

典型区域农牧业协调发展动力学模型研究

韦庆³, 卢文喜

(1. 河海大学水文与水资源学院, 江苏南京 210098; 2. 吉林大学环境与资源学院, 吉林长春 130026; 3. 江苏省交通科学研究所, 江苏南京 210017)

摘要 运用系统动力学方法, 根据吉林省西部前郭县的实际情况, 抓住退耕还草、人口增长、土地退化、生态恢复、人工草地种植等关键因素, 借助因果环, 构建该县农牧业协调发展系统动力学模型。

关键词 动力学模型; 农牧业协调发展; 农业生态

中图分类号 S11+9 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2008)07-03023-03

Study on the Dynamic Model for the Harmonious Development of Agriculture and Animal Husbandry in Typical Regions

WEI Qing et al (College of Hydrology and Water Resource, Hohai University, Nanjing, Jiangsu 210098)

Abstract Using the system dynamic method, based on the actual situation of Qanguo County in Western Jilin Province, the key factors such as returning cultivated land to grassland, population growth, land degradation, ecological restoration, artificial grassland planting were considered to construct the system dynamic model for the harmonious development of agriculture and animal husbandry in this county in virtue of causality loop.

Key words Dynamic model; Harmonious development of agriculture and animal husbandry; Agricultural ecology

农牧业生态系统是一个灰色系统, 影响该系统的因素很多。许多因素之间还存在着十分复杂的联系, 彼此相互影响、相互制约, 并且某些因素随时间波动较大。模拟和预测某地区农牧业发展状况就成为一个高阶次、非线性、多重反馈、复杂时变的系统问题^[1-2]。系统动力学(简称SD, System Dynamic)是一种以反馈控制理论为基础、计算机仿真技术为手段、研究复杂社会经济系统的定量方法, 该方法是在总结运筹学的基础上, 综合系统理论、控制论、信息反馈理论、决策理论、系统力学、仿真与计算机科学等基础上形成的崭新的学科, 它是处理非线性、多重反馈和复杂多变的动态系统的强有力工具^[3]。针对吉林省前郭县以往农牧业的发展情况, 笔者运用系统动力学方法, 抓住退耕还草、人口增长、土地退化、生态恢复、人工草地种植等关键环节, 制定偏重经济、偏重生态、兼顾经济发展和生态恢复的3种合理方案, 试图为该地区生态建设和经济发展提供科学依据, 也为其他农牧交错地区开展可持续规划研究提供方法借鉴。

1 前郭县农牧业可持续发展模型建立

1.1 系统边界确定 系统是由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合而成、具有特定功能的有机总体, 系统是一个相对的概念, 某一系统同时又可能是另一系统的组成部分。影响农牧业发展的因素繁多, 且相互之间彼此关联, 但一个特定的研究系统不可能包罗万象。对于某一研究课题, 要有针对性地划出系统边界, 确定系统构成, 形成特定的研究系统。农牧业生态系统边界的划定是开展可持续发展规划研究的基础。根据前郭县的实际情况, 把该县可利用土地面积、人口增长、人均收入、草地及耕地经济总量、生态效益等与农牧业发展关系紧密的因子划定在边界范围内。

1.2 系统动力学模型流程 系统动力学流程图的建立是模拟仿真现实世界的关键步骤, 是模型建立者思想的体现。系统动力学模型就是在流程图的基础上建立完善起来的。研究采用的是由美国 Ventana System Inc. 开发研制的系统动力学软件 VENSIM。该软件在保留原有软件功能的基础上, 实

现了友好的可视化操作界面, 不仅方便模型建立者建立和修改调整模型, 也方便模型使用者的阅读和使用, 使模型更清晰、透明, 大大提高了模型的实用性和可控性^[4]。前郭县农牧业可持续发展系统动力学流程, 如图1所示。在图1基础上, 建立系统动力学模型, 识别和仿真前郭县以往的农牧业发展情况。模型中共有速率变量4个, 水平变量5个, 辅助变量18个, 参数及常数变量6个, 共计33个变量, 各类关系式近百个。

