

凤县第四纪泥石流堆积物的显微结构构造

唐永仪

(中国科学院兰州冰川冻土研究所)

内容提要 本文通过对陕西凤县晚更新世泥石流堆积体块状样薄片进行偏光显微镜观察,发现其具有独特的微观结构构造。文章对这些结构构造进行了形态特征描述和成因分析。认为,不同沉积相的微观结构构造的组合类型不同,因而可作为泥石流堆积体的重要沉积相特征之一。

主题词 泥石流堆积体 微观结构构造 沉积相特征 陕西凤县

作者简介 唐永仪 女 51岁 高级工程师 沉积岩与岩矿

陕西凤县广泛分布有泥石流堆积物。其中包括现代的与第四纪的泥石流堆积。本文研究的是那些已具初步固结的第四纪泥石流堆积体。文中第四纪泥石流堆积体,根据兰州冰川冰土研究所¹⁴C室顾功树的测定,其绝对年龄为距今15,000—19,000年,属晚更新世。这些堆积体座落于嘉陵江的二级阶地上,遍布于各主要山口。由砾石、含砾砂土、黄土状土等相间组成,其岩性特征概略描述如下:

1. 砾石土

为堆积体的主要组成。呈灰黑、褐灰色,由大至巨砾小至粘土组成,但为主的是各种砾石,砾石最大的可达1—2m,一般多在5—30cm,呈次棱、次园状。砾石之间充填以细砾砂、粘土等的混合物,而将大砾石包围,构成良好的泥膜包裹。本层的厚度多在1m以上。

砾石土的构造有两种类型:其一,以块状构造为主,广泛发育有扁平碎屑的局部定向构造,可见垂直定向构造。宏观上呈大小混杂的碎屑堆积,属粘性泥石流沉积相。其二,以碎屑的定向构造为主。这种定向构造,虽然是粗略的。但却不失碎屑排列的有序性。此外见环状一半环状构造以及块状构造。其成因应属稀性泥石流沉积相。

2. 卵石土

见于本区南部,多在堆积体的下部。由3—10cm的卵石组成,具有较高的滚圆度和较好的定向排列,厚度仅几十至十几厘米。

本层岩性不稳定,有时过渡为砂土层,具有较发育的各种层理。本层属山间河流冲积相。

3. 含砾砂土及砾石质砂土

碎屑分选较差,砾石多在5—20cm,呈次棱角状,厚度在1m以下,沉积物常呈透镜体。可见不太规则的各种层理。属泥石流作用后期水流型洪积相的沉积物。

4. 黄土状土

系本区广泛发育的一种主要沉积物。为土黄色含砾砂土,多为块状,偶见不甚清晰之水平层理。为泥石流作用间歇期冲积一坡积型黄土状土沉积。

本文主要讨论泥石流堆积体的微观结构、构造特征,建立泥石流堆积体的微观结构构造类型组合,并确立泥石流堆积体系沉积相的主要特征,以期达到鉴定、判别泥石流堆积,以及区分于其他混杂堆积物的目的。

所谓微观结构、构造,是指在偏光显微镜下,利用岩石薄片所观察到的结构、构造,由于薄片围范的局限性,对于那些以粗大碎屑为主的砾石土,笔者研究的则为砾石之间的充填物。凤县第四纪泥石流堆积体的微观结构、构造类型特征如下。

