

# 南北半球大气环流与东亚季风\*

郭 其 蕴 叶 维 明

(中国科学院地理研究所)

## 提 要

本文用谐波分析,对南北半球多年平均逐月海平面气压场进行了分析,结果表明,海陆的大小和分布不同,是南北半球大气环流差异的主要原因。大陆的作用随纬度和季节而改变;夏季低纬度大陆的作用更明显,高纬度则是冬季明显。欧亚非大陆,在东亚季风形成中起了主要作用。

## 一、引 言

季风现象,只是在世界上某些地区明显。根据雷梅兹<sup>[1]</sup>的季风定义,季风区的范围是  $25^{\circ}\text{S} - 35^{\circ}\text{N}$ ,  $30^{\circ}\text{W} - 170^{\circ}\text{E}$ 。这一地区,与赫洛莫夫<sup>[2]</sup>所给出的季风的地理分布,大体一致。他们所划的区域,都包括了人们公认的世界季风最明显的国家,如中国、印度等。季风为什么在这些地区,特别是东亚地区最明显呢?是哪些因子造成的呢?为了回答这一问题,曾有不少气象工作者从不同角度进行了研究。五十年代末,我们曾对东亚季风的形成问题做过气候学的分析和讨论<sup>[3]</sup>,限于当时的条件,主要着眼于东亚地区以及北半球的环流特点。近年来,一些人<sup>[4-6]</sup>采用数值模拟的手段,研究海陆分布、地形以及不同的海表温度等因子在季风形成中的作用;其中,对西藏高原在季风形成中的作用提出了某些值得注意的结果<sup>[6]</sup>,但也有不同的看法<sup>[7]</sup>。由于问题的复杂性,加上数学模式本身的局限性,仍有许多现象不能很好的解释。

从季风形成的研究历史来看,正如气象学中的其它重大问题一样,季风是一个涉及面很广的问题,必须通过不同途径加以研究解决。一般认为,季风主要是太阳辐射的季节变化,通过海陆和地形等地理因素作用于大气而产生。也就是说,产生近地层大规模风系季节交替的气压场是各形成因素综合作用的结果,尤其下垫面的地理因素起了更直接的作用。因此,我们可以通过分析实际气压场,来研究不同地理因素在季风形成中的作用。特别是对南北半球广大地区的环流进行对比分析,将会使我们对季风的形成问题得到进一步的认识。为什么着眼于南北半球呢?一方面,因为南北半球的海陆分布、地形等特征有明显差异,便于进行对比分析。另一方面,因为只有着眼于全球的环流特征,才能更好地显示出东亚季风的特点来。所使用的资料是南北半球多年平均 1—12 月逐月海平面气压,以及 1951—1960 年各年逐月海平面气压<sup>1)</sup>,分析范围取南北纬度  $60^{\circ}$  之间。

\* 本文于 1978 年 10 月 30 日收到。

1) 南半球的资料取自文献[8]及 *Notes*, 北半球的资料取自中央气象台长期预报科。

## 二、计算方法

海平面气压场，通常是一些闭合的高、低压活动中心。但任一纬圈的气压廓线，则是一些由槽脊组成的波形。为了能够定量的描述各纬圈气压廓线的特点，我们采用谐波分析的方法。这一方法，可以定量地算出各谐波的贡献，以及各谐波的槽脊位置和振幅。

具体计算方法是：每  $10^\circ$  经度取一个气压值，每个纬圈为 36 个值，先求出这 36 个气压值的平均，记为  $X$ ，然后再求出每点对平均值  $X$  的偏差，即  $x_0 x_1 x_2 \cdots x_{35}$ 。对这 36 个值做谐波分析，按下列公式计算振幅及初位相

$$\text{即：} \quad a_n = \frac{1}{18} \sum_{i=0}^{35} x_i \cos n\theta_i,$$

$$b_n = \frac{1}{18} \sum_{i=0}^{35} x_i \sin n\theta_i.$$

$$a_n^2 + b_n^2 = A_n^2. \quad \frac{a_n}{b_n} = \tan\theta_n.$$

式中： $A_n$  为振幅， $\theta_n$  为初位相。对每个纬圈都计算了前 10 个波，所以  $n=1, 2, \cdots, 10$ 。由于波的绝对值随纬度和季节变化很大，为了便于比较，采用相对振幅。按统计学公式，谐波分析的均方差为：

$$\mu^2 = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^m A_n^2.$$

即如果一个序列完全由  $m$  个谐波组成，那么各谐波合起来的序列的均方差为振幅平方和的一半。我们分析到第 10 波，所以前 10 个波的均方差为：

$$\mu^2 = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{10} A_n^2.$$

而  $x$  的均方差显然是

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{36} \sum_{n=0}^{35} x_n^2.$$

