

DOI:10.16788/j.hddz.32-1865/P.2021.01.013

引用格式:孙健,刘海,刘钦,等. 沟谷型泥石流地质灾害调查评价方法研究——以皖南小容泥石流地质灾害调查为例[J]. 华东地质,2021,42(1):108-115.

# 沟谷型泥石流地质灾害调查评价方法研究 ——以皖南小容泥石流地质灾害调查为例

孙健<sup>1</sup>, 刘海<sup>2</sup>, 刘钦<sup>1</sup>, 卢玲<sup>1</sup>

(1.安徽省地质矿产勘查局 332 地质队,安徽 黄山 245000;  
2.安徽省公益性地质调查管理中心,安徽 合肥 230040)

**摘要:** 在总结皖南地区泥石流主要特征的基础上,重新梳理了沟谷型泥石流调查评价过程中的调查要素和评价因子,提出了沟谷型泥石流调查评价工作方法:对沟谷进行泥石流初步评价,以可搬运物源量和可淤积容量比值系数作为初步评判标准;以沟谷泥石流集水盆地形态特征、可搬运物源属性分布及储量、堆积区地形等特征作为主要调查内容,对易发性评价因子赋予分值。在此基础上,以皖南小容泥石流地质灾害调查为例,探讨更直观、更科学、更切合实际的沟谷型泥石流地质灾害调查评价工作方法。

**关键词:** 皖南山区;泥石流;初步评判;调查方法;评价因子;易发性评价

**中图分类号:** O319.56

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2096-1871(2021)01-108-08

皖南地处安徽省南部,东南与浙江接壤,西南毗邻江西,北接安徽沿江丘陵平原。皖南山区地形、地质构造复杂,地质环境脆弱,降雨量大,导致该区成为崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害高发区。据统计,皖南山区发育崩塌、滑坡及泥石流等地质灾害数量达 3 448 处<sup>[1]</sup>,以小型地质灾害为主,具有突发性。目前,一些学者对皖南山区地质灾害发育规律、成因等进行了研究和评价,如孙健等<sup>[2]</sup>研究了皖南山区地质灾害发育规律,认为脆弱的地质环境是地质灾害发育的基础,强降雨是主要诱因。张黎勇<sup>[3]</sup>对皖南山区典型滑坡、泥石流地质灾害进行了成因分析并提出了相应的防治措施。王旭东等<sup>[4]</sup>通过分析皖南山区典型地质灾害特征,归纳了山区降雨类型、降雨量和地质灾害的关系,提出了改进预警预报的措施。原璟等<sup>[5]</sup>基于 GIS 技术选取了地质、地形地貌、植被及人类活动等指标对皖南山区泥石流危险性进行了评价,为皖南山区泥石流的预警预报提供了重要依据。可见,开展皖南山区泥

石流地质灾害调查评价工作,对该区防灾减灾具有重要的指导意义。

本文以皖南山区为研究区,针对目前沟谷型泥石流地质灾害调查存在的问题,提出适用于皖南山区沟谷型泥石流地质灾害调查的评价方法,并以小容泥石流地质灾害调查为例,探讨皖南山区沟谷型泥石流的成因机理,为皖南山区泥石流地质灾害防灾减灾提供参考。

## 1 皖南山区沟谷型泥石流基本特征

### 1.1 基本特征

通过总结皖南地区泥石流相关资料<sup>[6-9]</sup>,发现皖南沟谷型泥石流具有以下特征:以暴雨型、小规模泥石流为主;破坏形式以冲刷、堆积、掩埋为主;爬高较低,最高洪水位与掩埋高度相差较大;堆积物以岩块、碎石、砂砾为主。皖南沟谷型泥石流以流体黏性物质含量较低,流体稀薄且浮托力低等特征

