

新疆冬春季‘水’旱长期过程与 北半球中高纬度超长波演变的关系

新疆维吾尔自治区气象局气象台*

提 要

本文分析新疆‘水’旱年度前冬11月至当年6月间北半球中高纬度500毫巴月平均环流波型及逐日超长波的演变特征。在新疆冬春干旱少雨(雪)月份,500毫巴中高纬度环流波型与北疆气候上降水量最少的元月份的平均波型相似,即半球内盛行大西洋东部,西西伯利亚和东北太平洋三个波脊。而多雨(雪)月份,往往相似于北疆气候上相对多雨的11月和5月份的平均波型,半球内盛行欧洲(偏西或偏东)和美洲西岸两个波脊。这种平均槽脊主要是各超长波的稳定及其演变的综合结果。造成新疆季节性‘水’旱异常的长期天气过程,分别表现在欧洲(对应多雨)和乌拉尔—西西伯利亚(对应少雨)两地区,有数次(通常为2~4次)准静止的超长波脊接连替换的过程,造成亚欧环流长时期的相对稳定。

在研究上述准静止超长波脊替换过程的演变时,我们又注意到500毫巴极地高压的活动情况,发现上述欧亚准静止超长波建立和替换的过程,大致可归纳为“北太平洋高压分裂单体西退并入型”、“大西洋高压分裂单体东移并入型”和“上游效应型”三种基本类型。并且提出,前两类基本过程,可能是欧亚准静止超长波脊建立或替换,亦即异常环流长期稳定的一种天气学判据。

一、引 言

在文献[1]中,我们曾提到新疆的季节性‘水’旱趋势,是由持续在冬春两个季度里占据优势的某种特殊长期天气过程影响的结果。文献[2]采用天气学相关法,分析了北疆冬春降水异常的亚欧500毫巴的平均环流特征。

在十月到六月间的冬半年里^[3],新疆的主要天气过程,大多直接与中高纬度的西风带环流有关,本文试图从北半球中高纬度(取60°N作代表)的月平均环流波型和超长波的逐日变化情况,初步揭示新疆季节性‘水’旱长期天气过程的某些特征,并就极地出现的高压单体的动向,寻找这些天气过程(超长波)承替关系的一种可能的天气学判据。

二、少雨和多雨月份平均环流的特征波型

国内的气象学者,在分析江淮流域夏季洪水和持久性旱涝的环流特征时,曾一致指出:该流域的夏季洪涝月份,亚欧的月平均环流特征,相似于梅雨期6月份的平均形势^[4,5]。后来,张家诚等^[6]归纳总结出:若亚欧环流的异常,是向着长江中下游及河北平原

