

南半球大气环流对华南前汛期 降雨影响初探¹⁾

张爱华²⁾ 吴恒强

(广西气象科学研究所, 南宁 530021)

覃 武 蒋伯仁²⁾

(广西气象局, 南宁 530021)

提 要

利用南半球海平面气压场格点资料,通过差值场和相关分析,研究了南半球大气环流对华南前汛期降雨的影响。结论指出,无论是同期还是前期,华南前汛期多雨年和少雨年所对应的南半球大气环流系统基本呈反相,两者之间存在密切关系。还就澳大利亚高压、马斯克林高压、南美对流活跃区等对华南前汛期降雨影响的可能机理进行了初步分析。首次讨论了澳大利亚高压强度与影响华南的南海西南季风强度之间反相关的有趣事实。

关键词: 南半球 大气环流 华南前汛期降雨 澳大利亚高压 马斯克林高压

前 言

华南地处北半球低纬,属副热带季风气候区,从地缘关系上自然会联想到易受南半球大气环流的影响。早在本世纪30年代,李宪之便提出了南半球冷空气活动对北半球台风生成的影响,之后不少学者都曾就两半球环流变化的联系作过分析。“华南前汛期暴雨实验”(1976—1980年)、“东南亚夏季风研究”(1980—1982年)等大规模科研活动中,都有涉及到南半球影响的问题。总的来说,讨论得比较集中,事实揭露得比较清楚的是有关索马里急流对印度季风、东亚季风的影响及源于澳大利亚高压的越赤道气流对华南地

区前汛期的影响等。本工作着重分析华南前汛期的同期以及前期南半球的环流特点,讨论它们之间的联系和可能的影响机理,为进一步认识华南前汛期降雨规律并做好气象预报服务作一些新的探讨。

1 资料及处理

4—6月是华南前汛期。本研究取降水序列相对独立的17个站作为华南地区的代表站。这17个站是:福州、赣州、厦门、梅县、汕头、曲江、河源、广州、阳江、湛江、海口、桂林、柳州、梧州、南宁、北海、百色。以上述17站逐年前汛期(4—6月)雨量距平百分率的算术平均值表示华南的雨情。

1) 本研究得到国家自然科学基金49465012项目资助。

2) 现在工作单位:山东省气象局。

为了作典型旱涝年的对比分析,规定符合下述条件的年份定为华南前汛期多(少)雨年:(1)17个站中至少有10站的雨量距平符号同为正(负);(2)距平绝对值 $\geq 20\%$ 。照此标准,定出在拥有南半球资料期间(1973—1990年)华南前汛期的多雨年是:1973、1975、1981年;少雨年是:1985、1988年,作为本研究的重点。

研究所用的南半球气压场资料为:

