

# 南半球环流与西太平洋副热带高压和 台风群中期活动的关系

张元箴\*

王淑静

(北京气象学院, 北京 100081)

(国家气象中心, 北京 100081)

## 提 要

通过对南北半球环流 6 年资料的分析,发现在北半球夏季 5~8 月,南半球中纬西风指数、低纬西风指数、赤道气压指标与北半球西太平洋副热带高压和台风群的中期活动均有较好的关系.在台风群活跃的年份,台风群生成阶段前后,环流变化由南半球中纬先开始,随后南半球低纬和赤道地区环流也出现变化,赤道气压指标到达低值,此后,北半球西太平洋副热带高压的特征产生一系列的变化,上述南北半球环流系统变化的传播过程为准二周周期.

关键词: 南半球西风指数 赤道气压指标 交叉谱 凝聚谱

## 引 言

南北半球之间的环流有其各自的特征和发展过程,但它们之间不是孤立的,而是有着明显的相互作用.作者曾指出南半球澳大利亚冷空气暴发与北半球夏季中、低纬行星尺度环流系统和我国大范围的大到暴雨存在准一周周期的遥相关<sup>[1]</sup>,并且在澳大利亚地面气压出现峰值后,我国东南沿海 850 hPa 经向风速增强过程自南向北传播也有准一周周期过程<sup>[2]</sup>.关于一周周期以上的过程,早在 70 年代,Krishnamurti(1976)<sup>[3]</sup>就已指出东亚季风区云量和降水存在着 10~20 天振荡.李崇银等<sup>[4]</sup>曾对热带地区准二周(10~20 天)振荡的结构和传播特征作了较全面的研究.但是,两半球环流之间影响的过程和机制还不清楚,特别是中期过程的研究尚少.本文在过去研究工作的基础上,讨论南北半球环流之间影响的中期过程,着重对西太平洋副热带高压(以下简称副高)以及台风群的生成与南半球环流之间的关系作进一步研究,它对我国南方和北方大范围暴雨的中期预报均有重要的意义.

## 1 资料和方法

本文利用 1984~1988 年和 1991 年共 6 年的 5~8 月 ECMWF 5°×5°经纬度网格点资料,先计算赤道和南半球环流系统的 4 个量(依次排列称为物理量(1)至(4)),它们分别

\* 北京气象学院成秋影同志和 92 届毕业生胡雪红、杨双莲参加本工作.

1997-03-26 收到,1997-12-18 收到修改稿.

是:(1)南半球 500 hPa 中纬西风指数(范围  $100^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$ ,  $45^{\circ}\sim 65^{\circ}\text{S}$ );(2)南半球 500 hPa 低纬西风指数(范围  $100^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$ ,  $20^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{S}$ );(3)澳大利亚高压,用 1000 hPa  $130^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$ ,  $20^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{S}$  范围内  $5^{\circ}\times 5^{\circ}$  经纬度网格点上平均值表示,以下简称“澳高”;(4)赤道气压指标,定义引自文献[5],算法如下:在海平面图上  $90^{\circ}\sim 170^{\circ}\text{E}$ ,  $10^{\circ}\text{N}\sim 10^{\circ}\text{S}$  范围内每隔  $5^{\circ}\times 5^{\circ}$  经纬度网格点上读指标数,规定低于 1007.5 hPa 的点读指标数为 1;1007.5~1010.0 hPa 的点读为 2;1010.0~1012.5 hPa 的点读为 3;高于 1012.5 hPa 的点读为 4.

北半球环流系统 4 个量(依次排列称为物理量(5)至(8))的资料取自国家气象中心,它们分别是:(5)副高北界线(500 hPa  $110^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$  范围内 588 dagpm 等高线的平均纬度,从 588 线与脊线交点开始);(6)500 hPa 副高西脊点位置;(7)500 hPa  $100^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$  范围内副高脊线的平均纬度;(8)北半球  $60^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$ ,  $45^{\circ}\sim 65^{\circ}\text{N}$  西风指数;

对上述 8 个物理量计算功率谱和交叉谱(包括凝聚谱和位相谱).功率谱定义为自协方差函数和余弦函数的乘积,用后延相关法计算,为避免相邻两频率谱的值相互干扰,进行了后延窗函数的修正.取序列长度  $N=123$ ,最大后延系数 31,自由度  $\nu=7.5$ ,由分子自由度等于 2、分母自由度等于  $2(\nu-1)$  的 F 检验,得到在凝聚值(文中均指平方值)超过 0.37 时通过 95% 的信度界、超过 0.51 时通过 99% 的信度界.文中物理量 A、B 的交叉谱用  $A\times B$  表示,位相谱  $\theta(A, B)$  都用正值,表示物理量 B 超前于物理量 A 的度数.本文对上述 8 个物理量还进行了带通滤波,滤波函数取自文献[6].

