

云南小江流域泥石流堆积扇研究*

唐川 朱静

(云南省地理研究所)

段金凡 杜榕桓

(中国科学院东川泥石流观测研究站)

摘要 泥石流堆积扇是判别泥石流性质、发育阶段和危险度的重要依据。通过对小江流域泥石流堆积扇的调查和观测,阐述了泥石流堆积过程和扇形地形成模式,并对泥石流扇群横向、平面组合类型及变形方式进行了分析。研究表明,小江流域泥石流堆积扇发育典型,类型齐全,扇群组合复杂,且呈现一定的规律性。

关键词 云南小江 泥石流 堆积扇

泥石流堆积扇常常出现于地形陡变的山地河谷两侧以及有丰富冰碛物或火山碎屑物供给的山区,发展速度之快为一般山洪成因的堆积体所不及,具有生长快、变幅大等特点。泥石流堆积扇是山区人类生活、生产活动的重要场所,又往往是泥石流堆积泛滥成灾的主要波及区,毁灭性灾害多在此发生。开展泥石流堆积扇研究,对生产力和交通布局具有重要意义。目前有些国家都非常重视泥石流堆积扇的研究,美国、日本、苏联等国将其作为山地灾害科学的重要研究对象之一。我国泥石流学者也开始把注意力转向泥石流堆积扇的研究,认识到泥石流在短暂的堆积过程中使山麓地带的地貌发生巨大变化,是影响生产力和交通设施布局的主要因素,因而根据泥石流堆积扇的形态发育和沉积特征来推演山麓动力地貌过程,能很快取得较好的效果,为工程建设提供了有益的参考。

一、泥石流堆积扇的区域展布特征

小江流域是我国泥石流重灾地区之一,沿河谷发育有沟谷型泥石流百余条。东川市和沿江一些村镇都坐落在泥石流堆积扇上,铁路、公路和桥涵等交通设施多穿越扇形地而过。因而一旦沟谷上游暴发泥石流,沟口形成的堆积扇将随之迅速扩展,酿成灾害。小江河床平面形态深受泥石流扇形地的影响。从小江主河道泥石流堆积扇的区域展布状况看,扇形地扩展势力极强,挤压河道,造成堵江,淤高河床,使河谷沙石化蔓延,并塑造出一系列独特的河谷泥石流堆积地貌。

根据实地考察和航空像片判读,小江河谷自吊嘎河到小江入金沙江口共发育有形态较完整的沟谷型泥石流堆积扇78个,其中规模较大、发育完整的有大桥河扇(4.44平方公里)、蒋家沟扇(3.45平方公里)、尖山沟扇(2.70平方公里)、大白泥沟扇(1.43平方公里),小白泥沟、深沟、黑水河、黄水箐、龙村沟等堆积扇的规模均在1.00平方公里以上。

*中国科学院东川泥石流观测研究站基金资助项目。
本文改回日期:1991-05-28.

此外,还有不胜枚举的坡面型泥石流堆积扇发育在小江主河道和两岸支沟中,形成大扇交错、小扇成裙的格局。根据小江流域泥石流堆积扇的发育特征和展布的地貌部位,将小江沿岸划分为三个泥石流堆积扇发育带。

(一)吊嘎一小海河宽谷泥石流扇密布带

该带河道长 21.5 公里,发育有泥石流堆积扇 28 个,庞大的堆积扇犬牙交错、成群密布,几乎占据了河道所有空间,小江主流在群扇顶托之下,左右游移摆动。本区发育典型的泥石流堆积扇有大白泥沟扇、小白泥沟扇、黑沙沟扇、老干沟扇、黑水河扇、达德沟扇等,特别是位于小江大白河左岸的大白泥沟扇,近 30 年来,扇的面积由 60 年代的 0.52 平方公里扩展到目前的 1.43 平方公里,堆积量达 2400 万立方米,扇的厚度增高 20.7 米。由于受小江彼岸的顶托,整个扇形地向小江下游延伸 3 公里,并多次造成堵江事件。

(二)小海河—蒋家沟宽谷盆地大扇相间区

本段河道长 33.0 公里,发育较完整的扇形地有 28 个,主要分布在小江右岸山麓地带,大部分老堆积扇已被人类生产所利用,东川市就坐落在其后山的深沟、尼姑拉沟、石羊沟、田坝干沟和小海河泥石流沟组成的呈套叠、侧叠状大面积展布的复合堆积扇上,该复合堆积扇面积达 21.44 平方公里。此外,著名的大桥河和蒋家沟泥石流堆积扇在不同程度上也被进行了整治利用。本区泥石流堆积扇规模大、发育完整,新老堆积扇相互叠置。堵江事件常发生在极为活跃的蒋家沟堆积扇区。

