

文章编号:1000-0550(2001)03-0351-06

甘肃武都古崩滑堆积体的沉积特征及其形成环境

南凌 崔之久

(北京大学城市与环境学系 北京 100871)

摘要 在甘肃武都县城北第四纪地层剖面中,马兰黄土之下发育有一套以大量碎屑和部分粘土组成的混杂堆积体。其形成时的原始地貌已不复存在,成因也不明。本文在研究其沉积特征和周围地质、地貌环境的基础上,判定其属于崩滑堆积体,是基岩块体(夹部分粘土)高速崩塌滑动、碰撞分解堆积而成。堆积层具有上下不同的发生“层序”。作者将典型的崩滑堆积体的沉积“层序”划分为五层:A后期覆盖层或侵蚀面;B崩解—碰撞带层;C崩解—迁移带层;D迁移带层;E下伏地层。各发生层有不同的沉积特征,反映出高速运动块体经过内部碰撞分解后,上下层中存在动力过程和沉积过程的分异。作者研究了武都古崩滑体五个剖面中的粘土含量、粒径、砾石组构、沉积结构和构造的特点,并通过堆积物的沉积特征所反映的运动和动力学特性,结合周围地质、地貌环境,判定该混杂堆积体是在Q₃时期,武都城北部高耸的以变质石灰岩组成的基岩陡壁在暴雨的“触发”下,发生解体,形成固体碎屑流块体,由北向南高速运动堆积而成。后期由于粘土和水的加入,使崩滑体运动向泥石流流体转化。

关键词 混杂堆积 古崩滑体 沉积特征 层序 形成环境 武都

第一作者简介 南凌 男 1965年出生 博士后 环境地貌与地表灾害

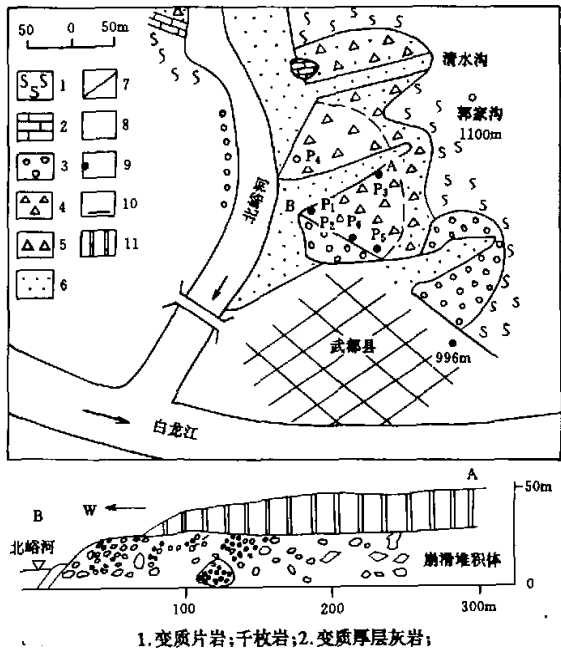
中图分类号 P642.21 P534 **文献标识码** A

60年代,美著名第四纪地质学家 Flint R E 鉴于当时国际上已经发现许多混杂堆积具有多种成因类型的,而非仅有冰川成因,建议用 *Diamicton*(混杂堆积物)和 *Diamictite*(混杂堆积岩)一词来描述这些成因不明的堆积物^[1,2],以沉积物的沉积特征来定义混杂堆积,这是对第四纪混杂沉积物认识上的一个进步,指出了混杂堆积的多解的特性,排除了仅用混杂堆积的共性来判定其成因类型的主观认识。

作者提出了混杂堆积的沉积学定义^[3]:粒径范围从粘土到漂砾、无分选或弱分选、细粒物质填充在粗粒间隙或粗粒物质是在细粒基质中的陆缘碎屑沉积物,按照这个定义,冰川、崩塌、滑坡、泥石流等等都属于混杂堆积。混杂堆积的成因是比较难以判定的,崔之久等研究了国内外大量的混杂堆积的实例后,提出了区分各种成因类型的多指标判定原则和成因—环境判定原则^[3-6],有效的推动了混杂堆积的研究的深入。利用其混杂堆积沉积特征和其反映出的运动学和动力学特性,结合实际地质、地貌、水文和构造环境,可以有效地推断混杂堆积的运动过程和形成过程,分析其成因的最大可能性,这对地貌与第四纪沉积环境的恢复研究很有意义,是对混杂堆积研究的一种新尝试。