1977年8月6日收到修改稿。

* 本文是《新疆‘水’旱问题及其长期预报的研究》之三,由江建民执笔。

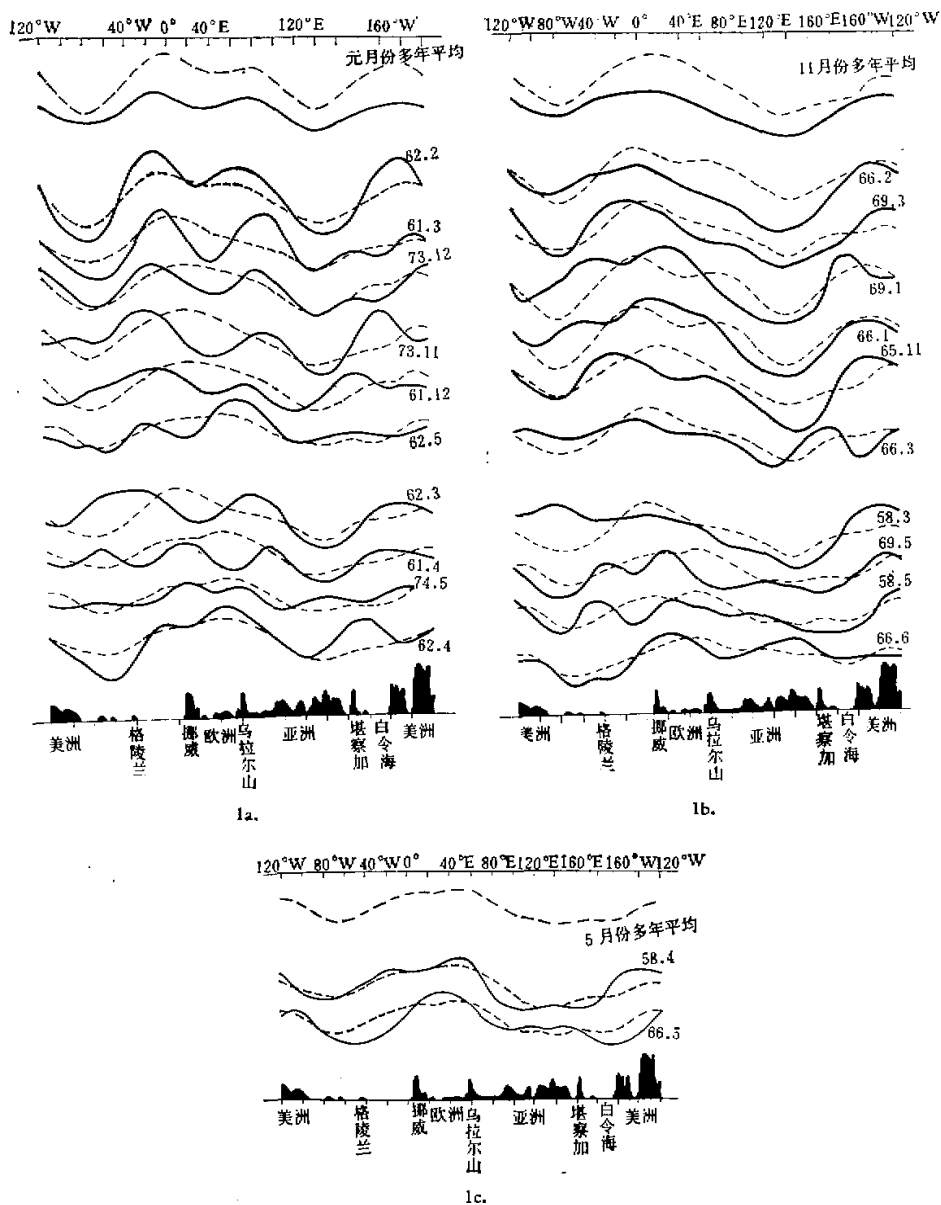


图1 新疆“水”(旱)年多雨(少雨)月份 60°N500mb 月平均高度曲线与气候上最多(少)雨月份多年平均高度曲线的相似性对照图。a) 旱年中少雨月份; b) c) “水”年中多雨月份。〔实线表示各月平均高度曲线;虚线表示相应月份的多年平均曲线;各图最上方的虚线表示北疆气候上多雨(图 b. c.)或少雨(图 a)月份多年平均曲线。实线表示该图中全部细实线的总平均曲线;资料来源:1959—62 年的资料抄自北京大学王绍武同志所保存的资料;1966、1974 年是从本台自行填绘的逐日天气图上读数计算的;1969 年和多年平均值取自中央气象局颁发的历史天气图。〕

地区气候上最多雨时段的环流特点调整,则该地区产生多雨,反之,若环流特征是与气候上多雨时段相偏离,则会导致少雨干旱。Namias^[7]也指出过美国干旱少雨月份,美洲的环流特征,与该地区气候上最少雨月份(10月)的平均环流相似,或者同在10月里,这种环流波形的振幅更大一些。

我们在分析新疆多雨和少雨月份北半球月平均环流特征时,发现在亚欧范围内和在整个北半球中高纬度都具有与上述类同的特征:即多雨月的半球环流形势,具有与新疆气候上多雨月份(11月和5月)的平均环流特点相似的特征波型;干旱少雨月份则与气候上最少雨月份(元月)平均的环流波型相似。

由于资料限制,我们仅从三个旱年(1961, 62, 74年)的前冬11月至当年6月间,选取月相对降水量小于60%的少雨月份(共13个),和相应地从三个‘水’年(1958, 66, 69年)中选取月相对降水量大于140%的多雨月份(共14个),分别点绘各月份60°N纬圈500毫巴高度曲线,并经分类整理得图1a, b, c。

