

植物篱技术发展回顾和贵州省的研究进展

尹迪信¹, 唐华彬¹, 罗红军¹, 陆裕珍^{1,2}, 张德平³, 李崇建⁴

(1. 贵州省农科院现代农村发展研究中心, 贵阳 550006; 2. 龙里县农业局土肥站;

3. 平坝县马场农技站; 4. 平坝县十字农技站)

摘 要: 通过国际国内植物篱技术发展的回顾, 认为通过研究, 已初步形成了一种新型的、可供推广应用的坡耕地治理技术。植物篱技术的优点在于能有效的控制坡地的水土流失, 增加作物的产量, 增加经济收益, 促进畜牧业的发展, 在逐步形成梯地的过程中, 投资较省, 地力得到提高。但在该技术的推广应用上, 因受地域条件差异的影响和农民对经济效益的追求使成篱作物较难选择, 形成的植物篱容易破坏。我们采用农民参与选择成篱作物的方法, 实践证明在一定范围内, 农民能选择出风险小、经济效益较高, 适合当地条件的, 受群众欢迎的新型植物篱模式, 能促进植物篱技术发展, 明显地提高了植物篱技术推广的成功率。

关键词: 植物篱; 农民参与; 贵州; 水土流失

中图分类号: S157.433

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)01-0015-03

Review of Research on Hedgerows Technology and New Development in Guizhou Province

YIN Di-xin¹, TANG Hua-bin¹, LUO Hong-jun¹, LU Yu-zhen^{1,2}, ZHANG De-ping³, LI Chong-jian⁴

(1. Integrated Rural Development Center, Guizhou Academy of Agricultural Science, Guiyang 550006, China;

2. Agricultural Bureau of Longli County;

3. Agriculture Extension Office of Machang Township, Pingba County;

4. Agriculture Extension Office of Shizi Township, Pingba County)

Abstract: Through the review of the research on hedgerow cropping by international and domestic institutions, it is sure that a new protection technology on sloping farmland primarily formed for extension. Alley cropping technology can effectively control soil and water erosion, increase crop yield and economic income, improve development of animal husbandry, save fund and reduce fertility degradation under the terracing periods. But in extension stage it faces the problem of difficult selection of suitable hedgerow crops from various plans at different ecosystem, and farmers willing on increasing economic income. Another problem is that the formed hedgerows are easy to be destroyed. Farmers' participatory selection of hedgerow crops provided a new method for successfully expanding in special ecosystem. The lower-risk, higher income, suitable at local conditions, farmers accepted crops were selected as hedgerows. It can promote development of this technology and increase successful ratio on expanding.

Key words: hedgerows; farmers' participating; Guizhou Province; soil and water conservation

水土流失是贵州最大的生态问题, 目前贵州水土流失面积 7.67 万 km², 占全省国土总面积的 43.5%。

由于生态的恶化, 贵州每年流入长江和珠江的泥沙达 2.8 亿 t。严重的水土流失带走了表层沃土, 造成严重的滑坡、泥石流、塌方危害, 不但造成省内大小水库的泥沙淤积, 缩短水库的寿命, 减少水电输出, 而且作为长江上游的主要支流的贵州乌江, 土壤侵蚀能直接影响到长江三峡水库的寿命。

水土流失发生在喀斯特地区, 会造成严重的“石漠化”。贵州专家估计贵州出现“石漠化”面积达 2.3 万 km², 占全省国土面积的 13.3%。

水土流失是贫困的根源, 贵州 90% 以上贫困人口生活在水土流失严重的地区。如贵州麻山地区几百平方公里上石漠化面积已达 80%~90%。缺水、缺土、缺柴, 农民已经难以生存。

面临恶化的生态环境, 20 年来, 贵州省结合国家的“长治”, “珠治”工程, 开展坡改梯, 退耕还林, 封禁治理, 水保工程建设, 治理总面积达 1.56 万 km², 使生态环境有了显著的改善, 但人口增多, 资源缺乏, 水土流失控制和人为扩耕的矛盾仍然存在, 距根本治理的目标还十分遥远。

