

# 湖南桃江半边山先寒武纪马底驿组陆屑风暴岩

关尹文 范法明<sup>①</sup>

(中南工业大学地质系, 长沙)

**提要** 本区马底驿组陆屑风暴岩的沉积构造非常清晰, 其中有丘状交错层理、差异层理、层面构造、袋模、渠模、韵律层理和多种准同时变形构造。剖面可分为由块状层和韵律层组成的八个一级韵律, 块状层为含砾泥质粉砂岩, 韵律层由一系列二级韵律组成。根据沉积构造特征, 自下而上划分为: 斜坡带风暴浊流沉积、外陆棚风暴碎屑流沉积和陆棚风暴碎屑流沉积, 海水逐渐变浅, 为一海退层序。

**主题词** 丘状交错层理 差异层理 韵律层理 层面构造

**第一作者简介** 关尹文 男 64岁 教授 沉积建造和大地构造。

近年来, 我国地质学者严钦尚(1984)、孟祥化(1986)、刘宝珊(1986)对碳酸盐风暴岩作过详细论述。在国内, 本文首次报道桃江先寒武纪马底驿组陆屑风暴岩, 这对研究沉积相、古地理及识别对比本区地层有一定的参考价值。

桃江半边山为一人工采石场, 位于桃江县城东约三公里的资江边上, 水陆交通方便。区内露头除采石场较好外, 多为浮土掩盖, 未能追索对比。

## 一、剖面简介

风暴岩剖面上部为厚层灰色细砂岩、粉砂岩和暗灰色泥板岩, 单层厚0.5m以上, 没有风暴岩的沉积构造特征。与下部风暴岩为断层接触。厚度大于60m。

**风暴岩层** 由巨大风暴流形成的块状层和风暴碎屑流形成的韵律层交替出现, 构成8个一级韵律, 可分出17层, 厚度大于60m。各韵律的共同特点是: 它们均由两个韵素组成, 第一韵素为块状层, 第二韵素为韵律层。块状层由泥质粉砂岩构成, 暗灰色, 不显层理, 块状构造。含有一定量的角砾, 角砾为砂岩和粉砂质泥岩互层的团块, 大小不一, 大者砾径达1.3m, 小者仅几个厘米, 大者一般具复杂的弯曲(图版I, 4)小者大多未见弯曲。

第二韵素是由砂岩和粉砂质泥板岩所组成的二级韵律层。单个韵律一般厚度不超过20cm, 砂岩为灰色, 矿物成分主要为石英, 少量长石、白云母, 还含一些岩屑和杂基, 颗粒支撑和杂基支撑结构均有; 粉砂质泥板岩为暗灰色, 成分主要为泥质。

据远距离对比, 第1层以下尚有20—30m的韵律层和块状层。

往下为暗灰色泥板岩, 风化色为灰色, 夹有0.3—0.5cm的粉砂岩, 韵律层理不明显,

<sup>①</sup>参加野外工作的还有毛振玖、刘浪璜、黄宪和王可伏。

含黄铁矿。可见厚度大于 50m。

## 二、风暴岩特征

风暴岩沉积构造的标志有：大量出现丘状交错层理、差异层理、层面构造、韵律层理和各种准同时变形构造。

### (一) 丘状交错层理

丘状交错层理在剖面中十分发育，尤其是剖面的中、上部，它们是由细砂岩或粉砂岩组成，一般厚 1—3cm，最厚的可达 1m。厚度随形成时水的深度递减。

丘状交错层理是风暴岩的一种重要的沉积构造，它常见于晴天波基面和风暴波基面之间的位置上，是一种方向不定的和具有低角度的交错层理。在它的内部常反映多次的波浪摆动切割。表面常具“背斜”丘状和“向斜”洼状的特征，这种特征说明交错层形成以后，风暴旋涡形成了丘状和洼状的表面，以后粉砂质泥岩才沉积在它的上面，当较大的风暴浪冲刷时，丘状交错层成为不连续的层，这是地震浊流沉积所没有的。