一、显微结构

1. 杂基支撑结构

为研究方便,笔者采用了杂基上限为0.05mm^[1]。它实际上包括了粉砂与粘粒两个粒级。组成杂基的物质,在本区主要为石英、各种云母及粘土等。

处于半湿润山地气候的秦岭南坡泥石流发育区,基岩由于长期的物理、化学风化作用,山谷中通常积累了大量的风化破碎物,其中包含大量小于0.05mm的粘粒。

杂基有同生期杂基与非同生期杂基之分。由于研究的对象为弱固结堆积物,因此这里只讨论同生期杂基,即原杂基。

杂基支撑结构,为数量众多的粉砂、粘土颗粒包裹充填较大颗粒,并使这些大颗粒彼此分隔孤立分布(图版I, 1)。

由于杂基含量的多寡及碎屑的粒度大小不同,因而构成堆积物的杂基支撑结构的形成亦不尽相同。当杂基含量大于30%,而粗碎屑由粗砂级以上碎屑组成时,这些粗碎屑,在数量众多的杂基中,犹如星散分布的海岛“漂浮”于粘稠杂基中。当较大碎屑由中、细砂及较小碎屑组成时,这些碎屑则犹如满天繁星镶嵌密布于杂基的“夜空”。具有这种结构的沉积物一般具有良好的基底式胶结类型。在本区的泥流型洪积相和水流型洪积相中,这两种形式的杂基结构皆可见到。

当杂基含量较低,一般为15—30%时,堆积物虽仍以杂基支撑结构和基底式胶结为主,但杂基支撑结构时有发育不良的现象。

原杂基支撑结构中的杂基物质,大多数在介质中与整个浆体呈块体运动,或在湍急的泥浆中,泥砂俱下一起堆积。因此杂基支撑结构,是混浊的密度流和重力流介质状态下的产物。它在本区泥石流堆积体中的出现,正是反映了本区第四纪泥石流浆体的高粘稠、高密度状态,以及物源供应丰富的山区近源堆积的特点。

2. 颗粒支撑结构

颗粒支撑结构,属稳定水流沉积介质状态下的一种结构类型。其特点是,大或较大碎屑颗粒以点或近点相接触,而细小碎屑则只充填于碎屑的孔隙。与杂基支撑结构相比

较，颗粒支撑结构的基质含量要少得多。

本区第四纪泥石流堆积体中的颗粒支撑结构，多见于山间河流冲积相及水流型沉积相的沉积物中。其特点是，大碎屑的分选性远不如正常水流沉积，而杂基充填物却又多于正常水流。

3. 筛状结构

沉积物中较大碎屑之间的孔隙无或有较少细粒物质的充填，而较大碎屑之间，又彼此分隔，孤立分布（图版 I，2）。这是先期堆积的泥石流物质，被后期流水改造的结果。这些流水将先期堆积于较大碎屑周围的杂基物质，冲刷携带至另外的地方。这些水流，可以是泥石流爆发后期的网状水系，也可以是泥石流间歇期的山间水流。

二、显微构造

本区泥石流堆积物所见的构造，主要有如下几种：

1. 块状构造

这是本区泥石流堆积体中，最常见最典型的构造之一。其特点是，大小不一，分选极差的碎屑、粘土相互混杂，排列杂乱，无明显的组构特征。这种未经分选的无序组合，是高密度碎屑流块体运动并迅速堆积的结果。这种构造，不仅大量存在于宝成线宝略段的第四纪泥石流堆积体中，而且也是武都等地第四纪泥石流堆积体的主要构造类型。因而，块状构造是泥流型洪积相的主要构造类型之一。

2. 扁平碎屑的局部定向构造

少数扁平碎屑与层面相交成 5° — 30° ，在剖面中呈零星的、局部的大致定向出现。由于这种原因故未构成层理（图版 I，3）。这种构造，主要是由于扁平碎屑在粘稠的泥浆中，受到高密度块体流的上托力量呈漂浮搬运，而当泥浆停滞，又缓慢沉积的结果。

扁平碎屑的局部定向构造，常与块状构造相伴生。这种构造，在粘性泥石流堆积中最为发育。

3. 垂直定向构造

堆积体中的长条状碎屑，常以与层面近垂直或大于 45° 倾角插于堆积物中（图版 I，4）。垂直定向构造，被认为是高密度重力流块状层的特征构造。它广泛发育于粘性泥石流堆积物中，并常与块状构造、扁平碎屑的局部定向构造共生。但在稀性泥石流沉积中也可见到。这些构造在西北地区的一些第四纪泥石流堆积中也常见到。