1.3 模型的识别检验 由于模型的参数设定和赋值存在着很大的主观性, 所以在模型建立以后必须进行识别检验。采用该县1993~2002年(10年)的人口数推测、可利用土地面积、人均收入来识别检验模型, 如表1所示。预测可利用土地面积与实际面积之间的相对误差均在2%以内; 预测人均收入和实际人均收入相比, 除1998年特大洪水灾害情况特殊以外, 相对误差也控制在5%以内, 且均无逐渐扩大的趋势。这说明该模型很好地模拟了这10年前郭县农牧业的发展状况, 可以用于该县农牧业发展状态预报。

1.4 控制变量灵敏度分析 系统动力学模型建立的目的是通过系统内部控制变量的设置和调整去模拟仿真现实, 而后设计出参数的合理组合方案, 以实现目标变量的最优化^[5]。所以控制变量的合理选择十分重要。应遵循以下原则: 人为可控性强, 可操纵性好。参数灵敏度高, 即控制变量的变化对目标变量有显著影响。Vensim 软件具有即时计算功能, 运用它进行参数灵敏度分析十分方便。分析结果显示: 人口增长速率、草地恢复速率、人工草地面积、草地技术投入这4项参数是控制整个模型的关键, 它们与人口数、农牧业年人均收入、生态效益指数、可利用土地总面积等目标变量有着密切的关系, 且人为可控性强, 可以用于设计制定合理的规划方案。

模型中的主要变量设置: 状态变量: 人口数、可利用土地面积、散养及舍养量; 目标变量: 生态效益指数、农牧业年人均收入; 控制变量: 草地耕地面积比、人工草地面积、草地及耕地生产技术投入; 辅助变量: 草地面积、耕地面积、粮食产量、载畜量、干草产量、化肥投入、草地经济总量、耕地经济总量、人工草地面积、草地人工费用、耕地人工费用。

