

黄河中游地区暴雨过程环流合成分析

徐瑞珍

任金声 董立清

(中国气象科学研究院,北京 100081) (国家气象中心)

提 要

作者介绍了1981—1991年6—9月期间影响黄河中游地区的暴雨过程,讨论了暴雨过程环流合成特征,初步揭示了造成该地区暴雨过程的大尺度环流背景。

关键词: 暴雨 黄河中游地区 环流特征

引 言

黄河中游地区常因暴雨而引起河流改道和泛滥,使人民生命财产造成巨大损失,严重影响经济发展,因此正确地认识暴雨过程的环流特征,更好地作好暴雨预报对防灾减灾至关重要。

以往对暴雨过程环流特征的研究大多限于个例,分析暴雨过程发生的大尺度环流演变^[1],但个例研究不可能全面反映暴雨过程的大尺度环流背景。我们从分析研究多个个例合成的环流特征着手,试图了解影响黄河中游地区暴雨形成的大尺度环流背景,合成分析揭示的环流特征将是该地区暴雨共同的带普遍性的特征。

1 黄河中游地区的暴雨过程

我们确定的研究范围是指郑州至兰州沿黄河及其支流所经流域的广大地区,即黄河中游地区。

根据降雨的范围和强度,普查1981—1991年6—9月历史天气图和日降雨量图,确定了25个区域性暴雨过程(表略)。根据天

气形势和暴雨落区选出12个典型个例,其它13个为一般暴雨过程。典型暴雨过程的定义为相邻3站24小时(08—08时,北京时)降雨量 $\geq 50\text{mm}$;一般暴雨过程的定义为相邻两站日降雨量 $\geq 50\text{mm}$,其中一站达100mm以上或另有单站暴雨。从暴雨持续时间看,11年中持续区域性暴雨过程仅3例。

2 暴雨过程环流合成分析

为了更好地用合成分析法揭示黄河中游地区暴雨过程的环流特征,我们选取12个典型暴雨个例来进行分析。这12个个例相邻3站日降雨量 $\geq 50\text{mm}$,700hPa上的影响系统大多为切变线带低涡,以影响系统分类可分为东西向切变(记为WE)和南北向切变(记为NS)两类(表1),表中给出12个个例的编号和700hPa上影响系统类型。字母D表示带低涡,P表示持续性暴雨过程。由表1可看出有7个属东西向切变型,其中有4个带低涡;其余5个为南北向切变型,均带低涡,其中3个为持续性暴雨。

表1 12个环流分析典型个例

编号	8101	8102	8201	8301	8401	8403	8404	8501	8601	8602	8701	8802
以影响系统分类	WE	NSDP	NSDP	NSD	WED	WED	NSD	NSDP	WED	WE	WE	WED

对于被选用的12个典型暴雨个例的原始探空资料首先进行质量控制的计算,包括极值控制、静力平衡控制,消去和纠正探空资料中的误码,然后采用最优插值方案对探空资料进行客观分析。网格大小为 41×41 ,网格距为100km。整个分析范围为 4000×4000 (km^2)。由此取得了每个暴雨个例各时刻各

层次客观分析的基本量(高度 H , u 和 v 分量、比湿 q 等)格点资料,供黄河中游地区暴雨环流特征的研究使用。本文所谓的客观分析是指同一类暴雨个例相同格点某一要素的平均值,试图揭示同一类型暴雨过程环流的共同特征(500hPa环流合成是采用气象中心 5×5 格点资料)。

现从4种情况的合成分析来讨论其环流背景。

2.1 总的环流合成分析

图1a为12个暴雨过程500hPa环流合成图。由图可见,亚洲地区上空西风带环流为两脊一槽型,西风带长波高压脊位于乌拉尔山地区和东亚地区,伊朗高压发展强大,并与乌拉尔山高压脊叠加。西太平洋副热带高压的西脊点位于115°E,588线的北界位于32°N附近,脊线约在27—29°N之间,与东亚高压脊叠加。这个合成的流场清楚地表明东西两边有两个强且稳定的高压系统。

