

# 南北半球环流系统的遥联分析

赵汉光

张恩才

(国家气象中心)

(北京气象学院)

## 提 要

本文利用1972年5月—1990年2月南半球月平均海平面气压 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 网格点资料,对南半球绕极低压和副热带高压系统的时空变化特征进行了分析,发现上述环流系统的变化与盛夏西北太平洋副高面积和脊线位置的变化有着密切的联系,这种遥相关联系为盛夏7、8月西北太平洋副高脊线位置的预报提供了一条新的线索。

## 一、引 言

近年来,观测技术的不断提高和观测资料的日益充分,大量的观测事实表明:全球大气环流的变化与异常存在着一定时空尺度的遥相关。

从80年代初到现在,大气环流异常的遥相关现象吸引着许多气象学家, Namias (1981)、Wallance和Gutzler (1981)曾全面地研究了北半球的遥相关型<sup>[1][2]</sup>。南方涛动与南半球特征之间的关系也被一些作者进行了研究<sup>[3]、[4]、[5]</sup>。Pan和Cort (1983)<sup>[6]</sup>在相关分析研究中,曾计算了赤道东太平洋海温和南北半球大气参数之间的同期和滞后的相关关系。同时,国内一些学者也做了许多工作,尤其是关于影响我国夏季副热带高压环流系统方面的遥相关研究,并取得不少有益的成果<sup>[7]、[8]、[9]</sup>。但以往的分析研究多限于北半球范围,而有关南北半球大气遥相关的分析研究工作,尚不多见。

众所周知,盛夏7、8月西北太平洋副高脊线位置的变化对我国东部地区汛期旱涝趋势的分布有着密切的关系。近年来的分析研究表明:盛夏副高脊线位置的异常变化与同

期东亚上空是否有阻塞形势有关;同时还与黑潮区海温的异常变化有着直接的联系。近年来,随着南半球的资料积累,人们开始注意到南北半球大气环流相互作用的研究。本文试图利用南半球月平均海平面气压资料,在分析南半球气压系统的分布状况下,统计出表征南半球绕极低压和副热带高压环流特征资料(即面积指数资料),在此基础上,着重分析南半球绕极低压和副热带高压的时空变化特征,并进一步探讨盛夏7、8月西北太平洋副高面积和脊线位置的变化与南半球绕极低压和副热带高压之间同期和前期的遥相关联系。

## 二、资料和方法

1972年5月—1987年12月南半球月平均海平面气压 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 网格点资料取自美国国家大气研究中心(NCAR);1988年1月—1990年2月的气压资料取自欧洲中期天气预报中心(ECMWF),纬度范围在 $20^{\circ}$ — $85^{\circ}$ S。

7、8月西北太平洋副高面积指数和脊线位置的资料由我国中央气象台长期科提供。

为了表征绕极低压和副热带高压系统的强度变化,本文采用高、低压面积指数来描述它。低压面积指数用气压小于或等于980

hPa的网格点数目来表示；高压面积指数用气压大于或等于1020hPa的网格点数目来表示。计算南半球绕极低压面积指数时，所取范围为50—80°S, 0—360°；此外还计算了1—4象限内的低压面积指数，所取范围：1象限为0—85°E；2象限为90—175°E；3象限为180—95°W；4象限为90—5°W。计算南半球副热带高压面积指数时，所取范围为20—45°S, 0—360°；南印度洋高压范围取30—110°E；澳大利亚高压取115—175°E；南太平洋高压取180—60°W；南大西洋高压取55—25°E。

