

# 河南汛期暴雨时空分布特征及成因分析

侯春梅<sup>1</sup>, 陈忠民<sup>2</sup>, 康雯琪<sup>3</sup>, 李 新<sup>4</sup>, 郭学峰<sup>1</sup>, 王美兰<sup>5</sup>

(1. 河南省气象科技服务中心, 郑州 450003; 2. 河南省气象科学研究所, 郑州 450003;  
3. 河南省气象学会, 郑州 450003; 4. 平顶山市气象局, 河南 平顶山 467001; 5. 河南省气象培训中心, 郑州 450003)

**摘 要:** 利用 1990—2004 年河南暴雨资料, 分析了河南汛期暴雨空间分布特征, 结果表明: 豫西山区暴雨日最少, 省内淮河流域暴雨日最多, 豫北暴雨日次多。上述空间分布特征与地形、西太平洋副热带高压及低值系统影响有关。此外, 河南暴雨从 5 月开始增多, 7 月最多, 8 月开始逐渐减少, 这一时间分布特征与季风影响有关。河南汛期暴雨, 多数发生在副高与高空槽及中低层低值系统相配合的情况下。

**关键词:** 汛期暴雨; 分布特征; 地形影响; 副热带高压; 低值系统; 季风

**中图分类号:** P426.61+3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-7148(2008)02-0039-04

## 引 言

河南地处青藏高原东侧中纬度地区, 每年夏季西太平洋副热带高压(以下简称副高)西伸北抬, 同时西南季风随副高西侧加强并向北延伸, 与西风带东移南下的低值系统在河南频繁交汇, 形成暴雨。因此, 暴雨是河南夏季的多发天气, 也是主要的灾害性天气之一。

暴雨预报一直是预报人员最关注的问题。八五期间, 河南省气象局组织编写了《河南省短期天气预报手册》, 对暴雨分布的气候特征、西南低涡暴雨、气旋暴雨、暖切变暴雨、台风暴雨的预报进行了分析, 并给出了各个暴雨影响系统所占百分率<sup>①</sup>。由于数值资料的缺乏, 当时的暴雨影响系统分析主要以主观经验统计为主。随着数值预报技术的发展, 布亚林等采用多层聚类分析技术, 对河南省的区域暴雨进行了客观分型<sup>[1]</sup>; 范学峰等利用 NCEP 再分析资料, 对影响河南的远距离台风暴雨过程进行了深入分析<sup>[2]</sup>。但上述研究仍是针对某一方面进行探讨, 没有系统地对影响河南汛期暴雨分布的天气系统进行分析。本文尝试利用水汽通量、南风分量风速等物理量资料, 通过数理统计, 探讨西太平洋副热带高压、季风、西风槽等对河南汛期暴雨分布的影响, 揭示河南汛期暴雨的分布特征和暴雨产生的

物理机制。

## 1 汛期暴雨日的标准及统计结果

按照河南省气象局业务规定: 河南省 118 个观测站中, 有  $\geq 10$  个测站日降水量  $\geq 25\text{mm}$  且连成片,  $\geq 5$  个测站日降水量  $\geq 50.0\text{mm}$  时, 定为一个区域性暴雨日(以下简称暴雨日)。

按上述标准, 经对 1990—2004 年 6—9 月逐日(20—20 时)雨量图的普查发现, 河南共出现 206 个区域性暴雨日。根据暴雨日环流形势及主要影响系统, 进一步划分暴雨时段, 确定暴雨天气过程共 121 个, 并归纳出 4 种暴雨天气分布类型。

### 1.1 南部型

暴雨区在黄河以南, 该类型过程有 81 个, 占暴雨过程的 67%, 是出现最多的暴雨过程类型。暴雨区有两种分布状态: 一种是近似东—西向带状分布, 另一种是东北—西南向, 范围较宽广。

### 1.2 北部型

暴雨区在黄河以北, 该类型过程有 18 个, 占暴雨过程的 15%。

### 1.3 南北并存型

在同一暴雨过程中, 黄河南北各有独立的暴雨区, 出现时间前后略有差异。该类过程有 10 个, 仅占暴雨过程的 8%, 是个例最少的类型。

收稿日期: 2007-07-18; 修订日期: 2008-01-10

作者简介: 侯春梅(1962—), 女, 山西寿阳人, 工程师, 主要从事专业气象预报工作。E-mail: meimei\_hou@sina.com

①河南省气象局. 河南省短期天气预报手册. 1985: 20—25.

