

2000 年夏季河南大暴雨的预报特征

吴 蓁, 王 蕊, 李 飞, 乔春贵

(河南省气象台, 河南 郑州 450003)

摘 要: 以 2000 年 7 月河南省 10 站以上连成片、日雨量 ≥ 100 mm 且降水中心日雨量 > 200 mm 的 4 次大暴雨过程为样本, 从天气形势、水汽条件、不稳定度和中小尺度等方面进行了分析, 并辅以部分物理量计算, 进而揭示出大暴雨过程的部分预报特征。

关键词: 大暴雨; 天气形势; 天气系统; 水汽; 稳定度; 中尺度系统; 预报特征

中图分类号: P458.1⁺21.1

文献标识码: A

文章编号: 1004-6372(2001)03-0001-03

1 雨 情

2000 年 6~8 月河南省暴雨频繁, 共出现区域暴雨过程 8 次; 暴雨过程持续时间长, 7 月 2~7 日和 7 月 12~15 日为两次连续性暴雨过程; 雨势猛, 一个暴雨日 24 h 最大降水量可达 438 mm。这在历史上均属罕见。因此 2000 年夏季河南部分地区出现了严重洪涝灾害, 损失严重。为揭示强降水成因, 寻找其预报共性, 选择 10 站以上连成片、日雨量 ≥ 100 mm 且降水中心日雨量 > 200 mm 的 4 次大暴雨过程进行分析。4 次过程分别为: 7 月 4 日大暴雨区位于南阳、平顶山和郑州地区西部, 降水中心在鲁山(201 mm); 5 日大暴雨区位于豫北和开封、许昌地区, 中心在安阳(234 mm); 6 日大暴雨落区与 5 日基本相同, 中心在延津(438 mm); 15 日大暴雨区主要在商丘、周口、漯河等地区, 中心在舞阳(272 mm)。

分析每 3 h 一张的地面省小图发现: 这 4 次大暴雨的产生有一个共同点, 即均由两个强降水时段构成, 且强降水时段均为 17~20 时和次日 05~08(11)时; 4 个大暴雨日中 3 h 最大降水分别为 7 月 4 日尉氏(81 mm), 5 日新乡(85 mm), 6 日延津(296 mm), 15 日西华(59 mm)。

2 天气形势

暴雨是在多种天气尺度系统相互作用下产生的, 大尺度环流背景往往给直接产生暴雨的中小尺度系统提供生存与发展的有利环境与空间。图 1~4 分别为 4 次大暴雨过程前 1(或 2)日的 500 hPa 环流背景场。

7 月 4~6 日为连续性大暴雨, 其背景场极相似: 在 55°N 以北的高纬地区为纬向环流, 其上不断有小槽自西向东移动, 最后并入东部沿海槽中, 使该地区一直维持一槽区, 该槽区后又与北上的 3 号台风形成的低值区结合, 阻挡着上游自东北、华北东部到长江下游一带的高压脊东移; 这一经向度较强的

高压脊稳定又阻止了自河西走廊东移的低槽, 迫使其在东移过程中停滞, 最后在山西、河北、河南一带演变为低涡, 在三省交界处稳定达 60 h 之久。低涡长时间稳定, 促使这一地区上升运动加强, 成为垂直运动发展的动力。由于 3 号台风自 3 日 08 时生成后逐时向北移动, 副高退到海上, 对连续 3 天的暴雨未起作用。3 号台风向北偏东方向移动, 不仅阻挡了副高的西伸, 同时阻止了华北高压的东移, 起到了使低槽低涡持续稳定在晋、冀、豫的作用。而沿 55°N 以北纬向环流东移的小槽只能引导冷空气从华北地区扩散南下。

