

# 瓦背状浅沟分布特征分析\*

姜永清 王占礼 胡光荣 郝小品

中国科学院  
(水利部)水土保持研究所 陕西杨陵 712100

**摘要** 利用航空影像分析黄土丘陵沟壑区周屯沟小流域(面积33.6 km<sup>2</sup>)瓦背状浅沟分布规律。浅沟主要发育在坡耕地上。流域内,浅沟分布区占坡面面积的31.3%,集中分布,平均频数7.2条/100 m横坡面,密度为4~9条/100 m的浅沟坡面占78%。相关分析表明,浅沟频数与浅沟的长度、浅沟坡面的总坡度显著相关。浅沟的平均长度64.7 m,30~110 m长的浅沟占91%,浅沟坡面总平均坡度23°;13~32°的占95%。瓦背状浅沟实质上是坡耕地上一种产沙量较高的稳定地貌形态。

**关键词** 浅沟 坡面过程 土壤侵蚀

## Distribution Features of Shallow Gully

Jiang Yongqing Wang zhanli Hu Guangrong Hao Xiaopin

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences  
and Ministry of Water Resources Yangling Shaanxi 712100)

**Abstract** The distribution of shallow gully of Zhongtunguo watershed in the loess hilly and gully regions were showed using the results from W-B aerial photograph interpretation. The shallow gully covers 31.3% of total areas of hillslope in the watershed. It is average frequency (density) 7.2/100 m cross section of hillslope, the frequency range 4~9/100 m accounts for 78%. The total average degree of shallow gully hillside is 23°; range 12~32° is 95%. It is average length 67.4 m, range 30~110 m is 91%. In fact, tile-roofed shape shallow gully is a more stable geographical feature which can yield a higher silt. Interrelation analysis reveals a significant relationship between shallow gully density and total hillslope degree or shallow gully length.

**Key words** shallow gully hillslope processes soil erosion

浅沟侵蚀是流水线状侵蚀(沟蚀)的一种类型,在黄土地区坡耕地上很普遍。它由细沟发展而来,可向切沟过渡发育,一般发生在母质片蚀已相当剧烈地段。浅沟在沟蚀发展序列中的演化及其阶段发育特征,已有系统的论述<sup>[1]</sup>,浅沟沟深约在0.5 m至1 m之间,已切入或切穿犁底层。初期浅沟,横断面呈扁U字形,在径流与犁耕的作用下,沟的宽度大大增加,沟缘不显,使斜坡与沟坡渐合为一体,形成瓦背状起伏,在坡面上近似平行分布的浅凹地<sup>[3]</sup>,单一浅沟横剖面呈倒“人”

X 收稿日期:1999-04-15

\* 陕西省自然科学基金(95009),黄委水保基金(95-04-01)资助。

字形,形态较稳定。据研究,浅沟侵蚀量占坡面侵蚀量的比例很大<sup>[2,4]</sup>。因此,在研究土壤侵蚀发生发展规律和坡耕地水土流失对策中,研究浅沟侵蚀的分布规律和特征,对于坡耕地的改良和治理是很重要的。本文以延河的二级支流周屯沟流域为例,剖析具有瓦背状形态的浅沟(以下简称浅沟)的分布规律和特征,对坡耕地的水土流失防治有所裨益。

周屯沟流域面积 33.66 km<sup>2</sup>,沟谷地面积 18.7 km<sup>2</sup>,占 55.57%(1:1 万地形图量算结果)。该流域系典型的黄土丘陵沟壑区,降雨量 500 mm 左右,由南向北注入延河一级支流杏子河。流域内大部分地区为黄土物质所覆盖,下游沟口处基岩出露,沟脑可见第三纪红土。土壤以黄绵土为主,物理风化作用强,土壤疏松,多粉沙,易受水力侵蚀。

