

# 我国北方50次区域性特大暴雨 的环流分析

周鸣盛

(天津市气象局, 300074)

## 提 要

对30年(1954—1983)中国北方10省(市、区)50次区域性特大暴雨的天气尺度环流特征进行了分析。根据西北太平洋副热带高压的活动,结合直接发生暴雨的低值系统,将这些暴雨天气过程分为4类。可供暴雨天气分析预报业务和科研工作参考。

**关键词:** 区域性特大暴雨 环流特征 概念模型

## 引 言

本文取30年(1954—1983)中发生在吉林、辽宁、河北、天津、北京、山西、河南、陕西、宁夏和甘肃这10省(市、区)内,同一日分别在两个或以上省(市、区),各有一个或以上的气象站出现降水量 $\geq 100\text{mm}$ ,其中至少有一站 $\geq 200\text{mm}$ 的降水过程,作为一次区域性特大暴雨过程(以下简称暴雨)。经普查30年中上述过程共出现50次。本文将对这些暴雨实例进行分析。

## 1 暴雨的时空特征

这50次暴雨日降水量 $\geq 100\text{mm}$ 的站数平均为25个,最少的5站,最多的161站,3/4以上的暴雨过程都达到10站或以上。一次暴雨涉及3省或以上的频率达78%,仅仅局限于两省(市、区)的只占22%。可见,在我国北方这类暴雨的区域性是非常显著的。在极端情况下,如1966年7月27—29日、1975年7月29—31日和1977年8月1—3日一次暴雨过程都影响到7个省(市、区)。

这类暴雨在时间上分布非常集中,所有过程都发生在6月25日—8月27日之间。而且

其中60%发生在7月下旬—8月上旬这21天里。

另外,在一次暴雨过程中每日至少有一个气象站降水量 $\geq 200\text{mm}$ 的最长持续日期可达8天(1963年8月2—9日<sup>1)</sup>),具有类似“梅雨”的持续性。

## 2 暴雨的天气尺度系统

### 2.1 副高

在50次暴雨中有33次(66%)副高中心比7月下旬—8月上旬的平均脊线偏北或就在平均脊线上。其中最严重的几次暴雨天气如著名的1958年7月中旬黄河中游特大暴雨,1963年8月上旬河北省特大暴雨<sup>1)</sup>,1975年8月5—7日河南特大暴雨,1977年8月上旬陕西、内蒙交界地区特大暴雨以及1982年7—8月初的河南、河北、山西、陕西交界地区的特大暴雨,副高中心全部都在 $34^{\circ}\text{N}$ 以北,有的竟达到 $40^{\circ}\text{N}$ 附近。另外,有39次(78%)暴雨发生前副高5880线西脊点要比7月下旬—8月上旬的平均状况更偏西。这些都说明副高的强度、位置和

1) 1963年8月上旬河北省特大暴雨,简称“63.8”暴雨。

形状对暴雨确实起到举足轻重的作用,是促成暴雨的主导系统<sup>[1]</sup>。在盛夏副高北上西进,引导热带辐合带相应北移,有时甚至使我国北方直接受副高南侧热带辐合系统的影响。

### 2.2 热带辐合带

对50次暴雨发生时西太平洋热带辐合带进行逐个分析,发现:无论是副高的西进北上或是台风在我国登陆,几乎(47/50)都与热带辐合带有关。其中最明显的标志是暴雨发生前在160°E(主要是150°E)以西、10°N以北的太平洋上有台风或热带风暴西进或北上。这种过程常常与副高的北上西伸相伴。这时我国东南部处在热带辐合带系统活动的下游,带内诱发的低值系统和云团或西进或北上,在副高边缘西来低槽(涡)或弱冷空气相遇即发生暴雨。

