

# 西太平洋副热带高压异常 对长江流域中下游地区洪涝的影响\*

王安宇 尤丽钰

(中山大学大气科学系)

**摘 要** 本文对西太平洋副热带高压与长江流域洪涝的关系进行了分析研究和数值试验。分析研究表明在长江流域洪涝期间西太平洋副热带高压的特征有很好的规律性:①副高脊线稳定在 $20\sim 22^{\circ}\text{N}$ ;②副高西伸脊点偏西,变化范围为 $95\sim 115^{\circ}\text{E}$ ;③副高偏强。这些规律性不随时间变化,5~8月均是如此。数值试验结果表明,当西太平洋副热带高压特征维持以上规律性时,会造成长江流域降水量大增,证明西太平洋副热带高压特征的异常确实对长江流域的洪涝有决定性的影响。文章还对南亚高压与长江流域洪涝的关系进行了讨论。

**关键词** 副热带高压, 长江中下游, 洪涝, 异常

我国长江流域特别是中下游地区的洪涝对人民生命财产、工农业生产和国民经济都有重大影响,例如1991年5月下旬至7月中旬,淮河流域和长江中下游平均降雨500mm以上,雨量最大的地区超过1600mm,致使安徽、江苏两省发生了特大洪涝灾害<sup>[1]</sup>。因此,研究长江流域洪涝发生的成因及其预测具有很重要的意义和经济价值。长江流域中下游的洪涝受西太平洋副热带高压活动的影响很大。

1983年7月上、中旬长江流域中下游连续出现暴雨和大暴雨,月降水量较常年同期多1~2倍,长江中下游有些地方如九江、湖口等地水位均超过了1954年最高水位,沿江各省市遭到了严重的洪涝灾害<sup>[2]</sup>。

图1<sup>[3]</sup>是1983年7月850hPa距平风图(1983年7月平均风减去1980年至1984年5年7月平均风)。从图可以看出1983年7月西太平洋副热带高压脊线在 $20\sim 22^{\circ}\text{N}$ 附近, $110^{\circ}\text{E}$ 以东有一个很明显的反气旋距平风系统。不难发现,这个系统是东亚地区在洪涝期间最主要和最强大的距平风系统,它表明该年西太平洋副热带高压的位置和强度(有时仅仅是强度)出现了很明显的异常,这对洪涝的发生有决定性的影响。

西太平洋副高的活动对长江流域中下游洪涝的发生有影响,但对洪涝期间西太平洋副高特征有没有很好的规律性,以及副高的异常究竟对洪涝有没有决定性的影响,看法不很一致<sup>[4~6]</sup>,我们对此作了进一步的分析,并进行了数值试验。

本文1992年4月20日收到

●本文为国家基础性研究重大关键项目“气候动力学和气候预测理论的研究”和国家自然科学基金资助项目

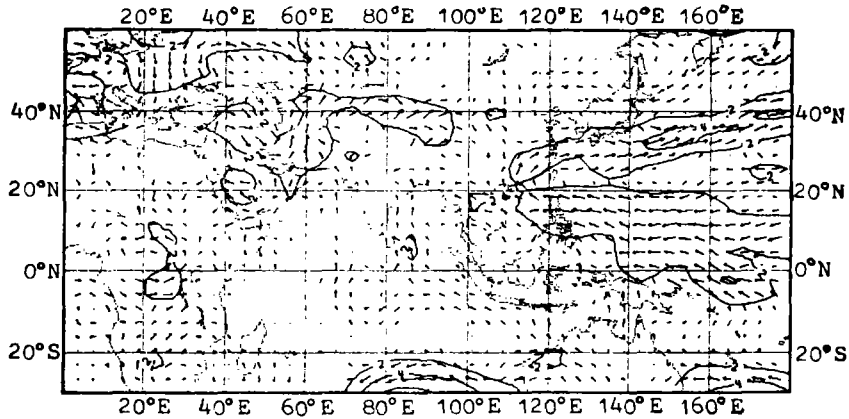


图1 1983年7月850hPa距平风  
Fig.1 The departure winds at 850 hPa for July 1983

### 1 长江流域中下游洪涝与西太平洋副热带高压的关系

划分洪涝等级的标准与涝期长短有关<sup>[7]</sup>，当涝期为旬和两旬时，涝的指标用降水量表示，旬降水量为250~350mm(两旬降水量为300~350mm)为一般涝，超过350mm(两旬超过500mm)为大涝；当涝期为一个月或以上时，涝的指标用降水量距平百分率表示，月降水量距平百分率为100%~200%为一般涝，超过200%为大涝。按这样的标准进行分析，1951~1991年40年间长江中下游共出现5次大涝，即1954年5~7月，1969年6月下旬至7月中旬，1980年7月中旬和8月，1983年6月下旬至7月中旬，1991年6月至7月上旬。

