

# 农业气象作物产量预报的特点与思考

钱 拴 王建林

(国家气象中心中央气象台,北京 100081)

**摘要** 文章回顾了农业气象作物产量预报的发展历程,阐述了其业务支持体系和具有的信息丰富、传送及时、预报技术综合、业务规范的特点。深入分析了当前业务中存在的大范围作物面积难以估测、产量预报模型有待机理化和动态化以及产量预报应面向全球化等问题。从目前面临的机遇与挑战出发,提出了气象部门应充分发挥自身的资源优势,解决存在的难题,以增强农业气象作物产量预报的服务能力。

**关键词** 农业气象 作物产量预报 业务支持体系 资源优势

## 引言

粮食安全问题一直是关系国计民生的大事,我国政府十分重视农业生产和作物产量的丰歉。气象部门自 20 世纪 70 年代末以来一直开展作物产量预报的研究和服务,为国家提供了大量较为准确的作物产量预测信息。然而,近几年来国内农业种植结构的调整和农民种植趋利性的增强,农田种植复杂程度加大,国家越来越难以获得准确的粮食产量信息;随着全球经济一体化和我国成为 WTO 成员,国外成本低廉的粮棉油对我国农业形成了冲击。同时,国内外开展作物产量预报研究和服务的部门增多,竞争加剧。在这种新形势下,如何为国家提供更及时准确的作物产量预报信息是我们思考的问题。为此,有必要对农业气象作物产量预报的发展历史、现状进行总结和分析,明鉴不足,确定今后的努力方向,加强研究和业务化试验,以进一步提高农业气象作物产量预报的服务水平。

## 1 农业气象作物产量预报发展概况

我国农业气象工作者自 20 世纪 70 年代末就开始了作物产量预报的研究和服务<sup>[1,2]</sup>,80 年代前、中期对我国粮食产量的气象预测预报方法进行了深入系统的研究,研制了一套适合我国不同时空尺度的作物产量气象预报模式,同时对作物生长与产量形

成的动力模拟以及遥感估产做了一些初步的尝试<sup>[3,4]</sup>,为以后的农业气象作物产量预报研究和业务服务打下了基础。

我国的作物遥感估产始于 80 年代前期,当时主要采用陆地卫星资料。由于陆地卫星对同一地区重复观测间隔时间长,资料费用高,以及实时晴空资料难以获取等原因,气象部门于 80 年代中期在我国率先开展了利用 NOAA 气象卫星进行北方冬小麦估产的试验研究。此项研究探讨了 NOAA 气象卫星 AVHRR 植被指数与冬小麦苗情长势、单产、面积和总产的关系,提出了以气象卫星为主,综合遥感、气象、农学等多种产量预报方法的冬小麦综合估产方法,建立了冬小麦气象卫星遥感综合估产技术体系和业务服务系统<sup>[5]</sup>;与此同时,气象部门开展了作物产量气象预报方法的业务化试验,建立了国家级、省级和地区级等不同区域的农业气象产量预报业务系统<sup>[6,7]</sup>。

80 年代的农业气象作物产量预报研究和业务化试验采取的是边研究、边试验、边服务的方针,在研究的同时,进行作物产量试报服务,建立了冬小麦、水稻、玉米、大豆、粮食总产等产量预报模型。90 年代初,中国气象局将上述研究成果正式投入了业务,此后经过 10 多年的业务运行和完善<sup>[8~13]</sup>,预报的作物已囊括了小麦、水稻(早、中、晚)、玉米(春、夏)、棉花、大豆、油菜和秋粮、全年粮食总产等粮棉油作物,建成了独具特色的农业气象作物产量预报

业务体系。

## 2 农业气象作物产量预报业务支持体系

要做好作物产量预报业务,保证业务的正常运行和产量预报的及时提供,所需信息能否及时收取、预报方法能否快捷运行是非常关键的。丰富、及时准确的信息支持是实现农业气象作物产量预报的基础,简捷、实用的技术支持是实现农业气象作物产量预报的保证。