### 2.3 登陆台风

50次暴雨中有8次是由登陆台风造成的。图1给出这8次台风的路径,其中5次北上转向东北并入西风带;3次向西北行消失于内陆。由图1可以看出台风登陆的地区和活动路径

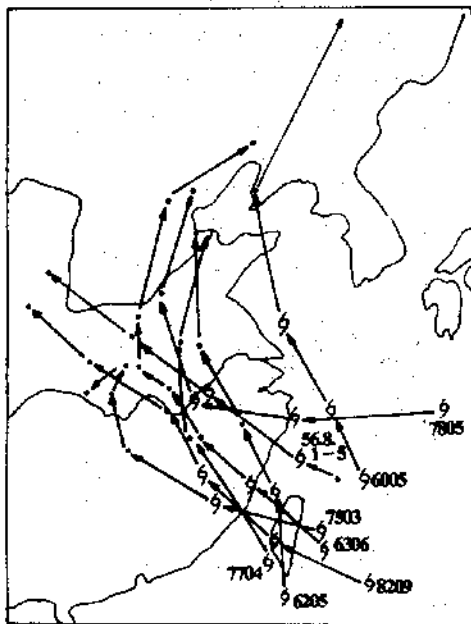


图1 1954—1983年影响我国北方造成区域性特大暴雨的台风路径

都相当集中。当台风中心越过114°E以西,再北上转向的可能性就很小了。

## 3 暴雨的环流过程分类

通过对50次暴雨的逐例分析,确定以500hPa形势为主,着眼于副高作为暴雨过程的主导系统,结合直接发生暴雨的低槽(涡),适当参考850hPa和地面形势,着力于动态暴雨环流概念模型的建立,可将这50次暴雨的环流过程分成如下4类。

### 3.1 槽脊东移型暴雨过程

这类过程的主要环流特征是:西风带高压叠加在副高北面,暴雨发生在高压脊后低压槽前。槽脊向偏东方向移动,暴雨区也随之相伴。一般属于极锋型降水性质,冷暖空气激烈交汇的概念对于这类暴雨是比较符合的。暴雨的影响系统在地面上常常有明显的气旋发生或有较强的锋面活动。不过在盛夏我国北方区域性特大暴雨天气实例中属于这类的并不很多。50次中只有8次,占16%。且降水强度一般,雨区移动性也比较明显。

### 3.2 副高西进低槽东移型暴雨过程

这类暴雨在500hPa上表现为:东面强(大)副高与西面弱(浅)低槽。而且暴雨发生前副高明显西进(包括高压中心与5880gpm线),它与西来低槽相向而行。暴雨发生在低槽与副高边缘对流辐合带的“碰头”处。图2给出了这类暴雨的典型实例,即1966年7月27—29日发生在甘肃、宁夏、山西、河北、北京、天津和吉林的特大暴雨。由图2可以看出,副高西进与低槽东移的特点非常清楚。而且副高中心与5880线之间位置的变化具有动力作用。如27日08时(北京时)—28日08时副高中心西移与5880线西伸两者的位移相当一致,而到28日08时—29日08时高压中心继续以几乎相同的速度西移,而5880线却维持少动了。在这同时西来低槽不断东移,这就加强了脊槽之间的高度梯度,有利于西南急流的形成和增强。在副高西进、低槽东移的过程中发生

大暴雨。这次暴雨天气自西向东波及7个省(市、区),图中标出△区是特大暴雨的中心。这类暴雨有时低槽在副高边缘东移过程中趋于减弱,500hPa上低槽变得不太明显,只是在700或800hPa上表现为弱低槽(涡)或切变线和明显的低空急流。本类暴雨的地面形势多呈现为一倒槽,有时也能分析出锋面或波动,但一般强度较弱。有时甚至暴雨竟发生在高压脊的边缘。在50次暴雨实例中,这一类型最多有31次,占62%。要注意的是这类暴雨的直观环流形势似乎暴雨仍发生在副高西北侧的西来槽前,容易与槽脊东移型暴雨天气过程相混淆。因此,要认真分析副高中心和5880脊线的动态,把握西来低槽与东侧副高相向而行的特点。

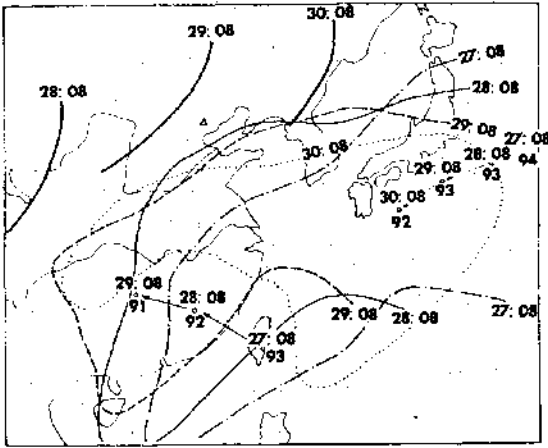


图2 1966年7月27—29日特大暴雨过程中500hPa上逐日副高中心,5880线和槽线位置  
三角形为暴雨中心

### 3.3 副高南侧辐合系统型暴雨过程

这类暴雨发生在副高南或西南侧,实质是低纬度辐合系统异常北上造成的强烈降水。为了区别于向东北转向(转到副高的北侧)的台风(或蜕变的低压)暴雨过程,故命名为副高南侧辐合系统暴雨过程。暴雨的影响系统有东风扰动、西南涡、台风蜕变的低涡或倒槽以及与其伴随北上的东南急流。在50次暴雨中本类有6次,占12%,次数虽少但灾害

