

## 1998 年夏季东北亚阻塞高压异常的大尺度环流特征及成因初探

毛恒青, 李月安, 姚学祥, 林 建

(国家气象中心, 北京 100081)

**摘要:** 分析了 1998 年夏季东北亚阻塞高压异常及大尺度环流特征, 研究了 1979 ~ 1998 年夏季东北亚阻塞高压年际变化、环流背景特征以及东北亚阻塞高压异常与太平洋海温异常的关系, 认为夏季东北亚 500 hPa 平均高度偏高(低), 东亚地区“+ - +”(“+ -”)的距平波列, 是典型的东北亚阻塞高压强盛(稀少)的环流型。太平洋海温的异常, 激发东亚地区的遥相关波列, 致使东北亚 500 hPa 高度场异常, 可能是东北亚阻塞高压异常的原因之一。在亚洲中高纬高度场平均偏高的环流背景下, 乌拉尔山地区的阻塞高压对东北亚阻塞高压的发展和建立起到了促进作用, 1998 年乌拉尔山阻塞高压频繁也是东北亚阻塞高压异常频繁的可能原因之一。

**关键词:** 阻塞高压, 异常, 环流特征

**中图分类号:** P434<sup>+</sup>.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-2022(2001)02-0221-07

由于 1998 年夏季我国汛期降水异常偏多, 长江、松花江嫩江流域发生了历史罕见的特大洪涝灾害。有关研究认为<sup>[1-3]</sup>造成 1998 年夏季降水异常偏多的因素有厄尔尼诺事件、高原冬春多雪、亚洲季风偏弱、西太平洋副热带高压偏南、亚洲中高纬度阻高频繁、赤道辐合带偏弱等, 中高纬度阻塞高压异常频繁是重要原因之一。由于阻塞高压的持续出现, 伴随着一次次降水过程的发生, 特别是东北亚中高纬地区阻塞高压的出现与持续异常, 使得低槽和冷涡长时间地影响我国, 致使夏季降水异常偏多。

近年来对阻塞高压的研究较多, 张培忠<sup>[4]</sup>、王亚非等<sup>[5]</sup>、Wang<sup>[6]</sup>分别对阻塞高压的形成、维持从不同侧面进行了诊断分析, 研究阻塞高压不同发展阶段能量转换等。陆日宇等<sup>[7,8]</sup>分别分析了定常扰动及东亚-太平洋遥相关型波列对东北亚阻塞高压的影响。高守亭等<sup>[9]</sup>从天气学、气候学的角度对阻塞高压流型形成及维持进行分析, 强调阻塞高压上游的低槽东移、海温变化以及地形作用是阻高异常的重要因素。而利用长时间的历史资料, 对夏季阻塞高压异常时大尺度环流背景场普遍特征及其成因的研究较少。特别对于像 1998 年夏季阻塞高压严重异常的年份, 从大尺度环流背景场上与一般年份有什么差别, 其成因如何, 是本文关心的重点问题。

本文主要针对 1998 年夏季东北亚地区阻塞高压(位于 110 ~ 150 E, 50 ~ 75 N 的阻塞高压)异常频繁的事实, 分析东北亚阻塞高压异常强盛的大尺度环流背景场特征, 并利用历史资料研究夏季东北亚阻塞高压的年际变化, 研究东北亚阻塞高压与环流背景场的关系, 试图从大

尺度环流背景上探讨 1998 年夏季东北亚阻塞高压异常的原因, 为实际业务预报提供一定的参考。500 hPa 高度资料为 NCAR/NCEP 再分析场  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$  格点资料。太平洋海温资料为  $5^{\circ} \times 5^{\circ}$  格点资料, 取自国家气候中心。资料年代 1979 ~ 1998 年共 20 a。