我们按照中央气象台长期天气预报组制定的标准<sup>1)</sup>对这5次大涝期间500hPa上西太平洋副热带高压的5项特征量(脊线位置、西伸脊点位置、北界位置、强度指数和面积指数)进行了统计。统计过程也参照了《气象》杂志发表的1976~1991年逐月副高5项特征量的统计结果和何素兰、姚佩珍和汤克靖等人的研究论文<sup>[8~9]</sup>。表1即为5次大涝期间西太平洋副高的5种特征量。从表中可以清楚地看出在长江中下游洪涝期间西太平

表1 长江中下游5次大涝期间西太平洋副热带高压的5种特征量

Tab. 1 The five characteristics of the subtropical high in the western pacific region during the five floods in the middle and lower reaches of the Yantze river

项目	1954年			1969年		1980年		1983年		1991年		气候平均值			
	5月	6月	7月	6月 下旬	7月 上中旬	7月 中旬	8月	6月 下旬	7月 上中旬	6月	7月 月上旬	5月	6月	7月	8月
副高脊线位置	20	20	22	20	22	22	21	21	22	22	21	18	20	25	28
西伸脊点位置	95	100	100	108	109	115	110	103	103	115	106	112	120	122	122
北界位置	25	25	26	27	29	26	28	27	31	27	28	22	25	30	33
强度指数	24	41	23	48	54	69	42	65	72	57	72*	17	35	31	31
面积指数	13	18	13	26	28	29	26	31	32	26	30*	11	18	18	18

\* 因缺1991年旬气象资料故用月平均资料代之

1) 中央气象台长期天气预报组。长期天气预报技术经验总结《附录》。1976。1

洋副高的特征有很好的规律性:①副高脊线稳定在 $20\sim 22^{\circ}\text{N}$ 之间,变化范围非常小,无论是5月、6月还是7月和8月皆是如此。可以看出这个位置与长江流域梅雨期(6月10日至7月10日)副高脊线的气候平均位置非常一致,可见长江流域中下游雨带和副高脊线的相对位置很稳定。副高北界位置在洪涝期间变化范围比副高脊线要大一些,为 $25\sim 31^{\circ}\text{N}$ 之间,这主要因为副高北界的位置除了与副高脊线位置有关还与副高强度有关,在表1中凡是副高北界比较偏北时副高都比较强。②副高西伸脊点偏西,洪涝期间588线一般可西伸到大陆上,最西可达到缅甸。显然,当副高脊线位于 $20\sim 22^{\circ}\text{N}$ 之间时西伸脊点偏西表明长江以南为大范围西南气流所控制。将暖湿空气源源输往长江流域中下游地区。③副高强度偏强。这对6月出现洪涝来说是一个必要条件,对于其它月份如5月、7月和8月可能只是一个充分条件。因为如上所述在洪涝期间副高脊线的平均位置和长江流域梅雨期的平均脊线一致,而梅雨主要出现在6月,所以从表中可以看出洪涝期间脊线位置和6月气候平均脊线位置也很一致。因此,6月副高异常对洪涝的影响主要表现在它的西伸脊点偏西和强度偏强上。对于其它月份情况则很不一样,在其它月份我国气候雨带不在长江流域,如5月在华南,7月和8月在华北。在5月、7月和8月长江流域洪涝期间副高异常主要表现在副高脊线位置维持在 $20\sim 22^{\circ}\text{N}$ 和西伸脊点偏西上,这样雨带不出现在华南或华北而出现在长江流域中下游地区,造成中下游地区降水量比正常年份高出许多,出现洪涝,如果副高强度再偏强,洪涝则会更严重。

