

美国大豆种植面积估算方法研究

宋迎波, 王建林, 陈 晖, 郑昌玲

(国家气象中心, 北京 100081)

摘 要: 美国是世界最大的大豆生产国和出口国, 开展美国大豆种植面积估算方法研究对我国大豆生产和国际贸易具有重要意义。利用美国大豆当年种植面积与上一年种植面积的关系, 建立了美国大豆种植面积估算模型, 并根据当年大豆生产政策和前3年种植面积平均波动量进行订正来估算美国大豆种植面积。模拟估算与估算检验结果表明: 准确率基本都在97%以上, 能够满足业务服务的需要。

关键词: 美国大豆; 种植面积; 估算

中图分类号: S565.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-9841(2008)03-0423-05

Method for Estimating Soybean Planting Areas in America

SONG Ying-bo, WANG Jian-lin, CHEN Hui, ZHENG Chang-ling

(National Meteorological Center, Beijing 100081, China)

Abstract: America is the biggest soybean producer and exporter in the world. Estimating the soybean planting areas of America is important for soybean production and trade in China. The model was established based on the relationship of the soybean planting areas between the present and the previous year and was revised by soybean producing policy of the present year and the average fluctuations of the soybean planting areas for the three previous years. The results of simulation and estimation test indicated that the accuracy of the model was over 97% and could meet the needs of operational service.

Key words: American soybean; Planting areas; Estimation

美国是世界最大的大豆生产国, 以2001~2003年为例, 其平均种植面积和总产量均居世界首位(图1), 同时, 美国也是世界上最大的大豆出口国, 每年大豆产量的35%左右用于出口。近年来, 中国大豆产业受国际市场的冲击, 表现为进口量大幅上升, 2002年中国从美国进口的大豆总量占中国当年进口大豆总量的41%, 2003年占到50%^[1]。因此, 及时、准确地掌握美国大豆种植信息, 为政府部门提供美国大豆生产动态, 对国家有关部门制订大豆进出口计划和国内大豆相关贸易政策, 以及根据美国大豆生产信息来指导和安排我国大豆生产, 确保大豆生产安全具有非常重要的价值。众所周知, 作物总产量的高低一方面取决于作物单位面积产量的高低, 另一方面取决于作物种植面积的多少, 因此, 作物面积是估算是作物产量的基础之一^[2], 开展美国大豆种植面积估算方法研究, 对准确掌握美国大豆产量具有十分重要的意义。我国传统的粮食作物种

植面积估算一般通过两种渠道, 一是按行政单元逐级统计汇总上报, 一是进行抽样统计, 但两种方式的时间周期长, 前者受人为因素干扰严重、准确性差, 后者费用高, 两种方式均难以动态地监测大范围的作物生长情况^[3]。近年来, 利用卫星遥感技术提取作物种植面积的方法被广泛采用, 吴健平^[4]、方红亮^[5]、张峰^[6]等利用NOAA AVHRR和Landsat TM数据分别估算了上海地区、湖北和泰国水稻种植面积, 白锐峰^[7]利用目视解译遥感影像的方法提取冬小麦的播种面积及变化情况, 杨小唤^[8]、谭宗琨^[9]等利用基于MODIS时序NDVI特征值提取作物播种面积, 但卫星资料受到空间分辨率的限制和天气因素的影响, 在大面积作物种植面积提取中会出现较大程度的偏差; 另外, 作物面积遥感估算目前还处于研究阶段, 实现完全意义上的业务化应用还有一定距离。鉴于此, 拟利用统计回归和误差订正的方法, 研究一种能够应用于业务的美国大豆种植面积

收稿日期: 2008-02-22

基金项目: 中国气象局业务发展资助项目。

作者简介: 宋迎波(1969-), 女, 硕士, 高级工程师, 主要从事农业气象业务和科研工作。Tel: 010-58995039; E-mail: songyb@cma.gov.cn。

