

文章编号: 1007-4619 (2004)06-0645-10

基于遥感估产和农业统计的粮食供需平衡模型研究

曾 澜^{1,2}, 张 勇², 张 雪³, 吴炳方²

(1. 国家发展与改革委员会宏观经济研究院, 北京 100038; 2. 中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101; 3. 国家粮食局, 北京 100038)

摘要: 提出了适用于年内动态平衡的中国粮食供需平衡模型, 利用遥感估产数据和统计数据, 对中国世纪之交的粮食供需平衡的现状进行研究。结果表明文中的模型是合理可行的, 同时通过比较基于遥感估算产量和基于统计产量计算的粮食供需平衡状况结果, 表明遥感估产信息可以有效提高粮食供需平衡分析的可靠性和时效性, 遥感估产应作为中国区域粮食供需平衡监测的重要信息源纳入国家粮食宏观管理的日常工作。通过对中国 1999—2002 年粮食供需状况的计算分析, 认为世纪之交中国年内粮食的供需大致平衡, 但因为 20 世纪末政府和农户存粮数量较高, 近 3 年来农户库存持续下降, 造成粮食市场供大于求的局面。因此, 对于中国粮食的供需平衡面临的问题决不能掉以轻心。

关键词: 粮食; 平衡; 供需; 遥感; 统计

中图分类号: TP79 **文献标识码:** A

1 引言

粮食关系国计民生和社会稳定, 生产的风险性大, 需求相对稳定, 因此粮食供需平衡问题历来备受各国政府关注。对于人口占世界 22%, 而耕地仅占世界 7% 的中国来说, 粮食问题更是世人关注的焦点。在 21 世纪经济全球化趋势不断增强和中国已经加入 WTO 的形势下, 及时获取全国、地区, 以至全球农作物生长信息, 进行科学的产量预测和供需平衡预测, 满足国家粮食宏观调控和各级政府粮食管理的需要显得更加迫切。

本文拟从中国粮食管理的现状出发, 提出适用于中国年内动态平衡的粮食供需平衡分析方法, 并且同时用 1999 年以来的全国粮食遥感估产结果和农业统计信息对中国世纪之交的粮食供需平衡状况进行初步分析, 兼而评价遥感估产信息用于粮食供需平衡分析的可行性。

2 相关研究

长期以来, 许多中外专家和机构曾经对中国粮

食的中长期供求状况进行了研究预测。特别是 1995 年美国世界观察研究所所长莱斯特·布朗提出“谁将养活中国”的问题^[1], 引发了 20 世纪末一场关于中国粮食问题的大辩论。

这些研究中, 有些仅是基于部分影响粮食供求的因素利用历史数据进行趋势分析, 同时对比其他国家的经验, 进而预测中国未来粮食供需形势; 有些则是利用粮食供需的模型进行推导。有代表性的主要研究结果如表 1 所列。其中 Brown 主要利用类比法, 基于中国的人口增长速度、人均需求量和粮食产量等的假设, 同时分析了其他东亚国家和地区如日本、台湾、韩国和香港的发展经验, 认为 20 世纪 90 年代中期的中国正处于日本 60 年代早期所开始面临的农业生产资源的迅速减少的情形, 以此为基础对中国未来的粮食进行预测^[1]。OECF 模型实质上是一个基于多种类和分地区的国家模型, 也就是针对不同国家和地区的某一种作物的单产和播种面积计算供应量, 而单产和面积采用历史数据进行趋势预测, 其需求量则考虑口粮消费、种子消耗和损失量 3 部分, 但模型中忽略国家政策、科技进步和价格对供应和需求的影响等重要因素^[2]。世界银行专家建

收稿日期: 2003-06-25; 修订日期: 2003-09-23

基金项目: 科技部国家十五科技攻关课题: 农业信息资源开发与共享技术研究(2001BA513B02); 中国科学院知识创新项目: 全球农作物遥感估产研究(KZCX2-313)、国家高技术应用发展项目粮食供需动态监测空间决策支持系统(国粮管 2001977)。

作者简介: 曾澜(1942—), 女, 研究员, 博士生导师, 1966 年毕业于北京矿业学院地质专业, 现主要从事国土资源规划、地理信息系统方向研究。已发表论文 40 多篇, 出版专著 5 部。

立的计量经济学模型,独立估计中国的粮食作物收获面积和单产,进而预测总产量,并通过计算粮食净进口量、生产量和库存量来计算粮食需求量,模型中考虑了收入、价格等影响^[3]。R. M. M 等人的 IMPACT (IMPACT 是国际农产品贸易政策分析模型 (the International Model for Policy Analysis of Agriculture Commodities and Trade) 的缩写)模型主要使用一套供需弹性系数来估计粮食生产和消费^[4]。USDA 模型考虑的因素和采用的指标同 IMPACT 模型相似,但 USDA 模型是一个广义的世界农业模型,认为世界粮食市场的价格平衡是模型内在的决定因素,对每一个国家的研究都离不开一定的世界价格。其中的

中国模型作为世界模型的一个子模型,将中国分成东北、西北、华北、华东、华中和华南六个地区,分别考虑各地区自身的供需结构和它们之间及其与国际市场间的粮食贸易,进行粮食供需情况的预测^[5]。国内专家黄季焜、丁声俊、梅方权、陈锡康、朱杰等针对中国的具体情况,在分析影响粮食生产增长和影响粮食消费需求增长的各个动因后分别开发了预测模型,并对未来中国粮食的供需进行了预测^[6-12]。此外,还有许多学者对中国粮食的供需平衡进行了研究^[13-20]。尽管各种预测结果所采用的模型或分析思路有所区别,但所有预测都表明,中国在未来一定是一个粮食净进口国^[21]。

