

李改琴,谢琼娜,王聪,等. 河南东北部一次突发强降水天气过程分析 [J]. 陕西气象,2019(4):13-17.

文章编号:1006-4354(2019)04-00013-05

河南东北部一次突发强降水天气过程分析

李改琴,谢琼娜,王 聪,杜丽娅,唐 影

(濮阳市气象局,河南濮阳 457000)

摘 要:利用常规气象观测资料、卫星产品和新一代天气雷达产品等,对2017年7月4日发生在河南东北部的突发强降水天气进行诊断分析。结果表明:(1)此次过程是以蒙古高空下滑冷槽侵袭副热带高压西北侧暖湿空气为背景,在中低层切变辐合抬升作用下产生的,强降水落区位于地面倒槽顶端,此处有利于中小尺度辐合旋转系统的形成,为对流的产生和维持提供动力抬升机制;(2)上冷下暖的温度垂直分布,形成了不稳定的大气层结;(3)0~2 km 较大的垂直风切变和相对较干的气层,有利于上升气流的倾斜和干空气的吸入,从而使得对流风暴得以加强和维持;(4)云图上东西两路对流云团的合并加强,形成较强的中尺度对流辐合系统,在合并形成过程中产生强降水;(5)多普勒雷达图上,多条雷暴出流边界的不断生成和合并为强对流连续发生和发展提供了动力辐合抬升条件,大范围入流风场中的大风区有利于强降水的形成和维持。

关键词:高空冷槽;中低层切变线;对流辐合系统;大风区

中图分类号:P458.1212

文献标识码:A

河南北部盛夏处于副热带高压西北边缘,当受蒙古下滑冷空气影响时,对流性强降水多发,具有突发性强、持续时间短、降水强度大和预报难度大的特点,对农业、交通和人民生命财产等造成严重影响和较大损失。多年来,国内气象学者对对流性强降水的成因进行了大量的研究^[1-6]。廖移山等^[7]对2007年7月18日济南大暴雨进行了详细的 β 中尺度分析,揭示了地面 β 中尺度气旋新生发展的一种物理机制;强降水的发生与物理量和对流参数有着密切的关系,杨诗芳等^[8]分析发现,短时强降水时大气层结不稳定,大气对流各个参数场中心与短时强降水中心对应较好。井宇等^[9]对副高边缘西安地区一次短时暴雨分析进行分析指出:造成西安地区短时暴雨的 β 中尺度对流云团具有初生强度大、发生发展迅速等特点。本文利用常规天气观测资料、卫星红外云图和云顶亮温 TBB 产品以及濮阳新一代天气雷达产品,对2017年7月4日下午发生在河南东北部濮阳的突发对流性强降水过

程进行综合诊断分析,其中包括环流背景场、热力动力抬升条件、强降水系统的中小尺度特征等。由于这次强降水过程无明显的低空急流水汽输送,中低层相对较干燥,为这次强降水的预报增加了难度,因此,这次过程有一定的研究价值,为今后此类天气预测提供一定的参考依据。

1 强降水过程概况

2017年7月4日下午,在副热带高压584 dagpm线边沿西北侧,受蒙古高空下滑冷槽、中低层切变线及地面辐合线的共同影响,河南东北部濮阳市突发对流性强降水天气过程,并伴有大风。部分区(县)和乡镇达到暴雨和大暴雨,雨量分布很不均,濮阳95个乡镇站中有19站出现暴雨、大暴雨(图1)。最大降水量出现在南乐县千口,降水量为105.4 mm;降雨主要集中在16—19时,其中降雨量最大峰值在17—18时,特别是南乐的千口、韩张小时雨强分别达71.9 mm、59.7 mm,最大风速台前县站达17.8 m/s。

收稿日期:2019-03-14

作者简介:李改琴(1966—),女,河南卫辉人,学士,高工,从事天气分析和预报工作。

基金项目:濮阳市气象局科技创新基金计划项目(PQ201601)