## 1 1998 年夏季东北亚阻塞高压概况及其环流特征

### 1.1 东北亚阻塞高压概况

1998 年夏季东北亚阻塞高压异常频繁, 6 ~ 8 月阻塞高压日数竟达 49 d。其中 6 月 1 ~ 22 日为东北亚阻塞和乌拉尔山阻塞稳定存在的双阻塞形势, 东北亚阻塞分别出现在 6 月 1 ~ 9 日和 6 月 17 ~ 22 日, 在此期间的其余时段内, 东北亚地区也为稳定的长波脊。6 月 22 日以后, 阻塞形势遭到破坏。7 月 3 日起东北亚阻塞再次建立, 并一直维持到 7 月 11 日。7 月下旬再次出现典型的双阻塞形势, 东北亚阻塞从 7 月 22 日维持到 8 月 10 日。8 月 22 ~ 26 日又有一次维持时间较短的东北亚阻塞高压过程。由于这种阻塞环流形势的持续稳定, 使得冷空气活动频繁。分析 1998 年夏季的降水过程(图略) 不难发现, 长江中下游地区 6 月中旬和 7 月下旬的强降雨与双阻塞形势密切相关。而由于东北亚阻塞高压的持续, 使得东北地区 6 月 6 ~ 23 日和 8 月 1 ~ 15 日一直受冷涡影响, 这是 1998 年夏松花江、嫩江流域降水异常偏多的主要原因。

### 1.2 大尺度环流特征

分析 1998 年夏季 6 ~ 8 月月平均 500 hPa 高度场(图 1a、b、c) 显示, 各月在东北亚地区均有一个宽广的高压脊区。其中 6、7 月份欧亚中高纬为双阻型, 6 月东北亚地区平均高压脊位置约在  $130 \sim 150^{\circ} \text{E}$  之间, 7 月高压中心较 6 月偏西, 约位于  $(135^{\circ} \text{E}, 52.5^{\circ} \text{N})$  处。8 月份为东阻型, 高压中心位置进一步西移到约  $(117.5^{\circ} \text{E}, 57.5^{\circ} \text{N})$  处。

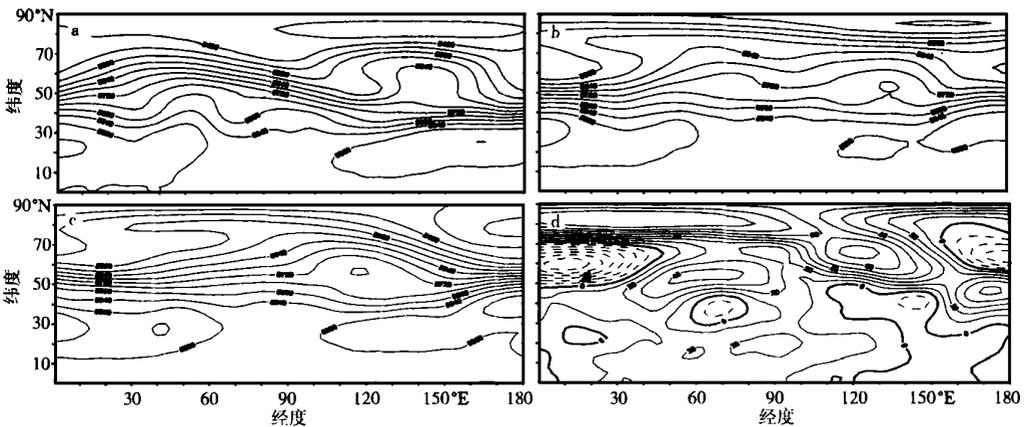


图 1 1998 年夏季各月 500 hPa 平均高度场(a. 6 月、b. 7 月、c. 8 月)及夏季平均距平场(d)

Fig. 1 The 500 hPa height fields in June(a), July(b),

August(c) of 1998 with the June-to-August anomaly field in (d)