(三)蒋家沟一小江河口宽谷小扇密集区

该段河道长 34.5 公里,发育完整的堆积扇 22 个。与上游段堆积扇相比,本区扇体的规模较小且主要展布于小江左岸,扇与扇并列绵延 6 公里。较典型的堆积扇有尖山沟扇、太平村沟扇、豆腐村沟扇、幸福村沟扇和牛坪子沟扇。其中尖山沟扇扇体较大,曾多次堵江,对小江河床产生明显顶托作用,不断迫使小江下游主河道西移。

二、泥石流动力堆积过程和扇形地形成模式

根据对查箐沟几场泥石流堆积过程的观测和稀屎沟堆积扇的调查结果表明,进入开阔的堆积场所的泥石流极像一股从某一宽度的矩形槽中排出的二维平面射流,一面向横断面方向扩散,一面减速、停止移动;流体首先取道正对沟口堆积扇的轴部发生堆积,沿流向形成条带状或舌状的微起伏,后续流体则又取道坡陡阻力小的堆积体轴部两翼漫流堆积,两翼淤高后,主流又回到轴部堆积,如此往复横流漫溢后,便复合形成较完整的扇形地。扇面的地貌特征是:上游部分微起伏大,下游部分变得平缓,但是在扇顶附近易被冲刷下切,形成扇顶侵蚀沟道,并向前延伸,沟槽逐渐变浅或消失。因此泥石流堆积扇的形成模式很像一张张相互错位叠置的卡片,每一序次的泥石流堆积占据一个薄层,每一层的速度图像具有同样的普通形式。

就一场粘性泥石流形成的堆积扇而言,其堆积模式又因流域形态不同而异。为此概括了坡面向沟谷转化的过渡型泥石流和沟谷型泥石流二类堆积扇的模式。

过渡型泥石流堆积扇在蒋家沟两侧的查箐沟和大凹子沟发育较典型,其堆积扇可分

为三个特征带:无扩散带、扩散带和漫流带。无扩散带位于扇顶部,外形呈舌状,堆积物颗粒粗大,扇面微起伏大,扩散带是扇的主体,范围较大,延伸长,扇面拱度大,堆积物中粗细混杂;漫流带是后续表面流或堆积体内部渗流扩散漫流的结果,多为泥质堆积物,表面平缓,堆积薄。

沟谷型泥石流堆积扇是最常见的类型。根据其堆积形态,可分为龙头、龙身和龙尾三个特征带。龙头位于扇的最前端,由大石堆积而成,表面凸凹呈岛状外形;龙身占据了扇体的绝大部分,扇面上的砾石呈垄岗状、带状排列,纵横断面呈微凸形,龙尾摆布在沟口附近,表面较平整,堆积物中细颗粒居多,砾石呈片状分布。

