

下扬子区三叠纪最大海侵事件与扬子板块和 华北板块碰撞的关系

程日辉, 王璞[✉], 刘万洙, 唐华凤, 孔庆莹, 宋维海

(吉林大学 地球科学学院, 长春 130061)

摘要: 发育在下扬子区早三叠世青龙组沧波门段中下部的瘤状灰岩、薄层泥晶灰岩、泥灰岩和泥岩, 作为深水凝缩段沉积代表了三叠纪最大海侵事件, 时间为奥伦初、中期。这个由5个次级短周期波动构成的长周期海平面升降始于三叠纪初期, 在奥伦中期达到最大, 之后开始大规模海退, 经过安尼期、拉期、卡尼期的咸化潮坪-泻湖环境和海陆交互环境, 在诺利期-瑞替期海水全部退出本区。与之相比, 三叠纪长周期全球海平面升降是在诺利早期(221 Ma)达到最大海侵。下扬子区的最大海侵事件的时间比全球最大海侵事件提早大约22 Ma, 显示出明显的非同步性。这种非同步性反映了下扬子区的大地构造背景在三叠纪发生了重大改变, 即发生在中一晚三叠世的扬子板块与华北板块碰撞, 其伴随着海陆变迁的发生。下扬子区三叠纪海侵事件与全球海平面变化的非同步性可以作为扬子板块与华北板块碰撞的地层证据。

关键词: 最大海侵事件; 板块碰撞; 三叠纪; 下扬子区

中图分类号: P542.4

文献标识码: A

文章编号: 0256-1492(2004)02-0055-05

发生在下扬子区的三叠纪海侵是一次重要的地质事件, 从此本区与我国东部的大部分地区一起整体转为大陆环境。除了黑龙江省三江地区晚三叠世-侏罗纪仍发育海陆交互地层之外^[1], 扬子板块与华北板块均成为陆地, 接受了陆相沉积。但问题是两板块是什么时间碰撞与拼接的。扬子板块与华北板块碰撞的时间是下扬子海闭合与大别-苏鲁造山带形成的核心问题之一, 一直存在争议。目前主要有2种代表性意见, 一种是早古生代或者新元古代^[2-4], 一种是三叠纪^[5-8]。如果拼接发生在早古生代或者新元古代并形成一个比较稳定的统一大陆, 那么依然会存在遭受海侵的可能。松辽盆地白垩纪的两次海侵事件^[9-10]就是在该区整体上升大陆背景下发生的。因此, 单纯的海侵和海陆环境变迁也不足以充分说明扬子板块与华北板块的拼接就发生在三叠纪。然而, 板块碰撞与拼接必然引起本区及邻区的大地构造背景的改变, 产生造山与成盆作用。保存在盆地之中的地层与沉积物记录了这种重大的构造变动, 同时也记录了与构造变动有关的相对海平面变化。因此, 局部的相对海平面变化与此间全球海平面变化的对比, 以及它们之间的差异

性分析, 可以揭示这种局部相对海平面变化背后的构造控制, 提供扬子板块与华北板块碰撞时间的地层证据。

1 最大海侵事件的确定

下扬子区中生代海相地层发育在早一中三叠世的印度期、奥伦期和安尼期, 由一套以碳酸盐岩为主的沉积物构成(图1)。自下而上为下三叠统的青龙组(包括湖山段和沧波门段)和中三叠统的周冲村组^[11]。在皖南地区, 青龙组分为殷坑段和龙山段(对应湖山段)与南陵湖段(对应沧波门段), 与周冲村组对应的地层称为嘉陵江组^[12]。