从图1a中可见,旱年中各少雨月份的月平均曲线与新疆气候上最少雨的元月份(参见图2)多年平均曲线相比较,在半球范围内相似的占6/13,并且主要集中在冬季11—3

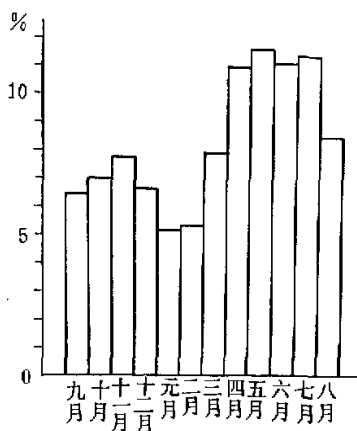


图2 北疆阿勒太、塔城、伊宁、乌苏、乌鲁木齐五站平均各月多年平均降水量占年降水量百分比直方图(资料年代1954—73年)。

月间;相似范围主要限于亚欧地区的约占4/13。而就这10个月的总平均曲线来看,其波型与元月多年平均的相似性则更好,仅波动的振幅稍小一些。再看各月曲线与该月的多年平均曲线(虚线)间的差异,大多在西西伯利亚到乌拉尔山附近,出现明显的正距平,表明上述地区高压脊活动的旺盛和频繁,这也与一般干旱少雨时期的环流背景相一致。

图1b和c则表明了‘水’年中各多雨月份的月平均环流波型分别与气候上相对多雨的11月及5月份多年平均形势的相似性。图1b列出了在半球范围内与11月份多年平均波形相似的占6/14,也主要集中在冬季11—3月间,仅限于亚欧范围相似的占4/14。同样,这10个月的总平均曲线与11月的相似性也更加清楚。各月曲线与该月多年平均值(虚线)间的距平分布,也与一般多雨的环流特征类同,在欧亚范围,特别是东欧到亚洲大陆为负值,即在该区域内,低槽的活动占着优势。图1c则指出了春季的2个多雨月份的环流特征,是相似于5月份的多年平均形势的,主要表现在欧洲脊和亚洲西半部低槽的活动,都比常年频繁和旺盛。

此外,旱年中还有3个月、‘水’年中还有2个月的曲线(图略)波型属例外情况。它们的共同特点是由于南、北两支锋区的分离比较明显,或中纬度锋区偏南,因而60°N的曲线与直接影响和控制新疆天气的锋区不相一致。

以上降水异常环流背景的三种情况,说明我国某一地区月或季天气的异常,除了与亚欧或者直接控制和影响当地天气的局部范围的环流特征相联系外,还往往与整个半

球的环流背景的稳定维持相联系,从而可能与半球的其它某些区域的天气异常相联系的事实。这在过去对江淮流域夏季旱涝环流特征的一些研究中也曾指出过^[8,9]。这种半球环流背景,对于构成新疆季节性“水”旱的亚欧环流特征的建立和持续稳定,又是具有一定意义的。

三、逐日超长波演变的某些特征

实际和理论上的分析研究都已指出,区域性的某月时间尺度的天气气候特点,主要与超长波的活动相联系^[10,11,12]。月平均图上的“平均槽脊”实质上就相当于超长波^[13]。但以往对于超长波的研究,较多应用在对某段时期的平均图或者对冬季极地平流层爆发性升温过程前后高空环流的逐日演变上,并较多限于作空间的谐波波谱分析。近年来,曾有人对逐日超长波演变分析,提出过“时间滤波”的方法^[14]。

本文研究月平均槽脊波型特征与超长波演变两者间的关系,并探讨新疆季节性“水”旱长期天气过程的某些演变特征,故仅采用由 Holloway 所设计的一种比较简单的滤波方案^[15],分别在 1962 年、74 年和 1966 年度前冬 11 月至当年 6 月逐日 60°N 纬圈 500 毫巴高度场上,对波数为 1—4 的谐波项系数^[16] a_K 、 b_K ($K=1, 2, 3, 4$) 作低通滤波处理,其计算公式,则根据超长波生命史的一般时间长度,取作

$$\left. \begin{aligned} \tilde{a}_K(i) &= \sum_{t=i-17}^{t=i+17} W(t) a_K(t) \\ \tilde{b}_K(i) &= \sum_{t=i-17}^{t=i+17} W(t) b_K(t) \end{aligned} \right\} (K=1, 2, 3, 4)$$

其中 $a_K(t)$ 、 $b_K(t)$ 分别是第 t 天的第 K 个谐波的余弦项和正弦项系数; $\tilde{a}_K(i)$ 、 $\tilde{b}_K(i)$ 表示低通滤波后的各相应系数; $W(t)$ 是权重函数,取

$$W(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{t^2}{2\sigma^2}\right)$$

