

二叠纪末期的全球淹没事件

陈中强

(中科院南京地质古生物研究所)

〔内容提要〕 本文根据华南层序地层学分析,着重研究了晚二叠世的淹没事件。研究表明,晚二叠世海平面变化曲线不同于C. A. Ross和J. R. Ross (1987)的海平面变化曲线。根据华南地区和世界其它地区的古生物分析和层序地层分析,晚二叠世海平面变化结论如下:(1)二叠纪末期,全球发生海泛淹没事件,海平面急剧上升,而不是下降;(2)晚二叠世晚期的海进开始于吴家坪末期,至长兴期末期(二叠纪末期)达到高峰时期。

关键词 晚二叠世 淹没事件 海平面变化

对二叠、三叠纪全球海平面变化的认识,传统的观点认为二叠纪末期是大海退,三叠纪初为大海进,二叠、三叠系界线为海退向海进的转折点(Ross, C. A., Ross, J. R., 1987; Haq, B. U., Hardenbol, J., Vail, P. R., 1988)。最近,研究华南二叠、三叠纪地层的一些学者(杨遵仪、吴顺宝等, 1992; 殷鸿福, 1994; Jin, Y. G., 等, 1991)对此提出疑问,认为二叠纪末为大海进。二叠纪末海平面变化特征到底怎样?从加拿大埃尔斯米尔岛极区、印度北部克什米尔及西藏南部色龙西山等地的一些二叠、三叠系剖面来看,在P/T界线稍下层位大都存在一个沉积间断面,故很难反映真实的海平面变化特征。而华南地区一些海相二叠、三叠系剖面发育了较为连续的P/T界线地层,当时的层序地层特征能够较全面地反映海平面的变化特征。

1 华南晚二叠世至早三叠世层序地层特征

华南晚二叠世吴家坪末期至早三叠世格里斯巴赫期的沉积构成了一个完整沉积层序(相当三级层序, Vail 等, 1977)。该层序发育了顶、底层序界面(SB)、海进体系域(TST)、最大海泛面凝缩段(mfscs)及高水位体系域(HST)。在海平面上升过程中,位于不同的古地理位置其沉积相发生了分异,形成了以长兴组为代表的碳酸盐岩型海进体系域及以大隆组为代表的硅质岩型海进体系域。图1为二叠、三叠纪过渡时期的层序地层模式图。

1.1 层序界面(SB)

这一层序的底界面为吴家坪末期的暴露面,有的地方则表现为长兴期与吴家坪之间的假整合面。这一层序界面所代表的海平面下降事件在华南普遍有反映,阎俊峰、尚冠雄等(1965)称之为东南运动;在苏、浙、皖交界地区,长兴组底部常见含砾砂岩沉积;长江中下游地区龙潭组顶部沉积的“压煤灰岩”明显代表了一次新的海泛的开始;苏州附近的龙潭组第三段底部砂泥岩中出现大量的植物根茎化石;而毕仲其(1990)则认为南京附近的

