

# 区域气候模式 RIEMS 对东亚气候的模拟\*

熊 喆

(中国科学院大气物理研究所东亚区域气候—环境重点实验室, 全球变化东亚区域研究中心, 北京 100029)

**摘 要** 利用区域环境集成系统模式对东亚地区进行了1987年1月到1996年12月的长期积分试验, 重点考察了区域气候模式对东亚地区区域气候平均状况的模拟能力。结果表明: (1) RIEMS模式能够较好地模拟出不同季节温度的空间分布以及不同区域温度的年变化; 同时模式模拟的季和月平均表面大气温度与观测之间偏差大约一般在 $1\sim 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。(2) 对于降水来说, RIEMS模式能够较好地模拟降水的季节变化以及空间分布特征; 同时, 也能够较好地模拟不同区域降水的年变化。就季节而言, 模式模拟的冬季降水最好, 相对较差的为夏季; 同时, 模式能够较好地模拟雨带季节性移动, 但模拟的雨带较观测的雨带偏北, 大约为 $2\sim 3$ 纬度。(3) RIEMS模式能够模拟出东亚地区观测的湿润和干旱分布规律, 但对于西北干旱区较观测偏干。

**关键词:** 区域气候模式; 干旱指数; 气温; 降水

**文章编号** 1006-9585 (2004) 02-0251-10 **中图分类号** P461 **文献标识码** A

## 1 引言

为了更好地了解全球气候变化中区域的影响, 同时为了提高区域气候的模拟<sup>[1]</sup>, 许多科学家已经或正在发展适合于所研究区域的区域气候模式, 并且得到了广泛的应用。区域气候模式首先由美国大气研究中心研究小组完成<sup>[2,3]</sup>。已广泛用于目前条件下的气候模拟、古气候模拟以及二氧化碳加倍等模拟, 并且被成功地应用于许多不同地区, 如美国大陆、欧洲、澳大利亚、非洲以及东亚地区。这些试验中所用的驱动场为欧洲中心(ECMWF)、美国环境预报中心(NCEP)的各种分析资料以及各种不同全球气候模式(GCMs)的输出场。模拟结果显示区域气候模式比GCMs能够更好地模拟出区域气候变化的特征。

尽管利用区域气候模式对于现代气候的模拟研究取得了令人鼓舞的成果, 但是它仍然存在许多问题, 特别是对东亚地区的模拟, 其中应该指出的主要问题是: (1) 试验积分时间较短, 仅为几个月或几个季度, 最长也只有 $3\sim 5$ 年, 不能反映区域气候模式对气候特征的模拟能力; (2) 大多数研究仅限于个例研究分析<sup>[4~15]</sup>, 缺乏对模式模拟能力统计行为的认识。本文利用NCEP再分析资料作为驱动场来驱动中国科学院大气物理研究所全球变化东亚区域研究中心发展的区域环境系统集成模式(RIEMS)<sup>[16]</sup>, 对东亚地区进行连续10年积分, 其主要目的是分析和考察模式模拟能力的统计行为。

2004-02-16 收到, 2004-04-02 收到修改稿

\* 国家重点基础研究发展规划项目 G1990403403、中国科学院知识创新工程重点方向项目 KZCX3-SW-218 和国家自然科学基金项目 40231006、40005005 共同资助

本文将重点考察区域气候模式对于东亚地区平均气候状态的模拟能力。

## 2 模式介绍与实验设计

### 2.1 模式介绍

本文所用的区域环境集成系统模式是中国科学院全球变化东亚区域研究中心于 1998 年发展起来的。该模式是以美国大气研究中心和美国宾夕法尼亚大学发展的中尺度模式 (MM5) 为动力框架, 耦合了一些研究气候所需的物理过程方案, 其中包括生物圈-大气圈输送方案<sup>[17]</sup>、Kuo-Anthes 积云对流参数化、Holtslag<sup>[18]</sup> 行星边界条件、修改的 CCM3 辐射方案等。

