

# 泥石流等级和灾度的定量计算

冯利华

(浙江师范大学地理系 金华 321004)

**提 要** 泥石流等级是描述一次泥石流规模大小的定量指标,泥石流灾度是描述一次泥石流造成社会损失大小的定量指标。这两个指标概念明确,简单易行,有利于使描述泥石流规模大小和灾情程度的术语逐步规范化、定量化和普及化。

**关键词** 泥石流 特征量 等级 灾度

泥石流的研究由来已久,但是到目前为止,还没有一种反映泥石流规模大小和灾情程度的简易指标。尽管现有的泥石流分类很多<sup>[1]</sup>,但它们都是定性的描述,而没有定量的计算。相比而言,台风和地震已具有反映它们大小的定量指标——风级和震级,其中地震还具有反映其灾情程度的指标——烈度。因此1973-09-14海南岛琼海登陆台风的风力可以定量地描述为12级,1976-07-28唐山地震的强度可以定量地描述为7.8级,震中烈度为11°,而1953-09-29西藏波密古乡沟泥石流和1977-07-27云南东川蒋家沟泥石流的规模大小和灾情程度只能定性地描述为“特大型或大型泥石流”和“损失惨重”等。为此拟根据风级和震级的计算原理,提出反映泥石流规模大小和灾情程度的两个定量指标,以供商榷。

## 1 泥石流等级的定量计算

在等级的定量计算中,特征量的选择至关重要。

在计算风力等级时,英国学者蒲福(1805年)选用了最能反映风力大小本质的特征量——风速,把风力分为13个等级(0~12级)<sup>[2]</sup>。风力等级 $F$ 与风速 $V(\text{m/s})$ 的关系近似呈

$$F = 1.12 V^{2/3}. \quad (1)$$

在计算地震等级时,美国学者里克特和古登堡(1935年)选用了最能反映地震大小本质的特征量——地震释放的能量,建立了地震等级 $M$ 与能量 $E(\text{J})$ 之间的关系<sup>[3]</sup>

$$\lg E = 11.8 + 1.5 M. \quad (2)$$

从风力等级和地震等级的计算来看,它们都遵循着两条原则:Ⅰ.所选用的特征量反映事物的本质;Ⅱ.所计算的等级简单易记。因此在建立泥石流等级时,也必须遵循这两条原则。

就原则Ⅰ而言,最能反映一次泥石流规模本质的特征量是一次泥石流的总方量,因为它是形成泥石流规模、峰值流量和破坏程度的根源。1953-09-29西藏波密古乡沟的泥石流规模比1977-07-27云南东川蒋家沟的泥石流规模大,实际上主要是指古乡沟泥石流的

\* 本文收稿日期:1996-12-12,改回日期:1997-08-25.

总方量比蒋家沟泥石流的总方量大,因此拟选用泥石流总方量作为计算泥石流等级的特征量。

在原则Ⅰ中,表示泥石流等级的数字越简单,那么它就越容易被人们记忆和传递,因为像一次台风的风速  $V=32.7\sim36.9\text{m/s}$ 、一次地震的能量  $E=6.3\times10^{16}\text{J}$ 、一次泥石流的总方量  $W=1.71\times10^7\text{m}^3$ ,对于一般人来说,这些数字尤其是后两者无异于天文数字,即使是专业人员也不易掌握和记忆。但是当把风速  $V=32.7\sim36.9\text{m/s}$  转换成风级  $F=12$  级、能量  $E=6.3\times10^{16}\text{J}$  转换成震级  $M=8$  级时,这些等级就易被人们接受和传递了。这里一个重要的原因就是这些等级把一些天文数字折算成了具有一定含义的简单数字。事实上,风速和能量、风级和震级都是一些数字代码,但它们的重要区别在于后者是一个通俗易懂的概念。为此也拟采用这些简单数字来表示泥石流的等级。

