

# 灵宝县粮食产量的灰色预测

齐艳红

## 摘 要

灵宝县具有“七山二原一份川”的立体地貌,在黄土高原地区具有一定的代表性。本文应用灰色预测的方法,利用本县各种粮食总产与单产的多年统计资料,对今后十年内各种粮食作物的总产与单产进行了预测。结果表明,要完成本县在粮食作物发展规划中所提出的任务,就目前这种生产水平是不易实现的。因此,为了达此目标,需要对作物布局做最优调整。

## 一、概 况

灵宝县位于河南省西部,属于黄土丘陵区,总面积 $3007.3\text{km}^2$ ,农耕地 $127.01$ 万亩,全县有 $15$ 个乡、 $1$ 个镇和 $6$ 个农、林、园艺场,总人口 $58.6$ 万,其中农业人口 $54$ 万,劳力 $21.3$ 万。产值结构基本属于单一产业型,土地生产率及利用率低,林木采伐过量,水土流失严重,土壤侵蚀模数为 $3253\text{t}/\text{km}^2$ 。多年来,该县农业基本上是以种植业为主体的产业结构,产量的增加主要是依靠扩大播种面积,增加复播指数和扩大投资来实现的。由于不重视种植业内部的适当比例,因而整体功能差,生产成本低,经济效益很低。为了达到种植业总体效益最大,探讨粮食作物产量的变化趋势,具有重要意义。本文根据该县的历年统计资料对粮食总产、各种粮食作物产量及单产做了灰色预测,并进行了关联度分析。

## 二、粮食产量的灰色预测及分析

### 1. 灰色预测:

给出粮食产量的时间序列:

$$\{X^{(0)}_{(k)}\}, (k = 1, 2, \dots, N)$$

相应的一次累加生产序列为:

$$\{X^{(1)}_{(k)}\}, (k = 1, 2, \dots, N) \quad (1)$$

$$\text{其中 } X^{(1)}_{(k)} = \sum_{i=1}^k X^{(0)}_{(i)}$$

以序列(1)建立单序列的一阶线性微分方程模型(GM(1,1)模型):

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

以最小二乘法求得该模型的参数 $a$ ,  $u$ 为



表1：各种粮食作物总产与单产的时间序列（单位：总产——万 kg，单产——kg）

作物	1980		1981		1982		1983		1984		1985	
	总产	单产	总产	单产	总产	单产	总产	单产	总产	单产	总产	单产
全年	15385.2	149.9	16558.0	166.2	16974.5	173.9	19151.8	195.0	20104.7	206.0	15725.5	163.5
小麦	5598.2	103.0	7693.5	147.1	8398.2	159.3	10035.1	187.5	10617.6	198.0	8254.5	154.0
水稻	21.9	234.0	13.5	152.9	12.3	162.5	12.8	180.8	16.4	192.5	13.5	24.0
薯类	491.2	196.7	414.0	186.8	371.2	205.4	530.3	243.3	629.3	254.0	644.5	219.0
玉米	7947.4	250.0	7225.4	223.3	7170.3	234.4	7312.5	245.7	7532.6	264.0	5729.5	218.0
高粱	5.7	68.0	3.2	53.2	14.9	190.7	8.5	150.0	4.7	86.0	2.5	141.0
谷子	586.3	102.1	388.7	87.6	190.7	62.7	272.4	104.5	234.7	100.0	114.0	69.0
其它	360.5	109.6	373.4	125.8	302.5	81.4	374.4	98.0	364.9	96.5	267.5	74.5
大豆	365.2	82.0	442.9	86.4	511.9	92.5	594.6	99.0	675.6	10.5	661.0	9405

表2 各方程的参数表

项 目		a	b	c
全年总产方程 $\hat{x}^{(1)}(t, 1)$	总产	2229005.9	0.0077884	-2213620.7
	单产	1258194.7	0.013886	-1243209.7
小麦方程 $\hat{x}^{(1)}(t, 1)$	总产	240787.3	0.034269	-235189.1
	单产	547531.8	0.028734	-537281.8
水稻方程 $\hat{x}^{(1)}(t, 1)$	总产	419.5	0.030211	-397.6
	单产	120901.8	0.11377	-97501.8
薯类方程 $\hat{x}^{(1)}(t, 1)$	总产	2575.7	0.13836	-2084.4
	单产	408940.5	0.047872	-389270.5
玉米方程 $\hat{x}^{(1)}(t, 1)$	总产	-213307.5	-0.035812	221254.9
	单产	3026812.5	0.0075825	-30018.1
高粱方程 $\hat{x}^{(1)}(t, 1)$	总产	-76.01	-0.11835	81.7
	单产	114852.1	0.097755	-108052.0
谷子方程 $\hat{x}^{(1)}(t, 1)$	总产	-1831.5	-0.21223	2417.8
	单产	30803700.0	0.0002749	-30791108.9
其它杂粮方程 $\hat{x}^{(1)}(t, 1)$	总产	-8773.4	-0.042579	9133.9
	单产	-126460.5	-0.094377	137415.5
大豆方程 $\hat{x}^{(1)}(t, 1)$	总产	4421.2	0.10048	-40.56
	单产	260747.8	0.033982	-252552.7

$$\xi_{i(k)} = \frac{\min_k |x_{(i)}^{(0)} - x_{(k)}^{(k)}| + 0.5 \max_k |x_{(i)}^{(0)} - x_{(k)}^{(k)}|}{|x_{(i)}^{(0)} - x_{(k)}^{(k)}| + 0.5 \max_k |x_{(i)}^{(0)} - x_{(k)}^{(k)}|}$$