模式模拟区域的网格中心位于 ( $30^{\circ}\text{N}$ ,  $117^{\circ}\text{E}$ ), 水平分辨率为 60 km, 模式的模拟网格点数为 75 (经向)  $\times$  65 (纬向), 垂直方向为 16 层, 模式层顶气压为 100 hPa。积分的时间为 1987 年 1 月 1 日到 1996 年 12 月 31 日, 用美国环境预报中心 (NCEP) 每天世界时为 00 时和 12 时、分辨率为  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$  的再分析资料作为 RIEMS 的驱动场。采用线性松弛侧边界方案, 缓冲区大小为 10 层。模式中地形来自于 PSU/NCAR30' 地形资料; 地表覆盖植被类型资料来自于水平分辨率为  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  国际卫星陆面气候计划 (ISLSCP) 数据, 并将地表覆盖植被类型资料 15 类转化为生物圈-大气圈输送方案中的 18 类, 然后将地形和地表覆盖植被类型插值到模式网格点上 (见图 1)。

### 2.2 用于检验模式的数据

用于模式检验的资料包括: (1) 1987~1996 年 160 个观测站点的月平均表面大气

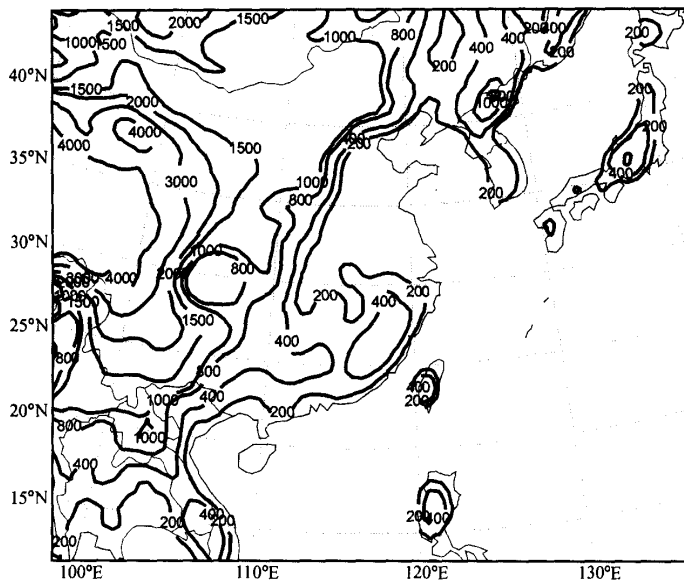


图 1 模式模拟的区域范围及其地形 (单位: m)

温度和月总降水量; (2) 1987~1996 年水平分辨率为  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$  的全球观测候降水格点资料<sup>[19]</sup>; (3) NCEP 再分析资料中的月平均表面大气温度。

对于表面大气温度来说, 首先对观测的月平均地面气温数据采用客观分析方法插值到分析控制区的网格上; 然后, 对于海洋和没有观测报告的控制区网格, 用全球高斯网格 NCEP 再分析资料的月平均地面气温进行双线型插值得到的网格点上的数据代替, 最终形成观测的月平均表面大气温度。

对于降水来说, 首先对观测的月降水量数据采用客观分析方法插值, 将其插值到分析控制区网格点上; 然后, 对于海洋和没有观测报告的控制区网格点, 用全球观测月降水网格点资料进行双线型插值得到的网格点上的数据代替, 最后形成观测的月总降水量。

由于本文主要考察区域环境系统集成模式对东亚地区近 10 年平均气候状况的模拟能力, 因此, 对观测数据和模式模拟的数据分别进行 10 年平均, 形成观测和模式模拟的 12 个月月平均表面大气温度、月总降水量。下面提到的温度和降水场为 1987~1996 年 10 年平均气候场。

### 2.3 检验方法

为了客观评价区域气候模式模拟区域气候的能力, 我们采用如下的统计方法进行客观评价和分析。

#### 2.3.1 降水临界评分 $T_{P_i}$ 。

对于某一降水临界值  $P_i$ , 它可以表示为

$$T_{P_i} = \frac{C_{P_i}}{O_{P_i} + F_{P_i} - C_{P_i}},$$

其中,  $O_{P_i}$  是观测降水大于  $P_i$  的网格数,  $F_{P_i}$  是对应的模拟值的网格数,  $C_{P_i}$  是观测和模拟的降水都大于  $P_i$  的网格点数。这种评分标准是衡量模拟降水空间和时间分布的一个尺寸, 较好地反映了在模拟某一时段内超过某一降水临界值的精确程度, 其值范围为 0~1。预报正确的程度越低, 评分越低。完全不正确的预报为 0, 完全正确的预报为 1。

