

1998年汛期嫩江松花江流域大暴雨成因分析^①

刘景涛 孟亚里 康玲 姜学恭 祁伏裕

(内蒙古自治区气象台, 呼和浩特 010051)

提 要

分析了1998年汛期嫩江、松花江流域大暴雨形成的大尺度环流异常特征,指出东亚阻塞高压持续强盛位置偏西,乌拉尔山到西西伯利亚维持长波高压脊和西太平洋副热带高压与东亚阻高在130°E附近同位相叠加是形成1998年汛期嫩江、松花江流域大暴雨的大尺度环流主要特征。它们为大暴雨的形成提供了优越的大尺度环流背景。频繁活动的东北冷涡是在这一大尺度环流背景下形成大暴雨的天气尺度系统。进一步分析了东北冷涡生成维持的环流条件和活动特征,得出东北冷涡在蒙古东部滞留少动是形成嫩江松花江流域特别是嫩江流域持续性大暴雨的主要原因。

关键词: 暴雨 大尺度环流特征 天气尺度系统

引 言

1998年汛期嫩江、松花江流域连降暴雨、大暴雨,降雨量大、降雨强度高、持续时间长,且反复在同一地区出现,发生了全流域超历史记录的特大洪水,造成严重洪涝灾害。为

了探讨暴雨的成因,本文对形成大暴雨的欧亚大尺度环流的异常特征及其作用,东北冷涡的活动特征和生成维持的环流条件进行分析,得到了一些有益的结论。

1 降雨的时空分布特征

图1是1998年6月1日到8月31日嫩江和松花江流域降雨量分布图。由图中可以看出,1998年汛期松嫩流域大部地区降雨量比历年同期偏多(降雨量距平图略),最大降雨量中心位于内蒙古东部境内嫩江流域的扎兰屯、乌兰浩特和阿荣旗,降雨量在800mm以上,扎兰屯达952.4mm,是历年同期降雨量的1.5倍到2倍。内蒙古东部嫩江流域的降雨主要集中在7月下旬到8月中旬,许多台站的降雨量都超过了历史同期极大值。此阶段的降雨特点是:雨量大、强度高、持续时间长,洪涝灾害主要发生在这个阶段。

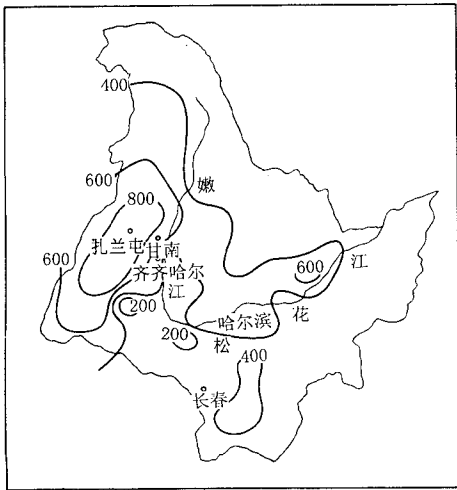


图1 1998年嫩江松花江流域6~8月雨量

2 欧亚大尺度环流异常的基本特征

1998年嫩江、松花江流域暴雨洪涝灾害与欧亚大尺度环流异常有着密切关系,主要异常特征是:

2.1 东亚阻高强盛,位置较常年偏西

在500hPa月平均高度图和距平图上(图略),6月鄂霍次克海到东亚沿海为较强的高压脊,脊线位于140°E附近,脊区为40gpm的正距平区,正距平中心达到80gpm。7月高压脊向西调整到东亚大陆地

区,脊线位于130°E附近,高压脊区仍为正距平,中心在80gpm以上。8月上旬高压脊线仍稳定在130°E附近。东亚阻高的向西调整造成暴雨的天气尺度系统东北冷涡的活动相应西移,冷涡频繁影响嫩江及松花江流域^[9]。另外,阻高异常强盛,8月8日中心强度竟达5860gpm以上。分析逐日500hPa天气图还可以发现东亚阻高从形成到消亡大多维持时间较长,特别是东亚阻高7月29日在130°E附近建立之后到8月12日才减弱消亡,阻高维持了15天之久。持续稳定的东亚阻塞高压为天气尺度影响系统——东北冷涡的频繁活动提供了大尺度环流背景,使冷涡中心被阻滞在45~50°N、113~120°E,冷涡暖切变线恰好位于嫩江、松花江流域,致洪暴雨就发生在这—时段内。