### 三、南半球气压系统的分布特征

图1为1、7月的南半球多年平均海平面气压图(1973—1987年)。由图1a—b可见，南半球海平面气压系统的分布状况为：在南极大陆，气温显著较北极偏低，常年为永久性的极地冷高压所控制。中高纬在南极大陆濒临三大洋的方向上有三个较深厚的低压活动中心，它们分别为南印度洋低压；南太平洋低压；南大西洋低压，它们环绕南极大陆边缘形成一个绕极低压带。在副热带地区，一年四季三大洋上各有一个高压存在，即南印度洋高压，南太平洋高压；南大西洋高压。在澳大利亚大陆区，4—9月(冬半年)期间亦为高压，故有四个高压存在，从而整个副热带地区形成一环状的高压带。10—3月(夏半年)期间，在南非大陆、南美大陆、澳大利亚大陆区为赤道低压中心区或赤道低槽区。在绕极低压带和副热带高压区之间(40—60°S)，那里的等压线几乎与纬圈相平行，但气压梯度却很大，是南半球著名的“咆哮西风带”地区，亦是南半球气旋生成频率最大的地区[11]。

综上所述，南半球海平面气压系统的分布具有纬向性的带状分布特征，即极地为高压，中高纬为绕极低压，副热带为高压，热带为赤道低压。

### 四、绕极低压和副热带高压的时空变化

绕极低压和副热带高压是南半球主要的大气环流系统，由于这些高、低压系统常年存在，故称之为永久性的大气活动中心。下面我们将分析这些高、低压系统的季节变化、持续性、遥相关。

#### (1) 季节变化

图2给出了绕极低压带内三个低压中心位置和副热带地区四个高压中心位置的季节变化，由图2a中可见：南印度洋低压中心位于60°S、90—110°E范围内；南太平洋低压

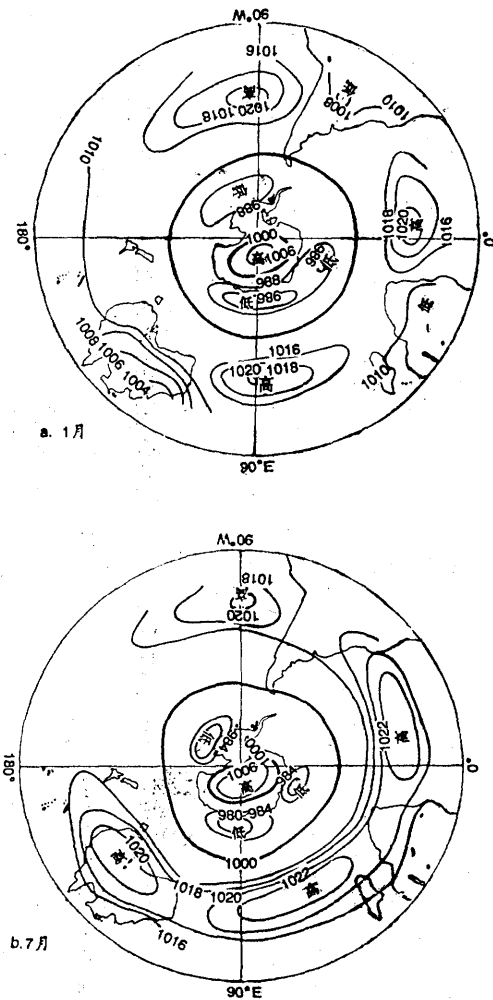


图1 南半球多年平均海平面气压图(1973—1987年)

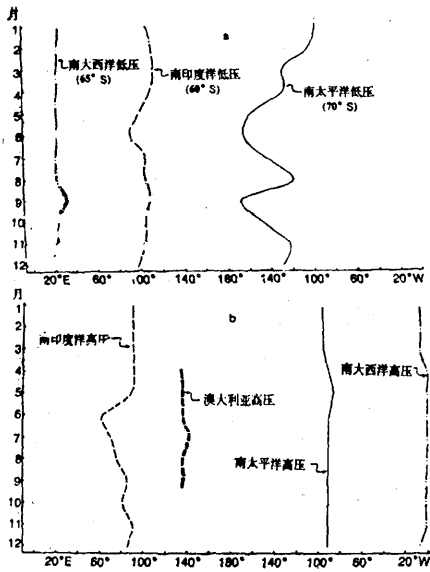


图2 绕极低压和副热带高压中心位置的季节变化

a. 绕极低压; b. 副热带高压

中心在 $70^{\circ}\text{S}$ ,  $110^{\circ}\text{--}170^{\circ}\text{W}$ 范围内变动, 南大西洋低压中心位于 $65^{\circ}\text{S}$ ,  $20^{\circ}\text{--}35^{\circ}\text{E}$ 范围内, 这三个低压中心位置除南太平洋低压在春秋过渡季节有东西向的摆动外, 基本上不随季节变化而改变。

