

四川金川八步里沟沟谷地貌与泥石流

吕 儒 仁

(中国科学院成都山地灾害与环境研究所)

提 要 八步里沟流域内有4200—4300米,3700—3800米和3000—3200米三级夷平面。沟口至八角有五级河流阶地。主沟北岸占流域面积的1/3,南岸占2/3。这种沟谷地貌特点经历了约200多万年的发展历史。自然历史上的泥石流比现代规模要大。八步里沟泥石流防治工程的完成并不意味着和泥石流作斗争的事业结束,效益观测和维修养护工作必须制度化,方能长久运用,发挥效益。

关键词 八步里沟 沟谷地貌 泥石流

八步里沟是一条古老的泥石流沟,位于 $31^{\circ}27'19.8''$ — $31^{\circ}30'32.5''N$, $101^{\circ}56'45.7''$ — $102^{\circ}03'41.1''E$;全流域面积44.78平方公里,呈近东西向长条五边形;主沟全长14.22公里,沟床平均纵比降122.3%。八步里沟与大金川汇合处的海拔2135米,最高点为4446米,最大高差达2311米。叠加在大金川高河漫滩上的八步里沟泥石流扇形地面积达0.52平方公里,金川县城位在其上(图1)。1926年7月全流域性暴雨泥石流,将老县城部分摧毁,伤亡损失惨重。1980—1982年连续三年发生的山洪、泥石流,使处于中游的三家寨

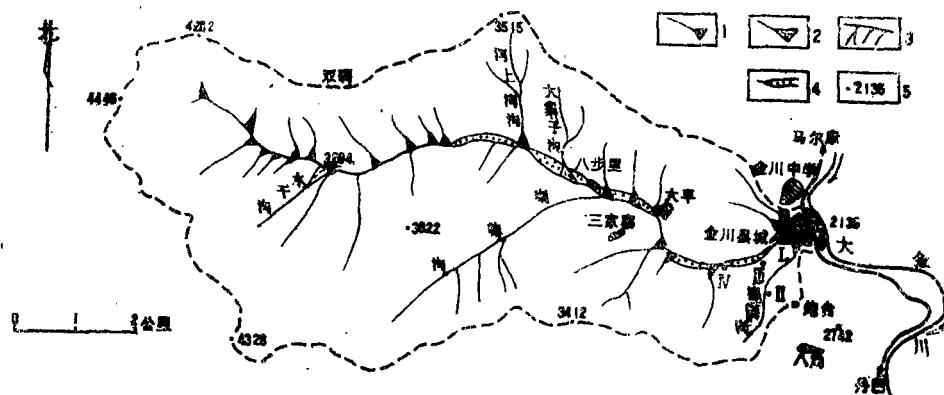


图 1, 八步里沟泥石流分布图

Fig. 1 Distribution of debris flows in the Babuli Gully

1. 不经常暴发的泥石流支沟; 2. 经常暴发的泥石流支沟; 3. 非泥石流支沟; 4. 主沟泥石流堆积段; 5. 高程点(米).
I. 灰黄色粉沙质亚粘土岩出露点; II. 壕沟门; III. 瓦厂红粘土取土点; IV. 鹦哥嘴

水库淤满堆积物,水库以上沟道内停淤了大量泥石流物质,只是由于暴雨强度和总雨量有限,山洪、泥石流后劲不足,未给县城造成巨大灾害;不过,这几年的山洪、泥石流将县招待所以上长2500米排洪道大部分冲毁,总损失达30万元之巨。从1981年以来,经有关各方

努力,八步里沟泥石流综合治理作为国家一项基本建设工程,投资 214 万元,已于 1987 年竣工,金川县城泥石流威胁之忧可以解除。但认识自然,改造自然,和泥石流作斗争的事业并未就此结束。