1 古混杂堆积的分布和性质判定

武都成因不明的古混杂堆积体分布在武都县城东,



- 1. 变质片岩;千枚岩;2. 变质厚层灰岩;
- 3. 河流砾石层;4. 泥石流堆积;5. 古崩滑堆积体;
- 6. 现代河流堆积;7. 分界线;8. 测量点;
- 9. 高程点;10. 剖面线;11. 马兰黄土

图1 武都古崩滑堆积体平面分布简图和剖面图

Fig.1 The sketch of plane distribution and profile of Wudu's paleo-rock avalanche deposit

北 200 m 的清水沟地区,其西部为海拔 920 m 左右北峪河口,南部为白龙江河谷。堆积体海拔高度约为 1 000 m,区域上属中低山丘陵地貌区。本区出露地层主要为志留纪千枚岩、变质石灰岩、第三纪红层和第四纪黄土、河流相堆积、泥石流相堆积等。组成古混杂堆积体的碎屑全部为变质石灰岩,出露厚度约为 20 m,可见宽度 200~250 m,形态近似不规则的扇形,向南开阔。其上部被 20 m 的马兰黄土层覆盖,两者呈不整合侵蚀接触,界面近似平行,微向南倾。古混杂堆积体同四周的泥石流堆积、河流堆积共生或者逐渐过渡,因此,古混杂堆积体就象“插入”周围泥石流中的透镜体。但是其形成时的原始谷地貌现在已经不存在,古混杂堆积体也不完整。其西面已被北峪河侵蚀,内部也被清水沟、郭家沟等河流或泥石流沟所侵蚀、分割(图 1)。

由于形成时代的久远,沉积时的地貌环境已经不复存在,直接判断这套古混杂堆积的成因类型比较困难,但是根据这套混杂堆积中的沉积的物质和沉积特征以及周围地质环境,可以判定这套混杂堆积是一套古基岩崩滑堆积体^[7-12]。基岩崩滑体(rock avalanche)是基岩坡地(或者夹有部分土体)在稳定性遭到破坏后,在高位快速剪出,随即发生崩解、碰撞,以高密度碎屑流的形式高速凌空或沿滑面倾泻向下运动,具有强大的冲击力和侵蚀力,堆积后形成具有特殊的沉积特征和地貌形态^[4,13-16]。

判定理由有:(1)混杂堆积体中的砾石碎屑为单一的变质厚层灰岩,大小混杂,是一次动力过程中形成的沉积体。观察现代周围高山的出露基岩,都是其它基岩类型,因此该堆积体形成和附近高山基岩没有关系。(2)在距离堆积体北—西北 200~500 m 的地区,发现和堆积体海拔高度相同的、残留的变质厚层灰岩剖面出露,宽度仅 15 m,产状近直立,是堆积体的唯一物质来源母体。(3)堆积体中大小砾石混杂,分选磨圆很差,多为棱角状,可见最大长轴 2 m 的巨石,无层理,砾石叠置支撑,表面凸凹不平,断口、碰撞痕和擦痕发育,反映一种砾石快速分解堆积的运动过程。(4)该不明混杂堆积的东部—东北部也发育有古混杂堆积体,砾石岩性复杂,多为片岩和千枚岩,和前者明显不同,粘土含量非常高,砾石悬浮支撑,根据混杂堆积成因判定原则^[3,6],判定为泥石流沉积,与前者呈逐渐沉积过渡,形成同一沉积层位的共生关系。(5)堆积物沉积特征和现代崩滑堆积体沉积特征相似。

2 武都古崩滑体的沉积特征

2.1 粒度和粘土含量变化

古崩滑堆积体由志留纪的变质石灰岩碎屑组成,含 5%~20% 的粘土,我们在崩滑体不同地区的五个剖面上,统计了粘土含量和粒度频度分布(表 1),其中 P1、P2 为同一剖面上下两个点,相差约 15 m。

从堆积体剖面(P1、P2)上粒度分布来看,崩滑堆

表 1 武都公路段招待所崩滑体各点粒径平均频度对比统计简表(以 1m² 面积统计)

