

我国国家级农业气象产量 预报科研业务进展

张 宇 庄立伟 王建林

(中国气象科学研究院,北京 100081)

提 要

回顾、总结了近年来我国国家级农业气象产量预报科研和业务方面的主要进展。几年来,在产量序列的分解和产量预测方面有所发展,并逐步开展模拟模式在产量变化分析和预测中的应用。在业务建设方面,不断充实历史资料数据库,加强通讯网络建设,并研制了新一代产量预报业务系统(WAYPS),业务服务水平有了较大提高。

关键词: 农业气象产量预报 科研与业务服务 进展

我国农业气象产量预报自70年代后期以来,经过全国性的课题协作研究,在预测理论和方法等方面发展较快,为我国农业气象产量预报的业务服务奠定了基础^[1]。80年代中后期开展了国家级和省(市)级业务化试验研究,90年代初已逐步成为气象部门的一项基本业务工作。在预报服务的业务化和规范化方面有了很大发展。同时,根据业务预报的实际需要,进一步深化、完善预报理论和方法,开发、改进预报模型和计算机软件系统,不断加强资料信息系统建设,与国家有关部门和各省(市、区)气象局建立了相对稳定、协调的业务关系,形成了以农业气象产量预测模型为核心、综合其它有关因素、适用于不同时空尺度的业务服务系统。本文就我国国家级农业气象产量预报在科研业务方面的进展作一简要回顾和总结。

1 分析、预测理论和方法的研究进展

1.1 统计预报理论和方法

1.1.1 产量变化影响因子分析及趋势产量

预测

作物产量的变化是由诸多因子共同决定的。气象因子对农业产量的影响最为直接、频繁,也最难以控制。根据1951—1990年全国粮食和稻、麦产量变化的分析:40年的总产年际波动中,面积波动的影响平均占1/3,单产波动的影响平均占2/3。在整个单产的年际波动中,技术水平的影响平均占35%—40%,社会因素的影响平均占10%—15%,而以气象因素为主的其它因素的影响平均占50%左右。可见气象因素是影响产量年际波动的主要因子。从预报的角度看,由于农业生产技术水平和社会因素的变化有一定的连续性,即使简单外延预报也很有效,因而预测气象条件及其对产量的影响就显得更为重要。

根据以上分析,几年来我们尝试了将作物单产(Y)分解为技术水平影响(Y_t)、社会因素影响(Y_s)和气象因素影响(Y_w)及其它偶然因素的作用(Y_e)4部分,即

$$Y = Y_t + Y_s + Y_w + Y_e \quad (1)$$

对于某一年而言,各因子共同影响作物产量,且有强烈的交互作用。但就总体而言,它们的时间变化趋势很不相同; Y_t 表现为平稳、连续、单调升高的变化趋势, Y_t 呈周期性波动特征,且有一定的连续性,而 Y_{t-1} 年际间差异很大,几乎没有连续性。因而可用趋势分离的方法将它们大致分离出来。在实际预报中, Y_t 基本可以直接外推,而 Y_{t-1} 应综合考虑其历史变化趋势和农业生产形势来确定。

趋势产量预测中,更为直接、客观的方法是建立趋势产量与农业经济计量因子的预测模型。如赵四强等^[2]建立了全国11省(市)冬小麦趋势产量与农村用电量、化肥施用量和排灌总动力的预测模型。但这种方法的缺陷在于难以及时获得准确数据。

由于各影响因素的复杂性,无论用什么方法进行分离,都难以准确反映特定年份的具体情况,因而王建林等^[3]提出了差值法。其基本假设:气象因子是引起产量年际间波动的主要因素,对相邻两年来说,生产技术水平和社会因素等的影响变化不大,因而用相邻两年产量之差基本可以消除它们的影响,而突出气象因子的作用:

$$\Delta Y(i) = f[\Delta x_1(i), \Delta x_2(i), \dots, \Delta x_n(i)] \quad (2)$$

