

全国气象学会交流材料

关键区指数的阶段性 与陕西天气时段

陕西省气象学会

关键区指数的阶段性与陕西天气时段

省气象台预报室 王淑静

提 要

在预报工作的实践中，我们认识到天气的阶段性的客观存在着，而且也是中期天气预报的重要背景。但是如何比较客观的划分天气的阶段性的，又如何用天气的阶段性的来做中期预报，这是一个值得探索的问题。

从合成波的观点看，天气场上的长波槽脊是若干个主要谐波的合成波。可以认为：由于主要谐波成分的维持和变动，出现了环流变化规律的相似性和调查，形成了天气时段的维持和结束。

本文计算了1977年3—6月，北半球北纬60度空间谐波的变化，用1—3波合成波的主要脊线变化规律相似的特质（参看脊线位置），划分阶段，发现此阶段与陕西天气阶段性的有较好关系。为了简化繁重的计算工作，我们利用与陕西旱涝相关的键区指数 ΔH ，用~~它的~~时间序列作谐波分析，找出主要周期迭加，再用拟合~~的~~实测值~~的~~关系故下降到某一临界值（本文取 ≥ 0.05 ）作为~~未~~谐波变化的标志，用以划分阶段。经计算比较，用此方法~~对~~的指数~~的~~阶段性，与空间超长波（1—3波）的主要脊线在某~~些~~因~~素~~上~~的~~规律重建及~~建~~基本一致。

在同一时段内，欧亚地区，环流变化规律，冷空气路径变化规律，及天气变化规律都有一定的稳定性。

在同一时段内，用趋势期关键区指数的时间序列所作的谐波分析，进行外推或找出环流演变的相似规律，可以作为中期预报的依据。

一、关键区指数和陕西天气

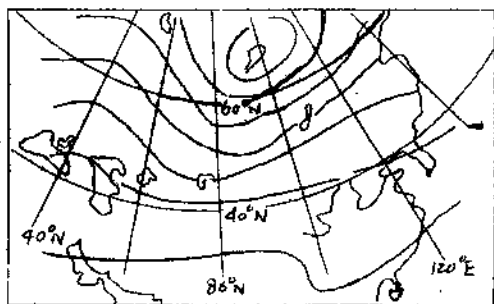
对春末、夏初、多、少雨阶段，进行五欧平均环流形势对比分析时，找出了多、少雨阶段差异最大的三个关键区——西伯利亚（ $80-100^{\circ}\text{E}$ 、 $50-60^{\circ}\text{N}$ ），里海（ $40-60^{\circ}\text{E}$ 、 $40-50^{\circ}\text{N}$ ），东亚日本海（ $120-140^{\circ}\text{E}$ 、 $40-50^{\circ}\text{N}$ ），并对这三个关键区的500毫巴高度做了简单组合即：

$$\begin{aligned}\Delta H = & \sum H \begin{matrix} (40-60^{\circ}\text{E}) \\ (40-50^{\circ}\text{N}) \end{matrix} \\ & + \sum H \begin{matrix} (120-140^{\circ}\text{E}) \\ (40-50^{\circ}\text{N}) \end{matrix} \\ & - 2 \sum H \begin{matrix} (80-100^{\circ}\text{E}) \\ (50-60^{\circ}\text{N}) \end{matrix}\end{aligned}$$

称关键区指数，此指数和陕西天气的关系根据1968—76年的统计，有80%的机率，下降阶段，全省日平均降水量的距平为正值是相对多雨的，上升阶段，全省日平均降水量的距平为负值，是相对少雨的。

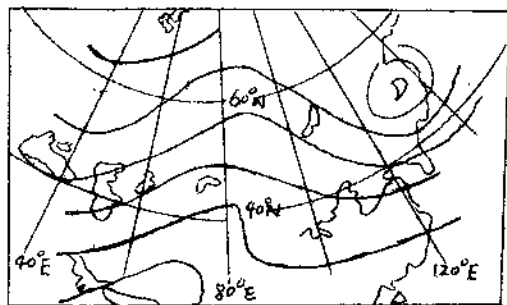
指数的升降高低和大环流形势是什么关系呢？综合了高低指数期，500毫巴环流形势得出：高指数期，欧亚地区是两脊一槽型或纬向环流，西西伯利亚关键区常被南下的深厚的极涡

