

灰色系统在我国大豆供需预测中的应用

廖飞 (牡丹江师范学院数学系, 黑龙江牡丹江 157012)

摘要 利用灰色系统的指数函数变换原始数列以增加其光滑性, 建立模型 GM(1, h), 用龙格-库塔法求解系统状态方程矩阵, 并对状态方程的数值解累减还原, 得到大豆产量、需求量和进口量预测值。并在其发展趋势预测的基础上, 提出实现中国大豆市场持续发展、对策建议。

关键词 农业经济; 大豆供需; 预测; GM(1, h) 模型

中图分类号 F224 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)22-10329-02

Application of Gray System in Forecasting the Supply and Demand of China Domestic Soybean

LIAO Fei (Department of Mathematics, Mudanjiang Normal College, Mudanjiang, Heilongjiang 157012)

Abstract The gliding property was increased through exponential functional transformation of grey system, and a GM(1, h) model was established. The Runge-Kutta method was used to resolve the equation, and the numerical solutions were retrieved to initial states. Then we obtained the prediction values of soybean yield, demand and the import volume. Based on the prediction of development trend, some countermeasures were put forward to continuously develop the market of China soybean.

Key words Agricultural economy; Supply and demand of soybean; Prediction; GM(1, h) model

自从邓聚龙教授于 20 世纪 80 年代初提出灰色系统理论^[1]以来, 经 20 多年的发展, 现已成为一门新兴学科的结构体系, 并广泛地应用于经济、管理、石油、地质、工业控制、农业、林业、医学和社会发展规划等众多领域, 取得了令人瞩目的成就。而灰色 GM(1, 1) 预测模型作为灰色系统理论的核心内容之一^[2-3], 具有所需样本少和计算简单等特点, 优于传统的预测方法。

近 20 年以来, 我国大豆产量虽然得到大幅度增长, 但国内大豆的总供给量还是小于国内总需求量, 只能通过不断扩大大豆及大豆类产品的进口来满足需求。1996 年以后, 我国成为大豆净进口国, 每年进口额度都在 100 万 t 以上, 进入 21 世纪以来, 我国大豆年进口量均在 1 000~2 000 万 t^[4]。

20 世纪 90 年代以来, 由于我国居民收入的快速增长, 致使对大豆制品的需求量与日俱增。这种状态引起了国内学者和政策制订者的极大关注。虽然学术界对此进行了许多相关研究, 但鲜有定量分析, 主要原因有两个: 一是多种因素交织在一起, 一些影响因素的数据不仅难以收集, 而且难以量化; 二是我国大豆需求量具有增长速度快和波动性强等特点。这使得常规的计量经济学方法难以有效地应用, 而灰色系统方法是处理这类问题的有效工具^[5]。笔者利用改进的无偏灰色系统预测模型预测我国未来 4 年的大豆产量、需求量和进口量, 并在此基础上进行分析, 提出相应的结论及政策建议。

1 传统的 GM(1, h) 模型

设有 h 个变量 X_1, X_2, \dots, X_h 组成原始序列, 即: $X_i^{(0)} = \{X_i^{(0)}(1), X_i^{(0)}(2), \dots, X_i^{(0)}(N)\} (i=1, 2, \dots, h)$ (1)

对 $X_i^{(0)}$ 分别做一次累加生成新的数列, 即:

$$X_i^{(1)} = \{X_i^{(1)}(1), X_i^{(1)}(2), \dots, X_i^{(1)}(N)\} (i=1, 2, \dots, h) \quad (2)$$

建立以下方程为:

$$\frac{dX_i^{(1)}}{dt} + aX_i^{(1)} = b_1X_2^{(1)} + b_2X_3^{(1)} + \dots + b_{h-1}X_h^{(1)} \quad (3)$$

系数向量 $\hat{a} = (a, b_1, b_2, \dots, b_{h-1})^T$ 可以用最小二乘法求得 $\hat{a} = (B^T B)^{-1} B^T Y_N$ 。

式中, B 为累加矩阵; Y_N 为常数项向量; 分别为:

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}(X_1^{(1)}(1) + X_1^{(1)}(2)) & X_2^{(1)}(2) & \dots & X_h^{(1)}(2) \\ -\frac{1}{2}(X_1^{(1)}(2) + X_1^{(1)}(3)) & X_2^{(1)}(3) & \dots & X_h^{(1)}(3) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ -\frac{1}{2}(X_1^{(1)}(N-1) + X_1^{(1)}(N)) & X_2^{(1)}(N) & \dots & X_h^{(1)}(N) \end{bmatrix}$$

$$Y_N = [X_1^{(0)}(2), X_1^{(0)}(3), \dots, X_1^{(0)}(N)]^T \quad (4)$$

根据上述方程可以求解得到预测值。但当原始序列为严格的指数序列时, 拟合结果总存在着系统偏差^[6]。另外, 当原始离散序列不是光滑离散函数时, 模型的精度要靠增加累加次数加以解决, 而累加次数越多, 计算越复杂, 且精度也未必就越高。一般累加次数在 3 以下, 最常用的是 1 次。因此, 传统的 GM(1, h) 模型的建立方法对原始数据的处理尚需改进^[7]。

2 改进的灰色系统预测模型

2.1 建立 GM(1, h) 模型 设有 h 个变量 X_1, X_2, \dots, X_h 组成的原始序列为 $X_i^{(0)} = \{X_i^{(0)}(1), X_i^{(0)}(2), \dots, X_i^{(0)}(N)\} (i=1, 2, \dots, h)$, 且已知这些变量相互制约共同变化, 利用函数 $Y_i^{(0)} = a^{-X_i^{(0)}} (a > 1, i=1, 2, \dots, h)$ 对上述原始序列进行变换, 以求提高光滑程度, 从而得到新的数列为:

$$Y_i^{(0)} = \{Y_i^{(0)}(1), Y_i^{(0)}(2), \dots, Y_i^{(0)}(N)\} (i=1, 2, \dots, h) \quad (5)$$

对 $Y_i^{(0)}$ 分别做一次累加, 然后建立微分方程。这与传统的 GM(1, h) 模型的建立方法基本一致, 因此不再赘述。

2.2 预测分析 一般情况下, 对主导因素可建立 GM(1, h) 模型, 对影响因素可建立 GM(1, h) 模型, 组成线性方程组; 根据 GM(1, h) 模型群, 将灰系数列成系统状态方程矩阵; 用龙格-库塔法求解状态方程; 对状态方程的数值解累减还原;

基金项目 牡丹江师范学院教育教学改革工程青年教师一般项目 (09YQ-09320); 牡丹江师范学院科学技术研究项目 (KY-2008007)。

作者简介 廖飞 (1975-), 女, 黑龙江牡丹江人, 讲师, 从事数学教学与应用研究。

收稿日期 2009-04-20

通过函数 $X_i^{(0)} = -\log_a [(a^{-x_i^{(0)}})] (a > 1, i = 1, 2, \dots, h)$ 还原数列, 从而得到系统各因素的预测值。

3 对我国大豆产量、需求量和进口量的预测分析

针对 2002~2007 年度的我国大豆产量、需求量和进口量统计数据(表 1), 采用上述改进的方法建立 GM(1, h) 模型群, 即:

$$\begin{aligned} \frac{dY_1}{dt} &= a_{11}Y_1 + a_{12}Y_2 + a_{13}Y_3 \\ \frac{dY_2}{dt} &= a_{21}Y_1 + a_{22}Y_2 + a_{23}Y_3 \\ \frac{dY_3}{dt} &= a_{31}Y_1 + a_{32}Y_2 + a_{33}Y_3 \end{aligned} \quad (6)$$

式中, X_1, X_2, X_3 分别为我国大豆产量、需求量和进口量的原始数据同乘 0.001 而得到(同乘 0.001 是为了防止下一步变换时出现数据溢出); Y_i 为 X_i 经变换 2^{-x_i} 后再累加一次而获得。

表 1 2002~2007 年度我国大豆产量、需求量和进口量统计

Table 1 The statistical table of China soybean yield, demand and the import volume from 2002 to 2007 万 t

年份 Year	产量 Yield	需求量 Demand	进口量 Import volume
2002	1 540.7	3 299.2	1 394.0
2003	1 650.7	2 976.5	1 132.0
2004	1 539.4	3 935.5	2 074.0
2005	1 740.4	3 553.0	2 023.0
2006	1 634.8	4 458.9	2 580.0
2007	1 550.0	4 870.0	2 827.0

注: 数据来源于《中国统计年鉴》、NSBC, 或通过计算收集的数据获得。

Note: Data came from China Statistical Yearbook, NSBC or by calculation.

