

文章编号: 1000-0550(1999)08-0522-07

中国南方二叠纪层序地层时空格架及充填特征^①

李祥辉 王成善 陈洪德 田景春

(成都理工学院沉积地质研究所 成都 610059)

摘要 据华南二叠纪不同沉积盆地层序地层区域分布、纵向演化及其充填特征分析研究,初步建立了上扬子克拉通—右江盆地—钦防盆地、中扬子克拉通及全区的层序地层时空格架模型;提出层序充填可分为两个阶段:早二叠世碳酸盐缓坡—台地层序充填阶段,晚二叠世陆源碎屑为主与火山碎屑相混层序充填阶段;认为全区二叠纪四个 I 型层序受控于构造隆升事件,晚二叠世层序 TST 普遍发育火山碎屑沉积,古陆边缘 HST 或少量 SMT/LST 大多由三角洲沉积体系进积叠加而成,上扬子克拉通及右江地区的生物礁以海侵和高位型为特色。

关键词 时空格架 充填 层序地层 二叠纪 中国南方

第一作者简介 李祥辉 男 1964 年 5 月生 副教授 沉积学及层序地层学

中图分类号 P539.2 **文献标识码** A

在对中国南方二叠系层序地层划分、对比和沉积盆地类型研究基础上(王成善、陈洪德等,本期),本文通过不同盆地层序地层区域分布及纵向演化研究,初步对华南二叠纪层序地层时空格架,包括上扬子克拉通—右江盆地—钦防走滑深水盆地的时空格架(图 1),中扬子克拉通及其相邻盆地的时空格架(图 2)进行了研究,并综合形成了横穿全区的时空框架模型(图 3),进而深入讨论了层序充填特征及阶段,与构造隆升事件的关系,火山碎屑沉积、三角洲沉积体系及生物礁的层序体系域型式。

1 上扬子与右江盆地的层序地层格架及充填特征

1.1 上扬子克拉通及其南缘

上扬子层序地层时空格架(图 1)和层序充填形式表现为:栖霞期, $S_1 \sim S_3$ 三个层序主要发育在构造背景稳定条件下,沉积基底相对平缓,属于碳酸盐缓坡,沉积物主要受波浪、风暴浪改造,生物礁不发育但少量表现为海侵型追补式深水丘组合,层序格架横向差异小,体系域常由各种进积或强烈退积楔状复合体构成,受同期全球海平面变化和碳酸盐生产率控制;茅口期,层序在构造断陷相对强烈的背景下发育,早期的碳酸盐缓坡逐渐演化为台地,潮汐流、波浪及重力流则成了主要沉积营力,广泛发育礁

滩组合,以并进—追补式加积、进积或混积浅水礁丘组合为特征,层序格架侧向变化大,TST 和 HST 分别以弱退积和加积、弱进积型准层序组占优势,此期的层序明显受全球海平面变化、同生断裂及碳酸盐生产率三个因素综合控制。晚二叠世层序时空变化基本上是在茅口期的台地上进行,主体特征也与之相似,差别在于由于早、晚二叠世间的东吴运动^[8]或川黔运动^[1]造成区域隆升,使近古陆的台地沉积转变为陆源碎屑与碳酸盐混合的沉积体系。

1.2 右江被动陆缘裂谷盆地与弧后裂谷盆地

对于右江盆地层序地层格架(图 1)及沉积充填与其它盆地有较大不同。早二叠世,右江被动陆缘裂谷盆地属于海西晚期充填阶段,表现为台盆相间格局。台缘斜坡陡,滑塌沉积发育,准层序组进积和加积占较大比例;台盆水体不深,层序多由加积、进积准层序组构成,以钙屑碎屑流和浊流沉积为特征。晚二叠世,受东吴运动影响,该区差异升降突出,火山活动十分强烈,台盆逐渐扩大加深,孤台则萎缩变小,形成了盆包台的格局,进而使盆地性质发生了改变,造成大量的火山沉积充填于层序有关体系域中。从火山碎屑浊积岩及硅岩产出于斜坡及台盆各层序 TST 来看,这些火山物质主要沿孤台边缘断陷带分布。