### 1.4 南北结合型

该类暴雨过程中,一般在黄河南北两岸有  $\geq 5$  个测站连成一片的暴雨区。该类过程共 12 个,占暴雨过程总数的 10%。过程个例虽然较少,但暴雨区面积广,强度大。

## 2 汛期暴雨日的空间分布特征

统计分析结果表明:河南省暴雨日数分布呈自西向东逐渐增加的特征。西部丘陵山区虽然局地雷雨天气明显多于东部平原地带,但暴雨日最少,沿浉池、嵩县、栾川一线以西的地区均小于 5 个,其中三门峡地区仅为 1 个。淮河流域是河南暴雨日数最多的地区,在淮河谷地与大别山山体之间的固始至潢川一带是 37~38 个暴雨日的大值中心区,淮河谷地以北的平原地区叶县和平舆一带为 36~37 个暴雨日的大值中心区;东部平原的睢县、扶沟、柘城至永城一带是 33~34 个暴雨日的次多中心区。黄河以北的汤阴到新乡一带是 23~24 个暴雨日的次多中心区,但与淮河流域的暴雨日数相差 10 个以上。

另外,在东部平原与西部山区的交界地带(沿博爱、荥阳、新密至南召、镇平一线),呈现出一条南北向的暴雨日梯度最大地带;在淮河谷地与大别山区之间(沿罗山、潢川至固始一线)也出现了一条东西向的暴雨日梯度较大地带。这两条梯度大值带与地形的走向呈平行状态。

## 3 汛期暴雨日空间分布特征的成因

### 3.1 地形影响

河南省西部为山区,由于受山地地形影响,虽然热力、动力作用使局地对流发展旺盛,多雷阵雨天气,但北方入侵的冷空气与南方北上的西南暖湿气流均受西部山地的阻滞,在靠近山区的地带,冷暖空气的交汇作用大大减弱,成了大气活动的“死水区”,因此在这里形成暴雨的条件较差。河南东部为平原,冷暖空气易于交汇,暴雨较西部山区增多。

淮河流域是西太平洋副热带高压对河南影响最早最强的区域,加上大别山区对南下冷空气的抬升辐合作用,因此淮河流域是河南暴雨日数最多的地区。

### 3.2 副高影响

环流形势的演变及主要影响系统的配制,是河南产生暴雨的关键<sup>[3]</sup>。每年 6—9 月是西太平洋副热带高压脊西伸北抬影响黄淮流域之时,为河南暴雨频发提供了丰沛的水汽来源,河南汛期暴雨过程

的分布与副高的位置、强度密切相关。

#### 3.2.1 副高的位置

副高的西伸、东撤、北抬和南退过程,对河南暴雨起着关键作用。每年进入 6 月,副高活动频繁,平均 7 d 左右就会出现一次西伸东撤过程。当副高脊线位于 28—30°N 之间,584 dgpm 线西伸至 105—117°E 之间时,河南南部受其影响,开始出现南部型暴雨。7—8 月,当副高脊线北抬至 30°N 及其以北时,588 dgpm 线影响河南东南部,584 dgpm 线控制黄河两岸,各类型暴雨均有出现。当副高受西风带较强低值系统南下影响而东撤南退时,东亚环流形势调整,河南随之出现北部型或南北结合型的较强暴雨过程;若 584(或 588) dgpm 线停留在黄淮之间,同时西部或西北部有低槽东移南下时,河南多会出现南北并存型暴雨。