需要特别指出的是上述长江中下游洪涝期间西太平洋副高特征(尤其是副高脊线)的规律性是不随时间而变化的,这一点和国内一些气象工作者的研究结果不大一致<sup>[8~9]</sup>。其最大差别就在于他们指出的副高在洪涝期间那些规律性特征是随时间变化的,例如副高脊线可从6月的 $19^{\circ}\text{N}$ 变到8月的 $28^{\circ}\text{N}$ ,西伸脊点的东界可从6月的 $115^{\circ}\text{E}$ 变到8月的 $125^{\circ}\text{E}$ 。为什么会这样呢,这主要是他们制定的旱涝和副高特征量标准的时间尺度为1个月甚至2个月,这样一来,势必会把洪涝期间副高特征量的变化范围扩大。试以副高脊线为例,文[9]给出了1969年6月和7月副高脊线位置逐候变化图(图略),从图上可以看出洪涝6月22日开始,7月19日结束,在这段时期副高脊线稳定在 $20\sim 22^{\circ}\text{N}$ 之间。在6月22日以前脊线一直在 $20^{\circ}\text{N}$ 以南,而在7月19日之后脊线则北跳至 $25^{\circ}\text{N}$ 以北,所以如果不是按旬而是按月为单位来定标准,则6月副高脊线约位于 $18^{\circ}\text{N}$ ,7月则位于 $24^{\circ}\text{N}$ ,随时间变化很大。不难发现这和洪涝期间副高脊线位置相差很大。

## 2 数值模式、资料、试验的设计和计算结果

我们进行数值试验的模式是钱永甫的有限区域 $P-\sigma$ 5层原始方程模式<sup>[10]</sup>并对模式作了一些小的修改<sup>[11]</sup>。

本试验所用的资料是用美国GFDL(普林斯顿大学地球物理流体动力学实验室)提供的多年平均全球11层网格点资料算出的6月纬向平均100hPa、300hPa、500hPa、700hPa和850hPa的位势高度场和比湿场,网格距为 $5^{\circ}$ 经度 $\times 5^{\circ}$ 纬度,范围为 $0\sim 180^{\circ}\text{E}$ , $25^{\circ}\text{S}\sim 55^{\circ}\text{N}$ 。

本试验的目的主要是分析西太平洋副热带高压对长江中下游地区洪涝的影响,为此我们设计了两组数值试验,第一组是对照试验,即在模式中用上述的气候资料作为初始场进行数值积分(10天),对正常年夏季东亚地区的环流形势和降水量进行数值模拟。第二组是控制试验,控制试验是将对照试验初始场中对流层下层的西太平洋副高按前述洪涝时期的副高特征量进行修改,然后进行数值积分,在数值积分的过程中修改量保持不变。将控制试验和对照试验的数值积分结果进行比较分析就可以看出西太平洋副高异常对长江流域洪涝的影响。

在控制试验中修改副高特征量时,我们参照了“热带季风图集”〔3〕,从这本图集可以看到在1980年和1983年长江流域中下游洪涝期间副高的水平结构和垂直结构。我们修改副高特征量的具体方法是在850 hPa位势高度初始场中在 $110\sim 150^{\circ}\text{E}$ ,  $15\sim 25^{\circ}\text{N}$ 的范围加上一个位势高度的正距平场(图2),正距平场的取值和1980、1983年洪涝时期基本上相似。对同一块区域700hPa和500hPa上的位势高度值也作相应的修改,并在数值积分过程中使这些距平值得到维持。

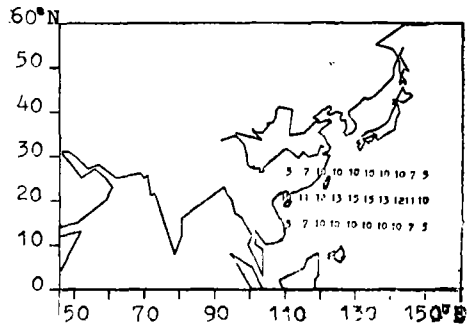


图2 850hPa上位势高度的正距平场

Fig. 2 The distribution of the positive departures of the geopotential heights at 850 hPa

图3是对照试验模拟的东亚地区夏季日平均降水量图和300hPa环流形势图。与相应的气候图〔12〕(图略)对比,可以看出两者是很一致的,对于降水来说,陆上的降水区模拟得比较好,印度、中南半岛、我国南方和非洲的降水区都模拟出来了,雨量大小也与实测值量级相同,但海洋上模拟得不好,这与模式对于海气耦合作用考虑得过于简单有关。夏季对流层上层的系统主要是南亚高压和与之相伴随的热带东风急流,从图3上可以看出,南亚高压的中心位置、强度都和气候值相近。图4是控制和对照试验模拟的日降水量、300hPa风场和温度场的差值(控制试验减对照试验)。图上表明由于副高的异常所产生的最大降水量正距平中心正好就在长江流域,以文〔9〕中1969年6月下旬至7月中旬长江流域中下游大涝期间降水距平百分率图(图略)与图4a比较,两者形势是很相似的,仔细分析后可看出上海附近模拟得不理想,这可能与模式分辨率太粗有关,但总的来说,通过试验我们证明了副高的异常对长江流域洪涝是有决定性影响的。

