

文章编号: 1000-0550(1999)04-0536-06

中国南方二叠纪海平面变化及升降事件^①

王成善 李祥辉 陈洪德 覃建雄

《油气藏地质及开发工程》国家重点实验室 成都理工学院沉积地质研究所 610059

摘要 在对中国南方二叠纪层序地层、充填特征及沉积演化认识基础上, 通过研究海平面升降变化及事件后认为: 华南二叠纪相对海平面升降旋回与其层序数量一致, 升降型式可有两种且互成影像; 二级海平面升降包括“二分式”和“单分式”, 前者以扬子区为代表, 后者典型见于华夏区; 海平面升降事件发生在栖霞早期、茅口早期、茅口末期、吴家坪早期及长兴中后期; 二级、三级海平面变化在升降样式、数量、相位上与欧美各地有所不同, 其成因与所处构造域有关。

关键词 海平面变化 升降事件 成因 二叠纪 中国南方

第一作者简介 王成善 男 1951年11月出生 教授(博士生导师) 沉积学及青藏高原地质

中图分类号 P539.2 **文献标识码** A

中国南方二叠纪海平面变化研究较为薄弱, 虽有不少研究成果^[1, 3, 12, 13], 但仅讨论了晚二叠世情况。世界有关地区的二叠纪海平面升降变化研究多为七、八十年代的成果^[19~21]。我们在通过中国南方二叠纪不同盆地的层序地层、沉积充填和演化研究(参见本期相关论文)后, 拟对其海平面变化和成因进行较详细的讨论。

1 相对海平面升降

中国南方二叠纪共标识与层序数量(见本期王成善、陈洪德等)对应的三级相对海平面升降旋回11个(图1), 但由于构造分区、盆地类型较为复杂, 一些靠近古陆的盆地层序发育程度不一, 因此, 相对海平面变化规程、频幅也存在不同。

根据对全区层序剖面、层序结构对比研究(见本期王成善、陈洪德等)不难发现, 中国南方二叠纪的相对海平面升降样式可以划分为两种类型: 一种是与全球性大陆边缘海侵—海退^[19, 20]一致的升降样式, 即表现为持续缓慢上升—相对快速下降结构; 另一种正好相反, 为相对快速上升—持续缓慢下降。第一种样式主要发育在扬子克拉通及其边缘、被动大陆边缘、华夏克拉通西部边缘, 而第二种样式则主要分布于广西地区的部分台地(如来宾剖面)、台间盆地、钦防走滑深水盆地和华夏克拉通闽粤区。上述海平面升降样式和分布规律充分说明, 扬子克拉

通浅水区及华夏克拉通西部边缘的沉积记录与全球海平面升降有密切联系; 而扬子区的(较)深水盆地和华夏克拉通(闽粤区)似乎更多地受区域构造断陷、沉积供应生产速率控制。

与深水盆地有着相似海平面升降样式的广西地区部分台地和华夏克拉通何以如此, 一种原因是构造背景与前述扬子克拉通相差较大, 另一种解释是沉积背景的不同, 即这部分台地和华夏克拉通本身就属深海, 并且已经有证据发现。在浙西北长兴地

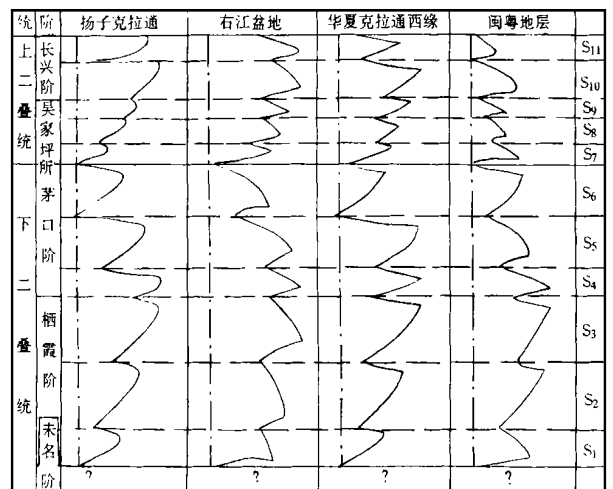


图1 华南二叠纪不同盆地相对海平面升降旋回与样式

Fig. 1 Permian relative sea-level changes and their patterns in different basins in South China

