

季内西太平洋副热带高压 异常进退的数值模拟^①

段美成

喻世华

(南航司令部气象台, 海口, 571122) (空军气象学院)

提 要

用中科院大气所的 IAP-AGCM 模式, 对海温和季内北太平洋副热带高压异常活动进行控制性试验, 得到: 西太平洋副高异常对热带西太平洋、南海、孟加拉湾的海温异常有两个月的滞后响应, 且西太平洋副高异常和东太平洋副高异常总是相伴出现的, 后者出现要早些; 当上述海区 SST 正(负)异常时, 500hPa 上来自东西两个方向的位势波在西太平洋汇集的位置要偏北(南), 相应副高的位置也持续偏北(南), 两者吻合很好; 在上述海温异常作用下, 当东亚高纬出现阻塞形势时, 西太平洋位势波汇集的位置与阻高的位置关系密切, 它对副高的持续异常活动作用尤为显著。

关键词 副热带高压 海温异常 汇集波 数值模拟
分类号 P435

1 引 言

西太平洋副高(以下简称西太副高)是东亚季风系统的重要成员之一。它有明显的准双周振荡现象, 它的进退和夏季风的活动密切相关。西太副高的异常进退直接影响我国的天气异常, 如 1988 年 7 月西太副高的持续偏北, 造成长江中下游地区长时间的高温干旱天气。1980 年 7-8 月份西太副高的持续偏南, 造成长江中下游地区罕见的阴雨凉夏天气。因此, 人们一直非常重视研究季内西太副高的异常进退。最近李兴亮和喻世华^[1]发现, 西太副高持续异常期间, 有来自东太平洋和东亚高纬的低频位势中心在西太平洋地区汇合。同时还发现, 西太副高位置持续偏北时, 北太平洋的准双周低频波的波导位置也偏北。西太副高位置偏南时, 北太平洋波导位置也偏南。但影响和制约北太平洋和东亚高纬的低频位势波的产生和传播因素是什么? 它和西太副高有什么关系? 这些暂时还不清楚。本文用中科院大气所的 IAP-AGCM 模式对海温和东亚环流进行控制性试验, 对这些问题作了讨论, 得到了一些有意义的结果。

2 海温异常引起季内西太副高异常的数值试验

理论研究和数值试验都已表明, 尽管大气内部动力学对大气环流变化起着重要作用,

^① 1995-09-18 收到初稿, 1996-05-15 收到修改稿。本文是国家自然科学基金资助项目。

但是外界强迫作用对大气环流的变化也是重要的。观测研究和数值模拟结果都表明海水温度是重要的外界强迫作用之一，尤其是热带海洋表面温度对大气环流的作用更明显。喻世华^[2]用平均 OLR 资料分析发现南海、菲律宾周围地区的对流加热和西太副高进退有良好的对应关系。上述地区对流加热强时，西太副高则表现为位势高度增强，位置偏北。反之也成立。这与黄荣辉等^[3]研究热带西太平洋热源异常对夏季西太副高异常的影响是一致的。Kurihara 和 Kawahara^[4]用观测事实说明了 1978 和 1984 年由于热带西太平洋海温偏高，则在我国南海、菲律宾周围上空的对流活动加强。这些对流活动直接影响着东亚上空副高的位置和强度。

梁建茵^[5]和汤明敏^[6]用观测事实和数值模拟得到：南海海温距平为正时，副高加强西伸，华南沿海地区降水减少，海温距平为负时，副高位置偏南，华南沿海降水偏多。陈月娟、丁明^[7]的数值试验表明，赤道东太平洋海温异常增加时，太平洋上空 Walker 环流减弱而平均 Haddley 环流增强，特别在亚洲东海岸附近的垂直环流减弱明显，使得西太副高减弱东移。反之成立。