据中国科学院地理所中国自然资源管理数据库 1991 年统计, 在中国总国土面积中, 丘陵 130 万 km² 占 13.7%, 山地 401.5 万 km² 占 42.2%。全国山地和丘陵占地合计 55.9%。分省统计山地丘陵占地面积最多的是贵州(95.6%)、其次云南(92.2%)、四川(91.9%)、陕西(83.2%)、广西(72.9%)、浙江(68.2%)、福建(78.6%)、湖南(61.2%)、湖北(61.0%)、江西(68.2%)、广东(61.0%), 以贵州最多。

据中科院地理所自然资源数据库 1984~1995 年资料,

收稿日期: 2005-02-23

基金项目: 贵州省农科院与国际水管理研究所合作研究项目; 贵州省科技厅对外合作交流处资助

作者简介: 尹迪信(1946-), 男, 研究员, 长期从事坡地水土保持和植物营养研究。

在全国 1.35 亿 hm^2 耕地中, 全国坡度大于 6 的耕地占 28.4%, 坡度大于 25 的占 4.56%。分省统计大于 6 的坡耕地面积比例大的省区以贵州为首 (81.0%)、其次云南 (75.3%)、四川 (67.6%)、重庆 (79.5%)、湖南 (32.7%)、湖北 (36.8%)、江西 (26.8%)、浙江 (26.5%)。陡坡耕地 (大于 25°) 面积最大的也是贵州 (19.5%)、其次云南 (13.0%)、重庆 (16.1%)、四川 (9.7%) 等。

贵州省不仅山地丘陵比例最大, 坡耕地和陡坡耕地的比例在全国为最。也是贵州水土流失严重的环境原因。

贵州省农科院在国际合作项目研究中采用的植物篱技术进行坡耕地治理是坡地治理技术中的一种。所谓的植物篱技术指按一定间距或按等高线 (坡地上) 种植草灌或木本植物, 在其形成的带状间种植作物, 达到保护土地资源, 提高地力, 增加作物的产量或收益, 实现土地可持续利用的一种农业种植技术。这一技术来源于国际国内农民的长期生产实际, 尤其在坡耕地上适用。

1 植物篱技术的国际研究状况

早在 20 世纪 30 年代, 在非洲尼日利亚的东南部, 农民有在耕地上带状种植豆科灌木作为肥料, 控制杂草, 和作支撑材料用, 其间种植农作物。20 世纪初菲律宾的农民有在陡坡地上种植银合欢, 用于控制坡地的侵蚀和保护地力的习惯, 20 世纪 30 年代荷兰殖民者把这项技术引入印尼东部的帝汶岛加以推广 (Kang et al.)。

最早可以见到的植物篱种植研究报道的是 1965 年的赫曼智 (Hernandez) (Kang, B. T. 等, 1984), 他在菲律宾连续 4 年用银合欢与玉米间作。银合欢间距 1 m, 每 2 个月割一次。研究报道土壤的侵蚀减少了, 而玉米产量却增加了。

70 年代位于非洲的国际热带农业研究所 (IITA) 进行木本树木与作物间作的试验研究, 随后选择和评价了不同的成篱树种效益, 其对地力影响, 研究其如何适宜于小农户的技术, 以及在大的农场应用的可能性, 推荐了 10 种可供为篱的植物及其种植和管理技术。 (Fayemelihi, A. A., 1986)

80 年代 IITA 在尼日利亚设立了 80 个农民试验点, 同时在非洲中部和西部也设了不少农民试验地研究, 非洲的国际牧草中心 (ICRAF) 试验采用牧草为篱的研究, 使该技术同时可以提供饲料和农产品 (Kang, B. T. 等, 1989)。

