

郑州市土地承载力系统动力学研究

陈传美 郑垂勇

马彩霞

(河海大学技术经济学院 南京 210098)

(呼和浩特市工业银行 呼和浩特 010010)

摘 要 在对郑州市农业系统进行辨识与诊断的基础上 , 描述了土地承载力系统各影响因素间的相互制约、相互促进的反馈关系 , 揭示了土地承载力系统的运行机制和控制机制 , 建立了郑州市土地承载力系统动力学模型 , 通过不同的策略方案 , 模拟了各方案下土地承载力系统的动态趋势 , 对系统动态仿真结果进行了分析 , 并提出了缓解郑州市人地矛盾的若干对策 .

关键词 土地承载力 ; 系统动力学 ; 模型 ; 对策

中图分类号 F301.2

1 土地承载力的概念及其研究方法综述

1.1 土地承载力

土地承载力 , 亦称土地人口承载量 , 是指在未来不同的时间尺度上 , 以一定的技术、经济和社会发展水平及与此相适应的物质生活水准为依据 , 一个国家或地区在不破坏生态环境的前提下 , 充分利用其自身的水土资源所能持续供养的人口数量 . 土地承载力是反映区域内人口与土地关系的综合指标 , 它的研究对区域经济发展战略、农业发展战略、资源优化配置及人口政策的制定均有重大的指导意义 .

1.2 土地承载力研究方法综述^[1]

a. 单因子分析法 : 是土地承载力研究早期常用的方法 , 它遵循“最低因子限制律” , 根据土地的生产能力来估算土地承载力 , 是一种静态的研究方法 .

b. 多目标规划法 : 以资源为基础 , 人口消费需求为目标 , 充分匹配这两者之间的关系 , 从而估算出土地承载力 .

c. 农业生态区域法 (AFZ) : 是联合国粮农组织推荐的估算区域土地承载力的方法 . 此法是在土壤资源评价的基础上 , 划分出不同的农业生态区 , 在一定的投入水平下 , 估算出各种作物的理论产量 , 将产量换算成蛋白质和热量 , 再与人均需求量比较 , 得出区域土地承载力 .

以上三种方法各有特点 , 在土地承载力研究中都曾发挥过一定的作用 , 但它们都存在着一些不足 , 突出表现在它们均未能将影响土地承载力诸多因素作为一个整体来考虑 , 对系统的结构、功能、特性描述不够 , 因此所得的结果不能较好地反映系统的实际 .

本文所采用的系统动力学方法可较好地解决以上问题 .

2 郑州市农业系统诊断与分析

通过对郑州市农业系统进行诊断 , 发现系统中存在的主要问题有以下几个方面 .

a. 人多地少 , 人地关系矛盾突出 . 建国以来 , 郑州市人口由 1949 年的 209.37 万增长到 1995 年的 595.06 万 , 年均递增 2.30% , 而耕地由 1949 年的 $41.81 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 下降到 1995 年 $30.75 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 年均递减 0.66% . 相应地人均耕地由 1949 年的 0.199 hm^2 下降到 1995 年的 0.051 hm^2 (见表 1) . 由此可见郑州市人地矛盾非常突出 .

b. 土壤肥力不足 , 水资源短缺 , 自然灾害频繁 , 抗灾能力差 , 导致土地产出水平低 . 据调查 , 郑州市耕地有机质平均含量为 1.062% , 全氮含量平均为 0.065% , 速效磷含量平均为 5.14mg/L , 均处于中下等水平 , 土

表 1 郑州市耕地与人口对比

Table 1 Comparison between cultivated area and population in Zhengzhou City

项 目	年 份					
	1949	1960	1970	1980	1990	1995
耕地面积/万 hm ²	41.81	38.30	35.69	34.05	31.39	30.75
人口/万人	209.62	307.46	384.75	460.57	551.42	595.06
人均耕地/hm ²	0.199	0.125	0.093	0.074	0.057	0.051

壤肥力不足.郑州市人均水资源量 262 m³,分别为全省、全国水平的 57% ,15% ;平均每公顷耕地水资源量 4950 m³,分别为全省、全国水平的 80% ,20% ,水资源严重短缺.全市现有水浇地面积 17.33 万 hm²,占耕地面积的 55% ,尚有 45% 的耕地无水源供应.郑州市自然灾害频繁,旱灾十年八遇,涝灾十年六遇,加之大风、干热风、冻害等自然灾害,常导致农作物减产.据资料统计,全市平均每年成灾面积 22.17 万 hm²,占农作物播种面积的 40% ,平均每年减产粮食 26 万 t,占粮食总产量的 20% .由于以上原因,郑州市粮食单产水平较低,且增长缓慢.

c. 农村劳动力素质较低,不能适应生产商品化、现代化的要求.据 1990 年人口普查资料,在郑州市农村人口中,文盲占 18.96% ,小学文化程度占 38.16% .这样的素质结构难以适应农业现代化生产经营的需要.因此,劳动者素质急待提高.

d. 农业生产结构调整缺乏科学的宏观指导,资源配置不够合理.郑州市农业结构调整多以行政命令的方式进行,提出的调整方案缺乏科学依据,同时也不能适应市场经济的要求.应在维护生态平衡的前提下,以市场需求为导向,以总体综合效益最佳为目标,通过合理配置农业资源,进行农业结构调整.

