

澄城县高效农业发展 DYNAMO
模型的建立与应用程方民¹ 毕研光¹ 孙新平²

(1 西北农业大学农学系, 2 陕西省土壤研究所, 陕西杨陵 712100)

摘要 在对澄城县农业生产系统现状分析的基础上, 运用 DYNAMO 仿真语言, 构建了澄城县高效农业发展的动态仿真模型, 并利用该模型对 4 种代表当地高效农业发展方向的典型方案进行了仿真预测和分析评判, 为探索高效农业发展之路确立了必要的定量依据。

关键词 高效农业, DYNAMO 模型, 农业发展模式, 澄城县

中图分类号 F323.2

澄城县位于渭北旱塬东部, 耕地面积 5.69 万 hm^2 , 是典型的旱作农业县。近年来, 该县的农业生产取得了很大的发展, 其中农业总产值以每年 6%~7% 的速度递增, 1992 年粮食总产达到 11.72 万 t, 比 1980 增加 2.26 倍。但是, 从另一方面看, 农民生活由温饱向小康的过渡仍很缓慢, 商品经济比较落后, 传统的低层次、低效益的高产农业模式并无实质性的转变, 在很大程度上制约着农业生产经济效益和农民人均纯收入水平进一步提高。因此, 在加速当地农村经济发展和奔小康过程中, 农业生产从追求产品数量的高产农业结构转向高产高效并重的高效农业势在必行。本文运用 DYNAMO 仿真语言, 构建了澄城县高效农业发展的动态仿真模型, 并对其决策应用进行了分析。

1 模型的构建

1.1 建模的基本指导思想

①充分利用自然资源和一切可利用资源, 发挥资源在提高经济效益和人民生活水平方面的潜力, 物质和资金等要素投入满足最小限制因子原则。

②社会需要将对系统结构产生刺激、系统的自持力以社会需求为基础。

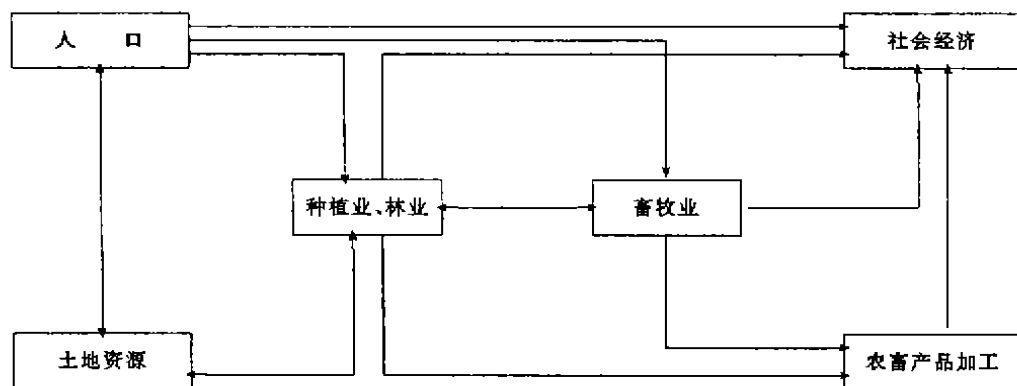
③结构力求准确, 参数适当灵活。在准确反映系统内部各种复杂结构的同时, 农业系统由于受随机因素的影响, 具有波动性的特点, 为此给出参数有适当的范围。

④以提高系统整体效益为目标, 对经济效益高的项目不拘于现状, 实行开放性约束, 以增加资金的内流强度。

1.2 系统的模块设计与基本结构

将澄城县农业生产系统划分为农、林、牧、副、人口与土地和乡镇企业 6 个子系统, 并将其进一步分解为粮食、油料、烤烟、棉花、蔬菜、瓜类、花生、水果、饲料绿肥、人口、耕地、灌溉面积、林地、四旁林、土壤肥力、生猪、羊、大家畜、奶牛、家禽、兔、草场、副业、农副产品加工、运输业和其他乡镇企业 25 个模块。各个系统及模块通过各种变量交织串联起来, 相

