

吉林省夏季(6—8月)低温多雨的中期 天气分析及其预报*

吉林省气象局气象台**

提 要

本文从统计低温多雨的冷空气路径、源地和移速入手,找出主要影响系统为贝加尔湖北部及雅库茨克的阻塞高压。并进一步运用候距平中心的移动规律,分析了这种结论的可靠性,指出在前1—2候就有正距平中心在该地区活动的先兆。

用谐波分析的方法,探讨了超长波的演变规律和阻塞高压的关系;提出阻塞高压的加强和稳定,主要是一波脊和三波脊在该地区重叠和持续的结果。在低温多雨前的7—14天,三波的振幅占绝对优势;高温少雨前的6—12天,一波振幅大于三波振幅。

最后,用逐日天气图上特定地区异常稳定的槽脊活动来表征,得出简单易行,确率达90%左右,预报时效较长的中期预报方法。

一、前 言

夏季是吉林省农业生产的关键季节,而夏季的低温多雨天气直接影响农业的丰欠。若能对它做出中期预报,那么,这对农业生产和其他经济部门均有较大的益处。

吉林省地处中纬,受西风带气流的影响。因此,分析中、高纬度超长波的演变,对本省冷空气活动规律的探索,一定会有所启发。本文的结果,也证明了这种可能性。

用谐波分析的方法,国内外已作很多工作。但是大部分只分析了超长波的变化或对某种平均天气情况的解释。本文把谐波分析和中期低温多雨天气过程的预报联系起来,作了一些尝试。

分析结果指出,超长波的优势、位相、振幅的变化和冷空气的活动是紧密相联的。本文在逐日天气图上,以特定地区的槽、脊异常稳定情况来表征,得出便于日常使用的中期预报方法。

二、低温多雨的冷空气路径、源地及移动速度

1. 低温多雨和高温少雨天气过程的标准

低温多雨的标准是:全省大部分台站的日平均气温负距平和降水正距平持续三天以上。

高温少雨的标准是:全省大部分台站的日平均气温正距平和降水负距平持续五天以上。

根据上述标准,从1954—1976年共得出100个低温多雨的个例,从1964—1976年共得出15个高温少雨的个例。

* 本文于1978年7月15日收到。

** 参加本工作的有郑秀雅、高荣实、于通江、林启明、王皎洁等同志,南京气象学院毕业生苏博英、陈韶光、王宝霞等同志也参加了部分工作。本文由郑秀雅同志执笔。

2. 环流特点和冷空气路径

低温多雨和高温少雨的中期天气环流形势，过去已作过一些分析。我们点绘1968—1973年31个低温多雨的过程前15天北半球500毫巴高、低压路径的动态图后，发现影响我省低温多雨的冷空气路径有三种类型(图1)：

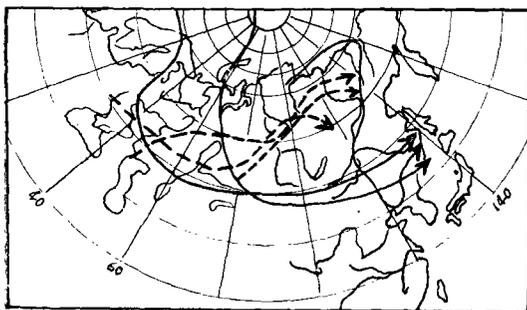


图1 低温多雨的高、低压路径图

——低压路径
---高压路径

(1) 偏东路径类：此类共有16个例子。冷空气一般从极地经贝加尔湖东部下来，与西方来的冷空气在东北地区汇合(在16个例子中占有11个)，并在东北上空持续稳定一段时间。在 30° — 40° N， 120° — 140° E的副高中心比较稳定。另外，原在欧洲的高脊分裂东移，在低温多雨前3—5天，暖脊向东北伸张，输送一部分暖气流到贝加尔湖北部，高压在贝加尔

湖北部加强，形成一个阻塞系统。高压前部不断有冷空气下来，造成我省低温多雨的天气。

(2) 西北路径类：此类共有11个例子。大多数冷空气来源于格陵兰和大西洋，经极地过新地岛，在贝加尔湖西北方向向东南移动侵入我省。阻塞高压位置偏东，一般在雅库茨克一带(110° — 130° E)稳定。副高并不明显，在 120° — 150° E， 20° N一带活动。此类路径在6月份居多。

(3) 西方路径类：此类共有4个例子。冷空气大部分从欧洲东移影响我省。阻塞高压的形成和上述情况相似，但位置稍偏东，和西北路径类一样，在 110° — 140° E之间活动。副高中心在 25° — 35° N， 120° — 140° E地区稳定少变。

