

北半球500mb环流形势的年度预报*

朱和周 張先恭 李振华**

(中央气象局气象科学研究所)

提 要

本文根据北半球500mb月平均年际变高的分析,发现北半球大气环流的年际变化具有周期性的振动。从而提出了一个500mb月平均位势高度值的预报方程。即: $H_n = \bar{H} - \frac{1}{2}(H_{n-1} - H_{n-2})$ 。验证了四年的预报效果,平均相关系数为0.65。

一、前 言

大气中气压场有各种不同的振动现象存在,其中有两种最显著的为众所周知的周期是气压场的日变化和年变化。但是,无论日变化或者年变化,每日或者每年都不相同,这种差异正是表现出以日为单位的各种短期天气过程的各种特点,或者以年为单位的各种长期天气过程的各种特点。在短期预报方法中经常采用24小时变压或者变高作为预报对象。这样做是有好处的,一方面避免了日变化的复杂性,另一方面使预报的时效能延长到24小时以上。这种方法尤其适用于海拔高、地形复杂的地区,如青藏高原及我国西北和西南大部分地区^[1]。同样的理由,我们可以设想月平均气压场或者位势高度场的预报,也可以采用12个月变压或者变高(以下简称月平均年际变高)作为预报的对象,这样做也是有好处的,一方面避免了年变化的复杂性,另外一方面使预报时效能延长到一年以上。

本文的目的是要探索出大气环流年际变化的某些特点,再根据这些特点研究年度的长期预报方法,以便满足工农业生产大跃进以来所提出的要求。

我们分析了1954—1958年逐年一月和七月北半球500mb 60—40°N平均位势高度廓线和年际变化,分析了1951—1958年北半球500mb逐年的月平均年际变高图以及1954年以后欧亚范围的月平均年际变厚图(1000—500毫巴)等基本资料。根据我们分析研究的結果,发现北半球大气环流的年际变化是有规律性的,因而我们得到一种简单和初步的北半球500mb月平均图的年度的长期预报方法。经过四年历史资料的验证,获得了比较满意的结果。

二、北半球500mb月平均环流形势的年际变化

1. 北半球500mb 60—40°N平均位势高度廓线

为了便于说明问题起见,我们先分析一下北半球60—40°N 500mb 1954—1958年逐年一月和七月的月平均高度的变化情况。图1—2中有三种曲线:实线代表第一年的平均高

* 1959年10月26日收到,本文是“年度长期天气预报”一文里的一部分。

** 北京大学1958年毕业同学,曾参加本文部分工作。

度,虚线代表第二年的平均高度,点线代表前后两年间的高度差。

一月份,北半球 60—40°N 之间,除 1956 年外,每年都存在着三个平均槽和三个平均脊。槽脊的位置每年不同,有显著的东西摆动。其中比较稳定的是东经 140° 附近的平均

