

http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx

太行山东麓现代泥石流特征

张志良

(天津地质矿产研究所)

何培元

(中国地质科学院地质力学研究所)

1963年华北降了历史上罕见的特大暴雨，其特点是雨量大、时间长、范围广。在山区产生了大小不等的泥石流堆积。查清这些堆积物的结构特征、分布规律以及形成因素具有一定的实践和理论意义。

本文以河北赞皇县的槐河(图1)为例，对泥石流的特点，成因等问题加以讨论。由于笔者水平有限，不妥之处敬请读者批评指正。

一、区域水文气象概况*

槐河流域位于暴雨中心区域内。河北省第一次暴雨中心于1963年8月2日出现于赞皇县县城，日降雨量为142毫米。8月4日暴雨中心移至槐河源头的菩萨岭，日降雨量为635毫米，獐獐村日降雨量达588毫米。仅8月上旬獐獐村的降雨量达1850毫米，菩萨岭达1568毫米，柘树滩达1552毫米。赞皇县县城7—8月总降雨量也达到1328毫米。当时于赞皇县城测得槐河的最大洪峰流量为6000公方/秒，流速为4—7米/秒，槐河的洪水总量约为11.051亿立方米。然而，1963年以前该区年平均降雨量仅为500—600毫米，8月的平均降雨量为150—200毫米^[1]。显然，这样巨大的降水是造成泥石流的重要原因。

二、实例概述

太行山地区，特别是在中高山区，山高坡陡，在很多沟谷、坡沟之中常有规模不等的暴雨泥石流发生。这些泥石流大致可以分为两类：一类为被当地人们称为“水炮”或“龙扒”；另一类则被称为“山洪”或“山洪暴发”。实地考察证实：前一类为在高山坡沟处由风化破碎的岩块、岩屑及泥砂所组成的残坡积物的“崩塌”和“坠落”(图版I—2)；后一种则为在较大的沟谷中由于暴雨的作

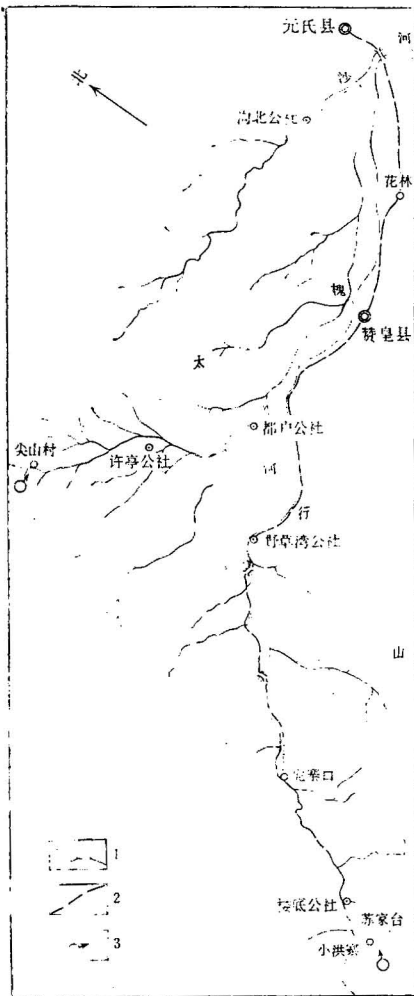


图1 工作区位置图

1—水系；2—公路；3—调查点

* 文中引用的气象资料由河北省赞皇县水利局提供。

用,使沟谷源头谷壁的残坡积物沿沟谷运动,在沟谷口形成“锥状”或“扇状”堆积体(图版 I—1)。本文仅就后一种情况列举以下两例作一介绍:

1. 小洪寨泥石流

小洪寨村位于槐河上游山区(图 1)。该区地层由前寒武纪的板岩、千枚岩、石英岩、大理岩、角闪岩等组成。岩层倾向 NE70°—80°,倾角 20—30°。第四纪覆盖层为黑褐色亚粘土、亚砂土和岩块等残坡积物,厚约 0.5—0.7 米。基岩表层风化强烈,地形陡峻,沟谷狭窄。山地植被发育。

