

雷山—锦屏一带清水江组软沉积构造的变形特征

——远古的地震记录

袁宏

(贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550018)

[摘要]通过面上地质调查,在黔东南雷山—锦屏一带的新元古代清水江组含火山碎屑之砂泥质岩层中,发现了大量软沉积物变形构造,主要有滑塌、滑移及阶梯状微断层。根据前人对形成该软沉积物变形的模拟试验成果,推断该类软沉积变形的机制与震动液化有关,其动力来源于古地震。在清水江组地层分布区,沉积物中含大量凝灰质,显示出古地震与古火山作用相伴频发之特点,这是新元古代裂谷盆地在此阶段构造演化的响应。

[关键词]古地震带;软沉积变形;清水江组;雷山—锦屏

[中图分类号]P512.2;P534.3 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2015)02-0114-05

早在上个世纪60年代早期,贵州地质工作者就在黔东南一带青白口系清水江组中发现了大量的软沉积变形,鉴于当时地学理论的限制,就把其中的滑塌、滑移定性为“野复理石”。直至80年代晚期,国内地质学家宋天锐把震积岩的概念引进国内^[1],此后,乔秀夫、杜远生等地质学家先后投入了对震积岩的研究,并取得了大量的研究成果^[2-4]。90年代中晚期,贵州区调院在雷山一带开展1:5万区调时,在清水江组中发现了大量的震积岩,并根据乔秀夫等人建立的震积岩序列模式,建立了震积序列^[5]。近年来,笔者在随同“黔北梵净山地区及黔南摩天岭地区前寒武纪古大陆演化及沉积岩相古地理研究”项目的同志一同对黔东南一带前寒武纪地层进行岩相调查时,发现板溪、下江、丹洲相区清水江时期相应层位均有滑塌、滑移构造,但尤以雷山—锦屏一带清水组滑塌、滑移最发育,且规模最大。因此,推测下江相区是震源区,板溪和丹洲相区远离震源,故滑塌、滑移不发育,且规模小。

1 地质概况

研究区位于扬子陆块东南缘及江南造山带西

南段过渡带。新元古代沉积盆地为武陵运动后地幔柱上隆伸展形成的裂谷盆地^[6]。研究区位于湘黔桂次级盆地西侧,盆地早期充填序列为一套离散背景下砂砾岩(甲路组第一段)

→钙质板岩(甲路组第二段)→砂板岩、含炭质板岩(乌叶组)组合;晚期充填序列为一套汇聚背景下砂岩→(番召组第一段)砂板岩(番召组第二段)→凝灰质砂板岩(清水江组)→板岩(平略组)→砂岩、板岩(隆里组)组合。从而构成一套由海浸→海退的沉积序列^[7](图1)。

清水江组时期,研究区处于半深海斜坡环境,主要沉积了一套凝灰质砂板岩组合,以含大量的火山灰为其显著特征。发育滑塌、滑移变形层理及同生微断层构造,垂向组合为浊流沉积、碎屑流沉积与滑塌—滑移沉积相互叠置^[8]。

2 软沉积物变形构造

研究区软沉积物变形层在清水江组中较发育,主要有负载、球—枕构造及滑移变形。

2.1 负载构造

研究区负载构造,主要有重荷模、火焰构造、

[收稿日期]2015-03-05

[基金项目]国家自然科学基金重点项目(编号410303315)、黔北梵净山地区及黔南摩天岭地区前寒武纪古大陆演化及沉积岩相古地理研究(编码:1212011121106)。