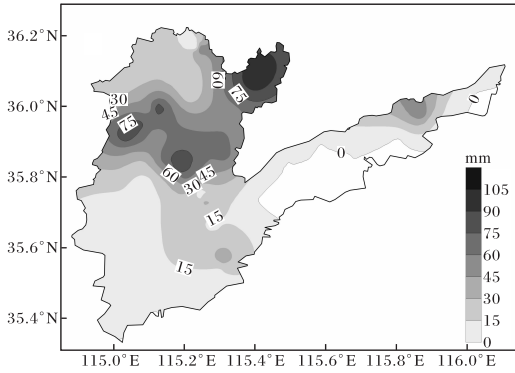


图1 2017-07-04T08—05T08 濮阳市降水量分布

2 大气环流形势特征

2.1 中尺度高空和地面环境条件场

通过绘制4日08时高空尺度和14时地面中尺度分析图(图2,见第15页),揭示这次短时强降水过程发生发展的环境场背景。

从图2a可以看出:高空500 hPa环流为两槽一脊型,濮阳市处于蒙古冷槽前西南气流里、副热带高压西北边缘。由于副高的阻挡,高空冷槽东移北缩,低槽底部影响河南东北部。濮阳处于500 hPa以上干区、700 hPa附近湿区中,上干下湿的层结有利于对流的发展。中低层850 hPa濮阳上游山西境内有东北—西南向的切变线存在,为当地对流云的发展提供了辐合上升条件,濮阳处于切变线东侧的东南气流里,有利于当地水汽的输送;925 hPa冷切变线正好位于濮阳北部,辐合抬升条件好,有利于对流天气的触发。850 hPa以下濮阳处在暖脊中,850 hPa与500 hPa温度差为26℃,上冷下暖使大气层结不稳定加大,有利于对流的发生。过程中无低空急流配合,中低层水汽条件相对较差,只有700~600 hPa气层湿度较大。中低层的相对低湿度虽然不利于暴雨的形成,但有利于强对流天气的形成。

14时地面图(图2b)上,濮阳处于西南—东北向的热倒槽顶部气旋性弯曲处,有利于中小尺度对流系统的形成。加之弱冷空气从东北部侵袭抬升暖湿空气,清丰到南乐一线出现偏南风 and 偏北风的辐合区,对流发生的动力条件得到加强,不稳定能量得到释放,对流性强降水形成。辐合区缓慢向东南方向移动,对流不断发展。另外辐合区的存在比强天气发生时刻提前,有一定的预警作

用。且地面上连续两天14时气温大于37℃,露点温度大于20℃,为对流天气的发生储备了能量和湿度条件。

2.2 探空形势分析

为了深入分析濮阳强天气的发生机理,用南乐县14时温度和露点订正邢台08时探空图(图3,见第15页)可看出:地面到750 hPa之间相对较干,温度露点差大于10℃,气块上升接近干绝热;750~600 hPa有湿层;550 hPa以上高层干冷。说明有干冷空气侵入,属于典型的强对流天气探空形势,容易产生雷暴大风、短时强降水、冰雹等对流天气。但0℃层高度接近5 km, -20℃层高度在8 km以上,不利于冰雹的形成。CAPE为2 646 J/kg,不稳定能量大;K指数为37℃,沙氏指数为0.2℃,说明大气层结不稳定;0~2 km高度垂直风切变较大,为7.79 m/s,有利于上升气流的倾斜和干空气的吸入,从而使得风暴得以加强和维持;整层可降水量为42.1 mm,高于短时强降水的阈值(28 mm),低于暴雨的阈值(60 mm)。

3 卫星产品分析

利用FY-2E卫星红外云图和TBB产品,分析强降水过程中尺度对流云团与对流辐合系统(MCS)的发生发展及与强降水的形成关系,河南省对流性暴雨多发生于MCS的形成发展期,概率达82%^[10]。云顶黑体亮温TBB越低,对应的云顶越高,对流越旺盛,通常 $t_{BB} < -32$ ℃(241 K)的区域为对流活跃区, $t_{BB} < -52$ ℃(221 K)的区域为强对流活跃区。濮阳这次强降水发生在MCS中 $t_{BB} < 220$ K的强对流活跃区中,对流发展旺盛。

从4日卫星云图上看(图4),随着500 hPa低槽东移,相应的低槽云系东移,且午后16时加强为南北向的中尺度对流云带。17—18时,该云带东移与副高西北侧发展的中尺度对流云团在濮阳北部汇合加强为较强的中尺度对流辐合系统(MCS),对流辐合系统17—19时稳定少动,造成濮阳北部的清丰和南乐的强降水。从16—18时云顶亮温TBB(图5)可以看出:TBB小值区与中尺度对流云团相对应,地面小时降水量与TBB

