

纬向和经向谐波分析与季风

陈咸吉 张爱玲 陆龙骅 朱福康

(国家气象局气象科学研究所, 北京)

多年来, 有不少工作用谐波分析方法对月平均环流进行了研究, 文献[1]对多年月平均 500 毫巴 60°N 和 30°N 的环流作过分析, 文献[2]则用全球多年月平均海平面气压场研究了南北半球的大气环流与东亚季风, 指出欧亚非大陆在东亚季风形成中起了主要作用。

鉴于地球上的海陆分布特点在东西半球和南北半球都是不同的, 因此在研究大气环流时, 不仅应当作纬向谐波分析, 而且也应当作经向谐波分析。此外, 北半球夏季亚非季风区大气环流的主要特点是, 对流层上部为南亚高压, 低层则是印度季风低压。所以我们对多年月平均 100 毫巴高度场和海平面气压场进行纬向和经向谐波分析。

北半球资料系用我国国家气象局气象台的资料。南半球系用文献[3]的资料。这两份资料年代虽有所不同, 但在两半球衔接上没有出现不连续的现象, 可以用来研究全球大气的季节变化。

一、纬向谐波分析

图 1 给出了北半球逐月各纬度 100 毫巴高度和海平面气压场 1、2 波的振幅变化。

图 1 中之所以用 1、2 波, 是因为它的方差百分比要比其他各波大得多, 而且 1、2 波都是大气中的超长波成分, 能反映海陆分布的影响。由图 1 可见, 100 毫巴和海平面 1、2 波振幅有明显的季节变化, 其分布特征也十分相似。冬半年 1、2 波振幅峰值在 60°N 和 50°N ; 夏半年则在 30°N 。在 60°N 和 50°N 上, 冬季 2 波振幅大于 1 波振幅; 在 30°N 上, 夏季 1 波振幅大于 2 波振幅。这种分布特征与这两个纬度上的海陆分布和季节有关, 正如郭其蕴等^[2]指出的, 低纬度大陆的作用在夏季明显, 冬季则在高纬度明显。

图 2 给出了 50°N 、 30°N 和 30°S 逐月 100 毫巴高度和海平面气压 1、2 波的位相变化。

由图 2 可见, 北半球夏季, 特别是 7、8 月, 100 毫巴 1、2 波波脊和海平面 1、2 波波槽都位于亚洲中部, 其中尤以 30°N 更为典型, 高低空 1、2 波槽脊位置稳定地位于 70° — 80°E 之间。这种分布形势似乎表明, 盛夏南亚地区的热力作用对于加深印度低压和增强南亚高压, 从而形成对流层下部辐合、上部辐散的季风环流配置起了重要作用。这也可能就是为什么夏季风只出现在东半球从西非到东亚的低纬度地区的原因之一。南半球各纬度上各波的振幅和位相没有明显的季节变化。

