

黄土高原燕沟流域生态环境建设模式及效益研究

刘普灵^{1,2}, 郑世清^{1,2}, 琚彤军^{1,2}, 王栓全^{1,2}, 徐 勇³

(1. 中国科学院水利部水土保持研究所; 2. 西北农林科技大学, 陕西 杨陵 712100;

3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘 要: 简要介绍了燕沟流域自 1998 年以来生态系统恢复的进程, 其中包括生态农业建设模式、植被恢复重建措施等, 并对生态建设过程中社会经济以及生态环境效益进行了分析。结果表明了燕沟流域在综合治理措施配置、生态农业建设模式选择的合理性, 同时也为黄土高原的生态农业建设提供了科学依据和示范样板。

关键词: 燕沟流域; 生态农业; 建设模式; 效益

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)05-0088-04

Ecological and Environmental Construction in the Yan'gou Watershed of the Loess Plateau: Models and Benefits

L U Pu-ling^{1,2}, ZHENG Shi-qing^{1,2}, JU Tong-jun^{1,2}, WANG Shuan-quan^{1,2}, XU Yong³

(1. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on Loess Plateau,

Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences;

2 Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China;

3 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: The processes of eco-system recovery are discussed in the Yan'gou watershed since 1998, including the construction models and measures for vegetation rehabilitation. The socio-economic and ecological and environmental benefits achieved during the period of reconstruction are analysed. The results indicate that the arrangement of comprehensive controlling measures and the selection of eco-agriculture construction models in the Yan'gou watershed are appropriate. The watershed provides scientific evidence and a demonstrative example of the construction of eco-agriculture in the Loess Plateau.

Key words: Yan'gou watershed; eco-agriculture; models; benefits

黄土高原是我国经济建设布局由东部经济发达地区向中西部欠发达地区实行战略转移的过渡地带, 具有承东启西作用, 也是我国东部地区的重要生态屏障。该区的治理与建设及其经济发展在实施西部大开发战略中具有十分重要的战略地位。但黄土高原又是一个独特的地理单元, 生态环境脆弱, 是中国人地关系矛盾极为尖锐的地区之一, 而以延安为中心的黄土高原中部典型黄土丘陵沟壑区, 又是该区生态环境恶劣、水土流失最为严重、农村居民生活最为贫困的区域。虽然几十年来水土流失治理取得显著成效, 但从全局来看, 这一地区水土流失仍十分严重, 生态环境的整治仍面临十分严峻的形势和压力。

1998 年, “黄土高原中部丘陵区中尺度生态农业建设综合研究”专题开始实施, 根据对延安市宝塔区、安塞县 7 个乡镇, 1 162 km² 区域资源、生态环境及农业生产存在的主要问题的调查、研究基础上, 在宝塔区柳林镇 46.88 km² 燕沟流域开展了生态农业建设示范研究。项目紧密与地方政府、延河流域综合治理世行贷款项目以及农民紧密结合, 对现有成果进行实用技术组装、集成, 在强化资金和科技投入的情况

下, 走出了一条高标准、高速度、规模化建设生态农业之路。

1 燕沟流域概况及治理前水土流失状况

1.1 流域概况

燕沟流域位于 N 36°28'00" ~ 36°32'00", E 109°20'00" ~ 109°35'00", 沟口距延安市 3 km, 属黄土高原丘陵沟壑区第 II 副区, 主沟长 8.6 km, 流域面积 46.88 km²。流域内地形复杂, 沟壑纵横, 土地利用类型多样。流域大致呈东南—西北走向, 海拔 986 ~ 1 425 m, 最大高差 439 m。流域处于暖温带半湿润气候向半干旱气候过渡带。年平均气温 9.8℃, 多年平均降水量为 558.4 mm, 其中, 6 ~ 9 月份降水量占全年降水量的 70% 以上, 且多以暴雨形式出现, 年际变化大。流域内成土母质为黄土, 山地和沟坡地主要为新黄土和次生黄土所覆盖, 土壤以黄绵土为主, 占 90% 以上。土壤有机质含量低下。

