

基于灰色理论的吴起县适宜退耕还林面积的预测

吴 坚¹, 毕华兴¹, 刘广亮², 陈攀攀¹

(1. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083; 2. 吴起县退耕还林工程管理办公室, 陕西 吴起 717600)

摘 要: 吴起县是我国退耕还林草政策推行重点县, 退耕比例高达 38.3%。如何在保证粮食产量安全的前提下继续推行退耕还林草政策是人们广泛关注的焦点。根据 1999—2005 年吴起县统计年鉴资料, 分析了退耕还林草对当地粮食产量和粮食需求量关系影响, 认为可以继续推行退耕还林草工程。假定未来几年条件相同的情况下, 运用灰色理论的 GM(1, 1) 预测模型, 建立了粮食总产、人口、粮食单产和人均粮食消费的预测模型。利用这些预测模型预测了 2008—2012 年的各年适宜的退耕还林面积, 旨在为吴起县实施退耕还林草工程提供科学参考。

关键词: 吴起县; 退耕还林草; 灰色模型

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)01-0108-03

中图分类号: X171.1

Prediction of the Suitable Area of the Grain for Forest and Grass Project in Wuqi County Based on Grey Theory

WU Jian¹, BI Hua-xing¹, LIU Guang-liang², CHEN Pan-pan¹

(1. School of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Office of the Grain for Forest and Grass Project Management of Wuqi County, Wuqi, Shaanxi 717600, China)

Abstract: Wuqi County is a major county to implement the grain for forest and grass (GFG) project in China, with the percentage of the GFG area reaching as much as 38.3%. So, how to sufficiently guarantee the amount of grain production and continue practicing the GFG is extensively concerned by people. The study is based on the statistical data of Wuqi County from 1999 to 2005. The GFG project affects the relationship between the volume of grain output and demands. It is believed that the GFG project can keep on performing. On the assumption that all conditions are same in the future years, predicting models of total output, population, unit area output, and grain consumption per capita are constructed by using grey predicting method GM (1, 1). Using these models, the suitable area for the GFG project from 2008 to 2012 is calculated, which provides a scientific basis for the development of Wuqi County.

Keywords: Wuqi County; grain for forest and grass; grey model

吴起县位于延安市西北部, 属典型的黄土高原沟壑区, 温带大陆性气候。南北长 93.4 km, 东西宽 79.89 km, 总面积为 3 791.5 km²。吴起县土地资源丰富, 在 1999 年有耕地 32 400 hm², 林业用地 71 026.67 hm², 森林覆盖率为 18.7%, 草地面积 134 000 hm²[1]。

吴起县从 1999 年开始实行退耕还林草, 1999—2000 年间耕地面积由 32 400 hm² 下降到 20 000 hm², 退耕比例达到 38.3%, 此后耕地面积基本没有变化。坡地退耕还林(草), 在很大程度上改善了吴起县的生态环境[2]。但是, 耕地面积的大幅减少, 必然

会导致粮食产量下降, 这是否会影响到人民的正常生活, 这种影响究竟有多大? 即在保证当地群众正常的口粮需求下, 如何解决适宜的退耕还林草面积的确定问题, 是退耕还林草项目能否顺利实施的关键内容之一[3]。因此, 从长期看, 在满足粮食基本需求的前提下, 处理好退耕还林草与粮食生产的关系, 解决好怎样退、退多少的问题是非常重要的。

退耕还林草面积的底线是, 剩余耕地生产的粮食刚好能满足人们的日常需求, 根据粮食总量安全系数的一般认识, 1.45 界定为粮食安全经验转折点或

收稿日期: 2008-05-04

修回日期: 2008-09-07

资助项目: 国家重点基础研究发展计划“西北黄土残塬沟壑区水土流失综合调控原理与治理范式”(2007CB407207)

作者简介: 吴坚(1983—), 男(汉族), 辽宁省沈阳市人, 硕士研究生, 主要研究方向为地理信息系统在水土保持中的应用。E-mail: wujrainbow@163.com。

通信作者: 毕华兴(1964—), 男(汉族), 陕西省米脂人, 副教授, 研究生导师, 主要研究方向为水土保持与荒漠化防治。E-mail: bhx@bjfu.edu.cn。

