

文章编号: 1009-3850(2001)01-0011-16

滇黔桂地区晚震旦世陡山沱期 构造-层序岩相古地理

陈 明, 万 方, 尹福光

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要: 层序地层是在一个等时地质年代格架内从三维空间上认识一个有成因联系的沉积组合体, 层序内部沉积地质体的性质、叠置关系和沉积相演变与海平面升降周期变化有对应关系。对滇黔桂地区晚震旦世陡山沱期层序地层研究, 笔者在上扬子浅海区对晋宁王家湾上震旦统剖面进行实测, 拟建立浅海区基干层序剖面, 并把陡山沱组划分为一个 2 级层序和四个 3 级层序; 在深海区对广西灵川西岭剖面进行实测, 拟建立深海地区的基干层序剖面。然后在研究区进行辅助对比剖面的观测, 以编制该区二级层序海侵体系域和高水位体系域的构造-层序岩相古地理图。通过这些研究, 使人们从另一个角度去揭示和认识该区在陡山沱期的构造运动、沉积物组合特征与海平面变化的关系, 从而更进一步弄清该区的时空演化特征。

关 键 词: 层序地层; 海平面升降周期; 基干剖面; 陡山沱组

中图分类号: P534.31

文献标识码: A

Sedimentary facies and palaeogeography of the tectonics and sequences in the Yunnan-Guizhou-Guangxi region, southwestern China during the Doushantuoan(Late Sini-an)

CHEN Ming, WAN Fang, YIN Fu-guang

(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China)

Abstract: Sequence stratigraphy is the study of rock relationships within a chronostrati-

graphic framework of repetitive, genetically related strata bounded by surfaces of erosion or nondeposition, or their correlative conformities. The fundamental unit of sequence stratigraphy provides a chronostratigraphic framework for correlating and mapping sedimentary rocks, and is defined and identified by the physical relationships of strata, including the lateral continuity and geometry of the surfaces bounding the units, vertical and lateral stacking patterns, and the lateral geometry of the strata within these units. The emphasis of the present study on sequence stratigraphy of the Yunnan-Guizhou-Guangxi region during the Doushantuoan will be on: (1) the measured Upper Sinian Wangjiawan section in Jinning, Yunnan, that made it possible to reconstruct the parent sequence section in the shallow-marine areas of the Upper Yangtze area, and (2) the measured Xiling section in Lingchuan, Guangxi, that permitted the parent sequence section in the deep-sea areas of the Upper Yangtze area to be reconstructed. The field observations of the auxiliary sections have also been made for the working area in order to compile the sedimentary facies and palaeogeographic maps of the tectonics and sequences in the second-order sequences of the transgressive and highstand systems tracts. This approach allows us to reveal the relationship among tectonism, sediment complexes and sea-level changes, and to develop the framework of the spatio-temporal evolution of this region during the Doushantuoan.

Key words: sequence stratigraphy; sea-level change; parent sequence section; Doushantuo Formation

1 地质概况

研究区包括有四川的西部和南部, 云南的东部, 贵州, 湖南的西部, 广西的西部和北部 (图 1)。该区是我国沉积岩最发育的地区之一, 陡山沱组层序完整, 沉积相类型多样, 沉积层控矿产资源丰富, 特别是陡山沱期的磷矿是我国最主要的产磷层位, 同时该层位也是石油和天然气的生成岩系^[1]。

陡山沱期是指南沱冰期之后, 气候转暖, 由冰川消融而引起全球广泛海侵时期, 该期沉积物组合由南沱期冰碛砾岩转化为正常海相沉积序列; 生物演化也进入新的发展阶段, 出现新的门类 and 属种。但是该期为气候变暖后的第一套沉积组合, 其内化石稀少, 同位素年龄数据有限, 地理分布不平衡, 极易造成该区认识上的混乱。层序地层是在一个等时地质年代格架内从三维空间上认识一个有成因联系的沉积组合体, 层序内部沉积地质体的性质、叠置关系和沉积相演变与海平面升降周期变化具有对应关系。运用层序地层学对该区进行研究, 必将使人们更进一步认识该区的时空演化序列。在滇黔桂地区进行陡山沱期的岩相古地理研究, 前人已做过不少工作。但在该区进行层序岩相古地理研究还是首次。根据今年的任务和工作安排, 笔者在滇东地区对晋宁王家湾上震旦统剖面进行了构造-层序地层剖面实测, 建立了上扬子浅海区构造-层序基干剖面。并把陡山沱组划分为一个 2 级层序和四个 3 级层序。在广西地区对灵川西岭上震旦统剖面进行了实测, 建立了深水区的基干层序剖面。同时在该研究区进行了大量辅助剖面野外观测和室内资料收集。通过这些基干层序剖面的

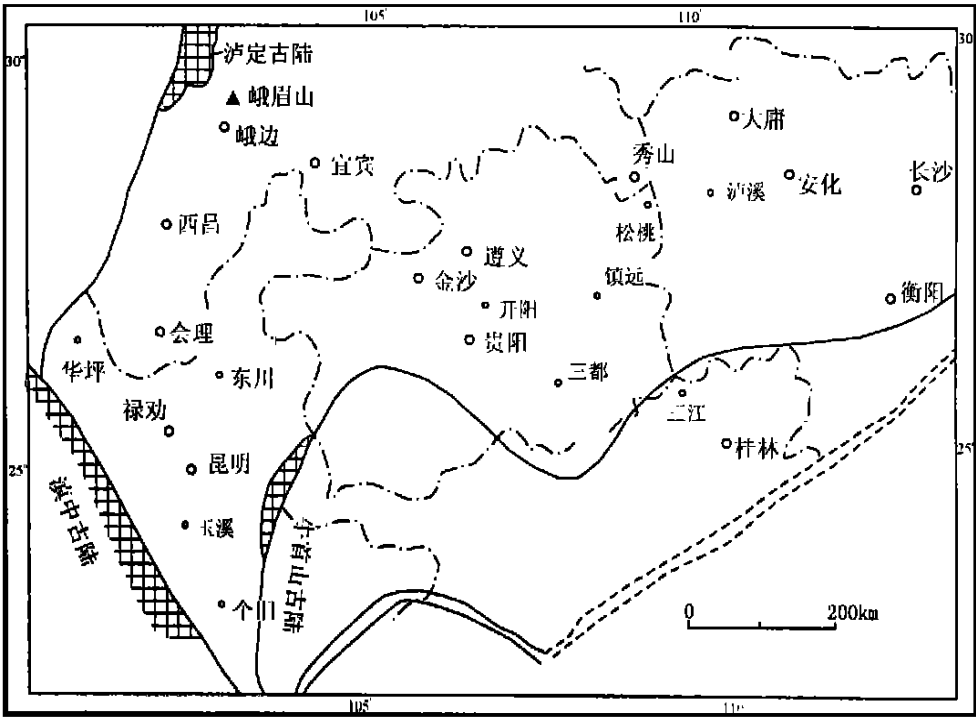


图 1 研究工作区略图

Fig 1 Location of the working area

建立和辅助层序对比剖面的观测, 编制了该区 2 级层序海侵体系域和高水位体系域的构造-层序岩相古地理图。

2 地层的划分与对比

陡山沱组是南沱冰期结束之后的第一套海侵沉积组合, 底界年龄值大致为 $700 \pm 20\text{Ma}$ 。我国南方震旦系的划分对比通常以湖北宜昌峡东剖面为代表, 该剖面陡山沱组下部为微晶白云岩、灰质白云岩、硅质白云岩及含碳锰质岩; 中部为黑色页岩夹泥灰岩; 上部为薄层微晶白云岩夹燧石条带及碳质泥晶白云岩。峡东陡山沱组中发现一些微型海绵骨针和个别分类不清的化石, 可能为近似古杯海绵的杯状生物体^[4]。

