

南半球 500hPa 月平均场谱物理量 的气候特征

王梅华
(北京气象学院)

周琴芳
(国家气象局国家气象中心)

提 要

本文利用南半球 500hPa 多年(1972年5月至1987年12月)逐月高度场资料,在地转近似条件下,计算了 500hPa 高度场的各谱物理量,包括月平均环流场、纬向动能谱、经向动能谱、扰动角动量输送以及扰动动能向平均动能转换率。分析了它们的气候特征,发现谱物理量前3波的分布基本上决定了其总体分布,优势域的位置和强度随季节的变化较显著。

一、引 言

过去,由于南半球的观测站稀少、站点分布不均匀、资料时段比较短,使得人们对南半球大气环流的气候分析和研究受到了一定的限制。七十年代以来,由于卫星遥感技术的发展和资料处理方法的改善,可以及时获得并积累较长时段的南半球大气环流场的资料,为进一步研究和认识南半球大气环流的气候变化和特征创造了条件。本文将利用 16年(1972年到1987年)南半球 500hPa 月平均高度场的经纬网格资料,运用波谱分析的方法在地转近似条件下,计算南半球 500hPa 月平均环流场的方差百分比、纬向扰动动能、经向扰动动能、扰动角动量输送、扰动动能向平均动能的转换率等谱物理量,分析讨论它们的气候变化特征,为全球大气环流的研究以及异常年份南半球大气环流的研究提供服务。文中各谱物理量的计算类似于文献[1],具体公式略。此外文中所指扰动均指相对纬圈平均而言。

二、计算结果

1. 500hPa 环流场的气候特征

图1为南半球 500hPa 前3波方差百分比的时空分布。由图可见,南半球 500hPa 月平

均环流场主要由前3波决定,尤以1波占优。各分波方差百分比的分布具有不同的优势域。其中,1波有三个优势域,分别位于85°S附近、55—65°S之间及30°S附近,65—75°S和35—50°S之间为相对的低值区(图1a);2波方差百分比的高值区主要集中在高纬的极地地区,其它纬度所占的比重很小,而3波的高值区则主要集中在中纬度地区,如图1b所示;此外,75°S附近和45°S附近分别是2波和3波的优势域。从图1a中还可以发现,1波方差百分比值具有明显的季节变化特征,并在不同的纬带呈现不同的季节变化:极地地区,最大值分别位于3、4月和9、10月之间;在45—65°S地区,最大值分别出现在9、10月和12、1月间。这一结果与Vanloon等用国际地球物理年(1958年)逐日资料得到的结果相似,这种特性与南半球大气强烈斜压性及南极海洋上气旋活动的季节变化有联系。在30°S附近,1波只在冬季月份达到最强,呈现出与中、高纬不同的季节变化特征。2波和3波也有一定的季节变化特征,但不如1波显著。

