

文章编号: 1009-3850(2012)02-0023-08

## 滇西云龙地区下白垩统南新组岩相分析及意义

孙 勇<sup>1</sup>, 李祥辉<sup>2</sup>, 周 勇<sup>1</sup>

(1. 成都理工大学地球科学学院, 四川 成都 610059; 2. 南京大学地球科学与工程学院, 江苏 南京 210093)

**摘要:** 实测了云南西部兰坪盆地云龙城南沱江西岸下白垩统南新组剖面。通过野外实测资料以及岩石薄片的观察描述, 综合分析了研究区南新组的岩石组合、沉积构造、剖面结构, 认为南新组自下而上主要为曲流河相和湖泊相, 厚度较薄的土壤相常作为夹层与前两种相交交互出现。河流相可进一步划分出河道、边滩、河漫滩、天然堤等亚相; 湖泊相则可分为滨湖、浅湖、半深湖3种亚相; 古土壤相可分为钙质土和潜育土两种类型。相序结构指示研究区在早白垩世南新组沉积期呈一个由相对活跃到较为稳定的过程, 岩相组合结合土壤相显示研究区气候以亚热带干旱-半干旱为特征。

**关键词:** 岩相; 古气候; 南新组; 下白垩统; 云龙; 云南  
**中图分类号:** P512.2      **文献标识码:** A

### 引言

沉积地层岩相分析是沉积学领域广泛使用的研究手段和方法, 它不仅可判断沉积时的环境及其产物特征, 而且可为古地理重建、油气勘查、沉积型矿产资源勘探等提供最基本的沉积背景和决策服务, 同时还可推动古海洋学、古气候学发展。

白垩纪红层在滇西兰坪盆地大面积出露, 由下统的景星组、南新组、虎头寺组<sup>[1-5]</sup>组成。其中, 南新组在云龙县城南沱江西岸出露较为连续。由于这一地区的南新组已经进行了古地磁研究<sup>[6]</sup>, 地层年代有较好的控制, 因此是进行包括岩相分析在内的沉积地质科学研究的较佳场所。本次研究通过剖面详细观察、实测、分层描述, 详细记录岩层、岩性、沉积构造等特征, 对南新组的沉积环境和岩性组合进行分析, 并简要讨论古气候特征, 为区域地质以及相关领域的研究提供参考。

### 1 地质背景

云南西部云龙地区位于兰坪-思茅盆地, 是三江造山带喜马拉雅造山带组成部分(图1), 经历了两期构造和盆地发展阶段: 中三叠世-早侏罗世的构造旋回 I 为碰撞后裂谷盆地阶段; 中侏罗世-晚白垩世的构造旋回 II 为坳陷盆地阶段<sup>[7]</sup>。从中侏罗世开始, 盆地下沉接受陆相中侏罗统-白垩系沉积。进入白垩纪后, 从单断式箕状盆地转变为双断式断陷盆地, 东西两侧断隆成山, 南新组即在此过程中堆积形成<sup>[8-9]</sup>。

南新组最初由云南一区测队创名于云龙县宝丰乡南新村, 为一套红色粗碎屑沉积, 向上变细并泥岩增多<sup>[1]</sup>, 在兰坪-思茅地层分区岩性和厚度变化都不大, 与下伏景星组一般为整合过渡, 局部地区呈平行不整合接触。因有意义的化石稀少, 生物地层研究较弱。近期在云龙县城南沱江沿岸进行的

收稿日期: 2011-07-08; 改回日期: 2011-07-21

作者简介: 孙勇(1987-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 构造地质学。E-mail: sunyongedc@163.com

资助项目: 国家重大基础研究发展规划项目(973), 课题“中国白垩纪重要时期的古气候重建”(2006CB701401)