## 2 副高中期活动与南半球环流的关系

为研究副高与南半球环流的关系,应用 1984~1988 年和 1991 年 5~8 月 6 年资料计算和分析了南半球中纬西风指数、南半球低纬西风指数与副高的交叉谱,表 1 只给出南半球中纬西风指数与副高西脊点凝聚值  $\geq 0.37$  (通过 95% 信度界)的例子和对应的位相,其

表 1 南半球中纬西风指数与副高西脊点凝聚值

周 期	60~30 天			准二周				准一周		
	62 天	31 天		20.7 天	15.5 天		7.8 天	6.9 天	6.2 天	
年	1985	1988	1988	1986	1988	1986	1988	1988	1987	1985
凝聚值	0.51	0.50	0.53	0.57	0.53	0.51	0.37	0.72	0.38	0.60
位相(度)	0	7	11	12	8	15	2	4	30	14

表 2 南半球中纬西风指数与副高脊线凝聚值

周 期	60~30 天			准二周				准一周		
	62 天	31 天		20.7 天	15.5 天		8.9 天	7.8 天	6.2 天	
年	1985	1985	1988	1985	1988	1985	1988	1985	1988	1991
凝聚值	0.85	0.79	0.46	0.60	0.56	0.38	0.60	0.38	0.62	0.47
位相(度)	172	174	196	170	190	161	180	167	180	163

中大部分凝聚值 $\geq 0.51$ (通过 99%信度界),位相 $\leq 30^\circ$ ,说明在准一周(有 3 年)、准二周(有 2 年)、30~60 天周期段(有 2 年)两者均存在着同位相关系.图 1 为 1985 年 5~8 月南