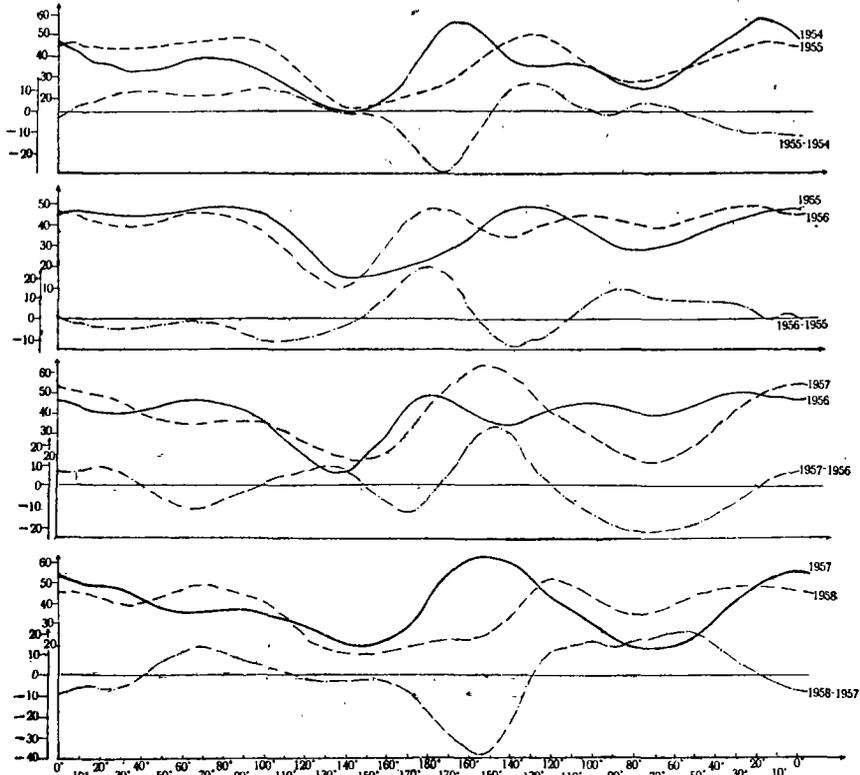


图 1 1954—1958 年一月北半球 500mb 60—40°N 平均位势高度廓线及其年际变化。

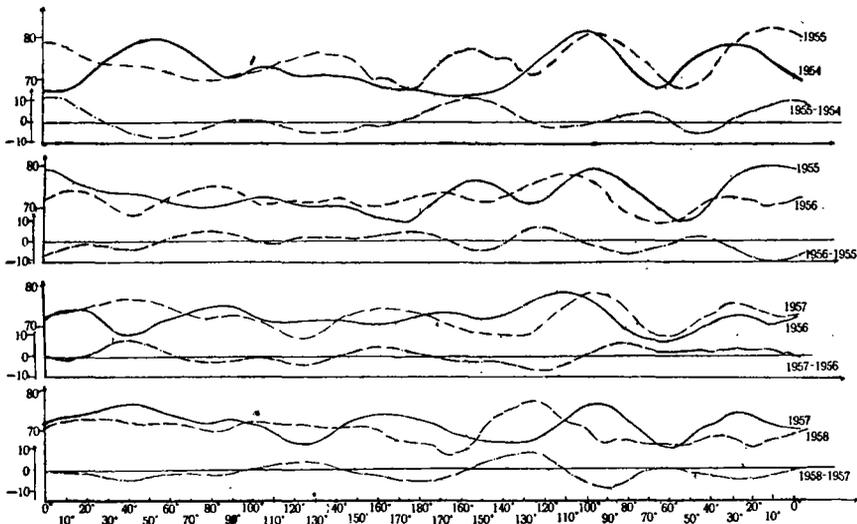


图 2 1954—1958 年七月北半球 500mb 60—40°N 平均位势高度廓线及其年际变化

槽, 摆动的范围没有超过 10 个经度。西经 80° 附近的平均槽也比较稳定, 摆动的范围也在 10 个经度左右。东经 40° 附近的平均槽位置变化最大, 摆动的幅度约占 30 个经度。脊的位置变化以西经 10° 附近的脊比较稳定, 东西摆动振幅约 10 个经度, 东经 70° 附近的脊约 20 个经度, 西经 120° 附近的脊约 35 个经度。1956 年西经 140° 附近多出现一个平均槽, 槽的上下游各出现一个平均脊, 因此 1956 年北半球 $60-40^{\circ}\text{N}$ 之间平均槽脊各 4 个。平均槽脊的强度每年变化亦不同。以东经 140° 附近的槽变化最小, 相差最大时(1956—1957)不过 100 位势米。西经 80° 附近的槽变化大, 最大时(1956—1957)到 200 位势米。东经 40° 附近的槽的变化在二者之间, 最大时(1954—1955)到 150 位势米。其它两个平均脊的变化不超过 100 位势米。前面已经提到 1956 年的例外情况, 1956 年西经 140° 多出现一个槽的地区; 到 1957 年这里出现了一个强度最大的脊, 1956 年西经 80° 附近的平均大槽极不显著, 但在 1957 年这里出现了强度最大的平均槽。从这些平均槽脊的每年的位置和强度的变化来看, 可以看出北半球大型环流互相调整的初步情况。我们再比较一下图 1 中点线的分布情况就很容易发现一个有趣的现象。每相邻两条点线之间显然存在着相位相反的关系。沿纬圈的分布也有三个高点和三个低点。高点和低点的位置也是每年有东西的摆动, 振幅都在 30 个经度以上。变化最大的地区是在东经 140° 和西经 80° 两个平均大槽之间, 主要地区是在太平洋上。更值得注意的是在东亚平均大槽的上游, 每年都处于比较平直的西北气流控制之下, 好象十分稳定, 但在仔细分析以后, 这样的平直气流每年都有周期性振动现象存在。这种情况不难从图 1 中实线和虚线相互位置的变化, 或者相邻两点线的位相变化看出来。这种情况的存在不仅限于一月, 整个冬半年都是如此。

七月份, 北半球 $60-40^{\circ}\text{N}$ 平均槽脊的分布比较冬季复杂。一般是北半球有 4 个平均槽和 4 个平均脊。以西经 60° 的平均槽和西经 100° 的平均脊最显著。东经 80° 附近的槽和东经 55° 附近的脊虽也存在, 但变化很大。在平均槽脊显明的地区东西摆动的现象也最明显。值得注意的是, 相邻两点线之间的相位差同样是存在的, 只是比较冬季的变化微弱而已, 读者参阅图 2 就可一目了然, 这里不多叙述。

根据以上的分析, 我们对于北半球大型环流的年际变化可以得到以下的初步看法:

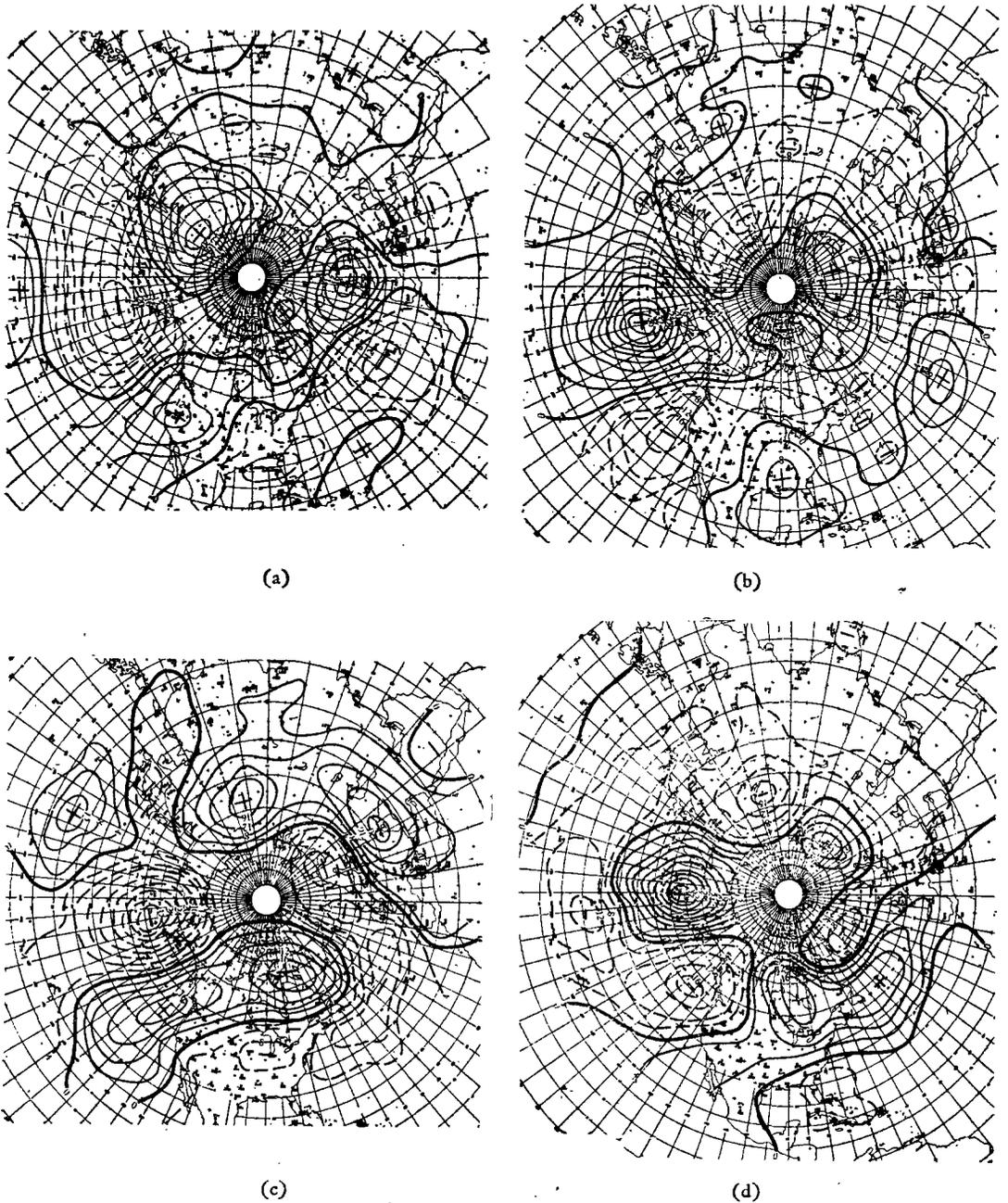
- (1) 北半球环流形势的年际变化是北半球平均槽脊的位置和强度变化的结果。
- (2) 北半球大型环流年际变化最显著的一个特点, 是具有两年周期性的振动。
- (3) 北半球大型环流两年周期变化最显著的地区是在太平洋上。北美大陆的变化比亚欧大陆的变化显著得多。