1.3 钦防走滑深水盆地和前陆盆地

钦防地区层序地层格架(图 1)及层序构筑方式

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成果之一。

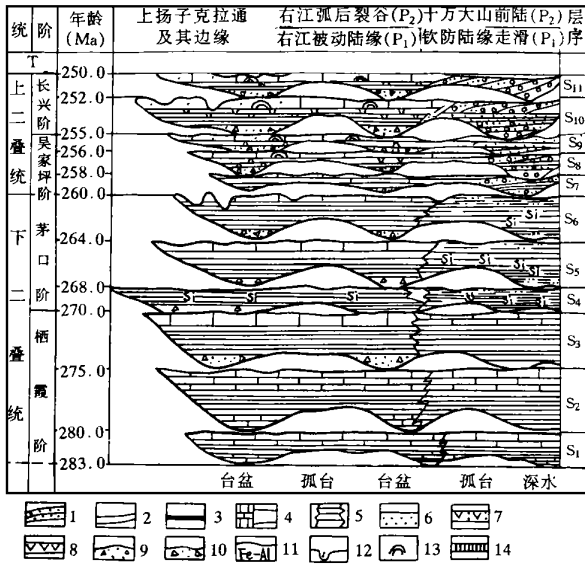


图 1 上扬子及右江地区二叠纪层序地层时空格架及沉积充填

- 1. 中一细粒碎屑沉积; 2. 粗粒碎屑沉积; 3. 含煤沉积; 4. 碳酸盐沉积;
- 5. 深水硅质沉积组合; 6. 钙质浊积岩及斜坡灰泥组合;
- 7. 火山碎屑沉积组合; 8. 玄武岩; 9. 重力流为主的斜坡沉积;
- 10. 塌积灰岩; 11. 暴露铁铝粘质土; 12. 古喀斯特;
- 13. 生物礁; 14. 地层缺失或间断。

Fig. 1 Time-space pattern with depositional fills of Permian in upper Yangtze Craton and Youjiang area

- 1. Mid-fine clastic sediments; 2. Coarse clastics; 3. Sediments bearing coals;
- 4. Carbonate sediments; 5. Deep-water depositional series with silicates;
- 6. Slope depositional sediments composed of calcarenaceous turbidite and marlstone; 7. Pyroclastic sediments; 8. Basalt;
- 9. Slope sediments dominated by gravity fluids;
- 10. Tals; 11. Fe, Al clays; 12. Paleokarst; 13. Reef; 14. Hiatus

与扬子、右江盆地在晚二叠世有较大区别。早二叠世软防走滑深水盆地主要受北东向继承性同生走滑断裂控制, 水体深, 沉积以远洋悬浮物为主, 发育硅质岩, 总体处于欠补偿状态, 层序识别和界面标识相对困难。晚二叠世, 东吴运动及特提斯构造域与太平洋构造域的驱动力使该区成为碰撞造山的前陆地带, 其层序地层格架不仅受构造活动、海平面变化控制, 还与物源因素密切相关, 所形成的层序主要由 TST 和 HST 构成, TST 的准层序组具弱进积—弱退积叠加特点, 含浊积扇、扇三角洲体系, HST 显示了强烈的进积叠加结构。扇三角洲、冲积(扇)平原沉积体系构成了厚度巨大的体系域并显示了强烈的进积叠加结构。

2 中扬子的层序格架及充填特征

中扬子湘、鄂、赣二叠纪的沉积盆地一般分为扬

子克拉通北部被动边缘、扬子克拉通中扬子部分、湘赣板内拉张及华夏克拉通西部边缘四种类型^[10]。栖霞期, 中扬子这几种盆地初始沉积多数超覆在前二叠世侵蚀不整合面上, 其层序的形成背景、组成特点、横向变化均与上扬子克拉通相似, 并在扬子区完全可以对比(图 2)。茅口早期, 湘赣板内拉张盆地开始发生分异, 拉张活动持续到茅口中期, 形成欠补偿的层序复合体; 中后期, 板内拉张盆地与华夏克拉通西缘盆地演变成为被动边缘接受古陆剥蚀堆积, 形成以陆源碎屑沉积为主的层序复合体; 扬子北缘被动边缘盆地也是在茅口初期发生的分异, 而且持续到茅口末期; 扬子克拉通中扬子部分在早二叠世盆地演化及层序格架则与上扬子相似, 属于台地背景下的沉积复合体。

东吴运动结束了早二叠世沉积盆地和层序的演化历史, 造成扬子克拉通的大面积暴露, 北部被动边缘发生沉积间断, 并因江南古陆和云开古陆等地隆升出海面, 一方面使湘赣板内拉张盆地变浅, 更多地接受邻近古陆的物源沉积; 另一方面, 华夏克拉通边缘进而转换为以陆相沉积为优势(图 2)。之后, 中扬子各盆地沉积背景与茅口晚期相似, 即具有一定继承性, 虽然古地理发生了较大变革。相对而言, 扬子北部被动边缘沉积背景转换较快, 经过 S₇ 之后迅速转变为深水欠补偿型盆地(图 2), 并持续到二叠纪

