

热带西太平洋暖池和副热带高压之间的关系*

李万彪

(国家暴雨监测和预报重点实验室, 北京大学地球物理系, 北京, 100871)

周春平

(北京大学遥感与地理信息系统研究所, 北京, 100871)

摘 要

文中研究了热带西太平洋暖池和西太平洋副热带高压的季节性变化和年际变化关系。结果表明, 西太平洋暖池面积和副热带高压面积指数季节变化趋势基本一致, 暖池中心的纬向移动与副热带高压西伸脊点相反, 而经向移动和 500hPa 副热带高压脊平均位置的南北季节性变化非常一致。西太平洋副热带高压的年际变化落后暖池大约 3 个月左右, 用暖池 28 或 29 面积指数可以很好地预测出当年 6, 7, 8 三个月西太平洋副热带高压的面积指数。
关键词: 热带西太平洋暖池, 副热带高压, 季节变化, 年际变化。

1 引 言

大洋暖池(Oceanic Warm Pool)是指热带西太平洋及印度洋东部多年平均海表水温(SST)在 28 以上的暖海区, 它的变化制约着亚洲和太平洋区域的气候变化和自然灾害的形成^[1-5]。热带西太平洋暖池(以下简称暖池)是侵袭中国的台风^[4]及影响东中国海海洋热、动力和渔业状况的黑潮的发源地。副热带高压是位于副热带地区重要的东西向延伸很长的半永久性稳定少动的大型高压系统。其中, 北半球西太平洋上的副热带高压, 通常称之为西太平洋副热带高压(以下简称副高), 它对中国近海、西北太平洋和中国大陆的天气气候有重大影响^[6, 7]。

研究热带西太平洋暖池和副高的关系, 将有可能使我们从暖池的角度预测副高的变化, 为长期天气预报和减灾防灾服务, 不仅具有科学意义, 而且有应用价值。

2 特征量

表征暖池变化的特征量选取暖池面积、暖池中心和暖池面积指数。暖池面积是用热带西太平洋暖池 SST 为 28 的等值线包围的 $1^\circ \times 1^\circ$ 的网格数来表征; 暖池中心用热带西太平洋暖池的重心(经向、纬向)代替, 如 28 经向(或纬向)重心是暖池中 SST = 28 (或 SST = 29) 格点的经度(或纬度)的平均值, 29 暖池重心类似; 暖池面积指数是热带西

* 初稿时间: 1996 年 11 月 11 日; 修改稿时间: 1997 年 9 月 10 日。

太平洋暖池 SST 28 (或 SST 29) 区域的面积, 用求积仪人工测出, 没有单位, 是衡量大洋暖池面积变化的一个重要因素。这些特征量的计算使用的是全球综合海洋大气资料集(COADS)中时段为 1949~1990 年共 42 a 逐月的数据。

表征副高的强弱状况和位置变化的特征量常见的有^[8]: 副高面积指数、副高强度指数、副高西伸脊点、副高脊线位置和副高北界等。这些资料取自中国气象局从 1949 年 1 月到 1993 年 12 月共 45_a 逐月的数据。副高特征量实际上是反映同一现象的不同侧面, 当副高范围扩大, 强度增强时, 一般副高西伸、北进; 副高范围减小, 强度减弱时, 一般副高东退南撤。

3 季节变化

3.1 暖池面积和副高面积指数

图 1 是根据 COADS 资料和中国气象局的资料作出的示意图, 它反映了热带西太平洋暖池面积和副高面积指数随季节的变化关系。

从图 1 中可以看出, 1~8 月, 暖池面积逐渐增大, 这和副高面积指数的变化趋势一致。暖池面积在 3~5 月突然增强, 而副高面积指数在 2~6 月显著增强, 这说明在 7 月以前, 二者的变化趋势基本一致, 但副高面积指数的变化滞后于暖池面积的变化。副高面积指数在 6~9 月保持一定的强度, 而暖池面积在 8~10 月保持一定的强度。从图中不难看出, 7 月以后, 二者的变化趋势仍基本一致, 不同的是这时暖池面积的变化又滞后于副高面积指数的变化。