2.2 乌拉尔山高压脊持续强盛

6月到8月上旬中高纬度大尺度环流还有一显著特征,即乌拉尔山高压脊强于常年,势力不断向东扩展。在500hPa月平均高度图上,6月份高压脊线位于乌拉尔山以西,欧洲东部有80gpm正距平区。7月高压脊东移到乌拉尔山附近,脊线呈西北东南向,随着纬度的增加向西北方向倾斜,从西西伯利亚向西北伸展到格陵兰岛的东北海面,西西伯利亚到喀拉海为40gpm的正距平区。8月上旬到中甸初,乌拉尔山到西西伯利亚仍维持一宽广的高压脊。

综上所述,7月到8月中旬初,亚洲中高纬度地区维持两脊一槽的环流形势,即鄂霍次克海到雅库次克俄罗斯远东地区和乌拉尔山西部到西西伯利亚地区分别为稳定而强盛的阻塞高压。两高之间90~105°E为一西北东南向的低压槽。下游高压的持续稳定对东北冷涡的活动有明显的阻塞作用并提供东南暖湿气流,而上游高脊的稳定则有利于极地冷空气沿脊前槽后西北气流南下,不断为东北冷涡的活动提供新鲜冷空气,维持冷涡的斜压性。另外乌拉尔山和东亚阻高之间稳定的低槽区是冷涡产生的有利场合,使盛夏冷涡暴雨频繁。8月下旬中西伯利亚到贝加尔

湖一带转为高压脊控制,我国东北地区大部受脊前西北气流影响,降雨明显减少,汛期结束。

2.3 西太平洋副高与东亚阻高同位相叠加

西太平洋副高不仅与1998年长江流域暴雨关系密切,而且也是1998年汛期松嫩流域暴雨的重要大尺度环流系统。其西缘的西南暖湿气流是松嫩暴雨的主要水汽来源。松嫩流域4次暴雨大暴雨过程都发生在西太平洋副高脊线位于 $27\sim 30^{\circ}\text{N}$,且与东亚阻高或西风带高脊同位相叠加的大型环流背景下。

7月4日副高脊线北跳到 30°N ,中心位于 30°N 、 130°E ,5日副高加强西伸,6日副高与东亚阻高在 130°E 附近同位相叠加,形成南北向阻塞高压,7月6~8日松嫩流域出现了第一场暴雨、大暴雨过程。7月14日副高明显减弱,呈东西带状,脊线南退到 30°N 以南。7月26日副高在华东地区加强北抬,并与华北高脊同位相叠加,27~29日松嫩流域爆发了第二场暴雨。29日华东大陆副高明显减弱,脊线南退到 27°N 以南。8月1日副高再次北跳到 27°N 附近,直到8月12日副高脊线一直稳定在 $27\sim 30^{\circ}\text{N}$ 。值得注意的是,8月1日到11日西太平洋副高与东亚阻高在 130°E 附近再次发生南北同位相叠加过程,形成南北向庞大阻塞系统,正是在这段时间,嫩江、松花江流域再次爆发了两次持续性大暴雨过程。8月13日后,副高南退到 30°N 以南,直到8月底副高再没有北跳。同时西风带环流也发生调整,亚洲环流由两脊一槽转为两槽一脊,松嫩流域转为脊前西北气流控制,降雨明显减少。

综上所述,东亚阻高、乌拉尔山高脊和西太平洋副高的活动及其相互配置,既为嫩江、松花江流域暴雨天气尺度系统东北冷涡的生成、发展、移动、滞留提供了最优大尺度环流背景,又为暴雨的形成提供了来自东亚阻高南缘的东南气流和来自副高西缘的西南气流水汽输送带。

3 主要暴雨过程的天气尺度分析

嫩江、松花江流域6月份出现3次(8~

11日,14~19日,26~30日)大雨过程,降雨量明显大于历年同期平均值,为后期洪涝的发生提供了充足的底水。7、8月份又相继发生了4次(7月6~8日,27~29日,8月4~6日,8~12日)大范围暴雨、大暴雨过程,其中8月8~12日为特大暴雨过程,暴雨落区位于嫩江流域,暴雨站数多达22个,中心在黑龙江省的甘南,过程雨量达348.9mm,最大日雨量出现在9日20时到10日20时,24小时降雨量201.6mm,次大降雨量中心在内蒙古的扎兰屯,过程降雨量为242.8mm,最大日雨量出现在8日20时到9日20时,日雨量124.6mm。此次暴雨过程,暴雨站数之多、强度之大、持续时间之长为1998年汛期暴雨过程之最。