粮食的经济安全点^[4]。当总量安全系数接近或低于 1.45 时, 价格机制与经济系统可能发生紊乱, 社会将出现恐慌。所以, 粮食产量应该大于基本需求量的 1.45 倍。设人均粮食消费量为 M , 人口数量为 R , 则粮食的最低需求量 S 为

$$S = R \times M \times 1.45 \quad (1)$$

根据公式 (1) 得到了年最低粮食需求量, 与吴起县粮食产量 (1999—2005) 对比得到粮食需求量的对比图 (图 1)。

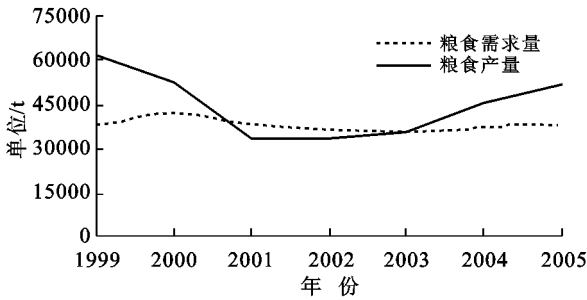


图 1 吴起县 1999—2005 年粮食产量和需求量对比

从图 1 可以看出, 从实行退耕还林草开始到 2001 年粮食产量有所下降, 2001 年以后, 粮食产量逐渐增加, 2001—2002 年的粮食产量并没有达到需求量。从 2003 年开始粮食产量能够满足需求量, 随着基本农田建设及农业技术的广泛运用, 粮食产量每年都在增长, 同时, 退耕还林草产生的生态效益也逐渐显现出来^[5]。这对于未来继续实行退耕还林草是一个积极的信号。为了科学地开展未来的退耕还林草工作, 使退耕还林草能够有序地进行下去, 本研究通过灰色理论模型进行了适宜退耕还林草面积的确定。

1 模型原理和指标选取

1.1 灰色理论预测模型

社会经济统计数据中很难找到统计规律, 因为随机过程中典型分布是十分有限的, 普通的分析方法往往难以处理这类数据。灰色预测是通过对原始数据的挖掘、整理来寻求其变化规律的, 通过灰色序列的生成, 弱化其随机性, 显示其规律性。灰色预测是基于累加生成的数列的 GM(1, 1) 模型^[6,7]。

设 $x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(m)$ 是所要预测的某项指标的原始数据。对该原始数列作一次累加生成处理, 即

$$\begin{aligned} x^{(1)} &= x^{(0)}(1) \\ x^{(1)}(2) &= x^{(0)}(1) + x^{(0)}(2) \\ x^{(1)}(3) &= x^{(0)}(1) + x^{(0)}(2) + x^{(0)}(3) \\ &\vdots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x^{(1)}(k) &= \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i) \\ &\vdots \\ x^{(1)}(m) &= \sum_{i=1}^m x^{(0)}(i) \end{aligned}$$

则得到一个新的数列。这个新数列与原始数列相比较, 其随机性程度大大弱化, 平稳程度大幅增加。

对于这样的新数列, 其变化趋势可以近似地用如下微分方程描述

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = u \quad (2)$$

微分方程式所对应的时间响应函数为

$$x^{(1)}(t+1) = [x^{(0)}(1) - \frac{u}{a}]e^{-at} + \frac{u}{a} \quad (3)$$

这就是数列预测的基础公式。通过对 u, a 的计算可以获得该响应函数的方程, 从而得到累加生成的数列的预测值 $\hat{x}^{(1)}(t)$, 最后可以求得原始数据的还原值 $\hat{x}^{(0)}(t)$ 。

$$\hat{x}^{(0)}(t) = \hat{x}^{(1)}(t) - \hat{x}^{(0)}(t-1) \quad (4)$$

在式 (4) 中, $t = 1, 2, \dots, m$, 并规定 $\hat{x}^{(0)}(t) = 0$ 。

原始数据的还原值与其实际观测值之间的残差值为

$$\xi^{(0)}(t) = x^{(0)}(t) - \hat{x}^{(0)}(t) \quad (5)$$

对于预测公式, 预测精度是十分重要的, 该预测公式是否能达到精度要求, 需要进行检验。分别计算方差比 $c = s_2/s_1$ 和小误差概率 p , 参照表 1 标准检验, 其中 s_1 为原始数列的标准差, s_2 为残差值的标准差。

$$P = \{|\xi^{(0)}(t) - \xi^{(0)}| < 0.6745s_1\} \quad (6)$$

表 1 灰色预测精度检验等级标准

精度等级	小误差概率 p	方差比 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

1.2 指标的选取

退耕还林草的目的是改善生态环境, 同时也要保证人民生活和社会经济的可持续发展, 因此选取人口数量 (人)、粮食产量 (t)、粮食单产 (kg/hm^2) 和人均粮食消费量 ($\text{kg}/\text{人}$) 做为 4 个指标, 建立 GM(1, 1) 预测模型, 对未来进行预测, 从而确定适宜的退耕还林草面积。

1.3 数据的来源

数据来源于国家统计局年鉴和吴起县统计年鉴, 其中人均最低粮食消费量数据来源于国家统计局年鉴陕西省农村居民年人均粮食消费量^[8], 人口数量、粮食产量和粮食单产数量来源于吴起县统计年鉴。由图 1 可以看到耕地面积在 1999—2000 年大量减少,

2000 年之后的耕地面积没有发生变化, 由于耕地面积对粮食产量影响巨大, 为了避免数据波动性过大造成模型预测准确度降低, 所以采用了 2000 年以后的数据, 其余数据年份为 1999—2005 年。