高温少雨的冷空气活动路径则相反，东亚低压活动路径偏北，在 50° — 70° N一带；贝加尔湖北部到雅库茨克，无明显的阻塞高压活动； 35° — 45° N， 90° — 145° E之间为暖高控制(图2)。另外，在欧洲北部的高压基本呈准静止，或稍有后退现象。 40° — 50° N之间，东亚暖脊东传较活跃；其中还有二例的暖脊，是从日本上空西退进入东北、华北上空加强、稳定而形成的。

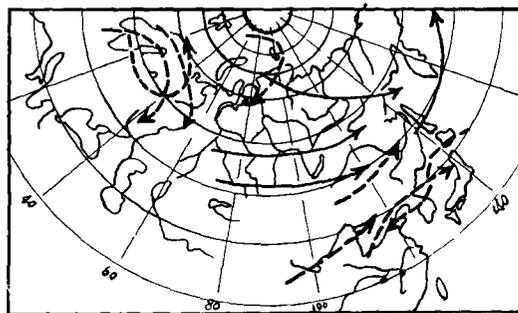


图2 高温少雨的高、低压路径图

——低压路径
---高压路径

3. 冷空气源地

冷空气的路径虽有不同，但其源地大都集中在北美洲东岸到大西洋东岸，从北纬50度延伸到北极直到北冰洋这一范围内，也有部分发源于欧洲的。

综上所述，要造成我省夏季低温多雨的天气，必须有贝加尔湖北部和雅库茨克一带的阻塞高压形成，这在31个例子中无一例外。阻塞高压大多在 90° — 140° E， 55° — 70° N

活动，也有在 $60^{\circ}-80^{\circ}\text{N}$ 之间的，个别的在 150°E 附近。阻塞高压一般有弱暖脊，从欧洲向东北东移至 $90^{\circ}-140^{\circ}\text{E}$ ， $55^{\circ}-70^{\circ}\text{N}$ 地区加强而成。有时在 $90^{\circ}-140^{\circ}\text{E}$ ， $55^{\circ}-70^{\circ}\text{N}$ 原有弱暖脊，与欧洲东移的暖脊叠加形成阻塞。上述情况，在 31 个例子中占 80%。其他，有 4 例从新地岛经太梅尔半岛东南下形成，有二例从东北方向移来，有一例从东北地区上空的暖脊北伸而形成。由于阻塞高压的存在，使急流分南、北两支，冷空气沿着阻塞高压的东、西两侧源源不断下来，进入南支急流并东移影响我省。因此，分析阻塞高压的形成和持续稳定的问题，将是预报中期低温多雨天气的关键。

三、阻塞高压在 500 毫巴候距平场上的移动特征

上面已指出，在 $90^{\circ}-140^{\circ}\text{E}$ ， $55^{\circ}-70^{\circ}\text{N}$ 范围内，阻塞高压的形成和稳定与低温多雨天气的关系十分密切。阻塞形势，可以看成是超长波的一个脊。为简便起见，可以先在能表征超长波特征的 500 毫巴候距平图上，分析正、负中心的活动情况。

根据中央气象局气象台 1964—1976 年 500 毫巴候距平图资料，点绘出该期内 45 个低温多雨前 6 个候的正、负中心动态图和 15 个高温少雨前 6 个候的正、负中心动态图。发现在低温多雨前 6 个候，正距平中心均集中在乌拉尔山附近，以及贝加尔湖西北部和雅库茨克、鄂霍茨克海上空。图 3 是 1969 年 7 月 10—15 日和 1971 年 7 月 14—27 日低温多雨前 1—6 候的正距平中心移动情况，以及 1970 年 6 月 1—15 日高温少雨前 1—6 候的正距平中心移动情况。若以当候、前一和前二候的正距平中心活动所在位置而论，可