小洪寨沟长 1900 余米,宽处有 50 余米,窄部仅 2—3 米。坡度 6—20° 不等,最大达 35—40°。沟谷源头由 4—5 个深为 0.5—1 米的碟形洼坑(或洼地)组成,每个洼坑的面积约 2500—5000 平方米,它们都与主沟相连接。小洪寨的“水炮”即发生在支沟源头一坡沟的顶端(图版 I—3),海拔高程为 850 米。岩层顺坡倾斜,坡沟坡度为 25—35°。当暴雨降落山坡,雨水急速汇集于沟谷源头洼坑,已受强烈风化的岩块和残坡积物同雨混合,由于雨水的不断补充,这些物质在重力作用下沿着坡沟向下缓慢运移,最后运移至沟口堆积成扇状。该泥石流运移的长度约 200 米。

小洪寨沟的源头只留下零星的一些岩块,基岩裸露。沟谷中段停留有较多的岩块和岩屑,特别是在沟底平缓,沟谷较为狭窄的地段,常堆积成为石屑带。沟谷内的石屑带多分布于沟谷的突岸。石屑带内以砾块和岩屑为主,其间有少量的粗砂和细砂充填。岩块的直径一般在 0.5—1 米之间,最大的岩块直径可达 2—3 米,堆积杂乱,棱角鲜明。岩块和岩屑表面常有磨光的现象,并带有撞击坑、槽和清晰的条痕,谷壁的基岩表面同样有被摩擦的粗糙面和清晰的条痕。但是,带有条痕的岩块和岩屑及谷壁不是沿整个沟谷都有,它们仅分布于沟谷的三个狭窄地段。显然,条痕、撞击坑和撞击痕的形成与谷的形态有着密切的关系。泥石流沿谷地向坡下方运动,运移至谷地窄狭地段受阻,而暂时停积,筑成一个“天然堤坝”堵塞沟谷。然而沟谷上游地段下移的泥石流还不断运送而来,这时“天然堤坝”的负荷就不断加大,当这样的负荷加大到某一极限,“天然堤坝”再也不能支撑住这个负荷时,“天然堤坝”突然“崩坝”,泥石流急速向谷地下游运动。就在这瞬时“崩坝”的短暂时刻,泥石流中岩块和岩块之间,泥石流中的岩块与谷床之间都产生了极强烈的相互磨擦、推挤、刻画及撞击等作用,这就使在谷地狭窄段造成很多条痕、洼坑和撞击痕的原因所在。岩块上条痕的特点为:

(1) 条痕的个体形态。一般细小者居多,长约 1—2 厘米,较长的有数厘米至几十厘米;宽 0.5 厘米;深 0.5 毫米至 1 毫米。最为粗大的条痕长达 70 厘米,宽 3 厘米,深 0.5 厘米。条痕外貌粗糙,很不匀称,横断面为不对称的“V”字形。条痕个体形态多种多样,有发丝状(图版 I—5、6)、棍棒状(图版 I—4)、针状(图版 I—5)、钉头状(图版 I—5)、锯齿状(图版 I—6)、弧状(图版 I—7)。此外,尚有形状不规则的撞击坑、撞击痕等。条痕个体多为复合形态,一个条痕可具备各种不同形态特征,难以用单一的形态去描述和命名。

(2) 条痕的组合特征。a. 条痕的多少与岩块的岩性密切相关。板岩的岩块上条痕多而鲜明,砂岩次之,千枚岩的岩块条痕细小而密集,常有较大的刻痕。花岗岩或较坚硬的石英砂岩的岩块表面条痕极少,仅发现撞击的斑点痕迹。b. 在同类岩性的岩块表面条痕的多少和大小与岩块的大小有关,即大块的岩块表面条痕多而大,小块岩块表面则少而小。c. 岩块表面条痕的方向一般无定向性,条痕很少成组排列,有撞击坑和粗糙擦面伴生。d. 条痕在砾面上的伸展不随砾面曲度的变化而变化,即岩块表面不平,条痕呈断续或深浅不均的状态延伸。一个条痕也不能由岩块的一面连续延伸到另一面。e. 沟谷裸露的基岩表面所刻划的条痕,其方向指向下游。基岩壁上的条痕尾部渐渐变细,并常常向下弯曲(表明“崩坝”时的情况)。