并给定参数 $\sigma=5$ (天)。这种低通滤波方案,是以正态分布作权重函数的加权滑动平均,以滤掉长波和短波,而突出超长波的系统。而且,我们也不详细地分析各谐波波谱,仅在最后采用对空间和时间两方面都进行了滤波处理的合成值*

$$\tilde{H}(i, \lambda) = \sum_{k=1}^4 \{ \tilde{a}_K(i) \cos K\lambda + \tilde{b}_K(i) \sin K\lambda \}, (\lambda \text{ 为经度}),$$

作为 60°N 纬圈 500 毫巴逐日高度偏差超长波的代表值。将计算结果 $\tilde{H}(i, \lambda)$ 绘制成经度—时间剖面图 (图 3 和图 4)。不难看到以下几点事实:

1. 与图 1 相比较,可以看出月平均槽脊与各超长波系统演变之间的关系,大致有三种情形: (i) 有些月份里 (62 年 2 月, 73 年 11 月、12 月, 66 月 2 月和 5 月等), 准静止的超长波槽脊与月平均图上槽脊的地理位置很相一致, 这表明月平均图所反映的主要是超长

* 实际计算结果表明 $k=4$ 波的系数已经很小。

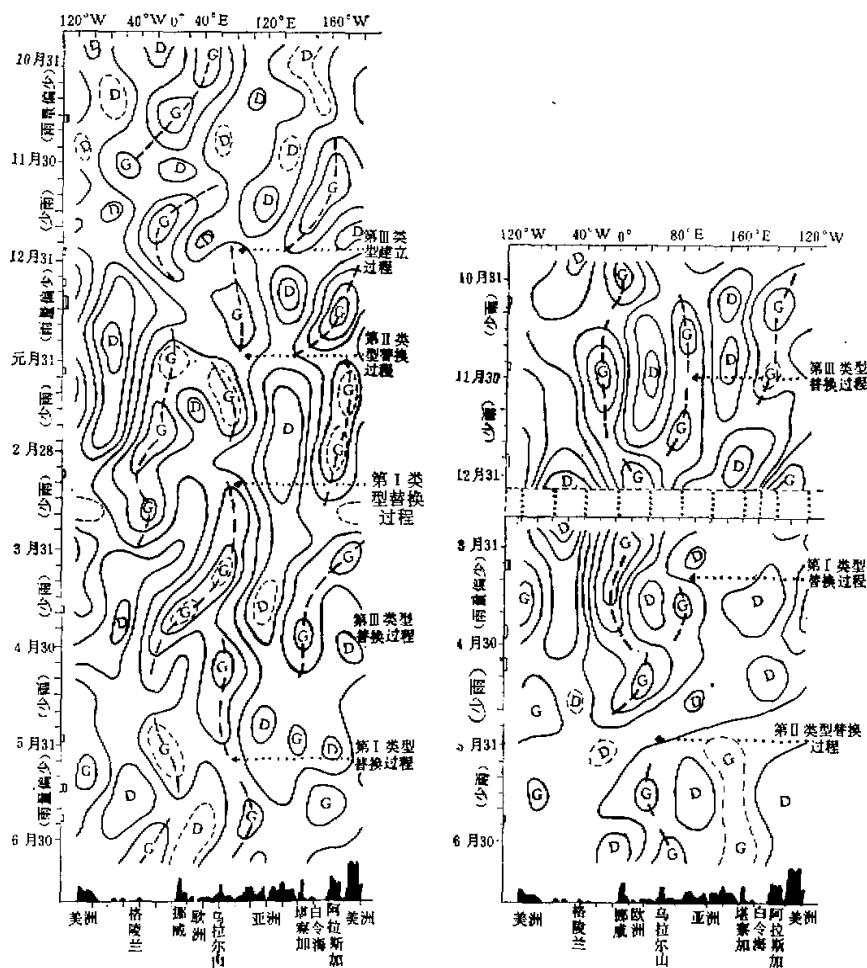


图3 新疆旱年1962年度前冬11月至当年6月(a)·和1974年度少雨月份间(b)60°N 纬圈500mb逐日超长波演变图[图中等值线间隔为8位势什米,时间座标上的直方图表示主要降水过程,一格表示2—5mm的降雪量或5—10mm的降雨量,每增加一纵格表示增大5mm以内的降水量]

