

大气季节内振荡的数值模拟比较研究*

李崇银^{1,2} 贾小龙^{1,3} 董 敏⁴

- 1 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
2 解放军理工大学气象学院,南京,211101
3 中国科学院研究生院,北京,100039
4 中国气象局国家气候中心,北京,100081

摘 要

用国内外两个较好的大气环流模式,在观测海表温度的强迫下进行了长时间(1978—1989年)的数值积分,然后对数值模拟结果与NCAR/NCEP再分析资料进行比较分析,其结果清楚表明,模式模拟结果的均方根误差中有30%—40%是来自于模拟的大气季节内振荡的均方根误差。尤其是,大气季节内振荡模拟的均方根误差的分布形势与总的均方根误差的分布形势几乎完全一致。对热带地区大气季节内振荡动能的模拟结果与NCAR/NCEP再分析资料的比较分析表明,其差异也十分明显,说明模式对热带大气季节内振荡的模拟能力也还比较差。因此可以认为,大气季节内振荡在天气气候模拟中极为重要,而如何在数值模式中模拟好大气季节内振荡还需要进行很好地研究。

关键词: 大气季节内振荡(ISO), 气候模拟, 大气环流模式, 热带大气, 动能。

1 引 言

在20世纪70年代初,Madden和Julian^[1-2]发现热带大气季节内振荡(Intraseasonal oscillation, ISO)之后,从80年代开始对大气季节内振荡的研究得到蓬勃开展,有关热带大气季节内振荡的结构特征和基本活动规律研究较多,它们也被揭露得较为清楚^[3-10]。目前大气季节内(30—60d)振荡已被视为重要的大气环流系统之一,它的活动及其异常对不少地区的天气和气候都有重大影响。近年来更有研究表明,热带大气季节内振荡对热带气候系统有重要的影响,它的活动及其异常不仅对亚洲季风的爆发和活动有影响,而且对于ENSO的发生也有作用^[11-12]。但是,大气ISO的活动及其影响等还没有完全搞清楚,不少问题正在深入研究,尤其是大气季节内振荡的数值模拟研究更引起国际上的广泛重视。因为一些数值天气预报结果清楚地表明,模式对大气ISO的描写(预报)如何,对预报效果有十分

重要的影响。对5个动力延伸预报的分析表明,无论对3d还是十几天的预报,大气ISO的预报误差对整个预报起着重要作用^[13]。NCEP的分析和预报也表明,动力延伸预报的主要误差来自模式得到的热带大气ISO比较弱,而且东传过快^[14]。

在大气ISO的气候模拟中,大气环流模式比较计划(AMIP)用各国15个GCM就大气ISO的模拟进行了比较^[15],其结果表明,虽然大多数模式能够反映大气季节内时间尺度的振荡信号,再现对流层上层速度势异常的向东传播;但严格来说,没有一个模式能够抓住观测到的热带ISO的主要特征。目前,大多数大气模式都低估了ISO的强度,未能再现ISO的季节性倾向,模拟倾向于较短的季节内振荡周期,30d以内的高频信号比观测有更强的功率谱。针对不同模式,国内外研究者已进行了一些数值模拟研究,就模式模拟的大气ISO的特征进行了不同的分析^[16-24]。然而上述大部分研究多为短时间数值积分结果的分析,从整体气候模拟的角度出

* 初稿时间:2006年2月14日;修改稿时间:2006年5月20日。

资助课题:国家自然科学基金项目(40575027)和中国科学院创新项目(ZKCX-SW-226)。

作者简介:李崇银,男,1940年生,研究员/博导,从事气候动力学等研究。Email:ley@lasg.iap.ac.cn

发,仍需要首先揭示大气 ISO 的模拟对整个气候模拟的重要影响,尤其是要用长时间的模拟结果与观测资料进行比较分析研究。

因此,大气 ISO 的数值模拟是目前大气科学研究的国际前沿课题之一,对它的研究和成果不仅在揭示其特征和规律、认识气候系统及其变化方面有重要作用,也对改进气候数值模拟有重要意义。本文将用两个较好的大气环流模式(SAMIL-R42L9 和 CAM2)的较长时间的模拟结果,比较研究大气 ISO 的模拟在气候数值模拟中的重要作用以及存在的问题,为改进和提高大气环流模式和气候模式的整体模拟水平提供科学依据。至于哪些物理过程会影响模式对大气 ISO 的模拟,以及它们如何影响的问题,我们正在进行研究,将另文发表其结果。