在 1998 年夏季 500 hPa 高度距平场上(图 1d), 整个欧亚中高纬度高度场明显偏高, 为大范围的正距平区, 正距平中心恰好位于  $110 \sim 150^{\circ} \text{E}$  之间的中高纬度地区。其南侧  $30 \sim 50^{\circ} \text{N}$  之间为负距平,  $30^{\circ} \text{N}$  以南又为正距平。东亚地区高中低纬存在明显的“+ - +”距平分布的遥相关型, 在这种距平波列时<sup>[3]</sup>, 东亚中纬度地区西风分支, 经向环流发展, 锋区南压, 冷暖气流主要交汇在长江流域及其以南地区, 是形成长江流域多雨洪涝的东亚环流型。另外, 在乌拉尔山地区也存在一个正距平的次中心, 并且也存在有“+ - +”的距平分布型, 反映出欧亚中高纬

地区为双阻型的特点。

从 6~8 月逐月 500 hPa 高度距平图上(略), 同样能看出东亚地区的这种“+ - +”的距平波列。各月稍有差别, 6 月份中高纬的正距平区范围较小, 西部有一负距平区, 在乌拉尔山地区有另外一个正距平中心。而 7、8 月份整个欧亚中高纬均为正距平。

总之, 1998 年夏季欧亚中高纬特别是东北亚地区 500 hPa 高度平均偏高, 自高纬到低纬“+ - +”的距平波列, 是 1998 年夏季东北亚地区阻塞高压盛行的主要环流特征。

## 2 夏季东北亚阻塞高压的年际变化及其环流特征

### 2.1 夏季东北亚阻塞高压的年际变化

首先统计了 1979~1998 年每年夏季东北亚地区阻塞高压出现的天数, 研究东北亚阻塞高压的异常及其年际变化特征。对阻塞高压的定义有多种, 我们在统计时对东北亚阻塞高压的定义为: 高压中心位于 110~150 E, 50~75 N 之间; 高压中心的纬向移动速度每天不超过 8 个经度; 持续时间不少于 5 d; 平均图上要有闭合高压中心。利用 NCEP/NCAR 再分析资料由上述定义进行计算机统计, 为保证统计结果的正确, 再同中央气象台业务使用的历史资料逐日进行对照。

每年夏季东北亚阻塞高压的日数有明显差异(图 2), 20 年平均东北亚阻塞高压日数 18.5 d, 6、7、8 月的平均阻塞日数分别为 7.7、6.2、4.6 d。其中 1980、1982、1983、1986、1990、1991、1992、1993、1995、1996 及 1998 年等 11 a 阻塞日数较多, 都在 21 d 以上, 1998 年最多, 达 49 d, 占夏季天数的 53%。1979、1981、1984、1985、1989 及 1994 年等 6 a 阻塞日数较少, 在 10 d 及其以下, 特别是 1985 年和 1994 年东北亚地区没有出现阻塞。其余年份的阻塞日数在 11~20 d 之间。

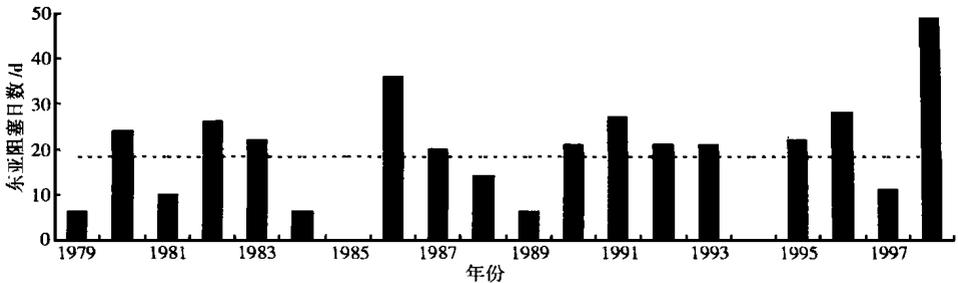


图 2 1979~1998 年夏季东北亚阻塞高压日数的年变化

Fig. 2 Interannual changes of blocking high days over the NE Asia in summer of 1979-1998