对于滇黔桂地区陡山沱组的划分对比, 我们在参考峡东剖面的同时, 再结合研究区古生物、古气候、古环境, 沉积相展布, 层序地层划分与对比等方面而进行(表 1)。

在川西地区与陡山沱组相对应层位为观音崖组, 其下部为滨海相的灰白色石英砂岩、白云质砂岩及紫红色砂质页岩, 底部见砾石层; 中部为潮坪相的灰色/肉红色薄层条带状泥质白云岩、硅质白云岩夹灰岩和紫红色页岩, 常见叠层石及竹叶状构造; 上部为台地相的薄层状白云岩夹灰岩和钙质砂岩等, 观音岩组内见有微古植物化石, 主要为光球藻(*Leiopsophosphaera*), 多孔体(*Polyporata*), 植物碎片(*Lignum*), 拟环球形藻(*Pseudozonosphaera*), 粗面球形藻(*Trachysphaeridium*), 穴面球形藻(*Trenatosphaeridium*)等属。除华坪小区厚度(491~527m)较

大外,一般厚度为 10~160m,整合于列古六组(相当于峡东剖面的南沱组)之上,与灯影组为连续沉积。

表 1 滇黔桂地区陡山沱组划分对比表

Table 1 Stratigraphic division and correlation of the Doushantuo Formation in the Yunnan-Guizhou-Guangxi region, southwestern China

分区 地层	上扬子沉积区								华夏沉积区	
	川西分区	滇东分区	川南-黔西 分区	黔中-黔北 分区		湖北峡区	黔东-湘西 分区		湘中-桂北 分区	
上震旦统	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组		灯影组	灯影组	留茶坡组	留茶坡组	老堡组
	观音崖组	陡山沱组	喇叭岗组	陡山沱组	洋水组	陡山沱组	陡山沱组		陡山沱组	
下震旦统	列古六组	南沱组	未见底	南沱组		南沱组	南沱组		南沱组	

在滇东玉溪、石屏、寻甸法古等地的陡山沱组,由于邻近滇中古陆和牛首山古陆,以滨海相的碎屑岩沉积为主,上部夹泥质白云岩和白云岩;而在昆明、宜良、东川等地以潮坪相白云岩沉积为主。厚 37~148m。

在川南-黔西地区为喇叭岗组,未见底,下部为蓝灰色泥岩、长石石英砂岩;中部为砂岩夹薄层白云质灰岩;上部为紫红色细砂岩夹粉砂质页岩。厚度大于 315m。

在黔中-黔北地区,主要为浅海相的粉砂质页岩、碳质页岩夹泥灰岩,上部常含磷。而在开阳、瓮安一带,此层位为磷块岩及白云岩。在黔中洋水组中产叠层石、核形石及微古生物。厚 8~147m。

黔东-湘西以及湘中-桂北地区,陡山沱组则以钙屑浊积岩和黑色碳质页岩、粉砂质页岩为主夹硅质岩。局部见白云质塌积岩。厚 40~160m。

3 层序地层的划分与对比

3.1 层序地层的划分方案及原则

层序地层学^[3]是研究一系列侵蚀面或无沉积作用面和与之相对应的整合面为界的、具有旋回性的、成因上有联系的并可置于年代地层框架内的沉积岩层关系。也就是说,层序地层是在一个等时地质年代格架内从三维空间上认识一个有成因联系的沉积组合体,其上下被不整合面和与之相当的面(物性界面)所截切。按照 Vail(1987)的观点,一个层序是指一次海平面升降周期的沉积组合体。

对于层序地层划分方案及原则主要有层序界面的确定(同时也包括层序内体系域的划分)和旋回级别的划分。

层序及层序界面的识别和确定是层序地层学的基础,不同学派从不同的角度出发,强调的重点不同,划分的层序界面也有所不同。Vail(1987)强调层序不整合界面成因是受控于海平面快速下降形成低水位体系域和大陆边缘体系域。因而把低水位体系域底界作为不整合

界面。Galloway (1989) 强调海泛面的作用, 因而以最大海泛面为层序不整合面。Johnson (1985) 强调海进-海退旋回, 因而把海侵冲刷面作为不整合面。上述各学者对层序和层序不整合面划分的出发点不同, 因而识别标志也不同。比较而言, Vail 对层序的定义和层序不整合面标志的识别有实践意义, 可操作性强, 易于在野外地质露头上识别和追踪对比, 为国内外地质学者所采用。

人们通过对地球表面地层记录的研究, 发现在地质历史过程中, 对于层序旋回可划分出五个级别^[3], 即第一级旋回、第二级旋回、第三级旋回、第四级旋回和第五级旋回。第一级旋回也叫巨层序, 时间跨度为 400~500Ma, 起因于大陆的拼合和解体, 可导致大洋体积变化所引起的主要大陆海泛面旋回; 第二级旋回也叫超层序, 时间跨度为 10~100Ma, 起因于洋脊扩张所引起的大洋体积的变化造成主要的海侵海退旋回; 第三级旋回也叫层序, 时间跨度为 1~10Ma, 起因可能与大陆冰川的生长和消融有关或构造活动有关; 第四、第五也叫高频旋回, 起因可能是冰川生长和消融, 也可能是天体旋回。

层序的划分(特别是高频旋回的层序划分)在地质露头上不是一件容易之事。一个完整的层序应包括三个体系域和两个沉积转换面。由于短周期海平面升降与长周期海平面升降的叠加效应, 层序内体系域的岩相配置则有所改变, 形成复合体系域或使部分体系域不发育, 如海侵体系域可直接超覆在层序不整合界面之上, 不发育低水位体系域; 海侵体系域高水位体系域组成复合体等。

3.2 基干层序剖面的建立与划分

笔者在滇东地区完成的晋宁王家湾上震旦统构造-层序地层剖面的实测(图2), 建立了上扬子浅海区构造-层序基干剖面在该剖面上对上震旦统陡山沱组划分了一个2级层序和四个3级层序。在湘黔桂深海区实测了灵川县西岭上震旦统剖面(图3), 我们对该剖面陡山沱组仍然划分了一个2级层序和四个3级层序。

晋宁王家湾上震旦统剖面第一个3级层序的LST由中厚层钙质粉砂岩、粉砂质页岩和细砂岩构成; TST由泥灰岩、藻白云岩及泥岩组成; HST则由厚层白云岩组成; 界面有暴露和冲刷。第二个3级层序由灰色薄中厚层白云岩组成LST-TST复合体; HST则由潮坪相的竹叶状灰岩及砂屑灰岩组成, 界面暴露。第三个3级层序由海绿石英砂岩、粉砂岩及砂屑灰岩和潮道砾屑灰岩组成LST-TST复合体; HST由中薄层藻屑灰岩、白云岩组成; 界面具有暴露和冲刷。第四个3级层序由灰白色厚层状中细粒石英砂岩组成LST; TST-HST则由砂质白云岩、白云质砂岩和粉晶白云岩组成复合体。界面具暴露。

第一个3级层序、第二个3级层序和第三个3级层序的LST-TST组成陡山沱期2级层序的LST-TST复合体; 第三个3级层序的高水位体系域和第四个3级层序组成该2级层序的HST。

灵川县西岭上震旦统剖面第一个3级层序由下段的黄灰色薄中层粉砂岩、粉砂质页岩等组成; 第二至四个3级层序由灰色中厚层细砂岩、粉砂岩、粉砂质页岩、黑色碳质页岩和碳质硅质岩组成。

3.3 滇桂地区层序地层的划分与对比

不同相区有不同的物质来源和不同的沉积环境, 体系域的物质组成也有所不同, 这就给层序地层的对比带来困难(特别是3级及以下的高频旋回)。但是2级和3级层序所反映的相对海平面变化是一致的, 运用2级和3级层序进行区域上的对比, 能很好地揭示该区域