互联系,相互制约形成了整个农业生产系统,模型的基本结构如附图。



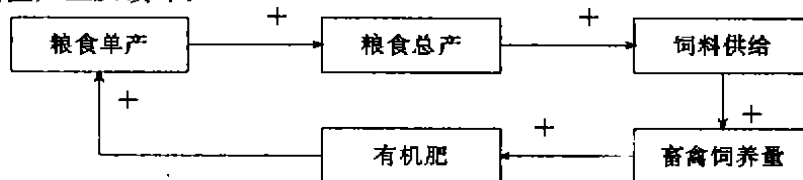
附图 模型的基本结构框图

由附图可见,人口对农畜产品需求和供给间存在着供需差,供需差距是系统发展的动因,而土地资源的限制对农业生产形成一定的制约,进而刺激着对土地资源的投入和利用。种植业和畜牧业之间通过饲料和肥料因素存在着密切的联系,同时又对农畜产品加工业产生很大影响,最后各模块通过对社会经济的影响联为一体。

1.3 系统的因果反馈分析和系统流图的建立

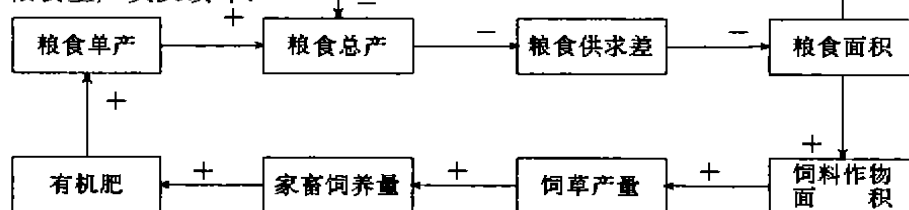
根据各子系统的构成特点,对其内部的生产要素及其相互关系进行因果分析,其中几个主要因果反馈环的系统因果反馈图如下:

①粮食生产正反馈环:



用此正反馈环能把种植业和畜牧业联系起来,构造出农牧结合,相得益彰的关系。

②粮食生产负反馈环:



上环是粮食供给限制环(负环),下环是粮食与饲料绿肥作物的促进环,反映了粮食单产提高对实现种植业内部结构调整的重要性。

在对系统因果反馈分析的基础上,可描绘出包括 21 个状态变量的系统流图(略)。

1.4 DYNAMO 方程式的建立

仿真模型在编制 DYNAMO 方程过程中,充分体现以系统经济效益指标为主导的思想,各子系统及模块的 DYNAMO 方程或辅助变量的编排最终均反映到投资、费用、产

值、收入等多项经济指标上。产值与收入均以 1990 年不变价格计,仿真初始值为 1992 年,步长为一年,至 2000 年结束。

本研究共编写了 DYNAMO 方程式 493 个,包括 micro-DYNAMO 语言中的 8 种方程和多种数值函数,其主要方程式构造方法如下。

①种植业模块 粮食单产是根据近 12 年历史资料建立的灰色 GM(1,4)模型编写成 DYNAMO 方程:

$$\text{LDC. K} = 31.15 * \text{YJF. K} + 8.55 * \text{HF. K} + 13.11 * \text{YGM. K}$$

其中 LDC 表示粮食单产,YJF、HF、YGM 分别代表单位面积有机肥、化肥施用量和有效灌溉面积。模型中其他作物的单位面积产量则通过其与粮食单产的转换系数求得,对于各种农作物面积,在模型中设为水平变量。如粮食面积为:

$$\text{L} \quad \text{LMJ. K} = \text{LMJ. K} + \text{DT} * \text{LMR. JK}$$

$$\text{N} \quad \text{LMJ} = 84$$

而决策变量 LMR. JK 则由下述方程构造:

$$\text{R} \quad \text{LMR. KL} = (\text{LMB. K} - \text{LZC. K}) / \text{LDC. K} / \text{N. K}$$

$$\text{A} \quad \text{LZC. K} = \text{LMJ. K} * \text{LDC. K}$$

$$\text{A} \quad \text{N. K} = 9 + \text{RAMP}(-1, 1992)$$

其中 RAMP 为斜坡函数,LZC、LMJ、LMB 分别代表粮总产、面积和期望值。

②畜牧业模块 以畜禽存栏作为水平变量,其发展规模在模型设计中以饲料粮总量、各畜种的饲料分配系数、出栏率控制。各畜种间的饲料分配系数为:猪 0.42~0.45,大家畜 0.18~0.15,奶牛 0.02~0.04,家畜 0.31~0.28,其余为羊和兔所有。

