

2000年中国夏季降水异常的数值预测*

林朝晖 赵彦 周广庆 曾庆存

中国科学院大气物理研究所, 北京 100029

摘要 利用中国科学院大气物理研究所短期气候距平预测系统(IAP PSSCA), 于2000年3月份对当年中国夏季旱涝形势进行了实时集合预测. 与实测结果比较表明, IAP PSSCA较好地预测出2000年我国北方大部地区干旱, 雨带主要位于黄淮之间、我国的东南、西南和新疆等地大范围降水异常的分布形势. 预测结果与观测的距平相关系数为0.25, 集合预测评分为79分, 优于其他预报方法, 表明IAP PSSCA对我国夏季旱涝形势具有良好的预报能力.

关键词 短期气候异常 数值预测 集合技术

重大气候灾害对国民经济和人民生命财产均造成重大的损害. 以往的短期气候预测主要是依赖于经验统计方法, 但这些方法预测技巧较不稳定, 预测能力较低^[1], 不能给出预测结果的可信度估计. 为此近年来国际上许多气象机构和研究中心, 纷纷利用气候模式开展短期气候数值预测方面的研究^[2~6].

1988年曾庆存等开始利用气候模式对我国夏季降水距平进行跨季度数值预测^[2], 并在此基础上逐步建立了中国科学院大气物理研究所短期气候距平预测系统(IAP PSSCA)^[1]. 该预测系统在1990~1997年每年均对我国夏季旱涝进行实时预测试验, 总体说来其预报结果是较好的^[6,7]. 随后林朝晖等完成了对该系统的一系列改进(包括气候模式、距平耦合技术等), 明显提高了对我国夏季旱涝的预测技巧^[8]. 实时预测表明改进后的预测系统较准确地预测出了1998年夏季发生在我国长江流域和东北松花江、嫩江流域的特大洪涝灾害, 以及1999年我国南涝北旱的大范围旱涝形势, 显示出改进后的IAP PSSCA对我国夏季旱涝形势的良好预测能力^[8,9].

1 预测系统简介及预测方案设计

IAP短期气候预测系统主要包括数据同化系统、气候模式、距平耦合和集合预报技术以及订正系统.

这里所用的大气环流模式是改进的IAP两层大气环流模式, 该模式能较好地预报出东亚夏季风降水的月平均特征及其季节变化^[10]; 耦合模式是IAP两层大气环流模式和14层热带太平洋环流的海气耦合模式^[11]. 具体的预测系统说明可参见文献[6, 8].

预测过程中采用所谓的“两步法”, 亦即先利用海气耦合模式预报出海温异常, 然后再利用经过修正后的海温异常来驱动大气环流模式进行预报. 实际预测过程中所用的海温异常同时考虑了IAP ENSO预测系统所预报的热带太平洋区域的海温异常以及观测的2000年2月份全球海温异常, 具体的距平耦合方法可参见文献[9]. 同时为了消除大气初始场误差对预测结果的影响, 本研究采用了集合预报的技术. 现阶段国际上许多研究机构亦均采用集合技术进行季度气候预报, 如日本气象厅(JMA)现在的集合预报个例为9个^[4]、美国的环境预报中心(CPC/NCEP)的集合个例为20个^[5]. 研究表明对于中国夏季汛期降水的预测, 集合预报的最小样本在19~20个^[2]. 在2000年的实际预测过程中, 选取的集合样本为28个, 亦即对于大气初始场, 我们选取2000年2月1~28日的NECP实时分析资料, 然后再插值到模式的网格点和层次上, 从而获得集合预测时所需要的28个大气初值.

2001-08-27收稿, 2001-11-16收修改稿

* 中国科学院知识创新项目(KZCX2-203)、国家重点基础研究发展规划项目(G1998040900-1)以及中国科学院“百人计划”项目的联合资助
E-mail: lzh@lasg.iap.ac.cn

1) 李旭. 短期气候异常的数值模拟与预测研究. 中国科学院大气物理研究所博士论文, 1992

2) 赵彦. 中国汛期旱涝预测机理研究和预测方法研究. 中国科学院大气物理研究所博士论文, 2000

预测试验的积分时段为2000-02-15~08-31, 最终取6~8月的平均为夏季平均, 另外在处理28个集合样本获得最终集合预报的结果时, 采用了简单的算术平均.