表 1 中外专家和机构对中国粮食的预测(× 10⁸t)

Table 1 Projections of the future of China food situation (100 million metric tons (× 10⁸t))

预测者	2000 年			2010 年			2020 年			2030 年		
	生产量	需求量	余缺	生产量	需求量	余缺	生产量	需求量	余缺	生产量	需求量	余缺
Brown, L	3.42	4.05	-0.63	3.17	4.72	-1.55				2.72	6.41	-3.69
OECD	3.67	3.85	-0.18	3.89	4.92	-1.03				4.18	8.06	-3.88
USDA	3.62	3.87	-0.25	4.03	4.33	-0.30				5	5.79	-0.79
World Bank	4.11	4.2	-0.09	4.83	5.02	-0.19				6.67	7.17	-0.50
R. M. M	3.85	4.03	-0.18	4.53	4.68	-0.15				6.46	6.82	-0.36
黄季焜	4.68	5.1	-0.42	5.32	5.77	-0.45	6.21	6.6	-0.39	6.5	6.88	-0.38
丁声俊	5	5.2	-0.20							6	6.4	-0.40
梅方权	5	5.2	-0.20	5.6	5.8	-0.20				7.34	7.34	0.00
陈锡康(高)	5.1	5.25	-0.15				6.75	7	-0.25	7.25	7.8	-0.55
陈锡康(低)	4.8	5.1	-0.30				6.25	6.75	-0.50	6.75	7.25	-0.50
朱杰、聂振邦、马晓河	4.902	4.975	-0.073	5.412	5.738	-0.326				6.625	7.258	-0.633

注: Brown, L 指美国世界观察研究所所长莱斯特·布朗, OECD 指日本海外经济合作基金会, USDA 指美国农业部, R. M. M 指美国粮食研究所教授 Rosegrant, M. M., World Bank 指世界银行。

受信息采集手段的制约,目前的研究大都是以年度统计数据为基础的中长期粮食供需平衡研究,无法满足国家粮食宏观调控和粮食企业形势分析对年度和年内粮食供需平衡动态分析的需要。其根本原因是统计数据的采集周期长,统计方法本身具有一定局限性。

遥感技术的出现和发展为人类快速获取农作物的生长信息提供了客观便捷的手段。长期以来,气象卫星(NOAA-AVHRR)、资源卫星(TM、SPOT)、雷达卫星等遥感数据被用来监测农作物长势或估算作物产量^[22-25]。随着新一代高分辨率遥感卫星相继投入应用,农作物遥感估产已经基本成熟,目前,国际

先进水平已达到能在粮食作物收割前一个月内得到比较准确的粮食产量预测。粮食产量是粮食供需平衡分析中供给方面的主要数据,因此遥感也成为研究粮食供需平衡的另一重要数据源。与统计方法相比,遥感技术具有更加快速获取和处理大区域粮食生产动态信息的优势,在粮食供需平衡预测中可以克服统计数据获取滞后的缺点;此外,遥感估产数据具有空间分布特性和分作物品种监测的特点。为此,需要尽快将这一技术整合到粮食管理的业务系统中,使之在国家粮食宏观决策中有效发挥作用。

3 粮食供需平衡分析方法和模型

粮食供需平衡可分为总量平衡、品种结构平衡和地区平衡。总量平衡是指粮食供应总量和需求总量间的平衡;品种结构平衡是指各类粮食的生产和消费的平衡,即分品种粮食的供需平衡;地区平衡是指粮食在各地区的供需平衡。本文仅就目前普遍关注的总量平衡,提出粮食供需总量平衡的分析方法和模型。

3.1 粮食供给分析方法和计算模型

中国粮食统计的周期是以年度为单位^{*},为此,年度粮食供给总量主要包括:该年度粮食的生产量、年初粮食库存量和年度粮食的净进口量。即:

$$G_z = Y + S + I \quad (1)$$

其中, G_z 为粮食总供给量, Y 为生产量, S 为期初库存, I 为净进口量。

上述三个变量中,粮食净进口采用海关的统计数据;粮食生产量采用了来自统计部门和来自遥感估产两个渠道的数据分别进行计算和比较。对于期初库存,影响年度粮食供需平衡的实际上是库存增加,本文设政府库存、企业库存的年度库存增加为0;仅利用农户库存增加参与计算。

中国的粮食库存包括政府库存、企业库存和农户库存3个部分,年度库存统计的期初时间不完全统一,政府库存、企业库存以3月份为期初;农户库存的统计按年初为期初。前二者与大规模收获时间有2—7个月的时差;后者有5—10个月的期差。库存量的分析涉及年际间的粮食供需,对粮食市场的供给状况和粮食安全有直接影响。但对于本文讨论的粮食供需平衡问题而言,主要涉及期初与期末的库存之间的差即库存增加。3类库存中,政府库存是国家或政府为了应付紧急情况,保证国家或当地的粮食安全而存储的备用粮食,这部分粮食每年进行更新,目前总量变化不大;企业库存基本为半年的需求,但年际变化在总需求中比重不大,本文忽略其库存增加,即二者的年初与年末间的库存增加为0。由于中国农村人口比重很大,粮食生产具有半自给