作者简介 韦庆(1979-), 男, 江苏连云港人, 在读博士, 工程师, 从事水生态与水环境方面的研究。

收稿日期 2007-11-09

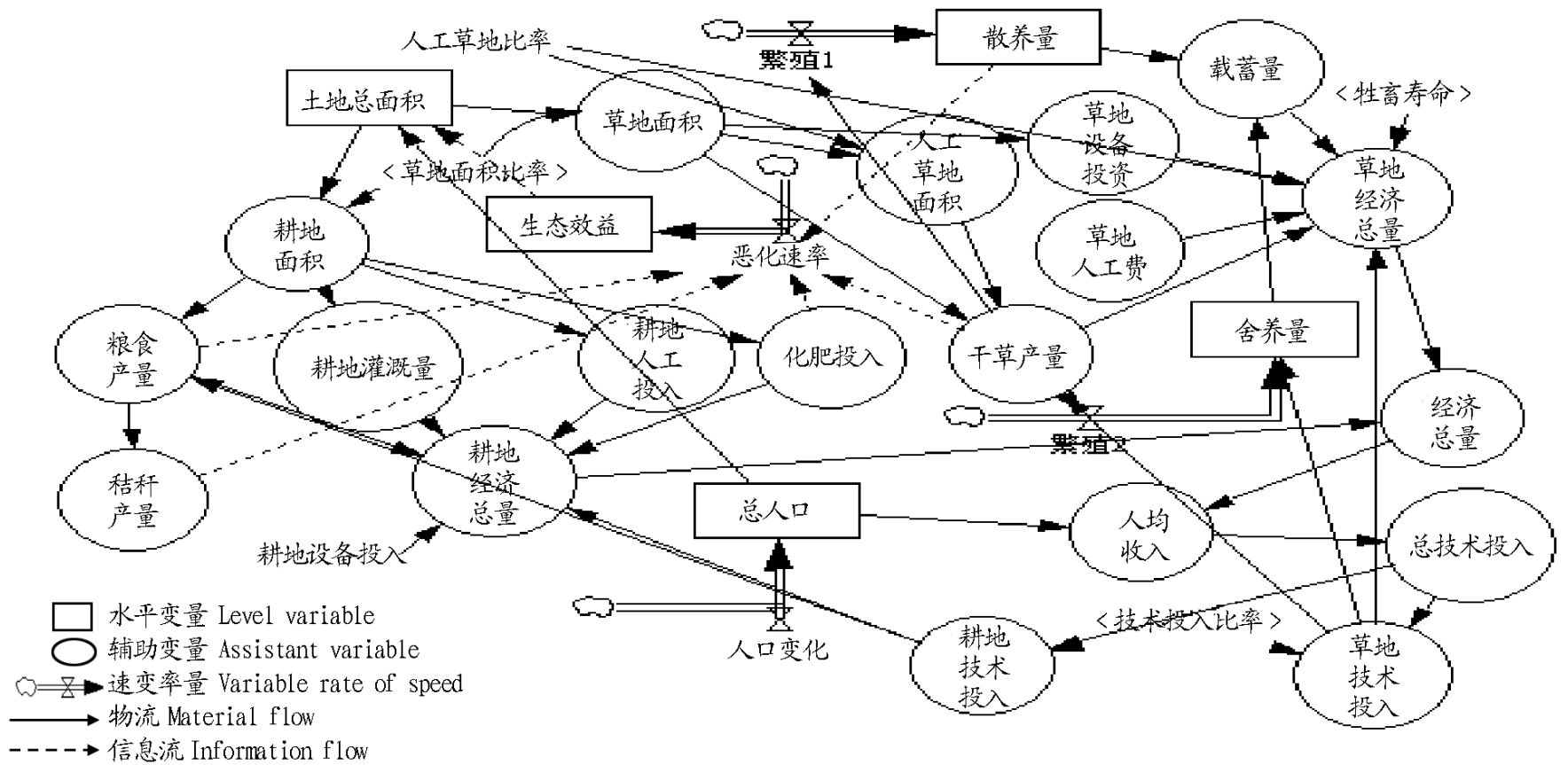


图1 前郭县农牧业可持续发展系统动力学流程

Fig.1 The flowchart of agro-pastoral sustainable development in Qanguo County

表1 1998~2002年前郭县农牧业可持续发展模型检验结果

Table 1 The test results of the model for agro-pastoral sustainable development in Qanguo County during the year 1998-2002

年份 Year	人口 Population 人	人均收入 Per capita income 元	预测人均收入 Predicted per capita income 元	相对误差 RSD %	可利用面积 Available area 万hm ²	预测面积 Predicted area 万hm ²	相对误差 RSD %
1993	424 834	1 830	1 880.63	2.766 667	44.40	44.40	0
1994	444 379	1 890	1 982.11	4.873 545	44.27	44.66	0.879 518 0
1995	462 882	2 010	1 990.16	-0.987 060	44.13	44.75	1.389 728 0
1996	481 570	2 080	2 004.30	-3.639 420	44.00	44.68	1.560 606 0
1997	499 274	2 010	2 024.11	0.701 990	43.87	44.48	1.404 255 3
1998	517 057	1 880	2 049.22	9.001 064	43.73	44.05	0.955 792 6
1999	534 726	2 090	2 079.30	-0.511 960	43.60	43.70	0.235 474 0
2000	552 442	2 130	2 114.20	-0.741 780	43.40	43.15	-0.581 720 0
2001	569 359	2 190	2 153.40	-1.671 230	43.20	42.49	-1.630 401 2
2002	586 000	2 210	2 197.00	-0.588 240	43.20	42.56	-1.487 222 0

2 优化方案设计及其预报结果

()、兼顾经济和生态型()3种合理的规划方案。3种方案

借助模型的求解,制定出()偏重经济型、偏重生态型

的控制变量设置,如表2所示。

表2 前郭县农牧业发展方案控制变量设置

%

Table 2 Parameters arrangement in the scheme of the agro-pastoral development in Qanguo County

	人工草地增加速率 Increase rate of artificial grassland	草地恢复速率 Recovery rate of grassland	人工草地占草地 Percentage of artificial grassland in grassland	草地占可利用土地 Percentage of grassland in available land	草地技术占总技术投入 Percentage of grassland technology in total technology inputs	人口增长速率 Increase rate of population
现状Status	-	-0.040	1.00	29.60	-	2.84
	10	0.015	5.55*	39.22*	50	2.00
	15	0.025	12.37*	44.35*	85	2.00
	12	0.020	7.69*	40.37*	70	2.00

注:* 为2020年预测数值;现状是2002年实际情况。下同。

Nte : * denotes the predicted value for 2020 ; Status denotes actual situation of 2002 . The same as below .