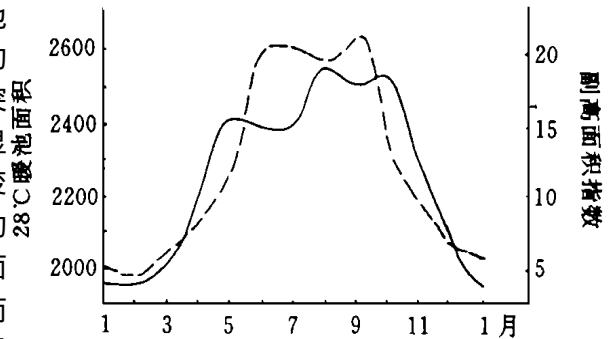


图 1 西太平洋暖池面积(实线)和副高面积指数(虚线)季节性变化关系图

3.2 暖池中心纬向和副高西伸脊点

根据王绍武等(1987)^[9]和蒋全荣等(1989)^[10]的资料, 作出副高西伸脊点随季节的变化图, 以及暖池中心在纬向的变化图, 二者叠加形成图 2。

从图 2 中可以看出, 暖池中心季节性的东西移动基本上和副高西伸脊点季节性的变化相反, 即当暖池中心向西移动时, 副高西伸脊点向东移动; 反之亦然。不同的是 SST 的 28 线包围的中心在东西方向上以 162.5 E 为中心振荡, 而 SST 的 29 线包围的中

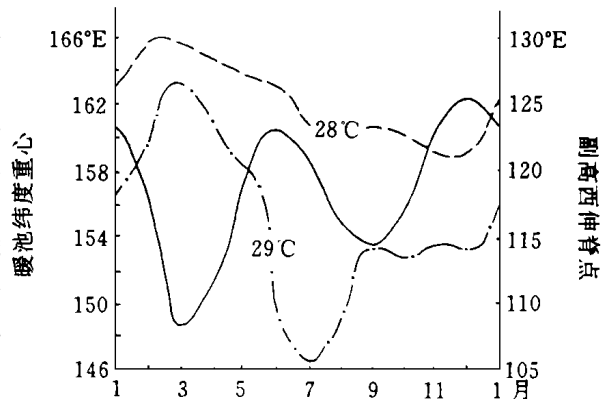


图 2 西太平洋暖池纬度重心(虚线)和 500 hPa 副高西伸脊点(实线)季节性变化关系图

心在东西方向上以 153.5 E 为中心振荡, 500 hPa 西太平洋副高西伸脊点在东西方向上以 117 E 为中心振荡。

3.3 暖池中心经向和副高脊平均位置

根据王绍武等(1987)^[9]和蒋全荣等(1989)^[10]的资料, 作出副高脊线平均位置随季节的变化图, 以及暖池中心在经向上的季节性变化图, 二者叠加形成图 3。

从图 3 中可以看出, 西太平洋暖池中心在经向的南北季节性移动和 500 hPa 副高脊平均位置的南北季节性移动非常一致。在 1~3 月变化不大, 从 3 月开始到 8 月却达到最大值; 从 8 月开始到第二年的 1 月又逐渐减小。即它们在 8 月同时到达最北端。