以上是北半球 500mb 一月和七月 $60-40^{\circ}\text{N}$ 之间的环流形势变化的平均情况。

2. 北半球 500mb 月平均年际变高的两年周期

为了了解北半球 500mb 每年逐月平均环流形势的年际变化, 我们分析了 1951—1958 年八年的各月的 500mb 月平均图, 分析了各相邻两年各相应月的变高图, 正如前面提到过的, 年际变高已过滤掉季节变化, 所表现的是长达一年以上的长期天气过程的变化特点。我们发现, 北半球 500mb 月平均年际变高图上大范围的正负中心, 前后两张图上出现的符号相反。这种现象正如我们在 24 小时变高图上所看到的现象一样, 一个正(负)变高中心在

24 小时以后为一个负(正)变高中心所代替,不过这种相反的现象在月平均年际变高图上表现得明显些(图 3 是 1953—1958 年一月的年际变高图)。我们曾就亚欧地区(30° — 150° E; 15° — 65° N)范围内做了统计,从 1951—1958 年 84 个月平均年际变高图上前后出现符号相反的关系如表 1 所示。由表中百分数可见,亚欧地区相邻两年对应月年际变高符号相反的平均百分数是 75% (包括第一年为零,第二年为正或负的情况在内,约占总数的 10%)。符号相反的关系最显著的是在高纬度和中纬度,低纬度(30° N 以南)要差些,



