

元古界会理群凤山营组风暴流沉积特征

焦凤辰

(四川省地矿局攀西地质大队)

四川省会理县洪川桥地区,是会理群凤山营组广泛分布地区之一,出露面积达百余平方公里。在洪川桥凤山营组剖面的上部(洪剖 119 层—108 层),发育一套约 845m 厚的风暴流沉积。现将其特征及形成机制作一初步分析,以供参考。

一、岩性特征

风暴流沉积物,主要为灰—深灰色粉砂质粉屑灰岩和部分泥质灰岩。有时两者呈薄的互层出现。一般层厚几毫米到几厘米,沿走向在数十厘米或几米内尖灭,形成一个个薄的透镜层(图 1—a),岩层则由这些薄透镜层重叠组合而成。

镜下观察,粉砂质粉屑灰岩由方解石、石英、白云石组成,并含少量的白云母及斜长石。其中方解石占 70%,石英占 20%,白云石占 8%,白云母约占 1%,斜长石约占 0.5%。石英、白云母及斜长石为陆屑物;方解石和白云石属盆屑。所有颗粒均有规律的定向排列,其长轴方向平行于层面,颗粒直径一般在 4ϕ — 6ϕ ,以 5ϕ 者居多,占到 60%。石英和方解石都呈次棱角状。镜下还能见到 1—4mm 厚的粒级层,粗粒部分石英含量增多,个别样品高达 40%,细粒部分云母片也相对增加。

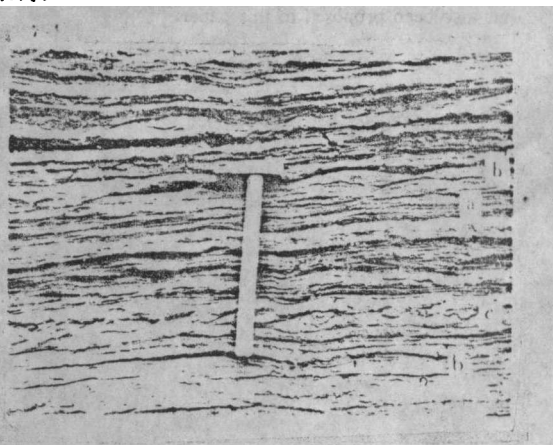


图 1 风暴流沉积物的沉积构造

a. 平行层理; b. 丘状交错层理; c. 旋卷构造。

Fig. 1. Sedimentary structures in storm current deposits.

a=parallel lamination; b=hummocky

cross-stratification; c=convolute structure.

二、沉积构造特征

常见的沉积构造有平行层理、浪成交错层理或丘状交错层理、风暴浪波痕及旋卷构造等,偶见粒序层理。现将几种主要构造描述如下:

1. 风暴浪波痕

偶尔可见。图2-a为保存较好的波痕的横断面。波痕由粉砂质粉屑灰岩构成。经测量波长(L)为9cm左右(其中 L_1 约7cm, L_2 约2cm),波峰高(H)约1cm(如图3)。波痕指数RI为9,不对称指数RSI等于3.5。这两个指数都大于一般的浪成指数,再加上沙纹倾角小于安息角(30°),足以说明它是风暴力作用下,较高流速的产物。从沙波被垂向加积的滞留层(图2-b)埋藏,并完好地保存下来的现象看,它似乎是风暴流退潮时,低流态下形成的。根据不对称波痕的产状方位,大体可判断“岸区”在洪川桥的东方,“海区”则在其西方。换句话说,东方水浅,西方水深。这恰好与会东地区凤山营组出现台地型含藻白云岩相吻合。

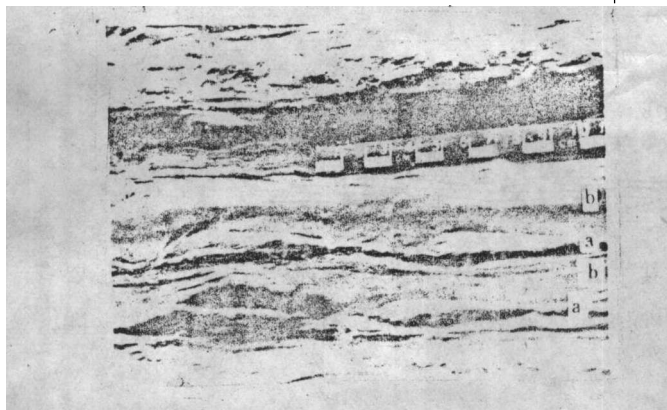


图2 风暴流沉积物的沉积构造

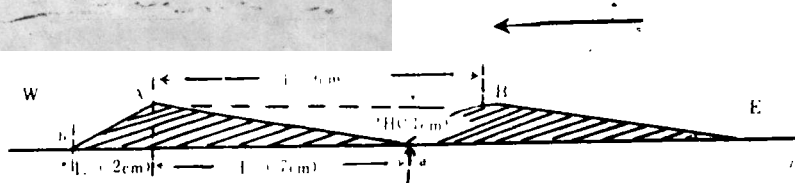
a. 沙波; b. 滞留层

Fig. 2. Sedimentary structures in storm current deposits.

a=sand wave; b=lag bed.

