

# 黄土沟壑区不同植被对产流产沙的影响\*

李 森<sup>1</sup>, 宋孝玉<sup>1,2</sup>, 沈 冰<sup>1</sup>, 李怀有<sup>3</sup>, 孟彩侠<sup>1</sup>

(1 西安理工大学 水资源研究所, 陕西 西安 710048;

2 西北农林科技大学 水利与建筑工程学院, 陕西 杨凌 712100;

3 黄河水利委员会 西峰水土保持科学试验站, 甘肃 西峰 745000)

**[摘 要]** 以甘肃西峰南小河流小流域径流场为研究对象, 采用横向对比分析的方法, 在降雨量相同的条件下, 对4种植被类型小区(农田、林地、人工草地和天然荒坡)进行了产流产沙、雨能和抗侵蚀能力的分析。结果表明, 农田的径流系数最大, 最高可达36.33%; 林地的径流系数最小, 基本在1%以下; 农田的产沙量是林地的2~4倍, 是天然荒坡的4~7倍; 各种植被对雨能的影响不大; 农田的抗侵蚀能力最差, 其他3种植被小区相当。

**[关键词]** 黄土沟壑区; 植被变化; 产沙产流

**[中图分类号]** S157.1 **[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-9387(2006)01-0117-04

黄土高原沟壑纵横, 梁峁坡地分布广泛, 表层土壤结构疏松易蚀, 水土流失十分严重<sup>[1]</sup>。对植被综合作用下的减流、减沙效益研究, 历来是水土保持研究的一项重要内容。研究降雨条件下不同植被对产沙产流的影响, 对于黄土丘陵沟壑区生态环境建设及农业可持续发展具有重要的理论和现实意义<sup>[2-3]</sup>。许多研究均表明, 植树种草是防止水土流失的有效措施<sup>[4]</sup>。赵护兵等<sup>[1]</sup>研究了黄土丘陵区不同植被类型对水土流失的影响, 沈玉芳等<sup>[5]</sup>研究了黄土高原不同植被类型对土壤侵蚀的影响, 陈云明等<sup>[6]</sup>研究了黄土丘陵半干旱区不同植被的水保生态效益, 但有关不同植被对产流产沙的长期影响研究还比较少见。鉴于黄土高原水土流失的严重性及其地理位置的特殊性, 本研究以黄土丘陵沟壑区不同植被为研究对象, 采用平行横向对比分析的方法, 初步分析了不同植被水土保持的流域水文综合效应, 以期为黄土高原沟壑区水土流失综合治理提供理论依据。

## 1 研究区概况

南小河流是泾河支流——蒲河左岸的支沟, 属于典型的黄土高原沟壑区。位于东经107°37', 北纬35°42', 海拔高度1 050~1 423 m。流域面积36.3 km<sup>2</sup>, 沟道平均比降为2.8%, 沟道密度为1.69 km/km<sup>2</sup>。流域地貌主要有塬面、坡、沟谷3种类型,

沟谷面积占27.5%, 塬面、坡占72.5%; 塬面坡度多在5°以下, 坡是连接塬面与沟谷的纽带, 坡度一般为10°~20°; 沟谷坡度一般在25°以上。据西峰气象站1937~1980年的降雨资料<sup>[7]</sup>统计, 年最大降雨量为805.2 mm (1964年), 年最小降雨量为319.2 mm (1942年), 最高气温39.6℃, 最低气温-22.6℃, 平均气温8.7℃, 无霜期150~180 d。

1959~1980年, 西峰水保站在南小河流域共布设了54个径流小区, 其中农田小区18个, 荒地小区13个, 林地小区9个, 人工草地小区8个, 道路小区3个, 庄院小区3个。在各径流小区中分别进行了降雨量、径流量、泥沙量和覆被度的观测。该小流域的综合治理措施有: 塬面布设“三道防线”; 沟坡修水平梯田, 建山地果园、护坡林、苜蓿坡等; 沟谷打柳谷坊、土谷坊, 沟底建防冲林、淤地坝和小水库。

## 2 不同植被的产流产沙分析

本研究从农田、林地、人工草地和天然荒坡4类径流小区中各选1个, 编号分别为1, 2, 3, 4, 各小区的基本情况见表1。每一径流小区都有一套测流测沙设备(接流桶分水箱), 可在雨季进行降雨量、产流量和产沙量的测定。根据测定的降雨、径流和泥沙等资料, 对不同径流小区的产流量、产沙量以及不同植被对雨能、抗侵蚀能力的影响进行分析。

