

文章编号: 1008-2786-(2008)6-714-07

# 紫色土丘陵区陡坡荒地水土保持措施的适宜性初探

刘刚才<sup>1,3</sup>, 游翔<sup>2</sup>, 张建辉<sup>1</sup>, 周忠浩<sup>1</sup>, 杜树汉<sup>1</sup>

(1. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 2. 四川省水土保持局, 四川 成都 610065  
3. 中国科学院山地灾害与地表过程重点实验室, 四川 成都 610041)

**摘要:** 水土保持措施适宜性是实施水土保持工程的基础依据。根据对实施四川紫色土丘陵区陡坡荒地典型水土保持措施区, 即自然封禁或自然封禁+等高种植林草、坡改梯农耕种植和对照区即未封禁处理水土流失的多年(1983~2001年)监测, 结果表明: 1. 单位降雨因子 $ER$ (降雨动能\*降雨量)下水土流失模数的变异系数较单位降雨因子 $R$ (降雨量)的小而最能反映研究因素对水土流失的影响; 2. 自然封禁较未封禁和农耕种植具有最显著的水土保持效果而且稳定; 3. 三种典型的水土保持措施中, 自然封禁是目前该区荒坡地最适宜的水土保持措施。

**关键词:** 紫色土; 丘陵区; 荒坡地; 水土保持措施; 适宜性

**中图分类号:** S155.2<sup>+</sup> S157.2

**文献标识码:** A

紫色土主要分布于长江上游, 约占长江上游幅员面积( $100.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ )的18%, 集中分布在四川省和云南省境内, 这两省内的紫色土占全国紫色土总面积的75%以上<sup>[1,2]</sup>。紫色土也是我国的一种强侵蚀性土壤, 其侵蚀程度仅次于黄土。据研究<sup>[3]</sup>, 同一小流域在相同地貌和降雨条件下, 红壤丘陵区的侵蚀模数是 $4108.36 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ , 而紫色土丘陵区为 $5619.89 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ , 较红壤高出35%以上。由于紫色土的高母质肥力特性, 紫色土丘陵区是当地国民经济的重要区域, 人口稠密, 在四川达 $500 \text{ 人}/\text{km}^2$ 以上<sup>[4]</sup>, 控制水土流失是各级党政的重要目标之一。因此, 对该区水土保持措施适宜性的研究, 具有重要的现实意义。

目前, 对坡面水土保持措施研究最多的是其水土保持效益, 其次是对土壤理化特性等影响特征。梯田、种草、造林和等高耕作等水土保持措施, 被普遍认为具有显著的坡面水土保持功能<sup>[5-8]</sup>, 特别是梯田, 其水土保持效益既明显又快速<sup>[9-15]</sup>。多数研

究认为: 水土保持措施能增加降雨入渗<sup>[16]</sup>、增加土壤水分储存<sup>[17]</sup>、提高降水利用率<sup>[18,19]</sup>、改善土壤结构<sup>[20]</sup>、减少养分流失<sup>[21,22]</sup>等。

已有的研究大多数是基于几年的观测结果进行的, 对水土保持措施的中长期适宜性的研究, 未见报道, 仅对措施的保存率进行过初步研究<sup>[1]</sup>。为此, 我们的目标是: 1. 比较不同措施多年的水土流失观测结果, 认识不同措施的水土保持动态特征; 2. 从不同措施的水土保持动态特征, 分析紫色土丘陵区荒坡地水土保持措施的适宜性, 提出该区荒坡地未来水土保持措施的主要实施途径。

## 2 材料和方法

### 2.1 试验地点的基本情况

试验研究地点位于四川南部县的鹤鸣观小流域( $105^\circ 44' \text{E}$ ,  $31^\circ 31' \text{N}$ ), 该小流域内有三条支沟(图1), 总面积为 $2.0 \text{ km}^2$ , 属于丘陵地貌、亚热带气候。

收稿日期(Received date): 2008-01-15; 改回日期(Accepted): 2008-06-05.

基金项目(Foundation item): 国家973项目(编号: 2007CB407206)和支撑计划项目(编号: 2006BAC01A11)资助; 国家自然科学基金项目(编号: 40771027, 40201029)。[National 973 Project (NO. 2007CB407206) and National Key Project (NO. 2006BAC01A11); National Natural Science Foundation (40771027, 40201029).]