#### 2.3.2 干旱指数

干旱指数  $r$  可表示为

$$r = \frac{E_0}{P},$$

其中,  $E_0$  为最大潜在蒸发,  $P$  为降水量。 $r$  能够更加明显的分析某一地区湿润和干旱的分布规律。如果  $r < 1$  时, 降水大于蒸发; 如果  $r > 1$  时, 蒸发超过降水。

由于本文所关心的是考察区域环境系统集成模式模拟东亚地区气候总体特征的能力, 并不是模拟每天天气事件的能力; 同时, 一个月的时间间隔已经足够长, 至少包括了几个天气事件, 所以以上 2 种检测方法所用的温度和降水资料都是月资料。

尽管模式模拟的区域范围包括中国、朝鲜半岛和日本等, 但本文分析的重点放中国不同区域。参照林之光等人<sup>[20]</sup>的中国气候之区划, 将中国分为 4 个子区域, 即华北、华中、华南和西南地区。采取区域平均, 其原因为: (1) 由于观测站点的数据是相对独立的, 可能受局地影响, 而模式模拟的结果为  $3\ 600\text{ km}^2$  ( $60\text{ km} \times 60\text{ km}$ ) 的平均值, 因此更加具有代表性; (2) 模式所用的地形高度比真实的地形高度更加平滑, 模

式与观测站海拔高度的局地差别较明显,为了使观测和模式模拟数据的不一致性降低到最小,因而采取区域平均来看区域观测站点的总体行为。以上4个子区域不仅代表中国不同的气候状况,而且还包括相对多的观测站点。

### 3 温度场的模拟

#### 3.1 表面大气温度的模拟

图2为10年平均冬季表面大气温度。从观测图上可以看出等温线趋向纬向分布,温度由南向北递减,同时在青藏高原附近有一低温中心,模式能够较好地模拟出这种空间分布特征;同时,可以看出对于位于 $27^{\circ}\text{N}$ 度附近温度为 $8^{\circ}\text{C}$ 的等温线来说,模式能够较好模拟其位置;但对于位于 $35^{\circ}\text{N}$ 附近温度为 $0^{\circ}\text{C}$ 等温线来说,模式模拟的位置较观测偏南。这样,对于长江以南地区模式模拟的表面大气温度较观测偏高,大约为 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ ,其他地区普遍比观测偏低,大约 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 左右;对于整个陆地来说,模式模拟的表面大气温度较观测偏高,其偏差为 $2.2^{\circ}\text{C}$ 。

图3为10年平均夏季表面大气温度。通过比较发现模式能够较好地反映出观测场

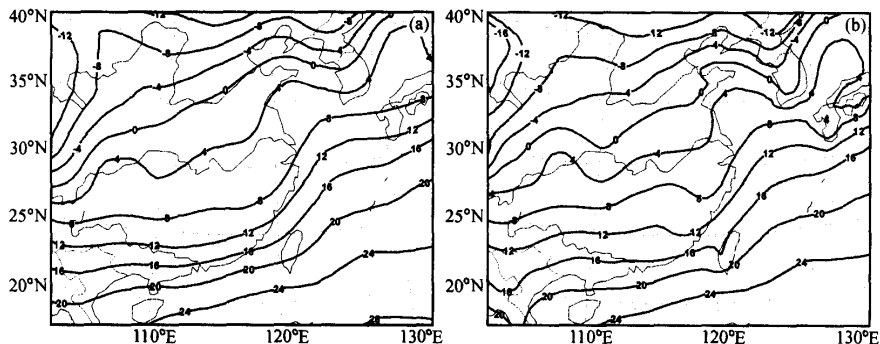


图2 10年平均冬季表面大气温度(单位: $^{\circ}\text{C}$ )

(a) 观测值; (b) 模拟值

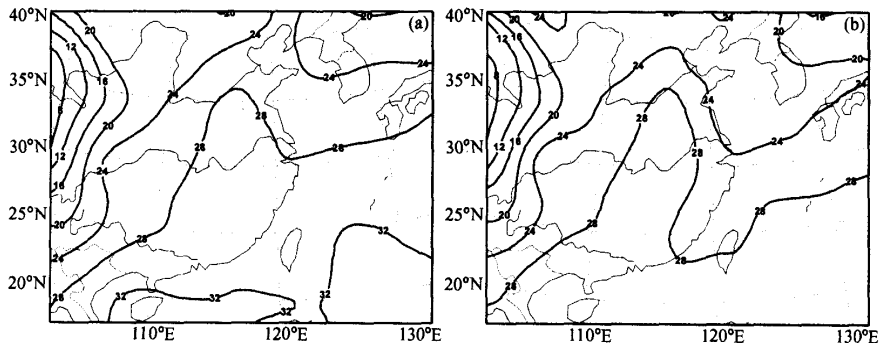


图3 10年平均夏季表面大气温度(单位: $^{\circ}\text{C}$ )