图3 风暴浪波痕横断面图及其要素

Fig. 3. Cross-section and key elements in storm wave ripples.



2. 旋卷构造

由粉砂质灰岩组成。其横断面一般高2.5cm,宽5cm,撒开一端向东方,旋卷一端向西方,撒口向上方(见图4)。这种旋卷构造,以10—15cm的等间距(这种间距,与风暴浪形成的波痕的波长相比,略大些),一个个地分布在由泥灰岩构成的滞留层顶部,并都嵌入滞留层中,成层状分布(图1-c)。

从旋卷构造具有一致的旋卷方向、与波长相似的间距和共同出现于滞留层顶部等特点分析,其形成时间,可能在风暴流高潮期(涨潮期)。高潮期时,风暴流底部具有浪距的风暴旋涡流作用于前次风暴流末期形成的滞留层顶面,涡流将滞留层顶部未成岩的灰泥重新卷动,并掺入所携带的粉砂,随着涡流旋卷半径的迅速变小,能量也随之耗尽,最后停息下来,形成带沙纹的旋卷构造,被后来的沉积复盖保护起来,成为今天所看到的成层状分布的一个个旋卷构。其形成机理做如下(图5)设想。

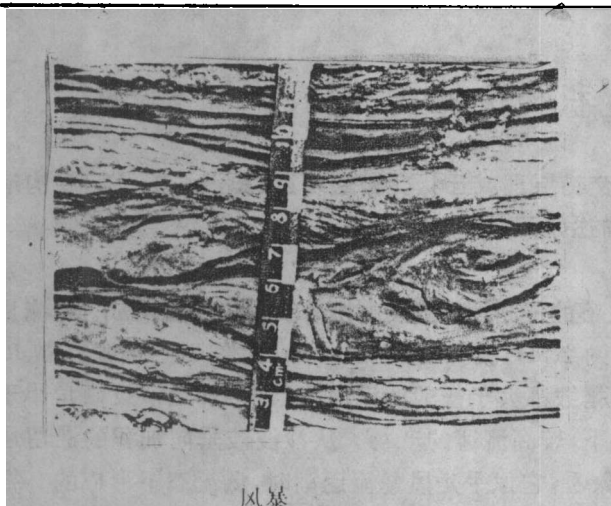
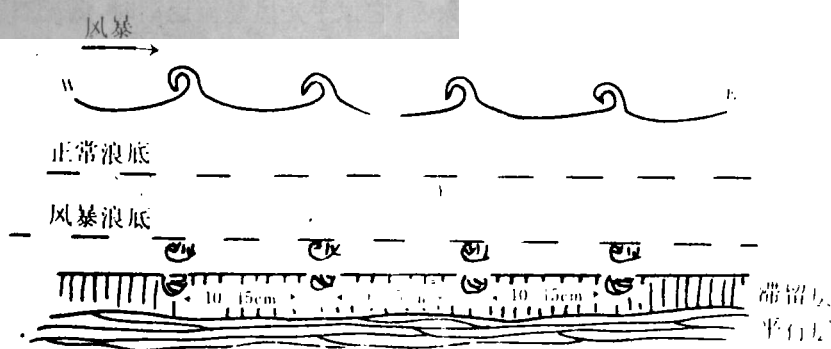


图4 风暴流沉积的旋卷构造

Fig. 4. Convolute structure in storm current deposits.

图5 旋卷构造形成机理假想图

Fig. 5. The hypothetical mechanism for the formation of convolute structure.



旋卷构造在剖面上并不常见,说明其生成环境和条件较为特殊,除了风暴浪外,还要有合适的深度和位置。从岩石呈深灰色和含星点状黄铁矿这些情况看,应属还原环境,其深度可能在氧化界面附近(—200m?)。

3. 丘状交错层理

丘状体由含粉砂的粉屑灰岩构成。一般宽 30—35cm,高 3—4cm(图 1—b)。沙纹倾角多数小于安息角(30°),沙纹由石英颗粒定向排列组成,它是风暴流高流速时的沉积。

4. 平行层理

这种层理在剖面中所占比例最大。岩性为粉砂质粉屑灰岩。单层厚从零点几毫米到几毫米,长度一般是几十厘米到几米。实际上是一系列的微薄层状透镜体构成(图 1—a)。属于风暴流高流速状态下的沉积。

