

# 影响内蒙古粮食产量主要因素的分析<sup>\*</sup>

赵黎明, 段利忠

(天津大学 管理学院, 天津 300072)

[摘 要] 经对内蒙古粮食生产的实证考察, 在影响该地区粮食产量的诸多因素中, 选出了几个主要影响粮食产量的因素, 并运用关联度分析, 测定了这些影响因素的重要程度。

[关键词] 粮食产量; 影响因素分析; 内蒙古

[中图分类号] F302 [文献标识码] A

[文章编号] 1000-2782(2001)04-077-04

## 1 种植业的特点

内蒙古自治区位于祖国的北疆, 总面积为118 3万 km<sup>2</sup>, 1999 年底, 耕地面积为 752 4 万 hm<sup>2</sup>; 总人口 2 361. 92 万, 乡村人口(包括农村人口和牧区人口)1 378 34 万, 其中农村人口 1 187. 19 万; 乡村劳动力(包括农村劳动力和牧区劳动力)686 93 万, 其中农村劳动力 603 75 万<sup>[1]</sup>。

### 1.1 土地资源丰富, 但农业较为落后

1999 年底全区耕地面积为 752 40 万 hm<sup>2</sup>。水田 11. 6 万 hm<sup>2</sup>, 占耕地面积的 1. 54%; 旱地 740 80 万 hm<sup>2</sup>(其中有水浇地 191. 9 万 hm<sup>2</sup>), 占耕地面积的 98. 46%。有效灌溉面积为 244 32 万 hm<sup>2</sup>, 占耕地面积的 32. 47%。机械耕作面积为 392 64 万 hm<sup>2</sup>, 占耕地面积的 52. 19%。机械播种面积为 299 52 万 hm<sup>2</sup>, 占播种面积的 39. 81%。人均占有耕地面积为 0 318 6 hm<sup>2</sup>, 高于全国人均耕地面积。农用机械总动力 1 241. 48 万 kW, 平均每公顷耕地使用的农业机械动力为 1. 65 kW。1998 年底有效灌溉面积为 225 48 万 hm<sup>2</sup>, 机械耕地面积为 392 64 万 hm<sup>2</sup>, 机械播种面积为 299 88 万 hm<sup>2</sup>。1997 年底有效灌溉面积为 197. 18 万 hm<sup>2</sup>, 机械耕作面积为 373 15 万 hm<sup>2</sup>, 机械播种面积为 275 54 万 hm<sup>2</sup><sup>[1]</sup>。农作物均为一年一季, 主要粮食作物有小麦、玉米、谷子、高粱、大豆、糜黍、莜麦、荞麦、马铃薯等。

与同在华北地区的天津市比较, 1999 年底天津市耕地面积为 42 46 万 hm<sup>2</sup>, 其中水田 6 4 万 hm<sup>2</sup>,

占耕地面积的 15. 07%, 旱地 36 06 万 hm<sup>2</sup>, 占耕地面积的 84. 93%。农田有效灌溉面积为 34 39 万 hm<sup>2</sup>, 占耕地面积的 80. 99%。机械耕作面积为 39 62 万 hm<sup>2</sup>, 占耕地面积的 93. 31%。机械播种面积为 24 93 万 hm<sup>2</sup>, 占播种面积的 58. 71%。人均占有耕地面积为 0 047 hm<sup>2</sup>。农用机械总动力 481. 54 万 kW, 平均每公顷耕地使用的农业机械动力为 11. 34 kW<sup>[2]</sup>。

1999 年内蒙古的各项指标与天津市的各项指标相比较, 内蒙古除人均占有耕地面积较高外, 其余各项指标与天津市有很大差距。内蒙古农业生产基础和生产能力均较落后, 经济不发达, 生产效率低。

### 1.2 农田牧场交错, 具有农牧结合的优势

内蒙古自治区的农区和半农半牧区多是各民族杂居, 农田牧场交错。在这些地区, 农牧民大都有饲养牲畜的习惯和经验, 农牧结合、以牧促农、以农养牧的优势明显<sup>[3, 4]</sup>。