流域内地带性原始植被破坏殆尽, 虽与延安南部天然次生林区接壤, 由于滥垦滥伐, 次生林边界近几十年来急剧后退, 目前零星残存天然次生林覆盖率不足 10%, 有人工林 666.9 hm², 占流域面积的 14.93%, ; 经济林面积 174.1 hm²,

收稿日期: 2005-06-26

基金项目: 中国科学院西部行动计划项目(KZX1-6); 国家十五科技攻关课题(2004BA508B14)

作者简介: 刘普灵(1954-), 男, 大学本科, 研究员, 研究方向为核技术应用与土壤侵蚀。

占总面积的37.2%。植被覆盖率为27.21%,植被保存率低和复垦的问题仍非常突出,严重影响农业经济的全面发展。

1997年,燕沟流域辖14个行政村,693户,2932人,人口密度为64人/km²。耕地面积1831.3hm²,人均基本农田仅0.06hm²,粮食生产以坡耕地为主,平均产量为109.5kg/hm²。农村居民人均收入763元。

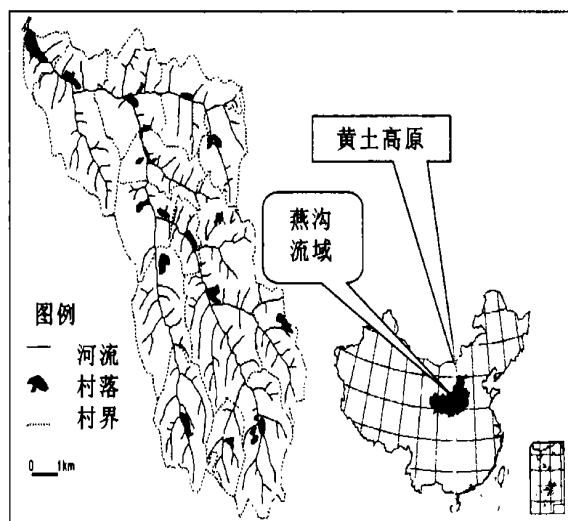


图1 燕沟流域乡村行政区界与水系分布图

1.2 治理前的水土流失状况

1997年燕沟流域水土流失面积为42.55km²,占总面积90.72%。且坡陡沟深,地面割裂严重,沟壑密度4.8km/km²,主沟纵比降为2.41%。地表有林地面积为1518.7hm²,占32.38%;大沟和小沟合计534.47hm²,占11.4%;荒坡地和坡耕地2636.83hm²,占56.22%,其坡度构成情况是5°占流域面积的5.52%,5~15°占17.97%,15~25°占27.80%,大于25°占49.34%,本区<5°的地面仅占5.25%,而>15°的地面占94.75%,陡坡地构成本区的主体,缓坡地所占比例较小^[2]。流域侵蚀模数达6000~9000t/(km²·a),属于强度水土流失类型区。水土流失治理面积894.6hm²,水土流失治理度仅23.9%。

2 流域生态环境建设的科学布局及业绩

2.1 生态环境建设综合措施及优化布局

坚持“通过修梯田补足基本农田,在实现粮食自给的基础上,退耕全部坡耕地;通过强化退耕坡地和荒坡草地林草植被建设,提高林草植被覆盖率,使水土流失得到有效控制;依靠林草资源,发展商品性畜牧业和经济林果业,提高人均收入,实现脱贫致富。”的指导思想,燕沟流域从1998年开始采取了如下的一系列生态环境建设措施。

(1)依据流域水土流失特点,克服重工程轻林草,治理模式单一,措施分散综而不合的问题,对水土保持立体防护体系进行全面规划。由于试验周期和投入强度限制,沟道治理难以全面实施,着力进行典型沟道防治样板规划,展示水土流失立体防护体系的科学布局和效益的样板。突出以植被建设为重点,基本农田建设为保证,针对薄弱环节,提出决战林灌草为攻坚任务。根据植被建设立地条件和流域生态建设的问题,进行植被建设模式、布局的科学规划。为保证植被建设规划的顺利实施,依据地貌类型,提出首先快速修建梯田、整治沟道川台地和完成基本农田科学布局规划。

