

县域土地资源可持续利用系统动态仿真决策模型研究

崔和瑞¹, 赵黎明¹, 张晋国²

(1. 天津大学 管理学院, 天津 300072; 2. 河北农业大学 系统工程研究室, 河北 保定 071001)

摘 要:从区域可持续发展理论出发,以系统动力学的理论与方法为系统分析和建模的主要方法,通过对县域人口、经济、环境与土地资源四者组成的开放的复杂系统分析,建立了土地资源利用系统主要因果关系图和土地资源利用动态流程图,并且构建了 DYNAMO 动态仿真模型,通过计算机实现了土地资源利用系统的政策分析和动态模拟,得出优化方案。

关键词:土地资源利用系统;动态仿真;决策模型

中图分类号:F301.2

文献标识码:A

文章编号:1009-9107(2003)01-0107-04

一、土地资源利用系统的特点

(一) 多目标性和总体性

土地资源利用是多目标的,它不但追求经济效益,还要考虑社会、生态效益,需要统筹兼顾,合理安排各业用地,协调国民经济各部门的用地矛盾,优化系统的总体功能。

(二) 复杂性和非线性

土地资源利用系统涉及人口、农业、工业、交通、城镇、水域等诸多因素,这些因素之间的因果非线性关系是一个复杂的非线性大系统,因此,传统的方法难以进行协调。^[1]

(三) 动态性

土地资源利用系统是一个动态系统,表现为系统元素的量随时间变化而变化;系统元素的相互关系随着时间变化而变化。

(四) 时延性

土地资源利用系统的内部各因素之间相互影响,其因果关系往往有时间和空间上的分离,开发利用效果一般非立竿见影,明显存在时延性。

土地资源利用系统的上述特点,决定了用传统

的定性、定量方法难以有效地解决问题,迫切需要寻找一种有效的方法,系统动力学动态仿真模型为此提供了一个“战略与决策实验室”。本文以河北省南皮县为例进行分析研究。

一、土地资源利用动态仿真模型的建立

(一) 土地资源利用动态仿真模型的基本结构

土地资源利用动态仿真模型是一种决策反馈过程,其反馈回路主要由两种基本变化构成:^[2]一种是随时间变化的状态变量 $X(t)$;一种是控制状态变量变化强弱的控制决策变量 $R(t)$ 。

(二) 土地资源利用动态仿真模型的建立过程

1. 明确建立动态仿真模型的目的。建立土地资源利用系统动态仿真模型的目的是:通过分析 2000 年模拟分析结果,在“一要吃饭,二要建设”总的原则下,规划 2010 年河北省南皮县国民经济各部门对土地的需求,协调各部门用地的关系,促进国民经济协调发展,取得最佳社会、经济和生态效益。

2. 进行系统分析,找出系统的基本问题和构成系统的主要因素。河北省南皮县土地利用系统如图 1 所示。系统的基本问题是各种用地之间争地的

矛盾。人口的增加,生产力的发展,导致各种用地都要求增加,而土地资源是有限的,需要统筹兼顾长远利益和眼前利益,综合考虑土地资源利用的经济、社会、生态效益,以保持土地资源利用的可持续性。

系统边界分析确定后,找出构成系统的主要因素,并分析这些因素之间的关系,是动态仿真模型建立的关键,而模型的有效性和准确性首先取决于是否找出了系统的主要因素及正确地解决各主要因素的相互关系,分析正负反馈因果耦合关系环。主要反馈回路如下:(1)耕地与牧草地的正反馈关系。即耕地——牧草地——粮食产量——人口压力——正反馈回路。现实系统中过度的开垦,使牧草地在短短的几年内锐减,致使土壤肥力和粮食单产下降。

(2)耕地与林地的正反馈关系。即耕地——林地——生态环境和水土保持——土壤肥力——粮食产量——人口压力——耕地的正反馈回路。由此可以看出林地对保持土地资源持续生产力的重要作用。(3)农业土地资源综合开发与耕地的正反馈关系。即农业综合生产力——农业发展资金——农业资金和科技投入——土壤肥力——粮食产量——土地利用结构——农业综合生产力的正反馈回路。(4)资金和科技投入与土地资源开发的正反馈关系。即资金科技投入——后备资源开发——农业综合生产力——农业发展资金——资金科技投入的正反馈回路。它反映了投入对土地后备资源开发利用的影响。

