

湖北省农作物播种面积灰色预测

梁守真^{1,2}, 李仁东¹

(1. 中国科学院测量与地球物理研究所, 武汉 430077; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘 要:首先介绍了灰色系统理论及灰色预测建模原理,以湖北省连续 9 年的农作物播种面积数据为基础,建立 GM(1,1) 灰色预测模型,对湖北省未来 8 年的农作物播种面积进行了预测,并对预测结果进行检验,预测结果精度较高,可以用来对湖北省未来几年的农作物播种面积进行预测。结果表明,湖北省农作物播种面积呈现逐步下降趋势,土地利用规划部门应实行严格的耕地保护制度,切实保障农民的利益,提高农民耕种的积极性。

关键词:灰色理论;灰色预测模型;GM(1,1);湖北

中图分类号:S5-33;029

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2006)04-0114-02

Grey Prediction Model on Sown Areas of Farm Crops in Hubei Province

LIANG Shou zhen^{1,2}, LI Ren dong¹

(1. Institute of Survey and Geophysics, CAS, Wuhan 430077, China;

2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract:First the theory of grey system and of principle grey prediction model is presented. Based on the data of sown areas of farm crops in Hubei Province for 9 years, the GM(1,1) grey prediction model is established and the precision of prediction is higher by checking the result, so the model may be applied to the prediction of sown areas of farm crops in Hubei Province for futural severe years. The results show that the sown areas of farm crops in Hubei Province is decreased.

Key words:grey theory;grey prediction model; GM(1,1);Hubei

近年来,随着我国经济的快速发展,工业化程度不断提高,工业用地不断蚕食耕地,致使每年大量的耕地流失,农作物播种面积逐年减少;相反我们的人口却在每年以一千万的速度递增^[1],这是一个相当矛盾的问题。当这个矛盾发展到一定程度,必将对我国的粮食安全构成了严重威胁,引发粮食危机。为了避免这种情况出现,我们必须对未来农作物播种面积进行初步的预测;此外预测结果还可以为编制农业长期规划提供一定的数据参考。

目前,常用的预测方法总体上可以分为三种类型:第一,统计型的预测方法,比如常用的回归分析、Delphi 方法、趋势外推法、马尔可夫预测法等;第二,连续型的预测方法,如常见的模型法与近年提出的灰色预测法属于这种类型;第三,递推型的预测方法,如指数平滑与残差辨析属于此类。农作物播种面积的变化受诸多不确定性因素的影响,其中部分信息是已知的,部分信息是未知的,是一种典型的灰色系统。基于这种情况,本文以湖北省作为研究区域,采用灰色预测模型对未来几年的农作物播种面积进行预测。

1 灰色理论与灰色预测

1.1 灰色系统理论

灰色系统理论是由我国著名学者邓聚龙教授于 1982 年首次提出,其内容包括建模、预测、决策、控制等,是控制论的观点和方法延伸到社会和经济系统的产物。具体的说,灰色系统理论就是将随机过程看作是在一定范围内变化的,与时

间有关的灰色过程。灰色系统是指介于白色系统和黑箱系统之间的过渡系统,其具体的含义是:如果某一系统的全部信息已知为白色系统,全部信息未知为黑箱系统,部分信息已知,部分信息未知,那么这一系统就是灰色系统^[2]。严格的说,灰色系统是绝对的,而白色和黑色系统则是相对的。

1.2 灰色预测原理

运用灰色系统理论,通过建立灰色模型所进行的预测即为灰色预测。灰色系统理论认为对既含有已知信息又含有未知或非确定信息的系统进行预测,就是对在一定方位内变化的、与时间有关的灰色过程的预测。尽管过程中所显示的现象是随机的、杂乱无章的,但毕竟是有秩序的、有界的,因此数据集合具备一定的潜在的规律性,灰色预测就是利用这种规律建立灰色模型对灰色系统进行预测的。

灰色预测模型构建直接使用的并不是原始数据序列,而是对原始数据列 $\{X^{(0)}\}$ 按照某种要求进行整理和处理后生成的具有一定规律性的新序列 $\{X^{(1)}\}$,称之为灰色模块,也被称为生成数。这样做的目的是为了消除原始序列的随机性,使上下波动的时间序列转变成单调升降,并带有线性或指数规律的序列。

2 灰色预测模型 GM(1,1)