青龙组湖山段以泥岩和泥灰岩互层为特征, 向上泥质成分逐渐减少。青龙组沧波门段下部以瘤状灰岩与薄层泥灰岩互层和泥晶灰岩、泥灰岩与泥岩互层为特征; 上部以蠕虫状灰岩和微晶灰岩互层为特征。周冲村组以发育膏溶角砾岩、膏盐和白云岩为特征。青龙组和周冲村组构成一个完整的碳酸盐沉积旋回, 反映出一个海平面升降的变化周期, 其中包含了3个次级周期和若干更小级别的波动。沉积环境由陆源碎屑岩和碳酸盐岩混合的斜坡滨浅海环境过渡为碳酸盐台地、台地前缘斜坡的浅海一半深海环境, 最后转换为滨海碳酸盐潮坪-咸化泻湖环境。最大的海侵事件以沧波门段下部的瘤状灰岩和薄层泥晶灰岩、泥灰岩和泥岩为代表, 时间为奥伦

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(49672124); 原长春科技大学创新基金(200003)

作者简介: 程日辉(1963—), 男, 博士, 副教授, 从事沉积学和石油地质学研究与教学, E-mail: Chengrh@email.jlu.edu.cn

收稿日期: 2003-08-10; 改回日期: 2004-02-26. 周立君编辑

©1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

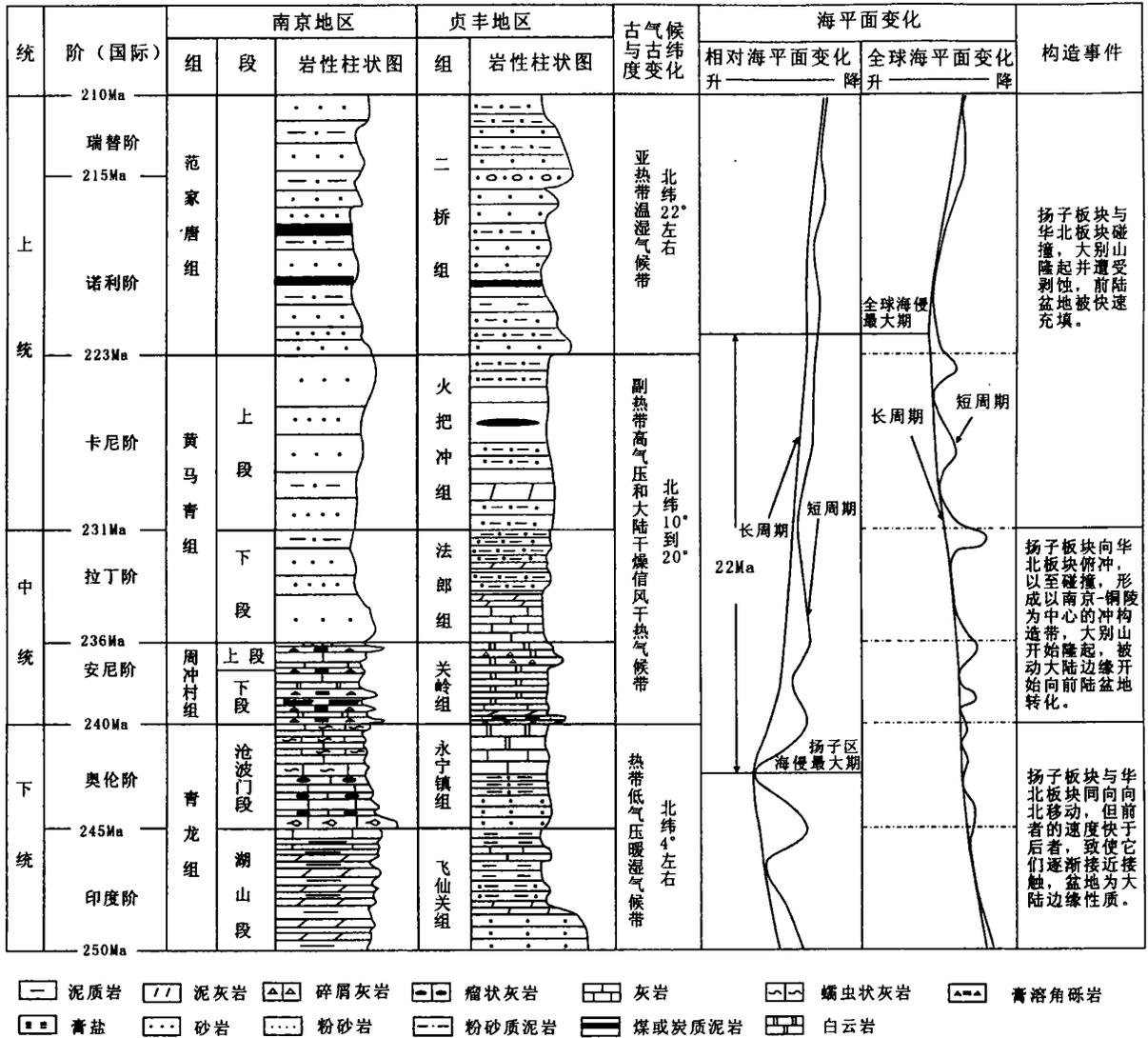


图 1 下扬子区三叠纪最大海侵事件与全球海平面变化对比

图中阶与组的划分对比、古生物资料和古气候变化据参考文献 [1]；贞丰地区的岩性柱状图据参考文献 [13]；古纬度的变化和年代值据参考文献 [14]；全球海平面变化曲线和年代值据参考文献 [15]；岩性柱组段的整体幅度代表时间间隔而不是厚度值。

Fig. 1 The maximum flooding event of transgression of Triassic and correlation with the globe sea level changes

初、中期(约 242~243 Ma)。最大海侵事件确定的依据是：

(1) 瘤状灰岩的发育(图 2a)。瘤状灰岩为透镜状,长度不等,厚度也多数在 3~5 cm 之间,风化颜色为红褐色,新鲜面颜色为青灰色。瘤状灰岩属于碳酸盐溶解相,形成于碳酸盐补偿深度(CCD)附近^[16]。