在上述分析基础上，我们用 IAP-AGCM 模式进行数值试验，首先进行正常积分，然后改变上述海区的海表温度进行异常积分，各从 5 月到 8 月积分 4 个月。然后改变上述海区的 SST 进行异常积分，两者的差值场则显示了海温异常所起的作用。海温距平的分布见图 1。我们将海温距平加在 5 月或 6 月。因为 5 (6) 月初对应着季风爆发的早 (迟)。以下我们主要分析 5000hPa 每 5 天平均的位势高度的差值场，即分析异常积分结果的候平均值减去正常积分结果的候平均值所得的差值场。我们分 4 种情况进行数

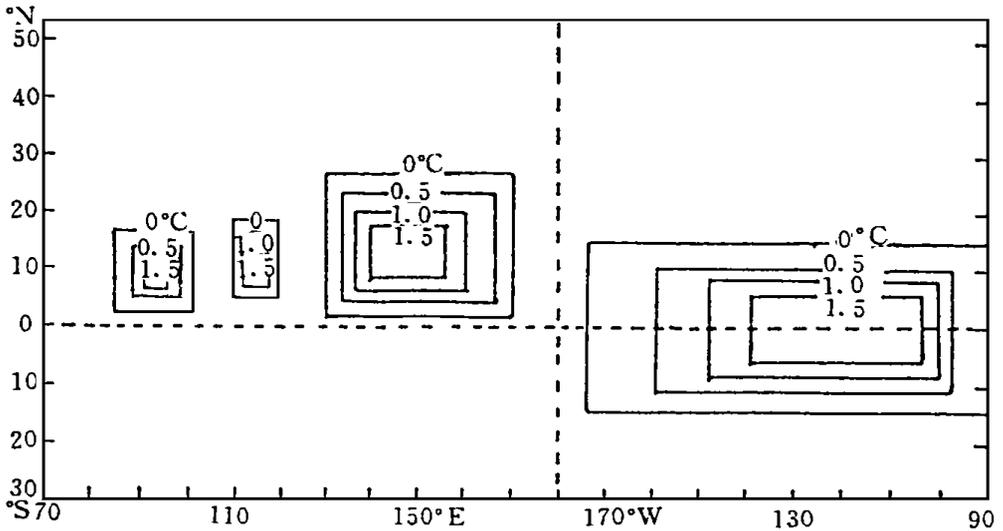


图 1 海表温度距平分布情况 热带西太平洋、南海、孟加拉湾的 SST 距平，取相同符号，与赤道东太平洋 SST 距平符号相反。

Fig. 1 The distribution of SSTA. The signs used for tropical western Pacific, South China sea and Bay of Bengal are all opposite to that for equatorial eastern Pacific.

值试验, 每一种情况见表 1。

表 1 4 种海温异常情况

Table 1 Four kinds of SSTA

	热带西太平洋、南海、孟加拉湾海温距平	赤道东太平洋海温距平	月份
第一种情况	正	负	5
第二种情况	负	正	5
第三种情况	正	负	6
第四种情况	负	正	6

图 2 是对应第一种情况的积分结果减去正常积分结果的差值场的逐候等值线图。从图中可以看出, 7 月第一候, 在 150°W 的副热带地区出现了高值中心, 此后, 在 7 月第