80 年代在非洲内罗毕的国际农村研究中心 (ICRAF) 试验和推广这一技术到更多非洲国家, 如卢旺达, 肯尼亚和津巴布韦等。

国际土壤研究管理委员会 (BARAN) 在亚洲组织了协作研究, 1989 年成立了坡地可持续农业亚洲协作网, 中国、越南、老挝、印尼、菲律宾、马来西亚、泰国等国协作研究, 发现更多的植物篱组合如银合欢、香根草、千斤拔、皇竹草、灰毛豆等, 证明其控制水土流失的效果, 对作物的增产作用和提高地力等, 开展了农民试验地试验, 并在一定范围内得以推广 (A Disak Sujjapongse, 2002)。

2 植物篱技术的国内研究状况

在中国北方的农民很早就有种植黄荆、紫穗槐、桑等为篱的习惯。在贵州山区农民有在坡地上等高种植桑、松、杉、茶、果树如桃、李、杏、梨、樱桃等护坡的技术, 罗甸县农民用金荞麦保护坡耕地的历史, 可以有百年以上。

植物篱技术的研究在国内始于 80 年代末, 研究初步结论有: 中科院成都生物所与国际山地发展研究中心合作提出了“等高固氮植物篱”技术, 采用银合欢、山毛豆等在川南推广有

0.27 万 hm^2 (孙军、唐亚、陈志成, 1999)。贵州省农科院与国际土壤研究所和国际水管理研究所合作研究了“植物篱”技术的水土保持效果, 对土壤肥力的影响, 用香根草、紫穗槐、灰毛豆、桑树等为篱在贵州推广数百公顷 (尹迪信、唐华彬等, 2001)。湖北秭归水保试验站与南京土壤所、华中农大、中科院地理所、香港大学等合作提出三峡植物篱模式, 采用黄荆、新银合欢、茶、桑、香根草等为篱, 与结果林配合推广了 160 hm^2 。

陕西水保局在黄土高原推广与果树 (枣、苹果、梨、杏等) 配合的“等高灌木带”, 用沙柳、沙棘、紫穗槐、黄荆、柠条等, 等高种植, (王正秋, 1997)。推广上仅陕西靖边县推广种植 0.67 万 hm^2 。

四川省农科院在试验研究中提出“经济植物篱”概念, 强调成篱植物的经济效益, 提出采用桑、蓼草、黄花、果树、花椒、金银花和饲草为篱 (陈一兵、朱钟麟等, 2002), 以期解决因成篱植物经济效益低, 农民不愿意推广的问题。

3 植物篱技术的效益

国内国际的研究证明: 植物篱技术在坡地上采用一般有如下效益, (1) 增加地面覆盖, 控制水土流失; (2) 增加植物还土量, 提高土壤肥力; (3) 增加农作物产量和经济收益; (4) 逐步降低坡度, 有梯化形成梯地的效果, 节省梯地建设的投资; (5) 与牧草种植结合, 促进种草养殖发展, 有些成篱植物还提供作为燃料。

国内研究资料证明植物篱技术有如下优点:

(1) 坡改梯建设用工节省。由于植物篱技术投工主要用于种植成篱植物和成篱植物的管理上, 因此用工节省, 在陕西省统计仅相当于建造一般梯地的 13.7%。在湖北秭归植物篱建造的梯地投资为 2 290.5 元/ hm^2 , 仅为石埂梯地投资的 9.4%, 在四川西部统计投入为一般坡改梯 1/5~1/3, 贵州罗甸县计算其投入不及石埂梯化 1/10。

(2) 拦蓄径流。陕西延安水保所 1992 年测定等高灌木篱可减少径流 37.8%, 减少土壤损失 56.2%。贵州罗甸县水保试验地灰毛豆植物篱 9 年测试, 年均可减少径流 18.2%, 年均减少土壤侵蚀 78%。川西试验银合欢 3 年后径流减少 53%~74%, 土壤侵蚀量减少 97%~99%。四川资阳的水保重点试验站测定, 高坡 (20~25°) 可减少土壤侵蚀 54.3%~97.6%, 中坡 (15~20°) 可减少土壤侵蚀 88.7%~98.3%。

