

## 北半球 500 毫巴月平均环流特征及演变 规律的研究——超长波\*

王 紹 武  
(北京大学地球物理系)

### 提 要

本文是作者研究近 10 年大气环流特征的第二部分。应用 1951—1960 年北半球 500 毫巴月平均图，用谐波分析方法计算了历年逐月  $55^{\circ}\text{N}$  及  $35^{\circ}\text{N}$  上波数 1 到 4 (第 1 到第 4) 波的振幅及位相角。由此分析了大气环流的季节变化。主要结果如下：

1. 第 1 波及第 3 波的振幅均有明显的年变程，但趋势彼此相反。另外，第 1 波或第 3 波振幅本身在  $55^{\circ}\text{N}$  及  $35^{\circ}\text{N}$  年变程也相反。第 2 波振幅年变程不明显。

2. 各波的位相角亦有明显而规则的年变程，只有  $55^{\circ}\text{N}$  第 2 波的位相角季节变化不大。

3. 从逐年波谱及位相来看，大气环流的季节变化各年虽有不同，但季节的趋势却是每年都一致的。

4. 过渡季节的波谱与冬夏截然不同，因此一年可分为 4 个自然天气季节，但每年季节早晚、长短及特征均有一定差异。

5. 北半球超长波特征与我国天气有密切关系，这可以从一些例子来说明，如 1954 年 7 月与 1959 年 7 月，1957 年 2 月与 1960 年 2 月。

### 一、引 言

在文献[1]中，作者计算了中纬度西风指数，并着重研究其年际变化的规律。当时曾指出：西风指数仅能表示大气环流重要特征的一个方面，而长波特征则不能反映。现在我们用谐波分析的方法来研究这个问题。

谐波分析是近年来人们较常采用的一种方法，用以展开高度场，可以定量地客观地计算出各种波的位置及振幅。对研究不同尺度波在大气环流变化中的作用，是一种较好的方法。但是到目前为止，对于各种波的物理成因研究还很不成熟。然而这并不妨碍用它来作为一个标志，描述大气环流的特征。

对月平均环流做谐波分析，国外曾有过尝试<sup>[2-5]</sup>。本文的目的主要是探讨月平均环流的长波特征，着重用以分析大气环流的季节变化。

应用的资料与文献[1]同，即 1951—1960 年北半球 500 毫巴月平均图。计算了  $55^{\circ}\text{N}$  及  $35^{\circ}\text{N}$  10 年平均与历年 1—12 月的波谱。由于研究的是月平均图，故只取前 4 个波 (以下简称第 1 波……第 4 波)。计算证明，这已经能在相当大程度上逼近真正高度场的

\* 本文 1963 年 8 月 24 日收到，1964 年 5 月收到修改稿。

波动了。55°N 及 35°N 之緯圈长度分別約为 23000 及 33000 公里。因此第 4 波的波长亦在 6000 及 8000 公里左右。而且, 占比重較大的是第 1 波到第 3 波, 所以, 我們研究的主要是超长波。

計算方法即采用一般諧波分析法。每 10° 經度取一个点, 故每个緯圈为 36 个点, 組成一个序列。先将緯圈高度序列求平均, 然后求出每点对緯圈平均的偏差, 組成新的序列 ( $Y_0, Y_1, Y_2, \dots, Y_{35}$ ), 按下列公式計算振幅及位相

$$a_n = \frac{2}{36} \sum_{i=0}^{35} Y_i \cos n\theta_i, \quad b_n = \frac{2}{36} \sum_{i=0}^{35} Y_i \sin n\theta_i, \quad n = 1 \dots 4,$$

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

$A_n$  及  $\theta_n$  即振幅及位相角。

但是高度場波动之絕對值季节变化很大, 为了便于比較, 故采用相对振幅。

因为諧波分析之均方差

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

而高度場之均方差

$$\sigma^2 = \frac{1}{36} \sum_{i=0}^{35} Y_i^2.$$

一般讲,  $m \rightarrow \infty$  时,  $\mu^2 \rightarrow \sigma^2$

这时,

$$\sigma^2 = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{\infty} A_n^2,$$

亦即

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{A_n^2}{\sigma^2} = 200\%.$$

$\frac{A_n^2}{\sigma^2}$  即为相对振幅。

此外, 从  $\sum_{n=1}^4 \frac{A_n^2}{\sigma^2}$  亦可知道前 4 个波逼近高度場的程度。当然, 这样就忽略了振幅的絕對大小, 不过这可以用  $\sigma^2$  来度量。

## 二、超长波的年变程

首先要說明, 为什么选取 55°N 与 35°N 这两个緯度。一方面是照顾資料的方便, 另一方面也希望能有一定的代表性。我們曾做了 1951—1960 年 10 年 1—12 月的平均图, 并对整个平均場进行了諧波分析。这在以后还要專門討論, 現在只想指出, 55°N 及 35°N 一般代表了中緯度及副热带的情况。以 1 月及 7 月为例也可以看出这点。图 1 为 20°N 到 70°N 每隔 5° 緯度的波譜。图中横座标为波数, 縱座标为相对振幅, 每条横綫之間的距离为 100%。