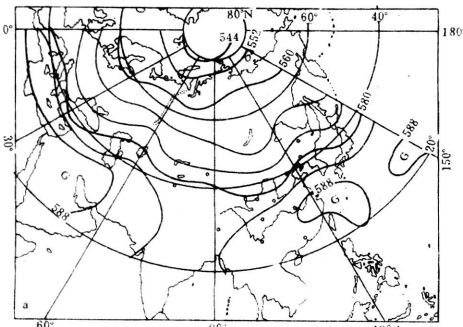


图1a 12个暴雨过程500hPa环流合成图

巴尔喀什湖至贝加尔湖地区为宽长波槽,在这长波槽上有短波槽东移,黄河中游地区正好位于低槽前,槽前的冷空气与西太平洋副热带高压西侧的暖湿气流相结合,这是典型的造成黄河中游地区暴雨过程的环流形势。

由850hPa风矢量图(图1b)可见,西太

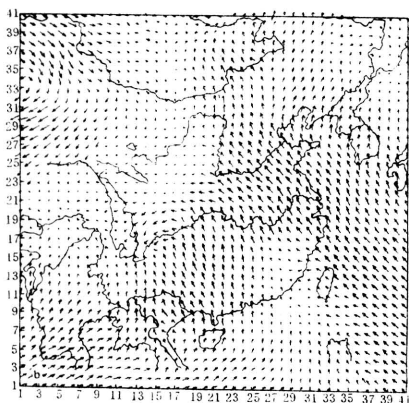


图1b 12个暴雨过程850hPa环流合成风矢量图

平洋副热带高压西侧强盛的暖湿东南气流与来自孟加拉湾和南海气流交汇于黄河中游地区,我国西北地区有冷空气南下,河套西部地区处于这两支偏南和偏北气流之间,形成一南北向切变线。另外在四川盆地有一低涡,由低涡至陕南地区为一偏南风折向偏东风的气旋性曲率切变线,这两个切变线都有利于黄河中游地区暴雨的形成。在700hPa风矢图(图略,下同)上,西太平洋副热带高压西侧有一支强盛的主要来自南海的暖湿偏南气流,与河套地区西风槽后的冷空气相汇,汉中地区处于鞍型场中间弱风区。200hPa风矢图(图略,下同)上,黄河中游地区处于喇叭型辐散区。

2.2 两类影响系统暴雨过程的环流合成分析

图2a是影响系统为东西向切变型7个暴雨过程500hPa环流合成图;图3a是南北向切变型5个暴雨过程500hPa环流合成图,这两张图反映的基本形势均属两脊一槽型,但有明显差异。表2扼要地归纳了这两类暴雨过程500hPa环流合成特征。由表2可见,乌拉尔山地区和东亚中纬地区高压脊强度及伊朗高压和西太平洋副热带高压的强度和位置均存在差异。同样影响黄河中游地区低槽的强度也有差异,这些差异在低层表现更清楚。

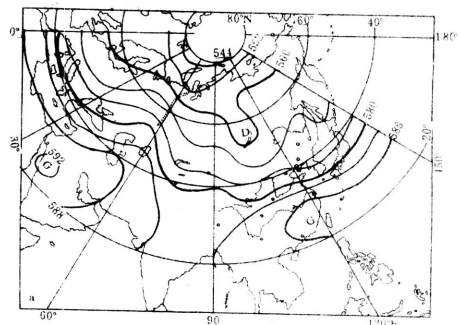


图2a 7个暴雨过程(东西向切变)的500hPa环流合成图

表2 两种影响系统500hPa环流合成的比较

	东西向切变	南北向切变
乌拉尔山地区	经向环流发展	纬向环流发展
东亚中纬地区	纬向环流发展	经向环流发展
伊朗高压	强盛,偏北	弱,偏南,纬向
西太平洋副高	弱,偏南,纬向	强盛,偏北
黄河中游地区	东西向锋区	低槽槽影响

