

# 基于灰色灾变预测的农产品异常产量研究

冯社苗 (西京学院管理科学系, 陕西西安 710123)

**摘要** 引入灰色灾变预测理论, 并分析该理论应用于农产品异常产量预测的可行性, 通过对实际案例进行相关的研究和分析, 证明灰色灾变预测方法在预测农产品产量的异常变化方面有优良效果。

**关键词** 灰色理论; GM(1, 1); 灰色灾变预测; 农产品

中图分类号 S11+9 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)03-01238-01

## Study on the Abnormal Yield of Farm Crops Based on the Calarity Grey Prediction Model

FENG She-miao (School of Management, Xijing University, Xian, Shaanxi 710123)

**Abstract** The aim of this study was to introduce the theory of calarity grey prediction, analyze the feasibility of the theory application to farm crops yield forecasting, and finally give an example to illustrate its excellent effect on abnormal yield of farm crops forecasting.

**Key words** Grey theory; GM(1, 1); Calarity grey prediction; Farm crops

在农业生产中, 影响农产品产量的因素包括自然因素、人为因素和市场因素等。其中自然因素包括土壤、气候、水资源以及农业灾害等; 人为因素包括国家宏观调控政策、资本与劳动力的投入、新技术新品种的开发与应用、水利灌溉条件等; 市场因素包括农产品的市场供需情况, 市场价格可以影响农民的预期, 进而影响农产品的种植面积从而影响农产品产量。以上各种因素交织的结果, 最终使得农产品的年度产量波动起伏, 有的年份产量剧增, 有的年份产量锐减。因此, 采用传统的数理统计方法, 由于受到以上所述各种不确定性、随机性和模糊性因素的影响, 很难对农产品产量的极端变化做出准确的判断。但是由于实际工作的需要, 又不得不需要对农产品产量的极端变化做出预报, 因此选择合适的预报方法显得尤其重要。笔者引入灰色灾变预测理论, 对农产品产量的极端减少年份作出预报, 以便提前采取措施应对这种情况, 保障供给, 稳定市场。

## 1 灰色灾变预测

**1.1 原理** 灰色理论<sup>[1-2]</sup>认为, 自然系统是典型的灰色系统, 其发展变化受多种因素影响, 其中包含了一些难以量化的不确定性因素。在对自然系统的预测中, 由于各种原因导致预测对象资料收集难度大、数据有限等问题。面对这种情况, 采用传统的预测方法往往难以奏效。灰色系统理论出现后, 就开始被广泛的运用在农业、环保、电力等许多领域, 灰色系统理论主要能在系统模型不明确或信息不完整性的情况下, 进行关于系统的规律分析, 进而构建模型, 并据此预测和决策。灰色灾变预测是灰色理论的内容之一, 其实质上是一种异常值预测, 是将时间序列经由一阈值而得其灾变日期序列, 再针对该序列进行研究, 以寻找其异常值的规律性。阈值一般根据实际情况由人为规定。因此灰色灾变预测的任务是给定数个异常值出现的时刻序列, 由GM(1, 1)模式来加以实现。所谓异常值是指过大或过小的值, 如果把农产品产量的异常减少看做“灾变”, 就可以应用该理论来预测农产品产量的异常变化年份。

**1.2 计算步骤**<sup>[3]</sup> 步骤一, 给出原始序列  $x$ 、指定阈值  $\alpha$ 。

步骤二, 构造异常序列  $x$ 。

按照阈值  $\alpha$  从  $x$  中选出满足阈值的数据, 对于上异常  $x(t_k) > \alpha$ , 对于下异常  $x(t_k) < \alpha$ , 然后用  $x(t_k)$  构造异常序列  $x = (x(t_1), x(t_2), \dots, x(t_m))$ 。步骤三, 求解时分布序列。通过时分布映射  $M$ , 获得时分布序列  $M: x \rightarrow t$ ,  $M(x(t_k)) = t_k$ ,  $t = (t_1, t_2, \dots, t_m)$ 。步骤四, 对时分布序列作GM(1, 1)建模。

GM<sub>p</sub>·AGO:  $(a, b)$ , GM<sub>let</sub>·AGO:  $(0)(k) + z_r^{(1)}$   
 $(k) = b$ , IAGO·GM·AGO:  $t_{m+}$ 。步骤五, 预报。以上的计算过程可以用相关软件在计算机上实现。

## 2 应用案例

某农产品是我国的主要经济作物, 受各种因素的影响, 该产品产量极端不稳定, 我国1984~2003年的该产品产量分别为626、415、354、425、415、379、451、568、451、374、434、477、420、460、450、383、442、532、492、486万t<sup>[4-5]</sup>。在这20年内, 我国该农产品产量最高的年份达到了626万t, 而最少的年份只有354万t, 产量相差很大, 这种情况对该产品市场供需的冲击可想而知。