3 郑州市土地承载力系统动力学模型设计与运算

3.1 建模目的

a. 确定土地承载力系统的主要影响因素,分析各因素间相互制约、相互促进的反馈关系,揭示系统的运行机制和控制机制.

b. 在对郑州市系统进行辨识、诊断的基础上,对郑州市农业系统进行结构、功能分析,并针对存在的问题,寻找结构调整的原则和方向.

c. 比较不同策略方案下土地承载力以及缓解人地矛盾的途径.

d. 确定合理的土地承载量.

3.2 土地承载力系统反馈机制

土地承载力系统因果反馈回路见图 1.

图 1 中依实际系统的内在联系形成了若干正、负反馈环,通过人口、耕地、粮食、水资源、投资等主要物流和信息流的制约,产生自我调节特性,从而使系统保持动态平衡和稳定发展.

3.3 系统动力学(SD)模型的建立^[2]

3.3.1 SD 模型方程

SD 模型中含有 9 个状态变量,17 个流率变量,65 个辅助变量及 63 个参数.设 x 为系统的状态变量, R 为流率变量, V 为辅助变量, P 为参数,则状态方程一般式为

$$\frac{dx}{dt} = f(X_i, R_i, V_i, P_i) = R$$

其差分形式为

$$X(t + \Delta t) = X(t) + f(X_i, R_i, V_i, P_i) \cdot \Delta t$$

3.3.2 参数优选及调控

通过对 SD 模型进行灵敏度分析,找出对系统影响较大的敏感参数,多参数组合调整即可进行不同策略方案下土地承载力系统仿真运算及政策模拟.

3.3.3 模型检验与仿真运行

模型有效性检验结果表明:该模型有足够的有效性,可用于未来时刻仿真预测.

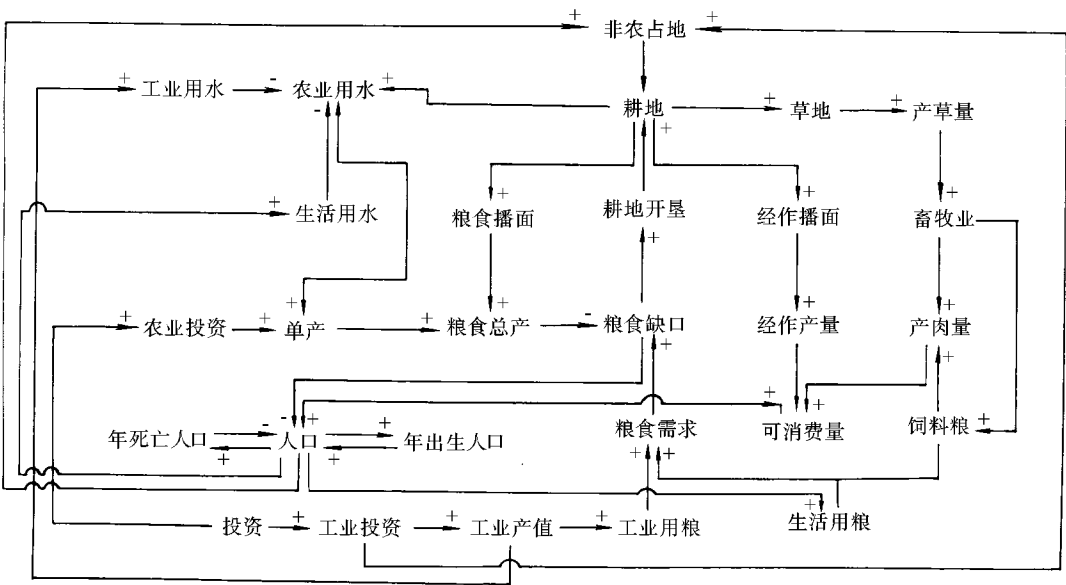


图 1 土地承载力系统因果反馈回路图

Fig.1 Feedback relation of land resource bearing capacity

3.3.4 SD 模型结果分析

根据郑州市农业系统的特点,模型中设计了两种策略方案:传统趋势型及综合发展型,分别在 SD 模型中进行了运行.通过对这两种方案进行的综合评判,综合发展型为较优的方案.下面主要讨论综合发展型方案下的仿真结果.

a. 农业结构(见表 2).