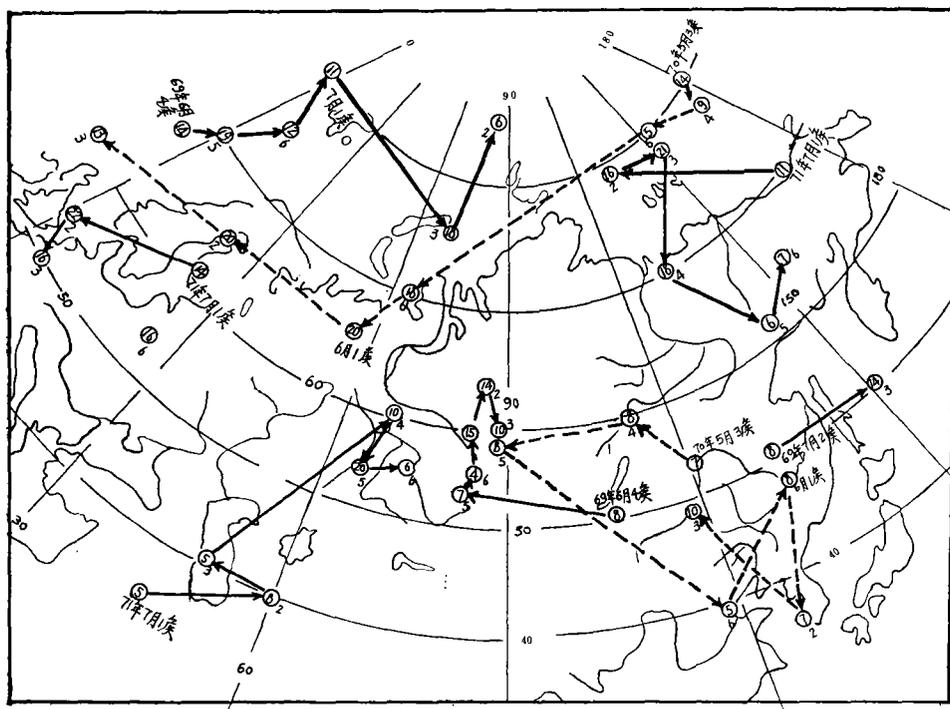


图 3 动态图

{——低温多雨前正距平中心移动路径
 {---高温少雨前正距平中心移动路径(圆圈内是距平中心值)

分为两大类:

(1) 贝加尔湖高压类: 此类共有 21 个例子。正距平中心大部分集中在贝加尔湖西北部和鄂霍茨克海上空, 东北地区基本上无正距平中心活动, 在 21 个例中无一例外。此类冷空气大多偏东路径, 约占 67%。

(2) 乌拉尔山高压类: 正距平中心大多在乌拉尔山附近, 其次在鄂霍茨克海和新西伯利亚上空。而在欧洲南部也有相对的集中区, 但东北地区上空则无正距平中心的活动。此类共有 24 个例子, 以偏东路径和西北路径占优势, 偏西路径只有一例。

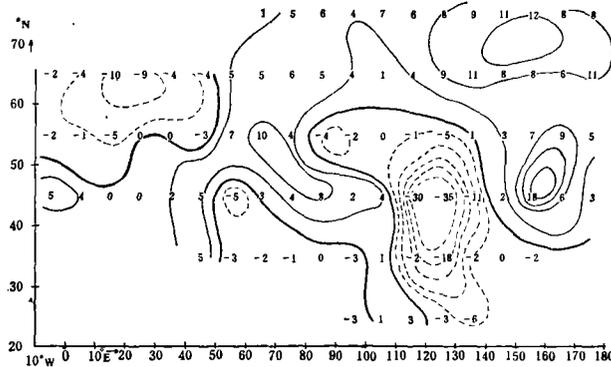


图 4 低温多雨和高温少雨前 1—2 候的正距平中心次数差的地理分布

高温少雨的 15 个例子却相反, 大多数正距平中心集中在东北地区上空。图 4 给出, 低温多雨和高温少雨前 1—2 候的正距平中心次数差的地理分布。从图中可以看到, 低温多雨前 1—2 候的正距平中心集中在乌拉尔山、雅库茨克、鄂霍茨克海三个区域, 而高温少雨前 1—2 候的正距平中心则集中在东北地区上空。凡在图 4 分布范围内, 若前一候、前二候出现了正距平中心, 则预示下一候将出现高温少雨的可能性占 94%, 出现低温多雨的可能性占 88%。

正距平中心在某一地区的持续性, 反映了超长波脊(阻塞高压)在该区稳定少变。这种超长波脊的地理分布, 决定了我省低温多雨或高温少雨的天气。因为一次低温多雨的中期天气过程, 必须重复几次出现类似大小尺度的天气系统才能完成, 所以阻塞高压在特定地区的稳定是重复出现类似的天气系统的重要条件。因此, 在 500 毫巴候距平图上, 正距平中心在特定地区的持续性, 可以为中期低温多雨(高温少雨)天气的预报提供了背景。

四、超长波的演变与低温多雨天气的关系

我们对 65°N 纬圈的高度场进行了谐波分析^[1], 用北半球历史天气图资料 (1968—1973 年 6—8 月共 189 天), 计算每天从 1—6 波的振幅和位相角。其结果如下:

1. 低温多雨和高温少雨过程的前期, 超长波的振幅有明显的差异; 低温多雨的前期以三波的振幅占优势, 而高温少雨前期一波的振幅最大。图 5: 左边是 1971 年 6 月 15—20 日的一次低温多雨过程。它的前 6—20 天(即 5 月 26 日到 6 月 9 日)三波振幅一直大于一波振幅, 这在 6 个波中振幅最大。从 10 日开始, 三波振幅逐渐转小, 一波振幅转大, 5 天后, 从 6 月 15 日开始出现低温多雨。右边是 1972 年 6 月 1—10 日的一次

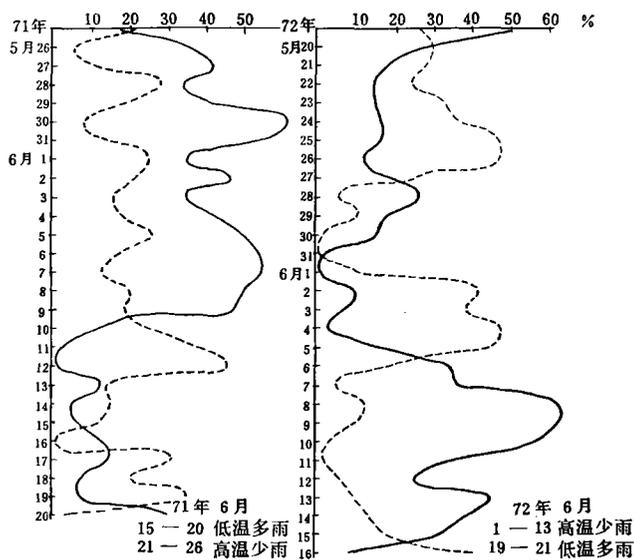


图 5 振幅随时间的变化

高温少雨过程。它的前 6—12 天(即 5 月 20 日开始到 26 日)一波振幅最大, 三波振幅较小。27 日开始, 振幅向相反方向转化, 5 天后, 即 6 月 1 日起就出现高温少雨天气。在 189 天中, 低温多雨和高温少雨过程共有 19 个例子。凡是持续 6 天以上, 三波振幅(或

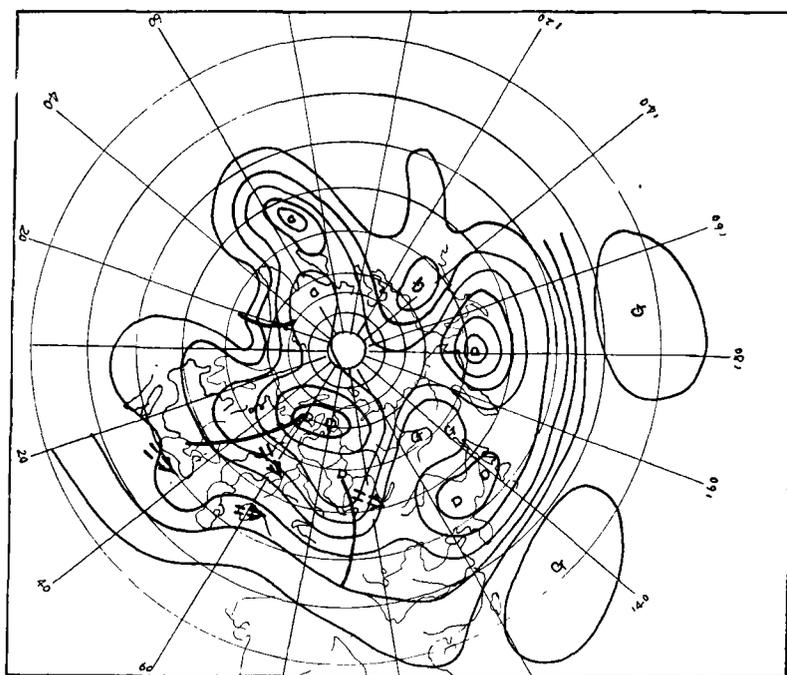


图 6 低温多雨前 10 天环流形势(500 毫巴)
(1971 年 6 月 5 日 20 时, 北京时, 以下同)

一波振幅)占绝对优势,而后,振幅向相反方向转化,则从这一天开始,一般在4—7天后即出现要预报的天气。在19个例子中,符合这种情况的有14个,占74%。

对以上的情况,可以作这样的解释:

