

文章编号: 1671-3559(2002)04-0380-04

## 灰色系统模型在山东农业经济发展中的应用

苗丽安, 刘金国

(济南大学理学院, 山东 济南 250022)

**摘要:** 应用灰色系统理论中关联分析方法和GM(1, 1)预测模型, 对山东省农业经济现状进行了关联分析, 并且对其发展趋势进行了预测和趋势关联分析, 动态地反映了山东省农业经济发展的状况, 为科学决策提供依据。

**关键词:** 灰色系统; 关联分析; GM(1, 1)模型; 农业经济

中图分类号: O29

文献标识码: A

## 1 灰色关联分析与GM(1, 1)预测模型

## 1.1 灰色关联分析

灰色关联分析, 是对系统中各因素间关联程度的量化比较, 实际上是对动态过程发展态势的量化分析。

在给出比较序列和参考序列数据之后, 通过下面的方法和步骤计算比较序列和参考序列之间的关联系数与关联度, 进而分析各个比较序列对参考序列的影响程度。

## 计算方法和步骤

1. 将时间序列作“初值化”处理, 消除量纲;
2. 求关联系数中的两极差:

①求参考序列  $x_0$  与比较序列  $x_i$  之间的差序列

$$\Delta_i(k) = |x_0(k) - x_i(k)|;$$

②从序列  $\Delta_i(k)$  中找出最小值和最大值

$$\min |x_0(k) - x_i(k)|; \max |x_0(k) - x_i(k)|;$$

③从不同比较列最小值和最大值中再分别取出最小值和最大值

$$\min \min |x_0(k) - x_i(k)|, \\ \max \max |x_0(k) - x_i(k)|;$$

3. 取分辨系数 分辨系数  $p$  的取值范围在 0 ~ 1 之间, 一般取  $p=0.5$ ;
4. 求关联系数

$$\zeta_i(k) = \frac{\min \min |x_0(k) - x_i(k)| + p \max \max |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + p \max \max |x_0(k) - x_i(k)|};$$

## 5. 求关联度 关联度公式为

$$r_i = (\sum_{k=1}^N \zeta_i(k)) / N$$

## 1.2 GM(1, 1)预测模型

GM(1, 1)模型是一个只包含单变量的一阶微分方程构成的最常用的灰色预测模型。

设有变量  $X^{(0)}(t)$ ; 原始数据列为

$$X^{(0)}(t) = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(N)\}$$

用累加生成(AGO)方法得到一阶累加生成序列  $X^{(1)}(t)$ , 有

$$X^{(1)}(t) = \{x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(N)\}$$

式中  $X^{(1)}(i) = \sum_{k=1}^i X^{(0)}(k)$ ,  $k=1, 2, \dots, i; i=1, 2, \dots, N$ 。

由此得到微分方程为

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = U$$

方程中系数  $a, U$  按最小二乘法求解有

$$\hat{a} = (a, U)^T = (B^T B)^{-1} B^T Y_N$$

式中

$$B = \begin{bmatrix} -(x_1^{(1)}(1) + x_1^{(1)}(2))/2 & 1 \\ -(x_1^{(1)}(2) + x_1^{(1)}(3))/2 & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -(x_1^{(1)}(N-1) + x_1^{(1)}(N))/2 & 1 \end{bmatrix}$$

获得时间响应函数为

$$X^{(1)}(t+1) = (x^{(0)}(1) - \frac{U}{a})e^{-at} + \frac{U}{a}$$

对其还原得

$$X^{(0)}(t+1) = X(t+1) - X^{(1)}(t)$$

便得到了GM(1, 1)预测模型, 最后通过检验得出最终适用模型并应用于预测。

## 2 山东省农业经济现状分析

我们应用灰色关联分析方法对山东省农业经济

现状进行了分析和讨论。农业经济是一个灰色经济系统, 包含的内容复杂, 我们重点做了农业总产值与农业内部各产业的关联分析以及农业总产值与各影响因素之间的关联分析。

根据灰色关联分析中关联系数和关联度的计算公式, 利用山东省 1996 ~ 2000 年有关原始数据(见表 1), 对上述内容分别计算了关联度, 结果见表 2、3。

