

文章编号: 1000-0550(2006)06-0798-08

东营凹陷现河地区沙三段震积岩特征及其意义

魏垂高¹ 张世奇¹ 姜在兴² 刘金华¹

(1 中国石油大学地球资源与信息学院 山东东营 257061; 2 中国地质大学能源学院 北京 100083)

摘要 在区域构造背景研究和岩芯观察的基础上,在东营凹陷现河地区沙三段地层中识别出震积岩。震积岩的主要标志是发育各种类型的软沉积变形构造,包括微阶梯状正断层、层内小褶皱、扭曲变形、振动液化砂岩脉、震塌岩等。通过对河 152 井、王 59 井、牛 38 井、牛 22 井等井岩芯的系统观察,发现由于构造和地震强度的不同,震积岩的垂向序列有所不同,并进一步研究了各种震积岩构造特征与地震强度的关系,研究表明不同的震积岩构造特征对应不同的地震强度,进一步确定了与古地震的关系。通过对本区储层分析,认为震积岩可以作为一种有效的储集空间。这些研究为东营凹陷构造演化研究、震积岩的识别和描述以及成藏提供了重要的地质理论依据,并可为该区古地震研究提供依据。

关键词 震积岩 识别标志 震积序列 古地震 东营凹陷

第一作者简介 魏垂高 男 1979 年出生 硕士研究生 矿产普查与勘探

中图分类号 P512.2 文献标识码 A

震积岩 (Seismites) 最早由 Seilacher A 提出,原意指一个构造活动区未固结的水下沉积物受到地震活动改造再沉积的沉积层^[1]。早在 20 世纪中叶,Heezen and Ewing 就对 1929 年加拿大格兰德班克地震引起的浊流和海相地层中的地震位移和沉积变形构造进行了研究^[2,3]。之后,许多学者都对地震活动引起的沉积物变形构造及其形成机理进行了系统研究。国内对震积岩的研究也取得了很大的进步,在华北、华南和西南三江地区中新元古代、古生代海相地震事件沉积研究方面取得了许多重要成果^[4-7]。近年来,地质学家已陆续在河流相、湖泊相及海相地层的野外露头中发现了不同类型的震积岩,但地震作用留下的信息在钻井取心中往往被忽视或未作解释。笔者在研究东营凹陷沙河街组三段(沙三段)下亚段沉积相和沉积环境过程中,通过岩芯观察发现大量的深湖相软沉积变形构造,认为是震积岩的特征,并进一步对其与该区构造、沉积环境、成藏关系以及与地震强度的关系进行了研究。

1 区域构造背景

东营凹陷是典型的开阔型中—新生代箕状凹陷,北以深大断裂与陈家庄凸起、滨县凸起接触,南与鲁西隆起及广饶凸起呈超覆关系,西临林樊家构造—高青凸起,东与青坨子凸起和青东凹陷接壤,在凹陷的形成与演化的过程中,北部边界的控盆断裂—陈南断

裂活动强烈,使东营凹陷北断南超,北陡南缓的不对称箕状盆地形态较济阳坳陷的其它凹陷更为典型(图 1)。

在沙四上—沙三段—沙二段沉积时期,盆地沉积受北东,北北东和东西向断裂控制,沙三段沉积时期盆地属于强烈裂陷期。沙三段沉积中早期,裂谷盆地在快速拉张背景下基底持续强烈沉降,沉降速度明显大于沉积物供给速度,在气候潮湿汇水量充裕的条件下深水湖盆发育,沉积了一套深灰色泥岩,油页岩与不同成因类型的重力流沉积建造。沙三上—沙二下时期,断裂活动明显减弱,基底沉降减缓。强烈的构造活动和深水湖盆相的沉积环境有利于震积岩的发育和保存。

2 震积岩特征

国内在钻井取心中所观察到的震积岩信息较少,多为野外露头区的观察,且以碳酸盐岩为主,杨剑萍、陈世悦等在对济阳坳陷研究过程中发现部分震积岩岩芯信息,并作了研究。国内外的研究表明,阶梯状小断层、层内褶皱、假结核、液化砂岩脉、泄水构造及卷曲变形构造等是鉴别地史时期地震记录的主要标志^[8-12]。这些标志在河 152 井、王 59 井、牛 38 井、牛 22 井等多口井中均有发现,其中以河 152 井特征最为明显。