从以上三个方面的比较来看, 热带西太平洋暖池和西太平洋副高关系很密切, 其中的机理等问题有待于进一步研究。

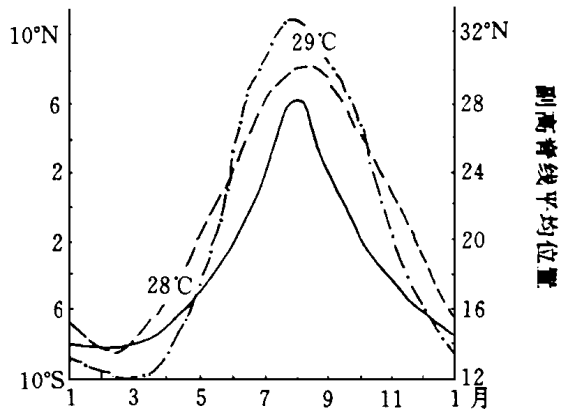


图 3 西太平洋暖池经度重心(虚线)和 500 hPa 副高脊平均位置(实线)季节性变化关系图

4 年际变化

研究热带西太平洋暖池和西太平洋副高的年际变化的关系, 主要目的是看能否可以用暖池面积指数来对副高进行长期预报。

4.1 暖池 28 面积指数和副高面积指数

图 4 是副高面积指数和暖池 28 面积指数的年际变化关系图。从图 4 中可以清楚地看到, 二者的变化非常一致。把副高面积指数最具代表性的、对中国降水影响最有意义的 6, 7, 8 三个月分别和上一年及当年暖池 28 面积指数进行逐月相关计算, 以进一步研究暖池面积对副高面积的影响, 计算结果如表 1。

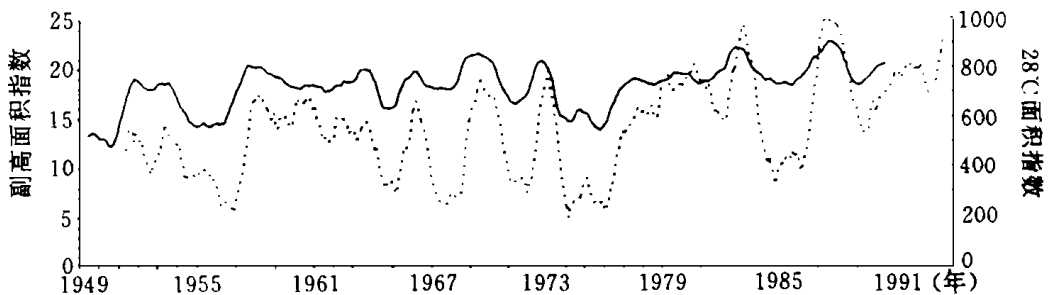


图 4 副高面积指数(虚线)和暖池 28 面积指数(实线)的年际变化关系图

表 1a 副高面积指数和上一年暖池 28 面积指数相关系数

	上一年(1~12月)暖池 28 面积指数												
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
副高面积指数	6月	0.119	0.103	0.233	0.379	0.410	0.539	0.511	0.547	0.465	0.577	0.577	0.629
	7月	0.074	0.078	0.106	0.272	0.298	0.247	0.329	0.281	0.358	0.423	0.371	0.504
	8月	-0.111	-0.154	-0.006	0.191	0.231	0.263	0.295	0.291	0.202	0.323	0.330	0.412

注: 相关系数临界值 $R_{0.05} = 0.321$, $R_{0.01} = 0.403$, $R_{0.001} = 0.501$, 下表相同

表 1b 副高面积指数和当年暖池 28 面积指数相关系数

	当年(1~12月)暖池 28 面积指数												
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
副高面积指数	6月	0.723	0.613	0.772	0.634	0.591	0.367	0.335	0.398	0.483	0.322	0.314	0.299
	7月	0.533	0.426	0.517	0.515	0.523	0.363	0.468	0.450	0.478	0.394	0.250	0.266
	8月	0.503	0.458	0.526	0.516	0.362	0.371	0.477	0.495	0.468	0.278	0.246	0.254

