

文章编号:1006 - 7639(2003) - 03 - 0090 - 04

提高气候预测准确率的有效途径

张存杰

(中国气象局 兰州干旱气象研究所,甘肃 兰州 730020)

摘要:文中给出了目前我国干旱气候预测的水平和使用的主要方法,指出数值模式的预测方法不仅具有明确坚实的物理基础,而且具有客观、定量的优点,是气候预测方法的一个新的发展方向。20 世纪 90 年代以来,高分辨率的区域气候模式的发展为区域气候的模拟和预测研究带来了新的希望。发展适合西北地区的高分辨率区域气候模式,是目前西北地区气候规律及其预测研究迫切需要解决的科学问题。

关键词:西北地区;气候;预测

中图分类号:P46

文献标识码:A

中国从 20 世纪 50 年代末正式发布短期气候预测,至今已有 40 多年的历史,是世界上开展短期气候预测业务和科研最早的国家之一。1960 年召开第一届全国短期气候预测会商会,至今 40 余年,从未间断,这在世界上也是少见的。西北地区的干旱气候预测业务和科研也经历了 40 多年的发展,取得了许多非常有意义的研究成果,为西北地区干旱气候预测的进一步发展奠定了坚实的基础。

1 我国气候预测技术的现状

1995 年的 IPCC 报告指出,为了正确地评估气候变化的可能影响,气候研究的一个重要的长期目标是正确地预测区域气候的变化。干旱气候预测目前主要是指月、季、年时间尺度的预测,是短期气候预测内容的一部分。由于影响气候变化的因素很多,其相互关系又非常复杂,所以我国短期气候预测多年来一直是采用多种因子的综合分析和多种方法的综合应用。预测方法归纳起来分为两大类,即物理统计方法和动力数值方法,主要有以下 4 个方面:一是统计相关相似分析,各种数理统计方法一直是短期气候预测的主要方法之一,在相关、相似和统计分析的基础上,建立综合相似、多元相关、时间序列演变等统计预测方法,比如典型相关法、相似分析法、回归分析法、周期分析法等。二是物理因子分

析,在分析主要影响因子以及它们的相互关系、使用条件的基础上,建立天气气候学或物理意义比较清楚的预测概念模型,比如建立在中国夏季 3 类雨型基础上的汛期旱涝“ENSO - 环流预测概念模型”等。三是动力气候模式,利用各种时间尺度的动力气候模式,预测月、季环流形式和气候要素,比如月环流形式的动力延伸预报模式、季节长期数值预报模式、OSU 气候预报模式以及气温热力学模式等,在业务事业中表现了一定的预报技巧。四是综合集成决策,根据短期气候预测的特点,建立具有一定数学基础的统计集成决策方法,对各种物理统计方法和动力气候模式的预测产品进行客观的综合集成,比如权重集成法、正权集成法等。中国系统性地开展短期气候预测工作始于 1958 年,研究及业务工作主要集中于汛期降水预报。预测方法主要以经验统计方法为主,但是统计学方法做气候预测隐含着一个基本假设,即气候系统的未来状况类似于过去和现在,如果预测期间的气候状况发生改变就破坏了这种基本假设,就有可能导致预测失败,这也是短期气候预测水平不稳定的主要原因。据国家气候中心的分析,近 10a 来汛期降水距平预报与观测的相关系数为 0.1,准确率在 55% ~ 60% 之间^[1]。我国西北地区深居欧亚大陆腹地,属于典型的干旱或半干旱生态脆弱区,对全球气候变化的响应十分敏感,由

收稿日期:2003 - 07 - 23;改回日期:2003 - 09 - 10

作者简介:张存杰(1966 -)男,甘肃靖远人,副研究员,在职博士研究生,现从事干旱气候规律及预测研究。

于降水少、变率大,干旱预测的难度更大。

与经验方法、物理因子、环流分析方法及数理统计方法相比,数值模式的预测方法不仅有明确坚实的物理基础,而且具有客观、定量的优点,是气候预测方法的一个新的发展。虽然目前模式预测尚不成熟,但在我国已有不少模式试作 6~8 月降水预测,如中国科学院大气物理研究所的 2 层大气环流模式与陆面物理过程耦合,成功地预报出了 1999 年夏季南涝北旱的大范围降水形势^[2]。国家“九五”重中之重项目“我国短期气候预测系统的研究”在广泛调研国内外现有模式的基础上,以原国家气象中心的中期数值预报模式为起点,广泛地吸收了国内外模式在动力框架和物理过程方面的优秀成果,发展了具有较好模拟能力的全球海气耦合气候模式^[3]。国家气候中心的气候模式可以制作月、季、年的短期气候预测,月动力延伸预报作为日常业务已正式运行。通过近几年的实践检验,发现模式具有一定的预测我国旱涝事件分布的能力。但是模式的空间分辨率一般较粗(大致在 100km 的量级),因而难以描述区域尺度的复杂地形、植被分布和物理过程,对区域尺度的气候及其变化,尤其是对降水的模拟与预报不够准确。