\* [收稿日期] 2005-05-18

[基金项目] 国家自然科学基金项目(5029016); 陕西省重点实验室项目(04JS15); 西北农林科技大学高级访问学者项目

[作者简介] 李 森(1979-), 女, 河南南阳人, 在读硕士, 主要从事水资源与水环境保护研究。E-mail: limiao1009@163.com

[通讯作者] 宋孝玉(1971-), 女, 陕西安康人, 副教授, 主要从事农业水文学及水资源研究。

表 1 南小河沟不同径流小区的基本情况

Table 1 Basic conditions of different runoff areas in Nan-xiaohu Gou

编号 Number	位置 Location	利用方式 Utilization method	土质 Quality of soil	坡向 Aspect	坡度/(°) Slope	面积/m <sup>2</sup> Area	植被类型 Vegetation
1	常青山 Chang-qin Shan	农田 Farm land	黄土 Yellow soil	南 South	24	30.5	玉米 Corn
2	杨家沟 Yang-jia Gou	林地 Wooded land	红土 Red soil	北 North	22.2	695	杏树 Apricot
3	李家台 Li-jia Tai	人工草地 Grassland	黄土 Yellow soil	东北 Northeast	8	187	紫花苜蓿 Alfalfa
4	董庄沟 Dong-zhuang Gou	天然荒坡 Natural wild land	红土 Red soil	东东北 East-northeast	27.5	164	以马草为主 Maya grass

2.1 产流分析

对 4 个径流小区的同期降雨量进行分析后发现,不同植被小区的同期降雨量几乎相同(图 1),相

差部分可能因观测误差所致。可以认为不同径流小区产流产沙的降雨条件是相同的。

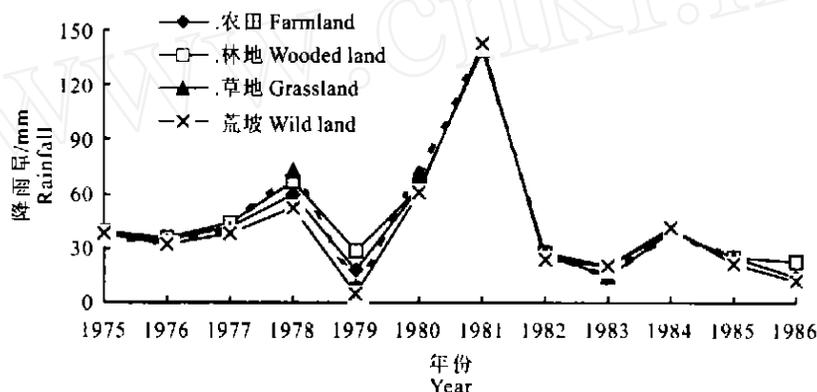


图 1 南小河沟 1975~ 1986 年不同植被同期降雨量观测资料

Fig 1 Observed data of rainfall from 1975 to 1986 for different vegetations in the same period

由于不同植被小区的降雨量几乎相同,因此选择 1 号小区的降雨量作为参照因子。在相同降雨量条件下,不同植被的径流系数见表 2(1986 年 3 号径流小区的径流系数未观测)。由表 2 可知,不同类型植被小区的径流系数大小依次为:农田 > 人工草地 > 天然荒坡 > 林地。农田的径流系数最大,最高可达 36.33%,其次是人工草地和天然荒坡,林地的径流系数最小,大部分在 1% 以下。由此可知,在相同的降雨量条件下,农田没有起到截流作用,说明在坡度较大的地方不适合种植作物。黄土结构比较疏松,渗

透速率较快,一般小雨不会产生地表径流,但是由于农田每年翻种耕作形成的犁底层,是入渗率很低的弱透水层,具有隔水作用,因此农田的土壤保水效果较差。对于林地而言,在积累有大量枯枝落叶的情况下,由于凋落物的腐烂分解,灌丛草本植物的茂密生长、软体动物(如蚯蚓等)的栖息繁衍,因此土壤疏松,结构良好,稳定入渗率大,截流量也大。对于天然荒坡和人工草地而言,随植株的生长发育,根系在土中交织缠绕,土壤容重增大,非毛管孔隙减小,虽然土壤入渗速率不大,但截流量仅次于林地。

表 2 在相同降雨量条件下南小河沟不同植被小区的径流系数(1975~ 1986)

Table 2 Runoff coefficients of different vegetation forms in the same rainfall

年份 Year	降雨量/ mm Rainfall	小区编号 Number of area				年份 Year	降雨量/ mm Rainfall	小区编号 Number of area			
		1	2	3	4			1	2	3	4
1975	36.8	36.33	0.003	10.94	8.939	1981	139.5	22.58	1.078	9.82	0.444
1976	34	0.097	0.022	0.01	0.034	1982	27.9	9.229	0.115	5.04	1.653
1977	41.3	35.83	0.081	9.26	1.346	1983	20.4	10.24	0.255	0.77	1.753
1978	59.5	6.029	0.024	0.06	0.328	1984	39.6	4.202	0.038	0.23	0.373
1979	17.5	31.73	0.069	5	2.961	1985	25.4	15.77	0.043	0.26	0.35
1980	63.5	17.02	0.109	0.81	1.128	1986	14	11.3	0.043	-	0.568

注: - . 表示未观测。下同。

Note: - . Means not observed. Same with the following table.