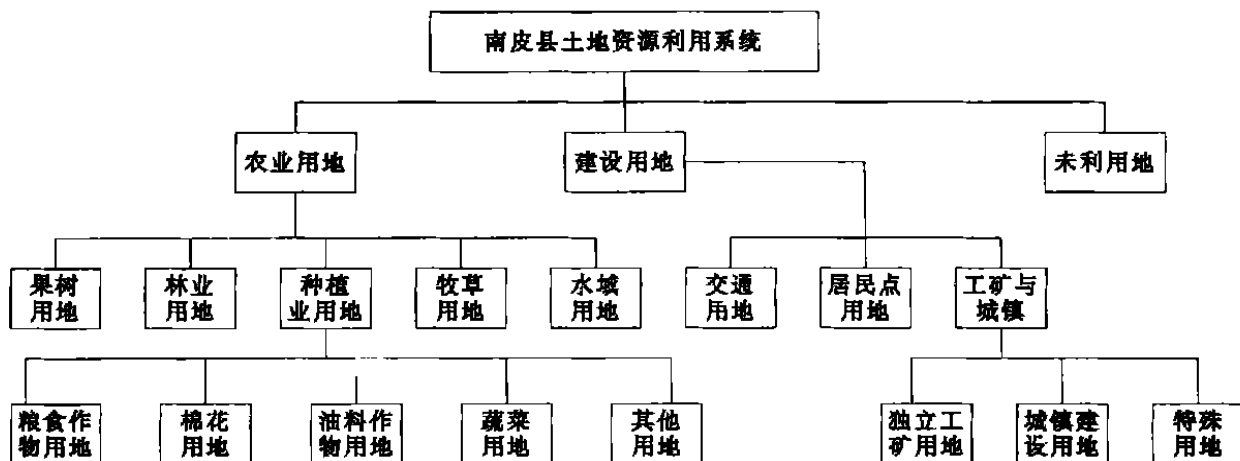


图1 河北省南皮县土地资源利用系统

3. 土地资源利用系统动态仿真模型的建立。河北省南皮县是一个以农业为主的粮食生产基地县,林地和园地具有相当规模,南皮县盐碱化土地面积大,有大面积土地适宜枣粮间作,牧草地约4 000公顷,主要用以草田轮作,增加土壤肥力,改良土壤结构。我们利用DYNAMO语言,构建了河北省南皮县土地利用动态仿真模型,总计12个状态变量,156个DYNAMO方程式和函数,并且构建了河北省南皮县土地资源利用系统动态仿真流程图。

4. 模型的有效性分析与模型的检验修正。建立系统动态仿真模型后,输入河北省南皮县2000年人口、资源、经济、环境等各类基础数据,使模型在真实系统下模拟运行,将输出各类土地利用结果与该县土地系统实际监测结果比较,视其偏差程度大小,从而验证所建立模型是否有效。如果所建立模型运行

输出结果与实际偏差较大,那么就对模型进行修正。经过综合分析,2000年河北省南皮县各类土地实际监测结果与模型模拟结果偏差平均为1.3%,认为模型的有效性达到实际系统所能接受的程度,模型功能对真实系统具有一定代表性,可以进行实际仿真操作。

(三) 决策方案的设计与决策评价

1. 决策方案的设计。从河北省南皮县的实际情况出发,通过计算机模拟运行,设计了三种代表今后河北省南皮县土地资源利用特点和方向、具有一定可行性的典型方案,通过控制模型参数,预演和分析这些方案实施后未来10年规划方案产生的社会、生态、经济效益,并通过层次分析法^[3]确定了最优方案。方案有三种:一是农工牧综合型,二是农牧型,三是农工型,如表1所示。

表 1 三种方案比较

方 案		2010 年 仿 真 结 果			
综 合 型	AIRF = 0. 0069	AA = 735 220	UA = 64 202	FA = 19 484	
	WIRF = 0. 0018	WLA = 74 512	TA = 39 484	RA = 95 726	JZA = 32538
	ATRF = 0. 0004	LA = 30 550	WTA = 87 121	WA = 38 553	TCR = 22 %
	AWLRF = 0. 0042	GA = 421 800	AP7 = 17 000	JA = 396 420	
农 牧 型	AIRF = 0. 0690	AA = 688 890	UA = 64 202	FA = 19 463	
	WIRF = 0. 0018	WLA = 120 863	TA = 39 484	RA = 95 726	JZA = 25 587
	ATRF = 0. 0004	LA = 30 550	WTA = 87 121	WA = 38 553	TCR = 16. 5 %
	AWLRF = 0. 0190	GA = 386 760	AP7 = 17 000	JA = 285 130	
农 工 型	AIRF = 0. 0025	AA = 728 057	UA = 64 202	FA = 19 457	
	WIRF = 0. 0020	WLA = 74 449	TA = 40 065	RA = 95 726	JZA = 22 549
	ATRF = 0. 0050	LA = 37 222	WTA = 87 121	WA = 38 553	TCR = 14 %
	AWLRF = 0. 0042	GA = 421 800	AP7 = 17 000	JA = 289 257	