收稿日期: 2006-02-11; 收修改稿日期: 2006-03-19

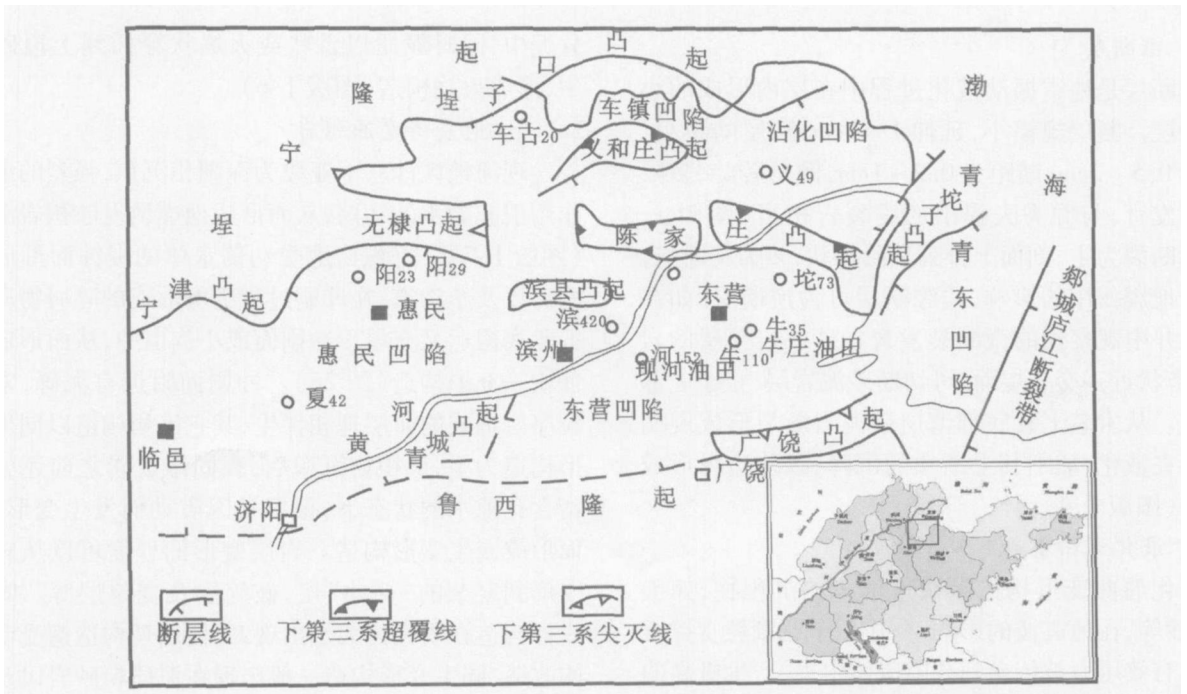


图 1 东营凹陷区域地质概况

Fig 1 Regional geology of Dongying sag

2 1 构造特征

2 1.1 砂岩脉

砂岩脉是一种在砂、泥岩互层沉积物中发育的砂质岩脉或岩墙,呈不规则状延伸,并切穿围岩的水平层理(图 2a),为震积岩最为发育的一种构造类型。是地震—断裂作用引发软沉积物液化泄水的结果,与碳酸盐岩震积序列中的液化泄水泥晶脉形态和成因相似。岩芯中见到的粉砂、细砂岩脉是富水砂质沉积物在地震活动中由于受到上部及四周压力,迫使富含

水的粉细砂液化向压力小的方向移动,导致泄水脉存在向岩层内上方及下方两个相反方向移动,挤入泥质沉积物所形成的脉状体(图版 I-1)。砂岩脉规模大小不等,形态不规则,一般 0.5~5cm 宽,长度 1m 至几十厘米。砂岩脉在穿切围岩时可见围岩纹层随之发生弯曲,尤其在脉体两端弯曲迫使纹层围绕脉端形成上拱或下凹弯曲,平面上砂岩脉体呈现大小不同的斑团状或板状。

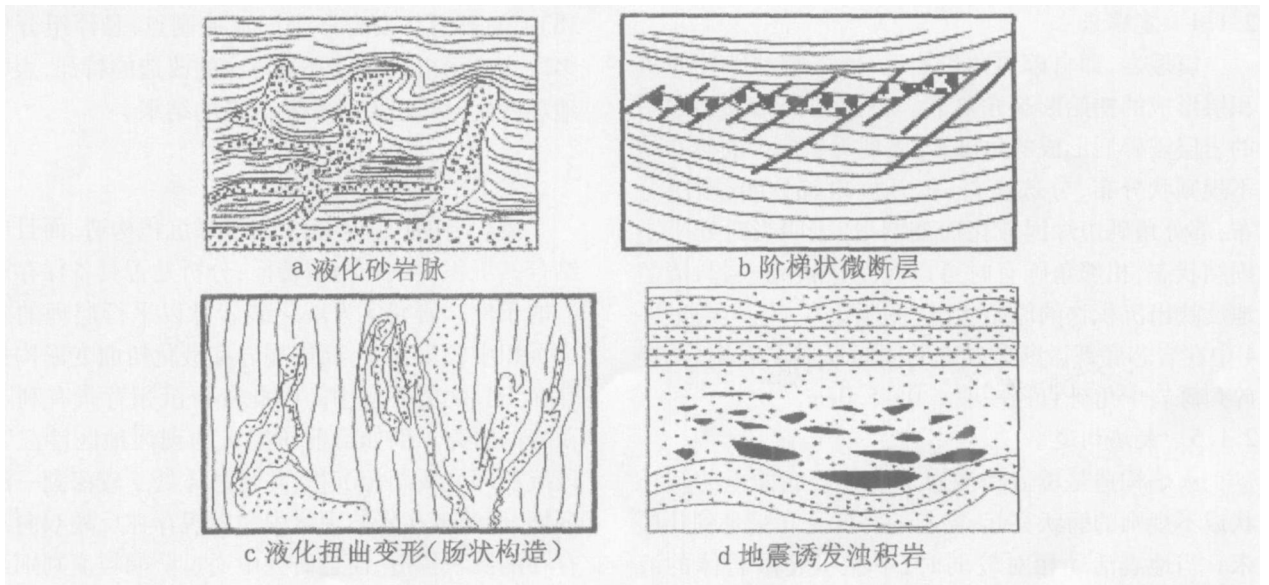


图 2 震积岩构造特征素描

Fig 2 A sketch showing of seismicite character

2.1.2 微断层

微断层是地震振动液化过程中在层内形成的小规模断层。断层规模小,延伸 1~5m,断层间距小,一般为 0.5~2m,断距为 0.2~1m,倾角较陡,多限于层内发育,与乔秀夫提出的震裂岩相当(图 2b)。以张性断裂为主,剖面上排列呈阶梯状,多为正断层,但由于地震作用的影响,边缘断层可为逆断层,如在河 152 井中观察到的微断裂发育在砂泥岩互层的岩石中,产状近正交于层面,可切断砂泥岩层,止于上部砂岩层。从岩芯上看底部薄层砂泥岩断裂形成震塌岩并存在液化,加剧其上断块的沉降,致使边缘形成逆断层(图版 I-4)。

