

太行山石灰岩山地水土保持型生态农业试验研究

陈建卓

(河北省水利厅 水保总站, 河北 石家庄 050011)

摘要: 在对白庄小流域自然资源和社会经济现状进行调查的基础上, 利用 Visual Basic 6.0 语言编制和建立了小流域综合治理决策支持系统, 并制定了白庄小流域的治理规划。根据治理开发规划, 在太行山石灰岩山区建立了“顶梁截蓄、沟坡拦蓄、坡脚存蓄、蓄满疏排”, “三蓄一排”的完整的工程防护体系; 围绕建立水土保持型生态农业这一目标, 开展了优化种植、果林生态、品种嫁接等方面的试验研究工作。通过对白庄村畜牧业现状及内部生态系统循环机制的综合分析和评价, 找到了畜牧业发展的症结。决定流域内发展牲畜数量的 2 个因素: 一是市场需要; 二是流域内部植物的饲料转化量。针对太行山石灰岩山区生态农业建设的现状, 提出了小流域在不同发展时期畜牧养殖业“以饲料量定牲畜, 以市场定发展”的建设模式。

关键词: 太行山; 石灰岩山地; 水土保持; 生态农业

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2005) 01-0082-06

中图分类号: S157; S181

Ecological Agriculture Based on Soil and Water Conservation in Limestone Region of Taihang Mountain

CHEN Jian-zhuo

(Soil and Water Conservation Center of Hebei Department of Water Resources, Shijiazhuang 050011, Hebei Province, China)

Abstract: A decision-making support system for integrated watershed management was developed using Visual Basic 6.0 language. The support system was developed on the basis of an investigation of current physical and socio-economic conditions in Baizhuang watershed. A treatment and development plan was developed as well. According to the treatment & development plan, which were developed for the Taihang limestone mountain area, an engineering shield system was built, which comprises measures to capture hilltop runoff, prevent slope runoff, store runoff on the footslope and drain runoff when field capacity is exceeded. The goal was to establish optimal ecological agriculture for soil and water conservation conditions. Tests and research were carried out to determine optimal planting structures and to determine possible improvements in local ecology using fruit trees and grafting of new varieties. After analysis and evaluation of the current state of animal husbandry and feedback relationships with the local ecological system of Baizhuang Village in Taihang Mountain, the key problem for animal husbandry was identified—degradation and damage of pasture due to lack of overall planning, effective monitoring, as well as effective management. Two main factors determining the numbers of animals in the watershed were identified. These were the market demand for animal products within and outside the watershed and the primary productivity of fodder plants in the catchment. Based on the current state of ecological agriculture, a development model is proposed incorporating the various stages of animal husbandry development in the small watershed. The model is based on the principles that the intensity of animal husbandry should reflect fodder productivity and development should be market driven.

Keywords: Taihang Mountain; limestone mountainous region; soil and water conservation; ecological agriculture

太行山区位于河北省西部, 由于自然和人为活动的影响, 造成这一地区水土流失十分严重。为了有效的控制水土流失, 建设流域农业生态系统的道路, 1996 年, 以沙河市白庄小流域为试点, 开展了太行山石灰岩山地水保型生态农业试验研究。通过对试验

区内的水土保持和生态农业建设的现状进行科学评价, 制定了科学的治理开发规划, 建立了蓄水保土防护体系模式、林果种植及植被建设模式和养殖业与农业生态协调发展模式。为加快太行山石灰岩山地开发, 建立水土保持型生态农业体系提供了科学依据。

1 试验区现状

白庄小流域位于河北省沙河市册井乡西南约 3.5 km 处,属太行山低山丘陵区,总面积 3.7 km²。试验区坡度在 5°~25°之间,分东、南、西、北 4 条支沟。流域内岩层为石灰岩,土壤为褐土,缓坡地土层厚度多为 50~100 cm,陡坡裸岩较多,植被稀少,土层瘠薄。该区域属温带半湿润大陆性季风气候,四季分明,无霜期 180~220 d,多年平均降雨量 592 mm,其中夏秋季占 79.3%。最大降雨强度为 30 mm/h。

试区内包括白庄 1 个行政村,共 98 户,340 人,全部为农业人口,人口密度 92 人/km²。人均耕地 0.07 hm²,人均山场 1.09 hm²。人均粮食 257 kg,人均年纯收入 750 元。该流域土地利用现状见表 1。