控制，极涡底部的锋区南压到 55°N 以南，里海与日本海关键区，气流平直或被高压系统占据，见(查一)。低指做期，欧亚地区是两槽一脊型或经向环流，西西伯利亚关键区是一较强的高压脊，里海及东亚日本海关键区是较深的低槽，或切断低压。西风带南支急流被压到 35°N 以南，见(查二)。



(查一) 高指做期综合环流形势查

高指做转低指做的过程往往是极涡低槽南下，堆积在高纬的冷空气南侵的过程，它常给全带带来剧烈天气，造成强降雨，或大风，降温过程。低指做转高指做是



(查二) 低指做期综合环流形势查

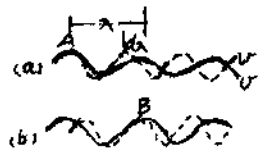
经向转纬向的环流过程，也是高纬度冷空气堆积的过程，在两槽一脊的形势下，西伯利亚关键区的高脊替换；常带来阵性降水——雷阵雨或冰雹天气，降水易偏小。

二、天气时段与对应的环流条件：

从预报业务实践上，我们发现，天气变化确实存在着阶段性，例如：一段时间盛行冰雹大风，一段时间晴雨交替，又一

长时间阴雨连绵，群众中也流传着久旱必有久雨等谚语，那么这种类似的天气过程为什么会在某一时段中相继重复的出现呢？从波动叠加的角度分析，在每日高空天气图上，那些瞬间等压面上的大槽大脊或称长波配置，就可以认为是若干个谐波的合成波，合成波的峰（谷）位移速度（即所谓群速度），以及槽脊的振幅（即所谓经向扰动能量），变化规律，可以认为是由组成这些合成波的各谐波的相速度和波长所决定的，如果组成合成波的各谐波不变，在等压面上将可以看到环流形势按一定规律变化的特点，这和“上游效应”，“下游效应”等所谓能量频散现象的道理类同，为简单起见，假设合成波由两个振幅相同的谐波组成，它们的波长分别为 λ ， $\lambda' = \lambda - d\lambda$ ，相速度分别为 V 、 $V' = V + dV$ ，（参三），表示在 t 时刻，

两波的相对位置、两者在波峰A处相合，合振动的最大值就在A处，假设 $V' > V$ 经过 Δt 时间，第二波越过第一波的距离恰等于 $d\lambda$ ，结果此两波将在B处相合，可见，合振动的最大值B处对第一波向前移



（参三）

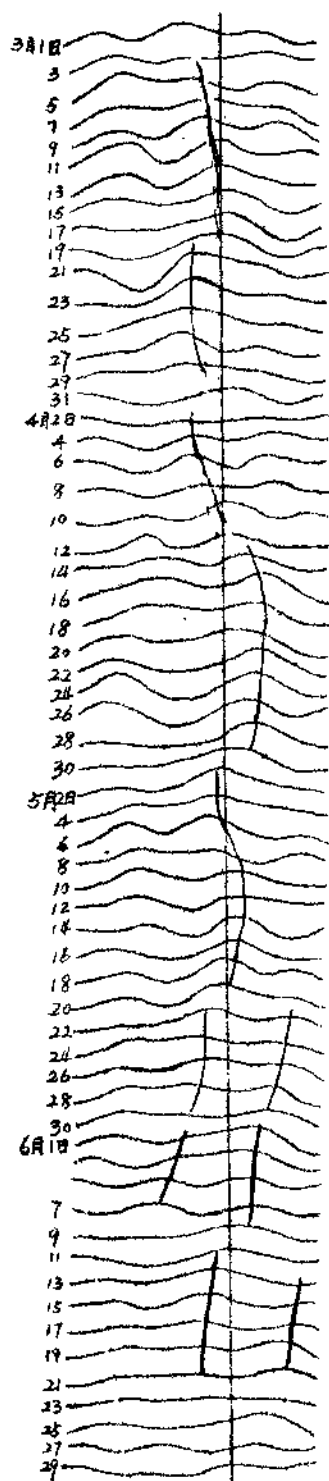
动了 λ 距离， $2\Delta t$ 后，必向前移动 2λ 距离，也就是合成波峰规律东移，从一个固定地区来看，当此波峰移去后，即将出现两波峰谷迭加，环流经向度减弱的现象，所以在亚欧地区，常出现环流的经向度有时相继发展，过几天又相继减弱为纬向环流等，这种变化将重复出现，直到组成合成波的主要谐波发生明显变化时为止。

