

庄立伟 王馥棠 王石立

(中国气象科学研究院,北京 100081)

提 要

介绍了我国粮食产量综合预测方法及其预测系统的结构与特性。系统的模型体系包括气象预测模型、社会经济因素预测模型、社会经济和气象因子综合预测模型,通过实例分析了这3个不同预测模型的历史拟合情况和预报效果。结果表明,综合模型的预测效果比单一模型好,但其业务化程度较低,需要进一步改进。

关键词: 粮食产量 综合预测 预测系统

引 言

分析影响粮食产量的因素,提前对计划年度内的粮食产量作出有科学依据的预测,是国家制定农业政策和计划的重要依据,对指导粮食生产,安排调运供应和进出口计划以及防灾减灾具有重要的指导意义。

目前从气象角度进行的预测粮食产量方法基本上分为3类:统计模型预测法、遥感预测法和动力学生长模拟法。目前,我国气象部门已投入业务的是基于统计模型之上的气象预测法,即利用气象因子预测粮食产量,这种方法的不足是没有考虑社会经济因素对时间趋势项影响,在进行趋势产量外延预测时,不够客观,人为性较大;中国科学院系统科学研究所提出了另一种基于统计模型的社会经济因素预测法,认为社会经济因素不仅决定了粮食产量的变化趋势,而且也是粮食产量时起时落、上下波动的重要原因之一。这种方法着重强调社会经济因素对粮食产量的贡献,而忽略气象因素对粮食产量的影响。本文提出的综合预测模型引入了影响产量变化的气象因素和社会因素,认为社会经济因素不仅决定了粮食产量的变化趋势,而且与气象因素一样也是造成粮食产量上下波动的重要因素,并在此基础上建立了粮食产量综合预测

系统。

1 影响粮食产量的基本因素

粮食生产涉及的因素很多,通常可以把影响粮食产量的因素划分为自然因素、社会经济因素以及其它的随机因素3类。

自然因素是指粮食生产所依赖的自然条件,可分为气象因素和非气象因素两类。温度、日照、降水是影响农作物生长发育及产量形成的基本环境气象因子。温、光、水是以大气环流为背景并受其制约的。大气环流特征的改变,会使地面气象因子发生变化,从而影响粮食产量;海温的变化,直接影响大气环流,并通过大气环流影响到某一地区的气候。大气环流和海温是影响产量的间接气象因素,具有空间尺度大、时间尺度长和宏观、综合的特征。非气象因素是指地形地势、土壤类型、肥力等,这是粮食生长的最基本的自然条件状况。

社会经济因素主要有生产技术因素和管理因素两类。随着社会的进步,科学技术的发展,社会经济因素对粮食生产影响越来越大,有时甚至成为粮食增长的主要因素。生产技术因素是影响粮食产量的科学技术因素,主要有化肥、农家肥、灌溉、机械化、良种、耕作技术、劳动力、畜力等,这是影响粮食生产的

直接因素。管理因素主要是指国家对农业的政策、粮食的价格、农业生产的管理、农作物的布局与结构等。

2 系统的预测方法与模型

根据所使用的因子类型,把预测粮食产量的方法分为3类:气象预测法、社会经济计量预测法、社会经济和气象因子综合预测法。

目前,在气象业务中使用的气象预测模型^[1]可以简单地表述如下:

$$\hat{Y} = \hat{Y}_t + \hat{Y}_w \quad (1)$$

式中, \hat{Y} 为粮食的预测产量; \hat{Y}_t 为预测的趋势产量,是时间函数,反映了一定时期的社会发展水平,一般来说对粮食产量的影响是一个逐渐的、比较平稳的过程; \hat{Y}_w 为预测的气象产量,反映了气象因素(光温水、大气环流和海温因子)对粮食产量的影响,是很不稳定的随机过程。研究表明^[2],北太平洋海温与我国粮食产量存在着密切的关系,在实际业务中,也体现了使用海温进行预测比用其它的气象因子更稳定、准确。

社会经济因素对粮食产量有着直接的影响,它们直接存在某种函数关系^[3,4]。实际上,社会经济因素不仅决定了粮食产量的变化趋势,而且也是引起粮食产量波动的重要原因之一。因此,可以采取类似气象预测的处理方法,把粮食产量分解为由化肥施用量、灌溉面积和农业机械用量等社会经济因素决定的时间趋势产量(Y_t),受自然灾害、政策、价格和农业生产管理等因素影响着波动产量(Y_w)和随机产量(ΔY)三部分。这样,社会经济因素模型可以表示如下:

$$Y = Y_t + Y_w + \Delta Y \quad (2)$$

在实际应用中,假设 ΔY 可以忽略不计。这样,社会经济因素的粮食的预测产量 \hat{Y} 可以简单地表示为:

$$\hat{Y} = \hat{Y}_t + \hat{Y}_w \quad (3)$$

式中, \hat{Y}_t 为预测的趋势产量, \hat{Y}_w 为预测的波动产量。这种分解式的预测模型比以往直接

回归(函数关系)的模型更为客观,预报更加准确。

社会经济模型在其时间趋势项上引入了社会经济因子,比较客观地反映了农业投入对粮食产量的影响,弥补了气象模型只用简单的时间函数来模拟和预测趋势产量的不足,但社会经济模式忽略了气象条件对波动产量的作用,从而影响了预报效果。为此,建立了社会经济和气象因素综合预测模型,粮食的预测产量 \hat{Y} 简单的表示如下:

$$\hat{Y} = \hat{Y}_t + f(\hat{Y}_w, X_1, X_2, \dots, X_m) \quad (4)$$

式中, \hat{Y}_t 为预测的趋势产量,是社会经济因子(主要是化肥使用量)的函数; \hat{Y}_w 为预测的气象产量; X_1, X_2, \dots, X_m 为具有波动作用的社会经济因子。在综合模型式(4)中,由于同时引入了气象因素和社会经济因素对粮食产量的综合影响,因此,提高了预测系统的预报可靠性和预报精度。

3 系统的结构和特性

3.1 系统结构

系统集成数据采集、数据处理、各种预测方法、预测结果分析为一整体,把产量预测所涉及的整个过程组装在一个系统,为预测人员提供了良好的预测环境。系统由终端用户接口、数据库系统、模型库系统、图形库系统、工作空间5个部分组成,它们之间相互联系,共同构成一个完整的预测系统,如图1所示。①终端用户接口以下拉式窗口菜单的形式向用户提供系统各部分的功能,引导用户进入特定的功能模块,完成某种操作后再引导用户返回接口,继而可再选择其它功能或结束运行。②数据库系统由数据库和数据库管理系统两部分组成。数据库存放基础数据以及由数据进行运算而产生的预测因子数据。数据库管理系统对库内数据进行查询、修改、增删、输出,此外,还可以对基础数据进行运算,为预测提供必要的预测因子数据。③工作空间存放整个预测过程中的各种中间结果和最

后预测结果,并且存放预测各阶段所需要的有关数据。④ 模型库系统由模型库和模型连结两部分组成。模型连结部分是通过会话方式或自动方式对模型库内存入的子程序进行调用和操作的模块。通过调用,使模型库内的方法和模型连接在一起,并与所需要的数据连接在一起,完成一个完整的预测过程。模型库内有各种趋势产量模拟模块、因子分析与检验模块、参数估计模块以及预测集成等多种分析与建模模块。用户可根据具体情况,运用系统提供的条件,通过会话方式,调用某些模块,反复运行、试验,逐步建立符合要求的预测模型,并且根据模型的预测效果及具体情况,把模型思路存储在模型库中,供以后直接调用,不必再进行人机会话。⑤ 图形库系统存放图形程序,在预测的趋势产量模拟、因子处理与选择检验等阶段显示有关曲线,作为用户在建立模型时进行选择、判断和决策的辅助工具。

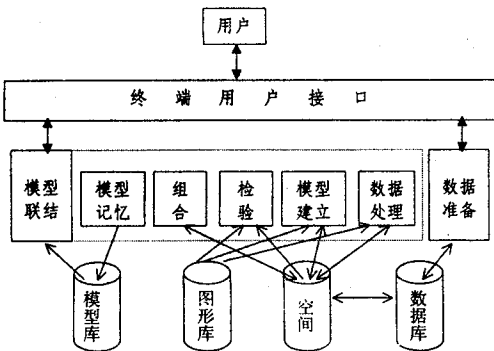


图1 粮食产量综合预报系统结构图

3.2 系统特点

3.2.1 系统结构合理。系统使用 C、Quick-Basic 高级语言和汇编语言混合编写而成,采用结构化、模块化技术编程,程序易读、代码较短,易于扩充开发和移植。

3.2.2 界面友好。用户界面采用下拉式中文菜单提示,菜单层次清晰,操作简便,适合于

非专业人员使用。

3.2.3 显示直观。系统把各步骤操作结果用曲线图在屏幕上显示出来,用户可以直观地看到每步操作的结果,比较其优劣,选择下一步的操作方法。

3.2.4 有一定的容错能力。当用户操作失误时,系统会提示警告信息,告诉用户出错的原因或下一步如何操作,不会导致系统运行中断。

3.2.5 预测可靠、准确。系统的预测模型包括气象预测法、社会经济因子预测法、气象和社会经济因子综合预测法以及模型预测集成法,每一方法又可以选择不同的模式或方法建立不同的模型。这种多模型体系可以提高预测的可靠性和准确性。