表 1 试验区土地利用现状

项目	该项面积/hm ²	占总面积/%	种类	面积/hm ²	占该项用地/%
农业用地	23.33	6.3	坡耕地	4.67	20.0
			梯田	6.67	28.6
			河滩地	8.67	37.1
			水浇地	3.33	14.3
林业用地	26.67	15.3	天然林	3.33	5.9
			防护林	13.33	23.5
			用材林	6.67	11.8
			经济林	33.33	58.8
牧业用地	66.67	18.0	人工牧草	0.00	0.0
			天然牧草	66.67	100.0
荒地	66.67	18.0	—	—	—
山场	100.00	27.1	—	—	—
其它	56.67	15.3	—	—	—
总计	370.00	100.0	—	—	—

从表 1 看,流域内基本农田面积偏少,而且多为旱地,灌溉条件极差。林草覆被率低,经济林面积少,分布零散,不成规模。

2 试区综合治理开发规划

2.1 规划目标

2.1.1 资源开发目标 以资源的可持续利用为前提,以合理利用水资源为中心,使自然生态系统与社会经济系统间的物质循环与能量转化处于平衡,生态经济系统的稳定性提高,抗逆性增强。通过治理,使土地资源得到充分利用,产业结构调整逐步合理,农民的管理水平不断提高。控制水土流失,改善生态环境,充分发挥土地生产潜力,实现经济的可持续发展。

2.1.2 社会经济发展目标 满足当地居民生活,人均粮食 350 kg,人口自然增长率控制在 15%,人均收入达到 1 500 元。

2.1.3 生态环境治理目标 土壤流失量控制在允许

流失量 200 t/(km²·a) 之内,林草覆被率达到 70% 以上,基本建成以水土保持为中心的生态农业系统。

2.2 规划原则

(1) 群众投入为主,国家支持为辅。(2) 立足本地,因地制宜。考虑到当地的实际情况,对一般性农作物和林种、畜种以当地种为主,并根据山区的自然特点,逐步引入少量的具有较高经济价值的果、草、畜种。(3) 以提高人民生活水平为主,经济、生态和社会效益并重。

2.3 规划模型的建立

根据以上目标和原则,规划采用了多目标土地利用优化模型。

在模型建立过程中,我们设计了 17 个决策变量,并充分调查了在较好种植条件下土地的产量,采取了以下几个综合治理指标,即试区产出最大,投入最小,土壤侵蚀量最小和植被覆盖率最大。采用专家打分的方法给所选 4 个子目标确定了权重,它们分别为 0.36,0.21,0.26,0.17。

根据以上情况建立了 4 个目标函数和 27 个目标约束方程。对模型进行求解后,得到试验区的优化结果如表 2,规划目标满足情况见表 3,规划后人均满足情况见表 4。

表 2 试区优化结果计算表

项目	数量	项目	数量
小麦/hm ²	20.70	谷子/hm ²	10.05
蔬菜/hm ²	1.20	豆类/hm ²	4.81
苹果/hm ²	16.65	杏/hm ²	16.65
石榴/hm ²	11.10	其它果树/hm ²	15.53
花椒/hm ²	6.67	槐树/hm ²	14.80
杨树/hm ²	29.60	天然林/hm ²	3.33
沙打旺/hm ²	55.39	苜蓿/hm ²	5.59
大牲畜/头	150.00	天然草地/hm ²	55.39
家禽/只	9 052.00	羊/只	300.00

表 3 规划目标满足情况

目标项目	目标值
流域产出最大/10 ⁴ 元	346.23
流域投入最小/10 ⁴ 元	80.43
流域土壤侵蚀量最小/t	701.77
流域林草覆被率最大/%	75.81

经过以上优化计算得知,白庄试验区在林草畜牧业总投入 8.04×10⁵ 元的前提下,总产出为 3.46×10⁶ 元。届时区域内土壤侵蚀量为 701.77 t/a,林草覆被率达到 75.81%。各项指标达到或超过规划前制定的目标。

表 4 规划人均满足情况

项目	人均粮食	食油	木材	蔬菜	鸡蛋	人口增长率	土壤侵蚀量
规划目标	350	10	0.25	100	10	15	200.00
规划结果	480	10	0.68	100	125	15	189.68

