

划分大型天气过程的一个客观标志*

张家誠 李 驥 狄揚波

(中央气象局气象科学研究所) (北京大学地球物理系)

提 要

本文提出了一个测度逐日(或周期间)行星锋带演变的简便参数——变化指数。这个指数不但能用以描绘周期内部变化的稳定度,而且还很好指示周期交替的日期,大多数比经验方法更有代表性。划分的结果表明在亚洲地区存在包括 2—4 个基本周期的综合周期,在一季内基本周期的长度并不是准常数,但相邻周期的长度差一般不超过 1 天。

自然周期是中长期天气预报的基本概念之一,最早是由苏联 Мультиановский 学派^[1]所提出的,德国鲍尔学派^[2]的大天气形势的概念与此十分类似,我国的研究(见文献[3])证明了在远东地区也有自然周期存在。一个自然周期基本上相当一个长波活动阶段,是大气过程的基本时段,我们将它称之为基本周期。

新疆维吾尔自治区气象科学研究所曾有人发现,常常有几个性质相近的基本周期组合为一个综合周期的现象,苏联 Мультиановский 学派也有类似的观点,他们认为在一个自然天气季中存在有两个时段,每个时段中大多数自然周期是相似的^[4],这样的时段的长度大致相近于综合周期的长度。

因此,基本周期,综合周期和天气季是一年长度以内大气活动最重要的三种时段,在本文里,只对前两种时段的划分问题提一些初步意见。

基本周期的客观划分问题有着十分重要的意义,不仅可以由此减少对长期过程分析中的主观性,而且也是对这种周期是否存在的必要论证。因此,在近年来,一些苏联天气工作者,特别是 Парава^[5]对此作了不少尝试。

苏联在客观划分周期方面主要在于探寻合理的定量指标,其中 Кац^[4]、Педь 等利用环流指数,Парава 则利用各种不同的相似指数^[5]。但这些指标都有明显的缺陷,例如,环流指数所包含的内容过于粗略,不能较具体地反映长波活动的特征。各种相似指数基本上只反映了两个场许多对相应点的总的相关程度,但是场内不相似区的分布问题未能表现出来,而这对场内构造是十分重要的。同时,这种指标不是将场内各点不分主次,以恒等的权重加以统计,便是固定权重,不辨条件地应用。对于复杂多变的天气形势未能确切反映,加上计算方法较为繁杂,应用也不方便。

在本文里主要根据 Храбров 锋区等高线的概念^[6],进行一些改进,并求出一个定量指标。由于锋带的形状一般表示了大规模高空气流的分布和地面天气系统发展和运动的条件,作为周期特征是适宜的,但是 Храбров 用固定数值的等高线代表一个季的锋带轴线

* 本文 1963 年 11 月 18 日收到。

的位置,在很多场合下常常是不适宜的,特别是在过渡季节初期和末期相差很大。但更为重要的现象是用一根固定的等高线,常常导致十分错误的概念,图 1 就是一个例子,图上甲乙是相继两天的情况,从锋带位置看来,两天基本是同样的,但对数值固定的 5440 位势米等高线看来,却经受了十分重大的变化。

为了克服这个缺点,我们采用变化数值的锋区等高线,例如在图 1 中,由于 5440 线不能代表锋带,便可改用 5360 或 5320 线。为了适应这个变化,我们不用 Храбров 的锋带综合图,而统计两张图之间的锋带位置变化指数(简称变化指数),作法如下:

1. 以 40° — 60° N 的锋带为主,所选的特征等高线要尽可能逼近最大地转风轴线,如有困难,则可略偏于上界。在急流不强的地区,特征等高线可以偏离锋带,但必须反映锋带的形状和主要系统的特点。对于进行比较的某两天说来,所选的特征等高线必须同一数值,而 n 和 $n+1$ 天的特征等高线可以不同于 n 和 $n-1$ 天的特征等高线。