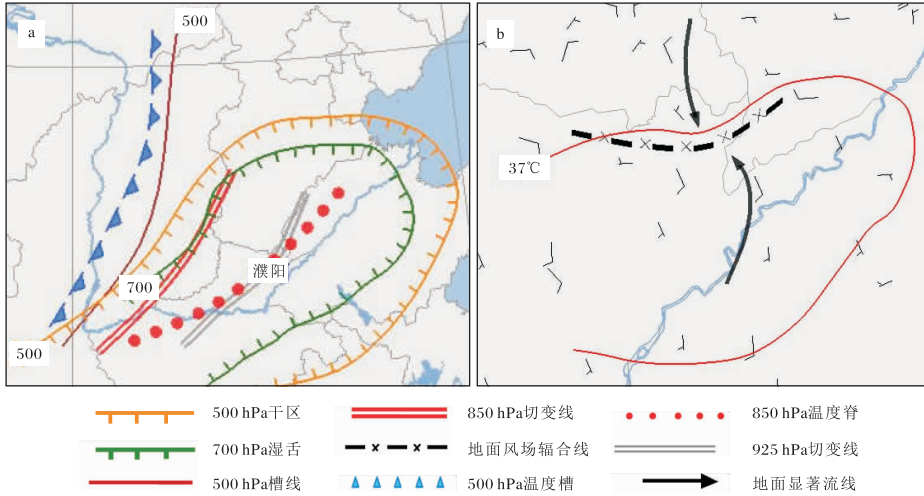


图2 2017-07-04 高空中尺度分析(a 08 时)和地面中尺度分析(b 14 时)(文见第 14 页 2.1)

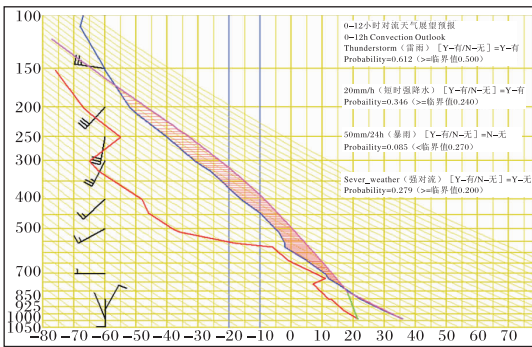


图3 2017-07-04T08 邢台订正探空图 (文见第 14 页 2.2)

呈负相关^[11],本次过程中出现强降水的南乐千口附近 TBB 值小于 220 K(图 5b)。17—18 时,南乐千口小时雨强达到 71.9 mm,说明此处对流发展旺盛,云顶高。TBB 梯度大值区出现了大风天气,最大风速台前县站达 17.8 m/s。

4 雷达产品分析

从濮阳多普勒雷达图上可以看出:此次强降水过程整个风场以向着雷达的大范围入流风场为主,入流风场中镶嵌着大风区、风场辐合区和切变区,有利于中小尺度辐合对流系统的形成。出现

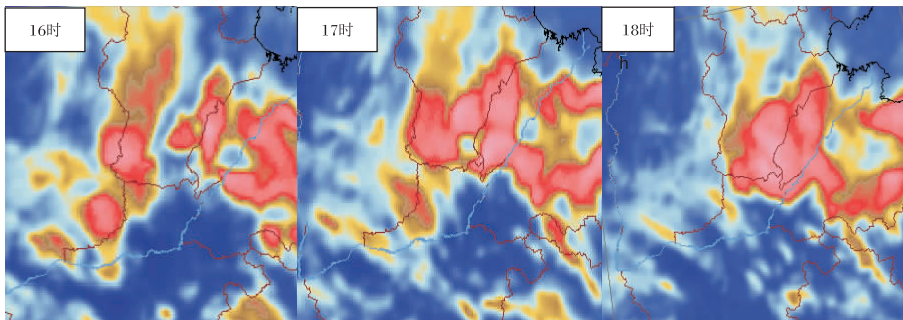


图4 2017-07-04FY-2E 卫星红外云图

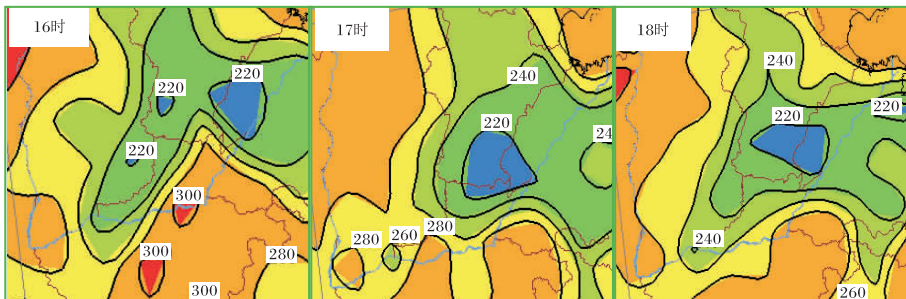


图5 2017-07-04FY-2E 卫星云顶亮温(单位为 K)