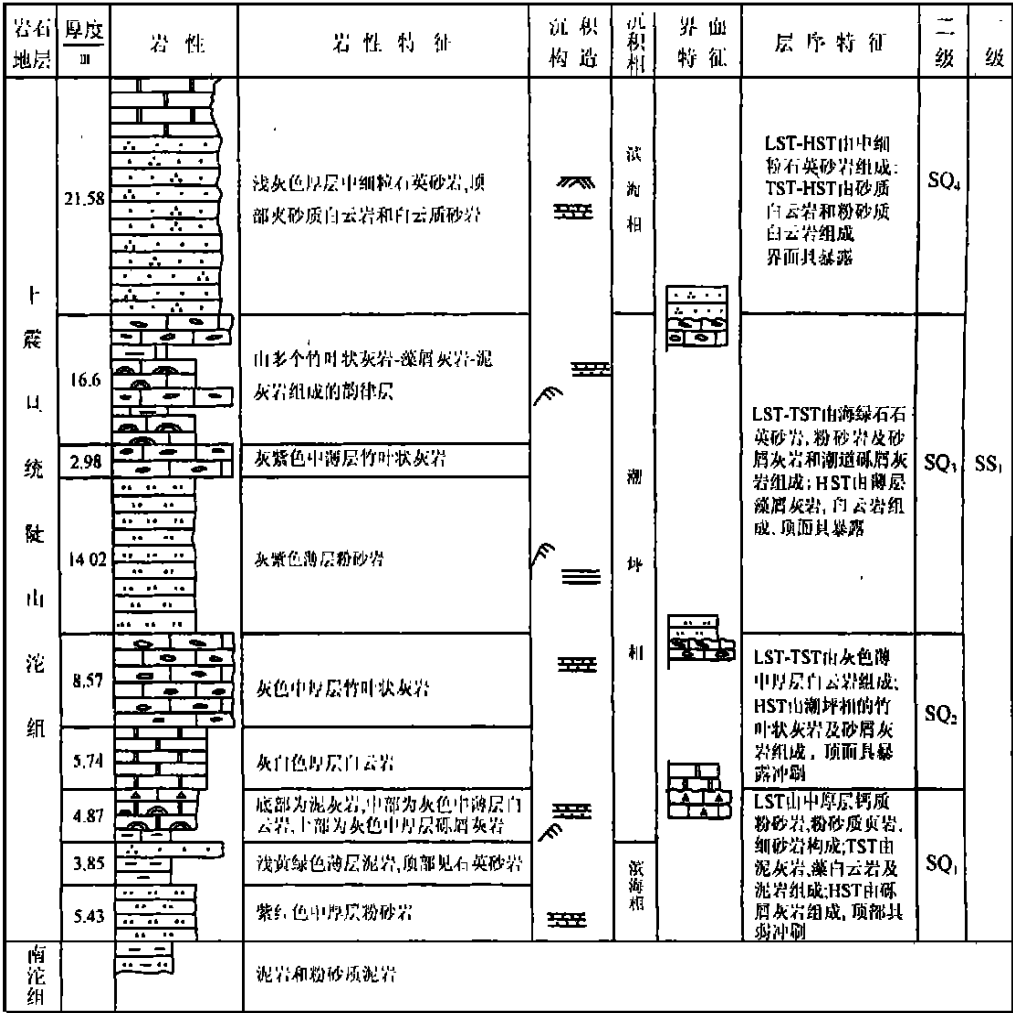


图2 云南晋宁王家湾震旦系陡山沱组层序地层综合柱状图

Fig. 2 Generalized columnar section of sequence stratigraphy of the Sinian Doushantuo Formation in Wangjiawan, Jinning, Yunnan

内的沉积作用、构造活动与海平面变化关系。在上述基干剖面的基础上,我们对于上扬子浅海的川西、滇东以及黔西到黔中地区,建立了汉源赵王庙剖面、遵义松林剖面、开阳中心剖面、澄江城北凤凰山-解家坟剖面、会泽小白龙-寻甸法古剖面等层序地层对比的辅助剖面(图4,图5),同时观测了绥江长坪剖面、会泽砖洞剖面、会泽小麦地剖面、石屏小石桥剖面、金沙岩孔剖面、息烽温泉剖面 and 湄潭黄莲坝剖面。对黔东南、湘西、桂北等地,我们观测和建立了台江五河剖面、秀山溶溪剖面、丹寨南皋剖面、三都渣打沟剖面等作为斜坡到盆地的层序地层对比剖面。

在上扬子浅海区,位于陡山沱组之下的南沱组基本为陆相沉积,它留给陡山沱期的基底很难是一个平坦的基面,当海侵上升且大部分地区开始接受陡山沱期沉积物时,一些高地仍

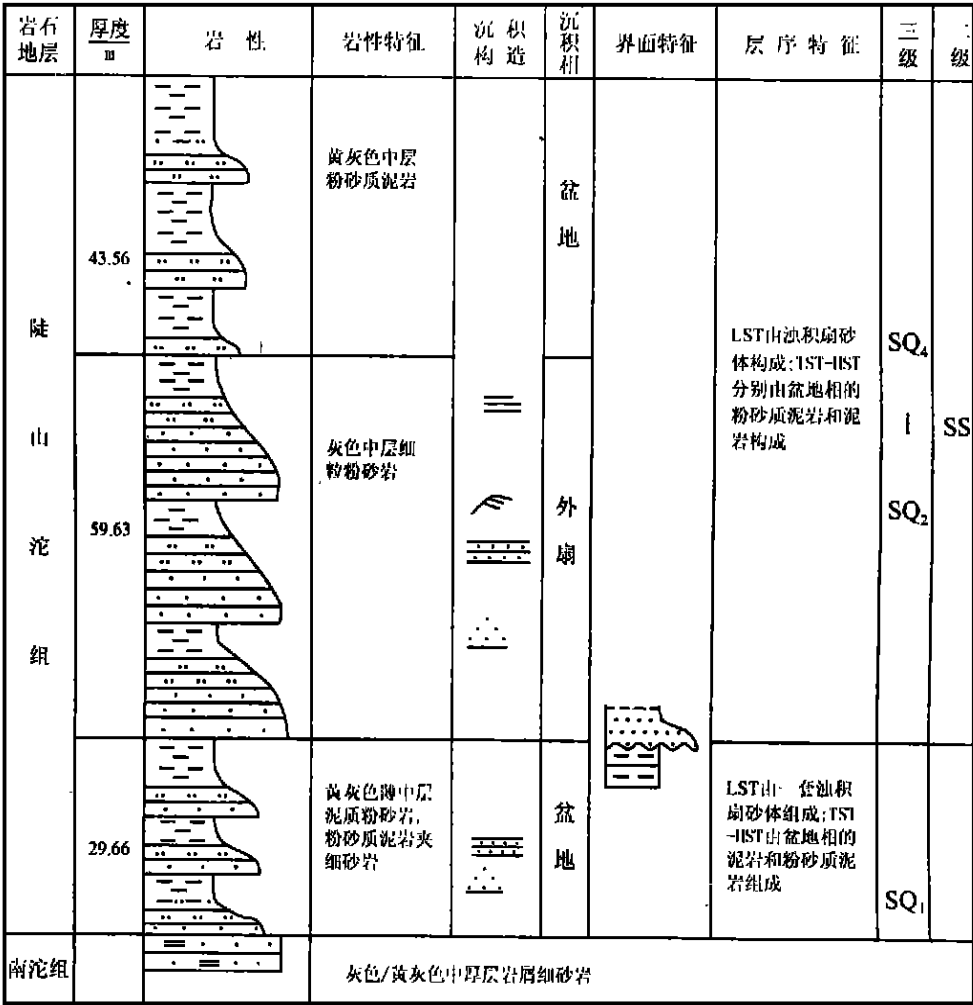


图3 广西灵川县西岭震旦系陡山沱组层序地层综合柱状图

Fig. 3 Generalized columnar section of sequence stratigraphy of the Sinian Doushantuo Formation in Xiling, Lingchuan, Guangxi

