

文章编号: 1001-6112(1999)03-0219-06

湘西大庸上震旦统灯影组震裂角砾岩

郭建华, 王方平, 刘贵, 王正允, 高振中

(江汉石油学院, 湖北荆沙市 434100)

摘要: 湘西大庸上震旦统灯影组中碳酸盐岩震裂角砾岩垂向序列由 5 个层段组成, 自下而上分别为: 下伏未震层段、裂缝层段、微褶曲层段、角砾岩层段及上覆未震层段。一个垂向序列代表了一次地震灾变事件。与已有的标准序列比较, 缺乏液化均一层段, 这可能反映了固结程度较高的较刚性岩体的破裂机理。震裂角砾岩是一种较好的储集岩体, 以发生地震的断裂系统为中心, 组成向两侧储集岩体尖灭的岩性圈闭类型。

关键词: 震裂角砾岩; 震积岩; 序列; 储集层; 灯影组; 湘西大庸

中图分类号: TE122.2

文献标识码: A

地震是非常常见的灾变地质事件, 对于现代所发生地震, 人们可以通过仪器去测量其震级或能量; 对其所产生的地质作用也可以被直接或间接的观察。但是, 对于古代地震的研究, 地质学家仅只能依据地震作用所留下的“遗迹”来进行推测和分析。在石油地质研究中, 有意义的地震地质作用是对储集岩层的改造或形成新的储集岩类。Seilacher 最早提出了震积岩 (Seismites) 这一概念^[1], 并在进一步研究, 对比了现代和古代震积成因的沉积物之后, 建立了一个震积岩的标准垂向序列^[2]。之后, 不少学者相继研究了不同地区及不同时代地层中的震积岩, 并结合实验结果, 不断地修改和完善了震积岩的识别标准和垂向序列模式^[3,4]。但是, 这里所指的震积岩及其垂向序列模式主要是针对未经搬运的原地震积岩, 而巨浊积岩被认为是异地震积岩。笔者在对扬子台地东南缘震旦-奥陶系沉积相与储集条件研究时, 发现并确认了湘西大庸上震旦统灯影组中的具有重要油气储集意义的原地震积岩。根据其特点, 本文称之为震裂角砾岩。

1 地质背景

发现上震旦统灯影组中含震裂角砾岩层的地质

剖面有 3 条, 分别是王家寨剖面、泉水坑剖面及三岔村剖面 (图 1)。

在灯影期, 该区属碳酸盐台地边缘高能带, 往南依次为近东西向延伸的中扬子陆块东南缘斜坡带及盆地相。灯影组的岩性可划分为两段。下部灯一段主要为灰、浅灰色厚层-块状亮晶鲕粒硅质云岩与亮晶鲕粒灰岩, 夹薄-中层状细粉晶云岩。上部灯二段厚约 20m, 主要为厚-块状含鲕藻迭层云岩与亮晶鲕粒云岩。位于深水斜坡相带的四都坪剖面则主要为灰黑、中-薄层硅岩、含碳泥质硅岩。很显然, 研究区灯影期为碳酸盐岩台地边缘高能鲕粒滩相, 沉积物具有粒度粗、分选好、细粒物或充填物极少、亮晶胶结为主的特点。

2 震裂角砾岩的垂向序列及成因特征

2.1 垂向序列

震裂角砾岩位于灯二段中, 其中三岔村剖面有 4 层, 单层厚 3~6m, 累计厚度达 18m, 王家寨与泉水坑剖面均为两层。对岩石的破碎程度、构造特征等研究表明, 震裂角砾岩从下向上具有规律的垂向序列。可分为: 下伏未震层段、裂缝层段、微褶曲层段、角砾岩层段、上覆未震层段。