极为严重。如1956年8月1—5日,1975年8月3—7日和1982年7月29日—8月2日这3次登陆台风西北行在我国北方造成的暴雨过程和1958年7月中旬在黄河中游以及1963年8月上旬河北省的暴雨过程等均属本类型。其中“63.8”、“75.8”两次暴雨所酿成的洪涝灾害,是1949年以来北方最为严重的。对于上述暴雨个例大多做过分析<sup>[2]</sup>,尤其“63.8”和“75.8”暴雨更有专门的研究<sup>[2,4]</sup>,本文只是将这两次过程作为副高南侧辐合系统暴雨类型环流演变特征的典型分别概述如下。

图3是1963年8月上旬河北暴雨期间500hPa高低中心和台风活动状况,并给出了6308号台风在海洋上的活动状况。由图3可看出,在东亚及西北太平洋上空大气环流异常稳定,自日本海向西到我国东北南部及黄渤海沿岸为主要副高活动区,并在河套北部与河西暖高压联成副热带性的纬向高压带。暴雨影响系统位于这个高压带的南侧,主要是以西南低涡<sup>[2]</sup>的形式移到河北发生强降水,这在850hPa上反映相当清楚。由于日本海到黄渤海一带的副高非常稳定,迫使西南低涡移到河北就地停滞,暴雨持续而少动。这是一种极为反常的天气形势。一般西南低涡多与

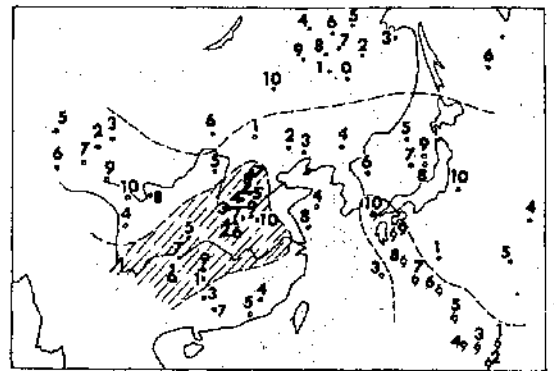


图3 1963年8月1—10日08时500hPa高低中心分布  
黑三角为暴雨中心,斜线为低涡活动区,空心 and 实心点分别为高低压中心位置,数字为日期,虚线为高低压分界线

西风带低槽相联系,活动在副高北侧。而在1963年8月上旬副高异常偏北,高中心在 $35^{\circ}\text{N}$ (甚至 $40^{\circ}\text{N}$ )以北。这时西南涡在副高南侧活动,它赋予了热带辐合带中东风扰动的性质,与在日本南面沿 $135^{\circ}\text{E}$ 西侧北上的6308号台风相对应,都显示了副高南面低纬辐合系统北上的特点,这在图4中看得很清楚。



图4 1975年8月3—8日08时500hPa 高低中心分布  
斜线区为7503号台风(低涡)活动区,括号内表示20时的中心位置,其余说明同图3

“75.8”暴雨发生在副高南侧北上的7503号台风低涡倒槽里,这已是公认的事实<sup>[5]</sup>。图4给出8月3—8日500hPa 高低压中心以及台风登陆蜕变为低涡和相应暴雨中心的位置,后者用斜线区表示。可以看出这次暴雨发生在副高南侧辐合带里是非常清楚的。

以上两例都是在副高南侧的辐合带里发生的持续暴雨。因为当时环流形势极为异常,辐合带北上到了 $35^{\circ}\text{N}$ 或更偏北的纬度。在这过程中很可能有西风带弱槽或小股冷空气渗入。这方面都有过专门研究<sup>[6]</sup>,不再赘述。而由天气尺度环流演变分析(如图3、4)表明,这类强烈降水天气与主要发生在副高北侧西风槽之间形成的暴雨相比较,它们之间的环流特征是有根本差别的。因此,我们提出副高南侧辐合系统型暴雨天气过程。陶诗言等<sup>[2]</sup>曾指出华北和东北的几次最强烈暴雨往往都是

由北上的热带系统造成的。按我们对这50次暴雨过程的分析表明,这里说的热带系统既包括台风及其蜕变的低涡和倒槽,也要考虑在极端异常环流形势下的西南低涡(槽)或其它辐合系统。总之,要按照天气学基本原理具体分析复杂多变的实际大气环流演变特征。这样才能建立比较符合客观天气发展的分析预报思路和一些重大天气的概念模型。