### 1.3 土地贫瘠、多灾、粗放耕作是农业的起步基础

内蒙古自治区的农业受地理、气候和人为破坏生态环境的影响, 几乎年年都处在自然灾害的连番袭击中。农业地区年降水量少于 250 mm 的占 50%, 风沙灾害也常随干旱而来, 八九月间, 又常因雨量集中而引起洪涝灾害。在历史上, 地多、劳动力少、工具落后, 形成广种薄收, 粗放耕作的特点<sup>[3, 4]</sup>。1947 年自治区成立初期, 全区粮食总产量仅为 184 5 万 t, 单位面积产量 577. 5 kg/hm<sup>2</sup>。粮食总产量 1957 年为 302 5 万 t, 1987 年为 607. 0 万 t, 1993 年为 1 108 3 万 t<sup>[1]</sup>。农业是在贫瘠、多灾、粗放耕作

<sup>\*</sup> [收稿日期] 2001-02-15

[作者简介] 赵黎明(1951- ), 男, 北京市人, 教授, 博士生导师, 主要从事管理科学与工程、市场预测与经营决策、区域经济可持续发展研究。

的基础上起步前进的。

## 2 影响粮食产量的因素分析

### 2.1 影响粮食产量的主要因素

影响粮食产量的因素很多,也很复杂,可按不同标准对其分类。把影响粮食生产的因素大致分为可控因素与不可控因素。可控因素是指对粮食生产有影响,且控制主体可以主动把握和控制的因素;不可控因素是指对粮食生产有影响,且控制主体不能或不能完全把握和控制的因素。当然,因素的可控与不可控只是一个相对的概念,应该考虑到控制的时间、地点、环境条件及控制的程度和控制的主体等条件。

表 1 1994~1999 年内蒙古粮食总产量和主要影响因素

Table 1 Gross grain yield and main influential factors in Inner Mongolia from 1994 to 1999

| 年份<br>Year | 序号<br>(k)<br>Serial<br>number | 粮食总<br>产量( $x_0$ )/<br>万 t<br>Total grain<br>output | 农村劳<br>动力( $x_1$ )/<br>万人<br>Rural labor<br>force | 农用化肥<br>使用量( $x_2$ )/<br>万 t<br>Consumption of<br>chemical fertilizers | 农作物受自然<br>灾害面积( $x_3$ )/<br>万 $\text{hm}^2$<br>Farming areas<br>attacked by<br>natural disaster | 农业机械<br>总动力( $x_4$ )/<br>万 kW<br>Total agricultural<br>machinery power | 农药使<br>用量( $x_5$ )/<br>万 t<br>Consumption of<br>farm pesticides | 农作物播<br>种面积( $x_6$ )/<br>万 $\text{hm}^2$<br>Sown areas |
|------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1994       | 1                             | 1 083.5                                             | 511.3                                             | 44.66                                                                  | 317.85                                                                                          | 858.34                                                                 | 0 578.9                                                         | 492.51                                                 |
| 1995       | 2                             | 1 055.4                                             | 520.1                                             | 53.66                                                                  | 349.80                                                                                          | 902.47                                                                 | 0 620.6                                                         | 507.93                                                 |
| 1996       | 3                             | 1 535.3                                             | 532.8                                             | 61.86                                                                  | 254.33                                                                                          | 958.48                                                                 | 0 665.6                                                         | 529.11                                                 |
| 1997       | 4                             | 1 421.0                                             | 533.6                                             | 72.41                                                                  | 345.64                                                                                          | 1 042.46                                                               | 0 774.6                                                         | 583.82                                                 |
| 1998       | 5                             | 1 575.4                                             | 534.0                                             | 72.83                                                                  | 241.30                                                                                          | 1 125.16                                                               | 0 832.5                                                         | 602.7                                                  |
| 1999       | 6                             | 1 428.5                                             | 603.8                                             | 176.01                                                                 | 506.94                                                                                          | 1 241.48                                                               | 0 936.3                                                         | 607.8                                                  |

2.2.1 数列初值化处理 初值化处理的目的是使数列无量纲,并得到公共交点。设  $x_0$  为参考数列,  $x_i$  为比较数列( $i=1, 2, \dots, 6$ )。在表 1 中用每一列第一个数字去除同列每个数字,从而得到初值数列  $x_0(k)$  和  $x_i(k)$  ( $i=1, 2, \dots, 6; k=1, 2, \dots, 6$ )。这些数列是各个不同时刻的值相对于第一时刻值的百分比。得到初值数列  $x_0(k)$  和  $x_i(k)$  的初始化公共交点  $x_i(1)$ 。

### 2.2.2 求差序列

$$\Delta_i(k) = |x_0(k) - x_i(k)|, \quad (1)$$

将  $x_0(k)$  和  $x_i(k)$  各数代入(1)式。当  $i=1, 2, \dots, 6$  和  $k=1, 2, \dots, 6$  时可求出差数序列。