波的特征;(ii)在一些月份里的平均槽脊(图3,4)表现为一些超长波的移动现象,如61年11月,62年4月,74年5月和65年11月,66年3到4月,欧洲和乌拉尔地区的超长波脊,都有明显的西退,而在另外一些时候,有东移的表现,但总的说来,西退多于东移,这是与一般的结论及对波数一周空间中行星波移动的统计分析结果^[17]基本一致的;(iii)还有一些月份的平均槽脊表现成某两个超长波系统交替出现的形式,如62年3月平均图(参见图1a)上的三个高脊,在图3a中,就是表现为西西伯利亚高压接替在阿留申高压减弱之后而出现;61年12月里,也有类似的情形。这些事实说明,月平均图上的槽脊波型主要

是由超长波的稳定、移动以及交替演变的结果。

2. 比较图 3 和图 4, 可见在旱年或少雨时期, 在亚欧大陆的乌拉尔—西西伯利亚地区, 盛行准静止的超长波脊的活动, 脊线大多摆动在 $40^{\circ}\sim 80^{\circ}\text{E}$ 范围内。如图 3a 中的 1962 年元月到 5 月间, 图 3b 中的 1973 年 11 到 12 月。1974 年 5~6 月虽然以中高纬度锋区偏北的纬向环流为主, 波形的振幅较小, 但仍可看到这一基本特征; 甚至在‘水’年(图 4)的个别少雨月份(1965 年 12 月和 1966 年 4 月), 也不例外。在‘水’年或多雨时期, 则盛行欧洲脊(脊线大多在 40°E 以西)的活动, 如图 4 中 1965 年 11 月, 1966 年元月到 3 月及 5—6 月。这与平均环流的分析结果^[2]也是一致的。亚洲和美洲东岸低槽的准静止性, 在‘水’旱两种年度里都比较清楚, 只不过通常在干旱少雨时期, 亚洲东岸低槽位置稍偏东, 而且水平尺度较小; 而美洲东岸低槽相对来说来发展较深。在多雨时期亚洲东岸低槽则稍偏西, 水平尺度较大, 美洲东岸低槽相对弱一些。这种在‘水’旱两类天气中无明显差异的现象, 可能主要是由于海陆分布的影响所形成的气候现象。

3. 一个准静止的超长波, 通常是由若干次长波的替换过程所组成(如在文献[18, 19]中指出的“综合周期”和“天气阶段”, 实际上也正是描述了超长波与长波替换过程之间关系的。另外还往往表现出接连 2~3 次超长波的替换过程(这种替换的间隙时间过程常历时 5~15 天, 比长波替换的过程长得多)。这种准静止超长波接连替换所构成的特殊长期天气过程(其时间尺度通常是 2~3 个月甚至更长)正是导致某些地区季节性反常天气的直接原因。例如在图 3a 中 1962 年 1 月到 6 月干旱少雨(雪)时期, 就是由 5 次乌拉尔—西西伯利亚超长波脊(五个闭合高中心), 经历接连 4 次替换所组成。图 3b 中 1973 年的 11~12 月和 1974 年的 4~6 月, 各有两次西西伯利亚超长波脊间的替换。图 4 中 1966 年 2~3 月及 5~6 月间的季节性多雨(雪)期间, 欧洲超长波脊的替换过程, 也仅是在地理位置上稍有西退或东移的摆动而已。