① 石油天然气公司“九五”重大科技工程项目, 中国南方海相二叠系层序地层与油气勘探目标评选研究的成果之一

区、浙南江山—衢州近期已发现深海沉积组合^[7,10]; 广西近期已被认为主体属深海远洋, 而非台盆, 其间的台地只不过是孤台而已^[16]。

从海平面升降格局上看, 中国南方二叠纪相对海平面升降频率变化类型大致可分为两种, 即早二叠世表现出开阔低频型, 晚二叠世显示相对紧密的中频型。同样, 相对海平面升降幅度大体可区分为高幅型和低幅型两类(以最高海平面与最低海平面差约 50 m 为界), 高幅型主要包括 I 型层序 S₁、S₆、S₇、S₁₁和 II 型层序 S₅、S₁₀对应的海平面升降旋回, 低幅型则为其它层序对应的相对海平面升降旋回。要说明的是, 尽管 S₄ 层序对应的相对海平面升降旋回时期是二叠纪乃至晚古生代以来的最高水位, 但这并不说明其波动幅度最大。

2 二级海平面变化

中国南方二叠纪二级海平面变化型式研究实例还不多见。从上扬子盆山转换^[8]、扬子区群落生态演变^[12]、构造沉积幕^[6]及全球淹没事件^[3]看, 中国南方二叠纪海平面变化应包括一个半以上旋回; 但另一方面, 广西上二叠统层序地层^[1]及贵州锶同位素变化^[5]显示二叠纪又只相当于一个二级旋回。虽然塔里木盆地北部二叠纪海平面变化^[14]为“一分型”, 但已不属同一个大地构造分区。显然, 他们的成果仅代表了中国南方局部区域, 未就全区进行研究。根据曾允孚等^[17]对右江复合盆地二叠纪沉积演化研究成果, 下二叠统属于海西旋回的上部海退序列, 上二叠统则系印支旋回的下部海侵序列, 考虑整个华南二叠系层序发育状况、层序体系域结构分配规律、相对海平面升降规程、频幅, 我们认为, 中国南方二叠纪二级海平面升降有两种格局, 即扬子地区为一个半二级旋回, 而非两个完整的旋回, 华夏区闽粤地区的则大致相当于一个完整的二级升降旋回。因此, 中国南方二叠纪的二级海平面变化可概括为两种样式: 一是“二分式”, 二是“单分式”(图 2)

包括川滇黔桂湘鄂赣扬子克拉通、右江盆地等在内的扬子区和华夏区华夏克拉通西部边缘的二级海平面变化总体型式为: 整个栖霞期缓慢持续上升, 茅口早期快速上升到最高点, 茅口中期开始下降, 末期大幅度快速下降到最低点; 第二个旋回起始于吴家坪初期, 此阶段表现为缓慢上升过程, 长兴早期继续上升, 中期升到该旋回的至高点, 末期才略有下降。茅口末期的大幅下降与吴家坪初期的上升在中

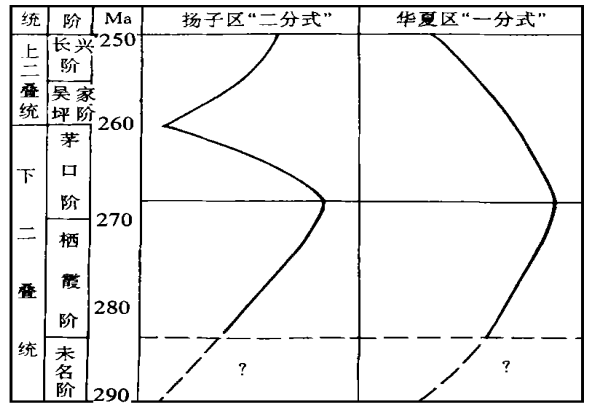


图 2 华南二叠纪二级海平面升降样式

Fig. 2 Rising-falling patterns of the second-order eustatic changes of Permian in South China