Table 1 Comparison with frequency of average grain size in Wudu's paleo-rock avalanche in choice points. (counted by 1m²)

粒径/点位	P1	P2	P3	P4	P5	P6
大于 1 m(块)	0	2	0	3	2	1
1~0.5 m	1	4	2	6	4	3
0.5~0.25 m	6	5	5	10	25	10
0.25~0.125 m	60	10	40	80	80	80
6.25~3.13 cm	200	50~100	100	100	100	150
小于 3.13 cm	500~1 000	200~500	500~1 000	240	100	200
肉眼分辨不出粒径大小的物质成分(粘土和粉砂)含量	估计值<15%	估计值<5%	估计值 20%	估计值<10%	估计值<5%	估计值<10%
描述	以变质灰岩砾石为主。部分砾石产状零乱,有成层性,有粘土夹层,夹层“旋卷”构造发育。	产状比 P1 点零乱,无成层性,混杂度较大,不含粘土夹层。	产状零乱,无层性,粒径小,混杂度大。	砾石定向好,大砾石以高角度向北倾,多大砾石。	砾石低角度定向,粘土成分少,砾石粒径多大于 10 cm。	大砾石多,分布在顶部,组构乱,下部好些,多 10~20 cm 粒径的砾石。

注:P1、P2 点是分别位于相同垂直剖面上的下部、上部点,相对高差 15m。P3、P4、P5、P6 代表崩滑堆积体不同部位和高度的点,反映崩滑堆积体的粒度变化的空间分布特征。0.25 m 以下数目为估计值。

积体的上部砾石粒径较大,大块石较多,混杂度高,分选极差,向下部粘土含量逐渐增大,块石粒径减小,分选较为均匀,剖面上堆积体沉积有分异现象,呈反粒序。反映崩滑体沉积和运动时上下动力条件的不同。在平面上,堆积体东部和南南西部(P4、P5、P6)块石砾石粒径普遍较大,大块石较多,东部相对较小(P3);西端P4点在所有剖面上平均粒径最大,尤其是大粒径砾石最多。此外,细粒和粘土含量在靠近泥石流堆积处,急剧升高,砾石主要从颗粒支撑和叠置支撑过渡到泥石流堆积体的悬浮支撑(P3)。根据现代崩滑体堆积扇的沉积特点,一般认为停积的崩滑堆积体的大砾石多分布在堆积扇的边缘地带,因此,初步认为砾石该崩滑体的动力来源为北—北北东方向,块体向南—南南西运动。

2.2 砾石组构特征

崩滑体砾石组构多少能保留和反映其运动、动力学信息。高速运动颗粒为了达到动态平衡稳定状态,其形态必须和受力方向、大小相适应,使动力能量在此消耗达到最小(稳定态),此外,有否调整空间也和组构发育特点有关。作者认为,一般来说,崩滑体的长轴a轴方向,在非限制情况下,基本代表其运动方向,受到阻力后可以发生多种变化。崩滑体内部高速运动中的砾石的最大扁平面AB面倾向一般代表被动性(推挤式运动)块体最大受压应力方向,角度大小可以反映块体水平受压大小和垂直受压大小的比值,角度越大,反映水平应力越大,反之,越小;而非受限制的、高速运动的砾石或者其它主动运动的块体,运动停积后,最大扁平面,一般受下伏地形影响,低角度的可能性较大。

武都古崩滑堆积体的组构分布具有规律。作者统计了P1~P5剖面点的砾石组构(P1、P2、P3、P4和P5点的样本数分别为60、60、70、60和60个)。

P1点剖面砾石长轴一般指向近东西($70^{\circ}\sim 120^{\circ}$)方向,南北次之;AB面多倾向南,北部次之,倾角以低倾角为主(小于 30°);如果AB面倾向其它方向,则相应的倾角增大,说明其它方向的运动动力不稳定。碎屑中粘土的含量增多,在该层中存在形态较完整的红色粘土夹层,形成“旋卷”流线构造—这是泥石流特征之一^[6]。因此,该层代表崩滑体的下部滑动层,实际上已经有泥石流转化的倾向。综合认为,在P1点所在位置(崩滑堆积体底部),崩滑体运动主要以颗粒整体“流动”为主,组构上反映南北向为碎屑整体运动方向,是运动动态比较稳定的方向,其它方向不太稳定,砾石只能调整其倾角来适应运动和动力状态的变化,长轴在受限的情况下,基本上垂直运动方向,以求达到相对稳定的形态。