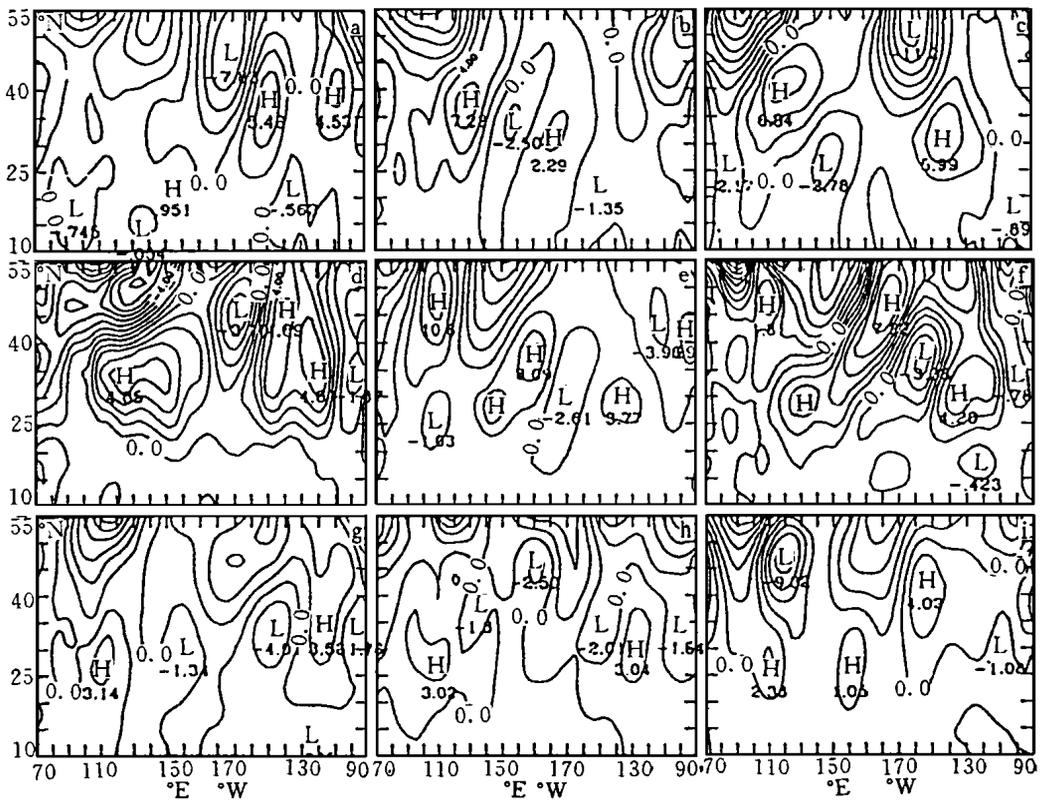


图 2 500hPa 位势高度差值场逐候等值线图

说明: 这是 5 月热带西太平洋、南海、孟加拉湾 SST 正距平和赤道东太平洋 SST 负距平情况下的积分结果减去正常积分结果, a、b、c、d、e、f、g、h、i 分别为 7 月第 1 候到 8 月第 3 候。

Fig. 2 Isopleth of pentad-to-pentad difference field of 500hPa geopotential height. what is shown is the subtraction of normal integration results from those in May with positive anomaly over tropical western Pacific, South China Sea and Bay of Bengal but negative one over equatorial eastern Pacific. a- i represent 1st pentad of July to 3rd pentad of August.

2候到8月第3候这段时间内,在125°E和140°W的25°N以北的副热带地区一直维持一高值中心;它们恰好反映了西太副高和东太平洋副热带高压的持续偏北。并且东太平洋副高异常偏北,先于西太副高出现。图3(a)是差值场沿30°N的时间-经度剖面图,可以看出,位势差有向东和向西的传播,两种来自相反方向的传播恰好汇集在西太平洋的125°E附近。沿偏南的纬度(如22°N)却看不到有这种汇集波(图3b)。而60°N附近高纬地区位势差的传播是一致由西向东的(图略)。这与文献[1]用CEOF方法得到的低频位势波的传播特征类似。