### 2.2 夏季东北亚阻塞高压异常的环流特征

根据以上对东北亚阻塞高压日数的统计结果, 分别将阻塞日数较多的 11 年称为东北亚阻塞高压强盛年, 阻塞日数少的 6 年称为东北亚阻塞高压稀少年, 其余年份称为正常年, 以研究东北亚阻塞高压不同异常特征时环流背景场的共同特征, 分别对东北亚阻塞高压强盛年和稀少年夏季 500 hPa 高度距平场进行合成, 合成后的距平分布如图 3 所示。对于东北亚阻塞高压强盛年(图 3a), 欧亚中高纬度地区有一个大范围的正距平区, 位于(120 E, 65 N)附近的最大正距平中心值达 20 gpm; 其南侧中纬度地区为负距平区; 而副热带和热带地区为正距平。欧亚地区为“+ - +”的距平分布波列, 这种分布型正好与赤道东太平洋海温偏高(西太平洋暖池海温偏低)时激发的夏季东亚地区从高纬到低纬维持“+ - +”的遥相关距平型相似。东北亚阻

塞高压稀少年的分布(图 3b)与强盛年刚好相反,特别是中高纬度的负距平区与图 3a 中的正距平区形状十分相似,中心同样位于(120°E, 65°N)附近,距平强度达-32 gpm,东亚地区为“- + -”的距平分布波列。图 3a 与图 3b 的分布非常相似只是符号相反,说明这种环流分布型对东北亚阻塞高压的异常具有很好的代表性。

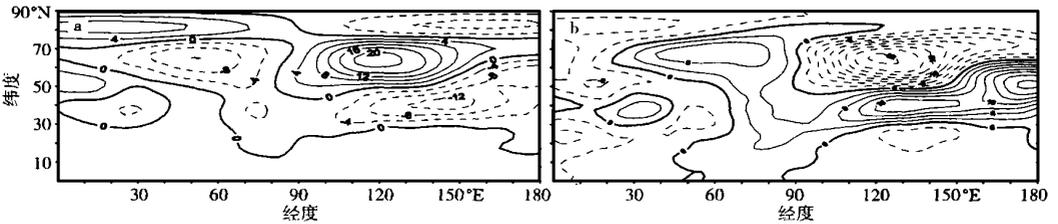


图 3 夏季东北亚阻塞高压强盛年(a)、稀少年(b)500 hPa 高度距平成场

Fig. 3 Composite fields of 500 hPa height anomaly for years of more(a) and less (b) blocking days over the NE Asia

综合以上分析认为,夏季东北亚地区 500 hPa 平均高度偏高(低),东亚地区自高纬向低纬“+ - +”(“- + -”)的距平波列,是典型的东北亚阻塞高压盛行(稀少)环流型。

### 3 东北亚阻塞高压异常与太平洋海温异常间的关系分析

考虑到以上东北亚阻塞高压异常年的环流分布型与东亚-太平洋遥相关波列十分相似,同时注意到图 2 中,在东北亚阻塞高压盛行年中的 1982、1983、1986、1991、1992、1993、1995 及 1998 年在时间上都与厄尔尼诺事件相联系。由此可见东北亚阻塞高压异常可能与太平洋海温的异常有一定关系。

为了客观的研究东北亚阻塞高压异常与太平洋海温异常之间的联系,将 1979~1998 年夏季东半球 500 hPa 高度距平场与同期太平洋海温距平场进行奇异值分解(SVD 分析),其中左场为 500 hPa 高度距平,右场为太平洋海温距平。图 4 给出 SVD 第一模态左右奇异向量场的空间分布及其相应的时间系数,其中左场解析原始方差的 17%,右场解析原始方差的 20%,它们共同解析协方差 35%,两者的相关系数为 0.82。在高度场(图 4a)的分布图上,东北亚地区 45~75°N 之间有一个大范围的正值区,中心位于(120°E, 65°N)附近,向南的中纬度地区为负值区,而低纬地区为正值区,表现出“+ - +”的距平分布型,与图 3a 中的分布十分相似,正是夏季东北亚阻塞强盛年的典型分布。