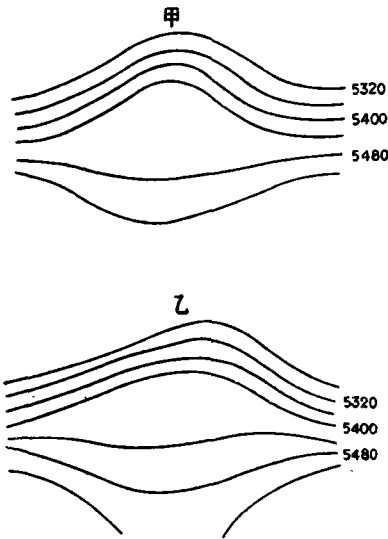


图 1 锋带与固定等高线的差别

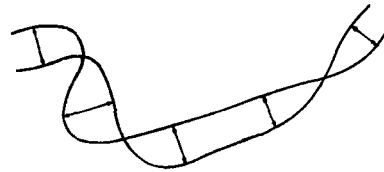


图 2 特征点的选取

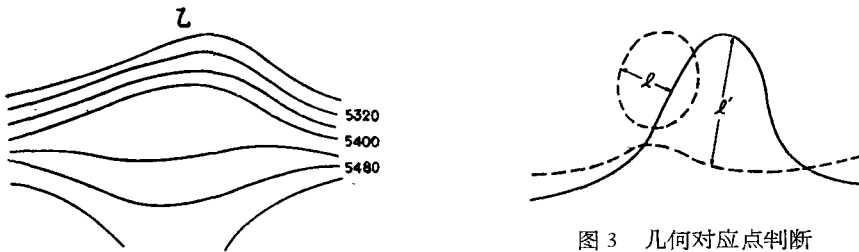


图 3 几何对应点判断

2. 在东亚自然天气区(60° — 140° E, 共 80 经度)的范围内,把相邻两天同样数值的特征等高线划在同一张图上(图 2)。选取五个变化最大的特征点。这样作的理由是:在欧亚范围之内反映长波变化的强大变高中心由西到东一般不超过 5 个。为了这 5 个点有代表性,又规定每两个点之间的距离不应小于 15 个经度,使 5 个点的分布力求均匀,以免同一变化大的区域内选点过多。选点时首先应选出等高线位移最大的一点,然后挑次大点,并顺次挑选其它各点,总之要使选出的 5 个点的位移平方总和尽可能到极大,这样就能使选点具有一定的代表性,不致因人而异。在测量两根线的位移距离时,应当根据两根线上的几何对应点,例如在图 3 上的点, l 反映了几何对应点的距离, l' 只是由于高压脊断裂而形成,不是几何对应点间的距离。这样选出的点也能反映长波形状变化的程度(如图 2, 图 3 所示)。

3. 等高线变化的离散度即为变化指数。



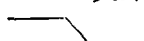
$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 l_i^2}$$

采取离散度不仅为了与统计学的概念接近,也是为了大值更为突出,以提高指数的灵敏性。

4. 选取五个突出的数值,基本上可以漏去较小的扰动,而保留长波尺度系统的变化,但是在有双锋带及阻塞形势时,就需要适当加点,才能不致将其遗漏。

按照上述方法,对 1956—1959 年 4 年的 500 毫巴¹⁾图计算每相邻两天的变化指数,共划分 268 个基本周期。

在基本周期转换点上变化指数的时间序列上有下列各类特点:

1. 极大点——这是两个稳定周期之间的转换点,其形状为: 
2. 突升点——这是由稳定周期过渡到不稳定或移动性波动的周期的转换点,其形状为: 
3. 突降点——由不稳定或移动性周期过渡到稳定周期的转换点,其形状为: 