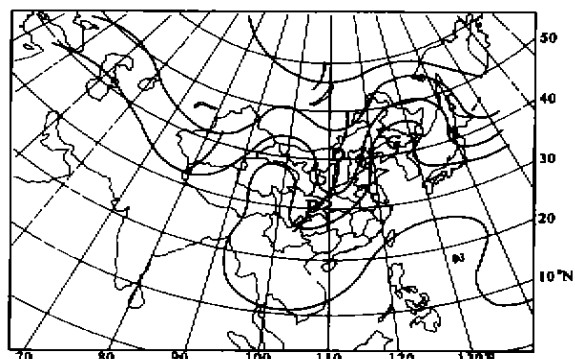


图 1 2000 年 7 月 3 日 20 时 500hPa 形势图

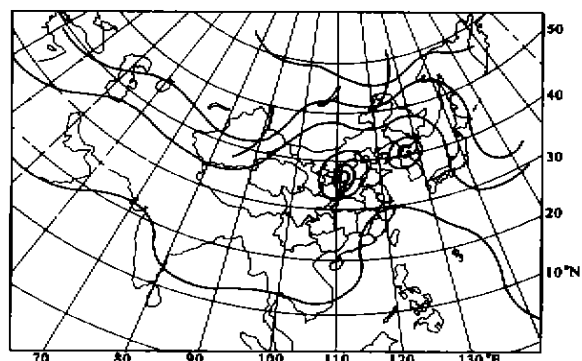


图 2 2000 年 7 月 4 日 20 时 500hPa 形势图

7 月 14~15 日, 副高呈 ENE~WSW 向, 从太平洋伸至我国东南大陆, 脊线位于 27°N 附近。50°N 以北地区为两槽两

收稿日期: 2001-04-10

作者简介: 吴 蓁(1961-), 女, 河南郑州人, 学士, 高级工程师, 从事天气预报工作

河南气象 2001 年第 3 期

脊,经向度较强,两脊分别位于乌拉尔山和150°E,低槽区分别位于乌拉尔山以西和巴尔喀什湖到贝加尔湖地区,巴湖到贝湖为宽广的槽底,呈纬向环流,阻止北方冷空气南侵,使其绕道东北、华北,最后从东路扩散南下。处于副高西北侧的我省上空的WS气流与华北扩散南下的冷空气相遇,产生降水,这是比较典型和常见的夏季暴雨形势。

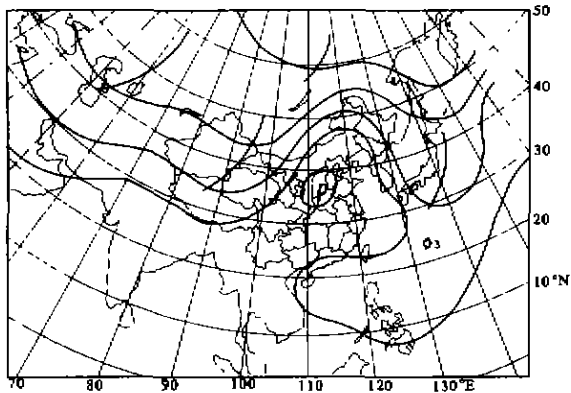


图3 2000年7月5日20时500hPa形势图

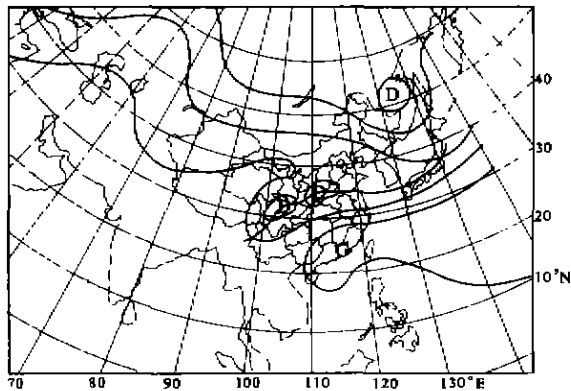


图4 2000年7月13日20时500hPa形势图

3 影响系统

统计结果表明(表1),每一个大暴雨日的出现,均是在多个天气影响系统共同作用下产生的,从地面到500 hPa每一层都有影响系统,足见大暴雨产生的动力条件非常充分。

表1 产生大暴雨的天气系统

时间	850hPa	700hPa	500hPa	省区图	地面图
7月4日	高压线	低槽和JSW	低槽	中尺度气流辐合线	东路高空空气
7月5日	切变线和JSE	低槽	低槽	辐合线	东南低气压区
7月6日	切变线	低中心	低槽	中尺度气流辐合线	东路高空空气
7月15日	切变线	切变线低槽JSW	低槽切变线低槽	辐合线	东路高空空气