表 2 郑州市农业结构调整情况

Table 2 The regulated agriculture structure in Zhengzhou City						%
年 份	农业(种植业)	林业	牧业	副业	渔业	
1995	60.5	4.4	25.2	3.8	1.1	
2000	56.1	5.0	27.3	10.1	1.5	
2005	51.1	5.6	29.5	11.9	1.9	

b. 耕地利用优化结构(见表 3).

由表 3 可看出,粮食与经济作物种植面积的比例由 1995 年的 78:22 调整到 2000 年的 75:25 及 2005 年的 73:27.

表 3 郑州市耕地利用优化结构(作物种植面积占总播种面积之比)

Table 3 Optimum structure of cultivated land development in Zhengzhou City (proportion of total sown areas)								%
年 份	粮食	棉花	油料	烟叶	蔬菜	瓜类	其他	
1995	78.0	3.8	11.7	3.7	2.4	0.3	0.1	
2000	75.0	4.4	13.1	4.2	2.8	0.4	0.1	
2005	73.0	4.8	14.1	4.5	3.0	0.4	0.2	

c. 土地承载力(见表 4).

由表 4 可以看出,郑州市土地承载力与预测人口数有一定的差距,粮食、肉类均不能完全自给,需从外地调入.

表 4 2000 年、2005 年土地承载力计算成果

Table 4 The calculation result of land resource bearing capacity in 2000 and 2005

年 份	粮食产量 /万 t	油料产量 /万 t	棉花产量 /万 t	肉类总产量 /万 t	土地承载力 /万人	预测人口 /万人
2000	173.0	13.8	1.63	11.2	432.50	621.44
2005	184.4	16.8	1.92	14.5	491.00	633.21

4 缓解人地矛盾的若干对策与措施

郑州市人口数量大,耕地不足,土地生产力偏低,以致土地人口承载量严重短缺,目前已超载 187.53 万人,粮食缺口约 72.20 万 t,本世纪末将超载 188.94 万人,粮食缺口将达 75.58 万 t. 因此,必须采取切实措施,最大限度地缓解人地矛盾.

4.1 切实保护耕地资源,稳定耕地面积

郑州市耕地后备资源很有限,且多是山地、坡地及荒地,开发难度较大. 随着社会经济的发展,非农用地的增加及水土流失所损失的耕地,将使耕地有减无增. 因此,应严格控制非农业占用耕地,并同时加大水土流失治理及矿区土地复垦的力度,千方百计地稳定耕地面积.

4.2 发展立体农业,提高资源利用率

立体农业是在一定区域内充分利用气候资源,建立多层次、多种作物共存的一种高产、高效的集约农业生产形式. 立体农业的推广可以有效地提高农业综合生产能力和农业资源利用率,显著地提高复种指数,在一定程度上缓解人地矛盾. 目前,郑州市已在不同生态类型区研究开发了立体农业的模式,效果较好,应大力加以推广.

4.3 增加投入,改善农业生产条件,提高单产水平

农业生产是开放性生态系统,必须有一定的物质和能量投入. 对于郑州市农业系统来讲,要重点抓好以下几个方面的问题:(a)加大水利投入,确保水利投资占财政支出的比重稳中有升,有计划地扩大旱涝保收田面积,提高抗御灾害能力;加强小流域综合治理,尽快改变山区水土流失状况.(b)加强土地质量建设,改善土壤肥力.(c)加强良种培育,建立相应的培育基地.

4.4 控制人口增长,提高劳动者素质

进一步做好人口控制和计划生育工作,将人口自然增长率控制在 10‰之内,同时要加快发展文化教育事业,尽快提高劳动者素质.

参 考 文 献

1 陈百明. 我国的土地资源承载能力研究. 自然资源, 1989(1): 5 ~ 26

2 王其蕃. 系统动力学. 北京: 清华大学出版社, 1988. 18 ~ 58

System Dynamics for Zhengzhou Land Resource Bearing Capacity

Chen Chuanmei Zheng Chuiyong

(College of Technical Economics ,Hohai Univ. ,Nanjing 210098)

Ma Caixia

(Huhehot Industrial Bank ,Huhehot 010010)

Abstract Based on the diagnosis of Zhengzhou agricultural system ,feedback relation of the elements in the land resource bearing capacity system is analysed ,the operation mechanism and controlling mechanism of the system are revealed ,the system dynamic model of Zhengzhou land resource bearing capacity is established ,the dynamic tendenies in different programmes are simulated ,the results from the model are analysed ,and countermeasures and ways for mitigating the contradiction between population and land resource are suggested.

Key words land resource bearing capacity ;system dynamics ;model ;countermeasures