2.2.3 求两级最小差和最大差 当  $\Delta_i(k)$  的  $i=1, 2, \dots, 6$  和  $k=1, 2, \dots, 6$  时,可求出两级最小差和最大差:

$$\min_i \min_k \Delta_i(k) = 0,$$

$$\max_i \max_k \Delta_i(k) = 2.6227.$$

2.2.4 计算关联系数 在系统内,以曲线几何形状间差值大小作为关联程度的衡量尺度,为关联性实质。

如对粮食生产和经营者来说,可控因素有肥料、农药、种子、劳动力、水利、耕作、土壤和农作物播种面积等。应对可控因素进行有效地把握和运用。不可控因素有国家有关政策、市场状况、自然灾害等,只能适应和利用。

### 2.2 影响粮食总产量因素的关联度分析

本文分析中,可控因素选用了农村劳动力、农用化肥使用量、农业机械总动力和农作物播种面积;不可控因素选用了农作物自然灾害的受灾面积。这些因素相对于其他因素来说对粮食总产量影响较大。表 1 为 1994~1999 年内蒙古粮食总产量和主要影响因素<sup>[1]</sup>。

$$\zeta_i(k) = \frac{\min_i \min_k \Delta_i(k) + 0.5 \max_i \max_k \Delta_i(k)}{\Delta_i(k) + 0.5 \max_i \max_k \Delta_i(k)}, \quad (2)$$

将前面有关数据代入(2)式,可求出  $x_i(k)$  与  $x_0(k)$  各个时刻的关联系数序列。

$$\zeta_1(k) = (1, 0.9682, 0.7777, 0.8304, 0.7620, 0.9050),$$

$$\zeta_2(k) = (1, 0.8522, 0.9763, 0.8089, 0.8812, 0.3333),$$

$$\zeta_3(k) = (1, 0.9123, 0.6805, 0.8543, 0.6541, 0.8262),$$

$$\zeta_4(k) = (1, 0.9443, 0.8137, 0.9311, 0.9016, 0.9111),$$

$$\zeta_5(k) = (1, 0.9305, 0.8307, 0.9801, 0.9880, 0.8143),$$

$$\zeta_6(k) = (1, 0.9582, 0.7928, 0.9123, 0.8506, 0.9396).$$

2.2.5 关联度 将各个时刻关联系数求平均值。

$$r_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \zeta_i(k), \quad (3)$$

其中,  $r_i$  是曲线  $x_i(k)$  对参考曲线  $x_0(k)$  的关联度。将上面的关联系数序列代入(3)式,可求出关联度  $r_i$ :

$$r_1 = 0.8739; \quad r_2 = 0.8087;$$

$$r_3 = 0.8212; \quad r_4 = 0.9170;$$

$$r_5 = 0.9239; \quad r_6 = 0.9089.$$

得关联度顺序为  $r_5 > r_4 > r_6 > r_1 > r_3 > r_2$ <sup>[5,6]</sup>。

### 2.3 优势分析

2.3.1 确定母数列与子数列 设粮食总产量为母

数列  $y_1$ , 农作物受自然灾害面积包括旱灾、洪涝、风雹、低温冷冻和病虫害面积为子数列  $x_i$  ( $i=1, 2, \dots, 6$ )。1997~1999 年内蒙古粮食总产量和农作物受自

然灾害面积见表 2<sup>[1]</sup>。将表 2 中的数据按 2.2.1 做初值化处理, 得初值数列  $y_1(k)$  和  $x_i(k)$  ( $i=1, 2, \dots, 6; k=1, 2, 3$ )。

表 2 1997~1999 年内蒙古粮食总产量和农作物受自然灾害面积

Table 2 Gross grain yield and crop area suffered from natural disaster in Inner Mongolia from 1997 to 1999