2 夏季旱涝形势预测结果

图1中给出了2000年夏季(6~8月平均)中国旱涝形势的分布情况, 从图中可以看到, 继1999

年我国北方发生严重的旱灾之后, 2000年夏季北方大部地区降水依然比常年偏少, 仍然维持十分干旱的严峻形势; 特别是在河套东部附近以及东北的大部地区存在着较强的降水负距平区; 另外在长江流域的中下游地区, 还存在着狭窄的降水负距平区. 而主要雨带则位于黄淮之间; 同时在西南和东南沿海的大部地区, 降水也比常年偏多; 另外在新疆地区还存在着降水正距平中心.

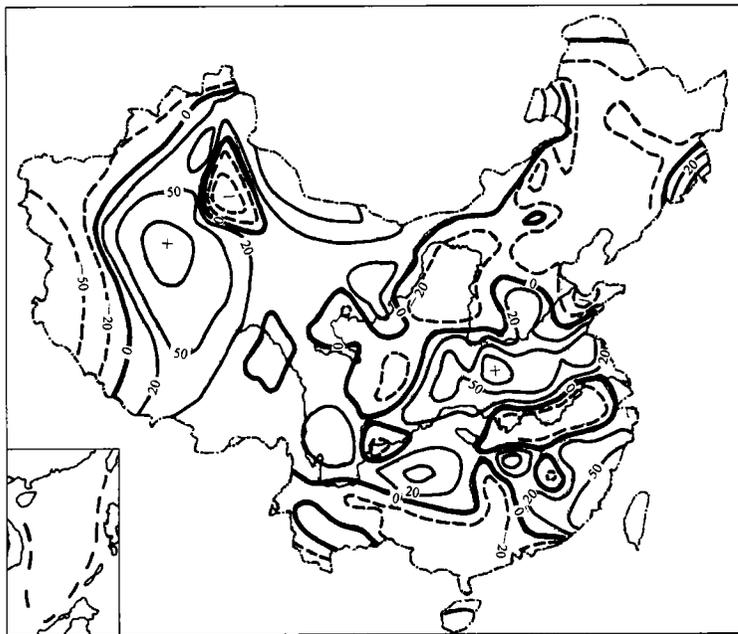


图1 观测的2000年夏季中国降水量距平百分率图

图2给出了IAP PSSCA对2000年我国夏季旱涝形势的集合预测结果, 从图中可以看到, IAP PSSCA很好地预报出我国北方大部为早年的大范围旱涝形势, 而且对于河套附近较强的降水负距平区也预报得很好; 另外, IAP PSSCA预报的我国夏季

主要雨带位于黄淮之间、以及西南和东南沿海, 这些均与观测的分布十分相近; 另外对位于新疆的降水正距平区, IAP PSSCA也预测出来了.

利用国家气候中心气候预测评价室提供的预测评分程序, 表1中给出了IAP PSSCA的2000年汛

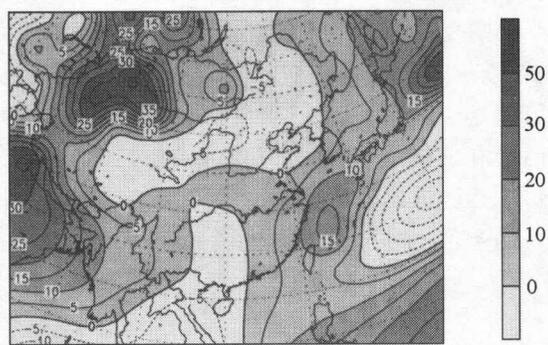


图2 IAP PSSCA 预测的2000年夏季中国降水量距平百分率图

表1 2000年各种预测方法汛期预测评分及预测距平相关系数

预测模式或方法	评分	距平相关系数
IAP 短期气候预测系统	79	0.25
RegCM2 区域气候模式	77	0.11
OSU/NCC 模式	58	0.08
多因子综合方法	78	0.18
汛期旱涝预报概念模型	74	0.27
多元回归模型	75	0.06
阻高、季风预测模型	68	0.08
特征量相似模型	66	0.16
冬季大陆积雪模型	55	-0.20
CCA	60	-0.08

期降水预测结果的评分及相关系数,同时还列出该年度其他预测方法的结果^[12].从中我们可以看到,IAP PSSCA的预测评分为79分,相应的相关系数为0.25,明显优于其他模式(如 RegCM2, OSU/NCC)的预测结果,同样也优于大多数的统计概念模型.