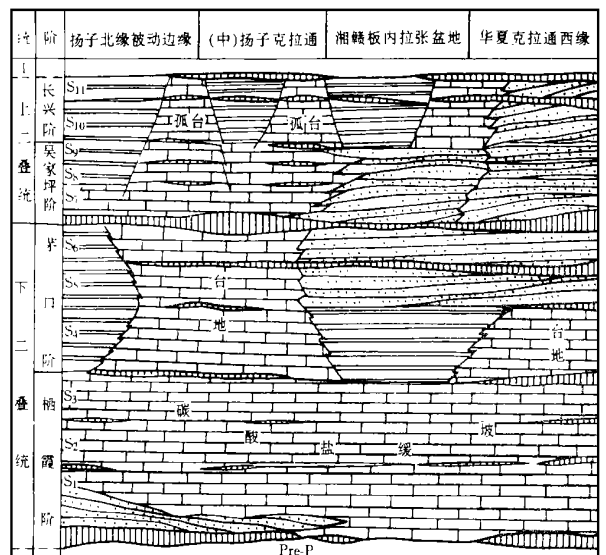


图 2 中扬子二叠纪层序时空格架及沉积充填示意图 (据牟传龙、丘东洲等 1997 改绘, 图例参见图 1)

Fig. 2 Time-space pattern with depositional fills of Permian through the middle Yangtze Craton

(Modified from Mou Chuanlong et al. 1997. Legend refers to Fig. 1)

末。吴家坪期结束长兴期开始,中扬子克拉通、湘赣板内拉张盆地构造、沉积背景均发生分异,形成台盆与弧台分离格局,华夏克拉通边缘在吴家坪期的大陆冲积、湖沼沉积转而为陆源碎屑潮坪—泻湖沉积。总体看,台地背景下的层序格架发育完全,易于对比,而台盆、深水盆地、华夏克拉通碎屑沉积背景层序单元数量、界面等对比难度较大。

3 中国南方二叠纪层序地层时空格架及沉积充填演化

中国南方二叠纪层序地层在时间序列上大致可识别区分出 $S_1 \sim S_{11}$ 层序单元(王成善、陈洪德等,见本期),但不排除某些地区可能在未名阶(二叠系底部)有 1~2 个层序存在。层序单元的空间格架较为清楚,以右江地区发育较为完整,扬子克拉通川滇古陆地区临海、华夏克拉通边缘云开古陆和温福古陆海陆过渡带不甚完全。由于层序界面持续暴露时间较长,因而多缺失 HST 和 SMST/LST 下部(图 3)。当然,一些地区如广西河池、江苏滨海与江阴、浙江桐庐、贵州习水、四川秀山等地区缺失大部分上二叠统的 3~5 个层序,可能与两方面因素有关,一是有

沉积被后期改造剥蚀掉,二是本身就处于暴露剥蚀状态,已成为物源区。事实上,它们大部分位于古陆附近。

中国南方二叠纪的层序充填演化从大的方面可以分为两个阶段:早二叠世的碳酸盐沉积层序为主体的缓坡—台地阶段,晚二叠世的陆源碎屑与火山碎屑占优势的混合沉积层序阶段。早二叠世,除在华夏克拉通边缘 S_1 的 LST 和 TST、 $S_4 \sim S_6$ 为陆源碎屑沉积层序外,其它各区均基本为碳酸盐沉积层序充填。据此,还可以将早二叠世进一步划分为两个亚阶段:缓坡亚阶段和台地亚阶段。碳酸盐缓坡的演化为成熟台地的形成打下基础,它包括栖霞期的 $S_1 \sim S_3$ 层序和茅口早期的 S_4 层序形成时期,无论是扬子克拉通还是华夏克拉通都极少含陆源沉积。碳酸盐台地完全定形主要在茅口中、晚期,钦防走滑盆地各层序的 HST 或 TST 或 LST 以发育塌积(角)砾岩和高密度重力流沉积为特色,而在华夏克拉通边缘基本上转变为陆源沉积,并可见碳质页岩和含煤沉积。由此可见,中国南方沉积层序充填演化二叠纪时期最早发生背景转变是在华夏克拉通及其边缘(图 3),这种沉积特征及背景转变同时可