①本文1994年10月2日收稿。

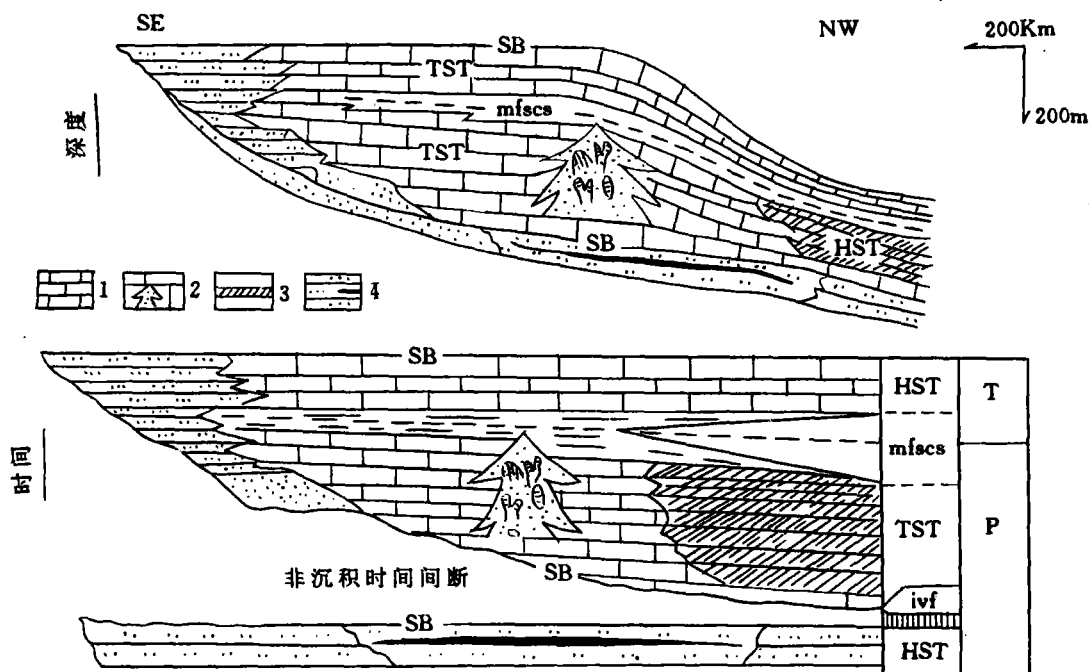


图 1 下扬子区二叠、三叠纪过渡时期层序地层模式图

1. 早三叠世泥灰岩; 2. 长兴组礁或台地相碳酸盐; 3. 大隆组硅质岩; 4. 龙潭组含煤沉积;
HST. 高水位体系域; TST. 海进体系域; mfscs. 最大海泛面凝缩段; ivf. 深切谷充填物

Fig. 1 Sequence stratigraphic model for the Lower Yangtze area in the transitional stages from Permian to Triassic

1=Early Triassic marl; 2=reefs or platform carbonates in the Changxing Formation;

3=siliceous rocks in the Dalong Formation; 4=coal-bearing deposits in the Longtan Formation;

HST=highstand systems tract; TST=transgressive systems tract; mfscs=maximum marine flooding surface condensed section; ivf=incised valley fillings;

龙潭末期出现沉积间断。同样,在广西合山地区,合山组上段出现含煤地层,代表海平面下降。总之,华南此时发生了较大规模的海平面下降事件,形成了 I 型不整合面。该层序的顶界面大致相当于殷鸿福等(1993)划分的三叠系第一层序的顶界面,即位于格里期巴赫斯沉积之顶,为 I 型层序界面。

1. 2 海进体系域

1. 2. 1 碳酸盐岩型海进体系域

由龙潭组顶部“压煤灰岩”及上覆的长兴组沉积组成,其中龙潭组顶部“压煤灰岩”代表了沉积层序的首次海泛面。在首次海泛面之上以碳酸盐台地相沉积或礁相沉积为主,由许多向上变浅的碳酸盐沉积序列退积叠加形成各种碳酸盐建隆。

1. 2. 2 硅质岩型海进体系域

由龙潭组顶部压煤灰岩及大隆组硅质岩组成。与碳酸盐岩型海进体系域一样,龙潭组顶部“压煤灰岩”代表了该层序的首次海泛面,而大隆组的硅质岩则代表海进体系域中因海平面上升而接受的饥饿式凝缩沉积。

1. 3 最大海泛面凝缩段 (mfscs)

由长兴组(或大隆组)顶部的粘土岩组成,在粘土岩中普遍富含黄铁矿及潜穴构造,含铍异常。同时,这段地层中底栖生物化石稀少,多为浮游及假浮游动物遗骸。总之,它们指示了一种沉积速率极其缓慢且沉积物供给极不充分的凝缩沉积。

1.4 高水位体系域

由早三叠世格里斯巴赫期的沉积组成,以中一薄层泥灰岩夹少量碎屑岩沉积为特征。

1.5 层序解释

吴家坪晚期,以华南为代表的东特提斯区发生了首次海泛事件,许多地区接受了龙潭组顶部的“压煤灰岩”沉积。从此,海平面一直处于上升状态,海水不断向滨岸上超,导致华南不同地区发生沉积相的分异:一方面,在远离物源供给区,由于沉积物的供给不充分,沉积物的容纳空间(accommodation)越来越大,沉积物的堆积以进积作用为主,形成饥饿式的硅质沉积,以大隆组的硅质岩为代表;另一方面,靠近碳酸盐建隆区,沉积物供给充分,沉积物的堆积以退积作用为主,形成了退积型的碳酸盐台地或生物礁,以长兴组的碳酸盐沉积为代表;在两者之间的地区则接受了长兴组斜坡相的碳酸盐沉积。至长兴末期,由于海平面上升速率迅猛增大,海岸急速上超,发生规模空前的海泛淹没事件。无论是原来的碳酸盐沉积区还是硅质岩沉积区,此时都接受了代表凝缩段沉积的粘土岩堆积。这一海泛事件使得特提斯区刚刚形成的碳酸盐陆棚区被淹没,暴露的陆棚又形成新的陆表海,广阔的隆起区被淡化海水浸吞。从此之后,全球进行另一个高水位期,浅海面积由13%左右迅速扩大到40%以上(金玉环等,1994)。