估算方法。

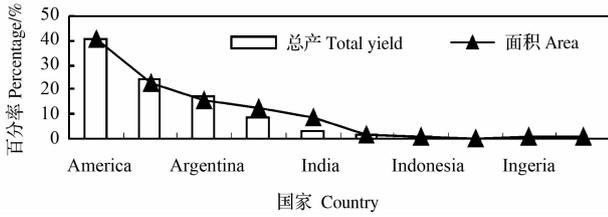


图1 2001~2003年主要大豆种植国家平均大豆总产量和种植面积分别占世界同期平均大豆总产量和种植面积的百分率

Fig. 1 Percentage of the average planting area and total yield of the major soybean production countries from 2001 to 2003

1 资料来源与分析

所用美国大豆种植面积、产量资料(1961~2006年)来自世界粮农组织(FAO)网站和中国国家统计局。

分析表明,美国大豆种植面积在1961~1979年为增长阶段,1979~1993年出现一定的下滑,之后又呈缓慢上升趋势;种植面积的历史最高年出现在2006年,达到30 190 × 10³ ha,为1961年的2.8倍(图2)。1961~2006年美国大豆总产量与种植面积的相关系数达0.9329(图3),说明美国大豆总产量的变化与种植面积的变化关系十分密切。

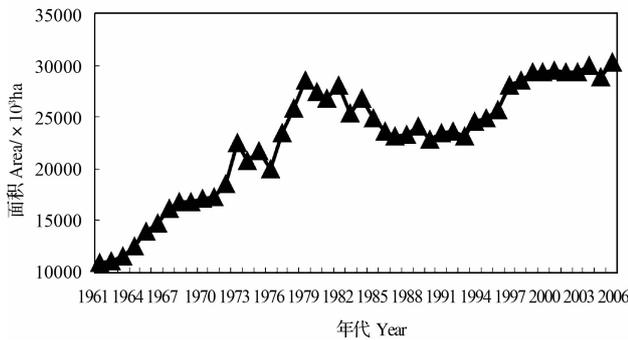


图2 1961~2006年美国大豆种植面积变化

Fig. 2 Variation of the soybean planting areas of America from 1961 to 2006

2 种植面积估算方法

2.1 种植面积估算模型

作物种植面积多少主要是由该作物的期望收入、其它作物的期望收入、非农业收入、上一年该作

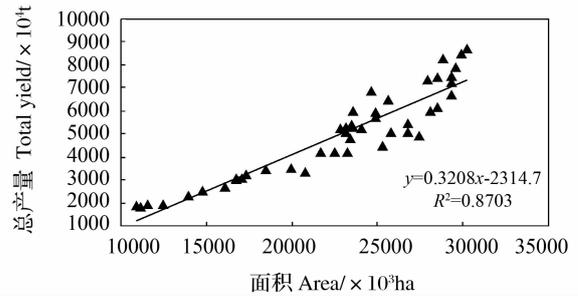


图3 1961~2006年美国大豆总产量与种植面积关系

Fig. 3 Relationship between the soybean planting areas and the total yield of America from 1961 to 2006

物的种植面积等因素决定的^[10]。由于长序列的作物期望收入资料和非农业收入资料不易获取,因此,以上一年的种植面积作为估算依据。图4为1962~2003年美国大豆当年种植面积与上一年种植面积的关系图。

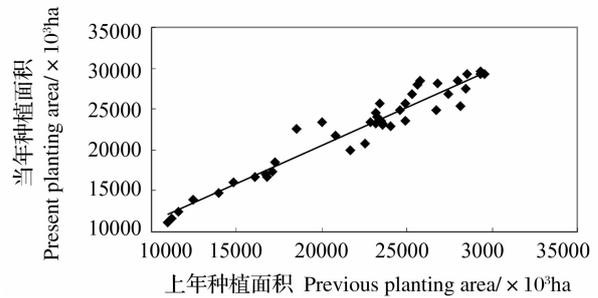


图4 1962~2003年美国大豆当年种植面积与上一年种植面积关系

Fig. 4 Relationship of the soybean planting areas between the present and the previous year of America from 1962 to 2003

从图4可以看出,当年美国大豆种植面积与上一年种植面积有很好的线性关系。同样,1962~1995年,1962~1996年,⋯,1962~2002年,二者也均具有很好的线性关系,因此,可利用一元回归模型来估算美国大豆种植面积,即:

$$S_i = a \times S_{i-1} + b \tag{1}$$

式(1)中 S_i 为估算年美国大豆种植面积, S_{i-1} 为估算年上一年的实际种植面积, a 、 b 为回归系数。美国大豆1995~2004年种植面积估算模型及相关系数见表1。