下扬子、华夏区往往叠合, 因此东吴运动常被视为上下二叠统分界^[4], 或将东吴运动更改为川黔运动^[2]。茅口早期的最高海平面是早二叠世和二叠纪的最高水位, 也是中国南方晚古生代以来的最大海侵期^[5], 反映在区域上广泛出现大量放射虫硅质岩, 如下扬子的孤峰组, 中、上扬子的茅口组下部多由放射虫硅质岩组成, 其有机碳、锶、总烃含量等值也达最高。此外, 各有关古陆尤其是扬子西缘的川滇古陆面积缩小亦是证据之一。茅口末期(早二叠世末)的海平面大幅度下降(与东吴运动有关)使华南大部分地区再次露出水面遭受侵蚀, 并在准平原化的基准面上大范围发育喀斯特、风化壳, 同时在中扬子克拉通、华夏克拉通边缘第一次出现含煤建造。第一个海平面升降旋回基本上构成了一个完整的二级旋回, 时间跨度大约为 23Ma; 第二个升降旋回从变化规程及结构上看似乎不甚完整, 时间跨度(10Ma), 相当于半个旋回, 以升降形式上看尚不足半个, 因海平面持续上升到早三叠世。

华夏克拉通闽粤地区的二级海平面变化进程表现为: 栖霞期海平面缓慢上升, 茅口早期上升至最高点后, 中晚期主体为一较长时期的逐渐下降过程; 吴家坪早期虽然海平面有所上升, 但随后一直下降, 即此期主体为一下降过程。长兴期与吴家坪期类似, 主体仍为下降。这一进程样式与扬子区及华夏克拉通西部边缘有着本质不同, 反映在茅口早期短暂上升到最高水位之后即迅速下降, 这一下降过程一直持续到二叠纪末。总体上看, 闽粤地区二叠纪海平面变化二分性不甚显著, 却具有一个完整的二级升

降旋回特点。上述差异还可以从层序体系域的厚度结构样式的不同(王成善、陈洪德等,本期)得到证实。这可能是受太平洋板块构造域影响。事实上,闽粤地区在栖霞期 $S_1 \sim S_3$ 层序以碳酸盐沉积充填为主,茅口早期 S_4 以硅页岩建造占优, $S_5 \sim S_{11}$ 主体转为陆源碎屑充填,这充分说明了茅口早期之后,华夏克拉通的构造活动具有持续差异升降—沉降特点,与扬子区有较大不同。

3 海平面升降事件

综观海平面升降过程可以发现,中国南方二叠纪有几次事件性升降,包括栖霞早期的上升事件、茅口早期的最大海泛事件、茅口末期的最低水位事件、吴家坪早期的上升事件及长兴中后期的下降事件,它们在沉积响应及地层接触关系上都有较为明显的记录。

3.1 栖霞早期的上升事件

表现在以下几个方面:①尽管华南二叠纪大部地区古地理格局是在石炭纪基础上发展而成的,即具继承性,但是,受沉积基底和区域构造隆升影响,造成扬子克拉通(缓坡、台地等)及其边缘、被动边缘、华夏克拉通及其边缘等相对浅水区域被海侵型碳酸盐沉积超覆,如上扬子克拉通、右江被动陆缘裂谷盆地等在该期形成了向北超覆总体南厚北薄的结构特点;②多数浅水地区,尤其是接近古陆的克拉通存在一构造升降不整合面,侵蚀面之上发育海侵期沉积;③海平面上升可能源自间冰期的冰川消融,并在侵蚀面之上发育具冰水性质的沉积,其特点是岩石色暗,类型单一,炭泥质、沥青质或有机质含量高,缺氧明显,富含有孔虫软泥的骨屑组合及冷水矿物六水碳钙石^[9, 12, 13],缺少颗粒灰岩和生物礁;④首次出现 *Pseudoschwagerina-Daminia* 或 *Misellina* 筴类有孔虫分子。

3.2 茅口早期的最大海泛事件

此期最大海泛事件是指整个华南二叠纪甚至晚古生代以来的最大海侵造成的一系列变化,包括:①华南早二叠世的古地理轮廓由此奠定,表现为沉积区域不断扩大,海侵面积基本上达到二叠纪最大值,古陆面积缩小到最小,如川滇古陆向西缩小,越北—马关古陆不断向南龟缩;②形成二级旋回和三级层序(S_4)的凝缩层沉积,全区绝大多数地区无论是深水盆地还是浅水台地、被动边缘等的凝缩层基本上都由硅质岩、硅页岩、薄层泥灰岩组成,上扬子地区

发育眼球状灰岩和页状藻灰岩,开始出现生物礁、丘及其与滩的组合;③这一时期的沉积中普遍富含新生生物分子,如上扬子的 *Neoschwagerina* 带分子,桂西的 *Cancellina* 带分子,桂北的 *Kufengoceras*, *Altudoceras* 带分子,其中 *Altudoceras*, *Paraceltites* 等属是特提斯生物区的主要分子,且在北美地台广泛分布^[18]。