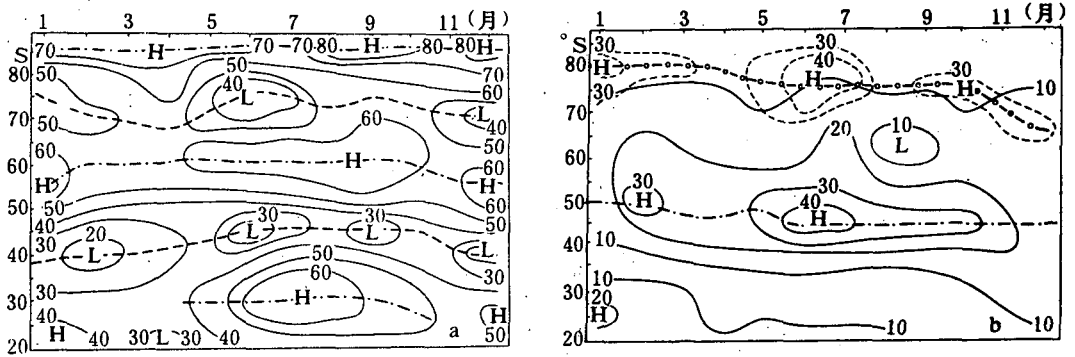


图1 前3波方差百分比值的时空分布 a 1波 b 2波和3波

a 中虚线和点划线分别为最小值和最大值轴线,实线为等值线

b 中圆圈划线和虚线分别为2波的最大轴线和等值线;点划线和实线分别为3波的最大轴线和等值线

2. 纬向动能谱的气候分布特征

由图2(a、b、c、d)可见,纬向动能谱呈明显的带状分布。前6波纬向动能总值在南半球冬季有三条大值带,分别位于65°S、45°S和25°S附近,其中45°S附近的大值带一年四季均存在,位置少变,隆冬季节最强,初夏次之,过渡季节相对较弱,即具有明显的季节变化特征。在此高值带以南,纬向动能谱在冬季达到最大值,夏季达到最小值。各分波中1波纬向动能谱最重要,其时空分布与总值极为相似,强度约为总值的百分之八十。相对而言,2波、3波纬向动能谱对总值的贡献要小得多。2波相应的年变程特征及各大值带的位置等与总值较相似。3波却只有二支大值带,分别位于60°S和40°S附近,前者只存在于2—8月,后者则常年存在,6、7月间达到其最大值。

纬向动能实际上反映了高度场南北梯度的变化,与高空急流位置和强度的变化以及高空槽脊的变化有关。分析研究它们之间的相互关系和物理机制将是很有意义的。

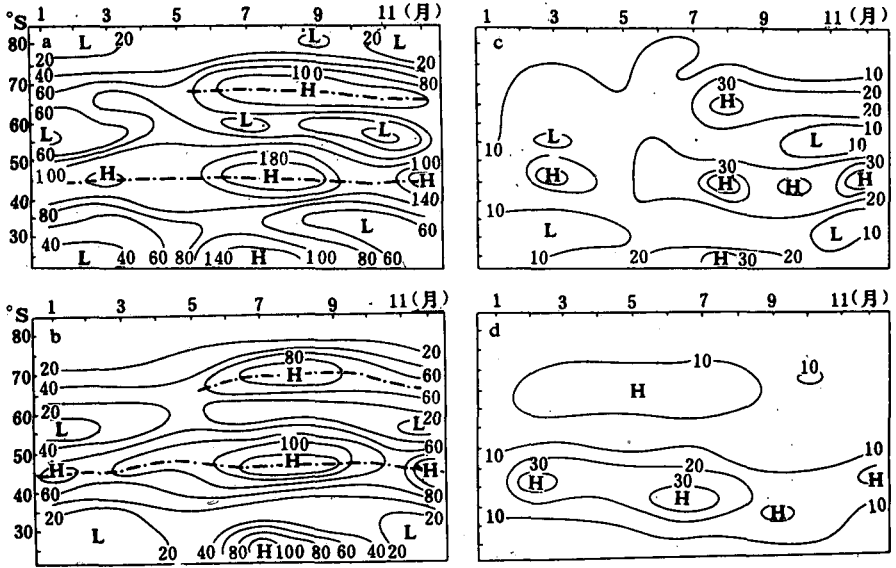


图 2 纬向动能谱的时空分布 a 总值 b 1 波 c 2 波 d 3 波
单位: $(10^{-1}m^2s^{-2})$

3. 经向动能谱的气候分布特征

类似地, 经向动能总值也主要由前 3 波决定, 如图 3 所示。在 60°S 以南的高纬地区, 经向动能总值在冬末达到最大, 夏季最小。55°S 附近为一带状高值区, 7 月最大, 3 月及 12