6月副高面积指数与上一年6~8月, 10~12月(见表1a)和当年1~5月(见表1b)的暖池面积指数相关性较好, 均超过信度0.001。相对而言, 6月份副高面积指数与当年3月暖池28面积指数相关性最好, 相关系数达0.772, 与当年1月相关系数(0.723)也比较理想; 7月份副高面积指数与上一年12月, 当年1, 3, 4, 5月份暖池28面积指数相关性较好, 超过信度0.001, 相对而言, 7月份副高面积指数与当年1月暖池28面积指数相关最好, 相关系数达0.533, 与当年5月暖池28面积指数相关系数(0.523)也较理想; 8月份副高面积指数与当年1, 3, 4月份暖池28面积指数相关性较好, 超过信度0.001, 相对而言, 8月份副高面积指数与当年3月份暖池28面积指数相关最好, 相关系数达0.526, 与当年4月暖池28面积指数相关性也较理想, 相关系数达0.516。以上分析表明, 用当年3月或1月、1月或5月、3月或4月暖池28面积指数来分别预报当年6, 7和8月副高面积指数均具有参考价值, 准确性也很高, 均大大超过信度0.001。

4.2 暖池 29 面积指数和副高面积指数

图5是副高面积指数和暖池29面积指数的年际变化关系图。从图5可以看出, 二者变化趋势一致, 基本上副高面积指数的变化落后于暖池29面积指数的变化。表2a和

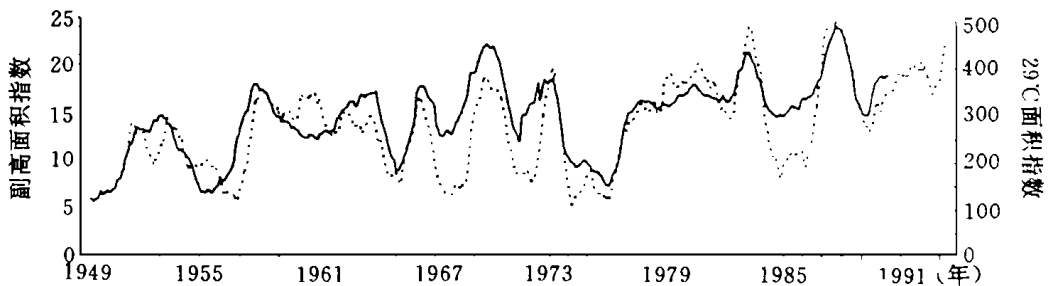


图 5 副高面积指数(虚线)和暖池 29 面积指数(实线)的年际变化关系图

表 2b 给出了 6, 7, 8 三个月副高面积指数与上一年和当年暖池 29 面积指数逐月的相关系数。

表 2a 副高面积指数和上一年暖池 29 面积指数相关系数

	上一年(1~12月)暖池 29 面积指数												
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
副高面积指数	6月	0.140	0.058	0.235	0.334	0.489	0.500	0.215	0.213	0.322	0.515	0.537	0.538
	7月	0.098	-0.072	0.156	0.229	0.331	0.306	0.156	0.076	0.233	0.359	0.448	0.497
	8月	-0.017	-0.288	-0.145	-0.020	0.166	0.244	0.058	0.044	0.032	0.242	0.314	0.395

表 2b 副高面积指数和当年暖池 29 面积指数相关系数

	当年(1~12月)暖池 29 面积指数												
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
副高面积指数	6月	0.286	0.482	0.719	0.582	0.649	0.548	0.488	0.455	0.635	0.454	0.394	0.396
	7月	-0.002	0.354	0.577	0.463	0.551	0.437	0.600	0.524	0.554	0.455	0.324	0.266
	8月	0.283	0.498	0.513	0.514	0.346	0.399	0.419	0.494	0.473	0.378	0.341	0.238

6月副高面积指数与上一年10~12月(见表2a)及当年3~6和9月份(见表2b)大洋暖池29面积指数相关较好,超过信度0.001,相对而言,6月副高指数与当年3月份暖池29面积相关性最好,相关系数达0.719,与5月相关性也较理想,相关系数达0.649;7月副高面积指数与当年3,5,7,8,9月暖池29面积指数相关性较好,均超过信度0.001,相对而言,与7月暖池29面积指数相关性最好,相关系数达0.600,与3月暖池29面积指数相关性也较理想,相关系数达0.577;8月副高面积指数与当年3,4月份暖池29面积指数相关性很好,但相关系数的大小相差不多,分别为0.513和0.514。以上分析说明,用当年3月、3月或5月、3月或4月暖池29面积指数分别可以很好地预测当年6,7和8月西太平洋副高面积指数的变化。