2 模式、模拟方案和资料分析方法

为了对比不同模式的结果,在本研究中我们分别用两个 AGCM(SAMIL-R42L9 和 CAM2)进行数值模拟。其一是 SAMIL-R42L9,它是由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(LASG)发展的一个菱形截断的 42 波、9 层全球大气环流谱模式。该原始方程模式的水平分辨率为 128×108 (高斯)格点,相当于 2.8125 经度 \times 1.66 纬度,采用垂直坐标系。模式动力框架独特,引入了一个参考大气,采用半隐式时间积分方案;模式在辐射方案、陆面过程参数化、以及云量诊断参数化和对流过程处理等方面,都采用了一些新方案^[25-26]。

本文用的另一个模式为通用大气模式 CAM(Community Atmosphere Model),它是 NCAR 的第 5 代大气环流模式,我们采用的是 CAM2.0.2 版本^[27]。模式的水平分辨率为 T42(即三角形截断,42 个波),纬向方向有 128 个格点,格距为 2.8125 个经度;经向为 64 个高斯格点。垂直方向采用的是混合坐标,有 26 层。

所做模拟试验的积分时间都为 1978 年 1 月 1 日—1989 年 12 月 31 日,海温作为边界条件,使用的是该时段的观测海温。我们用模式输出的逐日结果和相对应的逐日 NCEP 再分析资料进行误差分析,研究气候模拟的好坏及其原因。在数值模拟中,一般都用模式模拟值与观测值的均方根误差来表示模拟的好坏程度,本文也同样采用这种办法。我们

将计算和分析研究模式模拟的要素场与 NCEP 再分析资料的均方根误差分布 $r_m^{i,j}$,所分析的要素场分别为 850 hPa 纬向风和 500 hPa 位势高度。由于模式的输出结果是在高斯网格上,为便于计算,首先将模式资料由高斯网格转换到 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 的经纬网格上,然后计算 $r_m^{i,j}$

$$r_m^{i,j} = \sqrt{\frac{1}{Nm} \sum_{k=1}^m (U_{NCEP}^{i,j,k} - U_{GCM}^{i,j,k})^2}$$

$(i = 1 \dots n_x; j = 1 \dots n_y; k = 1 \dots m)$

$U_{NCEP}^{i,j,k}$ 为 NCEP 再分析资料的要素场序列; $U_{GCM}^{i,j,k}$ 为 GCM 模式资料的要素场序列。其中: n_x 为经向方向格点数; n_y 为纬向方向格点数; m 为时间序列长度。

3 模拟结果的全球对比分析

3.1 SAMIL-R42L9 模拟结果的分析

彩图 1 分别给出了 SAMIL-R42L9 模式模拟的 500 hPa 位势高度与 NCEP 再分析的 500 hPa 位势高度的均方根误差分布,以及模拟和 NCEP 资料经 30—60 d 带通滤波后的均方根误差分布(表示对大气季节内振荡的模拟误差)。从图 1a 可以看到 12 a 的模拟结果有不小的偏差,其极值在北半球达到 180 gpm,南半球也达到 180 gpm;偏差分别在 35° — 65° N 和 35° — 65° S 两个纬度带比较大,其极大值中心在北半球位于北太平洋、北大西洋和北欧地区,在南半球位于南太平洋、南印度洋和南大西洋的 45° S 地区。图 1b 与图 1a 相比较可以清楚看到两者有非常好的一致性,不仅偏差极大值带相一致,而且极大值中心的位置也十分相近。在图 1b 中最大偏差在北半球为 80 gpm,在南半球为 70 gpm。也就是说,对于 500 hPa 高度来讲,大气季节内振荡的模拟误差超过整个模拟误差的三分之一,而且模拟误差的分布形势基本一致。因此在一定程度上可以认为,大气季节内振荡模拟的不准确是造成 500 hPa 高度模拟不准确的极为重要的原因。

分析 850 hPa 的风场,也有同 500 hPa 高度场相一致的结果。彩图 2 分别给出了 SAMIL-R42L9 模式模拟的 850 hPa 纬向风与 NCEP 再分析的 850 hPa 纬向风间的均方根误差分布,以及模拟和 NCEP 资料经 30—60 d 滤波后的均方根误差分布。图 2a 表明在 35° — 65° N 和 35° — 65° S 两个纬度带有较大的模拟误差,这与 500 hPa 高度的模拟误差相

类似;但在北半球,模拟误差的极值区更为集中在北太平洋、北大西洋和北欧地区,最大偏差达 13 m/s 。同 500 hPa 高度的模拟误差相类似,模拟的大气季节内振荡的纬向风误差(图 2b)同整个纬向风的模拟误差有一致的分布形势,最大值中心也在北大西洋,为 5 m/s 。就全球分布看,对于 850 hPa 纬向风来讲,季节内振荡的模拟误差也占整个纬向风模拟误差的三分之一以上。因此,大气季节内振荡模拟的不准确也可认为是造成 850 hPa 纬向风模拟不准确的极为重要的原因。