[作者简介]袁宏(1967—),男,工程师,主要从事区调工作。

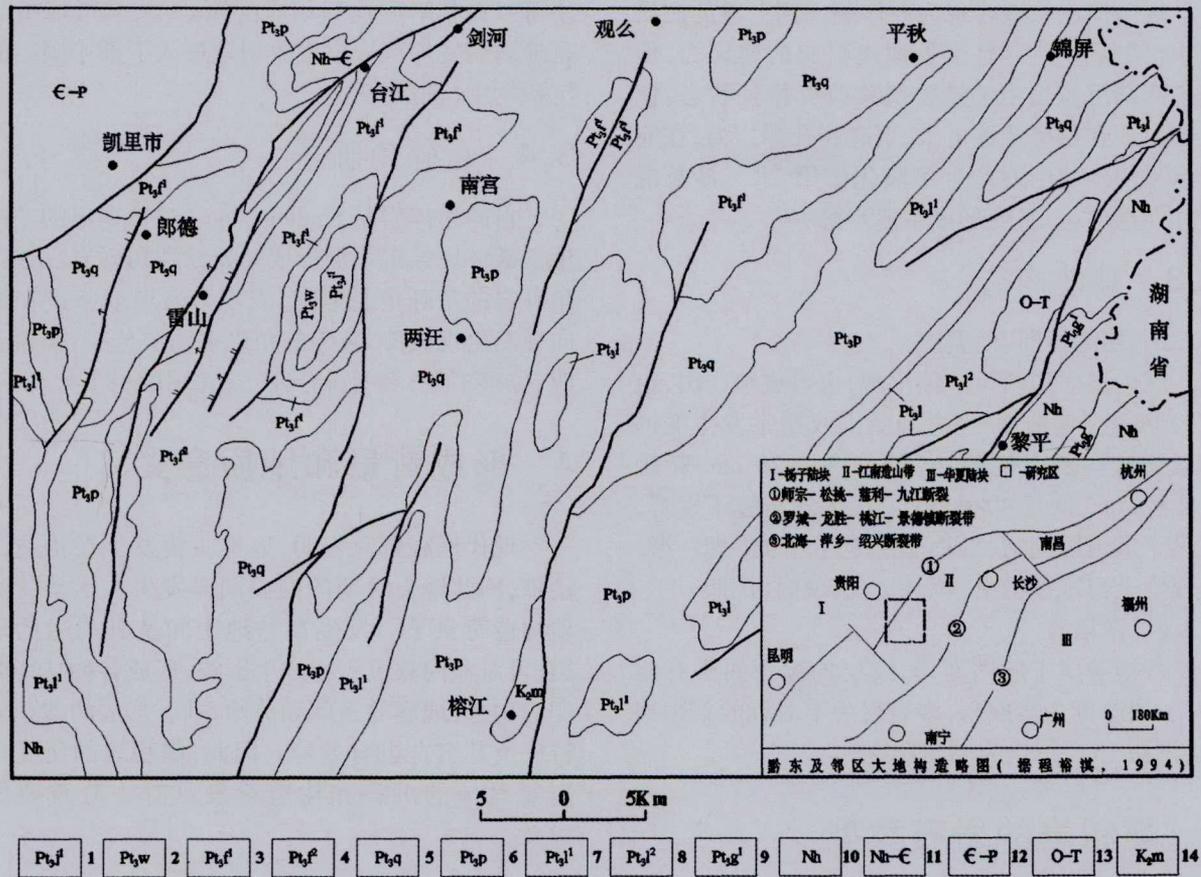


图1 黔东南雷山—锦屏一带地质略图(据1:25万锦屏幅及邻区地质图修改)

Fig. 1 Geologic sketch of Leishan-Jinping area in Southeast Guizhou

1—甲路组第一段; 2—乌叶组; 3—番召组第一段; 4—番召组第二段; 5—清水江组; 6—平略组; 7—隆里组第一段; 8—隆里组第二段; 9—拱洞组第一段; 10—南华系; 11—南华系-寒武系; 12—寒武系-二叠系; 13—奥陶系-三叠系; 14—白垩系中统茅台组

震积砂枕、砂球。这些构造是在地震过程中,受地震颤动的影响而形成。

2.1.1 重荷模

区内重荷模常发育于浊积岩中。表现为上覆的砂质沉积物沉陷到下伏的泥质物中,大小0.6~8 cm不等,模体呈不规则状,与泥质层接触界面截然。

2.1.2 震积砂枕、砂球

区内震积砂枕、砂球常发育于以泥质岩为主的浊积岩中,砂块大小从几毫米到数厘米不等,断面呈不规则的块状、球状、枕状。其成因是由于上下相邻的沉积物存在较大的密度差,地震液化作用结束后,沉积物体积收缩,在振动和重力作用下,上覆的砂质层发生断裂、解体,形成大小不一的砂块向软性泥质物中沉陷而成[9]。区内发现的砂枕、砂球具拖曳拉长变形特征,其内部纹层明显弯曲,反映了在振动、坠入泥质的过程中发生震褶变形。

2.1.3 火焰构造

区内火焰状构造多表现为泥质围绕着重荷模、砂球、砂枕强烈上涌挤入砂质层中(图版-1)。其成因是相邻砂、泥层动力粘滞系数的不同,由于下层(泥质层)动力粘滞系数较显著小于上层(砂质层),所以在振动作用下细粒沉积物底辟侵入粗粒沉积物中形成火焰构造[10]。

2.2 软沉积物的侵入

2.2.1 液化砂、泥岩脉

液化砂、泥岩脉是由地震作用引发软沉积物液化流动,是地震事件识别标志之一。研究区砂质脉宽0.5~2.5 cm,长数厘米至十几厘米,多由细砂和粉砂组成。泥质脉宽0.5~2.5 cm,长数厘米至十几厘米(图版-2),常有分枝复合的现象。此构造即是贵州、湖南工作者习称的“马尾丝”构造。