GM(1,1) 线性模型是目前最常用的灰色预测模型。该模型是基于随机的原始时间序列,经按时间累加后所形成的新的时间序列呈现的规律用一阶线性微分方程的解来逼近,

* 收稿日期:2005-07-15

基金项目:中国科学院重大知识创新项目(KZCX2-SW-415)

作者简介:梁守真(1979-),男,山东阳谷人,硕士研究生,研究方向为 GIS 和遥感应用。

是一种单变量、一阶微分的数列预测模型。GM(1,1)对于开放性、非线性的复杂系统,从整体性考虑并解决问题,进行外延不确定性系统变化动态的科学模拟与仿真,适用于非线性系统的非唯一性预测,且拟合精度较高^[3]。

2.1 灰色模块生成

令 $\{X^{(0)}\} = \{X^{(0)}(1), X^{(0)}(2), \dots, X^{(0)}(n)\}$ (1) 为原始数据列,将累加生成后的数列记为 $\{X^{(1)}\}$,则 $\{X^{(1)}\} = \{X^{(1)}(1), X^{(1)}(2), \dots, X^{(1)}(n)\}$ (2) 其中

$$X^{(1)}(t) = \sum_{i=1}^t X^{(0)}(i) \tag{3}$$

称 $\{X^{(1)}\}$ 为原始数列 $\{X^{(0)}\}$ 的一次累加生成数列,新生成的序列随机程度大大减弱,平稳性增加。

2.2 灰色建模

对于 $\{X^{(1)}\}$ 序列,我们对其建立 GM(1,1) 模型,其对应的微分方程为

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + X^{(1)} = u \tag{4}$$

微分方程的解为

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

根据最小二乘法来求参数 a 和 u

$$u = (B^T B)^{-1} B^T Y_M \tag{6}$$

其中 $Y_M = [X^{(0)}(2), \dots, X^{(0)}(n)]^T$

$$B^T = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[X^{(1)}(1)+X^{(1)}(2)] & \dots & -\frac{1}{2}[X^{(1)}(n-1)+X^{(1)}(n)] \\ 1 & \dots & 1 \end{bmatrix} \tag{7}$$

2.3 模型精度检验

模型只是初始模型,不一定就能反映数列的客观规律,必须对其进行检验。本文采用相对误差来对模型精度进行检验。

首先根据数列预测的基础公式(5) 求出预测值 $\hat{X}^{(1)}_t$,然后再求出原始数的还原值,

$$\hat{X}^{(0)}_t = \hat{X}^{(1)}_t - \hat{X}^{(0)}_{(t-1)} \quad (t=1,2,3,\dots,n) \tag{8}$$

规定 $\hat{X}^{(0)}_t = 0$ 。则原始数据的还原值与其观测值之间

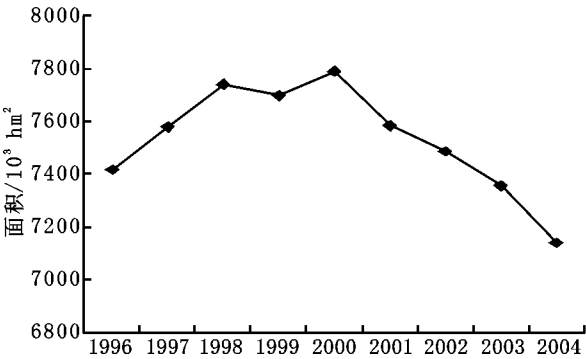


图 1 原始序列 $X^{(0)}$ 与 $X^{(1)}$ 新序列

得到灰色预测模型:

$$X^{(1)}(t+1) = -8620.39e^{-0.009075462t} + 869453.03 \tag{12}$$

我们利用式(12)来求预测值 $\{X^{(1)}(t)\}$ 序列,然后再根据式(8)计算原始数的还原值,以便对模型的预测精度进行检验。

平均相对误差 $\bar{q} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n q(t) = 1.18\%$