三、泥石流堆积扇形态及扇群组合特征

(一)泥石流堆积扇形态与发育特征

泥石流的动力堆积过程常形成类型众多的堆积地貌,其中扇形地是最常见、面积最大的堆积形态类型。

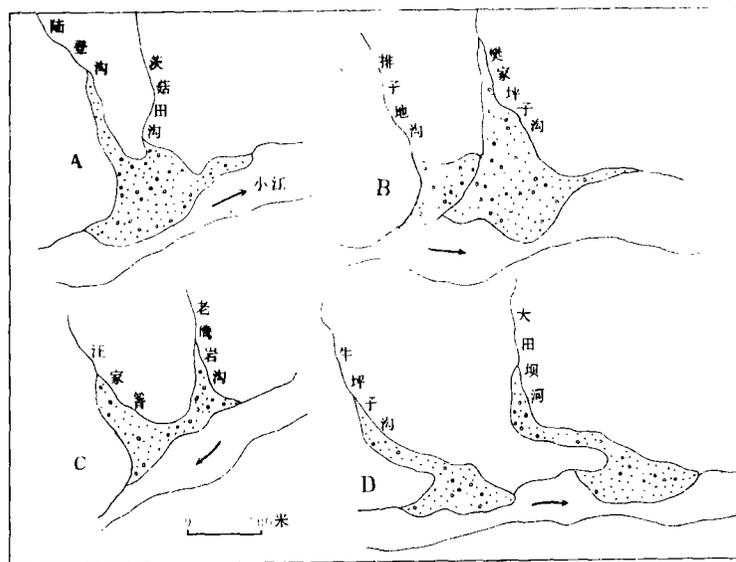


图1 泥石流扇群横向组合类型

Fig. 1 The types of debris flow fans in transversal

从小江泥石流堆积扇发育状况看,堆积体的一般平面形态常因泥石流性质和发育阶段的不同而异。在堆积扇发育的初期,粘性泥石流堆积过程形成的堆积体多为不规则的近椭圆状;堆积的原始地形愈平缓开阔,这种椭圆体愈规则。稀性泥石流在发育初期堆积形态以狭长的锥形为主;当处于发育的中晚期,扇面得到进一步扩展,逐渐演化为典型的扇形地。

(二) 泥石流堆积扇群组合特征

发育于小江宽谷河段的泥石流扇形地受特殊的地质地貌条件的影响,而在不同部位有不同的组合类型,并呈现出一定的变化规律。

1. 堆积扇群横向组合类型

堆积扇群的横向组合是指沿河谷走向扇与扇侧向连结关系,包括四种形式(图1)。

A. 扇顶相接合型 泥石流沟沟口距离很近,堆积扇发育,使两个扇的顶部堆积物连接成更大的扇裙。

B. 扇弧与扇翼接合型 两扇的规模大小不同或推进速度不同,或沟口位置差异均可形成一扇的前弧缘与另一扇的侧翼相接合的类型。

C. 扇缘接合型 两沟沟口距离较远,扇的侧向扩散力强,两扇侧翼边缘相连接,则在横向上形成扇间低地,低地中粘粒含量高,常积水。这是小江最常见的接合类型。

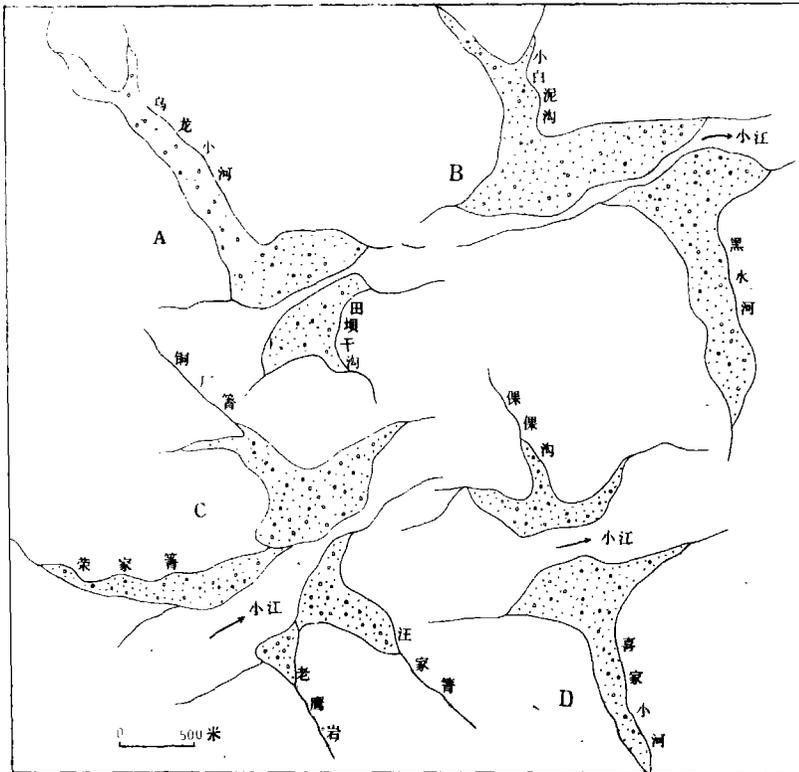


图2 泥石流扇群平面组合类型

Fig. 2 The types of debris flow fans in horizontal

D. 扇间洼地隔离型 泥石流沟道相隔较远,或扇面面积较小,使扇与扇之间呈现洼地,其中多有坡积物,连接成波状起伏的地形。

2. 堆积扇群平面组合类型

扇的平面组合是指发育于河谷两岸堆积扇对交的关系,常也是顶托河道,造成堵江的主要原因之一。两扇的交汇点能形成河床地貌节点。该点上游泥沙淤积或洪水泛滥成灾,而节点下游表现以侵蚀为主的水动力过程。小江堆积扇群的平面组合有四类(图 2)。

