

植被破坏与恢复对坡面浅沟侵蚀影响的研究*

郑粉莉 张科利 唐克利 白红英

(中国科学院西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

摘要 运用野外实测资料,分析研究了子午岭林区植被破坏与恢复对坡面浅沟侵蚀的影响。所得结论为:一旦植被恢复,坡面浅沟沟槽部位发生泥沙淤积,其淤积速度为 0.5cm/a ;浅沟沟槽部位淤积,坡面横向起伏减少,坡面向平直方向发展。人为破坏植被后的开垦地,坡面浅沟侵蚀急剧发展,浅沟侵蚀量为 $4\,400\sim 7\,600\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,占坡面侵蚀量的47%以上;当年新冲刷的浅沟沟槽宽为 $20\sim 80\text{cm}$,深度为 $10\sim 30\text{cm}$;开垦3年裸露地与林地相比,浅沟沟槽深度增加 $40\sim 60\text{cm}$;浅沟沟头前进速度为 $3\sim 5\text{m/a}$,浅沟深、宽、长的逐年发展,坡面横向起伏加大,片蚀和细沟侵蚀随之加大,又促使了浅沟侵蚀的加剧。

关键词 子午岭林区 植被恢复 浅沟沟槽淤积 植被破坏 浅沟侵蚀发育

Impact of Vegetation Destruction and Restoration on Shallow Gully Erosion

Zheng Fenli Zhang Keli Tang Keli Bai Hongying

(Northwestern Institute of Soil And Water Conservation, Academia Sinica
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract Effect of vegetation and restoration on shallow gully erosion has been researched in this paper, using survey data. The results show that once vegetation was restored, shallow gully trough occurred sediment deposition, the deposition speed is 0.5cm/a , undulation of cross section in slope surface was decreased caused by shallow gully sediment deposition, development of the slope surface inclined to level. After vegetation being destroyed, shallow gully erosion rapidly develops, amount of shallow gully erosion is $4\,400\sim 7\,600\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$, it occupies above 47% of soil erosion amount on the slope surface. Washing width and depth of gully trough of shallow gully are $20\sim 80\text{cm}$ and $10\sim 30\text{cm}$ respectively. Compared reclaimed land after reclaimed 3 years with forest land, gully trough depth of shallow gully increases $40\sim 60\text{cm}$. The speed of shallow gully head back ward erosion is $3\sim 5\text{m/a}$. Because of development of length, width and depth of shallow gully, undulating of cross section in the slope surface increases, sheet and rill erosion increases, which intensifies development of shallow gully erosion, and undulating of cross section in the slope surface inclines to becoming big.

Key words the Ziuling forest area vegetation restoration gully trough deposition of shallow gully vegetation being destroyed and cultivated, shallow gully erosion development

梁峁坡面上分布的浅沟是在人类活动下发育在坡面上的一种特殊侵蚀沟,它是坡面上人为加速侵蚀的主要标志。因此,研究子午岭林区植被破坏与恢复对坡面浅沟侵蚀的影响,将为正确评价人为加速侵蚀及植被演变与加速侵蚀的关系提供重要的科学依据。

1 植被恢复与浅沟侵蚀

据研究^[1,2]子午岭林区在 1866 年前,梁峁坡的多一半已被开垦,土壤侵蚀剧烈发展,梁峁坡面上的浅沟侵蚀极为强烈,浅沟分布密度为 20~50km/km²。浅沟发育程度略高于现在陕北安塞一带的浅沟发育程度^[2]浅沟宽度变化于 10~15m,深度变化于 10~15m,也略高于延安安塞一带目前坡面上浅沟的宽和深。

