

·成果简介·

投入占用产出技术在全国粮食产量预测及乡镇企业中的应用

陈锡康 杨翠红

(中国科学院数学与系统科学研究院,北京 100080)

[关键词] 投入占用产出技术,全国粮食产量预测,乡镇企业

我们在国家自然科学基金重点项目、面上项目和国际合作项目的资助下,研究了新的投入占用产出技术及全国粮食产量预测方法。主要成果如下:

1 投入占用产出技术

投入产出分析是美国科学家 Wassily W. Leontief 所创立,曾获 1973 年诺贝尔经济学奖金。其重要优点是以棋盘式平衡表反映国民经济各部门在产品的生产与消耗之间的相互联系,目前已在世界上 100 个国家和地区得到推广和应用。

但是传统的投入产出技术也存在重要的不足之处,特别是没有反映占用与产出之间的联系,如包括耕地在内的自然资源在投入产出分析中完全没有得到反映。进而发现,人力资本(特别是熟练劳动力)和科学技术(如固定资产数量和质量)在投入产出分析中也基本上没有得到反映。在国家自然科学基金的支持下,陈锡康等 1989 年在国际上首先提出和建立投入占用产出技术,这种方法的特点是不仅研究部门间产品的投入与产出的关系,而且研究占用与产出、占用与投入之间的数量关系^[1]。从国民经济核算角度看,它不仅研究流量与流量之间的关系,而且研究存量与流量之间的关系。在此基础上又研究和提出了新的包括占用的完全消耗系数计算公式,建立了不仅考虑物质资本时滞而且考虑人力资本时滞的动态投入占用产出模型,以及研究了直接消耗系数变动规律等。

此项成果获得美国国家科学院院士 Walter Isard, 诺贝尔奖金获得者 Wassily Leontief, 澳大利亚 R. C. Jensen 教授和国际投入产出协会主席 K. R.

Polenske 和诺贝尔奖学金获得者 Lawrence Klein 等的很高评价。如 Walter Isard 认为:“投入占用产出分析令人极为感兴趣”,“远比标准的投入产出分析好”,是“非常有价值的发现”,是“先驱性研究”等。国际投入产出协会主席 Karen R. Polenske 曾三次来信建议进行合作研究和应用,得到美国国家科学基金会(NSF)批准,作为美、中国际合作交流项目(US-China Cooperative Research: No. INT-9511512, INT-9970425)。由于麻省理工学院有关教授的建议,全球可持续发展联盟(AGS)已连续 7 年把“投入占用产出在中国乡镇企业能源利用和环境保护中的应用”项目列为资助项目。

2 全国粮食产量预测

粮食生产在我国国民经济中占有特别重要的地位,粮食收成的好坏直接影响到国民经济各部门的发展和人民的生活。早在 20 世纪 80 年代初,中央有关部门就委托中国科学院进行全国粮食产量预测,并对此项预测提出两项要求:第一,为便于及早安排粮食的消费、存储和进出口,预测提前期要求为半年左右;第二,预测精度高,要求误差在 3% 以下。

2.1 系统综合因素预测法

为满足中央有关部门对粮食产量预测工作的要求,同时根据农业复杂巨系统的特点和系统科学方法,我们提出了系统综合因素预测法^[2]。

(1)理论前提

农业生产系统是一个复杂的巨系统,在系统内部和系统与环境之间存在复杂的相互联系。影响粮食产量的因素主要有四类,即,(i)社会政治经济因

国家自然科学基金资助项目。
本文于 2003 年 1 月 27 日收到。

素,如农业政策、农民受教育程度、价格等;(ii)生产
技术因素,如肥料、良种、灌溉、动力等;(iii)自然
因素,包括气象因素和非气象因素;(iv)其他。只有全
面地考虑这些主要因素的作用,才能提高粮食产量
预测的精度。

系统综合因素预测法与气象产量预测法的主要
区别是前者认为因素(1)和(2)不仅决定粮食生产的
长期趋势,而且是造成年度间粮食生产波动的重要
因素。如我国1959—1961年粮食产量的大幅度下
降,1981—1984年粮食产量的大幅度上升主要是社
会政治经济因素造成的。系统综合因素预测法的预
测方程为:

$$\hat{Y} = f(X^1, X^2, X^3) + CA \quad (2)$$

这里 \hat{Y} 、 X^1 、 X^2 、 X^3 分别表示粮食亩产、各种社
会政治经济因素、生产技术因素和自然因素, CA 为
调整项。

(2)关键技术——投入占用产出技术

利用投入占用产出技术可以对农业生产进行深
入的经济分析,分析农作物生产过程中的投入,如化
肥、种子、动力、农业服务等,和占用如耕地、水、劳
动力等对农作物产量的影响。特别是在农业投入占用
产出表基础上可以计算以下两组指标:第一,各种农
作物的每亩纯收益、每个工日纯收益和资金利润率。
事实表明,1981年后中国粮食生产的波动与粮食纯
收益的变化有密切关系,纯收益的高低直接影响粮
食生产的投入和占用的数量。统计检验表明上一年
度的粮食纯收益与本年度的产量有显著的线性相关
关系。第二,利用投入占用产出表可以精确地计算
各种农产品对各种投入品的完全消耗系数^[1,3]。在
投入产出分析中完全消耗系数的计算公式为:

$$B(I - A)^{-1} - I \quad (3)$$

这里 A 、 B 分别为直接消耗系数矩阵和完全消
耗系数矩阵, I 为单位矩阵;而投入占用产出分析得
出新的完全消耗系数计算公式为:

$$B = (I - A - \hat{\alpha}D)^{-1} - I \quad (4)$$

这里 $\hat{\alpha}$ 、 D 分别为固定资产折旧率对角矩阵和
对固定资产的直接消耗系数矩阵。如1987年中国
生产每吨小麦直接耗电45.4度,利用(3)式得出小
麦对电的完全消耗为157度/吨,而利用(4)式得出
为198度/吨。

(3)应用效果与评价

从1980年开始,我们在每年4月底完成全国粮
食、棉花和油料产量预测报告,5月初由中国科学院
院长报送中央主要领导和中央有关部门。预测结果

如下:

第一,预报粮食产量丰、平、歉方向正确。原国
务院农村发展研究中心曾致函中国科学院:“特别
是在我国粮食产量起伏很大的年份,这项研究提供
了较准确的预报,使各项农业工作较为主动,起了
预警作用。”中共中央政策研究室曾致函中国科
学院:“这些预测报告为中央领导和有关部门分析
我国农业形势和进行农业决策提供了一项重要的
参考依据”。

第二,预测提前期为半年以上。中国70%的粮
食在秋季收获,11月全国范围秋收结束,才获得
当年粮食产量的初步统计数,我们的预测报告在4
月底完成,5月初上报中央。

第三,预测精度很高。22年的平均预测误差为
统计产量的1.6%。实际预测结果见表1。

表1 历年全国粮食产量预测情况

单位:亿斤

年份	预测产量	实际产量	预测误差(%)	预测时间
1980	6 393	6 411	-0.3	当年9月
1981	6 646	6 500	+2.2	当年4月
1982	6 939	7 090	-2.1	当年8月
1983	7 609	7 746	-1.8	当年3月
1984	7 945	8 146	-2.5	当年4月
1985	7 600	7 582	+0.2	当年4月
1986	7 800	7 830	-0.4	当年4月
1987	8 065	8 060	+0.1	当年4月
1988	7 980	7 882	+1.2	当年4月
1989	8 268	8 151	+1.4	当年4月
1990	8 425	8 925	-5.6	1989年10月
1991	8 780	8 706	+0.8	当年4月
1992	8 746	8 853	-1.2	当年4月
1993	8 880	9 130	-2.7	当年5月9日
1994	8 870	8 902	-0.4	当年4月30日
1995	9 220	9 332	-1.2	当年4月27日
1996	9 680	10 091	-4.1	当年4月28日
1997	9 970	9 883	+0.9	当年5月8日
1998	9 960	10 246	-2.8	当年4月26日
1999	10 150	10 168	-0.2	当年4月25日
2000	9 950	9 244	+7.6	当年4月26日
2001	9 180	9 053	+1.4	当年4月27日

资料来源:历年统计产量取自:国家统计局编,中国统计年鉴,中
国统计出版社,1981—2001;预测产量取自中国科学院全国粮食产量
预测报告。

特别是我院进行创新工程以来,我们提出了非
线性投入占用产出技术,并将其用于全国粮食产量
预测,精度又有了大幅度提高。如2001年5月初由
路甬祥院长向中央领导报送的“2001年全国粮食、
棉花和油料产量预测及‘十五’期间粮食供求的动态
分析”中,预报2001年全国粮食产量为4.59亿吨
(9 180亿斤)。根据国家统计局2002年2月底发表
的“中华人民共和国2001年国民经济和社会发展统

计公报”,我国2001年全国粮食产量为4.53亿吨(9053亿斤),预测误差仅为1.4%左右。目前国际上发达国家粮食产量预测误差通常为产量的5%—10%,此项科研工作的预测精度已显著地高于国际同类工作水平。