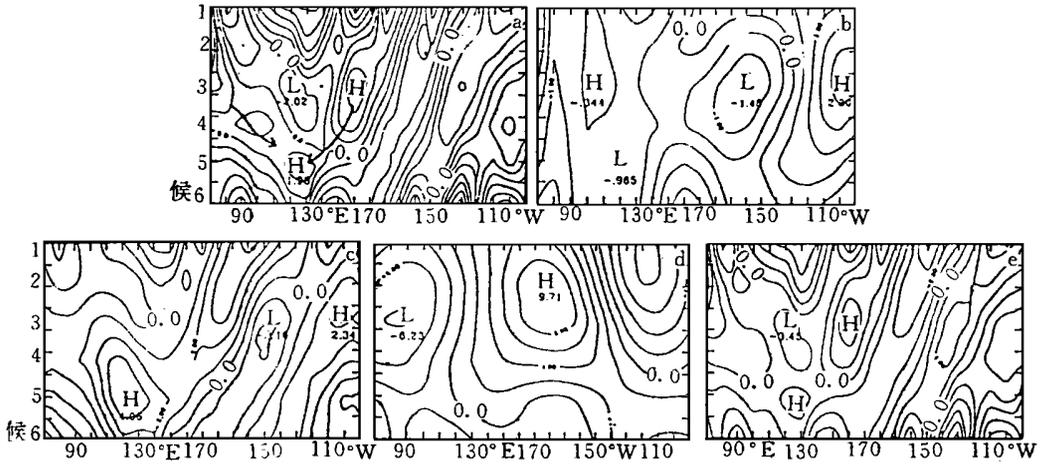


图3 500hPa位势高度差的时间-经度剖面图

a、b、c分别对应第一种情况下沿30°N、22°N和60°N的情况; d、e分别对应第二种情况下沿22°N、30°N的情况;时间都为7月份; f对应第三种情况下沿30°N的情况,时间为8月份。

Fig. 3 The longitude-time cross section of the differential geopotential height of 500hPa. a: along 30°N of the first kind of SSTA during July. b: along 22°N of the first kind of SSTA during July. c: along 22°N of the second kind of SSTA during July. d: along 30°N of the second kind of SSTA during July. e: along 30°N of the third kind of SSTA during August.

试验的第二种情况和第一种情况截然不同(图4),从7月第3候到第6候这段时间内,在125°E和145°W的22°N附近的副热带地区一直维持一高值中心,事实上从7月第二候开始,在145°W、22°N附近就开始出现了一个高值中心。这反映了副高的持续偏南,东太平洋副高比西太副高要早。从图3(c)可以看到位势差值纬向的传播情况,它类似于第一种情况,只是传播的路径偏南(在22°N附近)。这时,沿30°N却看不到有向西和向东的传播汇集在120°E附近(图3d)。

关于试验第三种情况的结果,它与第一种情况类似,只是高位势差值中心的持续偏北要晚一个月左右(图略)。纬向传播同第一种情况类似,只是时间上也晚一个月左右(图3e)。这里积分时,海温异常取的时间比第一种情况晚一个月。

试验第四种情况的结果与第二种情况类似,只是高位势差值中心的持续偏南也要迟一个月左右(图略)。这说明,6月的海温异常造成8月的副高异常,副高的异常对海

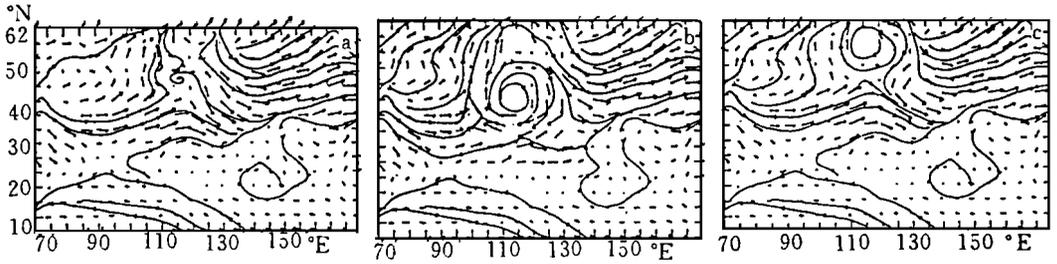


图 5 7月初高空环流形势图 a. 正常情况下; b. 加上一阻高偏南; c. 加上一阻高偏北。

Fig. 5 Upper circulation pattern in early July with normal circumstances (a), addition of a southward-located blocking high (b) or of a northward-located.