2.1.3 液化卷曲变形

液化卷曲变形构造是快速堆积的沉积物,如细砂、粉砂等,在地震波的影响下,作用于原颗粒支撑沉积物的有效压力被传递到孔隙流体中去,产生极高的超孔隙压力,使颗粒间的摩擦力减小而被液化,使沉积物在很小的切应力作用下产生流动,从而在层内发生明显褶曲,形成一系列形态各异的小型紧闭型褶曲,卷曲构造相互连接,也有人称其为“肠状构造”(图 2c),而上下岩层中的纹理保持不变,相当于乔秀夫等所称的震褶岩。本区液化变形现象大量出现,如河 152 井 3232.5 m 和 3089.67 m(图版 I-2.3)。定向性差,宽度较小,但延伸长度较大,多限制在较薄的层内变化,变形层的厚度一般仅为几厘米到十几厘米。许多学者曾对其进行过描述,一致认为是地震产物,乔秀夫等在实验室成功地进行了模拟^[7]。

2.1.4 震塌岩

震塌岩,即自碎屑角砾岩。地震颤动破坏原沉积层形成的初始断裂角砾岩。是原地固结及半固结的岩层震碎后形成的角砾岩,表现为岩层中的砾石呈不规则状分布,分选极差,角砾棱角较分明,顺层分布,部分角砾边缘因液化而变圆滑,表明当时处于半固结状态,相邻角砾有时可以完全拼接到一起,清楚地反映出沉积物的原始状态(图版 I-4.5)。图版 I-4 中在岩芯底部微断裂发育的同时形成了震塌岩,震碎角砾岩中角砾直径一般 1.0~5.0mm。

2.1.5 火焰构造

火焰构造是覆盖在泥岩上的砂岩底面上的圆丘状或不规则的瘤状突起,突起的高度从几毫米到几厘米。当地震活动相对较弱时,不能引起砂岩体的液化,地震波的影响仅能使上覆砂质层的负荷压力不均匀,从而使上覆砂质沉积物陷入到下覆饱和水的塑性

软泥中,同时泥质以舌状或火焰状穿插到上覆砂岩中,形成火焰构造(图版 I-6)。

2.1.6 地震诱发浊积岩

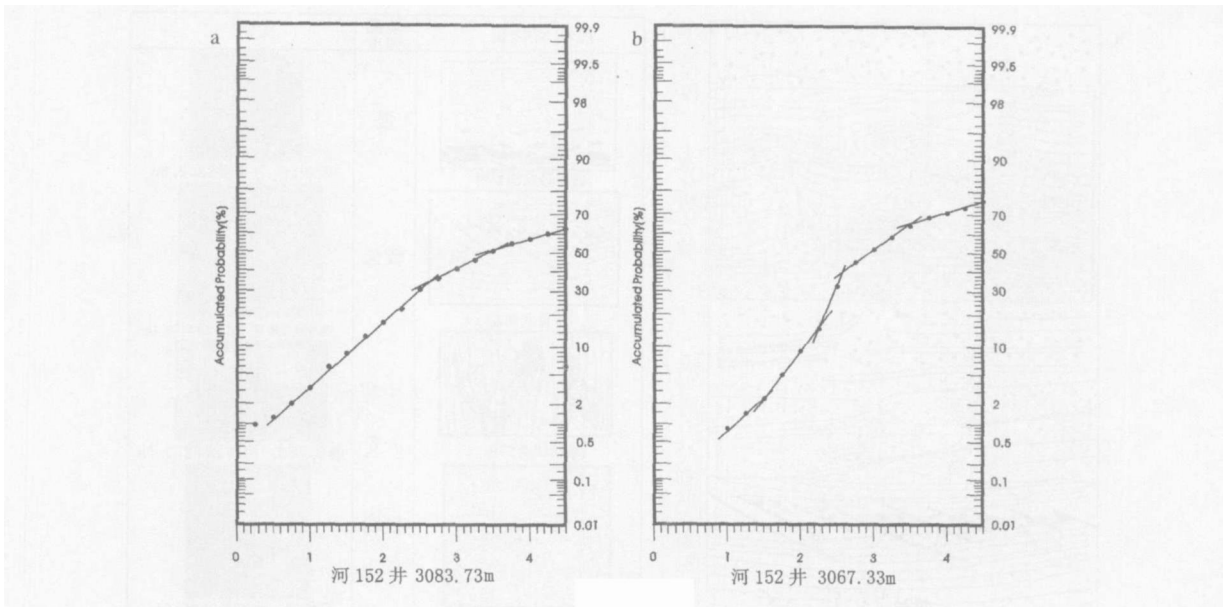
现河地区沙三下亚段为深湖相沉积,强烈的地震作用引起湖水的动荡,从而形成地震诱发浊积岩沉积(图版 I-7)。沉积物遭受动荡水体的侵蚀而形成冲刷面以及小沟道,在冲刷过程中所形成的碎屑物质被近距离搬运又充填于冲刷面或小沟道中,从而形成了冲刷—充填构造(图 2d)。冲刷面附近有泥砾,常有粒序层理或韵律层理相伴生,其它沉积构造以同生变形构造为主,沉积物沉积后,在固结成岩之前还处于富含孔隙水的状态下,很容易因震动而发生变形,从而形成同生变形构造。岩层变形的程度可以从轻微变形到复杂的“褶曲”层、破碎层及变位层等。同生变形构造在研究区大量出现,并使层理构造遭受明显的改造,同生变形构造一般出现在泥质粉砂岩以及粉砂质泥岩等沉积层中,变形的方式可以是砂质沉积物的液化现象为主。