小洪寨泥石流的末端为一 3000 平方米面积的锥状堆积体。沉积厚度约 2—8 米,由锥顶到锥

缘纵向坡度为 $8-12^\circ$ ，由锥轴线向两侧的横向坡度为 $2-5^\circ$ ，体积约 2 万立方米。锥体在支谷中呈不对称的形态展布，锥尾偏向下游，锥顶堆积较厚、锥缘堆积较薄。锥面和其堆积剖面的岩块肉眼观察均呈杂乱无章的堆积。但砾组测量的结果表明，砾块扁平面（即 AB 面）主要倾向上游，长轴（即 A 轴）多平行或与流动方向斜交（图 2、3、4、5。图中箭头的方向为流动方向）。显然，砾组测定结果有助于我们划分泥石流类型和探讨其成因。

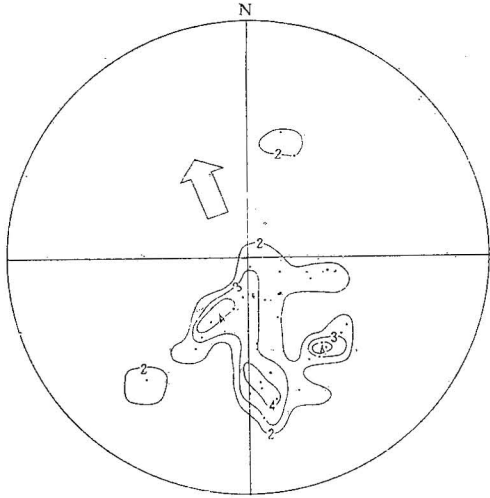


图 2 小洪寨泥石流堆积体顶部砾石 AB 面方位图

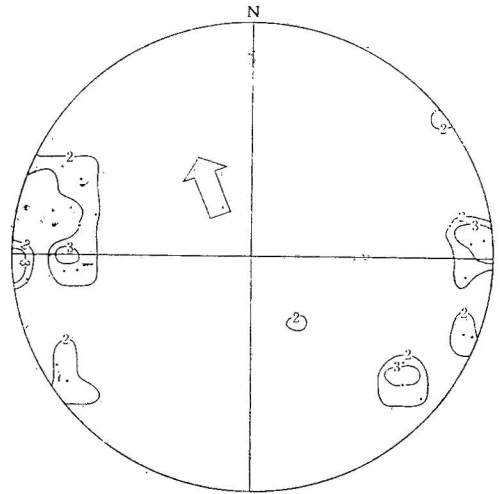


图 3 小洪寨泥石流堆积体顶部砾石 A 轴方位图

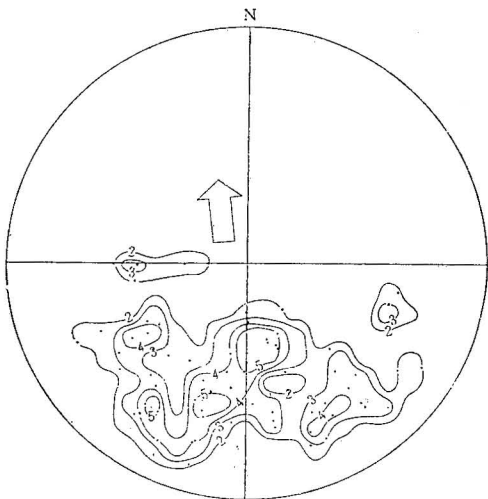


图 4 小洪寨泥石流堆积体中部砾石 AB 面方位图

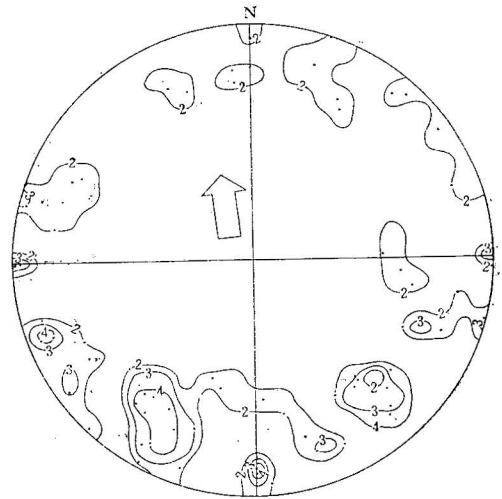


图 5 小洪寨泥石流堆积体中部砾石 A 轴方位图

2. 尖山泥石流.