(3) 提供绿肥, 培肥地力。川西试验证明, 固氮绿篱作物每年可提供 5~15 t/hm^2 绿肥; 3 年后有机质增加 20%~31%, 含氮量增加 70%~127%; 贵州罗甸水保点 9 年后测定土壤结果证明, 采用植物篱技术土壤有机质、全 N 略有上升, 有效钾趋向积累, 土壤钾含量维持在中等和丰富水平; 陕西靖边县试验 3 年后土壤有机质由 9.0 g/kg 增到 9.6 g/kg , 全磷由 0.4 g/kg 增到 0.42 g/kg 。

(4) 增产。陕西靖边县作物增产为 14.9%~21.2%, 贵州罗甸 9 年玉米种植平均增产 8.26%; 川西的试验作物增产 30%~60%。

(5) 坡度变化。贵州罗甸试验 9 年平均每年下降坡度 1.1°; 每年以 17.1~20.0 cm 速度形成梯地。四川资阳测定, 坡度 4 年下降 5.14°; 平均每年下降 1.28°; 高坡 (20~25°)。

4 植物篱技术的局限, 推广的难点和对策

通过国际国内近 40 年的研究和讨论, 可以肯定的是, 植物篱在坡耕地上有极大的应用前景, 但目前的推广上仍有一定的困难。植物篱技术难关在于选择何种作物为篱。可供选择的成篱作物, 种类繁多特征各异, 经济效益差距大, 成篱植物需要根据土壤、气候、当地社会经济条件等因素来确定, 推

广部门、专家和行政领导常常拿不准,若作出不当的决策,容易失败。在种植成篱植物后,如果效果不好,农民不接受,常常把成篱植物挖掉,使项目失败。因此,由于技术不确定性和易于破坏性,政府和推广部门在选择成篱植物时较难,很难作出大面积推广的决定。目前在推广上还是试验性的、小面积的,多种模式的和因地制宜的,有成功也有失败。若不能选择出适宜当地环境的,受农民欢迎的组合,推广往往会失败。我们认为,在坡地“植物篱”技术应用上,采用“参与式”方法,让农民参与把选择成篱植物的权利,往往会收到事半功倍的效果,由专家领导和农民共同讨论,列出可供选择的各种成篱植物,由农民会议集体决定,往往比较容易找到理想的成篱组合,同时提高了农民参与实施和管理的积极性,极大地提高技术推广的成功率。

5 贵州省的新植物篱组合选择和经济效益分析

采用农民参与的方法,我们在 2002 年以来在贵州的 4 个县 6 个试点上应用,均获得成功,在 6 个试点上,农民选择不同的植物为篱,农民参与项目投入、实施和管理,并在试验点周围产生了很好的示范推广效果。

5.1 提出了多种新型植物篱模式

农民参与提出、试验和推广多种坡地植物篱模式:形成的新型植物篱模式有茶叶+ 杨梅(龙里县模式)、桃树+ 金荞麦(平坝县马场模式)、梨树+ 紫花苜蓿、桃+ 紫花苜蓿(平坝县十字模式)、梨树+ 皇竹草(凯里市模式)、梨树+ 黄花菜(六枝特区模式)的 6 种主要模式,其它试验模式还有,花椒+ 金荞麦,杏、柿+ 紫花苜蓿,杨梅+ 黄花,杨梅+ 皇竹草,板栗+ 皇竹草,杨梅+ 皇竹草等多种植物篱模式。

