

我国今冬和明春气候异常与沙尘气候 形势的模式预测初步报告*

王会军 郎咸梅 周广庆 康杜娟

(中国科学院大气物理研究所大气科学和地球流体力学数值模拟国家重点实验室, 北京 100029)

摘 要 首次利用气候模式作了跨年度的针对冬季和春季气候异常形势的预测试验。预测结果显示, 今冬的气候特点为, 我国北方降水正常, 南方略偏多, 气温在我国全境基本为正常, 因此, 不会出现暖冬现象, 而欧亚大陆北部则为明显的暖冬。预测结果还表明, 明春我国西北、华北、东北降水正常, 其他地区略多, 全国气温均较正常, 因此, 明春的沙尘暴形势如常, 不会出现超出常年的春季沙尘暴形势。但由于近些年的气候变化趋势使然, 明春的沙尘暴仍可能在局部时空段内相当严重。

关键词: 气候异常; 沙尘气候; 模式预测

1 模式和预测方案

10 多年来, 中国科学院大气物理研究所用气候模式在季节和跨季节气候预测研究中已经开展了很多研究工作, 并且建立了预测系统, 给出了很多非常成功的预报实例^[1-8]。国内也有一些其他研究组开展了类似的工作^[9,10]。但这些工作还是限于对夏季气候的预测, 而且是季节和跨季节的预测, 本文则针对冬季和春季气候的跨年度预测问题。

本项工作所用的预测模式包括两个部分, 其一是中国科学院大气物理研究所 (IAP) 发展的热带太平洋 (30°N~30°S) 海洋环流模式与大气环流模式的耦合 (即 IAP TOGA 耦合模式), 该模式用于预报海表温度的演变; 其二是 IAP 发展的垂直九层水平分辨率为 4°×5°的全球格点大气环流模式 (IAP 9L AGCM), 该模式主要用于跨年度的气候预测。

由于 IAP TOGA 模式已在其他文章中有过详细描述^[11-13], 而 IAP 9L AGCM 也已经广泛用于基本气候状态的模拟和古气候的模拟^[14,15], 此处不再赘述。

据 IAP TOGA 预测系统的预测结果来看, 春季赤道中东太平洋出现的暖事件强度至夏季明显增强并维持到年底, 暖中心由春季的 170°W 东移至 90°W, 并在范围上有所扩大。利用 IAP 9L AGCM 以及海温的预测结果, 考虑了如下的预测方案:

(1) 用 IAP TOGA 模式预测热带太平洋区域的海表温度距平演变。其他海区的海

2002-11-14 收到, 2002-11-20 收到修改稿

* 国家杰出青年基金项目 40125014、中国科学院知识创新工程重要方向项目 KZCX2-203 和国家重点基础研究发展规划项目 G1998040905 共同资助

表温度距平演变则保持为初始的海表温度距平（即海表温度距平没有变化），由于海温持续性较好，故这样延伸地预报几个月至6个月基本上是合理的，况且，毕竟热带太平洋的海温距平更重要一些。

(2) 用第(1)步得到的全球海温距平演变来驱动 IAP 9L AGCM，从10月16~25日之间的初始场出发做7组预测试验，每个试验均积分到2003年8月底，然后作集合平均，并分析集合平均的结果。把2002年12月和2003年1、2月共3个月的平均作为今冬的平均状况，而把明年3、4、5月的平均作为明春的平均状况。