4 实例分析

粮食产量资料取1965~1992年,以海温(1~6月)和社会经济因素作为预测因子。分别采用气象预测法、社会经济因素预测法以及社会经济和气象因子综合预测法建立了3个不同的预测模型,分析了各模型的有关统计参数、历史拟合情况,并对1994和1995年的预测结果作了比较。

4.1 模型的有关统计参数

3种预测模型的有关统计参数如表1所示。

表1 不同的预测模型的有关统计参数

	气象	社会经济因素	社会经济和气象
复相关系数	0.999	0.998	0.999
拟合标准差	4.70	5.43	4.45
最大拟合误差/kg	6.01	7.06	5.05
最大拟合相对误差/%	2.46	3.39	2.57
历史拟合率/%	99.08	98.85	99.06

从表1可以看出,这3种预测模型的拟合效果均较好,历史拟合率达98%以上,最大拟合误差只7.05kg(3.39%),综合模型比其它单一模型的模拟效果更好一些,但它们之间的差异已很小。

4.2 历史拟合误差情况

图2为3种模型的历史拟合误差波动情况。从图2中可以看出,3个模型的各年拟合误差都较小,大部分年份的误差在±5kg之内,社会经济模型的误差波动稍大,综合模型的误差波动较小,但这3种模型的拟合误差波动趋势基本一致,特别是在1980年以后更为明显,说明这些波动受到随机因素影响基本相同。

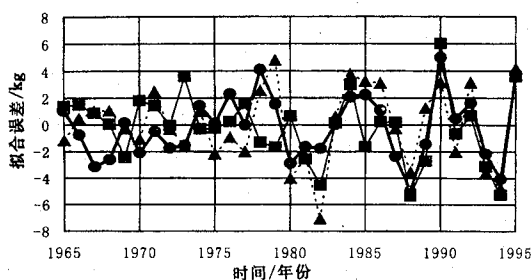


图2 不同模型的历史拟合误差波动

矩形:气象方法,三角形:社会经济方法,实心圆:综合方法

4.3 模型预测结果

从这3个预测模型对1994、1995年的粮食单产进行预测结果(如表2)来看,3个模型的预测精度都较高,预测误差在2%以下,其中,气象和社会经济因子综合预测模型效果最好,预测误差最低。

5 小结

气象预测模型、社会经济因素预测模型、社会经济和气象因子综合预测模型的预测效

果均较好。虽然社会经济和气象因子综合预测模型比单一的预测模型预测效果好,但由于社会经济因素实时资料来自统计部门的农村调查结果,预报因子难以及时获得,预报时效较短,因而要投入业务预报还需要进一步研究。相对而言,气象预测模型预报精度也较高,其预测因子也容易在全国的气象业务网上及时获得,预测及时、时效长,适合于开展业务预报,并已在多年的粮食产量业务预报中取得了较满意的效果,多年平均误差在3%以下。

表2 不同预测模型对粮食单产预测结果对比

模型	项目	1994年	1995年
气象	实测值/kg	270.9	282.7
	预测值/kg	276.2	279.1
	绝对误差/kg	-5.3	3.6
	相对误差/%	1.96	1.27
社会经济	预测值/kg	275.7	278.5
	绝对误差/kg	-4.8	4.2
	相对误差/%	1.77	1.49
综合	预测值/kg	274.9	278.9
	绝对误差/kg	-4.0	3.8
	相对误差/%	1.48	1.34

参考文献

- 王馥棠,李郁竹,王石立. 农业气象产量模拟与模型引论. 北京:科学出版社,1990.
- 赵四强. 欧亚大气环流和北太平洋海温与我国粮食产量. 农业气象,1983,4(3).
- 胡慧敏,张友贵. 山西省冬小麦遥感估产辅助模式研究:冬小麦气象卫星遥感动态监测与估产. 北京:气象出版社,1989.
- 赵四强,王建林,安长生. 冬小麦产量预报的经济计量-气候模式:冬小麦气象卫星遥感动态监测与估产. 北京:气象出版社,1989.

The Synthetic System for Forecasting Grain Yield in China

Zhuang Liwei Wang Futang Wang Shili

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Abstract

The synthetic method and system structure of grain yield forecasting were introduced. The system includes some forecasting models, such as meteorological, socioeconomic and the synthetic of both. Historical fitting and forecasting effect of three different models were analyzed by studying some cases. The result shows that the synthetic model is better than unitary model, but improvement is still needed for operation.

Key Words: grain yield synthetic forecast forecasting system.