2.2 粒度特征

由于震积岩特殊的成因条件,因此其概率粒度曲线也有其特殊性,该区震积岩粒度概率曲线以低斜两段式和多段式为特征。低斜两段式(图 3a)是由跳跃次总体和悬浮次总体组成,跳跃次总体与悬浮次总体的交截点在 $2\phi\sim3\phi$ 之间。跳跃次总体斜率较低,总体上分选很差,含量较低。悬浮次总体则可达 50% 左右甚至更高,但分选性也很差。特征与浊流沉积相似,反映了震积岩中的砂岩脉的特征。多段式(图 3b)是跳跃总体发育多个回流冲刷点,悬浮组分也呈多段式显示出沉积后经过再次的改造的特征,表明是地震发生时对已有沉积物改造的结果。

3 震积岩保存条件

震积岩的识别不能仅仅依靠沉积构造,而且应该结合其沉积背景和构造特征,分析是否具备保存震积岩的条件。研究认为液化砂岩脉以平行层理的砂泥岩沉积中较为发育,而震塌岩和液化扭曲变形构造多存在于具陡坡环境中。因此分析沉积背景有利于震积岩的研究。例如目前研究认为现河地区沙三下亚段沉积环境属湖相沉积,并且总体处于较深湖—深湖环境,而笔者在岩芯观察中却发现存在反映双向水流存在的沉积构造,而且研究中通过萨胡粒度判别函数法计算的结果表明:河 152 井的数据显示为浊流沉积和河流(三角洲)沉积,牛 22 井的数据以浊流沉积为



a 低斜两段式 b 多段式

图 3 震积岩粒度特征

Fig 3 Grain size probability curves of the seismicite

主也含少量的河流(三角洲)沉积,牛 105 井则全部显示为河流(三角洲)沉积。上述几口取心井的粒度资料位于非常小的区域内,各口井之间地层乃至单砂体分布稳定,岩性特征也大致相同,在沉积环境上应当是相近的,但是其萨胡判别函数计算结果却不同,而萨胡判别函数计相应的图解是从全球大量的现代沉积物的分析中总结而成的,其结果应该是具有普遍意义的,不应当出现相互矛盾的现象。如果结合沉积构造特征和构造背景来看,其差异就较好解释了,因为在沉积构造上液化—变形构造占了很大的优势,这种沉积构造往往和沉积物在尚未固结前的变形或滑塌作用是密切相关的,这就说明存在特殊的地质活动,结合构造背景认为是地震活动的结果,因此震积岩的研究应紧密结合沉积环境和构造背景,确定其存在的可能性。

4 震积岩垂向序列

距离构造活动带的位置不同或者地震强度的不同,震积岩的特征和垂向序列也不同,从岩芯观察中发现其较完整的垂向序列特征^[13 14](图 4a)如下:

- (1) 底部未震层段: 位于地震波及范围之外,岩性为深灰色泥岩夹砂岩薄层,岩层内未经任何振动干扰,原生的水平层理和小型沙纹交错层理保存良好。
- (2) 液化卷曲变形层段: 主要表现为薄层泥岩和

砂质泥岩在层内发生明显褶曲,形成一系列形态各异的小型紧闭型褶曲,卷曲构造相互连接,而上下岩层中的纹理保持不变。

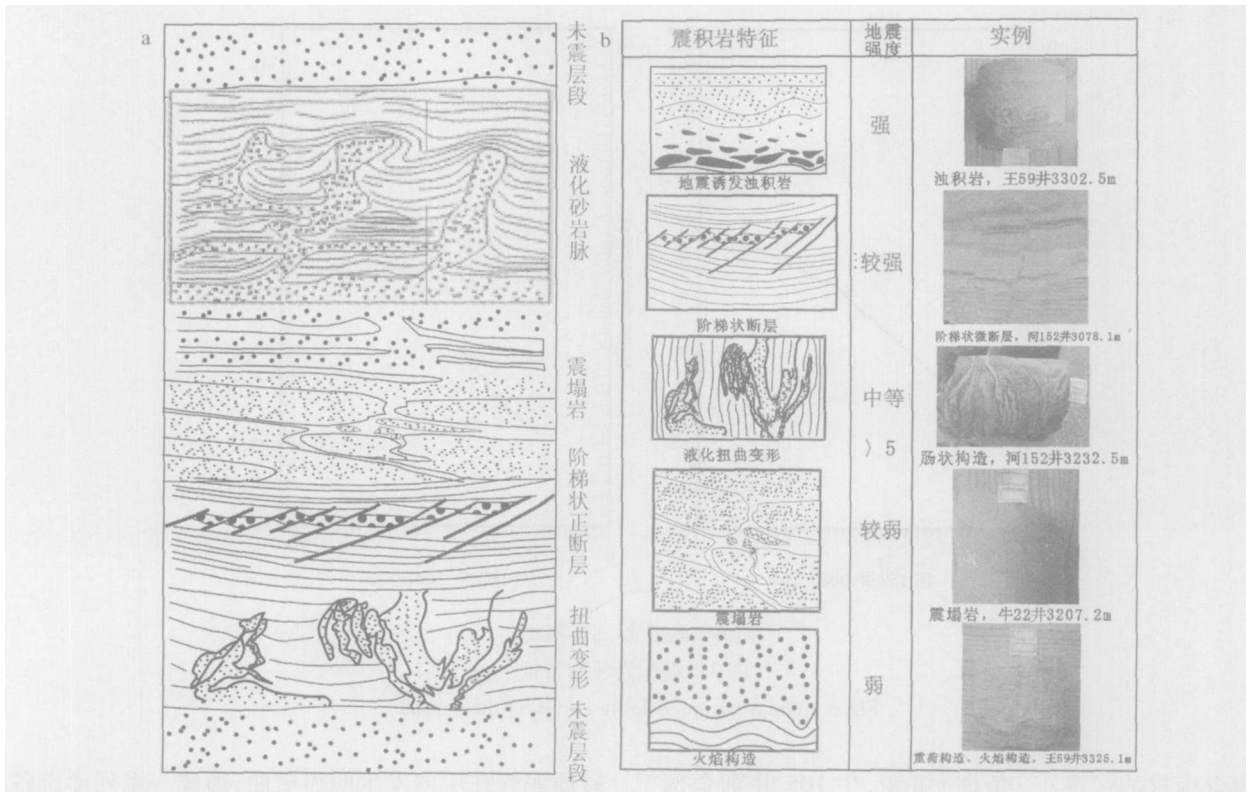
(3) 阶梯状微断层层段: 厚度约 5~15 cm, 断层密度最密可达 5~10 条/10 cm, 断距很小。