### 2.2 产沙分析

在降雨量相同的条件下, 对不同植被的产沙量 (表 3, 3 号径流小区的资料欠缺, 未作比较) 进行对比分析发现, 林地和天然荒坡的产沙量较小且变化幅度很小; 农田的产沙量, 在 1983 年以前是林地的 2~ 4 倍, 是天然荒坡的 4~ 7 倍。这主要是因为天然荒坡以马牙草为主, 土壤结构良好, 团粒含量较高, 土壤入渗速率较大, 加之发达的根系对土壤颗粒具

有缠绕固结作用, 因而产沙量最小; 林地种植杏树, 表面覆有一层厚约 2 cm 的枯枝落叶, 富有弹性和吸水性, 能保护土壤免受雨滴溅蚀, 防蚀作用好, 因此产沙量也较少; 农地因表土虚松, 农作物根系对土壤的固结作用小, 土壤抗冲性能较差, 因此产沙量较高。农田的产沙量, 在 1983 年以后有较大变化, 是由于 1984~ 1986 年发生自然灾害 (鼠害、鸟害), 导致农作物生长不良, 因此影响对其产沙量的准确评价。

表 3 在相同降雨量条件下南小河口不同植被小区的产沙量 (1975~ 1986)

Table 3 Sediment yield of different vegetation forms in the same rainfall

kg/m<sup>3</sup>

年份/年 Year	降雨量/ mm Rainfall	小区编号 Number of area			年份/年 Year	降雨量/ mm Rainfall	小区编号 Number of area		
		1	2	4			1	2	4
1975	36.8	7.87	0	2.84	1981	139.5	5.88	2.11	4.43
1976	34	0	1.31	0	1982	27.9	3.42	2.57	8.08
1977	41.3	9.2	1.13	1.21	1983	20.4	54.3	6.02	18.5
1978	59.5	3.41	0	0	1984	39.6	-	0	0
1979	17.5	19.9	18.4	0	1985	25.4	74.5	0	10.2
1980	63.5	4.92	5.7	2.93	1986	14	31.6	0	0

### 2.3 植被对雨能的影响

在降雨量相同的条件下, 通过对不同植被小区的雨能关系分析 (如图 2 所示, 天然荒坡的雨能资料不充分, 未作比较) 发现, 农田产生雨能较小, 而草地与林地的较大且二者相当, 但总体上农田与林地、草地相差不大。在 8 月份, 各种植被的覆盖度都比较大, 降落的雨滴首先打击在枝叶上, 雨滴的动能被消

减, 同时大粒径雨滴被破碎成小粒径, 当其汇聚成雨降落地面时, 其能量就要小得多了。因此, 植被冠层对降水具有强大的截流作用, 减少了大气降水直接到达地表的雨量, 同时还改变了降水到达地面的运动特征, 从而削弱了降水的动能, 减弱了雨滴对地表的冲击, 起到保持土壤、减轻土壤流失的作用。

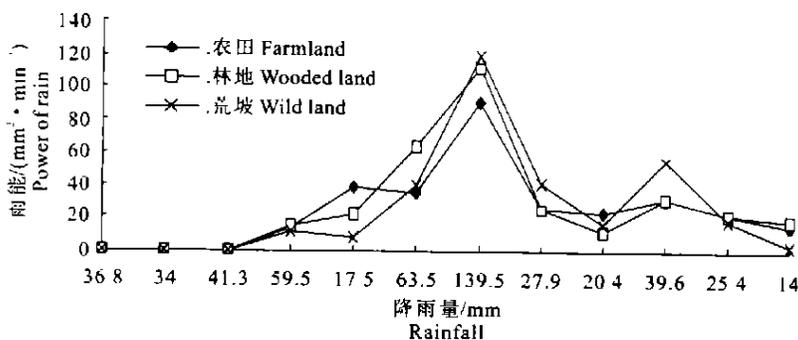


图 2 南小河口不同植被雨能与降雨量的关系

Fig. 2 Relationship of rainfall-rain power of different vegetations

### 2.4 抗侵蚀能力分析

在降雨量相同的条件下, 不同植被抗侵蚀能力对比结果见图 3。

由图 3 可见, 农田的侵蚀模数相对较大, 而其他 3 类小区的植被对立地侵蚀模数的影响相差不大, 只有人工草地在 1981 年发生大洪水时出现了高峰。

人工草地、林地和天然荒坡具有强大的地下根系网络系统, 根系强大的缠绕、固结作用, 巩固和提高了土壤的渗透性, 同时也强化了土壤的团聚能力, 大大提高了土壤的抗侵蚀能力。植被层次越多、林分质量越好, 则根系的缠绕、固结作用就越强, 土壤的团聚能力就越大, 土壤的抗侵蚀能力就越强。