作者简介(Biography): 刘刚才(1967-), 男, 博士, 研究员, 主要从事土壤侵蚀与水土保持等研究。[Gangcai Liu (1967-), male, professor mainly work in the fields of soil erosion and soil loss control etc.] E-mail: lug@imde.ac.cn

1) 刘刚才, 张建辉, 杜树权, 等. 水土保持措施及其适宜性研究进展. 2008(待发表)

年均温和年均降雨量分别为 16.4℃和 975 mm。区域内主要作物有水稻 (*Oryza sativa* L.)、小麦 (*Triticum aestivum* L.)、玉米 (*Zea mays* L.)、油菜 (*Brassica napus* L.)和甘薯 (*Ipomoea batatas* Lam.)等。

坡面小区试验位于该小流域的Ⅱ号沟内,其基本特征如表 1所示。

2.2 坡面小区试验处理

在Ⅱ号沟的坡地中部,设置了 3 个小区,小区长 20 m,宽 10 m,坡度 24°,分别处理如下。

1. 未封禁处理

1983~ 1986年,在该小区内,采取当地习惯的放牧、割草处理方式。小区内最大植被盖度为 30%。自 1987起,等高带状种植杞栒混交林并且封禁,到 2001年时,区内最大盖度为 83%。

2. 封禁处理

首先对该小区实施网围栏,自 1983起,在该小区内无放牧和割草。区内主要生长自然植被,包括白茅草 (*Imperal cylindrica* Var. *Major* C.E.),黄荆 (*Vitex negundo*),马桑 (*Coriaria nepalensis*)。区内最大植被盖度为 95%。

3. 农耕种植处理

1983~ 1986年,首先把该小区开荒除去杂草

等,然后等高垄沟种植,夏季垄上种甘薯,沟内玉米或绿豆 (*Vigna rad iu* )或大豆 (*Glycine max* ),冬季休闲放置,区内最大盖度 50%。自 1987起,该小区实施坡改梯成水平梯地,区内种植和管理方式不变。

2.3 观测方法

1. 降雨量与次降雨平均强度

雨量筒 (Φ20 cm) (汛期 14:00 20:00 2:00 和 8:00观测,非汛期 8时观测)和虹吸自记仪观测。次降雨平均雨强由降雨量除以降雨历时获得。

2. 次降雨动能的估算

采用如下计算公式<sup>[24]</sup>

$$E = 11.87 + 8.73\text{Long}_{10}I$$

式中  $E$  为降雨动能 J/(m<sup>2</sup>mm);  $I$  为次降雨平均雨强 (mm/h)。

3. 水土流失量

小区坡脚端修建有沉沙池和量水池,每次降雨结束后,记录各池子的水位,并采取 1000 m l的径流样 (2次重复)带回实验室沉淀-烘干-称重测定泥沙含量,最后由有关池子和小区的参数,计算各小区的侵蚀模数和径流系数。

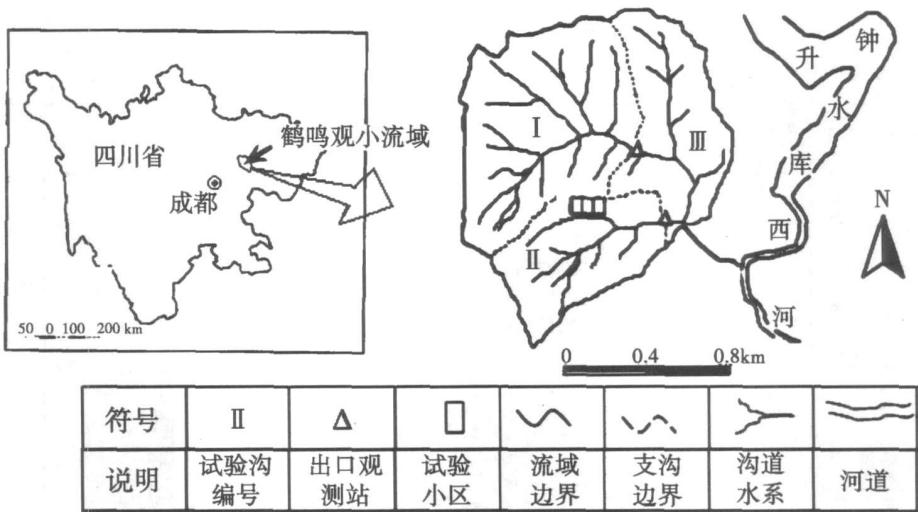


图 1 试验地鹤鸣观小流域的示意图

Fig. 1 The schematic graph of experimental site, Hemingguan watershed

表 1 试验小区所在沟的基本特征

Table 1 The basic features of the experimental watersheds

试验沟	形状	海拔		面积 (km <sup>2</sup> )	平均比降 (‰)		长度 (m)		河网 密度 (km/km <sup>2</sup> )	形状 系数
		最高	最低		流域	干流	流域	干流		
Ⅱ	羽毛形	680	394	0.340	334.7	310.0	0.889	0.350	2.06	0.503