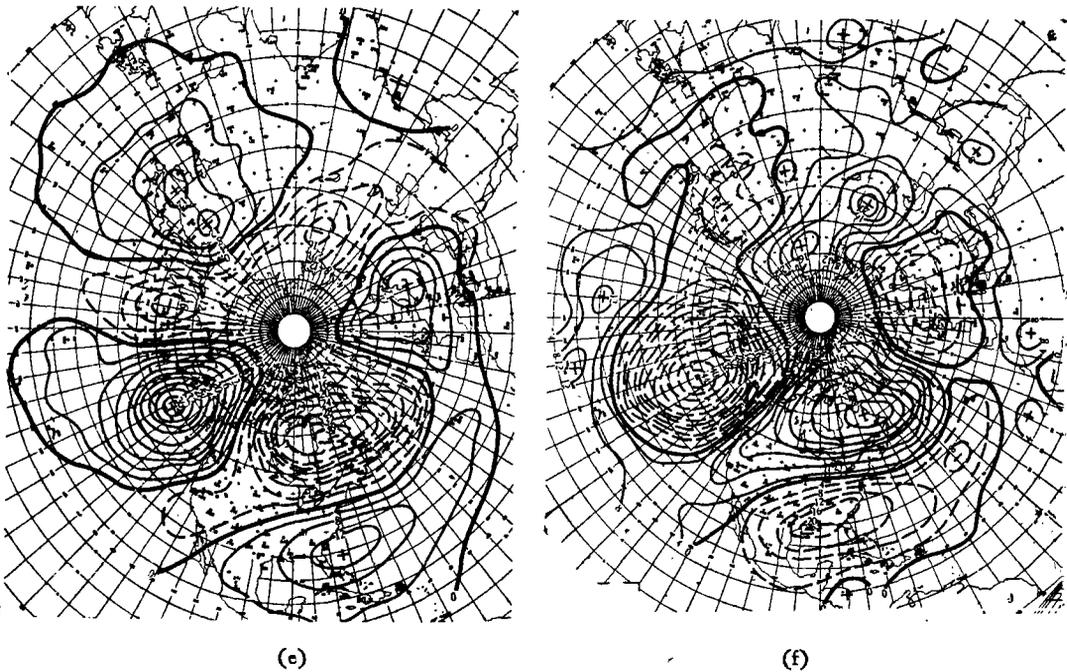


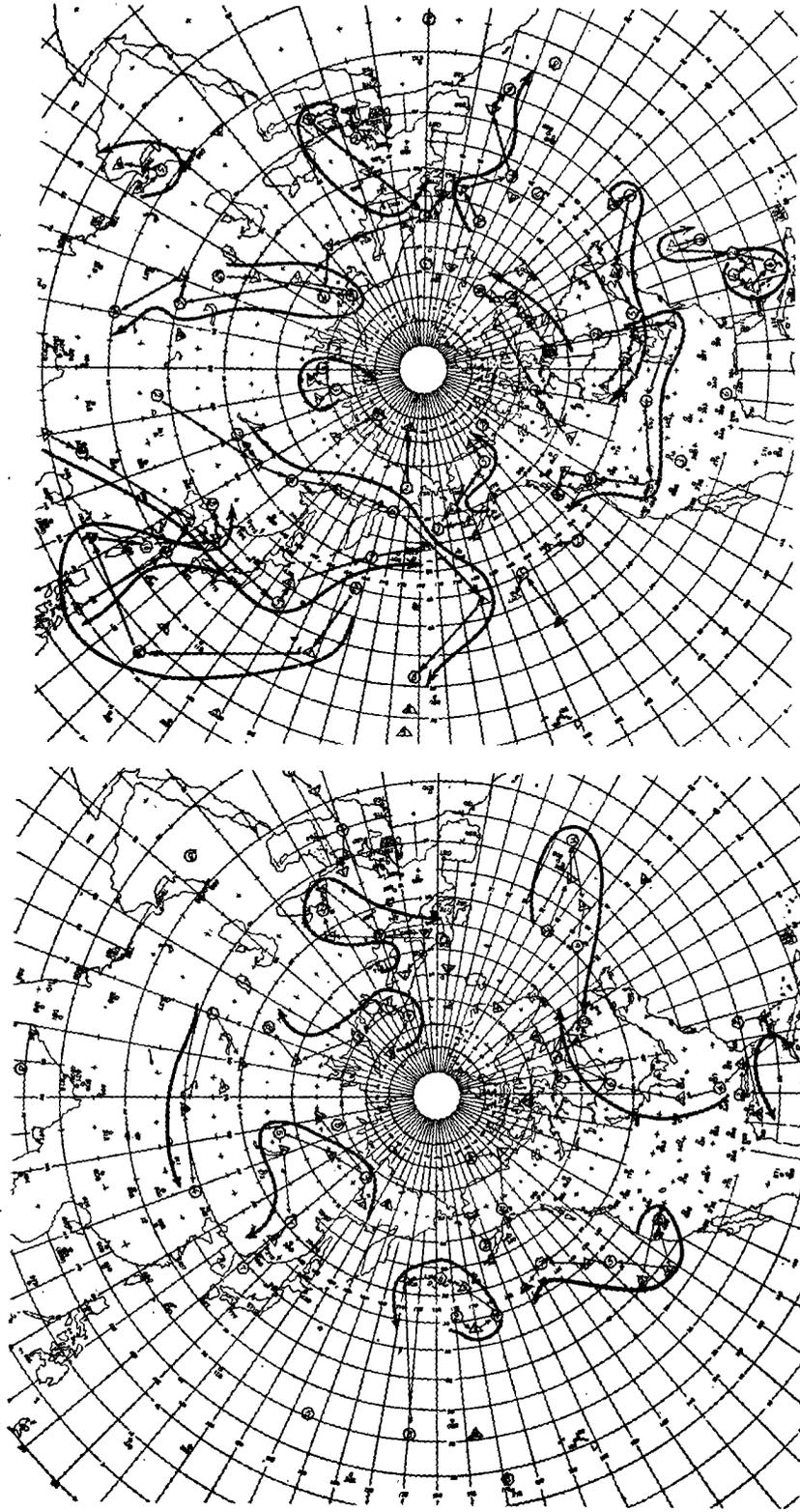
图3 1953—1958年1月500mb月平均年际变高图

表1 30°—150°E; 15°—65°N范围内月平均年际变高
相邻年符号相反的百分数

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
符号相反的百分数	77.8	65.6	73.2	76.8	78.3	74.2	78.0	77.2	77.0	76.5	73.4	78.5	75.5

强度变化也是如此。一般情况是亚欧大陆除西欧外不如北美大陆显著,大西洋不如太平洋上显著。如果以上的统计包括全北半球,结果所得的百分数应该更高些,这在以后还要提到的。

这种大范围的两年周期性的振动现象是带有全北半球性质的。从我们已有的资料中(1951—1959)都发现这个现象的存在。最近我们看到了别林斯基的工作^[2],苏联学者对于欧洲大陆气旋与反气旋强度的统计也发现有两年周期。别林斯基的工作包括有1946—1952年的资料,其中有我们没有用到的五年资料。因此,我们设想就北半球范围而言两年周期性的振动可能是大气环流年际变化的常见的特点之一。别林斯基在1946年的工作中^[3],曾经统计了北半球40年逐月气旋和反气旋的强度资料,可惜我们没有这个文献来做一些验证工作。根据我们分析了四年的欧亚范围的厚度图(500—1000mb),也发现同样的现象。月平均年际变厚与月平均年际变高分布相似,变厚中心强度一般都小于变高中心强度。由此可见1000mb的月平均年际变化也同样有两年周期性的振动。变高中心的符号与500mb上变高中心的符号是一致的,也说明这种振动在对流层下半部空气柱内是一致的。换一种说法,对流层下半部平均温度的变化也有两年的振动现象。根



(b)

图 4 北半球 1952—1958 年 1 月(a)和 7 月(b) 500mb 实际变高中心軌跡图
图中：○ 表示正变高中心，△ 表示負变高中心，中间数字表示年份；

(a)

据我們分析了五十年中国地区月平均温度和七年的月总降水量也发现有两年周期性的振动現象。楊鑑初在分析单站的温度年际变化时也曾发现过两年周期^[4]。

根据前面的統計,两年周期性的振动在亚欧部分地区出現的平均为 75%。还有 25% 沒有这种現象。在仔細分析了逐年各月的平均年际变高之后,发现各正負中心区不是固定在一个地区而是在緩慢地移动。在移动过程中有的中心会消失,有的中心会新生,因此在局部地区有时不能发现两年周期性的振动現象。我們如果将同一時間的前后相应的正負中心位置点在一張图上,然后将各中心連結起来,用箭头表示移动的方向。发现这些中心移动的軌跡,在一定的范围内,沿着某种方向移动。图 4 (a)和(b)是一月和七月的变高中心軌跡图。从图上可以看出以下几个事实:

(1) 同一地区有一个以上軌跡同时出現时,移动方向是一致的。

(2) 各种軌跡有的是南北向,有的是东西向,但是南北之間似乎有一个分界綫,这条分界綫大致在 30°N 左右。南北中心的軌跡好象各自成一系統,越过这一界綫的不多見,东西方向上也似乎有一定的范围,但不如南北分界綫明确,各月亦有所不同。一月份大陆东岸的軌跡只限于南北狹长的地区,七月份美洲大陆 30°N 以北的軌跡只限东西狹长地区,根据現有的資料,我們还没有发现一条軌跡是橫穿亚欧大陆或者橫渡太平洋的。至于繞半球一周的軌跡是沒有的。所以正負变高中心活动的范围是有一定的。各月情况各不相同。

(3) 中心移动的方向与平均气流的方向似乎联系不起来,有許多軌跡是由东向西,正好与平均气流的方向相反。

(4) 变高中心的强度有时变化很大,当强的中心出現后,往往能維持一段时期才减弱。在軌跡图上可以看出这样的事实:当前一張图上的两个符号相同的中心在下一張图上会合时,中心强度会显著的升高或降低。如 1957 年 1 月巴芬島附近的 -360 位势米的中心就是由原来在巴芬島的 $+160$ 位势米和在紐芬兰的 $+140$ 位势米合并而成的(参看图 3(d), (e)); 当前一張图上一个中心在下張图上分裂为两个中心时,强度就会减弱,如 1955 年 7 月在斯堪的那維亚半島附近的 $+240$ 位势米的中心,在第二年向东分裂了一个 -100 位势米的中心,而原来的中心减弱为 -160 位势米(图略)。

