

# 人类耕垦对现代侵蚀加速作用的评价

张科利 唐克丽

(中国科学院水利部西北水土保持研究所)

## 提 要

本文通过研究人类耕垦与坡面形态演化过程的关系,定量分析人类耕垦活动对现代侵蚀的影响作用,初步估算在陕北黄土丘陵沟壑区,由于人为耕垦活动,坡面侵蚀量可增加25%左右。

关键词: 耕垦 现代侵蚀 坡面侵蚀量

人类活动对侵蚀的加速作用表现在很多方面,但以人为破坏植被和陡坡耕垦影响最大。人类毁林开荒破坏了自然界原有的平衡,使侵蚀作用向加剧的方向发展。不断耕垦的结果,坡面侵蚀日益严重,通过侵蚀作用的影响,坡面微形态不断发展演化,坡面形态的改变反过来又促进了侵蚀作用的发展。因此,评价人为活动对现代侵蚀的加速作用,一方面要研究人为破坏植被等对侵蚀的加剧作用;另一方面还要探讨开垦后由于人类不断地耕作活动对侵蚀的影响。前一个方面人们已作了大量的研究,而后一个方面目前还未被广泛认识,我们运用实验资料就这一问题作以下探讨。

## 一、人类耕垦与坡面形态的演化

在草被覆盖的坡面上,由于植物根系的固结作用,暴雨径流时只产生轻微的鳞片状侵蚀。人类耕种过程破坏了植被保土作用,暴雨径流时产生了细沟侵蚀。由于微地形、土质等因子的差异,在这一过程中形成了大小不同的细沟。后来的耕种活动使大部分细沟填平消灭,而在那些较大细沟形成的部位将比邻近地面微微凹下,有利于下次暴雨径流沿此低洼处汇集,其结果此处发生强烈的冲刷。新冲刷形成的沟槽和邻近其他细沟的差异更大,耕犁后地面下凹更明显,下一次暴雨时冲刷更强烈。这样侵蚀的结果,坡面微形态发生了变化(图1),在原始平整的坡面上形成了一条浅沟,使之成为瓦背状地形。在这一过程中,没有人类的耕犁活动,坡面浅沟很难形成,坡面形态也不会演化成瓦背状。

