

# 鄂北南化地区寒武纪缓坡沉积及层序

王 翔<sup>1</sup> 胡健民<sup>2</sup>

<sup>1</sup> (西安地质学院,西安 710054)

<sup>2</sup> 中国地质大学,北京 100083)

**提 要** 出露于鄂北南化地区的寒武纪地层,总厚约 1400 m,主体为一套碳酸盐岩。对沉积岩相及相组合的分析表明,本区寒武系主要是形成于碳酸盐缓坡之上,并可以划分出四种主要的沉积相带:浅水陆棚、深水缓坡、浅水缓坡建隆和近岸浅水缓坡。本文还初步研究了区内寒武系露头的层序地层学特征,划分出两个亚层序,并探讨了亚层序内部岩相的不同叠置类型及其在时间上的演化与相应的海平面升降变化。通过与已有的旋回性海平面变化模式相对比,得出了本区寒武纪层序内部的次级旋回可能指示第三级海平面变化旋回的认识。

**关键词** 碳酸盐缓坡 相组合 层序 亚层序 海平面变化

**第一作者简介** 王 翔 男 39岁 副教授 构造地质学与沉积学

地处湖北省北部的郧县南化地区,出露有一套厚逾千米的寒武纪地层。根据对沉积岩相以及相组合的分析和研究,可以识别出四种主要的沉积相带:浅水陆棚、深水缓坡、浅水缓坡建隆和近岸浅水缓坡。进而表明这套以碳酸盐岩为主的寒武纪地层主要是在一个碳酸盐缓坡上形成的。此外,作者还对这套碳酸盐缓坡沉积序列进行了层序地层学方面的初步研究,根据层序内部次级旋回的分布,划分出上、下两个亚层序,探讨其内部岩相的叠置类型及演化特征,提出本区寒武系内部次级沉积旋回指示的海平面变化属第三级海平面变化旋回的认识。

## 1 研究区构造位置及地质概况

鄂北南化地区地处扬子地块北缘,在晋宁—加里东期处于区域拉伸构造背景之下<sup>[1]</sup>。

区内出露的地层包括中元古界武当山群(郧西群),下震旦统耀岭河群,上震旦统陡山沱组、灯影组以及下古生界寒武系和奥陶系。其中耀岭河群以下地层已普遍发生明显变质和强烈变形,构成了扬子地块的基底;而上震旦统以上地层则属盖层性质。

区内出露的寒武系中,除底部含有厚度不大的石煤层,炭质、炭硅质板岩及钙质页岩之外,主体为一套以白云岩为主的碳酸盐岩,总厚度约 1400 m。下伏层位为上震旦统灯影组的硅化白云岩,上覆层位为奥陶系厚层块状灰岩。

## 2 沉积相组合与环境解释

根据对本区寒武纪地层的岩性、沉积构造、生物组合面貌以及剖面结构等方面的研究,可以划分出四种主要的沉积相组合和相应的沉积相带(浅水陆棚,深水缓坡,浅水缓坡建隆,近岸浅水缓坡)以及与其有关的13种沉积岩相:石煤层与炭质板岩(F<sub>1</sub>),炭硅质板岩夹薄层钙质页岩(F<sub>2</sub>),含燧石结核条带白云岩(F<sub>2</sub>),瘤状灰岩(F<sub>4</sub>),块状泥质或含泥质泥晶白云岩(F<sub>5</sub>),水平层理白云岩(F<sub>6</sub>),藻纹层白云岩(F<sub>7</sub>),叠层石礁白云岩(F<sub>8</sub>),交错层砂屑白云岩(F<sub>9</sub>),丘状交错层砂屑白云岩(F<sub>10</sub>),平行层理砂屑白云岩(F<sub>11</sub>),含膏盐白云岩(F<sub>12</sub>)和砾屑白云岩(F<sub>13</sub>)。

### 2.1 相组合I (A<sub>1</sub>)——浅水陆棚沉积

此组合主要是由石煤层,炭质板岩,薄层泥质岩,炭硅质板岩夹极薄层钙质页岩组成。石煤层的厚度在横向上不太稳定,可相变为炭质板岩或炭硅质板岩。下伏层位为震旦系上统灯影组硅化白云岩,两者分界截然,界面大致平整。上覆层位为薄—中厚层灰岩或瘤状灰岩。

