DOI:10.13878/j.cnki.jnuist.2016.02.007

周丹丹[1,2]　魏鸣[1]

20120705 河南省区域性暴雨中尺度特征分析

摘要

为研究区域性大暴雨的特征与机理,利用 NCEP 资料、常规探空资料、卫星云图、雷达及区域站观测资料对 2012 年 7 月 5 日河南省区域性大暴雨过程进行了诊断分析.结果表明:在低槽及副热带高压影响下,低空切变线、低空急流与地面中尺度辐合线相互作用产生了此次区域暴雨过程.冷空气的移动、对流层深厚的西南急流、中尺度辐合以及切变的形成和发展,对强降水有很好的指示作用.700 hPa 等压面上正垂直螺旋度中心的移向和强度变化与降水落区及趋势变化有很好的对应关系,对区域强降水的落区有一定的指示意义.研究结果为改进区域大暴雨预报提供了有益的信息.

关键词

低层切变线;急流;低压;中尺度辐合;中尺度云团;列车效应

中图分类号 P458.2

文献标志码 A

0　引言

暴雨是夏季主要的灾害性天气之一.近年来区域性暴雨频发,常引起局地洪涝或山区泥石流等灾害.国内对灾害性暴雨已有许多前期研究成果,但其预报仍有较大的不确定性,需不断改进.强降水天气往往发生在特定的大尺度环流背景下,由各种尺度的天气系统相互作用而造成.陶诗言[1]首先提出了与暴雨有关的中尺度(其长度一般为几百千米)低空急流的天气概念,并研究了低空急流与暴雨的关系;王婷等[2]揭示了中尺度对流系统在暴雨过程中的演变特征;王莉萍等[3]从云顶亮温与天气系统的配合着手,追踪暴雨中尺度对流云团的演变,研究中尺度对流系统结构特征,指出中尺度对流云团是造成暴雨的直接系统;吴琼等[4]对 2011 年江苏省一次暴雨过程物理量诊断分析表明水汽通量散度、垂直螺旋度等具有预报先兆性,大约提前 9~12 h;李慧等[5]研究了 2010 年梅雨期间我国东部降水异常原因,表明雨带的南北摆动与强冷空气入侵有关;吴萍等[6]研究了拉萨夏季大气可降水量与实际降水量的关系;王丽娟等[7]研究了东北冷涡对江淮梅雨的影响机制;文献[8-10]通过暴雨诊断,研究了暴雨预报方法、暴雨落区等问题;文献[11-13]研究了夏季西南涡、西南急流影响下对流不稳定能量释放产生的暴雨;张京英等[14]分析认为,强降水的发生与低空急流的加强等有关.本文针对 2012 年 7 月 5 日河南省区域性大暴雨过程,分析其天气形势、中尺度系统的特征及演变过程,以期对未来的暴雨预报提供更可靠的依据,提高暴雨预报水平.

1　实况分析

图 1 为河南省 2012 年 7 月 4 日 08 时到 7 月 5 日 08 时 24 h 降水量.图 1 显示此次降水过程主要降水区域在河南省中、东部地区的黄淮之间区域,是一次区域性暴雨天气过程,部分地区大暴雨,许昌 24 h 降水量 97.5 mm,河南省日降水量最大的站为叶县达到 260 mm.

从许昌和叶县 2012 年 7 月 4 日 08 时到 7 月 5 日 08 时逐小时雨量分布(图 2)上可以看出,24 h 内有两个降水的集中时段,4 日的 13—15 时和 4 日 23 时到 5 日 05 时.4 日中午前后降水增强,14 时的小时降水量许昌 31.2 mm,叶县 15 时降水量 26.0 mm,5 日 00 时前后降水再次增强,许昌降水的峰值在 5 日 03 时达 10.5 mm,之后逐渐减小,叶县降水峰值在 5 日 01 时达 47.1 mm,之后小时降水量 20 mm 前

收稿日期 2016-01-22

资助项目 国家重点基础研究发展计划(2013CB430102);公益性行业(气象)科研专项(GYHY201306040);地理信息科学教育部重点实验室开放研究基金(KLGIS2015A01)

作者简介

周丹丹,女,工程师,硕士生,从事中短期天气预报工作.zdd198541@126.com

魏鸣(通信作者),女,博士,教授,主要研究方向为大气遥感及灾害性天气预报.mingwei@nuist.edu.cn

1　南京信息工程大学　大气物理学院,南京,210044

2　河南省许昌市气象局,许昌,461000

后持续 5 h,24 h 累计降水量达特大暴雨.

