

湘西黔东下、中寒武统沉积环境

梁仁枝

(淮南矿业学院)

李汉瑜^①

(成都地质学院)

刘宝珺^①

(地矿部成都地质矿产研究所)

许效松^①

摘要 本文论述了对湘西黔东地区早、中寒武世的碳酸盐岩和陆源碎屑沉积的分析研究结果,着重探讨了控制该区陆表海沉积层序的各种动力因素。在研究区内,4种垂向层序均具有向上变浅的旋回性。早寒武世晚期的藻丘缓斜坡与中寒武世的鲕粒陡斜坡上的沉积动力学特征为:滨岸正常波浪潮汐流,滨岸及内陆棚的风暴营力,垂直于古岸线的大规模地滑和重力流,沿古岸线及斜坡的等深流。沉积小旋回的成因系构造断块的脉动,而盆地边缘的海退序列则由板块相对扩张、海平面变动及碳酸盐岩自身成长所控制。

关键词 下、中寒武统 盆地分析 重力流 等深流 藻丘 鲕滩

第一作者简介 梁仁枝 男 26岁 硕士 沉积学

一、地质背景

研究区位于扬子板块东缘,寒武纪的古海岸线呈NNE向,海底地形西高东低,水体由西向东逐渐加深。早寒武世,此区大体上为一自西向东倾斜的斜坡;早期坡度比较平缓,以后逐渐变陡,到晚期时,花垣、松桃、铜仁至凯里一带发生隆起,遂形成一斜坡带。西为一台地,而此带以东则为一盆地。当中、晚寒武世时,台地进一步演变,斜坡的坡度也有所增大,在沉积上有明显的反映。

作者根据研究区内下、中寒武统的沉积特征,作了岩相与动力地层学研究,探讨了当时的沉积环境及各种动力因素,并论述了盆地的演化。图1为研究区的区域位置及古地理轮廓。

^① 指导教师

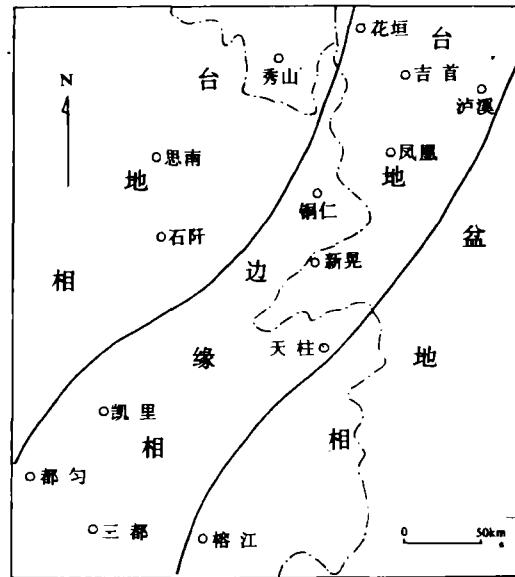


图 1 研究区区域位置及古地理轮廓图

Fig. 1 The location and configuration of paleogeography of the study area.

二、 单层分析与岩相类型

此处强调单层分析, 是鉴于在划分岩相带时, 有可能遇到穿时 (diachronous) 现象, 易于导致地层上的错误。因此, 从动力地层学的观点来重塑沉积时的水动力学特征, 以认识控制形成单层的各动力因素, 有必要。以下依照 4 种不同的动力因素分述研究区内的单层与岩相的类型:

1. 滨岸波浪-潮汐流成因的层 其中包含两种类型的岩性, 即:

(1) 块状鲕豆粒泥粒-颗粒岩 呈浅灰色厚层鲕豆粒白云岩-灰质白云岩, 颗粒含量约 80%。豆粒直径 2.5—3mm, 分选良好, 具规则的众多同心圈; 鲕粒直径为 0.5—1.8mm, 多数为表鲕, 分选程度中等至良好。胶结物为亮晶粒状方解石, 含量约 10—15%, 具等厚环边胶结和淡水二世代结构; 基质含量约 5%, 为泥晶白云石。属颗粒支撑, 孔隙型胶结。在一些露头风化面上可见中型板状交错层理, 当时的水流方向大多为 NW 向, 恰与古海岸线的延伸方向垂直。