如果  $x$  的分布，主要是由前 10 个谐波组成的，

$$\text{则} \quad \sigma_x^2 \cong \mu^2 = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{10} A_n^2.$$

或

$$\sum_{n=1}^{10} \frac{A_n^2}{2\sigma_x^2} \cong 100\%.$$

式中  $\frac{A_n^2}{2\sigma_x^2}$  即为相对振幅。因此，如果前 10 个波的相对振幅和接近 100%，就说明该纬圈的气压分布主要是由这 10 种波组成。同时，为了便于比较，把初位相  $\theta_n$  转换为槽所在经度。

按上述计算方法,对 $60^{\circ}\text{N}-60^{\circ}\text{S}$ 每10度纬圈共13个纬圈的气压值,计算1月到12月每个纬圈前10个波的振幅、波槽位置和相对振幅。

### 三、多年平均气压场各谐波的基本特征

用上述方法,对平均气压场进行分解。其中振幅 $A_n$ 表示槽脊的深浅,为了与相对振幅 $P_n\left(\frac{A_n^2}{2\sigma_n^2}\right)$ 区分,称为绝对振幅。初位相 $\theta_n$ ,表示波的槽脊位置。相对振幅 $P_n$ ,则表示各种波在总体中所占的比重,亦可看作对总体方差的贡献。因此,以下讨论各谐波的基本特征,实际是对比分析这些特征量的大小及其时空变化特征。

从计算结果来看, $60^{\circ}\text{N}-60^{\circ}\text{S}$ 各个月的相对振幅主要集中于前四个波,在北半球前两个波即已占绝对优势。图1,是不同纬圈上各月 $n=1-6$ 的波的相对振幅。可以看出,不同纬度,不同季节是有差异的。 $n=5$ 和6的波的相对振幅,除个别纬圈、个别月占有一定比重外,绝大多数纬圈和月分都很微小。大体情况是,在北半球 $40^{\circ}$ 以北,全年都以1,2波占优势,但2波,特别是在冬季的比重要大于1波。 $40^{\circ}\text{N}$ 以南与以北明显不同,夏季也是以1,2波占优势,但1波显然比2波大,5—8月各月都可占到总方差的50%以上;冬季,1—4波均有一定分量。值得指出的是,在500毫巴上亦表现了类似的特点。根据文献[9]的计算,多年平均500毫巴高度沿 $60^{\circ}\text{N}$ 纬圈的波数1和2的波的方差数值相差不大,并且在1—2月波数2大于波数1;而在 $30^{\circ}\text{N}$ 纬圈,1波占绝对优势。这种一致性说明,影响海平面气压场的因子,可以一直影响到对流层中层。但沿 $30^{\circ}\text{N}$ ,500毫巴冬季也是1波占绝对优势,这又与地面不同,其原因需要进一步研究。南半球的情况是, $40^{\circ}\text{S}$ 以南夏季(9—5月)1波占绝对优势,冬季1—3波各占一定比重。 $40^{\circ}\text{S}$ 以北,包括赤道,夏季4波为主,冬季1波占绝对优势。

因此,北半球1,2波是主要的,南半球1波是主要的,4波也占一定分量。而且不论是北半球还是南半球, $40^{\circ}\text{N}(\text{S})$ 都可看作一个过渡带。所以,以下讨论着重于 $30^{\circ}\text{N}(\text{S})$ (代表热带、副热带)和 $50^{\circ}\text{N}(\text{S})$ (代表中、高纬度)以及波数为1和2的波,同时根据具体情况,也联系到其它纬圈和其它波数。

图2,是北半球各纬圈1,2波和南半球1波波槽位置的年变化。因为南半球2波的相对振幅甚小,故不讨论其槽的年变化。由图2可见,槽的位置与相对振幅一样,也是随季节和纬度而异; $40^{\circ}\text{N}(\text{S})$ 仍可作为一个分界线,以北和以南的特点是不同的。首先,看北半球 $\theta_1$ 的变化。在 $40^{\circ}\text{N}$ 以南,冬季波槽在太平洋的中部或西部,随后逐渐西移到亚非大陆中部。夏季各月基本上都稳定在亚非大陆上,10月以后又移回冬季的位置。冬夏位移的幅度,以 $30^{\circ}\text{N}$ 最大。 $40^{\circ}\text{N}$ 以北,冬季各月波槽基本上稳定于北美大陆上,4月以后快速西移,至7月移至欧亚大陆中部,但并不久留,很快又向回移。9月以后,又恢复到冬季的位置。冬夏位移的距离,随纬度的增高而增大; $50^{\circ}\text{N}$ 位移了 $150^{\circ}$ 经度左右, $60^{\circ}\text{N}$ 则增加到 $200^{\circ}$ 经度。其次,看南半球 $\theta_1$ 的变化。在 $40^{\circ}\text{S}$ 以南,季节变化不明显; $40^{\circ}\text{S}$ 以北,则具有明显的季节变化。但冬夏位移不如北半球相应纬度大,全年都摆动于南太平洋的中、西部范围内。赤道地区, $\theta_1$ 的变化接近于南半球低纬度的特点。第三,看北半球 $\theta_2$ 的变化,这时绕北半球是两槽两脊。 $40^{\circ}\text{N}$ 以