上述7、8月份发生的4次暴雨、大暴雨过程的天气尺度系统均为高空冷涡。

3.1 冷涡的活动特征

造成上述7、8月份4次暴雨过程的冷涡,均不是通常在我国东北平原地区生成的东北冷涡^[2],而是在贝加尔湖或蒙古地区生成的冷涡向东南移动或向东移动影响嫩江、松花江流域的。

7月6~8日冷涡活动较有规律,冷涡中心从贝加尔湖先向东南移动,6日20时冷涡中心位于 47°N 、 116°E ,以后缓慢东移,8日20时东移消失。7月27~29日的暴雨过程,冷涡中心一直稳定在贝加尔湖,中心未移经我国东北地区,暴雨是由贝加尔湖冷涡东南象限的西南气流与中心位于华东地区的副热带高压西缘的暖湿西南气流结合,在贝加尔湖冷涡暖切变线南侧形成的,这和其他3次冷涡暴雨过程是不同的。8月1日贝加尔湖冷涡中心快速向东南移动到乌兰巴托南部,然后东移,2日08时移动到 47°N 、 113°E ,冷涡暖切变线开始影响嫩江流域,直到5日08时冷涡中心稳定少动,5日20时冷涡中心移到哈尔滨东部,6日08时稳定少动,7日08时填塞消失。几乎在这个冷涡减弱消失的同时,6日20时在河套北部500hPa和700hPa图上又生成一个冷涡。值得注意的是700hPa

图上平凉、武都、汉中之间还有一个低涡生成,这个低涡沿西太平洋副高西缘向东北方向移动,8日08时开始影响嫩江下游。8日20时两个低涡在内蒙古东乌旗附近(46°N, 117°E)合并加强(24小时500hPa冷涡中心强度加深了40gpm),移速减慢,在附近地区打转,11日08时向东北方向移去。正是在低涡合并加强滞留打转期间,8日夜间嫩江流域再度爆发了暴雨、大暴雨。这里特别指出的是,南来低涡的合并,对8月8~12日特大暴雨过程的形成起了重要作用,在预报中应给予特别关注。

分析7月6~8日、8月4~6日、8月8~12日三次冷涡暴雨过程冷涡中心移动路径发现,冷涡活动有一个共同特点:即冷涡活动过程中,受东亚阻高阻挡,冷涡中心在45~50°N、113~120°E移速减慢,稳定少动或打转,而后都沿45~50°N东移。这一纬度带恰恰是嫩江、松花江流域,就天气尺度系统而言,这是形成嫩江、松花江流域持续性暴雨造成洪涝灾害的主要原因。

东南风的切变气流中,暴雨即发生在500hPa冷涡暖切变线南侧。

冷涡是一个深厚的斜压系统,从低层到300hPa都有冷涡相叠置,地面图上有气旋相配合。在暴雨期间,300hPa冷涡中心与500hPa冷涡中心几乎是垂直叠置的,而低层从地面气旋中心到700hPa冷涡中心和从700hPa冷涡中心到500hPa冷涡中心是随高度向西北方向倾斜的,这是冷涡冷空气主要由西北方向楔入的结果。

3.2 冷涡形成与维持条件

冷涡是一种典型的天气尺度系统,水平尺度约500~1000km。其形成、移动、滞留与大尺度环流关系密切,是东亚阻高、西西伯利亚高压脊和西太平洋副高三大环流系统共同作用的产物,是大型环流扰动的一种必然结果。

图3是8月1~12日两次典型的冷涡过程500hPa平均高度和平均温度图。从图中可以看到:①西西伯利亚高压脊与东亚阻高之间为长波槽,两次冷涡暴雨过程的冷涡都是在这一大尺度环流背景下,由西西伯利亚高压脊前向东南移动的冷槽在贝加尔湖或蒙古西部有利的地形条件下切断形成的。冷槽底部的负变高中心对冷槽是否切断和冷涡生成的位置有较好的指示意义。②东亚阻高和西太平洋副高在130°E附近叠加所形成的庞大阻塞系统阻挡了冷涡的规律东移,是冷涡在45~50°N、113~120°E稳定滞留的主要原因。③40°N附近有一支副热带锋区(急流),副热带急流北侧的强气旋性风场切变为冷涡维持提供了有利场合。而冷涡的活动又使副热带急流加强,这种正反馈机制在冷涡的维持中起着重要作用。④温度槽落后于高度槽,槽后有明显的冷平流,槽前有明显的暖平流,显然这种温压场配置既有利于冷涡的加深和维持,又有利于东亚阻高的加强和维持。⑤东亚阻高和副热带高压之间,在45~50°N是一相对低压带和气旋性风场切变带,是低涡由滞留区东移的通道。

