

利用 OSU/NCC 模式进行我国汛期季度 和年度短期气候预测的试验*

高学杰 赵宗慈

(国家气候中心, 北京 100081)

提 要

该文利用 OSU/NCC 全球大气环流模式耦合全球混合层海洋与海冰模式, 采用集合预报的方法, 对中国汛期降水进行了 1982~1995 年共 14 年的季度和年度综合性预报试验研究. 结果表明: 该模式对我国汛期降水具有一定的季度和年度预报能力, 而对部分地区有较强的预报能力.

关键词: 耦合模式 集合预报 汛期预测 季与年度预报

前 言

我国气象工作者很重视汛期(6~8月)降水的短期气候预测. 近十年来, 我国利用全球环流模式作汛期降水的季、跨季与年度预报有了较大进展.

1995 年国家气候中心成立时, 对在汛期预测中参考使用过几年的一个全球环流模式, 经专家鉴定后, 确定投入准业务预报使用. 自此之后, 该模式(简称 OSU/NCC)模式经过作者进一步发展, 在国家气候中心每年 3 月、6 月和 11 月召开的全国汛期预报、汛期补充预报和年度展望预报会商会上作出季度、跨季度或年度预报, 并且参加国家气候中心预测室对各种预报方法的检验. 经过 1996~1998 年 3 年的预报试验, OSU/NCC 模式为汛期预测提供了有益的预报建议.

鉴于 OSU/NCC 模式已经连续 3 年参加汛期预报, 因而有必要对该模式进行较长时间的预报试验, 以期能够给出该模式所作汛期降水预报在我国各地区预报的可靠性程度, 以利于在今后预报中使用. 为此我们分别对 OSU/NCC 模式的季度、跨季度与年度预报效果作了较长时段的计算、分析与研究. 本文着重介绍对 OSU/NCC 模式的季度与年度预报效果的检验, 对于跨季度预报的检验已有另文分析.

1 模式简介及预报检验方法

OSU/NCC 模式^{[1][2]}的大气部分是一个两层的全球大气环流模式, 水平分辨率为 $4\times$

* 本文由国家重点基础研究发展规划 G1998040900 项目和国家气候中心业务基金项目 97-6yw-01 资助.
1998-12-28 收到, 1999-07-27 收到再改稿.

5(纬度× 经度); 海洋部分为一个具有 60m 深度的全球混合层海洋与海冰模式. 模式的预报变量有温度、风场、水汽混合率、气压场和海面温度等, 模式的诊断变量如高度场与降水场等由预报有关变量计算得到.

作者在利用模式进行了一系列跨季度汛期预测试验后^[3-5], 又进行了季度和年度的汛期短期气候预测试验. 所取的预报时段同文献[5]也为 1982~ 1995 年, 采用集合预报方法, 即分别取每年 5 月的 1、5、10、15、20 日 00: 00 (UTC) 作为季度预报的初始场及 10 月的 1、5、10、15、20 日 00: 00(UTC) 作为年度预报的初始场, 分别积分至当年或次年 8 月 31 日, 最后对各初始场的降水预报作算术平均, 计算其降水距平百分率((预测降水场- 气候场)/气候场× 100%) 作为对本年度的集合预报. 用于预报的初始场包括全球各格点各层温度、风速、水汽混合率、地面气压、SST、雪量和海冰质量等. 前几项由 NCEP 再分析资料转换而成, 其他各量分别用实际气候或模式气候值代替.

由于汛期预报的重点在于降水的分布, 因而本研究着重分析模式对中国降水预报效果的检验. 取 1982~ 1995 年除预测当年以外的 13 年预测总和的平均, 作为模式气候场, 用于计算降水距平百分率. 虽然, 模式每次都是作真正的预报, 但是, 由于在计算降水距平场时, 模式的气候背景场是选用除去预报当年外的其余 13 年预报场的平均场作为模式的气候背景场, 因而, 使距平百分率的预报场带有回报性质.

对模式预报结果的评价按照国家气候中心短期气候预测室的标准方法进行, 它们包括预报准确率 P 技巧评分(随机预报的技巧评分 RAT_c 和气候预报的 CLT_c)、距平相关系数(ACC)和异常气候评分 T_s^[6] 检验. 计算中, 我们把模式预报在各网格点上的降水量, 插值到相应的 160 个标准观测站上. 由此, 分别计算了各年模式预报的 5 种评分. 另一方面, 为分析模式预报的降水在我国各地区预测的准确率, 分别计算了全国 160 站, 每个站点 14 年的预测与相应实况值的距平相关系数.