2.2.2 泄水构造

区内泄水构造表现为砂体刺入到上覆的泥质层中(图版-3),它是由强地震引起的剪切力,促使未固结沉积物中的沙粒滑移改变排列状态,使应力由沙骨格架转移至水,引起超孔隙压力,在完全水平的砂层中便产生了液化作用,水与沙粒混合体在层内运动,便形成了泄水脉^[11]。

2.3 其他构造

2.3.1 层内错断、地裂缝

区内层内错断可单独出现,也可成组产出,组成“地堑式”构造,断裂之间的细纹层常发生变形和微褶皱。断层规模小,延伸5~20 cm,断距0.5~2 cm,倾角40°~50°。区内地裂缝不发育,仅见于雷山巴朗河,断面呈上宽下窄的“楔”形,表现为上覆沉积物贯入下伏岩层顶面(图版-4)。

2.3.2 微褶皱

微褶皱属于层内变形,纹层连续弯曲少有错断,一般厚度为数厘米,多表现为不对称的斜歪褶曲(图版-5),下伏为不变形层。

3 震积岩的岩石类型

研究区的震积岩为原地震积岩,主要有震褶岩、震裂岩、震塌岩及自碎角砾岩。

3.1 震褶岩

震褶岩由滑移变形形成的具震褶曲构造特征的岩石,其识别标志是层内细纹发生变形,形态复杂多变,以具“揉流”特征而与浅表层次的层间滑动形成的褶曲相区别。

3.2 震裂岩

震裂岩的特征以破裂变形为主(具微断裂),系固结或未固结岩层受到强烈震动,岩层发生破裂而形成(图版-6)。区内震裂岩有时与震褶岩相伴出现,显示其是由更强烈的地震振动使震褶岩进一步变形直至破裂而成。

3.3 震塌岩

震塌岩是由地震成因的不协调岩块组成的岩石。其识别标志是不协调岩块,表现为不协调岩块在岩层中与围岩有清楚的边界,其内部纹层与围岩不一致。其成因是地震液化作用停止后,地面下沉过程中产生的负载构造。这些不协调岩

块可以在其附近找到相应的原始层,其形成机理是地震诱发局部岩层发生坍塌进入下部未固结的沉积物中(图版-7)。

3.4 自碎角砾岩

自碎角砾岩是 Spalletta 等(1984)提出的。指地震破坏原始沉积层形成初始断裂角砾岩。这种角砾岩的角砾是原地的,表现为岩层或条带在横向突然出现破碎,破碎的角砾多顺层分布,棱角分明,位移不大,多能拼合在一起(图版-8)。

4 形成背景和地质意义

现代地震研究表明,地震主要发生在构造活动带,因此地史时期的地震同样发生在活动的大地构造背景下。发生在盆地中间及其周边的地震,可对盆内软沉积物产生影响,形成各种独特的变形构造,地震的强度和节律不同,形成的震积岩特征及其组合也有差异。因此,震积岩的研究对恢复盆地的沉积和构造背景具有十分重要的意义。

4.1 震积岩形成的地质背景

地震是一种自然灾变现象,是地球动力作用的表现。研究区处于扬子陆块与南华活动带过渡区,跨越扬子地块和江南地块,两块体间即为师宗—松桃—慈利—九江断裂带(图1)。地块边部通常是应力聚集、释放的集中区,其火山爆发和地震作用均较频繁。清水江组发育的大量凝灰岩是盆地周边火山多次活动的证据之一,火山活动必然引发地震产生。斜坡带的软沉积物由于受到地震作用常向斜坡下方滑动,形成各种液化变形和大规模的滑塌现象。

研究区清水江组位于大陆斜坡,厚度在雷山—锦屏一带最大,达3000余米^[7],向NW、SE两侧变薄。其间的软沉积变形具有由NE向SW呈带状分布,并向两侧逐渐变弱的特点。据此,推断其形成机理是古断裂活动,其驱动力是地幔物质上涌导致火山活动而诱发地震。

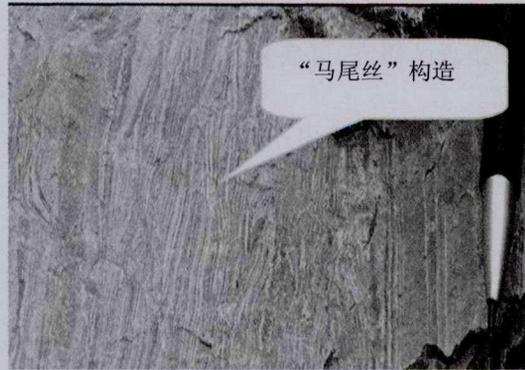
4.2 震积岩研究的地质意义

震积岩是一种突发性的事件沉积,不仅具有构造内涵,更具有良好的等时性。清水江组发育的大量火山物质和独特的地震遗迹—特别是其间

图版



1 锦屏平秋Pt₃q中粉砂质板岩中的火焰状构造
1 Flame structure of silty slate in Pt₃q of Pingqiu in Jinping



