

湖南道县、宁远一带中泥盆统棋梓桥组中的台地前缘斜坡异地碳酸盐沉积

杨振强

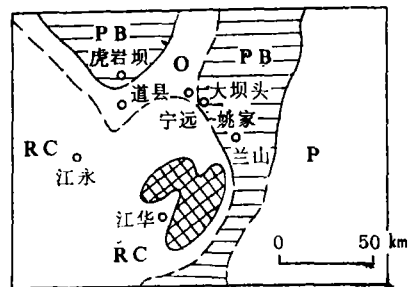
(地矿部宜昌地质矿产研究所)

沿台地边缘斜坡沉积的古代碳酸盐再沉积物是最近十年来才引起沉积学者广泛注意的一种深水碳酸盐类型,包括碳酸盐重力流,重力滑动(滑塌)沉积及塌磊裙。重力流及由于重力作用引起的沉积物与浅水碳酸盐或深水原地碳酸盐沉积相比,有很大的差异。它们的主要岩石类型是异地碳酸盐,为一套在重力作用下顺坡而下流动的碳酸盐沉积物。前礁塌磊是台地边缘礁坠落到陡崖下的礁块堆积,也称为礁崖塌积。

1981年,笔者曾在湖南道县虎岩坝的中泥盆统棋梓桥组剖面上找到了一套碳酸盐重力流沉积。继而又与沈德麒等一起肯定了这类沉积在湖南、广西、广东等地的分布,并且对它们的岩石类型进行室内标本和薄片观察。通过研究,比较确切的碳酸盐重力流的地点还有:湖南醴陵小洞、宁远汪井、宁远大坝头,广西横县六景,广西龙州保卫,广东英德田寮,化州官桥。此外,广西永福和平,钦州大直华荣还见到有砂质浊流和砾质碎屑流;广东高鹤罗格和英德红岩至田寮一带分别见有海底扇碎屑沉积¹⁾。

一、异地碳酸盐斜坡沉积的古地理位置

中泥盆世碳酸盐重力流主要分布于碳酸盐台地前的斜坡相中,位于台盆相区的分布范围内。台盆相区是深水沉积区域,呈狭长的盆地,由台盆相、浅海开阔陆棚相和台盆边缘下斜坡相组成¹⁾。已发现的重力流和其它重力堆积的地点,大多数都位于十分接近台地的下斜坡上。例如,具有碳酸盐重力流的道县虎岩坝剖面的南面就是其昌岭海岛周围由开阔台地相



PB——台盆相区, P——碳酸盐台地, O——开阔海台地, RC——局限海台地, 方格线表示其昌岭海岛范围, 实心小圆点为重力流剖面位置。

图1 湖南道县、宁远一带中泥盆世棋梓桥期古地理图

Fig.1 Generalized palaeogeographic map of the Qiziqiao Formation (Middle Devonian) in Daoxiang, Ningyuan Counties, Hunan

1) 沈德麒、陈耀钦、杨振强, 1983, 湘、桂、粤、赣地区中泥盆世棋梓桥期岩相古地理及含矿性。

(O)和局限台地相(RC)组成的台地,北面濒临深水台盆相(图1)。该碳酸盐台地的东面是另一条近南北向的狭长台盆,与另一碳酸盐台地遥遥相望,其中也有重力流分布。湖南、广西等地重力流的分布情况大致与此相似。