然处在海平面之上而遭受剥蚀。随着海平面的逐渐抬高, 这些早期遭受剥蚀的高地也逐渐接受沉积, 而此时的底部层位在物质组成上很可能与低洼地区的底部物质组成相同, 但时间不同, 再加上地层露头的不连续性。这就给高频旋回层序地层对比增添许多困难, 鉴于此, 对上扬子地区陡山沱组内的四个3级层序不进行对比, 只进行2级层序地层对比。

在浅海台地相区, 陡山沱期2级层序的LST主要由砾岩、含砾粗砂岩及石英砂岩、粉砂岩及粉砂质页岩、泥灰岩和鲕粒白云岩组成。位于古陆边缘的川西、滇东地区由滨岸沉积的砾岩、粗砂岩、粉砂岩组成; 位于东川-昆明-宜良等浅水高地由潮坪相的鲕粒白云岩、砂屑白云岩、硅质条带白云岩等组成; 位于黔西到黔中的遵义松林、金沙岩孔地区由浅海相的含砾泥岩、粉砂质页岩、泥灰岩等组成; 位于黔中的贵阳、开阳、瓮安等地由陆棚砂屑磷块岩组成。

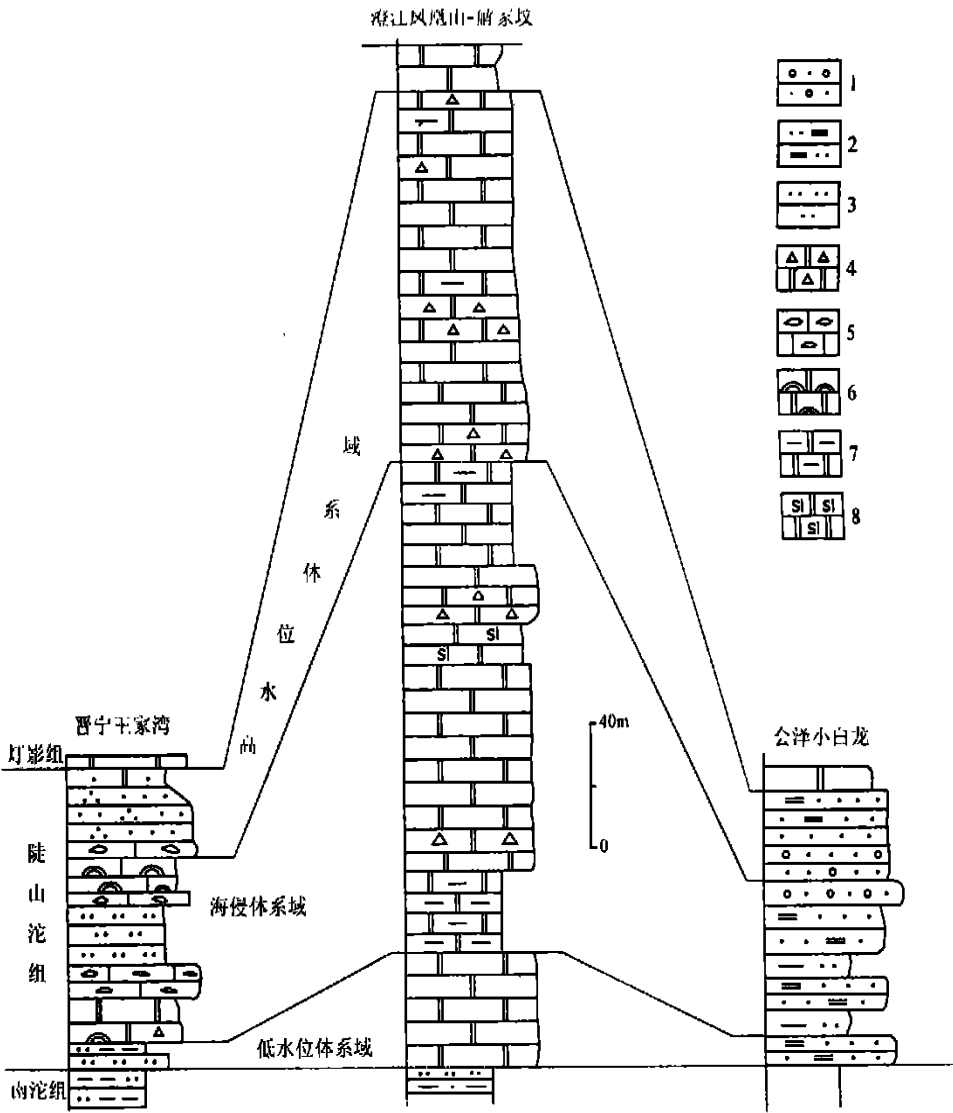


图 4 滇东地区陡山沱组剖面结构对比

1. 含砾砂岩; 2. 石英砂岩和岩屑砂岩; 3. 粉砂岩; 4. 角砾状白云岩; 5. 竹叶状灰岩; 6. 藻白云岩; 7. 泥质白云岩; 8. 硅质白云岩

Fig 4 Correlation of the sectional architectures of the Doushantuo Formation in eastern Guizhou

1=gravel-bearing sandstone; 2=quartz sandstone and lithic sandstone; 3=siltstone; 4=brecciated dolomite; 5= edge limestone; 6=algal dolomite; 7=muddy dolomite; 8=siliceous dolomite

TST 在古陆边缘的川西、滇东地区由滨岸相的砂岩、粉砂岩、泥岩及泥灰岩组成; 在东川-昆明-宜良等地的孤立台地上则由微晶白云岩、泥质白云岩组成; 在黔中到黔西的浅海区由粉砂质页岩、粘土岩和碳质页岩组成; 在黔中贵阳-开阳的陆棚区则由粉屑磷质岩和胶磷矿组成。HST 在古陆边缘一带由长石石英砂岩、含砾粗砂岩、粉砂岩夹粉砂质泥岩组成, 但碎屑岩在

古陆边缘的分布范围比 LST 要小得多, 在川西的乐山、西昌、会理、滇东的东川、宜良、玉溪等地则由潮坪相的角砾状白云岩、鲕粒白云岩、微晶白云岩夹粉砂质页岩组成; 位于黔中-黔北的贵阳、遵义等地则由开阔台地相的含磷角砾白云岩、粘土质白云岩、微晶白云岩及白云质泥岩组成。

在黔东南、湘西和桂北等地的深水相区, 陡山沱组为斜坡到盆地密度流沉积的钙屑浊积岩、细砂粉砂质浊积岩和深水黑色碳质页岩、硅质页岩、粉砂质页岩等组成, 难以进行体系域的划分和与浅海台地层序的对比。

4 陡山沱期构造-层序岩相古地理特征及演化

南沱冰期之后, 古气候由严寒转为温暖。冰川消融, 海水由南东、南西方向大规模侵入本区, 使区内成为建台早期的广海型海侵沉积, 古地理格架为西高东低, 大致以秀山—沿江—余庆—福泉—贵定一线为界, 其西为上扬子浅海区, 东为湘-黔-桂斜坡和盆地。在川西、滇