2 提高预测水平的途径

为了提高模拟和预测区域气候变化的能力,目前主要有以下几个途径^[4]:一是增加现有全球环流模式的水平分辨率。如日本全球变化前沿研究计划(Frontier Research System for Global Chang)就正在发展高水平分辨率的全球模式,其中大气环流模式为几十千米(下一步目标是 5km),海洋环流模式为 0.1°,并为此而开发研制超高性能的并行计算机“地球模拟器”。二是在全球环流模式中采用变网格技术方案。这种方法是在重点研究区域采用较高的水平分辨率,而远离重点研究区域的地区则取较低分辨率。三是采用高分辨率的区域气候模式与全球环流模式进行嵌套。一些区域气候模式是由全球大气环流模式发展而成,即将模式范围缩小到要研究的区域,再与相应的全球模式相嵌套。而更多的区域气候模式的动力学框架则取自中尺度天气模式,并引入气候物理过程参数化方案,使之适应于气候研究,如 NCAR(美国国家大气研究中心)的 RegCM 等。区域气候模式的初始场和侧边界条件可由大尺

度分析资料生成,主要用于模拟研究,也可由全球模式提供,既可以用于模拟,也可以用于预测研究。

由于第一、二种方法存在计算机能力的限制、变网格方案的复杂性以及发展适当的物理过程参数化方案的困难,利用第三种方法的区域气候模拟研究占多数。20 世纪 90 年代以来,区域气候模式已经在世界不同气候区得到应用和模拟能力检验,研究了区域气候模式的初始化方案、侧边界嵌套方案、空间分辨率的敏感性、物理过程参数化方案敏感性等;不仅进行了现代气候的形成与变异研究,还用来研究了极端气候事件、古气候和人类活动的影响等。这些研究表明,区域气候模式具有模拟与预测气候变化区域特征的潜力,因而有着较好的发展前景。

3 区域气候模式的发展

中国的区域气候模式研究起步稍晚,开始是在东亚地区应用国外的模式,近来已在此基础上研制了适合于东亚地区的区域气候模式和物理过程参数化方案。目前已进行了模式在东亚地区的模拟能力检验^[5]、水平和垂直分辨率以及侧边界嵌套方案的敏感性研究^[6]、物理过程参数化方案的敏感性研究^[7]、SST 的敏感性研究,还研究了极端气候事件的成因、温室气体和气溶胶的影响^[8]以及陆面植被和沙漠化的影响^[9~11]等。

中国气象局兰州干旱气象研究所为了进行西北地区干旱气候变化规律和预测研究,引进了国家气候中心的 NCC/RegCM 高分辨率区域气候模式。该模式在 NCAR/RegCM2 区域气候模式的基础上,通过改进模式的物理过程,包括陆面过程、辐射传输、积云对流、地形和边界层参数化方案,已将模式的西边界扩展到包括青藏高原在内的地区,发展建立了能与大气-海洋耦合模式嵌套运行的高分辨率区域气候模式,水平分辨率为 60km,垂直方向 16 层,具有模拟与预测东亚区域气候特征的能力。该模式引入了 CCM3 的辐射参数化方案,结果表明新方案的模拟效果有较为明显的改进;采用了质量通量积云对流参数化方案(MFS),模拟试验结果表明,新方案对地表气温、降水落区和强降水时段的模拟有很大的改进;对边界层方案进行了改进,引入“局部 TKE 闭合”方案,模拟效果较好,对温度、位势高度、比湿等形势场及降水的模拟均有不同程度的改善;采用了“三维嵌套”方案,使全球模式和区域

气候模式很好地结合起来,提高了模拟和预测的精度。通过对中国 3 次严重洪涝年(1991、1994 和 1998 年)的持续性降水与暴雨过程进行模拟和检验,发现改进后的模式合理地模拟出了整个夏季风的进程、雨带移动和热带气旋的活动,模拟的降水和地面温度分布型与观测基本一致。

西北地区地形复杂,地表类型多种多样,不同地区气候差异性较大,这给区域气候数值模拟研究带来了很大的困难。以前大部分研究工作都集中在我国中东部地区,用区域气候模式对西北地区干旱气候进行模拟和预测研究的工作较少。但是,随着我国“西部大开发”政策的实施,以及当地经济发展的需要,在国家气候中心的 NCC/RegCM 高分辨率区域气候模式的基础上,结合西北地区地形地貌和气候特征,发展适合西北地区的高分辨率区域气候模式,成为当前迫切需要解决的技术难点。

