

文章编号: 1009-3850(2011)04-0079-07

云南马关新近系小龙潭组震积岩的发现及意义

黄 勇, 郝家栩, 邓贵标, 白 龙, 张国祥

(贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550005)

摘要: 马关地区新近系小龙潭组分布于北东向新保寨断层形成的断陷盆地内, 属于湖泊相碎屑沉积。笔者近期在该组中下部首次发现震积岩, 其垂向序列特征较为清楚, 为研究该地区古地震活动规律提供了新资料, 填补了云南新近纪断陷盆地地震灾变事件记录的空白, 具有重要的地质意义。

关键词: 震积岩; 小龙潭组; 新近系; 马关; 云南

中图分类号: P534.62

文献标识码: A

马关地区的新近系小龙潭组分别不整合在古近系砚山组、泥盆系古木组、泥盆系下统坡松冲组、寒武系上统唐家坝组之上, 受北东向新保寨断层的严格控制, 并被一条北西向断层切割, 是典型的新近纪断陷盆地沉积。马关地区的新近系分布面积约 17km^2 (图1)。

中国地质学家对震积岩的研究始于1988年^[1], 中国华北、云南、四川等地元古界至中生界地层中的震积岩大多属于海相地层。1992, 吴贤涛等研究了陆相地层中的震积岩和震积作用^[2]; 2003年, 陈世悦等对济阳拗陷古近纪震积岩进行了研究, 并建立了震积岩的垂向序列的综合模式图^[3]; 2005~2006年, 袁静、赵卫卫等对惠民凹陷中的地震灾变事件记录作了阶段性的总结与研究^[4-5]。迄今, 尚无学者涉足新近纪震积岩研究。

云南的新近纪盆地较多, 到目前为止, 还未有关云南新近纪碎屑岩地层中震积岩特征的研究与报道。2010年9月, 修筑马-都公路的施工队在马关县城南西约400m附近的两座山头大规模开挖掘进, 揭露出非常新鲜而清楚岩层剖面, 为笔者提供了一段十分难得的人工露头剖面。笔者此次在收集震积岩资料的同时, 还采集到丰富而完整的高山栎叶

片、蕨类等植物化石。

1 岩石地层特征

云南地矿局第二地质大队2000年实测了新保寨新近系小龙潭组地层剖面(图2)。据其资料, 小龙潭组下部为紫灰色微-薄层状石英砂岩、粘土质粉砂岩, 夹极薄层粘土岩; 中部为紫灰色微-薄层状含植物碎片粉砂质粘土岩、粉砂岩夹灰色薄层, 含复成分细砾石英砂岩; 上部为紫灰色页片状含植物碎片粘土质粉砂岩、粉砂质粘土岩。出露厚度大于212m。在新保寨, 其上部夹一层厚30m的英安斑岩熔岩层; 在马关县城以南, 小龙潭组下部夹2~3层褐煤层, 每层厚20~30cm, 煤质较差。该组普遍含植物化石碎片, 发育水平层理、平行层理, 偶见交错层理, 属湖泊-沼泽相沉积。下伏地层为古近系砚山组。从新保寨剖面上看, 1~5层为湖泊相沉积, 其中1~2层属滨湖亚相, 3层属浅湖亚相, 5层属深湖亚相。本文研究的部位大至相当于第3层中下部。

2 剖面序列

PM2震积岩剖面位于马关南西约400m处的马-都公路边, 露头良好, 标志清楚, 化石丰富, 交通方便, 系笔者2010年9月实测。控制厚度约80m,

收稿日期: 2010-09-24; 改回日期: 2011-12-04

作者简介: 黄勇(1962-), 男, 高级工程师, 从事区域地质调查与研究工作

资助项目: 云南1:5万大寨、屏边县、白河桥、桥头街、夹寒箐幅区调项目(编码: 1212010880409)