从图2b中可见: 在 $30^{\circ}\text{S}$ 纬圈上, 四个高压中心位置都较为稳定, 南印度洋高压中心约在 $90^{\circ}\text{E}$ 附近; 南太平洋高压中心在 $110^{\circ}\text{W}$ 附近; 南大西洋高压中心在 $5^{\circ}\text{W}$ 附近; 澳大利亚高压中心位置, 4—9月期间出现在 $135^{\circ}\text{E}$ 附近。值得注意的是: 南印度洋高压中心位置在6月份有明显的西移现象(约西移30个经度), 这种西移现象是否与北半球印度西南季风的爆发存在着南北大气环流突变的内在联系, 将有待于今后进一步的探讨。

绕极低压和副热带高压强度(以面积指数表示)的季节变化, 从图3a南半球绕极低压和1—4象限内的低压面积指数变化曲线中可见: 在9—11月期间, 是南半球绕极低压或1—4象限内的低压最为强盛的时期。而在12—2月期间是低压最弱的时期。对于为何南半球绕极低压发展强盛时期出现在9

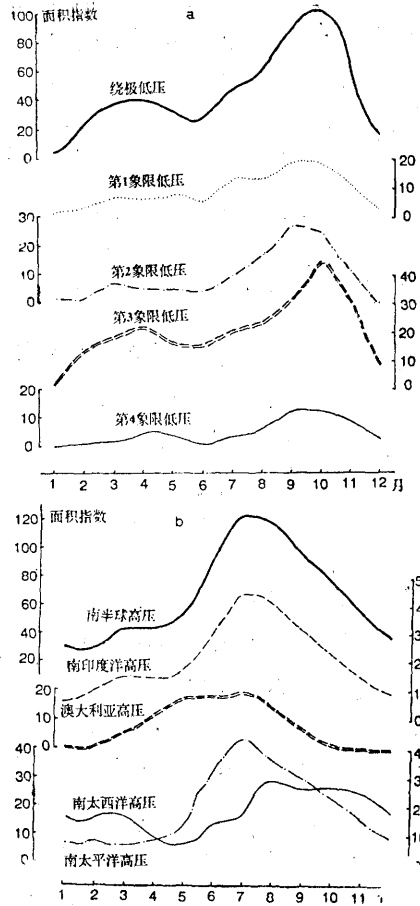


图3 南半球绕极低压和副热带高压面积指数的季节变化

a. 绕极低压; b. 副热带高压

—11月(春季), 我们分析认为: 有可能与该时期南半球下垫面状况发生改变有联系。因南极海冰一般在9—11月期间已开始大范围融化, 下垫面由冰面改变成水面, 同时低纬暖洋流势力增强已达到中高纬地区。因此, 无论从热量条件或水汽条件, 都为绕极低压的发展增强提供了充分的条件。

从图3b给出的南半球副热带高压面积指数变化曲线中可见: 南半球副热带高压、南印度洋高压、南大西洋高压强度的季节变化趋势基本上是一致的, 即在5—7月期间高压迅速增强, 7月为最强, 从8月开始减弱, 11—4月为最弱的时期。但澳大利亚高压和南太平洋高压强度的季节变化情况却不