(a) 观测值; (b) 模拟值

表面大气温度的空间分布, 即有 2 个低温中心, 低温中心分别位于青藏高原附近和朝鲜半岛附近; 同时, 在青藏高原东部有一温度脊。在华北、华中地区模式模拟的温度较观测偏高, 大约在  $1\sim 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  左右, 而其他地区模式模拟的温度较观测偏低, 大约为  $1\sim 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 同时, 在西南地区模式模拟出一个高温中心, 但在观测场中没有找到。对于整个区域陆地来说, 模式模拟的气温较观测偏低, 其偏差为  $-0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

### 3.2 不同区域的年变化

通过分析和比较得到以下结论: (1) 对于整个陆地来说, 模式能够较好地模拟出表面大气温度的年变化, 其中 3~10 月月平均表面大气温度偏差大约为  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 其他月份偏差在  $2\sim 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; (2) 模式能够较好地模拟出不同区域表面大气温度的年变化, 除少数个别区域外, 大部分地区表面大气温度偏差在  $1\sim 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 并且 5~10 月模式模拟的表面大气温度比较接近观测值, 其偏差为  $0.04\sim 1.79\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

## 4 降水场的模拟

### 4.1 降水的空间分布

观测冬季气候显示, 受来自内陆干冷冬季风的影响, 大部分地区降水量不多, 降水主要位于长江以南和日本以东南部海洋。RIEMS 模式能够较好地模拟冬季降水的特征, 即降水呈东西带状分布, 并且有 2 个降水中心, 分别位于长江以南和日本以南洋面上。模式能较好地模拟长江以南的降水中心和降水强度, 但降水位置较观测位置偏北  $1\sim 2$  个纬度; 而日本以南海洋上强降水中心, 模式模拟的位置偏西偏北, 并且降水强度偏小 (见图 4)。

夏季, 由于南亚季风和东亚季风全面爆发, 东亚地区的降水显著增加。我国夏季盛行暖湿的东南和西南气流, 6 月中旬, 雨带由原来的华南地区北跳到长江沿岸和中下游地区, 西起四川盆地, 东至东南沿海地区, 进入梅雨季节; 7 月中旬雨带突然北移, 华北地区进入雨季。图 5 为 10 年平均夏季降水。从观测图可以看出, 中国大陆降水明显增加, 并且主要集中于西南、华中、华北地区, 同时在日本和朝鲜半岛有 2 个强降

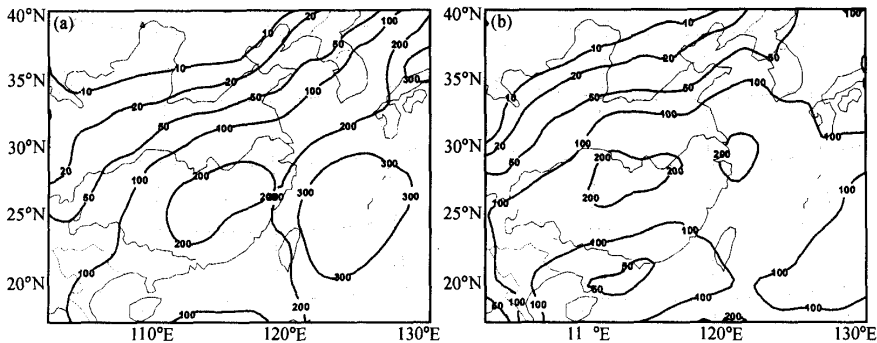


图 4 10 年平均冬季降水 (单位: mm)

