

# 四川峨眉晚侏罗世湖泊沉积中 震积岩的发现及其意义<sup>①</sup>

吴贤涛 尹国勋

(焦作矿业学院化石燃料研究所)

**提要** 四川峨眉川主乡上侏罗统的震积岩由微型断裂层、微型褶皱层、碎块层、均一层组成,总厚0.69m。上覆和下伏地层皆为受地震影响的、水平层理保存完好的未震动层。上述自下而上的震积岩层序特征,反映了地震震波对水和沉积界面以下的沉积物因压实作用不同和变形能力差异而形成的不同沉积构造。

**关键词** 震积岩 微型递变断裂 微型褶皱 碎块层 均一层 遂宁组

**第一作者简介** 吴贤涛 教授 55岁 古生物与古生态学、事件沉积学

## 前 言

研究地震对沉积物的影响,始于P.J.Barrett(1966)对阿拉斯加1964年大地震在该州威廉王子海峡浅水区沉积物的观察。1969年,A.Seilacher在地史时期和现代地震活动都极频繁的美国加州地区作了调查,认为那里中新世具有递变断裂特征的蒙特里页岩是由于著名的圣安德列斯断层活动发生地震而引起的,并首先提出震积岩(Seismites)一名。此后,地震活动作为沉积过程中的一种动力,逐渐引起重视。1973年,J.D.Sims记录了加州范诺曼水库因受1971年里氏6.5级地震影响的沉积物变形特征。1984年,A.Seilacher在对比了现代和古代震积成因的沉积物之后,提出了微褶纹理、断裂递变层、汤层(Sonp Zone)或称均一层(homogeneied bed)作为沉积物震积成因的标志性沉积构造。从而为事件沉积学中因地震事件而产生的震积沉积物的研究奠定了基础<sup>②</sup>。

我国无论在地史时期和现代都是地震活动剧烈而频繁的国家,因此研究和识别震积岩具有良好的地质条件。震积岩的研究,不仅可以提供古斜坡和示底构造的信息,同时还可作为古地震计(Paleo-seismgrams)来了解古代地震的分布及其强度,因而在环境分析和盆地分析中、在地体研究中都具有重要意义。

## 一、沉积地质背景

川西震积岩见于峨眉县川主乡梧桐村旁公路北侧的上侏罗统遂宁组中上部。这里遂宁组

<sup>①</sup>本文系国家自然科学基金项目,编号4840053

<sup>②</sup>吴贤涛,1987,事件沉积学讲义(焦作矿业学院研究生教材)

厚 307m, 主要由棕红色泥岩、砂质泥岩和粉砂岩组成, 与下伏沙溪庙组和上覆蓬莱镇组整合接触 (图 1, 2)