### 2.1 信息支持

气象部门于 20 世纪 80 年代初就建成了全国农业气象信息实时监测网,通过气象通信系统实现了逐旬收取全国气象、农情、灾情等信息<sup>[14]</sup>。特别是 90 年代气象部门实施 9210 工程建成中国气象信息网络系统以来<sup>[15]</sup>,气象部门的信息传送得更快、更及时。利用此网络系统可以实时收集全国逐日、逐旬等不同时间尺度的气象、农业气象以及遥感资料,保证了农业气象作物产量预报的业务需要。

### 2.2 技术支持

农业气象作物产量预报经过 20 多年的研究和业务完善,建成了以作物产量预报业务系统为主体,农业气象情报和遥感应用系统为辅助的作物产量预报综合技术支持体系,每年对全国作物进行跟踪监测、评价和产量预测。

#### 2.2.1 作物产量预报业务系统

作物产量预报业务系统可以制作全国、省级、地区等不同区域的作物产量预报。系统集数据管理、产量预测、结果分析及输出为一体,具有模型参数化、自动化和预测结果可视化、图表化等特点。系统中可以使用的预测因子有 500hPa 月平均高度场、大气环流特征量、海温、预报区域的地面气象因子,以及其他预测因子如经济计量因子等,可以建立各种作物产量预报模型<sup>[11,12]</sup>。

#### 2.2.2 农业气象情报业务系统

农业气象情报业务系统主要用于全国逐旬农业气象条件评价,为作物产量预报提供过去的或常年的农业气象条件、作物生长状况及受灾情况等。此系统可以实现气象要素、作物生长发育状况、产量结构、土壤水分、病虫害、灾情等资料的收集处理、检索、实时分析、对比、统计和出版制图等<sup>[14,16]</sup>。

#### 2.2.3 遥感应用系统

遥感应用系统主要进行作物长势、灾害的遥感监

测以及作物种植面积估测,为作物产量预报提供作物长势、产量遥感预测以及灾情等信息。其功能包括:卫星资料处理、植被指数制作、作物长势年际对比、作物面积测算和产量预测、灾害监测等<sup>[5,8,10,17]</sup>。目前业务中应用较多的为冬小麦和秋收作物遥感监测、冬小麦产量预测、干旱和冻害遥感监测等。

## 3 农业气象作物产量预报的特点

农业气象工作者自 20 世纪 70 年代末以来开展的作物产量预报,促进了我国作物产量预报研究和服务的蓬勃发展。目前国内从事作物产量预报研究和服务的部门很多,其中中国科学院系统研究所主要采用社会经济技术产量预测方法<sup>[18,19]</sup>,中国科学院遥感应用研究所主要采用遥感方法<sup>[20]</sup>,中国农业工程研究设计院主要侧重于遥感技术与地面站网络相结合的农情监测和产量预测<sup>[21]</sup>,中国农业科学院区划所侧重于作物面积的遥感测算<sup>[22]</sup>。与同行相比,气象部门农业气象作物产量预报具有信息丰富及时、综合预报和业务规范等特点。

### 3.1 信息丰富及时

作物处于土壤-植被-大气系统之中,土壤、植被和大气相互影响,相互作用,作物生长发育无时无刻不受天气、土壤环境等因素的影响。农业气象作物产量预报业务能够通过气象网络系统实时获取影响或反映作物生长发育的各种信息资料,如天气气候条件、土壤水分、作物生长发育状况、农业气象灾害以及 FY、NOAA、MODIS、GMS 等多种气象卫星遥感资料,保证了及时掌握作物生长动态的需要和作物产量预报的及时制作发布。

### 3.2 体现综合预报的优势

农业气象作物产量预报有多种多样的产量预报方法,如:大气环流预报模式、海温预报模式、地面气象要素预报模式、遥感预报模式、社会经济计量模式、农学模式等,是一个多种预报模式综合集成的作物产量预报业务系统。不但考虑了不同时空尺度的气象因素,而且考虑了农学、社会经济、病虫害等各方面的因素。对夏粮、秋粮、全年粮食总产等一些重要的产量预报,还进行全国、省级会商,因此农业气象作物产量预报是综合各种信息、多种预报方法、实现优势互补的综合预报。