(a) 观测值; (b) 模拟值

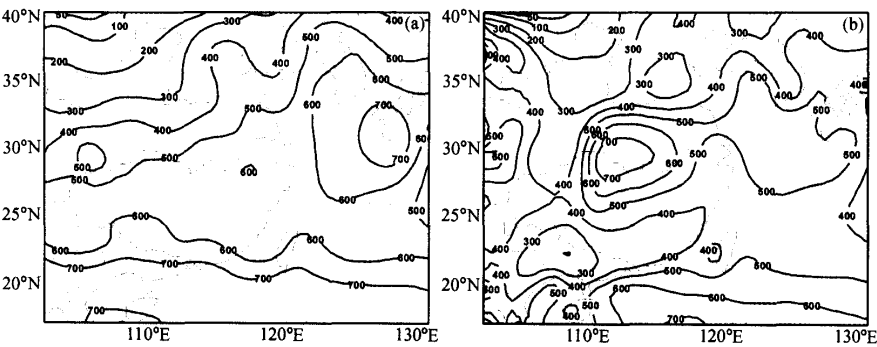


图5 10年平均夏季降水(单位: mm)  
(a) 观测值; (b) 模拟值

水中心。模式能够较好地模拟出降水的空间分布,但在长江中游地区和西北地区分别有一个虚假的降水中心;在华中地区有一强降水中心,模式能够较好地模拟出来,但模拟的强度较观测偏强,位置偏西;而对朝鲜半岛的强降水中心也能够较好地模拟出来,但其位置偏西,强度偏小。

4.2 分区特征和年变化

通过分析比较得出以下结论: (1) RIEMS 模式能够基本反映出不同区域在不同季节观测降水的年变化,对于大多数区域不同季节降水偏差大约在 50%左右;无论哪个季节,对于华北、江淮地区,RIEMS 模式模拟降水偏多,而对于华中、华南地区模拟的降水偏少。(2) 夏季,除江淮以外,其他地区 RIEMS 模式模拟的降水偏小;秋季,除华北地区以外,其他地区降水偏差都在 50%以内;春季,除华北、江淮以外,其他地区降水偏差都在 50%以内。

4.3 降水的临界评分

从表 1 可知,对于不同季节,随着降水临界值的增加,  $T_p$  渐小。当降水临界值为 50 mm 时,  $T_p$  较大,可达 0.62~0.97;当降水临界值为 100 mm 时,  $T_p$  变小,为 0.46~0.92;降水临界值增加到 300 mm 时,  $T_p$  减少到 0.10~0.46。由于我国大部分降水主要集中在 4~9 月,因此,本文将分析 4~9 月降水临界评分。图 6 为 10 年平均每月降水总量在不同临界降水评分。从图 6 可知: (1) 随着降水临界值增加,  $T_p$  越来越小,当降水临界值较小时 (10 mm),  $T_p$  较大,可达 0.92~0.99;而当降水临界值增加到 100 mm 时,  $T_p$  减小到 0.31~0.87。(2) 中国东部夏季  $T_p$  值较大,这结果与

表 1 10 年平均季节降水的临界评分

| 临界值/mm | 春季   | 夏季   | 秋季   | 冬季   |
|--------|------|------|------|------|
| 50     | 0.89 | 0.97 | 0.84 | 0.62 |
| 100    | 0.69 | 0.92 | 0.67 | 0.46 |
| 200    | 0.54 | 0.80 | 0.39 | 0.49 |
| 300    | 0.46 | 0.44 | 0.10 | 0.18 |

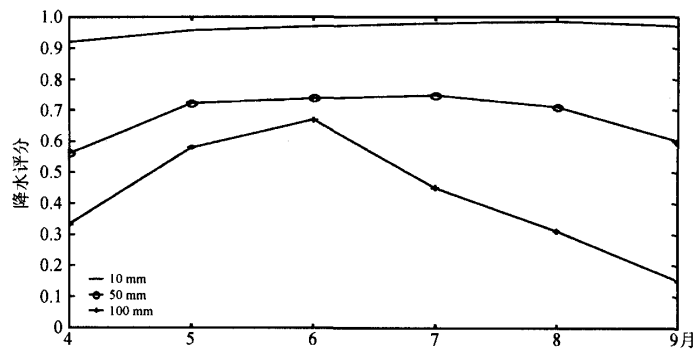


图 6 10 年平均月降水在不同临界下降水评分

Giorgi 等<sup>[21]</sup>用 RegCM2 模式模拟美国西部降水时的结论相反，即美国西部夏季  $T_P$  值较小。这主要是中国的大部分降水集中在夏季，而美国西部尤其是加利福尼亚的降水主要集中在冬季。由上可以得出  $T_P$  的大小与总降水量成正比。

