

三峡库区小流域土地资源优化利用模式的研究

倪九派, 傅 涛, 何丙辉, 魏朝富

(西南农业大学)

摘 要: 实现土地资源的合理利用是促进社会经济与环境协调发展, 建立人与环境和谐关系的重要举措。针对三峡库区小流域生态系统的特点, 提出了三峡库区小流域土地资源优化利用的理论框架, 以开县芋子沟小流域为例, 对三峡库区小流域土地资源优化利用模式进行了探讨。三峡库区小流域土地资源优化利用的关键是流域内土地利用方式和农业产业结构的调整。

关键词: 三峡库区; 小流域; 土地资源优化利用模式

中图分类号: F323 211

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2002)06-0182-04

土地是人类赖以生存的基本生活资料, 合理利用土地, 珍爱每一寸土地, 保护和利用好每一寸土地, 强化土地资源的管理, 加强生态环境建设是农业可持续发展的必要条件, 是国民经济健康运行的基础。随着人口的增加和各行各业的发展, 对土地的需求远大于土地的供给, 导致各种土地资源利用的冲突, 从而出现水土流失、土壤退化和土地污染, 经济收益减少, 人们生存环境质量恶化等一系列问题。针对当前生态环境恶化的现状, 土地资源的合理利用应以土地资源可持续利用为目标, 环境、经济、社会多目标要求下土地资源的优化利用^[1], 并要与生态环境建设相结合。随着全球性生态环境问题的加剧, 协调发展与自然环境的关系, 寻求社会经济持续发展已成为当今世界各国所关注的一个重要课题^[2]。三峡库区小流域具有丰富的光、热、水资源, 生产潜力极大, 但以水土流失为主体特征的生态环境的退化是三峡库区小流域所面临的主要生态环境问题, 由于长期不合理的开垦利用以及降雨分布的不均匀, 季节性暴雨引起的土壤流失非常严重, 由此造成的土壤退化已成为这些小流域开发利用的重要障碍因素。小流域生态系统的发展与平衡, 需要得到人类最大限度地保护, 而人类活动的主要目的是要从生态系统中获得最大的物质产量, 二者每每产生矛盾。因此, 研究此类小流域土地资源优化利用模式, 对改良小流域的生态环境, 实现流域内资源持续利用和社会经济持续发展具有重要的实践意义。本文针对三峡库区小流域生态系统的特点, 以重庆市开县芋子沟小流域为例, 进行三峡库区小流域土地资源优化利用模式的研究。

1 重庆市开县芋子沟小流域概况

芋子沟小流域地处重庆市开县东北部温泉镇境内, 是三峡库区小江支流的一级支沟, 幅员面积 11. 056

km²。年均气温 12. 5~ 18. 3, 年无霜期 246~ 304 d, 年降雨量 1 232~ 1 376 mm。流域内土壤以黄壤为主, 是粮、经、林混作区。流域地形以深丘为主, 地形破碎, 切割深, 坡度大。流域总人口 3 824 人, 人口密度 345. 8 人/km²。由于人多地少, 流域内土地垦殖率高, 土地利用结构不合理, 水土流失严重, 当地群众生活较为贫困, 同时, 流失的泥沙直接进入三峡水库, 给三峡水库的安全运行留下隐患。

重庆市开县芋子沟小流域是全国 10 个拟建成高科技含量、高标准的生态环境综合治理示范区之一, 其治理成果对加快西部小流域综合治理, 推动西部生态环境建设有重要意义。

2 三峡库区小流域生态系统的特点

综合三峡库区小流域系统空间结构特点和人类活动等因素, 其生态系统的特点如图 1。这些小流域生态系统的特点主要体现在 2 个方面: 1) 流域内光、热、水资源丰富, 生态系统的生产潜力大; 2) 以水土流失为主体特征的生态环境的退化。这些流域虽然降雨充沛, 但由于涵养水源的能力差, 流域内的农业生产时常受到干旱的威胁, 有些流域甚至连人畜饮水都受到影响。对这些小流域土地资源进行优化配置的目的就是在保护流域生态环境的前提下, 充分发挥小流域生态系统的生产潜力。