从风力和地震等级公式的结构来看,它们都用幂函数或对数函数来表示特征量和等级之间的关系。由此泥石流等级公式拟采用对数函数关系来进行计算

$$N=a\lg W+b, \quad (3)$$

式中  $N$  为泥石流等级(级); $W$  为一次泥石流的总方量( $\text{m}^3$ ); $a, b$  为待定参数。

通过分析国内外大量泥石流总方量  $W$  的分布情况,拟定当  $W=1$  万  $\text{m}^3$  时,  $N=2$  级;当  $W=1000$  万  $\text{m}^3$  时,  $N=8$  级。代入式(3),得  $a=2, b=-6$ , 那么

$$N=2\lg W-6. \quad (4)$$

同时拟定:当  $N>8$  级时为特大型泥石流; $N=6\sim8$  级时为大型泥石流; $N=4\sim6$  级时为中型泥石流; $N=2\sim4$  级时为小型泥石流; $N<2$  级时为微型泥石流。

表1是某些泥石流的总方量和根据式(4)计算的泥石流等级。由此1997-07-27云南东川蒋家沟发生了4.5级的泥石流(中型);1953-09-29西藏波密古乡沟则发生了8.5级的泥石流(特大型)。统计结果表明,地球上的泥石流规模一般小于10级。

表1 某些泥石流的总方量和等级  
Table 1 Total volume and magnitude of some debris flows

年-月-日	地 点	总方量(万 $\text{m}^3$ )	等级(级)	年-月-日	地 点	总方量(万 $\text{m}^3$ )	等级(级)
1970-05-30	秘鲁杨格镇附近	5000.0	9.4	1977-07-27	云南东川蒋家沟	18.0	4.5
1953-09-29	西藏波密古乡沟	1710.0	8.5	1966-07-22	甘肃武都山背后沟	3.6	3.1
1976-07-25	甘肃化马一带	750.0	7.8	1963-07-10	甘肃武都柳湾沟	1.2	2.2
1972-08-26	甘肃武都火烧沟	180.0	6.5	1981-07-20	奥地利奇拉尔河	0.8	1.8
1963-09-01	甘肃武都柳湾沟	50.0	5.4	1965-07-19	甘肃武都泥湾沟	0.3	0.9

## 2 泥石流灾度的定量计算

泥石流灾情是泥石流给人类社会带来的各种损失情况。前苏联学者库尔金(1973年)根据一次泥石流的总方量和单宽流量,把泥石流分为灾害性泥石流、大规模泥石流、中等规模泥石流和小规模泥石流<sup>[1]</sup>。显然库尔金把泥石流灾情与规模合在了同一分类中。事实上,泥石流只有对人类社会造成破坏时,才成为灾害,否则只是一种自然现象。和地震等级与烈度一样,泥石流的规模大小和灾情程度也是两个不同的概念,前者是一次泥石流所具有的自然力量,后者是一次泥石流所造成的社会损失,因此必须用两个概念来加以描

述,而不能混为一谈。

在确定泥石流灾情程度中,与建立泥石流等级一样,也必须遵循前述的两条原则。

一次泥石流所造成的社会损失最终可以归结为人员死亡和财产损失两部分。财产损失包括直接经济损失和间接经济损失,由于间接经济损失难以估算,故只考虑直接经济损失。这样在泥石流灾情的定量计算中,拟选用人员死亡和直接经济损失这两个特征量,其公式结构为

$$G=a(\lg D+\lg E)+b, \quad (5)$$

式中  $G$  为反映泥石流灾情程度的指标,即灾害学中常用的灾度( $^{\circ}$ );  $D$  为死亡人数(人);  $E$  为直接经济损失(万元);  $a, b$  为待定参数。

根据大量泥石流灾情的分析,拟定当  $D=1$  人、 $E=10$  万元时,  $G=2^{\circ}$ ; 当  $D=1\ 000$  人、 $E=1$  亿元时,  $G=8^{\circ}$ 。代入式(5)可得:  $a=1, b=1$ , 那么

$$G=\lg D+\lg E+1. \quad (6)$$

同时拟定: 当  $G>8^{\circ}$  时为特大灾,  $G=6^{\circ}\sim 8^{\circ}$  时为大灾, 而  $G<2^{\circ}$  时为微灾(表 2)。