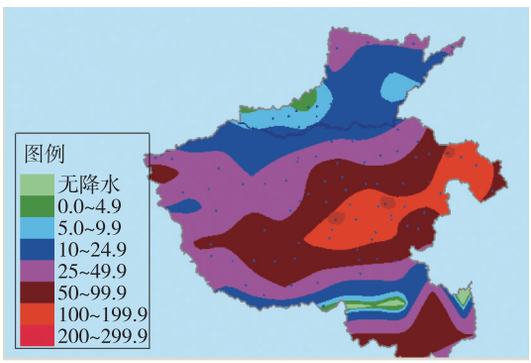


图 1　河南省 7 月 4 日 08 时—7 月 5 日 08 时 24 h 降水量(mm)

Fig. 1　24 hour rainfall from 8:00 of July 4th to 8:00 of July 5th in Henan province (in mm)

2　天气形势

2.1　高空形势分析

图 3 为 7 月 4 日 08 时、20 时高空综合形势.7 月 4 日 08 时(图 3a)500 hPa 有东北冷涡存在,中纬度槽位于东胜、成都一线,槽后有冷空气配合,副热带高压 588 dagpm 稳定在福建、浙江沿海,河南省处在低槽前部,副高外围较强的西南气流控制中.700 hPa 冷切变位于运城、汉中到成都一线.850 hPa 切变线位于从四川、重庆交界到河南省中部地区,北段到达河南与山东交界,切变线南侧西南急流加强,西南急流中心从湖南伸向河南省东部地区,河南省被 24 ℃暖中心控制,24 h 变温显示章丘-1 ℃,冷空气前沿到达河南省北部.

7 月 4 日 20 时(图 3b),500 hPa 中纬度槽略东移到河南与陕西交界,584 dagpm 略西伸.700 hPa 冷切变略有加强东移到山西、重庆一带,东北冷涡后部冷空气南下在河南省北部与山东南部地区形成西南风与东南风的暖切变,两者形成“人”字形切变.850 hPa 切变线加强东移至河南省中西部.中纬度槽东移,副热带高压西伸加强,低层切变线东移加强,导致西南低空急流加强维持在河南省东南部地区.700 hPa 24 h 变温章丘站-4 ℃,郑州站 24 h 变温-2 ℃,南阳站-1 ℃,湖北地区为正变温,表明冷涡后部冷空气进入河南,前沿到达南阳.850 hPa 20 ℃温度线范围南退,郑州站 24 h 变温-5 ℃,南阳站变温-3 ℃,夜间冷空气继续扩散南下影响河南省中部地区.

高空形势分析表明:在有利的天气环流背景下,850 hPa 切变线及 700 hPa 东北冷涡后部冷空气的侵入触发了强降水,切变线位置移动及冷空气中心到达的位置,预示着强降水区域的变化,4 日 20 时西南急流加强并东移,700 hPa 西南急流中心最大风速增大至 18 m/s,850 hPa 急流中心最大风速增至 16 m/s,西南急流增强,表明水汽更充沛,动力也更强,预示着强降水即将来临.强降水出现在低空急流左侧,700 hPa “人”字形切变线移动方向前方,850 hPa 切变线附近及东南方对流降水最强,即河南省中、东部地区.

2.2　地面形势分析

图 4 为 7 月 5 日 02 时地面形势.4 日 08 时以前河南省处于入海高压后部低压前部的西南气流中,随着地面低压的发展,4 日 08 时河南省处于低压前

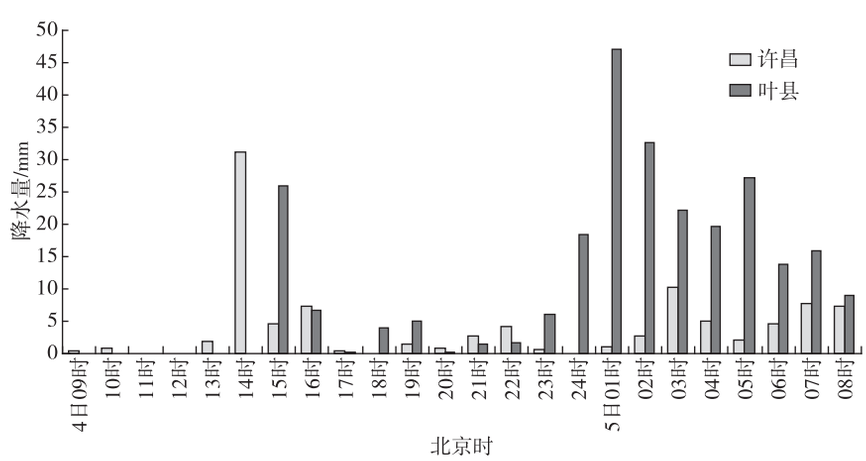


图 2 许昌市及叶县 7 月 4 日 08 时—7 月 5 日 08 时逐小时降水量分布

Fig. 2　Hourly rainfall from 8:00 of July 4th to 8:00 of July 5th in Xuchang and Yexian