磁性地层学研究结果认为,这一地区的景星组、南新组、虎头寺组属于白垩纪中期,其中,南新组被认为属于阿尔比期-土伦期<sup>[6]</sup>。

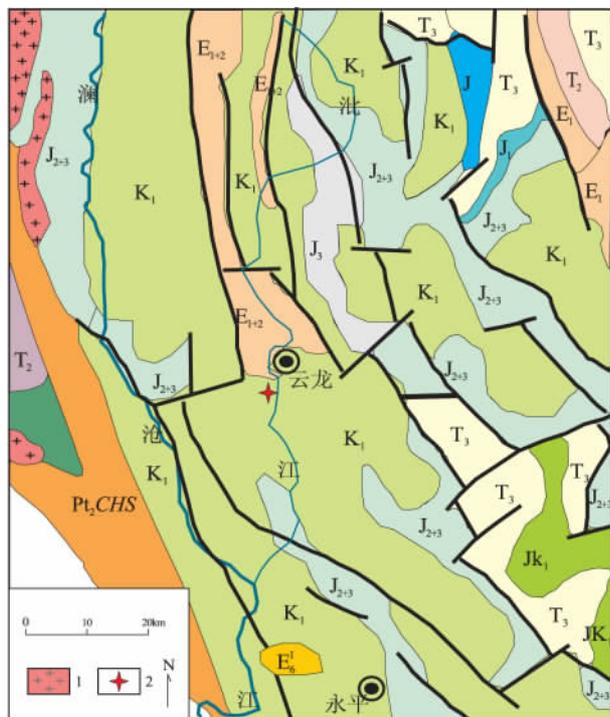


图1 云南西部云龙地区地质简图以及南新组剖面位置  
JK<sub>1</sub>. 古新统 始新统并层; E<sub>1+2</sub>. 白垩系下统砂岩、夹砾岩、泥灰岩;  
K<sub>1</sub>. 侏罗系与白垩系并层; J<sub>3</sub>. 侏罗系上统砂岩、泥岩夹泥灰岩; J<sub>2+3</sub>  
侏罗系中上统并层; J<sub>1</sub>. 侏罗系下统泥岩、砂岩夹泥灰岩、砾岩; J. 侏  
罗系并层; T<sub>3</sub>. 三叠系上统砂岩、泥岩夹灰岩; T<sub>2</sub>. 三叠系中统灰岩、  
白云岩、砂岩、泥岩; Pz<sub>1</sub> 下古生界并层或未分; E<sub>6</sub><sup>1</sup>. 早第三纪过碱性  
岩类; Pt<sub>2</sub>CHS. 中元古界崇山群: 变粒岩、片岩、片麻岩、混合岩夹斜  
长角闪岩、大理岩; 1. 二叠纪-三叠纪花岗岩; 2. 剖面位置

Fig. 1 Simplified geological map of the Yunlong region, western Yunnan and location of the cross section in the Nanxin Formation

JK<sub>1</sub> = Palaeocene - Eocene; E<sub>1+2</sub> = Lower Cretaceous sandstones and mudstones intercalated with conglomerate and marl; K<sub>1</sub> = Jurassic - Cretaceous; J<sub>3</sub> = Upper Jurassic sandstones and mudstones intercalated with marl; J<sub>2+3</sub> = Upper - Middle Jurassic; J<sub>1</sub> = Lower Jurassic mudstone and sandstone intercalated with marl and conglomerate; J = Jurassic; T<sub>3</sub> = Upper Triassic sandstones and mudstones intercalated with limestone; T<sub>2</sub> = Middle Triassic limestone, dolostone, sandstone and mudstone; Pz<sub>1</sub> = Lower Palaeozoic, or undivided; E<sub>6</sub><sup>1</sup> = Palaeogene peralkaline rocks; Pt<sub>2</sub>CHS = Mesoproterozoic Chongshan Group: leptynite, schist, gneiss and migmatite intercalated with amphibolite and marble; 1 = Permian - Triassic granites; 2 = measured section

## 2 剖面描述

研究剖面位于大理市云龙县城南泚江西岸(图1), 剖面起点的经纬坐标为 99°22′04.1″E、25°51′17.0″N, 剖面总厚度 707 m, 出露好(图2)。下面是南新组(K<sub>1n</sub>) 实测剖面分层描述。

上覆地层: 虎头寺组(K<sub>1h</sub>) 紫褐、灰紫红、紫灰绿色厚层一块状长石石英砂岩

————— 整合接触 —————

- 20 紫红色泥岩夹紫红色中、厚层细粒长石石英砂岩、泥质粉砂岩。顶部砂、泥互层 砂泥比为 1:1; 含两层钙质结核 结核直径平均 2~4cm。 57 m
- 19 紫红色厚-块状层细粒长石石英砂岩夹泥岩、粉砂岩, 砂泥比大于 3:1。泥岩中可见水平层理、浪成波痕。 15 m
- 18 紫红色泥岩与块状细粒长石石英砂岩、薄层粉砂岩互层 砂泥比约为 1:2。泥岩中含钙质结核及钙结层, 砂岩层面可见波痕。 40 m
- 17 紫红色薄层粉砂岩、中层细粒长石石英砂岩。砂岩中发育平行层理、沙纹层理, 层面上可见波痕。顶部 13 m 被覆盖。 40.9 m
- 16 底部为紫红色泥岩、粉砂岩互层, 中部为红色中层细粒长石石英砂岩, 顶部 1.5 m 厚的泥岩中含直径 1 cm 左右的钙质结核。砂岩中发育沙纹层理。可见泥裂。 28.5 m
- 15 整体为一套紫红色中-厚层状中-粗粒长石石英砂岩, 中部夹少许紫红色泥岩。 68 m
- 14 紫红色块状中粒长石石英砂岩为主, 上部有 3 层紫红色泥岩与砂岩互层, 从中粒砂岩至泥岩 粒度逐渐变细 构成典型的相序旋回(图5)。紫红色泥岩中夹蓝灰色条带, 并富含直径 1.5 cm 左右的钙质结核。砂岩中可见板状交错层理。 49.5 m
- 13 紫红色块状层细粒长石石英砂岩夹紫红色泥岩, 泥岩中含直径为 2~3 cm 的钙质结核。上部 18 m 被覆盖。 46.3 m
- 12 紫红色中-厚层细粒长石石英砂岩, 夹层厚 0.5 m 的紫红色泥岩, 泥岩中发育蓝灰色条纹, 底部泥岩中富含钙质结核。 36 m
- 11 紫红色中-粗粒长石石英砂岩, 底部有 1 m 厚的紫红色泥岩, 含有复成份层间砾岩, 砾岩磨圆分选好, 定向排列, 砂岩中可见平行层理。 52 m
- 10 中部为紫红色块状细粒长石石英砂岩, 顶底各有一层 3m 厚的紫红色泥岩。泥岩中含蓝灰色条带并夹直径 1 cm 的钙质结核, 砂岩层理不明显。 21.5 m
- 9 紫红色块状细粒长石石英砂岩。板状交错层理发育。 24 m
- 8 紫红色中层粉砂岩夹数层紫红色泥岩薄层, 顶部含灰绿色钙质结核 结核直径 1cm 左右。粉砂岩中可见沙纹层理。 13.5 m
- 7 中部为厚块状层细粒长石石英砂岩、粉砂岩, 顶底各有一层紫红色泥岩, 泥岩中蓝灰色斑点发育, 并富含较大的钙质团块, 直径约 6 cm。 23 m
- 6 下部为块状层紫红色中粒长石石英砂岩, 中上部为紫红色泥岩。砂岩中可见板状交错层理。 26.8 m
- 5 紫红色块状层极细粒长石石英砂岩为主, 其中含 3 层砂泥互层组合, 每个旋回厚约 2.5 m。含粉砂岩。细砂岩可见水平层理, 粉砂岩中见沙纹层理。 38 m
- 4 紫红色厚-块状层细粒长石石英砂岩, 上部夹一层 1.5 m 厚的泥质粉砂岩, 顶部紫红色泥岩富含直径为 1 cm 左右的钙质结核。 22.5 m