一、自然背景

八步里沟构造上位于川西甘孜-阿坝地槽金汤弧形褶皱断裂构造带西翼,为复式倒转复背斜-向斜次级构造。地层总体走向为北 35° — 50° 西,倾向北东,倾角较大,一般在 30° — 50° ,最大在 80° 以上。节理、裂隙和断层发育。八步里主沟大致沿两条断层发育。上游水干沟至大寨子沟断层是区域性近东西向断层的东端,下游是顺大寨子—大坪—八角断层发育。从党坝至独松沿大金川发育一条近南北向张性断层^[1]。金川县城所在地原是一个河湾,其发育曾受此断层影响。

八步里沟流域内老地层全为三叠系上统侏倭组和新都桥组。前者为灰色砂岩与黑色板岩互层,厚 457—1449 米;后者为深灰至黑灰色千枚岩、板岩夹砂岩,凝灰质砂岩及灰岩,厚 509—599 米。

八步里沟流域内曾发育过第四纪冰川,但古冰碛后期破坏严重。最为发育的是分水岭脊地段的残坡积层和坡地上的坡积物。最大厚度皆在 10 米左右。由于沟谷侵蚀和重力作用,坡积物常发生滑坡、崩塌,以致堵塞主支沟床,成为泥石流活动的重要物质来源。大坪台地厚达 135 米的堆积剖面中,就有厚达 5 米的滑坡前部堆积物。第四纪中期的红土风化壳(如大寨子沟上游)厚 3 米以上。八步里沟在中晚更新世时的冲洪积扇形地(图 2)是从鹦哥嘴到壕沟门。扇形地沙砾石层最大厚度达 240 米左右,其下除有 1 米厚大金川阶地上磨圆很好的沙砾石层外,底部还有厚达 40 米的灰黄色粉沙质亚粘土岩,极似西昌、攀枝花、华坪一带的昔格达组上段^[2]。晚更新世黄土从海拔 2200 米一直延伸到 3300 米山脊上。主沟床中下游有 100 多万立方米洪积和泥石流堆积物。沟岸保存的第四纪冲积、洪和滑坡、坡积物中,也有清晰的泥石流堆积层。

二、地貌结构

八步里沟流域及其附近地貌结构由夷平面,河流阶地,坡地和台地,沟谷系统等几部分组成(见图 2)。

(一)夷平面

八步里沟流域及其附近有 4200—4300 米、3700—3800 米和 3000—3200 米三级夷平面。最高一级分布在八步里沟上游两岸山脊及源头区分水地段。它是横断山区保存较为完好的一级夷平面,它和西部阿柯里牧场一带的这级广大夷平面连成一体。这级夷平面在中晚更新世时发育了古冰川,构成一个面积达 1000 多平方公里的古冰盖,我们暂称之为阿柯里古冰盖。它和大金川东岸,马尔康、小金和金川三县之间面积要小的古冰盖遥相对应。这两个古冰盖在全新世消失之后,留下星罗棋布、数以百计的残留古冰湖。八步里沟上游位处阿柯里古冰盖东缘,第四纪古冰川曾下达主支沟内。由 1:10 万航测地形

图上还可辨认出这些山谷冰川的槽谷特征。海拔3700—3800米夷平面, 和整个横断山区内一样, 都是以分水脊上的长缓山梁形式保存。八步里沟中游左岸河上湾沟源头至双碛, 右岸喇嘛沟左侧山脊至源头一带都是这级夷平面的残留部分。海拔3000—3200米夷