③林业模块 考虑到林木采伐与造林之间的生长延迟因素,采用下述方程描述:

$$\text{L} \quad \text{LM. K} = \text{LM. J} + \text{DT} * (\text{LR. K} - \text{LCF. JK})$$

$$\text{N} \quad \text{LM} = 23.24$$

$$\text{C} \quad \text{LMB} = 42.00$$

$$\text{A} \quad \text{LQI. K} = \text{STEP}(\text{LM} - 23.24, 1992) + 23.24$$

$$\text{A} \quad \text{LQ. K} = \text{SMOOTH}(\text{LQI. K}, 8)$$

$$\text{R} \quad \text{LRI. KL} = (\text{LQ. K} - \text{LM. K}) + \text{LCF. JK}$$

$$\text{R} \quad \text{LR. KL} = \text{DELAY3}(\text{LRI. KL}, \text{DLT})$$

其中 STEP、SMOOTH 为阶跃函数和指数平滑函数,方程中将两者结合运用以反映各年林木生长与目标的供需差,DELAY3 为三阶指数延迟函数,式中 LMB、LM、LR、LCF 分别表示目标值、林面积、幼林培育率和林木采伐率。

需要指出的是,由于本研究采用 DYNAMO 模型是从系统的结构出发来描述真实系统的结构及行为的,其模型检验并不是在模型完成后,进行政策分析之前一次进行的“拟合优度测定”,而是贯穿于整个建模过程的始终,依照仿真结果,不断地测试模型结构有无误差,据此反复修正调试,以使模型逐渐完善,最后对澄城县 1985~1992 年 20 项指标近 200 个数据的仿真值与实际值的比较检验,其精度都在 85%~90%以上。

2 模型的应用与仿真结果分析

基本模型建立后,在方案分析中通过筛选主要考虑了4种可能的发展方案,通过控制模型中的有关参数,利用该模型对4种代表当地高效农业发展方向的典型方案进行仿真预测和结果分析。

方案Ⅰ 以提高农业生产效益为核心的综合发展方案。基本思想是,充分发挥当地粮食生产的优势、主攻单产、增加粮食总产,在保证粮食稳定增长的前提下(参数控制 LMB = 16.50 万 t),调整绿肥的面积,同时畜牧业随粮食和饲草供给的增加而扩大(饲料粮食系数控制在 0.26 左右),在此基础上,重点加强技术投入以提高畜禽产出效率,降低料肉、料蛋比。乡镇企业的发展重点放在优化产业结构上,对农产品加工和农村建筑、建材行业的发展实行投资倾斜政策。

仿真预测,到 2000 年,粮、经、饲作物合理的三元种植结构为 71.3 : 19.6 : 9.1,2000 年粮食总产 16.98 万 t,可提供商品粮 3.91 万 t,油料总产 0.76 万 t,饲料粮 4.36 万 t,肉类总产 0.78 万 t,人均粮食 445.9 kg,农村社会总产值 5.17 亿元,农民人均纯收入 1156.4 元,2000 年总投资需 1913 万元。

方案Ⅱ 突出粮食发展,集中力量实现粮食生产的突破,大幅度增加粮食生产,增加商品粮的出售,以粮食生产为龙头带动畜牧业规模的扩大和其它各业的发展。

预测到 2000 年,粮食总产 18.9 万 t,为国家提供商品粮 5.76 万 t,饲料粮 4.55 万 t,肉类总产 0.597 万 t,林草覆盖率 24.5%,农村社会总产值 4.95 亿元,农民人均收入 928.1 元,完成此方案 2000 年的投资为 2118 万元。

由仿真结果可知,此方案除能为国家提供较多的商品粮外,农民人均纯收入和农村社会总产值均低于方案Ⅰ,其中人均收入较方案Ⅰ低 228.3 元,而所需投资却比方案Ⅰ高出 205 万元,因此该方案显然不如方案Ⅰ。

方案Ⅲ 在稳定粮食生产的前提下,突出畜牧业发展方案。具体措施是:较大幅度地对现有种植业结构进行调整,大力扩大饲料绿肥作物的面积,使粮、经、饲的种植结构由目前的 84.3 : 15.2 : 0.5 变成 60 : 25 : 15,从而实现草-畜-肥-粮的生态良性循环,使系统的输出效益提高,其余林副业及乡镇企业同方案Ⅰ。