### 3.4 台风北上转向型暴雨过程

我国北方的天气工作者历来重视台风暴雨的影响,这方面已有比较系统的工作<sup>[7]</sup>。按本文所给定的50次暴雨中有5次属于北上台风转向暴雨过程。图5给出这5次台风活动过程中最西和最东的路径与对应的500hPa 副高中心及5880线的位置。可以看出北上转向台风的路径是相当集中的,对应副高的位置也非常一致。如起始时(图5所标1)副高偏东,5880线西伸到 $130^{\circ}\text{E}$ 附近,则后期台风北上也偏东,主要影响山东半岛和东北三省;若副高偏西,5880线西伸到 $120^{\circ}\text{E}$ 附近(图5中实线)则台风北上后的路线也相应偏西。在台风北上转向东北之前,副高中心往往是持续西

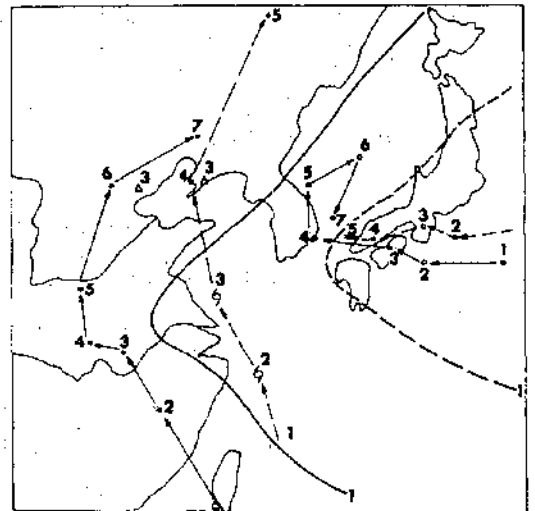


图5 最西一次(7704,实线)和最东一次(6005,虚线)台风路径,副高中心和起始时的5880线数字为各系统中心位置,圆点为副高中心,三角形为暴雨中心

进的。这些事实反映了盛夏亚洲大陆东部和西北太平洋上空大气环流的内在联系。114°E 以东的我国北方都可能受到转向台风的影响。

北上台风对我国北方带来的暴雨,可分为间接暴雨和直接暴雨两类。当台风向西北移动,位于副高南侧时,暴雨的环流特征基本上属于副高南侧辐合系统型。这时台风虽远在30°N以南,但由于台风北面东南风急流先头北上,当急流前锋与西来弱冷空气(要注意云团和低层的负变温变零线<sup>[5]</sup>)相遇所造成的强烈辐合,就可能发生特大暴雨。这种暴雨常常在北方新生,它与台风中心附近的暴雨区是分离的,距台风中心600—900km处就可能出现暴雨,故叫台风间接暴雨。其降水强度有时超过台风临近时的直接暴雨。对于我国东北地区来说,北上台风暴雨尤为重要,一些特大的区域性大暴雨几乎都是北上台风降水造成的<sup>[4]</sup>。

#### 4 结论

4.1 我国北方特大暴雨的时空分布具有鲜明的集中性与区域性,这与美国强暴雨的局地性和时间不集中<sup>[6]</sup>形成了鲜明对照。

4.2 着眼于副高的活动,结合暴雨天气系统,进行环流分型,突破了以往主要以西风带

系统(如经纬向型等)进行暴雨形势分类的框框,比较清晰地揭示了我国北方区域性特大暴雨环流特征的物理图象,有利于科学地建立北方暴雨天气学模型和分析预报思路。

4.3 本文明确提出在大气环流极为异常的情况下,我国北方有可能直接受到副高南侧辐合系统的影响,发生强烈而持续的特大暴雨。一旦这类暴雨天气出现,则往往造成巨大的洪涝灾害。应该切切注意。

4.4 本文揭示了北上转向台风的临界经度为114°E和台风路径与副高5880gpm线的对应关系。

#### 参考文献

- 1 雷雨顺. 经向型持续性大暴雨的合成分析. 气象学报, 39 (2), 1981年.
- 2 陶诗言等. 中国之暴雨. 北京: 科学出版社, 1980年.
- 3 “75.8”暴雨研究会战领导小组. 1975年河南特大暴雨研究报告, 1977年.
- 4 丁士盛. 北方暴雨分析及预报研究进展. 气象科技, 1983年第1期.
- 5 周鸣盛. 天津市1984年7号台风低压大暴雨过程分析预报. 北方天气文集(6), 1985年.
- 6 R. A. Maddox, C. F. Chappell and L. R. Hoxit. Synoptic and Meso- $\alpha$  Scale Aspects of Flood Events. Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 60, No. 2, 1979.

## The Circulation Analysis of Regional Heavy Rainstorms in the North of China

Zhou Mingsheng

(Tianjin Meteorological Bureau, 300074)

#### Abstract

The general circulation characteristics of fifty regional heavy rainstorms which are divided into four patterns in the north of China during 1954—1983 period are analysed based on the behavior of the Northwest Pacific subtropical high.

**Key Words:** regional heavy rainstorm circulation characteristics conception model