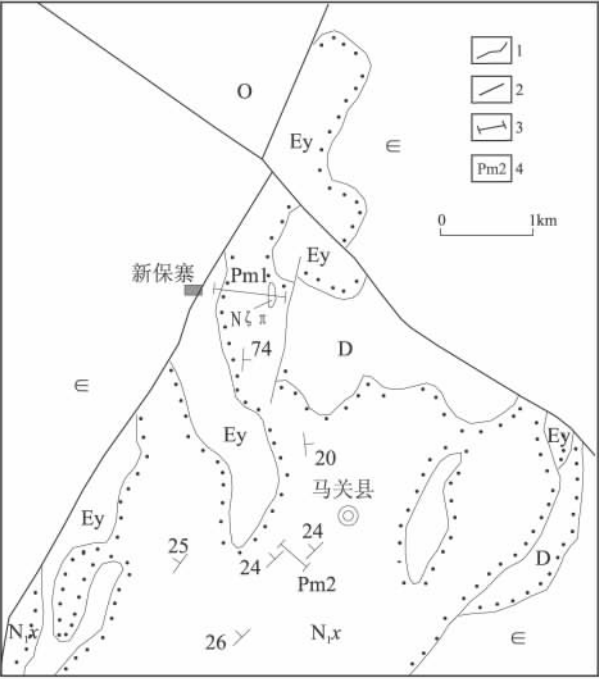


图1 马关新近纪断陷盆地地质图

N_{1x} —新近系小龙潭组; Ey —古近系砚山组; D —泥盆系; O —奥陶系; ϵ —寒武系; $N\xi\pi$ —新近纪英安斑岩。1. 不整合界线; 2. 断层; 3. 实测地层剖面; 4. 剖面编号

Fig. 1 Geological map of the Maguan Neogene fault basin
 N_{1x} = Neogene Xiaolongtan Formation; Ey = Palaeogene Nianshan Formation; D = Devonian; O = Ordovician; ϵ = Cambrian; $N\xi\pi$ = Neogene dacitic porphyry. 1 = unconformity; 2 = fault; 3 = measured section; 4 = section number

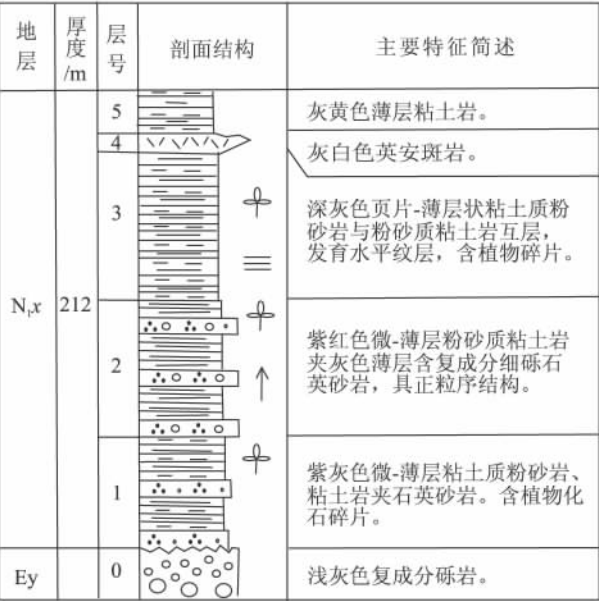


图2 新保寨小龙潭组地层剖面柱状图

Fig. 2 Stratigraphic column through the Xiaolongtan Formation in Xinbaozhai

大概相当于新保寨剖面($PM1$)第3层之部分, 为极薄层至薄层粉砂岩、纹层状粘土质粉砂岩频繁互层, 沉积构造主要是水平层理, 粉砂岩普遍具块状层理, 与纹层状粘土质粉砂岩为突变接触, 二者相互叠置, 组合单一, 为一套细粒加积型层序, 夹多层震积岩及少量重力流沉积夹层。

剖面共划分4层(图3), 自下而上:

①灰白色极薄层状粉砂岩与纹层状粘土质粉砂岩大约以2:1~1.6:1的比例构成韵律式互层, 单个韵律厚约2cm。局部水平纹层密集发育, 呈厚3~5mm之条带。见4~6cm厚的液化层($Y1$)。产栎、松、蕨类植物化石。产状 $323^{\circ}\angle 24^{\circ}$, 厚度大于10m。

②灰白色极薄层状至薄层状粉砂岩夹灰黄色厚层含砾不等粒岩屑砂岩, 夹两层震积岩层($Z1$ 、 $Z2$)及3层液化层($Y2\sim Y4$), 是震积岩密集发育段。发育阶梯状微同正断层、微同褶皱, 震裂岩、震褶岩、震塌岩、自碎屑角砾岩发育, 可见重荷模、振动液化卷曲变形构造、沙枕、沙包、沙火山、泥火山、碟状等构造。粉砂岩单层厚2~7cm, 震积岩厚55~60cm, 薄者仅15cm。本层厚15m。