以上这些分析,說明了北半球大气环流存在着两年的自然周期性的振动現象,这种振动不是駐立波,而有緩慢移动过程,活动的范围是有地区性的。关于发生这种周期性振动的物理原因目前还不清楚。根据太阳活动有 2.2 年的周期現象,別林斯基的研究认为大气两年周期是与太阳活动的半周期有关。日本高桥浩一郎也分析出太阳活动有 4 年的周期^[5]。大气中的两年周期变化可能与太阳的活动有关。我們知道太阳活动的周期是很多的,例如众所周知的 11 年的周期,27 日的周期已經被用来解释气候变化和长期預报的依据^[6]。分析太阳各种活动的周期与以半球为范围的大气变化結合起来,对于今后长期預报方法的研究会有帮助。

两年周期現象的存在,說明大气环流在外界因素的影响下出現了长期的緩慢的調节过程。大气环流长期发展的过程是趋向于某种平均状态,但是接近平均状态的可能性并不大,永远圍繞着平均值上下振动,这是大气环流年际变化的一般規律。因此大气环流特殊反常的持續性是不长的。例如大陆东岸夏季副热带高压位置的偏北或者偏南,对于大

陆东岸各地的水旱情况有极密切的关系。图 5 (a)和(b)是 500mb 140°E, 80°W 7 月份平均急流位置变化的情况。急流的位置代表副热带高压的北界的平均位置。1953、1955 年的位置偏北, 1954、1956 年的位置偏南。两地都以 1955 年的急流较强。与之相应的月

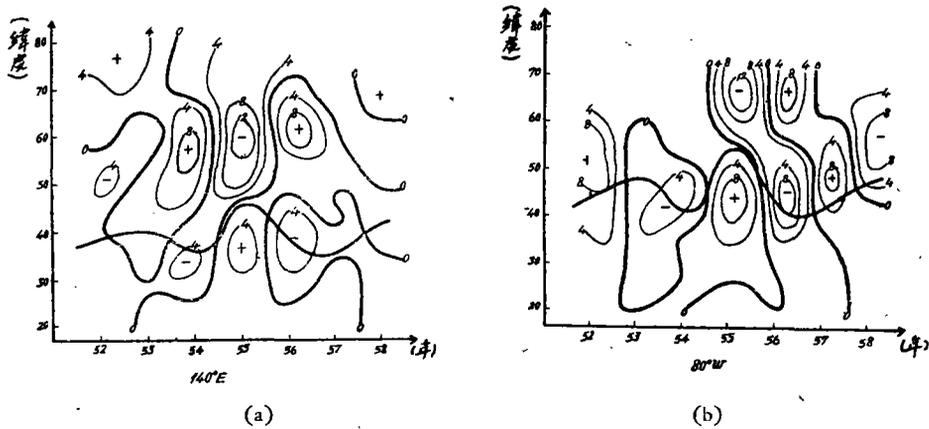


图 5 1952—1958 年 7 月 500mb 140°E(a) 和 80°W(b) 年际变高和急流位置逐年变化

平均年际变高图上(参看图 5)在急流以北的变高与急流以南的变高符号正相反。140°E 和 80°W 处 1955—1954 年北方是负变高, 南方是正变高, 1956—1955 年北方是正变高, 南方是负变高。所以 1955 年气压梯度最大, 急流强度也大。可见急流位置的南北摆动、急流强度大小的变化, 与月平均年际变高中心的周期性的振动是分不开的。从位势高度梯度的增加和急流加强的事实来看, 动能与位能是同时增加的; 相反, 是同时减小的。所以高度场的周期性的振动可能是产生这种事实的主要原因之一。我们在前面已经提到 1956 年在西经 140° 附近新生一个平均槽的问题, 在分析了月平均年际变高图后, 发现在 1955—1954 年的变高图上西经 140° 附近有一个正变高中心, 中心强度是 150 位势米, 按照两年周期的振动规律, 在这里的下一变高图上有可能出现一个负中心。事实也正是如此, 虽然中心强度只有 90 位势米, 已经能产生一个低槽。同时, 在西经 80° 附近是由一个负中心变为一个正中心的过程, 因此原有的平均槽变得不显著了。

3. 北半球 500mb 月平均年际变高的分布

北半球 500mb 月平均年际变高正负区的分布基本形式有三种: 经向分布, 纬向分布和东北—西南向分布。为此, 我们曾就欧亚大陆东岸和美洲大陆东岸做了一个初步的比较。表 2 为 1951—1958 年逐年各月 80°W 与 140°E 的对称情况, 正号代表对称, 负号代表不对称。从表中可以看出, 对称的情况约占 60%, 不对称的情况约占 40%, 对称的情况比较占优势。根据逐月的情况来看, 5 月间不对称的情况居多, 6 月份对称情况占优势, 9 月份起不对称的情况增加, 至 12 月最多。原因可能是 5 月间极地冷空气的活动和南方暖空气的活动只限于部份地区, 5 月以后, 热带暖空气活动是带有半球性质的, 所以又恢复对称的形势。9 月份起, 热带暖空气有开始减弱的趋势, 已出现不对称, 但 9、10 两月比较多变, 11 月份起不对称情况才占优势, 12 月份达到最高点, 可见这时的冷空气活动在两

表 2

年 份	月 份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1952—1951	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-
1953—1952	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
1954—1953	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+
1955—1954	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-
1956—1955	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-
1957—1956	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
1958—1957	+				-	+	+	+	-	-		

处大陆东岸是有不同的。到一月份,极地冷空气活动范围扩大,才恢复对称的优势。如果以上的分析是正确的,我们可以得出这样的看法,极地冷空气活动的相对的增强或减弱,从部份地区发展到东西半球相同,需要的时间长;热带暖空气活动相对的增强或减弱在半球上是一致的,需要的时间短。由此可见东西半球一致的特殊反常的年际变化发生在1—4月和6—8月的可能性多些。5月、11—12月的可能性比较小。

我们对于大陆东西岸月平均年际变高的分布也作了一些比较,结果如下:

欧亚大陆东岸纬向分布全年占51%,10—5月占57%;西岸经向分布全年占60%,10—5月占65%。北美大陆东岸纬向分布全年占71%,10—5月占76%;西岸经向分布全年占72%,10—5月占76%。这说明大陆东岸月平均年际变高的分布以纬向居多,而以冬季最显著。北美大陆比欧亚大陆要显著得多;大陆西岸的情况正相反,以经向分布居多。这种分布情况又是与北半球500mb急流位置的分布有关。根据我们用地转近似计算1951—1957年1、4、7、10四个月的等风速线图(图略),北半球冬季急流的分布一般是接近大陆西岸时分支,离开大陆东岸时汇合。分支处与月平均年际变高多经向分布,汇合处与月平均年际变高多纬向分布是一致的。因此从月平均年际变高的周期性的振动也可以推断急流的强弱变化。

以上的这些分析还是很初步的,我们对大气环流与长期天气过程的特点需要进一步深入研究。我们已利用月平均年际变化的周期振动现象,找到一个初步的长期预报方法,这一方法已在兰州中长期会议中提出了初步报告,下面将详细叙述这个方法以及试验的结果。

三、北半球500mb月平均环流形势的长期预报

根据月平均年际变高有周期性变化的特点,使我们有可能研究长达一年以上的长期预报方法。要做某一个月的500mb平均环流形势的预报,可以采用前一年同月的平均图做初始场,再加上具有两年周期变化的月平均变高值,这与那麦斯制作700mb月平均图预报方法相近似^[7],不过那麦斯是用上一月的平均图作初始场加上定值的变高,他考虑的是季节的变化,而且假定季节变化是不变的。结果是预报时效短,准确率也不高。我们避免了考虑季节变化的复杂性,又找到了年际变化的一些特点,所以在制定预报方程时有了一定的依据。简单的预报方程可以写如下式

$$H_n = H_{n-1} + \alpha(H_{n-1} - H_{n-2}), \quad (1)$$

式中 H_n 是预报的月平均位势高度; H_{n-1} 、 H_{n-2} 是前一年和前二年同月的月平均位势高度; 根据两年周期变化的特点, $(H_n - H_{n-1})$ 应该与 $(H_{n-1} - H_{n-2})$ 符号相反, α 值应是负值. 在试验中, 由于月平均年际变高中心有缓慢的移动, 中心强度也有变化, α 值实际不是一个常数. 我们曾用 5 个经度和 5 个纬度的网格求得各月历年平均 α 值代入(1)作预报, 结果是槽脊的位置比较接近实况, 但是槽脊的振幅和强度比实况大. 如果槽脊的位置与实况有较大差异时, 结果就更不好. 为了改正强度偏大的问题, 我们改用 500mb 的准平均图^[8]为初始场, 因为我们分析了七年的欧亚范围的各月距平图, 也发现有两年周期性的振动现象, 不过有时不如月平均年际变高显著. 我们假定月平均位势高度 H , 是由同月的准平均位势高度 \bar{H} 和具有周期性的扰动 H' 两部分所组成的. 并且假定 H' 只是具有两年周期变化的单一波, 也就是

$$H' = A \sin \Phi \cos \pi t, \quad (2)$$

式中 A 是振幅; Φ 是相位角; t 是时间, 以年为单位. 预报方程可写为

$$H = \bar{H} + A \sin \Phi \cos \pi t. \quad (3)$$

在一个周期内只有三个数据, 我们可以用前两个数据 H_1 、 H_2 决定 $A \sin \Phi$, 由此可以计算出第三个数据 H_3 . 令

$$t = 1, H_1 = \bar{H} - A \sin \Phi; \quad (4)$$

$$t = 2, H_2 = \bar{H} + A \sin \Phi. \quad (5)$$

由(4)和(5)消去 \bar{H} , 得到

$$A \sin \Phi = \frac{1}{2} (H_2 - H_1). \quad (6)$$

代入(3)式可求得 H_3

$$\begin{aligned} H_3 &= \bar{H} + \frac{1}{2} (H_2 - H_1) \cos 3\pi \\ &= \bar{H} - \frac{1}{2} (H_2 - H_1), \end{aligned} \quad (7)$$

在一般情况下, (7)式可改写为

$$H_n = \bar{H} - \frac{1}{2} (H_{n-1} - H_{n-2}), \quad (8)$$

H_n 是预报的月平均位势高度, H_{n-1} 、 H_{n-2} 是前一年和前两年的月平均位势高度. 这一预报方程说明利用已知的月平均的年际变高, 就可以预报出下一年的月平均位势高度值. (8)式右边第二项前面是负号, 表示未来的月平均距平是与前两年月平均年际变高的符号相反, 强度只有二分之一. 利用这个方程计算时非常简便. 我们计算了 1955—1958 年逐月亚欧 500mb 月平均预报图. 四年的历史资料的验证结果, 预报的变高与实际变高的平均相关系数为 0.65, 可能误差为 ± 0.04 (相关系数统计的范围如图 6—7 中的花线部分). 四年各月的相关系数可参看表 3. 其中相关系数最高的达到 0.95 (1957 年 11 月), 最低的是 -0.004 (1955 年 9 月). 四年各月的平均相关系数说明一年中有两个高点出现在 5 月和 12 月, 有两个低点出现在 4 月和 9 月, 以 9 月为最低, 平均为 0.47. 如将相关系数按季节平均, 如表 4.

表 3

相关系数 年份	月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
1955		0.83	0.84	0.49	0.69	0.93	0.54	0.82	0.09	-0.004	0.42	0.80	0.94	0.62
1956		0.73	0.53	0.66	0.45	0.60	0.79	0.32	0.83	0.59	0.75	0.30	0.93	0.62
1957		0.68	0.60	0.77	0.70	0.67	0.89	0.82	0.64	0.79	0.45	0.95	0.91	0.74
1958		0.66	0.56	0.62	0.60	0.75	0.66	0.88	0.67	0.90	0.66	0.34	0.17	0.62
平均		0.73	0.63	0.64	0.61	0.74	0.72	0.71	0.56	0.47	0.57	0.60	0.74	0.65

