

## 滇东北蒋家沟坡麓堆积量\*

田 连 权

(中国科学院东川泥石流观测研究站)

**提 要** 1980年10月—1989年8月,用大比例尺制图和粒度分析法,观测研究蒋家沟内杨家坡和滑脚坡的坡麓堆积。两者堆积速度分别为5411,3046(立方米/年),侵蚀模量分别为22735,5382[立方米/(平方公里·年)],两者平均为14058立方米/(平方公里·年)。蒋家沟流域内岩石剥落和切沟-冲沟泥石流的坡地面积13.3平方公里,泥沙流失量186978立方米/年,此值约为全流域泥沙流失量总值的1/10。

**关键词** 滇东北 蒋家沟 坡麓堆积量 泥石流。

滇东北蒋家沟流域内杨家坡和滑脚坡两处坡麓堆积作过观测研究。两者均发育有岩石剥落和切沟-冲沟泥石流等,物质堆积于坡麓洼地内。该洼地是1980年10月21日一场粘性泥石流堆积成的高位泥砾滩,尔后沟岸又受蒋家沟干流泥石流侧积作用而不断增高,坡麓洼地随之加深,接纳来自坡面的各类堆积。坡麓堆积的观测始于1980年10月,成图于1989年8月。

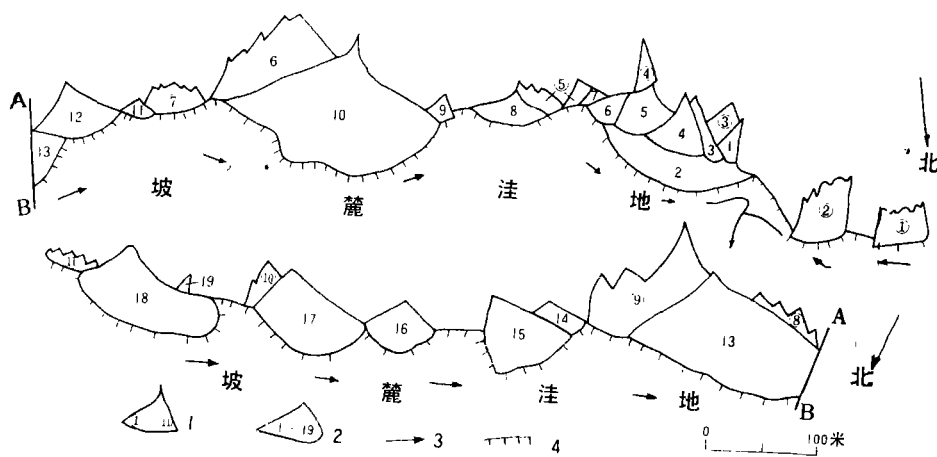


图1 蒋家沟内杨家坡坡麓堆积

Fig. 1 The pediment deposit at Yangjiapo in the Jiangjia Ravine

1. 岩堆及其编号; 2. 泥石流锥及其编号; 3. 水流流向; 4. 陡坎; A—B 接图线

\* 国家自然科学基金资助项目(项目号: 49131013)。

本文收稿日期: 1992-08-22。

## 一、观测研究区概况

该区分别选择于中国科学院东川泥石流观测研究站站址上游约0.2公里(杨家坡,在南岸,沿沟长1.3公里)和1.5公里(滑脚坡,在北岸,沿沟长0.7公里)处。两坡均由下元古界昆阳群浅变质岩系组成。在岩石剥落和切沟-冲沟泥石流作用下,山坡外移物质几乎均堆积于坡麓洼地(大体封闭)内。两坡各自的分水岭封闭性良好。这样的观测研究区在整个蒋家沟流域内是具有代表性的。该流域内土体(泥沙)流失方式主要有片蚀、崩塌-滑坡活动、岩石剥落和切沟-冲沟泥石流侵蚀等。现着重谈及最后两种方式。

### (一) 杨家坡(图1)

该坡汇流面积为23.8公顷,坡上岩石剥落和切沟-冲沟泥石流主要发生在裸岩坡段,后者的面积占全坡面积的56%;另外是荒草坡,有红褐土土壤层,层厚0.2—1.0米。平均坡度:裸岩坡45°(处于谷坡下部),荒草坡34°(处于谷坡上部)。荒草坡坡面径流(尤其是暴雨径流)在汇集过程中,势必途径裸岩坡,而予以冲刷,促进岩石剥落,并转变为泥石流。杨家坡坡长20—500米,平均155米,分水岭高出坡麓线50—500米。

