

灰色预测方法在山东省粮食总产量预测中的应用

谢恒星, 张振华, 谭春英

(烟台师范学院地理与资源管理学院, 山东 烟台 264025)

摘要: 以 1995 年~2004 年山东省粮食总产量为原始数据, 建立 GM(1, 1) 灰色预测模型。对模型进行一次残差序列分析后, 经精度检验小误差概率 $p = 0.8889$, 后验比 $c = 0.4830$, 模型精度等级达到合格水平, 可以用来进行预测。用该模型预测未来 3 年山东省粮食总产量分别为 3 335.735 万 t、3 247.150 万 t 和 3 161.735 万 t, 粮食产量有逐年下降的趋势。

关键词: GM(1, 1) 模型; 粮食总产量; 山东省; 预测

中图分类号: S 117

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)02-0257-02

The Prediction of Total Grain Yield of
Shandong Province Based on GM(1, 1) Model

XIE Heng-xing, ZHANG Zhen-hua, TAN Chun-ying

(College of Geography and Resources Management, Yantai Normal University, Yantai 264025, China)

Abstract: GM(1, 1) Gray Predicting Mode was built based on total grain yield data from year 1995 to year 2004 of Shandong Province. After once residual analyzing, $p = 0.8889$, $c = 0.4830$, the precision degree is eligibility for predicting grain yield. With this mode, the prediction total grain yield was 33.357 million ton, 32.472 million ton and 31.617 ton, respectively, in future three years. The above results showed that total grain yield of Shandong Province has a falling trend.

Key words: GM(1, 1) Model; total grain yield; Shandong Province; prediction

农业是国民经济的基础, 粮食是农业基础之重。山东省是我国粮食生产大省, 粮食生产在山东省国民经济的发展进程中发挥着举足轻重的作用。为了合理推断、分析未来粮食生产的进展状况, 需要对未来粮食产量进行科学预测, 以便为政府机构提供决策依据。灰色系统理论是邓聚龙教授于 20 世纪 80 年代提出来的用于控制和预测的新理论、新技术, 目前已广泛地应用于农业和社会经济等领域^[1]。GM(1, 1) 模型为单序列一阶线性动态模型, 是一种计算简单、适用性广的灰色预测模型。GM(1, 1) 预测模型在粮食总产量预测中已有许多应用^[2~8]。本文应用 GM(1, 1) 模型, 在 DPS3.01 数据处理软件中对数据进行处理, 预测未来 3 年山东省的粮食总产量, 以期有关部门制定合理的经济措施提供理论依据。

1 GM(1, 1) 模型

GM(1, 1) 模型的建模步骤为^[1]:
(1) 对原始数据序列 $X^{(0)} = [x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)]$ 做一次累加生成, 得到

$$X^{(1)} = [x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)] \quad (1)$$

其中 $X^{(1)}(t) = \sum_{k=1}^t x^{(0)}(k)$

(2) 构造累加矩阵 B 与常数项向量 Y_n , 即

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)] & 1 \\ \dots & \dots \\ \frac{1}{2}[x^{(1)}(n-1) + x^{(1)}(n)] & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$Y_n = [x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n)]^T \quad (3)$$

(3) 用最小二乘法解灰参数 \hat{a}

$$\hat{a} = \begin{bmatrix} a \\ u \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y_n \quad (4)$$

(4) 将灰参数带入时间函数:

$$\hat{x}^{(1)}(t+1) = [(x^{(0)}(1) - \frac{u}{a})]e^{-at} + \frac{u}{a} \quad (5)$$

(5) 对 $\hat{x}^{(1)}$ 求导还原得到

$$\hat{x}^{(0)}(t+1) = -a[(x^{(0)}(1) - \frac{u}{a})]e^{-at} \quad (6)$$

或

$$\hat{x}^{(0)}(t+1) = \hat{x}^{(1)}(t+1) - \hat{x}^{(1)}(t) \quad (7)$$

(6) 计算 $x^{(0)}(t)$ 与 $\hat{x}^{(0)}(t)$ 之差 $\epsilon^{(0)}(t)$ 及相对误差 $e(t)$

$$\epsilon^{(1)}(t) = x^{(0)}(t) - \hat{x}^{(0)}(t) \quad (8)$$

$$e(t) = \epsilon^{(0)}(t) / x^{(0)}(t) \quad (9)$$

(7) 模型精度检验及应用模型进行预测

为了分析模型的可靠性, 必须对模型进行精度检验。通常是对模型进行后验差检验, 即先计算观察数据离差 s_1

$$s_1^2 = \sum_{t=1}^m [x^{(0)}(t) - \bar{x}^{(0)}(t)]^2 \tag{10}$$

及残差的离差 s_2

$$s_2^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{t=1}^{m-1} [(q^{(0)}(t) - \bar{q}^{(0)}(t))]^2 \tag{11}$$