3 石灰岩山地水保型生态农业模式

生态农业就是从系统的思想出发,按照生态学、经济学、生态经济学原理,运用现代科学技术成果和现代管理手段以及传统农业的有效经验建立起来,以期获得较高的经济效益、生态效益和社会效益现代化的农业发展模式。

3.1 石灰岩山地蓄水保土防护体系模式

3.1.1 水土保持工程防护体系 根据试验区内地质、岩石及地形的破碎程度和土层厚度的差异,我们在水文计算的基础上,采用了不同的工程防护体系。对 25° 以上的陡坡地段,自上而下沿等高线开挖成月牙型鱼鳞坑;对 25° 以下的缓坡地,以坡面防护、沟道防护和阶地防护为主。即在坡面修建水平梯田和缓山水平沟,沟道修建谷坊、淤地坝、排水沟和截洪沟,在沟底阶地修建环山公路,从而形成“顶梁截蓄、沟坡拦蓄、坡角存蓄、溢满疏排”的完整的工程防护体系(表 5)。

表 5 试验区治理工程措施

工程名称	数量	设计标准	规格
鱼鳞坑	20 000 个	10 a	长 1.8m, 宽 1.4m, 深 0.6m
环山水平沟	20 hm ²	10 a	长 20~150m, 宽 1m, 深 0.6m
排水口	2 800 个	10 a	10 cm × 30 cm
生活蓄水池	54 个	20 a	60~80 m ³
灌溉蓄水池	4 个	20 a	120~234 m ³
水窖	30 个	20 a	60~120 m ³
谷坊坝	36 座	20 a	高 1.8~2.3 m
淤地坝	32 座	20 a	坝高 7~11 m
排水沟	16 条	20 a	—
截洪沟	15 条	20 a	—
盘山路	1 条	—	长 2 000 m

3.1.2 试验区植物措施体系 为防治山洪对水利水保工程的破坏,造成新的水土流失,使流域形成“松槐戴帽,果树缠腰,梯田抱脚,以短养长,以灌养乔,乔灌草综合搭配”的立体生态群落,我们在白庄试区开发了果粮草、果草枣、果草灌等多层次的模式结构。

(1) 以松柏为山的山顶防护体系。对流域内 25° 以上的山坡,由于岩石裸露较多,土层瘠薄,干旱缺

水,侵蚀严重,树种以松柏为主,营造水土保持林,并依托原生灌草植被封山育林、养草育灌,组成乔灌草植被。目前,我们结合顶部鱼鳞坑工程,已经在南山、西山和北山营造以松柏为主的水土保持林,并通过封禁治理,增加了林草覆被率,形成了山顶松柏的植物防护体系。

(2) 以经济林为主的开发模式。在 25° 以下的山坡,以种植挂果快,株杆矮,经济效益明显的果树为原则。品种选择要早、中、晚熟搭配。在当地适宜的主要品种有苹果、串枝红杏、石榴、桃、梨、李子、枣等。其模式结构为果粮草、果草枣、果草灌。

¹ 果粮草模式。此种模式是水平沟内栽果树,树下种豆类,坡面为自然生长的草类。在白庄小流域实施此种种植模式后,杏园平均产量由 1997 年的 16 500 kg/hm² 增加到 2000 年的 20 400 kg/hm², 粮食(豆类)产量由 1997 年的 1 125 kg/hm² 增加到 2000 年的 2 700 kg/hm²。

④ 果草枣模式。此种模式是在水平沟内种植石榴,树下种植牧草,沟埂嫁接大枣。在该流域有石榴树 6.67 hm², 嫁接大枣 10 000 株。这种种植模式既削减了径流,涵养了水源,又减少了水土流失,提高了土壤肥力,改变了山区小气候,减轻了洪涝、干旱的威胁,增加了农民的收入。

(四) 果草灌模式。在土层深厚的地区实施果草灌模式。即沟内栽果树,树下为人工种植的沙打旺草,坡面为紫穗槐和其它灌木。紫穗槐根系发达,固土能力强,枝条可以编筐,灌木叶又可用于饲料或压绿肥。沙打旺草产量 1 500 kg/hm², 可直接作为饲料供牛羊食用。该模式不但增加了土壤肥力,又达到了固坡保持水土的作用。