3 结果与讨论

3.1 水土流失模数的选择

为了尽可能消除不同降雨特性对研究因素的影响,我们把试验各处理常规的土壤侵蚀速率 ( $t/km^2$ )和径流深 (mm) 分别除以降雨量 ( $R$ )和降雨量\* 降雨动能 ( $ER$ ),即得到单位降雨因子的土壤侵蚀速率和径流深,并获得这二者的变异系数如表 2所示。结果表明,单位  $ER$  下土壤侵蚀速率和径流深的变异系数较单位  $R$  下的小,而且,未封禁和农耕

处理的这二者达显著差异水平。已有研究表明:在紫色土丘陵区影响水土流失最相关的降雨特性复合因子是降雨量\* 降雨动能<sup>[23]</sup>。因此,单位  $ER$  下的水土流失模数,最大可能消除了降雨特性对水土流失的影响而最能反映研究因素对水土流失的影响规律。为此,本文采用单位  $ER$  下的水土流失模数进行有关研究。

3.2 不同水土保持措施单位  $ER$  的侵蚀速率

试验前期 (1983~1986年)不同处理单位  $ER$  下的侵蚀速率如图 2所示。结果表明,紫色土丘陵区荒坡地不同处理该侵蚀速率的大小次序是农耕 >

表 2 不同处理单位降雨因子下水土流失模数的变异系数比较

Table 2 The comparison of variance coefficient of soil loss rate and water depth of per unit rainfall factor under varied treatments

水土流失模数	处理	降雨因子	年份				平均值
			1983	1984	1985	1986	
侵蚀	封禁	$R$	1.632 8	1.159 3	0.784 2	0.386 3	0.990 6
		$ER$	0.916 8	0.774 8	1.208 1	0.665 6	0.891 3
	未封禁	$R$	0.911 7	0.743 1	0.837 4	0.453 4	0.736 4 <sup>a</sup>
		$ER$	0.780 7	0.706 2	0.761 3	0.316 2	0.641 1 <sup>b</sup>
	农耕种植	$R$	0.897 2	0.642 0	0.843 0	0.474 4	0.715 4 <sup>a</sup>
		$ER$	0.782 6	0.610 3	0.765 3	0.327 0	0.621 3 <sup>b</sup>
径流	封禁	$R$	0.904 4	1.092 8	0.695 0	0.401 3	0.773 4
		$ER$	0.492 6	0.431 4	0.318 1	0.444 3	0.421 6
	未封禁	$R$	0.436 6	0.393 2	0.323 6	0.542 0	0.423 9
		$ER$	0.447 2	0.351 3	0.298 2	0.445 5	0.385 5
	农耕种植	$R$	0.497 3	0.736 0	0.370 4	0.681 9	0.571 4
		$ER$	0.489 7	0.678 1	0.340 6	0.536 8	0.511 3