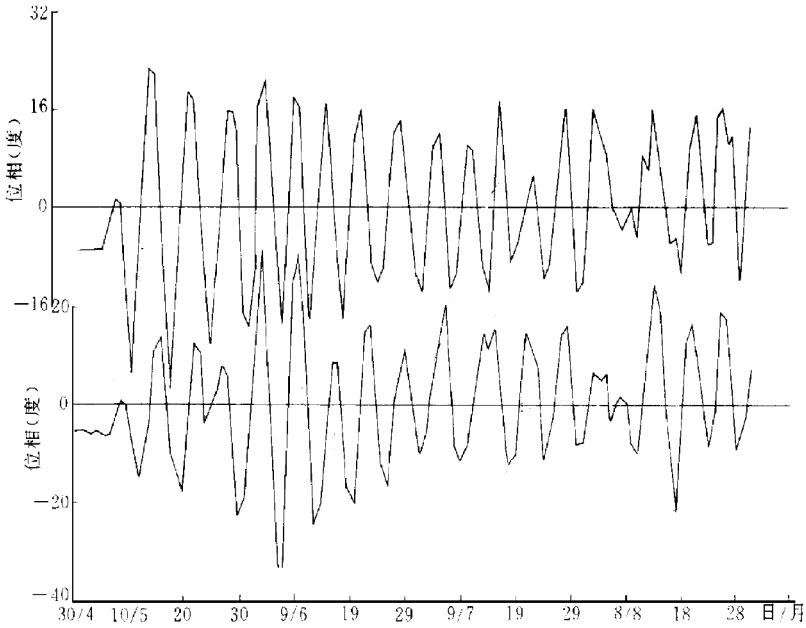


图 1 1985 年 5~8 月南半球中纬西风指数(上)和副高西脊点(下)距平值经 7 天带通滤波后的振荡曲线

半球中纬西风指数和副高西脊点距平值经 7 天带通滤波后的振荡曲线,显示两者基本上为同位相振荡关系.表 2 为南半球中纬西风指数与副高脊线的上述 6 年中 5~8 月凝聚值 $\geq 0.37$ 的例子,表中位相都为 $180^\circ \pm 20^\circ$ ,在准一周(有 3 年)、准二周(有 2 年)、30~60 天周期段(有 2 年)两者呈反位相关系.以 1985 年 5~8 月南半球中纬西风指数和副高脊线距平值经 23 天带通滤波后的低频振荡曲线为例,可表明两曲线为反位相振荡关系(图略).计算南半球低纬西风指数与副高西脊点以及与副高脊线的交叉谱,其凝聚值 $\geq 0.37$ 的有关年的各周期段列在表 3 和表 4 中.由表 3 可见南半球低纬西风指数与副高西脊点之间的振荡关系,在不同周期段也分别有 2 或 3 年以反位相关系为主.以 1988 年 5~8 月两者距平值经 29 天带通滤波后的低频振荡曲线为例(图略),两者的反位相关系很清楚.又由表 4 和图 2 可得到南半球低纬西风指数与副高脊线两者之间在各周期段均有 2 年以上以同位相振荡关系为主.此外,南半球中纬西风指数与副高北界线可呈同位相振荡关系,如在 31 天周期处,1988 年 5~8 月两者凝聚值为 0.55,位相 $19^\circ$ ;又如在 20.7 周期处,1991 年 5~8 月两者凝聚值为 0.63,位相 $65^\circ$ .以上分析表明南半球中纬指数和低纬指数与北半球西太平洋副高在中期周期段存在较好的相关关系.

表 3 南半球低纬西风指数与副高西脊点凝聚值

周 期	60~30 天		准二周		准一周		
	62 天	31 天	20.7 天	15.5 天	8.9 天	7.8 天	
年	1986	1988	1988	1984	1988	1984	1987
凝聚值	0.43	0.41	0.48	0.40	0.43	0.74	0.44
位相(度)	148	189	170	218	214	216	199

表 4 南半球低纬西风指数与副高脊线凝聚值

周 期	60~30 天			准二周		准一周			
	62 天	31 天		20.7 天	15.5 天	7.8 天	6.9 天		
年	1984	1984	1985	1988	1991	1988	1984	1991	1988
凝聚值	0.67	0.78	0.51	0.42	0.64	0.58	0.45	0.47	0.53
位相(度)	357	2	33	347	354	325	334	347	312

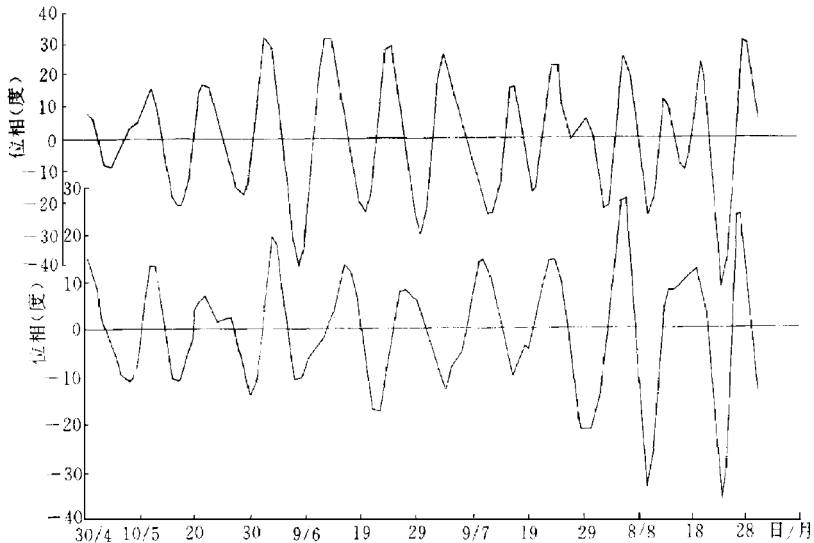


图 2 1991 年 5~8 月南半球低纬西风指数(上)与副高脊线(下)距平值经 23 天带通滤波后的低频振荡曲线

### 3 台风群生成与南半球环流变化的中期关系

中央气象台 1990 年以前将风力 8~11 级的热带风暴定义为台风,所以本文台风群的定义根据文献[7]作修改后为:盛夏季节相邻两个(或两个以上)台风或热带风暴的生日

