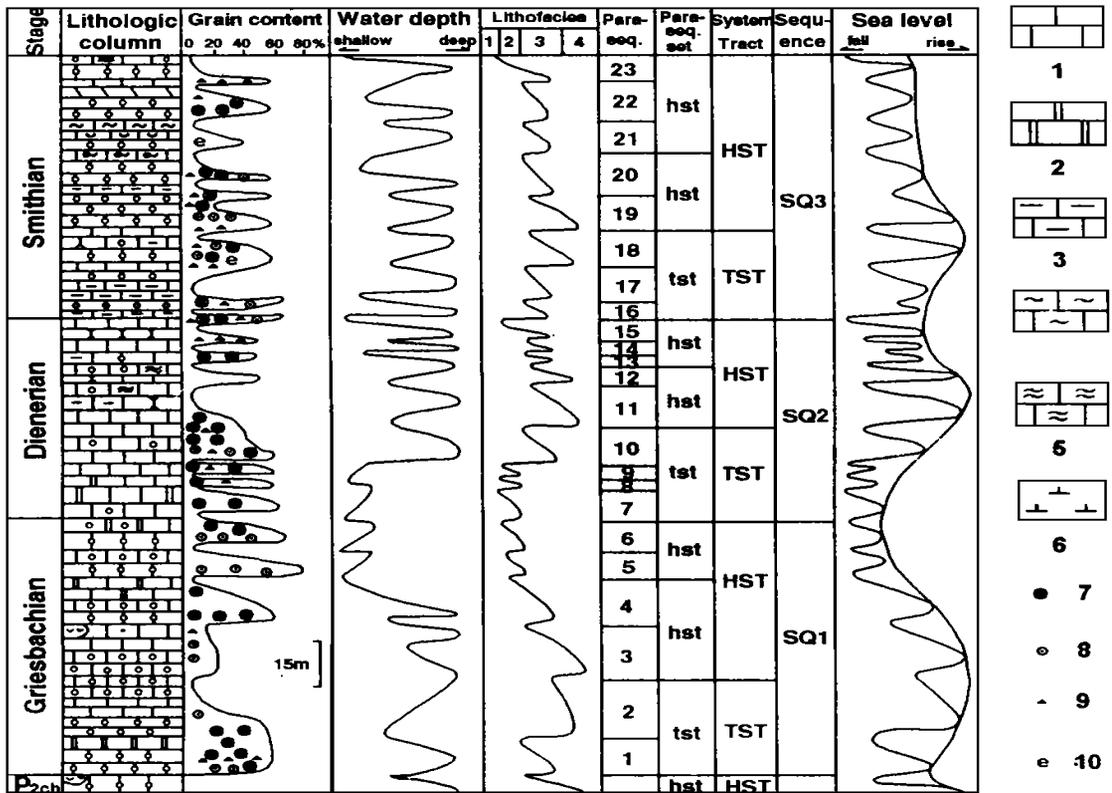
到。最低的早三叠世化石层位是距含珊瑚 *Waagenphyllum sp.* 的长兴灰岩之上 1.38 m 处白云岩中的牙形石 *Isarcicella isarcica* (Huckriede), 其上即出现 *Hindeodus parvus* Kozur et Pjatakova 和双壳类 *Claraia griesbachi* (Bittner), *Cl. stachei* (Bittner) 等。 *Isarcicella isarcica* 是三叠系底部的第二个牙形石带, 但它的产出层位很低且延限很窄, 仅限于 Griesbachian 阶的下部。在浙江长兴煤山国际二叠-三叠系界线层型候选剖面上, 它出现于第 28 层中^[1], 距二叠-三叠系界线仅 8 cm。三叠系第一个牙形石带是 *Hindeodus parvus*, 但该分子可延伸到 *I. isarcica* 带之上的 Griesbachian 中。晚期地层中由此可见, 嵩山剖面 Griesbachian 阶下部无大的沉积缺失, 其碳酸盐沉积与其周围地区的泥质沉积为相变关系。野外露头剖面近顶部产牙形石 *Platyvillosus costatus* Staesche, 是 Smithian 阶上部的重要分子, 表明该剖面露头部分达 Smithian 阶上部。