3 三峡库区小流域土地资源优化利用的理论框架

人类活动与土地资源利用有密切的联系, 土地资源的优化利用, 不仅针对土地资源本身, 而且要规范人类的活动, 合理控制社会经济的发展, 使社会经济与生态环境保护相协调^[3]。小流域土地资源的优化利用实际上是一个多目标优化的问题, 多目标优化问题有两个共同的特点, 即目标间的不可公度性和目标间的矛盾性。根据三峡库区小流域生态系统的特点, 确定土地资源优化利用所要达到的目标, 确定多目标优化问题的决策变量, 为多目标分析选择适宜的数学方法, 形成目标函数集合和反映资源、技术等限制的物理约束集合, 产生供

收稿日期: 2001-12-29

基金项目: 水利部中/加科技合作示范项目; 重庆市科委资助项目

作者简介: 倪九派(1976-), 博士, 主要从事地理信息系统及农业资源管理与利用方面的研究。重庆市北碚区 西南农业大学资源环境学院 130 号信箱, Email: nijupai@163.net

选择的方案, 评价各方案的实际效果, 选择最优方案。三峡库区小流域土地资源优化利用的理论框架如图 2。

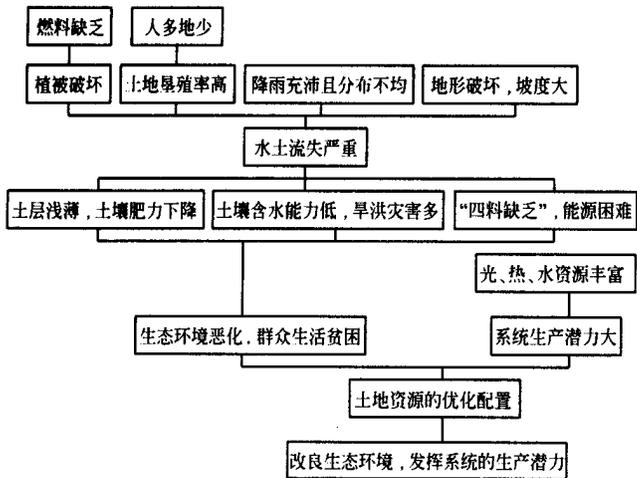


图 1 三峡库区小流域生态系统的特点
Fig 1 The traits of ecological system of small watershed in Three Gorges Area

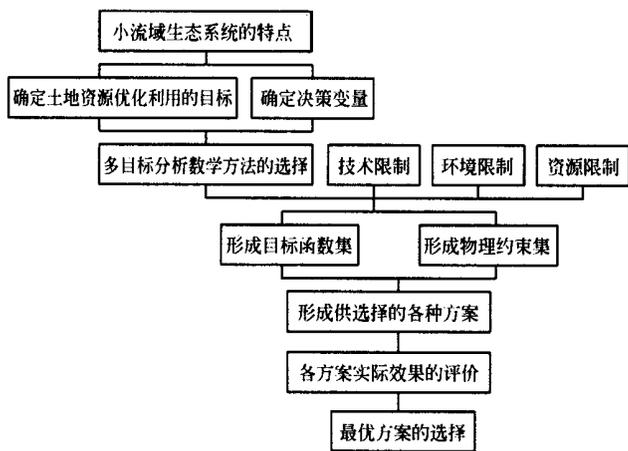


图 2 三峡库区小流域土地资源优化利用的理论框架
Fig 2 The theoretical structure of sustainable utilization of land resources of small watershed in Three Gorges Area