其中  $X_{(i)(k)}$  为第  $i$  个因素原始数据列经过均值化处理后的时间序列值。由此可求得  $\{X_{(i)}\}$  与  $\{X_{(0)}\}$  的关联度  $\gamma_i$  为:

$$\gamma_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \xi_{i(k)}$$

$\gamma_i$  愈大, 表明  $\{X_{(i)}\}$  对  $\{X_{(0)}\}$  的影响愈大。

由上述方法可求得小麦、水稻、薯类、玉米、高粱、谷子、其它秋杂粮及大豆类等 8 类作物与全年粮食总产的关联度分别为:

$$\gamma_{01} = 0.893276 \quad \gamma_{02} = 0.814690 \quad \gamma_{03} = 0.822324$$

$$\gamma_{04} = 0.880464 \quad \gamma_{05} = 0.637815 \quad \gamma_{06} = 0.610863$$

$$\gamma_{07} = 0.874237 \quad \gamma_{08} = 0.852239$$

其中下标 01—08 依次表示小麦、水稻、薯类、玉米、高粱、谷子、其它秋杂粮及大豆与全年粮食总产的关联度。

关联度有正、负之分, 其极性判别标准为

$$\frac{S_i}{S_i} > 0 \text{ 为正关联, } \frac{S_i}{S_i} < 0 \text{ 为负关联。}$$

其中

$$\delta_i = \sum_{t=1}^N x_i^{(t)} t - \sum_{t=1}^N x_i(t) \sum_{t=1}^N t / N \quad (i = 0, 1, 2, \dots, 8)$$

$$\delta_i = \sum_{t=1}^N t^2 - \left( \sum_{t=1}^N t \right)^2 / N$$

由上式可求得

$$\delta_0 = 0.41925 \quad \delta_1 = 1.40464 \quad \delta_2 = 1.08198$$

$$\delta_3 = 1.53028 \quad \delta_4 = -0.700825 \quad \delta_5 = -1.35880$$

$$\delta_6 = -4.60455 \quad \delta_7 = -0.614615 \quad \delta_8 = 2.08502$$

$$\delta_i = 17.5$$

#### 4. 结果分析:

经过预测, 由粮食总产的发展趋势来看, 若保持现有的生产状况, 则全年总产、小麦、薯类、大豆及水稻总产与全年总产成正相关关系。各种粮食作物总产与全年总产的相关程度依次为小麦  $\wedge$  玉米  $\wedge$  其它秋杂粮  $>$  大豆  $>$  薯类  $>$  水稻  $>$  高粱  $>$  谷子, 因而粮食生产是以小麦为主的生产结构(表 2), 该结果与灵宝县粮食生产的实际情况相符合。

表3 各种粮食作物总产及单产预测表 (单位: 总产—万kg, 单产—kg)

年 份	全 年		小 麦		水 稻		薯 类		玉 米		高粱		谷 子		其 它		大 豆	
	总产	单产	总产	单产	总产	单产	总产	单产	总产	单产	总产	单产	总产	单产	总产	单产	总产	单产
1986	18260.0	191.2	0310	189.7	15.4	288.3	885	268.0	6055	244.5	4.2	212.1	98.0	84.9	283.3	64.7	855	110.5
1987	18450.0	193.9	10670	195.2	15.9	323.1	1015	281.2	5840	246.4	3.7	233.8	79.3	84.9	271.5	58.8	945	114.4
1988	18450.0	196.6	11040	200.9	16.4	361.9	1165	294.9	5635	248.3	3.5	257.8	64.1	84.9	260.2	53.6	1045	118.3
1989	18695.0	199.4	11425	205.7	16.9	405.6	1340	309.5	5435	250.2	2.9	282.8	51.9	84.9	249.3	48.7	1155	122.4
1990	18840	202.2	11825	212.8	17.4	454.2	1540	324.7	5245	252.1	2.6	313.5	41.9	85.0	238.9	44.3	1275	126.6
1991	18985	205.0	12240	216.5	17.9	509.3	1750	340.7	5060	253.0	2.3	345.7	33.9	85.0	228.9	40.3	1410	131.0
1992	19140	207.9	12665	225.4	18.5	570.6	2035	357.4	4885	255.9	2.1	381.2	27.5	85.0	219.9	36.7	1560	135.5
1993	19285	210.8	13110	231.9	19.6	614.4	2340	374.9	4710	257.9	1.8	420.3	22.3	85.0	210.3	33.4	1725	140.2
1994	19440	213.7	13565	238.7	19.7	716.4	2685	393.4	4545	259.9	1.6	463.5	17.9	85.1	201.5	30.4	1910	145.1
1995	19740	216.7	14035	245.6	20.3	802.7	3085	412.7	4385	1261.9	1.4	511.1	14.5	85.1	193.1	27.6	2110	150.1

