

建德县南峰乡丘陵山地开发利用的生态经济规划研究Ⅱ. 不同决策方案的系统模拟

卢剑波 王兆骞 (浙江农业大学农业生态研究所, 杭州 310029)

马岳 (浙江省农业厅, 杭州 310004)

【摘要】 采用系统动力学方法对6种不同的决策方案进行动态模拟和灵敏度分析, 预测和分析各种决策方案的系统生产力、稳定性和持续性。结果表明, 多目标规划型的系统生产力较高稳定性和持续性较好, 是一种较优的选择方案; 现状型的系统生产力较低, 林主型的生产力很高, 但经济产出水平低, 柑桔、板栗和蚕桑型的系统生产力高, 但系统的稳定性和持续性较差。

关键词 系统模拟 系统动力学模型 生产力 生态经济规划

Ecologic planning research on developing and utilizing hilly and mountainous lands at Nanfeng township I. System simulation of different decision plans. Lu Jianbo, Wang Zhaoqian (Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029), Ma Yue (Agricultural Department of Zhejiang Province, Hangzhou 310004). -Chin. J. Appl. Ecol., 5(2): 144—147.

Six kinds of decision plans are simulated, forecasted and analysed using system dynamics method. The results show that multiple objective programming model is the best one, and the present and forest models are worse. Orange, mulberry and Chinese chestnut models are faced with a greater risk. The planting area of mulberry, Chinese chestnut, vegetable bamboo and green manure crop should be enlarged.

Key words System simulation, System dynamics model, Productivity, Ecologic planning.

1 引言

随着系统科学的发展和人们对客观真实世界认识要求的提高, 系统分析和模拟被应用于许多学科领域, 在农业生态研究中的应用也越来越广^[6], 特别是在生态规划中, 应用前景广阔^[2-4, 7], 系统分析和模拟已成为生态经济规划的重要方法之一。

为了探索不同决策方案在南峰乡的应用前景, 采用系统动力学方法^[1, 8], 对不同的决策方案进行动态模拟和灵敏度分析, 预测和分析各种决策方案的系统生产力、稳定性和持续性, 从而优选出比较理想的

决策方案。

2 模型的建立

2.1 系统的结构分析

本模型只考虑丘陵山地系统, 根据利用现状和发展规划, 把整个系统分成10个子系统: 1) 柑桔子系统, 2) 茶叶子系统, 3) 桑子系统, 4) 板栗子系统, 5) 旱粮子系统, 6) 菜竹子系统, 7) 生漆子系统, 8) 水果子系统, 9) 经济林子系统, 10) 用材林子系统。其中8)、9)系指除前述以外的水果林和经济林。

2.2 模型的数学构造

本模型设 11 个状态变量:

1) 柑桔面积(GZMJ)

$$GZMJ(t) = GZMJ(0) + \int_0^t GZR(t) dt$$

式中 GZMJ(0) 为柑桔的现有面积, GZR(t) 为柑桔面积的变化率.

2) 茶叶面积(SYMJ)

$$SYMJ(t) = SYMJ(0) + \int_0^t SYR(t) dt$$

3) 桑园面积(SLMJ)

$$SLMJ(t) = SLMJ(0) + \int_0^t SLR(t) dt$$

4) 旱粮面积(HLMJ)

$$HLMJ(t) = HLMJ(0) + \int_0^t HLR(t) dt$$

5) 板栗面积(BLMJ)

$$BLMJ(t) = BLMJ(0) + \int_0^t BLR(t) dt$$

6) 菜竹面积(CZMJ)

$$CZMJ(t) = CZMJ(0) + \int_0^t CZR(t) dt$$

7) 生漆面积(SQMJ)

$$SQMJ(t) = SQMJ(0) + \int_0^t SQR(t) dt$$

8) 经济林面积(JJMJ)

$$JJMJ(t) = JJMJ(0) + \int_0^t JJR(t) dt$$

9) 水果面积(SGMJ)

$$SGMJ(t) = SGMJ(0) + \int_0^t SGR(t) dt$$

10) 用材林面积(YCMJ)

$$YCMJ(t) = YCSJ(0) + \int_0^t YCR(t) dt$$

11) 木材蓄积量

$$YCSJ(t) = YCSJ(0) + \int_0^t [YSR(t) - YKR(t)] dt$$

式中 YCSJ(0) 为初始木材蓄积量, YSR 为木材年生长量, YKR 为木材年砍伐量.

2.3 系统的参数变量

系统的参数变量主要从系统的生产力、稳定性和持续性 3 方面来考虑, 由于农业生产既是一种自然的生产过程, 同时更

是一种社会经济生产过程, 因此生产力的指标选用总产值来表达, 系统的稳定性和持续性则从系统对资金和肥料的需求程度来衡量. 本模型选择了总产值、投资量、肥料需求量(分化肥和有机肥) 4 个参数变量.