性。据农调队的农村住户抽样调查,2001年农户的粮食支出中,60%为自身消费(包括用于农业再生产),出售的商品量只占总支出的40%左右,当年农户粮食支出超过当年粮食总产量 $8023.6 \times 10^4 \text{t}$ 。而且年际间变化幅度可达数千万吨,因此,农户的粮食供需行为对粮食市场的供需平衡影响很大,而且波动幅度明显,是粮食供需分析中不可忽略的因素。年初的农户存粮中事实包括了上年的大部分产量,因此年初的库存数量很大。目前我国对于农户存粮的绝对量尚无权威的统计数字,只有部分年度的人均农户存粮。而就年度而言,农户库存对供需平衡的影响实际上是通过农户存量增加来体现的,增加为正表示这一方面的需求扩大;为负时表示库存进入供给。本文将这一因素归入需求中计算。

3.2 粮食需求分析方法和计算模型

粮食总需求主要包括:口粮需求、饲料粮需求、种子用粮需求、工业用粮需求、粮食库存净增加、粮食耗损和其他。本文只计算前6个主要部分即:

$$X_z = X_k + X_s + X_g + X_{zh} + X_c + X_h \quad (2)$$

其中, X_z 为粮食总需求量, X_k 为口粮需求, X_s 为饲料粮需求, X_g 为工业用粮需求, X_{zh} 为种子用粮需求, X_c 为库存增加, X_h 为粮食耗损。

口粮需求:分别按城镇人口口粮需求和农村人口口粮需求计算:

$$X_k = P_c \cdot D_{qer} + P_r \cdot D_{rer} \quad (3)$$

其中, P_c 为城镇人口, D_{qer} 为城镇人均口粮需求量; P_r 为农村人口, D_{rer} 为农村人均口粮需求量。

饲料粮需求:随着社会经济的发展和人民生活水平的提高,饲料粮需求在粮食总需求中的比例越来越大,但直接从副食品消费量来计算饲料粮需求量,存在数据获取困难的问题。鉴于国家统计局农调队从2000年开始在农户调查中开始发布农户粮食支出结构数据,为此,基于数据的可得性,本文通过国家统计局农调队提供的农民人均饲料粮支出和农户每户购买饲料粮来计算饲料量总需求量。公式如下:

$$X_s = P_r \cdot D_s + H_r \cdot B_s \quad (4)^{**}$$

* 联合国粮农组织和大部分国家考虑粮食生产周期,以小麦主要收获的7月致第二年6月为1个周期统计。

** 这里饲料粮的计算包括两部分:一部分是农民用自己生产的粮食作饲料的那一部分饲料粮(用 $P_r \cdot D_s$ 得到),另一部分是农民从市场购买的饲料粮(用 $H_r \cdot B_s$ 得到)。二者是两个不同的部分,不是重复计算。

其中, P_r 为乡村人口, D_s 为农民人均饲料粮支出, H_r 为乡村户数, B_s 为农户每户平均购买饲料粮^{*}。

对于种子需求、工业用粮需求和粮食耗损参考有关研究, 采用经验公式计算, 其中:

种子用粮需求: 按产量的 3% 计算^[13]

$$X_{zh} = Y \times 3\% \quad (5)$$

工业用粮需求: 1999 年后按总产量的 8.5% 计算

$$X_g = Y \times 8.5\% \quad (6)$$

粮食年耗损: 按总产量的 4% 计算^[13]

$$X_h = Y \times 4\% \quad (7)$$

粮食库存: 如上所述, 本文仅考虑农户存粮需求, 计算方法采用简化算法: 为总产量与农户粮食总支出之差。

$$X_c = Y - C \times P_r \quad (8)$$

其中, Y 为粮食总产量, C 农户人均粮食支出, P_r 乡村人口总数。

4 粮食供需平衡实例分析

利用上述方法和模型对 1999—2002 年我国粮食供需总量进行计算, 其中粮食产量分别采用 1999—2002 年遥感估产的全国汇总结果^[26] 和 1999—2002 年统计数据。

4.1 1999—2002 年粮食总供给

中国年度粮食总供给主要包括粮食生产量、净进口量和年初库存。本研究中的粮食生产量采用粮食遥感估产结果和统计数据分别计算; 净进口采用统计资料; 对于年初库存假设 4 年的政府库存和企业库存总量不变(库存增加为 0); 农户库存增加在需求中计算的简化模型。

1999—2002 年全国年度粮食总供给计算结果如表 2 所列。来自遥感和统计的总供给数据之间存在

表 2 1999—2002 年粮食总供给计算结果($\times 10^4$ t)
Table 2 Total supplies of grain in China 1999—2002(10^4 t)

年份	遥感总产	统计总产	净进口	当年粮食总供给		
				遥感	统计	遥感/统计
1999	50180.24	50839	13	50193.24	50852.00	0.987
2000	48948.49	46218	-43	48905.49	46175.00	1.059
2001	49221.64	45264.0	835	50056.64	46099.00	1.086
2002	48347.08	45705.8	-999	47348.08	44706.8	1.059

的差异比较明显(如图 1), 最大达到 8.6% (在 2001 年)。

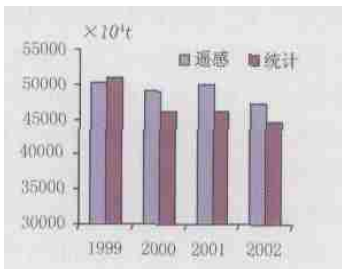


图 1 当年粮食总供给
Fig. 1 Total supplies of grain

4.2 1999—2002 年全国粮食总需求

4.2.1 口粮需求量

口粮消费主要取决于两个因素, 一是人均口粮的消费水平, 二是人口数量。我国目前正处在工业化发展中期, 随着工业化、城镇化水平的提高, 城乡

居民收入水平提高, 人均口粮的直接消费在一段时间内呈下降趋势, 这种趋势达到一定水平后将趋于稳定。另一方面, 口粮需求将随人口总量增长而增长, 据对我国现有人口结构的分析, 2030 年之前, 我国人口呈上升趋势, 因此人口因素将是未来相当长时期内影响我国口粮需求的主导因素, 就未来相当长的时期而言, 口粮仍将随人口增长而保持稳定增长之势。本研究中, 1999—2001 年的口粮需求采用统计数据计算, 2002 年的口粮需求通过历史数据的一元二次回归方程计算, 其结果如表 3 所列。