(2)为配合快速建设和大规模退耕还林草的需要,也为了从根本上改变人类活动与滥牧导致林灌草保存率低下弊端以及治理投入强度的限制,治理之初即提出为了提高植被建设实效,应集中人力财力,重点进行退耕地植被建设;荒沟、荒坡则以封禁促进自然植被自育、更新、演替为主^[3],这样既可加快植被建设速度,又可克服人工植被业已表现出的结构不合理,水土保持效益低下,无更新能力,难以形成优势群落结构等诸多弊端。

(3)在流域进行综合治理的同时,为研究探索不同生态农业建设模式的培育途径,根据示范区自然资源和社会经济状况,在对生态农业建设典型调查的基础上,因地制宜地提出高效农副型、农果复合型和林(草)牧型三种不同的生态农业建设模式,培育不同模式的生态农业建设与农村经济综合发展示范样板。

2.2 综合整治业绩

依据治理规划,集中进行了以基本农田建设、退耕还林(果)还草以及封山育林为中心的综合治理示范。通过与工程治理项目部门、地方政府密切协作,高效率地完成了治理任务。治理度达到了73.3%。完成了全部主沟道川台地的坡地改梯田高效利用示范工程,共兴修梯田485.6hm²,实现了人均0.165hm²的目标。在流域植被建设中,加强了林灌草混交模式的建设;依据立地条件,合理布设林草建设,推广应用抗旱造林技术,有效的提高了成活率,造林种草面积1454.1hm²,林草面积达54.9%,总治理面积增长1800hm²,占流域面积水土流失面积的49.4%,使流域土地利用结构趋于合理(图1)^[4]。完成流域内一处骨干坝工程和两处维修坝工程,周边群众已开始受益。全面完成100km山坡生产型防蚀道路的勘探规划设计,完成修建生产型植物路示范工程40余km,提供了流域不同地貌单元山坡道路综合防护措施优化配置的技术规程。修筑了基于道路防蚀措施和雨水高效利用相结合的集水窑窖9处,并初步提出了黄土丘陵区硬地面雨水利用技术体系。完成河道潜流截渗、引水上山和节水滴灌工程4处,充分开发小水资源潜力,使群众得到实惠,取得了很好的示范推广效果,以实际的水土保持和生态经济效益,调动了群众对生态农业建设的积极性。

3 生态农业建设模式的培育和示范^[5]

3.1 高效农副型生态农业建设模式

这种模式主要针对距离城镇较近的村庄,利用川道、城郊的区位优势,以优化调整产业结构,利用有限土地资源,发展高效经济作物,培育集约经营,增加土地产值,提高农民经济收入为目标,加快生态农业建设步伐。

本研究选择赵庄为高效农副型模式的试验示范村。该村位于燕沟沟口,距延安很近,村民素有多种经营的传统习惯,针对该村的实际情况,进行产业结构调整,在坡地上新修高标准梯田267hm²,修建日光温室大棚15座,结合原有沟道坝地,以瓜果、蔬菜等经济作物为主,粮食生产为辅。大力培育致富产业,推广河道潜流截渗,大棚滴灌节水和农田稳产高产等先进技术。使赵庄村经济作物种植比例提高了32.5%,人均耕地面积由原来的0.43hm²减少到0.12hm²,但人均产粮由400kg增加到525.8kg,增加31.3%;人均纯收入由1997年的900.2元增加到2003年的2756.1元,是原来的3.06倍。收入结构中粮食作物比重下降,果菜比重大幅上升,被宝塔区授予小康村称号,已初步构建了以反季节蔬菜和时令瓜果为主的高效农副型模式结构。