这一节先分析一下对 10 年平均高度分解的結果。为了便于討論, 图 2 給出这两个緯圈各月 10 年平均高度廓綫。

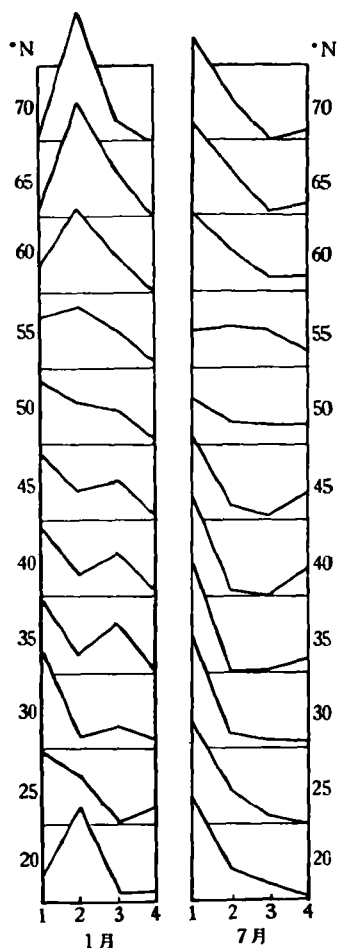


图1 20°—70°N 波谱

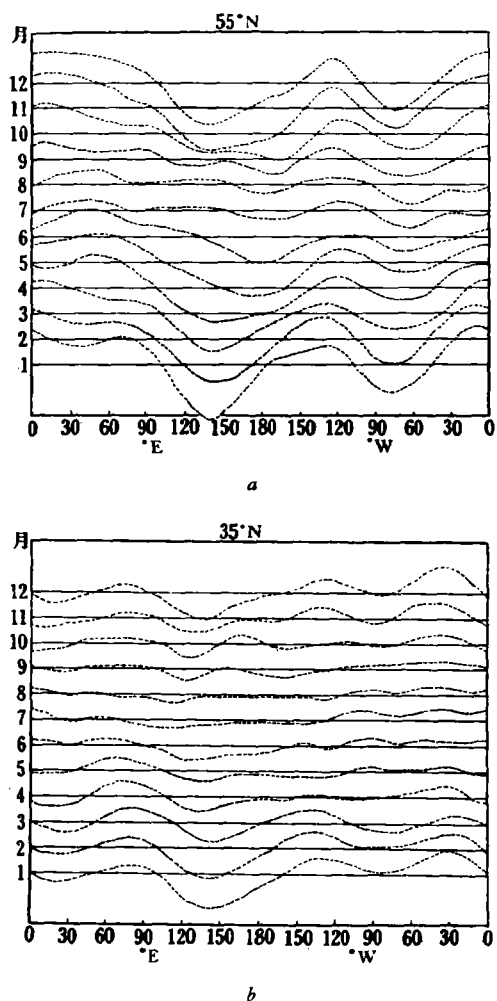
图2 55°N(a)及35°N(b)10年平均高度廓线  
(月之间的距离为10位势什米)

图3即第1波到第4波相对振幅的年变程,从图上可以看出如下几点:

1. 55°N 第1波在一年之内有两个最高时期,一个在4—6月,另一个在10—11月,35°N 第1波之高值却出现在12—2月及6—8月。

2. 第2波的年变程一般不明显,特别在55°N 摆动于40—80%之间,35°N 上则前半年大,后半年小。

3. 第3波年变程很清楚,但无论55°N或35°N,最大值与最小值均与第1波相反。

4. 第4波一般所占比重较小,仅35°N在9—10月间略大,5月亦有一个次高点。

下面讨论位相角的年变程。为了方便,图4中绘出各波槽的位置,以下讨论称为 $\varphi_1 \cdots \varphi_4$ ,以别于初位相 $\theta_1 \cdots \theta_4$ 。从图4可以看出以下4点。

1.  $\varphi_1$  的年变程很有规则,在55°N,由1、2月到7、8月,槽线自180°左右东移到90°W,到10—11月间又退回到原来位置,以后到1、2月则变动不大。35°N 槽线一般在55°N 以西,年变程亦与之类似,但6—8月间槽未东移,反而西退到140°E附近。

2.  $\varphi_2$  在  $55^\circ\text{N}$  与  $35^\circ\text{N}$  之年变程却截然不同。在  $55^\circ\text{N}$  几乎完全没有季节变化, 槽线在 30 个经度范围内摆动。而  $35^\circ\text{N}$  处, 槽线在一年内绕地球半周。当然, 由 6 月到 7 月位相突然改变  $180^\circ$ , 这也许是原有槽消失, 而在另一个经度上建立新槽的缘故。但是, 盛夏 (7, 8 月) 与隆冬 (1, 2 月) 位相的相反是十分明显的。此外, 1—5 月及 9—12 月  $35^\circ\text{N}$  的槽线在  $55^\circ\text{N}$  槽线的东面, 这是与  $\varphi_1$  不同的。

3.  $\varphi_3$  的年变程也颇有意思, 1 月自  $55^\circ\text{N}$  到  $35^\circ\text{N}$  槽线几乎是纯南北向的, 7 月两者相差  $90^\circ$  经度, 在 5—6 月及 9—10 月间则近似位相相反 (差 60 个经度)。  $35^\circ\text{N}$  槽线一般在  $55^\circ\text{N}$  槽线以西, 即槽线为东北—西南向。

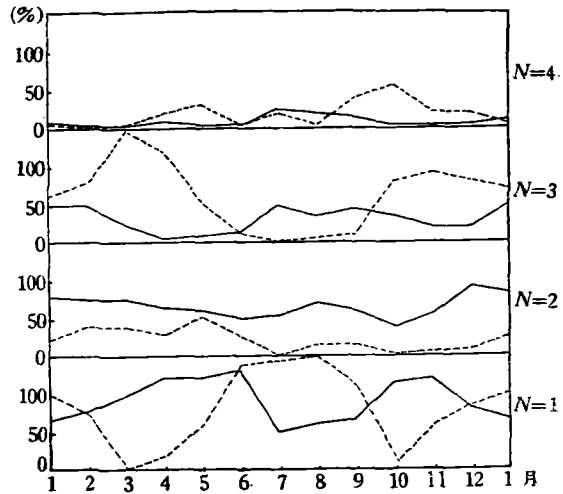


图 3 超长波振幅年变程 (实线  $55^\circ\text{N}$ , 虚线  $35^\circ\text{N}$ )