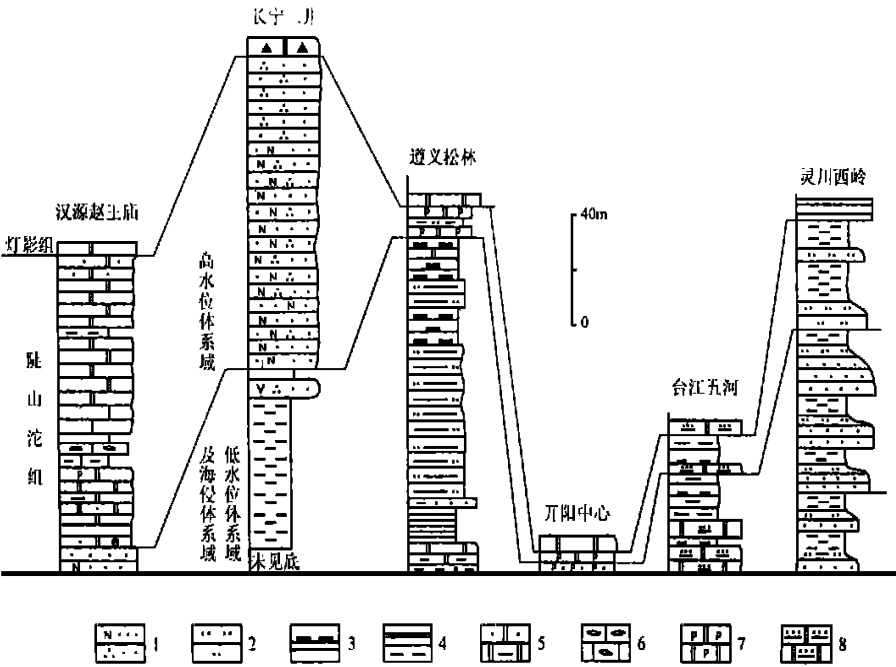


图 5 滇黔桂地区陡山沱组剖面结构对比

1. 长石砂岩与石英砂岩; 2. 粉砂岩; 3. 碳质页岩与泥岩; 4. 硅质岩与泥质岩; 5. 砂质白云岩与泥质白云岩; 6. 竹叶状灰岩; 7. 磷质白云岩; 8. 钙屑浊积岩
- Fig. 5 Correlation of the sectional architectures of the Doushantuo Formation in the Yunnan-Guizhou-Guangxi region
- 1=feldspathic sandstone and quartz sandstone; 2=siltstone; 3=carbonaceous shale and mudstone; 4=siliceous rocks and mudstone; 5=sandy dolostone and muddy dolostone; 6=edge limestone; 7=phosphatic dolostone; 8= calcareous turbidite

东、黔中北地区,仅残存泸定古陆、滇中古陆和牛首山古陆,其余为滨浅海缓坡沉积。

4.1 陡山沱期海侵体系域构造-层序岩相古地理

滇黔桂陡山沱期海侵体系域构造-层序古地理情况大致是滇中、牛首山、泸定为古陆区,川西、滇东为滨海区,黔中、黔北为浅海区,黔东南、湘西、桂北为深水区。其具体展布情况如图6。

古陆区 滇中古陆分布于本区西南隅,以元古界苍山群和哀牢山群变质岩系为主体构成。哀牢山东侧上三叠统不整合于哀牢山群之上,古陆东北侧陡山沱期碎屑岩直接覆盖于昆阳群之上。牛首山古陆分布于本区滇东宜良-弥勒的东侧,呈北东向展布,主要由昆阳群变质岩系组成,泥盆系直接超覆其上,古陆东南侧为富源-弥勒断裂,西北侧为陡山沱期粗碎屑岩不整合超覆于上。泸定古陆位于川西泸定等地,可能为陡山沱期一个岛陆,灯影白云岩直接超覆于上。

滨海沉积区 滨海沉积区分布于川西滇东的大部分地区,邻近古陆的汉源-西昌-盐边和曲靖-陆良等地以后滨海相的粗碎屑物为主组成,其下部为灰白色中厚层中粗粒石英砂岩、长石石英砂岩,底部常有一层厚度不等的砾岩和含砾粗砂岩层;上部为细砂岩、粉砂岩、粉砂质粘土岩,顶部夹砂质白云岩。矿物成熟度较高,磨圆度和分选性较好,颗粒支撑,钙质胶结。常见板状交错层理、冲洗层理等。该区一般厚度在几米至几十米不等,但在华坪-盐边一带厚度猛增为230~280m,其下部为河流相的厚层块状含砾粗中粒石英砂岩及石英细砾岩,不含海绿石,分选磨圆较差,具半韵律结构,见大型槽状交错层理、单向板状交错层理;上部为滨海相的石英砂岩及紫红色页岩沉积。可能因为华坪小区一则处雅砻江和安宁河深大断裂活动带;二则邻近古陆,补给能力强,地壳沉降幅度与沉积补偿作用近于平衡^[4]。远离古陆的乐山-宜宾-泸州和玉溪、昭通等地为前滨-近滨沉积,其下部为中细粒海绿石石英砂岩夹长石砂岩,底部常有一层含砾砂岩超覆于下伏不同层位之上,为海侵初期的一层底砾岩;上部为细砂岩、粉砂岩及粉砂质页岩。见槽状交错层理、板状交错层理、冲洗层理和浪成波痕。

该相区除华坪-盐边一带之外,沉积厚度总体趋势为西薄东厚,邻近古陆薄而向海延伸变厚(如汉源一带仅十余米而珙县一带大于65m),物质组成在横向上近古陆粗而远离古陆逐渐变细,垂向上为下粗上细且钙质增多等,显示出海水从东而来且逐渐变深的特征。

孤立台地相区 该孤立台地仅分布于滇东的昆明-东川-会泽一带,可能为南沱冰期后留下的一个高地,当海水从东南、东北进入该区时,从古陆搬运的陆源碎屑物质只能沉积于该区周围的低洼地区,因而该区沉积了一套潮坪相的白云岩组合,其下部为灰白色厚层状白云岩、泥质白云岩偶夹燧石条带状白云岩和白云质灰岩;上部为中薄层状硅化白云岩和角砾状白云岩,夹条纹状粉砂质白云岩。

浅海陆棚相区 该相区分布于黔中-黔北地区,相区为陡山沱期滇黔桂地区生油层产出区之一,其代表剖面为遵义松林和金沙岩孔(图7)。下部为灰黑色/灰绿色粉砂质泥岩夹粉砂质白云岩,底部偶见含砾泥岩;上部为黑色碳质页岩、粉砂质页岩夹泥云岩。见水平层理和沙纹层理。位于陆棚边缘的息烽、开阳、瓮安等地由灰绿色含海绿石粉砂岩和砂屑磷块岩及胶磷矿组成。

