

趋势移动平均法在耕地面积预测中的应用研究^{*}

—基于1985-2010年甘肃省耕地面积分析

程文仕¹, 曹春², 黄鑫¹

(1. 甘肃农业大学资源与环境学院, 兰州 730070; 2. 西北师范大学地理与环境科学学院, 兰州 730070)

提 要: 以甘肃省1985-2006年的耕地面积数据为基础, 应用趋势移动平均法对2007-2010年的耕地面积进行预测。将预测结果与2007-2010年的实际耕地面积进行比较, 结果显示趋势移动平均法预测出的耕地面积与实际面积接近。研究证明: 采用趋势移动平均法建立的预测模型合理, 趋势移动平均法应用于耕地面积变化趋势预测可行。

关键词: 土地利用; 趋势移动平均法; 甘肃省; 耕地面积

中图分类号: F301.22

文献标识码: A

趋势移动平均法是对时间序列进行趋势分析和预测的主要方法。由于它能有效地消除预测中的随机波动和不规则变动的的影响, 使长期趋势显示出来, 具有通俗易懂, 易被人们掌握的特点, 应用领域较为广泛^[1]。土地利用变化具有随机波动和不规则变动的特点, 利用趋势移动平均法能够使土地利用变化的长期趋势显示出来, 从理论上讲, 是一种可行的土地利用变化趋势预测方法, 但到目前为止, 还没有研究将该方法应用于土地(包括耕地)面积变化趋势预测之中, 文中试图以甘肃省为例, 基于1985-2010年的耕地面积分析, 探索趋势移动平均法应用于耕地面积预测的可行性。

1 材料与研究方法

1.1 研究区概况

1.1.1 甘肃省概况

甘肃省地处黄河上游黄土高原、内蒙古高原与青藏高原的交汇地区, 位于东经 $92^{\circ}13'$ - $108^{\circ}46'$, 北纬 $32^{\circ}31'$ - $42^{\circ}57'$ 之间。东接陕西, 东北与宁夏毗邻, 南邻四川, 西接青海、新疆, 北与内蒙古和蒙古人民共和国接壤。全省地形狭长, 从东到西长1655km。土地总面积4544万 hm^2 , 居全国第七位。人均占有土地1.93 hm^2 , 是全国人均占有量的2.76倍。全省耕地面积348.52万 hm^2 , 人均耕地0.14 hm^2 , 高于全国平均水平。

1.1.2 耕地利用变化分析

(1) 耕地面积变化分析。根据1985-2010年《甘肃年鉴》, 甘肃省1985-2010年26年间的耕地面积变化情况(图1)可以看出: 甘肃省耕地面积由1985年的349.097万 hm^2 减少到2010年的348.519万 hm^2 , 这期间总共减少了0.578万 hm^2 , 年均减少222.31 hm^2 。但1985-1999年间, 耕地面积总体呈现出先减少后增加的趋势, 增减幅度较小; 1999-2004年间, 耕地面积急剧减少, 从1999年的348.89万 hm^2 减少到2004年的339.89万 hm^2 , 5年时间, 减少了9万 hm^2 , 年均减少1.8万 hm^2 ; 2004年后, 耕地面积快速增加, 到2010年底耕地面积增加到348.52万 hm^2 , 年均增加1.44万 hm^2 。

* 收稿日期: 2014-6-20; 修回日期: 2014-6-30。

基金项目: 2010年度国家自然科学基金西部项目(10XJY031); 2011年国家自然科学基金地区项目(41161066/D010702); "甘肃省教育科学"十二五"规划课题(GS[2013]GHB0849)资助。

作者简介: 程文仕(1976-), 男, 陕西南郑人, 副教授, 博士研究生。主要研究方向为土地资源、土地经济和景观生态学。E-mail: chenws@gsau.edu.cn; tgchwsh@163.com