不少气象工作者认为南亚高压对长江流域中下游降水有重大影响〔13,14〕,如朱福康等〔13〕认为“当梅雨明显年份一般在东亚范围内 $30^{\circ}\text{N}$ 以南为正距平(南亚高压的高度距平), $30^{\circ}\text{N}$ 以北为负距平……这说明当高压偏南时有利于长江流域梅雨出现和持续”。罗四维等〔14〕则认为当南亚高压为西部型时长江中下游、川东和贵州多雨。从图4b上可以看出他们的研究结论和我们的模拟结果是很一致的,在中国东部 $25^{\circ}\text{N}$ 以北是个气旋式距平环流,显然它会使南亚高压在这个区域减弱以致南亚高压位置偏西,而在 $25^{\circ}\text{N}$ 以南是一个反气旋式的距平环流,它会使南亚高压在这个区域得到加强以致东亚地区的南亚高压脊线偏南(呈西部型)。这里需要指出的是我们的模拟结果是在副高

异常的前提下得到的,也就是说,南亚高压对长江流域降水的影响也可能是副高异常造成的。

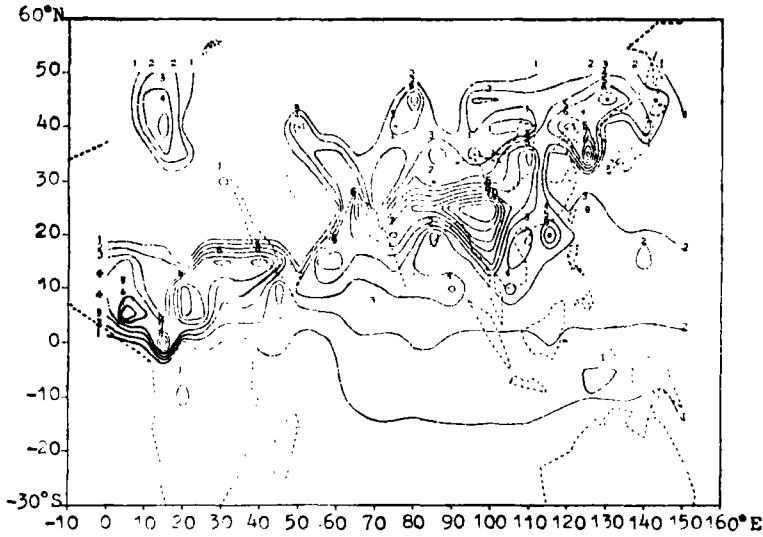


图 3 a 对照试验模拟的日降水量(mm/d)

Fig. 8 a Simulated daily rainfall from the contrast experiment (mm/d)

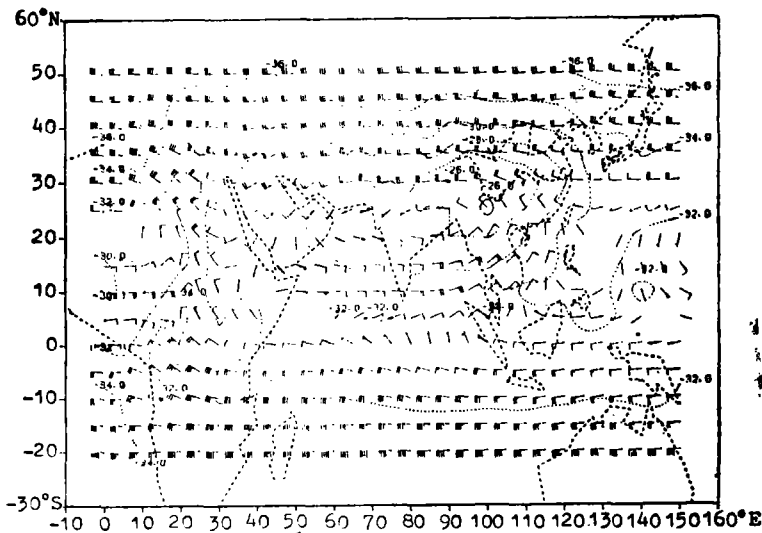


图 3 b 对照试验模拟的300hPa风场和温度场

Fig. 8 b Simulated wind and temperature fields at 300 hpa from the ontrastc experiment