我国早寒武世石煤的形成,一般指示一种温暖、潮湿的气候,成煤物质以海生的藻类为主,含煤岩系在广大区域上均以石煤层、炭质页岩、泥岩以及炭硅质细碎屑岩构成,总体上均属于典型的浅海型含煤岩系<sup>[2]</sup>。泥炭的堆积,一般都是在海退最甚时期,而石煤层之上的炭硅质板岩,代表了海侵期开始,并使得泥炭层得以保存。炭硅质板岩的形成深度,一般被认为较石煤层深<sup>[3]</sup>。

### 2.2 相组合II (A<sub>2</sub>)——深水缓坡沉积

此组合由含燧石结核条带白云岩或硅化白云岩相(F<sub>3</sub>),瘤状灰岩相(F<sub>4</sub>)和块状含泥质白云岩(F<sub>5</sub>)组成。

F<sub>3</sub>为灰—灰白色含不规则燧石结核条带白云岩或硅化白云岩。这类白云岩内部通常不均匀地散布着细—细微晶石英小团块,局部可形成小透镜体,硅化强烈部位可出现黑色隐晶石英,即表现出同期硅质交代的特征<sup>[4]</sup>。推测部分硅化白云岩的形成可能曾受到过海底热流活动的影响,并可能是形成于深水缓坡带上。

F<sub>4</sub>为紫红色瘤状灰岩,层位及侧向延伸一般较稳定,垂向上出现于炭硅质板岩之上和硅化白云岩之下。这种瘤状灰岩,一般被认为是形成于较深水的环境中。瘤状构造的形成与沉积作用期与无沉积作用期的交替以及硬底的形成与溶解有关<sup>[1]</sup>。从浅水陆棚过渡到深水瘤状灰岩,既没有显示出明显的坡折带特征,也不发育边缘生物礁及角砾岩。因此,瘤状灰岩可能是形成于均斜缓坡这种沉积环境<sup>[8,14]</sup>,而且可能主要分布于深水缓坡的上部。

F<sub>5</sub>为灰色块状泥质或含泥质泥晶—粉屑白云岩。其内部的结构、构造特征表明,此相是以悬浮沉积作用为主的方式形成于低能—静水环境中的。推测其与Read(1981)缓坡模式中的深水缓坡中下部的块状泥质泥晶灰岩大致相当。

### 2.3 相组合III (A<sub>3</sub>)——浅水缓坡建隆

此组合可以进一步划分为两个亚组合, A<sub>3-a</sub>和 A<sub>3-b</sub>。

A<sub>3-a</sub>发育于寒武系中段下部,主要由 F<sub>6</sub>、F<sub>7</sub>、F<sub>8</sub>、F<sub>10</sub>和 F<sub>13</sub>组成。F<sub>6</sub>为水平层理粉屑白

云岩,其中发育有小型水下滑动构造,包卷层理及帐篷构造,属潮下低能—潮间带的产物。 $F_7$ 为藻纹层白云岩,其中的藻纹层呈微波状至不规则凸起,局部显示有生物挠动构造。藻纹层的形成,一般与藻类生长过程中粘结碳酸盐颗粒有关,通常形成明暗相间的纹层。这种层纹石(Stratifera)常常指示潮间—潮上环境<sup>[15]</sup>。 $F_9$ 为交错层砂屑白云岩相,其中产出小型槽状、板状、脉状、鱼骨状及低角度交错层。对前积层倾向的统计表明,古水流主要为NE—SSW向,即主要受潮汐活动影响的双向水流,代表了潮下高能带的沉积。 $F_{10}$ 为丘状交错层砂屑白云岩相,其中的丘状层一般高5—10 cm,丘距50—60 cm,底部具缓波状冲刷面,底部细层与底面大致平行,后继细层上超底面之上,并变薄。丘状交错层被认为是典型的风暴成因沉积构造<sup>[9,18]</sup>。在剖面中丘状交错层多与波状或脉状交错层理垂向叠置,指示丘状交错层的形成是风暴活动作用于潮汐作用带的结果,其形成位置大致在潮下高能带附近。 $F_{11}$ 为砾屑白云岩相,一般厚约10—20 cm,砾石成分均为碳酸盐岩,大多<2 cm,次棱角—次圆状,显示正粒级递变性,颗粒—基质支撑。底面为大致平坦的冲刷面,下伏层位为具水平层理白云岩。上覆层位可以是另一层砾屑白云岩,或是依次出现平行层理,波状层理和水平层理,类似Bouma层序中的 $T_a$ — $T_b$ 序列。相邻层位中还可以见到盘状构造以及很象是低密度浊流形成的 $T_b$ — $T_d$ 序列<sup>[12]</sup>。作者认为,这是一些浅水缓坡上的浊流沉积,其形成可能与风暴活动有关。由于位于浅水环境,因而代表深水悬浮沉积的 $T_c$ 单元的缺失,应是可以理解的。