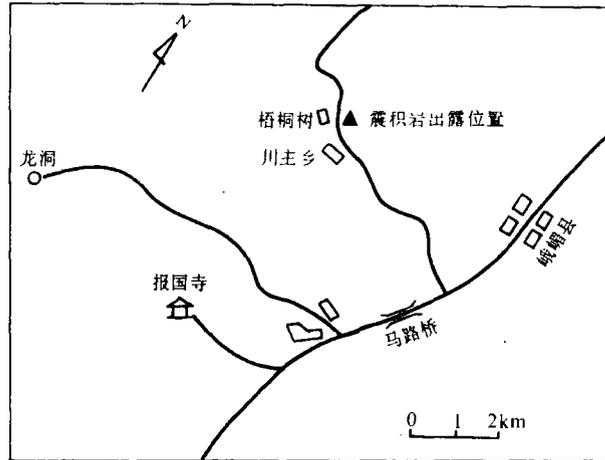
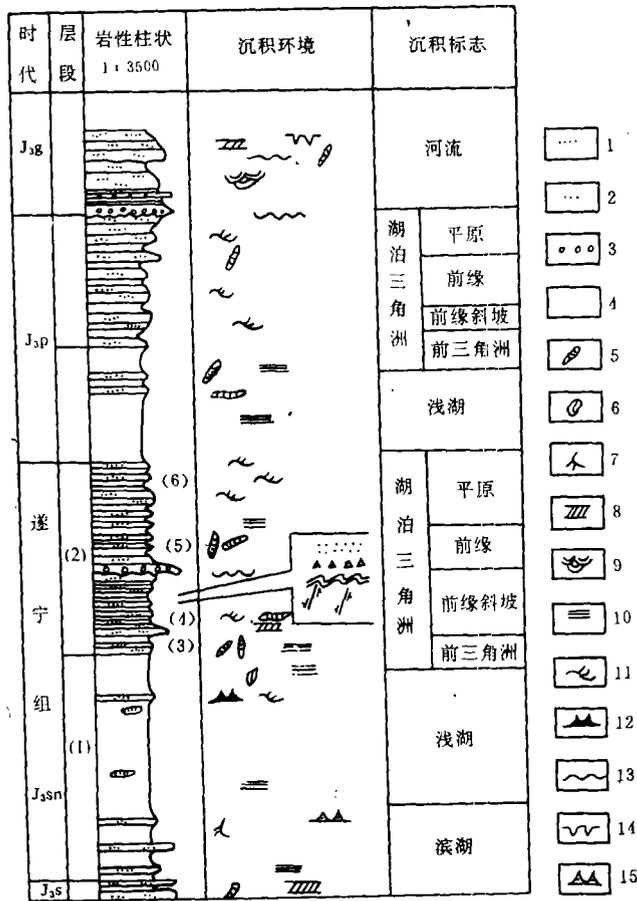


图 1 遂宁组震积岩出露位置

Fig.1 The outcrop position and seismites in Suining formation

遂宁组下部 (第一段) 以棕红色泥岩和粉砂质泥岩为主, 夹薄层状 (或毯状) 粉砂岩。泥岩和粉砂岩中含大量介形虫, 其中以 *Darwinia* (达尔文介) 和 *Lycocypris* (狼星介) 为主, 局部发育水平层理及水平纹理。毯状粉砂岩中发育小型砂纹层理, 局部发育火焰构造, 层面具直脊小型对称波痕。上述生物及共生的沉积构造指示该段为浅湖沉积。

遂宁组中下部 (第二段) 由 (3)、(4)、(5)、(6) 四层段组成, 呈向上变粗的湖泊三角洲沉积序列。(3) 为棕红色泥岩、粉砂质泥岩, 夹粉砂岩透镜体, 发育水平层理, 顶部具垂直或倾斜的管状生物潜穴及生物扰动构造, 笔者解释为前三角洲沉积。(4) 为棕红色泥岩、粉砂质泥岩与棕红或青灰色粉砂岩互层, 底部为灰色细粒砂岩, 发育板状交错层理。薄层粉砂岩中具小型板状交错层理、沙纹层理, 泥岩中具水平层理和水平潜穴。相信其属三角洲前缘斜坡沉积。本文研究的震积岩即发育于此层段 (图 2)。



1.粉砂岩 2.细砂岩 3.砾岩 4.泥岩、砂质泥岩 5.生物潜穴 6.介形虫 7.根化石 8.板状交错层理 9.槽状交错层理 10.水平层理 11.砂纹层理 12.火焰构造 14.泥裂 15.浪成波痕

图 2 川主剖面遂宁组沉积序列

Fig. 2 The sedimentary sequence of Suining formation in Chuanzhu section

## 二、震积岩的层序及其鉴别特征

峨眉川主乡的震积岩横剖面长 280m，宽 0.94m，因邻近河流久经冲刷而清晰可辨（图版 I，1）。震积岩层序有五个层，自下而上依次为：

### 1.未震动层

为棕红色泥质粉砂岩，厚 6—27cm，水平层理及小型沙纹层理保存完好，说明未受震动影响（图 3-a）。

### 2.微型断裂层

为青灰色粉砂岩，厚 9—23cm。在剖面长仅 2.8m 的范围内，可见三个小断裂，均为上盘下降、下盘上升的正断层。如图 3 所示，F<sub>1</sub> 断裂带宽 52cm，附近具有大量棕红色泥质粉