陶诗言、徐淑英^[4]曾指出解决旱涝预报的一个重要问题, 是找出某些异常环流形势稳

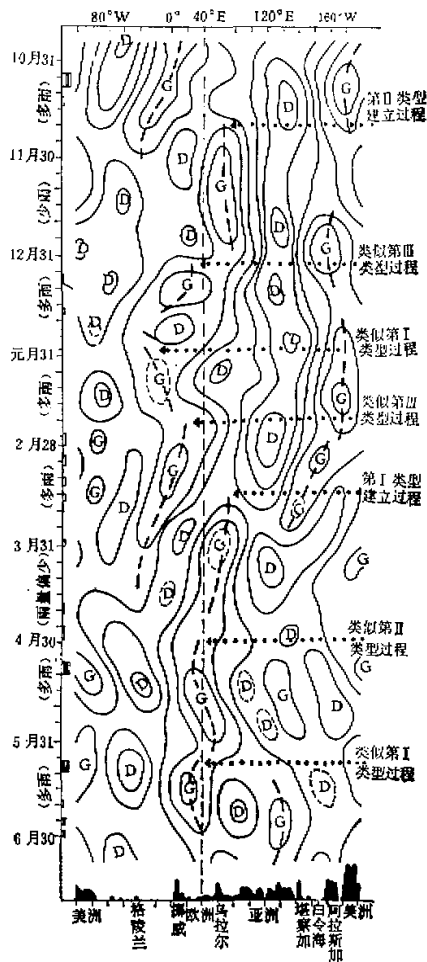


图 4 新疆‘水’年 1966 年度前冬 11 月至当年 6 月 60°N 纬圈 500mb 逐日超长波演变图
[图例同图 3]

起来的乌拉尔—西西伯利亚长波脊上,形成该地区超长波脊的建立或替换。可简称作“大西洋高压分裂单体东移并入型”。图6是简述1974年5月19日~29日的一个示例。在1974年5月第4候,上一个较弱的西西伯利亚脊消弱(见图3b),到5月21日,东大西洋高压分裂单体(有时虽不能画出明显的高压闭合线,但可分析出单体的反气旋环流)东移后,本身开始消弱。随后,于5月24日,欧洲有高压出现并发展东移,于29日到达乌拉尔地区,此时,上述经极地东移到喀拉海附近的高压单体南落,并入到这个西风带的长波脊中,导致该地区在6月第1候至第5候间又一次准静止超长波的重新建立和维持。

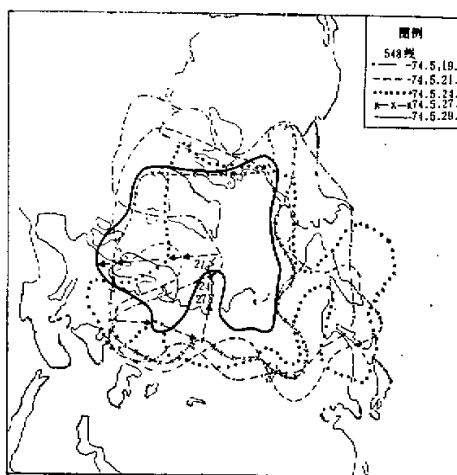


图6 “大西洋高压分裂单体东移并入型”个例1974年5月19日—29日
500mb 过程演变示意图。

3. 由单纯的“上游效应”作用,导致乌拉尔—西西伯利亚超长波脊的发展稳定,可简称作“上游效应型”。如图7的示例,其主要征象是北大西洋高压脊猛烈发展和欧洲冷空气爆发南下而导致下游长波脊的发展,构成乌拉尔—西西伯利亚超长波脊的一次替换。在图3a中可看到,4月第4候原西西伯利亚超长波脊开始向大西洋东岸西退,其间经历本型过程,到4月底,西西伯利亚准静止超长波脊复又建立并维持到5月底。

为说明更加清楚起见,我们把属图3~4中欧亚各准静止超长波的替换和建立的三类基本过程,分别标注在图的右侧各相应时段上。

如图1a所示,新疆干旱少雨月份,北半球中高纬度环流波型常有三个波脊,除西西伯利亚脊外,北太平洋和大西洋东部也各是一个平均脊区。以上三类基本过程,也说明了乌拉尔—西西伯利亚超长波脊的维持稳定,是与整个北半球的平均环流特征有一定联系的。

与新疆多雨天气相联系的欧洲超长波脊的建立和替换的基本过程,类似地也可分为三类。它们与上述干旱少雨三类基本过程的主要差别是欧亚大陆西风带上长波高压脊发展的地理位置偏西在 40°E 以西。同时经极地移来的高压单体南落并入西风带长波脊中的地理位置也偏西在巴伦支海。其次是大西洋高压脊分裂单体的位置有时是在格陵兰以西(例如59年11月19~25日),而在东部大西洋发展起来的长波脊,常常是向欧洲东移