4.2.2 饲料粮需求量

本文饲料粮需求计算直接采用近年来农户调查中农户的人均饲料粮支出和饲料购买量计算。采用公式(4)计算, 结果如表 4。

* 按饲料粮占其商品饲料的 71% 计算。

表3 1999—2002年全国口粮需求量计算结果

Table 3 Total demands for food grain in China 1999—2002

年份	总人口 /万人	城镇人口 /万人	乡村人口 /万人	农村人均口粮 /(kg/人)	城镇人均口粮 /(kg/人)	城镇口粮需求 /10 ⁴ t	农村口粮需求 /10 ⁴ t	口粮总需求 /10 ⁴ t
1999	125909	38892	87017	247.5	114.48	4452.44	21536.71	25989.15
2000	126583	45594	80739	249.5	110.98	5059.85	20144.38	25204.23
2001	127627	48064	79563	238	107.47	5165.45	18935.99	24101.45
2002	128453	50212	78241	240.09	91.50	4594.64	18784.88	23379.52

注: 人口数据和人均口粮需求数据来自《中国统计年鉴》。

表4 1999—2002年全国饲料用粮量计算结果

Table 4 Total demands for feed grain in China 1999—2002

年份	乡村人口 /万人	乡村户数 /万户	人均饲料粮支出 /(kg/人)	户均购买饲料 /(kg/户)	饲料粮支出 /10 ⁴ t	购买饲料粮 /10 ⁴ t	饲料粮 /10 ⁴ t
1999	87017	23810.5	98.68				14553.0
2000	80739	24148.7	147.1	324.82	11876.7	5569.2	17445.9
2001	79563	24432.2	132.32	370.19	10527.8	6421.6	16949.4
2002	78241						17197.7

注: 1999年饲料用粮采用农调队课题组研究报告; 2000、2001年采用公式(4)计算, 乡村户数 * 户均购买饲料 = 农户购买饲料总量, 但饲料粮仅占饲料的71%, 所以购买饲料粮 = 农户购买饲料总量 * 71%。2002年饲料用粮采用前2年的平均值计算。

4.2.3 种子用粮、工业用粮、耗损需求计算

种子用粮、工业用粮、耗损需求计算采用公式(5)–(7)。计算结果如表6。

4.2.4 粮食库存净增加计算

如上所述, 本研究中将政府库存和企业库存增加设为0, 对于农户库存增加(当年)参考有关研究成果和2000年农调队课题组计算结果, 采用公式(8)分别按统计的年产量和遥感估产的产量计算, 结果如表5所示。从表5看出, 四年间采用遥感结果

计算的农户库存变化比统计结果少了8670.6万吨。若以2000年农户人均存粮493kg计算, 到2002年, 三年中, 采用遥感结果农户人均存粮减少190kg, 年人均减少63kg, 农户人均剩余303kg; 采用统计结果农户人均存粮减少310kg, 年人均减少103kg, 农户人均剩余183kg, 二者结果相差很大。就库存下降而言, 采用遥感结果计算的农户人均存粮下降速度小于统计结果。但二者都表明, 近年来中国农户库存是在持续下降的, 而且下降速度很快。

表5 1999—2002年全国当年农户库存增加计算结果

Table 5 Net increases of farmer's stocks in China 1999—2002

年份	总产量/10 ⁴ t		农村人均粮食支出 /(kg/人)	乡村人口 /万人	农户库存净增加/(×10 ⁴ t)	
	遥感	统计			遥感	统计
1999	50180.24	50839.0	619.38	87017	-632.5	26.3
2000	48948.49	46218.0	688.17	80739	-6681.1	-9411.6
2001	49221.64	45264.0	669.75	79563	-4065.7	-8023.3
2002	48347.08	45705.8	678.96	78241	-4775.4	-7416.7
合计					-16154.7	-24825.3
人均/(kg/人)					-190	-310

注: 农村人均粮食支出项: 1999、2000、2001年数据来自农调队农户调查数据。2002年采用前2年平均计算。人均增加项: 是相对于2000年而言。即用2000—2002年农户库存净增加累加后除以2000年乡村人口得到。

4.2.5 粮食总需求

这里粮食总需求分狭义总需求和广义总需求计算。所谓狭义总需求,包括口粮需求、饲料粮需求、种子用粮需求、工业用粮和耗损等五个部分。而广义总需求则除包括这五项之外还包括粮食库存净增加一项。二者反映不同的意义:狭义总需求是一般概念的粮食总需求,反映当年粮食需求情况;而广义总需求反映当年市场需求情况,受历史积累的影响。表6分别列出采用统计产量和遥感估产产量计算的需求结果。从计算结果来看,二者高度一致,相对差最大为1.3%(2001年)。世纪之交中国年内粮食总需求水平保持在 $(4.8-5.0) \times 10^8$ t。表7计算了广义总