收稿日期: 1996-10-04

基金项目: “七五”国家科技攻关项目“中扬子台地东南缘震旦系至奥陶系重点层段斜坡带沉积相及成岩作用与储集条件关系研究”部分内容。

作者简介: 郭建华(1958-), 男, 教授, 主要从事沉积学与石油地质学教学与研究。

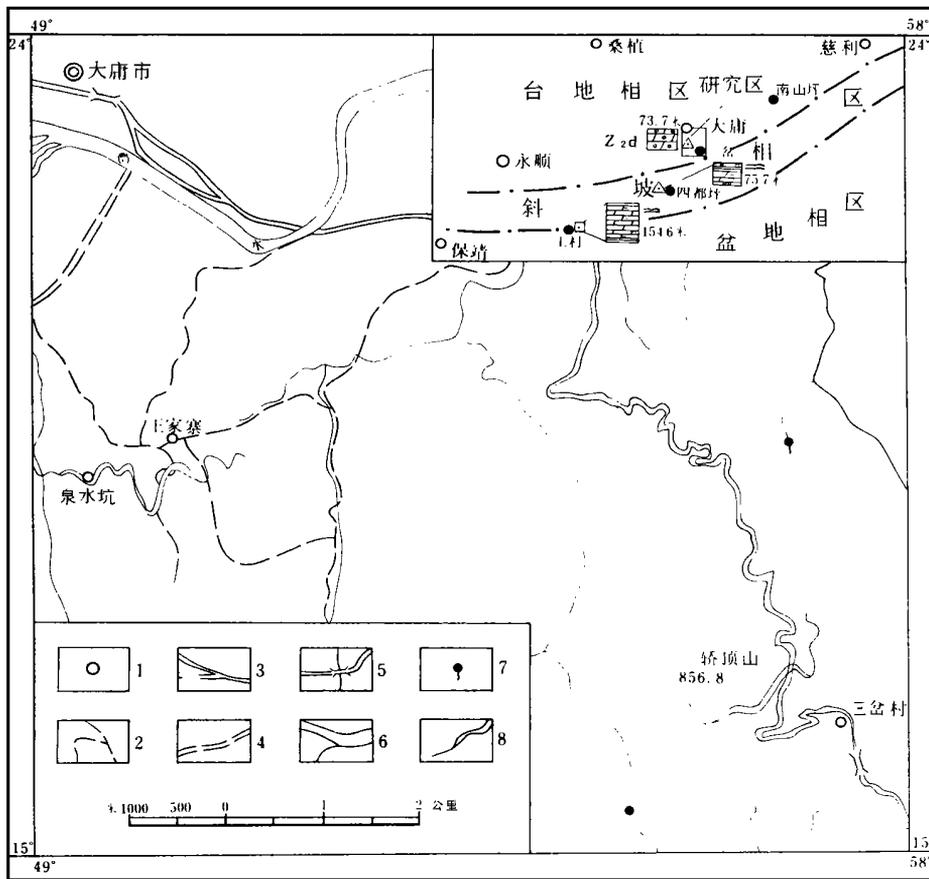


图 1 研究区位置与地质背景

1. 村镇; 2. 小路; 3. 公路; 4. 未完成公路; 5. 桥梁; 6. 河流; 7. 泉; 8. 震裂角砾岩出露界线
 (据中华人民共和国国家测绘总局, 1961)

Fig 1 Location and geologic setting of the study area

2. 1. 1 下伏未震层段

岩层未经任何震动干扰的痕迹, 原生构造保存良好。

2. 1. 2 裂缝层段

该层段厚约 0. 6~ 1. 5m, 露头剖面由于风化、溶蚀作用, 裂缝被溶蚀加宽。裂缝产状常直交于层理, 穿越上下不同岩层, 局部具有微小位移。裂缝密度最密可达 3~ 4 条/m (图版-1)。由上至下, 裂缝参差不齐的逐渐消失于下伏未震层段中。

2. 1. 3 微褶曲变形层段

在整个垂向序列剖面中, 微褶曲变形层段不稳定, 主要特征表现为岩层的弯曲。在王家寨, 泉水坑剖面处, 发育有高达 1m, 长 1. 8m 的褶曲。表现为不对称状斜卧形态, 转折端处有断开现象, 这些褶曲常与裂缝毗邻伴生。