表1 南半球和四个象限低压强度（面积指数）月际间的持续相关

月份 区域	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
南半球低压	0.05	0.16	0.62	-0.36	0.75	0.63	-0.06	-0.42	0.11	0.14	0.68
第一象限	0.05	-0.06	0.33	-0.20	0.76	0.69	0.13	-0.23	0.12	0.36	0.04
第二象限	0.44	0.37	0.30	-0.25	0.57	0.71	-0.17	-0.05	0.24	0.13	-0.13
第三象限	0.24	0.32	0.41	-0.30	0.56	0.61	0.06	-0.32	-0.23	0.02	0.59
第四象限	0.54	0.02	0.32	-0.16	0.40	0.08	-0.03	0.08	0.06	-0.15	0.07

表2 南半球和各区高压强度（面积指数）月际间的持续相关

月份 区域	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
南半球高压	0.82	0.72	0.38	0.27	0.77	0.57	0.56	0.55	0.24	0.64	0.60
南印度洋	0.65	0.68	0.31	0.39	0.61	0.52	0.67	0.61	0.37	0.27	0.46
南太平洋	0.69	0.56	0.42	0.25	0.17	0.56	0.66	0.72	0.59	0.54	0.55
南大西洋	0.55	0.85	0.42	0.46	0.57	0.42	0.47	0.08	-0.08	0.64	0.29
澳大利亚	/	/	/	0.17	0.22	0.52	0.32	0.39	0.22	/	/

一样，在3—9月期间，它们之间的变化几乎呈反位相的变化，尤以3—5月更为显著，从分析这两个高压的年际变化曲线中（图略），发现在1972—1973年、1979—1980年、1982—1983年、1986—1987年的几次厄尔尼诺事件中，在强度距平上都呈相反的变化，我们认为澳大利亚高压和南太平洋高压的反位相变化有可能是南方涛动的反映。

综上所述，南半球绕极低压和副热带高压中心位置的季节变化都是不明显的，但在强度上各自都有显著的季节变化，而且有较大的差异。

### (2) 持续性

下面我们首先分析南半球绕极低压和副热带高压强度月际的持续性相关，从表1中可知，南半球绕极低压和1—4象限各低压强度月际间的相关系数以5—6月和6—7月的正相关系数为最高，一般在0.56—0.76之间，这表明绕极低压在该时期具有较好的持续性。相反，在4—5月和8—9月月际间呈现负相关，这说明在这期间绕极低压在强度上容易由强到弱或由弱到强发生转折性的变化，这种转折性的变化正是在春、秋过渡

的季节。

从表2给出的南半球副热带高压强度月际间的相关系数来看：南半球副热带高压比绕极低压的持续性好，尤其是冬夏季节具有较好的持续性。相对而言，高压强度在春、秋过渡季节的持续性就比较差，其中南太平洋高压强度在秋季（4—6月）持续性最差，而南大西洋高压强度在春季（8—10月）持续性最差，南印度洋高压强度在春季（9—11月）和秋季（3—5月）持续性都比较差。此外澳大利亚高压强度的持续性一般都比较差。由此可见：南半球副热带三大洋上的高压强度一般在春、秋季节亦往往容易发生转折，与北半球副高强度在春秋季节易出现转折相类似。

### (3) 相关性

南半球相邻象限区低压和副热带三大洋高压强度之间同期相关性。由表3中可知，相邻象限区低压强度之间的同期相关性，具有规律性的季节变化。如1、2象限区低压强度之间的相关，最好的月份出现在5—7月期间（相关系数均在0.70以上）；2、3象限低压强度之间的相关，出现在3—5月期间；3、4象限低压强度之间的相关，

表3 相邻象限低压强度之间的同期相关性

相关区	月份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一、二象限	0.37	0.38	0.75	0.64	0.70	0.70	0.39	0.67	0.49	0.36	0.73	-0.23
二、三象限	-0.04	0.46	0.79	0.72	0.87	0.60	0.69	0.43	0.32	0.66	0.58	-0.26
三、四象限	0.96	0.72	0.51	0.58	0.74	0.55	0.60	0.17	0.47	0.41	0.66	0.81
四、一象限	-0.15	0.83	0.48	0.50	0.45	0.67	0.60	0.47	0.60	0.20	0.52	0.11