\* 收稿日期:2020-03-10 修订日期:2020-07-26 责任编辑:谭桂丽

基金项目:安徽省公益性地质调查“黄山市徽州区丰乐河流域 1:1 万地质灾害详细调查(试点)(编号:2015-g-39)”项目资助。

第一作者简介:孙健,1963 年生,男,高级工程师,主要从事区域地质、水文地质及工程地质及环境地质研究。Email:342334043@qq.com。

区别于西北地区特别是黄土高原地区的泥石流。

## 1.2 形成条件

沟谷型泥石流形成的地质背景条件为:①集水盆地提供固体物质来源;②急陡的冲沟提供水动力;③强降雨提供大量水体。其中固体物源和急陡的冲沟是沟谷型泥石流形成的物质来源,也是孕灾背景。暴雨提供大量流体并诱发集水盆地斜坡土体崩塌滑坡、冲蚀坡表,土体汇入冲沟后形成泥石流。

## 1.3 调查重点

沟谷型泥石流地质灾害调查评价重点是对集水盆地的地形、固体物源及储量等孕灾背景进行调查、评价。研究发现,集水盆地源头区急陡斜坡组成内凹的清水汇集区,泥石流形成区、沟谷纵坡降流通区、沟口堆积区面积为 0.05~5 km<sup>2</sup>。笔者认为,集水盆地的形态决定了固体物源搬运的难易程度、汇水能力和水动力条件,沟口地形决定了可淤积容量的大小。

一般将强降雨条件下可能移动的固体碎屑作为可搬运的固体物源。一次搬运的固体物源为强降雨过程中在一定雨强阈值条件下可能提供的固体物源量,后期雨强超过前次雨强阈值,可能出现二次搬运量。通过对安徽徽州区、歙县 46 个沟谷泥石流进行统计分析,发现可搬运固体物源可分为残坡积松散碎屑、崩滑体形成的松散堆积碎屑和沟底冲洪积碎屑 3 种类型,其中集水盆地内近沟崩滑体和沟底冲洪积碎屑易于搬运,是泥石流的主要物源。强风化断裂破碎带及陡坡茶园松散土层对可搬运物源提供的一次搬运量,某种程度上决定了崩滑体和物源总量。

因此,沟谷型泥石流野外地质调查中,可搬运固体物源应重点调查以下方面。

(1)集水盆地物源分布及储量。从残坡积松散碎石土密实程度、厚度、分布范围进行调查并估算斜坡残坡积提供的可搬运量。

(2)沟底冲洪积碎屑分布特征,估算可搬运储量。

(3)可能的沟岸崩塌分布特征,估算可搬运储量。结合断裂破碎带及其对岩土体的影响对松散残坡积碎石土进行调查评价。

## 2 沟谷型泥石流易发性评价

### 2.1 泥石流初步判断的提出

笔者发现,皖南地区 1:5 万地质灾害调查规范

中的泥石流野外调查评判表<sup>[10]</sup>中的泥石流易发性评判体系存在明显缺陷:该表在泥石流易发性评价时只要打分,易发性评价分值均为 80 分左右,结果导致几乎所有的沟谷均是泥石流低易发区,均存在泥石流隐患。造成这个现象的原因是 1:5 万地质灾害调查规范中,泥石流野外调查评判体系只能在确定特定沟谷是泥石流沟谷的前提下,使用效果才较好。研究区以西北地区为主,前期制定的规范是以已发生的泥石流沟谷作为主要研究对象,由于对一般沟谷研究较少,在不确定是泥石流沟谷的情况下,该评判表存在缺陷和不足。因此,笔者在泥石流地质灾害调查评价过程中提出了“泥石流初步评判”的概念。