2 模型的建立

2.1 人均粮食消费量的预测模型

利用 1999—2005 年的人均粮食消费数据建立预测模型, 通过计算得到 $a = 0.03067$, $u = 235.03066$, 则得到人均粮食消费预测模型, 见式(7)。

$$M^{(1)}(t+1999) = -7448.28e^{-0.03067t} + 7662 \quad (7)$$

精确度检验值为 $c = 0.025$ (好), $p = 1$ (合格)。

2.2 人口预测模型

利用 1999—2005 年的人口数量数据建立预测模型, 通过计算得到 $a = -0.01146$, $u = 117839.893156$, 则得到人口预测模型, 见式(8)。

$$R^{(1)}(t+1999) = 10403752e^{0.01146t} - 10283803 \quad (8)$$

精度检验值 $c = 0.318$ (好), $p = 1$ (合格)。

2.3 粮食产量预测模型

根据 2000—2005 年粮食产量统计资料计算 $a = -0.12929$, $u = 21367.10907$, 得到粮食产量预测模型, 见式(9)。

$$L^{(1)}(t+1999) = 215733e^{0.129288t} - 165265 \quad (9)$$

精度检验值 $c = 0.329$ (好), $p = 1$ (合格)。

2.4 粮食单产预测模型

根据 1999—2005 年统计资料计算 $a = -0.0955$, $u = 1982.83757$, 得到粮食单产预测模型, 见式(10)。

$$D^{(1)}(t+1999) = 23248e^{0.0955t} - 20762 \quad (10)$$

精度检验值 $c = 0.598$ (勉强), $p = 0.8$ (合格)。

3 理论适宜退耕面积的确定

随着生产力和农业技术水平的不断提高, 粮食单产会逐渐提高, 在认为粮食产量满足粮食安全系数的要求下, 认为该地区的粮食完全用来满足人们的日常需要, 不考虑粮食存储等其它用途, 认为影响因素不变, 则多余的粮食是可以退掉的。设退耕还林草年限为 n 年 ($n = t - 2005 + 1$), 设第 t 年的粮食产量 L_t , 第 t 年人口为 R_t , 第 t 年粮食单产为 M_t , 那么, 第 t 年的粮食富裕量 = $L_t \times 1000 - R_t \times M_t \times 1.45$, 单位为 kg。则第 t 年的退耕面积为:

$$S_{t+1} = \frac{L_t \times 1000 - R_t \times M_t \times 1.45}{D_1 \times n} \quad (11)$$

通过上面的公式, 可以简单地确定 2008—2012 年的退耕还林草的面积(表 2)。

表 2 吴起县 2008—2012 年退耕还林草预测面积 hm^2

年份	2008	2009	2010	2011	2012
退耕面积	3347	2836	2517	2297	2133

4 结论和分析

在假设粮食完全用来满足该地区人们消费的情况下, 现阶段吴起县的退耕还林草对当地的粮食基本需求不会产生太大的影响, 在保证基本需求的条件下, 认为可以适当的继续推行退耕还林草政策, 由此根据灰色理论模型, 预测了吴起县未来(2008—2012 年)的适宜退耕还林草面积。

用灰色模型计算的适宜退耕还林草面积只是理论值, 具有一定的参考价值。灰色理论预测模型完全是从数据出发, 分析某项数列段时间内的变化趋势并进行预测, 所以利用灰色理论预测短时间内效果比较好, 精度较高, 但是对于未来可能的政策和技术方面的变化很难有所响应。同时, 黄土高原地区粮食产量的影响因素很多^[9], 本研究只是对未来粮食的产量的预测是基于现阶段各项条件不变的基础上进行的, 反映了现阶段的变化趋势, 并没有包括未来可能的政策或技术所带来的影响。所以, 此预测在短时间内可以起到一定的指导作用, 长时间段内的预测效果还需要修正。

[参 考 文 献]

- [1] 吴起县统计局. 吴起统计年鉴[M]. 1999—2007.
- [2] 薛占海. 吴起县退耕还林草可持续性研究[J]. 西北林学院学报, 2006, 21(4): 1-4.
- [3] 贺金红, 廖允成, 胡兵辉, 等. 黄土高原坡耕地退耕还林草还草的生态经济效应研究[J]. 农业现代化研究, 2006, 27(2): 110-114.
- [4] 冬梅. 退耕还林草对我国宏观粮食安全影响的实证分析[J]. 中国软科学, 2006(4): 46-54.
- [5] 郑纪勇. 退耕还林草过程中陕北粮食问题初探[J]. 生态经济: 专家论坛, 2004(9): 46-50.
- [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, 2002.
- [7] 刘思峰. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [8] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2000.
- [9] 郭亚军, 姚顺波, 李桦. 退耕还林草政策对吴起县农业综合生产力的影响分析[J]. 中国农业科技导报, 2007, 9(2): 116-120.
- [10] 张圣勤. MATLAB7.0 实用教程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.