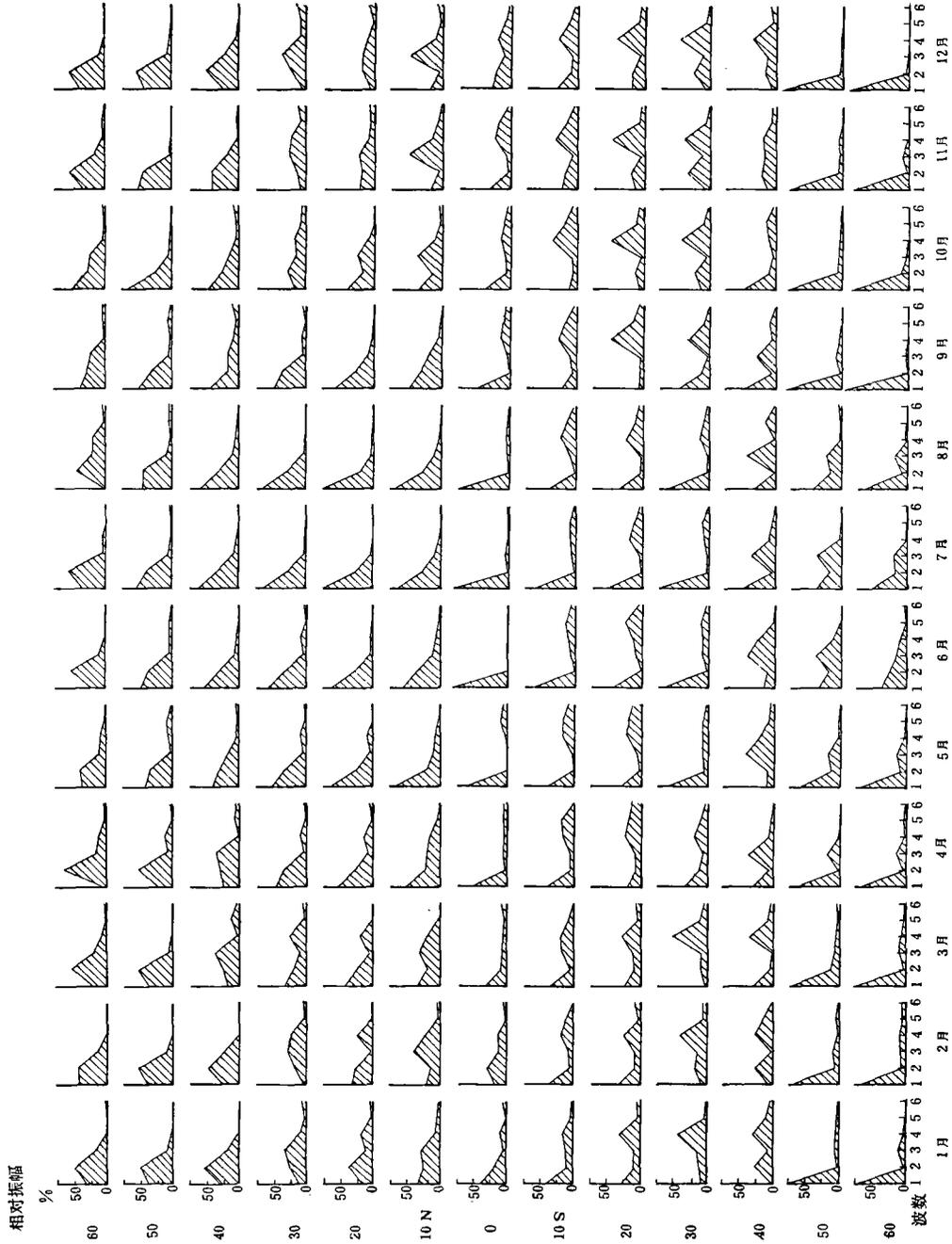


图 1 从 60°N—60°S 各纬圈 1—12 月  $n=1-6$  的波的相对振幅

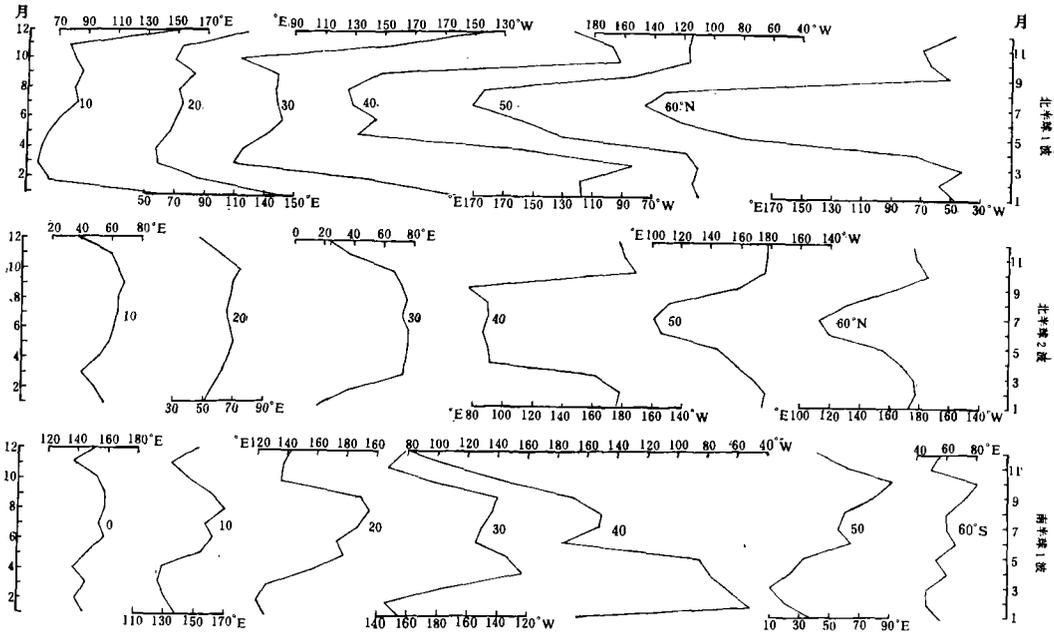


图 2 不同纬圈上波槽位置的年变程

南, 从冬到夏槽的位置是由西向东移; 1月两大洋上是槽, 7月移向两个大陆, 移动方向不但与 $40^{\circ}\text{N}$ 以北不同, 而且也与同纬度上的 $\theta_1$ 不同, 并且冬夏位置都比 $\theta_1$ 要稳定。由夏到冬, 则是自东向西移回到大洋上。 $40^{\circ}\text{N}$ 以北, 由冬到夏是自东向西移。冬季两大洋上是脊, 位置较稳定; 夏季两大洋上是槽, 稳定性随纬度的增加而减小。同时,  $40^{\circ}\text{N}$ 以北, 冬夏位移的距离比 $40^{\circ}\text{N}$ 以南要大。

以上是南北纬度 $60^{\circ}$ 之间, 各纬圈上各个谐波参数的一般情况。重要的是, 这些参数的变化说明了什么问题。以下各节, 即是针对这方面的一些分析和讨论。