注: 字母 a与 b表示差异达显著水平。

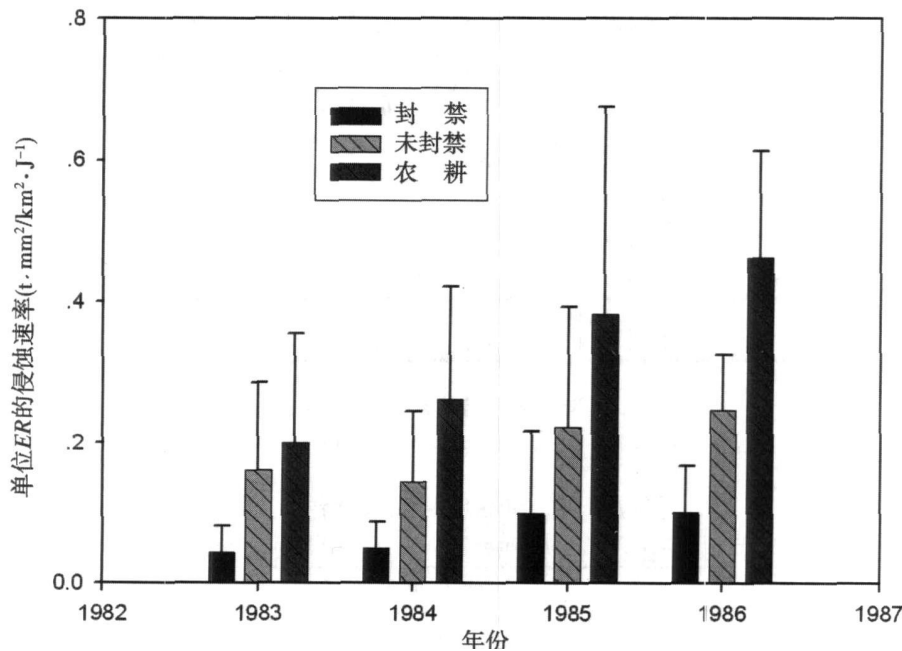


图 2 不同处理单位  $ER$  下的侵蚀速率

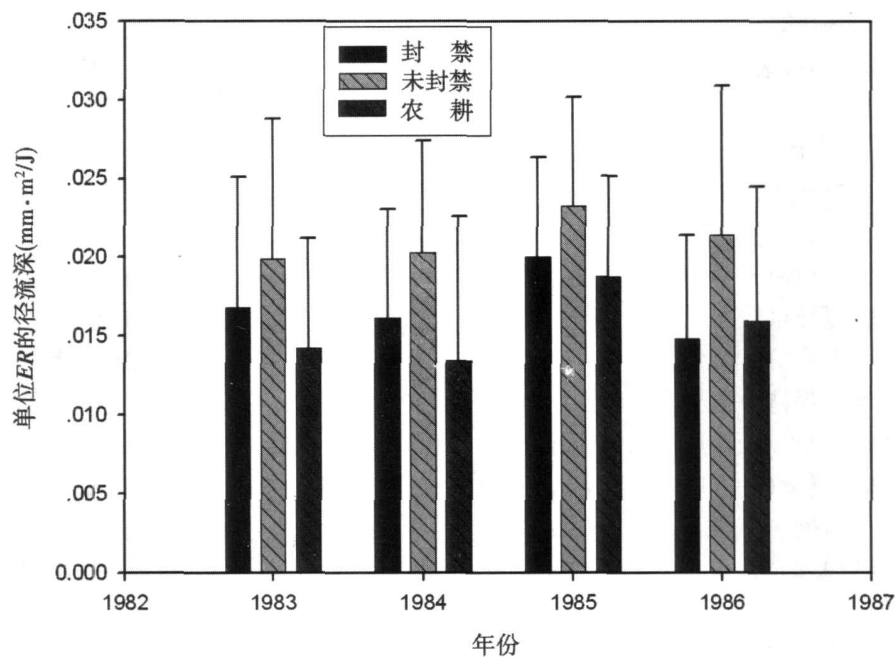


图 3 不同处理单位 ER 下的径流深

Fig. 3 The runoff depth of per ER under the varied treatments

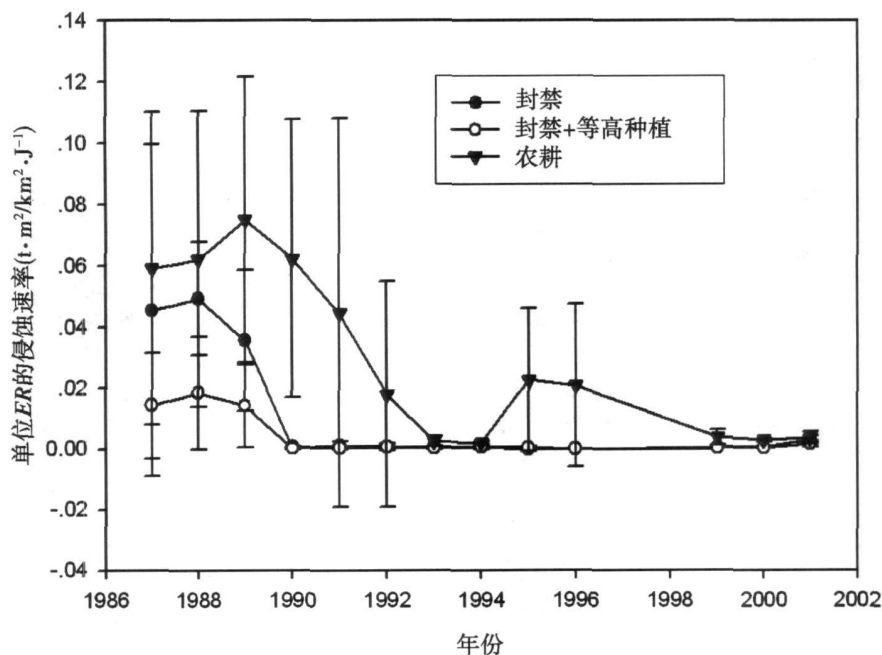


图 4 不同处理单位 ER 下侵蚀速率的年动态

Fig. 4 The yearly dynamic of erosion rate for the various treatments

未封禁 > 封禁; 并且, 统计分析表明这三者间差异达极显著水平。说明封禁处理具有最显著的保土效果, 荒坡开垦进行农作物种植, 明显加剧土壤侵蚀速率。这些结果与很多类似研究的结果基本一致: 农耕地具有最大的侵蚀速率<sup>[24-29]</sup>。这主要是由于农