#### 3.2.2 副高边缘的水汽输送

为了充分认识副高边缘水汽输送对河南暴雨分布的重要作用,取 25—37°N、105—117°E 范围内各高空测站 850 hPa 的风速( $V$ )与露点温度( $t_d$ ),计算暴雨过程出现前一天 20 时和当日 08 时的水汽通量值进行分析<sup>[4]</sup>。

结果表明:在河南暴雨出现时,副高西侧至西北侧均存在近似于南北向或西南—东北向的水汽通道(即通量最大轴线),但不同过程水汽通量最大值差异较大,一般在 10.5~33.8  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  之间,暴雨中心位于水汽通量大值中心的迎风向等值线密值区。

当水汽通量大值区位于长江中游地区(105—117°E 之间)并伸向河南时,暴雨落区随副高脊线位置的北移向北扩展。当脊线进入 30°N 以北时,暴雨过程对应的水汽通量大值区北跳明显,此时,河南暴雨区不仅在南部,也出现在北中部。

### 3.3 低值系统影响

河南多数暴雨都发生在副高影响的同时,有高空槽和中低层低值系统(如锋面气旋、准静止锋上的波动、低涡、切变等)相配合的情况下<sup>[5]</sup>。

#### 3.3.1 西风带低槽

将 121 个暴雨天气过程前 12 h 的 700 hPa 高度层靠近河南区域内的槽线、低涡中心与切变的位置填绘在图 1(a),同时将 312 dgpm 等值线位置填绘在图 1(b)。图 1(a)显示:河南暴雨过程发生前,西部、北部是低值系统入侵最多的区域。图 1(b)显示:河南暴雨过程发生前,312 dgpm 线 90% 以上穿过河南,仅有少数是靠近河南。从图 1 中还可看出,副高与低值系统交汇,两者之间在结构上存在高低空急流耦合特征:高空偏西急流的右侧有较强的辐

散,低空偏南气流(急流)的左侧有较强的辐合,当高、低空急流接近,高层辐散区和低层辐合区重叠时,700 hPa 至 300 hPa 气层内上升运动增强,两支

急流之间形成一个明显的上升运动区,有利于河南暴雨的发生。由于豫北为北方低值系统影响最频繁的区域,因此黄河以北为暴雨次多发区。

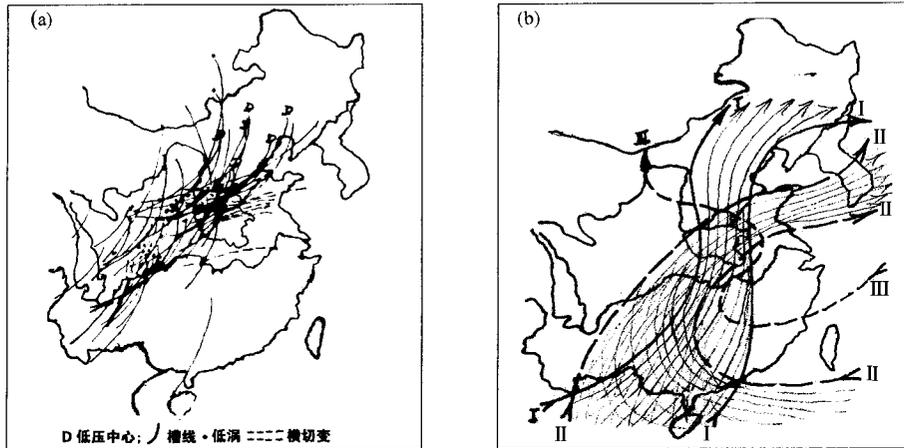


图1 暴雨日过程前12h的700 hPa低槽和312 dgpm线的综合位置  
(a)低槽、低涡与切变位置,(b)312 dgpm线位置

### 3.3.2 西南倒槽与准静止切变

西南倒槽影响河南出现暴雨比较常见。此槽东侧是暖湿的西南气流区,在850—700hPa高度层表现最为明显,当其东移北伸,并与西伸的副高西北侧相汇时,西南气流急剧增强,并向东北方向发展延伸,有时槽线出现准静止或略西退。当倒槽北段进入河南东南部,槽西侧的偏北气流常常会引导冷空气入侵,在倒槽与副高之间的暖湿气流沿冷空气向偏北方向抬升,在河南东南部构成具有暖锋特性的准静止切变,给河南东部带来暴雨天气。