需求,其中的粮食库存净增加项仅计算当年农户存粮增加。将农户存粮增加因素加入粮食供需平衡计算,反映市场的供需平衡,即广义供需平衡状态,其因素不但是本年度形成的结果,而且与积累的存粮因素有关。由于世纪之交中国粮食体制处在重大转变的时期,同时这一时期粮食生产的科技水平和生产能力发展迅速,农民的存粮行为必然受这些因素影响,由于农户存粮连续大幅度减少,对这一时期粮食的市场供需平衡必然产生显著的影响。需要注意的是,当农户存粮达到相对稳定时(即存粮增加趋于0),年度内粮食生产能力与需求之间的平衡问题将进一步突显出来,成为持续影响粮食供需的主导因素。

表6 1999—2002年全国粮食狭义总需求量计算结果($\times 10^4$ t)

Table 6 General total demands for grain in China, 1999—2002 ($\times 10^4$ t)

年份	口粮	饲料用粮	种子用粮		工业用粮		损耗		粮食总需求(狭义)		
			遥感	统计	遥感	统计	遥感	统计	遥感	统计	遥感/统计
1999	25989.2	14553.0	1505.4	1525.2	4265.3	4321.3	2007.2	2033.6	48320.1	48422.3	0.998
2000	25204.2	17445.9	1468.5	1386.5	4160.6	3928.5	1957.9	1848.7	50237.2	49813.9	1.008
2001	24101.5	16949.4	1476.7	1357.9	4183.8	3847.4	1968.9	1810.6	48680.3	48066.8	1.013
2002	23379.5	17197.7	1450.4	1371.2	4109.5	3885.0	1933.9	1828.2	48071.0	47661.6	1.009

表7 1999—2002年全国粮食广义总需求量计算结果($\times 10^4$ t)

Table 7 Specific total demands for grain in China, 1999—2002 ($\times 10^4$ t)

年份	粮食总需求(狭义)		当年农户库存净增加		粮食总需求(广义)		
	遥感	统计	遥感	统计	遥感	统计	遥感/统计
1999	48320.1	48422.3	-632.5	26.3	47687.67	48448.58	0.984
2000	50237.2	49813.9	-6681.1	-9411.6	43556.05	40402.25	1.078
2001	48680.3	48066.8	-4065.7	-8023.3	44614.63	40043.48	1.114
2002	48071.0	47661.6	-4775.4	-7416.7	43295.56	40244.92	1.076
合计	195308.6	193964.6	-16154.7	-24825.3	179153.91	169139.23	1.059

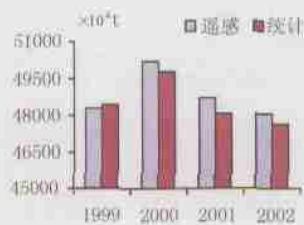


图2 狭义总需求

Fig. 2 General total demands for grain

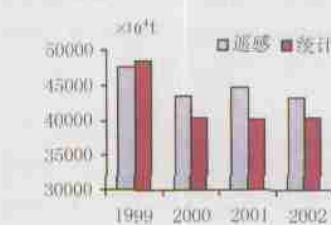


图3 广义总需求

Fig. 3 Specific total demands for grain

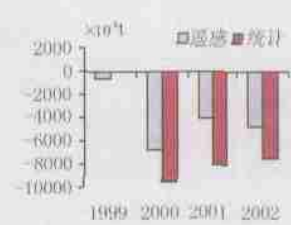


图4 农户库存净增加

Fig. 4 Net increases of farmer's stocks

从计算结果来看,来自遥感估产和统计数据计算的粮食总需求波动趋势是一致的(如图2),四年中都在2000年达到最大;市场需求(即粮食广义总需求)出现比较显著的差异,4年中,最大相对差距可达

11.4%;通过前者计算的当年农户库存减少和市场需求变化的波动幅度较小(如图3、图4);据统计产量计算的农户库存增长和市场需求波动幅度很大。从四年累计结果可见,通过遥感估产数据计算

的粮食总需求(狭义)比统计结果高 0.69%; 而粮食总需求(广义)差距很大, 前者比后者高出 5.92%。

4.3 粮食供需平衡状况计算

表 8 和表 9 是分别采用遥感估产产量和统计产量计算的 1999—2002 年全国粮食总供需差和市场供需差。表中总供需差是针对当年供需因素(狭义供需)计算(式(9)), 代表国家粮食生产和粮食国际贸易对粮食长期供需之间的平衡关系。若将库存增加因素(即年际累计的供需因素)纳入粮食供需平

衡, 实际上是反映在市场上的粮食市场供需差(广义供需)按(式(10))计算:

$$\text{粮食总供需差(狭义供需差)} = \text{粮食总供给} - \text{粮食总需求(狭义)} \quad (9)$$

$$\text{粮食市场供需差(广义供需差)} = \text{粮食总供需差(狭义供需差)} - \text{当年库存增加} \quad (10)$$

当政府与企业库存增加为 0 时, 公式(10)简化为:

$$\text{粮食市场供需差(广义供需差)} = \text{粮食总供需差} - \text{农户库存增加} \quad (11)$$

表 8 采用遥感估产结果计算 1999—2002 中国粮食供需平衡状况

Table 8 The differences of grain supply and demand in China calculated from remote sensing 1999—2002

年份	总供给/10 ⁴ t	总需求/10 ⁴ t		总供需差/10 ⁴ t	总供需差占狭义需求的百分比/%	市场供需差/10 ⁴ t	市场供需差占广义需求的百分比/%
		狭义	广义				
1999	50193.24	48320.1	47687.67	1873.11	3.9	2505.57	5.3
2000	48905.49	50237.2	43556.05	-1331.67	-2.7	5349.44	12.3
2001	50056.64	48680.3	44614.63	1376.34	2.8	5442.01	12.2
2002	47348.08	48071.0	43295.56	-722.90	-1.5	4052.52	9.4
合计/10 ⁴ t				1194.87		17349.54	
人均/(kg/人)						135	