(3) 公路防护林体系。为便于果品运输和生产,在流域内沿山坡修建了长 3 km 的盘山公路,并在公路两侧营造了以杨、槐为主的防护林带,直通各个试验区,既美化了环境,又与 3 个模式园构成了一个多层次、多功能的防护林体系。

河北省沙河市册井乡白庄小流域以上模式的建立,将整个试区从山顶到山脚全部实施了绿色防护措施,一方面通过水保工程措施,将区域内的降雨有效地拦蓄和存贮,减少了地表径流。从整体上看,形成了“顶梁截蓄,沟坡拦蓄,坡脚存贮,蓄满疏排”的“三蓄一排”的工程防护体系;另一方面利用这些天然降雨灌溉梯田、果园,促进区域内林草的生长,增加植被覆被度,提高了果树产量,为试区农业生态建设的良性循环打下了坚实的基础。

3.2 石灰岩山区林果种植及植被建设模式研究

试区生态农业建设的根本目的是发展经济,保持水土,增强资源的可持续利用。结合石灰岩山地的特点,开展了优化种植、果园生态、品种嫁接等方面的研究工作,找到了一条因地制宜发展林果,增加植被,保持水土,促进经济发展的生态建设之路。

3.2.1 植被建设模式 试区绿色植被建设主要由 2 个治理区域组成,一是 550 m 等高线以上的自然保护和林草恢复区域,另一个是缓坡山腰地带以果树为主的林果种植区域。

(1) 自然保护和林草恢复区域。在试区海拔 500 m 以上至山顶范围内,受以前陡坡开荒的影响,废弃着大小不规整的梯田块,坡面凌乱,草木稀疏。对这种区域结合开挖的鱼鳞坑工程,采取了人工点播灌木种籽、撒播草籽和封山育林的方法,促进灌丛和牧草自然繁殖,增加山场灌草覆被度,控制径流起点,形成防治水土流失的第一道防线。经过几年的建设,人工播种灌草的面积 2000 年达到 123.33 hm²。

(2) 林果种植区域。¹ 营造水土保持林。在试区 550 m 以下山腰地带,土层大约在 20 cm,适合营造水土保持林,建成防治水土流失的第二道防线。在试区内,我们根据当地的具体情况种植了大量的紫穗槐,既防治了水土流失,又解决了畜牧饲料和水果包装运输问题。^④生态经济型植物墙。在梯条田的坡面上种植柠条、紫穗槐等灌木,将野生酸枣嫁接成大枣,形成一道灌草及经济林相结合的生态经济型植物墙。采用这种形式由于不破坏野生果树根系及岩体结构,不但稳固了梯田边坡,减少了边坡的水土流失,而且在不影响果树生长的情况下改善了种植环境,增加了经济收入。截止 2000 年,试区内种植紫穗槐 15 000 棵,柠条 20 000 棵,嫁接大枣 10 000 棵,形成边坡植物墙约 5 000 m,既保护了梯田,又增加了经济收入。^④坡耕地改造与种植。坡耕地是水土流失的主要策源地,也是果粮生产的重要基地。试区内共有坡耕地 66.67 hm²,已经改造为高标准的梯田,并在梯田内种植了苹果、串枝红杏、石榴、花椒等果树。

3.2.2 试区林果种植效果与分析 白庄水土保持型生态农业循环系统经过 1997—2000 年的循环运转,在提高植被覆盖率,增加土壤肥力,减少土壤侵蚀,提高粮果产量等方面取得了明显的效果。

(1) 植被覆盖率。经监测,试区林草覆被率由 1997 年的 33.3% 提高到 2000 年的 75.81%,在一定程度上改善了试区的小气候,减少了土壤流失。

(2) 土壤肥力。通过试区内果林草植被建设和

有机肥料的还田,使试区土壤肥力有了不同程度的提高。根据化验结果,试区 2000 年土壤有机质含量比 1997 年增加 18.94%~37.37%;全 N 增加 42.5%~59.01%;速效 P 增加 8.31%~28.5%;速效 K 增加 13.17%~43.77%。

(3) 土壤侵蚀。试验区自 1996 年后一直干旱少雨,但在 2000 年 8 月 30 日降雨 189 mm,相当于 20 a 一遇,试区内水利水保工程没有受到任何破坏。经过测流和泥沙量观测,整个试区内的土壤侵蚀量很小,仅为 685 t/(km²·a)。