期相隔日数小于或等于4天认为是属于同一个台风群.首先分析台风群生成与赤道气压指标的关系,以1985年和1988年为例,由两年6~8月赤道气压指标的4天滑动平均曲线(图略)上看到,赤道气压指标曲线呈现出低值—高值—低值……的循环变化,周期大致为3~4个星期,每一循环都可分为4个阶段:低指标阶段、低转高阶段、高指标阶段、高转低阶段.还可看到1985年的赤道气压指标曲线的位相落后于1988年,并且周期也短.1985年中央气象台台风编号第3、4号台风;第8、9、10号台风;第11、12、13号台风分别组成三个台风群.1988年第7、8号台风;第10、11号台风分别组成二个台风群.分析这两年夏季台风群按台风生成日期与6~8月赤道气压指标4天活动平均曲线的关系,不难发现台风群大部分生成在赤道气压指标高转低阶段或低指标阶段.该结论对于本文所选的另外4年也是适用的(图略).分析夏季亚洲和太平洋热带地区地面流场形势的中期变化,张谭等<sup>[5]</sup>曾提出赤道及其北部地面流场存在两条交叉线,一条是高压带,它由太平洋副高脊线和赤道气流缓冲带轴线组成;另一条是赤道辐合带,它由印度地区赤道辐合带和太平洋地区赤道辐合带组成.赤道气压指标在低指标阶段,两地区赤道辐合带连通;在低转高阶段,两地区赤道辐合带断裂;高指标阶段印度地区辐合带西退、太平洋地区辐合带东退使中间断裂区加大,高压带则连通;高转低阶段太平洋地区辐合带西进使两地区赤道辐合带接近,而高压带断裂.可见,西太平洋地区台风群生成于赤道气压指标低指标或高转低阶段即为赤道辐合带增强的阶段.

为了进一步分析台风群生成与南半球环流变化的中期关系,分析了赤道气压指标与南北半球环流系统之间的关系.选取台风群活跃的1988年5~8月,计算分析赤道气压指标与其余7个代表南、北半球环流状况的物理量之间的凝聚谱、位相谱(表略).发现在准一周周期7.8天处赤道气压指标与7个物理量的凝聚值全部 $\geq 0.37$ (通过95%信度界),在6.9天处则除了副高北界线这个物理量之外,6个物理量的凝聚值 $\geq 0.37$ .而在准二周周期20.7天和15.5天处赤道气压指标除了副高北界线、澳高二个物理量外与其余5个物理量的凝聚值 $\geq 0.37$ ;在准二周周期(20.7和15.5天)和准一周周期(7.8天和6.9天)处赤道气压指标与各物理量的位相关系,还存在着赤道气压指标与南半球中纬西风指数、副高北界线、副高西脊点、北半球西风指数为较好的反位相关系,赤道气压指标与南半球低纬西风指数、副高脊线为较好的同位相关系;赤道气压指标与澳高的位相关系一致性较差,基本上为同位相关系.另外,在60~30天周期段虽然只有南北半球西风指数、副高西脊点及副高脊线4对物理量的凝聚值 $\geq 0.37$ ,但这4对的位相关系与上述关系相同.

以上物理量之间的相关关系也反映在经23天带通滤波的低频振荡曲线上(图3).图3表明1988年8月份有2个台风群生成,在第一个台风群生成前后低频振荡曲线变化有如下的特点:7月23日南半球中纬西风指数出现低值(见曲线(1)),25日南半球低纬西风指数处于低指数阶段(曲线(2)),26~27日澳大利亚冷空气暴发(曲线(3))出现高值,此时赤道气压指标处于高转低阶段(曲线(4)),副高北界线在8月4日到达低值表示副高北界线南压(曲线(5)),5日赤道气压指标到达最低值(曲线(4)),8807号、8808号台风相继于5日、6日生成,几乎同时副高西脊点西伸(曲线(6))5日出现低值和副高脊线北抬(曲线(7))6日出现高值,7日北半球西风指数出现低值为低指数(曲线(8)).由8月15日至31日上述8个物理量连续变化特征可知,在第二个台风群(8月24日、28日8811号、