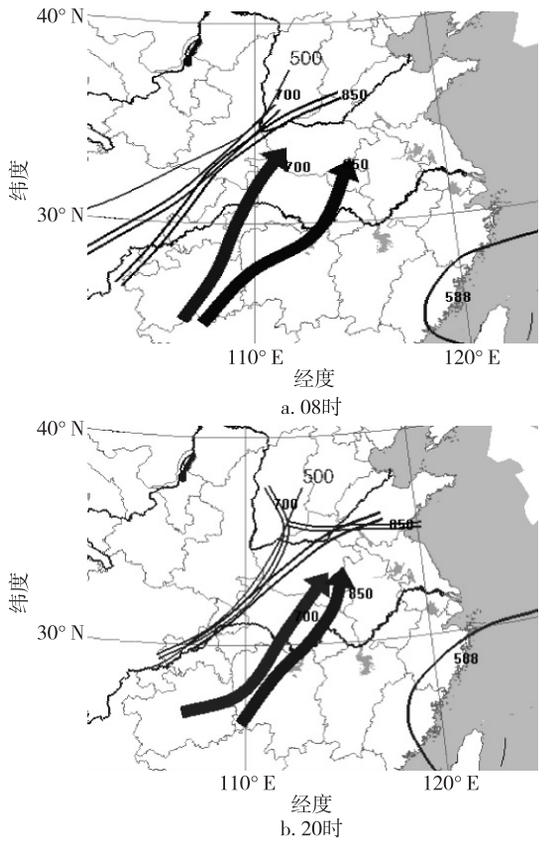


图 3　7 月 4 日高空综合形势
(单实线:浅色 500 hPa 槽线,深色 588 dagpm;
双实线:切变线;箭头:急流)

Fig. 3　High altitude analysis for 500 hPa slot line(light single line),588 dagpm line(dark single line),shear line(double line),and jet stream(arrow) at 8:00(a) and 20:00(b) of July 4th

部偏南气流控制,4 日 14 时,河南省北部地区有偏北风分量,说明地面冷空气扩散南下进入河南,5 日 02 时低压中心北上,河南省中部和东部地区位于低压中心移动的前方和右前方,同时东部北部地区的偏东风输送水汽和冷空气,利于强对流及强降水的产生.

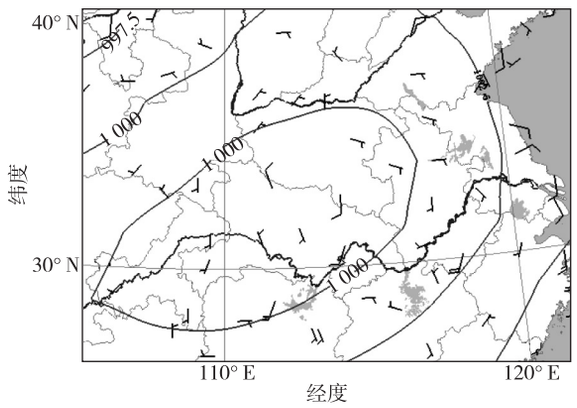


图 4　7 月 5 日 02 时地面形势

Fig. 4　Surface meteorological elements mapping at 2:00 of July 5th

3　探空资料分析

图 5 为郑州站 7 月 4 日探空资料.从 7 月 4 日 08 时郑州(图 5a)、南阳图(图略)上可以看出,两地上空的水汽都很丰富,郑州低层干高层湿度大,K 指数 33 ℃,对流有效位能为 1 119.3 J/Kg,南阳站 K 指数 40 ℃,对流有效位能 1 623.5 J/Kg,说明河南省上空不稳定能量大.4 日白天,河南产生雷暴天气,郑州、南阳不稳定能量部分释放,但阜阳站对流有效位能反而增加,且南阳、阜阳沙氏指数仍为负值.4 日 20 时后,郑州、南阳不稳定能量完全释放,阜阳部分释放.到 5 日 08 时,郑州、南阳对流有效位能为 0,阜阳减少近 40%,南阳沙氏指数变为正值,强降水结束.7