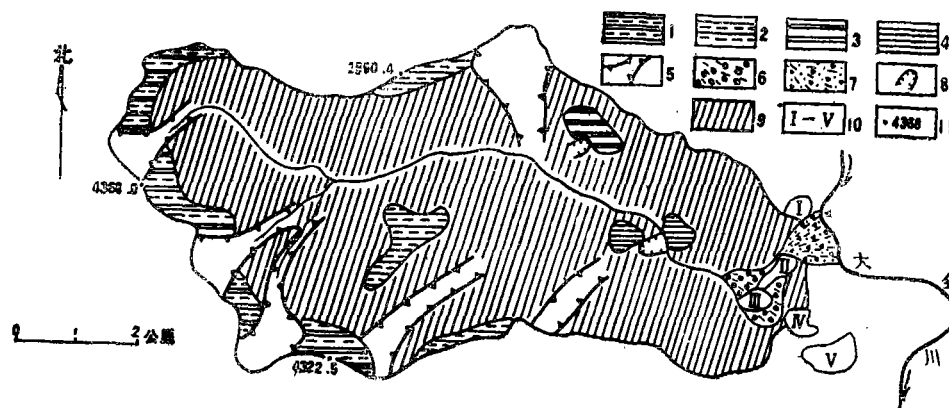


图2 八步里沟地貌图

Fig.2 Geomorphologic map of the Babuli Cully

1.4200—4300米夷平面; 2.3700—3800米夷平面; 3.3000—3200米夷平面; 4.台地; 5.古冰川槽谷; 6.冲洪积扇形地; 7.近代泥石流扇形地; 8.滑坡; 9.侵蚀坡地; 10.大金川五级阶地的编号; 11.高程点(米)

平面以大寨子泥石流沟清水区最为典型, 面积大于1平方公里。其上有3米多厚的红土风化壳, 它是在第四纪中期的大间冰期阶段形成。根据川西夷平面形成时代的对比^[3], 4200—4300米夷平面约在渐新世形成, 3700—3800米夷平面约在中新世形成, 3000—3200米夷平面在上新世形成。

(二)河 流 阶 地

八步里沟沟口一带大金川阶地有五级(表1), 都是基座阶地。 T_1 顶部有50多米厚灰黑色坡积碎石土层。 T_2 顶部有大于12米厚的红土, 其中有古土壤层。由于受沟谷侵蚀切割, T_3 阶面不明显。 T_4 (即炮台)顶部无砾石层, 但其稍下砾石层明显。从阶地砾石层特点对比, T_5 砾石一般粒度较小, 为10—15厘米, 最大30—50厘米, 最小3—5厘米, 磨圆很好; 成分除长石石英砂岩、灰

表1 八步里沟沟口至八角段大金川阶地

Table 1 The terrace of the Dajinchuan River from the Babuli Gully mouth section to Bajiao

阶地 级别	海拔(米)	拔河高度 (米)	平均拔河 高度(米)	阶地之间平 均高差(米)	代表地点
T_1	2200—2240 (基座2140 米)	65—105	85	79	金川中学
T_2	2340—2360 (基座2250 米)	205—225	215	130	瓦厂取土点
T_3	2500—2560 (基座2290 米)	365—425	395	180	壕沟门
T_4	2600—2650 (基座2530 米)	465—515	490	95	炮台
T_5	2740—2750 (基座2700 米)	605—615	610	120	八角

黑色砂岩外,还有花岗岩。这是区别大金川砾石层与八步里沟沙砾石层的重要标志。 T_4 也一样。 T_3 的基座是前述灰黄色粉沙质亚粘土岩层,它的顶部有1米厚粒度比 T_3 砾石粒度还小的大金川砾石层。和川西地区河流阶地相比较^[3],各级阶地形成的时代大致是, T_1 和 T_4 为早更新世,历时100多万年; T_3 和 T_2 为中更新世,历时数十万至100万年; T_1 为晚更新世,历时12年以上^[4]。金川县城所处的高河漫滩则是全新世1万多年以来的事件。

(三)坡地和台地

八步里沟流域内绝大部分地表面是坡地(见图2),明显的台地是大坪和三家寨。前者是在侵蚀面上由沟谷沙砾石层(厚35米左右)、滑坡堆积层(厚5米左右)、坡积层(厚15米左右)、坡积和坡面泥石流堆积层(厚约80米左右),总计厚135米的堆积物组成。后者可能是古冰碛台地,且是终碛堤被切割后的残留部分。其上已平整为耕地,形成村寨。