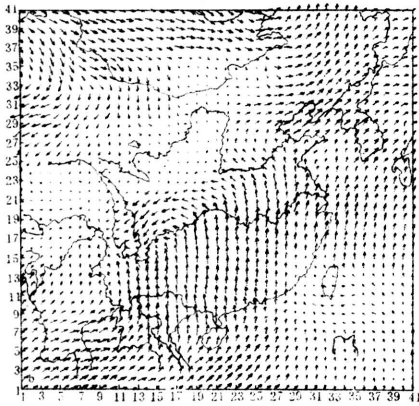


图2b 7个暴雨过程(东西向切变)的850hPa环流合成(风矢)图

对于东西向切变型,在低层850hPa风矢图(图2b)上可以看出,西风带低槽已东移至东北西部,其后部有冷空气南下,河套以西地区为偏北气流。西南地区有倒槽向东北方向伸展,四川盆地至郑州为切变线。在切变线南侧,来自孟加拉湾和南海的偏南气流汇合成一支很宽的暖湿偏南气流,关中地区是弱风速区,气流在此辐合。700hPa风矢量图上可见,西风低槽位于东北西部,槽后盛行西北气流,与来自孟加拉湾和南海的偏南暖湿气流交汇于川北至关中一线,陇东地区为弱风速区。与低空辐合区相对应的是高层200hPa的辐散区。

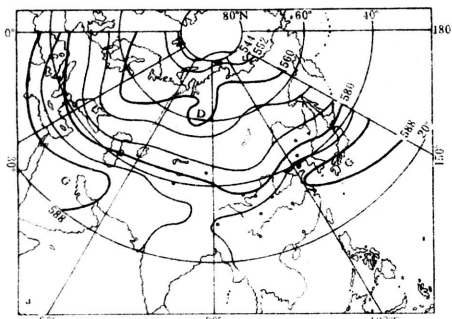


图3a 5个暴雨过程(南北向切变)500hPa环流合成图

对于南北向切变型,在低层850hPa风矢图(图3b)上,蒙古中部有一低压,河套地区为南北向倒槽,倒槽西侧不断有冷空气南下,而倒槽东侧与西太平洋副热带高压西侧

之间有一支强盛的来自我国东部海面的暖湿东南气流向黄河中游地区输送水汽,并与倒槽西侧的冷空气交汇于此。700hPa风矢图上,明显的西风带低槽位于河套地区,西太平洋副热带高压西侧一支来自我国东部海面强盛的东南暖湿气流与来自南海的暖湿气流汇合于黄河中游地区,尔后与低槽前的气流一起折向偏北方向移动。另外,四川有倒槽,汉中处于鞍型场中间弱风速区。200hPa风矢图上,黄河中游地区为辐散区。

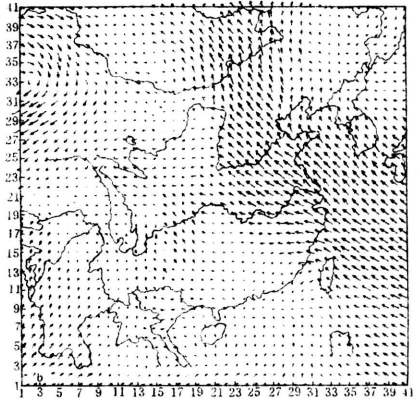


图3b 5个暴雨过程(南北向切变)850hPa环流合成风矢图

2.3 持续性暴雨过程环流合成分析

图4a为3个持续性暴雨过程合成的环流图,500hPa主要环流特征亚洲区域为两脊一槽型,高压脊分别位于乌拉尔山和东亚地区。但西太平洋副热带高压位置偏北,脊线位于34°N左右,与东亚高压脊叠加,形成稳定而强大的高压坝。在西太平洋副热带高压南侧我国东南沿海有一热带低压,更有利于西