(4) 震塌岩层段: 厚度约 5~20 cm, 碎块多为砂岩, 岩块中可见弯曲的层理。这些碎块在地震过程中只遭到破碎而液化程度轻, 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。

(5) 砂岩脉层段: 此层段在多口取心井中出现, 厚度 5~30 cm, 砂岩脉呈现出复杂的空间形态, 平面上无统一走向, 边缘有撕裂的痕迹。多层薄砂层可以同时被液化, 共同参与砂岩脉的形成。

(6) 顶部未震层段: 当地震能量减少到不足以影响到的层段, 又开始继续原始的沉积作用, 不再具备震积岩的特点。

如图 4a 所示, 其底部为未震层段, 其上依次为振动液化扭曲变形, 阶梯状小断层, 规模小、断距小, 但薄层砂岩的扭曲变形则十分强烈; 中段为震塌岩层段, 在细砂岩层内夹有 1~10 cm 大小的砾岩, 上段为砂质泥岩扭曲变形层段, 形成复杂的砂岩脉, 变形程度比下伏层段有所减弱, 顶部未震层段。如图 5 河 152 井中震积岩的垂向序列底部为肠状构造, 向上依次为液化变形、透镜层理、重荷构造。



a 东营凹陷震积岩垂向特征 b 震积岩特征与地震强度关系图

图 4 震积岩垂向特征及其与地震强度的关系

Fig 4 a Seismicite vertical succession b Relationship between seismicite and seismic intensity