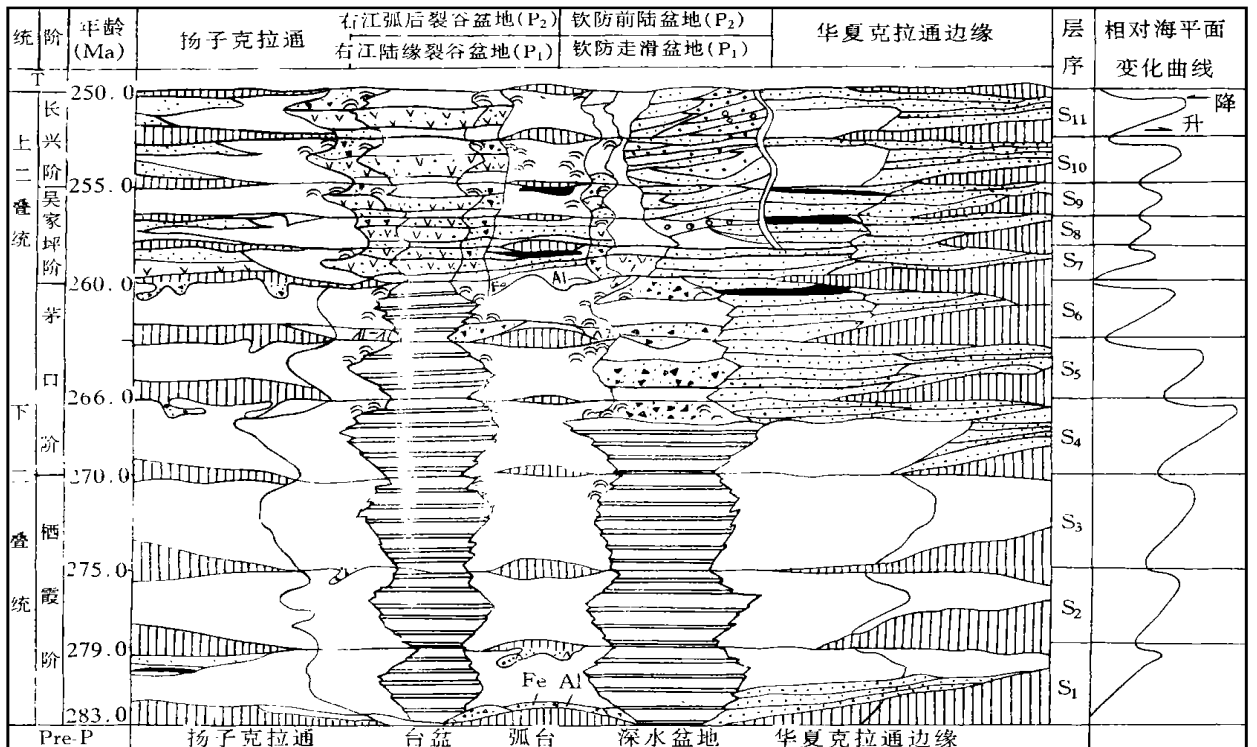


图 3 中国南方二叠系层序地层时空格架示意图(图例参见图 1)

Fig. 3 Sketch of time-space pattern of sequence stratigraphy in Permian in South China (Legend refers to Fig. 1)

能预示着晚二叠世沉积盆地和大地构造的背景转换。晚二叠世的混合层序充填表现在右江与钦防盆地东西两侧发育大量的陆源碎屑沉积, 右江盆地火山碎屑与碳酸盐掺杂, 钦防盆地以粗粒碎屑占有优势, 右江孤台与华夏克拉通边缘西侧含煤等方面。根据含煤与否, 晚二叠世混合期也可进一步区分两个次级阶段: 吴家坪期含煤潮湿气候层序充填阶段与长兴期的断陷拉张回返层序充填阶段。中国南方二叠纪成煤区位于右江裂谷的孤台和华夏克拉通西部边缘近钦防前陆盆地(图 3), 而断陷拉张回返集中反映在中扬子克拉通及湘赣板内拉张盆地(图 2), 相对而言, 此期上扬子克拉通和右江弧后裂谷盆地持续性较好。