(4) 粮食产量。随着治理开发的深入,水利水保功能的不断增强,试区内粮食产量逐年提高。1999 年与 1997 年相比,小麦产量增加 1 500 kg/hm²,玉米增加 900 kg/hm²,棉花增加 375 kg/hm²,豆类增加 825 kg/hm²,谷子增加 900 kg/hm²。

(5) 果树长势及产量。通过对试区苹果、串枝红杏、石榴长势的测量及产量统计可以看出,试区内果树长势良好。由于对园内小水池和水窖的充分利用,大大提高了果树产量。2000 年与 1998 年相比,苹果产量提高 1 620 kg/hm²,串枝红杏提高 2 100 kg/hm²,石榴产量提高 330 kg/hm²。

3.3 石灰岩山区畜牧业与农业生态协调发展模式

3.3.1 白庄村畜牧业现状及问题分析 畜牧业是山区农民的一项主要收入来源。随着市场经济的发展,农村养殖业也在发生重大变化,即由传统饲养品种向具有高经济价值的品种转化,由一家一户小规模家养向大规模的集约化饲养转化,由无序的放牧向有规划的放养和舍饲养转化。这些调整和变化,一方面可以最大限度地满足人们对食品的需要,为农业及种植业提供肥料,同时可以保护山区的生态环境,使山区的农业经济向有序、高效、集约化方向发展。

通过对白庄村畜牧养殖业进行分析可以看出,白庄村在养殖业方面存在以下问题:(1) 饲养业缺乏统一规划,市场信息不灵,造成养殖最终的经济效益不明显;(2) 大牲畜放养随意性大,严重破坏了山场植被,增加了生态环境的恢复和治理难度;(3) 缺乏正确的引导和组织协调,农民的生态观念淡薄,缺乏保护山场、以草定畜、以畜造肥、集肥还田的物质循环利用思想,使得山场植被得不到保护,同时还造成了环境污染,影响了农民的生存环境。

3.3.2 试区生态建设中畜牧养殖业可持续发展模式

(1) 流域内饲料资源及转化。小流域内原有经济树种 8 种,总面积 33.33 hm²;水土保持林种 5 种,总面积 23.33 hm²;天然草地 66.67 hm²。这些草场和林地是牲畜和家禽的主要食物来源。据有关试验资料,各种林木树叶具有较高的营养成分(表 6)。

表 6 饲用木本植物营养成分 %

植物名称	状况	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	粗灰粉
白杨叶	青	71.00	4.70	2.30	70.00	14.50	2.80
柳叶	青	66.80	5.20	2.00	4.30	18.50	3.20
白榆叶	青	69.40	6.80	1.90	4.10	13.00	4.80
刺槐叶	青	71.42	5.99	1.73	6.27	12.84	1.75
枣叶	青	56.75	5.95	3.68	3.50	23.87	6.25
沙棘叶	青	63.50	7.80	1.28	6.46	18.90	2.06
紫穗槐叶	干	10.70	25.02	5.21	12.50	40.59	5.98
苹果叶	干	5.10	10.80	11.00	13.10	49.40	10.60
梨叶	干	9.33	16.27	0.42	9.55	58.19	6.24
桃叶	干	9.90	18.60	4.90	7.70	50.80	8.10
银合欢叶	鲜茎叶	74.45	6.24	1.12	5.18	11.40	1.61
沙枣叶	干	9.80	14.20	5.90	15.70	46.40	8.00

注:资料来源为王贤,水土保持持续发展。

在自然生态系统中,能量从低级营养级到高级营养级逐级递减,呈现金字塔型分布。能量传递的方式为:植物—草食动物—肉食动物—顶级肉食动物。根据计算结果,能量在 2 个营养级转化过程中其转化率仅仅为 10% 左右,然而接近 90% 的能量将在转化过程中消耗损失掉。因此,在一个区域内牲畜的养殖数量取决于植物能量的供给量,从而使内部循环达到一种相对的稳定平衡的状态。

(2) 系统内牲畜量的确定。据估算,1997 年白庄试验区内总植物量为 2 230 t,可供养牲畜量为 3 185 个羊单位,是现有牲畜量(480 只羊单位)的近 7 倍。由此可见,牲畜数量不是植被破坏的根本原因,其原因主要是区域内的可供生物量没有及时转化为饲料供牲畜食用,而导致对部分山场的过于依赖。绝大部分生物量没有得到有效地利用。