(四)沟谷系统

它是地表水系发育的结果,同时反映地球内力作用过程。八步里沟尽管属小流域,但主沟两岸面积分布不等,南岸占2/3,北岸仅占1/3,沟谷水系发育显然不对称。水干沟和大寨子沟中上游,大坪都有基岩破碎带上的泉水出露,八角台地西南侧断层形迹明显,它们都是活动断层的通过地段。八步里沟内,现代经常暴发粘性泥石流的支沟上游有水干沟,中游有大寨子沟,而以后者暴发频繁,危害最大。这与断层交汇处破碎带上的滑坡、崩塌活跃有关。主沟水流偏向南岸。水干沟以下,尽管南岸支沟长大,却无扇形地发育;北岸支沟短小,扇形地却相当发育,并使主沟水流侵蚀南岸。这说明,近期新构造运动强烈抬升过程中,以主沟断层为界,八步里沟北岸隆升速度大于南岸。

三、区域地质地貌发展历史及八步里沟形成过程

距今约1.8亿年^[5]以前的三叠纪末期,八步里沟和整个川西大部分地区一样,从海水下面露出,成为陆地。从那以后到距今4000万年的漫长地质历史中,川西高原都是在不断隆升抬高过程中,又在不断被各种外力(流水侵蚀、风、重力作用、生物化学作用等)剥蚀夷平的过程中。那一时期的最后阶段,川西地块处于长期稳定阶段,形成辽阔起伏的准平原,这就是现今的海拔4200—4300米夷平面。距今2500万年后的中新世,地壳曾一度强烈隆起,以后处于比较平稳阶段,但时间不长,形成今日3700—3800米长梁式夷平面。距今1200万年后的上新世,地壳又有大幅度抬升,新的侵蚀基准面形成,在几百万年的历史中,形成了海拔3000—3200米一级夷平面。大金川到这时有了雏形。上新世以来的喜马拉雅运动,使整个青藏高原大面积强烈隆起,但不同地区其隆起幅度有差异。同时在强烈隆起过程中,还有多期次相对稳定阶段,河流侧蚀作用增强,谷坡后退,形成阶地面。八步里沟口及其附近一带的大金川五级阶地面就是这样形成的。其后的隆升阶段导致河流强烈侵蚀下切,形成陡峭的阶地陡坎。在 T_3 、 T_4 两级阶地形成后,即早更新世末—中更新世初期,八步里沟一带地壳强烈隆升。由于山体抬升到相当高度,发育了冰川,并下到了八步里沟上游。擦脚沟中下游厚达40米的灰黄色粉沙质亚粘土岩可能是相应的冰水沉积物。中更新世间冰期,气候湿热,暴雨、洪水频繁,海拔3000—3200米夷平面上形成红色风

化壳, T_3 阶地上叠加了厚达 240 米的沙砾石层, 它相当于水石流堆积。在 T_2 中部有明显的两层泥石流堆积物(图 3, 4)。晚更新世气候又转为寒冷, 发育了高原上的第二次冰期, 其

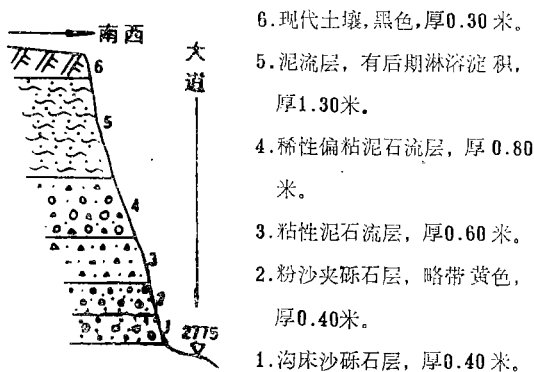


图3 八步里沟左岸四家寨大道旁剖面图
Fig.3 Sijiazhai Section along the left bank of the Babuli Gully