4 讨论

从前面中国南方二叠纪层序时空格架及其充填特征分析看, 我们认为有几个方面值得讨论。

4.1 构造隆升对 I 型层序底界面的控制作用

中国南方海相二叠系 4 个 I 型层序底界面的形成均一定程度与区域构造隆升活动有关。诚如许效松等^[13]提出的升降侵蚀不整合一样, 它们亦可能反映了盆地性质的转换。深受加里东构造旋回的影响, S₁ 层序底界面之下的地层有不同程度的隆升, 因而造成该层序底界面多为侵蚀不整合面, 表现为大范围暴露侵蚀、地层缺失、喀斯特化、TST 直接超覆于前二叠系之上。该构造隆升造成的 I 型层序底界面以上扬子克拉通和华夏克拉通边缘最为明显, 与之对应的构造隆升运动在上扬子川、滇、黔地区称为云南运动或黔桂运动。中扬子地区由于距离构造隆升带较远, 加之位处断陷中部地区, 因而受影响较小, 以致于某些盆地位置难以识别其 I 型界面特征。茅口晚期已进入东吴运动期, 使 S₅ 层序顶界面即 S₆ 层序底界面长期处于暴露状态, 加上上扬子各盆地沉积速率降低, 海平面下降, 造成台地暴露喀斯特化, 斜坡接受侵蚀, 从而成为 I 型层序底界面。作为东吴运动第 I 幕, 该层序底界面构造隆升造成的 I 型标识在贵州晴隆地区特别明显, 并被称为“大厂运动”^[17]。类似的构造隆升运动造成 I 型层序界面在华夏克拉通闽粤地区也有相似的记录。

中国南方早一晚二叠世之交的“东吴运动”显然是一次重大的构造隆升事件, 并伴随了大量的火山喷发、岩浆侵入、海平面升降事件, 尽管有研究者^[1]认为“东吴运动”不存在, 而称之为“川黔运动”, 但

P₁/P₂ 间的华力西构造旋回第 I 幕的客观存在^[1, 12]是毋庸置疑的, 其影响波及范围之广是二叠纪其它时期的构造事件所不能比拟的(表 1), 它既殃及了扬子克拉通及其边缘, 也波及华夏克拉通及其边缘; 它不仅使沉积盆地类型、沉积组合发生了转变, 而且也毋庸置疑地导致了 S₇ 层序底界面发育暴露侵蚀沉积, 如铁铝质风化残积层。可见, S₇ 层序底界面为 I 型的直接导致因素是东吴运动的构造隆升作用。长兴后期, 区域上发生了构造隆升运动, 致使 S₁₁ 层序底界面具有长期暴露接受侵蚀的特点, 表现为, 台地中底界面上普遍具 Fe-Al 质粘土岩、古喀斯特溶蚀沉积, 斜坡上记录的 LST 以富含硅屑杂基支撑的碎屑沉积为特色, 角砾被淡水胶结。这一造成 S₁₁ 底界面为 I 型的构造隆升运动在上扬子称为贵阳运动, 并可能波及到中扬子地区, 因为中扬子浅水区普遍发育河流回春沉积。从有关剖面资料看, 华夏克拉通边缘的浙江长兴、江山地区也可能存在相应的区域构造隆升事件, 但尚待深入研究。自然, S₁₁ 层序顶界面在华南也有明显的受构造隆升事件影响的痕迹, 沉积响应也十分突出, 如上扬子、右江地区明显。

表 1 中国南方二叠纪构造隆升事件与 I 型层序界面的对应关系

Table 1 Tectonic uplifting events and their responses to the type-I boundary surfaces in Permian in South China

上 扬 子 (含右江盆地)	中 扬 子 (含被动边缘、板内拉张)	华夏克拉通 边 缘	华夏克拉通 (闽、粤地区)
S ₁₁ ~ 贵阳运动	~ ~ ~ ~ ~	~ ~ ~ ~ ~	SB ₁
S ₇ ~ 东 吴 运 动	~ ~ ~ ~ ~	~ ~ ~ ~ ~	SB ₁
S ₆ ~ 东吴运动第 I 幕(大厂运动)	~ ~ ~ ~ ~	~ ~ ~ ~ ~	SB ₁
S ₁ ~ 云南运动(黔桂运动)	~ ~ ~ ~ ~	~ ~ ~ ~ ~	SB ₁

即使是在下扬子也有苏皖运动^[8]的标志。

4.2 晚二叠世各层序 TST 中的火山碎屑沉积

对于华南晚二叠世含煤岩系火山碎屑沉积^[16]、深水火山沉积^[14]及非扇火山沉积^[7]等已有研究报导。而本次通过与层序地层分析结合起来研究发现, 扬子克拉通东南边缘斜坡、右江弧后裂谷盆地及孤台斜坡的晚二叠世各层序 TST 以富含火山碎屑沉积物为特色。从 S₇ 层序开始到 S₁₁ 层序, 差不多每一层序台缘斜坡的 TST 都具有钙质碎屑流→粒泥灰岩→火山碎屑(浊积)岩→灰泥岩相序变化型式, 并构成向岸方向的退积准层序组。虽然并不是

每一 TST 中均具有这种完整相序结构,它们可以缺少其它任意三种中的一种岩相但也不会没有火山碎屑岩相。可见,火山碎屑组份在台缘斜坡层序 TST 中的重要地位。同样,台间盆地的 TST 甚至 HST 基本上由钙屑—火山碎屑浊积岩与灰泥岩构成,尽管各 TST 中的火山碎屑含量多少不一。