2.2 模型订正

利用表1中的估算模型,分别对1995~2004年美国大豆种植面积进行了估算,结果见表2。

从表 2 可以看出,1995~2004 年美国大豆种植面积估算 10 年平均准确率虽达 97.9%,但从与上一年的增减估算看,估算增减值与实际增减值趋势正确率仅为 50%,因此,仅用回归模型估算美国大豆种植面积存在一定的误差,需对估算结果进行订正。

考虑到估算年的农业政策对大豆种植面积的影响,采用估算年的前 3 年种植面积平均波动量进行订正,订正量由式(2)求得:

$$S_{i\text{订正}} = [| (S_{i-1} - S_{i-2}) | + | (S_{i-2} - S_{i-3}) | + | (S_{i-3} - S_{i-4}) |] / 3 \quad (2)$$

式(2)中, $S_{i\text{订正}}$ 为第 i 年的美国大豆种植面积订正值, S_{i-1} 为第 i 年的上一年的实际种植面积, S_{i-2} 为第 i 年的上两年的实际种植面积, S_{i-3} 为第 i 年的上三年的实际种植面积, S_{i-4} 为第 i 年的上四年的实际种植面积。

表 1 1995~2004 年美国大豆种植面积估算模型及相关系数

Table 1 Estimate model and the coefficient of the soybean planting areas of America from 1995 to 2004

年代 Year	估算模型 Estimable model	相关系数 Coefficient
1995	$S_{1995\text{估算}} = 0.9072S_{1994\text{实际}} + 2334.8$	0.9573
1996	$S_{1996\text{估算}} = 0.9082S_{1995\text{实际}} + 2331.1$	0.9580
1997	$S_{1997\text{估算}} = 0.9111S_{1996\text{实际}} + 2288.4$	0.9586
1998	$S_{1998\text{估算}} = 0.9225S_{1997\text{实际}} + 2113.5$	0.9575
1999	$S_{1999\text{估算}} = 0.9265S_{1998\text{实际}} + 2042.3$	0.9596
2000	$S_{2000\text{估算}} = 0.9325S_{1999\text{实际}} + 1937.2$	0.9616
2001	$S_{2001\text{估算}} = 0.9327S_{2000\text{实际}} + 1933.8$	0.9636
2002	$S_{2002\text{估算}} = 0.9344S_{2001\text{实际}} + 1902.0$	0.9654
2003	$S_{2003\text{估算}} = 0.9333S_{2002\text{实际}} + 1922.9$	0.9669
2004	$S_{2004\text{估算}} = 0.9336S_{2003\text{实际}} + 1917.9$	0.9682

表 2 1995~2004 年美国大豆种植面积估算结果与准确率分析

Table 2 Analysis of estimate value and the accuracy of the soybean planting areas of America from 1995 to 2004

年代 Year	实际值 Actual value / $\times 10^3$ ha	估算值 Estimable value / $\times 10^3$ ha	准确率 Accuracy/%	实际增减 Actual IOD/%	估算增减 Estimable IOD/%	增减趋势正确与否 IOD tendency right or not
1995	24 906.0	24 668.9	99.0	1.2	0.2	是 Yes
1996	25 636.0	24 950.2	97.3	2.9	0.2	是 Yes
1997	27 967.0	25 646.4	91.7	9.1	0.0	是 Yes
1998	28 506.8	27 911.9	97.9	1.9	-0.2	否 No
1999	29 318.0	28 455.2	97.1	2.8	-0.2	否 No
2000	29 302.8	29 275.8	99.9	-0.1	-0.1	是 Yes
2001	29 532.3	29 263.8	99.1	0.8	-0.1	否 No
2002	29 314.5	29 497.9	99.4	-0.7	-0.1	是 Yes
2003	29 330.3	29 281.7	99.8	0.1	-0.1	否 No
2004	29 930.1	29 299.5	97.9	2.0	-0.1	否 No
平均准确率 Average accuracy /%				增减趋势估算平均正确率 Average correctness of the estimations of IOD tendency/%		50

增减趋势估算中,如符号一致,判定为正确。

It is concluded right if the symbols are the same in the estimations of increase or decrease tendency. IOD: increase or decrease.