### (二) 差异层理

差异层理是在一个层系中，出现两套不同沉积构造的沉积，彼此嵌嵌在一起，这个岩系，暂称为“差异层理”。这种现象是风暴流沉积的可靠特征。

图 1 是在第 17 层中沿着一个层系的延伸方向观察到的现象，NNW 面（左边）是韵律层，SSE 面为块状层，二者沿着 1.7m 长的倾斜面相接触。斜面倾向 SSE，同时韵律层也明显地沿 SSE 向轻微滑动。说明了当一次巨大风暴的间歇期间，在块状层之上，沉积了 0.4m 厚的韵律层。接着又一次巨大风暴来临，强劲的近岸流冲刷，挖掘着 0.4m 厚韵律层的 SSE 侧，使该韵律层在半凝固状态下产生了轻微的向下滑动，接着在这个位置上沉积了 0.4m 厚的块状层，两个具有不同沉积构造的层系就这样相接在一起了。可见延伸长度大于 6m。这种现象是由于风速很大、风暴旋流的冲刷、挖掘力很强所致，属近积风暴岩。

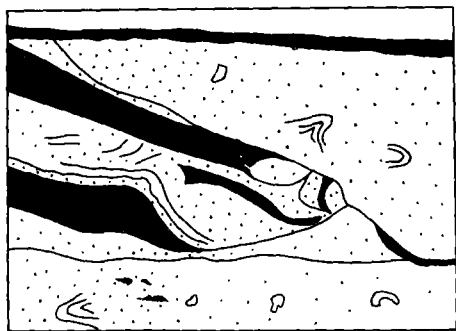


图 1 差异层理 (I)

Fig.1 Differential stratification (I)

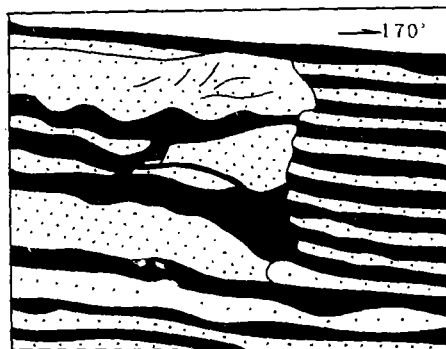


图 2 差异层理 (II)

Fig.2 Differential stratification (II)

图 2 和图 1 相近似，不同的是两侧都是韵律层。NNW 侧的韵律层较混乱，具有滑动过的痕迹，而 SSE 侧的韵律层清晰且频繁。二者接触面较陡，顶层和底层都是连续的。

### (三) 层面构造

砂岩或粉砂岩的底面构造有袋状、槽状和渠状印模(图3),起伏大的可达16cm(图3c),一般为3—7cm。它们是次级风暴高峰期,旋涡流冲刷、挖掘下部的泥质岩,形成各种形状的洼坑以后,砂质再充填的结果。它和浊流的印模有别,以一种多方向的渠模为特色。浊流沉积是以水流作用为主,而风暴沉积则以波浪作用为主。正是由于波浪作用,当块状层沉积以后,波浪的活动对它的顶面仍有冲刷、挖掘作用,所以在块状层的顶面也可以见到一系列起伏达20cm的洼坑,洼坑内沉积物的纹层与洼坑底部形状一致(图4)。这也是地震浊流沉积中没有见到的。