2 二叠纪末期海泛淹没事件对华南的影响

如前所述,二叠纪末期海平面的迅速上升,使得华南大片陆棚区变为统一的深水环境,到处接受以黑色粘土岩为代表的最大海泛面凝缩段沉积。对这一时期海平面的变化,生活在华南陆表海中的生物最为敏感,以腕足动物为例,长兴期的腕足类化石可分为两类组合:其一,以 *Peltichia zigzag-Spinomarginifera alpha* 为代表的灰岩相组合;其二,以 *Paryphella sulcatifera-Paracrurithyris pigmaea* 为代表的硅质岩相组合。其中,前者的分子分布于长兴组中,很少见于后一类型组合中;而后的分子多分布于大隆组中,可见于前一类型组合中,且多分布于长兴组顶部。甚至硅质岩相组合中的许多分子可以上延,出现于P/T界线过渡层中,成为“二叠纪型”分子的典型代表。廖卓庭(1979)指出,上述的灰岩相组合的分子主要以底栖固着生活,而硅质岩相组合的分子生活时除底栖固着外,可能以营假飘浮为主。因此,从腕足类化石的地层分布可以看出,晚二叠世晚期海平面上升过程中,随着沉积相的分异,海洋中的腕足动物类群出现分异,分为以底栖固着生活为主的灰岩相组合及除底栖固着外还以假飘浮生活为主的硅质岩相组合。至长兴末期,华南陆表海海面发生快速上升时,原来大片碳酸盐台地被淹没,灰岩相组合的分子也跟着消失,取而代之的是硅质岩相组合分子的大量出现。由于这一类群的分子长期生活于海水较深的海域中,故当二叠纪末期最大海泛事件发生时,它们仍可延续下去,出现于早三叠世的高水位期沉积之中。

3 海淹事件对其它地区的影响

最近的生物地层研究表明,加拿大埃尔斯米尔岛极区的二叠、三叠系剖面上,间断面

之上的海相层的时代为二叠纪末期而不是三叠纪初期 (Henderson, R., 1993), 说明海水自二叠纪末期就淹没了该地区。同样, 盐岭地区的 Mianwali 组 Kathwai 层与下伏的 Chhidru 上部的 White Sandstones 层之间亦可能存在一个沉积间断面 (Grant, R. E., 1970)。在我国西藏南部的色龙西山剖面上, 间断面之上也存在长兴末期海相沉积 (Wang, Y. G. 等, 1989)。而在南阿尔卑斯区, 富含钙藻碳酸盐浅海陆棚区也被淹没而出现粘土层沉积, 滨岸膏盐沉积区和海岸平原碎屑岩沉积区则为 Tesero 段鲕状灰岩所覆盖。因此, 二叠纪末期的最大海泛事件淹没了上述各地, 在漫长的非沉积区上出现海相沉积。

这次海泛事件不仅使陆棚海重视, 而且波及长期暴露的内陆盆地, 使原来干热气候变得温湿。在澳大利亚的 Perth 和 Bown 盆地, 含海相藻类或疑源类化石三叠纪最早期沉积广泛超覆于二叠纪陆相沉积之上, 意味着二叠、三叠纪之交这里曾发生过一次突发性事件 (Balme, B. E. 和 Helby, R. T., 1973)。据金玉玕等 (1994) 研究, 二叠纪末期的海泛淹没事件也波及至我国华北、新疆塔里木盆地北缘及准噶尔盆地南缘等内陆盆地区, 表现为在二叠纪末期至早三叠世红色沉积中出现一套绿色或杂色的过渡层沉积, 其中或含舌形贝或含疑源类化石, 指示了这一时期海水曾一度淹及上述内陆盆地。最近, 在新疆吐鲁番盆地跨二叠、三叠纪的锅底坑组上部出现绿色至黄绿色碎屑岩沉积, 所含的孢粉组合往往以孢子占优势, 与上覆和下伏地层中以裸子植物花粉占优势的组合不同, 说明曾出现过短暂的湿润气候。二叠纪至三叠纪的过渡期, 世界性的以石松类占优势的孢粉组合和疑源类化石的广泛出现, 海湾、潟湖大规模的扩大, 沼泽广泛存在和湿润气候出现 (Tin, *et al.* 1991), 这些都与二叠纪末的海泛事件有关。

4 二叠纪末期海泛淹没事件始于何时?