在现代环境中, 与此相似的鲕豆粒和鲕状颗粒岩, 见于波斯湾西缘与岸线平行的砂体带内, J.P.Loreau 与 B.H.Purser 曾作详细研究 (1973)。基于比较研究, 在本文研究区内的此种鲕豆粒泥粒-颗粒岩可以被解释为系在浅的扰动水条件下沉积的碳酸盐浅滩, 并由于受到大气淡水的影响而形成淡水二世代与等厚环边胶结物。

(2) 核形石粒泥-泥粒岩 其构成的单层厚度在 0.5—2m 间, 呈席状体。岩性为灰色至深灰色粒泥-泥粒白云岩。核形石含量约 60—70%, 粒径 8—20mm, 一般呈不规则的球形或扁豆状; 填隙物达 30—40%, 属泥晶白云岩砂屑、粉屑及泥晶白云石。

依 J.L.Wilson (1975) 意见, 核形石应代表相对安静的浅水礁后 (或滩后) 环境, 往往形成于泻湖或潮汐水道的边缘。研究区内的核形石出现于鲕粒岩相带的向陆一侧, 应属于滩后相。这种岩相为席状岩体, 也反映出系形成于相对低能量的环境中。核形石系自生或准自生, 并受到弱的扰动水的影响。

2.地滑作用和重力流成因的层 包含以下各种情况:

(1) 未固结至半固结的地滑作用 未固结的地滑作用表现为岩层发生塑性形变, 同时由剪切作用形成同生的倒伏小褶皱与层内截切。小型褶皱的轴面与层内截切面倾向 NW, 岩层向 SE 滑动。半固结地滑作用形成的砾屑岩, 砾屑成分单一, 呈长为 2—15cm, 厚约 1cm, 相当均匀的薄板状层, 砾屑圆度差, 分选度中等; 填隙物为泥云质砂屑和灰泥。这些未固结与半固结地滑作用形成的岩层, 与上覆和下伏的正常沉积的成分一致, 均为纹层状的含有有机质粉砂质泥云岩。

地滑作用系沉积物或岩层在斜坡处受重力作用所产生, 但未成为流体流。当沉积物已半固结时, 因具有一定的强度, 所以在短距离滑动下即可使形变的岩层发生错断, 经角砾化作用而成为砾屑岩。

(2) 碎屑流沉积 由碎屑流形成的岩石类型为砾屑灰岩—砾屑白云岩。砾屑含量约为 70%, 成分复杂, 除浅水相的鲕粒岩、藻灰岩外, 尚有深水相的含有有机质的泥云岩; 砾屑的形状多样, 团块状至板片状俱全, 圆度中等, 且由细砾至巨砾级均存在, 分选很差; 填隙物占 30% 左右, 几乎全部为砂屑和灰泥基质。杂基支撑, 基底型胶结。

碎屑流沉积的岩层与下伏岩层间为突变截切接触, 最大截切深度可达 1m。在研究区内, 碎屑流所形成的岩层的几何形体具有明显的定向性。在湘黔边界, 据贵州地矿局 103 队的资料, 此类岩体系呈海底水道相展布, 水道宽数十米, 深数米, 若干条彼此平行, 方位从 100° 至 160° , 垂直于古海岸线。

(3) 浊流沉积 研究区内的浊流沉积, 单层厚度大多超过 20cm, 其中颗粒较粗且以砂级为主者可占 30—60% 左右, 常见的组分为鲕粒灰岩砂屑、鲕粒、以及表附藻碎屑等。出现的序列以鲍玛序列的 ABC 组合最为常见, A 段具粗尾递变, 为砂屑砾屑级, 底面常有截切; B 段为具有平行层理的粗至极粗粒级的砂屑泥粒岩; C 段则呈现中型板状交错层理, 为中粒至粗粒级砂屑泥粒岩。