4. 环状及半环状构造

在本区各种泥流型洪积物，尤其是稀性泥石流堆积中，常可见充填于大颗粒周围的不多的细砂、粉砂等细小碎屑质点，以其 A 轴与粗、巨砂级以上较大碎屑边缘相平行，并将大碎屑全部或部分包围。凡将大碎屑全部包围的，称之为环状构造；只包围了一部分的，称为半环状构造（图版 I，5）。偏光显微镜下，所见多属半环状构造。这种构造的成因可能是：

（1）在宽缓扇形地流动的容重不太大的泥洪流体，其碎屑质点大致可按重力大小先

后沉积。悬浮于高密度泥浆中的细粒碎屑，当其在先期沉积的大碎屑周围艰难运移时，为减小运动阻力，便以A轴与大碎屑边缘相平行。这可能是环状一半环状构造生成的主要途径。

(2)泥洪期后的较稳定水流所携带的细粒物质，当其充填沉积于先期堆积的粗屑之间时，接近粗屑的小颗粒，便以阻力最小的方向排列。

(3)已堆积的泥流型洪积物，由于压实固结作用，在向表层排出水份的过程中，可能导致细小碎屑随剩余水份做小范围的运移，为减小阻力，便以A轴与大碎屑边缘相平行。但这种成岩初期的同化分异作用，可能不是这种构造形成的主要方式。

5. 流动构造

流动构造表现为，浆体的细砂、粉砂级碎屑，在较大碎屑间隙，以其A轴平行间隙的延长方向而呈规律分布(图版 I, 6)。而且这些排布方位，还随大碎屑的形态方位及间隙走向而变化。这种构造可见于粘性泥石流及稀性泥石流堆积物中，而且不论新、老堆积物皆可见到。

组成流动构造的物质，多为各种云母。其形成原因，可能与环状一半环状构造有类似之处。只是沿大碎屑间隙充填沉积的小颗粒，是以具有一定流速的悬移体的形式存在。这些云母小片，通常以其A轴与流向一致的方向被悬浮搬运，并且随流向的变化而变化。当其在碎屑间隙被沉积时，便保留了这种搬运状态，从而形成了流动构造。可见，流动构造可形成于堆积物的同期，亦可产生于后期；但无论怎样，构成构造的小碎屑是在晚期于其被充填的大碎屑而堆积的。

6. 漩涡状构造

众多细小的细砂、粉砂及粘粒围绕某一中心，以其A轴相互衔接规则分布，形成同心圆状的漩涡；漩涡的中心，常为一空洞(图版 I, 7)。这种构造形态，在剖面中，表现为不规则球状，但它不同于现代泥石流中的泥球构造，因为它不是独立于堆积体之外的，而是存在于堆积体之中的。这种构造，常形成于分选极差的粘性泥石流或稀性泥石流堆积物中，并且与块状构造相伴生。漩涡状构造的成因尚待研究。然而目前看来，它与一个粘稠的含细粒物质较多的高密度的紊流介质环境密切相关。

7. 碎屑定向构造

堆积物碎屑的AB面，以与层面 5° — 30° 倾角大致依次排列(图版 I, 8)。

与扁平碎屑的局部定向构造相比，组成该构造的碎屑，在数量上较比众多，在范围上较比广大；其一般可延伸数十厘米至数十米。

这些规则排列的碎屑，常仅限于中、粗砂级以上的扁平碎屑。它与层面呈 5° — 30° 倾角大致依次排列(图版 I, 8)有时亦包括粗砂，粉砂扁平体，甚至连同不规则的粒状颗粒有时亦可具一定的方向性。尽管如此，由于构成这些构造的碎屑，在颜色、成分、粒度等诸方面，均与围岩无明显区别，因而并不构成层理。

碎屑的定向构造，可能产生于两种不同的介质环境：一是，在具有一定密度的混浊水流中，碎屑质点基本上按照其在水介质环境中的习性搬运与沉积。即当碎屑质点沉积时，其A轴常与流向垂直。但因浊流体的高密度与高流速，其AB面则不完全迎着上游，这种情况形成的定向构造，常常仅由较粗大的中、粗碎屑颗粒组成，而细小碎屑则多杂