## 1 量算统计方法

在野外调查认识浅沟的基础上,从 1:1.3 万的全色黑白航片上提取瓦背状浅沟信息,再标描于 1:1 万的地形图上。此类浅沟,远望呈瓦背状,沟身顺坡面发育,沟底线性汇水部分与汇水斜坡面的光线反射差异大,使其在航片上线性特征明显,清楚易判。量算过程包括:黑白全色航片比例尺概算——框画有效解译面积——根据瓦背状浅沟的影象特征,解译出浅沟发生地段——将浅沟侵蚀的区域蒙描在聚脂薄膜上,并记录浅沟的条数——放大航片蒙描解译结果,使之与地形图比例尺相近似——选择参照地物点,局部配准套合——转绘浅沟侵蚀在地形图上——编制浅沟分布图。由地形图上量取下述指标:浅沟发生地段的坡向,坡长,宽度,面积和坡度,浅沟发生地段汇水区的坡长和坡度,计算浅沟的频数,浅沟形成的斜坡总坡长和总坡度等。

## 2 结果讨论

### 2.1 分布特征

周屯沟流域内,瓦背状浅沟地段分布面积大,共有 398 处坡面发育浅沟,共计 4 495 条,面积 4.0 km<sup>2</sup> 占总面积的 11.89%,即占坡面面积的 31.3%。不同坡向浅沟发生的坡面数不等,东坡与西坡最多,各为 102 处和 99 处,其余 6 个坡向,即东南、南、西南、西北、北和东北较少,分别是 24~47 处之间,东西坡大致对称,南北各坡向相对应。浅沟密集发生,具丛生特点,每个浅沟发生地段(即被冲沟分割的地貌单元内,下同)浅沟平均数 11.29 条,最少 2 条,最高 44 条,3~14 条的机率最大,占 73%,3~13 条占 84%,3~24 占 93%。浅沟的频数高,即每 100 m 横剖面内浅沟的条数多,平均 7~16/100 m,平均沟间距 14 m,变异系数 32%。最低 2 条/100 m,最高 20 条/100m,以 4~9 条/100 m 的机率最大,占 78%,4~10 条/100 m 占 87%,3~1 条/100 m 占 95%。

表 1 浅沟发育的各因素间的相关系数 (R<sup>2</sup>)

	浅沟区宽	浅沟条数	浅沟长	浅沟深	汇水区长	汇水区高	浅沟面积	浅沟频数	汇水区坡度	浅沟区坡度	总坡长	总坡度
浅沟区宽	1.00											
浅沟条数	0.88	1.00										
浅沟长	-0.07	0.00	1.00									
浅沟深	-0.06	0.02	0.81	1.00								
汇水区长	-0.10	-0.11	0.43	0.34	1.00							
汇水区高	0.00	0.00	0.29	0.32	0.80	1.00						
浅沟面积	0.73	0.70	0.46	0.37	0.14	0.16	1.00					
浅沟频数	-0.05	0.36	0.18	0.23	0.00	0.03	0.07	1.00				
汇水区坡度	0.11	0.14	-0.01	0.14	0.04	0.57	0.10	0.06	1.00			
浅沟区坡度	0.02	0.08	-0.12	0.43	-0.04	0.12	-0.04	0.15	0.27	1.00		
总坡长	-0.10	-0.06	0.91	0.73	0.77	0.58	0.39	0.13	0.02	-0.10	1.00	
总坡度	0.07	0.14	-0.03	0.46	-0.10	0.28	0.06	0.18	0.64	0.88	-0.07	1.00

## 2.2 影响浅沟发育的各因素间的相关分析

结果见表 1, 浅沟频数与浅沟总数的相关显著, 与浅沟的深度、长度、总坡面坡度也显著。浅沟的总数与浅沟区宽度, 浅沟区面积的相关极显著, 与坡面总坡度和汇水区坡度显著相关。各类坡度之间, 各类坡长之间的相关性明显。