1973—1990年逐月南半球20—85°S、0—360°区域海平面气压 $5^\circ \times 10^\circ$ 格点资料。

2 华南前汛期多雨年与少雨年的同期南半球大气环流特征

4—6月,南半球已是秋季。为了比较同期南半球环流变化特征,我们分别计算了多雨年和少雨年的同期平均南半球海平面气压场(P)与常年的差值场,即距平场。

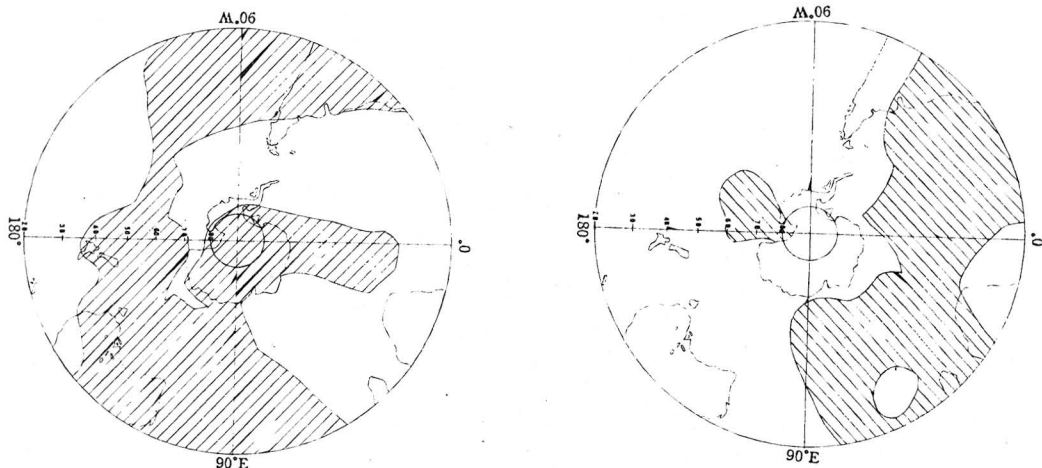


图1 华南前汛期多雨年(左)和少雨年(右)的南半球4—6月海平面气压距平场(阴影区为负值)

图1是华南前汛期多雨年和少雨年的南半球4—6月气压距平场。由图1可见,多雨年比较明显的特征是南太平洋高压中部加强,东北部减弱,南印度洋高压减弱,南极高压受抑制,罗斯海向东至南极半岛间的绕极低压受抑制,而威德尔海附近绕极低压加强。少雨年整个南太平洋高压加强,南印度洋高压及南大西洋高压减弱,南极高压获得加强,罗斯海低压加深。多雨年与少雨年的同期环流几乎完全相反,其中尤以南极高压与罗斯海低压的差异明显。澳大利亚经向方向的距平场特征差异也很鲜明,在其大部及南部海域,多雨年气压距平是负值区,少雨年是正值区。

3 华南前汛期多雨年与少雨年前期1—3月的南半球环流特征

华南前汛期前期的1—3月,正值南半球的夏秋之交。图2给出了华南前汛期多雨年和少雨年的前期1—3月南半球海平面气压合成场及距平场。对比发现,在多雨年前期的1—3月,三大洋高压是加强的,而澳洲、南美洲、非洲三大陆南部的低压区加深发展,中低纬距平场呈4波型。而在少雨年的前期1—3月,情况恰恰相反,三大洋南部高压除南太平洋东南部加强外,其余均受到抑制,三大陆南部均为正值,低压受抑制,中低纬呈3波型。南极大陆环流相差不大,但罗斯海区相反,多雨年罗斯海低压偏弱,少雨年偏强。