#### 四、海陆分布与南北半球大气环流的差异

海陆大小和分布不同, 对大气环流和气候的影响是一个重要问题。从以上所计算的各谐波的参数来看, 南北半球环流的差异与海陆的大小和分布不同有密切关系, 这可以从以下几个方面来说明。

1. 对比南北半球相同纬圈上各波的绝对振幅(图3)看出, 北半球不但季节变化明显, 而且各纬圈各月基本上都大于南半球, 特别是中纬度的冬季和副热带的夏季差异更大。显然, 这种差异与海陆分布有直接关系, 因为对同一纬圈同一季节的辐射条件相同。所以若没有海陆分布的作用, 那么沿纬圈的气压差就会比较小。但由于沿纬圈有海陆差异, 才加强了同一纬圈上气压分布的不均匀性。绝对振幅愈大, 则说明海陆对比愈明显。所以, 在冬夏季节南北半球差异最大。

2. 波数为2的波, 在南半球各纬圈占的方差比最小, 而在北半球中纬度占的方差比最大, 也表明了海陆分布起了重要作用。从图1中可以看出, 在 $40^{\circ}\text{N}$ 以北2波所占方差最大, 其中冬季各月在50%以上, 不但大于 $40^{\circ}\text{N}$ 以南各纬圈上2波的贡献, 而