此项科研工作曾获得李鹏、李岚清、邹家华等中央领导同志的表扬和好评^[4,5]。1999年8月在有1400多人参加的第十五届国际运筹联(IFORS)世界大会上,陈锡康、潘晓明、杨翠红的论文“中国粮食产量预测”获得了大会唯一的国际运筹学进展奖一等奖^[2]。此项科研工作曾获得中国科学院科学技术进步奖一等奖(1992)和国家科学技术进步奖三等奖(1996)。

2.2 系统综合因素预测法与国际上谷物产量预测法的比较

目前国际上谷物产量预测主要有三种方法:

(1)气象产量预测法 该预测法主要根据气象因子利用统计方法来预测谷物产量。其理论前提是经济技术因子的变动是一个长期的、逐渐的、平稳的过程,可以用时间 t 的趋势产量来表示。造成历年谷物产量波动主要是气象因子的作用,其预测方程为:

$$Y = \hat{Y}_t + \hat{Y}_w(X_1, X_2, \dots, X_k) + u \quad (1)$$

这里 Y , \hat{Y}_t , \hat{Y}_w 和 u 分别表示谷物的单产、趋势产量、气象产量和随机干扰项, X_1, X_2, \dots, X_k 分别表示谷物生长期的各种气象因子,如降水量、温度、日照等的数值^[6]。

根据美国、原苏联、加拿大和中国的文献报导,气象预测法的预测误差通常为产量的5%—10%,预测提前期一般为两个月左右。如著名的加拿大谷物预测专家G. D. V. Williams(1975)利用气象预测法对加拿大的小麦、燕麦和大麦产量进行预报的误差分别为产量的8.8%、4.7%和5.4%,预测提前期为收获前两个月^[7]。

(2)遥感技术预测法 各种作物具有不同的光谱特性,即对不同波长的电磁波的反射率和辐射率各不相同。遥感技术即利用卫星上的传感器所接收的地面目标物所反射和辐射的电磁波来进行作物产量预测。

目前国际上发达国家利用遥感技术进行作物产量预测的误差通常为产量的5%—10%。如1974到1977年,美国农业部进行了大面积作物产量估产实验项目LACIE(Large Area Crop Inventory and Experience),对世界主要地区作物产量进行了估产。小麦的估产精度为90%,棉花和玉米的估产精度为

78%—80%。M. J. Hayes等利用NOAA/AVHRR卫星数据所得到的植被生长指数(Vegetation Condition Index),并结合地理信息系统(GIS)的资料,对美国玉米产量进行了大范围预测。1985—1992年的预测结果为:预测提前期为两个月左右,8年的平均预测误差为4.9%^[8-10]。

(3)统计动力学生长模拟法。在植物生理学原理基础上利用模拟方法研究各种环境因子与作物产量的关系,如温度、光照、CO₂浓度等对作物光合作用、蒸腾、呼吸、干物质形成、籽粒发育过程的影响^[11,12]。日本的村田(Murata)、上野(Ueno)等研究了水稻产量与水稻籽粒形成的关键时期(8,9月)的平均气温、日照时数的关系。目前这种方法和气象产量预测法有结合的趋势,但由于难于及时获得大面积的各种数据,该方法仍处于小范围实验阶段。

上述三种方法的预测提前期通常为两个月左右,误差为产量的5%—10%。这是由于地表作物尚未生长到一定程度时,就难以利用遥感技术进行预测,而目前世界气象科学的发展水平对1个月以上的天气情况还难以作出可靠的预测,这些都影响了这些方法的预测提前期和预测精度。

3 投入占用产出技术在乡镇企业中应用

目前投入占用产出技术已在我国很多领域得到应用,如利用投入占用产出技术进行全国粮食产量预测,研究乡镇企业能源利用和环境保护^[13]。在国家自然科学基金和全球可持续发展联盟的联合支持下,我们与美国麻省理工学院、日本东京大学和瑞士联邦工学院合作,把投入占用产出技术应用到乡镇企业,编制了全国和山西省乡镇企业环境经济投入占用产出表,并进行了国有企业和乡镇企业的比较研究。对山西省进行了2次乡镇炼焦企业调查,获得了大量的有关乡镇炼焦企业技术、能源消耗等方面的第一手资料,同时也进行了国有炼焦企业的相关调查,并对乡镇炼焦业和国有炼焦业进行了对比分析。目前该项目仍在进行中,正拟编制全国1997年度和2002年度的乡镇企业投入占用产出表,期望能得到时间序列的数据,便于做结构分解分析。

在合作交流上,原国际投入产出协会主席Karen R. Polenske曾三次来信,建议进行合作研究和应用,并多次来华。主要集中在投入占用产出技术及其在中国乡镇企业中应用研究,该项目得到美国科学基金会(NSF)批准,作为美、中国际合作交流项目(US-China Cooperative Research: No. INT-9511512, No.