泥石流是大量固体冲洪积物堆积于沟口,超过了沟口和部分流通区允许容纳的量,对威胁对象进行冲击和堆积掩埋。因此,本文引入“可搬运物源储量”和“可淤积容量”的概念,用于泥石流沟谷简易初步评判。“可搬运物源储量”指分布于泥石流集水盆地内可以搬运成为泥石流固体物源的量,一般由沟底冲洪积物、沟谷两侧坡体崩塌滑坡固体碎屑量、沟谷内残坡积碎石土可以搬运的量组成;“可淤积容量”指对威胁对象造成影响的沟口堆积区可以容纳固体碎屑堆积、淤积而不形成危害的量。“可搬运物源储量”主要通过调查集水盆地,圈定固体物源的分布面积和产出厚度,优先计算沟底冲洪积物碎屑量和两岸山体斜坡崩滑体碎屑量,可能的情况下,推断沟道两侧沟岸侵蚀量和两岸斜坡残坡积碎屑量提供的可搬运物源量,可搬运物源取决于碎屑是否靠近河流、两岸山体坡度、降雨过程的雨强和降雨量等。“可淤积容量”根据沟口地形宽度和沟底至能够形成危害的淤积高度计算得出。最终确定的“可搬运物源储量”与“可淤积容量”比值系数作为泥石流易发风险初步评判标准(表 1)。

表 1 泥石流易发风险初步评判系数

Table 1 Preliminary evaluation coefficient of debris flow susceptibility risk

评判系数 K	易发风险评价
$1 \leq K < 2$	存在风险
$2 \leq K < 3$	风险较大
$3 \leq K < 4$	风险大
$K \geq 4$	险极大

注:  $K = a/b$ , a 为可搬运物源储量, b 为可淤积容量。

由表1可知,泥石流易发风险初步评判系数计算可能具有一定的主观性,因此,应根据研究区实际情况及泥石流案例进行调整、修正,以获得一个符合客观实际的量化系数。“可搬运物源储量”是一种推测,而非特定的一次强降雨即搬运完毕,肯定存在一些“可搬运物源储量”由于某种原因本次强降雨没有被搬运,随着降雨强度及降雨量的加大,可能转变为“一次可搬运物源量”,不能否认它是属于“可搬运物源储量”物质。调查过程中发现,两岸崩滑体碎屑和残坡积碎屑进入“一次可搬运物源量”的计算对评判结果影响较大,最终根据地形坡度和植被发育程度,将“可搬运物源量”中两岸崩滑体碎屑和残坡积碎屑储量设定 $<1$ 的系数来确定集水盆地中的“可搬运物源总量”,该系数仍存在一定主观性,在实际工作中需要根据沟谷两侧山体坡度、斜坡形态、植被及植被郁闭度具体设定并调整、修正。

## 2.2 沟谷型泥石流易发程度量化指标的改进

泥石流评价原规范很多因子定义不易掌握且易造成理解差异,评分结果也不相同,如泥沙沿程补给长度比、沿沟松散物贮量、沟口泥石流堆积活动、河沟近期一次变幅等。本文考虑皖南地区泥石流特点,重新梳理对泥石流易发性产生贡献的因子,按沟谷形态特征因子、可搬运物源特征因子和沟口形态特征因子进行排列并赋予相应的权重进行量化,体现改进后表格的科学性、逻辑性、实用性和方便性。

(1)直接将泥石流汇水面积、水量、水动力条件等关键因素与泥石流形成区、流通区、堆积区等形态特征联系,使调查更直接、有效。

(2)直接估算集水盆地内可搬运物源储量,突出崩滑体、沟底冲洪积物等优质可搬运物源量,直接归并原表格中沿沟松散物贮量、产沙区松散物平均厚度、崩塌滑坡及水土流失严重程度等。

(3)堆积区地形直接关系泥石流的危害程度,因此,增加了沟口地形评价因子和综合权重。

考虑以上特征因子对泥石流形成的贡献大小,对各量化指标赋予相应的分值权重,沟谷形态和主沟纵坡降决定了集水盆地的水动力条件,对泥石流的形成贡献最大,分值最高;集水盆地内崩塌滑坡及水土流失(自然和人为)是可一次性冲出的可搬运固体物源,对泥石流的形成贡献较大,分值较高;