乱分布。二是泥石流后期网状水流携带物，在较稳定水体中的沉积。这种水流是一种更接近正常水流的水体。此时，不仅较粗大的碎屑呈定向性，而且较细小的碎屑亦有定向现象。

8. 层理构造

这是由粒度、颜色，甚至成分与围岩迥异的物质组成的细小弯曲断续细层所构成的层理。常见的有断续波状不规则水平层理。这些细屑不仅彼此大致平行，而且还基本平行层面。这种层理，是水流型沉积常见的一种构造类型。它反映了一种或是正常水流，或是接近于正常水流的低密度混浊流的较为平稳的介质状态，因而多出现于泥石流后期网状水流沉积、泥石流间歇期山间河流沉积以及黄土状土中的暂时性地表径流沉积中。

上述各种显微结构、构造，不仅是宝成线宝略段第四纪泥石流堆积体显微结构、构造的组合类型，而且其中绝大多数在甘肃武都和江西庐山第四纪泥石流堆积体中也被发现。因此可以初步认为，它们是泥石流堆积体显微结构、构造的基本类型组合。

沉积物的原生结构、构造，是介质状态、生成环境的物质表现。在本区泥石流堆积体的不同沉积相的沉积物中，其显微结构、构造的组合类型各不相同，生动的反映了各种不同沉积相的不同的介质运动、碎屑输移以及沉积状态。因而这些显微结构、构造及其类型组合，可以做为泥石流堆积体沉积相的主要相特征。

就一个泥石流扇形地的堆积物剖面而言，纵向上，不同沉积相生成物，具有各不相同的岩性、岩相，其中包括显微结构、构造特征；横向上，同一沉积相的生成物，具有大体相似的岩性、岩相，其中包括显微结构、构造特征。这是由其迥异或相似的生成环境所决定的。

粘稠的粘性泥石流浆体，当其在宽展的沟口通过时，由于流速变缓而迅速堆积，其堆积物便出现了大小碎屑、粘土混杂的无序组合，因而发育了杂基支撑结构、块状构造和垂直定向构造。同时那些原来在浆体中由于浮力支撑而被搬运的部分扁平碎屑，亦按其原始状态沉积下来，这便形成了块状构造中的局部定向构造。稀性泥石流因为属固液分离的牛顿体，其介质状态基本应与水流类似。因而其沉积物具有较发育的粗略的碎屑定向构造。同时，由于沉积期间及沉积后期漫流的广泛作用，使其普遍发育了环状一半环状构造、流动构造及旋涡状构造等。但另一方面，稀性泥石流毕竟为突发性的山间洪流，其分选很差，因此除上述显微构造类型外，也常见块状构造；而在显微结构上，也仍以杂基支撑结构为主。至于那些泥石流作用后期作用于堆积扇上的水流型洪积物，以及泥石流作用间歇期山间河流冲积物，因为它们基本上属正常水流沉积，因而广泛发育了各种层理和较完好的定向构造。这便是构成各沉积相的主要结构、构造类型的原因所在。然而就另一方面，无论泥石流还是其它沉积体，其环境状态不是一成不变的。不仅源头和沟口、峰期和平水期情况迥异，就是同一扇形地的不同部位，情形亦有所差异，因而在泥石流扇不同部位不同时段上，也会出现独特的沉积结构和构造，如粘性泥石流后期潺潺涓流所形成的环状一半环状构造、流动构造等；粘性泥石流扇体边缘，由于滑动流、蠕动流所形成的定向构造以及在稀性泥石流峰期所形成的块状构造等。然而，这些个别部位个别时段所表现的结构、构造类型，总是少量的，局部的。这就是所以能够建立起泥石流堆积体每一沉积相主要结构、构造类型组合的主要依据。