三峡库区小流域多为典型的农业生态系统, 农业生态系统是人类干预强度最大的生态系统, 人类的干预使其组分变得单纯, 因此也最容易受恶劣环境因子的影响^[4]。三峡库区小流域多以种植业为主, 其土地资源的优化利用主要体现在流域内土地利用方式的调整上。由于严重的水土流失是三峡库区小流域所面临的最主要的生态环境退化的问题, 故三峡库区小流域土地资源优化利用的主要目标应是在满足流域内群众物质生活需要的前提下, 尽量控制流域内的水土流失, 改善流域的生态环境。

土地资源的优化利用是以土地资源可持续利用为目的, 环境、经济、社会多目标要求下土地资源的合理利用, 为了定量表达小流域土地资源利用的优化程度, 应从生态环境质量 (EG)、经济发展水平 (ED)、社会发展水平 (SD) 进行综合衡量^[5]。根据评价指标、评价标准和评价方法, 定量给出小流域生态环境质量、经济发展水平和社会发展水平等级。定义小流域综合发展度量指标

为 DD, 于是得到优化模型一般表达式如下

$$\text{目标函数: } \text{Max}(DD) = \lambda_1(EG) + \lambda_2(ED) + \lambda_3(SD)$$

$$\text{约束条件: } EG \geq EG_0; ED \geq ED_0; SD \geq SD_0;$$

其它约束

式中 EG_0 ——生态环境质量最低约束; ED_0 ——经济发展水平最低约束; SD_0 ——社会发展水平最低约束; $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ ——各指标所占的权重。

采用计算机模拟技术求得近似最优解, 从而得到生态环境调控的具体对策。

4 重庆市开县芋子沟小流域土地资源优化利用对策

小流域土地利用优化程度度量指标 (DD) 的各评价指标应根据小流域的具体情况加以确定。在开县芋子沟小流域, 人多地少, 陡坡垦殖严重, 种植业比重过大, 水土流失严重, 造成了流域生态环境质量的下降。针对开县芋子沟小流域的实际情况, 为了简化调控程序, 选择土壤年平均侵蚀模数 (QS) 为小流域生态环境质量的衡量指标, 人均粮食占有量 (RL) 为经济发展水平的衡量指标, 非农业人口的比重 (NZ) 为社会发展水平的衡量指标。运用层次分析法, 确定各指标对优化程度度量指标 (DD) 的贡献率, 并对各指标进行分级和评分, 结果如图 3 和表 1。土壤年平均侵蚀模数的分级参照水利部颁布的行业标准, 人均粮食占有量的分级参照斯德哥尔摩环境研究所 (SEI) 模型中发展中国家标准^[6]。



图 3 层次排序图

Fig 3 The sequence of the hierarchy

表 1 指标分级与评分

Table 1 The grade and assessment of the factors

指标	年均土壤侵蚀模数		年人均粮食占有量		非农业人口	
	分级	评分	分级	评分	分级	评分
1	< 1000	3	> 800	3	> 10	3
2	1000~ 2500	2	450~ 800	2	5~ 10	2
3	> 2500	1	< 450	1	< 5	1

小流域土地资源的优化利用主要体现在小流域内土地利用方式的调整上, 故确定小流域各土地利用类型为优化模型的决策变量。根据实地调查和分析所得资料, 各土地利用类型土壤年均侵蚀量和粮食产量如表 2。

依据上述方法和数据, 建立开县芋子沟小流域生态环境调控优化模型如下

目标函数

$$\text{Max}(DD) = 0.467(QS) + 0.333(RL) + 0.200(NZ)$$

$$M in(QS) = 15.075X_1 + 3247.961X_2 + 10826.538X_3 + 1868.369X_4 + 209.544X_5 + 1792.564X_6 + 1746.212X_7 + 1964.614X_8 + 15.344X_9 + 2724.092X_{10} + 15401.519X_{11}$$