砂岩岩块，落差 25cm。底部具较园滑低缓凹面，轻微切割下伏的未震动层。F<sub>1</sub> 断层上盘强烈褶皱，下盘呈撕裂状，两盘均消失在下伏的未震动层和上覆的碎块层。在 F<sub>1</sub> 断层右侧，尚有落差分别为 7cm(F<sub>2</sub>)和 3cm(F<sub>3</sub>)的微型断裂（图 4-1b，图版 I，2），它们向下均未穿过未震动层，向上在微型褶皱层中消失。

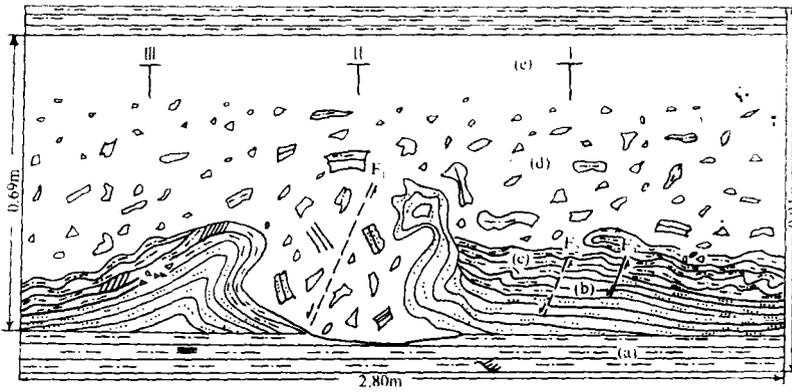


图 3 川主遂宁组震积岩横剖面图

Fig. 3 Closed section of suggested seismites in Suining formation

3. 微型褶皱层 (图版 II-1, c)

此层厚 6—27cm，强烈褶曲，剖面左侧（图 3）有一斜卧褶曲，高 2—27cm，长 5—30cm。本层在微型断裂附近具强烈牵引，甚至发生翻卷。在本层中部和上部褶曲的转折端，有断开现象，并出现碎块。本层的上部，可完全封盖在微型断裂层之上（图 4-I）。