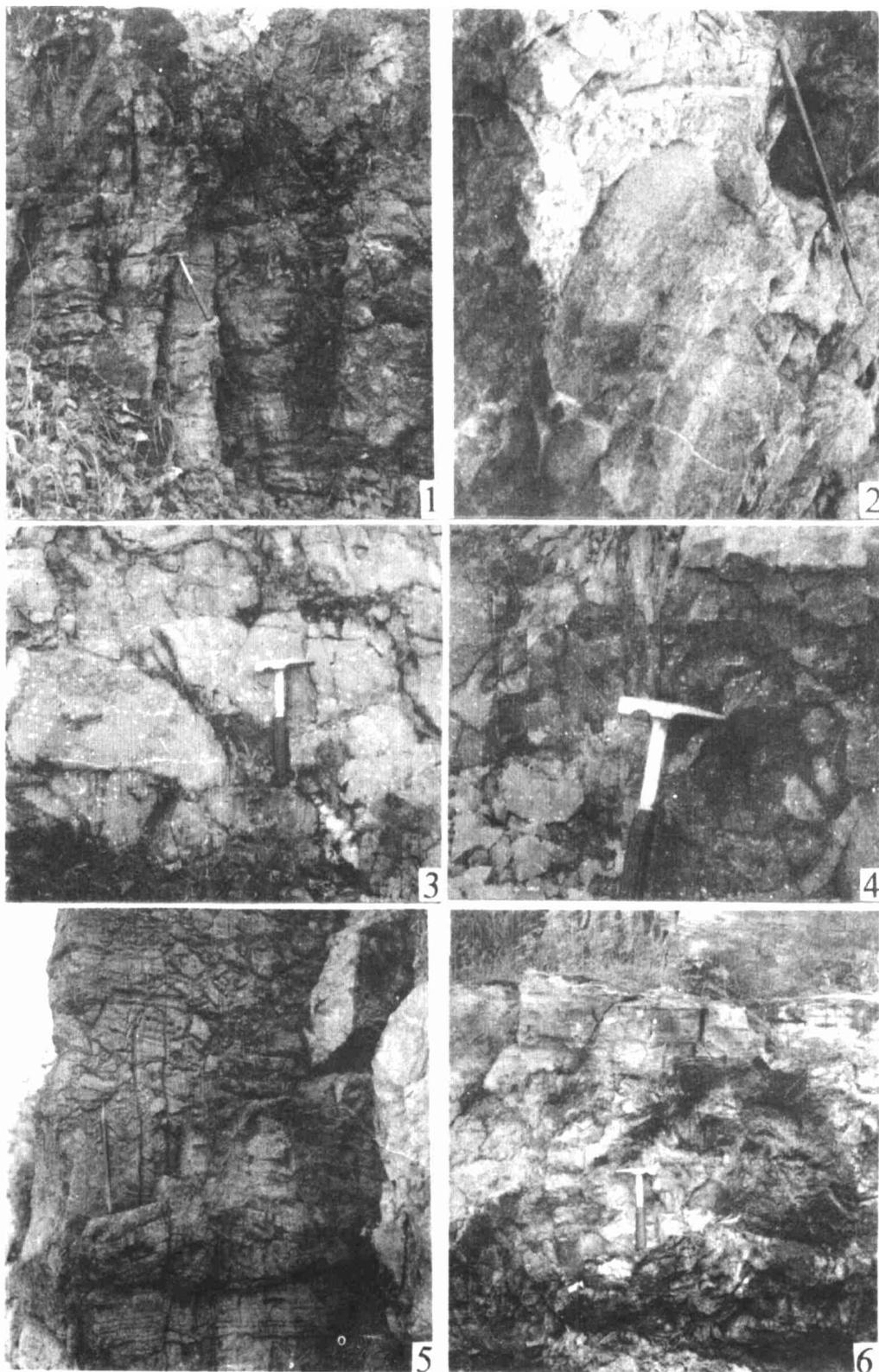
2. 1. 4 角砾岩层段

该层段是震裂角砾岩序列中的主体部分。单层厚度在三岔剖面序列中可达 4m, 分布具有一定的稳定性。角砾化程度自上而下有逐渐减弱的趋势。在上部, 破碎强烈, 角砾砾径较小, 从 0. 5~ 30cm 不等, 角砾棱角鲜明, 形态可呈三角形体状, 多边形体状, 四边形体状; 角砾杂乱排列, 砾石成份可出现由相邻岩层不同岩性的混杂 (图版-2)。下部角砾岩砾径较大, 最大可达 110cm, 但是角砾基本上未发生位移或倒转, 表现为按原岩层产状排列 (图版-3, 4), 角砾岩呈镶嵌状, 向下逐渐过渡到微褶曲层段或直接过渡为裂缝层段 (图版-5)。

2. 1. 5 上覆未震层段

该层段为正常的沉积岩层, 原生沉积构造未遭任何破坏, 尽管其中也发育有裂隙, 但这些裂隙在成

图版



1. 震裂角砾岩裂缝层段,王家寨剖面, Z_{2d} , 野外露头照片; 2. 角砾层段中杂乱堆积的砾石,王家寨剖面, Z_{2d} 野外露头照片; 3. 4. 角砾层段下部破碎程度较低,砾径大,位移小,三岔剖面, Z_{2d} , 野外露头照片; 5. 角砾层段与裂缝层段呈过渡关系,缺乏褶曲层段,王家寨剖面, Z_{2d} , 野外露头照片; 6. 角砾层段与上覆未震层段呈突变接触,界线清楚并可追踪,王家寨剖面, Z_{2d} , 野外露头照片.