分别对北半球冬季和夏季的资料进行分析,也有与图 1 和图 2 相一致的结果。因篇幅关系这里不再给出冬季和夏季的相应附图。对比冬季和夏季的结果,无论是 500 hPa 高度还是 850 hPa 纬向风有大致相似的差异,即模式结果与 NCEP 再分析资料的均方根误差之极大值带都出现在冬半球。例如 500 hPa 高度场的均方差在北半球冬季的最大值在北半球超过 220 gpm ,而南半球最大值为 180 gpm ;但在北半球夏季,其最大值却在南半球,为 200 gpm ,而北半球最大值为 140 gpm 。 850 hPa 纬向风的均方差在北半球冬季最大值也在北半球,为 16 m/s ,而南半球为 11 m/s ;但在北半球夏季的最大值却在南半球,为 13 m/s ,而北半球最大值为 11 m/s 。分别对大气季节内振荡在北半球冬季和夏季的模式模拟结果所做的分析,也显示出相似的情况,即模式模拟与 NCEP 再分析资料的均方根误差之极大值带也都出现在冬半球。在北半球冬季, 500 hPa 高度的季节内振荡的均方根误差的最大值在北半球为 90 gpm ,而南半球最大值为 60 gpm ; 850 hPa 纬向风的季节内振荡的均方根误差的最大值也在北半球为 5.5 m/s ,而南半球最大值为 3.5 m/s 。在北半球夏季, 500 hPa 高度的季节内振荡的均方根误差的最大值在南半球为 80 gpm ,而北半球最大值为 70 gpm ; 850 hPa 纬向风的季节内振荡的均方根误差的最大值也在南半球为 5 m/s ,而北半球最大值为 4 m/s 。

3.2 CAM2 模拟结果的分析

与分析 SAMIL-R42L9 的结果类似,我们也对 CAM2 的 12 a 模拟结果与 NCEP 再分析资料进行了误差分析。无论是对 500 hPa 高度场的均方根误差还是 850 hPa 纬向风的均方根误差,都与 SAMIL-R42L9 有相似的结果。彩图 3 分别给出了 CAM2 模拟的 500 hPa 高度与 NCEP 再分析的 500 hPa 高度间

差值的均方根误差分布,以及模拟和 NCEP 资料经 30—60 d 滤波后的差值均方根误差分布。图 3a 表明 500 hPa 高度的均方差在北半球和南半球也各有一个大值带,北半球存在 3 个极大值中心,分别位于阿拉斯加、格陵兰东部和北欧;南半球的 3 个极大值中心分别在南太平洋、南印度洋和南大西洋,以南太平洋大值中心最强。图 3b 和图 3a 相比较同样显示了两者有很好的一致性,不仅偏差大值带相一致,而且其大值中心的位置也十分相近。图 3a 表明,北半球的最大均方根误差为 210 gpm ,南半球也为 210 gpm ;对于季节内振荡来讲,北半球最大均方差为 70 gpm ,而南半球为 80 gpm 。对 500 hPa 高度来讲,大气季节内振荡的模拟误差超过整个模拟偏差的三分之一,与 SAMIL-R42L9 的结果十分相近。与图 1 相比较,CAM2 对 500 hPa 高度的模拟偏差要略大于 SAMIL-R42L9 的模拟误差(均方根误差大于 $20\text{—}30 \text{ gpm}$);但对 500 hPa 高度季节内振荡的模拟来讲,2 个模式有近乎相同的模拟误差。从图 1 与图 3 相比较还可以看到,对 500 hPa 高度模拟的均方根误差的极大值带在 CAM2 中更偏向极地(约 $3\text{—}5$ 个纬度)。

彩图 4 表示了 850 hPa 纬向风的情况,与图 2 有十分类似的结果,但北半球均方根误差的大值带不甚显著,代之是 3 个极大值中心,尤其是在北太平洋和北大西洋的 2 个中心。图 4a 中北半球的最大均方根误差为 13 m/s ,南半球为 12 m/s ;图 4b 中北半球最大值为 4.5 m/s ,南半球为 4 m/s 。同样,对于 850 hPa 纬向风来讲,季节内振荡的模拟误差也占整个纬向风模拟误差的三分之一以上。比较图 4a 和图 2a 可以发现一些明显的小差别:在阿拉伯海南部和非洲东北部,图 2a 为相对小值区,而图 4a 为明显的大值区;在南美西岸到墨西哥一带,图 2a 为相对大值区,而在图 4a 为小值区。这些差别的出现无疑是两个不同模式在某些物理过程处理上的不同造成的。前者的差别为较小空间范围,后者为较大的空间范围。因此比较图 2b 与图 4b,在阿拉伯海南部和非洲东北部就不再有明显的差别。类似 SAMIL-R42L9 的结果,无论是 500 hPa 高度的均方根误差,还是 850 hPa 纬向风的均方根误差,也无论是对总的模拟量的均方根误差,还是对季节内振荡量的均方根误差,模式模拟与 NCEP 再分析资料均方根误差的极大值带也都出现在冬半球。例如,对 500 hPa 高度来讲,北半球冬季最大均方根误差在北半球为 240 gpm ,