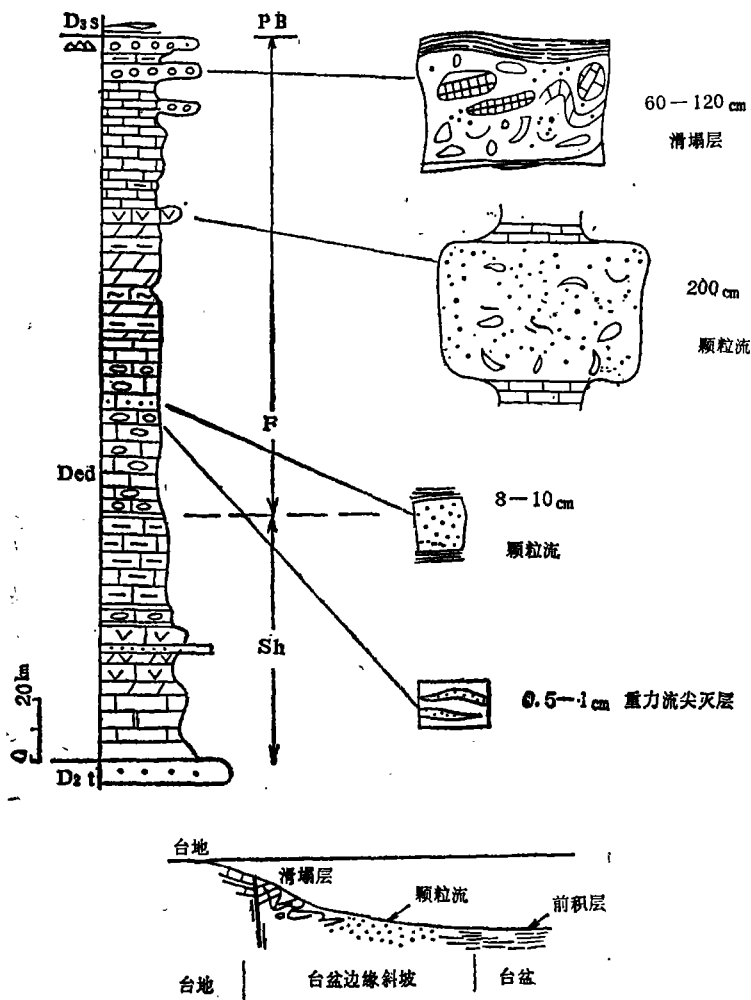
二、岩石类型

异地碳酸盐斜坡沉积包括巨大岩块、砾石、砂屑及粉屑等不同粒级的灰岩层。某些斜坡上的重力流沉积很难与构造角砾岩,岩溶角砾岩及浅水碎屑区别开。但是,重力流的主要辨别标志中,最重要的是岩性序列。这些沉积物常常以夹层的方式,“突然”出现在深水碳酸盐的剖面中。在暗色的盆地相泥晶灰岩中出现粗碎屑碳酸盐层,过去被看成是局部冲刷或沉积间断的标志。近来,其中大多数已被认为是碳酸盐重力流(E. W. Mountjoy, 1972)。根据野外观察结果,本区中泥盆统棋梓桥组中至少存在四种类型的斜坡沉积:(1)台地前滑塌角砾灰岩;(2)异地砂屑灰岩;(3)异地粉屑灰岩;(4)礁崖塌积灰岩。

台地前滑塌角砾灰岩 见于湖南道县虎岩坝(广西横县六景等地亦有所见)。其时代一般相当于中泥盆世末至上泥盆世初期。同生灰岩角砾长度可达1米或更大,构成巨厚砾岩层。据俞昌民等(1982)报导,广西横县六景相当于此期沉积的民塘组中可以分辨出一些沉积角砾岩和少量灰泥岩。偶见一些不甚显著的滑动构造及砾屑灰岩透镜体,插入薄层灰岩中,足见此类沉积在该剖面上是存在的。

湖南道县虎岩坝所见的滑塌角砾岩层产于棋梓桥组顶部,并被一套台盆相的硅质岩所覆盖(图2)。古生物证据表明这层滑塌层的时代属中泥盆世的最晚期。在滑塌层的泥灰岩夹层中,找到一些牙形刺化石,如*Polygnathus varcus Stauffer*, *Ozarkodina cp semialternans* (Wirth)。前者是中泥盆统最后一个牙形刺化石带的代表,后者主要产于中统和上统之间的过渡层中。滑塌角砾灰岩层的特点有:(1)同生灰岩砾石层单层厚度分别为60厘米和1.2米。砾石成份为大块的薄板状灰岩,或揉皱破碎的灰岩砾块,以及从台地上搬下来的厚壳腕足类化石, *Desquamatia* sp., *Spinatryipina* sp.等。(2)小的灰岩碎屑一般1—2厘米,大者长达16厘米以上。(3)粗大的灰岩砾石的棱角状和次棱角状,无磨圆和分选的迹象。无定向排列(图版I, 1)。(4)围绕砾石的基质是灰色泥质碳酸盐粉屑,其中有腕足类碎片和浮游的竹节石化石及微体化石。(5)灰岩砾石层的上、下层面直接与含浮游生物的泥晶灰岩和含粉屑的泥晶灰岩接触,或者直接被盆地相硅质岩所覆盖。