表 9 采用统计数据计算 1999—2002 中国粮食供需平衡状况

Table 9 The differences of grain supply and demand in China calculated from statistic data 1999—2002

年份	总供给/10 ⁴ t	总需求/10 ⁴ t		总供需差/10 ⁴ t	市场供需差占狭义需求的百分比/%	市场供需差/10 ⁴ t	市场供需差占广义需求的百分比/%
		狭义	广义				
1999	50852	48422.275	48448.58	2429.7	5.0	2403.42	5.0
2000	46175	49813.85	40402.25	-3638.9	-7.3	5772.75	14.3
2001	46099	48066.8	40043.48	-1967.8	-4.1	6055.52	15.1
2002	44706.8	47661.625	40244.92	-2954.8	-6.2	4461.882	11.1
合计/10 ⁴ t				-6131.75		18693.57	
人均/(kg/人)						145.5	

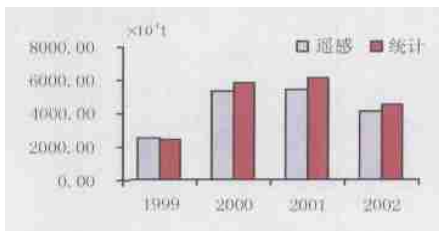


图 5 市场供需差

Fig. 5 The difference of supply and demand in market

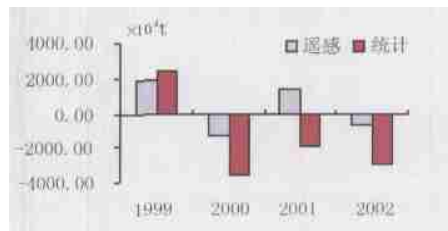


图 6 总供需差

Fig. 6 The difference of total supply and demand

从上述计算结果可以看出, 利用遥感产量和统计产量计算获得的年度粮食供需平衡的趋势大体上

是一致的(如图 5 和 6), 四年中仅 2001 年出现了相反的情况。前者的供需差的年际波动幅度较低, 呈

平稳过渡态势;后者波动幅度明显,约为前者的 1.5 倍。总供需差之和反映近四年粮食总体供需平衡,比较二者结果可见,前者总体有余,后者总体短缺,余缺差距较大。市场供需差之和反映近四年粮食市场供需平衡,比较二者结果,总体上市场供大于求,四年市场累计余粮达到 $1.7 \times 10^8 \text{t}$ 以上,按 2002 年总人口平均,人均 135—146kg。

5 世纪之交中国粮食供需分析

通过对世纪之交中国粮食供需总量平衡的分析,结合前人关于中国粮食供需平衡的分析,可以得出以下几点基本认识:

这一时期中国粮食的供给能力已经明显提高,粮食生产能力在 1998 年达到 $5 \times 10^8 \text{t}$ 之后,总产量保持在 $4.5 \times 10^8 \text{t}$ 以上。与此同时,随着中国经济发展和人民生活水平的提高粮食总需求稳步上升,近几年的总需求稳定在 $(4.8-5.0) \times 10^8 \text{t}$ 之间。就年内全国粮食供需形势而言,1999—2002 年,中国粮食供需处在基本平衡,丰年略有余的状态。

在供给方面,目前中国粮食市场供应充足,供给大于需求的局面很大程度来自农户存粮的大幅度下降。由于 20 世纪 90 年代以来粮食供给水平提高^[1],特别是在 1996 年,总产量突破 $5 \times 10^8 \text{t}$ 之后,又分别在 1998 年和 1999 年连续两次突破 $5 \times 10^8 \text{t}$ ^[27, 28],粮食储备充足,在近几年粮价稳中有降和国家制订了鼓励农民卖粮的政策的形式下,农户开始向市场抛售存粮,因此已经连续 3 年农户库存减少。按 2000 年农户人均库存 493kg 计算,即使按保守估计(按照遥感计算结果:人均存粮 303kg),目前农户年末存粮已经接近农户全年的消费。

在供需方面,尽管目前总供给仍然大于总需求,但应当注意这种现象并不是永存的。随着中国工业化和城市化的大幅推进,近年来,中国的粮食生产又出现了徘徊不前的现象^[14]。这一点,从中国粮食生产情况可见一斑,因此对保持中国粮食一定自给水平的问题决不可掉以轻心。而且从计算结果也可以看出,近 3 年出现本年度供需缺口的年份已占一半以上,为此需要引起有关部门的重视。从市场供需平衡来看,近四年来,粮食一度供大于求,而且市场上累积余粮很多,四年高达 $1.7 \times 10^8 \text{t}$ 以上。

6 结论与建议

多年来,中国的粮食问题一直倍受世界关注,研

究能适当分析中国粮食供需平衡的模型一直是国内外农业经济学家努力追求的目标之一。本文分析表明,文中提出的粮食供需平衡分析模型是合理而实用的。该模型是基于年度或年内数据的粮食供需平衡分析模型,若想对短期内(如年内或季度内)粮食供需平衡进行分析和预测,需要最新的粮食生产供应数据,目前遥感估产可以提供年内夏秋季的粮食生产数据,从而使得在年内开展年度的粮食供需平衡分析成为可能,这对国家粮食宏观调控部门和粮食企业更加有利。