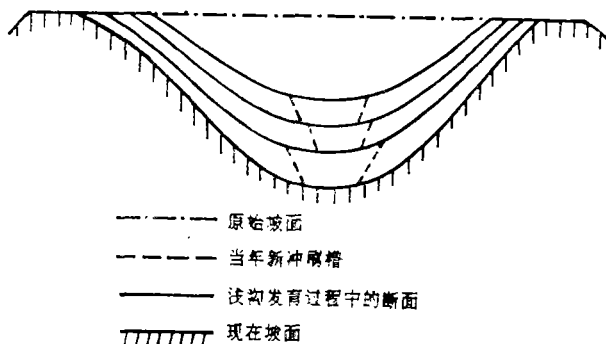


图1 坡面演化过程示意图

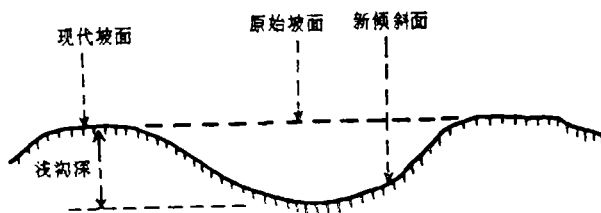


图2 坡面断面图

坡面演化成瓦背状形态后,改变了降雨侵蚀作用面,首先增大了坡面起伏度。据调查研究,黄土丘陵沟壑区的梁峁坡面上普遍发育了浅沟,且坡面浅沟的分布密度变化于 $10\sim 65\text{km}/\text{km}^2$ 之间,平均达 $29.7\text{km}/\text{km}^2$ 。密集分布的浅沟等于在原始倾斜面的基础上形成了一系列新的倾斜面(图2),使坡面呈波浪状起伏。新倾斜面的倾角变化于 $10^\circ\sim 30^\circ$ 之间,且倾角的大小决定于坡面演化的程度,坡度形态改变愈大,新倾斜面的坡角愈大。其次,增大了坡面与降雨径流的接触面积。人们不断地耕作促进了浅沟的不断加宽,使原始坡面渐成向下弯曲的曲面。同时,由于耕作的影响,浅沟没有明显的沟壁,表面光滑,且不论坡面演化程度如何,都有较为一致的断面形状(图3)。若把浅沟发育前的坡面认为是平整的,按我们的实测资料计算(表1),由于坡面形态的改变,在浅沟断面不同部位的表面积增加系数变化于 $1.5\sim 2.8$ 之间,越向浅沟底部,表面积增加系数越大(可达到3左右)。而且还可以看出,坡面演化程度愈大,坡面表面积增大愈多。由于坡面演化的结果增大了坡面起伏度和增加了表面积,必然也导致侵蚀作用的变化,加剧侵蚀的发生。

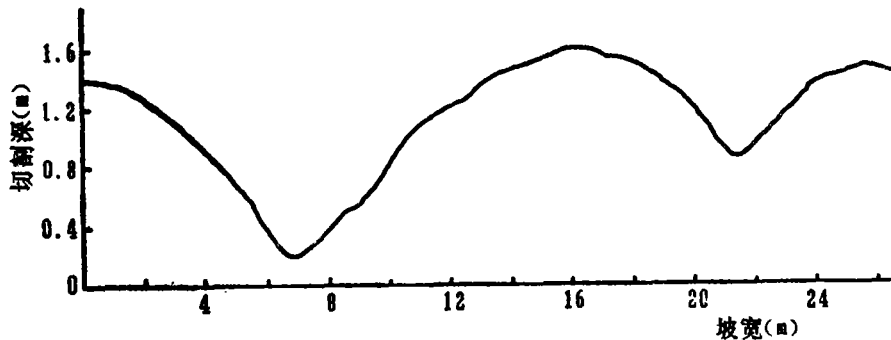


图3 浅沟发育坡面实测横断面图

表1 浅沟发育后坡面表面积增大系数

表面积 比值	1.10	1.38	2.20	2.80	2.20	1.40	1.09	1.01	1.02	1.26	1.66	1.29	1.02
平均	1.65								1.25				
浅沟深 (m)	1.40								0.75				

注:数据与剖面图一致

## 二、加剧了坡面侵蚀作用

坡面演化成瓦背状地形后,由于侵蚀作用面的变化,降雨发生时,径流首先沿最新倾斜面流入浅沟沟底,然后再流向下坡。由于汇集方式发生变化,降雨产流、入渗都发生了相应的变化。据我们试验结果(表2)表明:坡面演化成瓦背状以后,在相同的降雨情况下径流迅速汇集,而且产流强度和径流速度都增大,入渗强度减弱。就试验的两种强度比较,雨强愈大径流强度最大系数和入渗强度减弱系数就愈大。

坡面形态的变化不仅影响径流、入渗量,而且使产流、入渗过程也发生了变化(图4)。有浅沟发育的坡面,产流早并持续高峰状态,而未发育浅沟坡面上的产流显然低于前者。由于产流过程

表2 坡面形态与径流、入渗的关系

降雨强度 (mm/min)	未形成浅沟				发育浅沟			
	径流	入渗	面流速度	股流速度	径流	入渗	面流速度	股流速度
	(mm/min)	(mm/min)	(m/s)	(m/s)	(mm/min)	(mm/min)	(m/s)	(m/s)
1.31	0.65	0.66	0.141	—	0.66	0.65	0.153	0.240
2.51	1.84	0.67	0.175	0.248	2.20	0.31	—	0.313

的变化，两种坡面的产沙过程也呈现相同的变化规律(图5)，由于径流迅速汇成股流，流速剧增，浅沟发育，坡面产沙率开始很大，然后再渐小。未发育浅沟坡面降雨中段产沙率较大。同时，降雨过程的每一时刻，浅沟发育坡面的产沙率都大于未发育浅沟的坡面，最大时两者相差3倍之多。