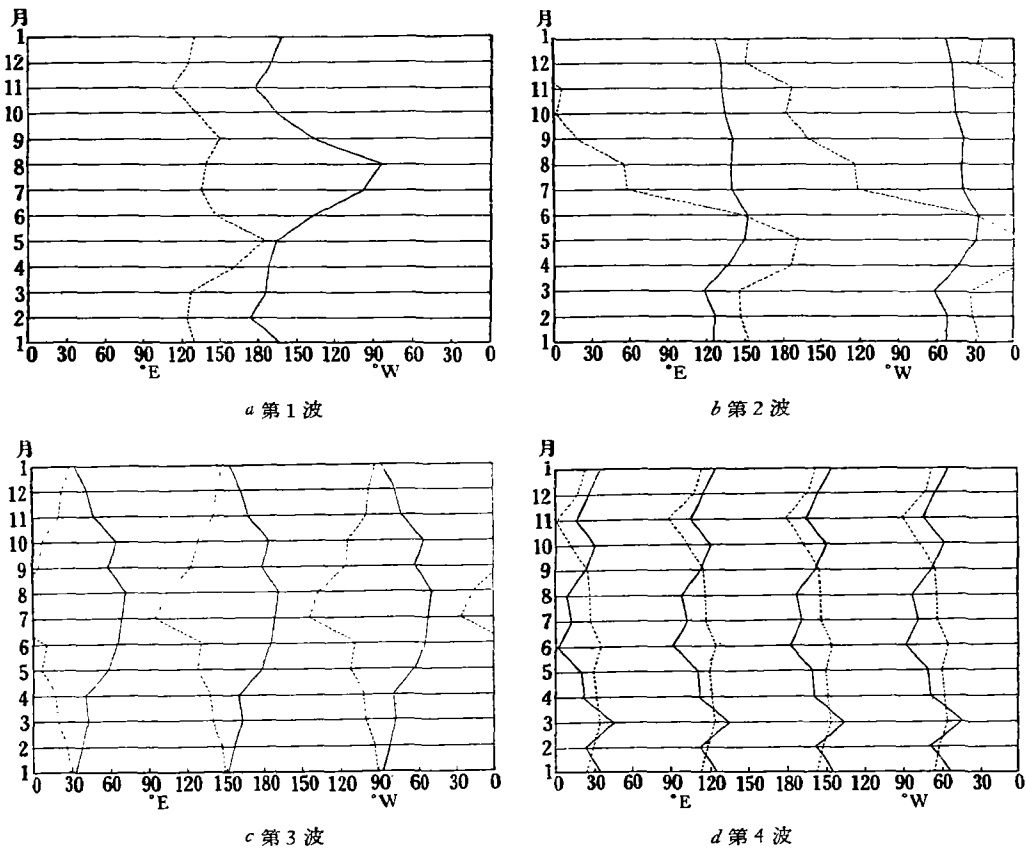


图 4 超长波槽线位置 ( $\varphi$ ) 的年变程 (实线  $55^\circ\text{N}$ , 虚线  $35^\circ\text{N}$ )

4.  $\varphi_1$  之季节变化不甚显著, 在  $35^\circ\text{N}$ , 11 月与 6 月差别最大; 差 30 个经度。  $55^\circ\text{N}$  则 6 月最偏西, 而 3 月最偏东。

### 三、大气环流的季节变化

关于大气环流的季节变化, 过去有过不少研究<sup>[6-7]</sup>, 在这些工作中, 槽脊的个数及位置虽然也是考虑的对象, 但缺少客观的定量的表征方法。我们现尝试从超长波的特征来研究这个问题。由于对长期天气预报更重要的是每年的情况, 所以在研究 10 年平均高度场的同时, 对 1951—1960 年 10 年内共 120 个月逐月进行分析。

我们把主要注意力集中于波谱的变化上, 位相角只是作为参考。因为波谱的改变往往反映的是环流的巨大变化, 位相角的差别则主要是超长波位置的变化。也就是说, 位相角固然有明显的季节位移, 但反映不出环流结构的变化。当然位相角的异常对个别地区的天气无疑具有特别重要的意义, 关于这一点除在最后一节约略谈到以外, 以后还要专门讨论。

图 5 给出 1951—1960 年  $55^\circ\text{N}$  及  $35^\circ\text{N}$  的波谱, 图中最下边一行为按 10 年平均高度场求得的波谱。从图 5 可以看出, 无论 10 年平均或个别年, 波谱的季节变化是十分清楚的, 而且  $55^\circ\text{N}$  及  $35^\circ\text{N}$  均可分为四个季节, 同时历年趋势相同。下面分季节来讨论:

**夏季**  $55^\circ\text{N}$  由 6 月到 7 月第 1 波有明显的减弱 (图 5a)。以后, 7—9 月一般第 1 波很少占优势, 至多与另一种波同时占较大比重。与此同时第 3 波则增加, 不少月份甚至成为主要的波, 1959 年 7 月到 10 月就是很突出的例子。实际上, 6—7 月这种变化, 主要反映了乌拉尔一带高压脊的减弱与西退 (参看图 2a), 这里 6 月正是第 1 波的波脊位置。而 7 月, 在亚洲中部 ( $70^\circ\text{E}$ )、太平洋中部 ( $170^\circ\text{W}$ ) 及大西洋西部 ( $50^\circ\text{W}$ ) 有三个槽建立 (参看图 4c), 这在高度场上也表现得很明显。

$35^\circ\text{N}$  波谱的变化趋势正好与  $55^\circ\text{N}$  相反, 一般自 5 月到 6 月第 1 波显著增强 (图 5b), 但也有些年早一个月或晚一个月<sup>1)</sup>。从高度场来看, 5 月到 6 月, 欧洲 ( $10^\circ\text{E}$ )、亚洲东岸 ( $130^\circ\text{E}$ ) 及北美中部 ( $110^\circ\text{W}$ ) 三个槽减弱 (图 2b), 而代之以单一的波; 槽线在  $140^\circ\text{E}$  附近。一般第 1 波占优势的情况持续到 8 月或 9 月, 以后又成为第 3 波为主的形势。

一般对  $55^\circ\text{N}$  而言, 夏季为 7—9 月,  $35^\circ\text{N}$  则为 6—9 月。虽然这是从北半球长波特征得到的结论, 与过去其它作者对东亚季节的研究所得结果亦颇多一致之处。如刘匡南等<sup>[10]</sup>认为, 7 月为东亚夏季自然季节开始的月份。陶诗言、陈隆勋<sup>[11]</sup>和叶篤正等<sup>[8]</sup>研究了 5—6 月大气环流的跃变。