二、经向谐波分析

我们以 10 个经度为间隔进行经向谐波分析。

本文 1982 年 1 月 19 日收到。

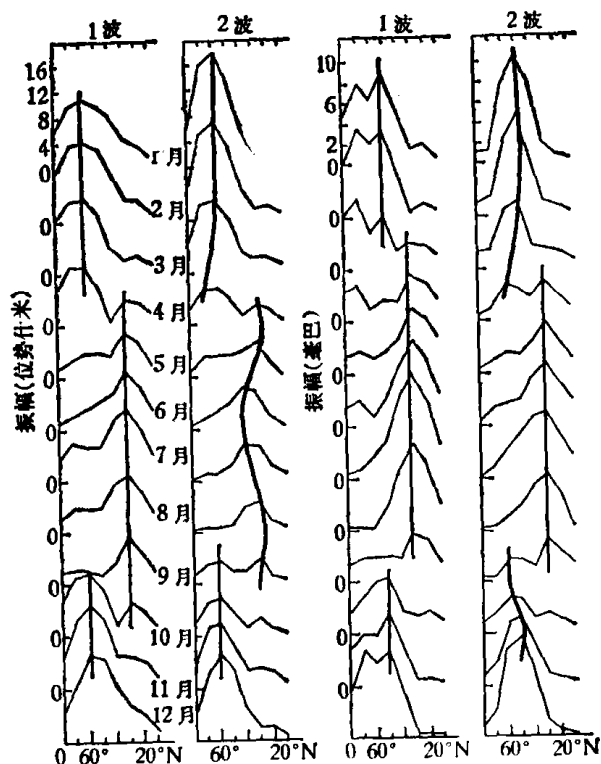


图1 北半球逐月各纬度100毫巴高度和海平面气压场1、2波的振幅

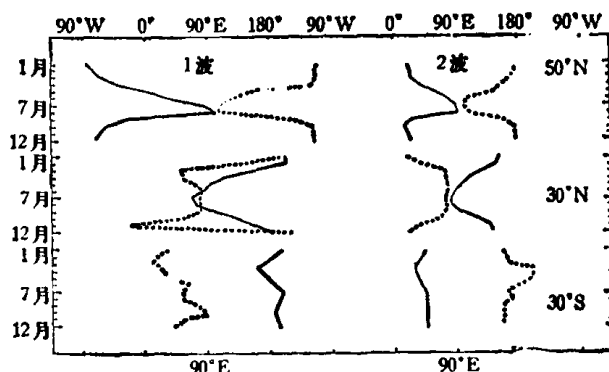


图2 50°N、30°N和30°S逐月100毫巴高度(直线:波脊)和海平面气压(虚线:波槽)1、2波的位相

在100毫巴上,南北极极涡和副热带高压都是全年存在着的,但极涡强度的年变化比副热带高压的大得多^[4]。所以在讨论100毫巴经向槽脊位置时,我们着重注意2波的位相。表1是100毫巴1、4、7和10月各经度上2波波脊的位相。

表1 100毫巴1、4、7和10月各经度上2波波脊的位相

月份 \ 经度(°E)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
1	1°S	2°S	2°S	2°S	2°S	2°S	1°S	0°	0°	0°	0°	0°	1°S	2°S	2°S	1°S	1°S	0°
4	1°N	1°N	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	1°S	1°N	2°S	1°S	1°S	1°S
7	2°N	2°N	2°N	2°N	2°N	2°N	2°N	2°N	3°N	3°N	3°N	3°N	2°N	1°S	0°	1°S	2°S	2°S
10	1°N	1°N	1°N	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	1°S	1°S	1°S	2°S	2°S	2°S

虽然,由于南北极极涡强度比副热带高压要强得多,而使2波波脊位置偏离赤道的纬度都不大,但其季节变化仍是明显的。1月份2波波脊主要在南半球,而7月份主要在北半球,反映出盛夏100毫巴南亚高压异常强大。2波波脊明显偏于北半球的经度范围(20°W—140°E)恰与Brunt^[5]的季风环流圈的地理位置相一致。

在海平面气压的经向谐波分析结果中,值得注意的是,在50°—90°E的经度上,6、7、8月3波振幅和方差百分比的增大,并超过1、2波的振幅和方差百分比,3波波脊始终稳定在30°S上。这实际上反映了南半球冬季马斯克林高压的增强过程。马斯克林高压是南亚季风环流圈的重要一环,它的增强反映出季风的盛行过程。表2是南半球海平面各副热带高压单体平均强度比较表^[6]。

表2 南半球海平面各副热带高压单体平均强度

海平面气压(毫巴) 月 份	南 太 平 洋	南 印 度 洋	南 大 西 洋
7 月(冬季)	1023	1026	1023
1 月(夏季)	1020	1020	1020

由表2可见,冬季海平面副热带高压单体强度比夏季的强,其中尤以南印度洋的马斯克林高压最强,是受到南亚地区季风经向垂直环流圈影响的结果。

三、东西环流

Krishnamurti^[7]曾计算过6—8月200毫巴平均速度势,表明南亚和墨西哥上空有大量空气质量流向四方,南亚的速度势比墨西哥的大得多。叶笃正等^[8]计算过7月份中低纬的平均纬向和经向垂直环流,也指出了东西环流圈的存在。

本文对1956—1976年7、8月100毫巴南亚高压和墨西哥高压面积与500毫巴北大西洋和北太平洋副热带高压面积,以及与海平面印度低压面积进行相关分析。上述各系统面积指数是以表3中列出的各特征等值线内 10×10 经纬格点数多少来表示的。