③灰白色薄层状粉砂岩夹少量粘土岩条带, 含星散状黄铁矿, 产大量完整的高山栎叶片、枝干及蕨类植物化石等。厚22m。

④灰白色极薄层状至薄层状粉砂岩与纹层状粘土岩大约以2:1~1:1的比例构成韵律式互层, 单个韵律厚约4~6cm。产栎、松、蕨类植物化石。夹1层厚30m的震积层($Z3$)及1层液化层($Y5$)。产状 $323^{\circ}\angle 24^{\circ}$, 厚度大于50m。

本次笔者在第1层、第3层、第4层均采获高山栎 *Quercus zeillen*, *Q. hangi*, 蕨 *Ampelopsis populifdia*, 松 *Glyptostrobus europaeus* 等植物化石, 时代属于中新世晚期。

3 震积岩识别与划分

震积岩又称为地震岩, 狭义的震积岩是在地震过程中原地形成的, 是地震过程中沉积物振动形成的具各种震积构造的岩石, 如震褶岩、震裂岩、震塌岩等。广义的震积岩则包括原地形成的震积岩、地震引发海啸形成的海啸岩及地震引发重力流形成的震浊积岩3种类型^[6]。震褶岩是具地震成因的微褶皱纹理的岩石, 震裂岩是以破裂变形为主(具微地震断裂)的岩石, 震塌岩则是由地震引发的不

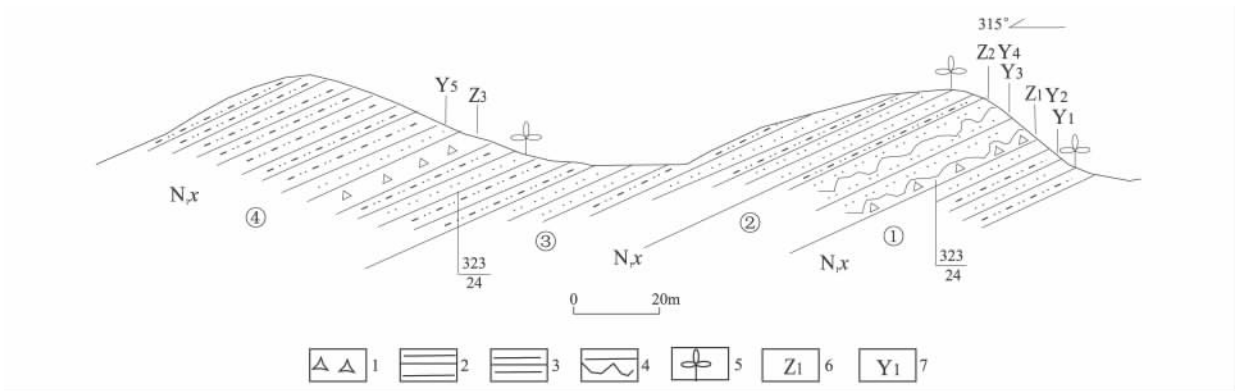


图3 马关新近系小龙潭组 N_1 震积岩实测剖面

1. 震积岩; 2. 粉砂岩; 3. 粘土质粉砂质; 4. 重荷模; 5. 植物化石采集点; 6. 震积层编号; 7. 液化层编号
Fig.3 Measured seismite section across the Neogene Xiaolongtan Formation (N_{1x}) in Maguan

1 = seismite; 2 = siltstone; 3 = clayey siltstone; 4 = load cast; 5 = plant remains; 6 = seismite bed; 7 = liquefied bed

协调岩块(巨砾)组成的岩石。此外,原地震积岩还可分为自碎屑角砾岩、内碎屑副角砾岩等。

震积岩的识别标志主要是震积岩的变形构造,分为固结地层震积变形构造和未固结地层震积变形构造两大类^[7]。马关新近系剖面上可见到固结地层震积变形构造和未固结地层震积变形构造,其中以震塌岩占优势,发育较多的卷曲变形构造、液化沙枕、沙包、沙火山、泥火山、负荷构造、微同断层、微同褶皱、同沉积塑性撕裂屑等,以1号震积层(Z1)发育最好,组合多样。