因上很显然与震裂角砾岩层中的不同,属后期构造运动的产物,其横向上的密度也较小,这一层段与下伏角砾岩层段呈突变接触,界结截然可辨(图版-6)。

2.2 垂向序列的标准模式及成因解释

吴贤涛等研究过以碎屑岩沉积为主的地层中的震积岩,并建立了一个原地震积岩的垂向序列,从下而上依次为未震层、微断裂层、微褶皱层、碎块层、均一层及未震层的标准垂向序列^[3],乔秀夫等研究了碳酸盐软沉积层中地震液化序列^[4],与之比较,区内震裂角砾岩序列与吴贤涛所建立的碎屑岩震积岩序列具有更好的对比性(图 2)。在这个序列中,下部未震层对应于本文中的下伏未震层段,均代表了未受地震影响的岩层,微断裂层对应于裂缝层段。但是,微断裂层被解释为岩层受震裂液化之后在差异压实作用之下产生的变形形式,因此,这种微断裂层具有自上而下断距由小到大的断裂递变特点^[2,3]。区内裂缝层中的裂隙两侧未发现微小位移,没有出现断裂、递变现象。微型褶皱层、碎块层分别与本文中的微型褶曲层段和角砾层段相当。最为特殊的是,区内所观察到的震积岩序列缺失碎块层之上的液化均一层。但是,该层段是目前公认的震积岩识别的标志之一^[6,7,8,9],是强地震作用使水和沉积物界面之下的沉积物因晃动、振荡而沉积物稀释液化的结果^[4]。

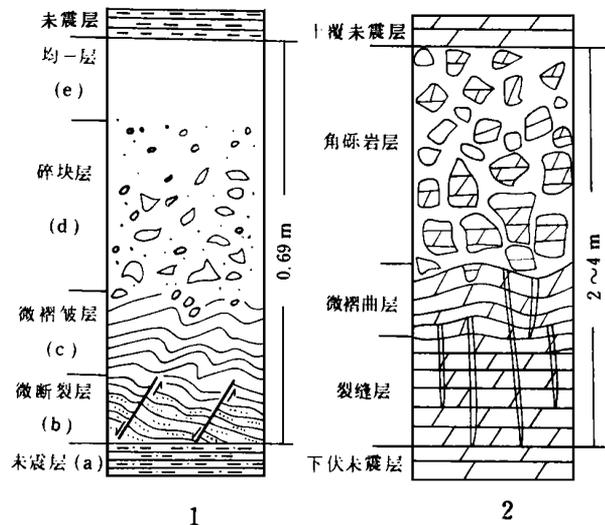


图 2 区内震裂角砾岩垂向序列与已有模式的对比
1. 碎屑岩震积岩序列; 2. 区内碳酸盐岩震裂角砾岩序列
Fig. 2 Comparison of shattered breccia's vertical succession in the area with the pattern available

两种序列的差异表明了前者是在未固结的富含孔隙水的软地层中的地震液化序列。而研究区内的

这种序列可能反映了沉积物粒度粗,海底碳酸盐胶结、硬化作用强烈,地震事件不易发生液化作用或液化作用微弱。尤其是液化作用最强烈的均一层段,它的形成与发育不仅与地震震级有关,而且还受沉积物粒级的控制^[9]。区内粒径粗大的鲕粒不利于这种均一层段的形成与发育。

综上所述,虽然区内的震裂角砾岩垂向序列与吴贤涛等建立的序列有相似之处,但是,区内这种序列趋向于固结、刚性岩体的震动、破裂成因。因此,这种序列的厚度通常也较大,并发育构造楔状体,液化均一层段缺乏。而吴贤涛等的序列则趋向于未固结软化层的震动、破裂、液化成因,其厚度较小,液化均一层段发育。

2.3 区内构造与地震

震裂角砾岩的成因归结于地震作用,研究区内灯影期的构造格局有利于地震的活动。在构造位置上,该区属扬子陆块的东南边缘,灯影期该边缘为被动型的大陆边缘^[10]。平行于该边缘走向的断裂构造体系非常发育。其中慈利-保靖断层是区内重要的断裂系统,被认为形成于雪峰运动,之后多期次重新活动。王家寨剖面位于该断层以南约 400m; 泉方坑剖面则位于该断层以南约 500m。而三岔剖面则位于另外两条次一级断裂的交汇处。很显然,它们均位于紧邻震源的地带,为地震成因解释提供了古构造依据。根据三岔剖面,王家寨剖面及泉水坑剖面的震裂角砾岩分布层段与出现频率,灯影期是该区地震活动的强烈时期,在仅约 20~30m 厚的剖面中,能留下形迹的就多达 4 次。