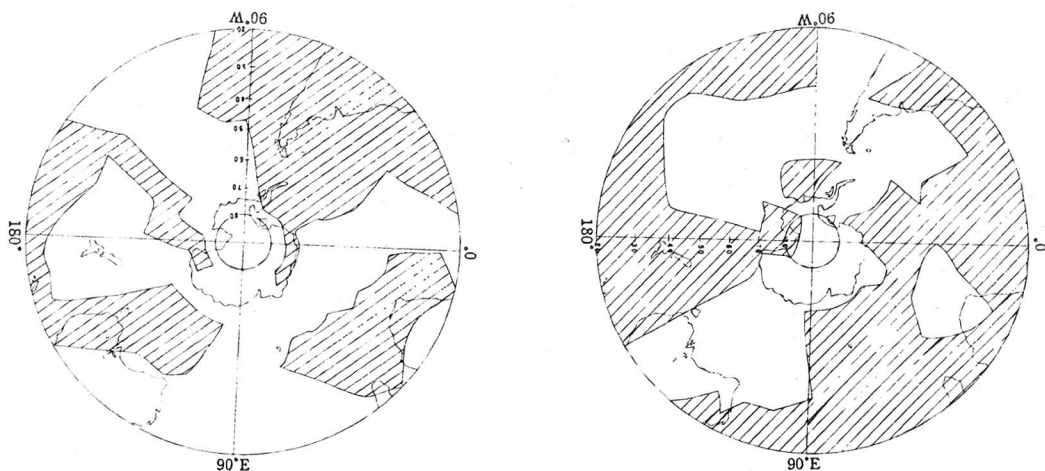


图2 华南前汛期多雨年(左)和少雨年(右)的前期1—3月南半球海平面气压距平场

4 南半球环流影响华南前汛期降雨的一些可能机理

如上所述,无论是同期或前期,南半球大气环流对华南前汛期降雨的多寡都表现出明显不同的特征,说明两者之间存在着一定的联系。那么这种联系是通过怎样的途径,怎样的天气系统建立起来的呢?

我们计算了华南前汛期雨量与当年1—6月南半球海平面气压场的逐月相关,结果如图3所示。从高相关区(指信度 >0.05 的格点组成的区域)的动态变化,可看出如下3个特点。第一,有一个由密集高相关(网格)点组成的高相关区,自1月起从南极大陆的威尔克斯地区逐月往北(低纬)移动,到6月份这个高相关区位于澳大利亚西南部(澳大利亚高压位置)。网格点的相关系数最高者为 -0.67 (在分区计算相关时发现该区域的气压值与广西区前汛期雨量的相关系数高达 -0.87 ,信度达 0.001 以上)。第二,4月份,在马斯克林高压位置处有一个高相关区,网格点的相关系数为 0.61 (信度大于 0.01)。第三,1月、4月,南极半岛、威德尔海附近有一个高相关区,网格点的相关系数最高分别为 -0.75 (1月,信度大于 0.001)、 -0.51 (4月)。而南美洲附近始终有一个高相关区,最高相关系数分别为 -0.77 (1月,信度大于

0.001)、 -0.64 (4月,信度大于 0.01)、 -0.59 (6月)。另外,在逐月相关计算中还发现,华南6月降雨多少,与南美洲前期气压场有持续稳定的反相关,在以 30°S 、 70°W 为中心的相关显著区中,自前一年7月到当年6月(前一年8月除外),逐月气压变化均与华南6月降水呈显著负相关(信度为 $0.05-0.001$)。下面试从这些高相关区的分布和移动,分别探讨南半球大气环流对华南前汛期降雨影响的可能机理。

4.1 澳大利亚高压的作用

首先,澳大利亚经向方向的高相关区从南极大陆边缘逐月由南(高纬)向北(低纬)移动,说明最终影响华南前汛期降雨的南半球主要系统——澳大利亚高压(以下简称澳高)的“作用源”是起自南极大陆边缘,澳高变化受这一经度方向上的绕极低压的制约。而有研究指出^[1],南极海冰是影响绕极低压及南半球大气环流系统变化的强有力因素。看来,是南半球夏季海冰(1月)变异对绕极低压的有力作用影响着冬季(6月)澳高的变化。至于相关系数为负值,这一现象起初是耐人寻味的,因为已有的许多研究都曾相当一致地指出过,当澳高强时,从那里爆发的冷空气势力强,造成越赤道气流强,从而影响华南前汛期降雨的西南季风也强,华南降雨理应偏多。