耕地一方面植被盖度低, 最大仅 55%, 而封禁处理的最大时为 100%, 这也表明植被盖度是影响侵蚀的重要因子; 另一方面, 农耕地的不断耕种活动大大加剧了侵蚀速率<sup>[30-31]</sup>。

3.3 不同水土保持措施单位 ER 的径流深

试验前期 (1983~1986) 不同处理单位  $ER$  下的径流深如图 3 所示。结果表明, 不同处理该径流深的大小趋势是未封禁 > 封禁 > 农耕, 与侵蚀速率有所不一致: 未封禁的径流量最大, 农耕的反而为最小。并且, 封禁与未封禁间、未封禁与农耕间有显著的差异。这些结果揭示了封禁/植被自然恢复通常明显减少经流量, 农耕地由于常年的耕种使土壤入渗率较大, 而表现为侵蚀量较大而经流量不一定较多, 这与多数研究报道是一致的<sup>[32, 33]</sup>。

### 3.4 不同措施的水土保持动态及其适宜性分析

试验期间 (1987~2001) 不同处理单位  $ER$  下的侵蚀速率 (图 4) 和径流深 (图 5) 的观测结果表明, 封禁措施有稳定的控制水土流失作用。自然封禁处理小区, 自实施封禁 (1983 年) 后, 水土流失量逐年

减少, 到 1990 年基本达到稳定, 而且水土流失率基本保持为  $Q_0$  等高 + 封禁处理, 开初水土流失减少速率比自然封禁更快, 到后期也与自然封禁处理的水土流失情况基本一致。荒坡改梯进行农耕种植, 实施坡改梯前几年有明显的减少水土流失的效果, 但其水土流失量始终比封禁的大。这些结果揭示了, 紫色土陡坡荒地实施自然封禁是最好的水土保持措施。在荒坡地实施一些农艺和工程措施如等高种植、坡改梯等, 虽然实施初期能加快减少水土流失的速度, 但最终的效果是一致的; 从不同措施的资本投入看, 等高种植和坡改梯措施较自然封禁增加了劳力和资金, 在目前农村经济落后、劳动力输出较多和陡坡耕地退耕政策等情况下, 自然封禁措施是最易行的措施, 即该区荒坡地最适宜的水土保持措施。