沟底冲洪积物是最易再搬运的固体物源,对泥石流的形成贡献较大,因此,增加这一因子并赋予较高的分值;松散物平均厚度定性表述了集水盆地内残坡积碎石土的丰富程度,具有转化为可搬运物源的可能性,但泥石流固体物源冲出难易程度取决于地形和降雨条件,对泥石流的形成具有较大贡献。地震及断裂破坏集水盆地岩体的完整性,岩体碎裂易转化为可搬运物源。岩性决定了岩体转化为可搬运物源的可能性,植被覆盖率决定了水土流失转化为固体物源的可能性,沟口地形决定了内动力堆积区对泥石流危害的大小。皖南地区泥石流一般发生于源头一级水系和二级水系,以河床基岩为主,基本不存在河道偏移(表2)。

泥石流易发性指数 $K$ 即可搬运物源量与可淤积容量之比,反映泥石流危害风险。对易于通行的沟谷应尽可能求得可搬运固体物源储量,判定可一次性搬运的固体物源量,尽可能求得沟口可淤积容量,用于判定堆高及泥石流风险影响范围。通过抽取已发泥石流、未发泥石流及不可能发生泥石流的多种沟谷进行试用和调整,发现改进后的沟谷型泥石流易发性评价表(表2)能客观反映泥石流易发特征,科学性、逻辑性强,易理解,具有较强的实用性。

## 2.3 改进后的沟谷型泥石流调查评价程序

(1)识别泥石流沟谷。通过遥感影像提取、识别集水盆地清水汇集区、泥石流形成区(残坡积丰富、松散碎屑、崩滑区)、沟谷纵坡降流通区、沟口堆积区和流域面积( $0.05\sim 5\text{ km}^2$ ),圈定有威胁对象且具备泥石流集水盆地特征和物源条件的沟谷,缩小调查范围,提高调查效率。

(2)初步踏勘、判别泥石流沟谷。初步估算沟谷内可搬运物源储量与沟口可淤积容量,得到初步判别结果,对确定的沟谷再进行下一步调查。

(3)重点调查泥石流沟谷。对存在较大以上级别易发风险的沟谷进行沟口形态特征分析,主要分析主沟纵坡降、流域面积、物源区沟槽横断面、流域形态指数、沟岸山坡坡度及流域相对高差。可搬运物源特征分析包括物源属性、分布、储量、构造、植被、岩性等,重点调查沟口形态特征及可淤积容量。

(4)泥石流易发性综合评判。对泥石流危险性和风险性进行评价,提出泥石流防治措施及风险管控建议。

表 2 沟谷型泥石流易发性评价表  
Table 2 Evaluation of gully debris flow risk

影响因素	严重(A)	得分/分	中等(B)	得分/分	轻微(C)	得分/分	一般(D)	得分/分	
主沟纵坡降/‰	200~300	15	150~200、 300~350	12	100~150、 350~400	10	<100、>400	8	
流域面积/km <sup>2</sup>	0.1~0.5	5	0.5~1	4	1~5	3	>5	2	
沟谷形态	物源区沟槽横断面	V型谷、谷中谷	拓宽U型谷	4	复式断面	3	平坦型	2	
	流域形态指数(δ)	<0.5	5	0.5~1	3	1~1.5	2	>1.5	1
	沟岸山坡坡度/(°)	>35	5	30~35	3	25~30	2	<25	1
流域相对高差/m	>500	5	500~300	3	300~100	2	<100	1	
可搬运物源	集水盆地崩塌滑坡及水土流失(自然和人为)可提供物源量	崩塌滑坡等重力侵蚀严重,多深层滑坡和大型崩塌,表土疏松,冲沟分发育	崩塌滑坡发育,多浅层滑坡和中小型崩塌,有零星植被覆盖,冲沟发育	21	17	有零星崩塌、滑坡和冲沟	15	有无崩塌、滑坡、冲沟	13
	沟底物源量(可再搬运)	丰富	16	中等	14	一般	12	无	10
可搬运物源	集水盆地内残坡积物储量或平均厚度/m	>3	16	3~1	14	1~0.5	12	<0.5	10
	地震及断裂	强抬升区,六级以上地震区	9	抬升区,四一六级地震区,有中小支断层或无断层	7	相对稳定区,四级以下地震区,有小断层	5	沉降区,构造影响小或无影响	3
	岩性影响	全强风化、软岩、节理发育	6	中风化、软硬相间、节理发育	5	微风化和节理发育的硬岩	4	硬岩	3
	植被覆盖率	<10	9	10~30	7	30~60	6	>60	5
沟口	沟口扇形地	大	9	中	7	小	6	无	5
	沟口地形纵坡降	>150	9	150~100	7	100~50	6	<50	5
	建构物地坪与沟床高差	<1	15	1~3	13	3~5	12	>5	11
		150		120		100		80	