此区浊积岩层常发育于碎屑流沉积的顶部, 或与之成互层产出。由其岩性特征及与碎屑流沉积之间的关系分析, 此类浊积岩应为碎屑流在流动过程中所分异的细尾末端组分, 属高密度浊流沉积。

综上所述, 在湘西黔东地区, 当早、中寒武世时, 地滑作用与重力流沉积的类型, 反映了当时的沉积动力学特点。未固结至半固结的沉积物在斜坡带中, 下部位发生挠曲、扭断并角砾化; 浅水相沉积与水混合后以碎屑流形式沿斜坡上的海底水道瀑流而下, 达到盆地边缘时, 碎屑流又经分异而使细尾部分转化为浊流沉积; 从而形成此区早、中寒武世的地层的若干特征。

3.风暴流成因的层

由湘西茶田万家隆、凤凰和平镇、至花垣排碧一带, 中寒武统花桥组的上部至顶部, 发育有 3 至 4 层的三叶虫碎屑粒序层, 其单层厚度约 15—20cm, 呈席状分布, 有极好的等时性。此种岩石类型为深灰色颗粒灰岩泥粒灰岩, 砂屑砾屑结构; 颗粒含量约 80%, 其中三

叶虫碎屑可达 80%，藻屑与灰泥岩砂屑各占 10%；填隙物占 20%；其中亮晶胶结物占 3/4，余为灰泥杂基。亮晶胶结物具有海水二世代特征，大多分布于碎屑颗粒的下方而成屏蔽孔隙结构。

三叶虫碎屑在岩石内呈杂乱密集排列，常呈正粒序结构，不仅作为单层出现，并且也往往与上覆层组成完整的风暴岩层序。兹例举湘西花垣排碧剖面中所发现的风暴流沉积层序如下：

风暴流沉积层序厚度有 50cm，自下而上可分 5 段，即①三叶虫碎屑粒序层，厚 15cm，岩性特征如前述，底面有渠模构造，渠模方位 250°；②平行层理段，厚 10cm，为深灰色泥粒粒泥灰岩，砂屑结构；③丘状层理段，厚约 10cm，为深灰色粒泥泥粒灰岩，砂屑粉屑结构，丘高 5cm，丘距 40cm；④水平层理段，厚 10cm，为深灰色粒泥灰岩，粉屑结构；⑤棕黄色含石英粉砂质泥岩段，厚约 5cm。

上述剖面可代表当时的风暴事件的产物，现作一些探讨，并提出论证。

首先，粒序层底面的渠模构造，应为风暴流冲蚀后又充填以三叶虫碎屑所成，这种渠模乃风暴作用的标志。其次，此粒序层几乎完全由三叶虫碎屑所组成，发育众多屏蔽孔隙，表明系风暴作用使大量三叶虫碎屑产生并聚集；其它动力成因的粒序层极少全由生物碎屑构成。此外，颗粒由悬浮状态下快速沉降后，在颗粒下方才能留下屏蔽孔隙，以后又由亮晶方解石充填，这也是风暴流沉积的特征。再者，丘状交错层理的成因，虽然还有不同看法，如 Dott 与 Bourgeois (1982, 1983) 曾认为只是一种冲刷与覆盖现象；而 Walker (1983) 认为系生长的床沙形体。但在本文研究区内，此种丘状交错层理系发育于三叶虫碎屑粒序层和平行层理之上，可能应为风暴成因的梯度流在单向回流时与风暴浪的振荡簸选联合作用下所形成，其床沙形态属上部平行床沙与直脊对称波痕的过渡类型，应存在于内陆棚环境。

4. 等深流成因的层

在湘西黔东地区，沿吉首、天柱、三都一线，下、中寒武统内出现有大量的等深积岩，层厚为厘米级，此种沉积与背景沉积韵律互层，甚为瞩目。依岩性特征及层序的变化可分为两类：