了多处层积混合云降水回波,特别在清丰、南乐辐合线处对流旺盛,回波加强合并明显,造成局地短时强降水。强降水产生的冷出流边界明显,形成大风天气,驱动对流系统向着雷达站传播。

13时,濮阳周围清丰、南乐处出现小的对流单体,说明当地气层不稳定,有弱对流的发生。16时,雷达回波开始发展起来,东北部回波发展迅速,并出现了多条出流边界,对流发展旺盛。16:30,径向速度图上濮阳东北部为大片的偏东风气流入流区,并出现大于20 m/s的大风区。

莘县、南乐县到清丰县一线出现多处辐合区,并与地面辐合线吻合。此处中小尺度的对流系统发展旺盛(图6a),并出现了大于40 dBz的较强回波(图6d)。17时,大风区范围向北扩展,在南乐县千口辐合线附近形成大片大风区(图6b),此处回波发展旺盛,范围增加(图6e)。随着径向速度大风区向雷达站移动(图6c),大片强回波向雷达站移动,出现明显的出流边界,同时降水达到最强(图6f)。17—18时,千口小时降水量达71.9 mm。

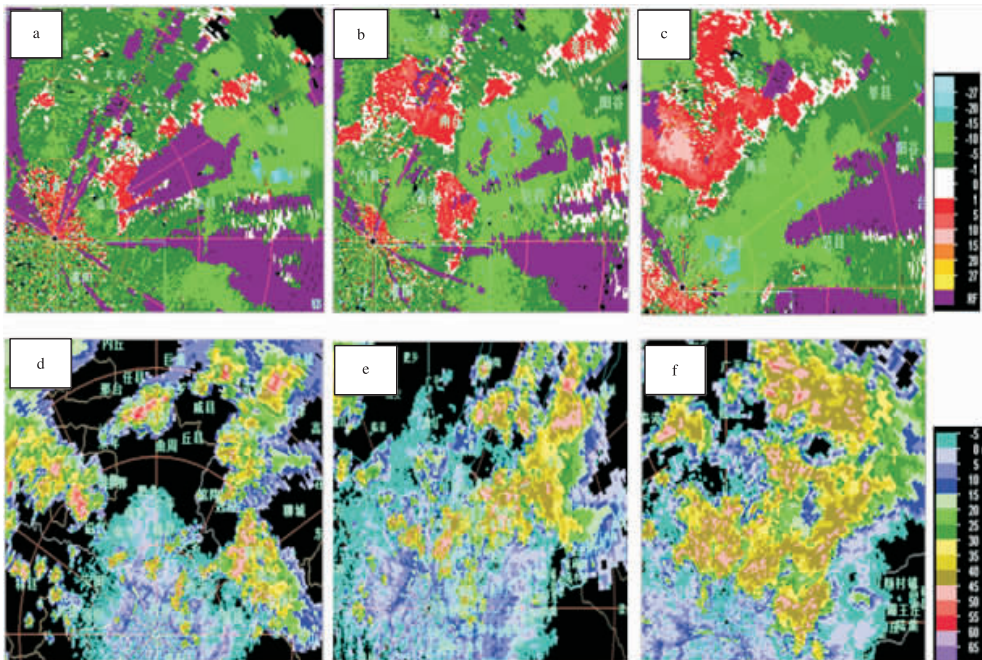


图6 2017-07-04 濮阳雷达 0.5° 仰角平均径向速度(单位为m/s)(a 16:30;c 17:00;e 17:30;)和基本反射率(单位为dBz)(d 16:30;e 17:00;f 17:30)

5 结论

(1)这次突发强降水过程是以蒙古高空下滑冷槽侵袭副热带高压西北侧暖湿空气为背景,在中低层切变辐合作用下产生的,地面辐合线和弱冷空气的侵袭为强对流提供了触发条件。

(2)中低层水汽条件相对较差,湿层薄,但在气层不稳定、热力和动力条件较好时,仍然可以产生对流性短时强降水天气。

(3)卫星云图上对流云团的合并加强,形成较强的对流辐合系统的过程中,出现了强降水和大风天气。

(4)多普勒雷达径向速度图上,大范围入流风

场中的大风区和辐合系统有利于强降水的形成和维持,它的移动路径也是强降水发生的落区。多条出流边界的不断生成和合并为强对流的发展和持续提供了动力条件。

(5)前期温度较高,副高边缘冷空气活动频繁时,易出现强对流天气,应特别注意监测。

参考文献:

- [1] 闫昕旸,王文,何金梅. 北京一次暴雨过程的成因分析[J]. 干旱气象,2014,32(1):87-92.
- [2] 赵培娟,吴蓁,职旭,等. 2010年9月上旬河南一次大暴雨过程诊断与预报分析[J]. 暴雨灾害,2012,

鲍向东,王国安,王君,等. 河南省冰雹天气环境参量特征分析[J]. 陕西气象,2019(4):17-20.