所得模型平均相对误差为 1.18%,最大相对误差为 2.7%,由此可见所建立的灰色预测模型的精度较高,用来进行播种面积预测是合理可行的。

的残差值 $^{(0)}t$

$$^{(0)}t = X^{(0)}_t - \hat{X}^{(0)}_t \tag{9}$$

相对误差

$$q(t) = \left| \frac{^{(0)}t}{X^{(0)}_t} \right| \times 100\% \tag{10}$$

平均相对误差

$$\bar{q} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n q(t) \tag{11}$$

$q(t)$ 越小越好,如果其值过大,说明该数列不适合用灰色预测方法或者需要通过对残差序列 $\{^{(0)}t\}$ 的分析来对(5)式进行修正。

3 湖北省农作物播种面积预测模型

3.1 模型的建立和检验

以 1996~2000 年湖北省的农作物播种面积为基础,采用 GM(1,1) 灰色模型来对将来湖北省的农作物播种面积进行预测。

表 1 1996~2004 年湖北省农作物总播种面积

年份	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
面积/10 ³ hm ²	7413.7	7579	7739.2	7696	7788.7	7584.1	7489	7355	7138

*本数据来自于中国统计年鉴^[4]

从 1996~2004 年这 9 年时间,湖北省的农作物播种面积从 7 413.7 ×10³ hm² 降低了 7 138 ×10³ hm²,但是不平稳。1996~1999 年呈现上升趋势,1997 年有个小的波动;但是 1999 年以后,呈现逐年下滑的趋势。

按照模型建立的步骤,依据表 1 数据,将原始序列 $X^{(0)}$ 即 1996~2004 年的农作物播种面积,累加之后得到 $X^{(1)}$ 序列,从图 1 可以看到,相对于 $X^{(0)}$, $X^{(1)}$ 的随机性程度大大弱化,而平稳度得到极大的增强。利用软件 MATLAB 对微分方程(4)求解

$$B^T = \begin{bmatrix} -11203.2 & -18862.3 & \dots & -64213.83 \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$
$$\begin{bmatrix} a \\ u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.009075462 \\ 7890.687581 \end{bmatrix}$$

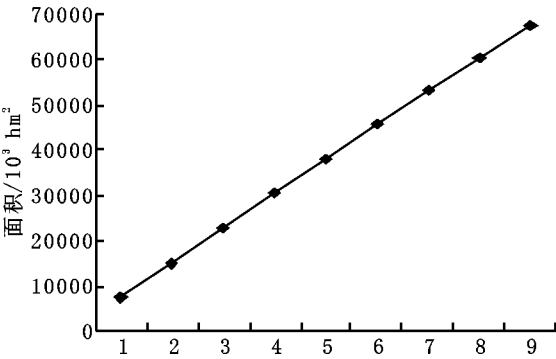


表 2 湖北省 1996~2004 农作物总播种面积预测值与实测值

年份	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
$X^{(0)}$	7413.7	7579	7739.2	7696	7788.7	7584.1	7489	7355	7138
$\hat{X}^{(0)}$	7413.7	7788.4	7717.7	7648.1	7579.0	7510.5	7442.7	7375.4	7308.7
$q(t)$	0	2.7%	0.28%	0.62%	2.7%	0.97%	0.61%	0.28%	2.3%

3.2 模型预测

从理论上讲,由于该模型的合理性,预测可从初始值一直 (下转第 119 页)

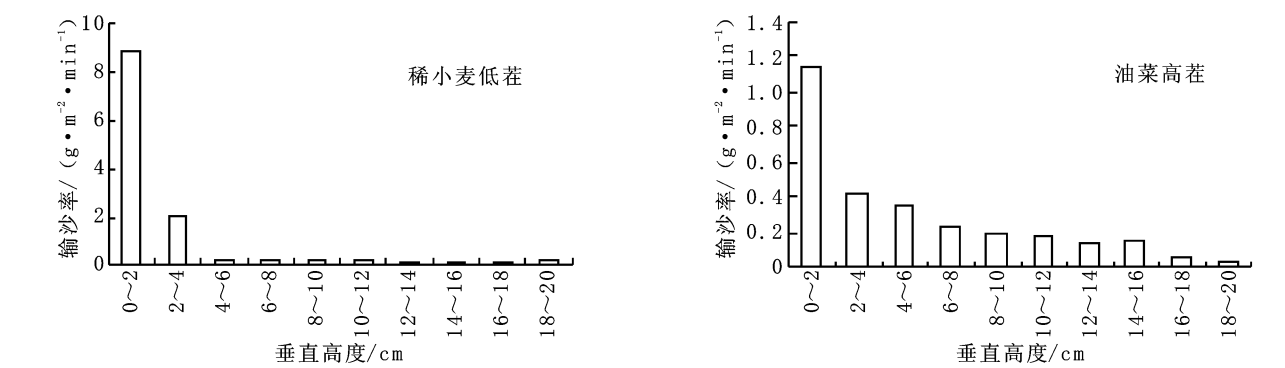


图 5 同一风况条件下小麦低茬与油菜高茬地 0~20 cm 高度输沙率随垂直高度变化特征

3 结 论

通过内蒙古太仆寺旗风沙旺盛季节风沙观测结果表明,人为因素对农田土壤风蚀的影响非常大。该地区留茬地以及草地的风蚀强度远低于秋翻地。秋翻地土壤,因为人为扰动较大,而且无植被覆盖,容易引起土壤风蚀沙化,导致土壤粗化和肥力下降,因此,秋翻土地很容易引发土地退化;留茬