A. 正交型 河谷两岸泥石流沟口隔河相对,扇体生长快、规模大,两扇前缘相接。
B. 斜交型 河谷两岸泥石流沟道走向相错一定位置,且两扇规模庞大,使两岸堆积扇的一翼前缘相接。

C. 双对型 河谷两岸扇缘接合型堆积扇群前缘隔江相对或前缘部分相接。

D. 单对型 河谷两岸堆积扇发育规模不大,两扇前缘隔江正对或斜对。

3. 堆积扇的变形方式

泥石流堆积扇的变形与新构造运动有密切的关系,若山体不断抬升,山麓相对下降,则会导致堆积扇的变形,主要包括以下四种方式(图 3)。

A. 镶嵌式 随着山体上升幅度、规模加大,新堆积扇顶端切入老堆积扇之中,形成新扇与老扇的镶嵌特征。

B. 垒叠式 山体快速抬升,沟谷溯源侵蚀加强,带到扇上的堆积物增多,在已经形成的堆积扇上,又有新堆积扇形成,且部分地超覆在老堆积扇上。

C. 侧向镶嵌式 或是新构造运动在山前不等量升降,或是老扇沟道向侧翼摆动,则新堆积扇轴部向一翼移动,并嵌入老扇之中,形成不对称纵向接触形态。

D. 串珠式 受山体上升运动的强烈牵引,或人为整治利用堆积扇、建筑排导槽,将堆积物导流至更低处,常形成扇与扇的串珠状多级扇面。

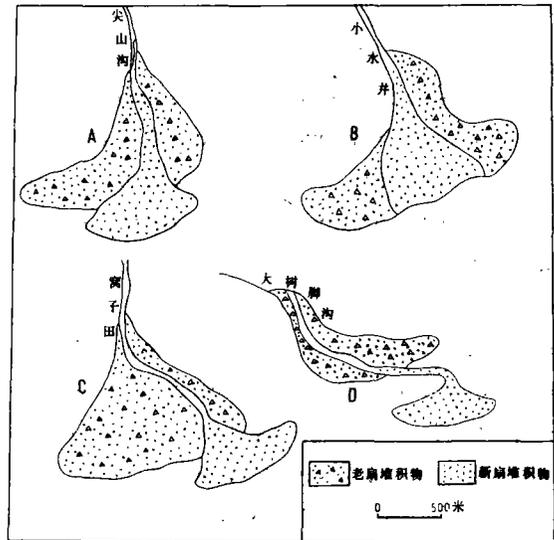


图 3 泥石流堆积扇演变类型

Fig. 3 The evolved types of debris flow fans

参 考 文 献

- [1] 杜榕桓等,1985,西藏古乡沟冰川泥石流堆积特征,中国科学院兰州冰川冻土研究所集刊,第 4 号,科学出版社,第 48—57 页。
- [2] 杜榕桓等,1987,云南小江泥石流综合考察与防治规划研究,科学技术文献出版社重庆分社,第 1—6 页。
- [3] 芦田和男,1985,扇状地の土砂灾害,古今书院出版,120—154。
- [4] 唐川,1989,泥石流扇形地研究,云南地质,9(1),第 49—52 页。

RESEARCH ON THE DEPOSITION FANS IN XIAOJIANG WATERSHED, YUNNAN PROVINCE

Tang Chuan Zhu Jing
(*Yunnan Institute of Geography*)

Duan Jinfan Du Ronghuan
(*Dongchuan Debris Flow Observation and Research Station, Chinese Academy of Sciences*)

Abstract

Deposition fan of debris flow is an important indication to discriminate the characteristics, development and risk extent of debris flows. The research on the deposition fans is also significant to understand debris flow process and plan countermeasures against the disasters. This article demonstrates the distribution of debris fans and catalogs 13 the types of fans. The dynamic depositional properties and formational model of confined and transit confined debris flows are generalized according to investigation and observations to some typical fans. The initial stage of fan in horizontal is similar to ellipse and the middle and later stage evolved to typical fans. Fans in Xiaojiang Watershed grouped complicately but show some kind of law that, for one riverbank, there are apexes related, apex-wing related, wings related and depression broken four types; for two banks, there are right opposited, skew opposited, four fans right opposited and two fans right opposited. Transformations are usually occurred owing to the neotectonic activities in the ways of mosaic, superimposition, wing-mosaic and beadlike.

Key words Xiaojiang Watershed, debris flow, deposition fan