1982-08-06, 在甘肃文县关家沟的泥石流中, 死亡 24 人, 直接经济损失 260 万元, 根据式(6)计算, 可得这次泥石流的灾度  $G=4.8^{\circ}$ , 属于中灾; 1984-05-27, 在云南东川因民黑山沟的泥石流中, 死亡 121 人, 直接经济损失 1 100 万元, 泥石流灾度  $G=6.1^{\circ}$ , 属于大灾。统计结果表明, 地球上的泥石流灾情一般小于  $10^{\circ}$ 。

表 2 泥石流灾情类型和分级管理  
Table 2 Disaster condition type and multi-grade management of debris flow

灾情类型	灾度( $^{\circ}$ )	分级管理
特大灾	$>8$	省级以上
大灾	$6\sim 8$	地州市级
中灾	$4\sim 6$	县级
小灾	$2\sim 4$	乡级
微灾	$<2$	村级

泥石流灾度的建立有利于泥石流灾害的分级管理和发挥各级政府的减灾职能。根据我国目前的承灾能力, 可以考虑特大灾主要由国家和省级政府负责, 大灾主要由地州市政府负责, 而微灾主要由村委负责等(见表 2)。

从泥石流灾度与泥石流等级的关系来看, 一般地说, 泥石流等级越高, 泥石流灾度越大, 但两者之间并不成比例关系, 因为泥石流灾度除与一次泥石流的规模大小有关外, 还与灾区的人口密度、经济发达程度和防灾抗灾能力有关。因此规模相同的一次泥石流发生在不同的地区, 会出现不同的灾度。

### 3 结 语

尽管目前泥石流的分类方案很多, 且各有特点, 但至今还没有一种既能准确反映泥石流规模大小和灾情程度、又能为普通百姓接受而传递的简易指标。为此提出了泥石流等级和泥石流灾度的概念。泥石流等级是描述一次泥石流规模大小的定量指标, 而泥石流灾度是描述一次泥石流造成社会损失大小的定量指标。利用这两个指标来分别描述泥石流的规模大小和灾情程度, 从理论和应用方面来说都具有许多优点: 1. 泥石流等级和灾度的公式结构简单, 计算简便; 2. 泥石流等级和灾度的数字简单, 便于普通百姓的理解和记忆, 能够定量地传递泥石流信息; 3. 泥石流灾度有利于泥石流灾害的分级管理, 对国内和国际间的抗灾救灾工作具有一定的指示作用; 4. 泥石流等级和灾度能为泥石流危险度区

划提供一定的依据;5. 在泥石流预报中,可以用泥石流等级和灾度进行泥石流规模大小和灾情程度的预警和预报;6. 有了泥石流等级和灾度,对于新近出现或行将出现的一次泥石流,人们就能够根据已有的记忆和印象,进行泥石流规模大小和灾情程度的联想和推测.

泥石流等级和灾度是两个定量评价泥石流规模大小和灾情程度的简易指标,概念明确,简单易行. 因此在泥石流灾害越来越严重的今天,使描述泥石流规模大小和灾情程度的术语逐步规范化、定量化和普及化,这对于减免泥石流灾害来说无疑具有积极的意义.

### 参 考 文 献

- [1] 吴积善,田连权,康念成等. 泥石流及其综合治理. 北京:科学出版社,1993. 192~214.
- [2] 吴和庚,张志明. 气象学. 北京:水利电力出版社,1986. 22~24.
- [3] 徐果明,周蕙兰. 地震学原理. 北京:科学出版社,1982. 325~352.

## QUANTITATIVE CALCULATION OF MAGNITUDE AND DISASTER DEGREE OF DEBRIS FLOW

Feng Lihua

(Department of Geography, Zhejiang Normal University Jinhua 321004)

### Abstract

According to the calculating principle of wind scale and earthquake magnitude, the concepts of magnitude and disaster degree of debris flow are put forward. Magnitude of debris flow is a quantitative target for describing one debris flow scale, which is calculated by means of total volume of one debris flow. Disaster degree of debris flow is a quantitative target for describing one social loss caused by debris flow, which is calculated by means of death count and direct loss in economy caused by one debris flow. Both of them are of a great many merits in regard to theory and application. Their concept is explicit and their application is easy, which has an active significance for reduction of debris flow.

**Key words** debris flow, characteristic value, magnitude, disaster degree