P2点剖面为于P1点上部20m,长轴多指向南北方向,和下部砾石长轴状态明显不同。AB面也多倾向南面,部分北面,但优势已经不明显,倾角变化很大,缺乏优势角度。这些都说明P2点:虽然崩滑体运动方向也为南北向,但并不是以整体性运动为主,而以块体碰撞分解后向前“冲泻”运动状态为主。在运动中长轴仍可发育,在非受限的情况下,指向运动方向的较多,反映运动速度较快。

P3点剖面分布在崩滑堆积体的东部,与东部泥石流堆积体逐渐过渡,厚度减小,约为10m,砾石产状总体上比较零乱。剖面上下层有差异:砾石长轴在下部多指向东西方向,在上部无明显定向;AB面在下部多倾向南或北,上部多倾向东方向,部分倾向南;上部砾石多混杂零乱,砾石扁平面倾角较大,多大于 40° ,往下砾石倾角逐渐变小,多小于 40° 。推测动力来源于北—北东东方向。

P4点位于郭家沟沟口北岸,这里崩滑体砾石粒径最大,大砾石产状较好,长轴优势产状为北北东向,一般AB面多高角度倾向北,倾角 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$,大砾石常叠置排列组成高角度倾向北的“叠瓦构造”;小砾石(粒径小于10cm)多低角度($20^{\circ}\sim 30^{\circ}$)倾向南。小砾石和大砾石的产状区别说明大砾石运动的主动性,小砾石的被动性,大砾石的组构更能说明其当时的运动状况,动力来源为北部—北北东方向。大块体以高角度叠置排列倾向北,反映在崩滑体内部中部层位上,剪应力较为发育,块体运动以剪切摩擦和块体相对整体运动为主。

P5剖面点位于武都宾馆东北,为崩滑堆积体东南边缘,和泥石流、河流相堆积逐渐过渡(部分剖面被黄土遮盖)。经统计,该区砾石长轴以南北向为主,最大扁平面倾向北—北东东向,低倾角(小于 20°),反映该区和其它地区的组构具有差异,最具有“冲泻”状的形态,可能是崩滑堆积体的前端沉积部分。

从组构发育的规律来看:(1)崩滑体在运动堆积中,有沉积层分异现象,表现在运动时,上中下“各层”有不同的运动和动力学状态,反映出不同的沉积特征。(2)该崩滑堆积体来源于北—北北东部,向南运动,(3)组构特征反映运动的高速和“冲泻”状态。(4)堆积体下部沉积有向泥石流沉积变化的倾向。

2.3 武都崩滑堆积体的沉积分层“层序”及沉积构造

综合武都崩滑体的多个点的剖面砾石粒径、粘土含量、组构和沉积构造状况以及其反映的运动学和动力学特性,也考虑到其它地区崩滑体的实例,我们建立了含粘土的崩滑堆积体的“标准层序”,说明含粘土崩滑体的沉积和运动特点(图2),将崩滑堆积从上部到下部分为五个发生“层序”:

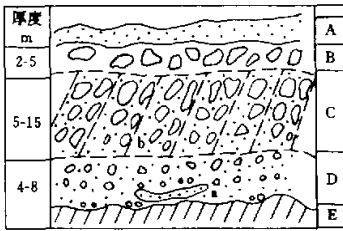


图2 武都古崩滑堆积体标准“层序”

A. 覆盖层或侵蚀层; B. 崩解—碰撞层, 碎石零乱, 含巨砾, 组构不发育, 或者下部微有发育(一般长轴指向运动方向), 无分选, 少磨圆, 少细粒和粘土; C. 崩解—滑移层: 组构发育, AB面多倾向上游, 倾角 $20^{\circ}\sim 50^{\circ}$, a轴不定, 有剪切面发育(b), 磨蚀、剪切、挤压作用明显; D. 滑移带: 物质向泥石流过渡, 粒径减小, 粘土含量增多, 以滑移作用为主, 代表滑动面位置, 内有粘土夹层(a), 有“旋卷”构造发育; E. 下伏地层: 表面有影响带