2 预测结果初步分析

2.1 今冬气候形势

图1给出了预测的今冬降水距平的分布，从降水形势来看，我国淮河以南大都为

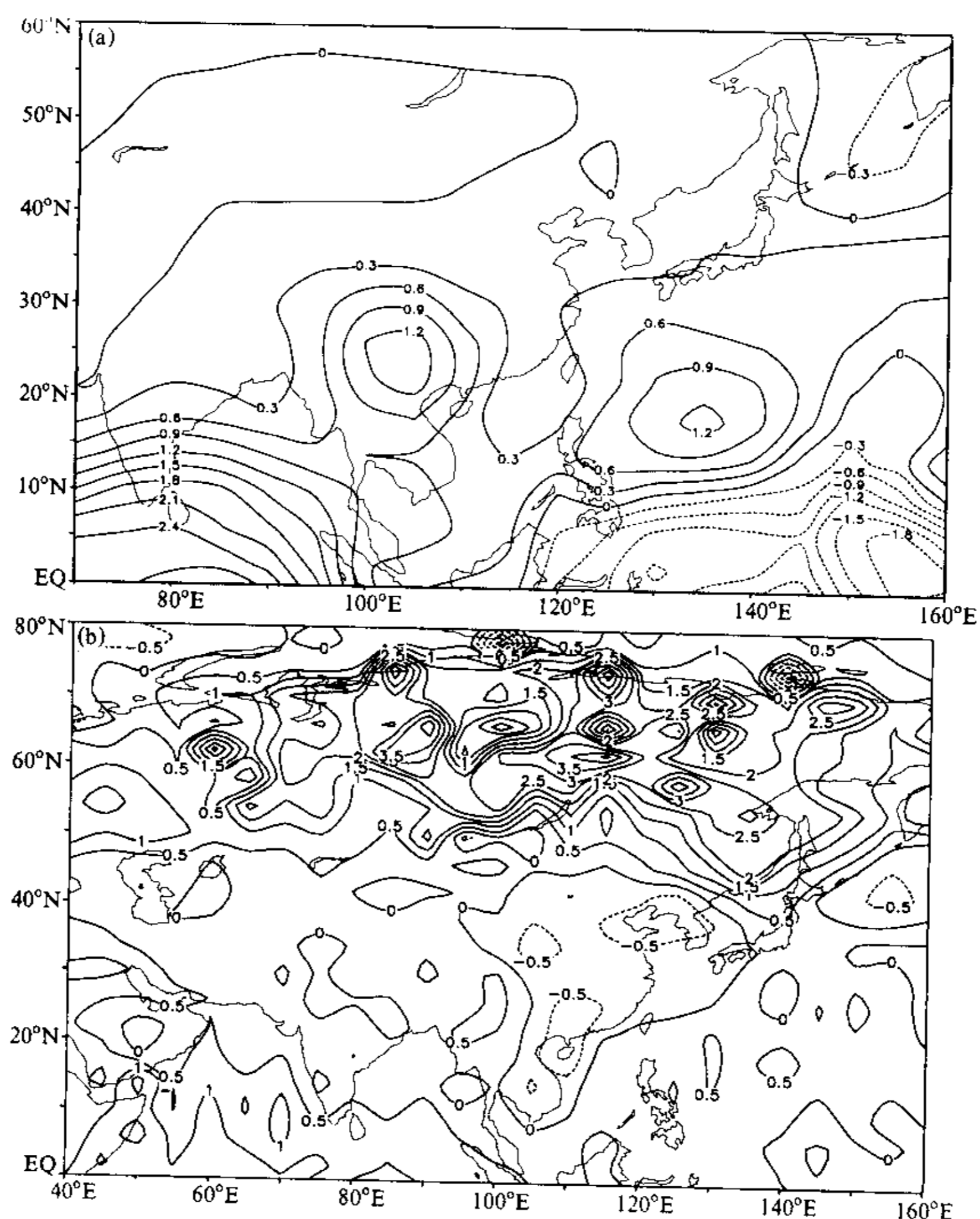


图1 (a) 预测的冬季降水距平 (单位: mm d^{-1}); (b) 预测的冬季气温距平 (单位: $^{\circ}\text{C}$)

降水正距平, 最大正距平在四川盆地及青藏高原东部(中心区域有 1.2 mm d^{-1} , 约为 30%), 而北方地区均为正常, 降水距平几乎为零。地表气温则在全国范围内基本正常(东北东部略暖), 距平值少有超过 0.5°C 的区域, 不过南方可能略冷。因此, 总体上气温正常, 没有出现近十多年来几乎每年都有的暖冬现象(相对于 1961~1990 年的平均), 这是一个很值得关注的现象, 它说明大的年际变化有时可以淹没个别年份全球变暖的信号。