表 2 两种异常情况

Table 2 Two kind of abnormal experiments

	5月热带西太平洋、南海、孟加拉湾海温距平	7月初阻高位置
第五种情况	正	偏北
第六种情况	负	偏南

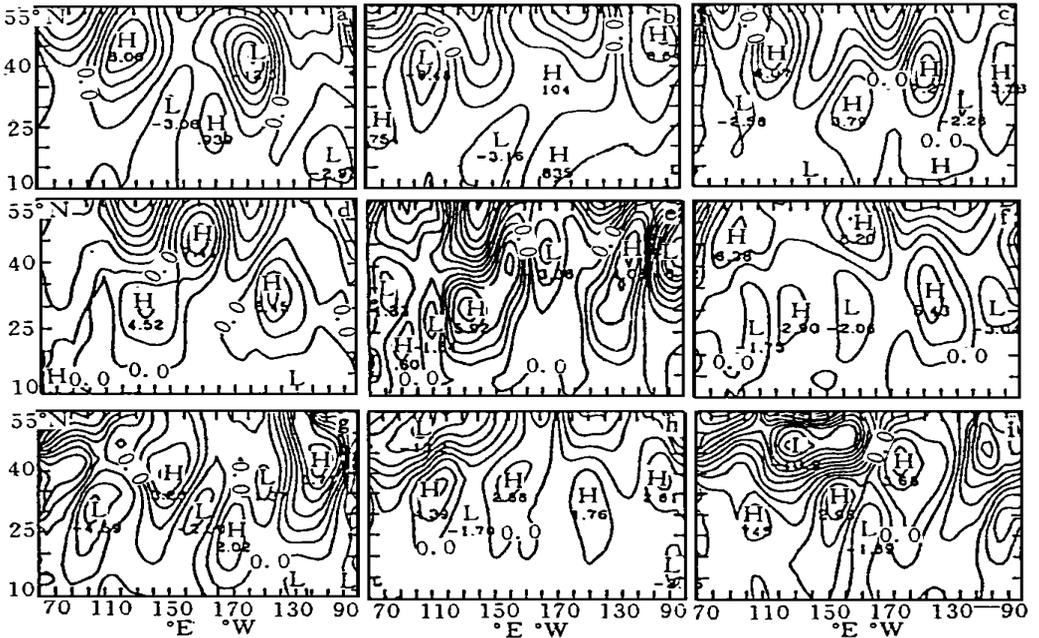


图 6 500hPa 位势高度差值逐候等值线图

说明: 这是 5 月热带西太平洋、南海、孟加拉湾 SST 正距平和 7 月初阻高偏北时的积分结果减去正常积分的结果, a、b、c、d、e、f、g、h、i 分别为 7 月第 1 候到 8 月第 3 候。

Fig. 6 Same as Fig. 2 except for northward-located blocking high in early July in place of negative SST anomaly over equatorial eastern Pacific.

始, 东西太平洋分别有高值位势带向南伸展到 25°N 以北地区。7 月第 4 候起至 8 月第 3 候, 分别在 125°E 和 145°W 的 30°N 附近连续出现了正高值中心, 强度没有明显增大。但持续时间特长, 直到 8 月第 3 候, 在 25°N 以北的东西太平洋上仍保持高值中心或高值带。图 7a 是纬向传播的情况, 同样有向东和向西的位势波在 140°E 、 30°N 附近汇集。并且向西传播的源地的位置比第一种情况的位置要偏东, 源地位于东太平洋。同时传播的速度要快些。再看经向传播的情况, 从图 8a 可知, 500hPa 上位势场沿 125°E 上向南传播, 588 线可传到 30°N 。沿 180°E 上却没有这种传播 (图略)。