我们将构成合成波的若干主要谐波的稳定时段，也就是环流形势按同一类似规律变化的时段称为一个天气时段，作为中期预报的重要背景。

三、和天气时段相对应的环流条件的表示方法：

按照上述天气时段的概念，我们作了1977年3—6月500毫巴北纬60度纬圈，逐日空间谱波分析，从1—3波合成波，欧亚地区主要长波脊（或超长波脊）的变化来看（参四），3—4月12日高脊主要稳定在西经20度到东经30度，在这中间长波脊有三次重建过程，3月5日—20日，3月21日—30日，4月1日—12日，各次发展变化规律相似，高脊均起始于 10° 、 20° W，东移发展，在 40° E以西减弱消失，4月13日—5月20日，高脊主要稳定在东经40—80度；共中长波脊有两次类似的重建过程，分别在4月13日—30日、5月1日—20日。5月21日—6月18日：经向度明显减弱，欧亚地区经常有两个强度相当的高脊，一个在西经20度以西，一个在东经80度以东，在这中间有三次重建过程，5月21—30日，5月31—6月9日，6月10—20

(W) 160 120 80 40 0 40 80 120 160 (E)



参四. 60°N 纬圈 1-3 波合成波连续图 -- 5 --

日。6月20日以后，经向度再次减弱，北半球主要长波槽移到东经90度以东，所以另划一段。

这四个阶段基本上反映了陕西天气阶段性的特点（详见下一节），但这种阶段性划分工作量大，而且不能直接用来预报，于是我们用别的办法探索，简化分析过程。

关键区指数反映了陕西天气起主要作用的长波槽脊配置特点，因此它对陕西天气有较好关系，而关键区指数本身又是北半球中高纬度长波配置的一种反映，它的时间变化在一定程度上反映了北半球中高纬度长波配置的变化。对关键区指数的时间序列进行谐波分析，应该可以发现造成北半球合成波变化规律的各主要谐波是否发生显著变化，因为：

当某段 t_1-t_2 中，北半球中纬高度场 h 和高纬高度场 H 分别存在几个主要谐波时： h 和 H 分别可表示为：

$$H = H_0 + \sum_{k=1}^n \left(AK \cos \frac{2\pi}{DK} \lambda + BK \sin \frac{2\pi}{DK} \lambda \right)$$

$$h = h_0 + \sum_{k=1}^n \left(ak \cos \frac{2\pi}{dK} \lambda + bk \sin \frac{2\pi}{dK} \lambda \right)$$

DK 、 dK 分别为高纬和中纬第 K 个谐波的波长， λ ，经度。

假如这些谐波分别以各自的相速度 U_k 、 V_k ，东移经过关键区，于是在各关键区的幅度时间序列上将有相应的反映，即： $60^\circ N-50^\circ N$ 关键区的高度 Z 和 $40^\circ-50^\circ N$ 关键区的高度 z 可以表示为：