参考文献:

[1] Willian F Schilinger. Deep ripping fall-planted wheat after fallow to improve infiltration and reduce erosion[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1997, 53 (3) : 198 - 202.

[2] 哈斯,陈渭南. 耕作方式对土壤风蚀的影响[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1996,2 (1) :11 - 18.

[3] 张华,李锋瑞,伏乾科. 沙质草地植被防风抗蚀生态效应的野外观测研究[J]. 环境科学,2004,25(2) :119 - 124.

[4] Chepil W S, Woodruff N P, Siddoway F H, et al. Vegetative and nonvegetative materials to control wind and water erosion[J]. Soil Sci. Soc. Proc., 1963, 27(1) : 86 - 89.

[5] Dong Z B, Wang X M, Zhao A G. Aerodynamic roughness of fixed sandy beds[J]. J. Res., 2001, 106:11001 - 11011.

[6] 刘小平,董治宝. 直立植被粗糙度和阻力分解的风洞实验研究[J]. 中国沙漠,2000,22(1) :82 - 8.

(上接第 115 页)

延伸到未来任意时刻;但随着时间的推移,未来影响因素将会发生变化,尤其是政策导向的改变,这将很大程度上影响我们的预测结果,精度不能得到保证,故该预测方法在较短期的预测中能发挥很大的作用。由此根据公式(12)我们只是对未来 8 年的湖北省农作物播种面积进行了预测(表 3)。

表 3 2005~2012 湖北省农作物总播种面积预测值

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
面积/10 ³ hm ²	7242.7	7177.3	7112.4	7048.2	6984.5	6921.4	6858.9	6796.9

4 结果与讨论

(1)根据 1996~2004 年湖北省农作物播种面积,建立了 GM(1,1)灰色预测模型 $X^{(1)}(t+1) = -8620.39e^{0.009075462t} + 869453.03$,经过误差分析,平均相对误差为 1.18%,模型的精度符合要求,预测结果是可靠的、合理的,说明该模型适合做湖北省农作物播种面积预测分析。根据灰色模型预测结果,2005~2012 年湖北省农作物总播种面积呈现逐年下降的趋势。如果不考虑其他意外因素,2012 年湖北省的农作物播种面积将减少到 $6796.9 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 。

(2)这种趋势的出现,原因有两个方面,一是耕地面积减少,二是农业产业结构调整以及农民撂荒,人口的增加和城镇的快速扩张以及国家推行的“退耕还林”导致了耕地面积的减少,尤其是城镇建设用地,占用的都是适宜耕种的良田。此外由于国家实行土地使用权有偿出让与行政划拨并存的“双轨制”,城市政府往往运用行政手段低价征用农村土地,再按市场价格高价出让,导致耕地锐减,种植面积减少。农产品价格低迷,农业生产效益偏低,税费负担过重,许多农民弃田外出务工经商或者选择市场前景好的经济林及水面养殖与牲畜养殖模式,弃耕撂荒或耕地挖成鱼塘、改种果树现象极为常见。

湖北省是我国重要的商品粮基地之一,粮食产量的多少影响着全国的粮食供求。农作物播种面积的过度缩减会使粮食产量下降,导致粮食安全问题,因此必须扭转这种局面,否则后果不堪设想。在今后的工作实行严格的耕地保护制度,保护农民的利益,提高农民耕种的积极性。

参考文献:

[1] 白木,子荫. 粮食背后潜伏着安全危机[J]. 粮食安全,2002,(3) :9 - 10.

[2] 邓聚龙. 灰色预测与决策[M]. 武汉:华中理工大学出版社,1986.

[3] 高兆蔚. 我国 21 世纪森林资源发展趋势灰色预测[J]. 林业资源管理,2003,4(2) :31 - 33.

[4] 国家统计局. 2004 中国统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2005.