2 模式季度降水预测结果检验

表 1 给出 OSU/NCC 模式在 1982~ 1995 年期间, 取每年 5 月为初始场所作汛期降水季度集合预报的 5 种评分. 从表 1 注意到, 从 1982~ 1995 年共 14 个季度预报中, P, RAT_c, CLT_c, ACC 和 T_s 平均预报评分分别是 66.2, 0.00, 0.11, - 0.03 和 0.04. 在 14 年的季度降水预报中, 预报较好的是 1986, 1988, 1991, 1993 和 1995 年, 预报较差的是 1994 年. 在 14 年的预报中, 有 13 年的预报准确率 P 评分大于 60 分, 但从距平相关系数 ACC 来看, 预报与观测为正相关的只有 4 年. 图 1 给出我国各站点 14 年汛期季度降水预测与实况的相关系数场. 图 1 表明, 季度降水预报以南方效果较好, 具体为江淮流域和江

表 1 OSU/NCC 模式对 1982~ 1995 年中国汛期季度降水预测结果的评估参数值

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	平均
P	65	61	68	65	74	66	71	63	63	67	63	69	58	74	66.2
RAT _c	-0.02	-0.06	-0.11	-0.05	0.08	0.07	0.11	-0.02	-0.11	0.02	-0.05	0.06	-0.10	0.12	0.00
CLT _c	0.09	0.06	0.01	0.07	0.18	0.17	0.20	0.09	0.01	0.13	0.07	0.16	0.02	0.22	0.11
ACC	-0.12	-0.09	0.00	-0.10	-0.07	-0.09	0.24	-0.15	-0.15	0.08	-0.02	0.04	-0.07	0.10	-0.03
T _s	0.00	0.01	0.05	0.00	0.09	0.02	0.14	0.01	0.03	0.01	0.05	0.05	0.05	0.06	0.04

南大部分地区, 华南地区及西南部分地区等, 其中部分地区中心的相关系数超过了 0.10 的信度检验(相关系数大于 0.46). 统计表明, 160 个站中相关系数高于 0.20 的有 34 个站. 说明 OSU/NCC 模式对中国夏季(6~8 月)的降水具有一定的季度预测能力. 作为一个预报实例, 图2给出预报效果较好的1995年的实况场和预测场. 从两者的对比可以看

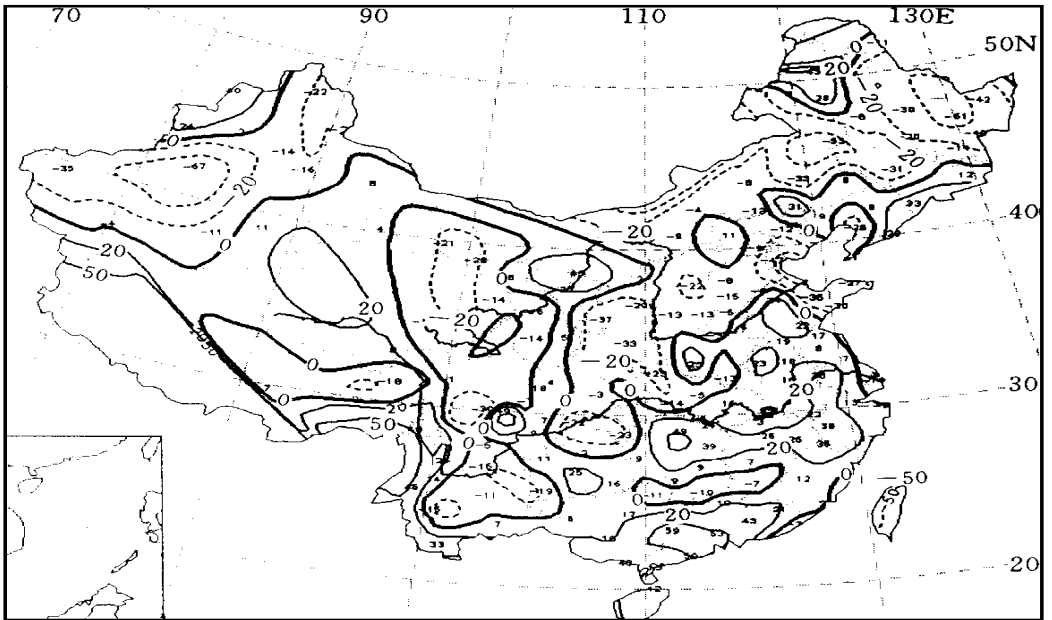


图1 我国各站 14 年汛期季度降水预测值与实况的相关系数($\times 100$)