表4 副热带三大洋高压强度之间的同期相关性

相关区	月份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
南太平洋-南大西洋	0.53	0.33	0.40	0.17	0.16	0.16	0.28	0.36	-0.01	0.08	0.55	0.52
南大西洋-南印度洋	0.45	0.61	0.69	0.39	0.36	0.47	0.29	0.19	0.18	0.32	0.47	0.61
南印度洋-南太平洋	0.50	0.52	0.48	-0.07	0.34	0.06	0.02	-0.11	-0.47	0.17	0.66	0.74

出现在12—2月期间；4、1象限低压强度之间的相关，出现在2月份。显然，由西半球到东半球各相邻象限区的低压强度之间，出现同期遥相关最好的季节是不同步的，表现为由夏季→秋季→冬季按季节顺序先后有规律的变化。这一事实表明相邻象限区低压强度之间的遥相关联系具有明显的季节性差异。

从表4给出的南半球副热带三大洋高压强度之间的同期相关性来看：南太平洋高压和南大西洋高压强度之间的相关，最好出现在11—1月期间；南大西洋高压和南印度洋高压强度之间的相关，最好在11—3月期间；南印度洋高压和南太平洋高压强度之间的相关，最好在11—3月期间。而其它月份，相邻高压之间强度的相关系数都较低。这说明南半球副热带三大洋高压强度之间的变化，在夏季11—3月期间具有遥相关联系，但其它月份则不然。

### 五、南北半球环流系统的遥相关联系

本文主要是分析北半球500hPa盛夏7、8月西北太平洋副高脊线位置的变化与南半球海平面气压系统之间的遥相关联系。目前分析的遥相关都是在同一等压面上的，而根据行星波三维传播原理，遥相关应是三维的，因此分析不同等压面的遥相关也是很重

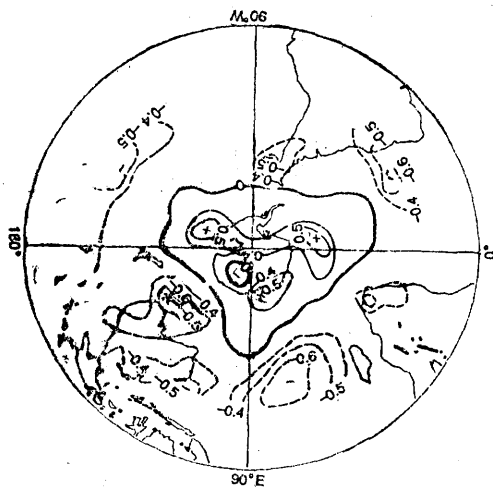


图4 7月西北太平洋副高脊线位置与南半球海平面气压的同期相关图

要的。

那末盛夏7、8月西北太平洋副高脊线位置的变化与南半球海平面上哪些环流系统有着遥相关联系呢？下面我们仍以7月份为例：首先看图4给出的7月西北太平洋副高脊线位置的变化与同期南半球海平面气压场的相关分布图，从图中可见：在南半球副热带三大洋上有三个负相关中心区，其中在南印度洋上相关面积为最大，中心相关系数达-0.68；与此同时，在中高纬亦有三个正相关中心区，其中以南太平洋上的正相关区为最好，中心相关系数为0.58。上述相关场的分布特征表明：7月西北太平洋副高脊线位

置的南北变化与南半球绕极低压和副热带高压强弱之间存在着较好的遥相关联系。

根据南半球绕极低压和副热带高压面积指数资料,通过分析发现:7月西北太平洋副高脊线位置的变化与同期南印度洋高压和第3象限区低压面积大小有着较好的负相关关系。这就进一步证实了与图4的相关场分布是完全一致的结果。与此同时,7月西北太平洋副高面积大小与同期南印度洋高压面积大小之间亦存在着正相关关系,相关系数达0.56。