且也是  $40^{\circ}\text{N}$  以北方差比最大的波。显然，这与这一纬度带海陆相间分布的特点有关，这从 2 波槽位置的季节变化(图 2)也可以说明。冬季波脊分别位于欧亚大陆和北美大陆中部，北太平洋和北大西洋中部为槽；夏季相反，波槽位于大陆东部，波脊移向海洋。在  $40^{\circ}\text{N}$  以南，虽然也有两块大陆，但它们的面积相差很大。因此，2 波占总方差的百分比，不但不如  $40^{\circ}\text{N}$  以北大，而且在夏半年各月比同纬度上的 1 波还小。至于南半球，由于各纬度都不具有两块大陆和两块海洋相间分布的特点，因此 2 波占的比重相当小，多数月都不足 20%。

3. 南北半球相同纬圈上，1 波槽位置季节变化的差异(图 2)说明，海陆分布不同起了重要作用。比较图 2 中南北半球相应纬圈波槽的位置，可以看出， $30^{\circ}\text{N}$  1 波槽的位置，从 3 月到 10 月摆动于  $50^{\circ}\text{--}80^{\circ}\text{E}$  之间，特别是 6 月到 9 月基本上稳定在  $80^{\circ}\text{E}$ ，也就是在亚非大陆中部偏东的地方。为什么不在大陆中部？这可能与西藏高原的作用有关。冬季各月都位于大洋上，而且冬夏位移达  $130^{\circ}$  经度以上。 $30^{\circ}\text{S}$  夏季各月(11—2 月)在  $145^{\circ}\text{--}158^{\circ}\text{E}$  之间，即澳洲东岸。冬季各月(4—9 月)摆动于  $166^{\circ}\text{--}136^{\circ}\text{W}$  之间，即南太平洋中部，冬夏位移远不如北半球明显。沿  $50^{\circ}$  纬圈亦有类似的差异，北半球 1 波槽夏季在  $100^{\circ}\text{E}$  附近，冬季各月基本上稳定在北美大陆上，冬夏位移达  $150^{\circ}$  经度。南半球的变化则是另一种情况，各月之间都有明显变化，但变化幅度不超过  $30^{\circ}$  经度，而且全年都摆动于  $10^{\circ}\text{--}90^{\circ}\text{E}$  之间。以上这些差异，显然只能从南北半球海陆分布不同得到解释。北半球 1 波槽的季节变化，与海陆热状况的季节变化是一致的。至于南半球 1 波槽的位置，应与海表温度距平有关。根据亚塔尔所绘制的 2 月和 8 月的海表温度对纬圈平均距平图来看，1 波槽所在位置恰是海温正距平区。

4. 北半球中纬度和低纬度各谐波的差异，同样也表明了海陆分布不同的影响。以上三点，主要说明南北半球海陆分布不同对环流所产生的差异。进一步分析表明，同是北半球，由于各纬度带海陆面积分布不同，加之又有地形的影响，环流的特点也是不同的。首先，比较  $30^{\circ}\text{N}$  和  $50^{\circ}\text{N}$  1 波和 2 波的绝对振幅(图 3)，可以看出， $50^{\circ}\text{N}$  冬季最大，夏季次大，过渡季节最小。特别值得注意的是，在冬季 2 波的绝对振幅大于 1 波。 $30^{\circ}\text{N}$  则是夏季最大，冬季最小，而且 1 波的绝对振幅大于 2 波。其次，对比波槽的位置(图 2)可以看出，不论是 1 波或 2 波槽的位置，都是  $30^{\circ}\text{N}$  夏季稳定， $50^{\circ}\text{N}$  冬季稳定。第三，从相对振幅的季节变化来看(图 1)， $30^{\circ}\text{N}$  夏季主要是 1 波的贡献， $50^{\circ}\text{N}$  夏季 1 波不如  $30^{\circ}\text{N}$  大，冬季 2 波的贡献更重要。这些事实，从海陆分布的特点去认识还是比较容易理解的。沿  $30^{\circ}\text{N}$  的海洋面积略大于陆地，但它们的分布却是极不对称的；