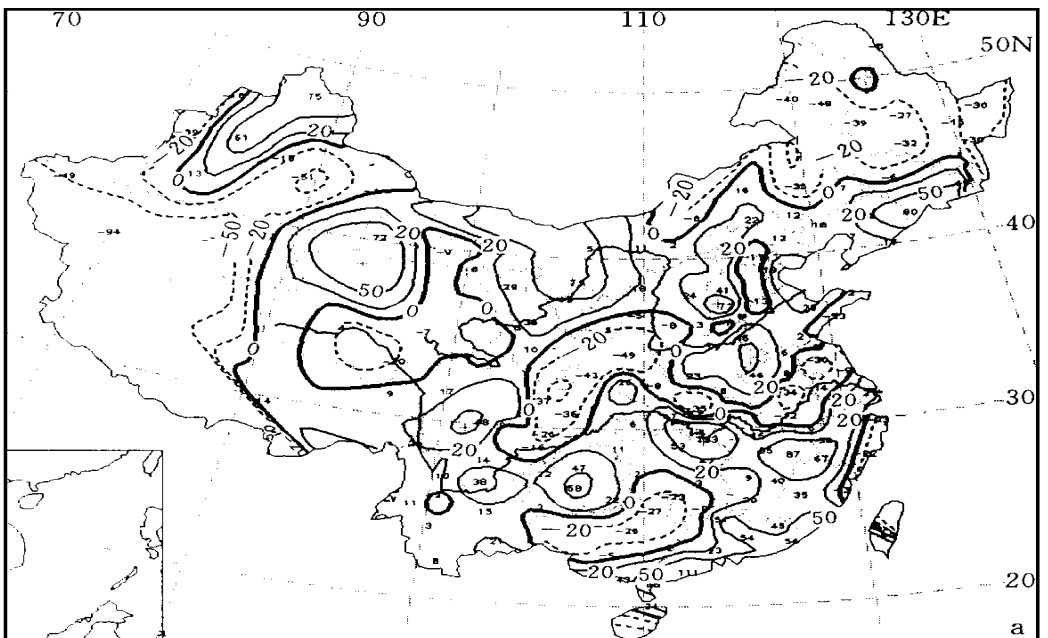
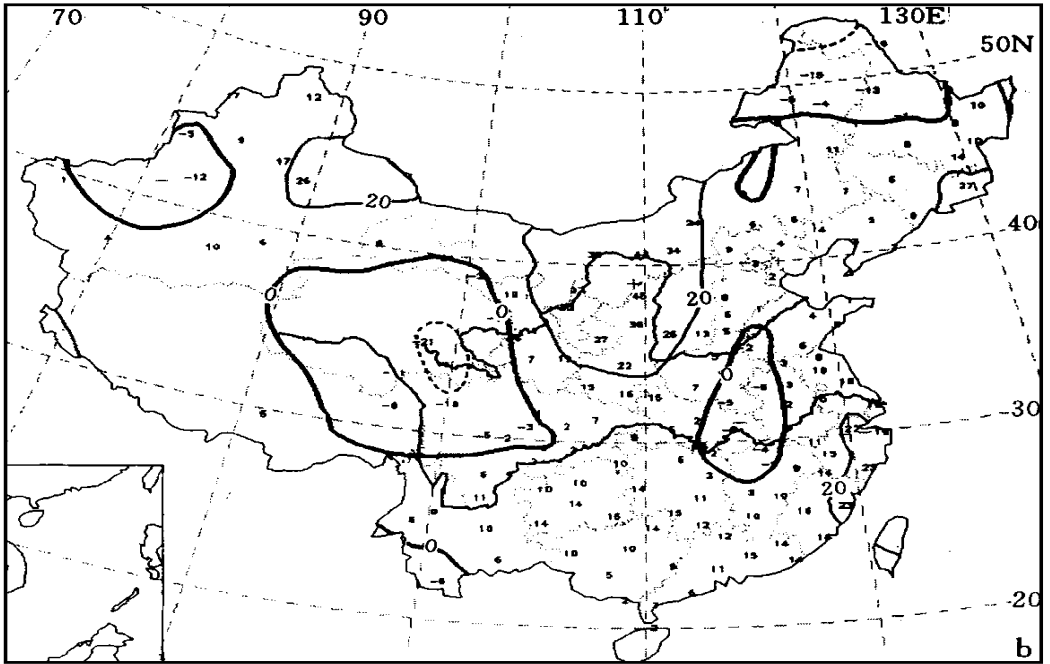