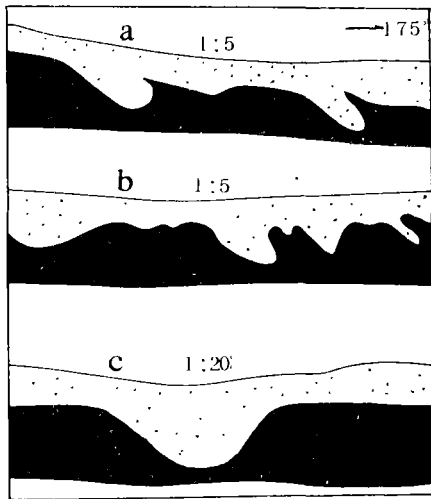


图3 底面构造  
Fig.3 Sole structures

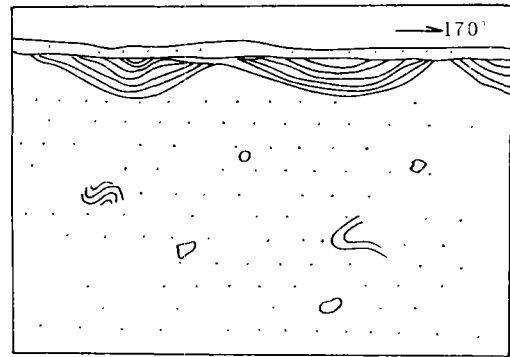


图4 块状层顶板的洼状交错层 1:20  
Fig.4 Swale cross stratification on the top surface of a massive bed

### (四) 韵律层理

风暴流是一种密度流,也具有牵引流的性质。它能形成各级韵律,很容易和深水浊流混淆。孟祥化曾作过详细的对比论述。本区由块状层和韵律层组成一级韵律,韵律层中又可分出一系列的二级韵律。

块状层是在巨大风暴发生的剧烈期,风暴流的强烈冲刷、挖掘作用,把近陆棚地区的沉积层挖掘成大小不一的砾块,搬运到陆棚或斜坡带沉积的结果。大块的角砾在搬运过程中,沿底部滚动,使原来薄层的、未成岩的砂质、粉砂质和泥质互层产生强烈的弯曲。较小的角砾多呈悬浮搬运,故只有微弱弯曲,甚至是平直的。

巨大风暴过去以后,次一级的风暴沉积和正常天气沉积交互成层,形成区内的二级韵律构造。二级韵律和一级韵律一样也是风暴沉积,只是风暴的大小不同而已。二级韵律由次级风暴形成,风暴强度要小得多。但二级韵律也可形成一级风暴沉积所见到的块状层,其中也含有许多角砾,有的角砾也有弯曲形状,不同的是这种块状层厚度小的多,只有5—10cm,角砾也小得多,一般只2—5cm。

根据剖面中各层的沉积构造特征,从下至上可分为:1、斜坡带风暴浊流韵律层;2、

外陆棚风暴碎屑流韵律层；3、陆棚风暴碎屑流韵律层。

**1、斜坡带风暴浊流韵律层** 它属一种低密度的浊流沉积，沉积在海盆的斜坡地带。这种韵律的特征是具有水下滑坡构造，这点与地震触发的浊流所共有。不同的是韵律中常见丘状交错层理，成层不稳定，底面只有轻微的冲刷痕迹，泥质不纯和含有较多的粉砂质。从韵律结构看，在垂直剖面上韵律变化较大。例如图版 I，1，从下到上，第一韵律有 A、B、E 三个韵律，A 层为细砂岩，厚 0—0.1cm，底面有轻微起伏；B 层为粉砂岩，具有微层理，厚 1.8—2cm；E 层为粉砂质泥板岩，颜色较暗，厚 0.2—0.4cm，属风暴过后的正常天气沉积。第二个韵律有 A、B、C、D、E 五个韵律，A 层为细砂岩，厚 0.2—0.5cm，有粒序递变，是风暴剧烈期快速堆积的结果，底面起伏明显。B 层为粉砂岩，下部有水平纹层，厚 0.7cm。C 层是丘状交错层，厚 0.4—1.5cm。D 层为粉砂岩，具水平纹层，厚 0.8—1cm。E 层为粉砂质泥板岩，厚 0.3—0.4m，水平纹层隐约可见，它已是正常天气的沉积了。