Fig. 2 The typical "layer-sequence" in Wudu paleo-rock avalanche deposit

(1)A层: 后期覆盖层及侵蚀面。(2)B层: 崩解—碰撞带。该层大石块较多, 粘土含量少。组构不发育, 或者微有发育, “冲泻”砾石的A轴多指向运动方向。砾石碰撞痕、贝壳状断口最为发育。支撑类型多为颗粒和叠置支撑类型, 混杂度较大, 有碎石积聚带出现, 厚度变化大。武都崩滑堆积体中, 含有一些细粒物质和粘土, 厚约为 $2\sim 5$ m。(3)C层: 崩解—滑移带。碎石石块相对较小, 滑动、碰撞和磨蚀作用很大, 砾石次棱角—次圆状。本层重要的特点是存在高角度剪切带, 并夹有碎石和一定的粘土, 组构发育, 武都为该层AB面高角度倾向上游, A轴多垂直行向, 阻挡、透镜、线状、剪切构造发育, 砾石点、面支撑接触, 整体运动性增强。武都该带厚度占总厚度一半以上, 约 $10\sim 15$ m。作者认为, 如果崩滑堆积体含较多的粘土, 则本层厚度相应增大。(4)D层: 滑移带。本层在武都厚度较薄, 约 $2\sim 5$ m左右, 砾石粒径较小, 碎石多, 组构也比较发育: AB面多平行流向。高角度剪切带不发育, 砾石为次圆状。该层是崩滑体的下部滑动面所在位置, 在武都可见粘土夹层, 夹层中“旋卷”构造和“流线构造”发育。如果崩滑堆积体含较多的粘土, 则本层厚度也增大。该层的发育在一定程度上反映崩滑作用向泥石流作用的转化倾向。(5)E层: 原始地面变形带。原始地面发生变形, 如刮蚀痕、侵蚀、碰撞凹坑、裂纹和填充物。

B、C界面以剪切带出露为界; C、D面逐渐过渡。在“层序”上, 剖面上基本上呈现反粒序变化, 粘土往下增多。

武都崩滑堆积体各剖面点层序组合不同, 在P1、P2点组合较为完整, 为A—B—C—D型, 这里也是崩滑体出露最厚的地区。往北P4点, 为B—C带组合, 但B层厚度增大, 反映P4点更靠近源区。P3点以B、C带发育, 厚度都较小, P5、P6点以B带发育为特征, 可能属于崩滑体前部区。

3 古崩滑堆积体的运动和动力过程及形成时代分析

崩滑堆积体的组成物质—厚层变质石灰岩仅在崩滑体北北西 500 m的北峪河西岸出露(东岸也有零星出露点), 出露宽度约 20 m, 拔河高度 20 m, 上部已经夷平, 覆盖有黄土和亚砂土。在变质石灰岩中大型垂直节理发育, 其走向近东西向, 倾角 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$, 微倾向北。南北两侧分别与泥石流和河流相沉积(和崩滑体处在同一高度)不整合接触。推测变质灰岩层在晚更新世早期时是一个高耸的孤立大陡壁, 是原始基岩(志留纪片岩、千枚岩和加变质灰岩)差异风化残留所致, 也可能是断裂(大型节理)活动形成。

崩滑堆积体是其北部—北北东部由原变质石灰岩组成的大陡壁向南失稳崩滑所致, 大陡壁的原始高度可能和现在在本区附近的低级夷平面相当, 海拔约 $1300\sim 1400$ m。崩滑体在高位剪出后, 立即向南白龙江谷地倾泻, 估计当时存在南北向的河谷(不是现在的北峪河)。崩滑体先在北部碰撞分解, 然后由于粘土和水的加入, 以固体碎屑流形式逐渐向南转化成泥石流流体。推测崩滑体垂直降落约 300 m(现在武都县城高度), 水平运动位移在大于 1000 m。崩滑体和泥石流的共同发育反映原山地陡壁的解体。