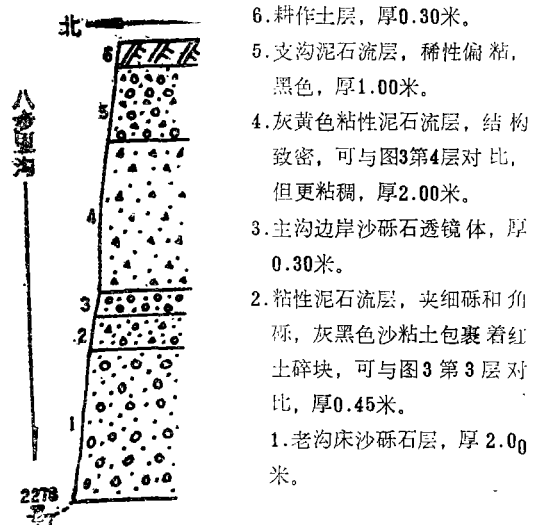


图4 八步里沟鹦哥嘴右岸剖面图
Fig.4 Yinggezui Section along the right bank of the Babuli Gully

冰川下到三家寨。瓦厂取土点红土应是暴雨洪水从海拔3000—3200米夷平面上以强烈水土流失方式搬运下来, 沉积在 T_2 顶部的。晚更新世地壳不仅强烈隆升, 高原上还发育了阿柯里这样的古冰盖。黄土广泛发育, 从海拔3300米向下堆积到2200米, 由于距今时代不很久远, 侵蚀搬运之后仍大量保存下来。伴随地壳强烈隆升, 大金川又强烈下切。泥石流活动猛烈, 暴发频繁, 现今县城一带泥石流扇形地发育逼使大金川东移, 由原来的一个较大河湾发育成南北两个较小的河湾。全新世1万多年来, 进入间冰期, 但气候呈波动变化^[6], 逐渐趋于干凉。其间的暖湿阶段, 估计暴雨多, 洪水频繁, 泥石流活动早期比后期强烈。现代八步里沟的泥石流和第四纪中暖期乃至全新世早期相比都是比较弱小的, 其特点是暴发频率低, 规模小, 主沟无粘性泥石流出现。

八步里沟究竟从何时开始发育? 可能是从海拔3000—3200米夷平面形成以后才开始的, 至今也有200多万年的历史了。早更新世, 八步里沟刚发育时还是一条小沟。中更新世是它发育的强盛时期, 它的堆积扇是在擦脚沟中下游。由于厚层沙砾石层在沟口右岸的顶托作用, 使八步里沟口段逐渐向北偏移。

我们从图5的沟口上溯, 把沟床的相对陡急段和地壳隆升, 河流沟谷下切, 阶地陡坎形成相联系; 把它的相对平缓段和地壳相对稳定、河谷侧蚀展宽、阶地面形成相联系。当然, 越往沟谷上游, 在沟床纵剖面曲线上叠加的侵蚀基准面变化次数就越多, 无论是平缓段还是陡急段, 比降数值都普遍增大, 但从相对大小仍可明显分辨。这一规则同样也适用于多级夷平面的形成及其随后的抬升, 它也反映在沟床纵剖面曲线上。和图5对应一致的表2用数据说明了这一切。沟谷所处岩性比较均一, 则这种特点就十分明显。在八步里沟这些条件一应俱全。这就为我们探索一条沟谷的发育过程找到了可信的