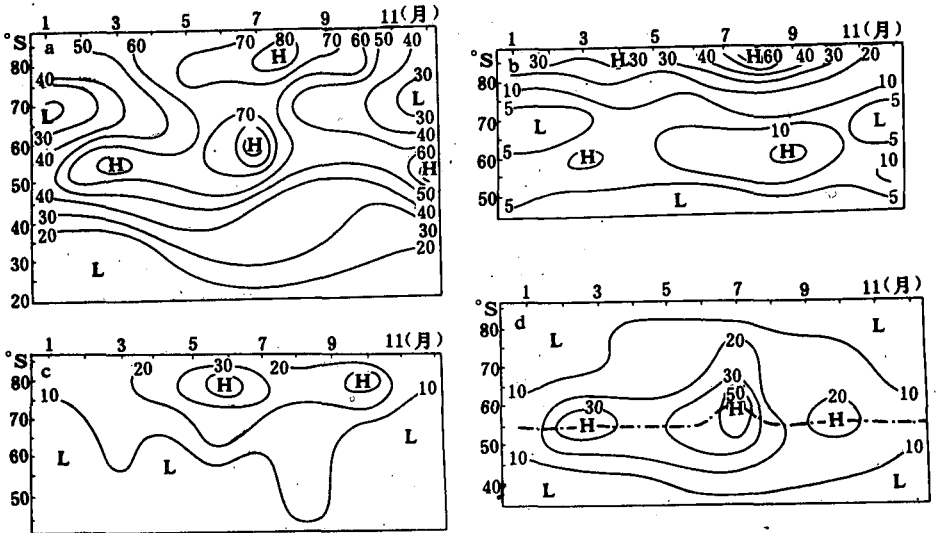


图 3 经向动能谱的时空分布 a 总值 b 1 波 c 2 波 d 3 波
单位: $(10^{-1}m^2 \cdot s^{-2})$

月次之,季节性变化显著。在此高值带以北为大片的低值区,季节性变化不明显。1到3各分波经向动能的最大值也出现在冬季,但随着波数的增加,大值区的位置以及最大值出现的时间都将发生变化。如1波的大值区主要位于80°S以南的极区,最大中心位于85°S,8月出现;而2波的最大值区则北扩了将近10个纬度,最大中心在6月出现,位于80°S;3波的变化最大,其大值区位于50—60°S范围,呈明显的带状分布,轴线稳定于55°S附近,7月份强度达到最大。对比图3a和图3d,可发现3波经向动能谱的最大值中心出现的时间及位置与总值的最大中心是相吻合的。

4. 扰动角动量输送的气候分布特征

图4为角动量输送谱的时空分布。由图可见,角动量输送总值具有如下特征:在全年各季中,低纬度盛行负输送,即向极输送,且在6月达到最强,中纬度除8—10月为正输送(向赤道输送)外其它时间均为负输送。高纬除9、10月外的其他月份为一致的正输送。南、北输送辐合线位置及强度均随季节而变化:4月达到最南界(65°S附近),8、9月处于最北位置(45°S附近),冬季最强,夏季最弱。

就1—3各分波而言,在40°S以南的中高纬地区有较大的差异。尤其是1波和2波。如图4b、4c所示:在全年各季中,2波在40°S以南为一致的正输送,且呈带状分布。而1波除在8—12月间、40—50°S范围有一正输送外,几乎为一致的负输送。在40°S以北的地区,前3波均为一致的负输送,而且都在冬季的6月达到最强,冬末春初达到次强。由此可见,1波的主要作用是从较低纬度获得角动量,并一直输送到中、高纬度。而2波的主要作用是分别从低纬和高纬获得角动量,使其在中纬度辐合。3波的作用与2波类似,只是强度减弱。

角动量输送强度及其方向的变化与高空槽脊的发展和移动紧密相联。当脊发展时,伴

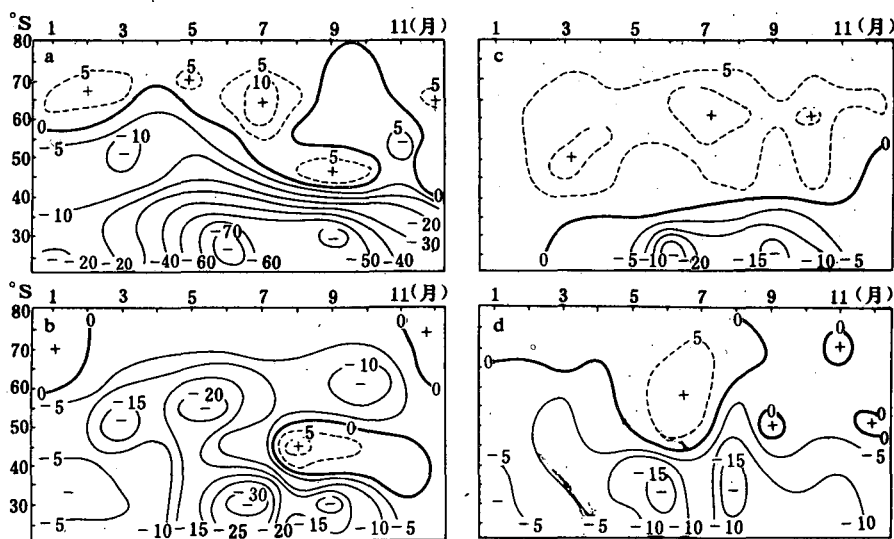


图4 角动量输送时空分布 a总值 b1波 c2波 d3波

单位: (10^{14} J/hPa)

随着南风的西风分量增强,伴随着北风的西风分量减弱,因此脊后的经、纬向风呈正相关,达到正角动量输送极大;脊前的经、纬向风呈负相关,达到负角动量输送极大。类似地,当槽发展时,伴随着北风的西风分量增强,伴随着南风的西风分量减弱。因此槽前、槽后分别达到正、负角动量输送的极值。