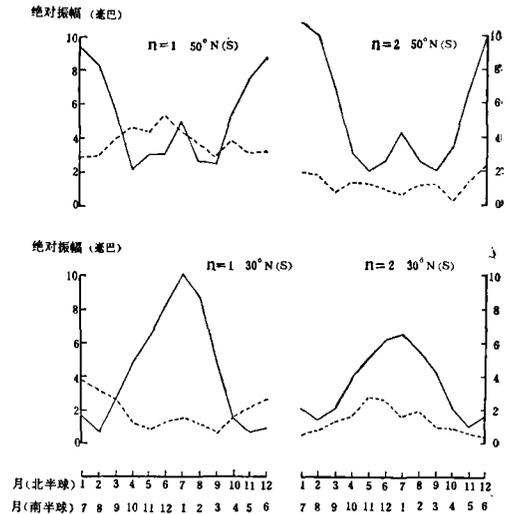


图 3 沿  $30^{\circ}\text{N}(\text{S})$  和  $50^{\circ}\text{N}(\text{S})$ ,  $n=1$  和 2 波的绝对振幅年变程  
(实线: 北半球, 虚线, 南半球)

陆地主要集中于东半球,海洋在西半球。由于海陆热力差异的季节变化,夏季1波占优势,波槽位于亚非大陆中部。 $50^{\circ}\text{N}$ 海陆是相间分布的,而且两块大陆面积的差异比 $30^{\circ}\text{N}$ 要小,因此2波的作用更重要;但是由于亚欧大陆比北美大陆大,所以1波仍占相当分量。

## 五、大陆的作用与纬度和季节的关系

上面的分析表明,南北半球以及北半球的中纬和低纬环流的差异,与海陆分布不同有密切关系。由于北半球陆地面积大,而海陆物理属性不同,形成了明显的海陆热力对比。在其季节变化中,大陆的作用是主要的。高由禧在分析海陆温差的季变中也曾指出,大陆是矛盾变化的主要方面。进一步分析则表明,大陆的作用因所在纬度以及季节不同而异,下面就来讨论这个问题。

低纬度大陆的作用,夏季更明显。这可以用以下事实说明:

1. 北半球 $10^{\circ}$ — $40^{\circ}\text{N}$ 陆地主要集中于东半球,所以因海陆对比所产生的波应是1波最明显。特别是当考虑到海陆热力对比以冬、夏最大,过渡季节最小,相应地绝对振幅变化亦应有此特点,即其年变程应有两个高点,两个低点。但事实并非如此,从图3中看出,沿 $30^{\circ}\text{N}$ 1波的绝对振幅全年只有一个高点和一个低点,即夏季最大,冬季最小。从图1中亦可看出,北半球 $40^{\circ}\text{N}$ 以南,1波在夏季各月都可占到总方差的50%以上,冬季各月则并不是1波为主,而是1—4波都有一定分量。为了进一步说明上述事实,我们对各纬圈1波的相对振幅( $P_1$ )对时间做谐波展开。有意思的是,在 $20^{\circ}\text{N}$ — $30^{\circ}\text{N}$ 年波的振幅可占到总方差的91—93%;相反,同一纬度带的半年波则只有2—7%。这些事实充分说明,亚非大陆的作用在夏季远大于冬季。

2. 不同波数波槽位置的季节变化,也说明低纬大陆夏季的作用更明显。对比各纬圈(图2)可以看出, $10^{\circ}$ — $30^{\circ}\text{N}$ 之间波槽变化特征基本类似, $40^{\circ}$ — $60^{\circ}\text{N}$ 则有较大不同。沿 $30^{\circ}\text{N}$ 1波槽从3月—10月是稳定少变的,一般不超过 $30^{\circ}$ 经度;特别是5—9月各月波槽位置相差不到 $10^{\circ}$ 经度,基本上在 $80^{\circ}\text{E}$ 附近,接近亚非大陆的中部。同样,2波槽从3月到10月的位置也是少变的,而且在亚非大陆上的位置与1波槽靠近。冬季各月的位置则变化比较大。也就是说,波槽稳定少变的特点,只出现在低纬度的夏季各月或中、高纬度的冬季各月,这不能不说是由于低纬大陆的作用在夏季更明显所致。

3. 进一步分析南半球低纬各谐波的特点,问题就更清楚了。从图1中可知,南半球低纬( $10^{\circ}$ — $30^{\circ}\text{S}$ )夏季是4波明显,冬季则是1波为主。夏季为什么是4波呢?我们认为与陆地的作用有关。南半球的低纬有三块陆地,即南非、澳洲和南美,它们之间的距离除澳洲与南美相距达 $170^{\circ}$ 经度外,其它相距都在 $90^{\circ}$ 经度左右,正好与4波波长相当。实际情况也是如此,夏季大陆受热比海洋迅速,在三块陆地上分别形成低压。当进行谐波展开时,由于波长关系,表现为4波振幅比较大。计算的波槽位置分别在三块陆地上,以及南美和澳洲之间的海洋上,也证实了这一事实。假如陆地的作用在冬夏一样,那么到了冬季在相同地区应是反位相的4波。但事实并不如此,冬季是1波占优势。因为冬季大陆虽然为冷源,但冷空气源于高纬,所以低纬大陆的作用就不如夏季