订正试验:如果估算年的实际种植面积比上一年减少,则认为当年的农业政策不利于大豆的生产,期望收入下降,估算结果减去订正值;如果估算年的实际种植面积比上一年增加,则认为当年的农业政策有利于大豆的生产,期望收入增加,估算结果加上订正值(表 3)。

从表 3 可以看出,订正后 1995~2004 年美国大豆种植面积估算 10 年平均准确率达到 98.3%,比

订正前提高了 0.4%;从与上一年的增减估算看,估算增减值与实际增减值趋势完全一致,订正后的估算结果比订正前有明显改进。

因此,在利用式(1)对美国大豆种植面积进行估算后,根据当年美国大豆生产的政策,利用式(2)进行订正,当政策有利时,加上式(2)的订正值,当政策不利时,减去式(2)的订正值。

表3 美国大豆种植面积订正估算结果与准确率分析

Table 3 Analysis of estimable result and the accuracy after reduction of the soybean planting areas of America from 1995 to 2004

年代 Year	实际值 Actual value/ ×10 ³ ha	估算值 Estimable value/ ×10 ³ ha	订正值 Revised value/ ×10 ³ ha	订正后估算值 Estimable value after revisal/ ×10 ³ ha	准确率 Accuracy/%	实际增减 Actual IOD/%	订正后估算增减 Estimable IOD after revisal/%	增减趋势 正确与否 IOD tendency right or not
1995	24 906.0	24 668.9	627.3	25 296.2	98.4	1.2	2.8	是 Yes
1996	25 636.0	24 950.2	696.7	25 646.9	100.0	2.9	3.0	是 Yes
1997	27 967.0	25 646.4	815.0	26 461.4	94.6	9.1	3.2	是 Yes
1998	28 506.8	27 911.9	11 19.7	29 031.6	98.2	1.9	3.8	是 Yes
1999	29 318.0	28 455.2	1 200.3	29 655.5	98.8	2.8	4.0	是 Yes
2000	29 302.8	29 275.8	1 227.3	28 048.5	95.7	-0.1	-4.3	是 Yes
2001	29 532.3	29 263.8	455.4	29 719.2	99.4	0.8	1.4	是 Yes
2002	29 314.5	29 497.9	352.0	29 145.9	99.4	-0.7	-1.3	是 Yes
2003	29 330.3	29 281.7	154.1	29 435.8	99.6	0.1	0.4	是 Yes
2004	29 930.1	29 299.5	154.3	29 453.8	98.4	2.0	0.4	是 Yes
平均准确率 Average accuracy /%					98.3	增减趋势估算平均正确率 Average correctness of the estimations of IOD tendency/%		100

2.3 估算检验

利用式(1)和2004年、2005年美国大豆实际种植面积资料,分别建立2005年、2006年美国大豆种植面积估算模型,即:

$$S_{2005\text{估算}} = 0.9369S_{2004\text{实际}} + 1856.7 \quad (3)$$

$$S_{2006\text{估算}} = 0.9312S_{2005\text{实际}} + 1963.2 \quad (4)$$

相关资料分析表明,2004年大豆价格下跌,且大豆锈病传播到美国后使控制锈病成本提高,导致大豆

种植收益降低,使得2005年美国大豆的期望收入下降,因此,2005年的模型估算结果应减去2002~2004年种植面积平均波动量;2006年美国大豆政策调整,大豆的期望收入增加,使得部分种植户将一部分玉米播种面积转为播种大豆,因此,2006年的模型估算结果应加上2003~2005年种植面积平均波动量。2005年与2006年美国大豆种植面积估算结果见表4。

表4 2005~2006年美国大豆种植面积估算结果

Table 4 Estimate value of the soybean planting areas of America from 2005 to 2006