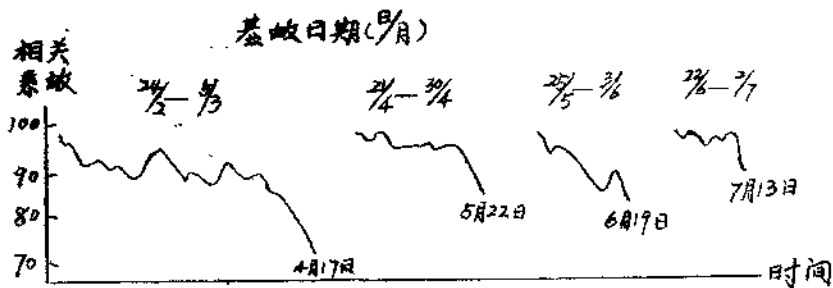
$$Z = Z_0 + \sum_{k=1}^n \left(AK \cos \frac{2\pi}{TK} t + BK \sin \frac{2\pi}{TK} t \right)$$

$$z = z_0 + \sum_{k=1}^n \left(ak \cos \frac{2\pi}{tK} t + bk \sin \frac{2\pi}{tK} t \right)$$

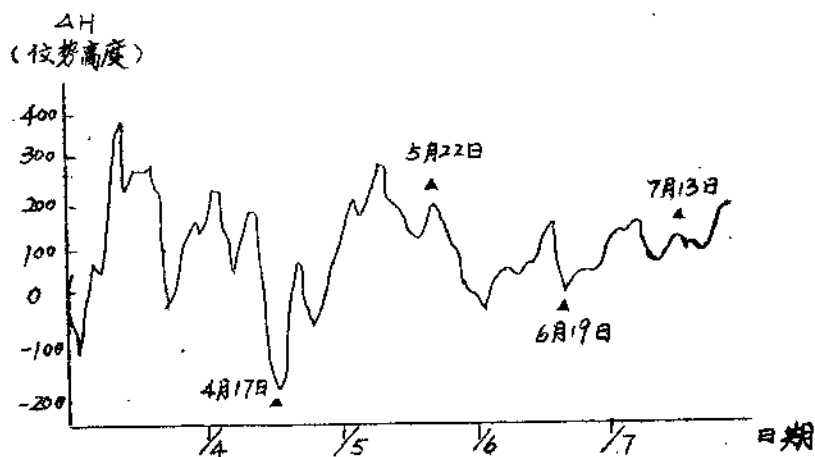
TK、tk 分别为高纬第 K 个谐波的周期， $TK \cdot UK = DK$ ， $tk \cdot vk = dk$ ，如果在 $t_1 - t_2$ 时段中某一时刻取 $t_1 + t$ 的一段时间对关键区指数 $\Delta H = z - \bar{z}$ 资料的时间序列作谐波分析，应该可以发现上述一些谐波，如果再用 $t_1 + t$ 时刻标出的谐波组合外推 Δt 时刻（当 $t_1 + t_2 + \Delta t < t_2$ 时）结果应和实际的 Δt 中 ΔH 变化一致，假如把资料延长 Δt 天重新作谐波分析，结果应不变。若在 t_2 时刻开始，控制合成波变化规律的主要谐波发生了显著变化（长波、波速），那么以后的合成波变化规律将明显有异于 $t_1 - t_2$ 时段，这时若用 $t_1 - t_2$ 分析出的谐波的组合去外推 t_2 以后时段的 ΔH 变化，必然不吻合，假如把 t_2 以后的资料和 $t_1 - t_2$ 时段的数据同样作为一个序列去作谐波分析，用数量有限的几个谐波来拟合这个序列，必然拟合率明显下降，这个现象的出现，就标志着新的天气时段开始了。

实际划分时段时，我们以 12 天为基数，以后逐次增加 2 天关键区指数作为时间序列，再逐次进行谐波分析，提取主要周期，迭加拟合，将计算谐波分析得的理论合成波和观测值的相关系数下降 ≥ 0.05 作为划分时段的标准。（这个临界值的选取是根据试验）。