用灰色灾变预测理论来预报该产品产量可能出现极端减少的年份, 预测将来该农产品产量小于400万t的年份。

步骤一, 写出原始序列和阈值。  $x = (x(1), x(2), \dots, x(20)) = (626, 415, 354, 425, 415, 379, 451, 568, 451, 374, 434, 477, 420, 460, 450, 383, 442, 532, 492, 486)$ , 由预测要求可知, 下阈值  $\alpha = 400$ , 异常值  $x(k) < 400$ 。步骤二, 构造异常序列  $x$ 。将  $x$  中所有小于或等于400的数据计入  $x$  中, 得到异常序列  $x = (x(t_1), x(t_2), x(t_3), x(t_4)) = ((x_3), (x_6), (x_{10}), (x_{16})) = (354, 379, 374, 383)$ 。步骤三, 求解时分布序列。由  $M: x \rightarrow t$ , 可得到  $M(x(t_1)) = M(x(3)) = t_1 = 3$ ,  $M(x(t_2)) = M(x(6)) = t_2 = 6$ ,  $M(x(t_3)) = M(x(10)) = t_3 = 10$ ,  $M(x(t_4)) = M(x(16)) = t_4 = 16$ ,  $t = (t_1, t_2, t_3, t_4) = (3, 6, 10, 16)$ 。步骤四, 对时分布序列作GM(1, 1)建模。使用刘斌等基于VB6.0开发的灰色naïn软件, 将  $t = (3, 6, 10, 16)$  数据输入, 得到灾变年份的GM(1, 1)白化响应式为  $t_{k+1}^{(1)} = 9.8 \exp(0.474777k) - 6.8$ ,  $t_{k+1}^{(1)} = t_{k+1}^{(1)} - t_k^{(1)}$ , 即  $t_{k+1} = 3.7044 \exp(0.474777k)$ 。下面进行模型残差检验, 残差序列  $(0) = ($

**作者简介** 冯社苗(1970-), 男, 河南洛阳人, 在读博士, 讲师, 经济师, 从事管理科学与工程方面的研究。

收稿日期 2008-11-10

(下转第1274页)

存在的命脉,水资源是该区域农业和社会经济发展的决定性因素,亦是该区域耕地资源持续利用的先决条件。为实现张掖市乃至整个黑河流域农业持续稳定的发展,就必须合理利用水资源,积极发展综合成熟的节水农业,提高水资源利用效率。目前有成功范例并加以推广的先进节水技术有地膜覆盖栽培技术、田块平整小畦灌溉技术、优化种植结构节水技术、节水作物新品种、间混套种技术、设施栽培技术、水肥耦合技术等,节水率为10%~50%。通过发展节水农业,一方面可消减黑河水系在张掖市的消耗量,给黑河下游地区尽可能多的余水,促进整个黑河流域的农业生态环境朝良性方向发展;另一方面可扩大实际灌溉面积,提高耕地的利用效率,避免侵占其他的土地利用类型,缓解张掖市人均耕地逐年减少的趋势。另外,还可采取适度提高水价、农业用水计量与水费计征等方式加速培养农民的节水意识,为水资源的商品化和节约用水提供内驱动力,促进节水农业的发展。

**4.5 加强耕地和基本农田的质量保护** 首先,要整治耕地生态环境和改造中低田,提高耕地质量。在张掖市许多城镇的近郊,有部分熟化程度高、灌溉条件好、坡度平缓的优质耕地,因工业生产废弃物过度排放,造成土壤污染。为此,需进一步规范农村工业的发展,加强对耕地环境污染的监测和治理。此外,还应加强对张掖市中低产田的改造,通过对中低产田的改造,可节省耕地开发资金,而且见效快,对于保护土地资源、增加农民收入、促进粮食增产有积极的作用。其次,要调整作物结构,提高科技支撑能力。在当前粮食环境发生重大变化的条件下,应在新的种植制度基础上,调整粮食作物布局,加强科技创新,在品种、栽培技术上下功夫,努力提高生产水平。再次,要发展规模经营,加快粮食产业化进程。在长期稳定农村基本经营制度的前提下,积极探索土地经营权的合理流转机制,积极发展粮食的适度规模经营,发挥规模效益。加快粮食产业化进程。

耕地沙化是指由于风蚀、水蚀等原因引起的地面组成物质中细粒部分和营养物质损失而出现地表粗化的过程,它是

(上接第1238页)