异地砂屑灰岩 这是一种碳酸盐次颗粒流。一般呈厚层状产于台盆相的泥晶灰岩中,往往为多层的形式出现在剖面上。其一般岩石特征为:(1)单层呈巨厚层状至块状,可达2米,直接覆盖于深水薄层泥晶灰岩上,或者被此种灰岩所覆盖。(2)粒屑含量约80%左右。胶结成份为微晶方解石(重结晶),混入少量泥晶方解石。(3)生物碎屑为腕足类的单瓣壳和腹足类漂浮在团粒状灰岩之中(图版I, 2)。支撑大化石碎片的是小的内碎屑。它们呈变形的团粒状、不规则状及椭圆状。粒屑内部常有化石碎屑的核心,形成中心亮而边缘暗的泥晶套。粒径一般0.2—0.4毫米。大部分为次棱角



Sh——陆棚相泥晶灰岩、泥灰岩、瘤状灰岩互层，F——台盆边缘相瘤状灰岩夹多层异地碳酸盐斜坡沉积。牙形刺化石采于砾岩层直接顶、底层中。下图为沉积模式示意。

图2 湖南道县虎岩坝剖面，表示异地碳酸盐斜坡沉积的层位

Fig. 2 Stratigraphic profile of the Qiziqiao Formation at Huyanba of Daoxiang County, Hunan, showing sedimentary beds of allopatry carbonate slopes

至次滚圆状。(4)与浅水团粒灰岩不同的是粒屑长轴排列方向大致垂直于沉积界面(图版I、3)。(5)单层最底部为原地泥灰岩,冲刷面不明显。底部有明显的反粒序层理(图版I、2);中部变粗,并有许多厚壳腕足类漂浮在其中;单层顶部为正粒序层理,递变为纹层状细粉屑灰岩,逐渐变为含浮游生物的原地泥晶灰岩。(6)组成异地砂屑灰岩的粒屑是台地上的隐藻团粒和藻团块,大生物碎屑表面上大多数有藻钻孔和泥晶套,表明这种岩石类型的物质来源为台地上未固结的浅水碳酸盐颗粒。

异地粉屑灰岩 这是一种细的次颗粒流，以薄层状夹于薄层泥灰岩、瘤状灰岩中，颜色较暗，质地坚硬，以致在野外可能被误认为是硅质岩或硅质条带。

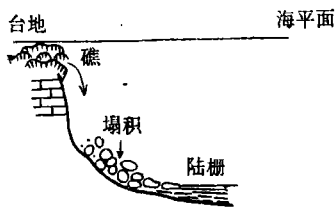
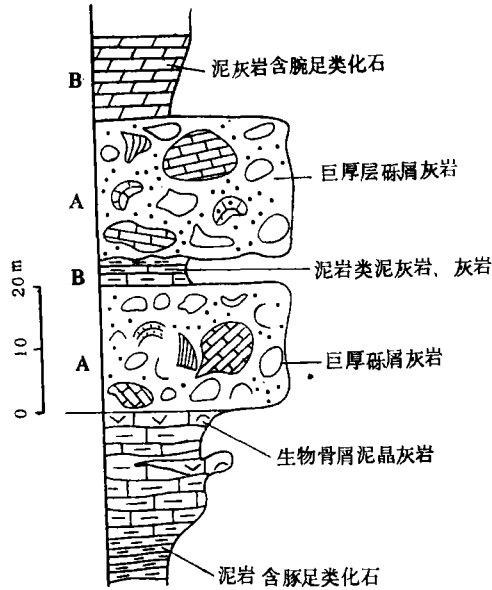
粉屑灰岩层一般厚度为8—10厘米，有时为1—2厘米的条带或藕节状。在其底面近瘤状灰岩处，于瘤状灰岩的凹面上堆积有异地搬运的苔藓虫碎屑聚集的尸积群，故单层底部呈正粒序层理。生物大小变化甚大，混杂堆积成几十厘米长的生物碎屑透镜体。