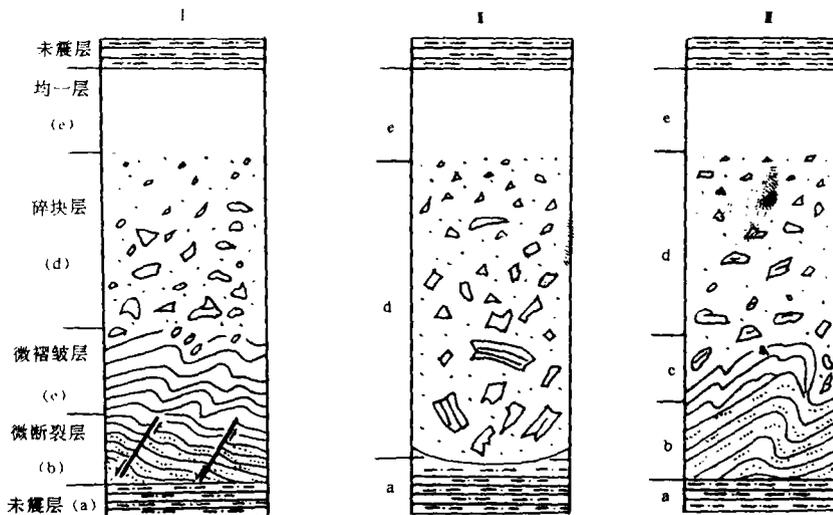


图 4 震积岩的三种沉积序列

Fig. 4 Sketch map showing varies sequences of seismites in Suining formation

#### 4. 碎块层

层厚 16—28cm，碎块多为棕红色泥质粉砂岩岩块，少量为青灰色粉砂岩岩块。岩块中可见被变曲的层理。碎块的形态以棱角状和次棱角状为主，还有三角形、多边形、四边形、竹叶状等，少量为椭圆形。小者如芝麻，大者 1.3×6cm，大小混杂。这些碎块在地震过程中只遭到破碎而未被液化，并以不同方向向上略具正向递变，接近液化均一层逐渐消失（图 4-II d., 图版 II, 2）。

#### 5. 均一层

厚 22cm，为棕约色粉砂质泥岩，结构均一，无层理或纹理等沉积构造，与上覆地层渐变过渡（图 4-III e）。

沉积层因地震活动产生的变形与滑塌作用产生的变形易于混淆，但据 G. Einsele 意见，二者有两点主要区别，一是前者具液化的均一层而后者无；二是后者具基底滑动面而前者无。其中液化的均一层是目前公认的震积岩识别标志之一，它是水和沉积物界面以下的沉积物，因地震而晃动使沉积物稀释液化，破坏了原生层理而呈均匀结构的结果。地震活动之后，水体恢复正常沉积，原生层理又复出现，此即为震积岩层序上覆的未震动层。本区的均一层及上覆的未震动层在剖面上保存完好，清晰可见。

除均一层之外，震积岩的第二个重要识别标志是微型断裂递变层，这是种断距很小仅数或十数厘米的断裂。由于不同时代沉积物的压实作用程度不同，其变形能力会随时间和上覆载荷的增加而急剧减小（Seilacher, 1984）。因而受地震影响时，其断距往往向下逐渐增加，形成了反映压实作用梯度变化的变形形式，并在数十厘米范围内即消失，进入未震动层。化石震积岩的实例是 A. Seilacher 研究过的美国加里福尼亚中新世蒙特里页岩中的震积岩。那里震积岩的特征性层序（自上而下）即未震动层、均一层、碎块层、微型断裂递变层，与本区的震积岩层序类似，唯一差别是加州中新世的震积岩微型断裂层上部微型褶皱层不发育（但可见牵引褶曲），而峨眉的震积岩微型褶皱层发育（但在褶曲转折端可见断开现象），尤其是斜卧褶曲的存在不仅可和约旦河谷更新世的里散泥灰岩震积岩中的微型褶曲相像，且和 J.P. Sims 观察过的加州圣费尔南多（San Fernando）范诺曼（Van Norman）水库因地震坝毁后水库内现代沉积物受震动而产生的斜卧褶曲雷同。

至于碎块层，则是震积岩又一类重要沉积构造，它介于均一层和微形变层之间。其形成机制可能与其沉积物固结程度低，在受到地震波冲击后被抖动碎裂并掀起进入上覆的因摇晃而液化并呈均一状态的均一导。

由上可知，震积岩在垂向上具有一套特有的层序特征，在侧向上无明显位移，这些都与滑塌作用（也可由地震引起）而形成的滑塌岩有明显区别，但是可把地震活动形成的微型断裂递变层看成是滑塌作用的胚胎期，即在地震活动过后，沉积物遭受震动的影响而变形，只是尚未发展成滑塌罢了。

由现代地震事件形成的沉积层，最好的实例来自湖泊（Sims, 1983, 1975, 1973）和深海盆地（Kastens and cita, 1981）等静水环境。本文记录的峨眉川主晚侏罗世震积层则发育于湖泊三角洲前缘斜坡环境，我国另一处晚侏罗世震积岩<sup>①</sup>亦形成于湖泊环境。相比之下，浅海环境下的震积岩保存机会较少，因为那里经常出现的风暴易于把稀有的地震活动留下的