(1) 砂质等深积岩 陆源碎屑颗粒约占 80%，杂基 12%，硅质胶结物 5%，自生黄铁矿可达 3%。陆源碎屑以石英为主，达 90%，另有 10% 为白云母；杂基为粘土矿物，以伊利石与绿泥石为主。碎屑颗粒为细砂至粉砂结构，圆度较差至中等，分选程度中等至良好，粒度分布在概率图上呈二段式，属跳跃总体及牵引总体。颗粒支撑，孔隙型胶结。

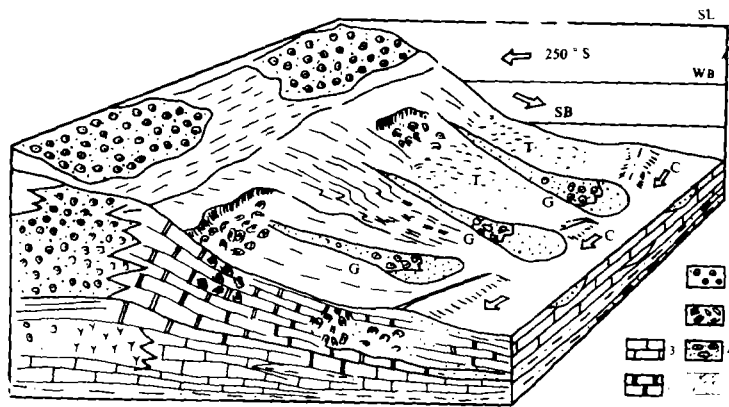
此类砂质等深积岩具小型单向板状斜层理，层系厚仅 0.5—1cm，细层崩落面平直，崩落角 10° 至 15°；古水流方位在 190° 与 210° 之间，平行于古海岸线。从垂向层序分析，层序厚仅 5—20mm，自下而上的特征表现为：底面为一突变接触面，属于微型冲刷面；向上为石英粉砂岩，单向层理发育，再向上粒度变细，颗粒含量减少，属泥质石英粉砂岩；层序顶部为泥岩，与上覆背景沉积呈渐变接触。整个层序呈现向上变细的特征。

(2) 泥砂质等深积岩 石英碎屑占 40%，白云母 10%，泥晶方解石约 15%，粘土矿物含量达 30%；此外，自生黄铁矿达 5%。泥砂质结构，碎屑为粉砂级，圆度差，分选中等，概率图上的粒度分布呈二段式，均为跳跃总体，下段含量 5%，上段含量可达 90%。原生沉积构造主要为透镜状小型单向斜层理与发育不完善的沙波，层系厚仅 0.5—1cm，细层崩落面平直，崩落角仅 5—10°，古水流方位 200—230°，平行于古海岸线。

垂向层序的厚度仅 10—25mm，自下而上，粒度变化为细—粗—细，颗粒含量为少—多—少；斜层理发育在粒度较粗，颗粒含量高的中间部位。层序的顶、底界面与背景沉积呈渐变接触。

国内外对等深积岩的研究，虽然已作过很多工作，但对地史期中的等深积岩尚缺乏系统的认识。关于上述研究区内的等深积岩的认识，主要依据以下几点：①背景沉积为黑色—深灰色含碳质灰泥岩、硅质页岩，黄铁矿顺层排列形成纹层，有海绵动物骨针及放射虫，应代表深水滞流环境；②在深水滞流沉积内的若干层厘米级石英粉砂岩及泥质石英粉砂岩，显示出牵引流性质；③斜层理的古水流方向平行于古海岸线，应为海下等深流的特征；④上述特征与现代海洋环境中所发现的等深流沉积的特征相若。

研究区内早、中寒武世时曾存在一碳酸盐斜坡，它的沉积动力因素，根据上述分析，应当有：①作用于滨岸带的正常波浪潮汐流；②影响滨岸及内陆棚的风暴流；③与古海岸线相垂直的大规模的的地滑作用与重力流；④平行于古海岸线沿斜坡流动的等深流，如图 2 示。