如前文所述, 二叠纪末期海泛事件, 使得华南大部分地区、西藏南部、克什米尔及加拿大埃尔斯米尔岛极区等地均出现黑色粘土岩沉积; 南阿尔卑斯地区出现 Tesero 段鲕状灰岩沉积; 盐岭地区为云岩沉积 (Kathwai 下部单元), 却很少出现代表滨岸上超的滞留砾石沉积。此外, 二叠纪—三叠纪过渡期全球的生物面貌出现了更新, 二叠纪以来底栖生活型生物大量消失, 而以 *Otoceras* 为代表的菊石动物群、假漂浮生活的硅质岩相型腕足动物群及双壳动物群的大量出现为特征, 说明这次海泛上升速率非常快, 上升幅度非常大, 海水骤然淹没许多非沉积区, 使这些地区接受沉积物供给极不充分的凝缩沉积。显然, 这次海泛为晚二叠世晚期以来海平面升降旋回中的最大海泛事件, 形成了沉积层序的最大海泛面。从加拿大埃尔斯米尔岛极区、克什米尔、盐岭及我国西藏南部色龙西山等地区的二叠—三叠系剖面来看, 似乎这次海泛淹没事件起始于二叠纪最末期。然而, 在这一时期, 具连续海相沉积的华南地区, 层序地层分析结果认为吴家坪末期的沉积代表了这次海平面上升事件的首次海泛面沉积, 长兴期大部分沉积为海进期沉积, 长兴末期至早三叠世最初期沉积代表了这次海平面上升事件的最大海泛面凝缩段沉积。此外, 长兴期腕足类灰岩相型类群与硅质岩相型类群的纵向地层分布及演化规律亦证明了上述结论。

本文在成文过程中得到金玉玕教授的启发和指点, 同时引用了他部分研究成果, 在此, 笔者表示由衷的谢忱。

参 考 文 献

- 毕仲其、兰善先, 1991, 江苏南京地区二叠系岩石特征及沉积环境分析, 中、下扬子区二叠纪岩相古地理 (冯增昭主编), P. 187—194, 地质出版社。
- 杨遵仪、吴顺宝等, 1992, 华南二叠—三叠纪过渡期地质事件, 地质出版社。
- 殷鸿福, 1994, 二叠系—三叠系研究的进展, 9 (2), 1—9, 地球科学进展。
- 殷鸿福、丁梅华等, 1993, 扬子及其周缘东吴印支期生态地层学, 国家自然科学基金研究报告, 科学出版社。
- 阎俊峰、尚冠雄等, 1964, 江西中、晚二叠世地层初步研究, 22 (3), 165—175, 地质论评。
- 龚祖兴, 1991, 江苏苏州西山二叠系岩石特征及沉积环境分析, 中、下扬子区二叠纪岩相古地理 (冯增昭主编), 195—198, 地质出版社。
- 廖卓庭, 1979, 中国南部长兴阶的腕足动物组合带及二叠、三叠纪混动物群中的腕足动物, 地层学杂志 3 (3), 200—207。
- Balme, B. E. and Helby, R. J., 1973. Floral modifications at the Permian—Triassic boundary, In Logan, A. and Hills, L. V., eds., 1973, The Permian and Triassic Systems and their mutual boundary. Canadian Soc. of Petrol. Geologists, Calgary, Alberta, Canada, pp. 433—444.
- Grant, R. E., 1970. Brachiopods from Permian—Triassic boundary beds and age of the Chhidru Formation, W. Pakistan, Stratigraphic Boundary Problems, Permian & Triassic of W. Pakistan (Eds. Kummel, B. et al.) University of Kansas Spec. Publication 4, pp. 117—151.
- Haq, B. U., Hardenbol, J. and Vail, P. R., 1988. Mesozoic and Cenozoic Chronostratigraphy and eustatic cycles, In: Sea-level Changes, an integrated approach (eds, Wilgus, C. K.) Soc. of Eco. Paleont. & Min. Spec. Publication 42, pp. 43—47.
- Henderson, R., 1993. Program and abstracts of Pangea Conference, Carboniferous to Jurassic, Calgary, Canada, p. 361.
- Jin, Y. G., et al., 1991. On the Pre-Lopingian marine benthos crisis compte rendu, the 12th ICC-P, Buenos Aires 1991.
- Ross, C. A. and Ross, J. R., 1987. Late Paleozoic sea levels and depositional sequences, Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Spec. Publication 24, pp. 137—149.
- Wang, Y. G., et al., 1989. A potential global stratotype of Permian—Triassic boundary, in Sun, S. et al. eds., Chinese Academy of Sciences, Developments in Geoscience, Science Press, pp. 221—230.

THE LATE PERMIAN GLOBAL FLOODING EVENTS

Chen Zhongqiang

Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica

ABSTRACT

This paper examines the Late Permian flooding events on the basis of sequence stratigraphic analysis from South China. The late Permian sea-level curve is different from the sea-level curve drawn by C. A. Ross and J. R. Ross (1987). According to the Palaeontological and sequence stratigraphic analysis from South China and other areas of the world, two conclusions about the Late Permian eustatic fluctuations are drawn in the following. (1) As the global marine flooding event took place during Permian—Triassic time, the sea level rose rapidly rather than its falling at the end of the Permian; (2) The late Late Permian transgression commenced during the latest Wujiapingian (late Late Permian), followed by the transgressive maximum during the latest Changxingian (Latest Permian).

Key words: Late Permian, flooding event, sea-level change