

小流域生态农林复合系统的可持续性研究

郭志民¹, 黄传伟²

(1 福建省南安市水土保持试验站, 福建南安 362300; 2 福建省南安市水土保持办公室 362300)

摘要: 探讨应用景观生态和小流域综合治理理论设计四都溪小流域农林复合生态利用模式, 简要分析其系统结构和能量流动。并从经济效益、生态效应和可操作性探讨模式的可持续性。研究表明, 农林复合系统是小流域可持续发展的一种新探索。

关键词: 农林复合系统; 可持续性; 小流域

中图分类号: S157.4, F323 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3409(2000)03-0149-03

Study on Sustainable of Small Watershed Agro-forestry System

GUO Zhimin¹, HUANG Chuanwei

(The Office of Soil and Water Conservation of Nan'an City in Fujian Province, Nan'an Fujian 362300, PRC)

Abstract: With the methods of landscape and a comprehensive harness of small watershed theory, designed Sidu small watershed of Nan'an city in Fujian province through analyzed the structure and energy flow of agro-forestry system and from approaching the model sustainable benefits economy and ecology and feasibility, the results show that agro-forestry system is a new exploration of sustainable of small watershed controlling.

Key words: agro-forestry system; sustainable; small watershed

根据小流域可持续利用与景观生态学原理进行小流域景观规划设计, 在综合治理水土流失, 促进生态环境良性循环基础上, 提高小流域土地利用的效率和经济效益, 是实现小流域可持续发展的重要途径。1991~1998年在福建省南安市四都溪小流域, 根据生态农业的理论和方法, 对山、田、水、林、路景观成分进行生态农业设计, 形成高效的土地利用模式与和谐的人工景观农林复合系统, 为小流域综合治理提供可持续性示范样板。

1 研究区自然环境概况

研究区位于福建省南安市洪濑镇的东南部, 是晋江东溪的支流。总面积 37.17 km², 人口 20 573 人。该小流域属于南亚季风气候, 兼有山地小气候的特点。全年无霜期 340 d 以上, 年均温 20.1℃, 平均日照时数为 2 032.8 h, 年均雨量 1 415 mm, 雨季

集中于 5~9 月份, 占年雨量的 70%, 常造成水土流失。治理前水土流失面积达 20 505 km², 占总面积的 55.1%。地貌为低丘。山地土壤主要为花岗岩发育而成的红壤及砖红壤性红壤。

2 小流域农林复合系统结构与能流

2.1 系统结构

1991~1997 年, 针对建立高效农林复合系统在研究区进行一系列试验研究。根据景观生态设计, 以小流域为单元, 耕地为基础, 庭院为依托, 果园生态栽培为突破口的农林复合系统。该系统包括耕地子系统、果园生态栽培子系统、庭院生态经济子系统、生态防护林业子系统, 建立水土保持特色产业。

耕地子系统: 坡改梯, 控制水土流失; 靠近采石山的耕地四周开挖排水沟, 并加固地埂, 防止沙压农田; 修建田间排灌渠系, 合理用水, 扩大灌溉面积; 引

进杂优品种,推广旱育秧,抛耕技术,提高粮食单产;实行轮作秸秆还田,改良土壤。

果园生态栽培子系统:采用“高投入、高标准、高效益”模式,大台、大穴、大肥、大优质种苗,做到路通、电通、水通,并逐步修筑成环山水平梯田。果园绿肥套种,果农间作。果园改造主要是扩穴、施肥、整形修剪,建设成为“三保园”。

庭院生态经济子系统:以家禽家畜—沼气—鱼塘—食用菌为中心的庭院生态系统,利用作物秸秆氨化养牛、牛粪部分养鱼,剩余部分种菌菇。猪粪入沼池,沼气成为庭院生态系统废弃物再循环的枢纽,

沼液沼渣成为果树的优良肥料,菇土用于果园改土。

生态防护林业子系统:对陡坡、山脊、水库四周的部分和轻度流失的疏林地进行封禁治理,对坡度大于 25°,土壤质地适中的荒山和采石迹地,营造湿地松为主的用材林防治水土流失。