3.3 茅口末期的最低水位事件

即早二叠世末期的最大海退事件,地质记录表现为:①古地理格局巨变,华南区浅水面积和古陆规模扩大,如川滇古陆向东扩张,右江盆地四周隆起形成新的古陆和孤岛,包括大新古陆的出现。与此同时,江南古陆和云开古陆也隆升出水面,深水盆地向西南方向收缩;②构造活动急剧增强,突出反映在岩浆侵入和火山喷发方面:上扬子川、滇、黔交界地区出现大面积玄武岩喷发与同期辉绿岩体的侵入,而广西地区、中下扬子及华夏克拉通边缘则以火山碎屑岩为特色,如下扬子孤峰组顶发育晶屑凝灰岩、角砾安山岩,并可占岩石组分的15%。虽然岩浆及火山活动与海平面下降无直接关系,但它们有一定成因联系;③海平面大幅度下降造成了碳酸盐台地、孤台、被动边缘等大范围暴露,遭受风化剥蚀,并在 S_6 层序 HST 顶叠置 0~50 m 不等的河湖—残积相沉积;④这一事件在生物方面也有响应,即在暴露浅水区缺失 *Yabeina* 带及 *Neoschwagerina* 带有关分子,且有大量珊瑚、腕足、菊石、有孔虫等属种不同程度的绝灭。但总体来说,该事件在扬子区响应最为特征明显。

3.4 吴家坪早期的上升事件

是茅口末期的下降事件的回返,也是晚二叠世中国南方扬子区持续海侵的序幕,它不仅奠定了该区晚二叠世古地理轮廓,而且也翻开了盆地转换新的一页,其主要标识有:①古地理方面,虽然海平面上升未能使东吴运动产生的各大古陆淹没,但使克拉通内的孤立台地缩小,钦防走滑盆地向北东方向扩展;②随着海平面回升和构造活动加强,使部分盆地性质发生了转变,如右江地区由早二叠世的被动陆缘裂谷盆地变为弧后裂谷盆地;③海平面上升使全区由于前期构造运动隆升出海面的古陆剥蚀下来的陆源物质有了足够的容纳空间接受其堆积,从而使晚二叠世的扬子克拉通以陆源碎屑与碳酸盐混合沉积为主体,而华夏克拉通边缘基本上以陆源沉积建造占绝对优势;④由于海泛,造成了众多生物群复

生, 如 *Codonofusiella*, *Protoceras*, *Spinomarginifera*, *Streptorhynchus*, *Gigantopteris*, *Lobatularia* 等属种多为该期首次大量出现分子。

3.5 长兴中晚期的下降事件

该事件集中见于扬子区, 大致对应于 S₁₁ 层序的发展演化过程, 到末期基本上转化为 P/T 事件。因此, 长兴中晚期的海平面下降事件可直接以 P/T 间沉积响应标识, 主要反映在沉积间断面、1~5 cm 的粘土层、生物大量绝灭、沉积地球化学值的突变等方面, 华南地区已有许多研究成果^[11, 13], 这里不再复述。

4 海平面变化的对比及成因分析

扬子地区和华夏地区的“二分型”和“单分型”二级海平面升降旋回不仅在样式上与欧美、冈瓦纳地区的半个(海退)旋回^[9, 19]和一个升降旋回^[21]有所不同(图 3), 而且, 它们各自的最高水位、最低水位发生的时间差别也很大: 扬子区二叠纪最高海平面集中发生在茅口早期, 大致与欧洲的 Artinskina 早期, 北美的 Leonardian 早期相当; Vail 等^[21]曲线上则显示在茅口晚期, 大体属于 Kungurian 期或 Cathedralian 中晚期, Ross 和 Ross^[20]的最大海侵层位却出现在前二叠纪(石炭纪末)。扬子最低海平面

末。华夏克拉通闽、粤区的“一分型”二级海平面升降旋回总体样式与 Vail 等^[21]曲线相似, 但前者最高海平面相位明显超前, 与 Ross 和 Ross(1985)海退型式也颇具相似之处, 虽然最低、最高海平面与其最大海侵、海退时间相差很大。