从环境演化的角度来看,自下伏层位的深水缓坡过渡到此组合的浅水潮下低能—潮下高能—潮间环境,其间不发育坡折带。沉积特征上以滩、潮坪及泻湖沉积为主,因而应属于均斜缓坡(Homoclinar ramp)带上的浅水缓坡建隆沉积组合。

$A_{3-b}$ 亚组合发育于寒武系上段,主要由 $F_5$ 、 $F_6$ 、 $F_8$ 、 $F_9$ 和 $F_{11}$ 组成,属滩—泻湖—点礁沉积组合。其中块状泥晶—粉屑白云岩相( $F_5$ )与水平层理粉屑白云岩相( $F_6$ )多呈厚互层状产出, $F_6$ 中可见水下滑动构造,总体上指示潮下低能环境。平行层理砂屑白云岩相( $F_{11}$ )中显示粒级递变性,并可见平坦至不规则的冲刷面。交错层砂屑白云岩相( $F_8$ )中包括楔状交错层、板状交错层和槽状交错层,并可伴有小型水流波痕,大体上代表潮下高能环境的沉积。 $F_9$ 为叠层石礁白云岩,在剖面中呈孤立的礁体产出,其周围以块状泥晶—粉屑白云岩为主。这种礁体的形成,与浅水缓坡上局部且断续的生物建隆作用有关。

#### 2.4 相组合IV ( $A_4$ )——近岸浅水缓坡沉积

此组合发育于寒武系中段与上段的上部,主要由 $F_5$ 、 $F_6$ 、 $F_9$ 和 $F_{12}$ 组成。其内部又可进一步划分为两个亚组合 $A_{4-a}$ 和 $A_{4-b}$ 。

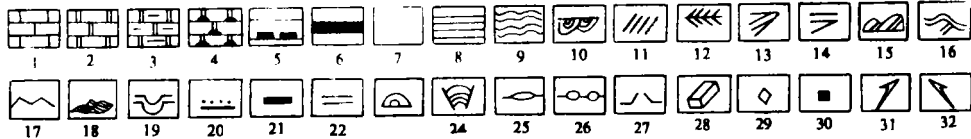
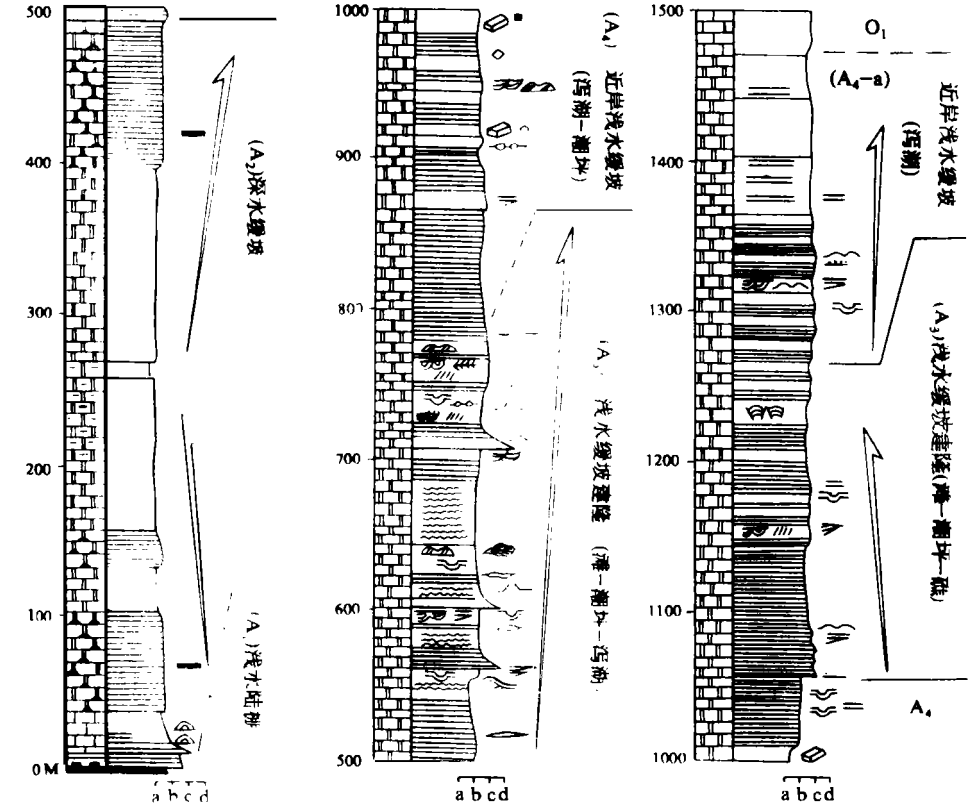
$A_{4-a}$ 主要由块状粉屑白云岩( $F_5$ )与水平层理粉屑白云岩( $F_6$ )组成,局部可含有交错层砂屑白云岩( $F_9$ ),但属次要组分。垂向上与浅水缓坡建隆沉积组合或含膏盐白云岩( $F_{12}$ )相邻,总体上代表潮下低能泻湖沉积。