2 剑河观么Pt₃q中凝灰质板岩中的“马尾丝”构造
2 Horsetail structure of tuff slate in Pt₃q of Guanmo in Jianhe



3 剑河南宫Pt₃q中砂质条带形成的泄水构造
3 Discharge structure of the silty belt in Pt₃q of Nangong in Jianhe



4 雷山郎德Pt₃q中地裂缝
4 Ground fissure in Pt₃q of Langde in Leishan



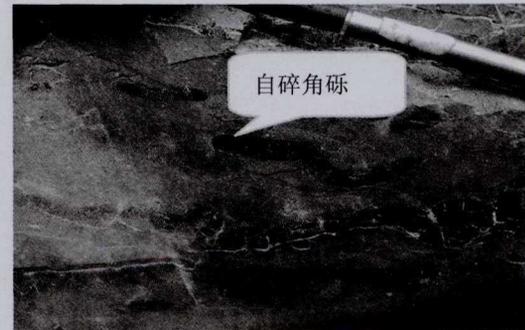
5 锦屏平秋Pt₃q中微褶皱构造
5 Micro fold structure in Pt₃q of Pingqiu in Jinping



6 雷山郎德Pt₃q中震裂岩
6 Cracked rock of Langde in Leishan



7 雷山两汪Pt₃q中震塌岩
7 Collapsed rock of Langwang in Leishan



8 剑河南宫Pt₃q自碎角砾岩
8 Cracked breccia in Pt₃q of Nangong in Jianhe

的“马尾丝”构造,已作为湘、黔两省地层划分、对比的标志。同时,通过对震积岩的研究,特别是其平面分布组合的研究,可恢复其当时不同区带的地震强度。

震积岩属于事件沉积,虽其发生时间短,但影响巨大。清水江时期盆地周边火山活动频繁,通过对震积岩的深入研究,不仅能够对盆地周边构造演化期次和强度的界定,而且能够为盆地中部事件沉积研究奠定基础。

[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] 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):16-32.
 [3] 乔秀夫. 中国震积岩的研究与展望[J]. 地质论评,1996,42(4):316-320.
 [4] 杜远生,韩欣. 论震积作用和震积岩[J]. 地球科学进展,

2000,15(4):389-394.
 [5] 杨大欢. 贵州雷山一带的震积岩[J]. 贵州地质,1999,59(2)136-140.
 [6] 王剑. 新元古代裂谷盆地沉积演化—兼论与 Rodinia 解体的关系[M]. 北京:地质出版社,2000,1-146.
 [7] 1:25万锦屏县幅区域地质调查报告[R]. 贵州省地质调查院,2007.
 [8] 1:5万雷山县幅区域地质图说明书[R]. 贵州省地质矿产局,1997.
 [9] Knaust D. Pinch-and-swell structures at the Middle /Upper Muschelkalk boundary (Triassic): evidence of earthquake effects (seismites) in the Germanic Basin. International Journal of Earth Sciences,2002,91(2):291-303.
 [10] Anketell J M, Cegla J, Dzulynski S. 1970. On the deformational structures with reversed density gradients. Ann. Soc. Pol. ,40: 3-30.
 [11] 乔秀夫,高林志,彭阳,李活兵. 古庐带沧浪阶地震事件层序及构造意义[J]. 中国科学(D辑),2001,31(11): 911-918..

Deformation Features of Soft Sedimentary Structure in Qingshuijiang Formation of Leishan-Jinping Area: Earth quake Record in Ancient Times

YUAN Hong

(Guizhou Academy of Geologic Survey, Guiyang 550005, Guizhou, China)

[Abstract] By geologic survey in Leishan-Jinping area, abundant soft sedimentary deformation structure are found in the sandy and muddy layer with volcanic rubble of Qingshuijiang formation in Neoproterozoic Era, mainly are landslide, slip and ladder shaped microfault. According to the simulation experiment to the soft sediment deformation of the former researchers, it's thought this kind mechanism of soft sediment deformation has relation with vibrate liquefaction, the power came from ancient earthquake. In the Qingshuijiang formation layer distribution area, a lot of tuff material is found in the sediment, it shows the feature of ancient earthquake and volcanic process happed frequently. It's the response of rift basin of Neoproterozoic Era in the structural evolution of this period.

[Key words] Ancient earthquake belt; Soft sedimentary deformation; Qingshuijiang formation; Leishan-Jinping