分析还发现,倒槽影响下的暴雨过程,一般是在冷空气入侵时出现。对部分有倒槽影响而无冷空气入侵时的环流形势进行分析发现,此环流形势下,河南地区仅仅成为暖湿气流北上的“渡桥”,雨区不在河南,而是在有冷空气与其汇合的河南以北或以东地区。

月明显增多,7月最多,8—9月明显减少。也就是说,暴雨集中在每年江淮梅雨结束、季风北上黄淮的6—8月。此时正是青藏高原热力作用增大,高原热低压发展,促使西南季风增厚、增强,影响范围延伸至黄淮地区之时<sup>[6]</sup>,这也是河南汛期暴雨增多的重要原因之一。

用郑州高空资料统计了汛期各月500、700、850 hPa具有南风分量的日数及南风分量平均风速,结果显示,无论是在暴雨特少年还是特多年,季风与暴雨均存在很好的正相关。1993年与2000年分别是所统计年份中河南汛期暴雨日的最少与最多年,图2和图3分别是1993年和2000年的月暴雨日与具有南风分量的日数及平均风速的对比图,从中可以看出,月暴雨日的多少与具有南风分量的日数多少、平均风速的大小存在明显的正相关特征。因此,在研究河南汛期暴雨时,应当特别关注青藏高原热低压的增强发展时间,这是西南季风北上的主要动力条件,也是河南暴雨水汽输送与供应的必要条件。