图 4b 中的海温场表现出与 El Nino 事件时相类似的分布特征,在东太平洋为大范围的正距平区,正值中心有两个分别位于 5°N, 150°W 和 120°W 的赤道地区,而西太平洋上几乎为一致的负距平区,表现为西北负东南正的分布型。

对比左右奇异向量的时间系数(图 4c)知道,两者的变化趋势十分一致,峰谷值吻合的很好,右场时间系数的峰值基本上对应于 El Nino,此时太平洋海温距平场的分布为东南正西北负,而左场的峰值基本上对应于东北亚阻塞的强盛年,此时东亚地区高度距平自高纬向低纬为“+ - +”的分布;反之,谷值时分别对应于 La Nina 和东北亚阻塞稀少年。由此可见 500 hPa 高度场的异常对太平洋海温场的异常有较好的响应,即太平洋海温的异常,激发东亚地区的遥相关波列,致使东北亚地区阻塞高压的异常。

陆日宇等<sup>[8]</sup>曾利用数值模拟方法研究热带西太平洋负海温异常对夏季东北亚阻塞高压异常的影响,认为热带西太平洋海温异常对东亚环流异常以及东北亚阻塞高压的形成和维持起

着主导性作用。高守亭等<sup>[9]</sup> 研究认为, 东太平洋阻塞高压异常可以看成是典型的 PNA 型, 是与海洋-大气相互作用有着密切的关系。本文利用 SVD 方法对 500 hPa 高度距平和太平洋海温距平之间的关系进行诊断分析, 进一步论证了太平洋海温异常对东北亚阻塞高压异常的作用。

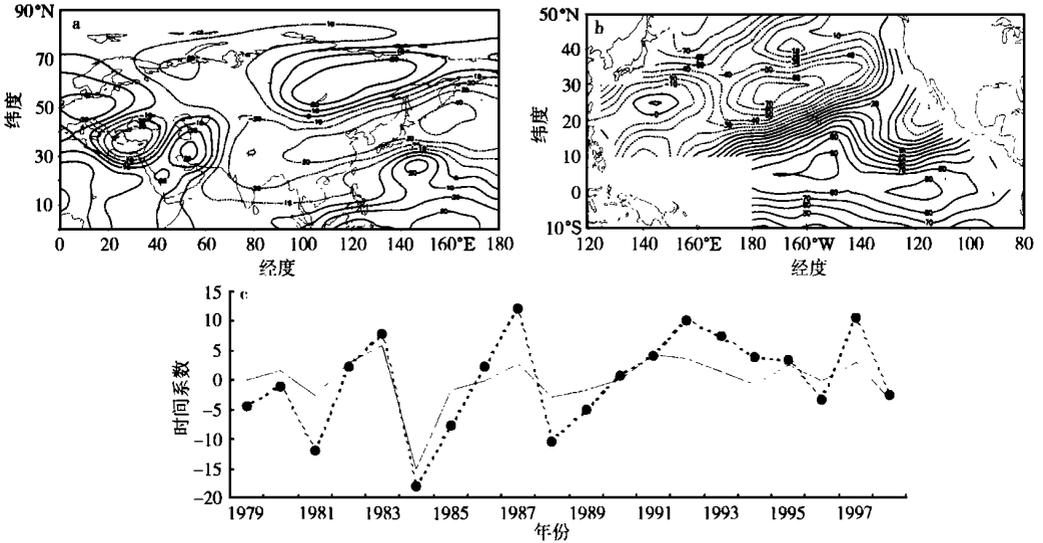


图4 夏季 500 hPa 高度场异常与同期海温异常 SVD 分析第一模态空间分布及其时间系数

- a. 左奇异向量(高度场, 数值扩大到 1 000 倍);  
b. 右奇异向量(海温场, 数值扩大到 1 000 倍); c. 左(实线, 除以 5)右(虚线)场时间系数