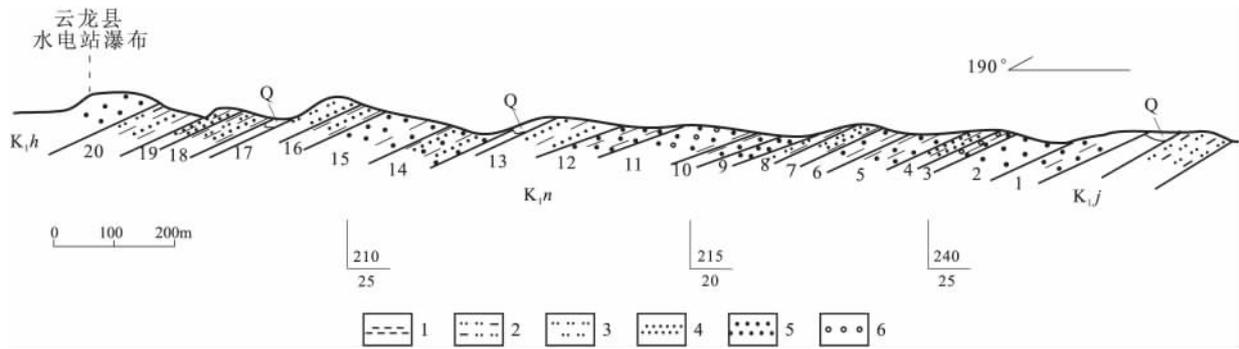


图2 云南云龙下白垩统南新组实测横剖面图

1. 泥岩; 2. 泥质粉砂岩; 3. 粉砂岩; 4. 细粒砂岩; 5. 中粗粒砂岩; 6. 砾岩; Q. 第四系; K<sub>1h</sub>. 虎头寺组; K<sub>1n</sub>. 南新组; K<sub>1j</sub>. 景星组

Fig.2 Measured cross section across the Lower Cretaceous Nanxin Formation in the Yunlong region , western Yunnan

1 = mudstone; 2 = muddy siltstone; 3 = siltstone; 4 = fine-grained sandstone; 5 = medium- to coarse-grained sandstone; 6 = conglomerate. Q = Quaternary; K<sub>1h</sub> = Hutousi Formation; K<sub>1n</sub> = Nanxin Formation; K<sub>1j</sub> = Jingxing Formation

- 3 中下部为紫红色中-厚层粗粒长石石英砂岩,夹两层富含钙质结核的泥岩,上部为一套复成份砾岩。 15 m
- 2 紫红色厚层中粒长石石英砂岩,平行层理发育。 62.5 m
- 1 紫红色块状中-粗粒长石石英砂岩,夹1 m 紫红色泥岩,可见平行层理。 27 m

——整合接触——

下伏地层: 景星组(K<sub>1j</sub>)

表1 下白垩统南新组岩相和亚相划分简表

Table 1 Classification of the sedimentary facies and subfacies in the Lower Cretaceous Nanxin Formation in the Yunlong region