对3种方案进行仿真模型,并计算预测出各种数据。在绘制状态变量数据和目标变量动态仿真模拟曲线图的基础上,选择最具有代表性的生态效益指数动态平衡模拟曲线(图2)和农牧业收入动态平衡模拟曲线(图3),结合全部动态模拟数据(表3)进行多方案的数据比较与优选。

分析可得:经济型方案农牧业年人均收入增长最快且增幅最高,实现了该县农牧业发展的经济效益,但生态效益指数在2010年以后逐年下降。说明该方案远期会对当地生态环境造成一定的破坏,属于粗放经营,不可采用。生态型方案实现了该县生态效益指数的持续增长,但农牧业人均年收

入增长缓慢,且2015年以后增幅逐渐减少。兼顾型方案在实现农牧业年人均收入持续稳步增长的同时,保证了生态效益指数处于一个较高的水平,达到了兼顾生态效益和经济利益的目的,建议予以采用。

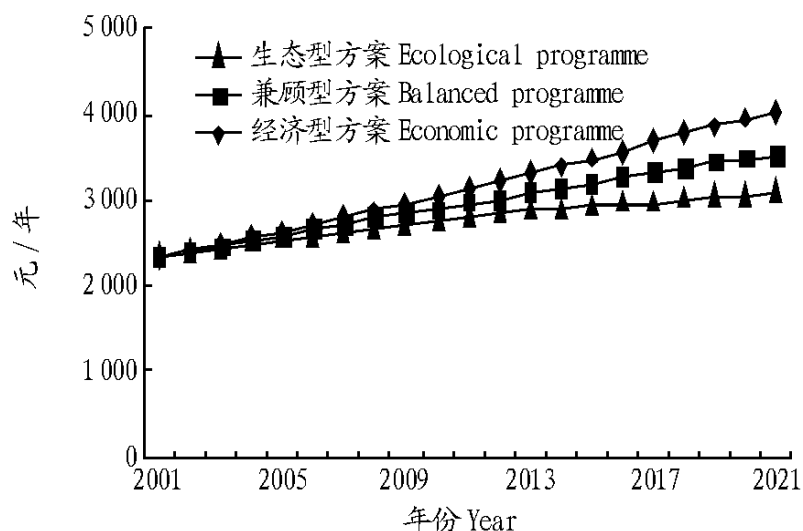


图2 农牧业年人均收入预测对比

Fig.2 Comparison of prediction of agro-pastoral annual per capita income

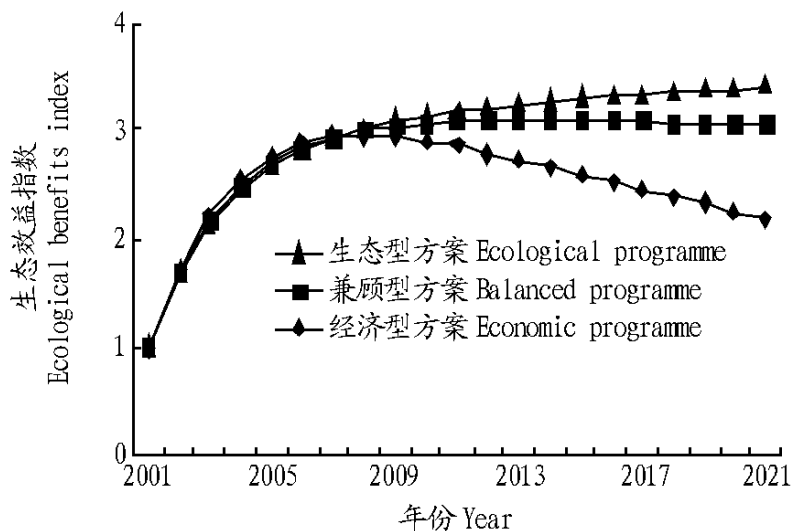


图3 生态效益指数预测对比

Fig.3 Comparison of prediction of ecological benefits index

3 结论

研究针对位于吉林省西部前郭县的农牧业发展情况,运

(上接第2980页)

略^[6]。按照“巩固主要市场、开拓新兴市场、加强区域合作”的原则,巩固美、日、欧等主要市场。同时,支持国内高新技术企业出国办展,大力开拓东盟、中东、拉美、独联体等新兴市场,提升合作层次,形成区域经济合作与科技兴贸战略的良性互动。此外,发挥展会的桥梁和平台作用,继续办好各种高科技展会,推进国际化扩展。实施“走出去”战略。综合运用贸易、投资、合作、国际援助等多种方式,推动科技型企业走出去。包括充分利用政府间合作协议、援助协议把企业和产品带出去,融入国际市场^[8];鼓励出口基地加快在海外建立科技园,使出口企业联合构建产品出口战略联盟,让出口企业和外贸企业共同推动拓展海外市场等。