## 4 季风对汛期暴雨时间分布的影响

河南区域性暴雨日平均时间分布特征是:5—7

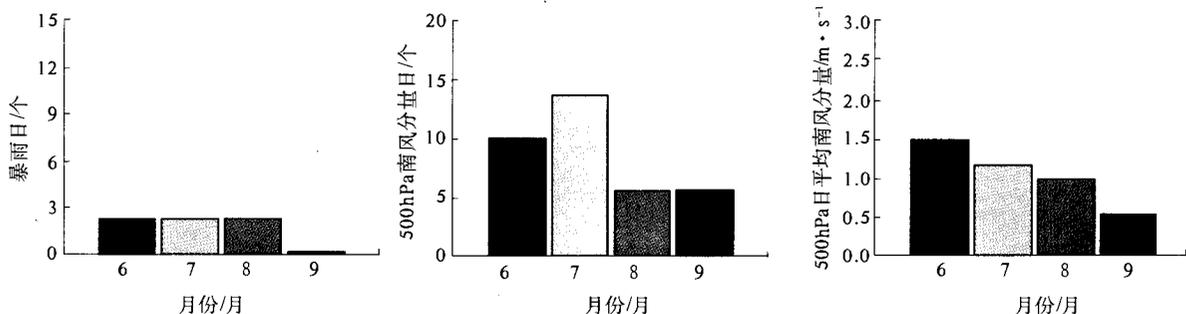


图2 1993年各月暴雨日数与具有南风分量的日数及南风分量平均风速的对比图

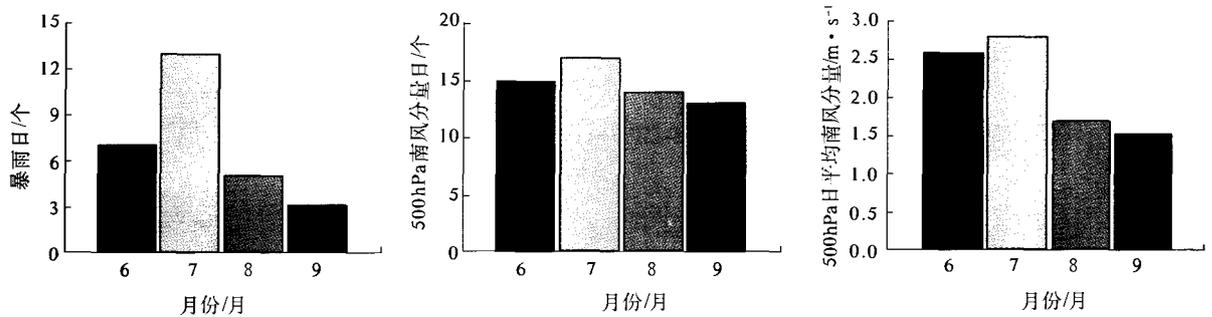


图 3 2000 年各月暴雨日数与具有南风分量的日数及南风分量平均风速的对比图

## 5 小 结

①河南省暴雨日数分布呈自西向东逐渐增加的特征。西部丘陵山区暴雨日最少;淮河流域是河南暴雨日数最多的地区,黄河以北的汤阴到新乡一带是次多中心区。

②河南汛期暴雨日出现的时间、次数、强度及地区分布特征,是由地形及副高、季风、西风带等主要环流系统所提供的动力、热力条件所决定的,与冷暖空气相互作用的强度、位置及持续时间也有一定的关系。

③青藏高原热力作用增强,高原热低压发展,促使西南季风增厚、增强,影响范围延伸至黄淮地区,是河南汛期暴雨增多的重要原因。

④河南汛期多数暴雨都发生在副高与高空槽及中低层低值系统相配合的情况下。

## 参考文献

- [1] 布亚林,郑世林. 河南省区域暴雨的客观分型[J]. 河南气象, 2000(1):8-9.
- [2] 范学峰,夏卫东. 远距离台风暴雨过程分析[J]. 气象与环境科学, 2007, 30(3):33-36.
- [3] “75.8”暴雨会战组. “75.8”暴雨会战成果[J]. 气象学报, 1979(4):37.
- [4] 章淹. 气象科学集刊[M]. 北京:气象出版社, 1981:1-10.
- [5] 阮均石,唐东昇. 天气基础知识[M]. 北京:气象出版社, 1985:179-183;214-231.
- [6] 杨士恩,张新华,王启. 山东夏季降水异常的前兆信号特征[J]. 气象与环境科学, 2007, 30(1):76-78.

## Distribution and Cause Analysis of the Flood Season Rainstorm in Henan Province

Hou Chunmei<sup>1</sup>, Chen Zhongmin<sup>2</sup>, Kang Wenying<sup>3</sup>, Li Xin<sup>4</sup>, Guo Xuefeng<sup>1</sup>, Wang Meilan<sup>5</sup>

- (1. Henan Service Center of Meteorological Science and Technology, Zhengzhou 450003, China;
2. Henan Institute of Meteorological Sciences, Zhengzhou 450003, China;
3. Henan Provincial Meteorological Society, Zhengzhou 450003, China;
4. Pingdingshan Meteorological Office, Pingdingshan 467001, China;
5. Henan Meteorological Training Center, Zhengzhou 450003, China)

**Abstract:** By using the rainstorm data in the 1990 ~ 2004 period, the distribution of the flood season rainstorm in Henan province is studied. The results show the flood season rainstorm in western Henan is the least and it is the most in the Huaihe River Basin and it is the second most in northern Henan. This distribution is related to the terrain, the West Pacific subtropical high and the low-value system. The flood season rainstorm in Henan province increases from May and reaches maximum in July, and it begins gradually reduced from August. This temporal distribution is in relation to the monsoon. The most flood season rainstorm in Henan province occurs with the subtropical high accompanying by the upper trough or the low-value system at low middle layer.

**Key words:** flood season rainstorm; distribution; terrain influence; subtropical high; low-value system; monsoon