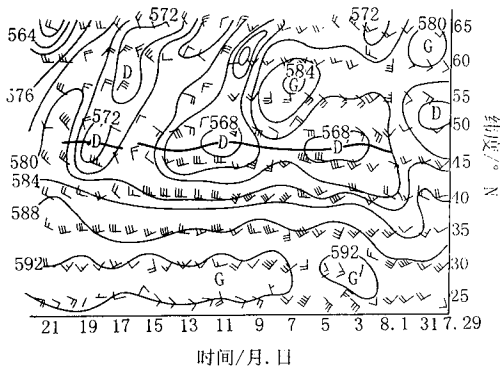


图2 500hPa高度和风沿120°E纬度-时间剖面图

图2是1998年7月29日到8月21日沿120°E 500hPa高度和风的纬度-时间剖面图。从图中可以看到8月2~14日45~50°N有两个低涡活动,在风场上有一条在时间上连续的西南风和东南风构成的切变线,嫩江、松花江流域8月2~14日连续处在西南风和

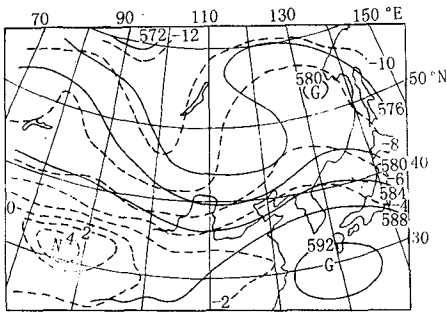


图3 1998年8月1~11日500hpa平均高度(实线)和温度(虚线)

3.3 冷涡暴雨落区

分析3次(7月6~8日、8月4~6日、8~12日)暴雨过程,暴雨日20时500hPa冷涡和未来24小时暴雨落区的关系得出:冷涡暴雨落区并不发生在冷涡中心附近,而是发生在距500hPa冷涡中心6~8个经距,500hPa冷涡暖切变线与地面气旋暖锋之间约200km区域内。个别情况(8月11日)暴雨区发生在500hPa冷涡暖切变线以北约100~300km地区。这是因为在500hPa冷涡中心以东6~8个经距地区,是低空西南风急流和东南风急流交汇处,并处在高空(300hPa)西风或西南风高空急流出口区左侧^[3],这里辐合上升运动最强,水汽输送最为有利。上述

结果可以为冷涡暴雨落区预报参考。

4 结论

①1998年汛期嫩江、松花江流域暴雨洪涝灾害是在欧亚大尺度环流异常背景下发生的,东亚阻高异常强盛,在130°E附近持续稳定,是欧亚大尺度环流异常的主要特征。

②西太平洋副高的活动,特别是8月上旬在130°E附近和东亚阻高南北同位相叠加,不仅为嫩江、松花江流域持续性暴雨的形成提供了优越的阻塞形势,还为暴雨的形成提供了来自低纬的水汽输送。

③东北冷涡是1998年汛期嫩江、松花江流域持续性暴雨的主要天气尺度系统。东亚阻高的阻塞,乌拉尔山到西西伯利亚脊前新鲜冷空气的不断补充,造成冷涡活动频繁且在蒙古东部滞留少动,而后沿45~50°N东移,是形成嫩江、松花江流域持续性暴雨的主要原因。

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. 气象, 1999, 25(4): 20~25.
- 2 郑秀雅等. 东北暴雨. 北京: 气象出版社, 1992: 129~151.
- 3 刘景涛, 罗孝遵. 内蒙古自治区天气预报手册(下册). 北京: 气象出版社, 1987: 53~55.

An Analysis of Macro-scale Circulation Characteristics and Synoptic Scale System with the Storm Rainfall Occuring in the Nenjiang—SonghuaJiang River Basin during 1998 Flood Period

Liu Jingtao Meng Yali Kang Ling Jiang Xuegong Qi Fuyu

(Inner Mongolia Meteorological Observatory, Hohhot 010051)

Abstract

After analyzing the macro-scale circulation characteristics favourable to the storm rainfall in the Nenjiang—Songhuajiang River basin during 1998 flood period, It's found that the East Asia blocking high is persistently strong and has a westward position. A longwave pressure ridge maintains between Ural and West Siberian region, and the West Pacific subtropical high and the East Asia blocking high superimpose each other in 130°E. The stable northeast cold vortex is a main reason leading to the storm rainfall in the Nenjiang river and the Songhuajiang river basin in 1998 summer.

Key Words: storm rainfall macro-scale circulation characteristics synoptic scale system