小流域农林复合系统能量流动与转化过程中,系统的生物组成成分之间、生物组成成分与环境之间以及不同的景观单元之间建立了不可分割的联系,形成一个有机整体,最终建立以龙眼为龙头的水土保持特色农业。

表 1 1997 年农林复合系统能量流动

子系统	占用土地		输入人工辅助能				产出能/ 10^9J	能效
	面积/ hm^2	占%	小计/ 10^9J	有机能/ 10^9J	无机能/ 10^9J	无机能/ 有机能/%		
农 田	525.1	22.07	27 467.73	25 204.81	2 442.92	9.69	56 764.13	2.05
果 园	664.1	27.92	16 227.96	14 610.22	1 617.74	11.07	30 383.78	1.87
庭 院	103.3	4.34	13 454.43	12 450.76	1 003.67	8.06	19 395.64	1.44
林 业	1 086.4	45.67	195.55	185.77	9.78	5.26	2 442.91	12.49
合 计	2 378.9	100	60 825.67	52 451.50	5 074.11	9.67	108 986.46	1.79

2.2 系统能流

能流是生态系统的基本功能,是系统结构和功能的综合反映。生态系统的组分及量比关系不同,其能流路径、效率也不同,进而决定整个系统生产力的^[1]。根据有关文献^[2~4]确定析能系数,计算该系统 1997 年的能量输入、输出、能效。

2.2.1 系统投能结构 投能结构是指在投入系统能量中有机能、无机能比例及其各自组成。由表 1 可见,小流域农林复合系统有机能投入占总投能的 90.33%,其中农田、果园、庭院、林业子系统有机能占总投能的 9.69%、11.07%、8.06%、5.26%。系统中无机能投入主要是农药和化肥能,系统总投入人工辅助能 $60\,825.67 \times 10^9\text{J}$,有机能 $52\,451.50 \times 10^9\text{J}$,无机能 $5\,074.11 \times 10^9\text{J}$ 。即单位面积投入人工辅助能 $220.49 \times 10^5\text{kJ/hm}^2$ 。

2.2.2 系统产出能结构 能量输出结构是指在所有产出能中,各产出能的比例和流向。系统总产出能 $108\,986.46 \times 10^9\text{J}$,即单位面积产出能为 $458.14 \times 10^5\text{kJ/hm}^2$ 。农田、果园、庭院、林业其中各子系统单位面积产出能分别为 $1\,081.0 \times 10^5$ 、 457.5×10^5 、 $1\,877 \times 10^5$ 、 $224.9 \times 10^5\text{kJ/hm}^2$ 。

2.2.3 系统能效结构 系统能效结构是指各产出能占总投入能的比值。系统能效为 1.79。其中农田、果园、庭院、林业各子系统的能效分别为 2.05、1.87、

1.44、12.49。各子系统能效均大于 1,说明系统自然资源利用率较好。林业子系统能效高达 12.49,是由于林业产业人工辅助能投入极少,能效高。果园子系统能效为 1.87,是由于果园大多处于幼龄期,投入能大,而初级生产力仍较低,随着果园进入盛产期后,其能效可达到 2.5~3.2。整个系统能效可达到 2.0。

3 可持续性分析

3.1 经济效益

经济效益是小流域持续发展最重要的方面。小流域农林复合系统通过提高太阳能的固定率和利用率以及废弃物的再循环利用率,促进物质的农业景观生态系统内部的循环利用和多次重复利用,以尽可能少的投入取得尽可能多的产出,获得生产的发展,能源利用,生态环境经济效益提高等相统一的综合性效果,使小流域持续发展。本研究的农林复合系统中农业总值 2 896.8 万元,农林复合系统产值 2.41 万元/ hm^2 。其中产粮由治理前的 381.9 万 kg 增加到 507.2 万 kg;果树产量 79.6 万 kg,比治理前提高 157%,随着果树陆续投产,果园生态子系统效益将更加突出达到 5 万元/ hm^2 。蔬菜从无到有,1997 年产量达到 1 279.2 万 kg。