尖山村位于槐河上游的一个支谷源头（图 1），山地由花岗岩和花岗片麻岩组成。基岩表面风化强烈，植被极不发育。第四纪覆盖层由黄土状亚粘土、亚砂土、砂及花岗岩、花岗片麻岩组成的松散残坡积物，厚度约 0.5 米。

尖山村的石华沟分南北两支沟，各支沟长约 1500 米，沟床宽由几米到 50 米，沟谷坡度为 $9-18^\circ$ 。沟源头有数个碟状洼地，其面积一般约 1000 平方米。在海拔 500—700 米的山坡上，常有一

系列的“水炮”，形成“水炮”的坡沟其坡度一般在 30° 以上，个别“水炮”发生的坡度达 50 余度。“水炮”洼坑常成一个直径几米到 10 余米不等的碟状，深 $0.5—2$ 米。当“水炮”发生后，岩块、岩屑顺坡下滑运动，并刮蚀沿途的覆盖物，形成条条浅槽，槽宽 $1—5$ 米，深 $0.2—1$ 米，直伸沟底形成石锥。综观全景，颇似蝌蚪状沟槽壁。

尖山地区以“水炮”形式为主的泥石流进入支沟。岩块大量汇集于沟谷，形成较大规模的泥石流。泥石流顺谷下泄，谷底纵比降较大，岩块、岩屑和砂泥在沟谷的中、上两段停积很少。大部份物质被运移到下游堆积，构成扇状的泥石流外貌。

值得注意的是，尖山村西沟停积的岩块物质较少，而在坡度约 32° 处有一花岗岩巨大石块（ $4.5 \times 3 \times 2.2$ 米）竟向下游推移了近 100 米。由于暴雨形成的洪流的驱动，洪流龙头的冲击以及泥浆的浮托作用将 $1—2$ 米的岩块推举到高出谷底 3 米高的阶地面上。在沟的中段一急拐弯处，由于洪流直线流动，岩块和岩屑的暂短截堵，将近 1 米的石块推至 10 米高的山坡上停积下来。更有甚者，在尖山石华沟的南面支沟与北面支沟间相隔一道高 5 米的山梁，由于南支沟窄而浅，又处于沟谷的一个急拐弯处，由于上游的洪流急速泻下，水流暂时受阻，水头抬高及泥浆的浮托作用将 $0.2—0.3$ 米的岩块推越山梁而进入北面支沟。由于尖山地区的岩石主要为花岗岩和花岗片麻岩，岩石较坚硬，岩块之间及沟谷壁上很少找到条痕，在少数几块岩块上所见到的条痕都是粗糙的划痕。但是，在岩块上有很多撞击的洼坑和痕迹。

三、泥石流的特征及其形成因素分析

泥石流的类型很多，依据上述实例来看，太行山东麓现代泥石流的发生与突发性的降雨有着密切的关系，可称它为“暴雨泥石流”。这种泥石流多发生于地势陡峻的山地，它的源头常有规模大小不等的洼地或洼坑，山地基岩风化强烈，节理发育，并有大量经过风化的岩块、岩屑和泥砂等物组成的松散堆积层。我们可将这一地段称为泥石流的“形成区”。泥石流所运移通过的沟谷，多成“V”字形，沟谷床的比降较大，常有少量的停积物停积其中，可将这一地段称为“过渡区”。泥石流运动至支沟谷口，由于谷底比降急剧变小，泥石流的绝大部分物质堆积成锥状或扇状的堆积体，可称这段为“堆积区”。