从成因来说, 该崩滑体是由暴雨“触发”的可能性最大, 因为(1)沉积特征中反映崩滑作用和反映泥石流作用特征的指相指标在堆积体内部特定的部位共同存在, 说明崩滑作用开始形成时, 就可能伴随周围泥石流的发生。(2)堆积体下部旋卷构造和流线构造发育反映饱和水的碎屑流“造浆”作用, 代表崩滑体已向泥石流转化^[17]。堆积体下部有细粒粘土夹层(夹有第三纪红层物质)并保持着原始地层的层序, 反映堆积体下部运动的整体性。(3)沉积物支撑结构由颗粒支撑向悬浮支撑转化, 而后者多为泥石流沉积。(4)基岩崩滑体水平运动距离不过 500 m, 就夹杂较多的粘土物质, 说明在崩滑作用发生前, 可能存在泥石流的“铺床”过程, 为崩滑体运动准备粘土物质。(5)周围和崩滑体共生的泥石流广泛发育。

古崩滑堆积体是发生在晚更新世早期。其主要依据有:

(1)吴玮江研究陇东地区滑坡的历史和分期,将本区被马兰黄土覆盖的、以地形上表现为高平台、在外部轮廓不清楚(或严重破坏),被较大冲沟切割和形态为凹槽堆积的古残留滑坡体归划为 Q_3^1 期^[18],这些条件完全符合武都古崩滑堆积体。(2)马兰黄土覆盖其上,也覆盖在和其共生的泥石流、河流相沉积之上,在武都龙沟剖面中,马兰黄土下部、泥石流堆积体上部,存在厚度 10 cm 的 S1 古土壤层,经热释光测定,年龄为 89.3 ka BP,属于晚更新世早期。(3)白龙江一级支流北峪河切过崩滑体,其生成应在北峪河形成之前,袁宝印研究了洛川等黄土高原地区的沟谷地貌与形成时代的关系^[19],认为下切深度大于 100 m,上面堆积有厚度 15 m 的马兰黄土冲沟(第二期沟谷)形成约在 125 ka BP,为 Q_3^1 时期。

古崩滑堆积体上表面平整,有侵蚀痕迹,原始形成时的地形起伏已经不存在,基岩源区地貌也已经被剥蚀平坦,这反映崩滑体和共生的泥石流在形成后,经历了一个长期较为稳定的构造期和气候温暖期,随着山体的解体、高度的降低,原先形成的混杂堆积逐渐遭到侵蚀、夷平,成为较为平坦的、相对宽阔的白龙江河边侵蚀台面。然后发育有河流二级阶地和北峪河的形成。冰期的到来,使气候的变干变冷,形成厚约 20 m 的马兰黄土,覆盖其上。

参 考 文 献

- 1 Flint R E, Sanders J, Rodgers J. Diamicton, A Substitute term for symmetricite[J]. Bull. of the Geol. Soc Am, 1960, 77: 1 809~1 810
- 2 Flint R E, Sanders J, Rodgers J. Symmetricite: A name for nonsorted terrigenous sedimentary rock that contain a wide range of particle size[J]. Bull. of the Geol. Soc Am, 1960, 71: 507~510
- 3 崔之久,熊黑钢.论混杂堆积与混杂沉积岩的成因判别原理与标志[J].地质论评,1988,34(3):369~376
- 4 崔之久主编.混杂堆积与环境[M].北京:科学出版社,(即将出版)
- 5 崔之久,南凌.混杂堆积的成因判别及其应用意义[A].应用第四纪地质学术会议论文集[C].成都:四川科技出版社,1995.24~28
- 6 崔之久,熊黑钢.从宏观沉积构造判别冰碛与泥石流堆积[A].第四届全国冰川学术会议论文集[C].北京:科学出版社,1990.162~171
- 7 Crandell D R. Avalanche[A]. In: Fairbridge R W, ed. The encyclopedia of geomorphology[C]. Rheinhold, New York, NY. 1968. 41~42
- 8 Bock C G, Martinez Mountain rock avalanche[A]. In: Coates D R, ed. Landslides[C]. Reviews in engineering Geology, 1977. 96:221~227
- 9 Eisbacher G H. Cliff collapse and rock avalanches (sturzstroms) in the Mackenzie Mountains, northwestern Canada[J]. Canadian Geotechnical Journal, 1979, 16: 309~334
- 10 Evans S G. Rock avalanche run-up record[J]. Nature, 1989, 340(6): 231~271
- 11 Evans S G, et al. The 1946 Mount Colonel Foster rock avalanche and associated displacement wave, Vancouver Island, British Columbia [J]. Can. Geotech. J. 1989, 26(3):447~452
- 12 Evans S G, et al. The Pandemonium Creek rock avalanche, British Columbia[J]. Can. Geotech. J. 1989, 26(3):427~446
- 13 Hsu K J. Catastrophic debris streams (sturzstroms) generated by rockfalls[J]. Geological Society of America Bulletin, 1975, 86:129~140
- 14 施雅风等.云南省禄劝普福河烂泥沟特大崩塌型滑坡调查研究[A].首届全国泥石流滑坡防治学术会议论文集[C].昆明:云南科技出版社,1993.188~194
- 15 Voight B. Rockslides and Avalanches I[M]. Elsevier Scientific, Pub. Co. 1978. 1~833
- 16 Pfalfer G, Erickson G E. Nevados Huascaran avalanches, Peru[A]. In: Voight B, ed. Rockslides and Avalanches, 1[C]. 1978. 277~314
- 17 陈自生.高位滑坡的运动转化形式[J].山地研究,1992,10(4):225~228
- 18 吴玮江.甘肃省东部滑坡发育历史与分期[J].甘肃科学学报,1996,18(33)增刊:49~54
- 19 袁宝印.黄土区沟谷发育与气候变化的关系[J].地理学报,1987,42(3):269~278