年代 Year	实际值 Actual value/ ×10 ³ ha	估算值 Estimable value/ ×10 ³ ha	订正值 Revised value/ ×10 ³ ha	订正后估算值 Estimable value after revisal/ ×10 ³ ha	准确率 Accuracy/%	实际增减 Actual IOD/%	估算增减 Estimable IOD/%	增减趋势 正确与否 IOD tendency right or not
2005	28 842.3	29 889.4	277.8	29 621.7	97.3	-3.6	-1.0	是 Yes
2006	30 190.5	28 820.2	567.8	29 388.0	97.3	4.7	1.9	是 Yes

从表4可以看出,2005年、2006年美国大豆种植面积估算准确率均在97%以上,且估算增减值与实际增减值趋势均为正确。因此,用此方法进行美国大豆种植面积估算准确率较高,可以满足业务需要。

3 结论与讨论

研究表明,美国大豆当年种植面积和上一年种植面积有着很好的线性关系,但仅用线性回归模型估算美国大豆种植面积存在一定的误差,因此,考虑到估算年的农业政策对大豆种植面积的影响,采用

估算年的前3年种植面积平均波动量对美国大豆种植面积进行订正,当政策有利时,加上订正值,当政策不利时,减去订正值,订正后估算准确率提高,且估算增减值与实际增减值趋势完全一致。此方法简单、实用,能够满足业务服务的需要,应用前景广阔。但此估算是基于统计回归,在信息的客观性、准确性等方面仍存在一定的不足。因此,还有待于进一步改进和完善,在具体业务服务中,还应综合遥感等其它估算方法的估算结果,另外,由于农产品市场价格有一定的滞后效应,在估算美国大豆种植面积时还应考虑上一年的市场价格等因素的影响。