当然, 欧亚大陆北部仍为大片的正距平区, 距平值大者可达 4°C 以上, 大都超过 1°C , 这是继上年亚洲北部超强暖冬事件(此项研究将在另文发表)之后的又一个暖冬, 但强度要弱于上年的暖冬。

从近地面层的风场距平分布(图略)来看, 我国北方来自于西北方向的风力较常年略偏弱, 即冷冬和超常年的寒潮形势不会出现, 当然也不会出现北方明显的暖冬形势。这与图 1 的结果是吻合的。

2.2 明春气候形势

明春的降水距平基本形势为“三北”(西北、华北、东北)正常略偏多, 距平值接近于零, 南方广大地区降水距平为正值, 最大者在长江流域中段, 数值可达 0.6 mm d^{-1} (约为 +10%)。分月来看, 明年春季晚期(5月)西北区降水较多, 早期和中期降水正常(见图 2)。

从表面气温距平分布来看(见图 2), 全国区域均为正常, 距平值均很小, 即便是欧亚北部, 也仅在春季早期(3月)温度正距平显著, 而中期则正距平较小, 晚期其部分区域为负距平。

另外, 风场的距平分布也说明风力的距平量值很小, 且北方基本为偏东风距平和偏南风距平。

2.3 明春沙尘气候形势

从 2.1 和 2.2 节的分析来看, 今冬和明春西北、华北和蒙古降水基本正常, 西北春季晚期降水还会略偏多, 气温亦基本正常。以此观之, 明春沙尘气候应为正常, 不会出现超过常年的沙尘气候形势, 晚春沙尘气候尤其会轻微。从低层风场的分析来看, 西北风分量不会比常年强, 这也会造成沙尘暴的出现次数和强度总体上会是正常年份, 而不会超强。

3 结语

这是首次应用气候模式作跨年度的针对冬季和春季气候异常形势的预测。目前我们还没有探索到适合于 IAP 9L AGCM 的十分有效的订正方案, 故以上给出的预测形势均为模式的直接预测结果。本文仅是一个初步报告, 下步工作将展开冬春季气候预测效能的系统性评估研究和规律探索研究。

今冬明春不会出现大的气候异常和严重的沙尘形势, 但是, 我们对模式预测的准确度尚缺少充分把握, 因此, 宜加强对气候演变趋势的监测、分析和研究, 中国科学院大气物理研究所气候预测组会及时分析演变趋势, 作更新预测, 以期给出尽可能有价值的预测结果。