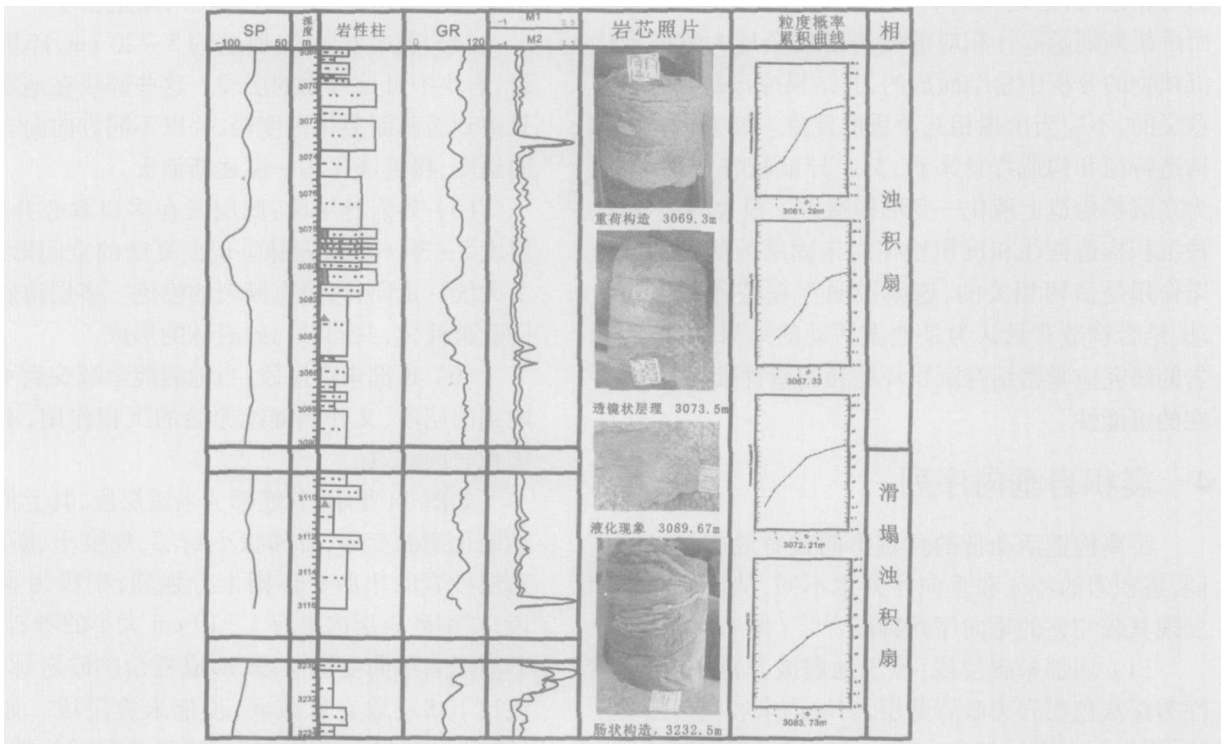


图 5 河 152 井取芯井段沉积相图

Fig 5 The sedimentary facies of core section of Well He 152

5 意义

笔者认为研究震积岩的时间分布规律, 可以了解地史时期古地震的活跃期; 研究震积岩的发育条件, 可以恢复古环境及构造活动的剧烈程度; 研究震积岩的不同构造特征与地震强度的关系, 可以确定古地震活动的规律, 并且震积岩可能成为有利的储集空间。

5.1 震积岩的研究为古地震研究提供了有效的手段

研究震积岩的空间分布规律, 可以了解全球的古地震带; 研究震积岩的时间分布规律, 可以了解地史时期古地震的活跃期, 当具备充足的资料时, 就可以了解地史上地震活跃期与宁静期交替的周期性规律, 从而确定地震规律图表, 从一个新的侧面反映地球的自然规律。当然也可以研究某一盆地的构造发展史及其活动规律。通过对东营凹陷现河地区沙三段震积岩的研究笔者认为不同震积岩构造特征反映不同的地震强度, 根据乔秀夫等关于震级大于里氏 5 级才能发生液化的理论为基础, 做出震积岩特征与地震强度关系图(图 4b), 从弱—强分为五级, 弱地震活动仅能影响沉积物的受力均匀性, 使上覆砂质层的负荷压力不均匀, 从而使上覆砂质沉积物陷入到下覆饱和水的塑性软泥中, 形成重荷构造和火焰构造; 随着地震强度的增加, 使原地固结及半固结的岩层被震碎而成震塌岩; 地震强度的进一步加强, 使薄层泥岩和砂岩在层内发生明显褶曲, 形成液化扭曲变形, 强烈的地震活动可引起固结或半固结的沉积物发生错断, 形成阶梯状微断层; 如果地震的强度足够大, 将引起水体的剧烈动荡, 可形成地震诱发浊积岩, 通过震积岩沉积构造的研究, 可以作为研究古地震的一项标志。如图 5 随着离震源距离的增加, 变形、液化程度减少, 当地震强度不足以引起液化时, 形成重荷构造, 最终为正常沉积。

5.2 震积岩出现是确定构造活动期的标志

现代地震主要集中在板块边界和板块内部的伸展地带, 按照将今论古的现实主义原理, 发生在盆地中的地震, 也应该与断裂等构造活动有关, 并对其沉积作用和沉积物产生影响。因此, 可以通过震积岩的研究恢复盆地的构造活动史, 帮助我们认识沉积盆地的大地构造背景。研究表明在东营凹陷早中侏罗世末的燕山运动二幕形成的断陷盆地雏形, 晚白垩世前燕山运动四幕发生的挤压导致的基底反转控制了东营凹陷基底结构, 第三系裂谷盆地是在晚侏罗世—早白垩世负反转盆地的基础上发展起来的。根据盆地

构造发育特征, 地层充填特征和火山活动可以把东营凹陷第三系裂谷盆地划分为两个阶段, 即早第三纪裂陷期和晚第三纪拗陷期。早第三纪裂谷盆地受喜山运动的控制, 喜山运动的幕式活动导致盆地发育与演化的阶段性。盆地经历了初始裂陷—强烈裂陷—裂陷再陷—裂陷萎缩四个阶段, 充填地层形成河流相—浅湖相—深湖相—浅湖相—河流相的一个完整的沉积旋回。而沙三段正处于盆地的强烈裂陷期, 震积岩的发育正是在强烈构造运动和火山活动的背景下, 也就标示着构造活动的强烈期。

5.3 震积岩可作为一项相标志

如上所述, 震积岩产生需要特殊的构造活动背景, 而且震积岩的保存同样需要特殊的沉积环境。研究表明大段的泥岩或者砂岩中很难保存震积岩的构造特征, 在目前所发现的塔里木盆地志留系和济阳拗陷古近系震积岩都存在于砂泥互层的沉积构造中, 在此类沉积构造中震积岩的特征最容易保留和识别。通过对所发现的震积岩构造背景分析, 发现震积岩多发育于存在一定坡度的环境中, 结合构造背景和趁机构造, 更有利于确定沉积相类型, 因此震积岩也可以作为一种指示沉积相或沉积环境的标志。

5.4 震积岩可作为有利的储集空间

现河地区沙三下亚段沉积环境属湖相沉积, 并且总体处于较深湖—深湖环境, 在理论上其储集条件应该较差, 而地震作用引起的滑塌和震塌作用, 使上部砂岩沉积物滑塌到深湖环境中成为储集层, 在岩芯中形成的微断层或微裂缝增大了有效孔隙度, 并且深湖相烃源岩丰富, 形成有利的生储盖组合, 如河 152 井 3 060 ~ 3 080 m 虽然被碳酸盐胶结, 交代其孔隙度值不高, 砂体平均孔隙度为 10%, 但其砂体基本上都是油浸(图 5), 且据郭建华^[15]等对湘西大庸上震旦统灯影组中碳酸盐岩震裂角砾岩的研究, 也认为震裂角砾岩是一种较好的储集岩体, 因此震积岩本身就是一种有效的储集空间, 或者说在深湖相等不利于储集层发育的沉积环境中是勘探的标识层。