碎屑震积岩较为完整的垂向序列综合模式^[5]对震积岩的识标与划分具有重要的借鉴作用。该模式划分了7段(图4),自下而上分别称为下伏未震层段、阶梯状微断层层段、震裂岩和震塌岩层段、振动液化卷曲变形层段(包括液化砂岩脉)、重荷模及伴生构造层段、液化均一层段、上覆未震层段。不同的研究者建立了不同的震积岩序列,同一地区的震积岩序列也有差异,剖面序列的完整性与剖面位置、地震震级、特别是发生地震处的岩性有关^[8]。笔者研究的马关新近系小龙潭组震积岩的垂向序列与前人的模式也有较大差别,具有鲜明的特色。

3.1 主震积层特征

马关 PM2 剖面的主震积层(Z1)总厚 256cm,共划分 13 层,有 ABD、AC、DE、FG 几种组合样式(图5)。

(1) 未震动的正常沉积层:极薄层粉砂岩与纹层状粘土质粉砂岩互层,水平层理发育,局部夹泥质条带。厚 >50cm,属 A 单元。

(2) 阶梯状微同断裂层:极薄层粉砂岩与纹层状粘土质粉砂岩互层,水平层理发育,厚 6cm,发育阶梯状微断层,断层面较陡,间距 6~12cm,属正断

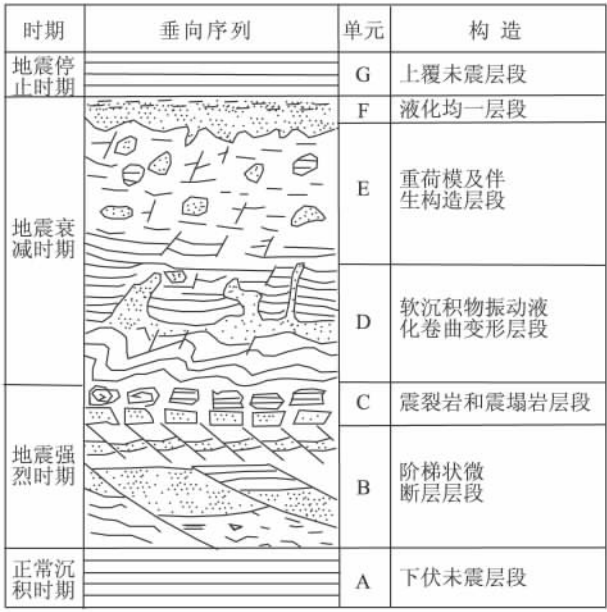


图4 碎屑震积岩垂向序列综合模式图

Fig.4 Generalized model for the vertical clastic seismite sequences

层,错距极小。震积岩尚未达角砾岩化程度,但略强于震裂岩程度,属于中等震动层,划为 B 单元。

(3) 震动液化变形层下部:厚 20cm 左右,由震动液化形成较多的沙枕、沙包,长 10~20cm,少量仅 1cm 左右,呈透镜状,少量呈半塑弯曲状。地震烈度略低于微同断裂时期,属于弱震动层,划为 D 单元。

(4) 震动液化变形层上部:厚 30cm 左右,纹层状粘土质粉砂岩发生强烈卷曲变形,无方向性,变形体长 20~30cm 不等。地震烈度略低于微同断裂时期,属于弱震动层,划为 D 单元。