粉屑灰岩与深水泥晶灰岩（含大量浮游竹节石）的界线十分清楚，但层内有时只有不明显的递变粒序层理。这种灰岩的主要组成部分是凝粒状或团粒状的泥晶方解石内碎屑。粒径一般0.06—0.12毫米，少量可达0.3毫米。颗粒外形有塑性变形拉长现象。

特别有意义的是，与上述异地砂屑灰岩一样，这些微晶化的颗粒的长轴方向与沉积底面的泥晶灰岩呈大致垂直的交角。胶结物成份为泥晶和微晶混杂（图版Ⅱ，3）。

此外，还常见呈递变纹层层理的粉屑灰岩夹于竹节石泥晶灰岩中，也是一种异地碳酸盐重力流沉积（图版Ⅱ，2）。根据其主要特征（厚度小、粒度细、具粒序层理）可以推断，它应属能量减弱了的次颗粒流，为下斜坡上重力流的前积层。

礁崖塌积灰岩层 在某些层孔虫前礁深水地带，例如湖南宁远县姚家剖面中，位于礁灰岩之下的陆棚相泥灰岩层中，出现两层约18至20米厚的巨厚层状层孔虫巨砾岩层（图3）。其露头沿走向可以追索很远。砾石层全由造礁层孔虫块和喜礁的厚壳腕足类和珊瑚等生物紧密堆积而成。有晶洞，其中充填着栉壳亮晶方解石（放射同轴镶嵌结构）。层孔虫块杂乱无章，绝大多数来自礁体，其砾径从小岩块至大岩块不等。由于它们本身有滚动堆积的现象，不像是原地生长的层孔虫骨架，以及上、下岩层都是静水环境的泥灰岩，可断定它们不是礁体本身，而是滚落在前礁陡崖下的塌积裙（图版Ⅰ，1）。



A——礁崖塌积砾屑灰岩，B——开阔陆棚相泥晶灰岩和泥灰岩。下面为沉积模式示意

图3 礁崖塌积单元序列（湖南宁远县姚家）

Fig. 3 Sequence units of the reef-scarp talus at Yaojia of Ningyuan County, Hunan

三、异地碳酸盐斜坡沉积的性质、机理及古环境意义

以上四种异地碳酸盐斜坡沉积可归因于两种不同方式的沉积作用, 即台前斜坡碳酸盐再搬运和礁前崩落。台地前滑塌角砾灰岩、异地砂屑灰岩和异地粉屑灰岩等可以同时出现在同一个地质剖面中, 如湖南道县、宁远一带棋梓桥剖面上就能找到这三种灰岩类型共生的现象(虎岩坝和大坝头剖面), 代表台地前缘下斜坡环境的完整沉积序列(图2, 下)。而礁崖塌积灰岩层则代表礁陡崖下的斜坡环境。关于这类滚落岩块, 曾报导于澳大利亚西部碳酸盐台地附近的前礁地层中。由于这些前礁塌积岩块不具任何层理, 说明沉积作用是由单一的沉积单元进行的。据E.W. Mountjoy和H.E. Cook的见解, 大角砾层代表某种块状流类型, 因而也是重力流。此外, 在蓝山附近的台盆相灰岩中, 还可找到一些硅化或半硅化的富含有机质的团粒砂屑灰岩薄层。两者共同构成台地陡崖前的碎屑裙堆积。尽管有人认为不能简单地将前礁塌积灰岩归入重力流, 但在实际上海下崩落作用同样可以引起重力流。因此, I.A. McIlreath(1977), 把塌积砾屑灰岩认为是重力坠落、滚动和滑入深水盆地的重力流不是没有理由的。