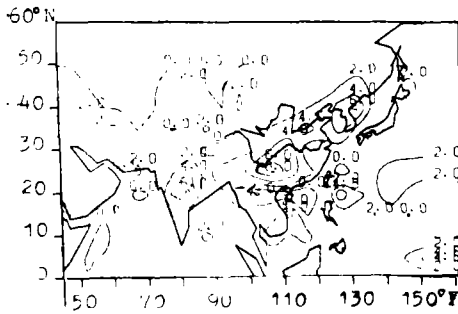


图4 a 控制和对照试验模拟的日降水量的差值(mm/d)

Fig. 4 a The differences between the simulated daily rainfall from the control experiment and the contrast experiment respectively

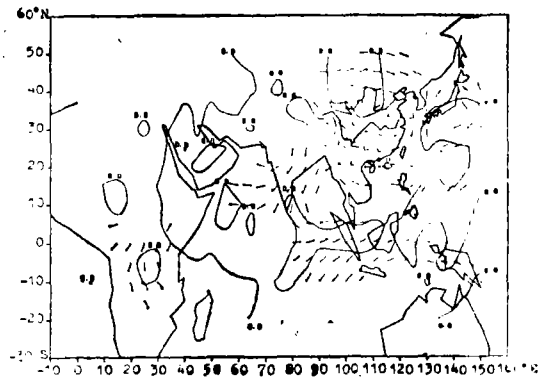


图4 b 控制和对照试验模拟的300hPa风场和温度场的差值

Fig. 4 b The differences between the simulated wind and temperature fields at 300 hPa from the control experiment and the contrast experiment respectively

### 参 考 文 献

- 1 尧绍裕. 中国减灾, 1991, 1(3): 13~14
- 2 王永祥. 气象, 1983(10): 45~47
- 3 乌元康. 热带季风图集. 北京: 气象出版社, 1987. 200
- 4 李宪之. 降水问题. 北京: 海洋出版社, 1987
- 5 蒋德隆等. 长江中下游气候. 北京: 气象出版社, 1991
- 6 许以平等. 气象, 1980, 6(7): 19~21
- 7 冯佩芝等. 中国主要气象灾害分析. 北京: 气象出版社, 1985. 29~38
- 8 何素兰等. 中国东部地区旱涝分析汇编. 北京: 气象出版社, 1985. 1~11
- 9 汤克靖. 中国东部地区旱涝分析汇编. 北京: 气象出版社, 1985. 158~166
- 10 钱永甫. 高原气象, 1985, 4(2)增刊: 1~28
- 11 王安宇等. 热带气象, 1991, 7(4): 307~314
- 12 Kuo H L. Mon. Wea. Rev, 1982, 110(12): 1879~1897
- 13 朱福康等. 南亚高压. 北京: 科学出版社, 1980, 48~53
- 14 罗四维等. 高原气象, 1982, 1(2): 1~10

## A Study of the Effects of the Anomalies of the Subtropical High in the Western Pacific Region on the Floods in the Middle and Lower Reaches of the Yantze River

*Wang Anyu\* You Liyu*

**Abstract** In this paper, in order to study the effects of the anomalies of the subtropical high in the western pacific region on the floods in the middle and lower reaches of the Yantze river some climatological statistics and numerical experiments have been made. The results of the statistical research show that during the floods in the middle and lower reaches of Yantze river the movement of the subtropical high in the western pacific region have a few clear characteristics: 1.the ridge line of the subtropical high is located continually in 20-22°N. 2.The western end of the isopotential 5880m which represent the outline of the subtropical high at 500 hPa is located in 95°E-115°E. It is obviously by west than its normal place.3.The intensity of the subtropical high is higher than its normal value. These characteristics have no change with different months. From the results of the numerical experiments it is found that if the subtropical high would have above stated characteristics, the rainfall in the middle and lower reaches of the Yantze river would markedly increase. This demonstrates that the subtropical high has important influence on the floods in the middle and lower reaches of the Yantze river. The results of the numerical experiments also show that during these floods the subtropical high can increase the rainfall in the middle and lower reaches of the Yantze river through in fluencing South Asian High in the upper troposphere.

**keywords** subtropical high, flood, anomaly, the middle and lower reaches of the Yantze River

---

\* Department of Atmospheric Science, Zhongshan University