| 年份<br>Year | 序号<br>(k)<br>Serial<br>number | 粮食总<br>产量( $y_1$ )/<br>万 t<br>Total grain<br>output | 农作物受自然<br>灾害面积( $x_1$ )/<br>万 $\text{hm}^2$<br>Farming areas<br>attacked by<br>natural disasters | 旱灾面积<br>( $x_2$ )/<br>万 $\text{hm}^2$<br>Areas of<br>Drought<br>disaster | 洪涝( $x_3$ )/<br>万 $\text{hm}^2$<br>Areas attacked<br>by flood and<br>waterlogging<br>disaster | 风雹灾面积<br>( $x_4$ )/<br>万 $\text{hm}^2$<br>Areas attacked<br>by micro them<br>and freeze<br>disaster | 低温冷冻<br>灾面积<br>( $x_5$ )/<br>万 $\text{hm}^2$<br>Areas attacked<br>by micro them<br>and freeze<br>disaster | 病虫害面积<br>( $x_6$ )/<br>万 $\text{hm}^2$<br>Areas attacked<br>by plant<br>diseases<br>and pests |
|------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1997       | 1                             | 1 421.00                                            | 345.64                                                                                           | 213.21                                                                   | 17.20                                                                                         | 25.59                                                                                               | 55.01                                                                                                     | 34.63                                                                                         |
| 1998       | 2                             | 1 575.40                                            | 241.30                                                                                           | 28.82                                                                    | 130.45                                                                                        | 50.79                                                                                               | 21.64                                                                                                     | 9.60                                                                                          |
| 1999       | 3                             | 1 428.50                                            | 506.94                                                                                           | 412.79                                                                   | 13.93                                                                                         | 28.65                                                                                               | 11.43                                                                                                     | 40.14                                                                                         |

2.3.2 关联度计算 如 2.2.5 的方法作关联度计算, 得关联度为

$$r_{11} = r(y_1, x_1) = 0.9209,$$

$$r_{12} = r(y_1, x_2) = 0.8485,$$

$$r_{13} = r(y_1, x_3) = 0.7587,$$

$$r_{14} = r(y_1, x_4) = 0.9176,$$

$$r_{15} = r(y_1, x_5) = 0.8738,$$

$$r_{16} = r(y_1, x_6) = 0.9168,$$

得关联度顺序为  $r_{11} > r_{14} > r_{16} > r_{15} > r_{12} > r_{13}$ <sup>[5,6]</sup>。

### 3 结 论

对粮食总产量影响因素依次由大到小为农药使用量、农业机械总动力、农作物播种面积、农村劳动力、农用化肥使用量、农作物受自然灾害面积。

#### 3.1 农药使用量对粮食总产量的影响

农药使用量与该地区粮食总产量的关联度  $r_5 = 0.9239$ 。说明农药使用量对粮食总产量影响最大。在农作物受自然灾害面积中, 病虫害受灾面积 1997 年为 34.63 万  $\text{hm}^2$ , 1998 年为 9.60 万  $\text{hm}^2$ , 1999 年为 40.14 万  $\text{hm}^2$ 。农作物成灾面积(指受灾面积的粮食产量比平常年份减产 30%)中, 病虫害受灾面积 1997 年为 23.95 万  $\text{hm}^2$ , 1998 年为 7.53 万  $\text{hm}^2$ , 1999 年为 29.8 万  $\text{hm}^2$ 。受灾后农作物减产面积中病虫害受灾面积 1997 年为 6.42 万  $\text{hm}^2$ , 1998 年为 0.92 万  $\text{hm}^2$ , 1999 年为 7.60 万  $\text{hm}^2$ 。粮食总产量 1994~1999 年中有增有减, 平均增长率为 36.97%。农药使用量逐年递增, 平均增长率为 50.78%<sup>[1]</sup>。粮食平均增长率比农药使用量增长率低。考虑到粮食生产受许多因素影响, 可以认为两者的增长率是相似的。农药使用量对粮食总产量影响最大。在单位农田中农药使用量有上线, 使用过量会造成浪费, 导

致产量下降, 破坏环境和影响人体健康等。

#### 3.2 农业机械总动力对粮食总产量的影响

农业机械总动力的使用与该地区粮食总产量的关联度为  $r_4 = 0.9170$ 。农业机械总动力的使用对粮食总产量影响也很大。对该地区 12 个盟市统计平均结果为, 机械耕地面积占总耕地面积 1997 年为 50.86%, 1998 年为 53.43%, 1999 年为 55.93%; 机械播种面积占总播种面积 1997 年为 33.76%, 1998 年为 37.52%, 1999 年为 37.52%<sup>[1]</sup>。随着经济的发展, 该地区的机械化程度逐年提高。

#### 3.3 农作物播种面积对粮食总产量的影响

农作物播种面积与该地区粮食总产量的关联度为  $r_6 = 0.9089$ 。农作物播种面积对该地区粮食总产量的影响较大。增加农作物播种面积肯定能增加粮食总产量。但该地区总面积一定, 从 1994~1999 年农作物播种面积增加缓慢。近 5 年平均增长率为 4.65%<sup>[1]</sup>。为了保护环境, 从近几年已开始有计划的退耕还林、还草。