注:80~100分为低易发,100~120分为中易发,>120分为高易发。

### 3 小容泥石流地质灾害调查实例

#### 3.1 基本情况

小容自然村位于徽州区呈坎镇北西侧,150户306人(现常住人口92人),容溪村一小容村通公路尽头,距呈坎镇约13km。2013年6月30日强降雨引发山洪泥石流地质灾害,对呈坎镇容溪村小容自然村造成极大损失,自然村上部近一半村庄被充填堆积掩埋,造成35幢房屋毁坏、96幢房屋受损,致灾人口125户、250人。

#### 3.2 泥石流孕灾的背景条件

##### 3.2.1 集水盆地地形

小容自然村共有2条冲沟,均呈狭长“V”型沟谷,集水盆地两侧山体斜坡陡峻,发育多条支沟,流域面积0.2km<sup>2</sup>,主沟长0.6km,流域最高点高程670m,最低点高程450m,相对高差220m,主沟纵比降370‰(图1)。

主沟流动方向210°,沟底高程490~550m,两侧山体山顶高程680~794m,源头山体斜坡坡度32°~45°,坡麓段因切坡呈近直立状,高3~11m。

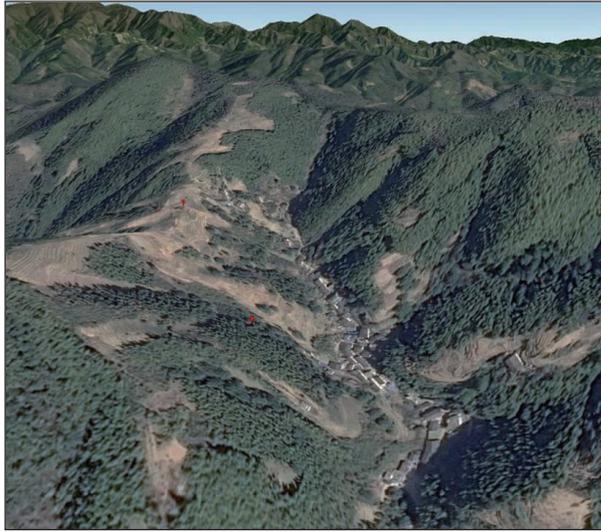


图1 小容泥石流全貌

Fig. 1 General view of Xiaorong debris flow

游自 92 号房屋以上纵坡降增加至  $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ , 102 号房屋以上段纵坡降增加至  $30^{\circ}\sim 35^{\circ}$ , 沟槽宽  $10\sim 15\text{ m}$ , 河道宽  $1\sim 3\text{ m}$ , 深  $1\sim 2\text{ m}$ , 在冲沟交汇处沟道深  $3\sim 5\text{ m}$ , 居民多沿狭长主沟两侧居住(图 2)。由于沟谷纵坡降大, 水流具有动能高、冲蚀力强、流速快的特征, 破坏性较大。