对于台地和孤台边缘斜坡,晚二叠世各层序的 SMST/LST→TST→HST 变化几乎均具相同的结构样式,即 SMST/LST 灰泥+浊流沉积组合→TST 含火山碎屑组合→HST 重力流为主的沉积,这种变化趋势代表了该区晚二叠世台缘斜坡的层序相序演化特点。一般地,SMST/LST 为低密度流浊积岩或粒泥灰岩→浊积岩→碎屑流沉积组合结构;TST 则如上为(低密度)钙屑重力流沉积→火山碎屑浊积岩→灰泥岩退积结构;HST 常具加积和进积的丘礁、滩相→钙屑高密度重力流沉积变化样式,且多含礁前塌积灰岩。对于上述层序体系域变化结构样式,含火山碎屑沉积的 TST 无疑是各层序在台缘斜坡标识的重要依据,亦明显反映了沉积盆地内的构造活动对晚二叠世层序发育和结构的影响。

4.3 晚二叠世的三角洲沉积体系及其层序

在克拉通近陆边缘,晚二叠世以发育三角洲沉积体系为特色(图 3)。众所周知,东吴运动使川滇古陆、温福古陆扩大,使大新古陆、江南古陆、云开古陆等隆升出海面受风化剥蚀,这一古地理格局不仅造成了 S₇ 底界面为 I 型,使晚二叠世沉积盆地性质、沉积组合发生了根本变化,而且导致了克拉通近陆边缘、部分台盆、深水盆地具备了接受物源充填条件,并发育数套以冲积平原、滨海平原、三角洲、海底扇为主的沉积体系构成相关层序的体系域,其中,尤以分布于川滇、苏湘赣、闽浙等交界地区的三角洲及云开古陆西侧的三角洲与海底扇为特色。

扬子西缘川滇古陆东侧的三角洲沉积体系一般发育在上扬子克拉通碳酸盐台地上,主要为构成 SMST/LST 和 HST 的河控型三角洲沉积体系,TST 为碳酸盐与陆源碎屑混合沉积体系;华夏克拉通及其西部边缘沉积背景在茅口早期就已发生了根本变化,已由台地碳酸盐沉积转换为陆源碎屑为主沉积,因此,在有关层序体系域中的三角洲沉积体系伴生有大量滨海平原、冲积平原的沉积组合,这一方面造成了该区三角洲沉积体系的识别难度增加,也使得层序体系域的类型难以确定。云开古陆西侧、北侧因盆地性质转变为前陆盆地,以海底扇、扇三角

洲、冲积扇的发育为特色,这些以粗碎屑为的沉积体系使该区沉积层序及其体系域的标识与正常克拉通、被动边缘迥然不同。

4.4 生物礁的层序体系域类型特征

诚然,中国南方二叠纪的生物礁已从组成基本特征、生态、环境等方面进行了较为深入的研究^{[5][2-4][6][9][11][15]},而且具有礁体分布不均衡性、继承性和迁移性^[7]特点,但是,集中分布在川东鄂西、滇、黔、桂邻近地区的这些生物礁在不同体系域中有显著不同的沉积、生物等方面的特征。由此,可将其分为海侵礁、高位礁、低位礁或陆棚边缘礁几种层序体系域类型,不过,扬子克拉通及其边缘、右江盆地主要发育海侵型和高位型两种。

海侵礁 生物组成方面含造礁生物和附礁生物,均属深水型。生物群丰度和分异度较高。岩石方面以骨架灰岩、障积灰岩为主,礁盖由灰泥岩、火山碎屑浊积岩、硅泥岩等组成。礁体类型包括宝塔礁、小型环礁、点礁及泥丘,多形成于斜坡、深缓坡、台棚等背景下。礁旋回明显向上加深构成向陆方向退积准层序组。这种礁与同生断裂的分布型式密切相关,主要见于茅口中晚期 S₄、S₆ 层序、吴家坪晚期的 S₉ 层序、长兴期的 S₁₀、S₁₁ 层序下部的 TST 中,典型实例见于黔南紫云、广西隆林、川东开县、鄂西利川等地区。