图3给出了集合预报的离差分布以及降水量距平百分率大于0的概率分布.从图3(a)可以发现,在我国南方以及华北和东北的大部分地区,集合预

测的离差较小,因此预测的可信度较高.但在我国西北以及新疆地区,集合预测的离散度较大,因此在这些区域相对而言预测的可信度较低.另外从概率分布图(图3(b))可以看到,在黄淮之间,以及我国的西南和东南沿海地区,降水距平百分率大于0的概率均要超过50%,而在我国北方大部地区降水距平百分率大于0的概率均要小于50%,这也从另外一个方面提供了我们预测结果的信度.

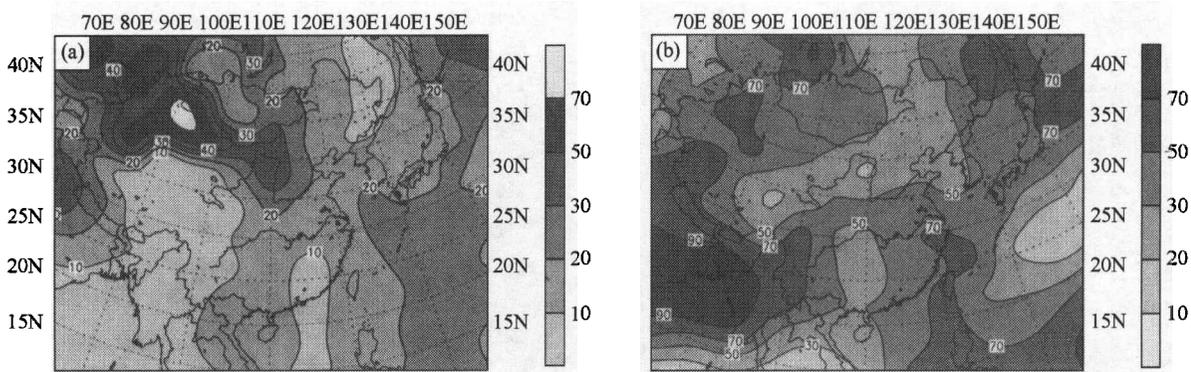


图3 IAP PSSCA 所预测的2000年我国夏季降水
(a) 降水量距平百分率的标准差; (b) 集合预测中降水量距平百分率>0的概率分布

总的说来 IAP PSSCA 较准确地预报出了2000年我国夏季大范围的旱涝形势,但是该预测系统仍然存在着不足之处.例如对2000年位于长江中下游流域的狭窄的降水负距平区,IAP PSSCA 就未能预报出来,这主要是由于预测系统所采用的气候模式的水平分辨率较低缘故.另外 IAP PSSCA 预报的降水距平的幅度总是要小于实测的情形,这也同样是目前短期气候预测中所普遍存在的问题.这其中的一部分原因很可能是由于我们在得到最终的集合预报结果时,仅仅是对集合样本取简单的算术平均,从而在一定程度上削弱了模式预报的降水距平的幅度.

为了考察集合技术对模式预测技巧的影响,在表2给出了28个集合样本各自的预测评分和相关系数.从表中可以看到,相对于单个集合个例而言,集合预报的评分要明显高于大多数的样本个例,对于预报与观测的相关系数而言同样如此;特别是同时考察预报评分和相关系数时,集合预报的技巧要明显优于大多数个例的情形.虽然2月4日做初值的单个预测的技巧要略高于集合预报的结果,但是这只是相对于2000年而言,从长期的数值预测实践来看,并不具有明显的统计规律.因此

总的说来,集合预测确实可以提高短期气候预测的准确率,这与赵彦等对 IAP PSSCA 进行系统性评估所得到的结论是一致的^[13].