**过渡季节**  $55^\circ\text{W}$  夏季结束往往表现为第 1 波突然增加, 例如 1955 年及 1956 年由 9 月到 10 月, 第 1 波分别从 22% 及 34% 增到 164% 及 174%。而  $35^\circ\text{N}$  此时则第 3 波占优势。进入夏季前的形势与之类似。从平均场的波谱来看,  $55^\circ\text{N}$  4—6 月为春季, 10—11 月为秋季,  $35^\circ\text{N}$  3—5 月为春季, 10—11 月为秋季。关于过渡季节, 特别对东亚的过渡季节, 过去有不少研究<sup>[8, 12]</sup>。虽然东亚 8—9 月的变化也很明显<sup>[13]</sup>, 但从北半球来看, 显然 9—10 月的变化更重要, 这时波谱完全改观。2—3 月  $35^\circ\text{N}$  波谱的改变亦与这时西风强度变化<sup>[14]</sup>

1) 1953 年, 虽然 4 月第 1 波已相当大, 但位相角与夏季平均情况差别较大, 4 月与 5 月槽均在  $170^\circ\text{W}$  附近, 只是到 6 月才移到  $136^\circ\text{E}$ 。而且 4 月和 5 月第 3 波仍占一定比重, 故季节转变仍可认为产生于 5—6 月之间。

相对应。

冬季 55°N 12—3 月为冬季, 35°N 则略短一些, 12—2 月为冬季。55°N 的波谱表明, 进入冬季第 1 波减弱, 第 2 波增强。从高度场来看, 11—12 月东亚及北美大槽加深, 而太平洋上的大槽变狭窄。

这时 35°N 则第 1 波及第 3 波占优势。秋季第 3 波也较大, 但第 1 波往往较小。实际由 11 月到 12 月  $\theta_3$  变化也不大, 所以进入冬季主要是第 1 波增加, 反映在高度场变化上, 即东亚大槽加深, 因为这时  $\varphi_1$  一般在 120°E 左右(图 4a)。

根据以上讨论, 定出 1951—1960 年每年四季的起迄月份<sup>1)</sup>。这可用图 6 表示。图中

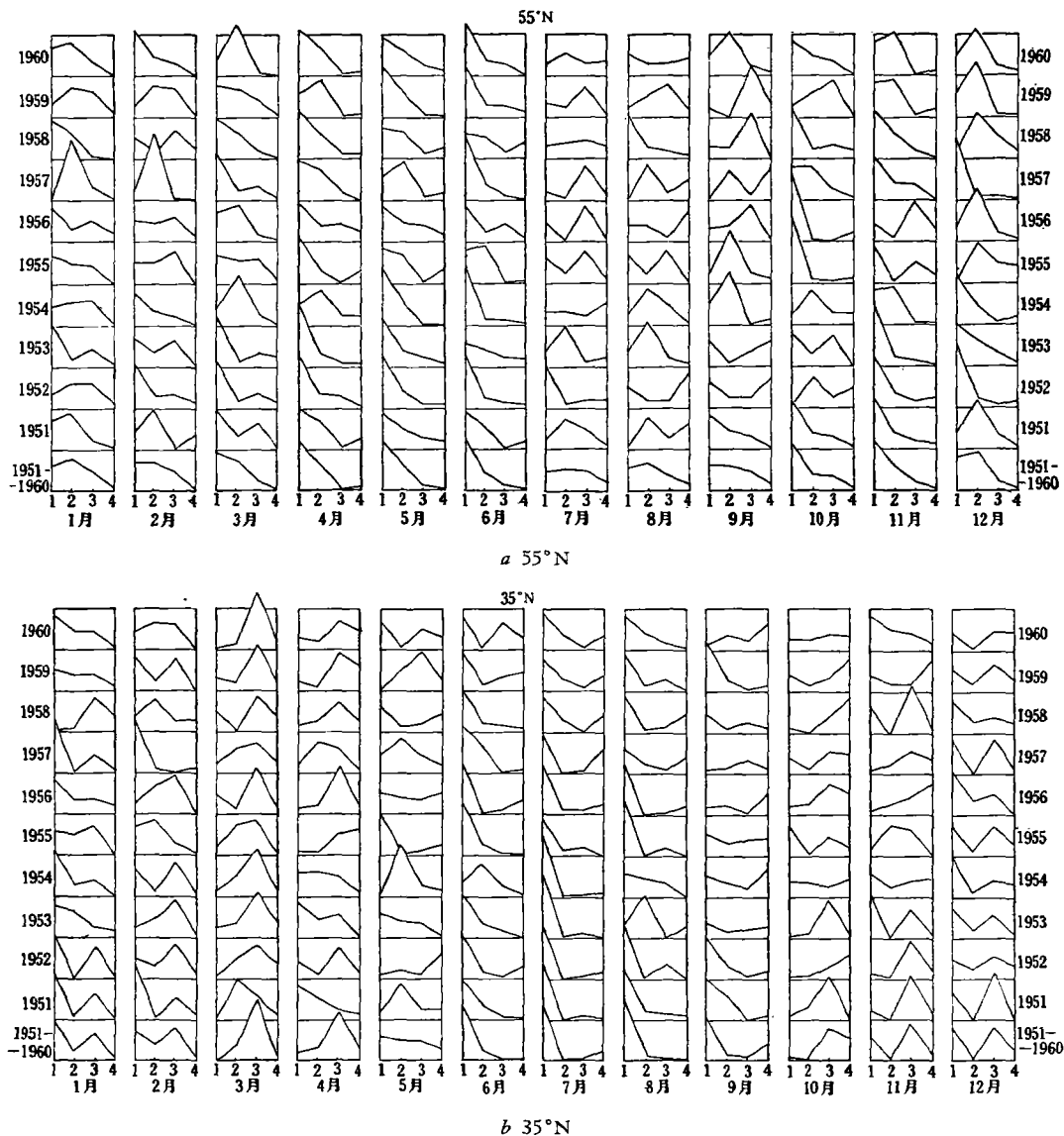


图 5 1951—1960 年历年逐月波谱

1) 为了方便, 季节的划分从 1951 年夏季开始, 最后又补入 1961 年 1—8 月, 故仍为 10 年。同时需要指出, 由于这里用的是月平均图, 所以不能视为精确的季节划分。