该相区无论在遵义地区还是开阳地区,垂向上均显示出下粗上细海水逐渐变深组合,

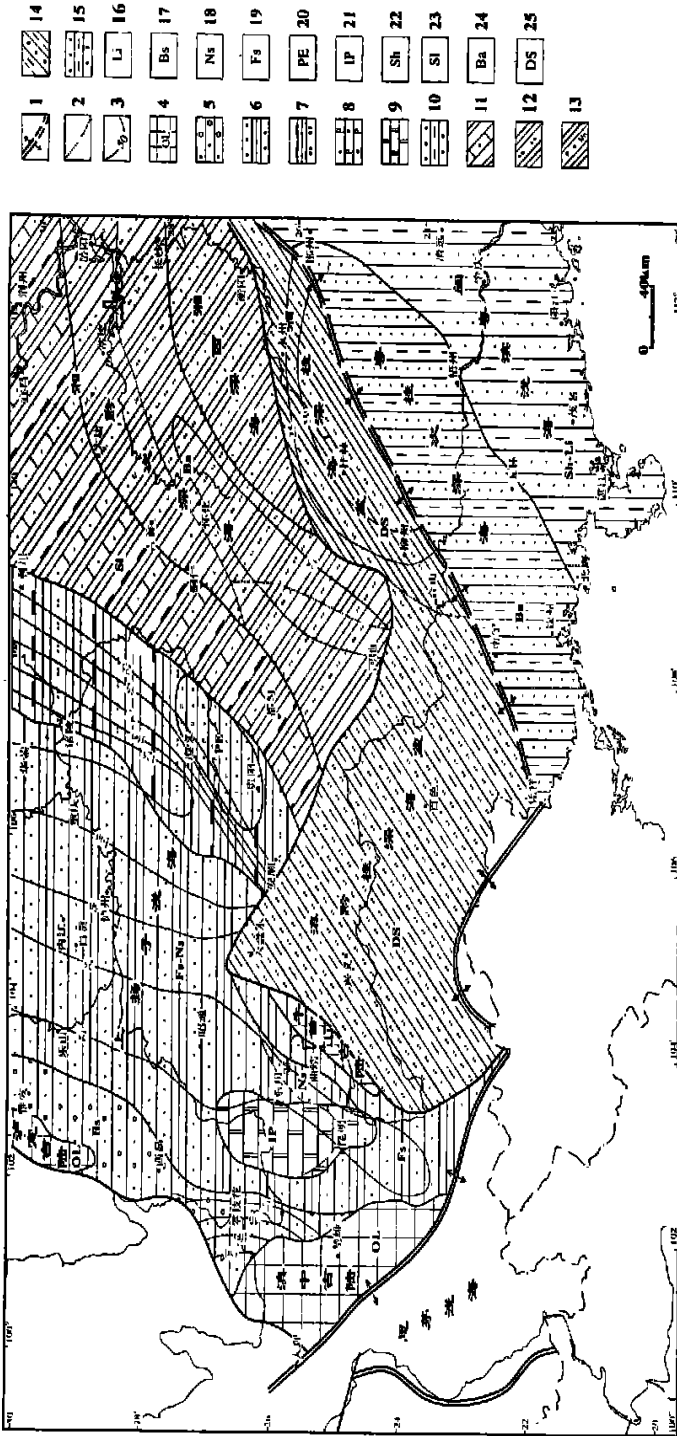


图 6 滇黔桂地区晚震旦世陡山沱期海侵体系域构造-层序地层岩相古地理图

1. (推测) 板块结合带; 2. 岩性界线; 3. 地层等厚线; 4. 古陆 (前寒武纪基底); 5. 砂砾岩相; 6. 砂页岩相; 7. 碳质页岩夹粉砂岩相; 8. 砂质磷块岩相; 9. 白云岩相; 10. 砂岩夹泥岩相; 11. 页岩夹砂页岩相; 12. 页岩夹粉砂岩相; 13. 页岩夹锰质、磷质砂岩相; 14. 泥岩夹砂岩相; 15. 砂岩夹泥岩相; 16. 泥岩; 17. 近滨; 18. 前滨; 19. 后滨; 20. 浅滩; 21. 孤立台地; 22. 浅海陆棚; 23. 斜坡; 24. 次深海; 25. 深海

Fig. 6 Sedimentary facies and palaeogeographic map of the structures and sequences of the Doushantuo (Late Sinian) transgressive systems tract in the Yunnan-Guizhou-Guangxi region

1 = inferred suture zone; 2 = lithologic boundary; 3 = stratigraphic thickness contour; 4 = ancient land (Precambrian basement); 5 = sandstone and conglomerate; 6 = sandstone and shale; 7 = carbonaceous shale intercalated with siltstone; 8 = sandy phosphorite; 9 = dolostone; 10 = sandstone intercalated with mudstone; 11 = shale intercalated with calcarenite; 12 = shale intercalated with siltstone; 13 = shale intercalated manganese and phosphatic sandstone; 14 = mudstone intercalated with sandstone; 15 = sandstone intercalated with mudstone; 16 = littoral facies; 17 = backshore facies; 18 = nearshore facies; 19 = foreshore facies; 20 = beach facies; 21 = isolated platform facies; 22 = shallow-marine shelf facies; 23 = slope facies; 24 = bathyal facies; 25 = abyssal facies

下部为海侵体系域的陆源细屑物质组成夹少量内源钙屑物质,上部由静水体系域的碳质页岩或胶磷矿组成。

湘西-黔东南次深海相区 该相区分布于黔东南的石阡-镇远-台江-三都,重庆的秀山和湘西的大庸-安化等地,该相区是陡山沱期滇黔桂地区生油层最厚的地区。由密度流作用形成的浊积岩和深水页岩组成。下部以深灰色薄层钙屑浊积岩和粉砂质浊积岩为主夹黑色薄层粘土质泥岩、页岩及透镜状白云质塌积角砾岩;上部为黑色碳质页岩夹泥质白云岩及硅质板岩。常见粒序层理、塑性变形及包卷层理,可见完整和不完整的鲍玛序列。在黔东南的三都、镇远、秀山等地区位于上扬子浅海和鄂西台地的上斜坡且距离钙屑物源较远,所以沉积了以低密度流的薄层钙屑浊积岩和粉砂质浊积岩为主,厚度较薄,一般为几米到四五十米左右。并且从北东向南西方向,钙屑物质逐渐减少(图8),如底部的钙屑浊积岩在秀山溶溪为11m,向南到镇远水泥厂为7.6m,再向南到三都水泥厂仅为2m,且该剖面的浊积岩主要由陆源细屑物质组成,

由此可推测该区的钙屑物质来源于鄂西台地。在大庸-桃源等地,地处鄂西台地的南缘,距离物源区较近,以钙屑浊积岩为主夹凝灰质页岩。在大庸之南的泸溪、沅陵一带,该层位含磷和锰,局部形成小型磷矿和锰矿床。

湘黔桂-滇黔桂深海盆地相区 该相区可细分为湘西深海、湘桂深海和滇黔桂深海。湘西深海分布于湖南的邵阳、衡阳等地,由浅绿色浅变质细粒长石石英杂砂岩、粉砂岩和泥质板岩以及钙屑浊积岩组成复理石沉积,杂砂岩和粉砂岩量约55.8%,杂基含量占20%,灰绿色板岩占24%,其它为硅质岩和长石石英砂岩。板岩中见水平层理,砂岩中见槽模。湘桂深海分布于湖南的永州、新田和桂北的灵川、三江等地,该区的灵川西岭剖面,由灰绿色粉砂质页岩、粉砂岩及页岩、硅质板岩组成低密度浊积岩。可见粒序层理、沙纹层理和水平层理以及底冲刷。滇黔桂深海分布于富源-弥勒断裂以东,紫云-罗甸-宜山断裂以南,凭祥-南宁以西的大片地区。该区的屏边剖面,由灰绿色粉砂质泥岩、绢云母千枚岩夹砂岩组成盆地远源浊积岩。

4.2 陡山沱期高水位体系域构造-层序岩相地理

进入陡山沱高水位期,川滇黔台地渐具雏形,鄂中台地已形成,黔东南湘西桂北次深海、深海盆地仍然存在(图9)。

紧邻古陆的滨海沉积区 该沉积区分布于川西的雅安,滇东的峨山,陆良-曲靖-宣威等紧邻古陆边缘带,其范围比海侵体系域小得多。主要由灰白色中厚层中细粒石英砂岩夹紫

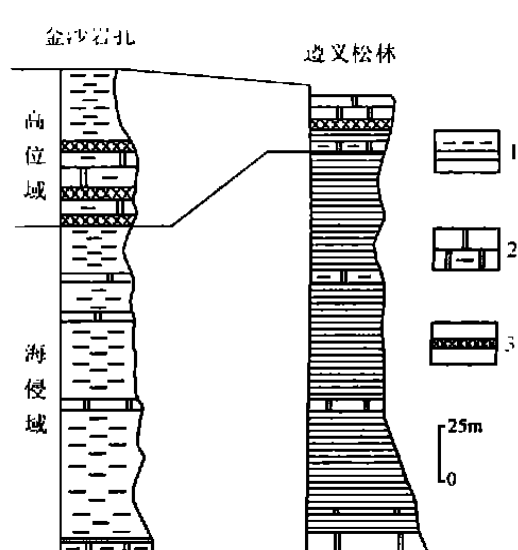


图7 遵义松林-金沙岩孔陡山沱组剖面结构对比 (据蒲心纯等, 1987)