表 4

季 节	春(3,4,5月)	夏(6,7,8月)	秋(9,10,11月)	冬(12,1,2月)
相关系数	0.66	0.66	0.55	0.70

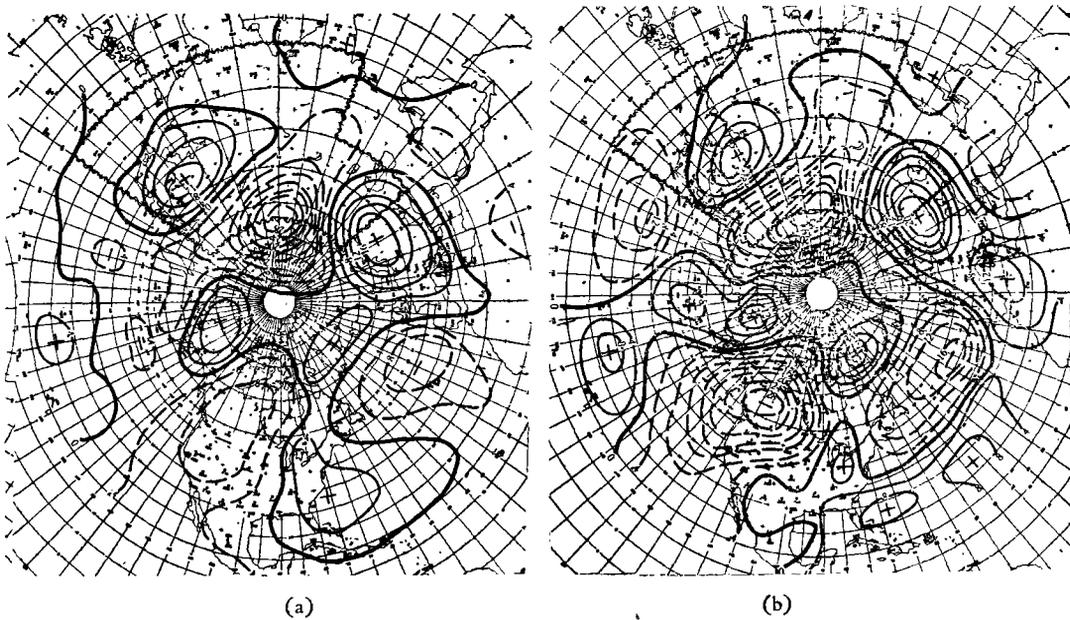


图 6 1957 年 11 月北半球 500mb 年际变高实测值(a)和计算值(b)

可见秋季最差,春夏相同,冬季最高。这种情况说明过渡季节大气环流每年变动很大,同时也证明在过渡季节中秋季比春季变化复杂得多^[9]。我们又分析了四年中各种相关系数出现的频率。相关系数大于0.8和小于0.6的出现频率各占29%,大于0.6的出现频率占71%。由此可见,这样的预报效果还是比较令人满意的。以上的试验只是欧亚部分地区的预报,如果应用到全北半球,平均相关系数可能要提高一些,因为我们试验的地区不是两年周期性的振动最显著的地区。在后面的实例中可以看得出来。

我們选了两个极端的实例来说明問題。1957 年 11 月是四年中预报效果最好的一个例子(图 6(a)和(b)),相关系数 0.95;1955 年 9 月是四年中预报效果最差的一个例子(图 7(a)和(b)),相关系数 -0.004。图 6—7 中的(a)是实况, (b)是预报变高。以上的相关系数只限于亚欧部分地区(图中画有花边)。1957 年 11 月欧亚大陆 30°N 以北出现两个正

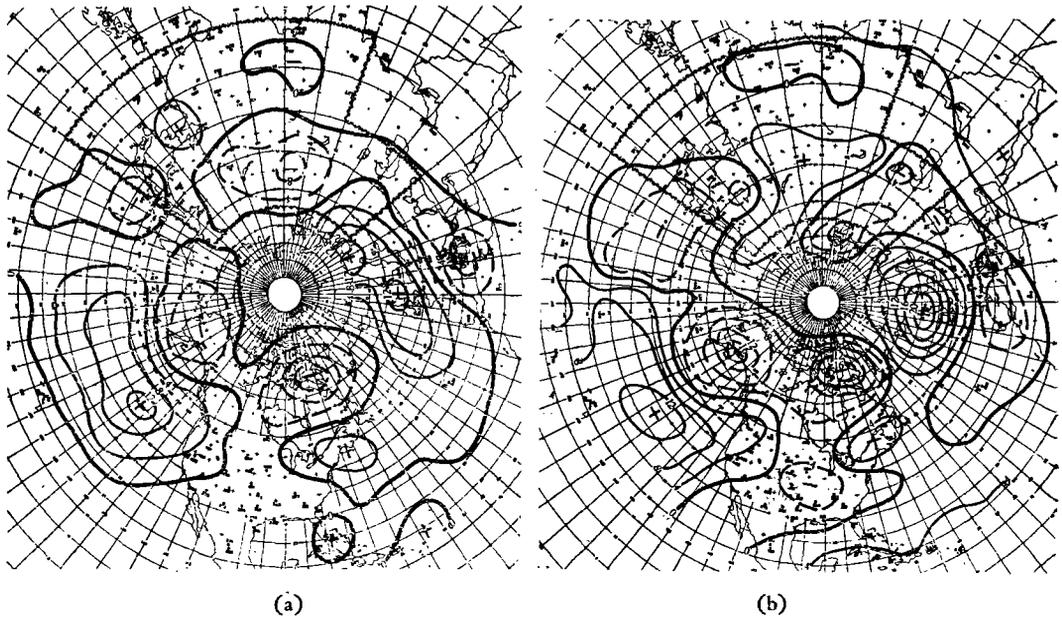


图 7 1955 年 9 月北半球 500mb 年际变高实测值(a)和计算值(b)

变高中心和一个负变高中心。在朝鲜半岛北部的正变高中心,实况与预报的强度都是 120 位势米,但实况的中心位置比预报的偏西约五个经度;在 $90^{\circ}\text{E}, 65^{\circ}\text{N}$ 的负变高中心,实况与预报的强度和位置都是一致的;在 $30^{\circ}\text{E}, 55^{\circ}\text{N}$ 的正变高中心实况比预报的位置偏西约五个经度,强度也十分接近,所以相关系数很高。如果就全北半球的实况和预报相比较,北美大陆及大西洋中部的负变高中心,格林兰附近的正变高中心,都预报出来了,位置相差也不大,但是强度比实况大到一倍以上。此外日本以东的负中心和地中海以西的正中心的预报情况相同。所以按北半球范围($70^{\circ}\text{N}-30^{\circ}\text{N}$)计算的相关系数是 0.82,比欧亚部分地区的相关系数降低了 0.11,但是结果还是不坏的。1955 年 9 月欧亚部分地区 40°N 以北的符号都报反了,相关系数是负值。在北半球其它地区各正负中心的位置基本上都报对了,但是 50°N 以北中心强度报得偏大,相关系数是 0.63,比欧亚部份地区提高了约 0.63。可见预报北半球比预报亚欧部分地区效果好得多。从以上两个实例可以看出两年周期性的振动是全北半球的现象,出现不规则的情况只限于局部地区。所以这一预报方法更适于做北半球的年度长期预报。