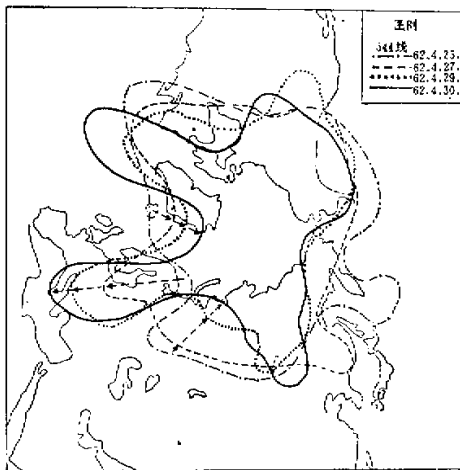


图7 “上游效应型”个例1962年4月25日—29日500mb过程演变示意图。

的。这与月平均形势也相一致。具体个例不再赘述。

牟惟丰等^[21]在研究华中持续低温过程时,也指出了在欧洲和西亚出现的与本文中第1类过程相类似的500毫巴演变过程,并联系到平流层100毫巴的“极涡切断”过程及其在中期预报上的意义。但本文中所述各例过程,似并不一定都有100毫巴的“极涡切断”过程相伴随。

五、结 论

综合以上分析,对造成新疆季节性‘水’旱的中高纬度长期天气过程,可获得以下几点认识:

1. 新疆冬春干旱少雨(雪)月份,500mb中高纬度环流波型,与北疆气候上降水量最少的元月份的平均波型相类似,即半球盛行大西洋东部、西西伯利亚和东北太平洋三个波脊;多雨(雪)月份则往往相似于北疆气候上相对多雨的11月和5月份的平均波型,半球内盛行欧洲(偏西或偏东)和美洲西岸两个波脊。而这种平均槽脊主要是各超长波的稳定、移动以及交替演变的综合结果。

2. 造成新疆‘水’旱异常的长期天气过程,在中高纬度的主要特征,分别是在欧洲(对应北疆多雨)及乌拉尔-西西伯利亚(对应北疆少雨)两地区,有数次(通常为2~4次)准静止的超长波脊接连替换过程,以致亚欧环流表现为长时期的相对稳定。

3. 对六个‘水’旱年度进行分析发现上述欧亚准静止超长波脊建立和替换的过程,大致可归纳为“北太平洋高压分裂单体西退并入型”、“大西洋高压分裂单体东移并入型”和“上游效应型”三种基本过程。

致谢:本文中大量的计算工作,是在克拉玛依市油田研究所计算室的大力协助下,在他们的DJS-6机上完成的,谨此致谢。

参 考 资 料

- [1] 本台,对新疆的‘水’旱及降水对农业贡献问题的初步探讨,铅印本,1975 年。
- [2] 本台,北疆 11—6 月降水异常的平均环流特征,铅印本,1975 年。
- [3] 叶笃正等,气象学报,1958 年,29 卷 4 期。
- [4] 陶诗言、徐淑英,气象学报,1962 年,32 卷 1 期。
- [5] 陈汉耀,气象学报,1957 年,28 卷 1 期。
- [6] 张家诚等,地理学报,1965 年,31 卷 1 期。
- [7] J. Namias, Geophysical Monograph, Number 5. Physics of Precipitation, 1960.
- [8] 王绍武,气象学报,1964 年,34 卷 3 期。
- [9] 徐淑英、许孟英,地理集刊,1965 年,第 9 号。
- [10] 陈隆勋、陶诗言,见《平流层大气环流及太阳活动对大气环流影响的研究》,科学出版社,1964 年,第 46—66 页。
- [11] 朱抱真,气象学报,1964 年,34 卷 3 期。
- [12] 叶笃正、王晓林,气象学报,1965 年,35 卷 2 期。
- [13] 朱抱真,世界气象简讯,第 48 期,1964 年 9 月。
- [14] 岩崎树也、山元龙三郎, *J. Meteor. Soc. Japan*. 1973, Vol.51, No.2.
- [15] 中国科学院大气物理研究所,盛夏亚洲上空副热带高压活动的波谱分析,油印本,1974 年 9 月。
- [16] 陈受钧,气象学报,1962 年,32 卷 4 期。
- [17] 荒井康, *J. Meteor. Soc. Japan*. 1973, Vol.51, No.4.
- [18] 张学文等,气象通讯,1962 年 8 期。
- [19] 河南省气象局,气象科技资料,1975 年 2 期。
- [20] 叶笃正、朱抱真,大气环流的若干基本问题,第七章,科学出版社,1958 年。
- [21] 牟惟丰、陈伯淑、仪清菊,气象科技资料,1975 年 4 期。