### (二) 滑脚坡(图2)

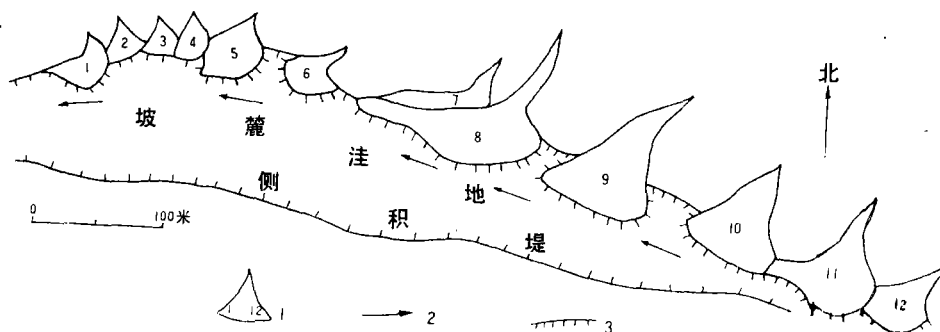


图2 蒋家沟内滑脚坡坡麓堆积

Fig. 2 The pediment deposit at Huajiaopo in the Jiangjia Ravine

1. 泥石流锥及其编号; 2. 水流流向; 3. 陡坎

该坡汇流面积56.6公顷,坡上岩石剥落主要出现于各切沟、冲沟上游和沟头部位,属切沟-冲沟泥石流补给区,岩堆不发育。滑脚坡呈凸型,坡长100—1500米,平均322米,分水岭高出坡麓线200—360米。坡上以谷肩为界,高处较缓,坡度约24°,主要为滑坡后缘张裂隙分布区;低处较陡,坡度约42°,主要为岩石剥落和切沟-冲沟泥石流等侵蚀坡段。

## 二、坡麓锥要素与坡麓堆积量

### (一) 坡麓锥要素

蒋家沟内岩堆和切沟-冲沟泥石流锥均属坡麓锥(图3)。

1. 需要实测的坡麓锥要素有: $R$ , 锥体平均半径(米); $\theta$ , 锥顶角(°); $\alpha$ , 锥面平均纵坡

(°);  $\beta$ , 埋藏底床平均纵坡(°);  $\gamma$ , 入锥沟床纵坡(°).

2. 需要计算的坡麓锥要素有:

1) 锥底至锥顶的高度

$$H = R \tan \alpha \quad (\text{米}). \quad (1)$$

2) 锥体面积

$$A = \theta \pi R^2 / 360^\circ \quad (\text{平方米}). \quad (2)$$

3) 锥体体积

$$V = A H / 3 \quad (\text{立方米}). \quad (3)$$

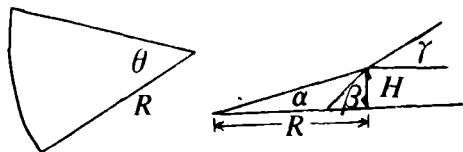


图 3 锥体要素

Fig. 3 Elements of cone body

表 1 杨家坡泥石流锥要素值

Table 1 Element values of debris flow cone at Yangjiapo

编号	实 测 值					计 算 值		
	R(米)	$\theta(^{\circ})$	$\alpha(^{\circ})$	$\beta(^{\circ})$	$\gamma(^{\circ})$	H(米)	A(米 <sup>2</sup> )	V(米 <sup>3</sup> )
1	15	42	14	34	34	3.8	82	122
2	40	150	8	36	36	5.6	2053	3811
3	28	18	12	53	38	6.0	127	255
4	28	57	10	55	63	4.9	379	614
5	20	75	14	36	36	13.5	267	1202
6	19	32	14	42	63	2.3	105	81
7	8	88	21	86	63	3.2	54	55
8	15	141	16	75	68	3.9	296	1004
9	15	70	17	66	71	4.4	125	136
10	52	133	14	74	58	12.0	3410	11129
11	11	96	24	73	75	4.5	84	93
12	27	107	26	78	82	11.8	556	1760
13	60	112	27	75	32	27.5	376	1340
14	12	112	27	80	62	6.0	112	182
15	36	82	23	55	70	16.0	784	1830
16	22	100	21	55	71	8.3	367	166
17	38	82	16	83	81	10.4	953	3077
18	44	101	12	82	62	9.5	1630	4844
19	12	26	22	80	53	6.4	24	40
平均	26	86	18	64	59	8.4	620	1670