空白方格为冬季,有斜綫的方格为夏季,中間为过渡季节。两排方格,上排为  $55^{\circ}\text{N}$ , 下排为  $35^{\circ}\text{N}$ 。同时为了看得清楚,图上 5—8 月是重复的,从图 6 可以得到如下結論:

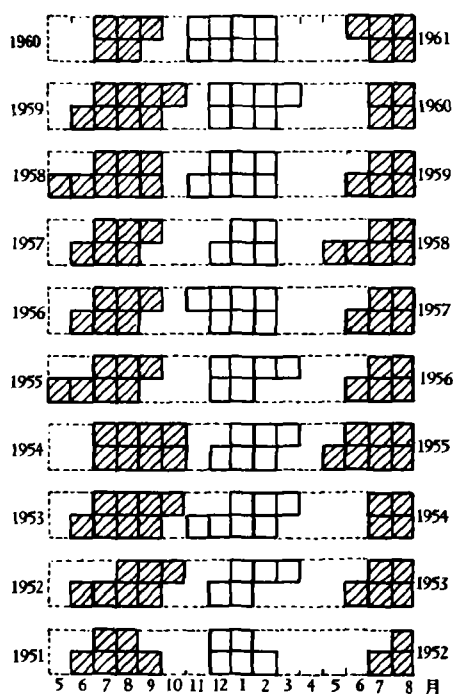


图 6 1951—1960 年的自然天气季节

1. 各年冬、夏开始与結束的月份不尽相同,但夏季不会早于 5 月出現,也不会到 10 月以后結束。冬季不会早于 10 月开始,也沒有任何一年延續到 5 月。

2. 夏季开始,一般  $35^{\circ}\text{N}$  比  $55^{\circ}\text{N}$  早一个月,結束也早一个月。

3. 过渡季节出現虽有迟早,但是从环流特征来看,沒有任何一年不經過过渡季节而直接由夏季进入冬季,或由冬季进入夏季的。

4. 从波譜来看, $35^{\circ}\text{N}$  的季节变化比較更明显,同一季节內差別較小,而  $55^{\circ}\text{N}$  的年际变化則較大。这在下节还要討論。

5. 至于四季的长短, $55^{\circ}\text{N}$  冬季較长, $35^{\circ}\text{N}$  夏季較长。同时春季比秋季长的多。

6. 四季出現月份,夏季  $55^{\circ}\text{N}$  最稳定,冬季及春季变动較大,但秋季一般仅 1—2 个月,所以冬春两季长短相互調济,冬短則春长,冬长則春短。

#### 四、超长波的異常与我国的天气

上面我們所注意的只是各年共同的特点,強調超长波的季节变化是它演变的一个基本規律。但是,大气环流的变化,远远不限于按平均季节趋势发展。可以說,几乎没有那一年完全按照平均情况发展,而总是或多或少有自己独特之处。如果把这叫作异常,那么一般每个月都有所异常。这里不准备討論这些异常发生发展的規律,只想通过一些例子看一看超长波的异常与我国天气有无联系。

首先分析一下波譜的年际变化。夏季,  $55^{\circ}\text{N}$  波譜的变化是較大的,从图 5a 可以看出,共有三种情况,一种是第 2 波为主,如 1954 年 8—10 月,另一种是第 3 波占优势,如 1959 年 7—10 月,出現較少的一种是第 1 与第 4 波均較大,但这时一般波譜較平,前四个波逼近高度場的程度也不好,如 1960 年 8 月、1954 年 7 月 ( $\frac{\mu^2}{\sigma^2}$  仅 79% 及 74%)。夏季 33 个月中,这三种情况分別各占 13 个月、11 个月及 8 个月。  $35^{\circ}\text{N}$  的波譜則比較稳定,10 年中的 37 个月,只有 1953 年 8 月是第 2 波占优势。

冬季,  $55^{\circ}\text{N}$  波譜变化更大,一种为第 2 波占绝对优势,如 1956 年 12 月,1957 年 1—2 月,一种为第 1 波較小,而第 2 及第 3 波較大,如 1959 年 1—2 月,第三种为第 1 波及第 3 波占比重較大,如 1953 年 2 月,但这时經常第 1 波比第 3 波大,最后一种为第 1 波占绝对

优势, 如 1960 年 2 月, 1954 年 2 月, 四种情况出现月数分别为 16、8、5、3 个月<sup>1)</sup>。35°N 亦较一致, 大部分都是第 1 波与第 3 波振幅较大, 但有时两者相差不多, 如 1951 年 12 月, 1952 年 1 月, 共 16 个月, 也有时第 1 波占较大优势, 如 1956 年 12 月, 1957 年 1—2 月, 共 12 个月, 此外亦有个别月第 2 波占优势, 但这仅 3 个月, 而且均出现在冬季后期第 1 波已减弱的情况下。

现在就举几个例子来看一看超长波的异常与我国天气有无关系。为此选出 1954 年与 1959 年 7 月, 1957 年与 1960 年 2 月。

1954 年 7 月与 1959 年 7 月环流及天气的反常, 很多人曾讨论过<sup>[15-21]</sup>。1954 年 7 月我国长江流域、日本多雨, 欧洲亦冷而多雨, 但北美却破记录的暖, 干旱严重。1959 年 7 月与之相反, 我国南方干旱严重, 北方多雨, 欧洲暖而干, 但北美却异常冷湿。据研究<sup>[16, 21]</sup>, 这两个月的环流形势也是很典型的, 所以我们对此一情况进行分析。