### 3.3 规范化的业务服务

农业气象作物产量预报有 20 多年的历史,纳入

中国气象局业务已10多年,形成了比较规范完善的全国、省、地区、县级层层为政府服务的业务运行体系。其不仅做全年粮食总产预报,还做各种作物的单、总产预报,预报的作物涵盖了我国主要粮棉油作物。这种运行体制和业务运行环境是国内少有的。国家级农业气象作物产量预报自80年代开展服务以来,产量预报准确率基本达95%以上。

## 4 问题与机遇

### 4.1 存在问题

农业生产是一个复杂的系统,制约因素很多,而我国地域辽阔、气候多样、地形复杂、农田地块小,尤其是在市场经济的驱动下,农田种植越来越复杂,因此作物产量预报仍存在着许多要研究解决的问题。况且即便是研究成功的方法,业务化实施时也存在一些困难。目前农业气象作物产量预报业务有四个方面的难题需要进一步研究或完善。一是大范围地区作物面积较难估测,二是业务预报模型有待机理化,三是作物产量预报需动态化,四是开展作物产量预报应全球化。

#### 4.1.1 大范围地区作物面积较难估测

多年来的作物遥感估产证明,卫星遥感是实现作物面积快速估测的必然趋势。但是我国地域广,植被种类繁多,除了冬小麦、油菜等越冬作物易于用卫星资料识别外,棉花、水稻、玉米、大豆等秋收作物生长期同步,难以识别。作物之间间作套种、果树作物混种的情况也给遥感测算作物面积带来了困难。国内许多部门和学者对此进行了深入的研究,有的利用NOAA/AVHRR资料结合地面分辨率高的LANDSAT或SPOT资料估测作物面积,有的利用LANDSAT或SPOT等资料采用分层抽样技术估测作物面积<sup>[20~23]</sup>,但全国范围的作物面积估测仍较困难,估测的精度难以满足要求。尤其是投入业务运行时,要考虑财力、人力的许可和服务的时效性。

EOS/MODIS卫星的运行行为农作物遥感估产带来了新的契机。其扫描宽度2330km,通道1和通道2监测植被波段的地面分辨率为250m,通道3~7地面分辨率为500m,比NOAA卫星大大提高,而时间分辨率与NOAA一样,因此可以利用MODIS资料及时捕捉到大面积作物信息,将会使省级以上地区的作物面积估测成本降低,应用精度得到提高,尤其是冬小麦、油菜等作物。但是EOS/MODIS卫星

通道1~2的像元面积为62500m<sup>2</sup>,相当于6.27hm<sup>2</sup>土地,因此像中国这样田块破碎、混种面积较大的地区,作物面积估算中混合像元的问题仍需结合LANDSAT、SPOT等卫星资料进行深入的研究和业务化试验。

#### 4.1.2 业务预报模型有待机理化

作物产量预报的方法很多,农业气象作物产量预报为了保证业务的正常运行和服务时效,目前业务模型仍以统计模型为主。实际上,农业系统是一个作物与大气、土壤、人类生产活动相互作用的复杂系统,统计模型有很大的局限性,因此需建立一个较为全面的描述作物生长发育和产量形成的业务系统。作物模型作为一种系统的作物生长动力模拟模型,能够描述作物生长发育、产量形成与天气、土壤、生产管理等因素相互作用的机理。国外在作物模型方面做了很多的研究,如美国的农业科技转换决策支持系统DSSAT、荷兰的SUCROS模型组(MACROS、BACROS、WOFOST)、澳大利亚的农业产量系统模拟APSIM等。美国一些科学家利用DSSAT中的豆科作物模型组CROPGRO还进行了由点到面的区域大豆产量预报研究,WOFOST作为欧洲共同体联合研究中心(JRC)的农业遥感监测项目MARS中的预警系统产量估算工具,制作了欧盟各国及区域的产量预测<sup>[24]</sup>。中国农业大学和江苏省农业科学院在小麦、棉花、水稻模型方面进行了研究,并建立了栽培模拟优化决策系统<sup>[25~27]</sup>。国内外的一些学者还将作物模拟与遥感、作物模拟与地理信息系统结合起来,取长补短,来综合模拟作物生长发育和预测产量<sup>[24,28]</sup>。但是作物模型在模拟单点作物生长发育及预测产量方面效果较好,而在大范围地区应用方面还有困难,需要解决时空变异、升尺度连接等许多难题。