扬子区三级相对海平面变化频率、幅度、规程与 Ross 和 Ross(1987)三级海侵—海退旋回相比有相似之处, 也存在一些差异, 主要表现在: 扬子区海平面升降旋回为低频至中频型, 这种频率变换与 Ross 和 Ross^[20]海侵—海退旋回频率变化趋势是一致的(早二叠世初有两个高幅型海侵—海退旋回例外), Ross 和 Ross^[20]其它高幅型海侵—海退旋回与扬子区的高幅型三级海平面升降旋回可以对比; 此外, 扬子区和华夏克拉通西部边缘的相对海平面升降样式与 Ross 和 Ross^[20]的持续缓慢海侵—快速海退结构型式是基本相同的; 不同之处主要反映在, 扬子区相对海平面升降旋回的数量与 Ross 和 Ross^[20]的海侵—海退旋回数量不尽一致。华夏克拉通与右江盆地的相对海平面变化的差异与上述大体情况相似, 但海平面升降样式与 Ross 和 Ross^[20]的海侵—海退旋回结构型式正好相反, 呈影像关系。

造成扬子区与华夏克拉通闽粤地区相对海平面升降规程的不同可能有两方面原因: 一是两区所处大地构造位置不一样; 二是两区二叠纪时构造活动强度及方式各不相同。扬子区受特提斯构造域控制, 闽粤区则明显受太平洋构造域制约。扬子区早二叠世栖霞期构造活动相对平静, 海平面持续上升可能与冈瓦纳大陆冰川消融有关; 茅口期构造拉张活动加强, 并控制了二叠纪最高海平面或全区凝缩层的发育, 与此同时的火山活动为深海硅质岩凝缩层沉积提供了物质条件; 吴家坪早期, 全区受东吴运动或川黔运动^[2]影响隆升暴露, 之后随海平面上升, 容纳空间增加, 从而使沉积背景转为碳酸盐与陆源碎屑混合沉积或陆源沉积为主; 长兴早期, 区域拉张活动局部复活, 造成海平面再一次较大幅度上升。虽然, 华夏克拉通西部边缘同属太平洋构造域, 但通过软防深水海槽与扬子克拉通海水相通。因此, 其层序结构、海平面升降样式等更多的与扬子克拉通相近。华夏克拉通闽粤地区与扬子区比较, 构造活动型式相对单一, 以稳定隆升为主, 表现在构造差异升降事件及火山活动的产物如侵蚀面、火山沉积远不如扬子区特征。

从二级海平面升降样式、最高最低海平面相位

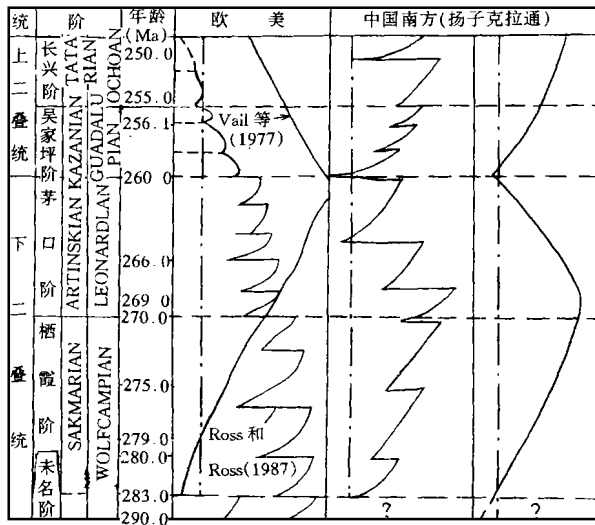


图 3 中国南方扬子区二叠纪海平面升降与欧美海侵—海退层序旋回对比

Fig. 3 The sea-level changes in South China correlated to the trans-regression cycles in Euramerica in Permian

发育在早二叠世末(茅口期), Vail 等^[21]曲线见于二叠纪初, Ross 和 Ross^[9]最大海退层位属于二叠纪

差来看, 扬子区与欧美、冈瓦纳有着很大差别, 但相对海平面升降型式表现出它们之间存在内在联系。具有扬子区碳酸盐沉积为主的沉积建造在特提斯洋北部如阿尔卑斯、外高加索、伊朗、日本、越北等地区大量存在。这种沉积背景与北美、冈瓦纳及欧亚一些地区有较大不同, 加之, 扬子区二叠纪独特的构造活动样式及强度, 造成了二级海平面变化格局与欧美的差异。而这一时期特提期洋与古太平洋可能相通(尽管联合古陆开始形成), 致使扬子区在相对海平面升降规程、频幅上与其它大陆相似。闽粤地区虽然二级海平面升降格局与欧美大陆相似, 但相对海平面升降差别较大, 不同的主要原因可能是由于太平洋构造域的影响, 华夏克拉通东部于晚二叠纪持续构造差异升降之故。