(2) 耕地面积变动原因分析。根据 1997 - 2010 年《甘肃年鉴》, 对比甘肃省 1997 - 2010 年 14 年间的耕地面积增减情况(图 2) 可以看出: 耕地面积增加的原因是土地整治力度的加大, 通过土地开发、土地整理(包括高标准基本农田建设)和土地复垦增加耕地面积; 耕地面积减少的原因有国家征收、农村基础设施建设、村民建住宅、退耕还林还草、以及灾毁等原因。其中: 还林还牧减少耕地面积在 2000 - 2005 年最为明显, 最多的 2000 年减少了 5.21 万 hm^2 , 1999 年以前和 2006 年以后生态退耕面积减少很少, 这与 2000 年国家将甘肃省 24 个县列为生态退耕县, 2000 - 2005 年实施生态退耕政策完全相关; 土地整治增加耕地面积在 2005 年以后最为明显, 最多的 2005 年增加了 3.56 万 hm^2 , 这与 2005 年开始国家加大土地整治投资力度完全相关, 这两项因素主要受国家政策的影响, 出现阶段性急剧增减的情形, 均属于非基本因素。其他因素对耕地面积变化的影响始终存在, 起长期性作用。

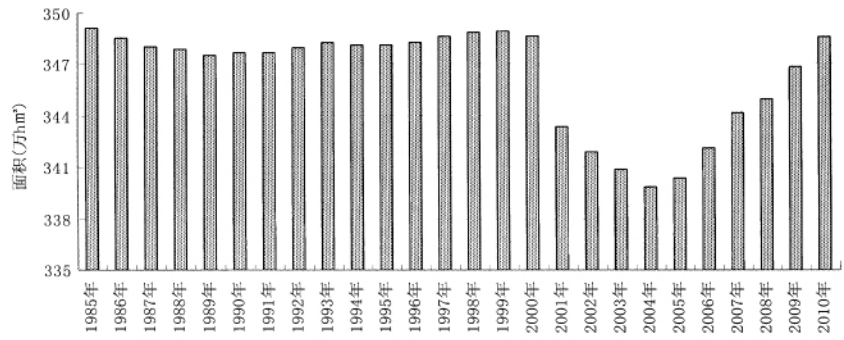


图 1 甘肃省 1985 - 2010 年耕地面积变化情况示意图
Figure 1 The changes of cultivated land area in Gansu province from 1985 to 2010

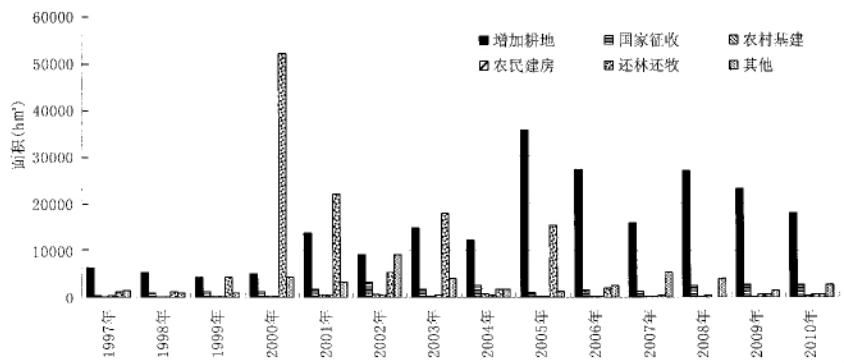


图 2 甘肃省 1997 - 2010 年耕地面积增减情况对比图
Figure 2 The changes of the cultivated land area and the related factors in Gansu province 1997 - 2010

1.2 数据来源与处理

- (1) 耕地面积及其耕地面积增减数据来源于 1985 - 2010 年的《甘肃年鉴》。
- (2) 将耕地面积及其耕地面积增减数据统一计量单位为 hm^2 。
- (3) 将阶段性政策导向造成的耕地面积减少(还林还牧)值从减少前各年份扣除, 扣除后面积作为耕地面积快速减少期耕地变化趋势预测基础数据(表 1)。
- (4) 将阶段性政策导向造成的耕地面积增加(土地整治)值从增加各年份扣除, 扣除后面积作为耕地面积急剧增加期耕地变化趋势预测基础数据(表 1)。
- (5) 将预测结果补充上耕地面积急剧增加期耕地增加值, 作为最终耕地面积预测结果。