为了进一步了解7月南印度洋高压与同期西北太平洋副高面积大小和脊线位置南北变化的关系,我们又分析了7月南印度洋高压面积指数与同期北半球500hPa高度场的相关图(见图5),从图中可见:在 $30^{\circ}\text{N}$ 以南整个副热带地区为正相关区,相关系数达到信度0.05到0.001以上,在东亚 $110^{\circ}\text{E}$ — $160^{\circ}\text{E}$ , $30^{\circ}\text{N}$ — $50^{\circ}\text{N}$ 范围为负相关区,负相关中心区位于日本海附近,负中心相关系数达到信度0.01以上,在东亚中、低纬地区相关场的分布呈现为北负南正型,这表明当7月南印

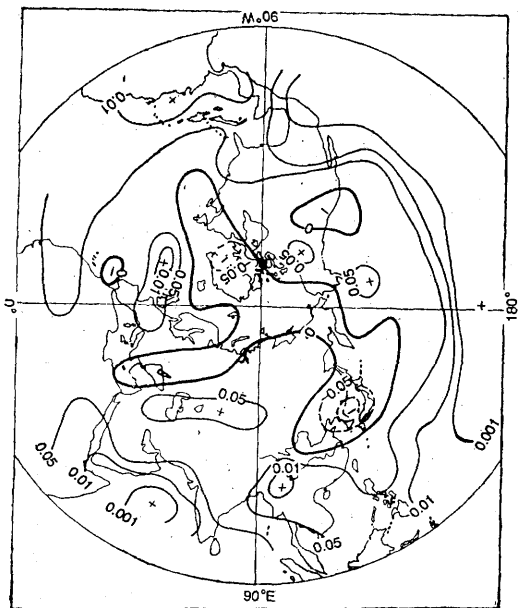


图5 7月南印度洋高压与北半球500hPa高度场的同期相关图

度洋高压面积增强时,北半球副热带高压面积亦同时增强,东亚中纬度地区高度场偏低,而低纬地区高度场偏高,在这种北负南正的距平场配置下,一般不利于同期西北太平洋副高脊线位置的偏北;反之,当7月南印度洋高压面积缩小时,东亚中、低纬地区为北正南负的距平场分布,这就有利于同期西北太平洋副高脊线位置的偏北。

对8月份进行类似的分析,结果表明:8月澳大利亚高压面积强度的变化与同期西北太平洋副高面积强度的变化呈正相关,相关系数为0.55;与同期副高脊线位置的变化呈负相关,相关系数为-0.54。

Ramaswamy等人<sup>[12]</sup>在研究印度西南季风及其与南半球对流层中上层流型的遥相关中指出:南北半球遥相关的工作,实质上都属于南北半球的侧向耦合过程,这种过程有可能是由共振效应、连锁现象和动力作用而引起的。就本文所揭示的南印度洋高压和澳大利亚高压与北半球西北太平洋副高之间的遥相关联系,具体表现为南北半球高压环流系统的同时加强或减弱,呈正相关,其遥相关的物理机制有可能是属于南北半球高压环流系统之间产生共振效应的结果。此外还可能存在着南北半球之间的侧向交换过程,这种过程有可能是通过越赤道气流的变化,进而影响到西北太平洋副高脊线位置的变化,相互之间呈负相关联系。

其次,我们还进一步分析了影响盛夏7、8月份西北太平洋副高脊线位置的变化与前期南半球绕极低压和副热带高压之间的遥相关联系。从前期南半球的遥相关环流因子分析来看:绝大部分环流因子集中时段在当年4—5月及上年5月,8—10月期间,这期间正是南半球高、低压环流系统在春、秋过渡季节易发生转折性的变化。因此,对未来盛夏7、8月西北太平洋副高脊线位置的变化,将会产生一定的影响。