图 7 给出 55°N 及 35°N 的高度廓线及各波展开情况。显然, 这两个月 55°N 第 1 波及第 3 波的情况是差不多的, 但第 2 波与第 4 波的位相却相反, 而且 1954 年第 4 波的振幅比 1959 年大得多。这实际是反映了 1959 年亚洲东岸及乌拉尔地区完全没有高压脊, 东岸甚至成为槽区, 1954 年则相反。35°N 两个月差别不如中纬明显。主要分歧是, 1959 年第 1 波

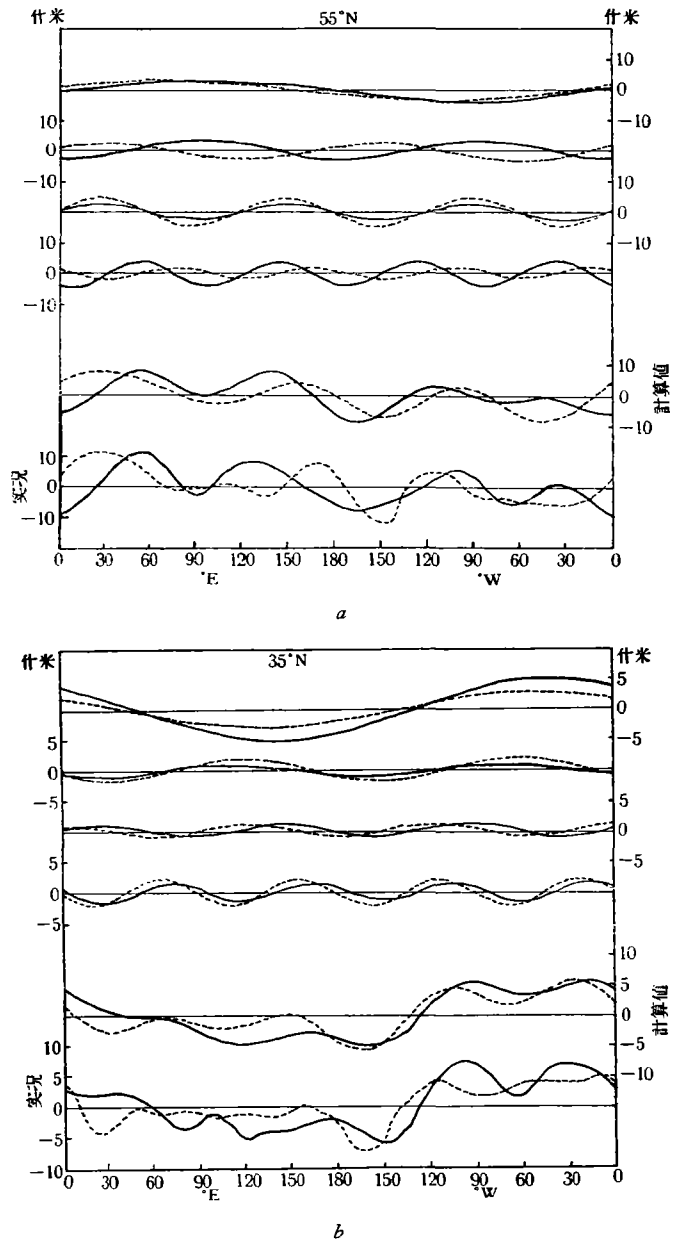
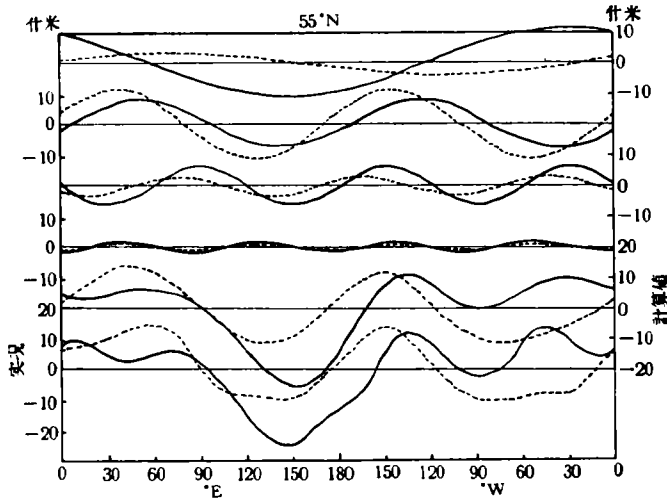


图 7 1954 年 7 月(实线) 1959 年 7 月(虚线) 55°N (a) 及 35°N (b) 高度廓线及各波分解情况

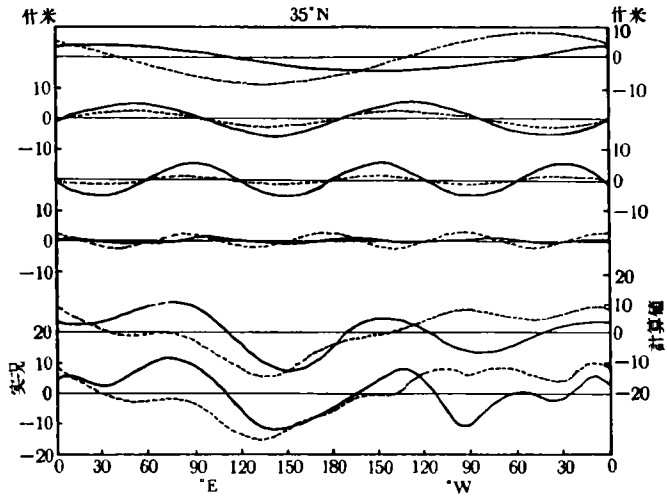
1) 这里冬季是自 1951—1952 年冬到 1960—1961 年冬。



的振幅小, 而 1954 年振幅大。因而 1959 年亚洲东岸高度场平缓, 不象 1954 年一样有一个槽。



a



b

图 8 1957 年 2 月(虚线) 1960 年 2 月(实线) 55°N (a) 及 35°N (b) 高度廓线及各波分解情况

且强度较弱, 很少超过 1055 毫巴。这两个月 35°N 的波谱差别也很大, 不再多叙。顺便指出, 据作者计算<sup>[1]</sup>, 这两个月西风强度差别也很大, 1957 年 2 月西风指数距平东半球为 -0.21, 西半球为 0.20, 而 1960 年 2 月却完全相反, 分别为 0.35 与 -0.31。