1.3 研究方法

1.3.1 趋势移动平均法概述

趋势移动平均法是趋势预测法(趋势分析法)中的一种, 是以最近实际值的一次移动平均值为起点, 以二次移动平均值估计趋势变化的斜率, 建立预测模型的一种方法。趋势移动平均法的预测模型见式 1^[2-4]。

$$y_{t+k} = a_t + b_t \times k \tag{1}$$

式中: k 表示趋势预测期数 ($k = 1, 2, 3, \dots$); y_{t+k} 表示第 $t+k$ 期预测值。 a_t 和 b_t 的计算见式(2)和式(3)^[2, 5-6]:

$$a_t = 2m_t^{(1)} - m_t^{(2)} \tag{2}$$

$$b_t = \frac{2}{n-1}(m_t^{(1)} - m_t^{(2)}) \tag{3}$$

式(1) - (3)中 a_t 表示预测直线的截距; b_t 表示预测直线的斜率; n 表示每次移动平均的长度; t 表示

期数。

1.3.2 趋势移动平均法应用步骤

(1) 对动态数列做定性认识与修正。在运用趋势移动平均法前,必须进行深入细致的定性认识,准确地把握动态数列各指标数值变动的原因,将非基本因素对动态数列变化的影响剔除掉,而将基本因素的影响保留下来^[1]。其中:基本因素就是对动态数列各指标数值变化起长期性作用的因素,非基本因素就是对动态数列各指标数值变化起暂时性、偶然性作用的因素,具体包括季节因素和随机因素^[1]。

(2) 移动平均方法的合理选择。根据预测时使用的各元素的权重不同,选择简单移动平均法或加权移动平均法。

1) 简单移动平均法。当各元素的权重都相等的时候用简单移动平均法。其计算模型见式 4^[2,5]:

$$F_t = (A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}) / n \quad (4)$$

式中: F_t 表示对下一期的预测值; n 表示移动平均的时期个数; A_{t-1} 表示前期实际值; A_{t-2} , A_{t-3} 和 A_{t-n} 分别表示前两期、前三期直至前 n 期的实际值。

2) 加权移动平均法。当固定跨越期限内的每个变量值具有相等的权重时,采用加权移动平均法。其计算模型见式 5^[2,5]:

$$F_t = w_1 A_{t-1} + w_2 A_{t-2} + w_3 A_{t-3} + \dots + w_n A_{t-n} \quad (5)$$

式中: w_1 表示第 $t-1$ 期实际值的权重; w_2 表示第 $t-2$ 期实际值的权重; w_n 表示第 $t-n$ 期实际值的权重; n 表示预测的时期数; $w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1$ 。

(3) 确定计算模型参数值期数。选择适当的期数 n , 计算得出预测模型。

2 结果与分析

2.1 趋势移动平均法应用条件分析

在甘肃省耕地数量变化的影响因素中,土地开发、整理、复垦增加耕地面积主要集中在 2005 年以后,退耕还林还牧主要集中在 1999-2004 年之间,二者的变化幅度较大,为暂时性、阶段性影响作用的因素,属于非基本影响因素。国家征收、农村基础设施建设、农民个人建房减少耕地面积对耕地面积变化起长期性作用影响,均属于基本影响因素。甘肃省耕地面积变化的非基本因素的影响主要集中在 1999-2010 年间,还林还牧容易从减少前的耕地面积中剔除,土地整治增加耕地面积也可以从增加后的耕地面积中剔除,运用趋势移动平均法的目的就是剔除非基本因素对动态数列变化的影响,保留基本因素的影响,具备将趋势移动平均法应用于耕地面积变化趋势预测的条件。

2.2 趋势移动平均法在甘肃省耕地面积趋势预测中的应用

2.2.1 对动态数列的定性认识

从图 1 可以看出,甘肃省耕地面积从 1985-1999 年间总体呈现出先减少后增加的趋势,期间大体处于水平状态,而 1999-2004 年间,耕地面积处于急剧减少期,从 2004 年后,耕地面积开始增加。说明此动态数列前期受基本因素的影响较大,而非基本因素的影响可以忽略不计,后期则受非基本因素的影响较大。而运用趋势移动平均法的目的就是剔除非基本因素对动态数列变化的影响,保留基本因素的影响。(表 1)

2.2.2 移动平均方法的合理选择

简单移动平均法只有动态数列指标数值前后各期所受基本因素的影响大小相同的条件下运用,否则就有可能导致在消除非基本因素影响的同时,将基本因素的影响也给剔除掉^[1]。1985-2010 年间,除生态退耕、土地整治等非基本影响因素外,甘肃省其他社会、经济、政治、政策等因素每年对耕地面积变化的影响大小基本相同,文中研究采用简单移动平均法。

2.2.3 确定预测模型

运用表 1 中的预测基本数据值,并取每次移动平均的长度 n 为 5,期数 t 从 1985-2006 年取为 22,来预测甘肃省耕地面积的变动趋势。计算得表 1。