## 2.3 浅沟各要素的分布特征

浅沟地段上部汇水坡面长度, 即所谓临界坡长, 平均 38 m, 最短 10 m, 最长 120 m, 以 10 m ~ 50 m 最多, 占 86%, 10 ~ 60 m 占 92%, 10 ~ 80 m 占 97%。浅沟长度, 最短 20 m, 最长 220 m, 平均 64.7 m, 30 ~ 90 m 最多, 占 85%, 30 ~ 110 m 占 91%, 20 ~ 140 m 占 97%。浅沟发育地段总坡长度, 平均为 102.8 m, 最短 30 m, 最长 280 m, 50 ~ 140 m 占 84%, 50 ~ 160 m 占 89%, 30 ~ 180 m 占 95%。浅沟区横坡面平均宽度 159.2 m, 最窄 20 m, 最宽 540 m, 50 ~ 280 m 占 81%, 50 ~ 160 m 占 61%。浅沟区面积平均 10 050.3 m<sup>2</sup>, 即 1 hm<sup>2</sup>, 0.3 ~ 1.1 hm<sup>2</sup> 占 74%, 0.2 ~ 1.9 hm<sup>2</sup> 占 88%。至于坡度方面, 浅沟区段上部汇水区坡度, 最小 3°; 最大 40°; 平均 13.5°; 9° ~ 27° 最多, 占 89%, 7° ~ 27° 占 94.5%。浅沟区平均坡度 26°; 最小 8°; 最大 42°; 20° ~ 33° 占 71%, 18° ~ 34° 占 83%, 16° ~ 38° 占 93%。浅沟发生坡面的总坡度, 平均 23°; 最小 8°; 最陡 36°; 16° ~ 32° 占 89%, 12° ~ 32° 占 95%。从上述结果和野外实地考察的情况, 进一步讨论分析如下。

(1) 对于浅沟侵蚀必须认真对待。据研究, 浅沟侵蚀量占坡耕地的侵蚀量一半以上<sup>[2]</sup>, 有浅沟的坡地, 暴雨时的径流时间比无浅沟地段早, 侵蚀量比无浅沟地段大 1.8 倍<sup>[4]</sup>。我们的资料表明, 浅沟分布面积大, 可占坡面面积的 1/3 左右, 且大部分是坡耕地, 再者, 浅沟地段坡度大, 平均 23°; 大于 15° 的占 97%, 大于 20° 的占 85%, 大于 25° 的 63%, 处于斜坡的下段, 汇集坡面径流, 土壤侵蚀强度大, 浅沟沟坡与斜坡将径流以直角或很大的锐角汇集于瓦背状沟槽, 加剧了细沟。浅沟的形成发展, 浅沟下部转缓处有大量的土壤物质淤积, 足以表明其侵蚀量很大。同时, 我们见到浅沟的沟口与切沟沟头相对应, 浅沟的汇水加速切沟的沟头溯源前进, 使坡面进一步受到支解分割。

(2) 瓦背状浅沟的分布特征受地形地貌因素的影响。黄土梁峁丘陵区, 浅沟侵蚀较发育。周屯沟由南向北, 南向坡较为破碎, 东西坡发生浅沟处多。相关分析表明, 浅沟的发生, 与总的坡面坡度相关显著, 无论是每浅沟区的浅沟总数, 还是浅沟频数都是如此, 说明瓦背状浅沟是以地貌形态作基础, 特别是浅沟数。浅沟发生地段大部分集中在: 汇水区坡度 9° ~ 27°; 坡 10 ~ 50 m, 浅沟区坡 20° ~ 33°; 沟长 30 ~ 90 m, 总坡度 9° ~ 27°; 坡长 50 ~ 140 m。各类坡度, 各类坡长之间彼此有显著性相关, 表明坡面流水过程中, 地形条件的继承性。

(3) 不同坡向的浅沟因素异质性分析。浅沟长度, 北坡明显比平均数长, 汇水坡面长度和总坡长也是北坡长, 而西向坡较短。总坡度是北坡, 西北坡, 东北坡缓, 而东南坡, 南坡陡, 浅沟区坡度和汇水区坡度也有相似结果, 说明该流域尽管属由南向北的水系, 但南陡北缓的趋势也和地貌大势相一致。