式中, $\Delta Y(i)$ 为第*i*年与*i*-1年产量之差, $\Delta x_1(i)$ 、 $\Delta x_2(i)$ 和 $\Delta x_n(i)$ 分别表示用于预报的气象因子第*i*年与*i*-1年之差。这种方法省去了对原始序列的分离,利用相似年型分析,对于异常天气条件下的产量预测是比较有效的。

1.1.2 气象条件对产量影响的预测

国家级产量预报的时空尺度较大。近年来逐步研制了适合于大尺度作物产量预报,又便于业务服务的方法和模型,主要包括:

①500hPa月平均高度场混合展开预报模型;

②500hPa月平均高度场、天气环流特征量、北太平洋海平面温度和太阳黑子预测产量丰歉趋势模型;

③地面气象要素分析预测模型;

④专家系统在分析、预测中的应用^[4];

⑤地温产量预测模型;

⑥周期分析^[5]和马尔柯夫链方法等。

围绕统计预报中因子选择这一关键问题,作者^[6]应用蒙特卡洛方法,对根据单相关系数选择因子时,产生取伪和弃真两类错误的可能性进行了估计。结合业务服务实际,分析了统计模式在产量预测中存在的一些问题^[7]。根据作物产量变化的具体情况,提出了作物产量预报准确性和有效性的评估方法^[8],进一步深化了对产量预报效果的认识,使不同作物间有更好的可比性。

1.1.3 主要作物产量变化规律和预报方法

为了便于业务预报,加深对各种作物产量变化规律的认识,近年来,对主要作物产量变化的基本特征作了较为深入、全面的分析,建立了主要作物总产、面积和单产的时空分布图,为预报分析提供了基本背景。同时根据各主要作物的特点,分别建立了全国双季早稻^[5]、双季晚稻、小麦^[2]、棉花^[3]、大豆和全国粮食等预报模型,进一步推动了预报业务的发展。

1.2 生长模拟模式的研究与应用

作物生长模拟模式摆脱了历史产量序列,在给定气候情景下模拟作物的动态表现,对于不同时空尺度气候变化和波动对作物的影响、农业产量预测及风险分析与决策具有重要意义。近年来,我们引进、剖析了CERES系列模式,并开展田间试验,根据我国的实际

情况建立模式^[9]。在对 CERES 小麦模式分析验证的基础上,模拟分析了不同气候情景和生产措施下冬小麦生育过程和产量结构的表现。

2 业务服务系统建设

国家级农业气象产量预报业务系统包括资料传输和处理、模式计算、分析会商及预报服务几个部分,需要各级基层气象台站和省(市、区)气象部门的共同配合,是一个庞大的系统工程(如图1)。几年来,在数据库、实时通讯及计算机软件系统等方面有了较大发展。

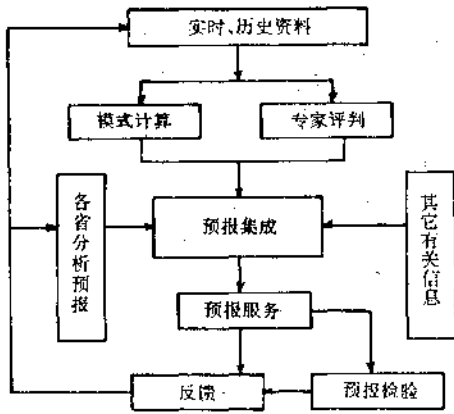


图1 国家级农业气象产量预报业务系统的结构和流程

2.1 历史资料及数据库

历史资料是统计分析、预报的基础。近年来我们根据业务工作的实际需要,积累了大量的历史资料,并分类建库。主要包括:

2.1.1 农业生产基本历史资料。以汉化 LOTUS-123 文件的存贮方式,建立了全国和各省(市、区)有关种植业方面的主要资料。

2.1.2 地面气象与农业气象资料。以 dBASE 的形式,建立了全国近 600 个站点建站以来农业气象旬报电码(AB 报)的主要要素,其中包括气象段、作物段、灾害段和土壤水分 4 部分。