南半球为 180 gpm;而夏季的最大均方根误差在北半球为 160 gpm,南半球为 220 gpm。对于 850 hPa 纬向风的季节内振荡来讲,冬季的最大均方根误差在北半球为 5 m/s,南半球为 3.5 m/s;而夏季的最大均方根误差在北半球为 2 m/s,在南半球为 5 m/s。

4 热带大气 ISO 动能的比较

前面的比较分析表明,大气季节内振荡的模拟好坏对整个大气环流的模拟有十分重要的作用。但在上面的比较分析中还未能很好揭示出热带地区大气 ISO 模拟的差异,这里我们将从 ISO 动能的模拟情况,来讨论热带地区大气 ISO 的模拟,因为动能可以较好地表示大气 ISO 的活动。

为节省篇幅,我们这里仅从 SAMIL-R42L9 的模拟试验中任意选取 3 a 的结果(1987—1989 年)来进行对比分析和讨论。图 5a—5c 分别是 1987,1988 和 1989 年由 NCEP 再分析资料求得的 850 hPa 上 10°S—10°N 平均的大气 ISO 动能的时间-经度剖面。虽然只有 3 a 的结果,但热带大气 ISO 的年际变化却能明显地表现出来。同时,1987 年热带大气 ISO 动能的年变化不清楚;而 1988 和 1989 年却有十分显著的年变化,冬春季大气 ISO 强,夏秋季相对较弱。

图 5d—5f 分别是 1987,1988 和 1989 年由 SAMIL-R42L9 模拟资料求得的 850 hPa 上 10°S—10°N 平均的大气 ISO 动能的时间-经度剖面。与由 NCEP 再分析资料得到的结果相比较可以发现,模拟结果的年变化和年际变化都被削弱了;而且还在 0°—40°E 区域出现了极强的大气 ISO 的活动。这些都表明模式对热带大气 ISO 的模拟还有相当的问题。图 5g—5i 分别给出了模拟与再分析资料间大气 ISO 动能差值的时间-经度剖面,其数值清楚地告诉我们,差值甚至超过了本来的数值,表明模式对热带大气 ISO 的模拟相当不好;另外,差值场反而有明显的年变化和年际变化,也从另一个角度表明模式对热带大气 ISO 的模拟有相当的问题。

比较分析热带地区 NCEP 再分析资料与 CAM2 模拟的结果,也有上述类似的情况。因此,用 GCM 模拟热带大气 ISO 也仍然有十分明显的问题;同时,这还不仅是对热带大气 ISO 的模拟问题,热带大气 ISO 的活动模拟不好,热带对流活动及其加热也一定模拟的不好,这将对中高纬度大气季节内振

荡和整个大气环流的模拟产生极大的影响^[28]。

5 结 论

本文用 2 个大气环流模式(SAMIL-R42L9 和 CAM2)的 12 a 数值模拟结果,同 NCAR/NCEP 再分析资料进行对比分析,研究表明大气季节内振荡的模拟效果在天气和气候的数值模拟中有极为重要的作用。2 个大气环流模式对大气季节内振荡的模拟均方根误差(无论是 500 hPa 高度场还是 850 hPa 风场)都为整个模拟均方根误差的 30%—40%,这不仅意味着模式还难于准确模拟大气季节内振荡,而且对大气季节内振荡的模拟不好又直接影响整个模拟效果。

2 个大气环流模式对大气季节内振荡模拟均方根误差的空间分布形势与整个模拟均方根误差的空间分布形势十分类似。这进一步表明,大气季节内振荡的模拟效果对整个模拟有极大的影响。研究提高模式对大气季节内振荡的模拟能力,是当前急需解决的重要科学问题。

大气环流模式对热带大气季节内振荡的模拟也存在很大的问题,大气 ISO 动能的模式模拟结果与再分析资料相比,其差值非常大,说明模式对热带大气季节内振荡的模拟还存在更大的问题需要研究解决。