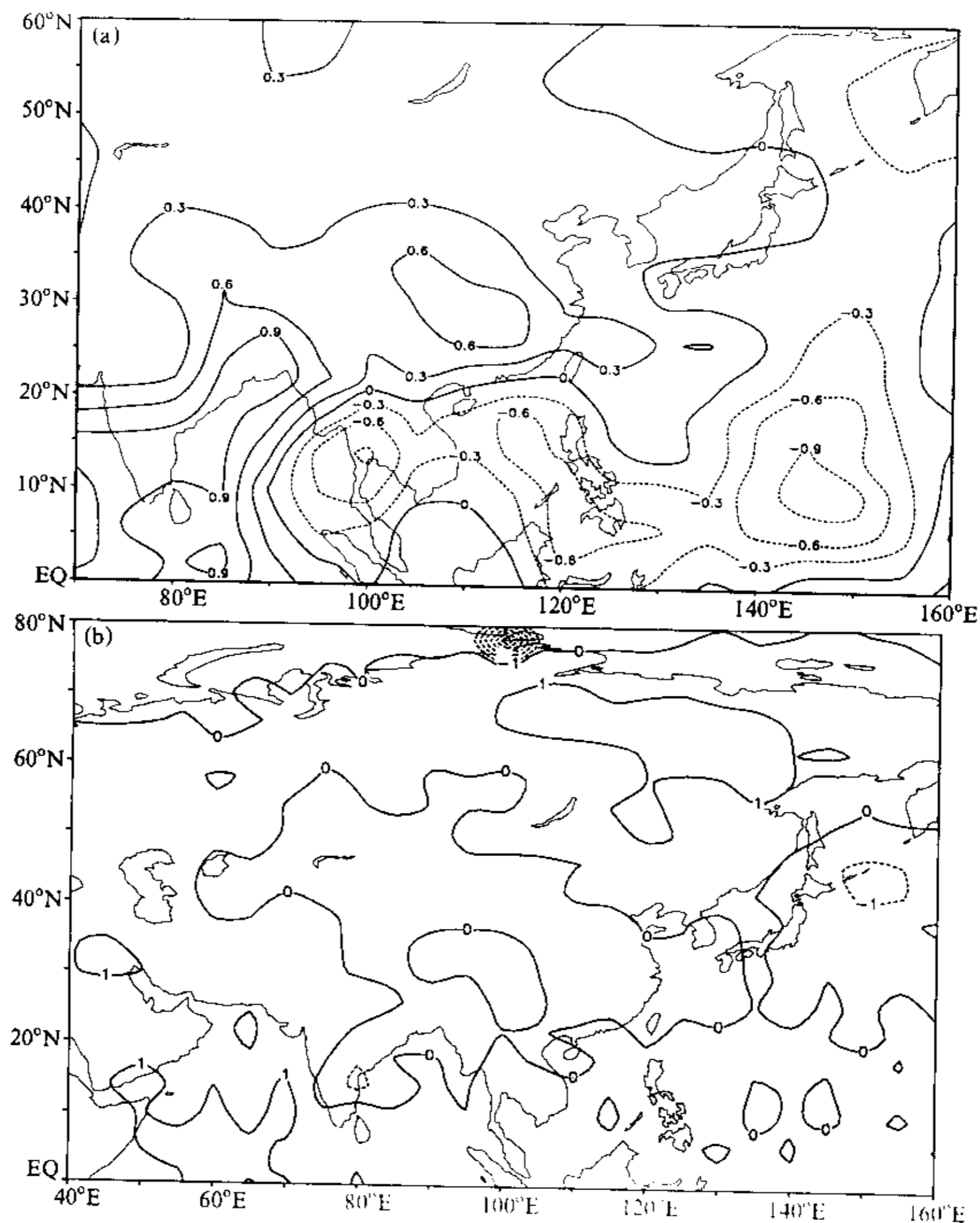


图2 (a) 预测的春季降水距平 (单位: mm d^{-1}); (b) 预测的春季气温距平 (单位: $^{\circ}\text{C}$)

参 考 文 献

- 1 曾庆存、袁重光、王万秋、张荣华, 跨季度气候距平预测试验, 大气科学, 1990, 14, 10~25.
- 2 Zeng Qingcun, Yuan Chongguang, Li Xu et al., Seasonal and Extraseasonal Predictions of summer monsoon precipitation by GCMs, *Adv. Atmos. Sci.*, 1997, 14, 163~176.
- 3 林朝晖、李旭、赵彦、周广庆等, 中国科学院大气物理研究所短期气候预测系统 (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, 339~348.
- 4 林朝晖、赵彦、周广庆等, 1999 年中国夏季气候的预测和检验, 气候与环境研究, 2000, 5, 97~106.
- 5 袁重光、李旭、曾庆存, 跨季度气候距平数值预测研究小结, 气候与环境研究, 1996, 1, 150~159.
- 6 王会军, 试论短期气候预测的不确定性, 气候与环境研究, 1997, 2, 333~338.
- 7 Wang Huijun, Zhou Guangqing, and Zhao Yan, An effective method for correcting the seasonal-interannual prediction of summer climate anomaly, *Adv. Atmos. Sci.*, 2000, 17, 234~240.
- 8 Wang Huijun, T. Matsuno, and Y. Kurihara, Ensemble Hindcast Experiments for the Flood Period over China in

冷雨水而增长的。

为了更清楚地看出冰雹生长与含水量累积区之间的关系,图5给出了云中过冷雨(细实线)、雹胚(粗实线)和冰雹(阴影区)的分布。可见冰雹是在过冷雨含量大于 10 g kg^{-1} 的累积区内形成,而且起始中心则位于累积区中心前上方、雹胚区中心前下方的负温区内。从流场看,冰雹形成于最强上升气流区的前方约 1 km 处。