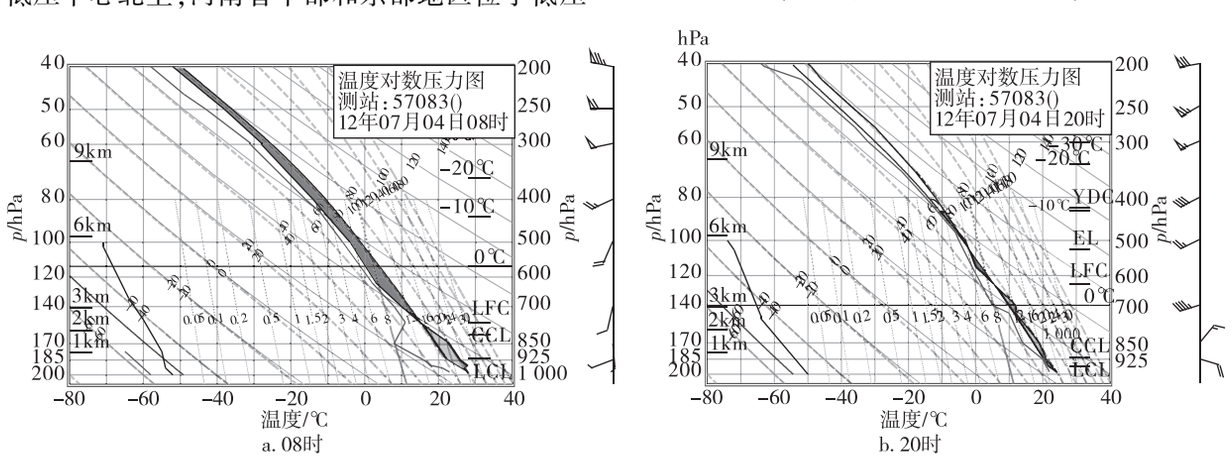


图 5　郑州站 7 月 4 日探空资料

Fig. 5　High altitude sounding detection at 8:00(a) and 20:00(b) of July 4th in Zhengzhou

月 4 日 20 点郑州探空图(图 4b)可以看出:郑州上空 200 hPa 仍是西南风,图中仍能看到水汽层深厚,利于产生区域性暴雨;两站的低层都转为偏东风,有利于促进上升运动,与系统的移动相配合,在郑州与南阳之间的河南省中东部地区产生强降水.

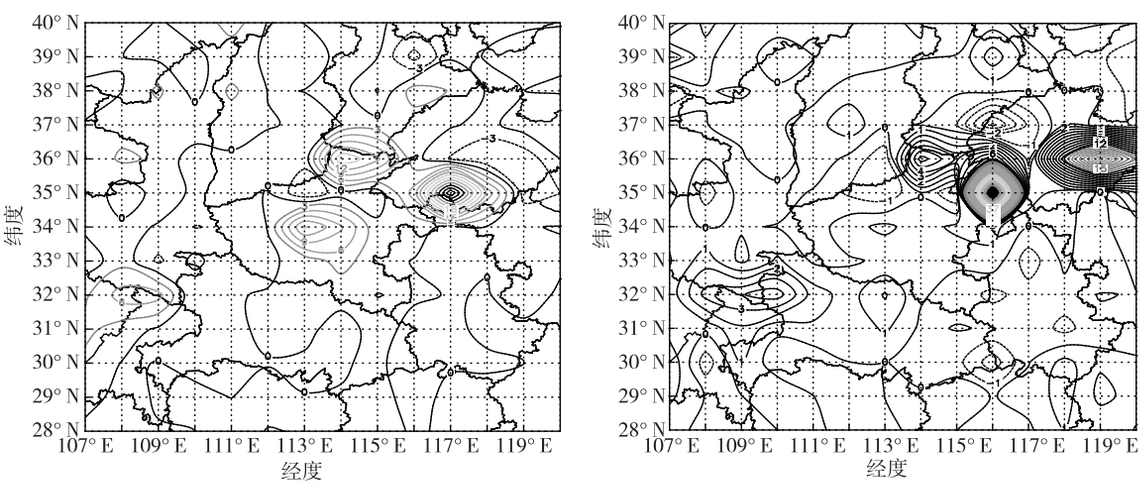
4 垂直螺旋度分析

螺旋度是一个描述环境风场气流沿运动方向的旋转程度和运动强弱的物理参数[15],从物理本质上反映了流体涡管扭结的程度,其大小反映了旋转与沿旋转轴方向运动的强弱程度[16].图 6 为 700 hPa 垂直螺旋度.分析各等压面垂直螺旋度的水平分布特征演变发现,水平分布大值区演变及位置对暴雨区有较好的指示作用.暴雨发生前,4 日 20 时河南中部 113°E 、34°N 附近有一个 9.5×10^{-7} hPa·s^{-2}的垂直螺旋度大值中心,5 日 02 时垂直螺旋度大值中心东北移到 116°E 、35°N,与 850 hPa 低涡中心相对应,长轴与切变线走向一致;垂直螺旋度强中心自西往东移动,暴雨中心与垂直螺旋度的大值区位置相对应,但暴雨区域比垂直螺旋度大值区落后约 3~6 h.这种垂直螺旋度极值区域超前大暴雨区域的现象表明垂直螺旋度对未来暴雨落区具有一定的预报指示意义.