(4) 瓦背状浅沟实质上已经是一种微地貌形态, 是一种诱导浅沟生成的浅凹地地形。它的发生机理, 确实存在有细沟——U 形线沟——犁耕——地表起伏的不断重复的瓦背状浅沟形成过程。但是, 瓦背状浅沟的生成, 不一定完全遵循这个序列。主要的表现为一种背景地形, 即在史前或在人类垦殖之前便是浅凹地, 尔后的开垦耕作既有促进浅凹地的加深加宽加长的作用, 也具有使浅凹地平缓的作用。与总平均数相比, 南坡的瓦背状浅沟频数显著偏低, 北坡相反, 显著高。南坡耕作活动多, 开垦早。浅沟总数, 北、西北、南、东南坡显著低, 东、西、坡向高, 说明东西坡向侵蚀切割度低, 南北坡向流水切割度高。浅沟的发生分布具有统计分布特征, 浅沟总条数以 3 ~ 14 条的机率最高, 浅沟频数以 4 ~ 9 条/100 m 最大。

(5) 浅沟区段土地的改良和治理主要以分散径流为主要手段, 种植草灌为主要措施。浅沟区段平均坡度数 23°。浅沟底部和沟坡均可见细沟或微形浅沟发生, 一旦退耕撂荒后即可见有泥沙淤积保存。浅沟区段上部分可修建地埂或梯田。但是, 在修建梯田时, 清基应深, 否则, 径流沿原来凹地汇集, 易造成梯田毁坏。浅沟下部可筑小埂或种植草灌, 控制径流汇集入切沟, 防止向切沟转换发展和加剧切沟侵蚀。

致谢: 武春龙参加此项工作特此致谢。

#### 参考文献

- 1 朱显谟. 黄土区土壤侵蚀的分类. 土壤学报, 1956, 4(2)
- 2 唐克丽等. 杏子河流域坡耕地的水土流失及其防治. 水土保持通报, 1983, 5(15)
- 3 唐克丽等. 土壤侵蚀及其防治. 黄土高原杏子河流域自然资源与水土保持. 西安: 陕西科学技术出版社, 1986
- 4 陈永宗. 黄河中游黄土丘陵地区坡地的侵蚀发育. 地理集刊, 1964, 10

(上接第 161 页)

#### 4.3 调整运作机制和投资结构

农民群众购买“四荒”的热情空前高涨, 无疑对治理开发到积极的作用, 但是要发挥机械威力和科技推动作用, 加快水土和生态农业建设, 必须打破条块分割和小农经济格局, 通过政府行为和调控手段组织实施。在稳定土地使用权属的基础上, 治理开发要适度规模化、区域化、集约化。要作好引导工作, 克服平调, 实行统一规划、连片治理、分户经营。注意保护农民的主动性和创造性。

#### 4.4 创新项目管理办法

一方面成立协调组, 借鉴外资项目经验, 协调平衡任务、加强财务审计和监督、制约机制, 让农民群众花钱放心、治理称心; 另一方面, 吸纳农建、水保、造林专业队和机械施工队参加, 组建治理开发集团, 实行专业承包或招标施工, 加大竞争机制, 实行工程项目负责制。整个项目要用地理信息系统微机管理, 要求现状、规划、施工三图齐全, 便于按标准检查, 抽小班验收和治理监测。还应推行项目监理制度。

#### 4.5 完善监督执法体系

为了依法行政, 促进水土和生态农业建设顺利进展, 依法管理综合治理成果, 今后要加强两个方面的工作。首先, 完善执法体系, 各县法院要设水保巡回法庭, 政府职能部门要成立水保监察大队和林业派出所, 乡有监督站, 村有水保护林员。其次, 健全地方性法规, 在林业建设、小流域治理、重点工程、水保专项等方面都要依照国家法律制定相应的可操作的实施办法, 以在整体规划、治理方针、目标、措施、管护机制等方面谋求创新, 提高管理效益, 加快治理建设。

#### 4.6 发展社会化服务网络

要把生产力诸要素的经济潜力、科技潜能进一步释放出来, 提高总的生产水平, 必须依赖社会化服务。解决农村一家一户难以解决困难, 使分散经营众多农户, 逐步纳入区域化、专业化生产轨道, 有利于技术向经济增长中渗透, 促进适度规模经营, 获得较好的群体效益, 形成产业格局。要通过组建流通领域的营销队伍、各类股份制集团和公司起到中介服务作用。大力发展农民专业协会和民营科技实体, 完善乡镇林业、水保、农技、畜牧兽医等基层工作站, 形成技术推广网络, 提供全方位服务。