以 1992 年为基准年,折现率取 10%,经济计算

年限 20 年, 整个流域水土流失主要综合措施总投资 2 314.04 万元, 年运行费总和 4 929.22 万元, 总效益 15 710.59 万元, 净效益 8 467.33 万元, 效益费用比 2.17, 投资回收年限 10.03, 内部经济收效率 34.33%。表明小流域农林复合系统经济是合理可行的, 经济效益极为显著。

3.2 生态效应

3.2.1 对水土保持效应 小流域初步形成乔、灌、草共生一体的良好植被, 有效地控制水土流失的发生和危害, 经 1998 年复查, 该小流域水土流失面积

830.3 hm², 比 1991 年 2 050.5 hm² 减少 1 220.2 hm², 流失面积净减少 59.5%。林分郁闭度达 0.65, 植被覆盖率由治理前的 35% 提高到治理后的 75%, 增加了环境蓄水保土功能, 流域水土流失得到有效控制。

3.2.2 对土壤肥力的效应 通过对林地、果园、农田各子系统随机取土样, 分析全氮、有效磷、有效钾、有机质、孔隙度、田间持水量。结果见表 2, 1997 年与 1992 年相比, 各子系统土壤肥力都得到不同程度的提高。

表 2 农林复合系统土壤肥力效应

子 系 统		全 氮	有效磷/ × 10 ⁻⁶	有效钾/ × 10 ⁻⁶	有机质/ %	孔隙度/ %	田间持水量/ %
林 业	1997	0.045	1.71	38.25	0.76	40	13.77
	1992	0.037	0.59	31.78	1.27	42	15.73
果 园	1997	0.055	1.83	43.27	1.35	41	14.56
	1992	0.041	0.61	37.33	0.98	47	16.41
农 田	1997	0.071	2.16	51.25	1.60	52	17.57
	1992	0.054	1.74	40.66	1.39	49	16.52

表明土壤肥力得到正向演替, 为农林复合系统的持续发展提供了基本保障。

3.2.3 对生物多样性效应 小流域农林复合系统建成后, 植被生物多样性指数(D)由 1992 年 1.33 提高到 1997 年的 1.78, 同时, 为野生动物和鸟类创造了良好生态环境和栖息繁衍地。野兔雉鸡存活量增长率分别提高 231.7% 和 289.6%。100 m² 内鸟巢数由 2.5 个增长到 4 个。

3.3 可操作性

小流域农林复合系统模式辅助能与费用投入较少, 系统外输入的无机能仅占人工辅助能的 8.33%, 主要靠内部资源, 稻草还田、果园套种绿肥、沼气利用、沼液养鱼、渣肥肥果园。这种景观生态模式, 农户并不陌生, 容易接受, 具有较强的可操作性。

参考文献

1 郭俊尧, 等. 张庄村农牧渔复合生态系统功能研究[J]. 生态学报, 1987, 7(1): 12~ 19
2 骆世明, 陈建华, 严斧, 等著. 农业生态学[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社
3 宋桂琴, 李领涛, 等. 王东沟农业生态系统能流分析[J]. 水土保持学报, 1995, (1)
4 贺维农. 农业常用数据资料[M]. 北京: 农业出版社, 1981

作者简介: 郭志民, 男, 1964 年生, 学士, 工程师, 主要从事水土保持工作, 共发表论文 9 篇。

该模式农林牧副渔全面发展, 可以降低生产经济风险, 保障农民的收入, 是小流域治理一种新的探索。

4 小 结

小流域农林复合系统是在户包小流域治理的基础上, 按照土地的景观生态单元作为适度规模经营, 结成生态经济上的联合体, 是小流域治理可持续利用的新探索。该模式的小流域生态系统建设, 经济效益显著, 保护了生态环境, 土壤肥力得到提高, 生物多样性得到保护, 土地利用模式易于农民接受, 这些都是小流域可持续发展的要求。本研究为小流域可持续发展提供示范。