(5) 未震动的正常沉积层:极薄层粉砂岩与纹层状粘土质粉砂岩互层,水平层理发育,厚约 20cm。

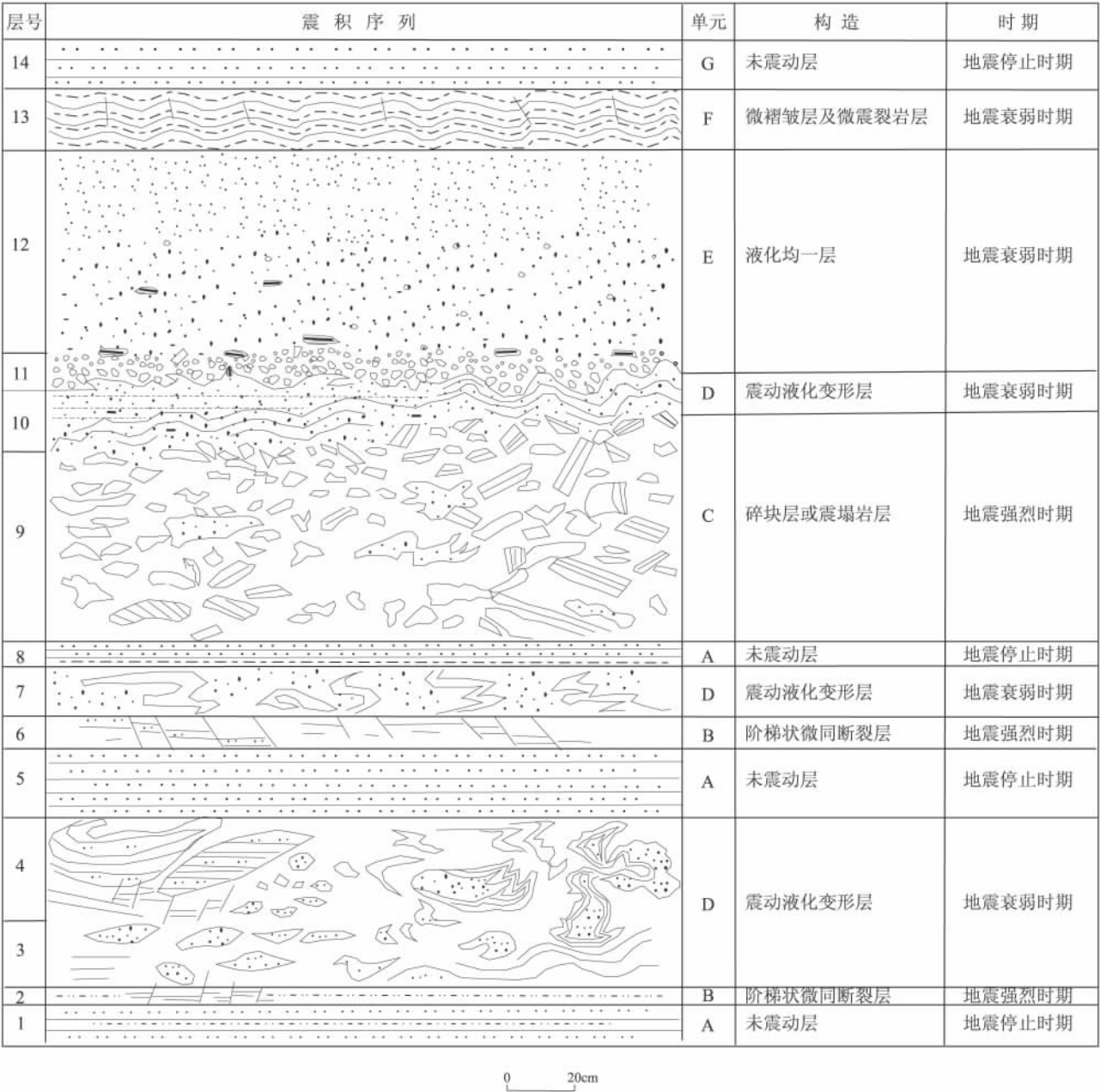


图 5 马关剖面主震积层垂向序列图

Fig. 5 Vertical sequences of the main seismite beds within the Maguan section

属 A 单元。

(6) 阶梯状微同断裂层: 极薄层粉砂岩与纹层状粘土质粉砂岩互层, 水平层理发育, 厚约 8cm, 发育阶梯状微断层, 断层面较陡, 间距 7~8cm, 属正断层, 错距极小。属于中等震动层, 震积岩尚未达角砾岩化程度, 但略强于震裂岩程度, 属于中等震动层, 划为 B 单元。

(7) 震动液化变形层: 厚 5~14cm, 纹层状粘土质粉砂岩发生强烈卷曲变形, 无方向性, 变形体长 8cm 左右。地震烈度略低于微同断裂时期, 属于弱震动层, 划为 D 单元。