3 石油地质意义

在油气勘探领域中,古地震作用目前还没有引起足够的重视。但是,地震作用所形成的这类储层,以及特殊背景下的成岩作用、孔隙演化与烃类成熟、运移的配套性均表明震裂角砾岩是一类值得重视的勘探目的层,且区内震裂角砾岩中约 10% 的孔隙中充填有沥青质,表明了该类储层的重大石油地质意义。

3.1 成岩作用与孔隙演化特点

地震作用对岩石的破坏始于准同生期,因此,震裂角砾岩中的孔隙形成早,孔隙度高,所经历的成岩作用期次多,不同阶段对原有孔隙的改造与充填作用均不同。在此,择其主要的成岩作用分阶段简述

表1 震裂角砾岩某岩样阴极发光、电镜扫描孔隙类型与孔隙度统计

Table 1 Statistics of pore types and porosity from cathodoluminescence and scanning-electron microscopy for some rock sample in shattered breccia

孔隙类型	粒间孔	遮蔽孔	晶间孔	粒内孔	溶孔	溶洞	裂隙	总孔隙度
孔隙度/%	2	1	1.5	1	4	8	少量	18.5

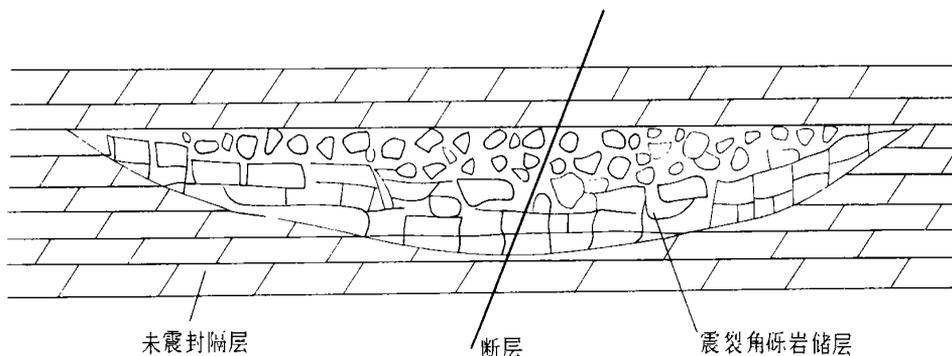


图3 震裂角砾岩储集岩体岩性圈闭示意图

Fig. 3 Schematic map of lithologic traps for the reservoir rock body in shattered breccia

之。

3.1.1 胶结作用

海底纤维状胶结作用: 是最早的胶结作用, 胶结物为纤状的白云石(后期白云石化), 围绕孔隙内壁垂直生长, 厚度为 0.05~3mm。这期胶结作用可使原孔隙缩小 10%~15%。但另一方面, 胶结物的存在可对岩石起固结作用, 提高抗压强度, 减少压实作用对孔隙的破坏与缩小。

浅埋胶结作用: 胶结物为呈粒状(细-中等)及柱状的白云石, 与第一期胶结物呈缝合线接触, 厚 0~0.5mm, 构成连续或断续的环带, 可占据 5%~10% 的孔隙空间。

深埋胶结作用: 该期胶结物为粗大的亮嵌晶, 具波状、弯曲晶面的异形白云石(中-区点), 富含包裹体, 均一温度从 93.8~106.8 (5个样品), 与一、二期胶结物呈结构不整合接触, 充填于原生孔隙较大, 第一、二期胶结物未充填的残余孔隙中。这期胶结作用占据原孔隙空间的 50%~60%。

这 3 期的胶结作用均使孔隙变小, 是孔隙形成发育的不利因素。

3.1.2 溶解作用

震裂角砾岩的溶解作用主要有两期:

大气淡水溶解作用: 发生在海底胶结作用之

后, 是由于海平面的波动导致大气淡水的淋滤与渗透, 埋藏极浅的震裂角砾岩此时还具有极好的孔渗性能, 因此, 溶解作用导致原有孔隙溶蚀、胶结物的溶解, 可产生 5%~6% 的孔隙度。