S. 风暴流方位；SB. 风暴所致底部回流；SL. 海平面；WB. 正常波基面；C. 等深流；G. 重力流沉积
T. 风暴流沉积；1. 鲕粒岩；2. 地滑沉积；3. 石灰岩；4. 砾屑岩；5. 白云岩；6. 藻丘

图 2 湘西黔东早、中寒武世，碳酸盐斜坡的沉积动力模式图

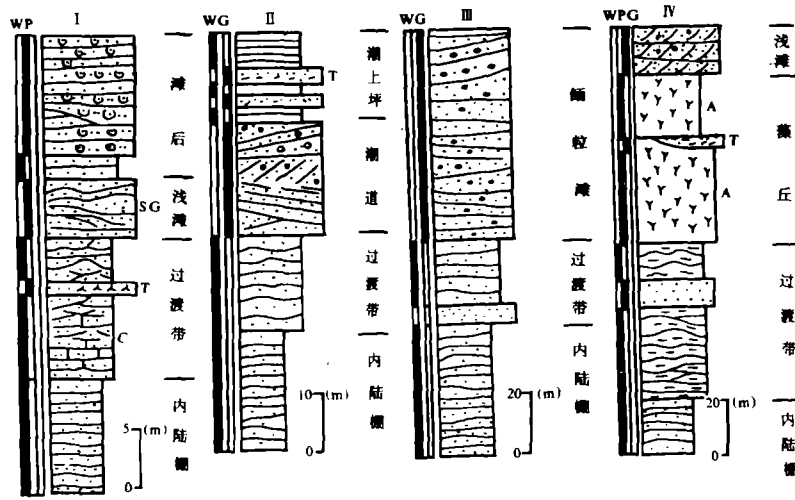
Fig. 2 The sedimentary dynamic model on a carbonate slope in early and middle Cambrian, western Hunan and eastern Guizhou.

上述沉积特征可参见图版 I。

三、沉积旋回与相序

笔者对湘西黔东地区的下、中寒武统识别出 4 种不同类型的沉积旋回，即：核形石旋回、砂屑潮道旋回、鲕粒滩旋回及藻丘旋回；这些旋回的变化特征也反映出微相的垂向变化规律。每一旋回虽各有特点，但共同的规律为向上变浅的沉积序列；多以灰黑色薄层灰泥岩和泥晶灰岩开始，向上粒度变粗，单层变厚，颜色变浅，原生沉积构造发育。据 Wilson (1975) 及 Enos (1983) 等的意见，向上变浅的旋回特征为浅水碳酸盐沉积的特点，这是由

于碳酸盐的沉积速度常大于该区的沉降速度，从而能迅速地升高到海平面的缘故。各旋回特征见图 3。



I.核形石旋回；II.潮道旋回；III.鲕粒滩旋回；IV.藻丘旋回；W.粒泥岩；P.泥粒岩；G.颗粒岩；
O.核形石；SG.砂屑颗粒岩；C.结核状灰岩；T.风暴岩；A.藻灰岩

图 3 湘西黔东早、中寒武世浅水碳酸盐的沉积旋回特征

Fig. 3 The characteristics of cyclic carbonate in shallow water of the early and middle Cambrian in western Hunan and eastern Guizhou.

四、沉积盆地演化的探讨

寒武纪开始时，研究区内先沉积一套黑色碳质页岩、硅质岩，继之以灰绿色页岩、粉砂质页岩与少许黑色碳质页岩，然后又有藻丘和砂屑鲕粒滩出现：这一向上变浅的旋回为下寒武统的特征。中寒武世开始时，先沉积灰色-灰黄色泥质粉砂岩、钙质页岩及黑色粉砂质页岩，即在此区内广泛分布的“高台组页岩”及“敖期组含钾页岩”，到中寒武世中、晚期产生鲕粒滩，同样表明向上变浅的沉积旋回。上述二旋回均以浅水碳酸盐沉积体作为标志。但两沉积体的位置并不固定，有渐向 SE 迁移的趋势，大约向盆地方面推进 15km 左右，实际上属于海退序列。