图2 1995 年汛期降水的实况(a)和模式季度预测值(b)的分布图(单位: mm, 下同)



(续图 2)

出, 模式预报结果对该年我国东北地区北部少雨、华北至河套地区和长江以南地区多雨的总的分布型有较好反映, 但东北少雨区的范围和强度, 江南多雨区的强度等则显得不够。

3 模式年度降水预测结果的检验

如前所述, 模式的年度预报是以 10 月作初始场, 积分至次年 8 月 31 日, 这样, 可以向下作冬季、次年春季和夏季的年度预报。因此, 对 OSU/NCC 模式年度降水预报的检验包括这 3 个季节, 本文着重讨论汛期预报结果。

模式年度预报的其后冬季(12、1、2 月)降水预报值与实况的相关系数由图 3 给出。由图可见, 模式对我国冬季降水预报效果南方比北方好, 有较明显预报效果的仅有东北部分地区。预报与观测相关系数大于 0.20 的站有 26 个; 各评估参数分别为 58.4, - 0.04, 0.07, 0.03 和 0.06。作为对照参考, 国家气候中心年度业务预测冬季多年平均评分值分别为 61.3, - 0.06, - 0.06, 0.04 和 0.08^[6], OSU/NCC 模式的预报效果与之大体相当。

图 4 为模式年度预报中, 次年春季(3、4、5 月)预报的降水值与实况的相关系数分布图。从图上可以看出, 模式对我国春季降水预报效果较好的地区集中在长江流域。模式预报与实况相关系数大于 0.20 的站数仅为 26 个。各评估参数分别为 59.1, - 0.08, 0.03, - 0.08 和 0.04。国家气候中心业务预测的多年平均值分别为 68.2, 0.01, 0.01, - 0.03 和 0.10^[6], 其中预报准确率和异常气候评分优于 OSU/NCC 模式的预测结果。

表 2 给出以 10 月份为初始场所作的年度预报对次年汛期(6、7、8 月)降水预测结果的各项评估参数值(表中及下文所述年份为初始场的年份)。从表 2 注意到, 模式 14 年的年

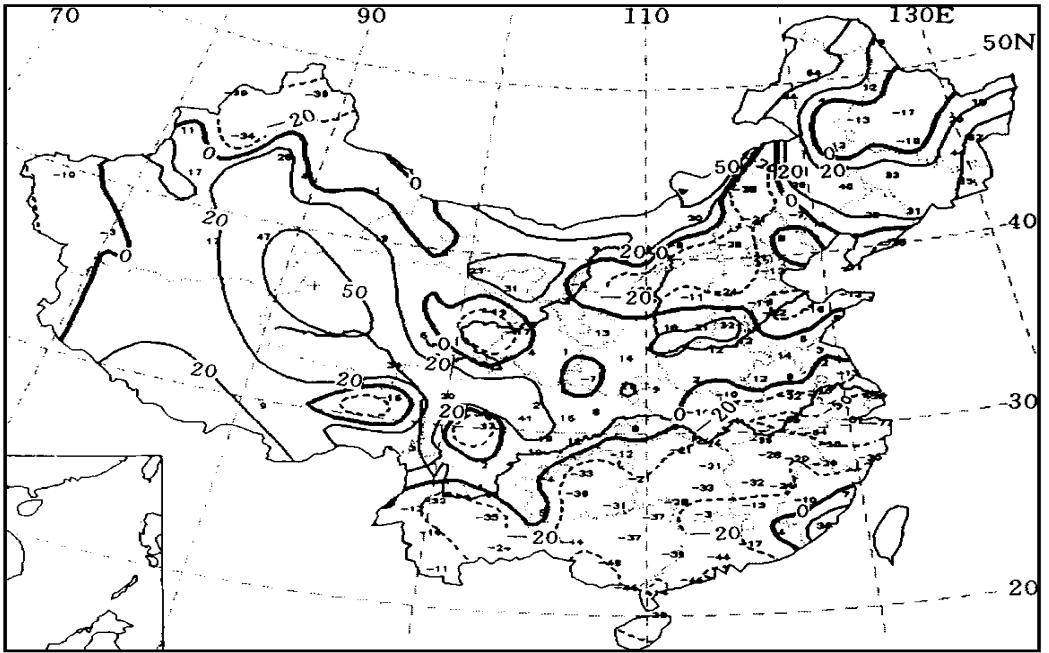


图3 模式年度预测中国冬季降水与实况的相关系数($\times 100$)