岩相	亚相	简要特点	分布层位
河流相 LF1	河道 LF1-1	中-厚层块状中-粗粒砂岩,砂岩磨圆、分选较好,含定向排列的层间砾石,可见平行层理	1~3、11、14
	边滩 LF1-2	边滩二元结构明显:下部粗-中粒砂岩,板状斜层理、平行层理和冲刷面发育,上部薄层泥岩为主	4、6、9~10、12、15
	天然堤 LF1-3	中-薄层细粒砂岩、粉砂岩为主夹泥岩,半透镜状,见砂纹层理	5、14
	河漫滩 LF1-4	泥岩为主,含粉砂岩。具泥裂、水平层理等构造	5、7~8、13~14、16
湖泊相 LF2	滨湖 LF2-1	中层细粒砂岩和泥岩,砂岩的结构成熟度较高,平行层理、沙纹层理发育	17、18
	浅湖 LF2-2	泥岩与细粒砂岩、薄层粉砂岩互层,见波痕	19、20
	半深湖 LF2-3	泥岩夹粉砂岩、泥质粉砂岩,砂岩分选磨圆较差、结构成熟度中等,偶见水平层理	20
土壤相 LF3	潜育壤相 LF3-1	紫红色泥岩中蓝灰色泥岩斑块和条带夹极少量蓝灰色钙质结核	10、12、14、15
	钙壤相 LF3-2	钙质泥岩为主,富含钙质结核或团块,厚度薄,分布层位较多	3、7、10、12、13、14、16、18、20

### 3 沉积相分析

通过岩性、沉积构造、剖面结构等分析,本文将

云南省云龙地区下白垩统南新组划分为湖相、河流相和土壤相3种岩相、9种亚相类型(表1、图3),以下做简要介绍,并对相序旋回进行分析。

#### 3.1 河流相

研究剖面第1~16层具有河流相特征<sup>[10-11]</sup>,并包含有土壤相。据沉积组合可识别出4种亚相,显示曲流河特点。以下对4种亚相简要介绍。

##### 1. 河道亚相

河道亚相位于剖面第1~3层,以及第11、14层。第1~3层总厚104.5 m,由于流水的冲刷和分选作用,比较细的物质基本被带走,而较粗的物质则滞留在河底,以块状、中-厚层中-粗粒长石石英砂岩为主,砂岩分选、磨圆较好,并含有层间砾岩,砾石磨圆好且可见定向排列。该段总体上岩性较粗,并且在强水流条件下砂岩发育平行层理,而在第3层出现了钙质古土壤,应为河道后期改造成为了废弃河道暴露的结果。第11层厚52m,几乎没有泥岩,以中-粗粒长石石英砂岩为主,含砾岩,砂岩磨圆分选都非常好,砂岩填隙物中杂基与胶结物含量都非常少,体现了较强的水动力环境。第14层中,亚相类型丰富,河道、天然堤、河漫滩、古土壤等亚相都有发育,并构成旋回(图5)。

##### 2. 边滩亚相

沉积于剖面第4、6、9~10、12、15层,岩石类型和成分较为复杂,粒度范围大,由砂、粉砂、泥等沉积物混合组成:下部以中-细粒长石石英砂岩为主,发育板状交错层理、平行层理以及冲刷面,上部以泥岩为主,整体上(9~10层作为一整体)构成二元结构(图4A),边滩亚相特征明显。砂岩中板状斜层理显示古水流方向为南东向。