虽然如上所述, 中国南方二叠系与全球有关大陆相比, 层序及海平面变化存在异同, 但是, 考虑欧亚、北美、冈瓦纳大陆一般晚二叠世沉积记录不全, 或以陆相为主, 因此, 在涉及二叠纪沉积旋回或海平面变化的对比中, 应尽量参照特提斯周缘盆地尤其是中国南方扬子克拉通及其边缘等相关模型。

5 结论

由以上二叠纪海平面升降型式、事件及成因讨论, 我们认为:

(1) 中国南方二叠纪相对海平面升降旋回可划分与层序数量相当的 11 个, 并可划分为两种影像对称类型: 以扬子区为代表的持续缓慢上升—快速下降型, 以华夏克拉通为代表的相对快速上升—持续缓慢下降型。

(2) 二级海平面升降变化明显具两种格局: “二分式”和“单分式”。前者表明早二叠世相当于一个二级升降旋回, 晚二叠纪仅包括不足半个升降旋回, 多发育在扬子区及华夏克拉通西缘; 后者意即二叠纪只相当于一个海平面升降旋回, 多见于华夏克拉通(闽粤区为代表)。

(3) 中国南方二叠纪海平面升降事件有五次, 包括栖霞早期的上升事件, 茅口早期的最大海泛事件, 茅口末期的最低水位事件, 吴家坪早期的上升事件及长兴中后期的下降事件。

(4) 中国南方二级、三级海平面升降旋回与欧美、冈瓦纳地区有异同, 其差异表现在最高水位、最低海平面的超前或滞后及海平面升降旋回的数量和形式方面。

(5) 造成中国南方二级、三级平面升降形式差异的主要原因可能是扬子区受特提斯构造影响甚大, 华夏区则受太平洋构造域控制; 两区在晚二叠世构造活动强度和方式亦有所不同: 扬子区大部断陷活动加剧, 华夏区则持续稳定差异升降。

参 考 文 献

- 1 陈北岳, 颜佳新. 广西上二叠统层序地层格架 [J]. 地质科学, 1994, 19(5): 597~608
- 2 陈显群, 刘应格, 童鹏. 东吴运动质疑及川黔运动之新见 [J]. 石油与天然气地质, 1987, 8(4): 412~424
- 3 陈中强. 二叠纪末期的全球淹没事件 [J]. 岩相古地理, 1995, 15(3): 34~39
- 4 胡世忠. 论东吴运动构造事件与二叠系分统界线问题 [J]. 地层学杂志, 1994, 18(4): 309~315
- 5 田景春, 曾允孚. 中国南方二叠纪古海洋锶同位素演化 [J]. 沉积学报, 1995, 12(1): 40~44
- 6 夏文臣, 周杰, 葛立刚等. 华南二叠—三叠系的成因地层序列及古特提斯海重建 [J]. 地球科学, 1994, 19(5): 663~675
- 7 肖文交, 李继亮, 何海清等. 浙西北前陆褶皱冲断带初步研究 [J]. 中国科学(D 辑), 1997, 27(1): 27~32
- 8 许效松, 刘宝珺, 赵玉光. 上扬子地台西缘二叠系—三叠系层序地层界面成因分析与盆地转换 [J]. 特提斯地质(20), 1996: 1~30
- 9 颜佳新, 方念乔. 湖北省栖霞组沉积环境、沉积旋回及层序地层划分 [J]. 地球科学, 1994, 19(5): 620~625
- 10 杨美芳, 李继亮, 李红生等. 浙江长兴地区长兴组放射虫化石及其指相意义 [J]. 地质科学, 1997, 32(2): 229~231
- 11 姚华舟, 张仁杰. 三峡地区二叠—三叠系界线地层与地质事件 [A]. 见: 国家计委国土司和地矿部科技司主编, 地质科学论文集 [C]. 北京: 中国经济出版社, 1997: 4~10
- 12 殷鸿福, 童金南, 丁梅华等. 扬子区晚二叠世—中三叠世海平面变化 [J]. 地球科学, 1994a, 19(5): 627~632
- 13 殷鸿福. 二叠、三叠系研究的进展 [J]. 地球科学进展, 1994b, 9(2): 1~9
- 14 于炳松. 塔里木盆地北部石炭—二叠纪高分辨率层序年代地层体制 [J]. 地质地球化学, 1996, 2: 55~60
- 15 王立亭, 陆彦邦. 中国南方二叠纪岩相古地理与成矿作用 [M]. 北京: 地质出版社, 1994: 59~61
- 16 吴浩若, 邝国敦, 王忠诚. 广西晚古生代构造沉积背景的初步研究 [J]. 地质科学, 1997, 32(1): 11~18
- 17 曾允孚, 刘文均, 陈洪德等. 华南右江盆地沉积构造演化 [M]. 北京: 地质出版社, 1993: 1~15
- 18 赵金科. 华南晚二叠纪头足类. 古生物志(新乙种), 12 号, 1978
- 19 Ross C A, Ross J R P. Late Paleozoic depositional sequences are synchronous and worldwide [J]. *Geology*, 1995, 13: 194~197
- 20 Ross C A, Ross J R P. Late Paleozoic sea levels and depositional sequences [A]. *Cushman Foundation for Foraminiferal Research [C]. Spec. Publ.*, 1987, 24: 137~149
- 21 Vail P R, Mitchum R M Jr, Thompson S. Seismic Stratigraphy and