### 3.2.2 固体物源及植被

区内植被主要为灌木、茶园、竹园和自留地。陡坡茶园每年修剪, 土体裸露较严重。陡坡竹园毛竹根系平铺, 固土能力较差, 强降雨易引发滑坡。小容村下游左岸多处烧荒山地造成严重的水土流失。遥感影像(图 3)及现场调查发现, 小容右岸陡坡茶园岩土体裸露面积明显大于左岸岩土体裸露面积, 右岸山脊为 NE 向断裂通过部位, 断裂破碎带宽  $15\sim 20\text{ m}$ , 倾向  $125^{\circ}\angle 35^{\circ}\sim 50^{\circ}$ , 岩体破碎, 呈 NE 向线性展布, 控制岩体强风化及松散土层呈 NE 向线性展布, 为泥石流提供了较大储量的固体物源。

谷底坡度  $5^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 。小容村中间谷底坡度  $5^{\circ}\sim 8^{\circ}$ , 上

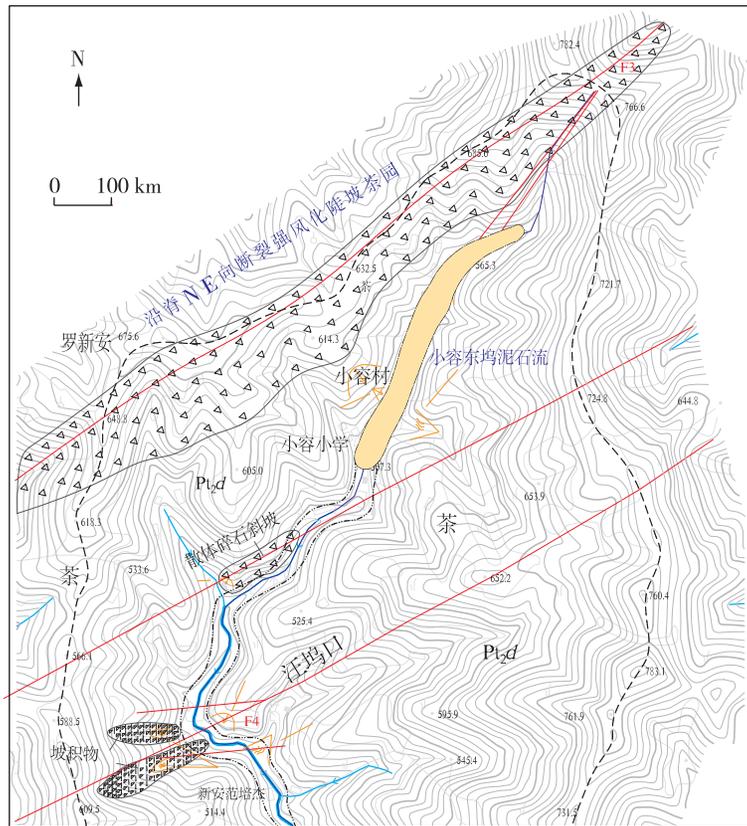


图2 小容泥石流现状图

Fig. 2 Current state map of Xiaorong debris flow



图 3 小容泥石流物源遥感影像图

Fig. 3 Remote sensing image map of Xiaorong debris flow

集水盆地固体物源主要有 3 种类型:①沟道两侧斜坡坡麓松散残坡积层碎石土及全强风化层在雨水冲刷软化后发生的滑坡崩塌,包括土质滑坡和碎块石崩塌。小容自然村 2 条冲沟山体坡度大,坡面松散土体稳定性差。沟内陡坡茶园、自留地经暴雨冲刷产生的面蚀碎屑和崩滑体碎屑是泥石流潜在物源,现场估算沟内崩滑体及面蚀碎屑已提供 0.5 万  $m^3$  物源,仍可提供可搬运物源 3 万  $m^3$ 。②沟道内前期冲洪积碎石及块石的再搬运。实地调查发现,沟道内分布大量碎石,块度大小不等。③洪水对沟岸的侵蚀、剥蚀。据估算,集水盆地内可搬运物储量达 6 万  $m^3/km^2$ ,平均厚 1~2 m,局部厚 3 m。