(2) 薄层泥晶泥灰岩、泥灰岩和泥岩互层构成了韵律层(图 2b、2c)。灰岩单层厚度平均为 3~5 cm,泥岩单层厚度小于 1 cm,发育水平层理。薄层水平状泥灰岩在显微镜下可见泥灰岩和泥岩的微细互层现象,由于受到浊流远端的影响,层面出现微波

状起伏,并发育冲刷界面。这种沉积组合属于凝缩段的饥饿沉积,沉积速率极低。

(3) 形成以菊石为主的化石富集层,并有生物遗迹发育^[17]。这也代表一种低速率的饥饿沉积。化石富集层的形成,一方面在其他沉积物的沉积速率低,数量少,使化石相对富集;另一方面可能是盆地底面位于氧化面以下,生物死亡之后得到保护而富集。

2 与全球海平面变化的对比

Haq 等^[15]的全球海平面变化曲线显示三叠纪



a. 瘤状灰岩



b. 泥晶灰岩与泥岩互层



c. 薄层粉晶灰岩

图 2 最大海侵事件在南京龙潭镇
青龙组沧波门段存在的证据

Fig. 2 Evidence for existence of maximum transgressive
event in Cangbomen section of Qinglong
Formation in Longtan Town, Nanjing

件却是发生在诺利早期, 为 221 Ma (图 1)。下扬子区发育碳酸盐沉积的印度期—安尼期 (250 ~ 240 Ma) 时, 全球海平面正处于一个上升过程之中, 同时 II 级的短周期波动频繁, 奥伦期存在 3 个 II 级波动。在发生全球最大海侵的诺利早期, 下扬子区已处于陆相环境, 接受了含煤湖沼沉积。

很明显, 三叠纪下扬子区的最大海侵与全球最大海侵是非同步的, 在时间上相差约 22 Ma。自奥伦初、中期的最大海侵事件之后, 下扬子区发生了大规模的海退。这种非同步性的时限为 22 Ma, 下扬子区在最大海侵事件前的海平面上升与全球变化是同步的, 而在非同步期后又趋向一致。

中、上扬子区三叠纪的沉积序列^[13]也反映出这种非同步性 (图 1)。在贵州贞丰地区, 奥伦期亦为最大海侵期, 最大海侵事件以页岩、泥灰岩沉积为代表, 但同下扬子区相比也存在明显的差别, 拉丁期依然为滨浅海环境, 而下扬子区已是受到海水影响的近海湖泊环境。这说明中、上扬子区的海退过程较下扬子区要缓慢或者滞后。