在三波占优势的情况下,沿 65°N 一带经向度较大。在大西洋东岸和 $110^{\circ}\text{—}160^{\circ}\text{E}$ 及阿拉斯加附近为超长波的三个脊(图6),当这种形势稳定6天左右,它将为极地冷空气南下创造条件。极地冷空气沿着大西洋东岸和 $110^{\circ}\text{—}160^{\circ}\text{E}$ 两高压间槽区南下过 65°N 后, 65°N 纬圈上的环流就要作一次调整。在 $110^{\circ}\text{—}160^{\circ}\text{E}$ 和大西洋东岸的阻塞高压,起了使冷空气在新地岛附近加深和诱导南下的作用。这种作用从 65°N 传播到 45°N ,一般需5天左右的时间。在这5天中,一种情况是原在 $110^{\circ}\text{—}160^{\circ}\text{E}$ 的阻塞高压,继续维持在贝加尔湖北部到雅库茨克一带;另一种情况是欧洲有弱暖脊向东北移动,并重新在 65°N , $80^{\circ}\text{—}140^{\circ}\text{E}$ 形成一个新的阻塞高压。它们使东亚环流分支。冷空气沿着南支急流进入我省,造成持续一段时间的低温多雨天气。

在一波占优势的情况下,沿 65°N 纬圈盛行纬向环流,冷空气位于极地。这时,我省无冷空气侵入,主要盛行暖气流。图7为一波占优势的环流型,这种形势一直持续到8月7日我省高温少雨天气开始。

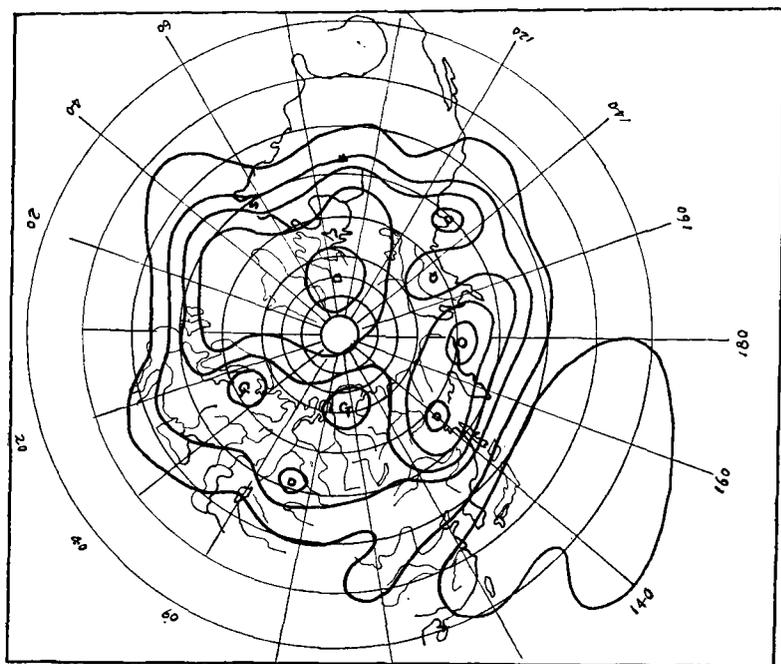


图7 高温少雨前10天环流形势(500毫巴)
(1970年7月27日20时)

图8是18个转折性低温多雨天气和6个转折性高温少雨天气前10天 65°N 的高度廓线,两者明显的差异表现在 $110^{\circ}\text{—}160^{\circ}\text{E}$ 的脊上。低温多雨的前10天,三波占绝对