利用(8)式制作北半球 500mb 月平均环流形势预报,只是考虑了两年周期变化,关于振动中心有规则的位移没有考虑在内,有待今后进一步的研究。

本文承袁子兴同志帮助计算、王建辉同志帮助绘图,仅此致谢。

参 考 文 献

- [1] 成都中心气象台:西南高原地区等压线分析方法的探讨. 天气月刊, 1956年10月号.
- [2] Белянский, Н. А., *Использование некоторых особенностей атмосферных процессов для долгосрочных прогнозов*. Гидрометеониздат. 1957.
- [3] Белянский, Н. А.: Опыт установления индекса циркуляции атмосферы. *Труды НИУ ГУГМС*. сер. 5, вып. 14. 1946.
- [4] 楊鑑初:运用气象要素历史演变的规律性作一年以上的长期预告. 天气月刊, 1951年13期.
- [5] Takahashi, K. and Collaborators, *Studies on the seasonal weather forecasting*, (VI) *Pap. Met. Geophys.* 7 (1957), No. 4.
- [6] Эйгенсон, М. С., Гневнышев, М. Н., Оль, А. И. и Рубашов, Б. М., *Солнечная активность и ее земные проявления*. Гостехиздат. М, 1948.
- [7] Namias, J.: Thirty-day forecasting. A review of a ten-year experiment. *Meteorological monographs*, No. 6, 1953.
- [8] 陶詩晋:北半球500毫巴平均图. 中央气象科学研究所, 北京, 1957.
- [9] 叶篤正、朱抱真:从大气环流变化論东亚过渡季节的来临. 气象学报, 26 (1955), 1—2期.

МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ ГОДОВОГО ПРОГНОЗА ЦИРКУЛЯЦИОННОГО ПОЛОЖЕНИЯ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ 500 мб

Чжу Хоу-чжоу Чжан Сянь-гун Ли Чжэн-хуа

(Центральный Метеорологический институт КНР)

Резюме

В данной работе полагается, что среднемесячное поле изоллогипс соответствующего месяца от года в год будет прогнозировано так, как прогнозируется поле изоллогипс на 24 часа вперед методом краткосрочных прогнозов погоды. Такая постановка вопроса позволяет избегать сложности годового изменения с одной, и дать прогноз AT_{500} на один год и более с другой стороны. Для этой цели авторы прогнозировали среднемесячное поле изогипс AT_{500} января и июля в зоне 60—40 с. ш. и их изменения от года в год за годы 1954—1958. Анализ также был проведен по картам среднемесячных изологипс AT_{500} северного полушария от года в год за годы 1951—1958 и по картам среднемесячных изоллогипс OT_{500} . Евразии за годы после 1954 г.

Были получены следующие главные результаты:

(1) Изменение среднемесячного циркуляционного поля от года в год на поверхности 500 мб по северному полушарию является следствием изменений положения и интенсивности средних гребней и ложбин.

(2) Характерной особенностью в изменении макроциркуляционного поля северного полушария является двухлетняя периодичность его колебания (в 75% случаев). Такое периодичное колебание не связано со стоящей волной, оно видимо является следствием некоторых мало движных процессов. Двухлетнее периодическое колебание наблюдается не во всех районах северного полушария, а ограничивается некоторыми областями. Оно резко выражено над районами Тихого океана, и резче над северной Америкой, чем над Евразией.

(3) Возможно, что это колебание связано с периодичностью солнечной актив-

ности, а само колебание позволяет объяснять аномальное явление в развитии средних ложбин и гребней северного полушария.

(4) Двухлетний период имеет место также и в изменениях среднемесячной температуры и количества осадков в большом масштабе.

Распределение среднемесячных изоллогипс OT_{1000}^{500} аналогичен распределению среднемесячных изоллогипс AT_{500} . Однако интенсивность изоллогипс OT_{1000}^{500} меньше интенсивности изоллогипс AT_{500} . Отсюда и следует, что изменение высот поверхности 1000 мб также имеет двухлетний период, причём знак в центрах изоллогипс совпадает между собой на поверхностях 500 мб и 1000 мб, Это показывает на то, что указанное колебание имеет место во всех слоях нижней половины тропосферы.

(5) Как области положительных изоллогипс так и области отрицательных изоллогипс расположены главным образом зонально над восточными побережьями континентов и меридионально над их западными берегами. Такое расположение, повидимому, связано с положением струйных течений северного полушария, так как, там, где области изоллогипс зонально расположены, струйные течение, как правило расветляются, наоборот, там, где области изоллогипс расположены меридионально, струйные течение сходятся. Распределение поля изоллогипс относительно восточных берегов двух континентов симметрично в 60% случаев. Симметричность резче всего выражена в центральных месяцах зимы и лета.

Наконец, на основании двухлетней периодичности в колебаниях изоллогипс AT_{500} было предположено, что среднемесячная величина высоты поверхности AT_{50} в данном месяце составляет из двух частей: нормы \bar{H} и некоторого периодичного отклонения от нее H' . В связи с двухлетней периодичностью колебания H' можно её выразить в виде $H' = A \sin \Phi \cos \pi t$, которая представляет собой простую волну. В результате этого была получена формула для предвычисления среднемесячных величин высоты поверхности AT_{500} :

$$H_n = \bar{H} - \frac{1}{2} (H_{n-1} - H_{n-2}),$$

где H_n — средняя величина высоты поверхности 500 мб прогнозируемого месяца, H_{n-1} и H_{n-2} — средние величины высоты поверхности 500 мб соответствующего месяца в прошлом и позапрошлом годах.

Коэффициент корреляции между вычисленными и наблюдаемыми величинами высоты поверхности 500 мб в пределах Евразии по данным 4 лет составляет 0,65 и колеблется от 0,95 до -0,004. Он оказывается выше летом и зимой, и ниже в переходных сезонах. Самое низкое значение его имеет место осенью. Опыт показывает, что прогноз на весь полушарий значительно, чем на территорию Евразии. Поэтому данная методика выгодно применяется при составлении прогнозов на год вперед по всему северному полушарию.