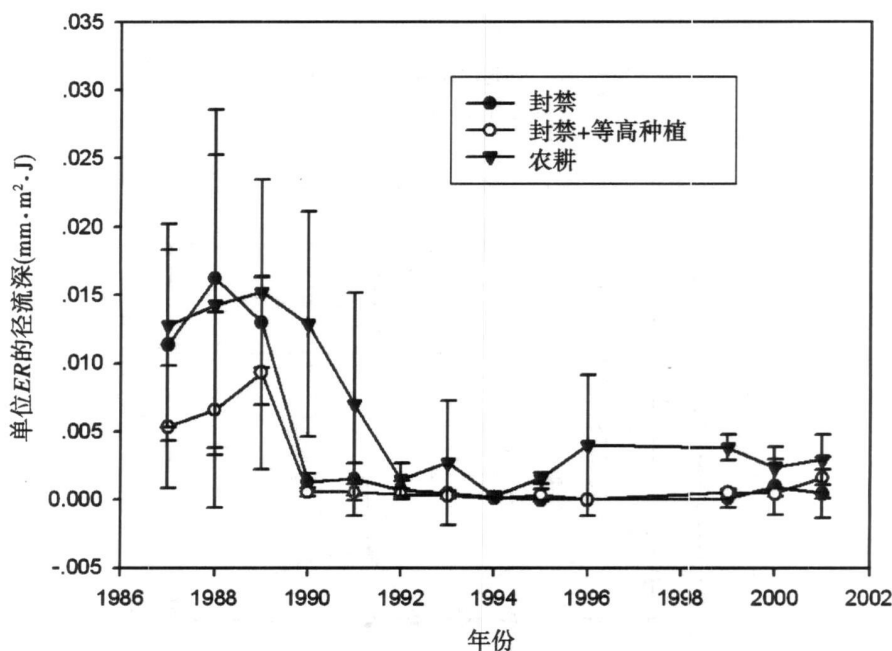


图 5 不同处理单位  $ER$  下径流深的年动态

Fig. 5 The yearly dynamic of runoff depth for the various treatments

## 4 结论

通过对紫色土丘陵区陡坡荒地不同水土保持措施较长时间的观测, 研究表明: 1. 单位  $ER$  下的水土流失模数最能反映研究因素对水土流失的影响规律; 2. 自然封禁具有最明显的水土保持效果, 而且效果稳定; 3. 自然封禁是目前该区荒坡地最适宜的水土保持措施。

## 参考文献 (References)

- [1] Li Zhongning et al. Purple Soil in China (1) [M]. Beijing: Science Press, 1991: 1~340 [李仲明, 等. 中国紫色土 (上篇) [M]. 北京: 科学出版社, 1991: 1~340]
- [2] He Yurong et al. Purple Soil in China (2) [M]. Beijing: Science Press, 2003: 1~406 [何毓蓉, 等. 中国紫色土 (下篇) [M]. 北京: 科学出版社, 2003: 1~406]
- [3] Yuan Zhengke, Zhou Gang, Tian Dalu et al. Process of loss of soil and water in red soil and purple soil areas of recovering plants [J]. Journal of central south forestry university, 2005, 25(6): 1~7 [袁正科, 周刚, 田大伦, 等. 红壤和紫色土区域植被恢复中的水土