参考文献

- [1] 陈智文. 美国大豆生产及贸易现状[J]. 世界农业, 2005(1): 15-17. (Chen Z W. The production and trade status of soybean in America[J]. World Agriculture, 2005(1): 15-17.)
- [2] 黄进良, 徐新刚, 吴炳方. 农情遥感信息与其他农情信息的对比分析[J]. 遥感学报, 2004, 8(6): 655-663. (Huang J L, Xu X G, Wu B F. Preliminary comparison of various agricultural information from different sources [J]. Journal of Remote Sensing, 2004, 8(6): 655-663.)
- [3] 吴炳方. 全国农情监测与估产的运行化遥感方法[J]. 地理学报, 2000, 55(1): 25-35. (Wu B F. Operational remote sensing methods for agricultural statistics [J]. Acta Geographica Sinica, 2000, 55(1): 25-35.)
- [4] 吴健平, 杨星卫. 用 NOAA/AVHRR 数据估算上海地区水稻种植面积[J]. 应用气象学报, 1996, 7(2): 190-194. (Wu J P, Yang X W. Estimating paddy area in Shanghai region using NOAA/AVHRR data [J]. Journal of Applied Meteorological Science, 1996, 7(2): 190-194.)
- [5] 方红亮, 吴炳方, 刘海燕, 等. 运用 NOAA/AVHRR 和 Landsat TM 数据估算多年水稻种植面积[J]. 遥感技术与应用, 1997, 12(3): 23-26. (Fang H L, Wu B F, Liu H Y, et al. Using NOAA AVHRR and Landsat TM to estimate rice area year-by-year [J]. Remote Sensing Technology And Application, 1997, 12(3): 23-26.)
- [6] 张峰, 吴炳方, 黄慧萍, 等. 泰国水稻种植区耕地信息提取研究[J]. 自然资源学报, 2003, 18(6): 765-772. (Zhang F, Wu B F, Huang H P, et al. Study of ploughed field information extraction in rice area of Thailand [J]. Journal of Natural Resources, 2003, 18(6): 765-772.)
- [7] 白锐峰. 3S 系统支持下的山西省冬小麦估产方法研究[J]. 中国农业资源与区划. 2002, 23(4): 54-56. (Bai R Z. Study on yield estimation method of winter wheat produced in Shanxi province under support of "3S" system [J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2002, 23(4): 54-56.)
- [8] 杨小唤, 张香平, 江东. 基于 MODIS 时序 NDVI 特征值提取多作物播种面积的方法[J]. 资源科学. 2004, 26(6): 17-22. (Yang X H, Zhang X P, Jiang D. Extraction of multi-crop planting areas from MODIS data [J]. Resources Science, 2004, 26(6): 17-22.)
- [9] 谭宗琨, 吴良林, 丁美花, 等. EOS/MODIS 数据在广西甘蔗种植信息提取及面积估算的应用[J]. 气象, 2007, 33(11): 76-81. (Tan Z K, Wu L L, Ding M H, et al. Study on the extraction of sugar-cane planting area from EOS/MODIS data [J]. Meteorological Monthly, 2007, 33(11): 76-81.)
- [10] 王建林, 宋迎波, 杨霏云, 等. 世界主要产粮区粮食产量业务预报方法研究[M]. 北京: 气象出版社, 2007: 67-83. (Wang J L, Song Y B, Yang F Y, et al. Study on grain yield operational forecasting for major areas of the world [M]. Beijing: Meteorological Press, 2007: 67-83.)
- (上接第 422 页)
- [2] 于立河, 李金锋, 郑桂萍. 粮食作物栽培学[M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2001, 285. (Yu L H, Li J F, Zheng G P. Grain crops cultivation [M]. Harbin: Heilongjiang Province Science and Technology Press, 2001, 285.)
- [3] 吕川根, 宗寿余, 邹江石, 等. 水稻叶片形态因子及其在 F₁ 代的遗传[J]. 作物学报, 2005, 31(8): 1074-1079. (Lü C G, Zong S Y, Zou J S, et al. Leaf morphological factors and their heredity in F₁ of Rice [J]. Acta Agronomica Sinica, 2005, 31(8): 1074-1079.)
- [4] 拉斯姆森. 自花授粉作物育种学[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1981: 35-70. (Lasimusin. Self-flower insemination crop breeding [M]. Beijing: Beijing Agricultural University Press, 1981: 35-70.)
- [5] 马异泉, 迟永琴, 刘宏, 等. 边际效应指数在选育耐密型春小麦品种上的应用研究[J]. 吉林农业大学学报, 1996, 18(2): 13-16. (Ma Y Q, Chi Y Q, Liu H, et al. Study on using the marginal effect index way to improve spring wheat varieties with tolerant to solid-planted [J]. Journal of Jilin Agricultural University, 1996, 18(2): 13-16.)
- [6] 张春华, 包红霞, 李金琴, 等. 蓖麻主要农艺性状边际效应指数的相关分析[J]. 内蒙古农业科技, 2003(5): 21-22. (Zhang C H, Bao H X, Li J Q, et al. The correlational analyses of the marginal effect index of the main agronomic traits on castor-oil [J]. Inner Mongolia Agricultural Science And Technology, 2003(5): 21-22.)
- [7] 吕川根, 宗寿余, 夏士健, 等. 水稻叶片形态因子的遗传力分析[J]. 江苏农业学报, 2006, 22(2): 95-99. (Lü C G, Zong S Y, Xia S J, et al. Analysis of heritability of leaf morphological factors in rice (*Oryza sativa* L. [J]. Jiangsu Journal of Agricultural Science, 2006, 22(2): 95-99.)
- [8] Hunt, T E, Higley L G, Witkowski J F. Soybean growth and yield after simulated bean leaf beetle injury to seedlings [J]. Agronomy Journal, 1994, 86: 140-146.
- [9] Westgate M E. Managing soybeans for photosynthetic efficiency [M] // Kauffman H E. World Soybean Research Processing, 1999: 223-228.
- [10] James E. Board soybean cultivar differences on light interception and leaf area index during seed filling [J]. Agronomy Journal, 2004, 96: 305-310.
- [11] 吴卫东, 李学军. 小麦区域试验边际效应的研究[J]. 西北植物学报, 2003, 23(12): 2167-2171. (Wu W D, Li X J. Research on the marginal effect of wheat experimental plot [J]. Acta Botanica Boreali-occidentalia Sinica, 2003, 23(12): 2167-2171.)
- [12] 王贵江. 大豆品种绥农 14 号快速推广的原因分析[J]. 大豆科学, 2002, 21(3): 238-240. (Wang G J. Analysis on the research of rapid population of new soybean cultivar Suinong No. 14 [J]. Soybean Science, 2002, 21(3): 238-240.)