这种下扬子区三叠纪海侵事件与全球海平面变化的非同步性反映了在本区中—晚三叠世发生了巨大的构造变动。

3 讨论

根据古地磁极移曲线^[14]的研究分析, 三叠纪初期下扬子板块和华北板块的古纬度 (分别以南京和石家庄为参考点) 分别是北纬 4° 左右和北纬 20°, 纬度相差 16°。在三叠纪末的古纬度分别为北纬 20° 左右和 30° 左右, 纬度相差 10°。整个三叠纪扬子板块与华北板块纬度差减少了 6°, 反映出扬子和华北两大陆板块间的洋壳在消减, 以至陆块接触碰撞。下扬子区中—晚三叠世发生的构造变动是区域上扬子板块与华北板块碰撞与拼合的一部分。正是在三叠纪, 南、北两个板块的逐渐靠近, 直至接触、俯冲、碰撞和拼合, 直接从构造的角度控制了下扬子区盆地的发育, 地层与沉积记录中保存了与这个构造变动过程有关的相对海平面变化。

随着两板块边缘的靠近, 下扬子海面积变小, 加上全球海平面上升的背景, 下扬子区迅速海侵并在奥伦初、中期达到最大规模, 形成最大海侵事件。安尼期时两板块可能已经接触, 并开始了扬子板块向华北板块的俯冲, 虽然此时全球海平面继续上升, 但由于海域的继续缩小和地势升高, 形成了大规模的海退。拉丁期扬子板块的强烈俯冲, 陆块碰撞和造

同样也存在一个长周期变化, 由 10 个 II 级 (控制 III 级层序) 短周期构成。但是全球级别的最大海侵事

山带的形成,致使下扬子区形成以洪镇-铜陵-南京-扬州-安丰一线为对冲轴的冲推覆体系^[18],海水基本退出本区,开始接受陆相沉积。由于此时全球仍处于海平面上升阶段,在黄马青组下部出现海陆交互沉积。虽然在诺利初期全球海平面上升至最大,但因板块拼合和陆地抬升,下扬子区已远离了海水背景。三叠纪扬子板块与华北板块的俯冲与碰撞使得下扬子区盆地的沉积环境和古地理格局发生重大变化,同时在造山带也发育了超高压变质岩^[19-21]。扬子板块与华北板块碰撞的构造变动说明了下扬子区三叠纪海侵事件与全球海平面变化的非同步性。这个与巨大构造变动相连的海侵-海退过程以及由古地磁极移所揭示的两板块的移动与之间的纬度差,同时说明了下扬子区三叠纪最大海侵事件不是两板块拼接形成稳定大陆后的海侵。对产出在大别山区板块缝合带的榴辉岩及超镁铁岩的Sm/Nd等时线年龄(230~240 Ma)的研究^[5-6],也说明板块碰撞、拼接的时代为中-晚三叠世。

中、上扬子区同样也经历了扬子板块与华北板块碰撞的构造变动和海侵-海退过程,但海退过程较下扬子区要缓慢或者滞后。这种现象不仅反映海退的方向是由东向西的,而且还显示两板块的碰撞和拼接可能并非同时发生,即为由东向西逐渐碰撞和拼接的,这与一些同时碰撞与拼接的认识^[2-23]有些不同。

4 结论

对下扬子区三叠纪海侵事件的确定和与全球海平面变化的对比,以及扬子板块与华北板块碰撞的构造变动背景分析,表明下扬子区三叠纪海侵事件与全球海平面变化的非同步性可以作为扬子板块与华北板块碰撞的地层证据。碰撞的时间为中三叠世,是由东向西逐渐碰撞和拼合的。

参考文献(References)

[1] 王鸿桢. 中国古地理图集[M]. 北京: 地图出版社, 1985. [WANG Hong-zhen. Atlas of the Palaeogeography of China[M]. Beijing: Cartographic Publishing House, 1985.]