4 水汽条件分析

700 hPa图上,7月3日08时之前有一支西南水汽输送带通向河南,3~4日有东南和西南两条水汽输送带向河南输送水汽:一条从贵阳经恩施、南阳到郑州,另一条由杭州经南京、徐州到安阳。西南路在3日08时加强为急流,位于贵阳、恩施到南阳,风速达12~16 m/s。从5日开始,西南路径的水汽输送时有时无,且往下游SW风速呈辐散状,对降水的贡献明显减小。但随着3号台风的逐时北上,副高也随着北抬,副高南侧的东南气流4日20时起源源不断地将海上的潮湿空气

送入河南。这一支东南气流位于杭州、南京、徐州到安阳,在4日20时风速达10~14 m/s,安阳为6 m/s,说明在徐州、安阳间有水汽辐合。5~6日东南气流上游站的风速均大于安阳,使水汽在豫北堆积。850 hPa图上,4日20时到5日08时有一支来自东海的水汽输送带,形成 ≥ 14 m/s的东南急流,位于上海、南京、徐州到邢台一线,河南省北部和东部正好位于该急流的左前侧。5日20时起急流消失。当中低层的水汽趋于减弱时,500 hPa的水汽输送开始加强。5日20时有一支来自3号台风外围的东南气流将水汽从冲绳岛北、杭州、合肥、阜阳一直输送至安阳,这支气流是由于3号台风北上形成并加强的。从整层的水汽变化来看,500 hPa水汽输送的加强无疑成为6日强降水的重要水汽来源。

7月14日20时,850 hPa在芷江、汉口、阜阳有一支风速为12 m/s的西南急流,14日20时到15日08时700 hPa有两支西南急流将水汽向河南省和其东部下游输送。

以上分析可看到,每一个大暴雨日至少对应一条明显的大尺度水汽输送带,可以是西南气流,也可以是东南气流。有急流时,大暴雨落区总是位于急流左前方或急流头处。

此外,还分析了湿层的厚度。3日20时到4日08时,850~500 hPa,河南省内黄河以南区域的 $(t-t_d) \leq 2.7$ °C;4日20时到5日08时,850~500 hPa,河南省北中部的 $(t-t_d) \leq 3.0$ °C;14日20时到15日08时,850~500 hPa,黄河以南 $(t-t_d) \leq 2.9$ °C。只有5日20时, $(t-t_d) \leq 4.0$ °C的湿层位于700 hPa以下。由此可以说明,大暴雨的产生一般都具备深厚的湿层,湿层可伸至500 hPa高度。

5 不稳定度分析

$K \geq 35$ °C时,往往容易产生成片的雷雨,达到暴雨强度。这4次强降水过程的K指数计算再次证明了这一点(表2),大暴雨产生区域的K指数基本上在35~42 °C之间。7月4日最大降水中心位于鲁山,与其最近的南阳站K达38.8 °C;7月5日最大降水中心出现在安阳,距其最近的邢台和郑州K分别达37.1和41.7 °C;7月6日最大降水中心位于延津,距其最近的邢台和郑州K分别达38和36 °C;7月15日最大降水中心位于舞阳,距其最近的南阳K达37.6~40.4 °C。说明了大暴雨是产生在较强的不稳定区中。

表2 K指数计算结果 °C

时间	邢台	郑州	南阳
7月3日20时	34.0	33.0	38.8
7月4日08时	34.7	35.6	35.1
7月4日20时	37.1	37.4	37.3
7月5日08时	33.0	41.7	38.8
7月5日20时	38.0	34.6	39.1
7月6日08时	36.4	36.0	38.1
7月14日08时	33.1	42.0	40.1
7月14日20时	37.4	34.6	37.6
7月15日08时	35.8	35.1	40.4

6 中尺度分析

6.1 地面中系统

暴雨通常是中小尺度系统直接造成的。从每3h一张的地面省小图上发现,4次强降水的出现均有中尺度辐合线或中尺度气旋与之配合(表3)。

分析中还发现,非降水集中时段中尺度系统则不明显。因此,中尺度系统的出现以及它所在的位置对于预报大暴雨具有很好的指示意义。

表3 地面中尺度系统

影响时段	中尺度系统	系统位置	降水区
4日08时	气旋	南召、遂县	位于气旋上
4日20时	辐合线	濮阳到郑州	位于其东侧
5日08时	辐合线	安阳到中牟	位于其上
5日20时	气旋	中心在封丘	位于其西北侧
5日20时	辐合线	濮阳到开封	位于其西侧
6日08时	辐合线	南乐到延津	位于其上
14日20时	辐合线	方城到南阳	位于其上及东侧
15日08时	辐合线	鹿城到睢县	位于其上