AA——耕地;UA——园地;FA——林地;WLA——牧草地;TA——交通用地;RA——居民点用地;LA——工矿与城镇用地;WTA——水域面积;WA——未利用地;GA——粮食作物占地;AP7——菜地面积;JZA——枣粮间作面积;JA——棉花、油料及其它作物占地;TCR——林木覆盖率;AIRF——耕地转工矿用地率;WIRF——未利用土地转工矿用地率;ATRF——耕地转交通用地率;AWLRF——耕地转牧草地率

2. 土地资源可持续利用评价准则。河北省南皮县地处河北省沧州地区,土地资源利用规划的核心问题是解决人口和土地之间的关系,做到人口增长和土地需求协调发展。土地规划利用方案评价要统筹兼顾长远利益和眼前利益,综合考虑社会、经济、生态效益,以利于土地资源的可持续利用,以此建立决策方案评价指标体系。

3. 决策方案的综合评价。决策方案的综合评价是从社会经济效益、生态效益和可行性评定三方面来进行的。社会经济效益包括粮食总产量、人均社会总产值及非农业用地满足程度;生态效益包括林木覆盖率、盐碱地改良面积和工业污染指数;可行性

评价包括资金、土地利用开发程度和水资源等。

根据土地资源利用方案的值,在同一指示中以最大数据的方案值为 100%,其它方案依次折合成为百分数,并按各项指标重要程度予以不同的权重值,然后两项对应求积,逐级相加,最后获得总功能系数。

这里的资金、土地利用开发程度、水资源与可行性系数呈反向关系,即所需资金越多,土地开发程度越大,水资源需求越多,则可行性愈小。故在计算功能系数时采用倒数。对于权重系数的确定采用了层次分析法,评价结果见表 2。

表 2 仿真方案多目标模糊综合评审

综合评价项目	分项目	权重系数	方案一	方案二	方案三
社会经济效益 (0.433)	粮食总产量	0.681	100	93.70	99.00
	人均社会总产值	0.103	100	93.8	99.9
	非农用地满足程度	0.216	90.6	90.6	100
	功效系数		97.97	93.04	99.30
	序 位		2	3	1
生态效益 (0.466)	林木覆盖率	0.50	100	75.00	63.6
	盐碱地改良面积	0.25	61.60	100	61.5
	工业污染	0.25	82.00	82.00	100
	功效系数		85.90	83.00	72.18
	序 位		1	2	3
可行性评定 (0.101)	资 金	0.50	100	90.00	80.00
	土地利用开发程度	0.25	96.30	96.30	100
	水资源	0.25	90.00	100	80.00
	功效系数		96.58	94.08	85.00
	序 位		1	2	3
	总功效系数		92.20	88.47	85.22
	序 位		1	2	3

二、方案的决策分析

从表2可以看出,若仅从社会经济效益看,第三方案农工型为最佳方案,但由于资金等因素的影响,可行性较差;若从生态效益和可行性评定、社会经济效益考虑,方案一为最佳,即农工牧综合型方案功效系数最高。

农工牧综合型方案考虑了河北省南皮县的土壤

特点,以发展畜牧业来改良盐碱地,并为农业生产发展提供更多的资金和有机肥,从而促进农业发展;同时也为全县的乡镇企业的发展提供必要的资金,又可促进乡镇企业的发展,畜牧业发展又改善了生态环境;农业、乡镇企业的发展又为畜牧业发展提供饲料和资金,这样使南皮县的农、工、牧走上良性循环的健康发展轨道,使社会、经济、生态效益得以综合提高,从而全面促进全县2010年迈入小康县。

参考文献:

- [1] 梁吉义,王学萌.国土开发整治系统工程[M].太原:山西人民出版社,1989.
- [2] 王其藩.系统动力学[M].北京:清华大学出版社,1987.
- [3] 许树柏.层次分析法原理[M].天津:天津大学出版社,1988.

Study on the Dynamic Simulating Decision Model of the Land Resources Sustainable Utilizing System at County Level

CUI He-rui¹, ZHAO Li-ming, ZHANG Jin-guo²

(1. College of Management, Tianjin University, Tianjin 300072; 2. Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071001, China)

Abstract: The Land resources utilizing system is such a big and complicated system concerning society, economy and ecology that we can not efficiently resolve this problem by traditional methods. In view of the theory of the area sustainable development, by means of system dynamics, we constructed the dynamic simulating decision model which could systematically analyse the main causal relationship and dynamic flow diagram in the land resources utilizing system, and realized policy analysis and dynamic simulating on computer, and then gained the optimized program.

Key words: land resources utilizing system; dynamic simulating; decision model