在 1866 年,由于战乱和民族纠纷,本地区的人口逃亡他乡,田地荒芜,植被逐渐恢复,而植被的恢复主要决定于土壤水分状况。在梁峁坡面上,由于浅沟沟槽部位为临时性的水路,土壤水分条件较好,因而植被恢复比其周围地区较早,当浅沟沟槽部位因植被恢复能拦蓄一定量的径流泥沙时,其周围其它部位由于植被还没有恢复或恢复程度低,侵蚀仍在进行,但流失的土壤已被恢复植被的浅沟沟槽部位拦蓄,一方面使坡面侵蚀减少,另一方面使浅沟沟槽发生不同程度的淤积。据调查,浅沟沟槽淤积厚度达 60~70cm,淤积最厚处达 100cm,淤积速度平均为 0.5cm/a^[2] 由于浅沟沟槽逐年发生淤积,使梁峁坡面上瓦背状地形的横向起伏减缓,即浅沟沟槽之间与浅沟脊部之间平均横向坡度减小,也使片蚀、细沟侵蚀变弱,从而浅沟沟槽淤积物质的来源减少,其淤积速度也减慢,当梁峁坡其它部位的植被恢复到能控制侵蚀基本不发生时,浅沟沟槽的淤积速度趋于零。因此,浅沟沟槽淤积速度与植被恢复年限呈递减函数。

2 植被破坏与浅沟侵蚀

2.1 浅沟侵蚀与坡面侵蚀

人为破坏植被的开垦地,坡面上原有的浅沟沟槽部位成为径流汇集冲刷的集中部位,导致浅沟侵蚀又急剧发展,据调查量算,人为破坏植被的开垦地,梁峁坡的浅沟侵蚀量为 4 400~7 600t/(km²·a),占坡面侵蚀量的 47%以上(表 1)。据观测资料^[3]在黄土丘陵沟壑的陕北安塞一带,梁峁坡全坡面的侵蚀模数为 19 782t/(km²·a),而浅沟侵蚀量占总侵蚀量的 70%以上,即浅沟侵蚀模数为 13 847t/(km²·a);在子午岭林区,植被开垦后,梁峁坡全坡面的侵蚀量为 10 000t/(km²·a),浅沟侵蚀量平均为 5 652t/(km²·a),比较子午岭林区开垦地的总侵蚀量、浅沟侵蚀量与黄土丘陵沟壑区农地的总侵蚀量、浅沟侵蚀量得出,子午岭林区开垦地的浅沟侵蚀量仅是黄土丘陵沟壑区农地浅沟侵蚀量的 41%,梁峁坡侵蚀总量前者是后者的 51%(表 2)。其原因是林地开垦初期,土壤中尚保留大量的根系,有机质含量较高,土壤抗冲性较强。人工径流冲刷试验表明,土壤抗冲性能随林地开垦年限的增加而降低(表 3)。

表 1 梁峁坡开垦后浅沟侵蚀量的变化

小区号	土地利用	总侵蚀量 (t/km ² ·a)	浅沟侵蚀量(t/km ² ·a)		观测年
			量	占总量%	
6	开垦裸露	10005.61	7200	72.0	1990
7	农地	7581.19	4400	58.0	
6	开垦裸露	10643.36	7600	71.4	1991
7	农地	11837.93	5652	47.7	
	平均	10017.02		62.3	1990—1991

林地开垦 1 年后的土壤抗冲性指标是开垦 20 年的 3 倍。据研究^[4]黄土丘陵沟壑区安塞一带的开垦历史大约有 50~60 年,其抗冲能力远远低于刚开垦不久的开垦林地,因此梁坡侵蚀量和浅沟侵蚀量大于子午岭林区刚开垦地的梁坡侵蚀量和浅沟侵蚀量。

表 2 任家台梁坡林地开垦与安塞梁坡农地侵蚀量比较

地 区	总侵蚀量 $(t/(km^2 \cdot a))$	浅沟侵蚀量 $(t/(km^2 \cdot a))$
任家台梁坡林地开垦(I)	10017	5652
安塞梁坡农地(II)	19782	13847
I/II	0.51	0.41