5 中尺度分析

5.1 卫星云图

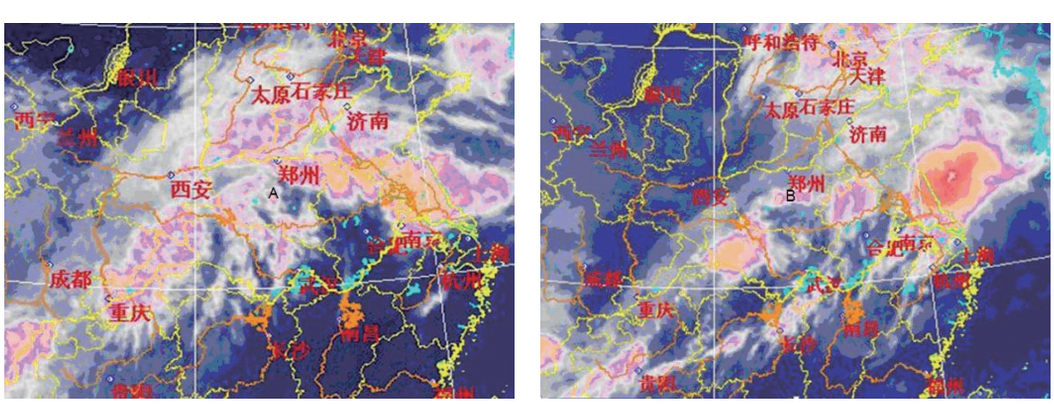
图 7 为红外卫星云图.可以看到在副高外围与切变线配合有一云带自西南向东北方向发展移动,在移动过程中不断有云团生成和消亡.7 月 4 日 11 时在河南省中部有一个水平尺度 10 km 左右斑点



a. 7月4日20时　　b. 7月5日02时

图 6　700 hPa 垂直螺旋度(10^{-7}hPa · s^{-2})

Fig. 6　700 hPa vertical helicity(10^{-7}hPa · s^{-2}) at 20:00 of July 4th(a) and 2:00 of July 5th(b)



a. 7月4日12时　　b. 7月日5日01时

图 7　红外卫星云图

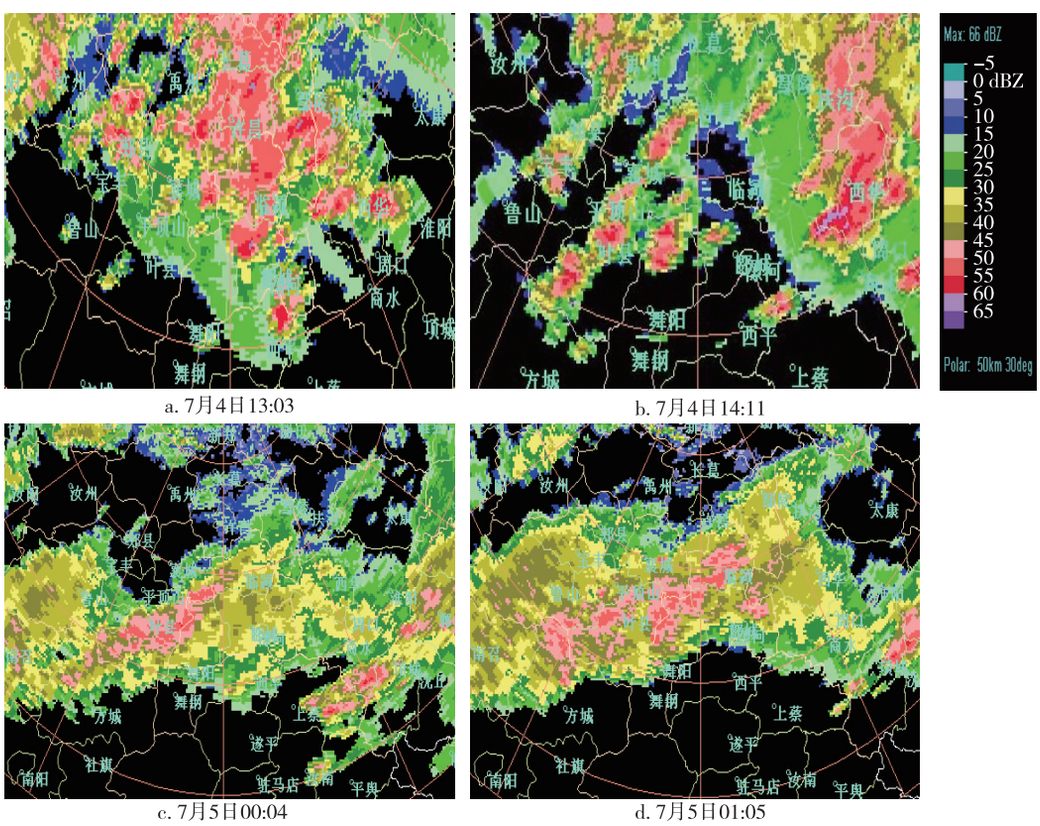
Fig. 7　Infrared satellite cloud image at 12:00 of July 4th (a) and 1:00 of July 5th(b)

状云团生成,12 时(图 7a)原地发展壮大成 50 km 左右的“拇指状”(图 7a 中标注 A),13 时发展成 100 km 左右的片状,覆盖河南省中部大部分地区,14 时东移到中东部地区,强度有所减弱.对照小时降水量,12—13 时许昌 1.8 mm、叶县 0.0 mm,13—14 时许昌 31.2 mm、叶县 26.0 mm,14—15 时许昌 4.7 mm、叶县 6.6 mm,此云团在发展壮大的过程中降水随之增强,在生成和发展的 1~2 h 内造成相应地区短时强降水.22—23 时河南省中部地区有 2 个水平尺度10 km 左右斑点状云团生成,24 时向周围发展壮大成 50 km 左右,东西方向有云团生成,5 日 01 时由 4 个对流云团在河南省中部地区聚集成水平尺度近 300 km(图 7b 中标注 B)的带状.对照小时降水量,叶县 00—01 时降水量 47.1 mm,02 时前后发展成团状,从 01 时云图上看出叶县上空云团的发展造成叶县该小时内短时强降水,03—04 时向东移动过程中,西部南部发展,逐渐连成片状,这几个云团的生成发展及维持造成了中部地区强降水维持较长时间,造成了中、东部大范围的暴雨.