(1), (2), (3), (4) = (-0.7044, -0.044968, -0.426354, 0.608867), 相对误差序列  $\epsilon_k = (\epsilon_2, \epsilon_3, \epsilon_4) = (0.749459\%, 4.263542\%, 3.805421\%)$ , 平均相对误差  $\bar{\epsilon} = 1/3 \sum_{k=1}^3 \epsilon_k = 2.94\%$ , 平均相对精度  $1 - 2.94\% = 97.06\%$ , 模拟精度  $1 - \epsilon_4 = 96.2\%$ , 可见精度很高,符合要求。步骤五,根据第4步得到的公式  $\hat{t}_{k+1} = 3.7044 \exp(0.474777k)$ , 预测得  $t_5 = 24.75$  25, 25 - 16 = 9。即从最后1次该农产品产量小于400万t的年份算起,第9年(2008年)左右发生产量小于400万t的可能性非常大。

### 3 结论

根据2008年的气候和该农产品的种植面积等情况分析,该农产品的减产基本已成定局,可见,预测基本正确。研究表明,灰色灾变预测理论应用于农产品产量的异常波动预

人类不合理开发利用耕地以及风力、水力等外力共同作用的产物。张掖市地处欧亚大陆中部,气候干燥,常年干旱少雨且降水时空分布不均。6~8月份,降水量可占全年的55%~60%,且多以暴雨、大雨和雷阵雨的形式出现,洪水冲蚀能力强致使下垫面为坡耕地的地区极易发生表层壤质的冲刷流失,降低耕地生产率;在春季,张掖市经常出现风沙天气,耕地容易遭受风沙侵蚀。据统计,目前市境内已有37667 hm<sup>2</sup>的耕地受到风沙危害,占现有耕地面积的82.34%,导致耕地退化,主要表现在耕作层变薄、土壤粗化和肥力下降,最终导致耕地生产力下降。水蚀和风蚀相互促进,水蚀撕破地表,为风蚀创造条件;风蚀吹走地面疏松物质,露出紧实底土,渗透性更差,也为水蚀创造条件,使原本就已严重的耕地沙化问题更加突出。因此,必须采取实用有效的防治措施,减缓和遏止耕地的沙化趋势。利用生物措施和工程措施相结合的手段,栽种耕地防沙林网带;对不适宜种植业的用地,要坚决退耕还林还草;采用合理的耕作制度和方式,对耕地进行用养结合,努力实现对其持续、高效的利用。

### 参考文献

- [1] TURNER B L, SKOLE D, SANDERSON S, et al. Land-use and land cover change science/research plan[Z]. IGBP Report No. 35. Stockholm: IGBP, 1995.
- [2] GUCL. Study on phenomena and mechanism of land-use/overcharge in Beijing[J]. Nature Resour, 1999, 14(4): 307-312.
- [3] LI X B. Change of arable land area in China during the past 20 years and its policy implications[J]. Nature Resour, 1999, 14(4): 329-333.
- [4] 封志明, 李香莲. 耕地与粮食安全战略: 藏粮于土, 提高中国土地资源的综合生产能力[J]. 地理学与国土研究, 2000(3): 8-16.
- [5] 邵晓梅. 山东省耕地变化及驱动力研究[J]. 地理研究, 2001, 20(3): 298-305.
- [6] 徐建华. 现代地理学中的数学方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 342-345.
- [7] 海英, 刘潇. SPSS10.0 for Windows 在经济管理中的应用[M]. 北京: 中国统计出版社, 2000: 245-248.
- [8] 徐涵秋. 福清市城镇空间扩展规律及其驱动机制分析[J]. 遥感技术与应用, 2002, 17(2): 86-92.
- [9] 钱小龙, 管华, 谢国琴, 等. 徐州市耕地资源动态变化及其驱动力分析[J]. 山西师范大学学报: 自然科学版, 2007, 21(2): 94-99.

测有其独到之处。一是,灰色灾变预测可以解决农产品产量极端变化的预防问题。二是与常用预测模型相比,它更具有客观性(例如加权移动平均模型、指数平滑模型等方法中权重设置的主观性等)。三是该方法计算工作可以在计算机上通过软件迅速完成,效率较高。因此,用该方法预测我国农产品产量的异常变化是一种很好的辅助决策手段。

### 参考文献

- [1] 刘思峰, 郭天榜, 党耀国, 等. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 144-149.
- [2] DENG J L. Grey forecasting control[C]// DENG J L. Grey system Beijing: China Ocean Press, 1988: 139-144.
- [3] 邓聚龙. 灰预测与灰决策[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2003: 133-142.
- [4] 中国经济景气监测中心. 中国经济景气月报[R]. 北京: 国家统计局, 2004.
- [5] 陈彩虹, 陆壮雄, 龚岚. 灰色预测法在粮食物流量预测中的应用[J]. 粮食储藏, 2007(5): 54-59.