生物量的计算只是一个理论数据,要将其转化为饲料还须做回收、加工、储存等多方面的工作。针对这种情况,村里采用入股的方式购买了秸秆粉碎机等设备,在饲养方式上采用了集中放牧的方式,并加强人工牧场的建设工作,减少了养殖对山场的压力。经过 3 a 的运行,村里的牲畜数量有所增加。具体情况详见表 7。

由表 8 可知,2000 年试区内可供的养牲畜数量为 7 909 个标准羊单位,该结果与实际牲畜数量有较大的差异。可以说,如果能有效地加大饲料的转化率,采用行之有效的放养方式,白庄村的畜牧养殖业仍有

较大的发展空间。

表 7 白庄历年畜牧养殖业数量统计

年份	大牲畜/头			小牲畜/只		家禽/只	
	牛	马	骡	羊	猪	鸡	鸭鹅
1997	30	20	18	90	50	10 000	200
1998	35	22	25	125	53	12 300	200
1999	52	35	28	230	62	15 000	230
2000	68	40	30	300	70	15 000	240

表 8 2000 年试区的生物量及可供养牲畜数量

植物种类	经济林	水保林	草地	农作物	合计
种植面积/hm ²	66.60	44.4	166.16	36.17	313.33
年产生物量/t	749.25	333.0	3 738.65	715.23	5 536.13
供养牲畜量 ¹	1 070	476	5 341	1 022	7 909

注: ¹ 单位为标准羊单位。

(3) 试区生态循环中养殖业的发展模式。通过分析白庄试区畜牧业的发展情况,总结出石灰岩地区生态农业的建设中畜牧业的发展思路,主要有以下 2 种模式。

¹ 内部循环发展模式。该模式满足流域系统内部自身的循环。流域内牲畜和家禽数量的确定以系统内可食植物数量为基础,不考虑与外部的能量交换。在保证流域生态可持续发展的前提下,建立系统内的养殖业发展模式,应分为如下 2 个发展阶段。

第 1 阶段:生态恢复阶段。该阶段以流域系统内植被恢复为中心,不宜耕种的土地退耕还林、还草,保持水土,为以后养殖业的发展培育食源。此时的牲畜和家禽数量应大大小于植物的供养能力。

第 2 阶段:维持发展阶段。该阶段以系统内达到较大的植被率为标志,石灰岩流域内土壤侵蚀模数小于 200 t/(km²·a)。此时的维持是指区域生态环境的维持,发展则是流域经济的发展,牲畜和家禽的数量应以不破坏流域的生态环境为标准。此时牲畜量的发展应以其生物饲料的转化能力为基础,保证草场的可持续利用,其生物饲料的转化数量是畜牧业发展快慢的前提条件。

④ 内部循环、外部交换发展模式。该模式以区域内部资源为依托,以外部市场为导向,在保护区域生态环境,大力发展林果业的基础上,有目的、有计划地发展畜牧养殖业。此时的牲畜数量决定于当地绿色植物的供给能力及内部与外部市场的产品交换 2 个方面。

畜禽食量 E_h - 植物可供量 E_g = 外部购买量 E_m

此种模式也称为封闭流域,开放市场,保护生态,

发展经济模式。在市场经济发展中,养殖业的发展主要以第 2 种模式为主。

3.3.3 白庄生态系 统内养殖业可持续发展建议 白庄试点在太行山区水土保持型生态农业建设中是一种探索和示范。经验表明,在太行山石灰岩地区生态农业建设中养殖业的发展应重点考虑以下几个问题。

(1) 生态的恢复和建设要超前进行。即畜牧养殖业的发展规模应以不破坏植被为原则,首先发展林果业和实施人工种草,在恢复植被,防止水土流失的同时,为将来畜牧业的发展积累食源。

(2) 调整和改善牲畜饲养方式。乱放乱牧是造成石灰岩山区水土流失的主要因素,因此在发展畜牧业过程中要根据当地的植被情况,规定放牧区。同时,应积极在改善牲畜品种,推广舍饲上下功夫。

(3) 正确处理经济建设和生态建设的关系。太行山区以植被少、水土流失严重、经济发展落后为特点,因此,小流域的治理和建设应以发展林果、恢复植被为主,这是流域经济发展的基础。只有打好坚实的基础,才能保证山区经济发展的可持续性。