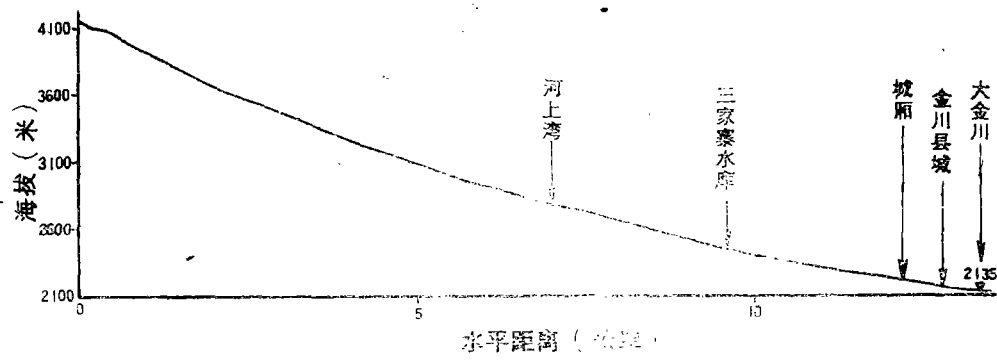


图 5 八步里沟床纵剖面图
Fig. 5 Longitudinal section of the Babuli Gully-Bed

途径。图 5 和表 2 展示了八步里沟的发育过程。由图 5 和表 2 我们就会明白，为什么在八步里主沟床中有那么多个比较平缓，可以用作修建泥石流拦挡坝，效果较好（库容较大）的地段。

表 2 八步里沟床演变
Table 2 Evolution of the Babuli Gully-Bed

水平距离(米)	沟段长度(米)	高差(米)	海拔(米)	沟段比降	地貌阶梯面	形成时代
185	185	40	4160	0.2162	4200—4360'米夷平面	E ₃ —N ₁
415	230	40	4120	0.1739	3700—3800米夷平面	N ₁ '
2255	1840	460	4030	0.2463—0.2537	3700—3800'米夷平面	N ₁ ²
2796	541	80	3600	0.1333—0.1600	3000—3200米夷平面	N ₂ ¹
4315	1519	320	3520	0.1857—0.2667	3000—3200'米夷平面	N ₂ ²
4590	275	40	3200	0.1445	T ₅	Q ₁ ¹
5455	865	160	3160	0.1569—0.2500	T ₅ '	
6345	890	120	3000	0.1348	T ₄	Q ₁ ²
6755	410	80	2880	0.1951	T ₄ '	
7245	490	40	2800	0.0816	T ₃	Q ₁ ¹
9745	2500	320	2760	0.1176—0.1569	T ₃ '	
10195	450	40	2440	0.0889	T ₂	Q ₂ ²
11765	1570	160	2400	0.1013—0.1026	T ₂ '	
12485	720	40	2240	0.0556	T ₁	Q ₃
13235	750	65	2200	0.0867	T ₁ '	Q ₄

注：Ti代表地壳稳定，地貌阶梯面形成及溯源侵蚀，比降平缓时期；
Ti'代表地壳隆升，阶坎形成，溯源侵蚀，比降增大时期。大金川平水位海拔2135米。

四、泥石流防治问题

从以上所述表明,在迄今八步里沟200多万年的发展历史中,泥石流活动并不是充满了整个自然历史时期,而是只在几个特定的历史阶段上发生过。可以说大部分时间是自然状态下的常态演进,速度缓慢;个别时段急剧变化,速度很快。现代更是这样。

所谓泥石流防治,其实质就是在人类社会经济发展的当时水平上,采取社会经济力量所能达到的一切技术经济措施,尽量将自然过程限制在量变或渐变阶段发展,尽一切努力防止质变或灾变过程的发生。生物水保工程,泥石流拦挡坝群和排导工程都具备这种性质和特点。泥石流防治工程的设计标准问题,排导槽设计断面的确定,其实质都是以预计一定规模(如五十年一遇)的泥石流不可避免地发生时(沟谷动力地质地貌过程一定级别的质变或灾变阶段出现),能没有危害地安全通过县城为目的的。超过设计标准的泥石流出现,自然灾害仍然不可避免。预警报系统的研究和实施则是避开这种灾变过程的危害。但是无论生物水保系统也好,工程结构布设系统也好,还是预警报系统也好,都是人类认识自然,改造自然这一能动过程的产物,它们是精心组织、设计、施工的结果,这便是组织管理和指挥系统的功能。金川县八步里沟泥石流综合治理指挥部就起着这种作用。