那么,上述这种负相关似乎与此相悖,令人费解。为此,进一步研究了澳高与越赤道气流间的关系。

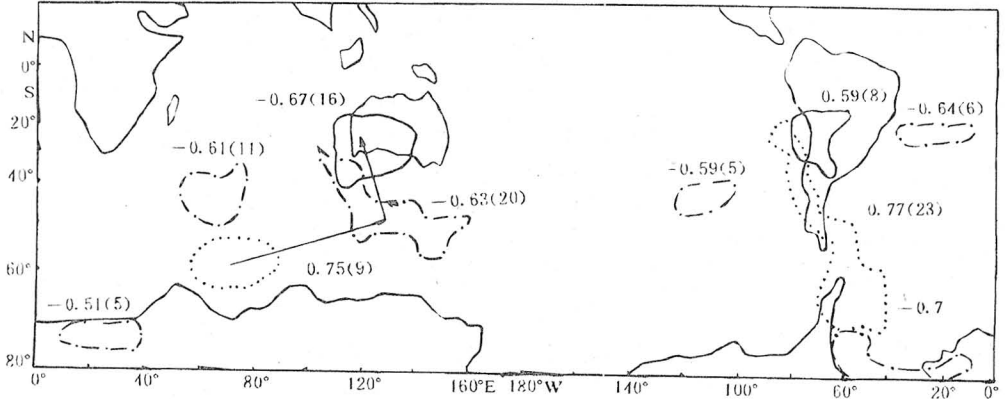


图3 华南前汛期雨量与当年1、4、6月南半球P场高相关区动态变化图

点线区:1月,点划线区:4月,实线区:6月,旁边数值是区内最大相关系数,括号内的数字是高相关格点数

图4是华南前汛期暴雨实验的作者给出的有关统计图^[2],表明5月中旬到6月下旬澳大利亚23°S一线的地面平均气压(代表澳高强度)和东方站(海南岛西端)1000m以下最大风速(代表西南季风的强度)之间的关系。结论指出:“澳大利亚冷空气活动的23°S一线的平均气压升高1—3天,最迟4天后,东方站风速都相应地有所增加。”即指出,澳

高与影响华南前汛期降雨的低空越赤道气流(西南气流)是直接相联的这一事实。进一步仔细分辨图中1978年与1979年5—6月期间澳高和东方站风速变化特点,我们至少还可以从该图中看到这样的事实,即1978年,澳高强度(图中虚线所示)基本上是在图中的1018hPa线下面摆动,而1979年则是在该线之上摆动。但是,1978年东方站最大风速(图中实线)基本上是在 $10\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 线附近摆动,而1979年则是在 $8\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 线附近摆动。就是说,从整体上看,这期间,澳高是1979年比1978年强,而东方站附近的低空越赤道气流却是1978年比1979年强。再从具体每次冷空气爆发过程看(图中气压曲线上标有高压加强冷空气爆发的顺序和东方站1000m以下风速加大的相应位置),1978年有6次过程;1979年有7次过程。1978、1979年5—6月澳高加强冷空气爆发时的高压值(P)平均分别为1014hPa、1018hPa(如表1)。可见,从冷空气爆发时地面气压上看也是1979年比1978年高,而每次冷空气爆发相应东方站所达到的最大风速(V),1978年的6次平均为 $14.7\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,1979年的7次平均为 $12.7\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,即最大风速平均却是1978年大于1979年。雨量资料表明,华南前汛期的雨量是1978年多于1979年。对比1978年和1979年华南前汛期雨量分布图(图略)可见,

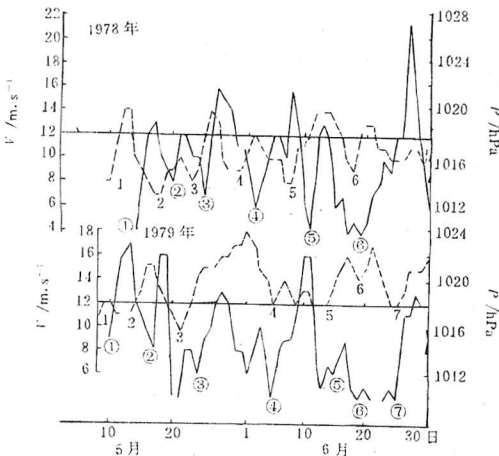


图4 1978和1979年5—6月澳大利亚23°S一线地面平均气压(虚线)及东方站1000m以下最大风速(实线)的分布

1978年,华南不但在沿海(阳江)而且在北部(桂林)都出现了多雨中心。而1979年,雨量分布不均,不仅华南北部无多雨中心出现,而且在南部的南宁还出现了一个少雨中心。究其原因,不能不认为与这两年的越赤道气流强弱差别有关。