2.4 建模中几个问题的处理

2.4.1 关于产量的延迟 多年生经济作物, 种植后多年才有收获, 如柑桔 3 年始果, 7 年以后才进入盛果期. 产量是根据面积来计算的, 而多年生经济作物新种面积的增加(面积信息), 不能立即反映到产量上来, 必须对面积信息进行平滑处理, 本模型采用 SMOOTH 函数, 对现有的幼龄园地和新增面积进行平滑处理.

2.4.2 关于干水果的大小年问题 在生产中, 干水果的产量存在着大小年现象, 年度间的产量变化幅度较大, 但大小年现象是有规律的, 重复出现, 本模型中采用 SIN 函数进行处理.

2.4.3 关于增加速率的转变 速率的转变或其它参数的逻辑转变采用 CLIP 函数.

2.5 计算机模拟程序的编写

模拟程序采用 DYNAMO 语言编写. 根据系统结构编写了 200 多句的模拟程序, 程序有 12 个子块, 包括 10 个子系统子块、1 个总子块和 1 个打印子块. 程序(略).

模型在 Micro-DYNAMO 系统支持下, 在 IBM-PC/XT 微机上通过.

3 不同决策方案的选择

选择有发展前途或具有一定代表性的 6 种不同类型的方案进行动态模拟. 1) 现状型: 指按现行的利用结构发展; 2) 多目标规划型: 按多目标规划方案进行结构调查; 3) 柑桔型: 在利用现状的基础上, 重点发展柑桔; 4) 蚕桑型: 重点发展方向为蚕桑; 5) 板栗型: 发展方向为板栗; 6) 林主型: 主要发展用材林和油茶.

4 结果分析

4.1 总产值的变化趋势

从图 1 可见,现状型在 1993 年以前,产值不断增加,这是由于部分幼龄果园逐步成熟之故,从 1994 年以后,总产值不再增加,只有年度间的波动.林主型从 1990 年到 2010 年,产值逐年增加,但增幅较少,从 1990 年的 4.27×10^6 元,增加到 2010 年的 8.53×10^6 元,产值仅翻一番.柑桔型和板栗型的发展趋势相同,从 1990 年到 2000 年增长较慢,因为柑桔和板栗型进入盛果期需较长时间,2000 年以后增长速度加快,柑桔和板栗型到 2009 年总产值分别达 17.4×10^6 元和 19.8×10^6 元,是 1990 年的 4.07 和 4.64 倍.多目标规划型在前 7 年产值增加快,7 年以后逐步增加,到 2009 年达 12.2×10^6 元,是 1990 年的 2.85 倍.蚕桑型在前 10 年产值增长速度快,到 2000 年以后变化平缓,到 2009 年产值为 18.7×10^6 元,是 1990 年的 4.39 倍.

4.2 总投资和肥料的需求

从投资的需求分析,柑桔型的投资需求最大,其次为蚕桑型、板栗型、多目标规划型,现状型与林主型所需的资金最少.

肥料的需求为化肥和有机肥,对化肥

表 1 1995—2010 年不同决策方案的投资和肥料需求

Table 1 Total investment and fertilizer requirement of different decision plans in 1995—2010

	投 资(yuan) Investment				化 肥(t) Chemical fertilizer				有机肥(50kg) Organic manure			
	1995	2000	2005	2010	1995	2000	2005	2010	1995	2000	2005	2010
现状型(E03) Present model	485.93	485.93	485.93	485.93	201.44	201.44	201.44	201.44	150.1	150.1	150.1	150.1
多目标型(E03) MOP model	988.4	1038.4	1038.4	1038.4	454.19	479.19	479.19	479.19	420.1	430.1	430.1	430.1
柑桔型(E03) Orange model	1985.9	3485.9	3785.9	3785.9	763.9	1326.4	1438.9	1438.9	600.1	1050.1	1140.1	1140.1
蚕桑型(E03) Mulberry model	1235.9	1985.9	1985.9	1985.9	576.44	951.44	951.44	951.44	300.1	450.1	450.1	450.1
板栗型(E03) Chinese chestnut model	860.9	1235.9	1610.9	1760.9	407.69	613.94	820.19	920.69	450.1	750.1	1050.1	1170.1
林主型(E03) Forest model	490.93	490.93	490.93	490.93	201.44	201.44	201.44	201.44	150.1	150.1	150.1	150.1

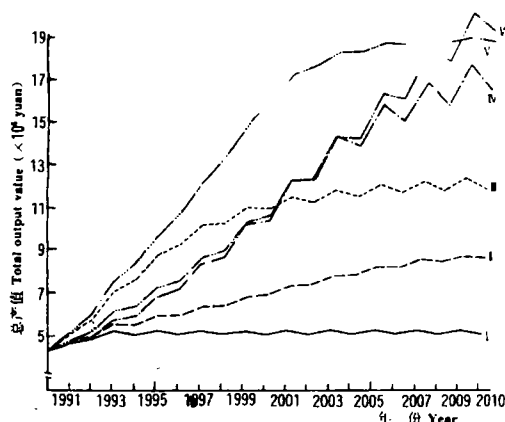


图 1 6 种决策方案总产值的变化趋势

Fig. 1 Change of total output value of six decision plans. I. 现状型 Present model, II. 林主型 Forest model, III. 多目标型 Multiple objective programming (MOP) model, IV. 柑桔型 Orange model, V. 蚕桑型 Mulberry model, VI. 板栗型 Chinese chestnut model.