参考文献

- [1] Madden R A, Julian P R. Detection of a 40 - 50 day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific. *J Atmos Sci*, 1971, 28: 702-708
- [2] Madden R A, Julian P R. Description of global scale circulation cells in the tropics with 40 - 50 day period. *J Atmos Sci*, 1972, 29: 1109-1123
- [3] Krishnamurti T N, Subrahmann D. The 30 - 50 day mode at 850 mb during MONEX. *J Atmos Sci*, 1982, 39: 2088-2095
- [4] Murakami T, Nakazawa T, He J, et al. On the 40 - 50 day oscillations during the 1979 northern hemisphere summer, Part 1: Phase propagation. *J Meteorol Soc Japan*, 1984, 62: 440-468
- [5] Lau K M, Chan P H. Aspects of the 40 - 50 day oscillation during the northern winter as inferred from outgoing longwave radiation. *Mon Wea Rev*, 1985, 113: 1354-1367
- [6] Knutson T R, Weickmann K M. 30 - 60 day atmospheric oscillation: composite life cycles of convection and circulation anomalies. *Mon Wea Rev*, 1987, 115: 1407-1436
- [7] Chen Longxun, Xie An. Westward propagation low-frequency oscillation and its teleconnection in the eastern hemisphere. *Acta*

- Meteor Sinica, 1988, 2: 300-312
- [8] 李崇银. 大气低频振荡. 北京: 气象出版社, 1991. 310pp
Li Chongyin. Low Frequency Oscillation in the Atmosphere. Beijing: China Meteorological Press, 1991. 310pp
- [9] Madden R A, Julian P R. Observations of the 40 - 50-day tropical oscillation-A review. Mon Wea Rev, 1994, 122: 814-837
- [10] Sperber K R. Propagation and the vertical structure of the Madden-Julian Oscillation. Mon Wea Rev, 2003, 131: 3018-3037
- [11] Li Chongyin, Zhou Yaping. Relationship between intraseasonal oscillation in the tropical atmosphere and ENSO. Chinese J Geophysics, 1994, 37: 213-223
- [12] Li Chongyin, Long Zhenxia, Zhang Qingyun. Strong/weak summer monsoon activity over the South China Sea and atmospheric intraseasonal oscillation. Adv Atmos Sci, 2001, 18: 1146-1160
- [13] Hendon H H, Liebmann B, Newman M E. Medium range forecasts errors associated with active episodes of the Madden - Julian Oscillation. Mon Wea Rev, 2000, 128: 69-85
- [14] Jones C, Waliser D E, Schemm J K, et al. Prediction skill of the Madden-Julian Oscillation in dynamical extended range forecasts. Climate Dyn, 2000, 16: 273-289
- [15] Slingo J M, et al. Intraseasonal oscillations in 15 atmospheric general circulation models: Results from an AMIP diagnostic subproject. Climate Dyn, 1996, 13: 325-357
- [16] Park C K, Straus D M, Lau K M. An evolution of the structure of tropical intraseasonal oscillation in three general circulation models. J Meteorol Soc Japan, 1990, 68: 403-417
- [17] Slingo J M, Madden R A. Characteristics of the tropical intraseasonal oscillation in the NCAR community climate model. Quart J Roy Meteor Soc, 1991, 117: 1129-1169
- [18] Li Chongyin, Smith I. Numerical simulation of the tropical intraseasonal oscillation and the effect of warm SSTs. Acta Meteor Sinica, 1995, 9: 1-12
- [19] Silvio Gualdi, Antonio Navarra, Hans Von Storch. Tropical intraseasonal oscillation in operational analyses and in a family of general circulation models. J Atmos Sci, 1996, 54: 1185-1203
- [20] 陈兴跃, 王会军, 曾庆存. 大气季节内振荡及其年际变化. 北京: 气象出版社, 2000. 176pp
Chen Xinyue, Wang Huijun, Zeng Qingcun. Atmospheric Intraseasonal Oscillation and Its Interannual Variation. Beijing: China Meteorological Press, 2000. 176pp
- [21] Maloney E D, Hartmann D L. The sensitive of intraseasonal variability in the NCAR CCM3 to changes in convection parameterization. J Climate, 2001, 14: 2015-2034
- [22] Sperber K R. Madden-Julian variability in NCAR CAM 2.0 and CCSM2.0. Climate Dyn, 2004, 23: 259-278
- [23] 李薇, 俞永强. 大气季节内振荡的耦合模式数值模拟. 大气科学, 2001, 25(1): 118-131
Li Wei, Yu Yongqiang. Intraseasonal oscillation in a coupled general circulation model. Chinese J Atmos Sci (in Chinese), 2001, 25(1): 118-131
- [24] 贾小龙, 李崇银. 热带大气季节内振荡的一个数值模拟研究, 气象学报, 2004, 62(6): 725-739
Jia Xiaolong, Li Chongyin. A GCM Study on the tropical intraseasonal oscillation. Acta Meteor Sinica (in Chinese), 2004, 62(6): 725-739
- [25] 张学洪, 石广玉, 刘辉等. 中国科学院大气物理所全球海洋-大气-陆面系统模式. 北京: 科学出版社, 2000. 252pp
Zhang Xuehong, Shi Guanyu, Liu Hui, et al. Global sea-atmosphere-land system model. Beijing: Science Press, 2000. 252pp
- [26] Wang Zaizhi, et al. Simulation of Asian monsoon seasonal variations with climate model R42L9/LASG. Adv Atmos Sci, 2004, 21: 879-889
- [27] Collins W D, et al. Description of the NCAR Community Atmosphere Model (CAM 2). NCAR Technical Notes, 2003. 189pp
- [28] 龙振夏, 李崇银. 热带积云对流加热在全球大气遥响应中的重要作用 - 数值试验结果. 气象学报, 1996, 54: 521-535
Long Zhenxia, Li Chongyin. The importance of tropical convection heating in the global atmospheric remote response—A numerical simulation study. Acta Meteor Sinica (in Chinese), 1996, 54: 521-535