这些植物篱模式有如下特点:(1)这些模式都是在农民充分讨论的基础上,由农民确定的。(2)农民确定的植物篱,一般能符合当地自然条件,具有低风险,高效益,经济效益好的特点。(3)在投入上,农民一般敢投入,实施的 6 个点上,农民的投入(包括投资、投工和投肥)一般都在总投入的 2/3 以上。(4)项目实施 2 年后的调查表明,90% 以上试验农民对项目是满意的。(5)示范点的农民通过培训掌握了技术,能按技术要求组织实施,农民自行拟定了乡规民约,加强保护管理,项目结束后,农民能有效管理下去。

5.2 提出的植物篱模式有较高的经济效益

在调查农民 2000 年、2001 年 2 年坡耕地的投入,产出的基础上,结合推行的植物篱技术,经有关专家预测,4 种主要的新模式经济效益如下。

(1)桃+ 金荞麦植物篱经济效益(见表 1)。种植第一年投入和产出基本持平,第二年有少量纯收益,主要是靠金荞麦节省养殖投劳产生的,第三年果树开始产生效益,使收益大大增加,5~ 7 年后产生稳定的经济效益。

表 1 植物篱技术的经济效益分析(桃+ 金荞麦)元/ hm²

年份	投入	果树收入	金荞麦收入	节省打猪草 劳力收益	种植作 物收入	总收入
第 1 年	6570	0	375	1500	1500	3375
第 2 年	2745	0	375	1500	1500	3375
第 3~ 4 年	4500	6750	225	1200	750	8925
第 5~ 7 年	4500	18750~ 22500	150	750	0	19650~ 23400

* 注:投入包括果树管理投入+ 种植大小季作物投入,金荞麦收益按 0.1 元/kg 计算,种植作物(烟、花生、辣椒)按常规产值计算。

金荞麦是一种易栽易活,繁殖力强,并且对猪、牛、马的适口性好的饲料植物。2002 年 5 月在平坝县马场镇四村种植,受到群众的好评。金荞麦的收入和节省劳动力的调查见

表 2;采用坡地等高条带双行种植金荞麦,间距 25 cm × 50 cm 每年收割 6~ 7 次,每公顷可收 3 000~ 7 500 kg 青饲料。按 0.1 元/kg,产值为 375~ 750 元/hm²。能节省劳力,据马场 4 村 5 个农户调查,农户养 3~ 6 头猪,过去每天每户打猪草时间 2~ 4 h,种植金荞麦后,缩短为 20~ 30 min。每头猪每天可节省 0.6 h 打草用工,若按 5 个月的金荞麦生长季节,每公顷植物篱养 15 头猪计,按 10 元/(工·d)计,估算坡地带状种植金荞麦每年可节省劳力用工为 0.6 × 30 × 5 × 10/8 × 15= 1 687.5。大约在 1 500 元/hm²。

表 2 平坝县马场 4 村种植金荞麦植物带后节省割草时间的调查(马场农技站,张德平,2004 年 1 月)

姓名	养猪头数 (50 kg 以上)	打猪菜的时间 /(h·d ⁻¹)	取金荞麦的时间 /(h·d ⁻¹)	取金荞麦节约的 时间/(h·d ⁻¹)
蒲廷义	6	6	0.5	5.5
王政友	5	3	0.33	2.66
张毕祥	3	2	0.33	1.66
张小安	5	3	0.5	2.5
蒲廷仁	4	2	0.33	1.66
合 计	23	16	2	14

(2)梨+ 紫花苜蓿、桃+ 紫花苜蓿的经济效益分析
表 3 桃树+ 紫花苜蓿植物篱带经济效益预测 元/hm²

年份	投入	果树收益	紫花苜蓿收入	节省割草用工	总收益
第 1 年	9079.5	0	1725	750	3225
第 2 年	2745	0	3450	1500	4950
第 3~ 4 年	4500	6750	1725	1500	9975
第 5 年以后	4500	18750~ 22500	0	0	18750~ 22500