表 3 开垦年限与土壤抗冲能力

开垦年限(年)	1	5	10	20
抗冲能力之比(倍)	1	1.5	2.0	3.0
抗冲能力之比(倍)		1	1.3	2.0
抗冲能力之比(倍)			1	1.5

2.2 浅沟发育特征值的研究

浅沟分布间距是浅沟侵蚀分布的重要特征值,在子午岭林区,目前梁坡浅沟分布间距为 12~18m,平均值为 14m,而陕北安塞一带的浅沟分布间距平均值为 16.2m。在子午岭林区植被破坏后,梁坡浅沟侵蚀发生的坡度 24.5°~33°,而陕北安塞一带的浅沟侵蚀发生坡度集中在 22°~31°之间。以上数据也说明了子午岭林区在次生林景观自然恢复前,坡面上的浅沟侵蚀强度与陕北安塞一带类同。

在人为破坏植被的开垦地上,浅沟侵蚀的深度和宽度变化很大,一般情况下,浅沟侵蚀的深度变化于 5~40cm,且以 10~30cm 居多(表 4),浅沟侵蚀的宽度变化于 10~120cm,且以 20~80cm 居多(表 5),把此值与黄土丘陵沟壑区安塞一带的浅沟侵蚀宽、深作比较,宽度变化基本无差异,而深度变化小于安塞一带的浅沟深度,其原因仍是林地开垦初期,土壤根系较多,有机质含量较高,土壤抗冲性较强等。

表 4 浅沟宽度变化频率统计

间距(cm)	小于 10	10~20	20~40	40~60	60~80	80~120	>120	观测年
频数(个)	0	0	10	10	12	1	0	1990
频率(%)	0	0	30.3	30.3	36.4	3.0	0	
频数(个)	1	4	12	20	21	3	1	1991
频率(%)	1.6	6.5	19.4	32.3	33.8	4.8		
频数(个)	0	6	12	18	15	5	0	1992
频率(%)	0	10.7	21.4	32.2	26.8	8.9	0	

浅沟侵蚀发生的临界坡长为 20~60m,平均值为 41m,临界汇水面积变化于 269~1 013m²,平均值为 560m²,且浅沟侵蚀发生的临界坡长随着开垦年限的增加而缩短(表 6),使发生在浅沟侵蚀的临界汇水面积也随开垦年限的增加而减小。

表5 浅沟宽度变化频率统计

间距(cm)	小于5	5~10	10~20	20~30	30~40	≥40	观测年
频数(个)	2	3	11	12	4	1	1990
频率(%)	6.1	9.1	33.3	36.4	12.1	3.0	
频数(个)	2	11	23	22	4	6	1991
频率(%)	3.2	17.7	37.1	35.5	6.5	9	
频数(个)	2	12	27	16	4	1	1992
频率(%)	3.6	21.4	48.2	17.9	7.1	1.8	

表6 浅沟侵蚀发生临界坡长随开垦年限变化

小区号	处 理	1 年	2 年	3 年	4 年
		1989 年开垦量测(m)	1990 年量测(m)	1991 年量测(m)	1992 年量测(m)
6	梁坡开垦裸露	35.3	25.3	22.3	19.8
7	梁坡开垦农地	46.2	32.2	30.9	31.5
3	全坡面开垦裸露的梁坡		1990 年开垦无明显浅沟	57.4	22.9

表7 浅沟侵蚀长度的逐年变化

小区号	处 理	1 年	2 年	3 年	4 年
		1989 年开垦量测(m)	1990 量测(m)	1991 量测(m)	1992 量测(m)
6	梁坡开垦裸露	47	61	64	66.5
7	梁坡开垦为农地	63	61	63.3	67.7
3	全坡面开垦裸露的梁坡		1990 年开垦无明显浅沟	27	30.6