- 流失过程 [ J ]. 中南林学院学报, 2005, 25 (6): 1~ 7 ]
- [ 4 ] Liu Gangcai, Zhu Bq, Dai Huabang, *et al* Study of water erosion features of purple soil under different land utilization in hilly and low mountain area of Sichuan [ J ]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2001, 15 (6): 96~ 100 [刘刚才, 朱波, 代华龙, 等. 四川低山丘陵区紫色土不同土地利用类型的水蚀特征 [ J ]. 水土保持学报, 2001, 15 (6): 96~ 100 ]
- [ 5 ] Fu Shuhua, Wu Jingdong, Duan Shuhai, *et al* Effect of soil and water conservation practice on soil erosion at Shixia watershed [ J ]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2001, 15 (2): 21~ 24 [符素华, 吴敬东, 段淑怀, 等. 北京密云石匣小流域水土保持措施对土壤侵蚀的影响研究 [ J ]. 水土保持学报, 2001, 15 (2): 21~ 24 ]
- [ 6 ] Xie Songhua, Zeng Jianling, Yang Jie Effects of different measures for soil and water conservation in slope land of red soil in south China [ J ]. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 2004, 4: 150~ 154 [谢颂华, 曾建玲, 杨洁. 南方红壤坡地不同水土保持措施消流减蚀效果研究 [ J ]. 江西农业大学学报 (自然科学版), 2004, 4: 150~ 154 ]
- [ 7 ] Wang X B, Cai D X, Hoogmoed W B, *et al* Developments in conservation tillage in rainfed regions of north China [ J ]. *Soil & Tillage Research*, 2007, 93: 239~ 250
- [ 8 ] Barton A P, Fullen M A, Mitchell D J, *et al* Effects of soil conservation measures on erosion rates and crop productivity on subtropical Ultisols in Yunnan Province, China [ J ]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2004, 104: 343~ 357.
- [ 9 ] Yang Y ansheng The factor of soil and water conservations of soil erosion on sloping cultivated land in the northeast mountain region of Yunnan province [ J ]. *Journal of mountain Research*, 1999, 17 (1): 23~ 25 [杨子生. 滇东北山区坡耕地土壤侵蚀的水土保持措施因子 [ J ]. 山地学报, 1999, 17 (1): 23~ 25 ]
- [ 10 ] Chen Guang, Li Shiquan, Li Jianwei, *et al* The primary benefit analysis of soil and water conservation measures in the dark soil region of northeast China [ J ]. *Technology of Soil and Water Conservation*, 2006, 5: 48~ 50 [陈光, 李世泉, 李建伟, 等. 东北黑土区水土保持措施减沙效益初步分析 [ J ]. 水土保持应用技术, 2006, 5: 48~ 50 ]
- [ 11 ] Zhang X ianming, Dong W enda, Li Derong, *et al* Benefits of soil and water conservation measurement on orchard slope land of red soil [ J ]. *Journal of Soil Water Conservation*, 2001, 2: 102~ 104 [张贤明, 董文达, 李德荣, 等. 江西红壤坡地果园水土保持措施效益之研究 [ J ]. 水土保持学报, 2001, 2: 102~ 104 ]
- [ 12 ] K im R M, Stocking M. Rationality of farmer perception of soil erosion: The effectiveness of soil conservation in semiarid Kenya [ J ]. *Global Environmental Change*, 1995, 5 (4): 281~ 295
- [ 13 ] Xu X L, Zhang K L, Kong Y P, *et al* Effectiveness of erosion control measures along the Qinghai-Tibet highway, Tibetan plateau, China [ J ]. *Transportation Research Part D*, 2006, 302~ 309
- [ 14 ] Nyssen J, Poesen J, Gebremichael D, *et al* Interdisciplinary on-site evaluation of stone bunds to control soil erosion on cropland in Northern Ethiopia [ J ]. *Soil and Tillage Research*, 2007, 94 (1): 151~ 163
- [ 15 ] Chen Guang, Fan Haifeng, Chen Jiesheng, *et al* Benefits of sediment reduction of soil conservation practices in the black region of Northeast China [ J ]. *Science of Soil and Water Conservation*, 2006, 4 (6): 13~ 17 [陈光, 范海峰, 陈浩生, 等. 东北黑土区水土保持措施减沙效益监测. 中国水土保持科学, 2006, 4 (6): 13~ 17 ]
- [ 16 ] Zhao Heli, Jiang Dingsheng, Fan Xinke Effects of different soil and water conservation measures to rainfall redistribution on slope [ J ]. *Research of Soil and Water conservation*, 1996, 3 (2): 75~ 82 [赵合理, 蒋定生, 范兴科. 不同水土保持措施对坡面降水再分配的影响 [ J ]. 水土保持研究, 1996, 2: 75~ 83 ]
- [ 17 ] Wang X iuying, Cao W enhong Study on infiltration of soil in action of soil and water conservation measures and surface runoff yield in one storm [ J ]. *Journal of Salinient Research*, 1999, 6: 81~ 85 [王秀英, 曹文洪. 水土保持措施下的土壤入渗研究及次暴雨地表产流计算方法 [ J ]. 泥沙研究, 1999, 6: 81~ 85 ]
- [ 18 ] Sun Suyan, Chen Y ining, Jiang Jianjun The effect of soil and water conservation on water cycle: a case study in the mountainous area of southern Ningxia [ J ]. *Resources Science*, 2006, 4: 185~ 189 [孙素艳, 陈一鸣, 姜健俊, 2006 水土保持措施对山区水循环的影响——以宁夏南部山区为例 [ J ]. 资源科学, 2006, 4: 185~ 189 ]
- [ 19 ] Zhang Manliang Protection and utilization of water resources of northwestern China affected by soil and water conservation measures [ J ]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2002, 16 (6): 136~ 139 [张满良. 略论水土保持措施对西北地区水资源保护利用的战略意义 [ J ]. 水土保持学报, 2002, 16 (6): 136~ 139 ]
- [ 20 ] Wei Y ichang, Kang Lingling, Wang Yunzhang, *et al* Effect of soil and water conservation measures on soil physical behaviors——Taking World Bank's Loan Project Area of Soil and Water Conservation on Loess Plateau as example [ J ]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2003, 17 (5): 115~ 117 [魏义长, 康玲玲, 王云璋, 等. 水土保持措施对土壤物理性状的影响——以黄土高原水土保持世界银行贷款项目区为例 [ J ]. 水土保持学报, 2003, 17 (5): 115~ 117 ]
- [ 21 ] Yin Dixin, Tang Huabin, Zhu Q ing, *et al* Nutrient balance and soil fertility change in different conservation measures on sloping field [ J ]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2002, 16 (1): 72~ 75 [尹迪信, 唐华彬, 朱青, 李裕荣, 等. 坡耕地不同水土保持措施下的养分平衡和土壤肥力变化 [ J ]. 水土保持学报, 2002, 16 (1): 72~ 75 ]
- [ 22 ] Kang Lingling, Wang Yunzhang, Liu Xue, *et al* Effect of soil and water conservation measures on soil chemical properties [ J ]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2003, 23 (1): 46~ 49 [康玲玲, 王云璋, 刘雪, 等. 水土保持措施对土壤化学特性的影响 [ J ]. 水土保持通报, 2003, 23 (1): 46~ 49 ]
- [ 23 ] Xia Cenling Study on rainfall erosivity in south of Anhui province [ J ]. *Journal of Hefei University of technology*, 1998, 21 (6): 36~ 39 [夏岑岭. 皖南地区降雨侵蚀力研究 [ J ]. 合肥工业大学学报 (自然科学版), 1998, 21 (6): 36~ 39 ]
- [ 24 ] Garcia-Ruiz J M, Lasanta T, Marti C, *et al* Changes in runoff and erosion as a consequence of land-use changes in the central Spanish