总之, 通过这两对例子可以看出, 超长波可以很好的表征环流的异常, 因而也就能反映出世界天气特别是我国天气的异常。

致谢: 地球物理所杨鉴初先生与陶诗言先生曾对本文提出宝贵意见, 谨致深切谢意。北京大学地球物理系童德惠同志协助完成部分计算工作, 一并致谢。

一个槽。

现在再看冬季的两个例子。1957 年 2 月与 1960 年 2 月是最近 10 年我国冬季最冷与最暖的两个月, 按我国气温等级分别为 4.8 及 1.5。同样有兴趣的是另一个半球与东亚相反的情况。据研究<sup>[22-23]</sup>, 1957 年 2 月北美气温异常的高, 正距平中心值达 8°F, 而 1960 年 2 月北美大西洋沿岸阻塞形势稳定, 以至北美月平均图上负距平达 10°F, 不少地区降水量比平均多一倍半。

图 8 为 55°N 及 35°N 高度廓线及各波分解情况, 1957 年东亚大槽在大陆沿岸, 1960 年则深入大洋。从 55°N 看 1957 年第 2 波起了决定性作用, 因而使亚洲东岸有一深槽, 而乌拉尔附近有强脊。分析每日天气图发现, 1957 年乌拉尔地区高空高压脊十分稳定, 冷空气多自西北路径进入我国, 地面冷高压中心强度高达 1075 毫巴。而 1960 年第 1 波占比重较大, 槽线在 150°E 左右, 故东亚为一平宽的槽, 中纬环流平直, 冷高压自西向东运行,

附表 1 55°N 相对振幅 (%)\*

年 / 月		第 1 波												第 2 波												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1951		74	46	95	100	91	97	26	12	12	85	118	126	41	90	99	35	69	52	58	75	79	45	42	42	113
1952		46	104	117	126	130	140	109	56	64	4	124	157	70	33	21	37	40	24	16	22	23	77	35	18	
1953		110	77	120	145	118	60	34	37	67	86	150	99	24	40	15	35	40	44	98	109	12	32	25	60	
1954		49	84	43	53	138	146	36	30	52	24	86	118	59	39	122	83	57	17	33	90	131	87	89	47	
1955		68	55	71	107	86	87	65	77	22	164	92	7	50	55	57	29	71	97	23	25	130	10	5	97	
1956		85	53	77	88	86	88	51	43	34	174	47	37	35	52	94	40	47	26	4	40	40	4	11	128	
1957		0	16	116	94	62	153	25	1	7	81	104	157	149	165	24	75	93	39	7	89	77	79	43	12	
1958		95	61	101	116	74	58	36	109	30	124	121	17	65	24	67	62	65	56	38	28	26	23	60	108	
1959		36	32	79	60	118	121	35	25	25	31	80	58	77	81	72	91	57	29	23	52	1	58	92	130	
1960		72	109	39	110	92	127	28	55	51	86	80	48	85	51	124	70	64	39	55	31	108	46	103	110	
1951—60		64	73	96	120	119	131	48	59	66	114	121	81	79	73	76	63	62	48	56	68	61	39	55	89	

年 / 月		第 3 波												第 4 波											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1951		26	6	64	4	32	7	51	29	29	30	21	35	5	39	2	25	22	21	18	66	4	4	8	5
1952		63	41	33	29	10	16	20	21	25	31	17	5	15	21	16	4	11	8	22	85	69	47	21	15
1953		43	70	35	9	27	25	13	21	35	76	15	31	9	11	26	8	8	22	27	8	60	2	4	3
1954		67	32	32	25	0	17	25	49	1	31	4	7	7	11	1	27	2	12	55	7	8	28	6	21
1955		47	83	62	3	6	6	81	82	27	7	51	43	1	5	6	37	33	9	13	3	12	10	29	39
1956		54	67	21	43	39	45	92	9	90	0	93	21	24	19	7	23	18	8	9	73	5	19	29	5
1957		35	12	33	18	8	8	84	18	15	30	42	11	6	1	5	1	19	0	18	52	82	7	2	2
1958		11	77	18	8	17	19	46	18	113	33	17	54	7	32	4	8	29	41	36	9	5	20	0	13
1959		63	76	43	7	6	30	73	78	120	91	4	6	12	9	4	12	6	13	10	25	32	5	19	4
1960		36	34	11	3	23	29	29	31	22	33	2	21	0	3	6	11	12	2	34	40	8	4	8	11
1951—60		48	50	23	7	11	13	48	35	45	33	18	20	8	4	4	9	7	5	27	21	14	7	3	6

\* 1951—1960 年采用 10 年平均高度场分解结果,并不是各年分解的 10 年平均,附表 2 亦相同。

附表 2 55°N 初位相 ( $\theta$ )

		第 1 波												第 2 波											
年	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		1951		63	104	97	73	84	51	-10	28	34	69	64	39	16	22	-21	-36	-48	-34	-15	-3	-2	28
1952		86	94	108	101	84	61	43	35	93	63	110	104	19	-11	6	-8	-34	-58	19	1	-8	-4	-17	-36
1953		80	95	86	68	60	54	-55	-30	24	74	111	74	38	4	62	-5	-39	-9	-38	-7	33	-13	-16	20
1954		92	97	50	39	99	50	0	-42	3	53	85	82	61	46	9	54	-22	-68	-88	-32	-17	-17	-6	-1
1955		85	142	87	98	52	68	103	38	48	59	86	180	-22	16	42	-3	-76	-60	35	70	24	-91	70	47
1956		124	76	64	99	62	47	-87	-44	52	74	109	45	13	56	20	-16	-12	-30	12	-40	49	120	-22	24
1957		-40	22	106	90	62	39	10	-27	34	114	102	102	39	18	-6	7	-17	-15	37	-3	-28	-7	24	44
1958		96	124	131	111	92	29	-5	-12	60	88	88	105	-38	-20	-28	-7	-32	-21	-33	-51	91	4	29	4
1959		68	57	31	53	72	28	26	7	46	82	78	90	22	37	14	8	9	-15	24	100	121	45	10	-25
1960		99	121	85	70	96	41	-31	-2	60	85	62	80	8	-17	41	-15	-34	-15	-23	-7	5	-25	-4	-5
1951-60		72	97	85	83	76	48	8	-4	47	77	92	85	17	18	16	-6	-30	-33	-10	-7	9	0	6	8