高位礁 生物以造礁生物为特征,多属浅水型。生物种群丰度及分异度偏低,演化缓慢而明显。构成的岩石类型以骨架灰岩占优势,盖顶以风化残积层、白云岩、云泥岩为主,且有淡水胶结作用。礁体以平坦宽大的堡礁、岸礁、大型环礁、层状礁居多,因而垂直分带和水平分带均较明显,即常发育礁坪、礁顶、礁核、礁翼、礁后、礁前等亚相,它们多形成于台地、滨岸、陆棚、孤台等沉积环境。礁旋回一般具有向上变浅的相序结构,并向海方向进积叠加。高位礁的分布、发育与同生断裂带有较大关系,主要产于茅口期 S₄~S₆ 三个层序、长兴期 S₁₀、S₁₁ 两个层序各自上部的 HST 中,见于黔南紫云、隆林、田林、宁明、川东丰都、梁平、鄂西利川等地。

5 结论

由以上层序时空及充填特征分析讨论,我们初步认为:

(1)中国南方二叠纪所识别的 11 个层序单元时间序列清楚,空间格架明显,可兹对比。这些层序以

右江盆地发育较为完整, 古陆周边或多或少缺少 3~5 个层序单元。

(2) 中国南方二叠纪盆地层序充填可分为两个阶段: 早二叠世的碳酸盐缓坡—台地层序充填, 晚二叠世的陆源碎屑与火山碎屑占优的混合层序充填。前者含缓坡、台地两个次级阶段, 后者进一步可分为吴家坪期含煤潮湿气候及长兴期断陷拉张回返次级阶段。

(3) 整个中国南方二叠纪 I 型层序空间格架及界面响应不同程度受构造隆升事件控制。

(4) 扬子克拉通东南边缘、右江弧后裂谷盆地及孤台斜坡在晚二叠世各层序格架中的 TST 中以富含火山碎屑沉积为特色, 且具有钙质碎屑流沉积→火山浊积岩→灰泥岩的相序结构。

(5) 晚二叠世古陆边缘普遍发育三角洲沉积体系, 并且构成各层序的 HST 主体, 或少量 SMST/LST。

(6) 中国南方二叠纪生物礁多发育在中上扬子及右江地区, 可区分出海侵礁、高位礁、低位礁及陆棚边缘礁四种类型, 并以海侵型和高位型占优势地位。

参 考 文 献

- 1 陈显群, 刘应楷, 董鹏. 东吴运动持川黔运动之新见 [J]. 石油与天然气地质, 1987, 8(4): 421~423
- 2 范嘉松. 中国西南地区二叠系生物礁的类型、基本特征和生物群落 [J]. 天然气勘探和开发, 1987, 2: 10~19

- 3 范嘉松, 张维. 鄂西利种晚二叠世生物礁的纤维海绵和 *Tabulozoan* [J]. 地质科学, 1987, 4: 326~333
- 4 范嘉松, 张维, 齐敬文, 王炯章. 云南广南早二叠世生物礁的基本特征及其造礁生物—串管海绵化石 [J]. 地质科学, 1987, 1: 50~60
- 5 范嘉松, 张维, 马行等. 鄂西二叠纪生物礁的基本特征及其发育规律 [J]. 地质科学, 1982, 3: 274~282
- 6 范嘉松. 广西隆林二叠纪生物礁 [J]. 北京: 地质出版社, 1990. 34~35
- 7 侯方浩, 黄继祥. 南盘江断陷区二、三叠系的火山碎屑浊积岩——一种独特的无海底扇流沉积模式 [J]. 沉积学报, 1984, 2(4): 20~23
- 8 李四光. 中国东南部古生代后期之造山运动 [A]. 见: 地质力学方法, 北京: 科学出版社, 1931. 1976~
- 9 李学述, 罗新民. 湖南上二叠统长兴期生物礁的研究(摘要) [J]. 地球科学, 1988, 13(5): 472
- 10 牟传龙, 丘东洲, 王立全, 万方. 湘鄂赣二叠纪沉积盆地与层序地层 [J]. 岩相古地理, 1997, 5(17): 1~26
- 11 王文耀. 浙西冷坞二叠纪生物礁的基本特征 [J]. 石油实验地质, 1987, 9(4): 229~304
- 12 夏文臣, 周杰, 葛立刚等. 华南二叠—三叠系成因地层序列及古特提斯海重建 [J]. 地球科学, 1994, 19(5): 663~674
- 13 许效松, 刘宝玉, 赵玉光. 上扬子地台西缘二叠系—三叠系层序界面成因分析与盆山转换 [J]. 特提斯地质, 1996, (20): 1~30
- 14 张帆, 方少仙. 黔南桂北晚二叠世火山碎屑来源、沉积水深及土地构造环境 [J]. 沉积学报, 1990, 8(4): 22~30
- 15 张继庆, 李汝宁, 官举铭等. 四川盆地及邻区晚二叠世生物礁 [M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1990
- 16 周义平, 任友谅. 滇东黔西晚二叠世煤系中火山灰是变粘土岩的元素地球化学特征 [J]. 沉积学报, 1994, 12(2): 123~131
- 17 王立亭, 陆彦邦, 赵时久等. 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