文章编号:1006-4354(2019)04-0017-04

河南省冰雹天气环境参量特征分析

鲍向东^{1,2},王国安³,王君⁴,王迪⁵,郭丽梅⁶

(1. 河南省农业气象保障与应用技术重点实验室,郑州 450003;

2. 河南省人工影响天气办公室,郑州 450003;3. 河南省气象数据探测中心,郑州 450003;

4. 河南省气象科学研究所,郑州 450003;5. 河南省气象台,郑州 450003;

6. 平顶山市气象局,河南平顶山 467099)

摘要:利用2006—2015年5—9月10 a高空、地面观测资料,对河南省冰雹天气过程的500 hPa环流形势进行分型,并统计分析冰雹天气环境参量特征。结果表明:河南冰雹天气的500 hPa环流形势分为西北气流、华北低涡、低槽和西南气流四种类型,其中西北气流型最多,冰雹过程占总数的55.2%;冰雹天气主要环境参量阈值是对流有效位能 $\geq 1\ 137\ \text{J/kg}$,850 hPa与500 hPa温度差 $\geq 27\ ^\circ\text{C}$,850 hPa与500 hPa假相当位温差 $\geq 5.5\ ^\circ\text{C}$,抬升指数 $\leq -4.5\ ^\circ\text{C}$,大气整层可降水量 $\geq 2.9\ \text{cm}$,14时地面露点温度 $\geq 16\ ^\circ\text{C}$ 。

关键词:冰雹;环流形势;环境参量;河南

中图分类号:P426.64

文献标识码:A

冰雹多由发展旺盛的对流云产生,具有局地突发性强、来势猛、致灾重等特点,常给农业生产造成重大经济损失。特别是强冰雹,对基础设施和人畜安全会产生严重威胁。针对河南省冰雹等强对流天气,省内气象工作者也作了较多分析研

究,牛淑贞^[1-2]、张一平^[3]、武威^[4]做了一些有意义的工作。国内气象工作者也进行了相关研究^[5-10]。随着社会对人工防雹要求越来越高,有必要利用较长时间序列冰雹资料对河南冰雹天气进行系统分析,归纳对河南冰雹预报和人工防雹

收稿日期:2019-05-28

作者简介:鲍向东(1960—),男,汉族,商丘柘城人,高级工程师,从事人工影响天气和冰雹天气研究。

基金项目:河南省重点科技攻关项目(132102310071);河南省气象局重点项目(KZ201702)

31(1):44-51.

[3] 杨贵名,毛冬艳,姚秀萍.“强降水和黄海气旋”中的干侵入分析[J]. 高原气象,2006,25(1):16-27.

[4] 李改琴,杜丽娅,赵海青,等. 豫北一次强降水过程的多尺度诊断. 干旱气象,2016,34(5):828-835.

[5] 郝莹,姚叶青,郑媛媛,等. 短时强降水的多尺度分析及临近预警[J]. 气象,2012,38(8):903-912.

[6] 殷雪莲,郭建华,董安祥,等. 沿祁连山两次典型强降水天气个例对比分析[J]. 高原气象,2008,27(1):184-192.

[7] 廖移山,李俊,王晓芳,等. 2007年7月18日济南大暴雨的 β 中尺度分析[J]. 气象学报,2010,68(6):

944-956.

[8] 杨诗芳,郝世峰,冯晓伟,等. 杭州短时强降水特征分析及预报研究[J]. 科技通报,2010(4):2378-2390.

[9] 井宇,陈闯,屈丽玮,等. 副高边缘西安地区一次短时暴雨分析[J]. 陕西气象,2018(4):7-11.

[10] 苏爱芳,孙景兰,谷秀杰,等. 河南省对流性暴雨云系特征与概念模型[J]. 应用气象学报,2013,24(2):219-229.

[11] 陈英英. 利用FY-3A卫星云图对一次暴雨过程的特征云参数分析[J]. 暴雨灾害,2013,32(1):24-31.