4.3 暖池面积指数和其它副高特征量

分别计算了6,7,8三个月副高强度指数、副高西伸脊点、副高脊线和副高北界与大洋暖池上一年及当年28,29面积指数的逐月相关系数,进一步研究了热带西太平洋暖池和西太平洋副高的年际变化的关系。分析结果列表3。

表 3a 副高特征量与暖池 28 面积指数的相关关系

	副高强度指数			副高西伸脊点			副高脊线			副高北界		
	6月	7月	8月	6月	7月	8月	6月	7月	8月	6月	7月	8月
副高面积指数	相关较好	-12	-12				-6,-7	-4,-5				
	月份	1,2	1,3	4	1,3		-10,-11	-6,-7	5			
	> R _{0.001}	> R _{0.001}	> R _{0.001}	> R _{0.01}			1,2,3	-10,5	> R _{0.05}			
相关最好	3	5	4	3			3	5	5			
月份												

注:表中数字表示月份,“-”表示上一年,其余为当年。下表同

表 3b 副高特征量与暖池 29 面积指数的相关关系

	副高强度指数			副高西伸脊点			副高脊线			副高北界		
	6 月	7 月	8 月	6 月	7 月	8 月	6 月	7 月	8 月	6 月	7 月	8 月
暖池面积指数 相关 较好 月份	3 > $R_{0.001}$	3, 5 > $R_{0.001}$	4 > $R_{0.001}$	3 > $R_{0.01}$			2 > $R_{0.05}$	- 5, - 6 > $R_{0.05}$	- 4 > $R_{0.05}$			- 3, - 4 > $R_{0.05}$
暖池面积指数 相关 最好 月份	3	3	4	3				- 6	- 4			- 4

从表 3a~b 可以看出, 西太平洋副高的变化落后于大洋暖池的变化大约 3 个月, 这和周发诱等(1990)^[11]的研究结果一致。

另外, 王世平等(1989)^[12]的研究表明, 西太平洋赤道暖池温跃层海温的年际变化与西太平洋副高的关系非常密切, 特别是当年 1 月温跃层海温与当年夏季副高面积指数呈负相关关系。即 1 月温跃层海温为冷年时, 当年夏季副高强; 相反, 1 月西太平洋暖池温跃层海温为暖年时, 当年夏季副高弱。对比我们前面的研究结果(28, 29 暖池面积指数 1 月份的值与当年夏季副高成正相关)说明, 王世平等采用的西太平洋赤道暖池温跃层海温的年际变化与我们采用的大洋暖池面积指数很可能成负相关。林传兰(1990, 1991)^[13, 14]研究的结论和王世平等^[12]一致, 即副高变化与 6 个月前西太平洋暖池上层的热含量呈负相关。从暖池上空的对流活动强弱方面, 黄荣辉等(1994)^[2]通过 1978~1989 年热带西太平洋暖池上空的 OLR 资料、500 hPa 高度场和降水的逐旬资料分析了热带西太平洋暖池上空对流活动对东亚夏季风季节内变化的影响。分析结果表明: 在菲律宾周围对流活动强的夏季, 西太平洋副高在初夏向北突跳明显。相反, 在菲律宾周围对流活动弱的夏季, 西太平洋副高在初夏向北突跳不明显。这些都支持了文中的研究结果。

5 结 论

研究热带西太平洋暖池和西太平洋副高的季节性变化关系, 表明: 西太平洋暖池面积和副高面积指数的季节性变化趋势基本上一致, 但 7 月以前, 副高面积指数的变化滞后于暖池面积的变化, 7 月以后, 暖池面积的变化又滞后于副高面积指数的变化; 热带西太平洋暖池中心季节性的东西移动基本上和副高西伸脊点季节性的变化相反, 当暖池中心向西移动时, 副高西伸脊点向东移动, 反之亦然; 西太平洋暖池中心的经向季节性变化和 500 hPa 副高脊平均位置的南北季节性移动非常一致。