通过遥感估产产量和历史统计产量对粮食供需指标计算结果的对比分析表明,两种来源信息的结果基本一致,遥感估产信息可以作为未来国家粮食供需平衡分析的信息源。另外,遥感估产数据还具有空间分布特性和分作物品种监测的特点。因此,利用遥感估产数据,结合统计数据进行粮食供需平衡预测分析比单纯使用统计数据具有更大的优点,能够有效提高国家粮食宏观调控决策的时效性和科学性。

通过对中国世纪之交的粮食供需平衡现状分析表明,近年来中国粮食供需处于基本平衡,丰年略有余的状态;粮食总需求稳定在 $(4.8-5.0) \times 10^8 \text{t}$ 之间,粮食市场供应充足,供给大于需求的局面很大程度来自农户存粮的大幅度下降;农户库存的下降造成市场上累积余粮很多,四年高达 $1.7 \times 10^8 \text{t}$ 以上,但应该注意到农户存粮已经接近农户全年的消费。同时,研究预测,目前中国粮食总供给大于总需求的局面将很快结束,保持一定的粮食自给水平的需要引起有关部门的重视。

鉴于近年来粮食生产徘徊不前,年度供需出现缺口次数增多的现象,建议国家在农业结构调整过程中一方面要注意保持一定的粮食播种面积和自给水平,另一方面需要进一步加强国家粮食流通的宏观调控能力,包括对国际粮食生产和市场供给状况的动态监测预测,以便在保证国家粮食安全的前提下,提高粮食生产和流通的效益。

参 考 文 献 (References)

- [1] Lester R. Brown, Who Will Feed China? Wake Up Call For a Small Planet [M]. New York: W. W. Norton and Co. 1995, 1—10.
- [2] Overseas Economic Cooperation Fund, Research Institute of Development Assistance. Prospects for grain supply-demand balance and agricultural development policy [M]. Tokyo, Japan; 1995, September, 35—43.
- [3] World Bank, Global Economic Prospects and the Developing Coun-

- tries[M]. Washington, DC. 1997, 88—123.
- [4] Rosegrant M M, Agcaoili-Sombilla, N, Perez. Global Food Projections to 2020: Implications for Investment[R]. 2020 Vision Discussion Paper 5. International Food Policy Research Institute, Washington, DC. 1995, 134—147.
- [5] ERS/USDA. Long Term Projections for International Agriculture to 2005[R]. Economic Research Service Paper 9612. United States Department of Agriculture, Washington, DC. 1996 97—106.
- [6] Huang J K. Analysis and Countermeasures for China's Grain Supply-demand Balance—also Talk about Whether China will Starve World [J]. *Reform*, 1996, 2: 17—22. [黄季焜, 中国粮食供需平衡分析和对策——也谈中国是否会使世界饥饿[J], 改革, 1996, 2: 17—22.]
- [7] Huang J K. Analysis and Countermeasures for China's grain Supply-Demand Balance—also Talk about Whether China will Make World starved [J]. *Reform*, 1996, 3: 34—38. [黄季焜, 中国粮食供需平衡分析和对策——也谈中国是否会使世界饥饿[J], 改革, 1996, 3: 34—38.]
- [8] Ding S J. Needn't Worry about the Sky Can Collapse China Can Feed Itself—concurrently Comment Mr. Brown's "Who Will feed China"[J]. *Grain Science and Technology and Economy*, 1996, 3: 6—8. [丁声俊, 劝君勿需忧天倾 中国自力能更生——兼评布朗先生的《谁将养活中国》[J]. 粮食科技与经济, 1996, 3: 6—8.]
- [9] Ding S J. Needn't worry about the sky can collapse. China can feed itself—concurrently comment Mr. Brown's "Who will feed China" [J]. *Grain Science and Technology and Economy*, 1996, 3: 8—10. [丁声俊, 劝君勿需忧天倾中国自力能更生——兼评布朗先生的《谁将养活中国》[J]. 粮食科技与经济 1996, 4: 8—10.]
- [10] Mei F Q. Analysis About Grain Development in China During the Fore Period of the 21st Century[J]. *Chinese Soft-Science*, 1995, 11: 98—101. [梅方权, 21世纪前期中国粮食发展分析[J]. 中国软科学, 1995, 11: 98—101.]
- [11] Zhu J, Nie Z B, Ma X H. Chinese Grain Problem in the 21st Century [M]. Beijing: Chinese Plan Press. 1999, 3—60. [朱杰, 聂振邦, 马晓河, 21世纪中国粮食问题[M], 北京: 中国计划出版社. 1999, 3—60.]
- [12] Chen X K, Pan X M. Analysis and Projection on China's per capita grain consumption in the 21st century[J]. *Scientific Decision-making*. 1997, 1, 33—36. [陈锡康, 潘晓明. 中国 21 世纪人均粮食消费的分析和预测. 科学决策, 1997, 1: 33—36.]
- [13] Long G Q. Grain Circulation in the Opening Large Country [M]. Beijing: Chinese Development Press. 1999, 76—108. [隆国强, 大国开放中的粮食流通, 北京: 中国发展出版社 1999, 76—108.]
- [14] Cui J S. Argumentation on Our Country's Grain Security in the 21st Century[J]. *World Economic and Politic Forum*, 2000, 4: 64—67. [崔建树, 论 21 世纪初期我国的粮食安全[J]. 世界经济与政治论坛, 2000 4: 64—67.]
- [15] Rural Economic Department of National Development and Reform Committee (NDRC) and Rural Survey Organization of National Bureau of Statistics of China (NBSC). Study on China's Grain Supply-Demand Balance Problem[J]. *China Rural Survey*. 1996, 1: 1—13. [国家计委农经司, 国家统计局农调队, 中国粮食供需平衡问题研究[J]. 中国农村观察, 1996, 1: 1—13.]
- [16] Chen Y J. Mid-Long Trends and Policy Guide for Our Country's Grain Demand [J]. *Macro Economy Research*, 1999, 12: 30—35. [陈亚军, 我国粮食需求的中长期趋势与政策导向[J]. 宏观经济研究, 1999, 12: 30—35.]
- [17] Huang P M, Yu J B. Study on Chinese Grain Supply-Demand Balance and Countermeasures During 2000—2030[J]. *Management World*, 1997, 2: 153—159. [黄佩民, 俞家宝, 2000—2030 年中国粮食供需平衡及其对策研究[J]. 管理世界. 1997 2: 153—159.]
- [18] Duan H P, Chu Q Q. Analysis on Chinese Grain Production and Demand [J]. *Farming and Planting*, 2000, 3: 39—42. [段红平, 褚庆权, 中国粮食生产与需求分析[J]. 耕作与栽培, 2000, 3: 39—42.]
- [19] Li Z Q, Han X N. Projection of Change Trends of Chinese Grain Production in 2010 [J]. *Chinese Food and Nutrition*, 1999, 2: 2—4. [李志强, 韩雪楠, 2010 年中国粮食生产变动趋势预测[J]. 中国食物与营养, 1999, 2: 2—4.]
- [20] Liu J Y, et al. Study on Projection of Chinese Grain Demand [J]. *Journal of Northwest University of Agriculture*. 1996, 3: 59—64. [刘静义, 中国粮食需求预测研究[J]. 西北农业大学学报, 1996, 3: 59—64.]
- [21] Fan S G, Mercedita Agcaoili-Sombilla, Why Do Projections on China's Future Food Supply and Demand Differ? [R]. EPTD Discussion Paper No. 22. Washington, DC.; International Food Policy Research Institute. 1997, 3.
- [22] Teng W L. AVHRR monitoring of U. S Crops During the 1998 Drought [J]. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 1990, 56: 1143—1146.
- [23] Hodhem K P, Bullock P R. Operational Estimates of Western Canada Spring Wheat Yield Using NOAA/AVRR LAC data [C]. Proceedings of the Pecora 12 Symposium (Washington, DC; ASPRS), 1994, 143—150.
- [24] Zhang F, Wu B F, and Liu C L. Using Time Series of SPOT VGT NDVI for Crop Yield Forecasting [C]. (IGARSS) IEEE International Geoscience & Remote Sensing Symposium 2003, 1: 386—388.
- [25] Shao Y, Liao J J, Wang C Z. Analysis of Temporal Radar Backscatter of rice: A Comparison of SAR Observations with Modeling Results [J]. *Can. J. Remote Sensing*, 2002 2: 128—138.
- [26] Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences. A & E Sensing Bulletin [R], 2001, 7, 2002, 6. [中国科学院遥感应用研究所, 中国农情遥感速报[R], 2001, 7, 2002 6.]
- [27] National Bureau of Statistics of China. National Economy and Society Development Communique of Chinese Republic of China in 1998 [EB/OI], <http://www.stats.gov.cn/tjgb/ndtjgb/qgndtjgb/> [国家统计局, 中华人民共和国 1998 年国民经济和社会发展统计公报 [R], <http://www.stats.gov.cn/tjgb/ndtjgb/qgndtjgb/>]
- [28] National Bureau of Statistics of China. National economy and Society development communique of Chinese Republic of China in 1999 [EB/OI], <http://www.stats.gov.cn/tjgb/ndtjgb/qgndtjgb/> [国家统计局, 中华人民共和国 1999 年国民经济和社会发展统计公报 [R], <http://www.stats.gov.cn/tjgb/ndtjgb/qgndtjgb/>]