INT-9970425)。根据她的建议,此项目已连续7年被美国国家科学基金会批准作为美中国际合作和交流项目。

参 考 文 献

- [1] Chen Xikang. Input-Occupancy-Output Analyses and Its Application in Chinese Economy. in: The Current State of Economic Science, 1999, 1:501—514.
- [2] Xikang Chen, Xiaoming Pan, Yang Cuihong. On the study of China's grain prediction. International Transactions in Operational Research. 2001, 8(4):429—437.
- [3] Guo Ju-e. Study on Trends of Change in Direct Input Coefficient of China. Journal of Systems Science and Systems Engineering, 2000, 9(1): 61—64.
- [4] 李鹏. 首先要解决好农业问题. 北京:农民日报,1996, 8/23(第1版).
- [5] 李鹏. 关于科技投入和基础研究规划问题. 中国科学基金, 1997, 11(3):157—158.
- [6] Thompson L. M. Weather and technology in the production of wheat in the United States. Journal of Soil and Weather Conservation, 1969, 24:214—219.
- [7] Williams G D V, Joynt M I, McCormick P A. Regression analysis of Canadian prairie crop district cereal yields, 1961—1972. in relation to weather, soil and trend, Canadian Journal of Soil Science, 1975, 55: 43—53.
- [8] Eerens H et al. The integration of remote sensing and GIS technologies for the mapping of land use and the assessment of crop acreages. Proceedings of the 24th International Symposium on Remote Sensing of Environment, 1991, 5:525—536.
- [9] Hayes M J, Decker W L. Using NOAA AVHRR data to estimate maize production in the United States Corn Belt. International Journal of Remote Sensing, 1996, 17(16):3 189—3 200.
- [10] Quamby N A et al. The use of multi-temporal NDVI measurements from AVHRR data for crop yield estimation and prediction. International Journal of Remote Sensing, 1993, 14(2):199—650.
- [11] Wang Chunyi. A Diagnostic Experiment of The Influence of CO₂ on The Winter Wheat. Journal of Environmental Sciences (Quarterly), 1995, 7 (2): 167—175.
- [12] Wang Chunyi, Pan Yayu et al. The experiment study of effects doubled CO₂ concentration on several main crops in China. ACTA Meteorologica Sinica, 1997, 55(1): 86—94.
- [13] Yang Cuihong. A New method to Calculate Investment Multiplier. Journal of Systems Science and Systems Engineering, 1999, 8(4): 499—502.

INPUT-OCCUPANCY-OUTPUT TECHNIQUE AND ITS APPLICATIONS IN CHINA'S GRAIN OUTPUT PREDICTION AND TOWNSHIP AND VILLAGE ENTERPRISES

Chen Xikang Yang Cuihong

(Academy of Mathematics and Systems Science, CAS, Beijing, 100080)

Key words Input-Occupancy-Output Technique, China's Grain Output Prediction, Township and Village Enterprises

·资料·信息·

我国学者成功定位鼻咽癌易感基因

2002年度“中国高等学校十大科技进展”于近日揭晓。中山大学推荐的鼻咽癌分子遗传学研究榜上有名。该项研究成果是在国家自然科学基金、“863”和“973”等项目支持下,由中山大学肿瘤研究中心曾益新教授领导的科研小组在多年研究基础上取得的。

曾益新教授为1998年度国家杰出青年科学基金获得者,多年来一直从事鼻咽癌易感基因的定位研究工作。他们建立了迄今为止国际上最大的鼻咽癌高发家系样品库,从广东、广西、湖南和江西等省共收集了132个鼻咽癌高发家系,并建立了1300多转化细胞株。选取其中32个讲广州方言的家系,通

过全基因组扫描、精细定位和遗传连锁分析,成功地把鼻咽癌易感基因定位在4号染色体4p15.1—q12区域,这是鼻咽癌相关领域研究史上的突破。这一研究结果发表在国际权威杂志*Nature Genetics*上。

鼻咽癌在世界大多数国家并不常见,但在我国南方和东南亚,则是常见的恶性肿瘤。鼻咽癌易感基因的克隆有利于深入理解鼻咽癌及其他恶性肿瘤在遗传因素和环境因素共同作用下的发病机理,有利于对高危人群的预测和鼻咽癌早期诊断方法的建立;对鼻咽癌的早期发现、治疗和新型药物的设计都有所裨益,因而有巨大的学术意义和应用前景。

(生命科学部 董尔丹 徐岩英 叶鑫生 供稿)