异地碳酸盐一词于1966年引入地质文献。而异地碳酸盐碎屑流是H.E. Cook等人用来描述加拿大古墙, 米特和塞斯克晚泥盆世碳酸盐组合的异地大角砾岩、砾岩和异地浊积砂屑灰岩时所采用的术语(H.E. Cook等1972, E.W. Mountjoy, 1972)。碳酸盐碎屑流是沉积重力流的一种。Middleton和Hampton(1973)根据沉积物支撑机理的性质提出四类重力流类型:(1)浊流;(2)液化沉积物流;(3)颗粒流;(4)碎屑流(R.W. Fairbridge, 1978)。根据与国外分类进行对比, 本区存在的重力流沉积可以认为是包括碎屑流和次颗粒流, 以及少量钙质浊流在内的斜坡沉积。

本区所见的滑塌角砾灰岩的物质组分和堆积方式表明, 这些半固结的灰岩块是早先在台地上或斜坡上沉积的灰岩, 由于重力作用的影响向斜坡脚下以滑动的块体运动的方式移动, 呈大小混杂的块状流沉积下来。每触发一次块状流就产生一层滑塌角砾灰岩, 即由杜特所称的海下滑动和海下块状流的联合作用的结果。按E.W. Mountjoy的见解, 滑塌作用和碎屑流沉积有直接的成因联系。因此, 当某种地质因素触发引起滑塌作用, 必然引起碳酸盐碎屑流的形成。

本区内异地砂屑灰岩的产状及岩石学特点表明它是属于类似颗粒流的沉积物, 与H. T. Mullins(1979)所报导的现代巴哈马陡崖的深水碳酸盐次颗粒流可以比较。其主要相同点是:(1)单属厚度较大(约2米)的砂屑灰岩, 泥质基质变化很大;(2)岩性序列底部为反粒序列层理, 顶部为正粒序层理, 中部含贝壳层。但本区的碳酸盐颗粒流与Middleton(1976)的理论颗粒流的沉积构造层序比较又有两方面的不同, 即(1)缺乏注入构造和(2)颗粒方向是垂直底面而不是平行底面。后者的出现, 笔者认为碳酸盐颗粒流在高密度下流动的结果。当块体运动的颗粒流停止后, 各颗粒依然保持其被搬运时的状态排列。假如这些颗粒是牵引流的状态搬运, 结果就会与此种情形不同。基于上述理由, 暂称之为次颗粒流。

砂屑灰岩单层的岩性序列与Eder(1970)的异地浊积灰岩序列也大同小异(也可

由下而上分出四个小分层：A原地泥质岩，B“前期相”，C异地粒序层，D原地泥质岩¹⁾。根据J.M.Hurst等人(1983)的最新解释，斜坡上块状异地砂屑灰岩最为可能的沉积机理大概是高密度浊流过渡为液化流。

异地砂屑灰岩和异地粉屑灰岩的特点与H.E.Cook(1972)的异地浊积碳酸岩席和顶部有异地浊积碳酸盐的水道沉积的特点也有些类似。多数情况下，异地粉屑灰岩以条带状夹于深水泥灰岩中，可观察到显微的正粒序层理，具有更明显的海底浊流的性质，实质上可视为重力流的前端。

由此可见，滑塌角砾灰岩，异地砂屑灰岩和异地粉屑灰岩虽然是不同类型的斜坡沉积，但是存在着由粗至细粒的变化系列，即由滑塌变为次颗粒流，再变成海底浊流。

海下滑动，滑塌，岩崩，块状流和浊流的性质之间是有区别的，但就其运动的类型而言则是相关的。在重力因素，特别是在古地震冲击下，沉积物在斜坡上向海盆深处蠕动，并沿着未固结的碳酸盐顶面周期性地顺坡下泻，结果形成一个异地碳酸盐的变化系列。

上已述及，在广西的一些地方有深水的浊流沉积层夹于深水泥灰岩中。在湖南安化青山冲也见到滑坡型的卷曲层理。据报道，在宁远大坝头棋梓桥组上段发现有浊流型卷曲层理(关尹文等，1983年)，其地层层位大致与笔者的资料吻合。宁远大坝头、江华河路口等地存在着碳酸盐的重力流沉积，其层位也是在棋梓桥组的中、上段，与虎岩坝的层位完全一致。因此，在湖南的宁远、道县、蓝山、江永、江华一带(即其昌岭海岛周围)以至湘中、桂北一带，中泥盆世的晚期肯定有比较强烈的海底构造活动。需要指出的是，重力流的形成与同生古断裂活动有关。上述产生重力流的地点大致位于大断裂(例如衡阳-梧州大断裂)的附近，这不是偶合的结果(沈德麒等，1983)。