$A_{4-b}$ 主要是由 $F_5$ 、 $F_6$ 和 $F_{12}$ 组成。 $F_5$ 为块状泥晶—粉屑白云岩相, $F_6$ 为水平层理粉屑白云岩,其中发育有鸟眼构造、渗流豆构造、小型水下滑动构造以及帐篷构造。 $F_9$ 仅局部发育,表现为具小型交错层理和水流波痕的砂屑白云岩。 $F_{12}$ 为浅灰白色泥晶—粉屑白云岩,其中含膏模孔及石盐假晶印痕,局部可见星散状黄铁矿颗粒。

广泛发育的膏盐,暴露构造(如帐篷构造,鸟眼构造),渗流构造(如渗流豆,栉壳状构造)指示潮湿、炎热的古气候,以及时常暴露出水平的潮坪环境。

2.5 环境演化

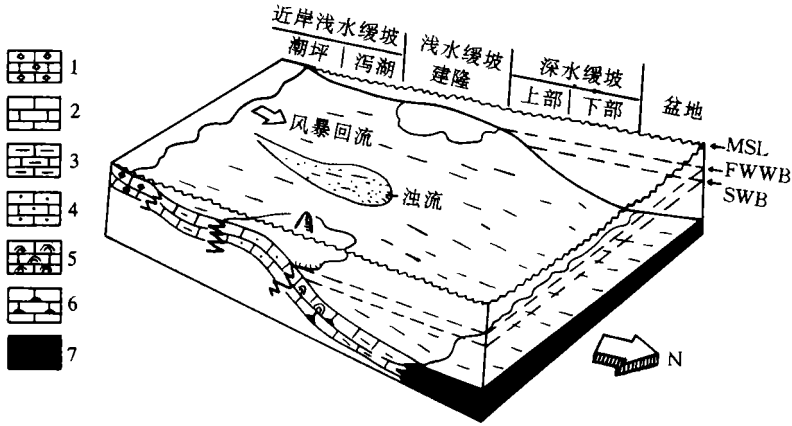
本区寒武纪沉积岩相 相组合及其所指示的环境在剖面中呈现出比较清晰的演化进程 (如图 1所示)。即从寒武纪初的浅水陆棚泥炭、泥质及炭硅质岩沉积过渡到在整个寒武纪中占主导地位的碳酸盐缓坡沉积。具体的演化进程为浅水陆棚—深水缓坡—浅水缓坡建隆 (包括泻湖、潮坪和滩)—近岸浅水缓坡 (包括泻湖—潮坪)—浅水缓坡建隆 (包括泻湖、滩和点礁)—近岸浅水缓坡 (潮下低能泻湖为主)。在浅水缓坡环境中, 因受到风暴活动的影响, 可发育有丘状交错层及厚度不大的浊流沉积。碳酸盐缓坡的沉积模式如图 2所示



1. 灰岩 2. 白云岩 3. 泥质/含泥质白云岩 4. 含燧石结核 条带白云岩 5. 炭硅质板岩 6. 石煤
7. 块状构造 8. 水平层理 9. 藻纹层 10. 槽状交错层 11. 板状交错层 12. 鱼骨状交错层 13. 楔状交错层 14. 低角度交错层 15. 脉状交错层 16. 丘状交错层 17. 波痕 18. 上攀层理 19. 水下滑动
20. 粒序层 21. 硅质条带 22. 条带状构造 23. 瘤状构造 24. 叠层石礁 25. 显示壳状构造的长条形孔隙 26. 渗流豆 27. 帐篷构造 28. 膏模孔 29. 石盐假晶印痕 30. 黄铁矿 31. 海水变浅
32. 海水变深 a. 泥晶 b. 粉屑 c. 砂屑 d. 砾屑