<sup>①</sup>吴贤涛，范春滋，1989，阜新上侏罗统沙海组中的震积岩，待刊稿。

记录破坏掉。

### 三、意义和结论

近年来事件地层学的急速发展,使人们相信,稀有的、短暂的灾难性事件形成的地层记录要比“正常天气”条件下形成的地层记录更重要(Ager, 1981, Sott, 1983)。五十年代识别出的浊流沉积、七十年代认识到的风暴成因的风暴岩及因洪水产生的洪积岩等,都与快速高能事件有关,它反映了沉积进程中波浪作用较之水流作用更为重要。因此,首先是地震活动作为一种高能快速事件来说,研究其对沉积物的影响变形、石化成岩的机制,其本身无疑具有理论和实际意义(吴贤涛, 1986)。其次,递变断裂作为示底构造,在构造复杂地区,可帮助识别层序的上下,而斜卧褶曲的轴向,则可指示古斜坡方向,应用于环境分析和盆地分析。最后,震积岩发育的剖面点,其连结线有邻近并平行断裂带的现象(如阜新上侏罗统沙海组中的三处震积岩),因而它对于了解古构造,了解古地震与构造盆地下沉及沉积速率的关系,进而了解古地震强度都有十分明显的潜在作用。

工作中得到胡斌讲师和王冠忠、张国成、潘丽敏诸同志的协助,在此谨此表谢忱。

收稿日期: 1990年4月21日

### 参 考 文 献

- (1) 吴贤涛, 1986. 痕迹学入门, 煤炭工业出版社
- (2) Ager, D.V., 1981. The Nature of the Stratigraphical Record. Macmillan, London. p.122.
- (3) Barrett, P.J., 1966. J. Sediment. Petrol., V.36 N.4: p.5-23
- (4) Dott Jr., R.H., 1983. J. Sediment. Petrol., V.53 p.5-23
- (5) Seilacher, A., 1969. Sedimentology, V.13 p.155-159.
- (6) Seilacher, A., 1984. Marine Geology, V.55 p.1-12
- (7) Seilacher, A., 1973. Science, N.182 p.161-163

## Features and Significance of Seismites From Upper Jurassic Lacustrine Deposites of Emei, Sichuan

Wu Xiantao      Yin Guoxun

(Institute of Fossil Fuels, Jiaozuo Mining College)

### Abstract

The rapidly development of event stratigraphy in the past decades strengthen the concept that the stratigraphical record is coined by rare and short-term catastrophic events rather than by "fair weather" conditions. The authors focus on a kind of high-energy events and their geological records, i.e., the seismic deposits or more correctly specifical sedimentary structures caused by earthquake.

Here is an example in the Upper Jurassic non-marine deposits from Emei County, Sichuan Province in which five sedimentary horizons with characteristic sedimentary structures are well developed and are thought to have been produced by seismic events. They are from the bottom to top:

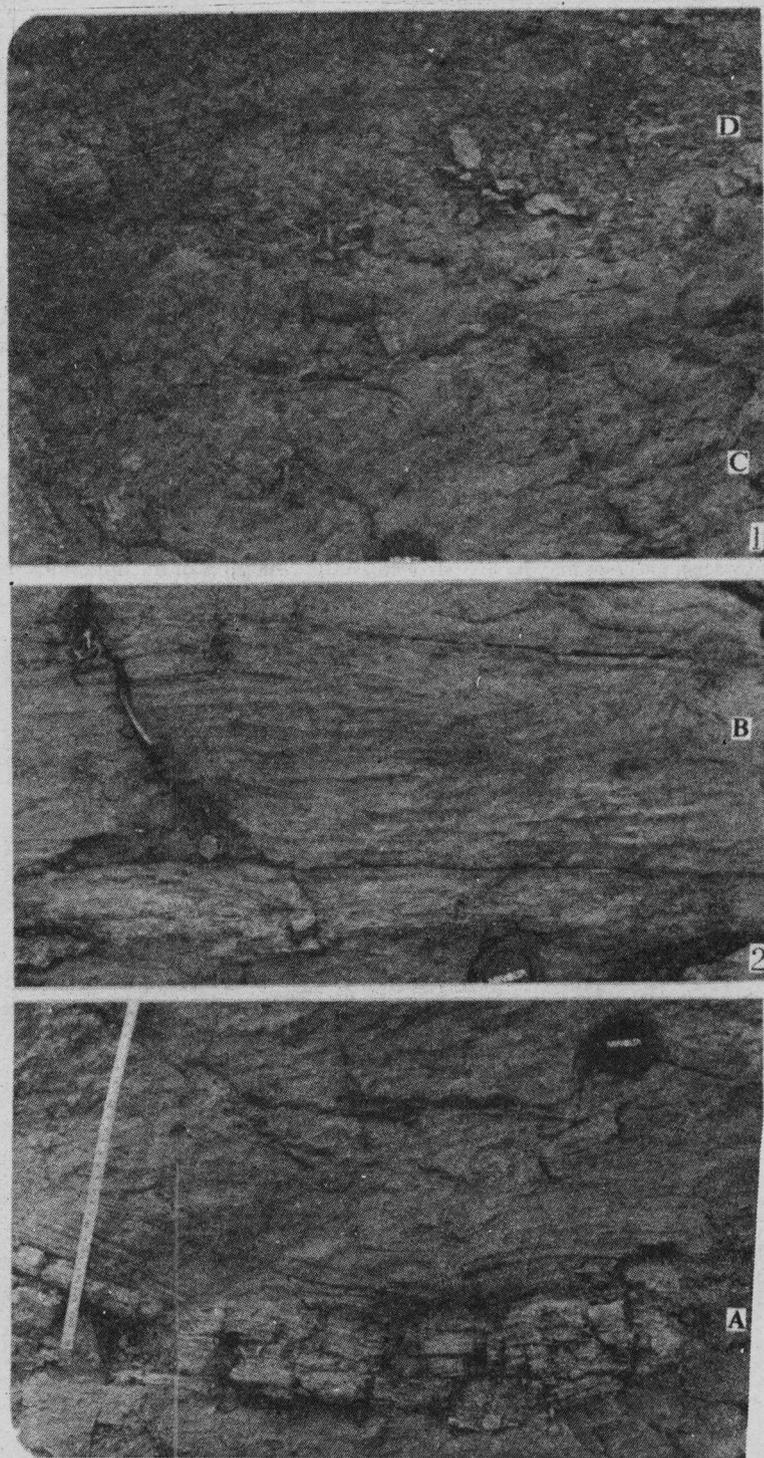
1. undisturbed bed: lamination is left undeformed, while microfaults may be present in the beds at a distance of a few centimeters.

2. microfault bed: three microfaults can be recognized in the section of 2.8 meter long and they are all normal fault, the thickness of this bed is about 15–30cm.

3. pleated bed: 6–27 cm thick folded lamination is quite clear in this horizon and a recumbent fold can be seen at the left side of the section.

4. rubble bed: it is characterised by smaller fragments of the original sediments which were broken to pieces by earthquake shock and separated in the soupy matrix with varying orientations. The thickness of this bed is 16–28cm.

5. homogenized (soupy) bed: there are no laminations in this uppermost bed. It implies that a kind of liquefaction caused by seismic shock may have destroyed all the structures of the uppermost layer.



1.C为碎块层。碎块颜色与围岩一致，呈次棱角状、次园状。D为液化均一层。2.B为微褶皱层。注意中上方一系列宽缓倾伏褶皱。3.A为微断裂层。注意左侧的两个小断裂，落差分别为7cm和3cm，不切穿下伏正常沉积层。