碳酸盐斜坡沉积的古环境意义是不言而喻的。它的存在有助于大致地推测碳酸盐台地与台盆之间的界线，从沉积学的角度证明某些同生大断裂的存在及其活动时间。另一方面，某些重力流沉积是石油、天然气和多金属矿床的储集层。更好地研究这类沉积对国民经济具有重要的意义。

本文是在章人骏研究员关怀下完成的。沈德麒对初稿提出宝贵的修改意见，汪啸风审阅英文摘要，明星复制照片，在此致以谢意。

(收稿日期1984年元月21日)

参 考 文 献

- [1] 关尹文、胡火炎、李浩鸣等，1983，沉积学报，1卷4期，117—123页。
- [2] 沈德麒、陈耀钦、杨振强，1983，地质评论，29卷6期，513—519页。
- [3] 俞昌民、邝国教，1982，中国科学院南京地质古生物研究所丛刊，4号，214—278页。江苏科学技术出版社。
- [4] Cook, H.E., McDaniel, P.N., Mountjoy, E.W. and Pray, L.C. 1972, Canada Bulletin of Canadian Petroleum Geology 20/3 p.439-497.

1) 成都地质学院沉积岩研究室，1981，沉积专辑，第416页。

- [5] Fairbridge, R.W. and Bourgeois, J., 1978, *The Encyclopedia of Sedimentology*, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. 385-386
- [6] Hurst, J.M. and Surlyk F., 1983, *Can. J. Earth Sci.* 20/3 p. 473-499
- [7] McIlreath, I.A., 1977, *SEPM Special Publication N.25* 113-124
- [8] Mountjoy, E.W. and Playford, P.E., 1972, *AAPG* 56 641
- [9] Mullins, H.T. and Van Buren, H.W., 1979, *J. of Sediment. Petro.* 49/3 p. 0747-0752

ALLOCHTHONOUS CARBONATE SEDIMENTS ALONG THE PLATFORM-FORESLOPE FROM THE QIZIQIAO FORMATION (MIDDLE DEVONIAN) OF DAOXIAN AND NINGYUAN COUNTIES, HUNAN PROVINSE

Yang Zhenqiang

(Yichang Institute of Geology and Mineral Resources)

Abstract

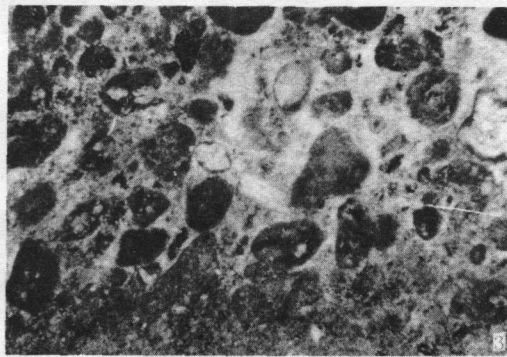
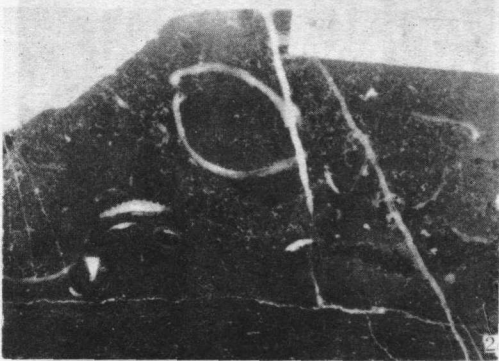
Ancient resedimented carbonates along platform-foreslope are considered as a deep-water type of carbonates, including gravity flows, gravity slide (slump) deposits, and talus wedges (aprons). A series of deposits belonging to this kind of carbonates found from the intraplatform basin developed in Middle Devonian Qiziqiao Formation, north of Daoxing and east of Ningyuan, Hunan. They are around or adjacent to the restricted platform (RC) or open platform (P) (Fig. 1). The following four kinds of allochthonous carbonate sediments basically belonging to foreslope can be recognized, (1) the slump psephitic limestone of fore-platform (Plate 1-1); (2) the allochthonous calcarenite (Plate 1-2, 3, Fig. 2); (3) the allochthonous calcisiltite (Plate 2-2, 3); and (4) the talus limestone of reef-scarp (Plate 2-1, Fig. 3).