如, 1984年总产 2 亿 kg, 而小麦 1.06 万 kg, 1986 年干旱, 总产 1.4 亿 kg, 小麦总产 1.02 亿 kg。在今后一段时期内, 若不对农业生产结构进行大的调整, 玉米、薯类、大豆在粮食生产体系中仍将占有较大比例, 那大多秋粮作物(包括玉米、高粱、谷子及其它秋杂粮)的总产将呈下降趋势。其主要原因为: 虽然该县的年平均降雨量可达 619.5mm, 但分布不均匀, 多数秋粮作物的需水时期与降水集中时期脱节, 这类作物的播种面积逐年下降, 因而总产也逐年减少。从单产方面来看, 除其它秋杂粮以外, 粮食作物的单产是逐年递增的, 说明人们将逐渐地改变只依赖扩大播种面积, 提高产量的局面。

由预测分析可知, 若保持现有的生产状况, 除小麦、薯类、大豆及水稻外, 其它作物的总产皆呈下降趋势, 显然不符合国民经济发展及人民生活的需要, 因而有必要对各种粮食作物的布局做最优调整。

根据灵宝县粮食作物的发展规划, 至本世纪末, 粮食作物的全年总产应以每年 786.4 万 kg 的速率递增, 单产每年应递增 5.25kg。这样, 1995 年的总产及单产应分别为 5.43 亿 kg 及 457.2kg, 而预测的结果分别为 3.94 亿 kg 及 433.3kg。由此可见, 为了达到规划中所提出的产量目标, 应对作物布局做最优调整。

### 三、讨 论

粮食的总产是由播种面积和单产两个因素决定的。灵宝县由于自然资源及生产条件的影 响, 使一些粮食作物的面积有很大程度的下降。例如, 由于本县适宜发展果树, 所以现在大面积的川地都是粮果间作, 这些粮果间作田, 在果树幼小时, 对粮食的产量影响不大, 但当大部分果树挂果时, 这些地就不能再种庄稼。预计到 1990 年, 粮食作物的播种面积会减少 3 万亩。面对这种情况, 粮食的总产要提高, 就必须提高粮食作物的单产水平, 要提高单产问题应首先解决以下三个问题:

(1) 水利设施的健全, 本县降水量虽不算少, 但分布不均匀, 因此必须修建水利设施, 能在农作物生长的需水期浇一次水, 以保丰收。例如, 玉米生产如能在夏旱严重时浇一次水, 那产量就会有大的提高。

(2) 增加投入, 以工补农, 引进良种, 加大肥料的投入。

(3) 重视加强技术推广, 把一些先进的技术推广开, 实行集约经营, 扩大机械耕作面积。

大部分秋粮总产下降, 主要也是播种面积的减少, 一些秋粮作物如玉米、高粱的经济效益并不低, 因此在不影响小麦生产的条件下, 可以走立体农业的路子, 人为地适当扩大这些作物的播种面积, 增加单位耕地面积上的粮食产出。

灵宝县具有“七山二原一份川”的立体地貌, 因此该县在黄土高原丘陵区具有一定的代表性, 因而其粮食产量的预测分析具有较广的适用性。由于粮食产量的限制因素复杂, 因此还不能得出各种粮食作物今后若干年的最优布局, 但本文的方法与分析为实现这个目标奠定了初步的基础, 因而具有较重要的应用价值。有关粮食作物的最优布局问题有待于进一步研究。

### 参 考 文 献

- [1] 邓聚龙,《灰色系统,社会,经济》,国防工业出版社,1985。
- [2] 中国科学院西北水土保持研究所茶坊课题组,安塞实验区水土保持经济效益的预测及最佳因素,《水土保持通报》,1987, 7(8), 26。
- [3] 崔文秀,用灰色模型对北庄河小流域经济效益的预测,《水土保持通报》,1987, 7(8), 35。
- [4] 王学荫、罗建军,《灰色系统,预测、决策、建模程序集》,科学普及出版社,1986。

## Grey Forecast of Grain Plant Output in Lingbao County

Qi Yanhong

### Abstract

The stereoscopic landforms of Lingbao County is "7 mountain, 2 plateau, 1 plain". So that, it is a type in loess plateau hilly region. The way of grey forecast in this paper is used with many years statistical material of grain plant output and per unit area yield of the county, makes the forecast to grain plant output and per area yield of the county in the future 10 years. The result shows that it is impossible to reach the target that has been put forward in the grain plant development planning on the modern productivity level. In order to catch the target we must make the optimal adjustment to the crop arrangement.

## 作物生态研究室学术活动简讯 (3)

1988年9月22—25日,由中国农业科学院主持召开了有关旱农研究工作的小型座谈会,会上讨论了今后如何进一步加强旱农研究的一些设想和建议。西北水保所作物生态研究室陈培元应邀参加了会议。

(陈培元 供稿)