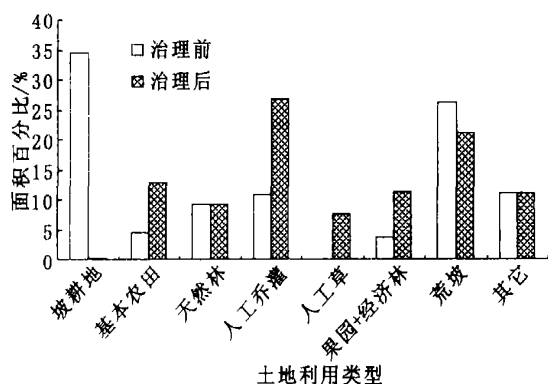


图2 燕沟流域治理前后土地利用状况对比

3.2 农果复合型生态农业建设模式

主要针对山地耕地面积较大, 果业生产有一定基础的村庄。根据目前新修梯田和果园面积上规模的趋势, 宜以梯田粮食稳产高产为突破口, 改革种植制度, 推广成熟栽培技术, 抓好土壤培肥, 提高水分利用率, 提高粮食单产, 在短时期内粮食达到自给; 同时提高果园科学管理水平, 优化农果投入比例, 使果树优质高产, 增加农民经济收入, 逐步步入以农促果, 以果养农的复合农业系统的良性循环, 加速山坡地退耕还林(草)进程。

农果复合型生态农业建设示范基地选择在流域中游的吴枣园和鸡蛋卵村。吴枣园村山地面积较大, 群众生活主要依靠农业收入。鸡蛋卵村的果业生产有一定基础, 两村连片种地且群众的积极性都比较高。通过建设基本农田、改革种植制度、狠抓基本农田稳产高产试验示范, 强化果园管理技术以及建立优质高产山地果园等措施的实施, 现已完全改变了传统的广种薄收的生产方式, 果园面积大幅度增加, 农、林、草、牧用地比例也得到调整。现已新修梯田 16.6 hm^2 , 使人均基本农田由过去的 0.07 hm^2 提高到 0.19 hm^2 , 退耕还林(草) 48.7 hm^2 , 占原农耕地的 57%。人均产粮由 1997 年的 412 kg 提高到现在的 723.5 kg ; 人均纯收入达到 1532 元, 是原来的 2.08 倍。与吴枣园村相邻的鸡蛋卵村由于土地面积较小, 从 20 世纪 90 年代中期重点发展果园生产, 人均果园面积达到 0.167 hm^2 , 但由于管理差, 效益低, 群众生活非常贫困, 1997 年人均收入仅 640 元。通过举办培训班, 现场指导等措施推广两高一优管理以及病虫害防治技术, 狠抓了果园园艺化管理, 现在该村已发展成为周围有名的果树专业村, 2003 年人均收入达到 2350 元, 是 1997 年的 3.67 倍多, 其中果品收入占一半以上。已初步形成以吴枣园、鸡蛋卵为中心, 以周边村庄为辐射点的农果复合型生态农业建设模式。

3.3 林(草)牧型生态农业建设模式

主要针对距城镇远、比较偏远、处在沟掌位置, 自然条件差但人均土地面积大的村庄。探索在目前林牧矛盾突出情况下畜牧业发展的途径。重点围绕粮食自给有余, 建设人工草地和水源涵养林; 有计划、分步骤改革、畜群结构和放牧方式, 提高畜牧业经营水平和产值, 增加农民收入等问题开展工作, 最终步入林木协调发展的道路。

选择处于沟掌的杨家畔村作为该模式的试验示范村, 考虑到现阶段林木矛盾突出, 林(草)牧型建设模式应分阶段进行, 该模式的培育必须以基本农田的稳产高产为前提, 只有实现粮食自给有余, 才能保证下一步的稳定退耕, 逐步建设、改良高质量人工草场, 探索新的饲养放牧方式。因而在杨家畔村机修高标准梯田 40 hm^2 , 人均达到 0.14 hm^2 ; 进行基本农田粮食作物

高产栽培技术示范; 退耕还林(草) 36.67 hm^2 ; 改变传统放牧为舍饲养殖; 进行大型牲畜品种改良试验, 充分利用作物秸秆和牧草发展畜牧业, 同时加强天然林的封禁自育和保护工作。该村坡耕地全部实现了退耕还林还草, 新造经济林 13.3 hm^2 , 人工种草 88.3 hm^2 , 为畜牧业的进一步发展奠定了基础。