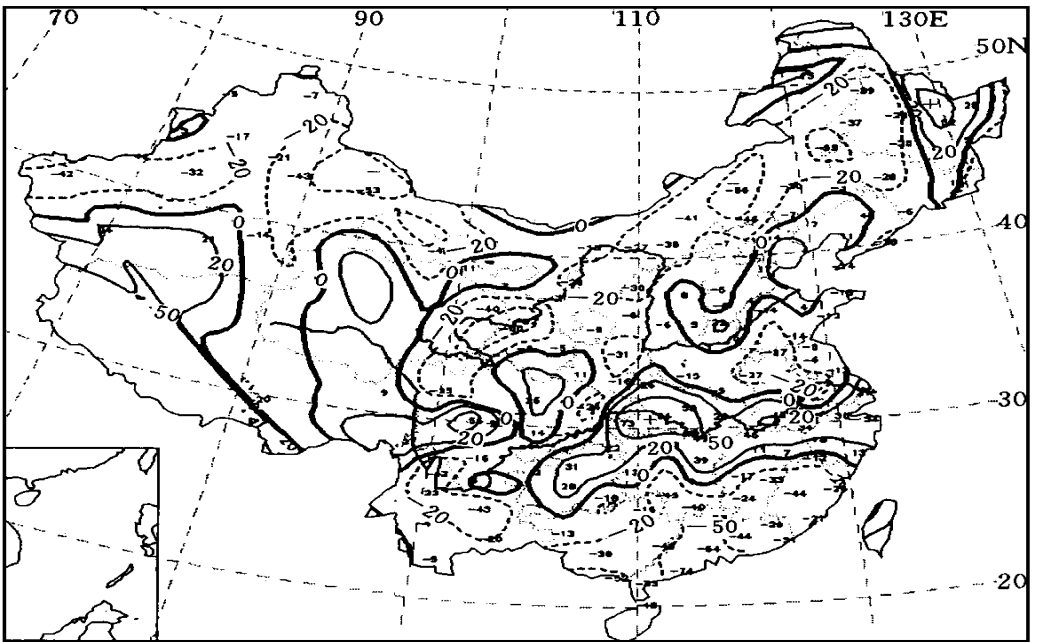


图4 模式年度预测中国春季降水与实况的相关系数($\times 100$)

表 2 模式年度预报对次年汛期降水预测结果的评估参数值

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	平均
P	64	76	62	59	70	65	55	62	71	61	64	72	71	48	64.3
RATc	-0.03	0.09	-0.06	-0.28	0.02	0.01	-0.17	0.01	0.12	-0.05	-0.14	0.16	0.04	-0.31	-0.04
CLTc	0.08	0.19	0.06	-0.14	0.13	0.11	-0.05	0.11	0.22	0.07	-0.01	0.25	0.15	-0.17	0.07
ACC	-0.12	0.11	-0.18	-0.26	0.09	-0.06	-0.02	0.00	0.29	-0.12	-0.09	0.20	0.02	-0.26	-0.03
Ts	0.05	0.01	0.02	0.02	0.04	0.01	0.02	0.02	0.10	0.00	0.07	0.03	0.00	0.01	0.03

度预报, 其汛期降水预报评分等分别为 64.3, -0.04, 0.07, -0.03 和 0.03。其中, 预报准确率大于 60 分的共 11 年; 距平相关系数为正的有 5 年。预报较好的有 1983、1986、1990、1993 和 1994 年等; 较差的有 1985、1988、1991 和 1995 年等。

国家气候中心业务预测的各评估参数多年平均值为 65.7, -0.06, -0.06, -0.05 和 0.06^[6], OSU/NCC 模式的预报评分与之相当。

图 5 为模式年度预报的次年汛期(6~8 月)降水量与实况的相关系数分布图。由图可见, 相关系数大于 0.20 的站数为 33 个。年度降水预报效果总体来说西部好于东部。

