

# 沟谷系统中流域面积与周长关系 及其地貌学意义\*

汤家法 李 泳

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

提 要 通过对《中国泥石流数据库》中 3532个流域的形态数据的处理, 得出了一个流域面积与周长的关系, 并对其指数地貌学意义进行了初步的探讨.

关键词 流域形态 指数 地貌演化

沟谷系统是坡地系统与河道系统之间的一个过渡带, 是流域地貌系统中最活跃的部分. 它不仅把坡地系统产生的水流和泥沙输送到河道系统中, 而且自身也产生大量的泥沙和水流, 常常成为河道系统中水流和泥沙的主要来源. 在沟谷系统中, 流水的侵蚀作用和重力侵蚀作用都很活跃, 沟谷地貌往往迅速地被改变. 由于沟谷地貌形态及地貌发育过程都比较复杂, 使得沟谷地貌研究成为流域地貌系统研究中的薄弱环节. 而实际上它的演化是区域地貌演化的直接形象的体现. 因此, 通过对它的研究, 有助于对区域地貌演化的认识<sup>[1]</sup>.

## 1 基础数据的来源及处理

研究数据全部来源于《中国泥石流数据库》, 共 5 641 条泥石流沟记录, 选择每条记录的流域面积 ( $s$ )、相对高差 ( $\Delta h$ )、相对切割程度 ( $\Delta q$ ) 作为研究对象. 由于原始资料来源比较多, 各单位在量测这些沟谷特征量时所执行的标准和所使用的地图比例尺有差异, 因此在选择样本时剔除了上述三量不完整的记录和原始数据是从比例尺小于 1: 10 万地形图中测得的记录, 得到的样本总量为 3 532

由公式  $C = \Delta h \Delta q$ , 我们可以求得流域周长 ( $C$ ). 其中, 数据库中的  $\Delta q$  是通过实测流域的  $C$  和  $\Delta h$  计算得到的, 因此, 这里对  $C$  的计算, 不过是以前实测数据的还原.

根据量纲, 希望得到流域面积 ( $S$ ) 和周长 ( $C$ ) 平方的关系, 为此对面积与周长平方的比值 ( $\frac{S}{C^2}$ ) 作对数处理得

$$U = - \ln \frac{S}{C^2} \tag{1}$$

式中  $U$  为面积与周长平方比的自然对数, 其分布如表 1

表 1  $U$  值分布表  
Table 1 The distribution of  $U$

$U$ 区间	沟数
< 2.80	213
2.80~ 2.85	184
2.85~ 2.90	247
2.90~ 2.95	285
2.95~ 3.00	445
3.00~ 3.05	390
3.05~ 3.10	357
3.10~ 3.15	310
3.15~ 3.20	307
3.20~ 3.25	253
3.25~ 3.30	204
3.30~ 3.35	157
> 3.35	180

\* 中国科学院特别支持领域“山地灾害、泥石流、滑坡基础研究”资助项目.

收稿日期: 1998-03-15 改回日期: 1998-04-09

2 关系式的提出

根据式 (1), 可以得到下式

$$S = C^2 e^{-U}$$

再将 U按区域统计如表 2

表 2 不同区域的 U值分布<sup>0)</sup>

Table 2 The distribution of U in defferent region

区域	全国	西藏	云南	四川	新疆	陕西	山西	河南	北京	东北
沟数	3532	254	152	2301	124	17	48	10	17	451
U	2 075	3 063	3 101	3 091	3 083	3 051	2 988	3 161	3 022	3 023
ΔU	0 075	0 063	0 101	0 091	0 083	0 051	0 012	0 161	0 022	0 023
方差	0 00000003	0 000006	0 0003	0 00000009	0 000007	0 002	0 000133	0 003	0 000008	0 000009

1)ΔU= |U- 3|

从表 2可以看出, 各区的方差都非常小, 近似为 0 说明 U值集中在均值附近, 摆动很小. 这是一个非常令人惊讶的结果, 因为式 (2)中的 U值从单纯的数学意义上说可以取任意大于 ln4<sup>c</sup>(2 53)的值.