1. 页岩、泥质岩; 2. 白云岩、泥质白云岩; 3. 磷矿层

Fig. 7 Correlation of the sectional architectures of the Doushantuo Formation in Songlin, Zunyi and Yankong, Jinsha (after Pu Xinchun et al., 1987)

1=shale and mudstone; 2=dolostone and muddy dolostone; 3=phosphorite

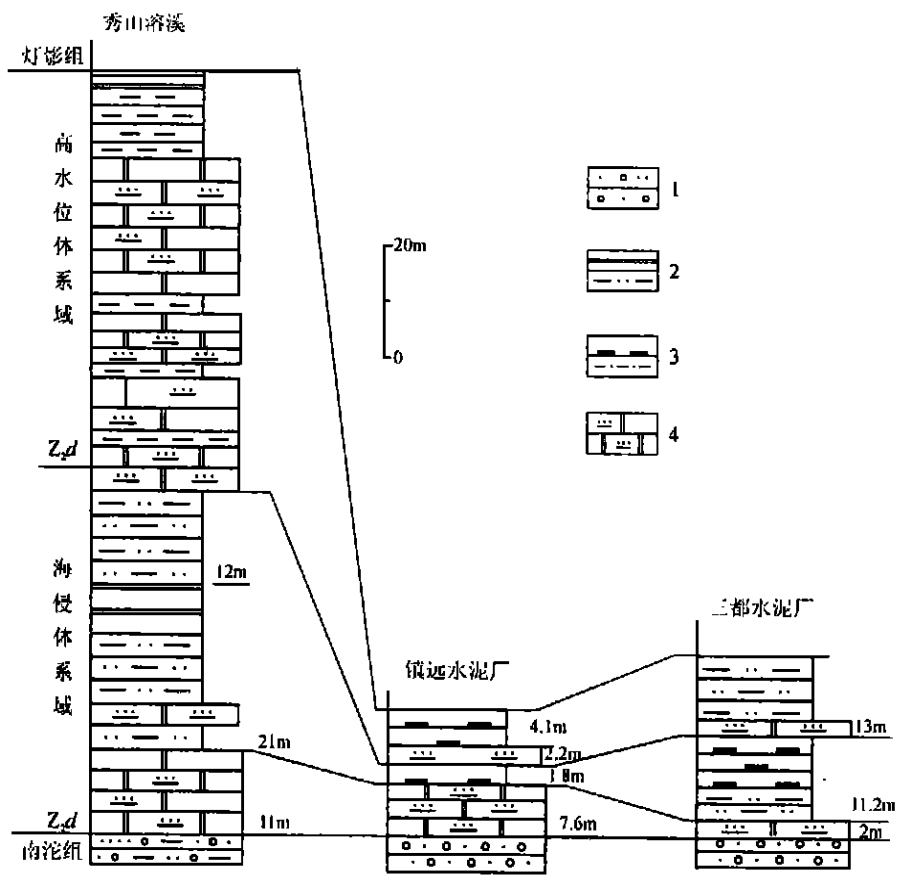


图 8 渝东-黔东南区陡山沱组层序剖面结构对比
(据蒲心纯等, 1987)

1. 冰碛砾岩; 2. 硅质岩、粉砂质泥岩; 3. 碳质页岩、泥质岩; 4. 钙屑浊积岩

Fig. 8 Correlation of the sectional architectures of the Doushantuo Formation in eastern Chongqing and south-eastern Guizhou (after Pu Xinchun et al , 1987)

1=tillite; 2=siliceous rock and silty mudstone; 3=carbonaceous shale and mudstone; 4=calcareous turbidite

红色粉砂岩、粉砂质泥岩和白云岩, 局部地区白云岩增多。在宜良石柴滩到会泽小白龙一带, 夹有单向斜层理的砾岩、粗砂岩, 可能为河流相沉积。

潮坪相区 该相区分布于川西和滇东的大部分地区。可分为以白云岩为主夹粉砂质页岩的碳酸盐潮坪和砂岩与白云岩互层的混积型潮坪。碳酸盐潮坪分布于川西的乐山-西昌-会理-华坪, 滇东的东川-昆明-建水-个旧等地, 下部由灰色薄中层泥晶灰岩、粉晶白云岩, 局部夹硬石膏及紫红色页岩组成潮上坪, 在汉源黑马含小型可采硬石膏层, 永胜丙习 2 号井见硬石膏夹层, 说明该区有塞卜哈环境; 中部由竹叶状白云岩、砾屑白云岩、砂屑白云岩、鲕粒白云岩及粉晶白云岩夹杂色钙质页岩组成潮间-潮下坪, 在华坪-盐边一带见叠层石, 呈丘状、柱状生长在角砾状、竹叶状砾屑之上, 见透镜状层理及不对称波痕。上部为深灰色中厚层泥晶白云岩、砂质白云岩、白云岩和细砂岩、粉砂岩及钙质页岩, 见人字形层理, 叠层石及