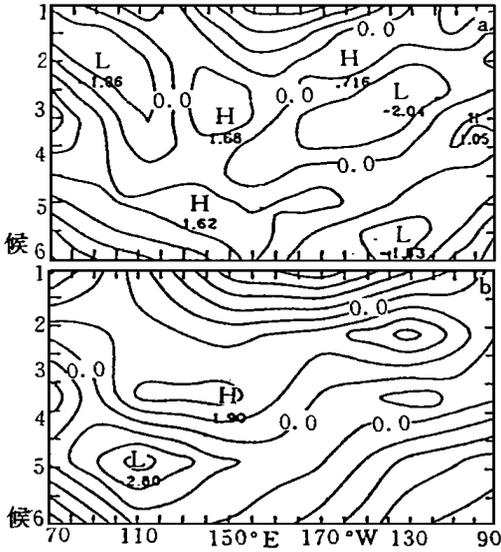


图 7 7 月份 500hPa 位势差的时间-经度剖面图 a. 对应第 5 种情况下沿 30°N 的情况; b. 对应第 6 种情况下沿 22°N 的情况。

Fig. 7 The longitude-time cross section of the differential geopotential height of 500hPa in July. (a) Along 30°N of the fifth experiment. (b) Along 22°N of the sixth experiment.

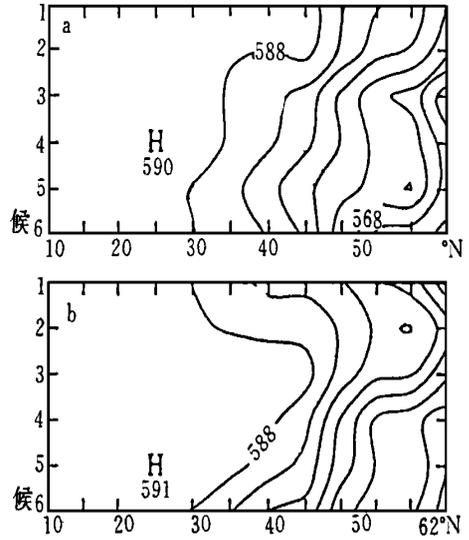


图 8 7 月 500hPa 位势高度沿 125°E 的时间-纬向剖面图 a. 第 5 种情况下; b. 第 6 种情况下。

Fig. 8 The latitude-time section of the geopotential height of 500hPa in July. (a) Along 125°E of the fifth experiment. (b) Along 125°E of the sixth experiment.

第 6 种情况的模拟结果 (图略) 同第 5 种情况的结果相比, 正高值中心的位置偏南。7 月第 2 候在东西太平洋的 25°N 以南地区分别出现高值中心, 实际上从 7 月第 1 候开始, 西太平洋就有高位势带伸向 25°N 以南, 并持续到 8 月第 2 候。从图 7b 可看出, 沿 22°N 的纬向传播与第 5 种情况的纬向传播类似。只是传播的路径不一样。第 5 种情况只有沿 30°N 附近才有这种传播, 第 6 种情况的传播路径偏南, 是沿 22°N 附近才有。图 8b 反应了沿 125°E 经向传播的情况, 发现也有 500hPa 上的位势场向南传播的情况, 与第 5 种情况不同的是, 传播的位置要偏南, 588 线可传到 25°N 以南地区, 这对西太副高的持续偏南起到了十分重要的作用。

综上所述, 在热带西太平洋、南海、孟加拉湾的海温异常情况下, 当东亚大陆高纬

地区出现阻塞形势时,有来自东西太平洋和东亚大陆高纬地区3个方向的位势波汇集在西太平洋的副热带地区,对副高持续异常的作用尤为显著。当海温距平值为正(负)、阻高位置偏北(南)时,其汇集波位置偏北(南),相应副高持续偏北(南),且持续异常的时间特长。

4 结 语

(1) 数值模拟表明,副高异常对热带西太平洋、南海、孟加拉湾的海温异常有两个月的滞后响应。西太副高异常和东太平洋副高异常总是相伴出现的,并且后者出现得要早些。这从数值研究上进一步证实了喻世华、杨维武^[10]诊断得出的结论。