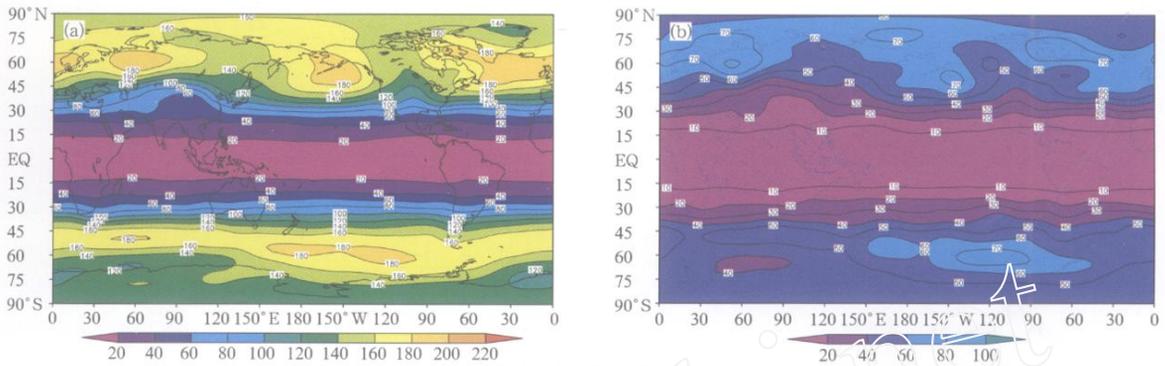


图1 1978-1989年SAMIL-R42L9模式模拟的未经滤波的500 hPa高度场的均方根误差 (a) 和季节内振荡(30-60 d带通滤波)的均方根误差 (b) (单位: gpm)
 Fig.1 Distributions of the root-mean square errors (RMSE) of the unfiltered (a) and 30-60-day band-pass filtered (b, intraseasonal oscillation) geopotential heights at 500 hPa simulated by SAMIL-R42L9 for 1978-1989 (unit: gpm)

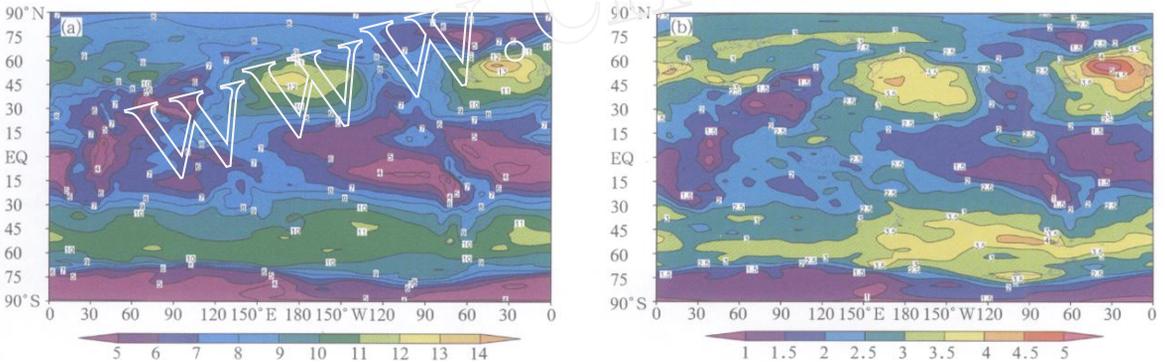


图2 同图1, 但为850 hPa纬向风的结果
 Fig.2 As in Fig.1 except for the zonal component (u) of winds at 850 hPa (unit: m/s)