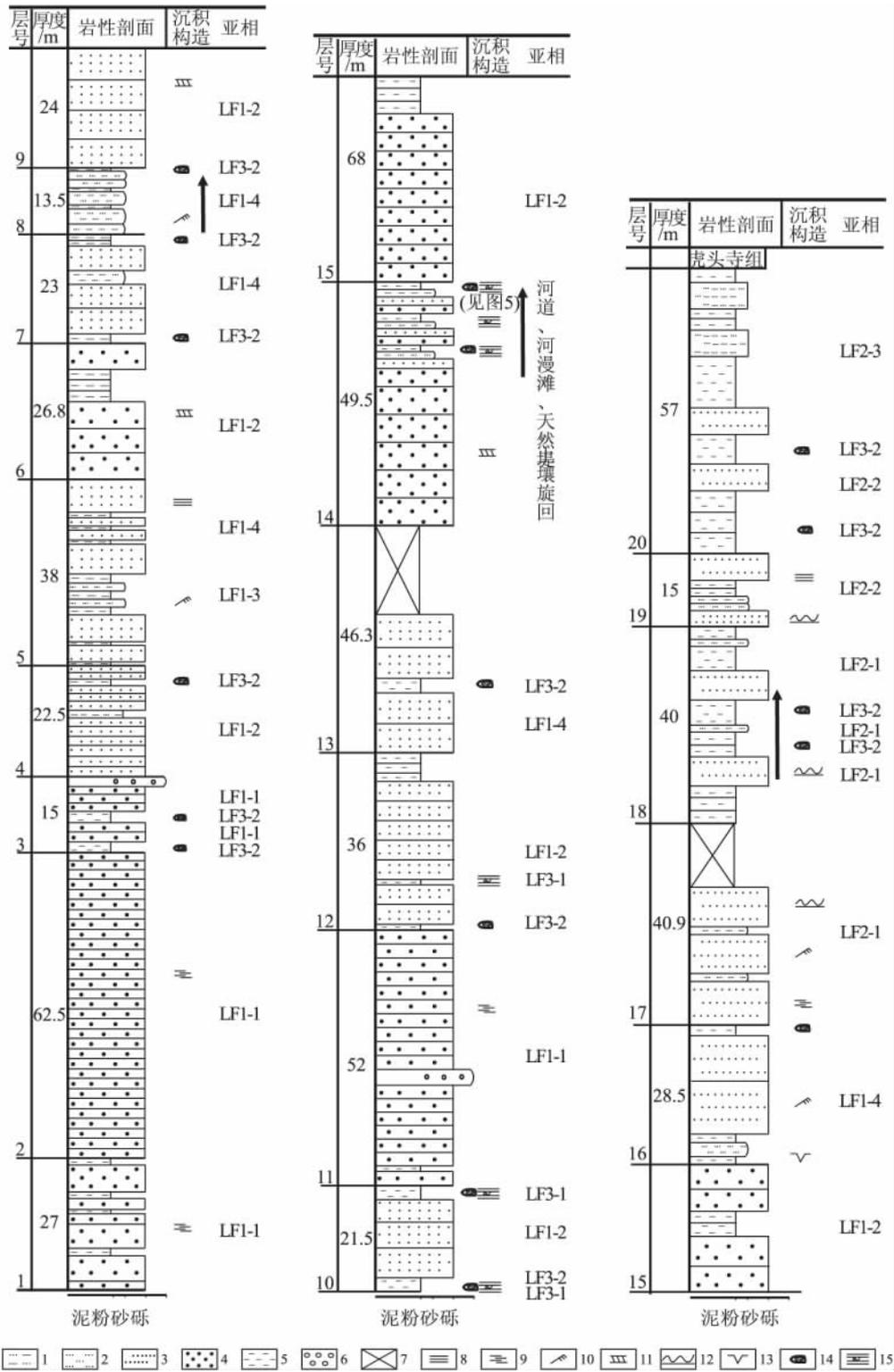


图3 云龙南新组剖面综合柱状图

1. 泥质粉砂岩; 2. 粉砂岩; 3. 细粒砂岩; 4. 中粗粒砂岩; 5. 泥岩; 6. 砾岩; 7. 第四系覆盖; 8. 水平层理; 9. 平行层理; 10. 沙纹层理; 11. 板状层理; 12. 波痕; 13. 泥裂; 14. 钙质结核; 15. 泥岩条带

Fig. 3 Generalized column through the Nanxin Formation in the Yunlong region

1 = muddy siltstone; 2 = siltstone; 3 = fine-grained sandstone; 4 = medium- to coarse-grained sandstone; 5 = mudstone; 6 = conglomerate; 7 = Quaternary cover; 8 = horizontal bedding; 9 = parallel bedding; 10 = ripple lamination; 11 = tabular bedding; 12 = wave marks; 13 = mud crack; 14 = calcareous nodule; 15 = mudstone bands

### 3. 天然堤亚相

为中层-薄层粉砂岩与泥岩的互层,但粉砂岩比例稍高。粉砂岩中沙纹层理发育,显示河道侧向迁移以及洪泛溢流过程中天然堤的构筑过程特征,往往发育在下部边滩砂岩层序之上,具有向上突出的正地形。位于剖面第5、14层,层厚都不大,层理发育中等,偶见沙纹层理。尽管天然堤亚相厚度小,但其仍是曲流河沉积的重要组合之一。

### 4. 河漫滩亚相

分布于第5、7~8、13~14、16层,其中13~14层以泥岩为主,或与粉砂岩互层。砂岩分选中等、磨圆较差,杂基含量稍高,粒度很细,系河漫滩远离河道的缘故。可见沙纹层理、水平层理、泥裂等,部分层位见钙质结核。河漫滩岩石的粒度非常细,该亚相中的第7、8、14层同时伴生古土壤,常构成河漫滩-土壤亚相旋回。

### 3.2 湖泊相

17~20层为湖泊相沉积,该段岩石粒度明显小于1~16层河流沉积物,整体构成下粗上细的正向沉积旋回。可划分出滨湖、浅湖、半深湖3个亚相,相互之间呈过渡关系,岩层以中薄层为主,厚152.9m。

#### 1. 滨湖亚相

滨湖亚相见于剖面第17、18层,由大套的中-薄层状粉砂岩和细粒砂岩组成。细砂岩以磨圆较好的长石石英砂岩居多,结构和成分成熟度均较高,表明水动力条件较强,湖水对于沉积物碎屑的改造及冲洗较为强烈。平行层理、沙纹层理、波痕均可见。与暴露的古土壤相共生。

#### 2. 浅湖亚相

浅湖亚相见于剖面第19层及20层下部,表现为泥岩与中薄层细砂岩、粉砂岩不等互层,细砂岩磨圆、分选中等,杂基含量通常可达10%以上,表明形成的沉积环境相对低能。可见浪成波痕。

#### 3. 半深湖亚相

半深湖沉积于剖面最后一层上部,主要为薄层粉砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩和泥岩,它们常构成高频旋回及韵律,见水平层理。这些特征指示沉积环境相对低能,基本上不受水流作用的影响。

### 3.3 土壤相沉积

根据颜色、岩性、结构识别了两种古土壤类型:潜育古土壤<sup>[12-17]</sup>和钙质古土壤。潜育古土壤发育于弱氧化还原环境或水位较高的地区,具灰色、绿色等低度色的颜色<sup>[13、17]</sup>。本剖面观察显示,潜育土