注:果树的经济效益(按 825 株/hm²果树计)包括,投入有机肥、化肥、农药、施肥和果树管理用工时折价。产出金荞麦的价格按照 0.1 元/kg 计,按每公顷可节省 1 500 元用工。

表 4 梨树+ 紫花苜蓿植物篱带经济效益预测 元/hm²

年份	投入	果树收益	紫花苜蓿收入	节省割草用工	总收益
第 1 年	9079.5	0	1725	750	2475
第 2 年	2625	0	3450	1500	4950
第 3~ 4 年	2625	4500~ 6750	1725	750	6975~ 9225
第 5 年以后	4500	11250~ 16875	0	0	11250~ 16875

注释同上。

该植物篱技术的经济效益分析见表 3、表 4,第 1 年投入为主,除牧草的可计收益外,基本上没有其他效益。第 2 年开始,牧草产出和牧草节劳上可以获益,第 3~ 4 年的经济收益可以达到 6 975~ 9 225 元/hm²,第 5 年以后的经济收益在 11 000 元/hm²以上。据调查,这些坡耕地 2000~ 2001 年项目的玉米~ 油菜轮作中的 17 个农户的平均收入仅 3 000~ 4 500 元/hm²,纯收入仅为 225~ 900 元/hm²,因此,采用植物篱技术,5 年以后的纯收益可以是原来的 10 倍或更多,预期的经济效益十分显著。

(3)杨梅+ 茶叶的经济效益分析

表 5 植物篱“杨梅+ 茶叶”的经济效益估算 元/hm²

年份项目	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年
杨梅+ 茶叶投入	5010				
杨梅投入		4635	6015	7425	6525
杨梅产出		0	0	21000	30000
茶叶投入		2685	2955	3180	3180
茶叶产出		3375	7500	13125	13125
合计投入	5010	7320	8970	10605	9705
合计产出	0	3375	7500	34125	43125
纯利润		- 3945	- 1470	23520	33420

(下转第 23 页)

表 1 地表扰动状况分类表

流失危害		有害扰动				无危害扰动		
扰动特征		堆渣		开挖面		平台		
侵蚀对象形态	土质低堆渣	石质低堆渣	土质高堆渣	石质高堆渣	土质开挖面	石质开挖面	施工场地、生活用地等	建筑物、填土注地的堆渣、受保护的开挖面等
特征描述	花岗岩风化物(高度 <4 m)	沙砾岩页岩类(高度 <4 m)	花岗岩风化物(高度 >4 m)	沙砾岩页岩类(高度 >4 m)	花岗岩风化物	页岩类	地势平坦、零星堆渣、建筑材料	无流失、流失物进入封闭的区域(征地范围)
代号	低土堆	低石堆	高土堆	高石堆	土质面	石质面	平台	无危害

3 2 土壤侵蚀模数监测方法适用性探讨

参考文献:

[1] 中华人民共和国水利部 水土保持监测技术规程(SL 277- 2002)[S] 北京: 中国水利水电出版社, 2002 29- 36
[2] 广东省水利水电科学研究院, 广东省水土保持监测总站, 清远市水电勘测设计院 东水供水改造工程水土保持监测报告[R] 2003 1- 20

(上接第 17 页)

采用杨梅+ 茶叶模式的总经济效益分析见表 5, 第 1 年投入为 5 010 元/hm², 没有利润, 第 2 年茶树有了少量收入, 但利润为负值, 第 3 年茶叶收入增加, 但纯利润为负值, 第 4 年开始, 杨梅开始收获, 每公顷纯利润达到 23 520 元。第 5 年开始为 2 000 元以上。过去常年种玉米+ 油菜的公顷收入, 依据 27 个农户的 2000~ 2001 年两年的经济收入调查, 平均为 2 040~ 2 625 元/hm²。项目实施 5 年以后, “杨梅+ 茶叶”经济收入是“玉米+ 油菜”的 10 倍以上。随着时间的推移, 杨梅和茶叶进入盛产期, “杨梅+ 茶叶”的利润可以在“玉米+ 油菜”的 20 倍以上。