从沉积盆地演化的进程分析，研究区处于扬子板块东缘，在扬子板块以东有一扩张中心。因此，早、中寒武世的沉积特征是由板块的扩张活动、海平面的变化以及碳酸盐的自身增长等因素相互作用所控制的。

对于研究一个区域内在某一地质时期中的沉积环境，除了细致的相分析及动力条件研究外，认识当时的构造格局，显然也应置于重要地位。

参 考 文 献

- (1) 刘宝珺, 余光明, 蓝伯龙, 1983, 沉积学报, 1卷, 2期, 1—13页。
- (2) 高振中, 段太忠, 1985, 沉积学报, 3卷, 3期, 7—22页。
- (3) Dott, R.H.Jr., and Bourgeois, J. 1982, GSA Bull. V.93, p.663—680.
- (4) Dott, R.H.Jr., 1983; 1982, J.Sediment petrol, V.53, p.5—23.
- (5) Enos P., 1983, AAPG Mem. Vol.33, p.267—295.
- (6) Loreau J.P. and Purser, B.H., 1973, the persian Gulf. Holocene Carbonate Sedimentation in a Shallow epicontinental Sea: Neo-York-Heidelberg-Berlin. Springer-Verlag. p.279—328.
- (7) Walker, R. G., 1979, Facies Models, Geosci. Canada, Reprint Ser. led. Kitchener Ontario: Ainsworth press.
- (8) Wilson J.L., 1975, Carbonate facies in geologic history, Springer-Verlag, Berlin, p.471.

Dynamic Stratigraphy of Lower and Middle Cambrian in Western Hunan and Eastern Guizhou

Liang Renzhi

Li Hanyu

(Huainan Mining College) (Chengdu College of Geology)

Lui Baojun

Xu Xiaosong

(Chengdu Institute of Geology and Resources)

Abstract

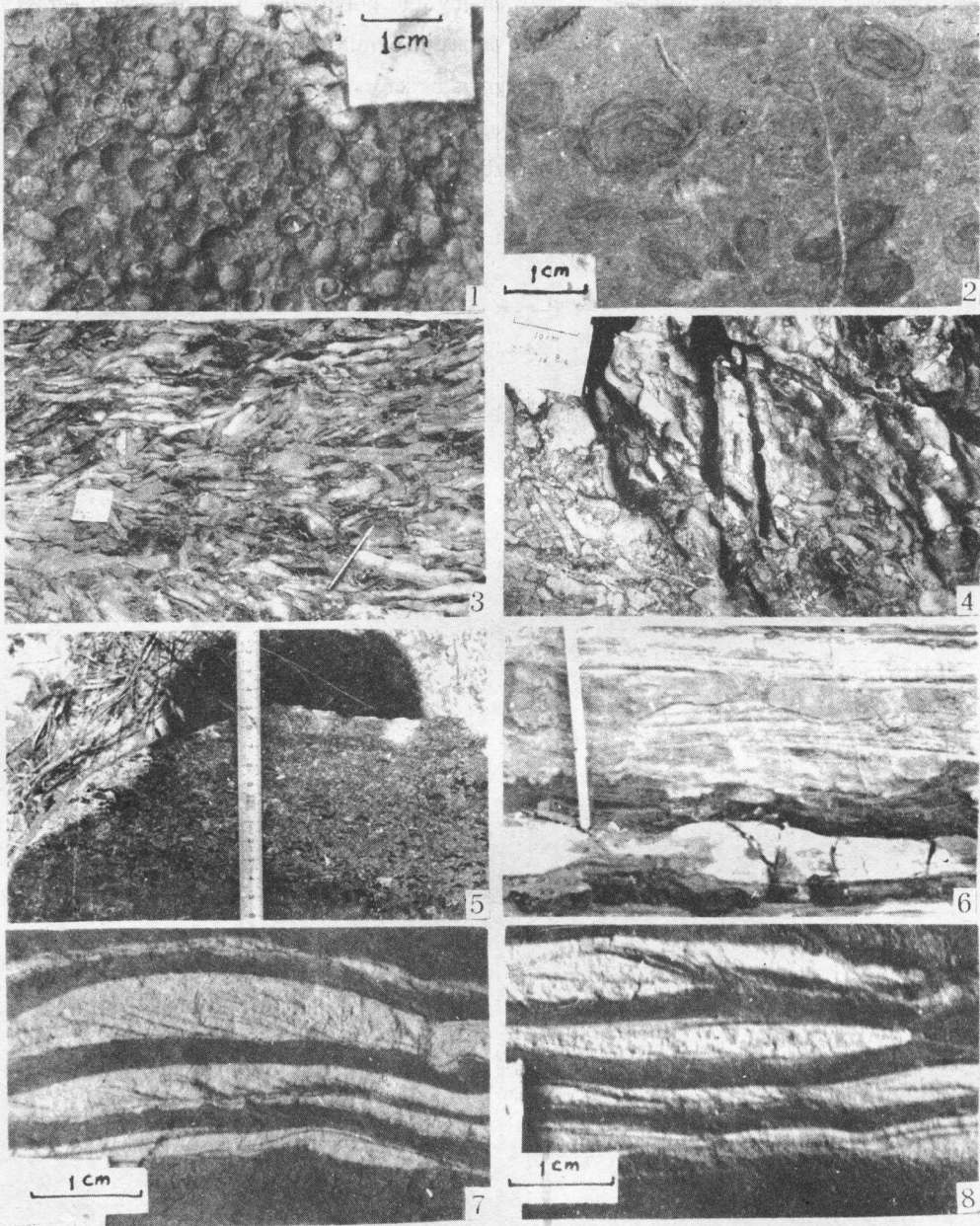
By using the method of dynamic stratigraphic analysis to study carbonate and terrigenous clastic sediments of the early and middle Cambrian in western Hunan and eastern Guizhou provinces, the different dynamic factors which controlling the epicontinental carbonate sequences in this area are studied especially.