Fig. 4 First paired singular vectors of 500 hPa height anomaly(a) and the simultaneous SSTA in North Pacific(b), with the corresponding time coefficients(c) (Values in (a) and (b) have been multiplied by 1 000, solid(dashed) line in (c) indicates 500 hPa height anomaly(SSTA), value in solid line is divided by 5)

#### 4 乌拉尔山阻塞高压对东北亚阻塞高压的影响

从前面的分析知道, 在 1998 年夏季 6、7 月份为双阻型。同时比较图 1d 与图 3a 发现两者的明显差别在于, 1998 年夏季整个欧亚地区均为正距平, 在乌拉尔山地区有一个正距平的次中心, 这是 1998 年与其他东北亚阻塞异常强盛年的不同之处。

沿 55°N 对 1998 年夏季 500 hPa 高度场作时间剖面(图略)显示, 1998 年夏季乌拉尔山阻塞高压也十分频繁, 并且很长时间内是乌拉尔山阻塞高压与东北亚阻塞高压同时存在的双阻形势。天气预报实践表明, 这样的双阻形势十分稳定。由于乌拉尔山阻塞高压的维持, 不断有冷空气从乌拉尔山高压体的东部滑向东侧的槽内使其加深, 以致于使槽前向北的暖平流明显加强促使东北亚阻塞高压的建立和维持。乌拉尔山阻塞高压通过这种“上下游效应”对东北亚阻塞高压的建立和维持起有促进作用。

另外, 乌拉尔山阻塞高压与东北亚阻塞高压在时间上也有前后差异, 乌拉尔山阻塞高压过程在前, 东北亚阻塞高压过程在后。伴随着每一次乌拉尔山阻塞高压的崩溃, 环流形势发生调整, 能量下传促使东北亚阻塞高压得以发展和建立。王亚非等<sup>[5]</sup>在对 1991 年夏东北亚阻塞高压形成的诊断分析时就发现, 伴随着乌拉尔山阻塞高压的崩溃, 导致大范围环流调整而造成明显的定常罗斯贝波的向下游传播, 促使东北亚阻塞高压的形成和发展。Wang<sup>[6]</sup>在对鄂霍茨

克海阻塞高压的个例分析时,也曾发现乌拉尔山阻塞高压的崩溃与定常波活动通量的传播导致了鄂霍茨克海阻塞高压的形成。由此我们可以认为,乌拉尔山阻塞高压对东北亚阻塞高压的发展和建立起到了促进作用,1998年乌拉尔山阻塞高压的频繁活动,是促使东北亚阻塞高压异常频繁的可能原因之一。

## 5 结 论

(1) 1998年夏季欧亚中高纬特别是东北亚地区500 hPa高度平均偏高,自高纬到低纬“+ - +”的距平波列,是1998年夏季东北亚阻塞高压异常的主要环流特征。

(2) 研究1979~1998年夏季东北亚阻塞高压年际变化及其环流背景特征表明,夏季东北亚中高纬度500 hPa平均高度偏高(低),东亚地区自高纬向低纬“+ - +”(“- + -”)的距平波列,是典型的东北亚阻塞高压强盛(稀少)的环流型。

(3) 夏季500 hPa高度距平场与同期太平洋海温距平场的SVD分析显示,高度场的异常与太平洋海温的异常有关,东北亚阻塞的强盛年基本上与El Nino相对应。太平洋海温的异常,激发东亚地区的遥相关波列,致使东北亚地区500 hPa高度场异常,从而使东北亚阻塞高压异常。