(8) 未震动的正常沉积层: 极薄层粉砂岩与纹层状粘土质粉砂岩互层, 水平层理发育, 厚 8~18cm。属 A 单元。

(9) 碎块层或震塌岩层: 厚 50~60cm, 由极薄层粉砂岩与纹层状粘土质粉砂岩角砾构成, 角砾呈棱角状、次棱角状, 砾径 8~15cm, 顶部角砾较小, 砾径 2~3cm。无分选无定向, 杂乱堆积, 局部见撕裂屑。由强烈地震形成, 属 C 单元。

(10) 液化均一层下部: 不等粒岩屑砂岩, 含较多炭屑, 具波状震动液化变形层理, 顶界发育重荷模构造, 变形层理的弯曲与底模形态一致, 局部因

液化作用向上覆层贯入砂质形成沙火山,底面无冲刷与侵蚀。本层为碎屑浊流沉积,下部发育斜层理、波状层理,属鲍马序列 c 段,上部发育水平层理,属鲍马序列 d 段。厚 8~20cm。属于弱震动层,划为 E 单元。

(11) 液化均一层中下部:复成分细砾岩,角砾呈棱角状、次棱角状、次圆状,含量约 8~10%,砾径 2~5mm,石英屑约占 60%,其余为硅质岩屑、长石屑。具正粒序结构,属水道颗粒流沉积,含少量炭屑,偶有炭屑贯入下伏砂质层中。具平坦顶部,近底有冲刷及贯入构造。厚 12~20cm,属于弱震动层,划为 E 单元。

(12) 液化均一层中上部:含砾不等粒岩屑砂岩,角砾含量约为 8%~10%,呈棱角状、次棱角状。砾径 1~4cm,具正粒序结构,由底至顶,粒度由含砾粗砂向粉砂级变化,为碎屑浊流沉积成因,相当于鲍马序列 a 段。中下部含较多大块的炭屑,炭屑长 1.5~2.5cm,呈水平状分布,与下伏砾石层因液化作用已无清晰边界。厚约 80cm,属于弱震动层,划为 E 单元。

(13) 微褶皱层及层内微震裂岩层:极薄层条带状粉砂质粘土岩,单层厚约 1cm。微褶皱层呈对称波状,波长 6cm,波高 2cm,约有 8 个单层。其中一个单层内发育平行排列的陡倾微断裂,断层间隔 1~2cm,上下受顶底单层之限。厚约 20cm,属于弱震动层,划为 F 单元。

(14) 上覆未震动层:薄至中厚层粉砂岩,层面平整,局部夹泥质条带。厚 >50cm,属 G 单元。

本主震积岩段共识别出 5 次不同强度的地震:

①由 2-3 层构成,经历了地震强烈-地震衰弱时期,形成 ABD 组合;②由 6-7 层构成,经历了地震强烈-地震衰弱时期,形成 ABD 组合;③由 9 层构成,代表地震最强烈时期,形成 AC 组合;④由 10-12 层构成,为地震衰弱时期形成,构成 DE 组合;⑤由 13 层构成,代表地震衰弱时期,形成 FG 组合。

3.2 次震积层特征

PM2 剖面上识别出两个次震层(图 6),编号分别为 Z2 和 Z3。

Z2 震积层厚 13cm。A 为下伏未震动层,岩性为极薄层粉砂岩与纹层状粘土质粉砂岩互层;B 为阶梯状微断裂层,并伴有褶皱层,岩性为纹层状粘土质粉砂岩;F 为液化均一层,含炭屑,具正粒序结构,原岩为浊流沉积成因,底面具重荷模构造;D 为震动液化变形层,由纹层状粘土质粉砂岩液化变形

而成;G 为上覆未震动层。B 代表地震强烈活动时期,F~D 代表地震衰弱时期。

Z3 震积层厚 10cm。A 为下伏未震动层,由薄层粉砂岩夹泥质条带构成;D 为震动液化变形层,发育液化沙枕、沙包,属地震衰弱时期形成。

此外,剖面上识别出 5 个震动液化层(Y1~Y5)。这些液化层为薄层粉砂岩,底面平坦,顶面发育沙火山(图 6),说明在 PM2 剖面上还存在许多较微弱的间歇性地震活动,表明古近系小龙潭组沉积盆地为持续下陷的活动盆地。