4 燕沟流域生态环境建设效益分析

总体来看, 燕沟流域的生态环境和经济发展都已开始步入良性循环的轨道。应用单项和层次效益评价法^[6]对治理效果进行评价的结果表明: 燕沟流域水土流失治理效益非常显著(表 1), 经济效益也有可观的提高, 综合效益达到了良好的层级。

表 1 燕沟流域治理效益指标表

年份	流域治理度/%	生态效益		社会经济效益		
		植被覆盖度/%	侵蚀模数/ $(\text{t} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1})$	人均收入/元	人均基本农田/ hm^2	平均公顷产/kg
1997	23.9	27.21	6000	763	0.06	1095
2003	73.3	70	79	1968	0.31	3694.5

4.1 生态环境效益

生态环境效益是燕沟生态环境建设首先追求的目标, 1999 年冬, 燕沟全面封禁, 有效地提高了人工林草的保存率和荒山荒坡的自然植被的恢复与演替。目前燕沟定型的土地利用结构中林草用地比例完全符合“山川秀美”所要求的景观外貌, 森林覆盖率 44.14% , 加上封禁面积, 林草植被覆盖率达 75.0% , 若再加上果园面积, 植被覆盖率达 82.13% 。即使扣除道路、居民点、河流及特殊用地等面积, 燕沟的植被覆盖率也将稳定超过 70% 。全流域的坡耕地基本都已退耕, 原来遍地黄色的荒山秃岭呈现出生机盎然的绿色景象。

燕沟流域采取淤地骨干坝、梯田、果园、森林和灌丛草地等工程和生物措施大幅度地减少地表土壤侵蚀量, 随着治理面积的大幅度提高, 产生了巨大的保土蓄水效益。根据燕沟沟口把口站定点监测, 实测减沙效益平均达到了 83% (见图 3), 有效地改善了流域的生态环境, 促进了生产力的发展。

我们知道, 减沙效益的大小主要取决于下垫面和降雨两大因素, 由图 3 可知, 尽管治理期间年降雨量偏小, 但相比较治理前的 1997 年雨量已有所回升, 而流域输沙模数一直呈锐减趋势, 含沙量也呈稳定下降趋势。这表明, 流域的减沙并不是降雨少的缘故, 而是人为治理起到了控制水土流失作用的结果^[7]。

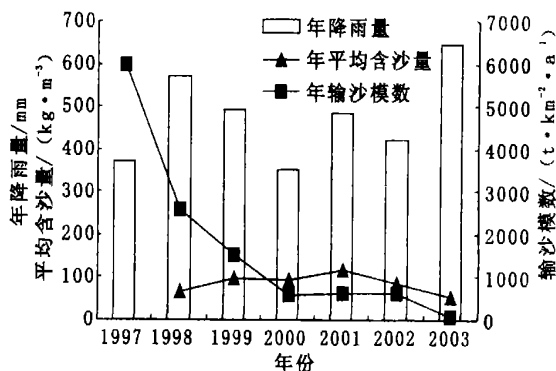


图3 流域降雨、输沙模数及平均含沙量年际变化图

4.2 经济效益

1998 年以后, 通过新修梯田, 提高农作物单产, 加强果园管理及技术培训, 扩大人工草地面积以及农村产业结构调

整等措施, 燕沟流域农民的人均收入得到了稳步、快速的提高(图4)。在1997~2003年6年中, 农民人均收入从763元增加到了1968元, 提高了157.93%, 年平均增长率高达17.1%。收入主要来源于种植业、林果业和畜牧业。此外, 粮食生产方面基本改变了过去随降雨量变化的不稳定状况, 6年期间, 流域川台坝地粮食单产提高了27.9%, 梯田粮食单产提高12.8%, 粮食总产量稳定在1600t以上, 人均粮食占有量达到511kg/人。