4 结语

“十一五”期间是我国全面建设小康社会的关键时期,也是我国深入实施“科技兴贸”战略,实现我国从贸易大国向贸易强国跨越的重要时期。高新技术产品出口已成为我国商品出口增长的主体,对我国经济发展的作用日益增强。

表3 主要目标变量预测结果

Table 3 Predicted results of the main destination variables

年份 Year	可利用土地 面积 Available land area 万 hm ²	人口 Population 人	生态效 益指数 Eco benefit index	农牧业年收 入 Annual income of agriculture and animal husbandry 元/人	
现状 Status	2002	52.56	586 000	1.000	2 210.00
	2008	43.42	646 991	2.941	2 801.54
	2015	42.21	743 190	2.654	3 398.67
	2020	40.94	820 542	2.320	3 849.39
	2008	43.88	646 991	2.933	2 631.50
	2015	45.00	743 190	3.257	2 895.09
	2020	45.73	820 542	3.371	3 040.77
	2008	42.88	646 991	2.931	2 719.27
	2015	43.15	743 190	3.095	3 135.37
	2020	43.30	820 542	3.070	3 418.11

用系统动力学方法,抓住退耕还草、人口增长、土地退化、生态恢复、人工草地种植等关键因素,借助因果环构建该县农牧业可持续发展系统动力学模型。并且利用1993~2002年实际数据进行精度检验和灵敏度分析,检验结果显示,模型很好地反映了该县这段时间的实际情况,且模型中控制变量具有很好的灵敏性,可以用于该县农牧业可持续发展规划。通过模型的求解,制定出了偏重经济型、偏重生态型、兼顾经济和生态型3种规划方案,适用于该地区生态环境的修复治理和社会经济的协调发展。

参考文献

- [1] 林年丰,王娟,汤洁,等. 农业生态环境系统的优化研究——以吉林西部平原长岭县为例[J]. 吉林大学学报:地球科学版,2004,34(1):111-118.
- [2] 李月辉,赵羿,胡远满,等. 科尔沁沙地东部农牧交错带土地承载力研究——以科尔沁左翼后旗为例[J]. 生态学杂志,2003,22(3):23-28.
- [3] 王其藩. 高级系统动力学[M]. 北京:清华大学出版社,1995.
- [4] Veni m. Vertana Simulation Environment Reference Manual[M]. Belmont, MA: Vertana System Inc, 1995.
- [5] 殷克东,薛俊波,赵昕. 可持续发展的系统仿真研究[J]. 数量经济技术经济研究,2002(10):61-64.

深入研究我国高新技术产品的发展及出口,关系到我国能否抓住当前国际产业调整重组的机遇,提高企业自主创新能力,增强我国出口商品国际竞争力;我国能否解决贸易摩擦加剧等突出矛盾,跨越国外的各种贸易壁垒;以及我国能否处理好外贸发展速度与结构、规模与效益的关系,实现对外贸易全面、协调和可持续发展。

参考文献

- [1] 孙欣. 我国高新技术产品出口喜中有忧[J]. 中国统计,2007(9):21-23.
- [2] 许婧. 中国高新技术产品贸易的现状、问题及对策[J]. 北方经贸,2007(1):28-29.
- [3] 高成兴. 国际贸易政策研究[M]. 北京:中国人民大学出版社,1999:12-15.
- [4] 石广生. 中国加入世界贸易组织知识读本[M]. 北京:人民出版社,2002:3-4.
- [5] 刘孟珠. 我国高新技术产品出口存在的结构性问题[J]. 海峡科学,2007(2):23-26.
- [6] 迈克尔·波特. 国家竞争优势[M]. 李明轩,邱如美,译. 北京:中信出版社,2007.
- [7] 曹建海. 中国产业前景报告[M]. 上海:上海人民出版社,2004:5-6.
- [8] 杨建文,周冯琦. 产业经济学[M]. 上海:学林出版社,2004:11-12.