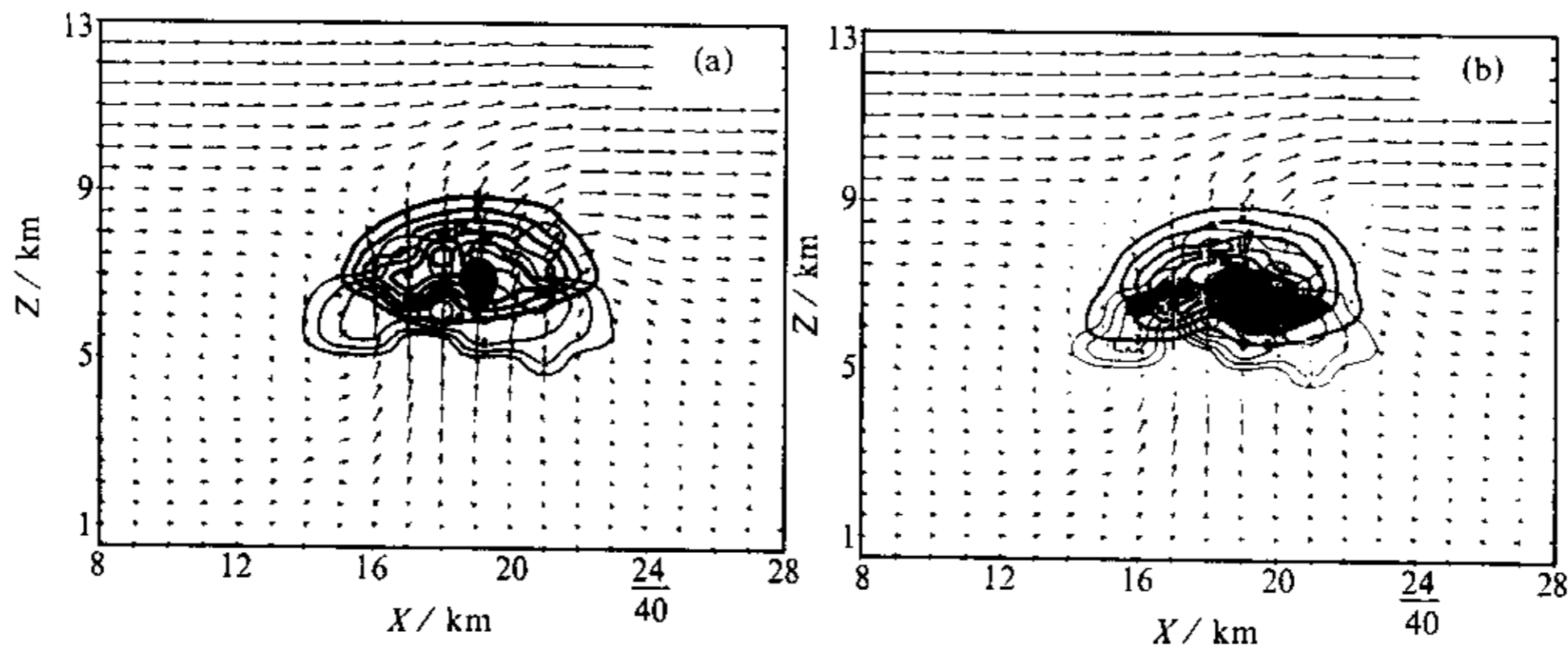


图5 第12分钟模拟自然云(a)和4km作业云(b)过冷雨(粗实线)、雹胚(粗实线)和冰雹(阴影区)比含量分布

在表3中给出了第16分钟模拟自然云冰雹生长区中冰雹形成的主要微物理过程。由表可见,冰雹由雹胚转化及与雨、雹胚碰冻而来,而雹胚主要是由冰、雪晶碰冻过冷雨滴产生并与过冷雨碰冻而增长的。