按照上述计算公式,取 $t=22$, $n=5$,通过计算得出 $m_t^{(1)}$ 、 $m_t^{(2)}$ 分别为 338.68 和 338.36,则

$$a_t = 2m_{14}^{(1)} - m_{14}^{(2)} = 2 \times 338.68 - 338.36 = 339.01$$

$$b_t = \frac{2}{5-1} (m_{14}^{(1)} - m_{14}^{(2)}) = 0.5 \times (338.68 - 338.36) = 0.162$$

得到耕地面积变动趋势模型为: $y_{t+k} = 339.01 + 0.162 * k$ (6)

表 1 甘肃省耕地面积变动情况及移动平均值测算结果

Table 1 The changes of cultivated land area of Gansu province and the results of the moving average calculation

年份	时期	耕地面积 (10 ⁴ hm ²)	一次移动平均 m _t ⁽¹⁾ (n=5)	二次移动平均 m _t ⁽²⁾ (n=5)	年份	时期	耕地面积 (10 ⁴ hm ²)	一次移动平均 m _t ⁽¹⁾ (n=5)	二次移动平均 m _t ⁽²⁾ (n=5)
1985	1	338.69			1996	12	337.84	337.73	337.54
1986	2	338.16			1997	13	338.23	337.86	337.64
1987	3	337.63			1998	14	338.42	337.98	337.75
1988	4	337.49			1999	15	338.48	338.14	337.87
1989	5	337.15	337.82		2000	16	338.21	338.24	337.99
1990	6	337.31	337.55		2001	17	337.95	338.26	338.09
1991	7	337.31	337.38		2002	18	338.53	338.32	338.19
1992	8	337.58	337.37		2003	19	337.87	338.21	338.23
1993	9	337.83	337.43	337.51	2004	20	338.52	338.21	338.25
1994	10	337.71	337.55	337.45	2005	21	339.02	338.38	338.27
1995	11	337.70	337.62	337.47	2006	22	339.48	338.68	338.36

2.3 结果与检验

按照耕地面积变动趋势模型(式 6),取 k 值为 1、2、3、4,分别计算得到 2007 - 2010 年甘肃省耕地面积的预测值(表 2)。

考虑预测数据剔除了 2005 - 2010 年土地整治新增耕地面积这一非基本因素,将预测值加上土地整治增加耕地面积,得到 2007 - 2010 年甘肃省耕地预测面积(表 2)。

将预测出的耕地面积与甘肃省 2007 - 2010 年的耕地面积进行比较(表 2)。可见预测耕地面积与实际面积较为接近,预测面积比实际面积略低,少了 0.50 - 0.64 万 hm² 之间,误差均低于耕地实际面积的 0.18%,误差较小,说明预测结果可靠,预测方法可行。

表 2 预测目标年(2007 - 2010 年)耕地实际面积与预测面积比较分析表

Table 2 The comparative analysis between the prediction area and the actual cultivated land area during the forecast target years (2007 - 2010)

年份	实际面积 (10 ⁴ hm ²)	预测面积 (10 ⁴ hm ²)	误差 (10 ⁴ hm ²)	增加比例 (%)
2007	344.14	343.57	-0.56	-0.16
2008	344.90	344.40	-0.50	-0.14
2009	346.84	346.34	-0.50	-0.14
2010	348.52	347.88	-0.64	-0.18

3 讨论

3.1 移动趋势平均法预测耕地面积可能存在的问题

应用趋势移动平均法进行耕地面积预测能平滑掉动态数列的突然波动对预测结果的影响。但趋势移动平均法在运用时也可能存在着如下问题:

(1) 平均值预测趋势具有局限性。需妥善处理耕地面积的影响因素,如对于影响较大的阶段性非基本因素,要对其进行剔除,保留基本因素的影响,预测结果才会更准确;反之,耕地面积变化趋势受到非基本因素(比如对政策性引导出现的退耕还林、土地开发整理、二调数据的调整)的影响较大而没有剔除,趋势移动平均法进行预测就可能致误差偏大。

(2) 需要大量的历史数据。拥有历史数据的多与少,将直接关系到获得的预测模型的精确性和实用性。如果没有大量可靠的历史数据,趋势移动平均法将无法应用。

(3) 预测精度直接受分段点数和移动步长的影响。预测的误差与分段点数的大小有关,而 n 的大小取决于原始数据点的多少和反映原始数据的灵敏度的高低,加之存在着诸多基本因素和非基本因素的随机波动影响,对于由于存在偶然因素或阶段因素引起的不规则性动态变化,预测时需要通过调节移动步长 n 使实际值与预测值的误差率达到最小,则此时移动步长 n 为最优,最优移动步长可以提高移动平均法的预测精度。