**2、外陆棚风暴碎屑流韵律层** 沉积在外陆棚地带，属远风暴岩沉积。它和斜坡带风暴浊流韵律层不同的是丘状交错层更发育。例图版 I，2，第一韵律是具有丘状交错层的粉砂岩，厚度大于 1cm；第二韵律是具纹层的粉砂质泥板岩，厚 3.4—4cm，代表正常天气沉积。往上几个韵律都由两个韵律组成，特征相似。

**3、陆棚风暴碎屑流韵律层** 沉积在陆棚地带，属近源风暴岩。它和外陆棚风暴碎屑岩不同的是风暴流活动增强的沉积构造更为发育，如底面出现大型渠模，最大起伏可达 16cm，顶面常见大型波痕，具有差异层理，丘状交错层理更为多见。

### 三、准同时变形沉积构造

准同时变形沉积构造不是风暴岩所特有，但在风暴岩中较常见，故介绍如下：

**卷曲层理** 由海底滑坡所形成的卷曲层理多见于细砂岩或粉砂岩中，单层厚 5—

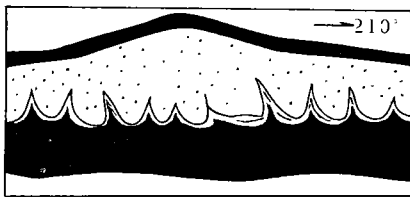


图5 火焰构造 1:1

Fig.5 Flame structure

10cm。其中的弯曲有平卧状，但多为倾斜状。笔者在野外统计了 37 个弯曲的轴面倾向，其中 34 个倾向南西，3 个倾向北东；卷曲层朝北东向增厚，说明滑动方向为从南西向北东，盆地中心位置应在北东面，南西面是近岸斜坡地带。

**火焰构造** 区内风暴岩中火焰构造较发育，表现为砂岩的底面被下部泥板岩楔入。由于重力负荷作用，砂岩产生了垂直层面的裂

缝，下部富含水分的塑性泥板岩上涌，并产生了纹理（图 5）。

**原生断裂** 在个别露头上可见到原生断裂，断距 20—50cm，上、下均为正常岩层，断裂两侧岩层错开。推想其成因是断裂层沉积以后由于滑动引起错开，也可能是由于重力不均匀引起轻微错动。

**同生角砾** 砂岩中常见有同生角砾，角砾成分为粉砂质泥板岩，大小不一，大者 4—8cm，小者 0.3—0.5cm，具明显棱角，多见于砂岩层下部。其成因为粉砂质泥板岩沉积以后，受到风暴流的冲刷、挖掘，形成大小不等的碎块，搬运不远，便和砂粒一起沉积而成。

#### 四、结束语

桃江半边山是我校地质系大地构造和沉积建造专业研究生现场教学基地。开始，笔者把它作为浊流沉积，近两年来，在剖面的中、上部发现大量的丘状交错层理、差异层理、风暴岩具有袋模和渠模，这些沉积构造都是深水浊流沉积无法解释的。剖面中砂岩和泥板岩成层连续性很不稳定，常出现透镜状层理，这也是浊流沉积少见的。因此，用风暴流沉积解释较为合理。

从沉积相分析，本区风暴岩沉积时期，水盆地为弱还原-还原环境。岩石新鲜色为灰色—暗灰黑色，普遍含黄铁矿。据五个粉砂质泥板岩样品分析，CaO含量为0.17—0.50%，稀盐酸滴试均不起泡；B含量较高，为0.016—0.026%；Cl含量小于0.01%；K含量1.86—3.22%。结合各种沉积标志来看，风暴岩属海盆沉积，水深在50—200m之间。越往剖面上部，海水逐渐变浅。块状层是巨大风暴期的产物，形成角砾大小混杂的快速堆积，韵律层为次级风暴浪和正常天气交互沉积的结果。