综上所述,该例冰雹云在主上升气流区之上存在含水量累积区,区内总含水量最大值超过 20 g kg^{-1} ,其中过冷雨含量超过 18 g kg^{-1} ,冰雹最先在累积区上方、雹胚中心区下方由雹胚撞冻过冷雨滴而成,而后冰雹碰并过冷雨迅速增长,而过冷雨水则迅速消耗,直至基本耗尽,主要冰雹增长过程不到10分钟。这使我们得到启示:雹胚竞争的人工防雹作业必须抓住短短的冰雹增长期,而且应在冰雹增长期之前进行。

4 人工催化数值试验

考虑到国内多使用三七高炮进行人工防雹,因而模拟试验的播撒物质 AgI 由三七高炮送入云中。根据三七聚能炮弹 B 型弹平均情况^[12],其成核率为:

$$N_a(\Delta T) = \begin{cases} 0 & \Delta T < 4^\circ\text{C} \\ 10^6 \exp(-0.009\Delta T^3 + 0.324\Delta T^2 - 1.90\Delta T + 4), & 4^\circ\text{C} \leq \Delta T < 18^\circ\text{C} \\ 5 \times 10^5 \exp(-0.009\Delta T^3 + 0.324\Delta T^2 - 1.90\Delta T + 4), & 18^\circ\text{C} \leq \Delta T < 20^\circ\text{C} \\ 9.9 \times 10^{15} & \Delta T \geq 20^\circ\text{C} \end{cases}$$

其中, $N_a(\Delta T)$ 的单位是个 g^{-1} , $\Delta T = T_0 - T$ 。本文考虑三种 AgI 粒子的成核机制,即由于布朗运动和惯性碰撞而发生在人工冰核和云、雨滴之间的接触冻结核化,以及水汽在人工冰核上的凝华核化和凝结—冻结核化。由于 AgI 粒子的成核作用,使得水

- 1998 by Use of the CCSR/NIES Atmospheric General Circulation Model, *J. Meteor. Soc. Japan*, 2000, **78**, 357~365.
- 9 高学杰、赵宗慈, 北半球和中国气候的模拟及 1996 年汛期预测的试验及检验, *应用气象学报*, 1997, **8** (增刊), 145~153.
- 10 高学杰、赵宗慈, 利用全球环流模式进行我国汛期短期气候预测的试验, *应用气象学报*, 1999, **10**, 462~469.
- 11 周广庆、李旭、曾庆存, 一个可用于 ENSO 预测的海气耦合模式及 1997/1998 ENSO 预测, *气候与环境研究*, 1998, **3**, 349~357.
- 12 周广庆、曾庆存, IAP ENSO 预测系统预报技巧的时间依赖性及对 1999 年 La Nina 事件的预测, *气候与环境研究*, 2000, **5**, 109~117.
- 13 Zhou Guangqing, and Zeng Qingcun, Predictions of ENSO with a Coupled GCM, *Adv. Atmos. Sci.*, 2001, **18**, 587~603.
- 14 Wang Huijun, Modelling the January and July climate of 9000 years before present by using the 9-L AGCM, *Adv. Atmos. Sci.*, 1994, **9**, 319~326.
- 15 Wang Huijun, The Mid-Holocene climate simulated by a grid-point AGCM coupled with a Biome model, *Adv. Atmos. Sci.*, 2002, **19**, 205~218.

A Preliminary Report of the Model Prediction on the Forthcoming Winter and Spring Dust Climate over China

Wang Huijun, Lang Xianmei, Zhou Guangqing, and Kang Dujuan

(State Key Laboratory of Numerical Modeling for Atmospheric Sciences and Geophysical Fluid Dynamics, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

Abstract This paper reports the first GCM-based prediction experiment results on the winter climate and spring dust climate several months ahead of the time. The ensemble prediction shows that the forthcoming winter will have normal precipitation in the North and slightly more precipitation in the South, and normal temperature in the countrywide. Therefore, it will not be the warm winter in China. In comparison, the North Eurasia will have a warm winter. Precipitation will be normal in Northwest, Central North, and Northeast in the next spring, and other parts will have a little more precipitation. The temperature will be normal in most areas. In accordance, North China will face normal, instead of stronger, dust storm occurrence. However, due to the recent enhancement tendency, strong dust storm occurrence will be still possible.

Key words: climate anomaly; dust storm climate; model prediction