4.4 季风雨带的移动

图 7 为 10 年平均观测和区域气候模式模拟的  $110^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$   $5\sim 9$  月候平均降水随纬度和时间的分布。从观测结果来看，自 5 月中旬左右雨带在华南沿海出现，一直到 6 月 10~24 日左右还在南岭以南摆动，此时降水雨带位于  $21^{\circ}\sim 24^{\circ}\text{N}$  左右，但此后雨带突然迅速北移，跳跃到  $27^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{N}$ ，即长江中下游地区，梅雨季节由此开始；一直到 7 月 10~14 日，雨带离开江淮地区，第二次向北跃进，到达  $37^{\circ}\text{N}$  左右，即华北；大约在 8 月中旬，雨带到达最北位置；8 月下旬，由于亚洲内陆冷空气南下，雨带即迅速南撤，不到一个月时间就已经撤离大陆；此后，只有台风活动时，才不时给华南沿海带来降水。这样形成了我国东南季风雨带移动规律，即雨带北上过程中出现 3 次停滞和 2 次飞跃。3 次停滞出现在华南、江淮、华北，3 次停滞之间出现 2 次飞跃，即从华南到长江中下游和从江淮到华北。而模式模拟的结果来看，5 月到 6 月上旬雨带位于  $27^{\circ}\sim 31^{\circ}\text{N}$ ，即长江中下游地区，到 6 月下旬雨带明显北跳，到达  $30^{\circ}\sim 33^{\circ}\text{N}$ ，并且一直持续

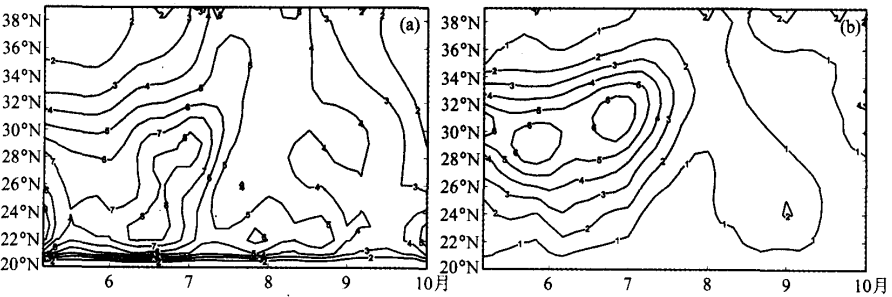


图 7 10 年平均观测和模拟的  $110^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$   $5\sim 9$  月候平均降水随纬度和时间的分布 (单位:  $\text{mm d}^{-1}$ )  
(a) 观测值; (b) 模拟值

到7月上中旬,到8月雨带明显南撤。从观测和模式模拟的比较分析看,区域模式能够较好地模拟季风区雨带季节性的移动特征,但对于5、6月份来说,模式模拟的雨带位置较观测偏北,大约为2~3纬度,对于8、9月模式模拟的雨量较观测明显偏少。

4.5 干旱指数的模拟

图8为10年平均模式模拟与观测的干旱指数。从观测图上可以清楚地看出,35°N以南为湿润地区,西北为干旱地区。RIEMS模式能够基本模拟出观测到的干旱指数的空间分布,同时可以看出等值线为1的位置与观测较为一致;但模拟的西部干旱区干旱指数较观测大,说明RIEMS模式对西部干旱区模拟偏干,而对于华北地区以及东北地区,模拟较观测更加湿润。