参 考 文 献

- [1] 刘宝珺主编, 1981, 沉积岩石学, 地质出版社。
- [2] 钱宁、王兆印, 1984, 地理学报, 1984, 39卷, 1期, 34页。
- [3] 唐永仪, 1986, 武都粘性泥石流沉积体的浆体结构构造观察及成因类型探讨, 泥石流学术讨论会兰州会议论文集, 四川科技出版社。
- [4] 唐永仪, 1987, 冰川冻土, 9卷, 2期, 165—167页。
- [5] William B. Bull 1963, Journal of Geology, V.71, P.247

收稿日期1986年8月7日

MICROTEXTURES AND MICROSTRUCTURES IN THE DEBRIS FLOW SEDIMENTS AT BAO-LUE LINE

Tang Yongyi

(Lanzhou institute of glaciology and Cryopedology, Academia Sinica)

Abstract

By observing the rock slice of the old mud-rock flow sediments at Bao Lue line with a polarizing microscope, the author discovered some of their special textures and structures

1. Microtextures

1) Supporting matrix texture

This texture is composed of microclastics which are some non-chemical deposits and less than 0.05mm in diameter these microclastics are cramed among the fragments. This is one kind of texture which belongs to high viscid and turbid sediments.

2) Supporting clastic particles texture

The big or relatively big fragments are in contact with each other at points, The microclastics are cramed only among this fragments, and their amount is small. This is a texture which is the result of a steady flow environment.

3) Sieve — like texture

Its characteristics is that there are no or a few microclastics among fragment in the sediments. These fragments are not in contact with each other. This results from that the microclastics deposited earlier were carried away by following water flow.

2. Microstructures

1) Massive structure

Its characteristics are that the fragments have a disordered arrangement. This results from that the mass flow deposited quickly.

2) Local directional structure

A few fragments are roughly directive in debris flow sediments. The fragments AB plane intersects the bedding plane with angle 50 to 30°.

A few fragments were floated off by high viscosity mud fluid. Then they deposited slowly when stopped. So this structure is formed in sediment.

3) Vertical directional structure

A few strip of fragment insert in the sediment with angle 90° or more than 45°.

This structure is deemed to be characteristic structure of mass-flow deposit.

4) Ring and hemi-ring structure

A few fine sands and silts encircle the relative big fragment with their a-axes and their a-axes parallel the configuration of fragment. Encircling when the fragment is encircled in full is called ring structure. When the fragment is encircled partly, it is called hemiring structure.

Chief mechanism forming this structure is that a-axes of microclastic Parallel the configuration of fragment for reduction of resistance when they move around the fragment.

5) Flow linear structure

The a-axes of a lot of fine sands and silts are parallel to the strike line of void between two fragments. And the changes of their azimuths follow the strike line of void.

These fine fragments in fluid are floated and their a-axes are parallel the flow direction. When they deposit in the void space, they keep this state in sediment.

6) Volution structure

When a lot of fine sands and silts set around a centre and their a-axes link up each other this structure is formed. The mechanism is related to the high viscosity turbidity current.

7) Directional structure

The AB planes of most fragments in general order intersect the bedding plane with angle 5° to 30°.

The cause of formation is related to lower turbidity current or braided stream.