### 3.2.3 沟口地形

小容自然村处于泥石流的流通区,由于沟道狭窄,民房阻水严重。沟底到街面 1~1.5 m,沟宽均  $<1.5$  m,可淤积容量有限,且由于民房阻水,允许淤积的沟道长度也有限。

### 3.2.4 强降雨

该沟谷型泥流水源来自降雨及其汇流产生的沟道水流。小容自然村下部村口计算的汇水区面积达 0.2  $km^2$ ,对泥石流的发生具有决定性的汇水区主要是自然村上部高程 550 m 以上坡体(约 0.17  $km^2$ )。2013 年 6 月下旬,徽州区普降大雨,30 日上午 7~9 时,小容地区降雨量达 203 mm,降雨强度大。

## 3.3 泥石流基本特征

从泥石流启动部位、运动路径和堆积部位看,

小容泥石流分为形成区、流通区和堆积区。形成区、流通区主要分布于高程 450~650 m 内。小容自然村分布于流通区,由于沟内民房密集挤占河道,严重阻水。暴雨引发冲沟多处崩塌滑坡,多位于陡坡茶园顺坡下滑阻塞沟道,崩滑体长 30~50 m,宽 10~15 m,厚 3~5 m,总体规模 0.2~0.3 万  $m^3$ 。

泥石流主要堆积于小容村,未到沟口,初步估算淤积量为 2 000~3 000  $m^3$ ,主要成分为棱角状砂岩岩块,整体无分选性,堆积长 95~100 m,堆积宽 5~15 m,扩散角约  $25^\circ$ ,泥位 6 m,冲出方量达 2 000~3 000  $m^3$ (图 4,图 5),属于小型规模。泥石流冲入自然村,造成沟内 35 幢房屋毁坏、96 幢房屋受损,致灾人口 125 户、250 人,经济损失约 700 万元。



图 4 泥石流堆积照片

Fig. 4 photograph showing debris flow accumulation



图 5 小容—东坞边坡坡面冲蚀照片

Fig. 5 photograph showing slope erosion in Xiaorong-Dongwu area

### 3.4 小容泥石流易发性评判

1:5万地质灾害调查通用的调查评判方法是查明沟谷植被覆盖条件、有无崩塌滑坡等不良地质体、沟谷形态及沟谷纵坡降等,未对物源、属性及储量进行调查和估算,无清晰的调查重点,1:5万地质灾害调查小容泥石流易发性评判结果为83分,为低易发。利用本文提出的泥石流调查方法,将沟谷型泥石流调查重点分为以下3个方面。

(1)集水盆地形态调查。以形成区地形、流通区地形、沟谷纵坡降、集水盆地面积、沟谷两岸山体坡度为要素进行综合调查。

(2)固体物源属性及分布特征综合调查。将固体物源进行成因分类,结合物源分布与强降雨条件下冲出难易程度进行综合分析,估算可冲出量作为重要的易发性评判因子。

(3)沟口地形特征及可淤积容量综合调查。沟口地形纵坡降、沟口宽缓程度、沟底与威胁对象地坪高差及换算的可淤积容量作为重要易发性评判因子。

本次易发性量化指标评价得分为119分,属于中易发—高易发。原规范易发性评判分数偏低,对小容泥石流沟谷固体物源属性,尤其是小容村上游冲沟沟底冲洪积物源及两侧松散堆砌物源调查评价不够,对小容自然村房屋阻水造成提前淤积和淤积段(即可淤积容量)判断不足。因此,本文提出的易发性调查评价方法能够客观评价小容泥石流实际,对淤积段可淤积容量进行特定分析,评判结果更客观,逻辑性更强。

## 4 结论

(1)沟谷型泥石流地质灾害调查的重点是集水盆地形态、可搬运固体物源储量及分布、沟口形态及可淤积容量;重点调查集水盆地面积、沟谷纵坡降、松散残坡积分布、崩滑体分布、沟底冲洪积储