根据上述方法，我们对 1976 年 11 月 15 日—77 年 11 月 15 日的关键区指数作了阶段划分，划出阶段 12 个，其中 2 月 23 日—7 月 13 日有 4 个阶段（叁五）（叁六）。即：2 月 23—4 月 17 日，4 月 20—5 月 22 日，5 月 24—6 月 19 日，6 月 21—7 月 13 日，用同期的空间谐波分析所划出的时段进行比较，发现两个基本一致，误差 2—5 天。



(查五) 相关系数的时间序列



(查六) 关键区指数的时间变化图 Δ 所划时段

四、计算实例的讨论

通过对1977年3—6月， 60°N 纬圈空间谐波的分析及关键区指数时间序列的谐波分析得出前述4个时段，现从天气学的角度分析各个时段的陕西天气特点：

1. 时段2月23日—4月17日

(1) 环流变化规律：这一阶段，如前所述北半球主要长波

脊在西经20到东经80度，并有三次重建过程。从逐日0—5波北半球合成波分析，相反高脊的重建也重复了三次类似的极涡南下东移过程，一般极涡从10—20°E南伸，底部的锋区可达50°N以南，每当它崩溃移去之时，极涡后部的长波脊也替换一次，并东移减弱。当最后一个长波脊移去60°E以东时，破坏了原来的规律，它不但不减弱，反而发展成一个强大的高压脊，于是本时段结束。

(2) 地西冷空气活动规律：由于冷空气活动路径度西风带急流控制，本时段在三次极涡重复活动的过程，冷空气路径也有相应的规律性，当极涡开始南下，锋区南压的时候，冷空气主体多在50°N以南活动（里海→巴湖→蒙古→我省），随着极涡的减弱北抬，主体东移，冷空气主体也偏北，多从乌山东南下，经蒙古人民共和国，由西北方侵入我省，与第二、三次极涡南下相应的冷空气活动规律，从定性角度看，也重复了第一次的过程，即冷空气主体活动路径逐次北抬。

(3) 天气特点：这个时段表征了从冬末转入春季的特征，从无雨雪转入晴、雨相间，雨量不大的少雨时段。

2. 时段4月20—5月22日：

(1) 环流变化规律：60°N纬圈，1—3波长波脊稳定在40—70°E，其中有两次脊的重建过程，在0—5波图上，由于高脊的稳定曾有三次极涡在脊前南下，最后一次极涡被切断在贝湖附近，21日主要长波脊退到0°E附近，原来的环流变化规律被破坏，又开始了新的时段。

(2) 地西冷空气变化规律：本时段由于长波脊维持在乌拉尔山附近，环流经向度大，冷空气主力多沿乌山脊前西北方向的急流南下，经西伯利亚、贝湖或北疆入河西侵入我省，本时段内，配合长波槽南下的冷空气主体，重复了三次上述路径。

(4月26—30, 5月9—12日, 18—22日)。

(3) 天气特点: 本时段具有春末相对多雨时段的特点, 由于冷空气多来自高纬, 所以几次相似的较强冷空气南侵, 都造成了大风, 强阵雨天气, 如4月30日, 5月12日, 5月22日。

3. 时段5月24—6月19日

(1) 环流变化规律: 本时段以贝湖低压被切断, 经向度在 60°N 纬圈以北明显减弱为标志, 北纬 60° 以南, 经向度很强, 并且主要长波脊在东经 70° 附近, 低槽多沿脊前南下, 并在贝湖以南被切断成低压, 这种规律重复了三次(5月29日、6月9日、6月19日)每次低压的建立, 60°N 纬圈的长波都伴有调整。

(2) 地面冷空气变化规律: 冷空气势力很弱, 主力多沿 50°N 以北东移, 仅有小股冷空气从蒙古人民共和国或河西被引导下来入侵我省。

(3) 天气特点: 本时段突出的表现了我省初夏干旱、少雨、多雹天气特点, 如5月27、29我省出现了两次范围较大的冰雹, 7—9、19日前后, 都有些小阵雨, 6月20日以前我省大部分地区降水易偏少8—9成。