泥石流的停积物主要分布于“堆积区”内，在“形成区”和“过渡区”的某些地段也有少量堆积。泥石流在“停积区”多成“锥状”或“扇状”。构成锥状外貌的多产生在“形成区”内；泥石流的固体成分含量较大，水量很少，沟谷短，沟谷比降较小。构成扇状外观的泥石流堆积，多是“形成区”较大，沟谷较长，沟谷比降较大，固体物质丰富，水量较为充沛，并且经过较长距离的搬运而最后在堆积区内堆积下来。这种扇状的堆积体，主要由岩块、石屑以及砂泥组成；表面平坦、扇状边缘形成陡坎、砾块磨圆甚差，多呈现棱角状。砾块表面常有多种多样的条痕、撞击痕等磨损现象，这些磨损痕迹一般不具有明显的定向排列关系。经过对扇状堆积体的砾组统计表明，扇体的顶部、中部及尾部的砾块，由于受到一定的水流作用的影响，它们之间具有大致的定向排列，其方向是：砾块的扁平面（即 AB 面）大致倾向流动方向，其长轴（即 A 轴）斜交于流向或平行于流向。

这样由于暴雨诱发的泥石流与以下三方面的因素有着较为密切的关系。第一，适当的有利地貌条件以及泥石流的形成区内有足够的汇水面积是形成泥石流的重要条件。“形成区”的洼地、洼坑能够把大量的降水汇集起来，促使风化的岩块、岩屑及泥砂与基岩岩面的粘滞力大大减弱，起作一种“润滑作用”，最终导致这些残坡积物在重力和水的作用下而开始向谷的下方运动。第二，充足的风化物质是泥石流形成的物质基础，也可以说它的多少是决定泥石流规模大小的主要条

件。第三，长期急速的降雨是诱发泥石流产生的重要的介质条件及直接的原因。因此，泥石流的形成、运动和堆积是与上述三方面的因素密切相关的，它们是相互依存的，也可以说是缺一不可的。

泥石流是一种极为重要的地质营力。对现代泥石流的特征及形成条件的研究，有助于探讨某些地质时期，特别是第四纪地质时期的沉积物——洪积物、冰碛物、坡积物的鉴别。同时，我国广大干旱或半干旱地区，也常有因暴雨而引起的泥石流发生，成为自然灾害的原因之一。因此，对它的深入研究具有一定的理论和实践意义。

参 考 文 献

- 〔1〕 国家地图集编纂委员会，1965，中华人民共和国自然地图集。图59—60，61—62。

图 版 说 明

1. 尖山村石华沟沟口洪积锥景观
2. 尖山村小圆形“水炮”
3. 小洪寨“水炮”与泥石流源头处景观
4. 小洪寨砾石面上之条痕形态
5. 小洪寨泥石流的砾石条痕组合特征
6. 小洪寨泥石流砾石面上的锯齿状条痕
7. 小洪寨泥石流砾石面上的弧形条痕

CHARACTERISTICS OF RECENT MUD-ROCK FLOWS ON THE EASTERN SLOPES OF THE TAIHANG MOUNTAINS

Zhang Zhiliang

(*Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources*)

He Peiyuan

(*Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences*)

Abstract

A severe flood flow occurred in Hebei province in 1963. Through investigations, the characteristics of mud-rock flows may be summarized as follows, (1) Mud-rock flows usually occur in high and precipitous mountain areas, and their deposits mostly make up cones and fans. (2) There are a lot of marks and striations resulting from lashing on the surface of rock fragments and blocks of the deposits. (3) The measurement of gravels show that in fan-shaped piles the AB plane of the gravels dips towards the upper part of the river valley and that the A axis is almost parallel to the valley.

The formation of mud-rock flows are closely related to three factors; (1) There are a series of depressions and a large catchment area at the source of the valley. (2) There are large amounts of weathered materials—blocks, fragments,

sands, muds, etc. in the depressions. (3) There has been abundant and lengthening rainfall in the area.

Therefore, the study of the characteristics of mud-rock flows and the factors related to their formation will be of certain significance in the study of Quaternary moraines and diluvium.