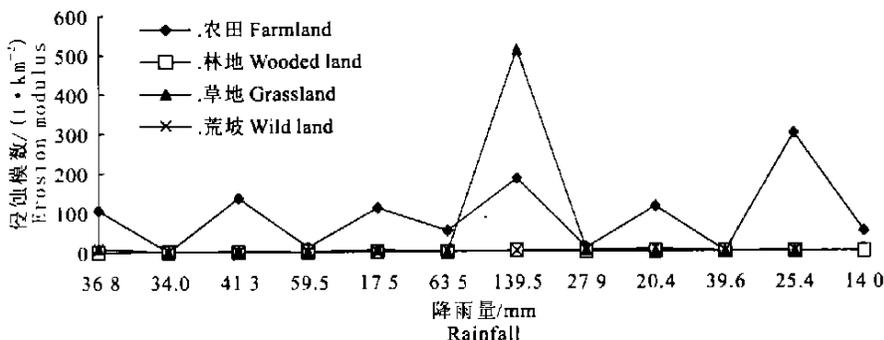


图 3 南小河沟不同植被对立地土壤侵蚀模数的影响

Fig 3 Influence of different vegetation forms on erosion modulus of soil

### 3 结论

南小河沟小流域经过多年治理, 植被覆盖度有了较大的提高, 植被变化对产流、产沙、雨能及侵蚀能力产生了较为显著的影响, 在降雨量相同的条件下, 主要表现为:

- (1) 不同植被的产流大小关系为: 农田 > 人工草地 > 天然荒坡 > 林地。
- (2) 农田的坡面产沙量是林地的 2~ 4 倍, 是天然荒坡的 4~ 7 倍, 林地和天然荒坡的产沙量小, 且

变化幅度很小。

(3) 农田产生雨能较小, 而草地与林地的较大且二者大小相当。

(4) 林地的抗侵蚀能力最好, 其次是天然荒坡和人工草地, 农田的最差。

通过以上分析, 农田的水保效果较差, 林地和草地保持水土效果较好。因此, 在黄土高原沟壑区实施退耕还林还草, 加强植被建设, 是保持水土、改善生态环境、实现生态经济良性循环的必有之路。

### [参考文献]

[1] 赵护兵, 刘国彬, 曹清玉. 黄土丘陵区不同植被类型对水土流失的影响[J]. 水土保持研究, 2004, 11(2): 153-155.  
 [2] 高军侠. 黄土高原南部裸露坡耕地产流产沙试验研究[J]. 生态学杂志, 2004, 23(3): 138-140.  
 [3] 王国庆. 黄土丘陵沟壑区小流域水土保持措施的水文效应[J]. 水土保持学报, 2002, 16(5): 87-89.  
 [4] 蒋定生. 黄土高原水土流失与治理模式[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997: 112.  
 [5] 沈玉芳, 高明霞, 吴永红. 黄土高原不同植被类型与降水因子对土壤侵蚀的影响研究[J]. 水土保持研究, 2003, 10(2): 13-17.  
 [6] 陈云明, 侯喜禄, 刘文兆. 黄土丘陵半干旱区不同类型植被水土保持生态效益研究[J]. 水土保持学报, 2000, 14(3): 58-63.  
 [7] 黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站. 水土保持试验研究成果汇编[G]. 郑州: 黄河水利出版社, 1992.

## Influence of vegetation change on producing runoff and sediment in gully region of Loess Plateau

L IM ào<sup>1</sup>, SONG Xiao-yu<sup>1,2</sup>, SHEN Bing<sup>1</sup>, LI Hua-i-you<sup>3</sup>, MENG Cai-xia<sup>1</sup>

(1 Institute of Water Resources, Xi'an University of Technology, Xi'an, Shaanxi 710048, China; 2 Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3 Xifeng Experimental Station of Soil and Water Conservation, Yellow River Water Conservancy Committee, Xifeng, Gansu 745000, China)

**Abstract:** The variety of runoff, sediment, power of rain and erosion resisting power of four vegetation forms are studied under the condition of the same rainfall in small watershed gully region of loess plateau. It shows that the runoff coefficient of farm land is the biggest 36.33%, the wooded land is the least, not more than 1%. The sediment yield of the farm land is 2- 4 times more than that of the wooded land and 4- 7 times more than that of the natural wild land; The influence of rain power in four vegetation forms is not obvious; The effect of the farm land is worst in erosion resisting power, and the rest are almost the same.

**Key words:** gully region of loess plateau; vegetation change; runoff and sediment production