表2 IAP 短期气候预测系统采用单个初始场预测的评分及距平相关系数

初始日期	评分	距平相关系数	初始日期	评分	距平相关系数	初始日期	评分	距平相关系数
02-01	62	0.04	02-11	75	0.18	02-21	79	0.12
02-02	65	0.005	02-12	62	0.21	02-22	79	0.14
02-03	75	0.10	02-13	78	0.26	02-23	70	0.06
02-04	81	0.25	02-14	68	0.11	02-24	73	0.03
02-05	76	0.18	02-15	72	0.10	02-25	70	0.12
02-06	74	0.16	02-16	67	-0.09	02-26	67	0.10
02-07	72	0.18	02-17	76	0.35	02-27	74	0.22
02-08	74	0.27	02-18	72	0.01	02-28	68	0.04
02-09	72	-0.01	02-19	74	0.04	集合平均	79	0.25
02-10	72	0.13	02-20	62	0.02			

3 结论和讨论

本文利用 IAP 短期气候距平预测系统(IAP PSSCA)对2000年中国夏季降水距平百分率进行了实时的跨季度数值预测.集合预测结果表明,无论是对中国北方大部地区的干旱少雨,还是对位于黄

淮之间以及中国东南和西南的多雨区, IAP PSSCA 的预测结果均与实测十分相符, 且预测技巧明显优于其他模式及统计概率模型, 从而进一步证实了 IAP 短期气候预测系统对中国夏季旱涝形势具有较高的预报技巧. 通过与单个样本预测技巧的比较还可以发现, 集合预测确实可以在一定程度上改进短期气候预测的技巧.

但是由于目前 IAP 气候模式水平分辨率偏低, 因此该预测系统对中国夏季降水距平百分率细致分布的预报还略有欠缺, 显然这只有通过进一步提高预测系统中气候模式的水平分辨率才有可能得到进一步的改善. 另外夏季地表温度的预报也是十分重要的, 但由于我们现在所用的气候模式中的陆面过程模式依然相对较为简单, 因此尚未能给出地表温度的预报结果. 显然这只有通过引进更为复杂、完善的陆面过程参数化方案才可能得到实现. 另外也只有通过引入更为完善的陆面过程参数化方案, 才有可能在今后的预测过程中充分考虑到陆面初始状态对最终预测结果的影响, 从而进一步提高我国夏季气候(包括降水和温度等)的预测能力.

致谢 国家气候中心气候预测评价室提供预测评分结果及观测数据, 气候诊断预测室陈桂英女士提供了汛期预测评分程序, 在此表示感谢.

参 考 文 献

1 陈桂英, 等. 短期气候预测评估方法和业务初估. 应用气象学

报, 1998, 9(2): 178

- 2 曾庆存, 等. 跨季度气候距平预测试验. 大气科学, 1990, 14(1): 10
- 3 Ji M, et al. A multi-seasonal climate forecast system at the National Meteorology Center. Bull Amer Meteor Soc, 1994, 75: 569
- 4 Kurihara K. Dynamical long-range forecasting Activities at the Japan Meteorological Agency. In: Proceedings of The First APEC Climate Network Working Group Meeting, Seoul, Korea Meteorological Administration, 2001. 53
- 5 Schemm J K E. Seasonal climate prediction at CPC/NCEP. In: Proceedings of The First APEC Climate Network Working Group Meeting, Seoul, Korea Meteorological Administration, 2001. 106
- 6 Zeng Q C, et al. Seasonal and extraseasonal prediction of summer monsoon precipitation by GCMs. Advance in Atmospheric Sciences, 1997, 14(2): 163
- 7 袁重光, 等. 跨季度气候距平数值预测研究小结. 气候与环境研究, 1996, 1(2): 150
- 8 林朝晖, 等. IAP PSSCA 的改进及其对 1998 全国汛期旱涝形势的预测. 气候与环境研究, 1998, 3(4): 339
- 9 Lin Z H, et al. Extraseasonal prediction of summer rainfall anomaly over China with improved IAP PSSCA. Chinese Journal of Atmospheric Sciences, 1999, 23(4): 351
- 10 Lin Z H, et al. Simulation of East Asian summer monsoon by using an improved AGCM. Advance in Atmospheric Sciences, 14(4): 513
- 11 周广庆, 等. 一个可供 ENSO 预测的海气耦合环流模式及 1997/1998 ENSO 的预测. 气候与环境研究, 1998, 3(4): 349
- 12 王永光. 2000 年汛期旱涝预测服务评述. 气候预测评论, 2001: 1
- 13 赵彦, 等. IAP 短期气候距平预测系统的定量评估及订正技术的改进研究. 气候与环境研究, 1999, 4(4): 353