素,其中包括气象段、作物段、灾害段和土壤水分 4 部分。

2.1.3 大气环流与海温资料。以有格式文本文件的形式,建立了 1951 年以来北半球 500hPa 月平均高度场资料及其混合展开参数、逐月全球大气环流特征量(73 项)、北太平洋海面温度和太阳黑子等资料的数据库。

2.2 实时通讯网及情报资料检索系统

与部分省(市、区)建立了实时计算机通讯网,使文字材料、图表、数据和程序等可以及时交换、共享,增强了各级气象部门的协调配合和综合服务能力。

为了满足产量预报中对作物状况分析的需要。针对 AB 报资料开发了根据作物、灾害和省份的检索系统。配合农业气象图形分析系统(AMG),可以更为全面、具体地掌握农业生产的时空分布。

2.3 农业气象产量预测软件系统

通过全国性的课题协作研究,提出了许多适用于不同时空尺度的分析、预测方法。在业务化试验研究期间,庄立伟等^[10,11]研制了作物产量预测系统(CYPS)。该系统较全面地包括了产量分离、回归分析、聚类分析、预报集成、图形显示和数据管理等功能,各种方法相对独立,具有方法齐全、使用灵活方便的特点,不仅可用于产量预报的分析、建模,亦可用于其它目的的统计分析。

随着产量预报业务服务的规范化和系统化,庄立伟等又在 CYPS 的基础上,发展了新的预测系统(WAYPS)。它以 Quick Basic 和汇编语言写成,采用下拉式菜单,新颖美观、操作方便;容错性强,随时提供简短的帮助和提示;系统提供了多项方法选择和参数设定窗,兼顾了业务服务的规范性和灵活性。该系统比较完整地实现了资料输入、模式研制、分

析预报、结果输出和验证等一整套过程。图2为WAYPS的基本结构和主要功能。

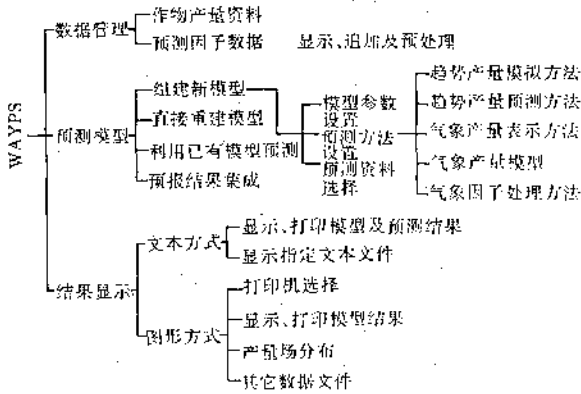


图2 WAYPS的结构和主要功能

3 业务预报与服务

1987年国家级产量预报业务化试验研究以来,已发布预报近百次,预报作物的种类不断增加,时效性不断增强。有趋势预报、定量预报,并逐步由单产扩展到总产。1991年以来,每年以《农业产量气象监测预测报告》

的形式,发布预报15期左右。目前已成为国家有关部门及时掌握农业产量的重要依据,多次参加农业部、国家计委和国家统计局等单位主持召开的会商会,取得了明显的经济效益和社会效益,并推动了省、地级农业气象产量预报业务服务系统的规范化建设。

由于各种作物产量的年际波动差异很大,仅用相对误差难以较为客观地反映预报的有效性^[3],为此用简单延续性预报的平均误差(ER)与实际预报误差之比(AER),作为预报有效性指标(R)。

$$R = ER/AER \quad (3)$$

R值越大(特别是R>1),表示预报越有效。式中,

$$ER = \frac{1}{N} \sum_{i=2}^{N+1} |Y(i-1) - Y(i)| / Y(i) \cdot 100\% \quad (4)$$