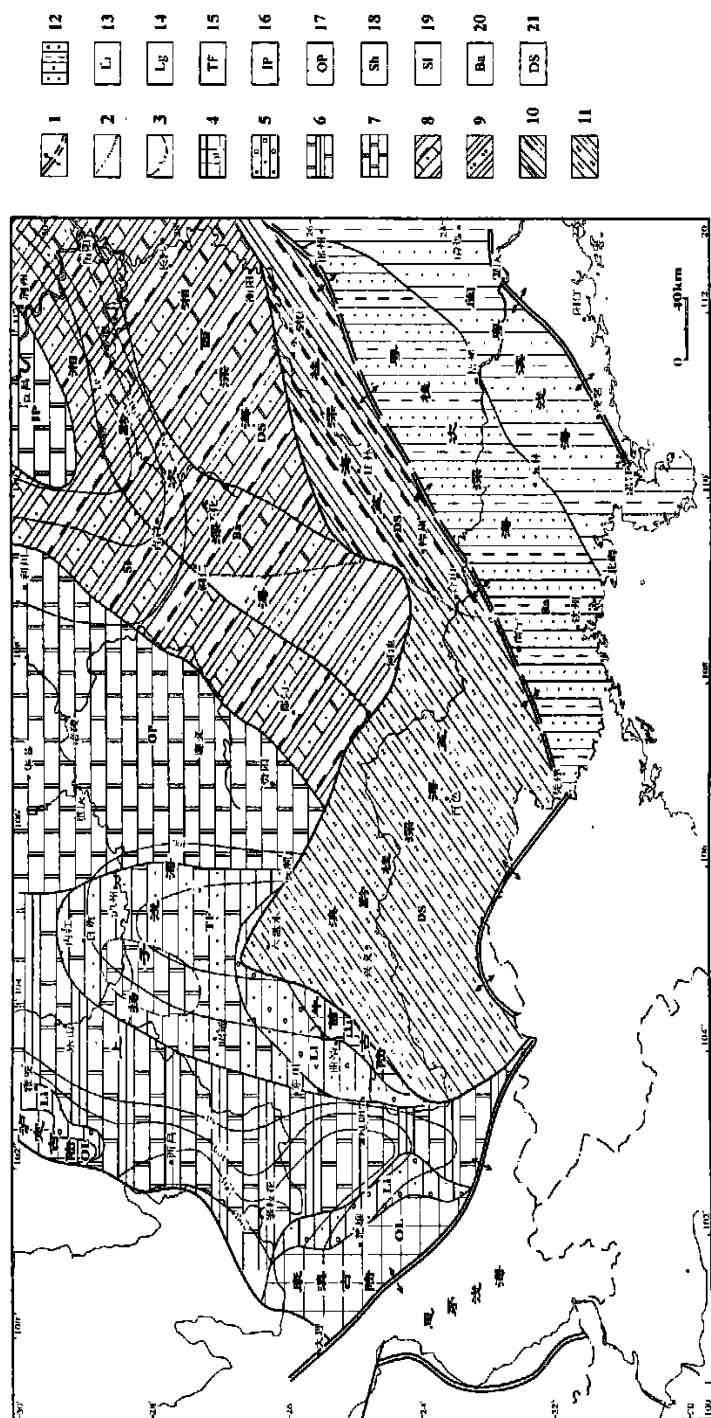


图9 滇黔桂地区晚震旦世陡山沱期高水位体系域构造-层序地层岩相古地理图

1. (推测)板块结合带; 2. 岩性界线; 3. 地层等厚线; 4. 古陆(前寒武纪基底); 5. 砂砾岩相; 6. 白云岩夹页岩相; 7. 白云岩相; 8. 碳质页岩夹砂页岩相; 9. 页岩夹粉砂岩相; 10. 碳质页岩、硅质岩相; 11. 粉砂岩、泥岩相; 12. 砂岩、泥岩相; 13. 滨岸; 14. 潮坪; 15. 潮坪; 16. 孤立台地; 17. 开阔台地; 18. 浅海陆棚; 19. 斜坡; 20. 次深海; 21. 深海

Fig. 9 Sedimentary facies and palaeogeographic map of the structures and sequences of the Doushantuo (Late Sinian) highstand systems tract in the Yunnan-Guizhou region

1 = inferred suture zone; 2 = lithologic boundary; 3 = stratigraphic thickness contour; 4 = ancient land (Cambrian basement); 5 = sandstone and conglomerate; 6 = dolostone intercalated with shale; 7 = dolostone; 8 = carbonaceous shale intercalated with calcarenite; 9 = shale intercalated with siltstone; 10 = carbonaceous shale and siliceous rock; 11 = siltstone and mudstone; 12 = sandstone intercalated with mudstone; 13 = littoral facies; 14 = lagoon facies; 15 = tidal flat facies; 16 = isolated platform facies; 17 = open platform facies; 18 = shallow-marine shelf facies; 19 = slope; 20 = bathyal facies; 21 = abyssal facies

蠕虫化石。从下到上该区为明显海退沉积。碳酸盐与碎屑岩组成的混积形潮坪分布于川南的自贡、内江、滇东的昭通、黔西的威信、毕节等地, 该区无剖面露头, 资料来源于钻孔, 由中粒白云质砂岩、白云岩、薄层细至中粒长石石英砂岩夹灰绿色水云母泥岩条带, 含斑状硬石膏。

湖相区 该相区分布局限, 仅见于川南的宜宾—珙县一带, 由隐晶白云岩、灰泥质白云岩夹硬石膏及岩盐组成。

碳酸盐台地相区 该相区分布于黔中黔北的遵义、金沙、息烽、开阳、瓮安、贵阳等地区, 由含胶磷矿粘土质白云岩、深灰色泥云岩、微晶白云岩组成, 顶部含硅质团块及硅质磷块岩。另在东北角有的由白云岩组成鄂西台地。该台地的西边和东南边均为湘黔次深海包围。

湘黔次深海相区 该相区分布于黔东南和湘西地区, 在黔东南的秀山、镇远和三都一带由低密度流作用的粉砂质细屑浊积岩与黑色碳质页岩夹钙屑浊积岩组成, 此区在高水位体系域中的钙屑浊积岩含量(秀山除外)比海侵体系域明显减少, 碳质页岩含量增加, 见粒序层理、沙纹层理、塑性变形和包卷层理、底冲刷。在湖南的大庸、桃源等地, 位于鄂西碳酸盐台地南缘, 普遍发育高密度流作用的钙屑浊积岩和滑塌角砾岩以及泥云岩和深水黑色页岩, 钙屑浊积岩与黑色页岩组成多个韵律层, 单个韵律厚度从 2.2m 至 21.2m 不等, 滑塌角砾岩呈透镜状或扁豆体产出, 角砾成分为微晶白云岩、硅质白云岩及凝灰质页岩等, 发育塑性变形、包卷层理和完整与不完整的鲍玛序列。在泸溪-沅陵等地由黑色页岩夹泥质白云岩和深灰色泥质磷块岩组成, 具水平层理。

湘黔桂-滇黔桂深海盆地相区 该期盆地的分布范围与海侵体系域相近, 与滇黔桂盆内的沉积组合十分相似, 其区别在于湘桂盆地在高水位体系域由黑色碳质页岩和硅质岩及黑色碳质硅质板岩夹粉砂质页岩组成。见粒序层理、沙纹层理和水平层理。在湘西盆地的沉积组合为硅质泥岩、黑色页岩及少量钙屑浊积岩, 不见粗碎屑物质。

5 讨论

5.1 对陡山沱期划分四个 3 级层序的问题

在川西、滇东、黔中北等地区, 陡山沱组为晋宁运动后的第一套海相沉积物, 也是冰碛砾岩层之上的第一套沉积组合。冰川堆积不象正常海水沉积那样具有一定的规律性。南沱陆相冰川消融之后, 留下的古地貌并非是一个非常平坦的夷平面。当海平面上升时, 并非整个川滇黔同时接受沉积, 也就是说, 有的地带可能在早期处于剥蚀而晚期接受沉积。因而陡山沱期的岩类组合、沉积环境和沉积厚度等变化较大, 如在遵义松林-金沙岩孔一线厚度为 144.9~158.4m, 而相隔仅几十公里的开阳中心剖面仅 8.65m 厚。再如六井剖面底部 0.2m 厚的含砾泥岩能否与汉源一带的底砾岩相对比。对于这样一个建台初期的沉积组合, 是否都具有完整的沉积序列, 是否都能划分出四个 3 级层序, 又是否能与完整的海相沉积序列对比都有值得进一步研究的必要。

5.2 深水盆地内层序地层的划分与对比问题

在黔东南、湘西、桂北等浊积岩盆地中, 主要由内源白云质组成的钙屑浊积岩和陆源粉砂质组成的低密度细屑浊积岩, 局部地区有高密度流沉积组成的粗屑白云质浊积岩以及塌积岩。对于这些浊积岩地区的层序地层划分, 至今没有一个统一的方案, 也无从进行横向对比。在浊积岩组成的盆地中, 由于浊积事件的阵发性和多期次性(或能在很短的时间间隔内

发生多期次浊积事件), 每次浊积事件的出现, 可能对早期沉积物进行侵蚀而产生水下侵蚀面, 即形成一个层序界面。一次大的浊流事件包含若干个小事件, 可形成若干个侵蚀界面。在活动地区, 在很短的时间间隔内, 可能发生多次大的浊积事件, 形成多个层序界面的叠置, 这些层序界面能否反映海平面变化, 能否与相对稳定的浅海台地区进行层序地层序对比都是值得思考的问题。

层序地层学是 80 年代引入我国的一门新兴分支地质科学, 其理论和方法是建立等时格架, 它强调海平面变化、构造沉降、沉积物供给的复合效应。它可为岩石地层单位的对比划分和沉积盆地的沉积、构造演化等提供重要佐证。随着人们认识的不断深化, 它必将成为我国基础地质工作的一个重要手段。

参考文献:

- [1] 胡南方. 贵州震旦系陡山沱组生油岩特征[J]. 贵州地质, 1997, 14(3): 244—252
- [2] 湖北省地质矿产局. 湖北省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1990, 44—62
- [3] 钱奕中等. 层序地层学理论和方法[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1994, 6—25.
- [4] 蒲心纯等. 上扬子区晚震旦世沉积岩沉积相及矿产[M]. 重庆: 重庆出版社, 1987, 66—79.