参考文献 (References)

- 1 杜远生, 韩欣. 论震积作用和震积岩. 地球科学进展, 2000 15(4): 389 ~ 394 [Du Yuansheng Han Xin. Study on seismic action and seismicite. *Advance in Earth Science*, 2000 15(4): 389 ~ 394]
- 2 Heezen B C and Dyke C L. Grand bank slump. *AAPG Bulletin* 1964 48(2): 221 ~ 225
- 3 Plaziat J C and Ahm an ou M. Mechanic processes active in seismicites their identification and tectonic significance in the Pliocene basin of the

- Sais of Fes and Meknes. *Geodynamica Acta* 1998 11(4): 183 ~ 203
- 4 宋天锐, 和政军, 丁孝忠, 等. 北京十三陵前寒武纪碳酸盐岩地层中的一套可能的地震—海啸序列. *科学通报*, 1988 38(8): 609 ~ 611 [Song Tiannui He Zhengjun Ding Xiaozhong *et al* A possible seismic tsunami sequence in Precambrian carbonate stratigraphy in Shisanling area. *Beijing Chinese Science Bulletin* 1988 38(8): 609 ~ 611]
 - 5 乔秀夫. 中国震积岩的研究与展望. *地质论评*, 1996 42(4): 317 ~ 320 [Qiao Xiufu. Study of seismicites of China and its prospects. *Geological Review* 1996 42(4): 317 ~ 320]
 - 6 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. *沉积学报*, 1992 10(3): 19 ~ 24 [Wu Xiannao and Yin Guoxun. Features and significance of seismicite from Upper Jurassic lacustrine deposits of Emei. *Sichuan Province. Acta Sedimentologica Sinica* 1992 10(3): 19 ~ 24]
 - 7 乔秀夫, 宋天锐, 高林志, 等. 碳酸盐岩振动液化地震序列. *地质学报*, 1994 68(1): 16 ~ 32 [Qiao Xiufu Song Tiannui Gao Linzhi *et al* Seismic sequence in carbonate rocks by vibrational liquefaction. *Acta Geologica Sinica* 1994 68(1): 16 ~ 32]
 - 8 杨剑萍, 王辉, 陈世悦, 等. 济阳拗陷古近系震积岩特征. *沉积学报*, 2004 22(2): 281 ~ 287 [Yang Jianping Wang Hui Chen Shiyue *et al* The features of seismicites in Jiyang Sub-Basin. *Paleogene Acta Sedimentologica Sinica* 2004 22(2): 281 ~ 287]
 - 9 袁静. 山东惠民凹陷古近纪震积岩特征及其地质意义. *沉积学报*, 2004 22(1): 41 ~ 46 [Yuanjing. The property and geological significance of seismicites of Paleogene in Humi in Sag. *Shandong Province Acta Sedimentologica Sinica* 2004 22(1): 41 ~ 46].
 - 10 田洪水, 王金光, 吕明英, 等. 山东安丘古近纪冲积层中的地震记录. *沉积学报*, 2005 23(3): 447 ~ 453 [Tian Hongshui Wang Jingguang Lu Mingying *et al* Seismic records in Paleogene alluvial layers in Anqiu. *Shandong Acta Sedimentologica Sinica* 2005 23(3): 447 ~ 453]
 - 11 Smith A G. The Origin and deformation of some "molar tooth" structure in the Precambrian Belt Purcell Super Group. *Journal of Geology* 1968 76(4): 26 ~ 443
 - 12 陈世悦, 袁文芳, 鄢继华, 等. 济阳拗陷早第三纪震积岩的发现及其意义. *地质科学*, 2003 38(3): 413 ~ 424 [Chen Shiyue Yuan Wenfang Yan Jihua *et al* Discovery and significance of earthquake event deposits of early Tertiary in the Jiyang Depression. *Chinese Journal of Geology* 2003 38(3): 413 ~ 424]
 - 13 梁定益, 聂泽同, 宋志敏, 等. 再论震积岩及震积不整合. *地球科学—中国地质大学学报*, 1994 19(6): 845 ~ 851 [Liang Dingyi Nie Zetong Song Zhimin *et al* A re-study on seismicite and seismic unconformity. *Earth Science Journal of China University of Geosciences* 1994 19(6): 845 ~ 851]
 - 14 曹国强, 陈世悦, 鄢继华, 等. 济阳拗陷早第三纪地震事件沉积序列. *地质找矿论丛*, 2004 19(4): 252 ~ 256 [Cao Guoqiang Chen Shiyue Yan Jihua *et al* The early Tertiary sedimentary sequence of earthquake events in Jiyang Depression. *Geology Exploration Communication* 2004 19(4): 252 ~ 256]
 - 15 郭建华, 王方平, 刘贵, 王正允等. 湘西大庸上震旦统灯影组震裂角砾岩. *石油实验地质*, 1999 21(3): 219 ~ 224 [Guo Jianhua Wang Fangping Liu Gui Wang Zhengyuan *et al* Shattered breccia of the upper Sinian Dengying formation in Dayong. *West Hunan province. Petroleum Geology and Experiment* 1999 21(3): 219 ~ 224]

Discovery and Significance of Seismicite of Silurian in Member III at Shahejie Formation in Xianhe Area of Dongying Sag