## 六、结论

通过上述分析研究, 可以得出以下几点结论。

1. 南半球海平面气压系统的主要分布特征呈纬向带状分布, 即极地为高压, 中高纬为绕极低压, 副热带为高压, 热带为赤道低压。

2. 绕极低压和副热带高压系统中心位置的季节变化是不明显的, 但强度的季节变化却十分显著, 绕极低压在 9—11 月(春季)为强盛时期。而副热带高压在 7—8 月(冬季)为最强时期。

3. 南太平洋高压和澳大利亚高压强度在 3—9 月(冬半年)两者之间具有反位相的变化, 这有可能是南方涛动的反映。

4. 绕极低压和副热带高压一般在春、秋过渡季节持续性较差, 在强度上易发生转折性的变化, 绕极低压在 5—6 月和 6—7 月之间具有较好的持续性, 而副热带高压在冬、夏季有较好的持续性。

5. 影响盛夏 7、8 月西北太平洋副高面积和脊线位置变化的同期环流系统是南印度洋高压、澳大利亚高压和南太平洋低压。而前期环流因子, 主要集中在同年 4—5 月、上年 5 月和 8—10 月的春、秋过渡季节。

### 参 考 文 献

- (1) Namias, J., Teleconnections of 700 mb height anomalies for the Northern Hemisphere, CALCOFI Atlas No. 29, Scripps Institute of oceanography La Jolla, Ca, 92093, 265pp, 1981.
- (2) Wallace and D.S Gutzler, Teleconnections in the Geopotential height field during the Northern Hemisphere winter, Mon. Wea. Rev. 109, 784—812, 1981.
- (3) Trenberth, K.E. Spatial and temporal variations of the Southern Oscillation. Quart. J. Roy. Meteor. Soc. 102, 639—653, 1976b.
- (4) Van Loon, H, and R.A. Madden, The Southern Oscillation, Part I; Global asso-

ciations with pressure and temperature in northern winter. Mon. Wea. Rev. 109, 1150—1162, 1981.

- (5) Van Loon, H., and J.C. Rogers, The SO part I; Associations with changes in the middle troposphere in the northern winter Mon. Wea. Rev., 109, 1163—1168, 1981a.
- (6) Pan, Y. H. and A.H. Oort, Global climate variations connected with sea surface temperature anomalies in the Southern equatorial Pacific Ocean for 1958—1973 period. Mon. Wea. Rev., 111, 1244—1258, 1983.
- (7) 黄荣辉, 影响我国短期气候变化的北半球遥相关现象及其物理机制, 长期天气预报论文集, 气象出版社, 1990.
- (8) 廖荃荪、赵振国, 东亚阻塞形势与西太平洋副高的关系及其对我国降水的影响, 同(7)。
- (9) 何敏, 夏季 500hPa 西北太平洋副高脊线位置与海平面气压的相关分析及预报, 同(7)。
- (10) 赵汉光, 我国降水振荡周期特征的初步分析, 大气科学, 第 10 卷, 第 4 期。
- (11) 陈善敏等编, 南极海冰和南半球气旋资料图集, 气象出版社, 1987.
- (12) Ramaswamy, C. and R.S. Pareek, The southwest monsoon over India and its teleconnections with the middle and upper tropospheric flow patterns over the Southern Hemisphere. Tellus, 30, 126—135, 1978.

# The teleconnection analysis on the circulation systems between southern and northern hemispheres

Zhao Hanguang

(National Meteorological Center)

Zhang Encai

(Beijing Institute of Meteorology)

## Abstract

In this paper, based on the  $5^{\circ} \times 5^{\circ}$  grid point data of the monthly sea level pressure in the southern hemisphere from May 1972 to February 1990, the characters of spatial-temporal variations for the circumpolar depression and subtropical high in the southern hemisphere are analysed. It is found that the change of the circulation system in southern hemisphere is close associated with the variation of the area and position of subtropical high over the Northwest Pacific in midsummer. The teleconnectional relation gives the clue to forecasting the position of the subtropical high ridge line in July and August.