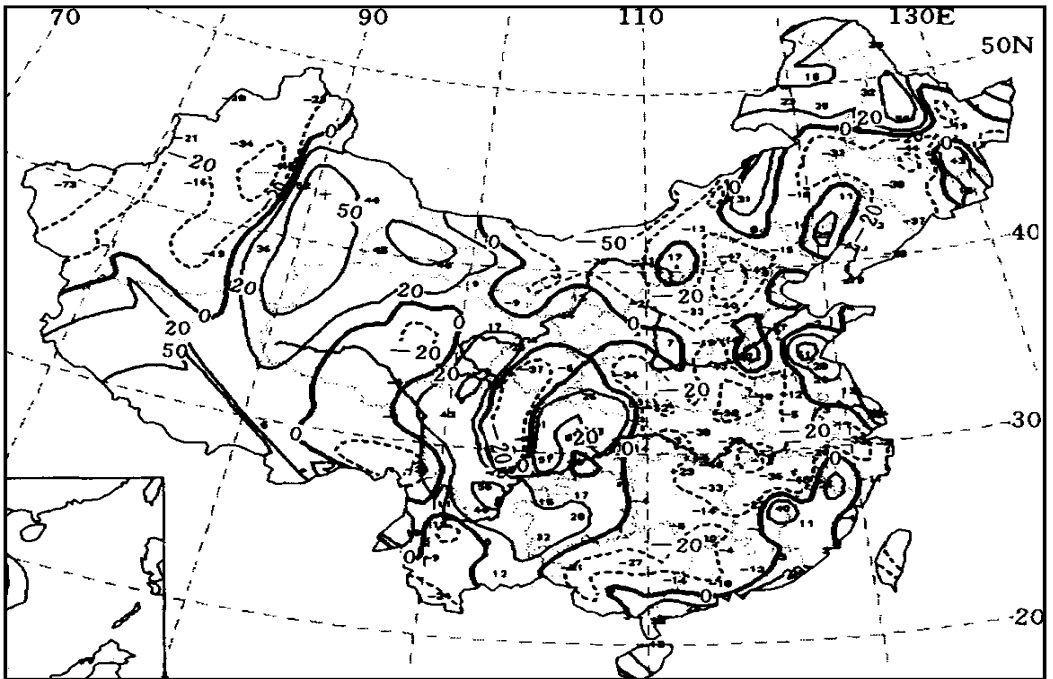
图 5 模式年度预测的次年汛期各站降水与实况的相关系数($\times 100$)

图 6 给出年度预报效果相对稍好的 1987 年汛期预测场(a)和实况场(b)。对比图 6a、6b 可以看出, 模式对该年我国西南地区的汛期降水预测较好, 对长江下游等地区的多雨也有所反映; 但对我国北方和江南地区大范围的干旱, 则预测的范围和强度都显得不够。