约束条件:

$$RL = 675X_1 + 525X_2 + 375X_3 \leq 1720.800 \text{ (粮食约束)}$$

$$X_1 + X_2 + X_3 \leq 2.677(1 - NZ) \text{ (基本农田约束)}$$

$$X_4 \leq 0.443 \text{ (园地约束)}$$

$$X_7 \leq 1.030 \text{ (居民点约束)}$$

$$X_8 \leq 0.010 \text{ (厂矿约束)}$$

$$X_9 \leq 0.03 \text{ (水塘、蓄水池和沉沙凼面积约束)}$$

$$\frac{X_5}{X_6} > 1.5 \text{ (经果林与林地面积比约束)}$$

$$\sum_{i=1}^{11} X_i \leq 11.056 \text{ (面积约束)}$$

模型中: X_1 —水田; X_2 —梯坪地; X_3 —坡耕地; X_4 —园地; X_5 —林地; X_6 —经果林; X_7 —居民点; X_8 —厂矿; X_9 —水塘、蓄水池或沉沙凼; X_{10} —荒草地; X_{11} —难利用地。

表 2 不同利用类型土地年均土壤流失量和粮食产量

Table 2 Annual average soil erosion figures and grain yield in variant use lands

利用类型	年均土壤流失量 /t · (km ² · a) ⁻¹	年均粮食产量 /t · (hm ² · a) ⁻¹
水田	15.71	6.75
坡耕地	10826.54	3.75
梯坪地	3247.96	5.25
园地	1868.37	—
林地	209.54	—
经果林	1792.56	—
居民点	1746.21	—
厂矿	1964.61	—
水塘	15.34	—
荒草地	2724.09	—
难利用地	15401.52	—

采用计算机模拟技术求得近似最优解,得到开县芋子沟小流域生态环境调控具体对策如表 3。

表 3 土地资源优化利用的土地利用对策

Table 3 The countermeasure of sustainable utilization of land resources

利用类型	面积 /hm ²	占总面积 百分比/%	土壤流失量 /t · a ⁻¹	粮食产量 /t · a ⁻¹
水田	226.30	20.47	35.54	1527.53
梯坪地	40.89	3.70	1328.09	214.67
坡耕地	23.02	2.08	793.50	86.30
经果林	244.53	22.12	4383.35	—
居民点	103.43	9.36	1806.11	—
厂矿	1.12	0.11	22.00	—
水塘	2.87	2.60	0.44	—
林地	463.40	41.96	971.01	—

注:表中坡耕地是坡度小于 10°,土层较为深厚且采取了保土耕作措施的坡耕地,其土壤侵蚀量大致与坡改梯形成梯坪地持平。

在上述土地利用方式下,开县芋子沟小流域年均土壤侵蚀模数(QS)为 844.81 t/(km² · a),年人均粮食占有量(RL)为 478.16 kg/a,非农业人口的比重(NZ)控制在 6%左右,流域土地资源优化利用度量指标(DD)为 2.467,在小流域教好实现了生态效益、经济效益和社会效益的和谐统一。

5 三峡库区小流域土地资源优化利用模式——协调式

三峡库区小流域生态系统的特点以及典型小流域土地资源优化利用的经验,总结出以“土地资源合理利用,维护生态系统稳定,促进社会经济与生态环境协调发展”为目标的小流域土地资源优化利用模式,称之为协调式模式。对三峡库区小流域而言,严重的水土流失是其面对的最主要的生态环境问题,而小流域水土流失的根源是流域内土地的不合理利用和人类对资源的掠夺性开发,故小流域土地资源的优化利用首先要规范人类的行为,人类在改造自然的过程中,要遵循自然规律,以保持水土资源形成转化的自然规律,具体对策如下:

1) 治理流域环境,调整流域内土地利用方式。针对流域内土地垦殖率高,水土流失严重,作物种类单一的特点,要改变流域以种植业为主的单一模式,积极发展经果林、药材林和水保林,寻求生态效益和经济效益和谐统一。

2) 开展多种经营,提高非农业人口的比例。非农业人口比例的提高直接减缓人类对流域内水土资源的压力,且一部分人从农业生产中分离出来从事多种经营,可带动流域经济的发展。