8) Bedding structure

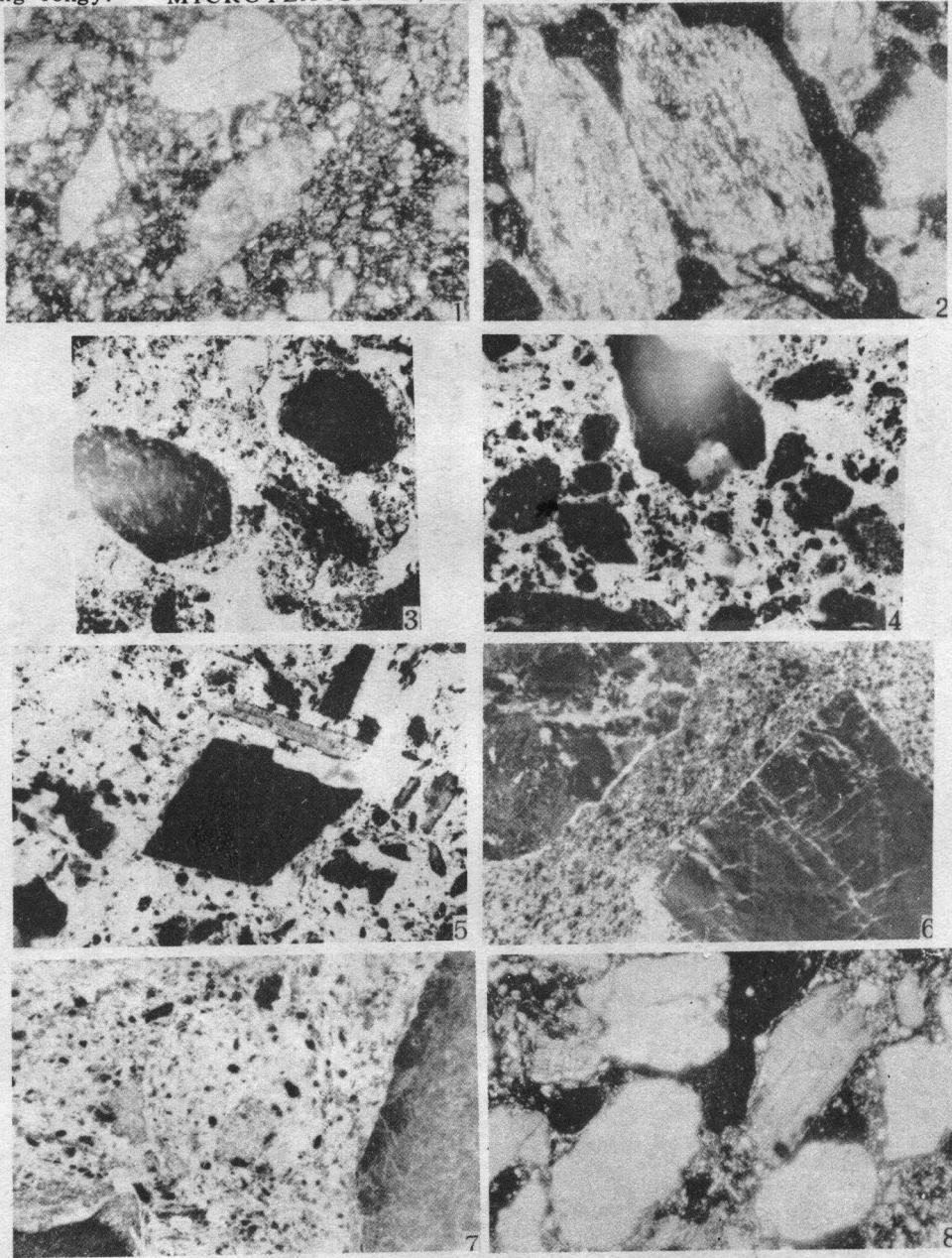
Bedding structure is formed by some laminae, whose colour, granularity, ingredient are different from that of country rock. It is formed by action of water flow and low viscosity turbidity current.

There are some composition of textures and structures of themselves in each sedimentary facies. This composition is important characteristics of sedimentary facies in the old debris flow sediment.

唐永仪
Tang Yongyi

凤县第四纪泥石流堆积物的显微结构
MICROTEXTURES, DEBRIS FLOW SEDIMENT

图版 I



1. 杂基支撑结构 正 12.5×6.3 2. 筛状结构 单 12.5×6.3 3. 局部定向构造 正 12.5×6.3 4. 垂直定向构造 单 12.5×6.3 5. 环状及半环状构造 正 12.5×6.3 6. 流动构造 正 12.5×6.3 7. 漩涡状构造 正 12.5×6.3 8. 碎屑定向构造 正 12.5×6.3