

# GM(1,1)模型在哈巴河县打瓜产量预测中的应用

李 焕<sup>1</sup>, 李春芳<sup>1</sup>, 何峥嵘<sup>1</sup>, 朱海棠<sup>2</sup>

(1. 哈巴河县气象局, 新疆 哈巴河 836700; 2. 哈密地区气象局, 新疆 哈密 839000)

**摘要:**在分析哈巴河县打瓜发展的基础上,以实际数据为基础,建立了哈巴河县打瓜产量灰色预测模型  $\hat{X}^{(1)}(k+1) = 20\,746.806\,569e^{0.052\,446k} - 19\,651.806\,569$ ,将其应用于哈巴河县未来打瓜单产量的预测并予以检验,认为该模型可用于预测哈巴河县打瓜单产量,其误差较小,对决策有一定的参考价值。

**关键词:**灰色理论; GM(1,1)模型; 打瓜产量; 预测

**中图分类号:** S642.9

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-2767(2011)07-0073-03

哈巴河县位于阿尔泰山南麓,准噶尔盆地北缘。东邻布尔津县,南连吉木乃县,西部与哈萨克斯坦、俄罗斯接壤。地势由北向南倾斜,北部有高山环绕,中部是丘陵、平原地带,南部有河流。总面积 8 186 km<sup>2</sup>。其气候属大陆性北温带寒气候,特点是四季不明,春早多大风,夏短炎热,秋季凉爽,冬长寒冷。降雨量少,蒸发量大,日照丰富,气候干燥,温差较大。年均气温 4.5℃,极端最高气温 39.5℃,年均降水 177 mm。

改革开放前,哈巴河县农牧民种植仅仅限于粮食作物,以自给自足为前提。近年来随着农村体制改革、产业调整后,哈巴河县不断加大力度发展特色农业。主要是种植适合本地的打瓜、无核南瓜、线椒、留兰香等经济作物,其中打瓜种植深受农民欢迎。2005 年打瓜在哈巴河县的种植面积仅为 0.853 3 hm<sup>2</sup>,而 2010 年增至 800 hm<sup>2</sup>,仅此一项就可以使农牧民增收近 4 500 元·hm<sup>2</sup>。其种植品种主要以黑小片、黑大片、红大片为主,黑小片、黑大片供货国内,红大片则远销海外;市场好、价格高,农户的种植热情高,已使打瓜成为哈巴河县主要种植的经济作物之一。

打瓜籽仁营养丰富,口感好,具有很高的食用和经济价值,是国内和国际市场上的畅销品种。其耐瘠薄、抗旱性强,随着全球气候变暖,哈巴河县阶段性干旱加剧,在有限的可利用水资源情况下,耐旱的打瓜产业增收空间非常大。所以,对哈巴河县未来打瓜产量进行准确有效的预测,将为决策者进行宏观决策提供重要参考依据。经过认真比较和研究,采用基于灰色系统理论的 GM(1,1)模型对哈巴河县打瓜产量进行数列预测<sup>[1-2]</sup>。

## 1 GM(1,1)预测模型的建立

灰色预测模型 GM(1,1)(GM 为 Gray Model 缩写)是由邓聚龙教授于 1982 年首次提出的,现已广泛应用于国民经济的各个领域。对国民经济建设具有非常重要的指导作用。GM(1,1)模型适合对系统行为特征值的发展变化进行预测。其实质是通过对原始数据序列作一次累加生成(1-AGO),使生成数据序列呈现一定规律,从而构造预测模型<sup>[3]</sup>。

该研究所用的原始数据来自哈巴河县农业局及农技技术推广站。表 1 给出了哈巴河县历年打瓜种植面积及单产量数据。

表 1 哈巴河县历年打瓜种植面积及单产统计

年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
打瓜种植面积/hm <sup>2</sup>	187	233	247	300	340	547	4013	8087	5373	5806	8140
打瓜单产/kg·hm <sup>2</sup>	1125	1170	1230	1290	1425	1455	1515	1605	1695	1800	1125

以 2000 年为起始点,即在该点  $t=1$ ,于是有原始数据:

$$X^{(0)} = \{X^{(0)}(t) \mid t = 1, 2, \dots, 11\} = \{X^{(0)}(1), X^{(0)}(2), \dots, X^{(0)}(11)\} = \{1095\ 1125\ 1170\ 1230\ 1290\ 1425\ 1455\ 1515\ 1605\ 1695\ 1800\}$$

收稿日期:2011-04-02

基金项目:阿勒泰地区科技局科技资助项目(201012)