根据仿真运行,该方案实施后,由于农牧结合的作用得以充分体现,在单位面积化肥施用量少于以上两方案的情况下,粮食等其他各类作物的单产却能高于其他方案,显示了在当地土壤肥力状况下,有机肥在培肥地力上的作用。预测至 2000 年,该方案粮食总产达 15.83 万 t,提供商品粮 3.51 万 t,饲料粮 3.85 万 t,油料总产 0.65 万 t,肉类总产 0.74 万 t,农村社会总产值 5.12 亿元,农民人均纯收入 1109.2 元,林草覆盖率 32.8%,实施此方案需投资 1974 万元。由此可见,该方案的生态效益最佳,农村社会总产值等经济指标也较方案Ⅰ高,但应该看到,该方案所需投资却比方案Ⅰ每年高 61 万元,而人均纯收入却比方案Ⅰ少 47.2 元。因此,从总体上讲该方案劣于方案Ⅰ。

方案Ⅳ 发挥当地气候资源的优势,以发展苹果等经济林果为突破口,振兴当地经济、提高农副产品商品率,从而带动农、林、牧业及整个农业生产系统效益的提高。

根据仿真,到 2000 年,粮食总产 14.63 万 t,商品粮 2.91 万 t,饲料粮 3.26 万 t,油料

总产 0.48 万 t, 肉类总产 0.43 万 t, 林草覆盖率 21.2%, 农村社会总产值 5.41 亿元, 农民人均收入 1224.7 元。可以看出, 该方案农村社会总产值和农民人均纯收入等指标在 4 个方案中都最高, 但实施的条件要求也较苛刻, 比方案 I 所需投资每年多 493 万元; 同时该方案的实施对粮食生产的冲击过大, 至 2000 年人均占有粮食仅 376 kg, 粮油供应趋于过分紧张, 难以完成本县所承担国家的商品粮油生产任务; 再则, 畜牧业也因受到饲料粮供给的制约呈现较大的萎缩, 至 2000 年, 本县人均肉的供给较目前的 11.2 kg 水平还有所下降。因此该方案的社会效益和持续性均较差, 且受市场波动影响较大, 从实施的可行程度和整体综合效益分析不如方案 I 好。

通过以上对各方案的比较分析可见, 方案 I 是高效农业发展之路的最优方案, 既能保证农民收入、农村社会总产值等经济指标有较大幅度地增加, 又能使粮食等农业生产保持稳定的增长, 满足人民生活水平的提高对农畜产品的要求, 取得较好的社会效益和生态效益, 其他方案从总体上讲均劣于方案 I。

致谢: 本文得到 [马国庆] 研究员的指导和审阅, 特此致谢!

参 考 文 献

- 1 吴健中, 王浣尘. 系统动力学建模, 系统工程, 1985(2), 31~34
- 2 翟允提, 邓新民. 论渭北旱塬粮食生产与农村产业结构之调整. 干旱地区农业研究, 1986(3), 8~12
- 3 罗亚民, 张英, 李靖. 发展粮食高产优质高效生产道路初探. 干旱地区农业研究, 1993(增刊), 12~15
- 4 王洪斌. 有关系统动态学模型中若干问题的探讨. 农业系统科学与综合研究, 1990(4), 62~65
- 5 高新科. 农业系统仿真及应用. 农业系统科学与综合研究, 1994(3), 1~5
- 6 李学福. 关于优质高产高效农业发展道路的思考. 农业经济, 1993(1), 44~45
- 7 艾云航. 发展高产优质高效农业的基本途径和主要对策. 农业经济, 1993(8), 14~16
- 8 杨耀辉. 论发展优质高产高效农业. 农业现代化研究, 1993(2), 79~82
- 9 晏国生. 发展高产高效农业途径的探讨. 农业系统科学与综合研究, 1993(1), 47~50

The Establishment and Application of High-Efficiency Agriculture Development in Model Chengcheng County

Cheng Fangmin¹ Bi Yanguang¹ Sun Xinping²

(1 Department of Agronomy, Northwestern Agricultural University,

2 Shaanxi Soil and Fertilizer Research Institute, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract Based on the DYNAMO simulation language, this paper established a dynamic simulation model with which the efficiency of agricultural production system in Chengcheng County can be better analysed and utilized to predict analyse and compare the actual effects of 4 typical projects which are typical for the high agricultural developing dirrection in that county, which can lay the quantitive base for the high-efficiency a gricultural development.

Key words high-efficiency agriculture, DYNAMO model, agricultural developing model, Chengcheng County