表 1 农业总产值和农业内部各个产业及其相关因素原始数据值

年 份		1996	1997	1998	1999	2000
比较序列 A	农业总产值(亿元)	1962. 12	2058. 32	2174. 54	2202. 95	2294. 35
	种植业产值(亿元)	1078. 05	1107. 33	1184. 65	1232. 44	1280. 12
	林业产值(亿元)	49. 97	49. 86	45. 91	44. 93	47. 62
	牧业产值(亿元)	512. 60	550. 58	583. 40	572. 95	599. 17
	渔业产值(亿元)	308. 91	320. 69	325. 38	330. 20	347. 12
比较序列 B	劳动力(万人)	2475. 1	2497. 0	2487. 0	2346. 8	2335. 0
	畜力(万头)	1669. 57	1538. 47	1228. 15	1112. 57	1140. 28
	农机动力(万千瓦)	4308. 87	4763. 59	5228. 32	6096. 58	7025. 24
	化肥施用量(万吨)	373. 305	386. 661	406. 538	419. 287	423. 187
	耕地面积(万公顷)	1097. 60	1098. 315	1113. 803	1123. 649	1153. 162

表 2 农业总产值与农业内部各产业之间的关联度

	种植业	林业	牧业	渔业
关联度 $r_i$	0. 892 9506	0. 546 159 9	0. 911 8592	0. 793 373 5

表 3 农业总产值与其影响因素之间的关联度

	劳动力	畜力	农机动力	化肥施用量	耕地面积
关联度 $r_i$	0. 732 044 8	0. 546 3567	0. 661 835 6	0. 949045	0. 787 794 1

农业经济的发展重点是农业问题。从表 2 的结果可以看出, 各产业对农业总产值的关联度大小顺序为:

$$r_{\text{牧业}} > r_{\text{种植业}} > r_{\text{渔业}} > r_{\text{林业}}$$

其中牧业和种植业对农业总产值的关联度分别为 0.911 859 2 和 0.892 950 6, 说明二产业对农业总产值的影响较大, 发挥着重要作用; 渔业的关联度为 0.793 373 5, 说明对农业总产值的影响也比较显著; 而林业关联度较小, 又林业的产值绝对值较小, 所以对产值的作用不明显, 不能成为主导产业。因此目前山东省农业发展的主导产业是牧业、种植业、及渔业。从发展速度看, 2000 年比 1996 年农业总产值增长了 0.2 倍, 主导产业牧业、种植业、及渔业也增长较快, 而林业出现了负增长, 说明今后应发挥牧业、种植业、及渔业的发展优势, 重视林业的潜在作用, 走农、林、牧、渔全面发展的道路。

农业经济发展受各种影响因素的制约, 由表 3 可以看出, 各影响因素对农业总产值的关联度大小顺序为

$$r_{\text{化肥施用量}} > r_{\text{耕地面积}} > r_{\text{劳动力}} > r_{\text{农机动力}} > r_{\text{畜力}}$$

可见以化肥施用量、耕地面积、劳动力为主的

影响因素在山东省农业经济中起着重要作用, 其中化肥施用量对农业总产值的影响最大。农机动力和畜力对农业总产值的影响较小。因此可以看出目前山东省的农业还没有摆脱传统的生产方式。今后山东省农业经济的发展应重视提高农机动力等机械化程度, 普及农业科学技术, 注入科学技术因素, 改变传统的耕作方式, 实现农业现代化的生产格局。