[2] Matauer M, Matte P, Malavieille J, et al. Tectonics of the Qinling belt: Build-up and evolution of Eastern Asia[J]. Nature, 1985, 317: 496-500.

[3] 许志琴, 张建新, 徐惠芬, 等. 中国主要大陆山链韧性剪切带及动力学[M]. 北京: 地质出版社, 1997. [XU Zhi-qin, ZHANG Jian-xin, XU Hui-fen, et al. Ductile Shear Zones in the Main Continental

Mountain Chains and Their Dynamics[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1997.]

- [4] 张树业, 胡克, 刘晓春, 等. 中国中部元古代蓝片岩-白片岩-榴辉岩带——古陆板块裂撞带的三位一体特征[J]. 长春地质学院学报, 1989(专辑): 152-157. [ZHANG Shu-ye, HU Ke, LIU Xiao-chun, et al. The characteristics of Proterozoic Blueschist-Whiteschist Eclogite in central China: A trinity of ancient intercontinental collision collision zone[J]. Journal of Changchun University of Earth Science, 1989(Sup.): 152-157.]
- [5] 李曙光, Hart S, 郑双根, 等. 中国华北-华南陆块碰撞时代的Sm-Nd同位素证据[J]. 中国科学(B辑), 1998(3): 312-319. [LI Shu-guang, Hart S, ZHENG Shuang-geng, et al. Sm-Nd isotopic evidences of collision between North China plate and South China plate[J]. Science in China(Series B), 1998(3): 312-319.]
- [6] 徐树桐, 江来利, 刘贻灿, 等. 大别山区(安徽部分)的构造格局和演化过程[J]. 地质学报, 1992, 66(1): 1-14. [XU Shu-tong, JIANG Lai-li, LIU Yi-can, et al. Tectonic framework and evolution of the Dabie mountains in Anhui, eastern China[J]. Acta Geologica Sinica, 1992, 66(1): 1-14.]
- [7] Ames L, Tilton G R, Zhou G Z. Timing of collision of the Sino-Korean and Yangtze craton: U/Pb zircon dating of eclogite bearing eclogites[J]. Geology, 1993, 21: 339-342.
- [8] Cong B, Wang Q, Zhai M, et al. Ultrahigh pressure metamorphic rocks in Dabie-Sulu region, China: their formation and exhumation[J]. The Island Arc, 1994, 3: 135-150.
- [9] 王璞麟, 杜小弟, 王东坡. 松辽盆地白垩纪湖侵沉积层序与湖海沟通事件的地球化学记录[J]. 岩相古地理, 1995, 15(4): 14-20. [WANG Pu-lin, DU Xiao-di, WANG Dong-po. Geochemical record of the Cretaceous lacustrine transgressive sequences and the marine-lake connecting events in the Songliao basin, northeast China[J]. Lithofacies and Palaeogeography, 1995, 15(4): 14-20.]
- [10] 王璞麟, 刘万洙, 单玄龙, 等. 事件沉积[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2001. [WANG Pu-lin, LIU Wan-zhu, SHAN Xuan-long, et al. Depositional Events[M]. Changchun: Jilin Science and Technology Press, 2001.]
- [11] 徐学田. 江苏省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997. [XU Xue-tian. Lithostratigraphy of Jiangsu Province[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1997.]
- [12] 钱迈平, 郭佩霞. 下扬子区三叠纪古生物和古地理变迁的主要原因[J]. 江苏地质, 1995, 2(3): 156-165. [QIAN Mai-ping, GUO Pei-xia. The evolution of paleontologic and paleogeographic changes in Triassic period in the lower Yangtze valley and its essential cause[J]. Geology of Jiangsu Province, 1995, 20(3): 156-165.]
- [13] 王鸿桢, 刘本培. 地史学教程[M]. 北京: 地质出版社, 1980. [WANG Hong-zhen, LIU Ben-pei. Geological History[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1980.]
- [14] 张永鸿. 下扬子区构造演化的黄桥转换事件与中、古生界油气勘探方向[J]. 石油与天然气地质, 1991, 12(4): 439-447. [ZHANG Yong-hong. Huangqiao transform event in tectonic evolution of lower Yangtze region and the Meso-Paleozoic hydrocarbon exploration target[J]. Oil and Gas Geology, 1991, 12(4): 439-447.]
- [15] Haq B U, Vail P R. The chronology of fluctuating sea level since the Triassic[J]. Science, 1987, 235: 1156-1167.