3) 水土保持措施的推广。三峡库区小流域产沙主要来自流域内的坡耕地,坡耕地上水土保持措施推广对减少流域的水土流失量,改善流域的生态环境有着极为重要的意义。依据坡耕地不同的坡度、坡向等情况,因地制宜地采用保土耕作、坡改梯、等高植物篱、退耕还林等水土保持措施,控制流域水土流失量,改善流域生态环境。

4) 优良品种的引进和高新技术的应用。依据小流域生态系统的特点,引进适宜栽种的优质品种,发展自己的特色产业,促进当地特色经济的发展。增加对农业的资金和技术投入,提高农业的科技含量,发展生态农业和“三高农业”。

5) 完善小流域综合治理措施体系。自分水岭起,第 1 道防线以水土保持防护林为主,第 2 道防线以梯田工程、等高植物篱措施为主,第 3 道防线以拦沙蓄水工程为主,生物护岸工程为辅。

总之,要对流域的生态环境进行全面治理,以保护为主,从掠夺性和破坏性开发流域资源转向建设性、保护性开发流域资源,控制流域的人口规模,避免盲目开荒、滥砍滥伐等破坏生态环境的现象,实现流域可持续发展的目标。

6 结 论

1) 三峡库区小流域土地资源优化利用是一个多目标决策问题, 只有土地资源优化利用的各个目标(生态环境质量、经济发展水平、社会发展水平)均达到了最优化, 土地资源优化利用才达到了它的目标。

2) 以水土流失为主体特征的生态环境的退化是三峡库区小流域所面临的最主要的生态环境问题, 小流域内土地垦殖率普遍较高, 这些小流域土地资源优化利用的核心在于流域内土地利用方式和农业产业结构的调整。

3) 小流域土地资源优化利用是在小流域土地利用现状、社会经济发展现状的基础上进行的, 在进行土地资源优化利用的过程中, 定量表达小流域土地利用优化程度的各评价指标应根据小流域的具体情况而定, 不同

的小流域应制定不同的评价指标。

[参 考 文 献]

- [1] 尹 军, 刘文菊 多目标土地利用总体规划研究[J]. 农业工程学报, 2001, 17(4): 160~ 164
- [2] 汤万金, 吴 刚 矿区生态规划的思考[J]. 应用生态学报, 2000, 11(8): 637~ 640
- [3] M cHarg Hum an planning at Pennsylvania[J]. Landscape Planning, 1995, 8(2): 109~ 120
- [4] 宋桂琴, 李领涛 王东沟农业生态系统能流分析[J]. 水土保持学报, 1995, 9(2): 58~ 63
- [5] Koeser H, et al Management of material and energy flow s form an environment perspective with methods of ecobalance[J]. Chem ische Technik, 1998, 50(4): 1~ 2
- [6] 王 铮, 郑一萍 全球变化对中国粮食安全的影响分析 [J]. 地理研究, 2001, 20(3): 282~ 289

Model of Sustainable Utilization of Land Resources of Small Watersheds in Three Gorges Area

Ni Jiupai, Fu Tao, He Binghui, Wei Chaofu

(College of Resources and Environment, Southwest Agricultural University, Chongqing 400716, China)

Abstract: Sustainable utilization of land resources is very important to protect the eco-environment against disruption, and to promote the coordinated growth of socio-economic and eco-environmental systems and build a harmonious relationship between human behavior and the natural world, especially in the Three Gorges Area. Based on the characteristics of small watersheds in the Three Gorges Area, the theoretical structure of sustainable utilization of land resources of small watersheds in the area was elaborated, and a model of sustainable utilization was presented based on the small Yuzigou watershed. The key to sustainable utilization of land resources of small watershed is that the land resource and agricultural construction within watersheds should be fairly adjusted.

Key words: Three Gorges Area; small watersheds; model of sustainable utilization of land resources