U值的集中, 提供了一个简单的流域面积估算方法. 实际上, 只要在地形图上测量流域周长, 适当选取 U就可用 (2)式计算 S. 其相对误差为

$$\frac{|\Delta S|}{S} = WU$$

根据流域边界形态, WU可确定在 0 05~ 0 10的范围内 (这是一个纯技术问题, 在此不予讨论), 满足一般的精度需求.

3 地貌学意义初步讨论

如前文所述, 作为一个纯数学因子的 U可以取> 2 53的任意值, 但对实际的流域来说, U具有很强的聚集特征 (集中在 3附近), 这使得 U成为一个有地学意义的因子.

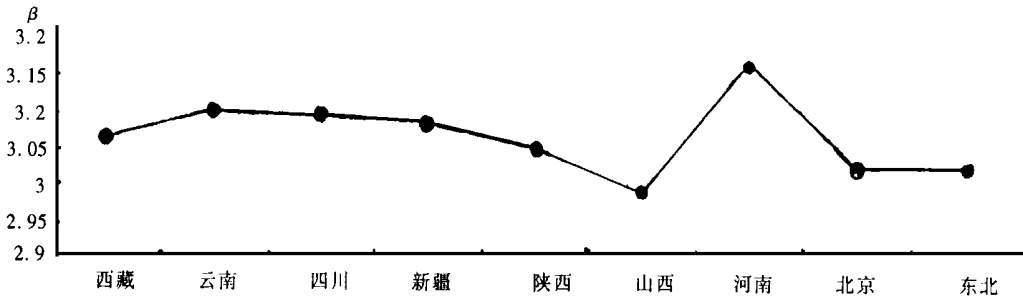


图 1 不同区域 U分布示意图

Fig. 1 The distribution of U in diferent region

从图 1和表 2中可看出,  $U$ 值基本上是由西向东逐渐减小的, 这正好与我国的地质构造运动自西向东逐渐减弱是一致的, 图 1的曲线在河南、山西出现异常的原因可能是参与统计的样本较少所造成的。同样陕西境内的样本亦较少, 但由于所统计的泥石流沟主要位于陕南, 其区域条件与川北相似, 因而没有出现较大的差异。各地的  $U$ 值相差大约在 0.02 左右, 但考虑到  $W(U)/W(U)$  与 1 有相同量级, 所以这个差异是有统计意义的,  $U$ 是一个灵敏度非常高的参数, 可能反映出区域演化的时间特征, 也就是说  $U$ 值的差异可能反映出了各地的地貌演化阶段的差异,  $U$ 偏大, 地貌发育阶段较年轻。

戴维斯认为, 地貌发育阶段可以分为幼年期、壮年期和老年期。若能够用  $U$ 值来作为这些分期的指标参数, 亦即量化戴维斯理论, 那么下一步需要研究的是作为时间函数的  $U(t)$ 。时间的演化序列往往对应着空间演化序列, 通过对不同地域的流域形态的研究, 可能会发现  $U$ 的更多的指示意义。

## 参 考 文 献

- [1] 陆中臣, 贾绍凤, 袁宝印等. 流域地貌系统. 大连: 大连出版社, 1991. 42~ 43
- [2] 黄汲清. 地质学及大地构造学, 黄汲清著作选集 (第三卷). 北京: 地质出版社, 1992. 69~ 78

第一作者简介 汤家法, 男, 27岁, 硕士, 主要从事区域泥石流和泥石流信息系统研究, 现在西南交大测量学从事 GIS 技术应用研究。

# A RELATION OF GULLY FORMLANDS AND ITS EVOLUTION SIGNIFICANCE

Tang Jiafa Li yong

(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences  
& Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041)

## Abstract

It follows from the statistic analysis of elementary parameters of 3 532 debris flow gullies records in the "Database of Debris Flow in China" that basin area as of a gully relates to its circumference by

$$S = C^2 e^{-U}$$

where  $U$  as a mathematic index that will take any value above  $\ln 4 \approx 2.5$  is actually delimited in a certain small interval with mean value of 3.0 and square deviation of 0.0001, (2.5 ~ 3.5), which, in our opinions, reveals some geomorphologic implications, specifically, that  $U$  getting bigger from the west to the east of China seems to reflect the

geological maybe the temporal characteristics, then  $U$  should be a function of time with some limitation  $U(t_0)$  as the final states of evolution.

**Key words** valley pattern index, form lands evolution