2.3 浅沟侵蚀发育

2.3.1 浅沟长度变化 观测资料表明,随着开垦年限的增加,浅沟侵蚀的长度也在逐年增加,且在开垦的第二年,浅沟长度的增加值最大(表7)。造成这种现象的原因一是开垦初期,土壤有机质含量,团粒结构迅速减少,如开垦当年土壤有机质含量下降22%~37%,土壤团粒结构下降41%;开垦第二年,土壤团粒结构下降56.8%。由于土壤有机质含量和团粒结构减少,土壤抗冲能力减弱,结果是径流冲刷加强,浅沟沟头溯源侵蚀加快。二是梁坡坡度随坡长变化所致。图1表明,在梁坡为开垦裸露地处理的径流小区,小区中下部长为62m的地面坡度较陡,其值为34°,有利于浅沟沟头的溯源侵蚀,如1990年浅沟长度增加14m,其增加值完全是以沟头溯源侵蚀的方式而增加,因为浅沟底部与小区底部重合,1990年浅沟长度为61m,此值与

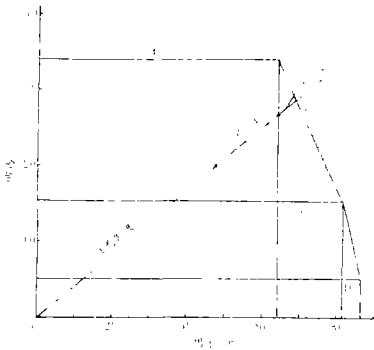


图1 坡度随坡长变化

小区中下部坡面平均坡度为 34° 的坡长基本接近;从坡长 62m 处,浅沟沟头所在坡度由 34° 突变为 15° ,使沟头溯源侵蚀的速度减慢,其浅沟长度增加速度也减慢。

2.3.2 浅沟横断面的演变 浅沟是在坡面股流冲刷和人为耕种共同作用下而发生发展的,图 2 表明,上一年发育的浅沟由于第二年春季的人为耕作,使浅沟深度变浅;而耕作后的土壤由于疏松,易遭受径流的冲刷,从而又促使了浅沟侵蚀的发展(图 3)。1992 年雨季后的浅沟较 1990 年雨季后的浅沟深度,平均增加

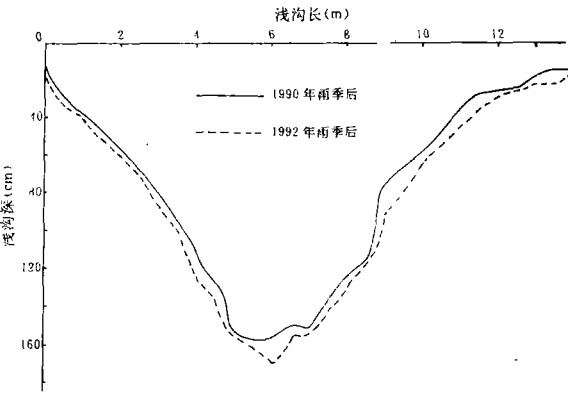


图 3 浅沟横断面变化(距小区底部 23m)

断演化。

2.3.3 浅沟侵蚀槽宽、深值随坡长变化 图 4 表明,浅沟侵蚀的宽、深随坡长变化呈波浪起伏,宽度和深度变化大约都每隔 10~15m 出现一峰值;浅沟侵蚀深度值在坡的中下部最大,宽度变化也有类似规律,这种变化规律与坡度变化基本一致,同时,与浅沟发育过程变化相吻合,因为浅沟发育主要是以溯源侵蚀的方式向坡上部发展,而坡中下部由于坡面汇水和坡度大之缘故,浅沟侵蚀发育最早也最剧烈。