了。

从以上分析可以看出，低纬度大陆的作用，在冬季远不如夏季。以下事实进一步说明中、高纬度，冬季大陆的作用更重要。

1.  $40^{\circ}\text{N}$  以北，1 波和 2 波波槽位置，在冬季各月都比夏季各月稳定（见图 2）。特别是在  $40^{\circ}\text{N}$  以北的 2 波脊，从 11 月到 2 月分别位于  $80^{\circ}\text{E}$  及  $100^{\circ}\text{W}$  附近，即亚欧大陆和北美大陆的中部，变化范围都小于 10 个经度。这种分布特点，显然与陆地起了重要作用有关。

2.  $40^{\circ}\text{N}$  以北，1 波和 2 波波槽位置的季节变化（图 2），也说明冬季陆地的作用更大一些。 $40^{\circ}\text{N}$  以北波槽位置，从冬到夏的过渡发生在 4—6 月，而从夏到冬的过渡发生在 9—10 月。在低纬度，则分别发生在 2—3 月和 10—11 月。这种差异，是由于中、高纬度大陆的冷却作用消失晚开始早所致，也就是冬季的作用时间长。与南半球高纬相比就更清楚了，取  $60^{\circ}\text{S}$  为代表，这里没有陆地，全年始终是 1 波占优势（图 1）。有意思的是，波槽也很少变化（图 2）。与海温分布对比看出，这里全年海温几乎都是东半球低于西半球，特别是南印度洋十分明显。可能也就是这个原因，使得这里低压特别深，1 波槽总是维持在  $60^{\circ}\text{—}80^{\circ}\text{E}$  之间（图 2）。

3. 如以上指出，北半球高纬度全年 1 波和 2 波均占有一定分量，因此把 1 波和 2 波的相对振幅 ( $P_1$  和  $P_2$ ) 都对时间做谐波展开。结果表明，在  $50^{\circ}\text{—}60^{\circ}\text{N}$ ，不论  $P_1$  或  $P_2$  波数 3 均占有一定比重，也就是说存在有 4 个月的振动。这是由于  $P_1$  在 4 月和 8 月以及  $P_2$  在 5 月和 10 月较小造成。为什么不是正好隔半年  $P_1$  和  $P_2$  出现低点呢？这同样说明海陆热力对比在高纬由冬到夏转换的晚，而由夏到冬转换早。有趣的是，1951 年 1 月—1960 年 12 月共 120 个月的功率谱分析（图 4），不论  $P_1$  或  $P_2$  均有 3—4 个月的周期性变化。这进一步说明，高纬度季节转换不对称，冬季大陆的作用更明显。

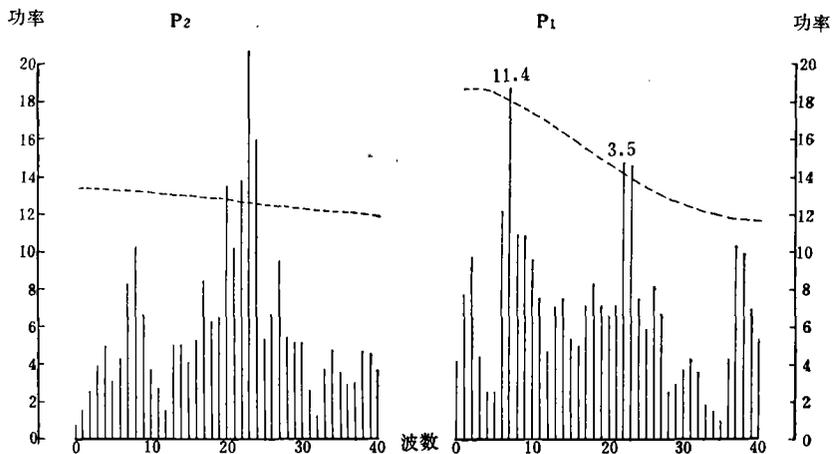


图 4  $50^{\circ}\text{N}$   $P_1$  和  $P_2$  的功率谱  
( $P_2$  中最长竖线的标值为 3.5)