图 1 寒武系沉积岩相、相组合及环境解释

Fig. 1 Sedimentary facies, facies association and environmental interpretation of Cambrian strata in Nanhua area, northern Hubei



- 1. 含膏盐碳酸盐岩 2. 泥晶—粉屑碳酸盐岩 3. 泥质 /含泥质碳酸盐岩
- 4. 砂屑碳酸盐岩 5. 瘤状灰岩 6. 含燧石结核 条带碳酸盐岩 7. 灰泥岩及盆地泥岩

图 2 鄂北南化地区寒武纪碳酸盐缓坡沉积模式示意图

Fig. 2 Diagram showing the sedimentary model for carbonate deposits on a Cambrian ramp, Nanhua area, northern Hubei

### 3 层序地层探讨

一个典型的沉积层序<sup>[13,19]</sup>, 一般自下而上由低位体系域 (LST) 陆棚边缘体系域 (SMST), 海侵体系域 (TST) 和 高位体系域 (HST) 组成。层序的顶、底界面为不整合或相应的整合面。通常是以有无明显的陆相河流回春以及相向盆地迁移为标准, 划分出 I 类与 II 类界面。从层序的 LST 到 HST, 一般代表海平面的一次波动。

然而, 由于已有模式是建立在碎屑岩边缘海或台地—盆地碳酸盐模式基础上的, 因而具有一定的局限性, 对于一些复杂的类型 (如碎屑岩—碳酸盐岩互层), 不一定能很好进行概括和描述<sup>[5]</sup>。本区寒武系层序地层研究, 也面临着类似问题。首先, 本区寒武系底部含石煤、泥灰岩及炭硅质碎屑岩等, 即属碎屑岩—碳酸盐旋回; 其次, 本区寒武纪碳酸盐沉积模式是以缓坡为主, 而不是台地—盆地。因此, 本文对层序的划分及研究, 侧重于碳酸盐沉积类型的改变<sup>[16]</sup>。据此, 作者将本区寒武系划分为属于三级旋回的两个亚层序<sup>[17]</sup>, 并探讨了其中岩相及准层序的叠置型式及其环境演化意义。

#### 3.1 下亚层序

发育于寒武系中、下段, 厚约 750 m, 自下而上包括三种主要的岩相及准层序叠置类型: 加积型 (ASP), 退积型 (RSP) 和进积型 (PSP), 总体上代表了浅水陆棚—深水缓坡—浅水缓坡的环境演化。

3.1.1 加积型 以寒武系底部炭硅质板岩夹极薄层钙质页岩为代表, 指示开阔和正常浅水陆棚环境的沉积。加积叠置表明沉积速率与调节速率大致处于平衡状态<sup>[20]</sup>。

3.1.2 退积型 发育于寒武系下段下部, 自下而上出现薄—中厚层灰岩, 瘤状灰岩, 含燧石结核 条带白云岩, 块状泥晶—粉屑白云岩及泥质泥晶白云岩。其中碳酸盐岩薄层的首次

出现,代表了寒武纪最初的碳酸盐沉积,相当于海平面上升时的初始相(Start-up phase)。退积叠置代表了陆棚向碳酸盐缓坡的演化。同时,也表明碳酸盐沉积速率落后于海平面上升速率,且属于欠补偿沉积。

3.1.3 进积型 发育于寒武系下段上部至上段底部,自下而上出现逐渐变浅的两种主要的沉积组合: 1) 深水缓坡组合(A<sub>2</sub>)的泥质白云岩,块状泥晶粉屑白云岩和含燧石结核条带白云岩; 2) 浅水缓坡建隆组合(A<sub>3</sub>) A<sub>2</sub>向A<sub>3</sub>的转变,指示海水相对变浅时深水缓坡向浅水缓坡的过渡,同时也可能指示缓坡上碳酸盐沉积速率已“赶上”(Catch-up)海平面的上升速率。