优势, 110° — 160° E 有明显的阻塞高压(图 6); 而高温少雨的前 10 天, 则在该特定地区无明显的脊存在。

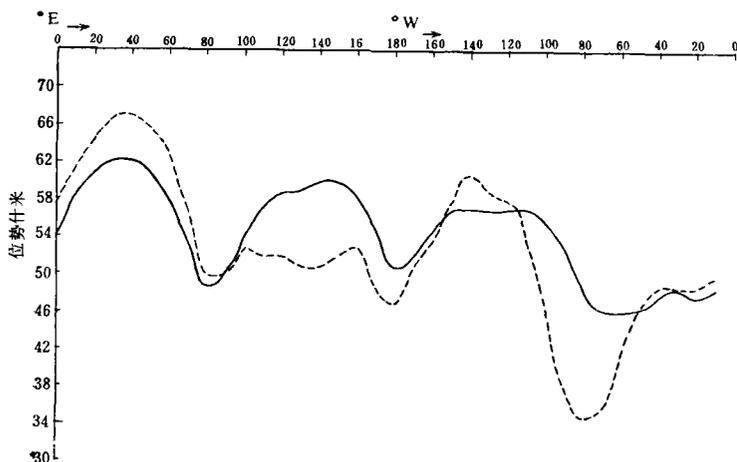


图 8

实线表示低温多雨(18个例子)前 10 天平均高度廓线
虚线表示高温少雨(6个例子)前 10 天平均高度廓线

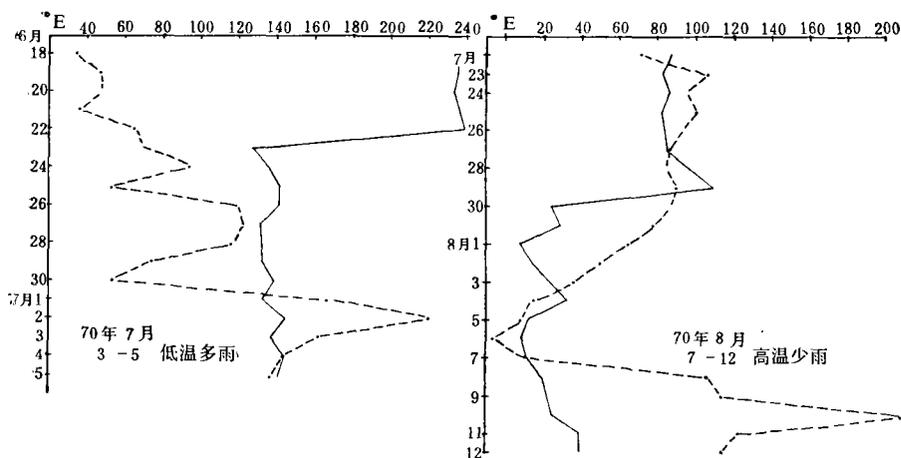


图 9 位相随时间的变化

左图低温多雨, 1970 年 7 月 3 日—5 日
右图高温少雨, 1970 年 8 月 7 日—12 日。

虚线表示一波脊的位移
实线表示三波脊的位移

2. 低温多雨前起主要作用的三波脊, 往往稳定在 80° — 160° E, 当一波脊(有时是二波脊)东移和它重叠加强后约 4—6 天, 我省就出现低温多雨天气。超长波脊在 80° — 160° E 的稳定和加强, 是贝加尔湖北部到雅库茨克、鄂霍茨克海阻塞高压形成和持续的主要原因。图 9 左边, 是 1970 年 7 月 3—5 日低温多雨过程的前 15 天一波脊和三波脊

位相随时间的变化。在 6 月 27 日，缓慢东移的一波脊和稳定在 130°E 的三波脊叠加，阻塞高压加强后 6 天，低温多雨开始。高温少雨则相反，是超长波脊的西退过程。从图 9 右边可以看出，一波脊移向相反，缓慢西退，与三波脊在 60°E 以西重叠 4 天后，高温少雨开始。通常一波脊的西退与三波脊在 $0^{\circ}-60^{\circ}\text{E}$ 叠加后，乌拉尔山经常出现长波槽，而我省东北区上空将出现稳定的暖高脊，这时冷空气来源被切断，高温少雨天气出现。