三、垂向层序特征

从洪川桥剖面上看,风暴流沉积的垂向层序,最常见的是平行层段及丘状交错层段的组合,另外,平行层段与浪成沙波及滞留层段也时有所见,唯独粒序层段及底面侵蚀构造少见。尚未见到最典型完整的风暴流垂向层序。平行层段一般厚几毫米到几厘米,丘状交错层段厚几厘米到十余厘米,滞留层段显得层系最厚,单层常达数厘米。

根据上述风暴流沉积的垂向层序组合及岩性特征,与标准风暴流垂向层序相对比,洪川桥一带凤山营组的风暴流沉积,属于深水陆棚风暴浪基面附近的远源沉积。

四、与风暴流沉积相伴的其他沉积

1. 等深积流沉积

其层位在风暴流沉积之前,最标准的为剖面的 36—37 层,厚 65m。岩性为灰色绢云板岩及粉屑灰岩,岩层都呈薄层(2—3cm)板状,层面平整,单层稳定,延伸很远。

2. 碳酸盐复理石沉积

主要见于剖面的 1—35 层,由灰—深灰色泥晶灰岩及粉屑灰岩互层组成,间夹少量角砾状(或竹叶状)灰岩(有的称其为野复理石)。粉屑灰岩显粒级韵律,总厚 1300 多米。前者为远基的浊流沉积,后者为碎屑流或液化流沉积,属于斜坡—槽盆相。

3. 陆棚碳酸盐沉积

位于风暴流沉积层之上,即剖面的 107—106 层,岩性为灰色薄层状泥质或粉砂质灰岩,偶见小型交错层理,靠顶部泥质增多,并见灰白色变石英砂岩夹层。此砂岩以悬浮级颗粒为主,间有少量跳跃级颗粒,具较高的成分成熟度,但结构成熟度较低。

五、风暴流的沉积模式

沉积于深水陆棚环境中的风暴流碳酸盐,大部分是从浅水台地经重力流搬运至陆棚区再沉积而成,属异地型碳酸盐。

陆棚上的风暴流沉积,主要产生于正常浪底与风暴浪底之间,被风暴流水体复盖的区域。根据剖面上各层序叠置关系,并参考密度流水动力条件的变化规律,其理想层序,由台地向槽盆,应当依次为粒序层→平行层→丘状交错层→滞留层,到槽盆区则发展演变为远源浊流沉积,如图 6 所示。会理县的洪川桥地区,凤山营期地处陆棚靠槽盆一侧,为远基风暴流沉积,故其垂向层序多由平行层与丘状交错层及少量滞留层组成,少见粒序层。一些沉积层段的缺失,少量可能是原始的沉积缺失,很大部分可能是沉积后又被冲刷而缺失。

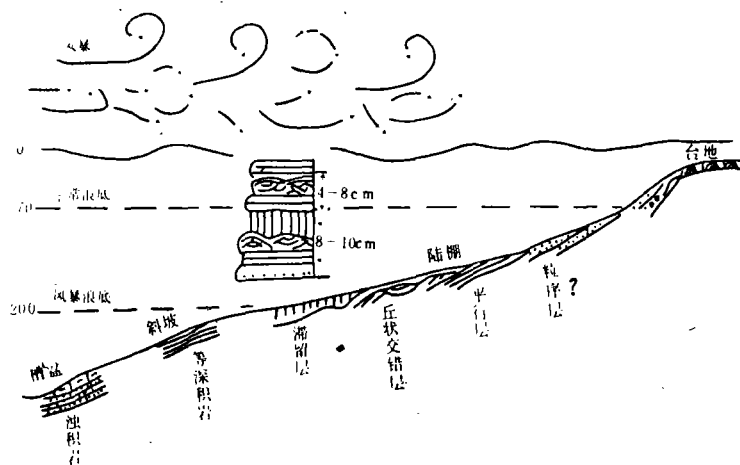


图 6 风暴流沉积模式理想图

Fig. 6. An idealized model for storm current deposits.

The Characteristics of Storm Current Deposits in the Proterozoic Fengshanying Formation, Huili Group, Sichuan

Jiao Fengchen

(Panxi Geological Party, Sichuan Bureau of Geology and Mineral Resources)

Abstract

A suite of storm current deposits with a thickness of 845 m is developed in the upper part of the Proterozoic Fengshanying Formation in the Hongchuanqiao area, Huili County, Sichuan Province. These tempestite beds comprise the overlapping lenticular layers composed mainly of grey and dark grey silty calcisiltites, locally of argillaceous limestones.

The common sedimentary structures include parallel lamination, wave ripple cross-lamination of hummocky cross-stratification, storm wave ripples and convolute structure, etc.

The vertical sequences of the storm current deposits in the Hongchuanqiao section consist generally of the association of parallel beds and hummocky cross beds, occasionally of the association of parallel beds, wave ripples and lag beds. Graded beds and sole erosion structure, however, are rare. It follows that the storm current deposits should be the distal deposits near the storm wave base on clear-water shelf.