A Short-term Model of Grain Supply-Demand Balance Based on Remote Sensing for Crop Monitoring and Agriculture Statistical Data

ZENG Lan^{1,2}, ZHANG Yong², ZHANG Xue³, WU Bing-fang²

(1. *Institute of Macro-economy, National Development and Reform Committee, Beijing 100038, China;*

2. *Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Science, Beijing 100101, China;*

3. *State Grain Administration, Beijing 100801, China*)

Abstract: In China, the technology of remote sensing for crop monitoring is already mature. It can provide an important data source, just as crop production, for monitoring the national grain supply and demand balance. Also, it can monitor crop growth in crop life. The data from the technology not only has spatiality and multi-type, but also is timelier than the agriculture statistical data, especially for monitoring the annual or seasonal grain supply and demand balance. Therefore, the technology should be integrated into the operational system of national grain management. In this paper, firstly, a short-term model for the national grain supply-demand balance, which can be applying to predict grain balance before the end of year, was brought forward. Then, applying the results of remote sensing and statistical data in the model constructed, the authors studied grain supply-demand balance in China at the turning point of the century. By comparing the two results derived from remote sensing monitoring and agriculture statistical data, the authors believed that the information of remote sensing monitoring could be applied to analyze grain supply-demand balance, while the reliability can be improved and periodicity can be shortened. Hence, the results of remote sensing monitoring should be taken as one of the most important data sources to monitor grain supply-demand balance by the departments of regulating and controlling grain. Moreover, by calculating and analyzing the results of China's grain supply-demand balance during 1999—2002. It was suggested that China's grain at the turning point of the century was approximately balanceable. But because the grain stocks change of government and farmer household was very large at the end of the last century, moreover, with the descending farmer household's grain stock in recent three years, it was formed that the surplus complexion of grain in market, which should be valued and taken some measures timely by the government during the process of adjusting the agricultural structure.

Key words: grain; balance; supply and demand; remote sensing; statistic