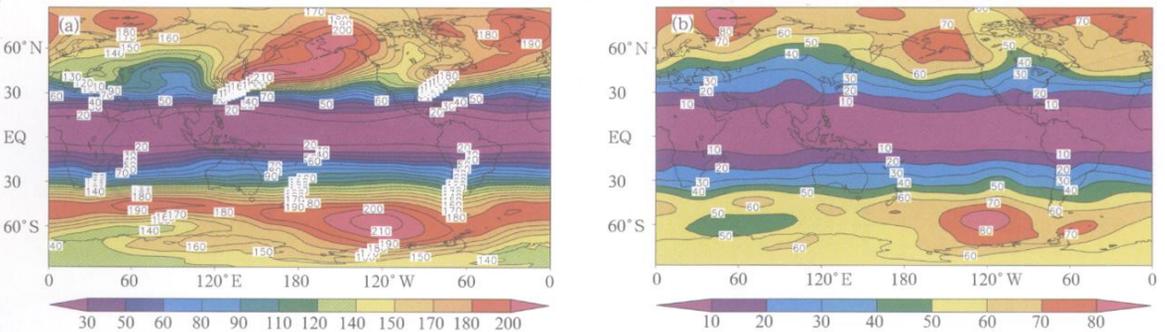


图3 1978-1989年CAM2模拟的未经滤波的 500 hPa高度场的均方根误差(a)和季节内振荡 (30-60 d带通滤波)的均方根误差 (b) (单位: gpm)
 Fig. 3 As in Fig.1 except simulated by CAM2