第一作者简介:李焕(1978-),女,新疆维吾尔自治区哈巴河县人,学士,助理工程师,从事短期天气预报工作。E-mail:hbhqxjllh@sina.com。

## 1.1 一阶累加生成数列 X

首先按 GM(1,1)建模方法,对已知原始数据序列  $X^{(0)}$  进行一阶累加生成:

$$X^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k X^{(0)}(i) \text{ 得到生成数列 } X^{(1)}:$$

$$X^{(1)} = \{X^{(1)}(t) \mid t = 1, 2, 3, 4, \dots, 11\} = \{X^{(1)}(1) \quad X^{(1)}(2) \quad X^{(1)}(3) \quad \dots X^{(1)}(11)\} = \{1095 \quad 2220 \quad 3390 \quad 4620 \quad 5910 \quad 7335 \quad 8790 \quad 10305 \quad 11910 \quad 13605 \quad 15405\}$$

## 1.2 紧邻矩阵生成

对  $X^{(1)}$  做紧邻矩阵生成,令

$$Z^{(1)}(k) = 0.5X^{(1)}(k) + 0.5X^{(1)}(k-1)$$

$$Z^{(1)} = \{Z^{(1)}(2) \quad Z^{(1)}(3) \quad \dots Z^{(1)}(11)\} = \{1657.52 \quad 805.0 \quad 4005.0 \quad 5265.0 \quad 6622.5 \quad 8062.5 \quad 9547.5 \quad 11107.5 \quad 12757.5 \quad 14505.0\}$$

于是构成矩阵 B 及数据向量 Y:

$$B = \begin{bmatrix} -Z^{(1)}(2) & 1 \\ -Z^{(1)}(3) & 1 \\ -Z^{(1)}(4) & 1 \\ -Z^{(1)}(5) & 1 \\ -Z^{(1)}(6) & 1 \\ -Z^{(1)}(7) & 1 \\ -Z^{(1)}(8) & 1 \\ -Z^{(1)}(9) & 1 \\ -Z^{(1)}(10) & 1 \\ -Z^{(1)}(11) & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1657.5 & 1 \\ -2805.0 & 1 \\ -4005.0 & 1 \\ -5265.0 & 1 \\ -6622.5 & 1 \\ -8062.5 & 1 \\ -9547.5 & 1 \\ -11107.5 & 1 \\ -12757.5 & 1 \\ -14505.0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Y = \begin{bmatrix} X^{(0)}(2) & 1 \\ X^{(0)}(3) & 1 \\ X^{(0)}(4) & 1 \\ X^{(0)}(5) & 1 \\ X^{(0)}(6) & 1 \\ X^{(0)}(7) & 1 \\ X^{(0)}(8) & 1 \\ X^{(0)}(9) & 1 \\ X^{(0)}(10) & 1 \\ X^{(0)}(11) & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1125 & 1 \\ 1170 & 1 \\ 1230 & 1 \\ 1290 & 1 \\ 1425 & 1 \\ 1455 & 1 \\ 1515 & 1 \\ 1605 & 1 \\ 1695 & 1 \\ 1800 & 1 \end{bmatrix}$$

## 1.3 求解模型参数

$$\text{求模型参数 } \hat{a} = [a, b]^T = (B^T B)^{-1} B^T Y =$$

$$\begin{bmatrix} -0.052446 \\ 68.710327 \end{bmatrix}$$

## 1.4 建立模型

根据参数  $\hat{a}$  建立模型,模型的时间响应方程为:

$$\hat{X}^{(1)}(k+1) = [X^{(0)}(1) \frac{b}{a}] e^{at} + \frac{b}{a} =$$

$$20746.806569e^{0.052446k} - 19651.806569; \text{其中, } k = 0, 1, 2, \dots, n。$$

## 2 模型的精度检验及预测值精度评估

经计算,得出模型的模拟数据、残差和相对误差(见表2)。

根据残差检验准则<sup>[4]</sup>:若  $X^{(0)}$  的 GM(1,1)模型

表2 误差检验

序号	实际数据 $X^{(0)}(k)$	模拟数据 $\hat{X}^{(0)}(k)$	残差 $\epsilon(k) = X^{(0)}(k) - \hat{X}^{(0)}(k)$	相对误差/% $\Delta_k = \frac{ \epsilon(k) }{X^{(0)}(k)}$
1	1125	1117.121187	-7.878813	0.700339
2	1170	1177.273084	7.273084	-0.621631
3	1230	1240.663885	10.663885	-0.866983
4	1290	1307.467993	17.467993	-1.354108
5	1425	1377.869199	-47.130801	3.307425
6	1455	1452.061190	-2.938810	0.201979
7	1515	1530.248081	15.248081	-1.006473
8	1605	1612.644982	7.644982	-0.476323
9	1695	1699.478580	4.478580	-0.264223
10	1800	1790.987774	-9.012226	0.500679