坡面形态的演化大不仅增大了产流、产沙，而且还影响雨滴击溅作用，既增加了雨滴击溅量，又增大了击溅产沙量。据江忠善研究<sup>[1]</sup>，坡度对雨滴溅蚀量影响很大，在坡度为零时，雨滴向四周的击溅作用相等，随着坡度的增加，向下坡的溅蚀量逐渐增加，而向上坡的溅蚀量逐渐减小。其关系式：

$$S_u = 15.4 - J / (2.6238 + 0.0378J)$$

$$S_d = 15.4 - 1.188J + 0.02258J^2$$

其中 $S_u$ 为向上坡的溅蚀量；

$S_d$ 为向下坡的溅蚀量；

$J$ 为坡度。

坡面演化成瓦背状地形时，雨滴击溅作用及同时受两个坡度的影响，溅蚀量将随之发生变化。由于新倾斜面的方向与原始坡向垂直，因此，坡面形态变化只影响雨滴在垂直于原始坡向上的溅蚀量，而原始坡向上下方向上的溅蚀量不变。据我们统计，新形成的倾斜面的倾角变化于 $10^\circ \sim 30^\circ$ ，按此值计算，由于坡面形态的变化，单位面积坡面雨滴溅蚀量可增加

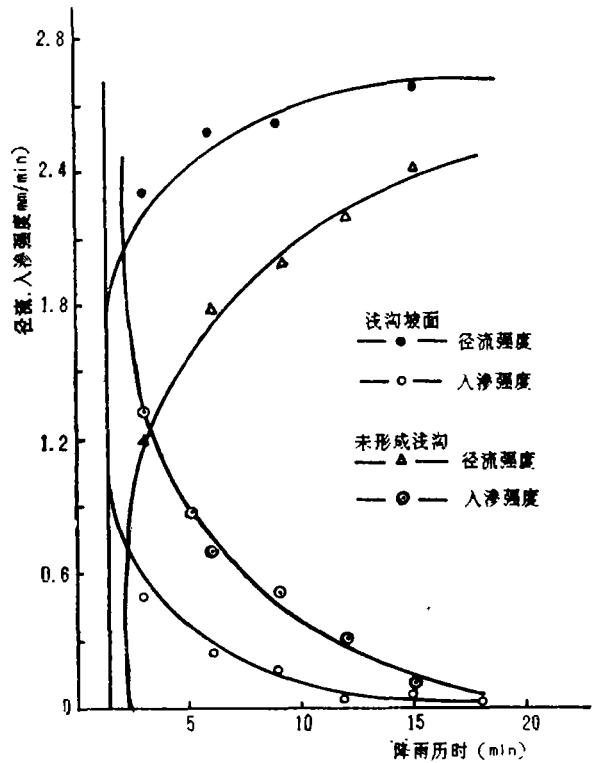


图4 有无浅沟坡面径流入渗过程

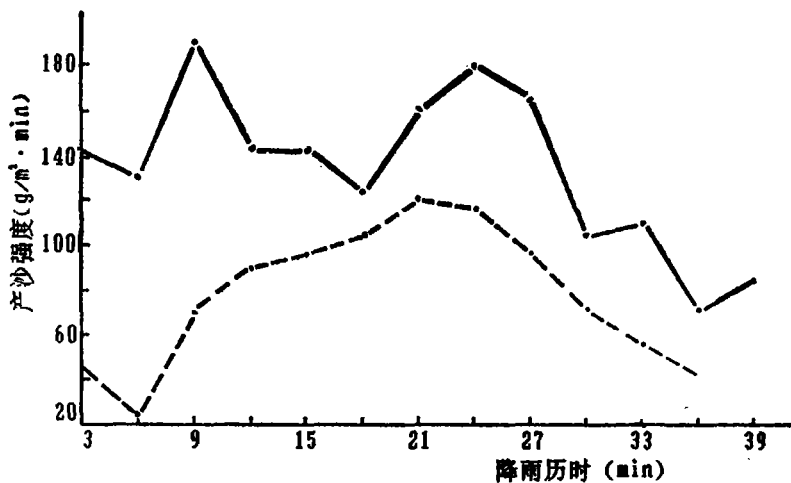


图5 有无浅沟坡面产沙过程比较

13~23kg。若原始坡面为25°，那么溅蚀量将增加0.6~1倍。同时，由于坡形改变后，径流迅速汇集，集中成股流，流速剧增（表2），径流搬运力增强，雨滴击溅的土粒被冲向下坡的量也将增多。