(2) 模拟还表明,当热带西太平洋、南海、孟加拉湾 SST 异常增加(减少)时,副高的位置持续偏北(南),这与黄荣辉、孙凤英^[9]和汤明敏^[6]等的模拟结果一致。所不同的是,本文通过数值试验发现,当上述海区的 SST 异常增加(减少)时,在副热带地区有来自东西两个方向的位势波在西太平洋汇集,且汇集波的位置和副高的持续异常位置相吻合。

(3) 模拟还显示,在海温异常作用下,当东亚出现阻塞形势时,有来自东西向和高纬的位势波汇集于西太平洋副热带地区,副高持续异常活动的时间更长,尤其是对西太平洋副高异常活动的影响明显。

因此,季内北太平洋副高的持续异常活动与热带西太平洋、南海、孟加拉湾 SST 异常和东亚大陆阻塞形势密切相关,这种关系通过出现在西太平洋的汇集波联系起来,这是一个很有意思的新事实,但其汇集波产生和作用于副高异常的动力学机制有待于进一步研究。

参 考 文 献

- 1 Li Xingliang, Yu Shihua. Distribution of low frequency waves in north Pacific and intraseasonal abnormality of the western Pacific subtropical high. *Journal of Tropical meteorology*, 1996, **2**: 171-180.
- 2 喻世华, 赵 库. 西太平洋副热带高压异常进退的对比分析. *热带气象学报*, 1993, **9**: 12-19.
- 3 黄荣辉, 李维京. 夏季热带西太平洋上空的热源异常对东亚上空副热带高压的影响及其物理机制. *大气科学*, 1988 (特刊), 107-115.
- 4 Kurihara K, Kawahara M. Extremes of east Asia weather during the post ENSO years of 1983/84. *J. Meteor. Soc.* 1986, **64**: 493-503.
- 5 梁建茵. 南海海温变化及其对广东雨量的影响. *热带气象*, 1991, **7**: 240-243.
- 6 汤明敏, 曾文华, 何 元, 等. 夏季东半球热带海温异常对亚洲季风环流和降水影响的数值试验. *热带气象学报*, 1993, **9**: 289-298.
- 7 陈月娟, 丁明. 太平洋海温异常对其上空环流影响的分析及数值试验. *大气科学*, 1992, **16**: 592-600.
- 8 王柏钧, 陈刚毅. 北太平洋海表温度与 500hPa 西太平洋副热带高压和极涡相互作用的统计分析. *大气科学*, 1992, **16**: 263-273.
- 9 黄荣辉, 孙凤英. 北半球夏季遥相关型的年际变化及数值模拟. *大气科学*, 1992, **16**: 52-61.
- 10 喻世华, 杨维武. 西太平洋副热带高压中期异常进退的诊断研究. *热带气象学报*, 1995, **11**: 214-222.

THE NUMERICAL SIMULATION OF INTRASEASONAL ANOMALOUSLY ADVANCING AND RETREATING OF WESTERN PACIFIC SUBTROPICAL HIGH

Duan Meicheng Yu Shihua

(*The Airforce Meteorology Institute, NanJing, 211101*)

Abstract

Using IAP-AGCM, controlled numerical experiments on SST and east Asian circulation have been performed and some conclusions as given below are reached: the abnormality of subtropical high has two-month lag response to SSTA of the tropical western Pacific, the south China sea and the Bay of Bengal; The abnormality of western Pacific subtropical high and the abnormality of eastern Pacific subtropical high always exist simultaneously, but the latter begins before the former. When the SST of the sea area above anomalously decreases (increases), the location of two zonal geopotential waves assembling in subtropical western Pacific is more to the south (north), and further more, the subtropical high is anomalously more to the south (north) too. Under the action of the SSTA above, when blocking pattern over east Asia land area appears, the location of the assembling waves is related to the location of the blocking high. It acts clearly on the abnormality of the subtropical high.

Key words Subtropical high SSTA Assembling geopotential waves
Numerical simulation