## 六、欧亚非大陆以及青藏高原在东亚季风形成中的作用

亚洲是著名的季风区，但就东亚和南亚来说，其特点是不尽相同的。印度的西南季

风是世界上有名的,但冬季风并不明显。在东亚则不然,不但夏季风明显,冬季风也是最显著的。因此,东亚的季风应该说是最典型的。东亚季风之所以如此显著,是与其所处的地理位置和自然条件分不开的。高由禧曾指出,东亚季风现象显著,形成因子多样,是在南北半球、东西半球海陆分布和亚非大陆与海洋分布对比下产生的。从以上的分析也可以看到,各地区大气环流的差异与海陆的大小和分布不同有关,而大陆的作用又随纬度和季节而改变。这些事实,对我们进一步认识东亚季风为什么最显著,是有很大的启发的。

先讨论夏季的情况。低纬度大陆的作用,夏季更明显。在夏季,由于亚非大陆及北美大陆的影响,1波最明显,2波其次。1波槽稳定在印度北部,北美大陆是1波脊。2波槽则分别位于亚非大陆和北美大陆,前者与1波槽重合,后者与1波脊重合。因此,亚非大陆起了加深季风低压的作用。北美大陆上是一相对低值区,这是因为1波的相对振幅大于2波。这也就是,为什么夏季风只在东非、经阿拉伯海、南亚、东南亚一直到东亚一带盛行。因为这些地区,正好是印度热低压的南和东南部所控制的地区。到了冬季,高纬大陆的作用开始明显,1波和2波的相对振幅都比较大, $\theta_1$ 和 $\theta_2$ 的变化则与夏季相反;1波和2波波脊都在欧亚大陆中部,北美大陆上1波是槽、2波是脊。由于2波的相对振幅略大于1波,所以在北美大陆 $60^\circ\text{N}$ 以南是一高压脊,欧亚大陆则是一个比北美大陆强约20个毫巴的闭合高压,强烈的冬季风即源于此高压。它可以越过赤道一直影响到印尼和澳洲北部,但由于高原的屏障作用,对南亚的影响则比较小。

从以上分析可以看出,由于亚欧非大陆的作用,形成并加强了东亚的季风;而西藏高原的作用,使得冬夏季风更加稳定,并加强了东亚的冬季风,从而使东亚的冬夏季风都非常明显。

## 七、结 束 语

通过对南北半球环流的对比分析看出,气压场的差异是十分明显的,而这种差异与海陆的大小、分布以及下垫面的特征(如海温、地形等)有密切关系。海陆地形等的作用又是非常复杂的,因纬度和季节而不同。这些事实,有助于深入认识东亚季风特征及其形成的原因。同时,对进一步从天气气候以及数值试验等不同方法研究季风形成问题,也有参考意义。

## 参 考 文 献

- [1] Ramage, C. S., *Monsoon Meteorology*, New York and London: Academic Press, 1971.
- [2] Хромов, С. П., Муссон как Географическая, *Изв. Всес. Геоог. Общ.*, Т. 82(1950).
- [3] 高由禧、郭其蕴,“东亚季风形成问题的讨论”《东亚季风若干问题》,科学出版社,1962.
- [4] Godbale, R. V., *Indian J. of Met. & Geophy.*, 24(1973), No. 1.
- [5] Washington, W. M., Chervin, R. M. and Rao, G. V., *Pure and Applied Geophy.*, 115(1977), No. 5/6.
- [6] Hahn, D. G. and Manabe, S., *J. Atmos. Sci.*, 32(1975), No. 8.
- [7] Sadler, J. C. and Ramage, C. S., *J. Atmos. Sci.*, 33(1976), No. 11.
- [8] Taljaard, J. T., H. Van Loon, H. L. Crutcher and R. L. Jenne, *Climate of the Upper Air: Southern Hemisphere*, Vol. I, U. S. Dept. of Commerce, ESSA, EDS., 1969.
- [9] 朱福康,多年月平均500毫巴图上 $60^\circ\text{N}$ 和 $30^\circ\text{N}$ 纬圈的波谱分析,气象学报,34(1964), No. 1.

---

**THE CIRCULATION IN SOUTHERN AND NORTHERN  
HEMISPHERES AND THE MONSOONS OVER  
EASTERN ASIA**

Guo Qi-yun Xie Wei-ming

*(Institute of Geography, Academia Sinica)*

Abstract

In this paper, the global normal sea-level pressure fields have been examined by means of harmonic analyses. It is shown that the dimensions and distributions of the oceans and continents are responsible for the difference in circulations between the two hemispheres. The effect of continents that is varying with the latitudes much more pronounced in low latitudes in summer while in high latitudes in winter. The well-known role of Eurasia and African in the formation of monsoons over Eastern Asia is confirmed.