主要表现为蓝灰色条带,一部分也呈现蓝灰色斑点。其共同点是沿风化暴露面分布,向下渗透一般30cm,最深可达60~70cm,沉积物基本为紫红色块状泥岩。凝块及柱状面构造是重要的识别依据。有时可见根迹构造,说明曾经有植物发育。此类型古土壤,分布在第10、12、14和15层。另一种为典型的紫红色钙质土壤,在剖面中分布层位较广,岩性以紫红、暗紫色钙质泥岩为主,厚度变化较大(30~100cm)。其识别标志有两点,一是泥岩中富含钙质结核,结核呈球状、椭球状、姜状或其它不规则状,直径小者不到1cm,大者超过6cm;标志之二是角砾化泥岩、溶蚀管道、柱状凝固面等,有时可见根迹。该相常与河漫滩亚相和滨湖亚相共生,构成向上变细暴露的相序旋回的上部。

### 3.4 相序旋回

本区南新组剖面中土壤相较为发育,并与河湖相有关亚相伴生构成多种相序旋回。本次工作共识别出的相序旋回为:河漫滩-土壤相序旋回、河道-天然堤-河漫滩-土壤相序旋回、滨湖-土壤相序旋回。

河漫滩-土壤相序旋回位于剖面第8层,由粉砂岩与泥岩薄层构成旋回,旋回次数为3次,自下而上为依次以粉砂岩-泥岩-粉砂岩-泥岩-粉砂岩-泥岩顺序出现。紫红色粉砂岩属于河漫滩亚相,中层层厚,可见沙纹层理。紫红色泥岩薄层中发育钙质古土壤,属于钙壤亚相,并含钙质结核,泥岩向上逐渐变薄。

河道-天然堤-河漫滩-土壤相序旋回由中粒砂岩、细粒砂岩、粉砂岩、泥岩组成(图5),以剖面第14层最为典型。共识别出4个旋回,单个旋回岩石粒度向上逐渐变细。其中第一个旋回中缺少河道亚相。各亚相的特征明显,主要表现为:河道亚相以中、细粒长石石英砂岩为主,分选磨圆较好;天然堤亚相以粉砂岩为主,发育在河道亚相的层序之上;河漫滩亚相以泥岩为主,结构为含粉砂泥状结构;河漫滩亚相中,部分泥岩风化严重,已土壤化,发育钙质结核,为钙质古土壤亚相。

滨湖-古土壤相序旋回位于剖面第18层(图3)。滨湖-古土壤旋回以细粒砂岩-泥岩-粉砂岩-泥岩-细粒砂岩顺序出现,细粒砂岩呈块状层,分选一般磨圆较差,粉砂岩呈薄层,泥质含量较高,为浅湖亚相;泥岩中土壤化严重,为含有钙质结核的钙壤。

这些旋回的出现都很好的说明了当时水位的升降、气候状态的不同等一系列沉积环境的变化。

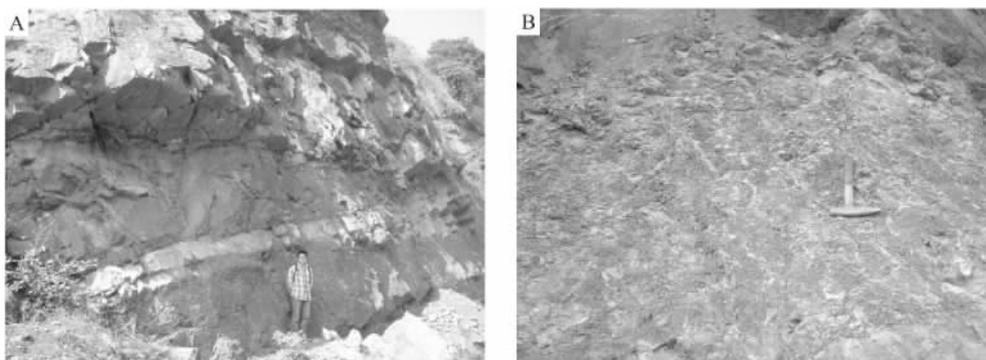


图4 南新组边滩、潜育古土壤亚相野外照片  
( A. 第6层边滩亚相; B. 第14层顶部潜育壤亚相)

Fig.4 Pictures of the point bar ( A ) and grell soil( B ) subfacies in the Nanxin Formation in the Yunlong region

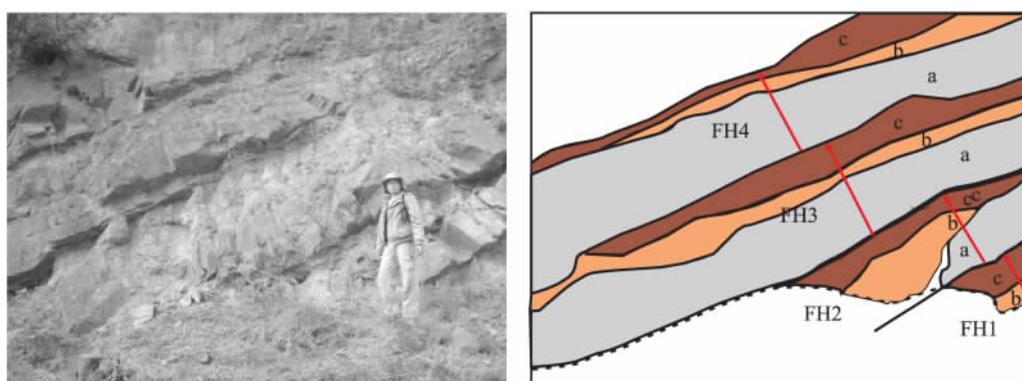


图5 南新组第14层的相序旋回

a. 河道亚相 LF1-4; b. 天然堤亚相 LF1-3; c. 河漫滩相 LF1-4(含钙壤 LF3-2)