在国家现有技术经济发展水平上,金川八步里沟泥石流综合防治工程是正确的,合理的。它是在认识客观自然规律的基础上制定出一整套行之必然有效的方案。如此浩大的综合防治工程的完成,使人们的认识又提高到了一个新阶段,那就是由于对参与泥石流形成的组合因子,尤其是松散固体物质这一关键性因子,通过一系列生物水保和工程措施,得到了强有力的控制,这将大大减小今后泥石流发生频率,缩小其规模,使将来出现的泥石流危害降低到最小程度。

但是我们的认识水平有一定限度。没有预料到的现象或事件今后还会出现。不断认识自然的变化,修正我们已有的措施很有必要。综合治理工程的维修、养护,乃至岁修,即效益观测和检修问题,看来至少得列入今后的议事日程。今后认识自然(八步里沟)和改造自然的过程则是在新的(即八步里沟泥石流综合防治工程竣工)基础上进行。总之,我们认识自然和改造自然的能动过程,随着自然界和人类社会的不断发展和演进永远不会完结。生物水保、工程结构布设、预警报、组织管理和效益观测及工程检修等几个部分构成了泥石流防治的一个有效、合理的大系统工程。这便是我们在金川八步里沟形成历史及泥石流活动演变研究上得到的一个初步认识。

参 考 文 献

- (1) 中国地质科学院高原地质研究所主编,1980,青藏高原地质图(1:150万),地图出版社。
- (2) 中国地质科学院地质力学研究所编,1977,中国第四纪冰川地质文集,地质出版社,第144—154页。
- (3) 柴宗新,1983,试论川西高原的形成,山地研究,1(4),第22—30页。
- (4) 杨怀仁、徐馨,1981,第四纪冰期气候对黄土沙漠的影响,新疆第四纪地质及冰川地质论文选集,新疆人民出版社,第6—18页。

- (5) 李四光, 1972, 天文 地质 古生物 资料摘要(初稿), 科学出版社, 第30页。
(6) 竺可桢, 1962, 历史时代世界气候的波动, 气象学报, 31(4), 第275—288页。

GEOMORPHOLOGY AND DEBRIS FLOW IN THE BABULI GULLY, JINCHUAN COUNTY, SICHUAN PROVINCE

Lü Ruren

(Institute of Mountain Disasters and Environment,
Chinese Academy of Sciences)

Abstract

The Babuli Gully is located in $31^{\circ} 27' 19.8''$ — $31^{\circ} 30' 32.5''$ N, $101^{\circ} 56' 45.7''$ — $102^{\circ} 03' 41.1''$ E. The drainage area is about 45km^2 , it appeared in the pentagon approximate to W-E direction, the length of the main gully is 14.22km , mean longitudinal gradient of the gully-bed is 122.3% . The lowest point of the valley is at an elevation of 2135m , its highest point is 4446m , the maximum drop is 2311m .

There has 3 grades of peneplain surface with 4200 — 4300m , 3700 — 3800m and 3000 — 3200m , in the Babuli Gully, which formed successively in Oligocene, miocene and Pliocene, 5 grades of the Dajinchuan River terrace were formed from the Babuli Gully mouth to Bajiao in Quaternary; the sloping field occupies the most part of the drainage area, the north bank of the main gully is about $1/3$ of all the valley, its south bank occupies approximately $2/3$; the Quaternary glacier occurred in middle-upper reaches of the Babuli Gully.

Thickness of water-rock flow deposit is 240m in the Babuli Gully for middle-Pleistocene. There has two layers of the viscosity debris flow deposit in the II-terrace section, their scale is larger than the contemporary age. In 1987, the comprehensive control project of debris flow in Babuli Gully was all completed and tested up to standard. But this is not the end of a struggle with debris flow. Beneficial result observation and maintenance to strengthen some project systems can not neglect; on the basis of new conditions, to correct and improve installations concerned should be noticed. The benefit production units and administrative departments should all be concerned with these problems.

Key words Babuli Gully, gully-valley geomorphology, debris flow