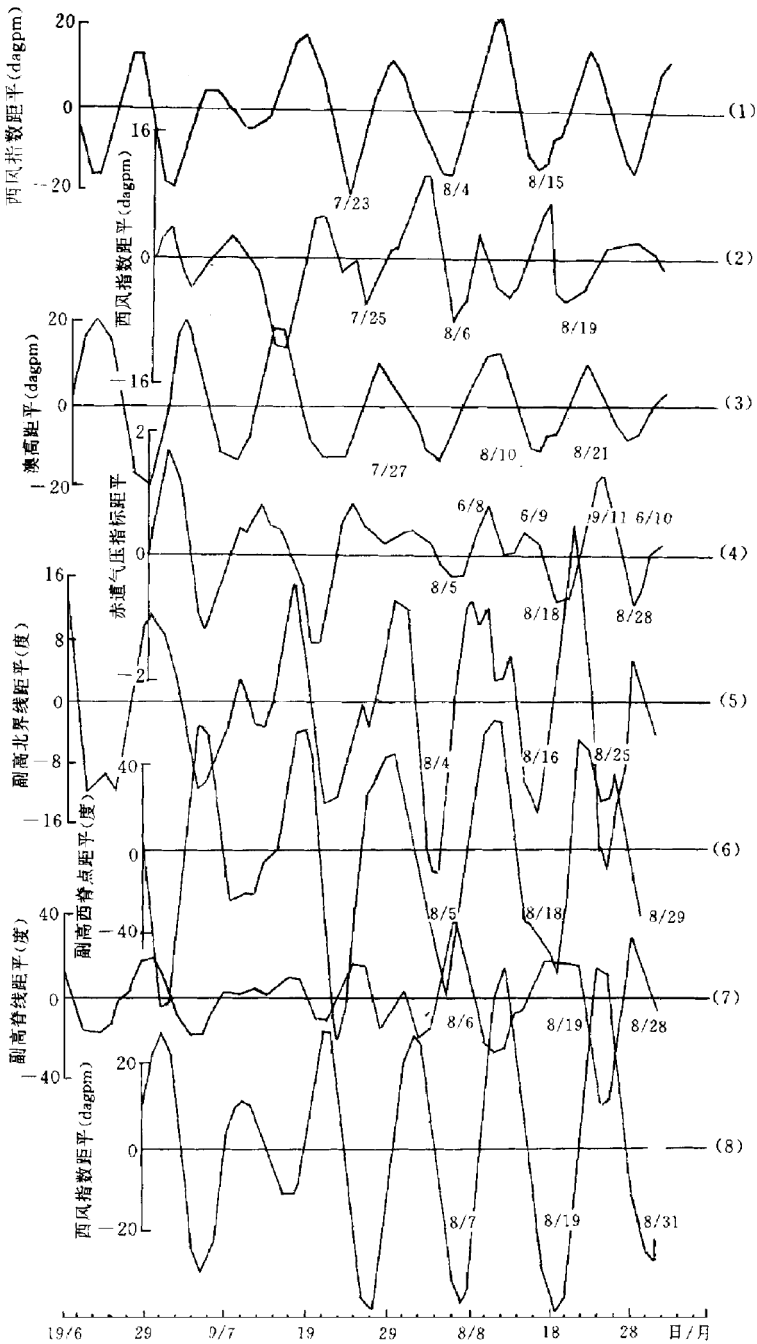


图 3 1988 年 7~8 月物理量(1)至(8)经 23 天带通滤波后低频振荡距平曲线  
 (1)南半球中纬西风指数 (2)南半球低纬西风指数 (3)澳高 (4)赤道气压指标  
 (5)副高北界线 (6)副高西脊点 (7)副高脊线 (8)北半球西风指数)

8810号台风分别生成)生成阶段前后也有上述类似的变化过程出现.以上二个台风群生成阶段前后由南半球至北半球环流变化的时间分别为15天、16天,为准二周中期过程.此外,8月14日同时生成一个热低压和一个强台风(8809号),在8月4日至19日的15天内,物理量(1)至(8)的变化曲线上也有上述的变化过程.

以上分析说明本文中所选的1988年5~8月南北半球环流的8个物理量经过23天带通滤波后的低频振荡曲线,反映了南北半球环流之间的相互影响,并且这种影响是起源于南半球(冬半球)中纬并向北传向北半球(夏半球)的.Blackmon等<sup>[8][9]</sup>(1984 a. b.)也曾指出过20天左右振荡的扰动起源于中纬度地区,并且有西北—东南向的波导存在.李崇银等<sup>[4]</sup>认为中纬度扰动的作用可能对激发热带10~20天的振荡是很重要的.武培立等<sup>[10]</sup>(1990)指出在40°E和110°E附近的200 hPa高空存在两支跨赤道波导可以从一个半球的中纬度地区影响另一个半球.本文和文献<sup>[1][2]</sup>的研究都说明在110°E南半球至东亚地区的波导是存在的,但波导是否只限于200 hPa还有待于进一步研究.He Jinhai(何金海)等<sup>[11]</sup>的数值模拟曾得出南半球澳大利亚冷空气暴发经13~15天后可影响到我国长江流域,其周期长度与本文中得到的准二周周期相一致.