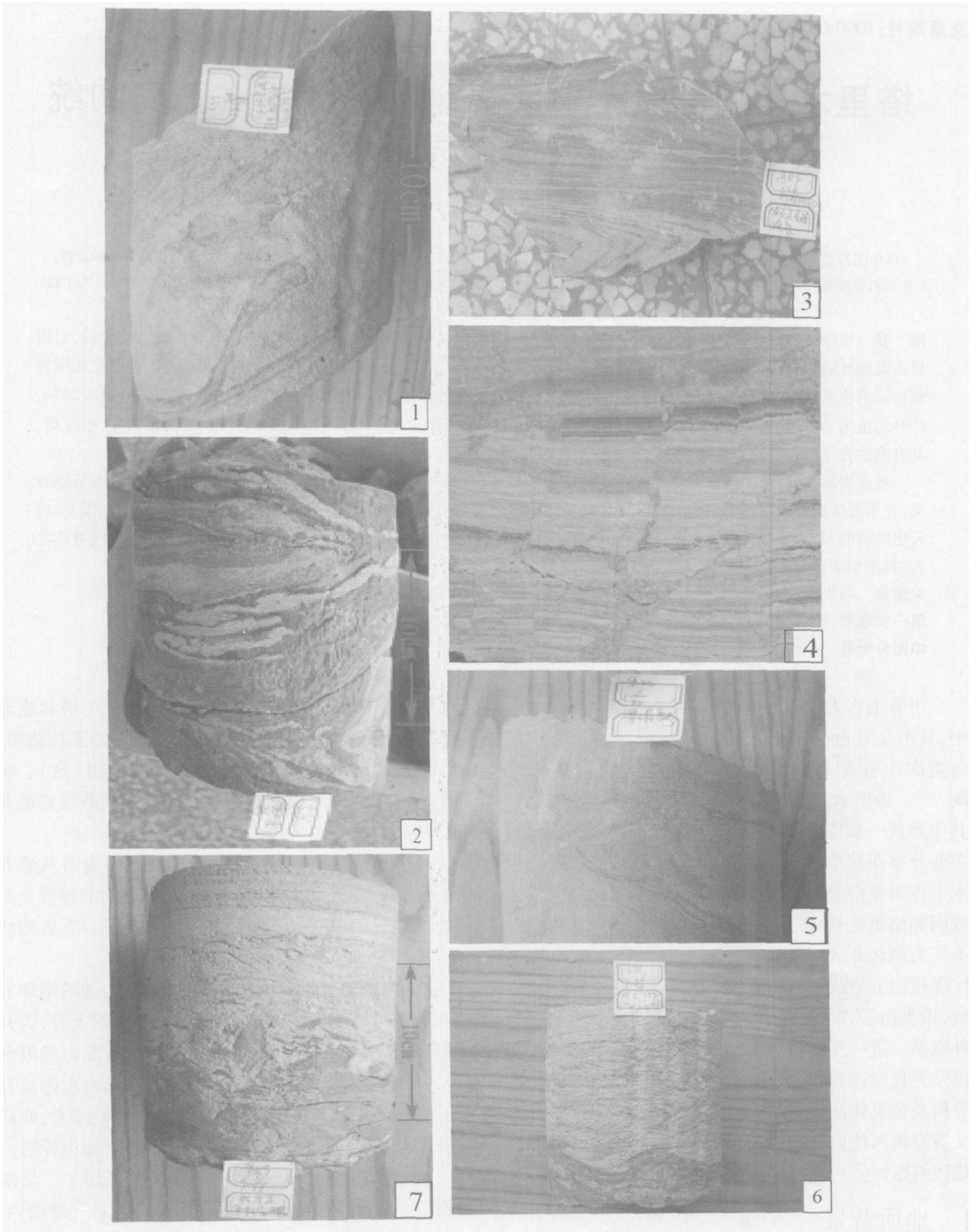
WEI Chui gao ZHANG Shi qi JIANG Zai xing LIU Jin hua

(1 College of Earth Resources and Information University of Petroleum, Dongying Shandong 257061

2. College of Energy China University of Geosciences Beijing 100083)

Abstract Based on studies of regional tectonic setting and the observation of drilling cores, the seismicite is recognized which mainly occurred in member III at Shahejie formation in Xianhe area of Dongying sag. Many kinds of soft sedimentary deformation structures have been found in seismicite, such as step micro-faults, plicated within layers, liquefaction sandstone and clay veins, vibrational liquefaction deformation structure and seismic breccias. Observing the drilling cores in He 152, Wang 59, Niu 38, Niu 22, and so on, it is found that the sequence of seismicite is different due to the different structure and seismic intensity. The relationship between seismicite character and seismic intensity show that different seismicite structure are formed by different seismic intensity, and testified the relationship between seismicite structure and ancient earthquake. Research on reservoir show that seismicite is an efficient reservoir. It provides the theoretical foundation for the tectonic evolution studies and seismicite recognition in Tarim basin, and supplies evidence for researching palaeoseismicity.

Key words seismicite, distinguishing mark, seismicite sequence, ancient earthquake, Dongying sag



图版1 说明 1. 液化砂岩脉, 王 59 井 3322 3m; 2. 肠状构造, 层内发生明显褶曲, 形成一系列形态各异的小型紧闭型褶曲, 卷曲构造相互连接, 河 152 井 3232 5m; 3. 液化卷曲变形, 河 152 井 3089. 67m; 4. 阶梯状微断层, 底部为震塌岩, 河 152 井 3078 1m; 5. 震塌岩, 牛 22 井 3207. 2m; 6. 重荷构造、火焰构造, 王 59 井 3325 1m; 7. 地震诱发浊积岩, 王 59 井 3302 5m