global changes of sealevel [A] . In: Payton C E ed. Seismic Stratigraphy — Application to Hydrocarbon Exploration [C] . AAPG, 1984, 26: 83 ~ 97

Permian Sea-level Changes and Rising—Falling Events in South China

WANG Cheng-shan LI Xiang-hui CHEN Hong-de QIN Jian-xiong¹

(State key Laboratory of Oil/Gas Reservoir Geology and Exploitation, Sedimentary Geology Institute of Chengdu University, Chengdu 610059)

Abstract

On the basis of sequence stratigraphy, fills and evolution of sedimentary basin, a primary research on the Permian sea-level and eustatic changes, rise and fall events in South China have been studied in this paper.

Eleven cycles of relative sea-level rising-falling, which is equal to the depositional sequences, are recognized in Permian in South China. Of them, two patterns of the relative sea-level rising-falling are distinguished out. The first is a change tendency of continuously slower rising→faster falling that is dominated in the Yangtze Craton, and the second is vice versa that is common in most parts of Cathayan Craton, especially in eastern shallow Cathayan Craton. The two patterns of relative sea-level rising-falling are just in symmetric tendency.

Also the changing patterns of the second-order eustasy are divided into “One and half” type and “Single” type through the Permian which are the representatives of Yangtze Craton and Cathayan Craton respectively. Here, the “One and half” type means that there are on complete second-order cycle and less than half cycle in Permian in Yangtze Craton and western margin of the Cathayan Craton. And the “Single” type shows that there is just one complete rising-falling cycle in the same period in the eastern shallow Cathayan Craton.

There are five events of sea-level rising and falling, i.e., the rising event in early Qixia stage, the highest sea-level stand event at the earliest Maokou stage, the lowest sea-level stand event at the terminal Maokou stage, the rising event in primary Wujiaping stage, and the falling event at middle Changxing stage separately. It is proposed that most of the sea-level rising and falling events are relevant to the regional tectonics superposed by the second eustasy.

The patterns of sea-level and eustatic changes are distinctly different from those in Euramerica. The time of the highest eustatic stand is aged as the earliest Maolou Stage, which approximately equals to the early Artinskian in Europe, to the early Leonardian in North America. But it is showed in the late Maolou Stage on the Vail Curve in 1977, and in the terminal Carboniferous in the Gondwana Land in the T-R cycles by Ross and Ross in 1985. The lowest eustatic stand in the Yangtze Craton lies in the terminal Early Permian (latest Maokou Stage), but displays in earliest Permian on the Vil Curve (1977), and in latest Permian in the T-R cycles by Ross and Ross in 1985. The total tendency of eustatic change in the Cathayan Craton is similar to that on the Vail Curve although the highest eustatic stand of the former formed earlier than the later. It is supposed that the controls are probably different in variable tectonic settings because the Yangtze Craton and western Cathayan Craton belong to the Tethyan tectonic field, and the eastern Cathayan Craton, Euramerica to the Pacific tectonic field.

Key words sea-level and eustatic change sea-level rising—falling event cause Permian South China