With the method of stratigraphic analysis, the ooidal/pisolitic grainstone, oncologic packstone and intraclastic grainstone are characterized, and tidal dominated environments are discussed. Furthermore, the characteristics of submarine sliding and gravity flow sediments are analyzed, and the sedimentary mechanics of storm effects in the studied area is discussed. Particularly, the authors studied the hummocky cross-stratification in tempestite sequence. Which was to be the product of unidirectional back-flow of gradient currents formed by storm interplays with storm wave action, this bed-form is a transitional type between symmetrical wave ripples with straight crest and the upper flat bed-form of gradient currents. Paleocurrent analysis of Cambrian contour currents in studied area indicates the paleocurrent flow from NE to SW trend along the edge of the basin.

Four kinds of different vertical sequences are recognized, which includes the shallowing-upward cycles, and indicate "minor" transgressive-regressive pulses. Lateral distribution of facies may indicates paleogeographic character during different periods: a gentle slope consists of algal mound during the early

Cambrian and a steep slope consists of ooidal shoal in the middle Cambrian. The sedimentary dynamics of the mentioned slope is suggested: (1) wavy and tidal action that affected the shore belt; (2) storm events that influenced the shore and shelf environments; (3) sliding and gravity flow that developed across to the shoreline; (4) contour current that flowed along the slope and paralleled to the shoreline.

Comparison of minor cycles suggests that the dynamic factors controlling these cycles may be derived from the block faulting. The regressive sequence of basinal edge was controlled by the interaction of plate spreading, sealevel changing and the developing of carbonate itself.



1. 鲕豆粒白云岩；2. 核形石泥粒岩；3. 半固结地滑作用形成的砾屑灰岩；4. 碎屑流所成的砾屑白云岩；5. 风暴成因的三叶虫碎屑粒序层；6. 三叶虫碎屑粒序层、平行层理以及丘状交错层理与水平层理组成的风暴岩层序；7. 砂质等深积岩内的小型单向斜层理；8. 泥砂质等深积岩内的发育不完善的沙波。