5.2 雷达资料分析

图 8 为雷达组合反射率.可以看出 7 月 4 日白天河南省中部降水时段在 11 时前后开始,强降水集中在 13—14 时,11 时前后在中部平顶山叶县、许昌西部生成密实的块状积云降水回波,向东偏北方向移动,13 时前后(图 8a)回波发展壮大,许昌回波成片状,回波向东北方向移动的同时从叶县南部地区不断生成新的回波,最高反射率因子达 58 dBZ,该回波造成叶县短时较强降水,与卫星云图上的斑点状云团形状一致,向许昌方向移动,许昌地区的片状回波与移动的密实回波共同造成许昌小时强降水 31.2 mm,该回波在向前移动的同时,伴随雷暴,不稳定能量得到一定释放,之后降水减弱.

7 月 5 日 00 时前后(图 8c)强回波带初步形成于叶县上空向东北方向扩展,其西南方向鲁山与方城交界处不断有新生回波生成向东北叶县许昌方向移动,该回波带与卫星云图上位于河南省中部的密实带状降水云团一致.鲁山与方城交界不断的新生强回波向东偏北方向移动,经过叶县、许昌上空,在



a. 7月4日13:03　　b. 7月4日14:11

c. 7月5日00:04　　d. 7月5日01:05

图 8　雷达组合反射率

Fig. 8　Radar composite reflectivity at 13:03(a),14:11 (b)of July 4th,00:04 (c) and 01:05(d) of July 5th

该地区形成“列车效应”,造成强降水.02 时后回波范围变大,强度减弱,对应着雨强的逐渐减弱,降水量显示叶县最强的降水时段为 00—01 时,小时降水量 47.1 mm,01—02 时 32.7 mm.与云图对照分析,该降水回波稳定,在源地生成向前传播,造成此次持续时间较长的强降水.

5.3 区域自动站资料

从区域自动站资料(图略)演变可以看出,7 月 4 日强降水开始前河南省基本是西南风控制,09 时起北部、西部逐渐转受偏北风控制,降水随着偏北风向东、南扩展.13 时前后,河南省西北部地区基本都转为偏北风(图 7),在中部许昌市形成一个风场的气旋性辐合中心,向东、北方向移动,此时云图上有云团形成,回波也在该处形成,许昌强降水开始.7 月 5 日 00 时前后,河南省基本上都转为偏北风控制,在河南省的中部地区,许昌、漯河、平顶山地区形成风速辐合带,稳定维持对应着叶县 00—01 时的强降水 47.1 mm,叶县降水也在 02—04 时维持.对照云图与雷达回波发现,地面辐合形成的过程,也是卫星云图上降水雨团发展趋于旺盛的过程,同时对应着强雷达回波的形成和移动.

分析降水过程的卫星云图、雷达回波和地面风场,发现云图和雷达回波相互对应,可以指示强降水带移动方向,地面风场的变化指示冷、暖空气的活动,风场的强度和方向变化造成中尺度雨团、雨带的位置和强度的变化,其地面辐合中心和切变的形成和移动对强降水有很好的指示作用.

6 数值预报

图 9 为 7 月 4 日 20 时实况风场与 EC 24 h 预报风场对比.从图 9 中可以看出 EC 24 h 预报场较好地预报出了系统的演变、切变的位置和急流的发展,为面降水预报做出了较好的指示.图 9 中显示 4 日 20 时的 24 h 预报场,700 hPa 的切变线位置略微落后,北段没有报出,850 hPa(图 9b)显示切变线位置落后,低涡预报偏强,对于强降水具体落区的预报有一定的干扰.

T639 的物理量场预报及降水量预报场(图略)较好地预报了降水的强度和大范围落区,落区略偏西,时间上略显滞后,且 5 日凌晨的强降水要好于 4 日白天,说明落区范围小的强对流降水预报较困难.日本传真图(图略)4 日 08 时 24 h 降水位置上较为准确,强度预报较弱,传真图降水强度、涡度、上升运动、垂直速度都较 T639 预报场弱,强降水落区略偏北.