由于嵩山剖面特殊的古地理位置, 配合沉积相位的水体能量分析成为环境分析的十分有用手段。其中颗粒类型和颗粒含量是重要的相指标。

鲕粒形成于高能量水体环境, 但不同的鲕粒所代表的环境能量高低是不同的。剖面从下而上, 鲕粒由大变小, 由球形变成椭球形, 由真鲕占优势到表皮鲕为主。与其共生的砂(砾)屑的大小亦有由大变小的趋势。因此它们指示环境的能量变化是从高变低。砂屑灰岩主要分布于中下部, 上部较少, 以夹层的形式产出。砂屑磨圆好但分选差, 是局部高能条件下的产物。核形石灰岩分布广泛, 但以下中部偏多, 个体大且形态多样, 呈球形、椭球形或长条形, 一般大小 2~15 mm, 多不定向排列或稍有定向。是低于鲕粒形成环境能量, 但海水仍动荡的浅水条件下形成的。

泥晶灰岩是低能平静水体的产物, 在剖面上部占优势。白云岩是暴露蒸发条件下形成的。本剖面大部分白云岩系准同生形成, 伴有鸟眼、收缩缝以至卡斯特等暴露标志。

嵩山剖面的下三叠统是由以上几种代表不同能量条件的碳酸盐沉积岩交替韵律充填而成。旋回的两极分别是: 指示潮下和潮间高能浅滩的亮晶鲕粒灰岩、亮晶核形石灰岩、内碎屑灰岩等; 指示潮下-潮间局限和潮上蒸发环境的泥晶颗粒灰岩、泥晶灰



1. Supratidal; 2. Intertidal; 3. Subtidal closed; 4. subtidal bank

1 灰岩; 2 白云岩; 3 泥质灰岩; 4 蠕虫状灰岩; 5 藻纹层灰岩; 6 煌斑岩脉; 7 核形石; 8 鲕粒; 9 砂砾屑; 10 介壳

图 1 无锡嵩山下三叠统层序地层柱状图

Fig. 1 Lower Triassic sequence stratigraphical column of Songshan, Wuxi

岩和准同生白云岩。但完整的沉积(岩性)旋回代表的是沉积相位由海向陆的迁移周期:潮下开阔海-潮下浅滩-潮下局限-潮间浅滩(边滩及潮道)-潮间局限-潮上(暴露蒸发)(参见图 3),显然这种变化指示了一种海平面的升降旋回。