#### 4.1.3 作物产量预报需动态化

全球经济一体化使世界粮食市场竞争加剧,另一方面国内各个地区粮食也需要统筹协调和调配,因此国家需要及早准确的作物产量预报信息。目前农业气象作物产量预报是在作物收获前的1~3个月发布一次作物产量趋势预报和一次定量预报,预报提前的时效有限。能否为国家提供作物播种前到收获时的产量动态预报是农业气象服务要研究的课题。虽然现有的农业气象作物产量预报业务系统可以实现利用作物生长前期的气象条件预报最终产量,但是预报

提前的时效越早,预报结果可信度越低。因此今后需要探讨如何利用历史气候和天气实况资料,中长期气候预报以及气象卫星等资源优势,实现从作物播种前到收获时的作物产量动态预报,以便为政府及时掌握作物产量预报信息提供科学依据。

#### 4.1.4 开展作物产量预报应全球化

世界粮棉油生产一直是美国、欧盟、FAO等西方国家和国际组织关注的焦点。美国每年投入8000多万美元估计全球农作物产量,在世界粮食贸易中获益高达18亿美元<sup>[20]</sup>。欧盟通过MARS计划,成功地建立了欧盟的农作物估产系统,并将结果用于实施欧盟的共同农业政策<sup>[20,24]</sup>。国内一些学者也对全球稻谷主产国进行了遥感综合估产的可行性试验<sup>[29]</sup>。但总体看来,我国在这方面起步晚,研究得较少。为了及时掌握全球农作物产量信息,近几年国内注重了这方面的研究。国家级农业气象作物产量预报在国家气象中心的领导下,正在积极开展全球农作物产量预报的研究和业务化试验,力争尽早投入业务,为国家提供及时准确的全球作物产量预报信息。

#### 4.2 改革带来的机遇

影响农业生产的因素很多,要做好作物产量预报业务服务,必须有及时获取影响和反映作物生长发育各种信息的能力。中国气象局2002年的业务整合,使农业气象和遥感应用业务合并到国家气象中心,使信息渠道和业务关系更加畅通。国家级农业气象作物产量预报业务面临前所未有的发展机遇和环境,现在可以利用收集的实时气象、农业气象、遥感资料,动态分析全国天气状况及其对农业生产的影响,跟踪监测作物长势,掌握全国农情、灾情;组建作物产量各种预报模式,进行产量预报;利用中、长期天气气候预报,判断作物生长后期天气对作物产量的影响;增加了信息源,提高了资料获取的时效性。

#### 5 挑战和努力方向

在全球经济一体化的时代,谁及早、全面地掌握了全球粮食动态,谁就在世界贸易中拥有主动权。美国、欧盟的作物产量预报技术早已处于领先地位。面对国内外同行的挑战和国家的迫切需求,农业气象作物产量预报应充分利用气象部门的资源优势,特别是国家级农业气象作物产量预报更应抓住业务整合带来的机遇,利用中国以及全球范围的气象、农业气象、

卫星遥感、大气环流、海温等方面的历史、实时和预测资料,逐一解决作物产量预报的难题,建立功能更强的“天地”配合、多种手段并用的作物产量动态监测和预报服务系统,为国家提供更为及时、准确、丰富的预报产品,以增强国家农业政策的应变能力。