图 10, 图 11 为两张 65°N 的槽、脊动态图。图 10 是 1970 年 7 月 3—5 日低温多雨

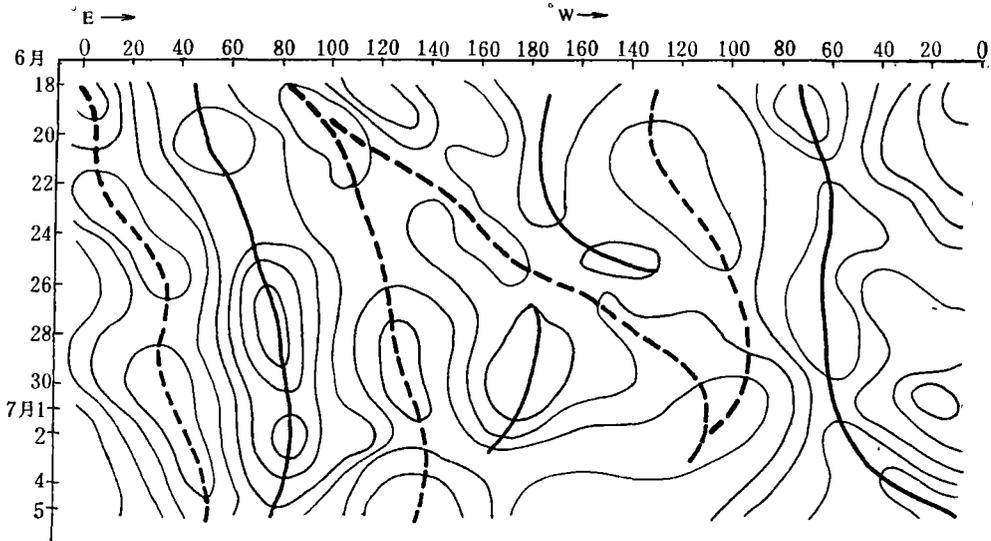


图 10 低温多雨前 15 天 500 毫巴槽脊动态图
粗实线表示槽
粗断线表示脊

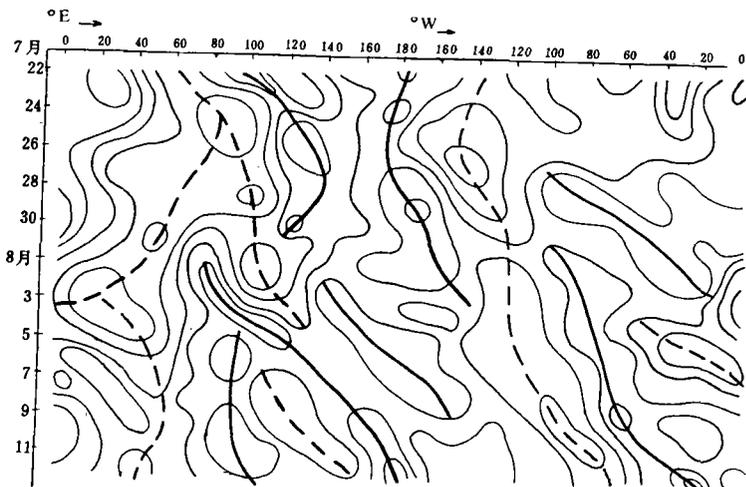


图 11 高温少雨前 15 天 500 毫巴槽脊动态图
粗实线表示槽
粗断线表示脊

前 15 天的槽脊动态。6 月 20 日在 110° — 160° E 有脊形成, 并缓慢东移, 至 26—27 日, 由一波脊从西边叠加(图 9), 使 110° — 130° E 的脊重新加强, 一直持续到过程结束。三波占优的形势, 一直维持到 7 月 2 日。图 11, 是 1970 年 8 月 7—12 日高温少雨前 15 天的槽脊动态。原在 80° — 100° E 的脊, 渐向西退, 并在 0° — 40° E 加强, 高温少雨天气开始。而在 110° — 160° E, 在过程前 7—14 天为较稳定的槽区。一波占优的形势, 持续到过程开始。

五、几点结果

1. 低温多雨前, 乌拉尔山以东到雅库茨克一带的阻塞高压是一波(或二波)和三波脊在该地区重叠、加强的结果。而三波振幅的大小, 则决定于 (50° — 70° N, 80° — 160° E) 有无阻塞高压。前 10 天左右, 在 110° — 160° E 的脊, 有时持续到过程结束; 有时东移后, 再在过程开始前 5 天左右, 在 80° — 140° E 新形成一个阻塞高压。前 10 天左右, 东亚高纬的阻塞高压和大西洋东岸的阻塞高压相配合, 诱导极地冷空气南下。后 5 天, 在 80° — 140° E 的阻塞高压, 阻挡冷空气继续东移出去。

2. 自波谱分析中得出, 前 10 天左右, 在 110° — 160° E 之间的高脊是否出现, 是低温多雨和高温少雨的主要标志。我们对 26 个例子在 65° N 槽脊动态图上, 110° — 160° E 之间出现槽、脊与后期天气的关系进行统计后发现, 当在该地区持续出现高脊 6 天以上, 则从脊开始之日起 14 天左右有低温多雨天气过程。相反, 在 110° — 160° E 若稳定地出现 6 天以上的低槽, 则从槽出现之日起 12 天左右有高温少雨天气, 它的历史拟合率为 $24/26=92\%$ 。对 1963, 1964, 1965 年, 从 500 毫巴逐日历史天气图上看, 在 65° N, 110° — 160° E 的范围内, 以是否有持续 6 天以上的槽脊为标志, 则检验结果, 其准确率为 86%。在 11 个例子中, 报对 9 个, 报错半个(预报低温多雨, 出现低温少雨), 有一个报不出。这种谐波分析得出的结果, 用槽脊活动的特征来表示, 以便于日常预报工作中掌握和使用。