These types of sedimentary rocks represent a transitional series which can be respectively regarded by the author as the product of gravity slide, secondary grain flows, foreset bed of turbidity flows (Fig. 2, below) and talus reef-scarp aprons. Several different types of deposits, such as gravity slide and gravity flow, can be found on the same vertically geological section.

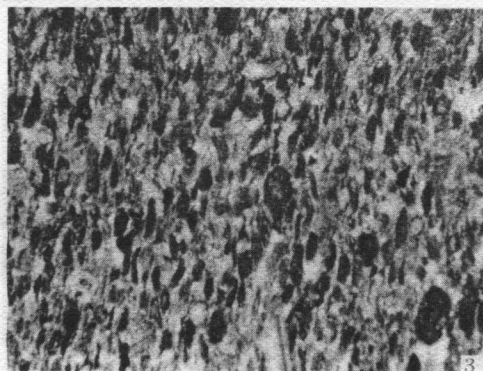
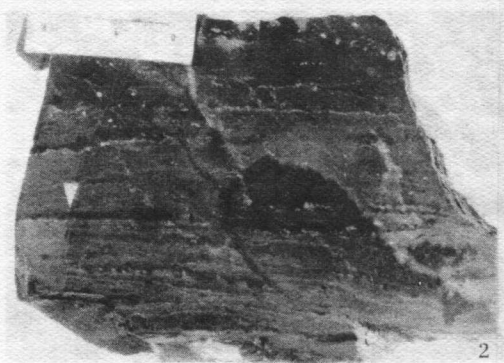
The debris slides may synchronously bring about extensive debris flows, secondary grain flows and turbidity flows. According to their occurrence, petrological cha-

racters, single bed thickness, inversely graded bedding, and massive non-graded unit, etc., it seems that the calcarenites of the study area may be compared with the modern secondary grain flows at the base of Bahama Escarpment 400m below reported by H.T. Mullins, and to have a similar sequence to allochthonous turbidity limestone (Eder, 1970). However, compared with mass calcarenites newly interpreted by I.M. Hurst, et al. (1983), the most likely mechanism for deposition of the calcarenites is the transition from high-density turbidity flows to liquefied flows. The gravity flows were quite developed from the last Middle to early Upper Devonian in South China.

In addition to gravity flows and gravity slides of that age, synsedimentary faults at sea floor, a series of crinkled bedding of contemporaneous deformation, as well as submarine fans in northern Guangdong Province next to this area, and submarine erupted basalts in Guangxi Province are all the best evidences for the powerfully submarine tectonic movements. The gravitation on foreslope, especially the associated paleoearthquake, is probably the major factor of the mass movement of sediments at the sea-floor.



1. 滑塌角砾灰岩。白色箭头表示一个弯曲的灰岩块。标尺长6厘米。照片顶部显示台盆相的薄层硅质岩。湖南道县虎岩坝。
2. 异地砂屑灰岩沉积在薄层深水泥晶灰岩之上(白色箭头尖端以下部分)。砂屑灰岩层中自下而上变粗,具反粒序层理。腕足类壳“漂浮”在其中。产地同上 3. 砂屑灰岩。单光, $\times 19$ 产地同上。



1. 礁崖塌积灰岩层。可见层孔虫巨砾，厚壳的喜礁腕足类较为破碎。比例尺为2分硬币。湖南宁远县姚家 2. 异地粉屑灰岩。白色箭头尖端表示一条递变纹层理条带。标本上可见7—8条条带。湖南道县虎岩坝 3. 异地粉屑灰岩。碳酸盐颗粒长轴多数垂直于下部的泥晶灰岩表面。单光， $\times 19$ 产地同上。