从上述分析可以这样认为:在华南前汛期,澳高的每一次加强导致冷空气爆发,影响华南降雨的越赤道气流(演变为南海西南季风)相应地也都有一次加强。但是,如澳高在原先较强的前提下(如1979年)进一步获得加强,那么引起的冷空气爆发,所造成的影响华南降雨的越赤道气流,将普遍地比澳高在原先较弱的前提下(如1978年)获得加强引起的冷空气爆发所造成的影响华南降雨的越赤道气流弱。这样就不难理解一方面是澳高加强冷空气爆发导致影响华南前汛期降雨的越赤道气流加强,而另一方面从统计上看是华南前汛期降雨量与澳高呈反相关这样一种

表面上是矛盾的现象。

至于为什么澳高在原先比较强的前提下进一步加强后引起的冷空气爆发,会使通过东方站的影响华南降雨的越赤道气流反而较弱,这可能与越赤道气流的通道有关,即不同强度和位置的澳高北侧冷空气爆发可能选取不同通道越过赤道影响北半球,而可能只是原先较弱的澳高引起冷空气爆发恰好在加里曼丹、中南半岛地形和 β 效应作用下取道 105°E 附近的通道越过赤道,从而给华南降雨造成最明显的影响。

另一方面,研究表明,澳高面积、强度与西太平洋副热带高压(简称副高)的强度呈正相关,即澳高强,副高也强且位置偏西偏南。显然强大的副高不利于华南前汛期降雨增多。这与上述澳高强度与华南降雨的反相关相吻合。可以说,这是澳高通过影响副高进而对华南降雨产生影响的另一种形式。

附表 图4中逐次冷空气爆发时的澳高强度(P)和相应的东方站最大风速(V)

月份 冷空气序号	5月				6月					5—6月 平均
	1	2	3	平均	4	5	6	7	平均	
1978年	P/hPa	1014	1013	1014	1014	1015	1014	1015	1015	1014.2
	$V/\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	13	12	16	13.7	12	13	22	15.7	14.7
1979年	P/hPa	1016	1017	1016	1016	1018	1018	1020	1018	1017.6
	$V/\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	17	16	13	15.3	16	9	5	13	10.8

4.2 马斯克林高压的影响

4月份,马斯克林地区的高相关,显然是由于马斯克林高压(简称马高)北侧冷空气爆发过赤道、在 β 效应和东非地形强迫下形成的索马里急流,影响印度季风,最终影响华南。相关系数的负值从一个方面再次说明影响华南的印度季风与南海西南季风相互间的一种制约关系。有研究指出^[3],印度季风盛行时,南海西南季风减弱以至中断,而给华南前汛期带来大量雨水的正是南海西南季风,从这个角度看就可以认识负相关的意义了。

另外,有研究认为^[4],澳大利亚冷高的发展,也受马高发展的影响。数值试验证明^[5],马高变化后,东亚环流会发生变化,马高增强后由于能量频散,澳高也得到加强,继而又导致副高增强。这也说明了马高增强不利于华南前汛期降雨,故呈现负相关关系。

6月份,与南海西南季风(澳高)相比,印

度季风(马高)已显示不出其重要性,所以高相关区没有在马斯克林地区出现。

4.3 中南美对流活跃区的遥相关

从OLR资料可见,中南美是全球一年四季都存在的3个对流活跃区(赤道非洲、南亚—西部热带太平洋、中南美)之一。图3中显示出的南美洲—威德尔海一带的高相关区,一方面说明了威德尔海绕极低压中心的变化与该对流活跃区的联系,另一方面说明该对流活跃区与南亚—西部热带太平洋对流活跃区(从而与华南的雨情)存在稳定的遥相关关系。其更深层次的作用机理也有待进一步探讨。

5 小结

通过以上分析,可以得到如下初步结论:

5.1 南半球大气环流对华南前汛期降雨有明显影响,多雨年和少雨年呈现基本反相的环流特征。4—6月,当南太平洋东北部、威德

尔海方向气压明显偏低,南极高压和罗斯海附近绕极低压受抑制时,则华南为多雨年;而当整个南太平洋高压加强,南印度洋到南大西洋一带高压减弱,南极高压获得加强时,罗斯海低压加深时,则华南为少雨年。

5.2 华南前汛期多雨年和少雨年的前期1—3月的南半球气压场也呈现基本反相的特征。1—3月,当南半球三大洋高压是加强的,而澳洲、南美洲、非洲三大陆南部的低压加深发展、罗斯海低压偏弱时,对应华南前汛期为多雨年;反之,若三大洋南部高压(南太平洋东南部除外)和三大陆南部低压受抑制、罗斯海低压加强时,则对应为少雨年。

5.3 澳大利亚高压是南半球影响华南前汛期降雨的重要天气实体,澳高北侧冷空气爆发、越过赤道,在地形(加里曼丹、中南半岛)和 β 效应作用下转变成能给华南带来降雨的南海西南季风,这股西南季风的强弱,与澳高冷空气爆发前的基本状态有关,当澳高在原先较强的基础上获得加强引起冷空气爆发时,影响华南的西南季风较弱,华南降雨偏少。反之,澳高在原先较弱的基础上获得加强引起的冷空气爆发时,则影响华南的西南季风反而较强,华南降雨偏多。究其原因,可能

是越赤道气流通道不同的结果。同时,澳高与副高的关系,也可能是澳高影响华南前汛期降雨的另一途径。

5.4 马斯克林高压对华南前汛期降雨的影响主要表现在前期,并且起负相关作用。

5.5 中南美对流活跃区与华南前汛期降雨存在稳定的遥相关关系。气压场的负相关性说明那里的旺盛对流活动(气压下降)与南亚对流活动(如西南季风中的对流活动)一样,对华南前汛期降雨都有正的贡献。

由于南半球大气环流资料序列较短,本文的分析仍是相当初步的,以上结论也有待获取更长的资料序列进行分析和通过数值试验加以验证。

参考文献

- 1 吴仁广,陈烈庭. 南极海冰与南半球大气环流关系的初步探讨. 大气科学, 1994, 18: 792—799.
- 2 华南前汛期暴雨编写组. 华南前汛期暴雨. 广州: 广东科技出版社, 1986: 41—47.
- 3 《会议文集》编辑组. 全国热带夏季风学术会议文集. 昆明: 云南人民出版社, 1983: 204.
- 4 陈隆勋, 朱乾根, 罗会邦. 东亚季风. 北京: 气象出版社, 1991: 20—27, 49.
- 5 杨修群, 黄土松. 马斯克林高压的强度变化对天气环流影响的数值试验. 气象科学, 1989, 9(2): 125—136.

The Preliminary Exploration for the Influence of General Circulation over Southern Hemisphere on Precipitation over South China during Pre-Flood Season

Zhang Aihua Wu Hengqiang Qin Wu Jiang Boren

(Guangxi Meteorological Bureau, Nanning 530021)

Abstract

By using the solenoid fields data of sea level pressure over Southern hemisphere, through the difference value fields and correlation analysis, the influence of general circulation of atmosphere over Southern hemisphere on precipitation over South China during pre-flood season have been analyzed. The results show that the general circulation of atmosphere systems over the Southern hemisphere are basically out-of-phase for drought and waterlogging years, in same term or earlier stage. The influence mechanism of Australia anticyclone, Mascarene anticyclone and convective active region of South America have been preliminary analyzed. The significant fact of the anti-correlation relationship between the Australia anticyclone intensity and SW monsoon in South Sea affecting South China have been researched for the first time.

Key Words: southern hemisphere general circulation of atmosphere precipitation over south China during pre-flood season australia anticyclone mascarene anticyclone