### 3.2 上部亚层序

发育于寒武系上段,总厚约650 m 其中的岩相叠置类型主要有两种:退积型和进积型,构成进积—退积—进积旋回。

3.2.1 退积型 发育于上亚层序中部,以浅水缓坡建隆沉积组合为代表,其中包括泻湖沉积的块状和水平层理白云岩,高能滩沉积形成的楔状槽状板状交错层和小型水流波痕,以及孤立的叠层石礁。总体上代表了继下伏层位低海平面期形成蒸发盐之后的又一次海平面上升和岩相后跳。

3.2.2 进积型 上亚层序下部的进积准层序主要包括具水平层理或块状白云岩,其中发育有膏模孔,石盐假晶及渗流豆构造,属近岸浅水缓坡(A<sub>4</sub>),指示海水进一步变浅并咸化。上亚层序上部的进积准层序主要为块状和水平层理白云岩的互层,局部发育具小型交错层理及波痕的砂屑白云岩。进积序列的上部岩性以块状和条带状白云岩为主,缺失波痕及各种交错层理,表明水动力条件进一步减弱。发育寒武系顶部的这一进积序列,主体形成于潮下低能带,即相当于近岸浅水缓坡上的泻湖环境。岩相的前跳与二级海平面变化曲线梯度在寒武纪末—奥陶纪初明显减小<sup>[19]</sup>是吻合的。

### 3.3 层序界面

本区寒武系底部界面分隔了震旦系灯影组硅化白云岩与寒武系底部石煤层和炭硅质板岩。界面上无明显陆相河流活化和陆上侵蚀,因而可看作与第II类层序界面<sup>(20)</sup>相当。石煤层代表最低海平面时期,其上的炭硅质板岩及薄层灰岩代表海侵的开始。

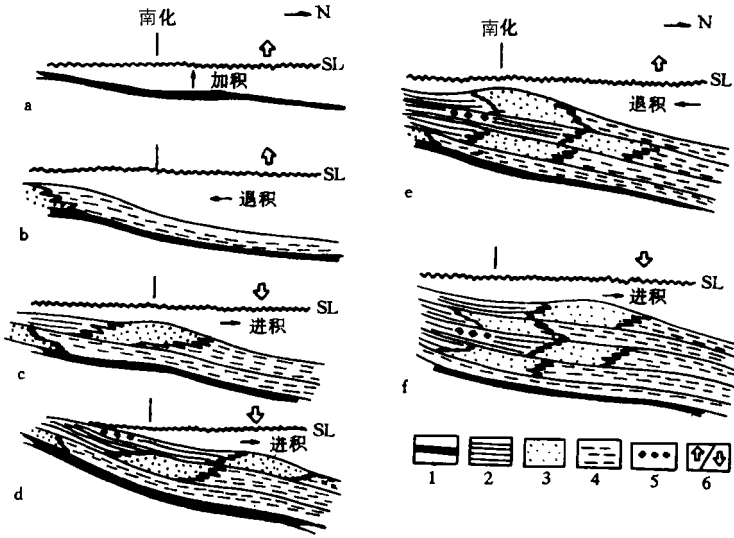
上、下两个亚层序之间的分界,位于含膏盐白云岩的底部。界面上的层位中发育蒸发盐,以及有大气水参加的成岩作用的产物(如渗流豆等),反映沉积物形成于近海平面的位置且时有暴露;界面之下为正常的潮下低能浅水缓坡建隆沉积,总体上反映海水进一步变浅的趋势。

层序的顶界暂置于寒武系顶部块状或条带状白云岩、灰质白云岩与奥陶系的块状厚层灰岩之间。然而,若参考Vail et al. (1977)建立的第一、二级海平面变化曲线,层序的顶界似以置于下奥陶统内部较妥,但这时寒武系层序已无重大影响。

### 3.4 层序的形成与海平面变化

下亚层底部的加积叠置代表了寒武纪早期形成的低位体系域。上覆的退积叠置的准层序相当于海侵体系域。薄层硅质板岩的出现,标志着海侵的开始。限于露头条件,海侵体系域顶部的凝缩层在野外未能找到确切的层位,但根据准层序叠置情况推测,应大致位于退积叠置的准层序则主要代表了海平面上升后期至下降早期形成的高位体系域。