4 气候模式的应用

中国科学院大气物理研究所经过多年的研究,建立了跨季度短期气候距平预测系统(IAP PSSCA)。该系统利用海气耦合模式预报出海温的变化,然后利用经过修正后的海温来驱动大气环流模式进行集合预报。通过多年的预测试验,结果表明,IAP PSSCA 对我国夏季大范围的降水异常形势有较好的预测能力。但是,该预测系统同样存在着一些不足之处,如降水距平分布的细致结构与实测相比仍有一定的欠缺,降水异常幅度偏弱,我国西部的预测效果不如东部等。这一方面需要进一步改进和完善气候模式,另一方面需要引进良好的高分辨率区域气候模式。如果将适合于西北地区的高分辨率区域气候模式与 IAP PSSCA 系统嵌套,用于西北地区干旱气候变化规律研究和干旱跨季度预测,一方面将会大大改善 IAP PSSCA 系统对西北地区的预测效果,另一方面也对当地的防旱抗旱工作有十分重要的指导意义。

国家气候中心在 T63L16 中期数值预报模式的动力框架基础上,改进了下垫面物理过程,建立了月动力延伸预报模式系统。该模式自 1997 年以来一直进行准业务运行。通过对模式产品的检验和释用发现,该模式对高空环流形势场有较好的预报能力,500hPa 月平均高度距平与观测的相关系数可以达到 0.4 左右。Anthes, Gorgi^[12] 等人指出,应用一个

好的嵌套方案与输入一个好的侧边界,比改进区域气候模式的任何物理过程都重要。因此,研究高分辨率区域气候模式与月动力延伸预报模式系统的三维嵌套技术,充分发挥月动力延伸预报模式对高空大尺度系统预报效果较好的优势和区域气候模式对低层中尺度系统预报效果较好的优势,应用于西北地区逐月的气候预测业务中,将会大大提高西北地区月尺度干旱预测水平。

5 结 语

尽管现在国内外的短期气候预测水平还远远满足不了业务预报的要求,但是,经几十年来的努力确实取得了很大的进步。短期内气候预测业务可能仍然以统计方法为主,但必须大力开展气候系统机理的研究,并建立相应的模式。不了解气候变率形成的物理机制,短期气候预测水平不可能有显著提高。

在国家气候中心的 NCC/RegCM 高分辨率区域气候模式的基础上,对各种重要的物理过程参数化方案进行敏感性试验,选择适合西北地区的陆面过程模式、积云对流方案、辐射方案和行星边界层方案。应用卫星遥感等资料,对陆面过程参数化方案进行改进,使其适用于西北地区特殊的地形和地表特征。将发展的高分辨率区域气候模式与全球模式进行嵌套,进行西北地区干旱气候的模拟和预测研究,是提高西北地区干旱预测水平的有效途径。

参考文献:

- [1] 王绍武. 现代气候学研究进展[M]. 北京:气象出版社,2001. 278 - 325.
- [2] 王会军,周广庆,林朝晖. 我国近年来短期气候预测研究的若干进展[J]. 气候与环境研究,2002,7(2):220 - 226.
- [3] 丁一汇,刘一鸣,宋永加,等. 我国短期气候动力预测模式系统的研究及试验[J]. 气候与环境研究,2002,7(2):236 - 246.
- [4] 赵宗慈,罗勇. 二十世纪九十年代区域气候模拟研究进展[J]. 气象学报,1998,56(2):225 - 243.
- [5] 符淙斌,魏和林,陈明,等. 区域气候模式对中国东部季风雨带演变的模拟[J]. 大气科学,1998,22(4):522 - 534.
- [6] 钱永甫,刘华强. 论区域气候模式与全球模式嵌套时边界区的选择[J]. 大气科学,2001,25(4):492 - 502.
- [7] 罗勇,赵总慈. NCAR RegCM2 对东亚区域气候的模拟试验[J]. 应用气象学报,1997,8(增刊):124 - 133.
- [8] Gao Xuejie, Zhao Zongci, Ding Yihui, et al. Climate Change Due to Greenhouse Effects in China as Simulated by a Regional Climate Model[J]. Adv Atmo Sci,2001,6:1224 - 1230.
- [9] 吕世华,陈玉春. 绿洲和沙漠下垫面状态对大气边界层特征影响的数值模拟[J]. 中国沙漠,1995,15(2):116 - 123.

- [10] 郑益群,钱永甫,苗曼倩. 植被变化对中国区域气候的影响 I 和 II[J]. 气象学报,2002,60(1):1-30. - generation regional climate model (RegCM2) I & II[J]. Mon Wea Rev, 1993, 121: 2794 - 2832.
- [11] Giorgi F, Marinucci M R, Bates G T. Development of a second

Developmental Direction of Drought Climatic Prediction in Northwest China

Zhang Cun - jie

(Institute of Arid Meteorology, CMA Lanzhou 730020, China)

Abstract: In this paper, the level and the main methods were given about the drought climatic prediction in China at present, it was pointed out that the method of numerical model's prediction would be more important developmental direction of climate prediction in the future, because the method not only has explicit physical basic, but also has excellences of objectivity and quantification. Development of high resolution regional climate model provide many new ideas and methods for simulation and prediction of regional climate from 1990's of last century. High resolution regional climate model fitting to Northwest China urgently require to develop for the studies of drought climatic changing regulation and prediction at this times.

Key words: Northwest China; Drought Climate; Prediction

www.cnki.net