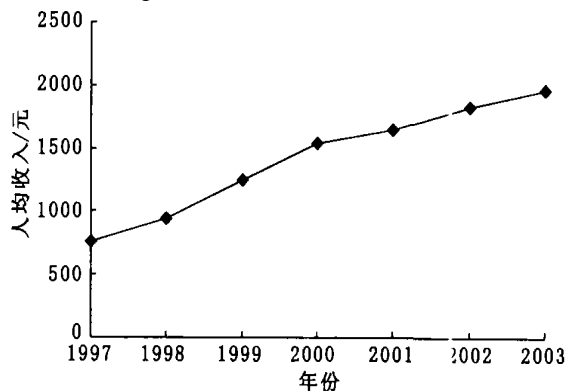


图4 燕沟流域1997年以来的人均收入变化

参考文献:

- [1] 田均良, 梁一民, 刘普灵. 黄土高原丘陵区中尺度生态农业建设探索[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2003: 1-5.
- [2] 焦峰, 杨勤科, 雷惠珠. 燕儿沟流域土地利用现状及合理利用途径[J]. 水土保持通报, 1998, 18(7): 65-67.
- [3] 薛智德, 杨光, 梁一民. 燕沟人工植被营造模式与快速建设研究[J]. 水土保持研究, 1997, 7(2): 128-132.
- [4] 琚彤军, 刘普灵. 燕沟流域水土保持措施优化配置示范研究[J]. 水土保持学报, 2001, 15(5): 55-57.
- [5] 刘普灵, 王拴全, 田均良. 黄土高原中部丘陵区生态农业建设模式研究[J]. 水土保持研究, 1997, 7(2): 34-38.
- [6] 王继军, 等. 中尺度生态建设效益评价指标体系研究[J]. 水土保持研究, 2003, 7(3): 243-247.
- [7] 吴发启, 刘秉正, 赵晓光等. 淳化县泥河沟流域减沙效益及相关问题分析[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2(3): 35-41.

(上接第48页)

参考文献:

- [1] 吴铭志. 地质环境与土石流[J]. 成功大学校刊, 2001, 196: 14-15.
- [2] 陈荣俊, 翁志成, 章裕宾. 华山土石流整治与农村建设成果[J]. 农政与农情, 2004, 150: 33-38.
- [3] 杨昆霖, 杨文灿. 游客对乡镇举办产业文化活动之成效认知分析-以2000年台南白河莲花节为例[A]. 第五届(2001年)“国土规划论坛”学术研讨会[C]. 2001.
- [4] 刘健哲. 农村规划与农民参与[J]. 农业金融论丛, 2000, 43: 147-146.
- [5] 刘锦添. 环境风险降低的价值评估-台湾的实证研究[J]. “中央研究院”经济研究所, 1992, 20: 679-695.
- [6] 萧景楷, 李俊鸿. 洪灾风险降低之健康效益分析[A]. 台湾农业与资源经济学会2004年年会暨第三届学术研讨会[C]. 台中, 2004.
- [7] 谢正伦. “9·21”震后灾区土石流二次灾害防治之研究[J]. 成功大学校刊, 2001, 196: 25-42.
- [8] 钟森宇. 以社区营造方式办理农村社区建设之研究-以云林县古坑乡华山社区为例[D]. 云林科技大学营建工程系, 2003.
- [9] Hanemann, W M, J Loomis, B Kanninen. Statistical efficiency of double-bounded dichotomous choice contingent valuation[J]. American Journal of Agricultural Economics, 1991, 73(4): 1255-1263.
- [10] Johannesson, M, B Jonsson, L Borgquist. Willingness to Pay for Antihypertensive Therapy- Results of a Swedish Pilot Study[J]. Journal of Health Economics, 1991, 10: 461-73.
- [11] Kahn, M E. Education's Role in Explaining Diabetic Health Investment Differential[J]. Economics of Education Review, 1998, 17(3): 257-266.
- [12] Kahn, M E. Diabetic Risk Taking: The Role of Information, Education and Medication[J]. Journal of Risk and Uncertainty, 1999, 18(2): 147-164.
- [13] Lawless, Jerald F. Statistical Models and Methods, for Lifetime Data 2nd[M]. NY: Wiley, 2003.