上亚层序下部的进积叠置准层序顶部发育蒸发盐及淡水渗流作用的层段可归于低位体



1. 浅水陆棚 2. 近岸浅水缓坡 3. 浅水缓坡建隆 4. 深水缓坡 5. 石膏、石盐 6. 海平面相对升降

图 3 鄂北南化地区寒武纪层序形成模式示意图

Fig. 3 Schematic diagram illustrating the model

for the formation of Cambrian sequence in Nanhua area, northern Hubei

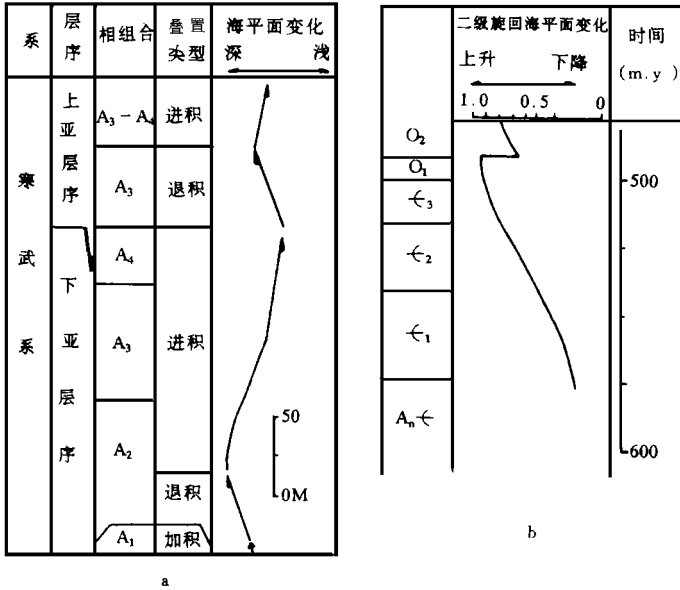


图 4 a) 南化地区寒武纪层序与相对海平面变化 b) 寒武纪第二级旋回海平面变化 (据 Vail et al, 1977, 简化)

Fig. 4 a) relative sea-level changes and the Cambrian sequence in Nanhua area; b) sea-level changes of 2nd-order cycle (simplified after Vail, et al. 1977)

系域, 其与下伏高位体系域之间为过渡渐变关系。上亚层序中部的退积叠置准层序底部的砂屑白云岩代表了海侵体系域的开始, 其底部为一海进面。海侵体系域的顶部块状或条带状白云岩中发育一个良好的下超面。在露头上的起伏可达 20 cm。在区域规模上可形成上超的现象。向上出现的进积叠置准层序则代表了高位体系域。

本区寒武系层序的形成过程, 如图 3 所示。层序的主体形成于一个从陆棚环境演化而来的碳酸盐缓坡上。上、下两个亚层序代表两个次级沉积旋回和相对海平面活动期。层序内部准层序的退积—进积旋回指示的海平面变化与第一、二级旋回性海平面变化<sup>[19]</sup>不太一致(图 4)。这可能是由于缓坡上碳酸盐生产及沉积速率均较大, 有时可以赶上海平面上升速率, 以致在海平面上升的背景下, 形成了一些局部的, 也是次一级的沉积海退。这些次一级的海平面变化可能代表了更次一级的, 即第三级海平面的变化。

从沉积相组合与环境分析, 以及区域构造特征<sup>[1]</sup>等方面综合来看, 本区寒武系层序主要是形成于一个较为典型的被动大陆边缘拉张背景下的碳酸盐缓坡之上。在另一方面, 这样一个缓坡能够在较长时间内稳定存在, 也指示同时的构造活动可能相对比较和缓, 始于早震旦世的边缘裂谷活动已经结束<sup>[6,7]</sup>, 扬子地台北缘已进入被动大陆边缘演化阶段。