The Depositional Characteristics and Generative Environment of Paleo-rock Avalanche in Wudu County, Gansu Province

NAN Ling

CUI Zhi-jiu

(Department of Urban and Environment Science Peking University, Beijing 100871)

Abstract

In the profile of quaternary stratum, near Northern Wudu county seat, Gansu province, there was a set of diamicton, covering by the loess, containing a lot of clastic fragment and partly clay. The landform, in which when it occurred, had been eroded and destroyed, and the cause for this diamicton is unclear. After studying on the diamicton's characteristics and geological and geomorphologic environment, we identified this diamicton as the rock avalanche deposit.

We also found that the deposit had the "sequence" in the vertical section, and divided the typical rock avalanche (containing partly soil) deposit into five "layer-sequence": covers or erosive surface (A); colliding-separating layer (B); separating-sliding layer (C); sliding layer (D); and beneath layer (E). Each layer has special depositional characteristics. The layers indicated that the rock avalanches are interstratified when they are moving and accumulating, because of the differences in dynamical process and depositional process.

After studying the soil contain, grain size, gravel fabrication, deposit structure and texture which can show the characteristics of dynamics and movement, in the five deposit section, and studying the geological and geomorphologic environment, we deduce, that, the paleo-rock avalanche, in Wudu, occurred in Q31 period and caused by rainstorm. The rock blocks had been detached from the high cliff consisting of metamorphic limestone, in north of Wudou county seat, fall down, separated into piece, and moved to south, and piled up. We also found that the rock avalanche gradually changed into debris flow, because of mixing with a lot of mud and water.

Key words diamicton paleo-rock avalanche depositional characteristics sequence generating-environment Wudu

(Continued from page 332)

The Cathaysia block and the Lower Yangtze sedimentary province belonged to a single sedimentary paleogeographic unit while the Upper Yangtze and Youjiang sedimentary provinces were another affiliated unit in the Middle Triassic. The paleogeographic pattern of the former was a continent-marginal sedimentary basin declining northwestward. From the Anisian to the Ladinian, the sedimentary facies zones migrated northwestward rapidly. The whole region finished the transformation from sea to land in the latest Anisian. In the latter, the Middle Triassic paleogeography was a typical pattern of continental margin deepening from north to south, accompanied by an accordant differentiation of sedimentary facies. From the Anisian to the Ladinian, the enormous shallow carbonate platform, the main body of Upper Yangtze province, became shallower and saltier, and the clastic turbidites, the main body of Youjiang province, gradually expanded over the carbonate platform.

Consequently, the Middle Triassic completely records the course of each sedimentary province from sea to land and their relationship, which is important to study the regional tectonics and geological history of South China. There exists a great interrelationship between the biotic paleoecology and the lithofacies as well as the sedimentary facies in South China during the Middle Triassic. The variation of ecological types and the change of biotic composition well show the history of the regional paleogeographic change and the development of sedimentary basin in this region. Cathaysia-Lower Yangtze and Upper Yangtze - Youjiang were two separate sedimentary basin and have quite different evolutionary histories, which indicates that they had different dynamics in the transition from sea to land.

Key words Middle Triassic sedimentary facies and paleogeography South China