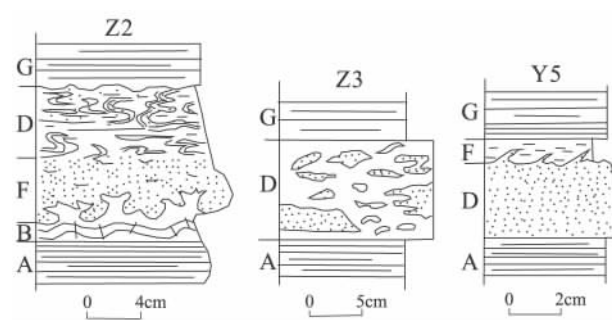


图 6 马关剖面次级震积层垂向序列图

Fig. 6 Vertical sequences of the secondary seismite beds within the Maguan section

4 地质意义

(1) 马关新近系小龙潭组震积岩的发现,填补了云南新近纪断陷盆地地震灾变事件记录的空白,也为研究该地区喜山期构造运动的表现形式提供了新资料。

(2) 在陆相湖盆中,震积岩是地震诱发的各种地质作用力对各种先成沉积物改造而成,可分为原地相震积岩与异地相震积岩^[10]。在马关小龙潭组剖面上,第 2、3、4、6、7、9、13 层属于原地相震积岩,其中的基体或变形脉体保留了浅湖相的纹层状粘土质粉砂岩的面貌,第 10、11、12 层属于异地相震积岩,原岩为水下重力流垂向加积而成,含较多远源炭屑。由此可见,马关小龙潭组的震积岩类型较全、层序连续清楚,是研究断陷盆地地震积岩序列的理想场所。

(3) 笔者实地收集的震积岩层序与前人的综合模式存在一定的差异。

(4) 北东向新保寨断层是形成马关新近纪盆地的同沉积断层,该断层的产生与持续活动加速了盆地的下沉,诱发了古地震的频繁发生。

(5) 研究马关地区新近纪古地震与构造盆地沉降及沉积速率的关系及古近纪古地震的活动期次、

强度及地震活跃期与宁静期的周期性的交替规律,对预测该地区的现代地震活动具有重要的现实意义。

参考文献:

- [1] 宋天锐. 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[J]. 科学通报, 1988, 38(8): 609–611.
- [2] 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): 19–24.
- [3] 陈世悦, 袁文芳, 鄢继华. 济阳坳陷早第三纪震积岩的发现及其意义[J]. 地质科学, 2003, 3: 377–384.
- [4] 袁静. 中国震积作用和震积岩研究进展[J]. 石油大学学报(自然科学版), 2005, 29(1): 144–147.
- [5] 赵卫卫, 查明, 杨剑萍. 中国震积岩研究综述[J]. 地层学杂志, 2006, 30(2): 171–176.
- [6] 杜远生, 韩欣. 论震积作用和震积[J]. 地球科学进展, 2000, 15(4): 299–394.
- [7] 杨玉芳, 钟建华, 等. 松辽盆地青山口组震积岩特征及油气地质意义[J]. 西南石油大学学报(自然科学版), 2010, 32(3): 41–50.
- [8] 袁静. 山东惠民凹陷古近纪震积岩特征及其地质意义[J]. 沉积学报, 2004, 22(1): 41–46.
- [9] 王化爱, 钟建华, 隆锋. 蒙古南贝尔凹陷白垩纪地震作用的证据[J]. 沉积学报, 2008, 26(6): 975–981.
- [10] 杨仕维, 李建明. 震积岩特征综述及地质意义[J]. 岩性油气藏, 2008, 20(1): 89–94.