6.2 云团活动

红外云图资料分析发现,7月4日15时至7月6日12时,大暴雨区域共有4次对流云团活动:7月4日17时,濮阳、新乡东部、开封一带有对流云团发展合并;7月5日07时,郑州、开封之间有对流云团生成并向东北方向发展;7月5日20时,新乡东部、濮阳有云团生成,合并影响至安阳;7月6日07时,安阳、鹤壁、新乡有对流云团发展。7月14~15日,大暴雨落区先后有3次对流云团生成,并发展东移,第1个云团14日傍晚在驻马店附近生成,到20时之前一直处于发展状态,影响范围也迅速扩展;21时在平顶山附近第2个云团生成并向东北方向移动;15日01~02时,第3个对流云团在漯河一带生成,随后向东北方向移动,08时移出商丘地区。由此来看,每个大暴雨日至少有2次以上中尺度云团活动,而云团的生成源地多为地面中尺度系统所在地。

6.3 雷达回波

表4所示为几次降水集中时段的雷达回波情况。

7 物理量分析

由于资料不全,未能作比较全面和量化的分析,仅从可得

到的部分物理量场中得出几点有指示意义的结论。

7.1 低层辐合、高层辐散

4次大暴雨日850 hPa散度场均为辐合,200 hPa均为辐散,成为垂直运动维持的机制。7月5日20时的散度场指示了延津附近强降水的原因;850 hPa河南仅在黄河沿线有小范围辐合区, $85 \times 10^{-6}/s$ 的辐合中心位于延津附近,200 hPa沿黄及以北为辐散区, $161.8 \times 10^{-6}/s$ 的中心位于封丘和延津间,低层辐合和高层辐散中心正好对应当日的强降水中心。

7.2 上升运动发展旺盛

200 hPa的垂直速度分析表明,7月5~6日许昌以北地区均为负值,14~15日全省基本为负值,说明大暴雨日垂直运动可以一直发展到200 hPa高度。

7.3 中低层水汽辐合有助于大暴雨的产生

850~700 hPa水汽通量散度计算结果表明,7月3日西南部地区有水汽辐合,5~6日豫北有水汽辐合,14~15日除商丘以外均为水汽辐合区。

8 大暴雨的预报特征

通过以上分析,可以清楚地看出大暴雨的预报特征:

- ① 有利的环流背景场,包括大尺度的影响系统和水汽输送带(SW或SE气流)。
- ② 东路弱冷空气。
- ③ 地面中尺度辐合线或气旋。
- ④ 伸至500 hPa的深厚湿区。
- ⑤ K指数大于35℃的不稳定区。大暴雨落区则依赖于中尺度系统的位置,同时出现在最大K值附近。

表4 雷达回波与降水

时 间	雷达回波地	强度/dBz
3日19~24时	宝丰、平顶山、鲁山	30~35
4日17~19时	延津、封丘、开封	35~45
5日07时	延津	45
5日22~24时	延津、原阳	40
6日06~07时	尉氏、开封、封丘、鹿邑	40~45
14日14时	方城、舞阳、驻马店	40~45
14日16时~15日03时	平顶山、驻马店、许昌、周口、商丘	40~45

The Predict Characteristic of the Rainstorm in 2000 summer of Henan

WU Zhen, WANG Rui, LI Fei, QIAO Chun-gui

(The Meteorological Observatory of Henan Province, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: The four rainstorms have been selected as samples, which happened during July 2000 and the criterion of which is described as follows: With 10 border upon stations have rainfall (24h) larger than 100mm and also with one station has it larger than 200mm at least. The analysis is carried out on several aspects, the weather situation, vapour, and degree of stability and mesoscale analysis. Also some physical parameters are calculated and part of the forecast characteristic is disclosed.

Key Words: Rainstorm; Synoptic situation; Weather system; Vapour; Degree of stability; Mesoscale system; Forecast characteristic