- Pyrenees [ J ]. *Physical Chemistry Earth*, 1995, 20: 301~307
- [ 25 ] Hill R D, Peart M R. Land use, runoff, erosion and their control: a review for southern China [ J ]. *Hydrological Processes*, 1999, 12: 2029~2042
- [ 26 ] Collins A L, Walling D E, Sichingabula H M, *et al*. Using  $^{137}\text{Cs}$  measurements to quantify soil erosion and redistribution rates for areas under different land use in the Upper Kafue River basin, southern Zambia [ J ]. *Geoderma*, 2001, 104: 299~323
- [ 27 ] Erskine W D, Mahmoudzadeh A, Myers D C. Land use effects on sediment yields and soil loss rates in small basins of Triassic sandstone near Sydney, NSW, Australia [ J ]. *Catena*, 2002, 49: 271~287
- [ 28 ] Pardini G, Gisbert M., Dunjó G. Runoff erosion and nutrient depletion in five Mediterranean soils of NE Spain under different land use [ J ]. *The Science of the Total Environment*, 2003, 309: 213~224
- [ 29 ] Wang Xiaoyan, Li Liqing, Yang Mingji, *et al*. Spatial distribution of soil erosion on different utilization soils in Yangou Watershed by using  $^{137}\text{Cs}$  tracer [ J ]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2003, 17(2): 74~76 [王晓燕, 李立青, 杨明义, 等. 小流域不同土地利用方式土壤侵蚀分异的 $^{137}\text{Cs}$ 示踪研究 [ J ]. 水土保持学报, 2003, 17(2): 74~76]
- [ 30 ] Zheng F L. Effect of vegetation changes on soil erosion on the Loess Plateau [ J ]. *Pedosphere*, 2006, 16(4): 420~427
- [ 31 ] Zhang B, Yang Y S, Zepp H. Effect of vegetation restoration on soil and water erosion and nutrient losses of a severely eroded clayey Pliothudult in southeastern China [ J ]. *Catena*, 2004, 57: 77~90
- [ 32 ] Descheemaeker K, Muys B, Nyssen J, *et al*. Litter production and organic matter accumulation in exclosures of the Tigray highlands, Ethiopia [ J ]. *Forest Ecology and Management*, 2006, 233: 21~35
- [ 33 ] Sun G, Zhou G Y, Zhang Z Q, *et al*. Potential water yield reduction due to forestation across China [ J ]. *Journal of Hydrology*, 2006, 328: 548~558

## The Primitive Study on the Adaptability of Soil and Water Conservation Measures on Barren Land in Hilly Area of Sichuan Basin

LIU Gangcai<sup>1</sup>, YOU Xiang<sup>2</sup>, Zhang Jianhui<sup>1</sup>, ZHOU Zhonghao<sup>1,3</sup>, DU Shuhan<sup>1,3</sup>

(1. Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Science & Water Resources Ministry, Chengdu 610041, China;

2. Bureau of Soil and Water Conservation of Sichuan Province, Chengdu 610065, China;

3. Key Laboratory of Mountain Hazards and Earth Surface Processes, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China)

**Abstract** The adaptability of soil and water conservation measure is the basic aspect that reflects the effectiveness of soil and water conservation practices. The results based on the field plot observation of soil and water loss under typical control alternatives, i.e., enclosure, enclosure + contour plantation of trees and grasses and terrace farming and contrast treatments i.e., un-enclosure and farming on barren land in hilly area of Nanbu, Sichuan basin for period of 1983~2001, showed that 1) The soil and water loss modulus of per unit rainfall factors ER (rainfall kinetic energy\*rainfall) is better to reveal the effect features of the studied impact factors on soil and water loss because the variation coefficient of soil and water loss modulus of per unit rainfall factors ER is smaller than that of per unit rainfall factor R (rainfall); 2) The soil and water control efficiency of enclosure treatment is the highest and stable among the enclosure, un-enclosure and farming treatments; 3) Among the three typical control measures of soil and water loss, enclosure is the best adaptable conservation measure in the studied area according to the analysis of soil and water control efficiency, potential possible inputs of capital and labors.

**Key words** soil and water loss; adaptability; purple soil; hilly area; barren land