### 3 山东省农业发展趋势分析

为了反映农业经济未来的动态变化, 我们对上述各序列指标, 分别建立了灰色 GM(1, 1) 预测模型, 并进行了发展趋势预测和趋势关联分析。

#### 3.1 发展趋势预测

根据山东省 1996 ~ 2000 年有关统计数据, 应用上述建模方法, 分别对各项序列指标建立了 GM(1, 1) 模型, 并且通过回代检验, 平均精度皆在 90% 以上。据 GM(1, 1) 模型, 得到各序列的预测值见表 4。

各个序列 GM(1, 1) 模型如下

1. 种植业产值  $x(k+1) = 23 287.76 \exp(4.688 412E-02i) + (-22 209.7)$
2. 林业产值  $x(k+1) = -2 893.417 \exp(-1.682 451E-02i) + (2 943.387)$
3. 牧业产值  $x(k+1) = 23 483.99 \exp(2.341 682E-02i) + (-22 971.39)$
4. 渔业产值  $x(k+1) = 12 268.21 \exp(0.025 608 6E-02i) + (-11 959.3)$

5. 农业总产值  $x(k+1)=60\,563.41\exp(3.366\,226E-02i)+(-58\,601.29)$

6. 劳动力投入  $x(k+1)=-98\,191.36\exp(-2.590\,525E-02i)+(100\,666.5)$

7. 畜力投入  $x(k+1)=-14\,081.2\exp(-0.110\,0018i)+(15\,750.78)$

8. 农机动力  $x(k+1)=32\,491.85\exp(0.134\,095i)+(-29\,182.98)$

9. 化肥施用量  $x(k+1)=12\,976.64\exp(2.967\,653E-02i)+(-12\,603.34)$

10. 耕地面积  $x(k+1)=69\,820.48\exp(1.557\,723E-02i)+(-68\,722.88)$

表 4 农业总产值及相关因素预测值

年份		2001	2002	2003	2004	2005
比较序列 A	农业总产值(亿元)	2372.25	2453.469	2537.461	2624.336	2714.172
	种植业产值(亿元)	1348.404	1413.127	1480.959	1552.045	1626.547
	林业产值(亿元)	45.13135	44.37842	43.63770	42.91016	42.19409
	牧业产值(亿元)	611.0469	625.5215	640.3457	655.5137	671.0488
	渔业产值(亿元)	352.5557	361.6983	371.0820	380.7080	390.5830
比较序列 B	劳动力(万人)	2263.836	2205.945	2149.539	2094.570	2041.000
	畜力(万头)	944.6670	846.2646	758.1113	679.1406	608.3955
	农机动力(万千瓦)	7972.194	9116.203	10424.41	11920.31	13630.90
	化肥施用量(万吨)	440.1392	453.3936	467.0528	481.1200	495.6114
	耕地面积(万公顷)	1166.605	1184.909	1203.514	1222.406	1241.594

3.2 发展趋势关联分析

根据 GM(1, 1)模型的预测值结果(表 4), 对上述情况的预测值进行了关联分析, 其趋势关联度数值见表 5、表 6。

表 5 农业总产值与农业内部各产业之间的趋势关联度

	种植业	林果业	牧业	渔业
关联度 $r_i$	0.7992668	0.5825237	0.8377943	0.8653858

表 6 农业总产值与其影响因素之间的趋势关联度

	劳动力	畜力	农机动力	化肥施用量	耕地面积
关联度 $r_i$	0.735082	0.5938023	0.6037605	0.9703849	0.8857278

在表 5 中, 渔业对农业总产值的关联度从原来的第三位升至第一位, 成为了优势主导产业; 牧业得到了迅猛发展, 种植业降至第三位。因此从发展趋势看, 山东省农业在以种植业为主的同时, 牧业和渔业发展潜力巨大, 今后应予以重视, 林果业维持现状。数据基本符合实际, 今后应重视牧业和渔业的发展和生产。

由表 6 中的结果可见, 趋势分析与现今的情况相一致, 说明目前这种情况还将继续保持下去。其中化肥施用量、耕地面积的关联度有所提高, 说明将来这两个主导产业发挥的作用还是很大。劳动力的影响程度基本保持不变, 说明劳动力处于饱和状态, 应该合理调配劳动力资源, 实现劳动力的合理转移。农机动力的关联度有所下降, 说明农业机械化水平还不高, 对农业总产值的影响不是很大。随着我国