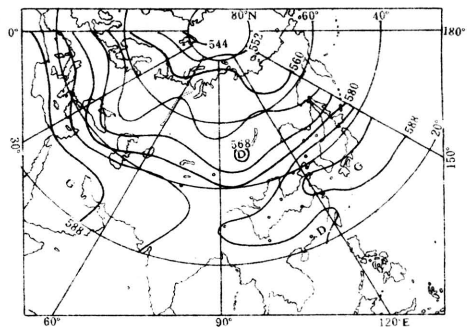


图4a 3个持续暴雨过程500hPa环流合成图

太平洋副热带高压的稳定。在贝加尔湖地区为长波槽,贝加尔湖西南方有一切断低压,低压后部不断有冷空气南下,而黄河中游地区是东南和西南两支强盛的暖湿气流与冷空气汇合处。这种稳定的环流形势致使黄河中游地区暴雨过程持续较长。

850hPa 风矢图(图 4b)上,蒙古西部有一低涡,其南部即河套以西地区为一南北向倒槽,倒槽西部不断有冷空气南下,东南沿海地区的低压与北侧的强大西太平洋副热带高压之间为一支强盛的暖湿东南气流在河套地区与冷空气交汇。700hPa 风矢图上,蒙古中部为低槽区,槽底到达河套北部地区,东南沿海地区有一热带低压,在其北侧的强大且稳定的西太平洋副热带高压的西南侧,有一支强盛的来自我国东部海面暖湿东南气流直达黄河中游地区,然后折向偏北方向移去。另外,黄河中游地区位于 200hPa 上喇叭型辐散区。

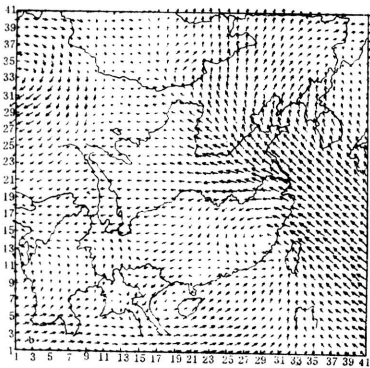


图 4b 3 个持续暴雨过程 850hPa 环流合成风矢图

3 小结

选取 1981—1991 年 6—9 月影响黄河中游地区 12 个区域性暴雨过程,用合成分析法定性地描述了这些暴雨过程的环流特征。

12 个过程合成的环流特征:a. 亚洲地区上空 500hPa 西风带为两脊一槽型,黄河中游地区处于低槽影响之下。b. 西太平洋副热带高压的位置和强度也是个重要方面,其西南侧暖湿东南气流或来自孟加拉湾和南海的暖湿气流直达黄河中游地区。

12 个过程分东西向切变型(7 个)和南北向切变型(5 个)分别合成,结果有明显差异。前者 500hPa 流场乌拉尔山地区经向环流发展,东亚中纬地区纬向环流发展,后者反之。西太平洋副热带高压前者弱、偏南(脊线在 25°N 左右),后者强、偏东偏北(脊线在 34°N 左右)。风矢量分析表明前者盛行西南气流,后者盛行东南气流。

持续暴雨过程除了 500hPa 环流系统稳定外,贝加尔湖西南方有一切断低压,随着低压旋转,不断有冷空气南下;而东南沿海有一热带低压,由于西太平洋副热带高压位置偏北且稳定,还受到东风带系统的间接影响。

在低层的环流合成分析中可见,西北地区为冷空气活动区,盛行偏北气流,南方广大地区为暖湿空气活动区,盛行东南气流及偏南气流。虽然具体的环流形势表现为东西向切变和南北向切变,但都使冷暖空气交汇于黄河中游地区。

参考文献

- 1 陶诗言等. 我国暴雨发生时的大尺度环流背景. 中国之暴雨. 北京: 科学出版社, 1980.

The Torrential Rain over the Middle Reaches of the Yellow River and It's Features of Atmospheric Circulation

Xu Ruizhen

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Ran Jinsheng Dong Liqing

(National Meteorological Center)

Abstract

An investigation of the torrential rain during June—September, 1981—1991 over the middle reaches of the Yellow River is introduced. Using a method of composite analysis, the features of atmospheric circulation of the occurrence of the torrential rain in different circulation pattern are analysed.

Key Words: torrential rain the middle reaches of the Yellow River features of atmospheric circulation