## 4 结 语

(1)南半球中纬西风指数和低纬西风指数与副高西脊点、副高脊线在准一周、准二周周期段均有较高的凝聚值.南半球中(低)纬西风指数与北半球西太平洋副高西脊点基本上呈同(反)位相振荡关系,与副高脊线基本上呈反(同)位相振荡关系.6年资料中上述关系分别有2年或3年较好.

(2)台风群生成于赤道气压指标的低值或高转低阶段.在准一周和准二周周期段赤道气压指标与南半球中纬西风指数、北半球西太平洋副高北界线和副高西脊点、北半球西风指数均有较高的凝聚值,并且接近反位相振荡关系;赤道气压指标与南半球低纬西风指数、副高脊线也有较高的凝聚值,并且接近同位相振荡关系.

(3)通过对台风群活跃的1988年5~8月与南北半球环流有关的8个物理量作23天带通滤波后,分析其低频振荡曲线,发现在台风群生成阶段前后,从南半球中纬先开始出现环流低指数,几天后南半球低纬出现低指数、澳高暴发,随后赤道气压指标开始下降,并且台风群生成,此后北半球西太平洋副高北界线南压,在赤道气压指标到达最低值后副高出现西伸、北抬和北半球西风指数转为低指数等一系列环流变化.以上反映了环流变化由南半球中纬先开始再向北半球传播的过程,这种过程的周期为准二周中期过程.该结论对进入北半球中纬度的北上台风是否存在着普遍意义还待进一步研究.

## 参 考 文 献

- 1 张元箴. 澳大利亚高压与中国北方降水的遥相关. 海洋学报, 1988, **10**(3): 279~286.
- 2 张元箴, 成秋影. 1985年澳大利亚高压与我国夏季降水的振荡关系. 热带气象, 1988, **4**(2): 146~154.
- 3 Krishnamurti T N, et al. Oscillations of a monsoon system, Part I: observational aspects. *J. Atmos. Sci.*, 1976, **33**: 1937~1954.
- 4 李崇银, 周亚萍. 热带大气中的准双周(10~20天)振荡. 大气科学, 1995, **19**(4): 435~444.

- 5 张镔,王景毅. 夏季热带低层环流及其中期变化的初步分析. 热带天气会议论文集,北京:科学出版社,1976. 132~144.
- 6 仇永炎. 中期天气预报. 北京:科学出版社,1985. 18~21.
- 7 王景毅,张镔. 盛夏低纬海平面环流形势的个例分析. 海洋学报,1984,6(2):174~179.
- 8 Blackmon M L, et al. 1984a: Horizontal structure of 500 mb height fluctuations with long, intermediate and short time scales. *J. Atmos. Sci.*, 1984, **41**: 961~979.
- 9 Blackmon M L, et al. 1984b: Time variation of 500 mb height fluctuations with long, intermediate and short time scales as deduced from log correlation statistics. *J. Atmos. Sci.*, 1984, **41**: 981~991.
- 10 武培立,李崇银. 大气中 10~20 天准周期振荡. 大气科学(文集),北京:科学出版社,1990. 149~159.
- 11 He Jinhai, Li J and Li Y P. Numerical experiments with processes for effects of Australian old air activity on East Asian summer monsoon. The fourth US/PRC Monsoon Workshop, Oct., 1989, Renssylvancia State University, 1989.

## THE RELATIONSHIP BETWEEN GENERAL CIRCULATION OF THE SOUTHERN HEMISPHERE AND THE MEDIUM-RANGE ACTIVITIES OF WEST PACIFIC SUBTROPICAL HIGH AND TYPHOON GROUP

Zhang Yuanzhen

(*Beijing Meteorology College, Beijing 100081*)

Wang Shujing

(*National Meteorological Center, Beijing 100081*)

### Abstract

It is found that the close relationships are present between westerly index in middle and low latitudes of the Southern Hemisphere, pressure index of equator and the medium-range activities of West Pacific subtropical high and typhoon group in summer (from May to August) of the Northern Hemisphere by analyzing the data of general circulation of the Southern and Northern Hemispheres for six years. In the active years of typhoon group the variation of general circulation begins at middle latitudes of the Southern Hemisphere, and then at low latitudes of the Southern Hemisphere and equator, the pressure index of equator reaches low value. After that, a series of variations of West Pacific subtropical high over the Northern Hemisphere would appear. The transportation period of the variations mentioned above would be quasi-two weeks.

**Key words:** Westerly index of the Southern Hemisphere    Pressure index of equator  
Cross spectrum    Coherence spectrum