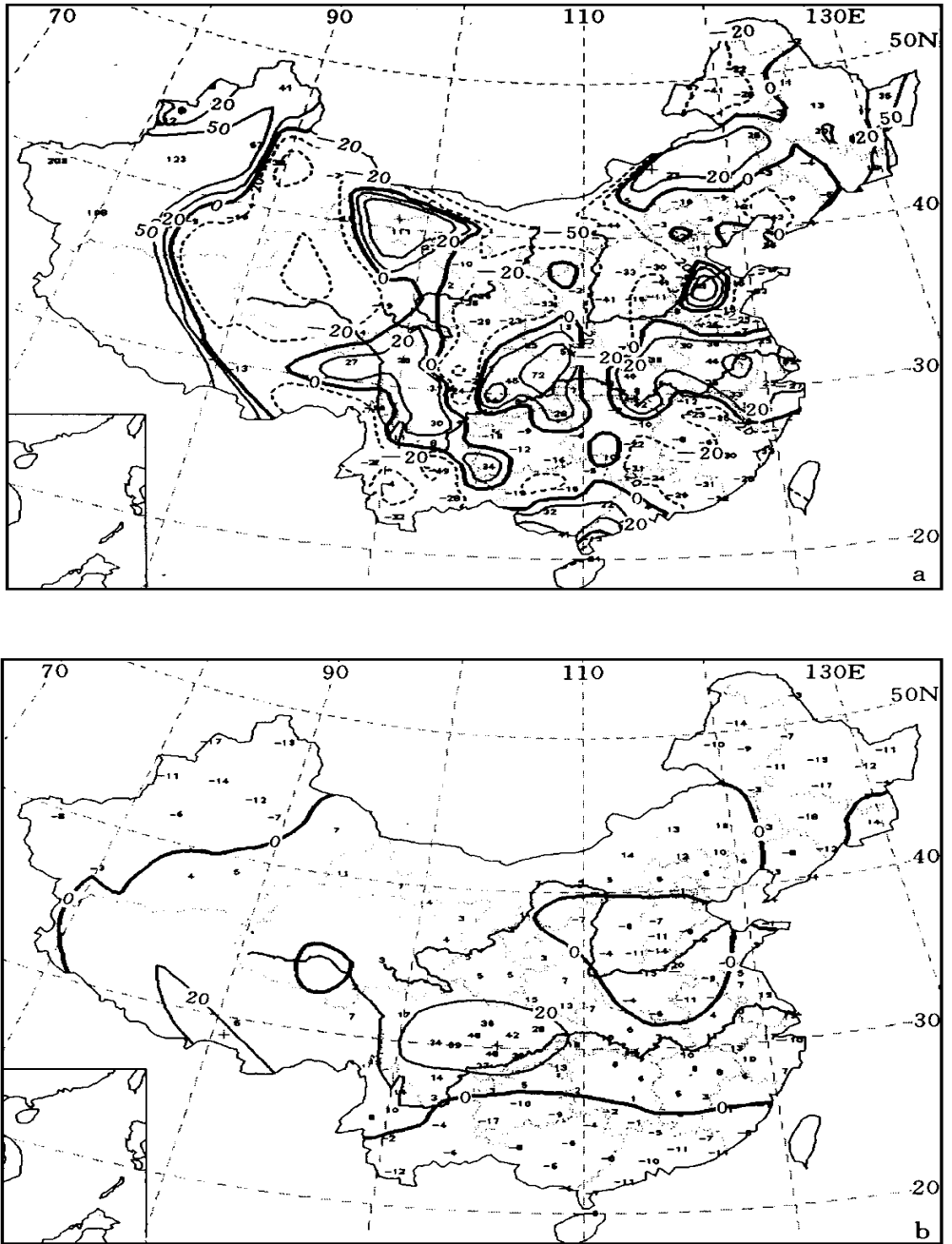


图 6 1987 年汛期降水实况(a)和模式年度预测值(b)

4 模式年度预测中温度预测的检验

作者利用 OSU/NCC 模式对我国冬、春和夏季气温(距平,下同)进行了预测、分析和检验,检验方法类似于对降水预报的检验.

模式以 10 月为初始场, 对其后我国冬季(12 月至翌年 2 月) 气温预测的 P , $RATc$, $CLTc$, ACC 和 T_s 评估参数分别为 77.9, - 0.02, - 0.11, 0.01 和 0.30. 由于对气温进行季节平均后, 大部分值接近于正常值, 所以预报准确率 P 得分较高. 但是在 160 站中, 预测与实况相关系数大于 0.20 的只有 23 个站, 表明模式对冬季气温的预测效果较差(图略).

模式的年度预报对次年春季(3~5 月) 我国气温预测的各评估参数分别为 78.9, 0.04, - 0.05, - 0.04 和 0.26; 预测与实况相关系数大于 0.20 的站数为 33 个(图略).

模式的年度预报对次年夏季(6~8 月) 气温预测的各评估参数分别为 81.7, 0.10, 0.02, 0.02 和 0.30. 预测与实况相关系数大于 0.20 的站数达到 77 个, 近于总站数的一半. 图 7 为模式气温年度预报与观测值相关系数的分布图. 从图中可以看出, 相关系数分布比较系统, 集中于除东北南部至华北北部外的我国东部大部分地区. 由于我国夏季降水与温度有较好的相关, 因此今后可考虑利用温度预报的结果对降水预测进行订正.