4 结 论

(1) 在对白庄小流域自然和社会经济现状调查的基础上,利用 Visual Basic 6.0 语言编制和建立了小流域综合治理决策支持系统,并利用该系统完成了白庄小流域的治理规划工作。该流域决策支持系统可完成对流域水土保持现状评价、中远期经济发展和农

业生态变化预测等多方面的功能。

(2) 通过实施工程措施和生物措施,建立了石灰岩山区“顶梁截蓄、沟坡拦蓄、坡脚存贮、蓄满疏排”“三蓄一排”的完整的工程防护体系,保证了流域 10 a 一遇降雨就地拦蓄,20 a 一遇降雨不破坏工程,为白庄小流域果粮牧业的正常生产和流域经济的可持续发展打下了坚实的基础。

(3) 围绕建立水土保持型生态农业这一目标,开展了优化种植、果林生态、品种嫁接等方面的试验研究工作。首次提出并建立了在不破坏山体结构的前提下建立生态经济型植物墙体系,初步建成了水土保持型生态农业试验区。找到了一条在太行山石灰岩山区因地制宜发展林果、增加植被、保持水土、促进经济发展的生态经济建设之路。

(4) 通过对白庄村畜牧业现状进行综合分析和评价,对试区内部生态系统的循环机制进行深入调查与分析,找到了畜牧业发展的症结所在。山场草地的退化和破坏,关键是缺乏整体规划、合理开发利用和有效的监督管理。找出了决定流域内发展牲畜数量的 2 个因素:一是市场需要,即系统内外对牲畜及其产品的需求能力;二是流域内部植物的饲料转化量,即系统内对其内部供养牲畜的支撑能力。针对太行山石灰岩山区生态农业建设的现状,提出了小流域在其不同的发展时期畜牧养殖业“以饲料量定牲畜,以市场定发展”的建设模式,进一步拓宽了山区农业生态建设的发展思路。

(上接第 81 页)

[参 考 文 献]

- [1] 胡一三.黄河卷[M].北京:中国水利水电出版社,1996.
- [2] 崔建中,张喜泉.黄河下游标准化堤防建设的思路与对策研究[J].人民黄河,2002,24(4):11—12.
- [3] 董哲仁.生态水工学的工程理念[J].中国水利(A刊),2003(1):63—66.
- [4] 蒋固政,张先锋,常剑波.长江防洪工程对水生动物和鱼类的影响[J].人民长江,2001,32(7):39—41.
- [5] 王金生.创新思路干水利,重视生态建堤防[J].中国水利,2002(12):44—46.
- [6] 郭乔羽,李春晖,崔保山,杨志峰.拉西瓦水电工程对区域生态影响分析[J].自然资源学报,2003,18(1):50—57.
- [7] 张云芳.拉西瓦水电工程对生态环境影响预测[J].西北水力发电,2002,18(3):24—27.
- [8] 朱文,刘挂文,郭英丰.河道治理工程水土保持设计[J].水资源保护,2002(2):9—10.
- [9] 樊晋生,王明鉴.浅谈引黄联接段工程占地对环境的影响[J].山西水利科技,2001(3):92—94.
- [10] 姜翠玲,严以新.水利工程对长江河口生态环境的影响[J].长江流域资源与环境,2003,12(6):547—551.
- [11] 于辉.输水工程建设中的若干环境问题[J].水资源保护,2003(1):47—49.
- [12] 王国平,张玉霞.水利工程对向海湿地水文与生态的影响[J].资源科学,2002,24(3):26—30.
- [13] 吴俊,王培.南水北调对长江口生态环境影响的综合分析[J].科技导报,2002(2):13—16.
- [14] 王春华,由宝宏,程义吉.黄河口西河口水利枢纽工程建设探讨[J].水利建设与管理,2003(1):13—14.
- [15] 李冰,等.黄河近堤坑塘对大堤稳定的影响分析[Z].黄河网.2001,12.
- [16] 张俊云,周德培.厚层基材喷射植被护坡植物选型设计研究[J].水土保持学报,2002,16(4):163—165.
- [17] 雷阿林,余继跃,李进.堤防护岸工程施工环境保护作业方法研究[J].中国水利,2002(12):77—79.