研究热带西太平洋暖池和西太平洋副高的年际变化关系, 表明: 用当年 3 月或 1 月、1 月或 5 月、3 月或 4 月暖池 28 面积指数分别预报当年 6 月、7 月、8 月副高面积指数是很科学的, 准确性也应很高, 均大大超信度 0.001; 当年 3 月、3 月或 5 月、3 月或 4 月暖池 29 面积指数分别可以很好地预测出当年 6, 7, 8 三个月西太平洋副高面积指数的变化; 西太平洋副高的年际变化落后于暖池年际变化大约 3 个月。

参考文献

- 1 黄荣辉, 孙凤英. 热带西太平洋暖池的热状态及其上空的对流活动对东亚夏季异常的影响. 大气科学, 1994, 18(2): 141 ~ 151
- 2 黄荣辉, 孙凤英. 热带西太平洋暖池上空对流活动对东亚夏季风季节内变化的影响. 大气科学, 1994, 18(4): 456 ~ 465
- 3 翁学传, 赵永平, 何有海. 太平洋热状况与我国旱涝关系研究综述. 海洋科学, 1994, (1): 22 ~ 26
- 4 陈世荣. 西北太平洋的热带风暴源地. 气象, 1990, 16(2): 23 ~ 26
- 5 章名立. 西太平洋云量变化与中国东部的降水. 大气科学, 1993, 17(5): 576 ~ 583
- 6 李克让. 中国近海及西北太平洋气候. 北京: 海洋出版社, 1993. 640pp
- 7 罗绍华, 金祖辉. 南海海温变化与初夏西太平洋副高活动及长江中、下游汛期降水关系的分析. 大气科学, 1986, 10(4): 409 ~ 418
- 8 朱炳海, 王鹏飞, 束家鑫. 气象学词典. 上海: 上海辞书出版社, 1985. 1239pp
- 9 王绍武, 赵宗慈. 长期天气预报基础. 上海: 上海科学技术出版社, 1987. 201pp
- 10 蒋全荣, 王宁邦. 太阳辐射与西北太平洋副高季节性移动关系的研究. 热带气象, 1989, 5(4): 289 ~ 294
- 11 周发诱, 于慎余. 热带西太平洋表层水温异常的区域性特征. 海洋与湖沼, 1990, 21(2): 97 ~ 103
- 12 王世平, 赵汉光, 王慕贞. 赤道暖池温跃层海温对低纬大气环流的影响. 海洋学报, 1989, 11(4): 417 ~ 422
- 13 林传兰. ENSO 与热带西北太平洋海洋上层热含量及副高变异的关系. 东海海洋, 1990, 8(2): 7 ~ 14
- 14 林传兰. 热带西太平洋某些海洋、大气参数的年际变化特征. 海洋预报, 1991, 8(2): 31 ~ 41

THE RELATIONSHIP BETWEEN TROPICAL WESTERN PACIFIC WARM POOL AND SUBTROPICAL HIGH

Li Wanbiao

(Laboratory for Severe Storm Research, Department of Geophysics, Peking University, Beijing, 100871)

Zhou Chunping

(Institute of Remote Sensing and Geographical Information System, Peking University, Beijing, 100871)

Abstract

The relationship of seasonal variation and interannual change between tropical western Pacific warm pool and western Pacific subtropical high have been discussed. The seasonal variation trend of western Pacific warm pool area is the same as that of subtropical high area. The latitudinal translation of warm pool center is contrary to the westward ridge point of subtropical high, while the longitudinal translation is same as 500 hPa mean position of subtropical high in seasonal variation. Western Pacific subtropical high falls behind warm pool about 3 months in interannual change. Western Pacific subtropical high area index in June, July and August can be predicted well by using warm pool area index of 28 or 29 for the same year.

Key words: Tropical western Pacific warm pool, Subtropical high, Seasonal variation, Interannual change.