#### 参考文献

- 1 兰洪第,段运怀,章庆辰,等.东北地区粮豆产量预报.科学通报,1982,27(6):383
- 2 赵四强.应用海温预报粮食产量的初步探讨.科学通报,1982,27(20):1269-1272
- 3 王馥棠.农业气象产量预报概述.气象科技,1983,10(2):36-41
- 4 王馥棠主编.我国粮食产量气象预测预报研究.北京:气象出版社,1989
- 5 李郁竹主编.冬小麦气象卫星遥感动态监测与估产.北京:气象出版社,1993
- 6 王建林,赵四强.全国棉花产量预报模式.气象,1990,16(5):26-29
- 7 赵四强.国家级农业气象产量预报业务系统及其服务效益.气象,1991,17(8):50-52
- 8 李郁竹,钱拴.冬小麦生长及环境背景的气象卫星遥感监测.遥感信息,1995,(4):7-11
- 9 李郁竹,谭凯琰.华北地区玉米遥感估产方法的初步研究.应用气象学报,1995,6(1):33-41
- 10 钱拴.气象卫星绿度资料数据库系统的建立和应用.应用气象学报,1996,7(4):511-512
- 11 庄立伟,王馥棠,王石立.农业气象产量预测业务系统的研制.应用气象学报,1996,7(3):294-299
- 12 庄立伟,王馥棠,王石立.我国粮食产量综合预测系统.气象,1998,24(5):19-22
- 13 王建林,王宪彬,太华杰.中国粮食总产量预测方法研究.气象学报,2000,58(6):738-744
- 14 太华杰,姚克敏,刘文泽,等.中国农业气象情报概论.北京:气象出版社,1994
- 15 陈宏尧,张传祥,吴贤纬.气象部门信息网络系统的骨干工程.应用气象学报,1995,6(增刊):123-128
- 16 何延波,王建林,刘文泽.中国农业气象信息业务系统介绍.气象科技,2001,29(增刊):21-27
- 17 侯英雨,何延波,娄秀荣.基于GIS的气象卫星遥感作物长势监测系统简介.气象科技,2001,29(增刊):43-45
- 18 陈锡康.全国粮食产量预测研究.中国科学院院刊,1992,(4):330-333
- 19 陈锡康.2002年全国粮食、棉花和油料产量预测.中国农业展望,2002,(6):12-15
- 20 吴炳方.全国农情监测与估产的运行化遥感方法.地理学报,2000,55(1):25-35
- 21 杨邦杰,陆登槐,裴志远,等.国家级农情监测系统结构设计.农业工程学报,1997,13(1):16-19

- 22 陈仲新,刘海启,周清波,等.全国冬小麦面积变化遥感监测抽样外推方法的研究.农业工程学报,2000,16(5):126-129
- 23 李郁竹,曾燕.应用 NOAA/AVHRR 数据测算局地水稻种植面积方法研究.遥感学报,1998,2(2):125-129
- 24 刘布春,王石立,马玉平.国外作物模型区域应用研究进展.气象科技,2002,30(4):193-203
- 25 潘学标,韩湘玲,石元春.COTGROW:棉花生长发育模拟模型.棉花学报,1996,8(4):180-188
- 26 高亮之,金之庆,郑国清,等.小麦栽培模拟优化决策系统(WCSODS).江苏农业学报,2000,16(2):65-72
- 27 高亮之,金之庆,黄耀,等.水稻栽培计算机模拟优化决策系统.北京:中国农业科学技术出版社,1992
- 28 杨星卫,薛正平,陆贤.水稻遥感动力估产模拟初探.环境遥感,1994,9(4):280-286
- 29 杨星卫,周红妹,李军,等.全球稻谷主产国遥感估产可行性研究.应用气象学报,1998,9(2):251-256

## Special Aspects of Agrometeorological Crop Yields Forecast and Discussion

Qian Shuan Wang Jianlin

(Central Meteorological Office, National Meteorological Center, Beijing 100081, China)

**Abstract:** The history of agrometeorological crop yields forecast is reviewed, and the operational technical support system is described. Discussion is conducted on some problems encountered at present in operation: it is difficult to make nationwide crop yields forecast; crop production forecast models should be mechanism-based and dynamic, and crop production forecast should be oriented to the main crops in the world. The opportunity and challenges that the meteorological service of China is confronted presently and the corresponding solutions are discussed.

**Key words:** agrometeorology, crop yields forecast, technical support system, advantage in resources