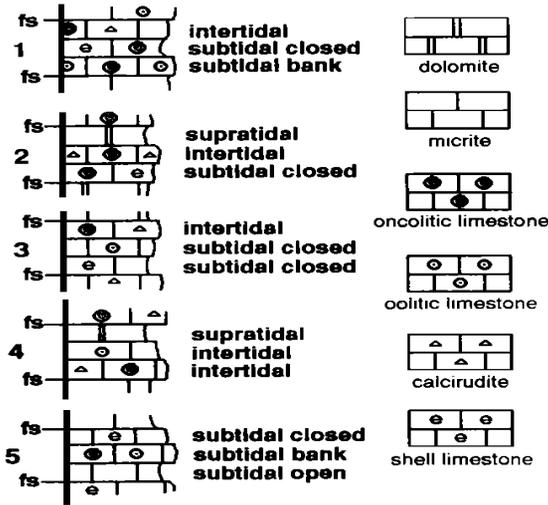


图 2 无锡嵩山下三叠统主要副层序类型

Fig. 2 Major parasequences in the Lower Triassic of Songshan, Wuxi

3 副层序的发育型式

副层序分析是层序地层研究的基础。由于碳酸盐滨岸及滩相环境具有复杂的地理地貌特点,产生的副层序的结构形式亦就比较复杂而有特殊性。副层序旋回与沉积水深和环境能量之间的关系亦非是线性相关的。我们的副层序识别和划分是在野外岩相和室内微相细致观察和分析的基础上,结合区域古地理沉积相位(海平面)研究得出的。实践表明,只有在正确建立了剖面上副层序序列后,借助于副层序的叠积形式,才能正确地进行层序和体系域的划分分析。特别是在浅水区,凝缩层不发育,海侵面也不是独特的标志界面,当层序界面的水上暴露标志不存在或不明显时,副层序叠积分析成为层序研究唯一有效而可靠的手段。

在能量旋回分析的基础上,结合沉积相位的空间展布和其反映的海平面升降过程,嵩山剖面下三叠统露头地层中共识别出 22 个反映海平面从升到降的副层序旋回(图 1) 根据这些副层序的岩性结构及其反映的沉积相位演变的特点,可将它们归纳

为图 2 所示的 5 种副层序结构类型和图 3 所示的碳酸盐浅滩滨岸区副层序结构的一般形式。分析表明,沉积水深和颗粒变化不能用作副层序划分的直接标志,只能通过沉积相位分析才能正确地鉴别副层序旋回。一个完整的碳酸盐浅滩滨岸区副层序,根据岩性组合特点及其所反映沉积相位的空间展布情况具有 7 层结构(图 3),但它取决于区域上的微古地理分异。各种副层序类型(图 2)的差别,反映了海平面升降幅度不同所导致的副层序在标准序列中的起止位置不一样。地层中相邻两个副层序起止点的相对位置决定了副层序组中副层序的叠积形式(进积、退积和加积),因此,它也成为层序分析的一个重要手段。

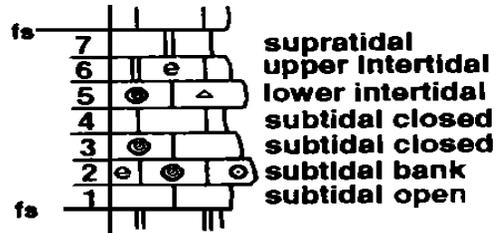


图 3 无锡嵩山下三叠统副层序完整旋回

Fig. 3 A complete parasequence in the Lower Triassic of Songshan, Wuxi

嵩山剖面上每个副层序均开始于一个明显的海泛面——代表沉积相位快速向海迁移,随后的地层序列是沉积相位逐渐向岸迁移的产物(即进积)。此外,各种副层序结构类型在层序和体系域中的分布位置亦是有规律性的。例如,在嵩山剖面上,类型 1 和 5(图 2)主要位于高位域下部,类型 2 和 4 仅出现于高位域的上部,类型 3 则多见于海侵域和高位域中部。

4 层序分析

根据副层序的叠积方式,其所反映的海平面变迁过程和露头上识别出的层序界面,嵩山剖面下三叠统露头部分可明确地划分为 3 个三级层序(图 1),而且它们可以在整个中下扬子地区追索对比。

区域层序地层分析表明,本区出露的 3 个三级层序均为 II 类层序^[2]。它们的主体部分分别形成于 Griesbachian 期、Dienerian 期和 Smithian 期。由于本区长兴晚期发育礁相沉积^[3],隆起的地貌特征为