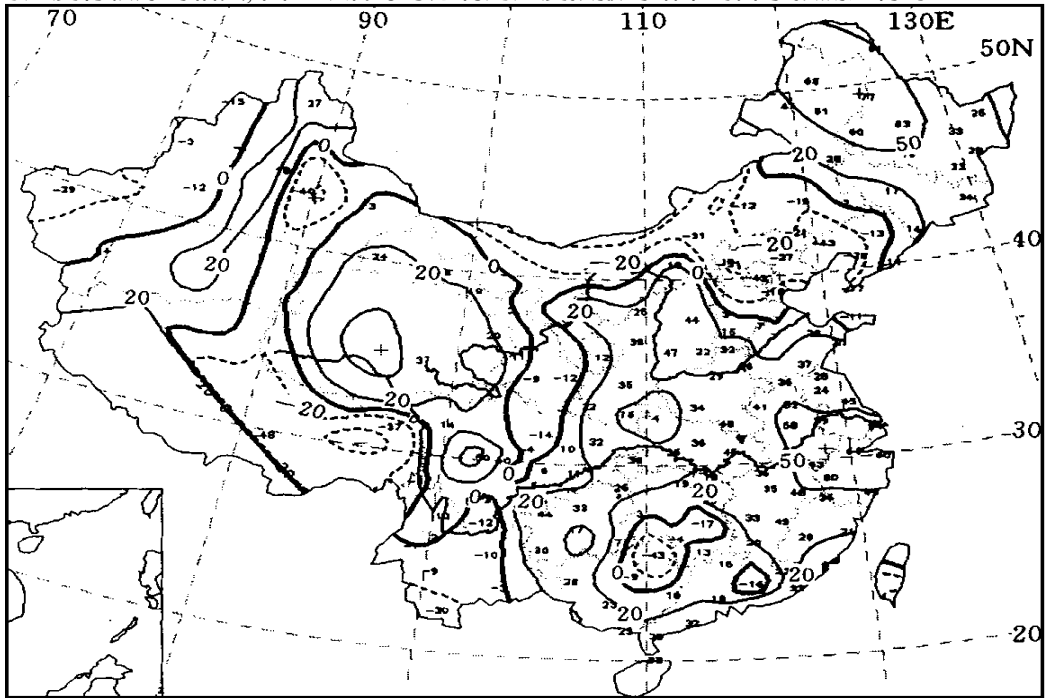


图 7 模式年度预测的次年夏季各站温度与实况的相关系数($\times 100$)

5 结论和讨论

(1) OSU/NCC 模式对 1982~1995 年我国汛期降水季度和年度的预报试验表明, 其预测结果对我国汛期降水的季度和年度气候预测具有一定的参考价值.

(2) 模式对跨季度^[5]、季度和年度三种不同的起始时刻的汛期降水预测中, 以跨季度(2 月份作为初始场)较好, 年度预报最差. 季度预测虽然模式积分的时间较短, 但预测效果并不好, 这也许和春季环流型处于不稳定的调整阶段有关, 另外利用冬季资料进行夏季

的预测,可能因为韵律关系而显得更好一些.

(3) 模式对我国气温具有一定的短期气候预测能力,其中在年度预报中,以对次年汛期的气温预报较好,可以考虑利用它进行对降水预测的进一步订正.

致谢:本文采用的资料由国家气候中心计算机室提供,最后的绘图工作在国家气候中心预测室完成,还得到了国家气候中心业务处的支持和指导,特此致谢.

参 考 文 献

- 1 Schlesinger M E and Zong-ci Zhao. Seasonal climate change induced by doubled CO₂ as simulated by the OSU atmospheric GCM/mixed-layer ocean model. *J. Climate*, 1989, (2): 463~ 499.
- 2 王坚,史久恩,孙力强,等.用一般环流模式对1991年3~8月环流和天气预测的一个数值试验.北京气象学院学报,1992,(1):8~13.
- 3 赵宗慈.中国短期气候预测的模式研究.北京:气象出版社,1996.72~79.
- 4 高学杰,赵宗慈.利用全球环流模式进行北半球环流场和中国气候的模拟及对1996年汛期进行预测的试验及检验.应用气象学报,1997,7(增刊):145~152.
- 5 高学杰,赵宗慈.利用全球环流模式进行我国汛期跨季度短期气候预测的试验.应用气象学报,1999,10(4):462~469.
- 6 陈桂英,赵振国.短期气候预测评估方法和业务初估.应用气象学报,1998,9(2):178~185.

THE EXPERIMENT OF EXTRASEASONAL PREDICTION IN CHINA BY OSU/NCC GCM FOR FLOOD SEASON

Gao Xuejie Zhao Zongci

(National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract

Using ensemble method, tests for seasonal and annual predictions of rainfall in China during the period of 1982 to 1995 are made by the atmospheric GCM/mixed-layer ocean and ice model (denoted as OSU/NCC). Contrasts between forecasts and observations show that the model has certain ability in the prediction of precipitation for rainy season over China. It is also indicated that the prediction is especially acceptable in certain areas.

Key words: Coupling model Ensemble prediction Prediction for flood season
Seasonal and annual prediction