2. 27厘米。

在杨家坡,与坡麓洼地相比,泥石流锥的粒度成分较粗大,粗粒(粒径>15毫米)含量较高,细粒含量较低,天然含水量亦较低(表2)。在泥石流锥上,由锥顶至锥缘,粗粒含量变化不大,细粒含量增加1倍,天然含水量略高。

在杨家坡,岩堆堆缘粒度显著大于堆顶粒度,中值粒径  $D_{50}$  由堆顶的4毫米增至堆缘的30毫米,最大颗粒粒径由堆顶的40毫米增至堆缘的130毫米,细粒粒径由堆顶的<2毫米增至堆缘的5毫米,粒径<5毫米的颗粒重量由堆顶的39.4%降至堆缘的0%(表3)。

与泥石流锥粒度成分(见表2)相比,岩堆粒径>2毫米的颗粒含量,堆顶多于锥缘;粒径>40毫米的颗粒含量,泥石流锥高于岩堆;但最大颗粒粒径,岩堆却高于泥石流。从剖面

## (二) 坡麓堆积量

### 1. 杨家坡坡麓堆积量(表1,图1)

由表1可见,杨家坡切沟-冲沟泥石流锥的  $R=8-60$ 米,平均26米;  $\theta=18^{\circ}-150^{\circ}$ ,平均  $86^{\circ}$ ;  $\alpha=8^{\circ}-27^{\circ}$ ,平均  $18^{\circ}$ ;  $\beta=34^{\circ}-86^{\circ}$ ,平均  $64^{\circ}$ ;  $\gamma=34^{\circ}-81^{\circ}$ ,平均  $59^{\circ}$ ;  $H=2.3-27.5$ 米,平均8.4米;  $A=24-3410$ 平方米,平均620平方米;  $V=40-11129$ 立方米,平均1670立方米。泥石流锥堆积量31741立方米,占杨家坡麓堆积量总值的68%。

由图1可见,杨家坡坡麓岩堆有11个,堆积面积3480平方米,占杨家坡坡麓堆积面积总值的23%;岩堆堆积量16958立方米,占杨家坡坡麓堆积量总值的32%。

杨家坡坡麓堆积量总值48699立方米,堆积速度5411立方米/年,年堆积厚度53厘米,侵蚀模量22735立方米/(平方公里·年),坡面年侵蚀深度

上看,泥石流的细颗粒物呈基质,或充填粗颗粒间的孔隙,或为泥漠(包裹着粗颗粒表面),孔隙封闭;而岩堆的细颗粒物却呈散粒状,充填粗颗粒间的孔隙,孔隙开放。

表2 杨家坡泥石流锥和坡麓洼地的粒度成分

Table 2 Grain-size composition of debris flow cone and pediment hollow at Yangjiapo

取样部位	粒 径(毫米)						样品重(克)	天然含水量(%)	干容重(克/厘米 <sup>3</sup> )
	>40	40—15	15—10	10—5	5—2	<2			
锥顶(%)	15.2	35.5	14.3	18.2	12.0	4.8	11719	4.1	—
锥缘(%)	20.3	31.5	8.6	13.9	16.1	9.6	4423	5.3	—
坡麓洼地(%)	16.4	24.1	11.6	16.1	11.0	20.8	6701	8.2	1.72

表3 杨家坡岩堆的粒度成分

Table 3 Grain-size composition of talus at Yangjiapo

取样部位	粒 径(毫米)							样品总重 (克)
	>80	80—40	40—25	25—10	10—5	5—2	<2	
堆顶(%)	0.0	0.0	5.0	32.0	23.6	15.3	24.1	7315
堆缘(%)	7.2	23.6	52.4	16.3	0.3	0.0	0.0	9837