Fig.5 Sedimentary facies sequences of the 14th horizon in the Nanxin Formation in the Yunlong region

a. Channel subfacies LF1-4; b. Natural levee subfacies LF1-3; c. Overbank subfacies LF1-4 ( including the calcareous soil LF3-2)

## 4 结论与讨论

云龙县泚江沿岸剖面南新组岩相分析结果显示,滇西兰坪盆地早白垩世早期沉积主要为曲流河湖泊间夹古土壤,整体上构成下粗上细的结构。本文在河流相中进一步识别出河道、边滩、河漫滩、天然堤4个亚相,在湖泊相中分辨出滨湖、浅湖、半深湖3个亚相,并且区分出古土壤为潜育古土壤相和钙壤相两种类型。岩层颜色、岩性组分和伴生的古土壤等信息指示,兰坪盆地(云龙地区)在早白垩世南新组时期为(亚)热带干旱-半干旱的气候。

### 4.1 岩相结构变化的构造指示

岩相结构变化可指示区域构造活动情况,因为盆地构造控制着沉积相的空间展布特征<sup>[18-20]</sup>。岩相分析结构显示,南新组沉积相总体上为河流相演变为湖泊相。这一结构的变化指示沉积盆地的构造由相对活跃到稳定的过程。该过程显示的构造特性与研究区区域构造演化是一致的,即盆地构造

在进入白垩纪后,从单断式箕状盆地转变为双断式断陷盆地<sup>[9]</sup>,陆源供给减少,构造活动减弱。另一方面,经常性的古土壤层间夹在河流相和湖泊相中,也指示较长时期的暴露和土壤化过程,表明区域构造活动期次减少,活动强度降低。此外,南新组的砂岩为长石石英砂岩而非岩屑砂岩,而长石的大量保存且较为新鲜证明了南新组的沉积主要受到气候因素的控制,且为干热的气候环境,因为在此环境中不利于化学分解,这时剥蚀、搬运、堆积都很迅速,长石因此得以大量的保存。

### 4.2 古气候意义

只从河流相与湖泊相的发育较难说明气候变化特征。近年来,利用古土壤等粘土矿物研究古气候成为较为流行的手段,它可以在古气候恢复方面起到关键作用。例如,钙质古土壤是重建古环境与古气候的主要土壤类型之一<sup>[12, 21-26]</sup>。

本次工作在研究区首次识别了两种古土壤类型,并分析了其与其它岩相的组合特征。其中,钙

质古土壤与下部的河流相共生,也在上部的湖泊相中伴生。这一产出状况指示南新组沉积时期兰坪盆地属于干旱-半干旱炎热气候。这一结论与本区的早白垩世古植物本内苏铁目的 *Otozamites*、*Zamites*、柏科的 *Cupressinocladus* 以及掌磷杉科的 *Frenelopsis*、*Pseudofrenelopsis*<sup>[1-2]</sup> 相吻合,这几类古植物也都指示着(亚)热带以及干旱-半干旱的气候。柏科的 *Cupressinocladus* 在早白垩世极其丰富,但只存在于热带和亚热带,而早白垩世的掌磷杉科虽被认为有广泛的生存环境(Alvin, 1982; Watson, 1988),但大多为旱生的结构<sup>[27]</sup>。这表明云南的云龙地区与西北地区(酒泉、玉门)同期的(亚)热带干旱-半干旱的气候一致。

与兰坪盆地下白垩统南新组相对应,邻区四川梓潼-巴中分区的苍溪组-古店组也为一套河湖相沉积,而剑阁分区的下白垩统剑门关组-剑阁组岩相主要为河流相及河流冲积扇相,但二者在早白垩世的盆内气候都为暖湿气候<sup>[28]</sup>,兰坪盆地早白垩世时期气候则更为干旱。由此,兰坪盆地与四川盆地早白垩世古气候有一定差异,可能与所处纬度位置差异或与四川盆地西部存在古龙门山有关。