将以上所划分的周期与中央气象台用经验方法所划分的周期进行比较,以 1956 年为例,完全一致和差一天的共 58 次占全年总数的 87.8%。

为了比较两种方法的优缺点,作 1956 年 1 月 14—31 日沿北纬 50 度 500 毫巴高度剖面图(如图 4)进行验证,在图 4 上有三个日期相差超过两天。例如,在中央气象台所划分 1956 年 1 月 20—24 日的周期中,在 70°E 以西地区是由两个不同的环流阶段所组成,即在 20—21 日这一地区是低压槽活动范围,而在 22—24 日则是高压脊活动范围。而这低压槽从 18 日起就很明显了,高压脊则一直维持到 27 日。因此,对这一地区而言,18—21 日为一周期,22—27 日为另一周期较为妥当,而这正与指标法划分的一致。在 110°E 以东地区,经验方法最不合理的是将周期界线定在 24—25 日之间,正好将一个均匀的强高低压过程(其轴线在 140°E 附近)槽切为二,按指标法即无此毛病。其它各次较大的差别,有一部分指标法明显较好(如 1956 年 8 月 7 日),有一部分则优越性不甚明显(如 1956 年 6 月 1 日),明显较差的则没有。

从这种比较可以看出,指标法可以代替经验法,并可免去因预报员不同而引起的主观差别。图 4 的剖面图也是划分周期的良好的工具。

在所划分的周期中,周期长度为 4—8 天、5—6 天的周期最多,占总数的 66.2%(其中 5 天的占 37.2%),8 天的仅占 2.2%,平均长度 5.5 天。

在一个季里,自然周期的长度并不是准常数,相差达 2 天以上,但相邻周期的长度则有持续的趋势,其中相等的占 34.8%,加上差一天的共占 79.5%。统计表明,中等长度的周期(5、6 天)的维持趋势较显著,误差不超过 1 天的 89.5%,长周期(7、8 天)有缩短的趋势(占 77.4%),短周期则有增长的趋势(占 68.1%)。

变化指数也能用以描绘周期内部的稳定度情况,这样,用统一的指数就能进行周期过程的稳定状况的全面描述²⁾。

1) 应用中央气象局出版的历史天气图。

2) 见李骥,1963 年度北京大学地球物理系毕业论文(手稿)。

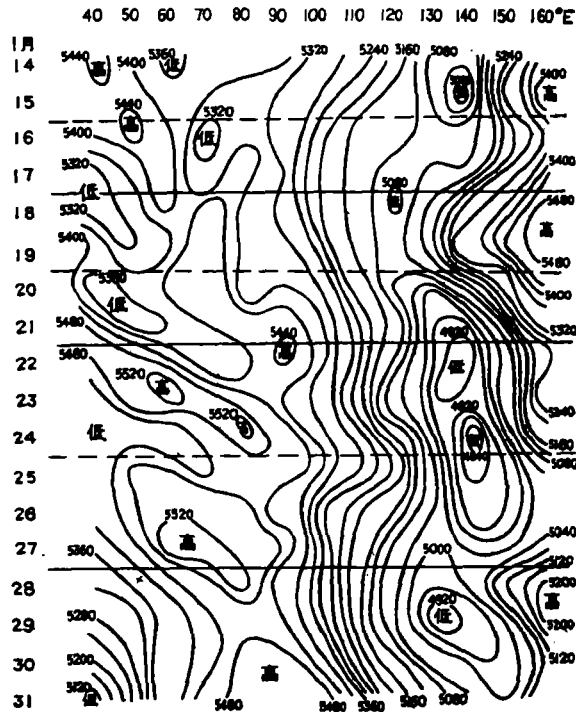


图4 500 毫巴高度剖面图

(——指标法定的界线, ----经验法定的界线)

变化指数在本文里也用以划定综合周期,但这不是用每天图上的锋带,而是利用1955—1958年共4年自然周期500毫巴面平均高度图。按照与上述类似的方法求取每两个相邻基本周期之间的变化指数,但为全面考虑变化指数的性能,在计算技术与前面所谈的略有差别。