每次风暴的大小和周期，学者们正在不断探索之中。例如，H·罗伯特和Jr·多特，根据寒武系的古风暴沉积中有直径达1.5m的石英岩砾石，推测当时的巨浪应高达6—8m。风暴的周期由于风暴大小的不同、地区的差异，估计起来也很不一致。Ager (1973) 认为在墨西哥湾的任何地方，飓风每3000年发生一次的可能性为95%，Brenchley等人(1979)根据奥陶系风暴沉积假定风暴周期为10000—15000年。本区如按八次一级风暴计算，约需10万年左右。次级风暴按每百年一次来估计，那么本区二级风暴所形成的韵律层，每一韵律层平均以3cm计，每米约有34个韵律，共需3400年。所以每个一级韵律应有3—4m的韵律层，即100个至150个二级韵律，约合10000—15000年。这一计算符合Brenchley等人的假定，也符合本区情况。

蒙陈国达、区元任两位教授审阅，并提出宝贵意见，特此致谢。文中附图由罗玉秀同志清绘，特此致谢。

收稿日期 1987年9月21日

#### 参 考 文 献

- (1) 刘宝璋等，1986，地质学报，60卷，1期，55—67页。
- (2) 孟祥化等，1986，沉积学报，4卷，2期，1—18页。
- (3) 关尹文，1979，地质与勘探，2期，36—40页。
- (4) Dott, R.H.Jr., and Joanne Bourgeois, 1982, Geological Society of America Bulletin, Vol.93, No.8, p.663—680.
- (5) Markello, J.R., and Read, J.F., 1981, Sedimentology, Vol.28, No.4, p.573—597.

# THE CHARACTERISTIC OF PRECAMBRIAN CLASTIC TEMPESTITES IN MADIYI FORMATION IN BANBIANSHAN TAOJIANG, HUNAN

Guan Yinwen Fan Faming

(Department of Geology, Central South University of Technology)

## Abstract

Recently, carbonate tempestites have been discovered in some places of China. This paper will report terrigenous clastic tempestites.

Sedimentary structures of the Precambrian terrigenous tempestites in Banbianshan, Taojiang are very clear. They are characterized by hummocky cross-stratification, differential stratification, rhythmic stratification and special bedding plane structure. Eight grade A rhythms that consist of massive beds and rhythmite may be divided in the section. The massive beds which are more than 2 meters thick at the most and 0.5 meters at the least consist of argillaceous siltstone. There are some breccias, sandstone and argillite with complicated curved shapes. The massive bed was formed during a heavy storm stage. Original sediments were eroded into different sizes by the storm flow then they were sedimented again.

The rhythmic beds may be subdivided into a lot of B grade rhythms which consist of sandstone and argillite. The grade B rhythms is less than 20 centimeters. There are evident eroded marks of under-water conditions between two rhythms. The rhythmite is the result of alternate sedimentation during lighter storm weather and fair weather stages.