本区三叠纪初滩相环境奠定了基础。三叠纪初,虽然下扬子大部分地区各层序界面由于没有明显的水上暴露标志,而难以直接识别。但在无锡浅滩区,第1层序海侵体系域高能浅滩相颗粒灰岩直接超覆于长兴期隆起上,该层序的顶部发育风化卡斯特层,第1-2层序均缺失了陆架边缘体系域(SMST),因此层序界面清晰可辨。不过通过副层序的叠积方式来进行层序分析还是层序识别的最基本而又可靠的方法。即使在浅水区的嵩山剖面上,层序分析亦必须借助于这种研究方法。各体系域的识别和第3层序的划分就是依据各副层序的叠积型式来确定的。Dienerian期海侵体系域(TST)是本区沉积环境能量较高时期的产物,随后的充填加积作用仍维持着这种高能环境,反映了区域的海平面高水位特征,亦使得本区在第2层序末没有明显的水上暴露标志。由于陆架边缘体系域的下部和高水位体系域的上部同为进积型副层序,当没有水上暴露标志时,层序界面不是一个易于识别的面,因此本文采用殷鸿福等^[4]的意见,将层序分界置于海侵面处。本剖面上第3层序未到顶,但已达到晚期高位域。

5 结 论

1) 滩相剖面在层序地层分析中占有重要位置,它不仅是层序格架中起关键作用的地理单元,而且是层序分析和识别标志最丰富的区域;

2) 滩相剖面具有不同于正常海相沉积区的副层序结构型式,主要取决于滨岸的微古地理面貌,但向上“变粗”或“变浅”的旋回不一定是副层序;

3) 通过与微古地理相关的沉积相位分析反衍沉

积体空间进积和退积过程分析,对于露头层序地层研究是一个比较实用的方法,尤其对滨岸区沉积层序分析尤为重要;

4) 下扬子区早三叠世各三级层序,在跨越滨岸浅滩、台前斜坡和台盆区均能很好地对比。同时在各个沉积相区次级岩性旋回亦十分发育。因此正确进行副层序识别和分析,将极大地提高地层划分对比的精度。通过高频副层序旋回分析,下扬子各相区地层对比精度已达到十万年级,少数层位和地区甚至达到了万年级^[5]。

最后要说明一点,在岩隆的碳酸盐滨岸层序和副层序分析中应用沉积相位变迁分析方法时应该注意到,明显的同沉积构造和生物造岩作用所产生的岩隆区微地貌与周围环境变化亦可能存在不协调的情形,必须结合区域上的层序对比分析,才能得出可靠的结论。

参 考 文 献

- [1] Yin Hongfu, Wu Shunbao, Ding Meihua, et al. The Meishan Section - Candidate of the Global Stratotype Section and Point (GSSP) of the Permian-Triassic Boundary (PTB). *Alberatiana*, 1994, 14: 14-31.
- [2] Tong Jinnan and Yin Hongfu. Lower Triassic sequence stratigraphy of Lower Yangtze, China. *Journal of Geology, Ser. B*, 1995, (5-6): 169-170.
- [3] 王恕一,朱洪发,陈亚中等. 无锡嵩山长兴期海绵生物礁的发现及其意义. *地层学杂志*, 1990, 14(4): 308-310.
- [4] Yin Hongfu and Tong Jinnan. Relationship between sequence stratigraphical boundary and chronostratigraphical boundary. *Chinese Science Bulletin*, 1995, 40(16): 1357-1362.
- [5] 张克信,童金南,殷鸿福等. 浙江长兴二叠-三叠系界线剖面层序地层研究. *地质学报*, 1996, 70(3): 270-281.

Sequence Stratigraphy in the Littoral Carbonate Bank Zone

- - Lower Triassic Sequence Analysis of Songshan, Wuxi, Jiangsu

Tong Jinnan and Li Hongli

(China University of Geosciences, Wuhan 430074)

Abstract

The littoral carbonate bank section has not only the most sensitive record of the sea level change but also the distinctive parasequence pattern. By the inimitable method of sequence recognition the carbonate bank section of Songshan, Wuxi is particular and typical in studying the Middle and Lower Yangtze region stratigraphically. The analysis of the depositional site associated with microgeography is available and reliable method in studying the sequence and parasequence.

Key Words sequence stratigraphy parasequence carbonate bank lower triassic Wuxi, Jiangsu