3 结 语

3.1 森林植被恢复使浅沟沟槽部位发生淤积,其淤积速度平均为 0.5cm/a,且淤积速度随着植被恢复年限的增加而减小。由于浅沟沟槽

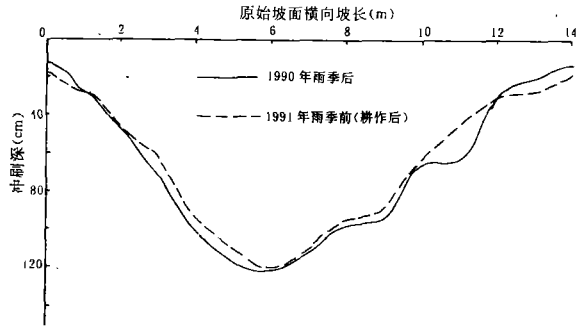


图 2 浅沟横断面在耕作与径流冲刷下的变化

8mm~10mm,在浅沟沟槽底部浅沟增加值最大,其值为 14mm。因此,浅沟是在径流冲刷—耕作—径流冲刷—耕作的作用下不断发展的。由于它的不断发展,使坡面横向起伏也不断加大。由于坡面横向起伏的加大,又促使了坡面片蚀、细沟侵蚀的发展,又反过来加剧了坡面横断面的演化。图 4 表示了林地开垦前和林地开垦两年后坡面横断面的变化。

从图 4 可以看出,林地开垦仅两年后,浅沟深度平均增加 40~60cm,在浅沟沟槽底部,其深度增加 80~100cm,浅沟深度的不断加深,促使了坡面横断面的不

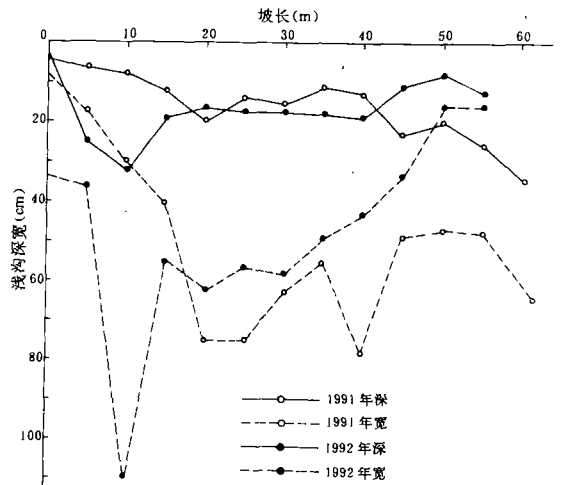


图 4 梁坡开垦裸露地浅沟宽、深随坡长变化

部位逐年发生淤积,使坡面横向起伏减小,片蚀、细沟侵蚀也随之减弱。

3.2 人为开垦耕种破坏植被使浅沟侵蚀急剧发展,当年新冲刷的浅沟侵蚀宽、深随坡长变化呈波浪起伏,其宽、深值在坡的中下部最大,浅沟侵蚀的宽度变化于20~80cm之间,与安塞一带浅沟侵蚀的宽度基本无差异;而林地开垦后当年新冲刷的浅沟侵蚀深变化于10~30cm,小于安塞一带坡面浅沟侵蚀的深度。

浅沟侵蚀主要以溯源侵蚀的方式发展,溯源侵蚀的速度平均3~5m/a,由于溯源侵蚀的不断发展,使浅沟长度增加。浅沟侵蚀的深度随着开垦年限的增加也增加,林地同开垦地相比,林地开垦3年后,浅沟侵蚀深度增加40~60cm。由于浅沟侵蚀的深度随着开垦年限的增加而增加,坡面横向起伏也逐年加大,加剧了片蚀、细沟侵蚀的发展,又反过来促使浅沟侵蚀的加剧。

参考文献

- [1] 唐克丽等.黄土高原人为加速侵蚀与全球变化.水土保持学报,1992(2):88~90
- [2] 张科利、唐克丽等.子午岭林区植被恢复前后的土壤侵蚀特征及其演变.黄河流域环境演变与水沙运行规律研究论文集,第3集.地质出版社,1992
- [3] 张科利.黄土坡面侵蚀产沙分配及其与降雨特征关系的研究.泥沙研究,1991(4):39~46
- [4] 张科利等.浅沟发育与陡坡开垦历史的研究.水土保持学报,1992(2)