和有机肥需求也为柑桔型最大,其它依次为板栗型、蚕桑型、多目标规划型.现状型和林主型对肥料的需求最低.

4.3 各方案的生态效益分析

林主型大面积发展用材林(杉木)和油茶,林地面积和木材蓄积量最大,水土保持效果最好,第一性生产力水平高,生态效益最佳,其次是多目标规划型.经济林和用材林同时发展,林地面积较大,生态效益较好.柑桔、板栗和蚕桑型基本上属于同一种模式,即仅发展经济林,生态效益不如前两

种. 现状型的生态效益最差.

经济目标与生态目标往往是矛盾的, 如林主型, 生态效益最好, 但经济效益较差, 要使系统协调发展, 只能在矛盾中求统一, 多目标规划型就体现了生态与经济目标相统一的要求.

5 灵敏度分析

为了加强洞察力, 提高模型的有效性, 研究参数变化对系统稳定性的影响, 帮助

决策分析, 对本模型进行了参数灵敏度分析^[6], 参数选系统中波动最大因子——产品价格, 对柑桔、蚕茧、板栗 3 种主要产品进行价格波动分析.

对 3 种产品分别选取 1 种市场价和 2 种波动价, 对不同的决策方案进行灵敏度分析: 1) 柑桔价格波动对柑桔型和多目标型的影响; 2) 蚕茧价格波动对蚕桑型和多目标型的影响; 3) 板栗价格波动对板栗型和多目标型的影响.

表 2 价格波动对不同决策方案 2010 年总产值的影响(×10⁴ 元)

Table 2 Effect of price fluctuation on total output values of decision plans in 2010(yuan)

	柑 桔 Orange			桑 蚕 Mulberry			板栗 Chinese chestnut		
	0.97	0.6	0.5	13.7	10.0	8.0	3.6	2.5	1.5
柑桔型 Orange model	16.244	11.366	10.047						
桑蚕型 Mulberry model				18.567	14.91	12.933			
板栗型 Chinese chestnut model							18.952	15.74	11.419
多目标型 MOP model	11.724	11.115	10.950	11.724	10.985	10.586	11.724	10.823	10.005

从表 2 可见柑桔价格波动对柑桔型总产值影响最大, 而对多目标型的影响则很小. 蚕茧价格波动对蚕桑型和多目标型的影响, 板栗价格波动对板栗型和多目标型的影响, 与柑桔价格波动的结果相似.

分析结果说明, 柑桔型、蚕桑型、板栗型系统的稳定性差, 而多目标型系统的稳定性好, 对外界参数因子的变动不敏感, 系统对外界的波动有抗性. 在此证实了生态学原理中结构与功能的关系, 即系统的结构越复杂, 功能越丰富, 稳定性越好.

6 不同决策方案的评价

通过对各种决策方案的模拟, 预测了各决策方案实施的系统生产力、稳定性和持续性.

从系统的生产力状况分析, 蚕桑型的生产力水平最高, 增长速度快, 总水平高; 板栗和柑桔型生产力水平也较高, 但前期的增长幅度慢; 多目标规划型的生产力水平处于中等, 但前期快, 后期稳; 林主型第一性生产力水平很高, 但经济生产力水平

很低, 现状型的生产力水平最低.

从系统的稳定性和持续性分析, 多目标规划型对资金和肥料的需求中等, 对价格的波动不敏感, 因此稳定性和持续性较好, 柑桔型则依赖高强度的投资和大量的肥料, 对价格的波动敏感, 系统的稳定性和持续性较差, 蚕桑和板栗型则介于多目标规划型和柑桔型之间.

综上所述, 多目标规划型是一种最优的决策方案.

参考文献

- [1] 王其藩. 1988. 系统动力学. 清华大学出版社, 北京.
- [2] 朱志明等. 1985. 海伦县经济系统的动态仿真. 系统工程理论与实践, (4): 51-56.
- [3] 李洪心等. 1990. 森林资源仿真研究. 生态学杂志, 9 (2): 32-35.
- [4] 陈秉均等. 1988. 临安县用材林系统的动态仿真. 浙江农业大学学报, 14(2): 198-235.
- [5] 苏懋康等. 1988. 系统动力学模型的灵敏度分析. 系统工程, 6(4): 7-12.
- [6] Coaki, Cs. 1985. Simulation and Systems Analysis in Agriculture. Elsevire.
- [7] FAO. 1980. Agricultural Toward 2000. Rome.
- [8] Forest, J. W. 1980. Industrial Dynamics, Tench Printing. M. I. T. Press.