#### 3.4 农村劳动力对粮食总产量的影响

农村劳动力与该地区粮食总产量的关联度为  $r_1 = 0.8739$ 。农村劳动力对该地区粮食总产量有一定影响。我国人口多、耕地少、劳动力资源丰富, 但内蒙古人均耕地较全国多, 习惯于广种薄收, 欠精耕细作。

#### 3.5 农作物受自然灾害面积对粮食总产量的影响

农作物受自然灾害面积与该地区粮食总产量的关联度为  $r_3 = 0.8212$ 。农作物受自然灾害面积对该地区粮食总产量也有一定影响。内蒙古地域狭长, 横跨我国东北、华北和西北三大区, 每年有受灾地区, 也有丰收地区。这是其中的一些原因。

由农作物受自然灾害, 即旱灾、洪涝、风雹、低温冷冻、病虫害造成农作物成灾面积和农作物减产面

积: 1997 年分别为 213.84 和 67.70 万  $\text{hm}^2$ , 1998 年分别为 190.67 和 89.75 万  $\text{hm}^2$ , 1999 年分别为 389.87 和 100.93 万  $\text{hm}^2$  [1]。进一步分析农作物受灾面积中各种自然灾害面积与该地区粮食总产量的关联度, 其大小依次为风雹  $r_{14}=0.9176$ , 病虫害  $r_{16}=0.9168$ , 低温冷冻  $r_{15}=0.8738$ , 旱灾  $r_{12}=0.8485$ , 洪涝  $r_{13}=0.7587$ 。由此可见, 各种自然灾害对粮食总产量的影响程度。由于水利设施的逐年建设, 该地区 12 个盟市统计平均后有效灌溉面积占总耕地面积 1997 年为 34.66%, 1998 年为 37.27%, 1999 年为 28.79% [1]。旱灾和洪涝在受灾范围中较其他灾害对粮食总产量的影响弱, 病虫害对粮食总产量影响较大, 所以要增加农药的用量。

由前后的统计数据可看出, 受灾农作物减产面积和成灾面积远小于农作物受灾面积。提示各种预防自然灾害的设施起到了一定的作用。

### 3.6 农用化肥使用量对粮食总产量的影响

农用化肥使用量与粮食总产量的关联度为  $r_2=0.8087$ 。农用化肥使用量对该地区粮食总产量在所分析的 6 种因素中最弱。在该地区农用化肥使用量

远不及全国平均水平。和农药使用量一样, 农用化肥在单位农田中的使用量具有上限。过量使用会导致产量下降和造成浪费等。

通过分析, 了解了内蒙古地区的粮食总产量和对其影响的主要因素的关系。可指导该地区达到少投入多产出, 把有限的人、财、物投入到对粮食增产效果显著, 且成本较低的方面。提高粮食产量, 提高经济效益、社会效益和生态效益。

内蒙古应致力于研究开发适用增产技术, 加强良种的培育、推广, 尤其要注重培育、推广适合当地条件的耐干旱、耐寒型优良主食品种, 使该地区主食品种产不足销的矛盾得以缓解。倡导生态农业, 应采用以生物技术为主导的农业模式。以抗虫、抗菌、抗旱、抗涝及抗虫剂的生物技术为中心, 以知识为本位, 以科学研究为本位, 以农业工业化为目标, 以食物市场品味为主导等增加物质投入。加强以水利为中心的农田基本建设, 改善农业生产条件, 提高抗御自然灾害的能力。在该地区粮食种植中, 很多地区化肥投入比例不合理和施肥量不足, 应正确使用化肥并增加施肥量。

### [参考文献]

- [1] 内蒙古统计局 内蒙古统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 1995-2000
- [2] 天津市统计局 天津统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2000
- [3] 刘 珍 公元 2000 年内蒙古[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1988
- [4] 张国民 内蒙古开发开放指南[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1992
- [5] 邓聚龙 灰色系统基本方法[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1987
- [6] 杨伦标, 高英仪 模糊数学原理及应用[M]. 第 2 版 广州: 华南理工大学出版社, 2000

## The analysis of main factors affecting grain yield in Inner Mongolia Autonomous Region

ZHAO Liming, DUAN Lijun

(Management College, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

**Abstract:** Through the inspection for actual status of grain production in Inner Mongolia, we selected several factors mainly affecting grain yield and determined the extent to which these factors affect grain yield in this region by correlative coefficient analysis

**Key words:** grain yield; analysis of influential factors; Inner Mongolia