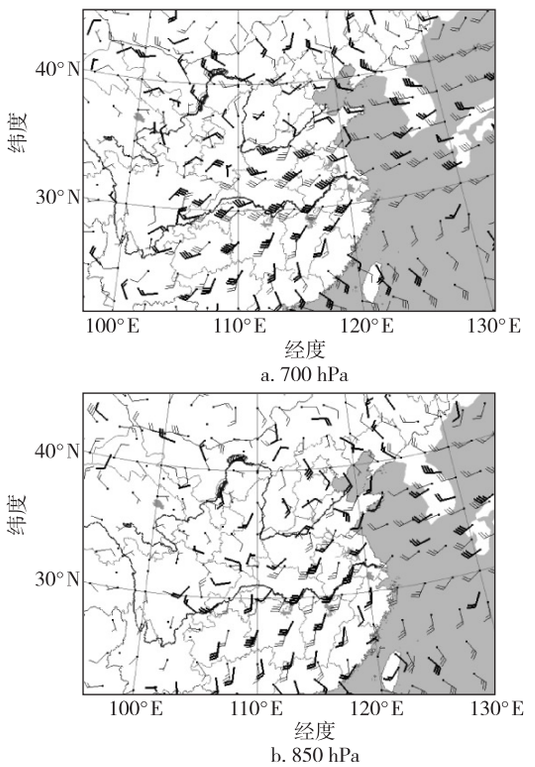


图 9 7 月 4 日 20 时实况风场与 EC 24 h 预报风场对比(深色实况场,浅色 24 h 预报场)

Fig. 9 700 hPa(a) and 850 hPa(b) wind field comparison between observation(dark) and EC 24 hour forecast(light) at 20:00 of July 4th

7 小结

通过对 2012 年 7 月 4 到 5 日河南省区域暴雨降水过程的分析,得出以下结论:

1)在低槽与副热带高压共同影响下,低层强劲的西南急流提供充沛水汽,低层切变线、地面复合线为触发机制,造成此次暴雨过程.

2)冷空气的移动位置、地面风场的变化和地面辐合带、辐合中心的形成,对应云团的发展和雷达回波的发展演变,指示强降水的发生发展.

3)物理量场分析表明,700 hPa 螺旋度走向与大值中心位置对应强降水位置,但有 3~6 h 的提前,对强降水预报有一定作用.

4)此次强降水不同于常规强降水发生在 700 hPa 切变线右侧,850 hPa 切变线左侧,700 hPa 与 850 hPa 切变线位置接近,强降水发生在这两层切变线右侧,西南急流左侧.

5)数值预报产品检验发现,EC 形势场预报较好,T639 降水大范围落区预报略偏西,强度预报较好,日本强度预报较弱,位置略偏北.数值可以用于预报强降水大致范围,难点在于预报强降水具体强度和落区,可以参考物理量场和切变线位置,配合冷空气侵入的时间和位置及地面辐合线生成的时间,用于临近预报中预报具体强降水的落区.

参考文献

References

[1] 陶诗言.中国之暴雨[M].北京:科学出版社,1980:225
TAO Shiyan. Heavy rain in China[M]. Beijing: Science Press,1980:225

[2] 王婷,吴池胜,冯瑞权,等.2005 年 6 月广东一次暴雨过程的中尺度对流系统的数值研究[J].大气科学,2008,32(1):184-196
WANG Ting,WU Chisheng,FENG Ruiquan,et al.A numerical study of a mesoscale convective system associated with the heavy rain event over Guangdong province in June 2005[J].Chinese Journal of Atmospheric Sciences,2008,32(1):184-196

[3] 王莉萍,沈桐立,崔晓东,等.一次冷涡暴雨的中尺度对流云团分析及数值模拟研究[J].气象科技,2006,34(1):22-28
WANG Liping, SHEN Tongli, CUI Xiaodong, et al. Mesoscale convective cloud cluster analysis and numerical simulation of a cold-vortex heavy rain event[J].Meteorological Science and Technology,2006,34(1):22-28

[4] 吴琼,王文,赵栋,等.2011 年江苏省一次暴雨过程的影响系统分析及物理量诊断[J].南京信息工程大学学报(自然科学版),2015,7(3):272-280
WU Qiong,WANG Wen,ZHAO Dong,et al.Weather system analysis and physical diagnosis of a rainstorm in Jiangsu province in 2011 [J]. Journal of Nanjing University of Information Science & Technology(Natural Science Edition),2015,7(3):272-280

[5] 李慧,周顺武,王亚非,等.2010 年梅雨期间我国东部地区降水异常的成因[J].南京信息工程大学学报(自然科学版),2014,6(6):549-557
LI Hui,ZHOU Shunwu,WANG Yafei,et al.Analysis of precipitation anomalies in the middle and lower reaches of the Yangtze River during June-July of 2010[J]. Journal of Nanjing University of Information Science & Technology(Natural Science Edition),2014,6(6):549-557

[6] 吴萍,吴裴裴,余忠水,等.拉萨夏季大气可降水量的演变特征及其与降水的关系[J].南京信息工程大学学报(自然科学版),2015,7(4):359-367
WU Ping, WU Peipei, YU Zhongshui, et al. Evolution characteristics of summer precipitable water and precipitation conversion efficiency in Lhasa[J]. Journal of Nanjing University of Information Science & Technology(Natural Science Edition),2015,7(4):359-367