由以上模型组成状态方程为:

$$\begin{bmatrix} \dot{Y}_1 \\ \dot{Y}_2 \\ \dot{Y}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \end{bmatrix} \quad (7)$$

式中, $a_{ij} (i \neq j)$ 是 Y_j 状态对 Y_i 状态的影响系数; a_{ii} 是 Y_i 自身发展系数。灰系数 a_{ij} 可以用传统的 GM(1, h) 模型的公式

(4) 计算得到, 即:

$$\begin{aligned} a_{11} &= -1.941\ 889\ 636\ 350\ 13 & a_{21} &= 1.704\ 420\ 242\ 980\ 95 \\ a_{31} &= -4.044\ 746\ 365\ 334\ 36 & a_{12} &= 20.903\ 635\ 890\ 665\ 8 \\ a_{22} &= 1.300\ 435\ 451\ 230\ 2 & a_{32} &= 6.698\ 149\ 280\ 500\ 9 \\ a_{13} &= -5.066\ 125\ 931\ 991\ 3 & a_{23} &= -0.268\ 902\ 475\ 350\ 7 \\ a_{33} &= -10.409\ 964\ 073\ 593\ 5 \end{aligned}$$

对白化的状态方程应用龙格-库塔法进行求解, 累减一次后用变换 $X_i^{(0)} = -\log_2 [(2^{-Y_i^{(0)}})] \times 1\ 000, (i = 1, 2, 3)$ 得到 2008~2011 年的预测值^[8-10](表 2)。

表 2 2008~2011 年度我国大豆产量、需求量和进口量预测值

Table 2 The prediction values of China soybean yield, demand and the import volume from 2008 to 2011 万 t

年份 Year	产量 Yield	需求量 Demand	进口量 Import volume
2008	1 561.4	4 955.2	3 254.8
2009	1 576.6	5 529.3	3 631.6
2010	1 591.8	6 192.7	3 994.8
2011	1 608.4	6 974.9	4 334.2

4 结论

(1) 由表 2 可知, 2008~2011 年我国大豆产量将约以 1% 的速度缓慢增长, 需求量约以 12.5% 的速度增长, 进口量约以 11.5% 的速度增长。也就是说, 随着我国对农业扶持力度加大以及国家对于粮食生产运输的补贴措施推出, 我国大豆产量呈现稳中有升的发展态势, 需求量和进口量也将同时稳步增长。特别是 2011 年比 2010 年的需求量增长了 782.2 万 t, 而同年的进口量增长了 339.4 万 t, 产量增长了 16.6 万 t。同时也说明, 2008~2011 年, 我国大豆的需求量有 50% 以上还是依靠进口。

(2) 预测结果表明, 我国大豆进口量和需求量的增长远高于产量的增长。这说明, 随着国内消费需求的增长, 大豆需求量将稳步提高, 而关税的降低势必造成进口量的继续增加, 从而进一步减少国内大豆生产者的收入, 影响农民种植大豆的积极性, 致使大豆产量将继续维持目前的水平甚至有所下降, 这又造成了满足需求而增加进口量的现象。针对这种情况, 国家应本着科学的发展观来指导大豆加工企业制定发展方向; 培育大豆市场, 创造良好的经济运行环境; 出台有关“经济安全、风险管理和外资准入制度”等政策措施; 进一步完善食品安全管理的法规制度; 鼓励科技创新, 提高大豆单产; 加大反垄断力度, 构筑国内市场和国际市场的缓冲带; 建立合理的预测预警系统, 以应对国际市场的变化。

参考文献

- [1] 邓聚龙. 灰色控制系统[M]. 武汉: 华中工学院出版社, 1985.
- [2] 邓聚龙. 灰预测与决策[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2002.
- [3] 刘思峰, 党耀国, 方志耕. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [4] 中国农业科学院“农产品供求分析与预测”项目组. 2005 年度中国大豆供需分析与预测[J]. 产品预测, 2005(2): 30-32.
- [5] 杨军, 刘斌, 尚曼龙. 中国大豆进口的预测与分析[J]. 系统构成理论与实践, 2006(6): 141-144.
- [6] 吉培荣, 黄巍松, 胡翔勇. 无偏灰色预测模型[J]. 系统工程与电子技术, 2000(6): 6-9.
- [7] 何斌, 蒙清. 灰色预测模型拓广方法研究[J]. 系统工程理论与实践, 2002(9): 137-140.
- [8] 陈一周, 唐威明, 范杰. 灰色预测在微机上的实现[J]. 武汉水利电力大学学报, 1999(8): 68-70.
- [9] 姜健飞, 胡良剑, 唐俭. 数值分析及其 MATLAB 实验[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [10] 任永泰, 宁海龙, 邓华玲. 灰色系统预测模型改进及大豆供需分析与预测[J]. 农机化研究, 2007(12): 20-22.