(4) 乌拉尔山地区的阻塞形势对东北亚阻塞高压的发展和建立起到了促进作用。1998夏季,乌拉尔山阻塞高压的频繁活动,对东北亚阻塞高压的异常频繁起到了促进作用。

本文主要针对1998年夏季东北亚地区阻塞高压异常频繁的事实,利用历史资料和统计方法,研究东北亚阻塞高压异常的环流背景特征,以及太平洋海温异常对东北亚阻塞高压异常的作用,试图说明1998年夏季东北亚阻塞高压异常的原因。当然本研究还十分粗浅,离完全揭示1998年夏季东北亚阻塞高压异常的原因还相差很远。如对于乌拉尔山阻塞高压对东北亚阻塞高压的影响,我们仅仅从天气分析的角度加以讨论,对具体过程还需要进一步的诊断分析。

## 参考文献:

- [1] 李维京. 1998年大气环流异常及其对中国气候异常的影响[J]. 气象, 1999, 25(4): 20~25
- [2] 黄荣辉. 1998年夏长江流域特大洪涝特征及其成因[C]. 见: 中国气象局, 中国气象学会编. 1998年特大暴雨(洪涝)学术研讨会论文摘要汇编. 杭州. 1999. 20~23
- [3] 赵振国, 陈国珍, 王永光, 等. 影响中国汛期降水和长江流域旱涝的主要物理因素的综合分析[C]. 见: 中国气象局, 中国气象学会编. 1998年特大暴雨(洪涝)学术研讨会论文摘要汇编. 杭州. 1999. 24~26
- [4] 张培忠. 夏季东亚阻塞高压形成维持的波数域动能分析[J]. 应用气象学报, 1998, 9(3): 298~303
- [5] 王亚非, 宋永加. 1991年夏季东亚阻塞高压形成的诊断分析[J]. 气象学报, 1998, 56(2): 212~224
- [6] WANG Y. Effects of blocking anticyclones in Eurasia in the rainy season (meiyu/baiu season) [J]. J. Meteor. Soc. Japan, 1992, 70(5): 929~951
- [7] 陆日宇, 黄荣辉. 夏季西风带定常扰动对东北亚阻塞高压的影响[J]. 大气科学, 1999, 23(5): 533~542
- [8] 陆日宇, 黄荣辉. 东亚—太平洋遥相关型波列对夏季东北亚阻塞高压年际变化的影响[J]. 大气科学, 1998, 22(5): 727~734
- [9] 高守亭, 朱文妹, 董敏. 大气低频变异中的波流相互作用(阻塞形势)[J]. 气象学报, 1998, 56(6): 665~680

# Large scale circulation features and reasons causing blocking high anomaly over NE Asia in summer of 1998

MAO Heng-qing, LI Yue-an, YAO Xue-xiang, LIN Jian

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

**Abstract:** The anomaly of the blocking high over the North-east Asia and the larger scale circulation feature in summer of 1998 are analyzed. The interannual changes of blocking high over the NE Asia, the circulation background and the relationship between the anomaly of blocking high over the NE Asia and SSTA over the Pacific Ocean in summer of 1979 ~ 1998 are studied. The results indicate that the “+ - +” pattern of 500 hPa geopotential height anomaly from high to low latitude is the typical when blocking days are more than normal over the NE Asia, and v. v. The SSTA over the Pacific Ocean causes the teleconnection wave train and the 500 hPa geopotential height anomaly over mid-high latitude over the East Asia. It might be one of reasons leading to the blocking high anomaly over the NE Asia. Under the circulation background of the higher geopotential height over the mid-high latitude, the blocking high over the area of Ural promotes the establishment and development of the blocking high over the NE Asia. The blocking high over the area of Ural happening more frequently than the normal may be one reason of the more blocking high over the NE Asia in summer of 1998.

**Key words:** blocking high, anomaly, circulation feature