再计算后验比

$$c = \frac{s_1}{s_2} \tag{12}$$

及小误差概率

$$p = \{ |(q^{(0)}(t) - \bar{q}^{(0)}(t))| < 0.6745s_1 \} \tag{13}$$

根据后验比 c 和小误差概率 p 对模型进行精度检验。其精度检验等级标准如表 1。

表 1 灰色预测精度检验等级标准

检验指标	精度等级	p	c
好		> 0.95	< 0.35
合格		> 0.80	< 0.5
勉强		> 0.70	< 0.65
不合格		0.70	0.65

当所建立的模型残差较大, 精度等级达不到要求时, 就要对其残差进行残差 GM(1, 1) 模型建模分析, 以修正预测模型, 提高预测精度。

2 粮食产量预测

在 DPS 数据处理系统软件中, 将 1995~2004 年山东省粮食总产量原始数据定义成数据块, 执行灰色系统预测操作, 所得预测模型为

$$\hat{x}^{(1)}(t+1) = -144675.394469e-0.030290t + 148920.394469 \tag{14}$$

在获得各年粮食产量累加值的基础上, 利用公式(6)或(7)对原始数据进行拟合, 结果如表 2。

由表 2 知, 观测值与拟合值绝对误差范围为 -335.490~327.466 万 t, 相对误差范围为 -8.709%~7.671%, 利用公式(12)、(13) 计算后验比及小误差概率分别为 $C = 0.5576, p = 0.6667$ 。

由表 1 知模型精度低, 不可用来进行预测, 需要进行残差分析。经一次残差序列分析后预测模型为

$$\hat{x}^{(1)}(t+1) = 11408.250362e + 0.025379t - 11088.985280 \tag{15}$$

根据模型(15), 利用公式(6)或(7) 计算出 1996~2004 年山东省粮食总产量预测值、绝对误差和相对误差结果如表参考文献:

[1] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 614- 636.
[2] 晏路明. 区域粮食产量的灰色动态预测[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 1994, 10(1): 112- 117.
[3] 吴泽, 吴东. 粮食生产的灰色分析和预测[J]. 甘肃科学学报, 1994, 6(4): 62- 66.
[4] 崔振洋, 李晓亮. 山西省粮食产量的预测[J]. 农业系统科学与综合研究, 1994, 10(2): 106- 108.
[5] 张荣达, 毕节地区阶段粮食产量灰色预测模型[J]. 农业系统科学与综合研究, 1994, 10(3): 203- 205.
[6] 高欣. 1994 年黑龙江省粮食总产量预测[J]. 农业系统科学与综合研究, 1994, 10(4): 281- 283.
[7] 刘永学, 孙利华, 景风. 粮食产量动态模型的建立与修正[J]. 农业系统科学与综合研究, 1996, 12(3): 203- 205.
[8] 杨华峰, 张巍柏. 我国粮食产量灰色预测方法新探[J]. 统计与决策, 1999, (5): 8- 10.

3。

表 2 拟合值与实际值比较

年份	观测值/ 万 t	拟合值/ 万 t	绝对误差/ 万 t	相对误差/ %
1995	4245.000	4245.000	0.000	0.000
1996	4332.700	4316.475	16.225	0.374
1997	3852.200	4187.690	- 335.490	- 8.709
1998	4264.800	4062.748	202.052	4.738
1999	4269.000	3941.534	327.466	7.671
2000	3837.700	3823.936	13.764	0.359
2001	3720.600	3709.846	10.754	0.289
2002	3292.700	3599.161	- 306.461	- 9.307
2003	3435.500	3491.778	- 56.278	- 1.638
2004	3516.700	3387.599	129.101	3.671

资料来源: 山东统计年鉴。

表 3 经残差序列修正后预测值与实际值比较

年份	观测值/ 万 t	拟合值/ 万 t	绝对误差/ 万 t	相对误差/ %
1996	4332.700	4290.440	42.260	0.975
1997	3852.200	4152.967	- 300.767	- 7.808
1998	4264.800	4371.246	- 106.446	- 2.496
1999	4269.000	4055.909	213.091	4.992
2000	3837.700	3618.978	218.722	5.699
2001	3720.600	3499.467	221.133	5.943
2002	3292.700	3386.584	- 93.884	- 2.851
2003	3435.500	3594.439	- 158.939	- 4.626
2004	3516.700	3555.540	- 38.840	- 1.104

由表 3 知, 计算出的拟合值与观测值绝对误差保持在 -300.8~221.1 万 t 之间, 相对误差保持在 -7.808%~5.943% 之间, 且 $p = 0.8889, C = 0.4830$, 由表 1 知模型精度等级达到合格水平, 可以用来进行预测。利用该模型预测未来三年山东省粮食总产量如表 4。由表 4 可知, 粮食总产量有逐年下降的趋势。

表 4 未来 3 年粮食总产量

年份	2005	2006	2007
粮食总产量/ 万 t	3335.735	3247.150	3161.735

3 结 论

利用 GM(1, 1) 灰色预测模型对山东省粮食总产量进行预测, 结果表明模型精度合格, 可以用来进行预测。由模型预测结果可知, 山东省粮食总产量有逐渐下降的趋势, 有关部门应该根据实际情况调整经济政策, 并且及时采取有效措施保证粮食生产。