3. 在高纬三波占优势的情况下, 一般西风指数较低。统计 1956—1976 年 5—8 月逐日西风指数后发现¹⁾; 当西风指数连降 3 天以上, 在到达最低点起, 第 10 天后有一次降温过程或低温多雨过程。这种情况共出现 154 次, 其中 18 次无天气过程, 28 次过程较弱, 109 次对应较好。另外, 统计 1964—1976 年, 当由低指数(至少两天是负距平)向高指数上升, 并从再降后的一天算起, 在 4—6 天后, 有一次低温多雨过程。图 12 表示, 1971 年 7 月的逐日西风指数, 与长春逐日平均气温曲线相吻合, 即高指数时高温, 低指数时低温。7 月 10 日和 26 日为起报日, 7 月 15—27 日和 7 月 31 日—8 月 7 日各有一次低温多雨过程, 拟合率 80%。上述西风指数的统计结果, 与谐波分析所得的结论是一致的。

4. 预报的顺序: 从候距平图上, 根据正中心的分布得出未来天气的趋势; 再计算出各波振幅的优势和脊的移动情况; 然后, 从槽脊动态图上 65° N, 110° — 160° E 的槽脊变化得出预报。同时, 参考西风指数, 在逐日天气图上, 根据 65° N, 110° — 160° E

¹⁾ 取自中央气象局气象台 60° — 150° E, 45° — 65° N 西风指数资料。

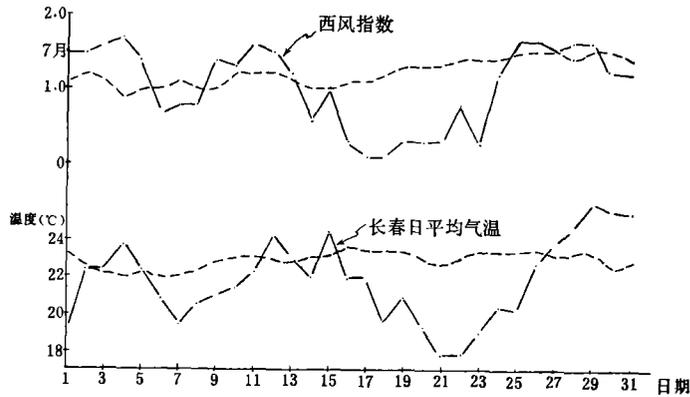


图 12

(虚线为平均值)

的槽脊变化和波的优势,定出未来天气转折或持续的预报。对 12 个转折性天气,用以上方法进行综合试报,结果是天气图和槽脊动态图准确率最高,达 92%。在 1978 年的应用中,5 月下旬到 6 月末的三次转折性天气均报出。在 65°N , 110°E — 160°E , 不稳定的槽脊移动型意味着未来天气是正常的;而异常稳定(6 天以上)的槽脊型,则是天气异常反映。

5. 我省地处中、高纬度,主要受西风带的影响,所以分析 65°N 波的传播和变化,对我省的中期天气趋势预报特别是冷空气的活动是有一定作用的。但是影响夏季多雨的因素较复杂,除冷空气以外,副高后部的暖湿气流也是很重要的因素。限于时间和水平,本文对副高、台风等系统造成的高温多雨天气,以及有时在单一的冷气团控制下的,低温少雨天气均未涉及。这是今后要继续深入研究的课题。

参 考 文 献

[1] 《天气分析和预报》(中长期天气部分),北京大学地球物理系,1976 年。

MEDIUM-RANGE WEATHER ANALYSIS AND FORECAST OF THE LOW TEMPERATURE IN WET SUMMER (JUNE—AUG.)

Meteorological Observatory of Jilin Province

Abstract

In this paper, by the statistical analysis of the path, source and moving velocity of the cold air, blocking high on the north of Baikal and Yakutsk was shown to be the main system of influence. We further analysed the reliability of the conclusion by the moving rule of the 500 mb five days mean anomaly centre. The

centre of positive anomaly had been found active in the region before 5—10 days.

We studied the relationship between the rule of transformation of ultra-long wave and blocking high by means of the harmonic analysis and the conclusions were as follows:

1. The strengthening and stability of blocking high was the result of the overlap and continuity of the ridge of Wave I and Wave III on the region.

2. The Wave III amplitude was overwhelming about 7—14 days before the occurrence of wet and low temperature.

3. The amplitude of Wave I was higher than that of the Wave III about 6—12 days before the arid high temperature.

The simple medium-range forecast method with an accuracy rate of about 90% was thus obtained by the motion of the anomalously stable ridge and trough shown in the daily 500 mb prognostic charts on the region.