Patterns and Fills of Permian Sequence Stratigraphy in South China

LI Xiang-hui WANG Cheng-shan CHEN Hong-de TIAN Jing-chun

(Sedimentary Geology Institute, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059)

Abstract

The patterns of thime evolution and space distribtion of the Permian sequence stratigraphy in South China, which are recognized as in the paper by Wang et al. in this period of the journal, are well confined by the research on sequence fills of the eleven depositional sequences.

It is proposed that two stages of depositional sequence fills can be classified, i. e., (1) Fills by carbonate ramp and platform depositional sequences could have been undertaken during early Permian, into which sub-fills could have been done by carbonate ramp and platform depositional sequences respectively. (2) Fills could have been completed by depositional sequences in dominant terrigenous-clastics environments mixed by volcanic clastics during late Permian. It can be subclassified into two subdivisions as sediments with coal in wet climate in the Wujiaping Stage and as coarse clastics in extensional pull-aparting faults during the Changxing

Stage.

It is supposed that the four type-I sequence boundary surfaces in Permian could be directly relevant to the tectonic upwarding events. The basal boundary surface of the S_1 might have been controlled by the Yunnan Movement (or named of Guizhou-Guangxi Movement) that had taken roles in the middle Yangtze Craton and on the western margin of the Cathayan Craton. The boundary surface of the S_6 might have been influenced by the first episode of the Dongwu Movement (also called Dachang Movement) which had acted similar areas as the S_1 . The S_7 boundary surface had ever widespread related to the Dongwu Movement all over the South China during the gap between the Early and Upper Permian. And the boundary surface on the S_1 base might have been under impacts by the Guiyang Movement almost the Yangtze Craton.

One of the most characteristically depositional sequence fills is volcanic clastics in some horizons in the TST of late Permian, during which a few horizons of the transgressive systems tracts (TST) had ever been filled by volcanic clastics. There is a typical sequence pattern of sedimentary facies in the TST with volcanic clastics. It is common that the sequence from calciclastic turbidite facies to volcanic turbidite facies, to marlstone facies in the TST. The other is the delta system along the margins of paleolands. Most of the delta systems constitute the high systems tracts (HST), and/or few shelf marginal systems tracts (SMT) or lowest systems tracts (LST).

Reefal fills can be found in the upper and middle Yangtze Cratons and Youjiang Basin, and four types of reefal fills can be differentiated in the depositional sequence fills. They are TST-type, HST-type, LST-type, and SMT-type, in which TST-type and HST-type are predominant along the synsedimentologically strike-slip faults. Reefs in high abundance and diversity filled in the TSTs had been lived in deep water, mostly in slope, deep ramp, and/or inter-platform. Reefs in the HSTs are of low abundance and diversity of species and community, and they had been lived in shallow sea such as carbonate platform, shore, shelf and isolated platform.

Key words pattern fill sequence stratigraphy Permian South China

到网上看古地理图

如果感兴趣的话,不妨到因特网(Internet)上去看看全球古地理图。

打开网址: <http://www.scotese.com> 即可。

这套古地理图集是由 Christopher R. Scotese 及其同事编制的。他们把这项工作称为“古图计划”(Paleomap project)。所谓“古图”,其内容即古地理图。该计划的目的是用图来表示洋盆和大陆板块的发育演化,以及过去 1 100 Ma 以来陆地和海洋的分布变化。图件是全彩色的,表示的内容有当时的陆地、海洋、山系、滨线、板块界线和气候带等。在网上公布的图件是从新元古代文德纪(Vendian, 650 Ma)开始到现代,基本上每纪提供一幅(或早期、或中期和晚期),还有三幅是 50 Ma, 100 Ma, 250 Ma 以后的古地理图,共 20 幅。除图件外,还介绍了编图方法,包括如何编制古地理图、科学依据和制图应用软件等。在编图方法中简述了确定大陆位置的证据,如古地磁学、线状磁性异常、古生物学、古气候学和地质与构造历史等。还有确定山系、低地、浅海和洋盆分布变化的基本思路。

另外介绍了编制古地理过程中,随着各种资料(如古地磁,地球卫星图像等)的丰富,编制图件从粗到精的情况。他们认为这个图集的某些方面有些过时了,并提出今后的图集将是“数安图集”(digital atlas)。

(沙庆安)