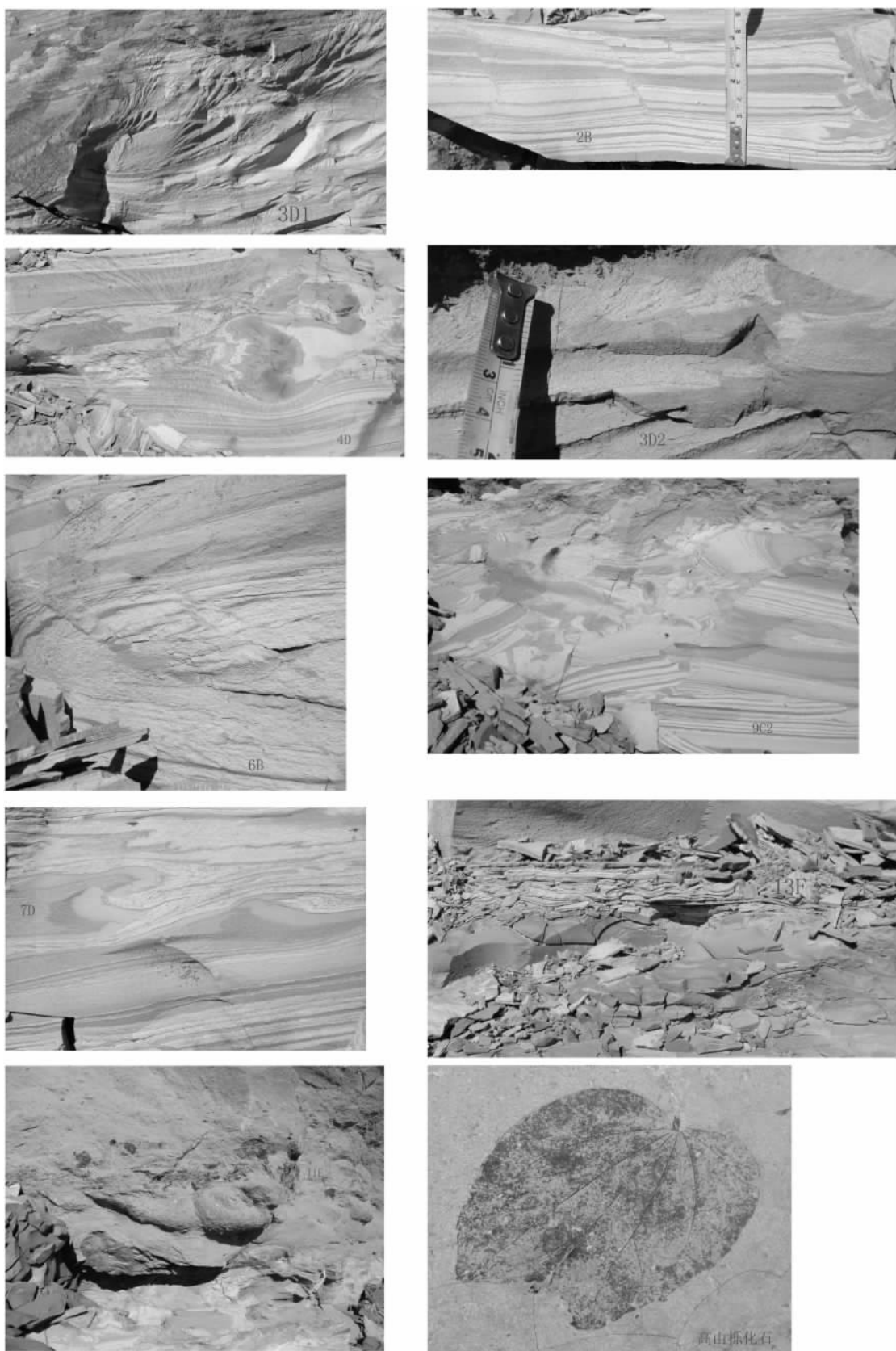
Discovery and significance of the seismites in the Neogene Xiaolongtan Formation in Maguan, Yunnan

HUANG Yong, HAO Jia-yu, DENG Gui-biao, BAI Long, ZHANG Guo-xiang

(Guizhou Institute of Geological Survey, Guiyang 550005, Guizhou, China)

Abstract: The Neogene Xiaolongtan Formation in Maguan, Yunnan is interpreted to be the lacustrine deposits. In the middle-lower part of the Formation, the seismites are recently identified by the authors for the first time. These seismites display the features of excellent outcrops, various rock types, continuous sequences and abundant fossils, and thus may be selected as an ideal locus for the examination of the seismite sequences in fault basins. The discovery of the seismites has provided not only seismic event records in Neogene fault basins but also new data for the study of palaeoseismic activity in the study area.

Key words: seismite; Xiaolongtan Formation; Neogene; Maguan; Yunnan



图版说明:

2B - 阶梯状微同断裂; 3D1 - 沙枕、沙包; 3D2 - 震裂岩; 4D - 震动液化变形层; 6B - 阶梯状微同断裂; 7D - 震动液化变形层; 9C - 震塌岩; 11E - 重荷模; 13F - 微同褶皱; 高山栎植物化石。