## 2. 滑脚坡坡麓堆积量

滑脚坡岩堆不发育,这除与坡长较长、岩石剥落区面积较小有关外,还与岩石剥落坡段上部坡面径流部分

渗入张裂隙而减少有关。岩石剥落地段多位于沟道上游和沟头,岩石剥落物质大量转化为切沟-冲沟泥石流,沟口堆有泥石流锥(表4,见图2)。

表4 滑脚坡泥石流锥要素值

Table 4 Element values of debris flow cone at Huajiaopo

编号	实 测 值				计 算 值		
	R(米)	$\theta(^{\circ})$	$\alpha(^{\circ})$	$\beta(^{\circ})$	H(米)	A(米 <sup>2</sup> )	V(米 <sup>3</sup> )
1	31	48	21	28	11.8	392	116
2	48	45	20	51	17.3	886	2541
3	42	53	24	45	28.9	1806	824
4	50	155	19	74	11.9	3382	11651
5	21	148	18	28	7.0	570	183
6	32	70	10	26	5.8	286	477
7	44	72	18	28	14.3	1216	876
8	37	45	13	36	8.6	538	715
9	31	48	16	34	8.9	402	394
10	32	52	20	35	11.8	465	412
11	34	43	17	39	10.5	434	579
12	92	39	21	38	35.1	2849	8647
平均	41	68	18	38	14.3	865	2284

注:对 $\gamma$ 未作测量,因为 $\gamma$ 与 $\alpha$ 差异无几。

14058立方米/(平方公里·年),年侵蚀总量186978立方米。此值为全流域泥沙流失量总值的1/10,与全流域片蚀量处于同一量级<sup>[2]</sup>。如此补给的蒋家沟泥石流土石量,仅能维持现有泥石流暴发频率的1/10。

由表4可见,滑脚坡泥石流锥的 $R=21—92$ 米,平均41米; $\theta=39^{\circ}—155^{\circ}$ ,平均 $68^{\circ}$ ; $\alpha=10^{\circ}—24^{\circ}$ ,平均 $18^{\circ}$ ; $\beta=28^{\circ}—74^{\circ}$ ,平均 $38^{\circ}$ ; $H=5.8—35.1$ 米,平均14.3米; $A=392—3382$ 平方米,平均865平方米; $V=116—11651$ 立方米,平均2284立方米。滑脚坡坡麓堆积量总值27415立方米,堆积速度3046立方米/年,年堆积厚度29厘米,侵蚀模量5382立方米/(平方公里·年),坡面年侵蚀深度5.38毫米。

蒋家沟流域内具有岩石剥落和切沟-冲沟泥石流的坡地面积为13.3平方公里<sup>[1]</sup>。在这一面积上的侵蚀模量取杨家坡和滑脚坡两处侵蚀模量的均值,即

## 参 考 文 献

- [1] 吴积善等, 1990, 云南蒋家沟泥石流观测研究, 科学出版社, 第 33 页.  
[2] 田连权, 1986, 亚热带山区泥石流源地的片流与泥沙, 铁道工程学报, (4), 第 115—120 页.

## PEDIMENT DEPOSIT VOLUMES IN JIANGJIA RAVINE, NORTHEAST YUNNAN

Tian Lianquan

(*Dongchuan Debris Flow Observation and Research Station, Chinese Academy of Sciences*)

### Abstract

From October, 1980 to August, 1989, the large-scale surveying and grain-size analysis were applied to research on pediment deposit volumes of Jiangjia Basin. In Yangjiapo and Huaajiapo, the deposit velocities are 5,411 and 3,046 ( $\text{m}^3/\text{a}$ ), the erosional modulus are 22,735 and 5,382 [ $\text{m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ] respectively. The average value of them is 14,058  $\text{m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ .

Here, there are tow types of pediment deposit: debris flow cone and talus, front made of debris flow body in rill and gully, after made of rock disintegrative body. With slope, degree is slowed down, with slope length and area of erosion slope increase, debris flow cone insteads of talus, with bank erosion is strengthen gradually, pediment deposit may apply to debris flow of main channel.

The area of erosion slope is 13.3  $\text{km}^2$  in Jiangjia Basin. Its pediment deposit velocity is 186,978  $\text{m}^3/\text{a}$ , which is 1/10 of lost total volume of mud sand in Jiangjia Basin.

**Key words** Northeast Yunnan, Jiangjia Ravine, pediment deposit volume, debris flow