根据以上的经济效益和农户调查分析, 一般成篱第一年, 由于挖坑、施肥、浇水和果苗投入大, 支出最多, 收入很少, 主要收入来源于牧草或绿篱间作物。由于植物绿篱占据一定土地面积, 农作物收入第 1 年略有下降。第 2 年、第 3 年投入减少, 收益主要来源于牧草产出, 和割草的节省农时上。第 4 年以后果树投产后, 收益将成倍、成 10 倍的高于传统种植, 因此受到农民普遍欢迎, 认为是一种既能保护土地资源, 又能增加

参考文献:

[1] Fayemelihi, A. A. Effect of alley cropping with woody legume (*Leucaena leucocephala*) and nitrogen application on intercropped maize (*Zea mays*) [R]. Training Report Ibadan, Nigeria: IITA, 1986
[2] Kang, B. T., A. C. B. M. van der Kruijs, D. C. Couper. Alley cropping for food crop production in humid and subhumid tropics [A]. In: B. T. Kang, L. Reynolds (eds). Alley Farming in the Humid and Sub-humid Tropics [M]. Ottawa, Canada: DRC, 1989 16- 26
[3] Kang, B. T., G. F. W. Wilson, T. L. Lawson. Alley Cropping: A stable alternative to shifting cultivation [M]. Ibadan, Nigeria: IITA, 1984 22
[4] Kang, B. T., G. F. W. Wilson, L. Sipkens. Alley cropping maize (*Zea mays*) and leucaena (*Leucaena leucocephala* L. am.) in southern Nigeria [J]. Plant and Soil, 1981, 63: 165- 179
[5] Lal, R. Role of mulching techniques in tropical soil and water management [M]. Tech. Bull. IITA, Ibadan, Nigeria, 1974
[6] Adisak Sujjapongse, M. Management of Sloping land for sustainable Agriculture [M]. BSRAM publication, 2002 151- 186
[7] 王正秋. 黄土高原沟壑区综合治理开发技术与研究 [M]. 西安: 陕西师范大学出版社, 1997
[8] 孙辉, 唐亚, 陈克明, 等. 固氮植物篱防治土壤侵蚀效果的研究 [J]. 水土保持通报, 1999, 19(6): 1- 5
[9] 孙辉, 唐亚, 陈克明. 固氮植物篱改善退化坡耕地土壤养分状况的效果 [J]. 应用与环境生物学报, 1999, 5(5): 473- 477
[10] 陈一兵, 林超文, 朱钟麟, 等. 经济植物篱种植模式及其生态经济效益研究 [A]. 中国西南地区平衡施肥研究与进展 [M]. 成都: 四川大学出版社, 2002 3- 9
[11] 尹迪信, 唐华彬, 朱青, 等. 植物篱逐步梯化试验研究 [J]. 水土保持学报, 2001, 15 (2): 84- 87
[12] 尹迪信, 唐华彬, 朱青, 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

在本工程的水土保持监测中, 尤其是对土壤侵蚀模数的监测, 我们采用了 4 种监测方法进行了监测, 取得了较好的监测效果。监测表明: 简易径流小区法比较适合开发平台的侵蚀模数监测(因地面坡度较小, 难以用其它监测方法进行监测); 侵蚀沟量测法比较适合侵蚀历时相对较长且已在坡面形成了明显可见的侵蚀沟(而且这种侵蚀沟是可以通过简单的测量工具, 比如皮尺、卷尺等进行实地量测的)的土质低堆渣、土质高堆渣以及土质开挖面; 标桩法比较适合侵蚀历时相对较短, 且尚未在坡面形成明显侵蚀沟的土质低堆渣、土质高堆渣以及土质开挖面; 人工模拟降雨法可以作为其它三种监测方法的补充, 比较适合具有较多砾石覆盖的坡面侵蚀模数的监测。