### 三、坡面演化增加了侵蚀强度

坡面演化成瓦背状地形后，由于雨滴击溅、径流冲刷等侵蚀作用都向加剧侵蚀的方向变化，坡面侵蚀量必然增大。据我们试验研究（表3），在降雨强度分别为1.31mm/min和2.4mm/min时，发育浅沟坡面的侵蚀量分别增加了66.1%和38.6%，平均增大53%。据杏子河综考<sup>[2]</sup>和陈永宗资料<sup>[3]</sup>，坡面浅沟有75%分布于20°~30°的坡面上，这一坡度范围内的梁峁坡面都不同程度地发生了形态改变。本试验是在25°的坡面上进行的，试验结果可初步代表陕北丘陵沟壑区的平均情况。据前人研究和我们的统计，陕北丘陵区的沟间地坡面上有75%发育了浅沟，而且每100m坡面上平均分布5~6条，其宽度大约10m左右。就平均情况，浅沟发育坡面上浅沟面积可占其分布段总面积的50%~60%。根据综合考虑梁峁坡面上发育浅沟的坡面比例，浅沟所占面积比例以及有无浅沟发育坡面侵蚀量的比较系数估算，在陕北梁峁丘陵沟壑区，坡面演化成瓦背状地形后，坡面侵蚀量可增加20%~25%左右。

表3 不同坡面形态的侵蚀量比较\*

雨 强 (mm/min)	未形成浅沟 (kg/mm)	发育浅沟 (kg/mm)	增加系数 (%)
1.31	0.562 2	0.934 0	66.1
2.40	1.758 4	2.439 6	38.6

\* 每1mm降雨侵蚀量

### 四、结 语

1. 人类耕垦活动与坡面形态的演化有密切关系，坡面微形态的改变反过来又加剧了侵蚀作用的发生。

2. 坡面形态改变的结果增大了坡面产流强度，减弱了入渗强度，加剧了雨滴击溅、径流冲刷等作用。

3. 由于侵蚀作用的增强，坡面演化成瓦背状形态后，其侵蚀量可增大50%左右。据综合考虑估算，在陕北丘陵沟壑区，坡面微形态改变的结果侵蚀量可增加20%~25%左右。

4. 人类不断地耕垦是其影响侵蚀的重要方面之一，评价人为加速侵蚀作用必须对这一问题引起高度重视。本文只在这方面作了些试验性研究，大量地定量研究以及大面积的估算有待于进一步探讨。

### 参 考 文 献

1. 江忠善等：降雨因素和坡度对溅蚀影响的研究，《水土保持学报》，1989年4期
2. 中国科学院西北水保所：《黄土高原杏子河流域自然资源与水土保持》，陕西科技出版社，1990年
3. 景可等：《黄土高原现代侵蚀与治理》，科学出版社，1988年

（下转第47页）

法律依据——《水土保持工作条例》、《森林法》、《环境保护法》，并配合采取强有力的政策措施，稳定山林所有权，完善多种形式的林业生产责任制。

实践证明水土保持是门科学性和技术性很强的工作，没有科学知识就搞不好水土保持，因此，培训一定数量的农民技术员，壮大水土保持队伍是当务之急。

## Present situation of soil erosion and water loss and its counter measure in southern Henan Province

*Yu Guoying*

(Department of Biology Yunnan University)

### Abstract

The Yunan Dabie mountain range with area of 2 million hectares is an important wood and grain base in Henan Province. The soil erosion and water loss is serious because of natural and social conditions. The situation of soil erosion problems and their controls were investigated and analyzed, which presented some suggestions for soil and water conservation and production development.

**Key words:** Soil erosion and water Loss Counter measure

(Continued from page 4)

## The evaluation of human reclamation in accelerating modern erosion

*Zhang keli Tang keli*

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation,  
Academia Sinica and ministry of Water Conservancy)

### Abstract

The effect of human reclamation on modern erosion was quantitatively analyzed by study on relationship between human reclamation and evaluation process of sloping surface. It was estimated that in loess hilly and gully region, the slope erosion might be increased about 25% by reclamation and cultivation.

**Key words:** reclamation modern erosion sloping erosion rate