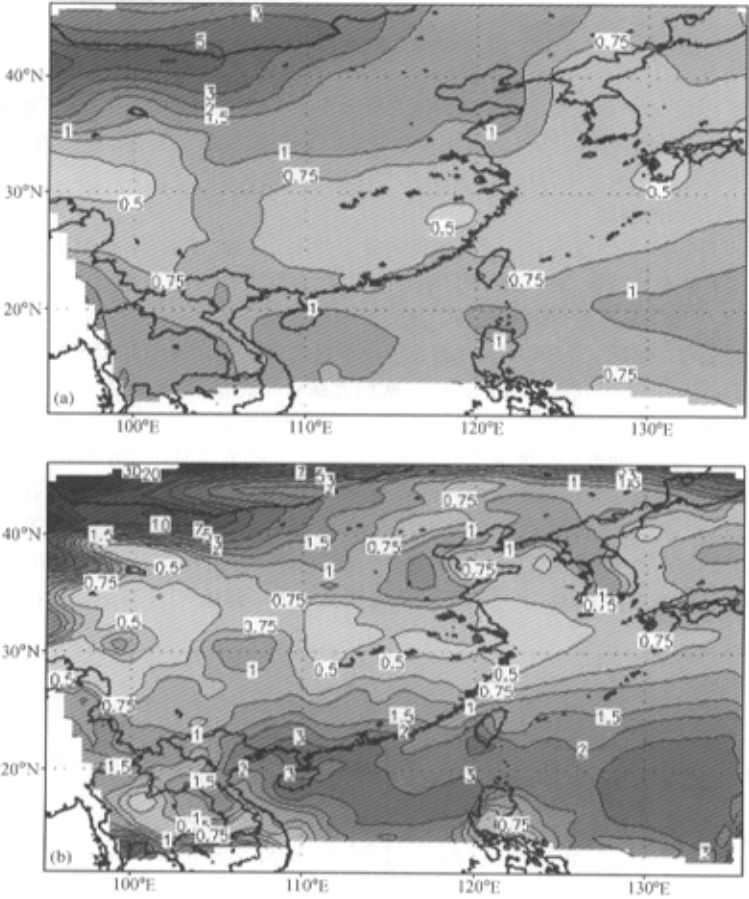


图8 10年平均干旱指数  
(a) 观测值; (b) 模拟值



## 5 结论

本文主要考察区域气候模式对东亚地区温度、降水的气候平均态, 雨带季节性的移动和干旱指数的模拟能力。通过以上分析和比较可以得出以下结论:

(1) RIEMS 模式能够较好的模拟出不同季节温度的空间分布以及不同区域温度的年变化; 同时模式模拟的季和月平均表面大气温度与观测之间偏差大约一般在  $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ , 这与 IPCC (2001) 报告中所述在区域尺度  $10^5\sim 10^6\text{ km}$  季表面大气温度偏差  $1\sim 2^{\circ}\text{C}$  较为一致。

(2) RIEMS 模式能够较好地模拟降水的季节变化以及空间分布特征, 同时模式能够较好地模拟不同区域降水的年变化。就季节而言, 冬季模式模拟降水最好, 相对较差的为夏季。同时, 模式能够较好地模拟雨带的季节性移动, 但模式的雨带较观测的雨带偏北, 大约为  $2\sim 3$  纬度。

(3) RIEMS 模式基本上能够反映东亚地区观测的湿润和干旱分布规律, 但对于西北干旱区较观测偏干。

模式模拟的降水位置较观测偏北, 可能与用于驱动区域气候模式驱动场的再分析资料和模式中积云对流参数化方案有关, 这一方面的工作有待进一步研究。

## 参 考 文 献

- 1 Giorgi, F., and L. O. Mearns, Approach to the simulation of Regional Climate change Review, *Reviews of Geophysics*, 1991, **29**, 191~216.
- 2 Diskinson, R. E., M. Errico, F. Giorgi, and G. T. Bates, A regional climate model for the western U. S. A., *Climate Change*, 1989, **15**, 383~422.
- 3 Giorgi, F., Simulation of regional climate using a limited area model nested in a general circulation model, *J. Climate*, 1990, **3**, 941~963.
- 4 符淙斌、魏和林、陈明等, 区域气候模式对中国东部季风雨带改变的模拟, *大气科学*, 1998, **22**, 522~534.
- 5 龚威、李维亮, 用改进的 NCAR 区域气候模式模拟中国夏季降水, *中国短期气候变化及成因研究*, 北京: 气象出版社, 1996, 110~116.
- 6 刘永强、丁一汇、赵宗慈, 1991 年江淮特大异常降水的区域气候模拟, *中国短期气候预测的模拟研究*, 北京: 气象出版社, 1996, 106~120.
- 7 罗勇、赵宗慈, NCAR REGCM2 对东亚区域气候的模拟试验, *应用气象学报*, 1997, **8** (增刊), 124~133.
- 8 赵宗慈、罗勇, 东亚夏季风的模拟研究——3 个区域气候模式的对比, *应用气象学报*, 1997, **8** (增刊), 116~122.
- 9 郑维忠、Sergio Palermi、Guido Viscontic、符淙斌, 中尺度大气模式用于我国东部区域气候模式的长期积分试验, *全球变化与我国未来的生存环境*, 符淙斌、严中伟主编, 北京: 气象出版社, 1996, 242~247.
- 10 赵宗慈、罗勇, 区域气候模式在东亚地区的应用研究——垂直分辨率与侧边界对夏季季风降水影响研究, *大气科学*, 1999, **23** (5), 522~532.
- 11 史学丽、丁一汇、刘一鸣, 区域气候模式对中国东部夏季气候的模拟试验, *气候与环境研究*, 2001, **6** (2), 246~254.
- 12 石广玉、王喜红、张立盛等, 人类活动对气候影响的研究 II. 对东亚和中国气候变化的影响, *气候与环境研究*, 2002, **7** (2), 255~266.
- 13 Xiong Zhe, Wang shuyu, Zeng Zhaomei, and Fu Congbin, Analysis of simulated heavy rain over the Yangtze