#### 参 考 文 献

- [1] 王鸿桢, 徐成彦, 周正国. 东秦岭古海域两侧古陆边缘区的构造发展. 地质学报, 1982, (3): 270—279.
- [2] 韩德馨, 杨起. 中国煤田地质学 (下册). 煤炭工业出版社, 1980.
- [3] 陈先沛, 高计元, 陈多福, 董维全. 热水沉积作用的概念和几个岩石学标志. 沉积学报, 1992, 10 (3): 125—132.
- [4] 李文汉. 层序地层学在岩相古地理研究中的应用. 岩相古地理, 1992, (1): 52—57.
- [5] 梁传茂. 湖北西北部上震旦统重力流沉积及其构造古地理意义. 地质论评, 1987, 33 (2): 158—165.
- [6] 梁传茂. 扬子地台北缘中段震旦纪早期地层沉积类型及构造古地理演化. 现代地质, 2 (2): 137—157.
- [7] Ahr W M. The Carbonate ramp: An alternative to the shelf model. Trans Gulf Coast Association of Geol. Soc., 23rd Annu Conv, 1973, 221—225.
- [8] Dott R H Jr and Bourgeois J. Hummocky stratification: significance of its variable bedding sequences. Geol Soc Am Bull, 1982, 93, 663—680.
- [9] Duke W L. Hummocky cross, stratification, tropical hurricane, and intense winter storms. Sedimentology, 1985, 32, 167—194.
- [10] Hollmann R. Uber subsolution und die knollenkalke des calcare Ammonites Rosso Superiore in Monte Baldo (Malm. Norditalien), N Jb Geol Palaont Mh, 1962, 4, 163—179.
- [11] Lowe D R. Sediment gravity flows II. Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents. J Sed Petrol, 1982, 52 (1): 279—297.
- [12] Mitchum R M Jr, Vail P R and Thompson S. III. The depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis. In Seismic Stratigraphy—Applications to Hydrocarbon Exploration. ed C E Payton AAPG Memoir, 1977, 26, 53—62.
- [13] Read J F. Carbonate platform of passive (extensional) continental margins: Types, characteristics and evolutions. Tectonophy, 1981, 81, 195—212.
- [15] Reading H G. Sedimentary Environments and Facies. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London, Edinburgh Melbourne, 1978.
- [16] Schlager W. Depositional bias and environmental change—important factors in sequence stratigraphy. Sed Geol, 1991, 70 (2/4): 109—130.
- [17] Srinivasan K and Walker K R. Sequence stratigraphy of an intrashelf basin carbonate ramp to rimmed platform



- transition Maryville Limestone (Middle Cambrian), Southern Appalachians. *Geo Soc Am Bull*, 105 (7): 883–896.
- [18] Swift D J P, Figueiredo Jr A G, Freeland G L and Oertel G F. Hummocky cross- stratigraphy and megaripples a geological double standard. *Jour Sed Petrol* 1983, 53, 1295– 1317.
- [19] Vail P R, Mitchum R M Jr and Thompson S III. Global Cycles of Relative Changes of Sealevel. In *Seismic stratigraphy- Applications to Hydrocarbon Exploration*. ed C E Payton, AAPG Memoir, 1977, 26, 83– 97.
- [20] Van Wagoner J C, Posamentier H W, Mitchum R M, Vail P R, Sarg J F, Loutit T S and Hardenbol J. An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions. In *Wilgus C K, Hastings B S, Kendall C G St C, Posamentier H W, Ross C A and Van Wagoner, J C eds. Sea- level changes An integrated approach*. SEPM special publication. 1988, 42, 39– 45.

## Sedimentation and Sequence Stratigraphy of a Cambrian Ramp in Nanhua Area, Northern Hubei

*Wang Xiang*<sup>1</sup> and *Hu Jianmin*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> (Xian Geological College, Xian 710054)

<sup>2</sup> (China University of Geosciences, Beijing 100083)

### Abstract

Consisting mainly of carbonate rocks, the Cambrian stratum with a thickness of over 1400 m, is widely exposed in the Nanhua area, northern Hubei.

Analysis of facies and facies association indicates that the Cambrian carbonate rocks in this area were deposited on a carbonate ramp developed from a shallow shelf existing at the very beginning of the Paleozoic. Four facies belts can be recognized: shallow shelf, deep- water ramp, shallow - water ramp buld- up (including lagoon, bank and tidal flat), nearshore shallow- water ramp (including mainly lagoon and tidal flat).

Based upon the sequence stratigraphic analysis, the Cambrian sequence in this area can be classified into lower and upper subsequences, which represent two subordinate sedimentary cycles. Three facies stacking patterns such as aggradational, retrogradational and progradational ones can be found within this sequence. The relative sea level changes indicated by the subordinate cycles appeared to be different with the sea level changes of first - and second- order cycles (Vail, et al. 1977), and the large amount of carbonate production and fast sedimentary rate on the ramp, which may sometime catch up with the sea level rising and then result in a sedimentary regression, is very likely responsible for the unfitness. The relative sea level changes indicated by the subordinate sedimentary cycles within the Cambrian sequence may represent the sea level changes of the 3rd- order cycle.

**Key words** carbonate slow slope facies association sequence parasequence change of sea level