表3 各环流系统面积指数与其中心强度的相关系数

特征等值线(位势什米)		1670	1672	1674	1676	1678	1680
南 亚 高 压	7 月	0.74	0.79	0.84	0.92	0.83	0.74
	8 月	0.86	0.87	0.90	0.93	0.89	0.90
特征等值线(位势什米)		1660	1662	1664	1666	1668	
墨 西 哥 高 压	7 月	0.87	0.85	0.86	0.80	0.69	
	8 月	0.87	0.82	0.82	0.84	0.70	
特征等值线(位势什米)		588			592		
北太平洋副热带高压	7 月	0.42	北大西洋副热带高压		0.69	印度低压	-0.52
	8 月	0.60			0.78		-0.85

表3中,由面积指数所代表的系统面积,不仅能反映出系统范围的大小,而且在一定程度上反映了系统的中心强度。表3中各系统等值线内面积指数与其中心强度的相关系数几乎都在0.55(信度0.01)以上,说明这些系统的面积指数与其中心强度有显著的正相关,印度低压则为负相关。其中以588位势什米特征等高线代表北太平洋副热带高压,592位势什米代表北大西洋副热带高压,1004毫巴代表印度低压较好,而南亚高压分别以1670、1672、1674、1676、1678和1680位势什米特征等高线代表,墨西哥高压分别以1660、1662、1664、1666和1668位势什米特征等高线代表。表4给出了这些系统面积之间的相关系数。

表4中的计算结果说明,7、8月100毫巴南亚高压主要与其西面500毫巴大西洋副热带高压存在着显著的正相关,大部分相关系数超过0.55,而与太平洋副热带高压的相关系数均在0.55以下。100毫巴墨西哥高压也是主要与其西面500毫巴太平洋副热带高压存在着显著的正相关,大部分相关系数超过0.55,而与大西洋副热带高压的相关系数,7月在0.55以

表 4 各环流系统面积指数之间的相关系数

		北太平洋副热带高压		北大西洋副热带高压		印度低压	
		7 月	8 月	7 月	8 月	7 月	8 月
南亚高压	1670	0.35	0.49	0.60	0.55	0.56	0.65
	1672	0.30	0.42	0.58	0.56	0.56	0.68
	1674	0.47	0.43	0.70	0.60	0.55	0.71
	1676	0.46	0.45	0.63	0.65	0.48	0.68
	1678	0.36	0.33	0.51	0.59	0.43	0.74
	1680	0.34	0.38	0.49	0.61	0.56	0.71
墨西哥高压	1660	0.73	0.55	0.37	0.48		
	1662	0.71	0.59	0.36	0.56		
	1664	0.66	0.61	0.37	0.65		
	1666	0.58	0.57	0.36	0.59		
	1668	0.48	0.59	0.36	0.60		

下,但 8 月大部分在 0.55 以上。这些结果似乎说明,夏季中低纬地区确实有东西环流,但主要出现在高空高压与其西面偏南的中低空高压之间,即高空为东风带,中低空为西风带的纬度内,同时也说明了大西洋副热带高压强度所以比太平洋的强,主要是受到南亚上空向西流去的那环闭合东西环流圈的贡献,虽然太平洋上的 Hadley 环流比大西洋上的强度大,也更典型^[8]。

最后,我们还计算了南亚高压和墨西哥高压面积之间的相关系数(表略),它们的值都很小,远在 0.55 以下。这表明 100 毫巴上这两个高压的变化不是同步的,进一步证实上述遥相关的可信度。而 100 毫巴南亚高压与海平面印度低压面积之间的显著性正相关(表 4),似乎说明这种半永久性大气活动中心的环流配置有利于夏季风垂直环流圈的形成。

参 考 文 献

- [1] 朱福康,气象学报,34(1964),31—40.
- [2] 郭其蕴等,气象学报,37(1979),86—95.
- [3] Taljard, J.T. et al., U.S. Dept. of Commerce, ESSA EDS, 1969.
- [4] Van Loon, H., Met. Monogr., 35 (1972), 13:59—63.
- [5] Brunt, D., Physical & Dynamical Meteorology, Cambridge University Press, 1952, 428.
- [6] 黄士松等,南京大学学报(自然科学版),1977,1: 141—146.
- [7] Krishnamurti, T.N., J. Atmos. Sci., 28(1971), 1342—1347.
- [8] 叶笃正等,气象学报,39 (1981), 28—35.