5. 扰动动能向平均动能转换率的时空分布特征

图 5 给出了转换率的时空分布。由图可见,转换率总值在 45°S 南北呈现出不同的季节变化特征。45°S 以北四季盛行正转换,并在 5 月达到最强;45°S 以南正、负转换交替出现,7 月正转换最强,2、3 月和 12 月次之,4 月负转换最强,10 月次之。

各分波转换率的时空分布明显不同,特别是 1、2 波。在 50—70°S 范围,2 波在四季均为正转换,而 1 波除夏季存在弱正转换外,其它季节均为负转换;在 35—45°S 范围,2 波为一致的负转换,1 波 9—12 月出现弱的负转换,其它各月为一致的正转换。因此,在大多数季节,1 波和 2 波对扰动的抑制作用或激发作用是相反的,特别是在 3、4 月和 9、10 月间反相互作用更明显。3 波转换率的分布与总值相似,但所占比重较小。

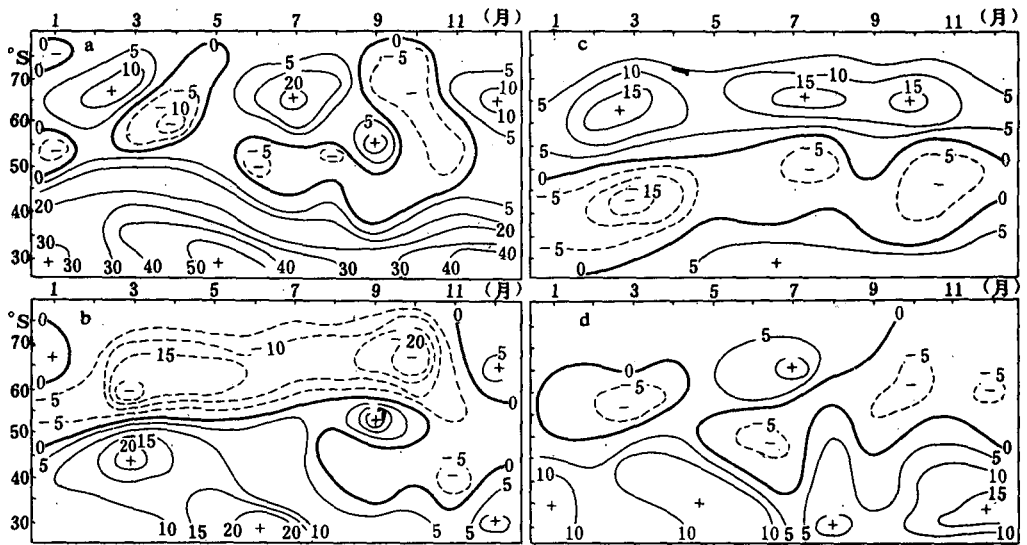


图 5 扰动动能向平均动能转换率的时空分布
a) 总值 b) 1 波 c) 2 波 d) 3 波 单位: $(10^9 \text{J/hPa} \cdot \text{s})$

三、小 结

1. 多年平均气候场上,500hPa 的环流形势由前 3 波决定,各分波有各自的优势域;
2. 经、纬向动能、角动量输送以及扰动动能向平均动能的转换率等的时空分布特征也主要由前 3 波决定,但在不同的纬带和季节各分波的贡献有所差异;
3. 500hPa 环流场的各谱物理量存在明显的季节性变化,且在高、低纬度呈现不同的

气候特征。

参 考 文 献

- [1] 马万庆, 500hPa 谐谱特征与石嘴山地区夏季中期降水, 高原气象, 5, 3, 1986.

THE CLIMATE FEATURES OF SPECTRAL ELEMENTS OF 500hPa HEIGHT IN THE SOUTHERN HEMISPHERE

Wang Meihua

(*Beijing Institute of Meteorology*)

Zhou Qinfang

(*National Meteorological Center, SMA*)

Abstract

In this paper, the various spectral elements of 500 hPa height in the Southern Hemisphere are calculated using the 500 hPa grid point height from May 1972 to December 1987, including the monthly mean circulation, zonal kinetic spectrum, meridional kinetic spectrum, transport of the disturbance angular momentum, and the conversion rate from eddy kinetic energy to mean kinetic energy, under the condition of geostrophic approximation. The climate features of the spectral element are analysed, and it is found that the distribution of the first three waves ($n=1, 2, 3$) gives the fundamental feature of the general distribution, and the location and intensity of the extreme spots are related to the season.