#### 参考文献:

- [1] 云南地质矿产局. 云南省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996.
- [2] 云南省地质矿产局. 云南省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1990.
- [3] 陈跃昆, 廖宗廷, 魏志红, 等. 兰坪-思茅中生代盆地的特征及构造演化[J]. 石油实验地质, 2004, 26(3): 219-228.
- [4] MOLNAR P, TAPPONNIER P. Cenozoic tectonics of Asia: effects of continental collision [J]. Science, 1989, 189: 417-426.
- [5] SCHARER U, TAPPONNIER P. Cenozoic tectonics of Asia: a precise age for large scale Miocene movement along the Ailaoshan-Red River shear zone, China [J]. Earth Planet Sci. Lett, 1990, 97: 65-77.
- [6] 尹济云, 孙知明. 滇西兰坪盆地白垩纪-早第三纪古地磁结果及其地质意义[J]. 地球物理学报, 1999, 42(5): 648-659.
- [7] 朱创业, 夏文杰, 伊海生等. 兰坪-思茅中生代盆地性质及构造演化[J]. 成都理工学院学报, 1997, 24(4): 23-30.
- [8] 廖宗廷, 陈跃昆. 兰坪-思茅盆地原型的性质及演化[J]. 同济大学学报, 2005, 33(11): 1527-1531.
- [9] 陶晓风, 朱利东, 刘登忠, 等. 滇西兰坪盆地的形成与演化[J]. 成都理工学院学报, 2002, 29(5): 521-525.
- [10] 刘宝珺, 曾允孚. 岩相古地理基础和工作方法[M]. 北京: 地质出版社, 1985.
- [11] 何镜宇, 孟祥化. 沉积岩和沉积相模式及建造[M]. 北京: 地质出版社, 1987.
- [12] 黄成敏, 王成善. 晚第三纪以前形成古土壤的鉴别、分类及其在古环境研究中的应用[J]. 地球科学进展, 2006, 21(9): 911-917.
- [13] 杨文光, 朱利东, 张岩. 古土壤的分类系统及其在地质学中的应用领域[J]. 海洋地质动态, 2010, 26(4): 36-45.
- [14] 杨利军, 邵龙义, 张鹏飞. 古土壤的类型及识别标志[J]. 中国煤田地, 2002, 14(3): 1-3.
- [15] 叶良苗, 裘亦楠. 河流相古土壤及其在河流沉积地层对比中的应用[J]. 沉积学报, 1991, 9(2): 63-70.
- [16] 龚子同. 中国土壤系统分类: 理论·方法·实践[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [17] MARK G H, JAMES W C. Paleoclimate and the global distribution of paleosols [J]. J. Geol. 1994, 103: 360-366.
- [18] YANO T, WU GENYAO, TAN MINGQING, SHA SHAOLI. Tectono-sedimentary development of backarc continental basin in Yunnan, southern China [J]. SE Asian Earth Science, 1994, 9(1-2): 153-166.
- [19] 范承钧. 滇西区域地质特征. [J]. 云南地质, 1982, 1(4): 323-336.
- [20] 陈跃昆, 廖宗廷, 魏志红. 兰坪-思茅中生代盆地的特征及构造演化[J]. 石油实验地质, 2004, 26(3): 219-228.
- [21] 黄成敏, Retallack G J, 王成善. 白垩纪钙质古土壤的发生学特征及古环境意义[J]. 土壤学报, 2010, 47(6): 1029-1038.
- [22] KRAUS M J. Paleosols in clastic sedimentary rocks: Their geologic applications [J]. Earth Science Reviews, 1999, 47: 41-70.
- [23] TABOR N J, MONTANEZ I P, STEINER M B et al.  $\delta^{13}\text{C}$  values of carbonate nodules across the Permian-Triassic boundary in the Karoo Supergroup (South Africa) reflect a stinking sulfurous swamp not atmospheric  $\text{CO}_2$  [J]. Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, 2007, 252: 370-381.
- [24] RETALLACK G J. Greenhouse crises of the past 300 million years [J]. Geological Society of America Bulletin, 2009, 121: 1381-1393.
- [25] 周裕, 黄成敏. 古土壤定量重建古气候研究现状[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(2): 1093-1095.
- [26] 李祥辉, 陈斯盾, 曹珂等. 浙闽地区白垩纪中期古土壤类型与古气候[J]. 地学前缘, 2009, 16(5): 63-70.
- [27] 邓胜徽. 中生代主要植物化石的古气候指示意义[J]. 古地理学报, 2007, 9(6): 559-574.
- [28] 曹珂, 李祥辉, 王成善. 四川盆地白垩系粘土矿物特征及古气候探讨[J]. 地质学报, 2008, 82(1): 115-123.

## **Sedimentary facies in the Lower Cretaceous Nanxin Formation in the Yunlong region , western Yunnan**

SUN Yong<sup>1</sup> , LI Xiang-hui<sup>2</sup> , ZHOU Yong<sup>1</sup>

( 1. *College of Earth Sciences , Chengdu University of Technology , Chengdu 610059 , Sichuan , China*; 2. *School of Earth Sciences and Engineering , Nanjing University , Nanjing 210093 , Jiangsu , China*)

**Abstract:** A cross section across the Lower Cretaceous Nanxin Formation was measured in the Yunlong region , western Yunnan. In the light of lithology , sedimentary structures and sectional architectures , the sedimentary facies in the Nanxin Formation mostly consist , from the base upwards , of the meandering stream and lake facies interbedded or intercalated with thin palaeosol facies. More precisely , the meandering stream facies may be subdivided into the channel , point bar , overbank and natural levee subfacies; the lake facies may be subdivided into the littoral lake , shallow lake and bathyal lake subfacies , and the palaeosol facies may be classified as two types of the calcareous soil and gley soil. The sedimentary facies sequences and associations indicate the variations in regional tectonics from relative active to stable tectonics , and the subtropic semi-arid to arid palaeoclimates during the deposition of the Lower Cretaceous Nanxin Formation.

**Key words:** sedimentary facies; palaeoclimate; Nanxin Formation; Lower Cretaceous; Yunlong; Yunnan