量、断裂及其对岩土体影响、沟口威胁对象地坪与沟底高差、可搬运物源与可淤积容量比值关系。

(2)确定沟谷型泥石流初步判别标准及判别系数,可缩小调查范围,提高调查效率。

(3)本文提出的沟谷型泥石流地质灾害调查评价方法能更直观、科学、切合实际地描述皖南地区沟谷型泥石流的特征,能更好地进行皖南沟谷型泥石流地质灾害易发性评价。

## 参考文献

- [1] 中国地质调查局. DD2008—02 滑坡崩塌泥石流灾害详细调查规范(1:50 000)[S]. 2008.
- [2] 孙健,陶慧,杨世伟,等. 皖南山区地质灾害发育规律与防治对策[J]. 水文地质工程地质, 2011, 38(5): 98-101.
- [3] 张黎勇. 皖南山区山体滑坡、泥石流的成因及其防治[J]. 水土保持研究, 1997, 4(1): 171-175.
- [4] 王旭东, 刘海. 皖南山区地质灾害气象预警预报典型案例研究[J]. 长春工程学院学报:自然科学版, 2011, 12(4): 86-88.
- [5] 原璟, 赵萍, 徐舒扬, 等. 基于GIS的皖南地区泥石流危险性评价研究[J]. 无线电工程, 2014(3): 50-53.
- [6] 安徽省地质矿产勘查局 332 地质队. 安徽省屯溪区徽州区 1:5万地质灾害调查报告[R]. 黄山:安徽省地质矿产勘查局 332 地质队, 2015.
- [7] 安徽省地质矿产勘查局 332 地质队. 安徽省黄山市徽州区丰乐河流域 1:1万地质灾害详细调查(试点)报告[R]. 黄山:安徽省地质矿产勘查局 332 地质队, 2017.
- [8] 刘明军, 周明浪, 张育志, 等. 浙江泰顺县台风“苏迪罗”期间地质灾害发育特征[J]. 华东地质, 2018, 39(1): 66-72.
- [9] 孙强, 张泰丽, 伍剑波, 等. 基于GIS与层次分析法的龙溪流域滑坡风险评价[J]. 华东地质, 2018, 39(3): 227-233.
- [10] 国土资源部. 崩塌滑坡泥石流灾害地质调查与风险评估规范——附录 A 6-2 泥石流评分参考表[S]. 2016.

## **A study on the method of geological hazard investigation and evaluation of gully debris flow: A case study of Xiaorong debris flow in southern Anhui**

SUN Jian<sup>1</sup>, LIU Hai<sup>2</sup>, LIU Qin<sup>1</sup>, LU Ling<sup>1</sup>

(1. No.332 Team of Bureau of Geology and Mineral Exploration of Anhui Province, Huangshan 245000, Anhui, China;

2. Anhui Management Center of Public Geological Survey, Hefei 230040, Anhui, China)

**Abstract:** On the basis of summarizing the main characteristics of gully debris flow in southern Anhui, the investigation elements and evaluation factors in the process of the investigation and evaluation of gully debris flow in this area were reorganized, and the work method of the investigating and evaluation of gully debris flow was proposed. That is, a preliminary evaluation of debris flow in the valley is carried out in advance, and the preliminary evaluation standard is established based on the ratio coefficient of transportable provenance capacity and siltation capacity. The main investigation contents are the morphological characteristics of catchment basin, the transportable source property distribution and reserve features of transportable provenance, and the topography of accumulation area of gully debris flow, which were taken as susceptibility evaluation factors and scores, were assigned to evaluate the susceptibility of gully debris flow. Taking Xiaorong debris flow as an example, this paper introduces the practical application of debris flow investigation and evaluation methods, in order to show a more intuitive, more scientific and more practical method for investigating and evaluating gully debris flow in southern Anhui.

**Key words:** mountain area of southern Anhui; debris flow; preliminary evaluation; investigation method; evaluation factor; susceptibility evaluation