		第 3 波												第 4 波											
年	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		1951		166	163	230	211	104	95	139	-12	108	95	139	160	170	304	261	233	152	260	243	199	148	39
1952		200	176	154	44	176	125	138	143	178	78	171	185	96	172	103	149	157	268	239	252	199	194	227	183
1953		140	134	100	185	82	96	-30	14	85	55	81	106	128	160	86	263	186	309	188	123	122	76	56	157
1954		176	114	170	201	34	3	10	56	18	79	100	195	104	182	33	142	266	298	237	289	261	191	212	195
1955		102	205	172	120	40	36	69	62	45	-51	162	170	306	221	180	120	198	102	83	299	229	165	88	96
1956		233	172	112	173	99	18	130	117	92	122	142	134	103	157	134	200	179	261	168	223	281	125	157	116
1957		145	215	118	111	89	128	-20	118	199	110	102	150	31	304	36	206	206	225	152	221	205	91	253	162
1958		165	159	173	143	111	124	77	42	61	81	109	130	165	178	50	204	263	237	245	209	9	131	103	184
1959		195	110	73	146	109	72	6	48	88	89	133	41	135	85	81	222	167	365	136	376	90	97	259	118
1960		142	177	78	107	37	68	32	69	108	80	-17	142	238	294	64	168	55	168	268	228	144	178	224	218
1951-60		171	157	141	148	93	73	63	55	94	79	128	141	132	178	92	186	192	261	222	240	178	145	205	165

## 参 考 文 献

- [1] 王紹武, 气象学报, **33** (1963), 361—374.
- [2] 藤田敏夫, *Pap. Meteor. Geophys.*, **7** (1956), 7—28.
- [3] 荒井康, *J. Met. Soc. Japan*, **36** (1958), 46—54.
- [4] Woffinden, C. M., *Monthly Weather Rev.*, **86**(1958), 312—318.
- [5] Woffinden, C. M., *Monthly Weather Rev.*, **87**(1959), 196—205.
- [6] Погосян X. П., Сезонные колебания общей циркуляции атмосферы. *Труды ЦИП*, **1** (28), 1947.
- [7] 顧震潮, 气象学报, **24** (1953), 66—99.
- [8] 叶篤正, 陶詩言, 李凌村, 气象学报, **29** (1958), 249—263.
- [9] 朱抱真, 刘瑞芝, 紀立人, 动力气象论文集, 科学出版社, 1961, 38—64.
- [10] 刘匡南等, 气象学报, **27** (1956), 219—242.
- [11] 陶詩言, 陈隆勋, 气象学报, **28** (1957), 234—247.
- [12] 叶篤正, 朱抱真, 气象学报, **26** (1955), 71—88.
- [13] 陈受鈞, 北京大学学报(自然科学), 1960, 85—91.
- [14] 陈受鈞, 肖文俊, 北京大学学报(自然科学), 1959, 231—236.
- [15] Hawkins, H. F. Jr., *Monthly Weather Rev.*, **82** (1954), 209—217.
- [16] 須田建, 朝仓正, *J. Met. Soc. Japan*, **33** (1955), 233—244.
- [17] 陈汉耀, 气象学报, **28** (1957), 1—12.
- [18] Dunn, C. R., *Monthly Weather Rev.*, **87** (1959), 275—282.
- [19] Johnson, A. I., *Weather*, **15** (1960), 185—196.
- [20] Gordon, A. H., *Weather*, **16** (1961), 3—12.
- [21] 陶詩言, 徐淑英, 气象学报, **32** (1962), 1—10.
- [22] Woffinden, C. M., *Monthly Weather Rev.*, **85** (1957), 53—61.
- [23] Stark, L. P., *Monthly Weather Rev.*, **88** (1960), 72—78.

## A PRELIMINARY STUDY ON THE CHARACTERISTICS AND EVOLUTION OF MEAN MONTHLY CIRCULATION, II ULTRA-LONG WAVES

WANG SHAO-WO

(*Department of Geophysics, Peking University*)

### ABSTRACT

This paper is the second report of a research project concerning the characteristics and evolution of the general circulation in recent ten years. The amplitude and the phase angle are calculated by means of 4-term harmonic analysis for the monthly mean 500 mb high along the 55°N and 35°N lat. from 1951 to 1960. According to the spectral distribution and phase angle, the seasonal variation of the general circulation is discussed. The conclusions are the following:

(1) There is a pronounced seasonal course in the change of amplitudes of first and third harmonic. But this seasonal trend of the first and third harmonic at same latitude is opposite. The seasonal trend of the first or third harmonic at 55°N and 35°N lat. is also opposite. No clearly seasonal variation is revealed for the second harmonic.

(2) The change of phase angle shows a regular seasonal course except for second harmonic at 55°N lat.

(3) The variation of spectrum from 1951 to 1960 shows that the seasonal variation is different from year to year, but the general trend is the same for all years.

(4) The characteristics of the spectrum of transitional seasons are clearly distinct from those of summer and winter, therefore the natural synoptic seasons may be clearly defined. The beginning and ending as well as the length and character of the seasons vary from one year to another.

(5) The weather anomaly in China has a close connection with the pattern of ultra-long waves in northern hemisphere. This may be shown by examples of July 1954 and 1959, as well as February 1957 and 1960.