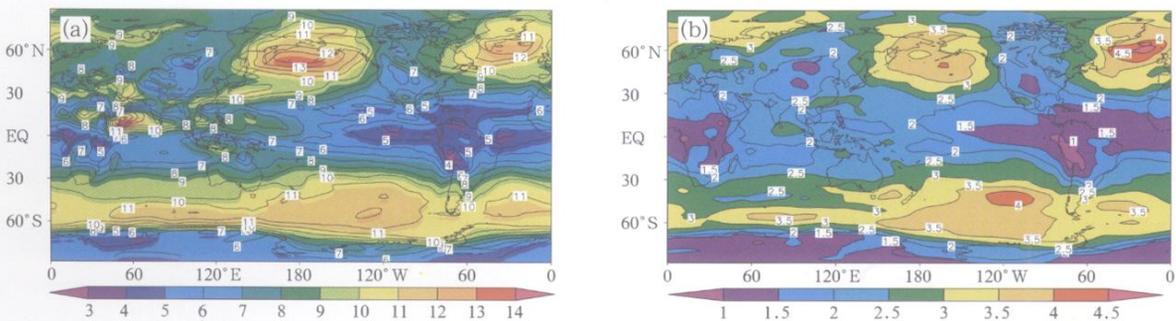


图4 同图3, 但为850 hPa纬向风的结果
 Fig.4 As in Fig.2 except simulated by CAM2

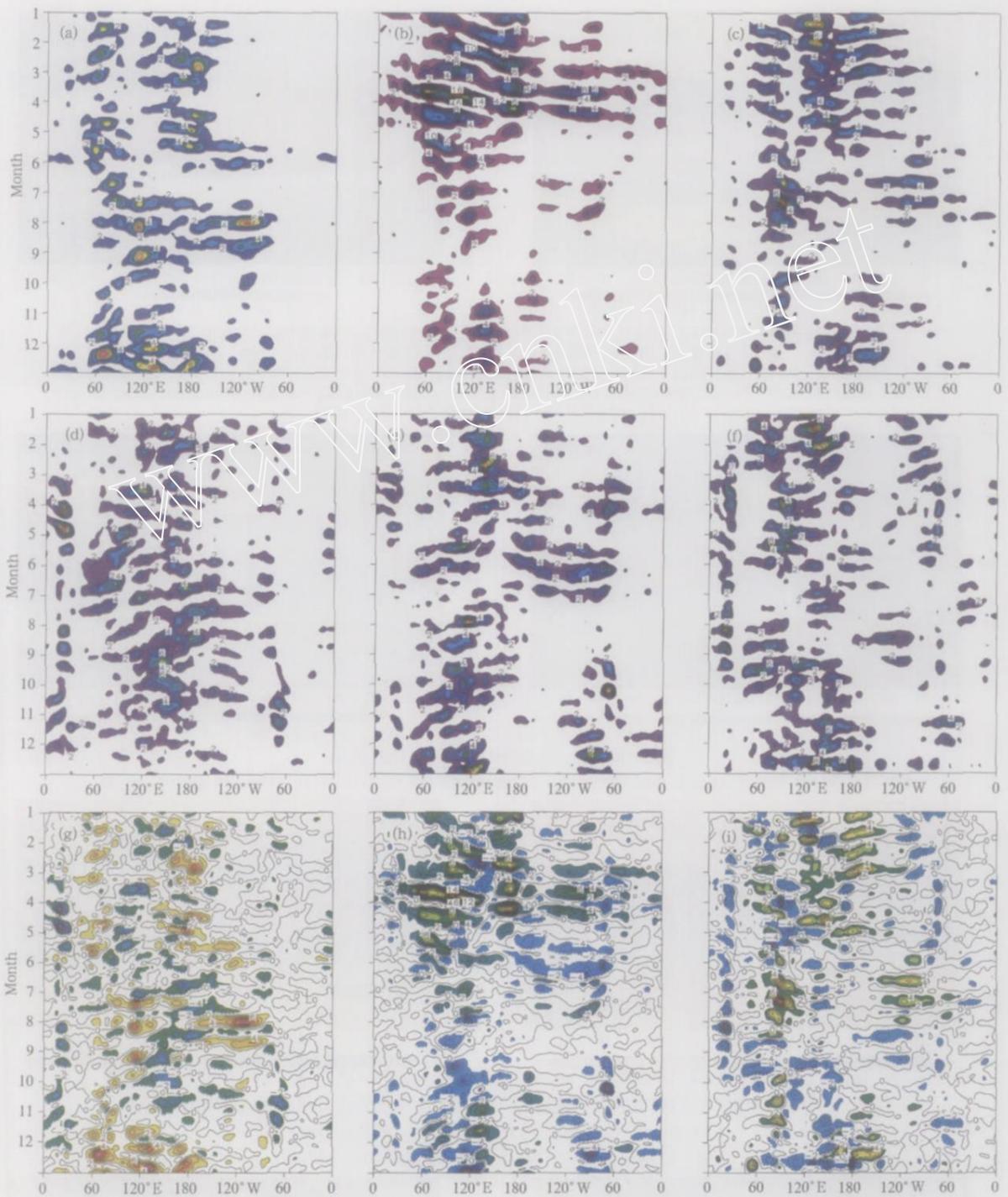


图5 NCEP再分析资料(a,b,c)和SAMIL-R42L9模拟资料(d,e,f)求得850 hPa上 10°S – 10°N 平均的大气ISO动能及其它们的差值(g,h,i)的时间-经度剖面
(图中由左到右分别为1987,1988和1989年的情况)

Fig.5 Time-longitude sections of the kinetic energy of the atmospheric ISO at 850 hPa averaged over 10°S – 10°N from the NCEP reanalysis data results (top) and SAMIL-R42L9 simulated results (middle), and their differences (bottom) for 1987 (left), 1988 (central) and 1989(right), respectively

NUMERICAL SIMULATION AND COMPARISON STUDY OF THE ATMOSPHERIC INTRASEASONAL OSCILLATION

Li Chongyin^{1,2} Jia Xiaolong^{1,3} Dong Min⁴

1 *LASG, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of sciences, Beijing 100029*

2 *Institute of Meteorology, PLA University of Science and Technology, Nanjing 211101*

3 *Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039*

4 *National Climate Center, Beijing 100081*

Abstract

Daily mean outputs for 12 years (1978 - 1989) from two general circulation models (the SAMIL-R42L9 developed in the LASG/ Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences; and the CAM2.02 developed in the NCAR, USA) forced by the observed sea surface temperatures are analyzed and then compared with the corresponding NCEP/NCAR reanalysis data. The results clearly show that the root-mean square errors (RMSE) of the simulated intraseasonal oscillations (ISO) accounted for the 30 - 40 percent of the total RMSE, and particularly, the pattern of the RMSE of the simulated ISO was almost identical with that of the total RMSE. This means that the ISO and its description played an important role in the numerical simulation and prediction of weather and climate. The maximum RMSE of simulated ISO height at 500 hPa was shown in the middle latitude region, but there were also the larger RMSE of ISO wind at 850 hPa over the tropical western Pacific and tropical Indian Ocean. The maximum RMSEs of simulated ISO both in the 500 hPa height and the 850 hPa wind all occurred in the winter hemisphere. Differences between the simulated and observed (the NCEP/NCAR reanalysis data) ISO kinetic energy were very large in the tropics, meaning that the simulation of tropical atmospheric ISO was still poorer. Therefore, the ISO is of significance for the numerical simulation of weather and climate, and so, how to improve the ability of the GCM to simulate the ISO needs to be further studied.

Key words: Atmospheric intraseasonal oscillation (ISO), Climate simulation, General circulation model, Tropical atmosphere, Kinetic energy.