具有平均残差  $\epsilon(\text{avg})/\% = \frac{1}{n} \sum_{k=2}^n |\epsilon(k)| \times 100$ , 则认为 GM(1,1)模型具有精度  $P^0/\% = [1$

$-\epsilon(\text{avg})] \times 100$ 。

由表2的残差数据可知,  $\epsilon(\text{avg}) = (0.700339 + 0.621631 + 0.866983 + 1.354108$

$+3.307\ 425+0.201\ 979+1.006\ 473+0.476\ 323+$   
 $0.264\ 223+0.500\ 679)/10\times 100=$   
 $0.930\ 016\ 3\%\leq 10\%$

$P^0=99.069\ 983\ 7\%>80\%$

所以,可以认为哈巴河县打瓜单产量灰色预测模型 GM(1,1)具有很好的模拟性和可行性,不必建立 GM(1,1)残差修正模型,亦有较高的预测精度。

### 3 模型应用

利用已建立的哈巴河县打瓜单产量预测模型,对哈巴河县未来 2011~2014 年的打瓜单产量情况进行预测。预测时以 2000 年为原点,即在该点  $t=1$ ,以后各年的参数  $t$  依次累加,结果见表 3。

表 3 哈巴河县 2011~2014 年打瓜单产预测值  
 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$

年份	2011	2012	2013	2014
预测值	1887	1989	2096	2209

由于在预测时将模型中的参数  $a$  视为常数,灰色预测不太适合于中长期预测,未来时刻越远,预测值的误差就越大。应当把  $a$  和  $b$  看成时间  $t$  的函数,随时间的发展,不断对  $a$  和  $b$  进行预测修正,用修正后的数值代人灰色预测方法对原序列进行预测。

### 4 结论与讨论

采用灰色系统理论对哈巴河县打瓜单产量进

行建模,能够克服相关数据不足的缺陷和避免人为因素的影响。所建立的预测模型的仿真结果与实际值接近,预测模型精度好,误差较小,这表明基于灰色理论的预测方法,适合于对打瓜单产量趋势进行预测。该方法是切实可行的,对哈巴河县打瓜的种植规划有重要参考价值。

灰色预测对短期预测预报有较高的精度,但对长期预报误差较大。随着时间的推移,一些干扰因素不断地进入系统,使信噪比增大,影响预测的精度。在实际应用过程中要不断地剔除老信息(旧统计数值),增加新信息,可用新陈代谢法维持原模型维数不变,以提高预测精度。

建立该模型的主要目的,在于探索一种打瓜单产量预测的科学有效的方法,提供一个解决问题的思路,但任何预测模型都有其固有的局限性,并非试图提供一个“万能”的计算公式。虽然灰色模型可以进行打瓜单产量的预测,但目前仍存在不足,长期预测因其偏差比较难控制,还需做进一步的探讨,探索更有效、更科学的预测方法。

#### 参考文献:

- [1] 张睿,高焕文.基于灰色 GM(1,1)的农业机械化水平预测模型[J].农业机械学报,2009,40(2):91-95.
- [2] 田宜君,朱锋峰.基于 GM(1,1)模型和灰色关联度的组合预测新方法[J].科学技术与工程,2009,9(4):842-844,851.
- [3] 刘思峰,郭天榜,党耀国.灰色系统理论及其应用[M].2版.北京:科学出版社,1999.
- [4] 邓聚龙.灰预测与灰决策[M].武汉:华中科技大学出版社,2002.

## A Kind of Watermelon Single Output Prediction of Habahe Based on GM(1,1) Model

LI Huan<sup>1</sup>, LI Chun-fang<sup>1</sup>, HE Zheng-rong<sup>1</sup>, ZHU Hai-tang<sup>2</sup>

(1. Habahe Meteorological Bureau, Habahe, Xinjiang 836700; 2. Hami Meteorological Bureau, Hami, Xinjiang 839000)

**Abstract:** Based on actual data and the analysis of the development of a kind of watermelon industry in Habahe, the GM(1,1) model was set up to predict the kind of watermelon yield in Habahe. The model was  $\hat{X}^{(1)}(k+1) = 20\ 746.806\ 569e^{0.052\ 446k} - 19\ 651.806\ 569$ , and was applied and inspected. It showed that the model had smaller error and might give references for decision.

**Key words:** grey theory; GM(1,1) model; yield of watermelon; prediction