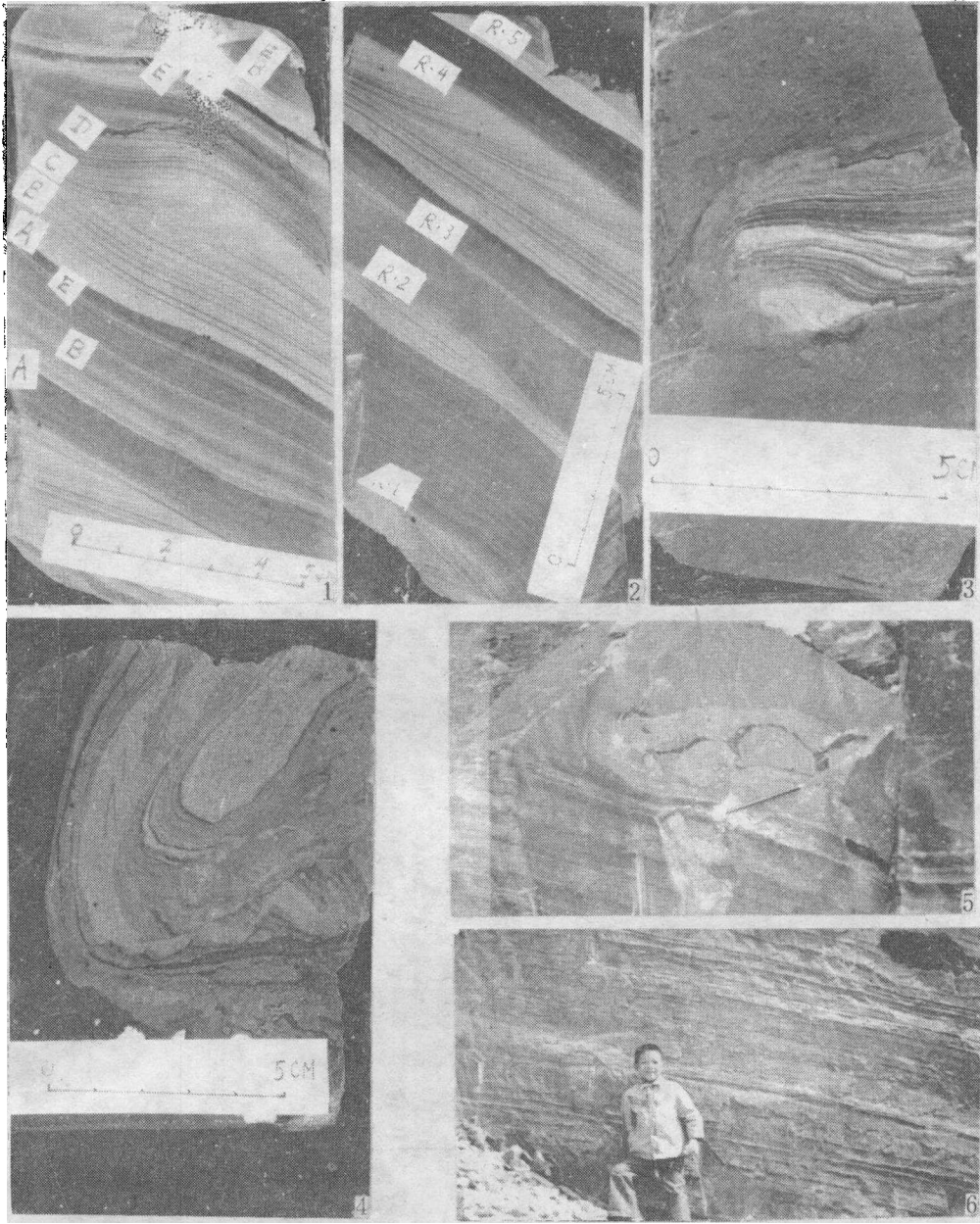
According to the sedimentary structures, from lower to upper, the eight A grade rhythms are subdivided into slope storm turbidity current, outer shelf storm, elastic flow and shelf storm elastic flow deposits.

1. The slope storm turbidity current deposit belongs to a low-density current one. It is characterized by convolute bedding and hummocky cross-stratification of landslide type, unstable rhythmic stratification, lighter bottom erosion marks and by changeable factors in vertical sequence.

2. The outer-shelf storm elastic flow deposit belongs to a distal tempestite. Hummocky cross-stratifications in it are commoner and erosion marks between the rhythms are clear.

3. The shelf elastic flow deposit belongs to a proximal tempestite. It is characterized by very common gutter casts with 16 cm high at the most on the bottom surface, large ripple marks on the top surface, differential stratifications and hummocky cross-stratifications are when developed.

In addition, some penecontemporaneous structures such as convolute bedding, flame structure, primary fault and contemporaneous breccias are common in the tempestites, although they are not typical of tempestite.



1.斜坡带风暴浊流韵律层。 2.外陆棚风暴碎屑流韵律层。 3.和 4 为块状层中之角砾。  
5.韵律层之上块状层及其中的角砾。 6.斜坡带风暴浊流韵律层。