[7] 王丽娟,何金海,司东,等.东北冷涡过程对江淮梅雨期降水的影响机制[J].大气科学学报,2010,33(1):89-97
WANG Lijuan,HE Jinhai,SI Dong et al.Analysis of impacts of northeast cold vortex processes on Meiyu rainfall period over Yangtze-Huaihe River Basin[J].Transactions of Atmospheric Sciences,2010,33(1):89-97

[8] 王继竹,郭英莲,徐双柱,等.湖北省卫星云图短时暴雨概率预报方法及应用[J].气象科技,2014,42(3):460-465
WANG Jizhu,GUO Yinglian,XU Shuangzhu,et al.Application of satellite data in probabilistic forecasting for short-time rainstorms in Hubei province [J]. Meteorological Science and Technology,2014,42(3):460-465

[9] 王宪彬,张旭,辛艳辉.东北地区一次暴雨过程落区研究[J].气象与环境学报,2010,26(5):36-40
WANG Xianbin,ZHANG Xu,XIN Yanhui.Falling area of precipitation in a heavy rain process in northeast China [J].Journal of Meteorology and Environment,2010,26(5):36-40

[10] 张少林,龚佃利,陈晓红,等.热带气旋远距离暴雨过程的诊断分析[J].气象,2006,32(4):29-33
ZHANG Shaolin, GONG Dianli, CHEN Xiaohong, et al. Diagnostic analysis of heavy rainfall to distant onland tropical cyclone[J]. Meteorological Monthly, 2006, 32(4):29-33

[11] 傅慎明,于翡,王东海,等.2010 年梅雨期两类东移中尺度涡旋的对比研究[J].中国科学(地球科学),2012,42(8):1282-1300
FU Shenming, YU Fei, WANG Donghai, et al. A comparison of two kinds of eastward-moving mesoscale vortices during the mei-yu period of 2010[J]. Science China(Earth Science),2012,42(8):1282-1300

[12] 张云惠,杨莲梅,肖开提·多莱特,等.1971—2010 年中亚低涡活动特征[J].应用气象学报,2012,23(3):312-321
ZHANG Yunhui,YANG Lianmei,XIAOKAITI Duolaite, et al. The central Asian vortexes activity during 1971-2010[J]. Journal of Applied Meteorological Science, 2012,23(3):312-321

[13] 何光碧.西南低涡研究综述[J].气象,2012,38(2):155-163
HE Guangbi.Review of the southwest vortex research[J]. Meteorological Monthly,2012,38(2):155-163

[14] 张京英,漆梁波,王庆华.用雷达风廓线产品分析一次暴雨与高低空急流的关系[J].气象,2005,31(12):41-45
ZHANG Jingying,QI Liangbo,WANG Qinghua.Analysis of relationship between heavy rain and jetstream with Radar VWP product[J].Meteorological Monthly,2005,31(12):41-45

[15] 喻谦花,姜东东,康暑雨,等.河南省 2011 年 8 月 1—2 日暴雨过程水汽条件与垂直螺旋度分析[J].气象与环境科学,2012,35(2):56-60
YU Qianhua, JIANG Dongdong, KANG Shuyu, et al. Analysis of the water vapor condition and vertical helicity on the torrential rain in 1-2, August 2011 in Henan[J]. Meteorological and Environmental Sciences, 2012, 35

(2):56-60
[16] 辜旭赞,潘彭刚.2007 年 8 月登陆台风帕布、圣帕暴雨过程诊断分析[J].湖北气象,2010,29(2):129-134
GU Xuzan,PAN Penggang.Diagnostic analysis of typhoon heavy rain of Pabuk and Sepat during August 2007 [J]. Journal of Hubei Meteorology,2010,29(2):129-134

Mesoscale analysis of a regional rainstorm in Henan province on July 5,2012

ZHOU Dandan[1,2] WEI Ming[1]
1 School of Atmospheric Physics,Nanjing University of Information Science & Technology,Nanjing 210044
2 Xuchang Weather Bureau of Henan Province,Xucang 461000

Abstract Diagnostic analysis is done on a heavy storm process occurred on July 5th,2012 in Henan province, based on data of NCEP,satellite image,radar echo,sounding and ground observation from regional stations,in order to reveal the characteristics and mechanism of regional heavy storms.The results show that the low level shear line interacts with the ground shear line and the surface mesoscale convergence line to produce the heavy rainstorm,under the influence of trough and subtropical high.Mesoscale characteristics analysis reveals good indicators of this strong precipitation process,including the cold air movement,the deep southwest jet stream of troposphere,the formation and development of mesoscale convergence and shear line.The distribution and intensity of vertical helicity at 700 hPa are in agreement with the rainfall area and center.The research results provide reference for the improvement of regional rainstorm forecast.

Key words low level shear line;jet stream;trough;mesoscale convergence;mesoscale rain cluster;train effect