3.2 解决问题的方式

(1) 根据实际,选择合理的移动平均方法。根据动态数列的实际变化情况以及产生变化的原因,对于基本因素对动态数列的影响较大,而非基本因素的影响可以忽略不计的情况,宜采用简单移动平均法对其进行预测;对于基本因素的影响较大,而非基本因素的影响不容忽略的情况,宜对非基本因素的各种情形赋予相应的权重值,采用加权移动平均法或者将非基本因素的影响进行剔除,对其进行预测,才能获得可信度更高的预测值。

(2) 选择合理的移动平均长度。由于加大移动平均长度 n 将会使预测值降低精确度。为使移动平均长度 n 选择合理,总的要求就是能够达到将该保留的基本因素以及非基本因素的影响予以保留,将不该保留的非基本因素的影响予以平滑的目的。

(3) 改进趋势移动平均法的反应形式。为了在测算中准确将退耕还林减少耕地面积、土地整治增加耕地面积、二调成果的浮动等因素加入预测结果中,可将式 1 增加一个变量(即当年土地整治增加耕地面积、退耕还林减少耕地面积、二调成果的浮动变化面积),使公式变为 $Y_{t+k} = a_t + b_t \times k + g_t$ (式中 g_t 表示非常规耕地面积变化值,减少取负号; Y_{t+k} 表示预测结果),初步预测结果不包括非常规的耕地面积变化情况,再将非常规增加耕地面积加入预测结果中,作为最终的预测值。

4 结论

综合以上分析预测,趋势移动平均法用于耕地面积变化趋势预测可能存在一定的问题,但采用合理的移动平均方法,通过确定合理的移动平均长度,改进趋势移动平均法的反应形式,可以准确地进行耕地面积的变化趋势预测,是耕地面积变化趋势预测较为理想的方法。

参考文献

- [1] 杨立勋. 关于合理运用移动平均法的三点建议[J]. 江苏统计, 1997(7): 8-9.
- [2] 刘化冰. 基于 GIS 技术的滑坡监测分析及预测研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2004: 40-42.
- [3] 江岭. Excel 与基于时间序列的动态市场预测分析[J]. 中国管理信息化, 2008, 11(14): 13-14.
- [4] 蒋元涛, 杜裕. 世界新船订单趋势预测的组合模型应用分析[J]. 中国经贸导刊, 2013(3): 74-75.
- [5] 张磊, 郑丕谔. 组合预测分析方法及其在物资运输管理中的应用[J]. 工业工程, 2007, 10(3): 102-106.
- [6] 车明亮, 聂宜民, 刘登民, 等. 区域耕地数量变化预测方法的对比研究[J]. 中国土地科学, 2010, 24(5): 13-18.
- [7] 赵永, 刘旭华, 孙腾达. 基于空间自回归模型的中国耕地面积变化预测[J]. 干旱区资源与环境, 2013, 27(8): 1-5.
- [8] Duan Lizhong, Liu Sifeng, LU Qi. Study on the determination of the moving step length in moving method of mean[J]. Journal of Beijing University of Technology, 2004, 30(3): 378-381.

The application of trend moving average method to prediction of cultivated land area in Gansu Province from 1985 to 2010

CHENG Wenshi¹, CAO Chun², HUANG Xin¹

(1. College of Resources and Environmental Sciences, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China; 2. College of Geography and Environmental Sciences, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: The purpose of this research was to formulate the land utilization planning and land protection policy scientifically, furthermore to implement the cultivated land protection measures effectively, and all about these are based on the accurate prediction of cultivated land area. This trend moving average method was used to establish the cultivated land area prediction model in order to provide some relevant references for both the land use planning and the cultivated land protection. The cultivated land areas of Gansu province during 2007 to 2010 were predicted, and the result shows that the calculated result by the trend of moving average method was very close to the real cultivated land area, according to the comparison between the prediction results and the actual area of cultivated land from 2007 to 2010. It was concluded that the prediction model based on the trend moving average method was reasonable, and feasible to forecast the cultivated land area.

Key words: land use; the trend of moving average method; Gansu province; cultivated land area