在 0° — 160° E的范围内用前面所述办法选等高线,但不从几何对称点着眼,而是选两周期间具有最大纬差的五个经度(每两点之间相距不应小于15个经度),两周期对应点的所在纬度值分别以字母 a , b 表示, \bar{a} , \bar{b} 是相应的平均值,距平则为:

$$A_i = a_i - \bar{a}, \quad B_i = b_i - \bar{b},$$

即得两个变化指数:

$$\alpha = \sum_{i=1}^5 (B_i - A_i)^2, \quad \beta = \bar{b} - \bar{a}.$$

β 是锋带平均纬度位置差别,由于指示性不够灵敏,故在本文里尚未应用。 α 为槽脊变化指数,指示性较灵敏,是应用的主要参数。 α 以最大值作为综合周期的分界点,在划分时也参考到环流形势的相似程度,将1955—1958年的263个基本周期划分为85个综合周期。

为了证明 α 值对划分综合周期的作用,求取每个综合周期内部的 α 平均值 $\bar{\alpha}_n$, n 指基本周期编号, $\bar{\alpha}_n$ 的总平均值 $\bar{\alpha} = 133$ (纬距 2)。此外,求取各个转换周期(指前一综合周期最末一个基本周期和其后一个综合周期最前一个基本周期所组成的两个综合周期之间的

交替期)的 α 值的总平均值 $\bar{\alpha}' = 286$ (緯距²), 因 $\bar{\alpha}' \gg \bar{\alpha}$, 故取最大值作分界点是明显的。

从划分的結果看来, 一个綜合周期包括 2—4 个基本周期的次数最多 (共占总数的 93%), 最长有 6 个基本周期(占总数的 1%)。一个綜合周期一般为 10—20 天(占总数的 72%), 最长 33 天(占总数 1%), 最短 8 天(占总数 2%)。

狄揚波还用变化指数对綜合周期的气候性質作了进一步的探討¹⁾。

以上介紹了一个划分大型天气过程的方法, 这个指数比較客观和方便, 除了能够用以划分大型过程外, 还可以用作选相似的客观参数。由于計算了这个指标, 我們进一步肯定了基本周期与綜合周期的存在。但是, 这个办法是很初步的, 因为变化指数只能反映变化的程度, 不能反映变化的方向和其它特征; 除了长波系統(波形和振幅、位相等)的变化外, 較小的扰动未能反映; 同时目前还无法考虑鋒带的强度和阻塞高压等閉合系統。所以只能作为划分周期和描写周期内部稳定程度的一种工具, 只有与其它的天气学方法結合应用, 才能有更大的效果。

参 考 文 献

- [1] Хромов, С. П., Основы синоптической метеорологии, Гидрометеоиздат. л, 1948.
- [2] 张家诚, F. 鲍尔学派的长期预报方法, 气象学若干问题的进展, 科学出版社, 1963 年。
- [3] 中国科学院中央气象局联合天气分析预报中心中期预报组, 我国东部夏季降水中期预报的初步研究, 科学出版社, 1956 年。
- [4] Кац, А. Л., Предсказание погоды на 3—7 дней, Гидрометеоиздат. л, 1958.
- [5] Пагава, С. Т., Метеорология и Гидрология, № 1, 1963.
- [6] Храбров, Ю. Б., Методика составления прогнозов на 3—7 дней. Гидрометеоиздат, 1959.

AN OBJECTIVE CRITERION FOR DIVIDING THE MACROSYNOPTICAL PROCESSES

CHANG CHIA-CHENG

(Research Institute of Meteorology, Central Meteorological Service)

LI CHI DI YANG-BO

(Peking University)

ABSTRACT

In this paper a convenient parameter is presented to measure the daily (or from one period to the other) evolution of planetary frontal zone—variation index. This index not only describes the stability of variation within a natural synoptical period (or the elementary period), but also shows well the date of their shift. It is more effective than the empirical methods. The result shows the existence of complex period, each including 2—4 elementary periods. Within a season the length of the elementary period is not quasi-constant. However, the length difference between two neighboring periods in most cases does not exceed one day.

1) 见狄揚波, 1963 年度北京大学地球物理系毕业论文(手稿)。