4. 时段6月21日—7月13日

以西风带南支急流在 40°N 纬圈的建立以及 70° — 80°E 长波脊的消失, 付热带高压的北抬为标志, 开始了盛夏多雨时段(见卷四), 由于篇幅所限, 不再详述。

五、用关键区指数的阶段性作中期预报

1. 根据1974、75年5—6月份及1976年11月15日—77年

由于
部造成
自。

向度在
度很强，
并在贝
6月
即伴有

沿50°
被引导

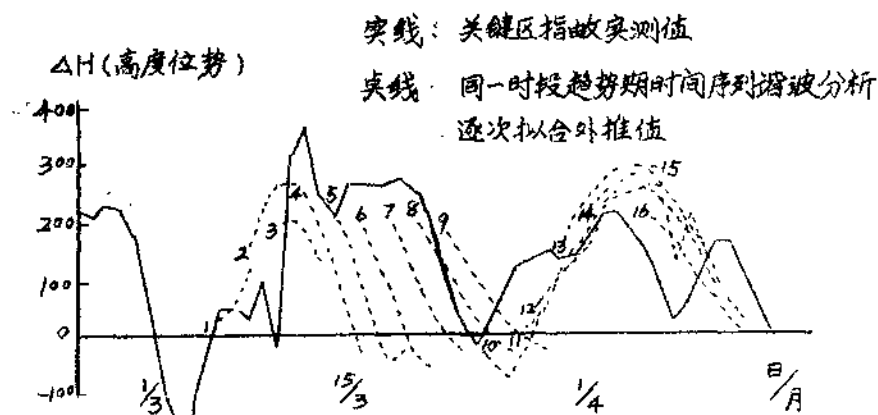
少雨、
的水雹、
大部分地

0°E长
时段

77年

11月15日，所作的时段划分统计：最短17天，最长57天，春、夏季一般在25天以上。

按照同一时段主要谐波不变，合成波的变化有一定规律的特点，以及一般时段在25天以上的统计事实，当新时段开始后取12天为时间序列的基数，以后每次续加2天，逐次分别进行谐波分析，提取三个主要周期，外推序列长的 $\frac{1}{3}$ 或10天报出关键区指数变化趋势，参攷北半球主要长波脊的变化，再根据指数升降与陕西天气的关系，作出1周到10天的预报（查七），由查可见，每隔两天一次的外推预报趋势和实测值的趋势，在同一时段内基本一致，在时段将结束的前几天预报趋势往往不对，所以采用这种方法作预报，比原来把不同的时段放在同一时间序列进行谐波分析，拟合外推，预报效果有了较大的提高，外推值不因序列长短发生位相变化。



(查七)

2. 根据指数的阶段性，找相似做预报

按照新时段的开端趋势，根据相似原理，如北半球主要长波脊的位置、演变规律，锋区位置和走向，经向度大小找相似，

做云本时段天气性质的估计，依据本时段内环流变化有规律性的原则，分析趋势期影响系统的移动路径，长脊方式，云槽规律，作云过程预报，再参考关键区指数升降趋势，做云10天内相对的多，少雨的转折性天气预报。

六、存 在 问 题

1. 由于关键区指数代表的是中、高纬度西风带的环流形势变化，所以不宜用它划分陕西夏季的天气时段。

2. 新时段开始后，利用趋势期的时间序列作谐波分析，找主要周期，拟合外推做预报的方法，仅适合长时段，对五天以下的短时段，仅有5天左右预报的参考价值。

3. 上述工作仅对1976年11月15日—77年11月15日做了关键区指数的阶段划分，其中仅重点讨论了1977年3月—6月分的4个时段的天气，有一定片面性存在。

参 考 资 料

天气分析和预报 378页

北京大学

参加本文工作的还有杜继穗、张天真同志。