加入 WTO, 今后应加强技术进步, 以扭转传统农业的生产状况, 加速剩余劳动力的转移, 控制耕地面积的减少数量, 保持生态平衡, 这样才能使农业顺利发展。

4 建议和措施

通过对山东省农业经济现状及发展趋势预测和关联分析, 我们对山东省今后的农业经济发展的重点和战略规划提出如下建议和措施:

(1)从总体上说, 山东省农业经济是农、牧、渔相结合的形式, 这是近些年来各级政府重视发挥资源优势的结果。但与此同时, 还应该重视林业的发展, 还应该为山东省农业生产创造一个良好的生态环境, 加强林业网络建设, 实现农业的可持续发展。

(2)从当前来看, 影响农业总产值大的不是农机动力, 而是化肥施用量和耕地面积, 这说明科技在农业经济中的应用较贫乏。在目前必须加强科技力量, 加大科技投入, 摆脱传统的人力、畜力为主的生产方式, 走科技兴农的道路, 真正体会科技第一生产力的作用。

(3)优化山东省农业产业结构是一个涉及到变革社会、经济、组织结构的复杂问题。现今第三产业发展迅速, 这样就易导致对农业的主导地位的忽视, 因此合理调整 3 个产业的结构, 尤其是重视农业的发展, 在此基础上发展第二、三产业, 使整个农业

经济得到全面提高。

(4)根据讨论结果可见如何解决剩余劳动力, 如何促进劳动力的转移也是不容忽视的问题。只有这个问题解决得好了, 劳动生产率才能提高。所以应在保证农业用劳动力的同时, 加速剩余劳动力向第二、三产业的转移, 发挥劳动力资源的优势, 促进整个农业经济的高速发展。

#### 参考文献:

- [1] 山东统计年鉴(1997—2001)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2001.
- [2] 赵炳新. 农业经济系统分析中的灰色模型及应用[J]. 系统工程理论方法应用, 1994, (3).
- [3] 邓聚龙. 灰色系统基本方法[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1988.

(上接第 374 页)

#### 参考文献:

- [1] 熊 湘. 催化动力学光度法测定痕量金[J]. 黄金, 1988, 9(5): 51.
- [2] 刘长久, 李建军. 催化动力学光度法测定痕量金[J]. 分析化学, 1995, 23(3): 368.
- [3] 程温莹, 杨建元. 催化动力学光度法测定天然水中痕量和超痕量金[J]. 分析化学, 1995, 23(11): 1355.

## Applying of The Grey System Model in Developing of Shandong Agricultural Economics

Miao Li'an, Liu Jinguo

(School of Science, Jinan University, Jinan 250022, China)

**Abstract:** In this paper, We use Correlation Analytic process and GM(1, 1) models of the Grey System theories into the system analysis and forecasting of the developing trend of Shandong agricultural economics. We get a lot of new useful information and it is of practical significance.

**Key words:** grey system; correlation analytic process; GM(1, 1) model; agricultural economics

## Catalytic Kinetec Spectrophotometry for the Determination of Trace Gold

Li Huizhi, Han Bin Jiang Yuntian

(School of Applied Chemistry, Jinnan University, Jinan 250022, China)

**Abstract:** A new Catalytic Spectrophotometric method has been developed for the determination of gold. The method is based on the fact that traces of Au(III) exerts a Catalytic action on the oxidative decolorizing between Beryllon II and potassium bromate in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> medium. The detection Unit is  $1.24 \times 10^{-11}$  g/mL for Au(III), The range of the determination of Au(III) is 0~0.4 $\mu$ g/25mL. The method has been applied to the determination of trace gold in simulated alloy with satisfactory results.

**Key words:** catalytic; kinetec; spectrophotometry; gold(III); beryllon II