埋藏溶解作用: 埋藏环境主要是由于有机质的热降解作用形成的酸水对碳酸盐岩的溶解。这一溶解作用主要发生在地温 60~90 的深埋藏环境中。对研究区震裂角砾岩而言, 则主要发生于第二期胶结作用之后, 常使第二期胶结物出现极为明显的溶蚀现象, 这期溶解作用选择性强, 即孔隙愈发育的地区, 溶解作用越普遍, 越强烈, 这可使震裂角砾岩孔隙增加 10%~20%。

震裂角砾岩主要通过胶结作用、溶解作用、压实及夺溶作用之后, 所保留的孔隙度仍可达 20% 左右, 可作为优质碳酸盐岩储层(表 1)。

3.2 烃类的运移与储集条件

震裂角砾岩与断裂系统密切相关, 毗邻断裂带呈条带状分布, 并且, 越靠近断裂带, 其碎裂程度愈高, 孔渗性能愈好。在埋藏条件下, 伴随着油气的生成, 断裂系统可成为深部烃类运移的主要通道。有机质的热裂解与氧化裂解阶段的地温为 60~180。这一时期是震裂角砾岩第二期胶结物形成之后和第三期胶结物形成的主要时期, 如果有足够有

机溶剂运移到孔隙之中,可抑制第三期碳酸盐岩胶结物的形成,有利于原有孔隙的保存。

在震裂角砾岩的垂向序列中,上覆未震层和下方未震层是这类储层的顶、底板隔层,远离断裂系统的储集物性变化可形成一个以断裂系统为中心,向两侧储层变薄、物性变差、直径尖灭的底凹顶平的储集岩体(图 3)。如果区内油源充足,后期断层的封堵最终可形成一个密闭的透镜状岩性油气藏。

参考文献:

- [1] Seilacher A. Fault-graded beds interpreted as seismicites[J]. *Sedimentology*, 1969, 13: 155~ 159.
- [2] Seilacher A. Sedimentary structures tentatively attributed to seismic events[J]. *Marine Geology*, 1984, 55: 1~ 12.
- [3] 吴贤涛,尹国勋. 四川峨眉晚侏罗世湖泊沉积中震积岩的发现及其意义[J]. *沉积学报*, 1992, 10(3): 19~ 25.
- [4] 乔秀夫,宋天锐,高林志,等. 碳酸盐岩振动液化地震序列[J]. *地质学报*, 1994, 68(1): 16~ 33.
- [5] Ricci Lucchi F and Valmori E. Basin-wide turbidites in a Miocene, over-supplied deep-sea plain a geometrical analysis [J]. *Sedimentology*, 1980, 27: 241~ 270.
- [6] 孟宪梁,于慎谔,奚云. 山西洪洞 8 级地震形变遗迹研究[J]. *地震地质*, 1985, 7(4): 1~ 10.
- [7] 赵根模,王岩柏,刘玉田,等. 远古时代京津塘地区一次大地震研究[J]. *地震地质*, 1989, 11(2): 19~ 25.
- [8] 冯先岳. 地震振动液化变形的研究[J]. *内陆地震*, 1989, 3(4): 209~ 307.
- [9] 刘颖,谢君斐. 沙土震动液化[M]. 北京:地震出版社,1984.
- [10] 郭令智,等. 华南大地构造和地壳演化[A]. 国际交流地质学论文集[C]. 北京:地质出版社,1980.

SHATTERED BRECCIA OF THE UPPER SINIAN DENG YING FORMATION IN DAYONG, WEST HUNAN PROVINCE

GUO Jian-hun, WANG Fang-ping, LU Gui, WANG Zheng-yong, GAO Zhen-zhong

(Jiangnan Petroleum College, Jingsha, Hubei 434100, China)

Abstract: The vertical succession of carbonate rock's shattered breccia in the Upper Sinian Dengying Formation of Dayong, West Hunan province consists of five layers, from bottom to top including the underlying unshocked layer, the fissure layer, the microfold layer, the breccia layer and overlying unshocked layer. A vertical succession represents a seismic catastrophic event. It lacks liquefied homogeneous layers compared with the preexisting normal succession. This may reflect the fracturing mechanism of the more rigid rock body with higher solidification degree. Shattered breccia is a kind of better reservoir rock body. Centered on the fracture system where earthquake took place, it forms a lithologic trap type thinning out towards bilateral reservoir rock body.

Key words: shattered breccia; shock-deposited rocks; reservoirs; succession; the Dengying Formation; Dayong in West Hunan province