- River valley during 11–30 June 1998 using RIEMS, *Advances in Atmospheric Sciences*, 2003, **20** (5), 815~824.
- 14 Wei Helin, Fu Congbin, and W. C. Wang, The effect of lateral boundary treatment of regional climate model on the East Asian summer monsoon rainfall simulation, *Chinese Journal of Atmospheric Sciences*, 1998, **22** (3), 231~243.
  - 15 Wei Helin, and W. C. Wang, A regional climate model simulation of summer monsoon over East Asia: A case study of 1991 flood in the Yangtze-Huaihe valley, *Advances in Atmospheric Sciences*, 1998, **15** (4), 489~509.
  - 16 Fu Congbin, Wei Helin, and Qian Yun, Documentation on Regional Integrated Environmental Model System (RIEMS, Version I), TEACOM Science Report, No. 1, START Regional Committee for Temperate East Asia, Beijing, China, 2000, 36 pp.
  - 17 Dickinson, R. E., P. J. Kennedy, A. Henderson-sellers, and M. Wilson, Biosphere-Atmosphere Transfer Scheme (BATS) for the NCAR Community Climate Model, Tech. Note, NCAR/TN-275+STR, National Center for Atmospheric Research, Boulder, CO, 1986, 69 pp.
  - 18 Holtslag, A. A. M., E. I. F. de Bruijin, and H. L. Pan, A high resolution air mass transformation model for short-range weather forecasting, *Mon. Wea. Rev.*, 1990, **118**, 1561~1575.
  - 19 Xie, P., and P. A. Arkin, A 17-year monthly analysis based on gauge observation, satellite estimate and numerical model output, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 1997, **78**, 2539~2558.
  - 20 林之光、张家诚主编, 中国的气候, 西安: 陕西人民出版社, 1985.
  - 21 Giorgi, F., G. T. Bates, and S. J. Nieman, The multiyear surface climatology of a regional atmospheric model over the western United States, *J. Climate*, 1993, **6**, 75~95.

## The Multiyear Surface Climatology of RIEMS over East Asia

Xiong Zhe

(Key Laboratory of Regional Climate-Environment for Temperate East Asia,  
Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences;  
START Regional Center for Temperate East Asia, Beijing 100029)

**Abstract** Continuous 10-year simulation in East Asia for the period from 1 January 1987 to 31 December 1996 was conducted using Regional Environment Integrated Modeling System (RIEMS) with NCEP Reanalysis data as driving fields. The model processes include a state of the art surface physics package (BATS 1e), a Hostlag explicit planetary boundary layer formulation a Kuo-Anthes cumulus parameterization, modified radiation package (CCM3). Model-produced surface air temperature and precipitation are compared with observations from 160 meteorology stations distributed over East Asia and  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$  NCEP grid data set. RIEMS reproduces well the spatial pattern and seasonal cycle of surface air temperature and precipitation. When regionally averaged, seasonal mean temperature biases were within  $1 \sim 2^{\circ}\text{C}$ . For precipitation, the model tended to give better simulation in winter than in summer, and seasonal precipitation biases were mostly in the range of  $3\% \sim 50\%$  of observations. The temporal evolution of East Asia summer monsoon rain belt, with steady phases separated by more rapid transitions, was reproduced. RIEMS can also reproduce the observed spatial pattern of aridity index in East Asia.

**Key words:** regional climate model; arid index; surface air temperature; precipitation