- [16] 孟祥化, 葛铭. 内源盆地沉积研究[M]. 北京: 石油工业出版社, 1993. [MENG Xiang-hua, GE Ming. Study of Intrabasin Sediments[M]. Beijing Petroleum Industry Publishing House, 1993.]
- [17] 徐雪球. 苏南地区三叠纪地层格架[J]. 江苏地质, 1999, 23(3): 141—147. [XU Xue-qiu. The stratigraphic framework of Triassic period in south Jiangsu[J]. Geology of Jiangsu Province, 1999, 23(3): 141—147.]
- [18] 杨盛良. 下扬子区中生界构造特征及油气远景[J]. 石油勘探与开发, 1997, 24(3): 10—14. [YANG Sheng-liang. Structural features and oil and gas potential of the Mesozoic in Xiayangzi region of China[J]. Petroleum Exploration and Development, 1997, 24(3): 10—14.]
- [19] Okay A I, Xu S T, Sengor A M C. Coesite from the Dabieshan eclogites, Central China[J]. Eur. J. Mineral, 1989, 1: 595—598.
- [20] Xu S T, Okay A I, Ji S Y, et al. Diamond from Dabie Shan metamorphic rocks and its implication for tectonic setting[J]. Science, 1992, 256: 80—82.
- [21] Hacker B R, Ratschbacher L, Webb L, et al. U/Pb zircon ages constrain in architecture of the Ural high-pressure Qinling-Dabie Orogen, China[J]. Earth Planet Sci. Lett., 1998, 161: 215—230.
- [22] 李锦铁. 中朝地块与扬子地块碰撞的时限与方式——长江中下游地区震旦纪-侏罗纪沉积环境的演变[J]. 地质学报, 2001, 75(1): 25—34. [LI Jin-tie. Pattern and time of collision between the Sino-Korean and Yangtze blocks: Evolution of the Sinian-Jurassic sedimentary settings in the middle-lower reaches of the Yangtze River[J]. Acta Geologica Sinica, 2001, 75(1): 25—34.]

THE MAXIMUM FLOODING EVENT OF TRANSGRESSION DURING THE TRIASSIC AND COLLISION BETWEEN YANGTZE PLATE AND NORTH CHINA PLATE IN LOWER YANGTZE AREA

CHENG Ri-hui, WANG Pu-jun, LIU Wan-zhu, TANG Hua-feng, KONG Qing-ying, SONG Wei-hai

(College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China)

Abstract: The deep sea sedimentary association of nodular limestone, thin-layered micrite limestone, muddy limestone and mudstone represents the maximum flooding event of transgression of the Triassic, developed in Cangbomen Member, Qinglong Formation of early-middle Triassic, which is 242 ~ 244Ma, early-middle Olenkian. The initiation of long-term relative sea level rise was composed of five short terms that started at early Triassic, and reached its maximum at the middle Olenkian. After then a great regression began, and through Anisian, Ladinian and Carnian the seawater withdrew from lower Yangtze area completely at Norian-Rhaetian. However, the maximum transgression of long-term global sea level changes was at 221 Ma, early Norian. The time of maximum flooding event in lower Yangtze area was earlier about 22 Ma than that of the global maximum flooding, suggesting a clear non-synchronization. This non-synchronization reflected the great changes of the tectonic setting during middle-late Triassic, which was the collision between the Yangtze plate and North China plate. The non-synchronization of the Triassic in lower Yangtze area can be a stratigraphic proof of the collision between the Yangtze plate and North China plate.

Key words: maximum flooding event; plate collision; Triassic; lower Yangtze area