式中,N为产量序列长度,Y(i)为第i年作物单位面积的产量。附表为1987—1993年主要农作物单产的预报效果。

附表 1987—1993年全国主要农作物单产预报的相对误差(%)及有效性

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	AER	ER	R
粮食	3.69	1.03	1.00	3.05	1.35	1.69	1.49	1.94	5.18	2.67
早稻	0.29	0.29	0.58	3.63	5.03	0.14	0.12	1.44	5.61	3.90
晚稻	2.93	2.88	3.90	2.37	4.39	3.41	10.14	4.00	7.20	1.80
中稻			3.58		5.28	1.22	0.78	2.72	6.96	2.56
玉米	3.38*	3.67*	11.95*	17.23	6.56	2.32	8.58	7.67	5.86	0.76
棉花					18.10	23.86	0.00	13.99	12.09	0.86
秋粮			9.23**	6.00**	7.51	3.05	3.98	5.95	5.30	0.89
大豆		5.50*	13.64*	3.29*			13.00	8.86	14.83	1.67

注: *表示东北地区; **表示总产预报误差。

由附表可见,对大部分作物,R>1,且随着业务预报的发展,相对误差有逐步减小的趋势。误差较大的年份,其预报趋势一般也是正确的。同时可以看出,棉花、玉米等作物,由

于预报工作开展较晚或全国性的预报业务化系统不够完善,预报误差往往较大。受国家政策等社会性因素影响较大的作物和年份,预报误差也往往偏大。

4 未来发展展望

由于目前农业气象产量预报所用资料和方法的局限性,预报精度还不很高,也不够稳定,模式及其检验较大地依赖于社会统计产量。在机理分析、客观评价和风险决策等方面还很不够。在今后的工作中,应大力发展作物生长模拟模式,在给定气候情景和农业措施下,模拟作物的生育过程和产量情况,为产量预测和风险决策提供依据;其次应加强农业气象灾害的预测、监测和影响评估研究;同时应加强全国各级气象部门农业气象产量预报工作的标准化、规范化和系统化,以形成一个统一、协调的业务服务体系。

参考文献

- 1 王馥棠等. 农业产量气象模拟与模型引论. 北京: 科学出版社, 1990.
- 2 赵四强等. 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,

- 1993, 233—237.
- 3 王建林, 赵四强. 全国棉花产量预报模式. 气象, 1990, 16(5).
- 4 张宇, 赵四强. 粮食产量预报专家系统的初步研究. 气象科技, 1992, (2): 77—80.
- 5 张宇, 赵四强. 我国双季早稻产量的变化规律和预报方法. 应用气象学报, 1991, 2(4): 401—407.
- 6 张宇, 赵四强. 利用相关系数进行因子筛选时的两类错误. 气象, 1992, 18(3): 45—49.
- 7 赵四强, 张宇. 利用统计模式预报农作物产量的几个问题. 气象, 1990, 16(9): 31—33.
- 8 张宇, 赵四强. 作物产量预报的准确性和有效性. 气象学报, 1993, 51(1): 95—97.
- 9 张宇, 赵四强. CERES 小麦模式在我国的初步应用. 中国农业气象, 1991, 12(3): 11—14.
- 10 庄立伟等. 农作物产量预报微机动态监测软件系统. 计算机应用研究(副刊), 1990, 7(2): 357—360.
- 11 赵四强等. 国家级农业产量预报业务自动化系统. 中国农业气象, 1992, 13(5): 45—49.

The Advances of the Studies and Operational Work of the State-level Agrometeorological Crop Yield Predictions in China

Zhang Yu Zhuang Liwei Wang Jianling

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Abstract

The advances of the scientific research and operational work of the state-level agrometeorological crop yield prediction of China were recalled and summarized. Some progress were made in the crop yield sequence separation and prediction, including the attempt of using crop growth simulation models for crop yield prediction. In operational respect, historical database was expanded and a real-time communication network was established. A new version of software system for crop yield prediction (WAYPS) was developed, and the level of operational service was improved greatly.

Key Words: agrometeorological crop yield prediction studies and operational work advances