

2001 年河南两次强对流天气过程对比分析

匡晓燕, 席世平, 汤志亚

(河南省气象台, 河南 郑州 450003)

摘 要:对 2001 年连续两次发生在河南省的以冰雹和雷雨大风等强对流天气为主的过程对比分析结果表明,在不同的天气背景下,强对流过程中的中尺度雷达回波系统不同,对应的灾害性天气的种类和影响范围也不相同。

关键词:冰雹单体; 飑线; 辐合线; 阵风锋

中图分类号:P458.1+21.2; P458.1+21.1

文献标识码:A

文章编号:1004-6372(2002)04-0011-03

引 言

2001 年 6 月 18 日和 6 月 22 日,河南省许昌以北地区先后两次经历了以冰雹、雷雨大风和短时暴雨为主的强对流天气过程。6·18 过程中在河南省北中部产生了一系列强对流天气,其中鹤壁、沁阳两个县出现冰雹和雷雨大风天气,鹤壁冰雹直径 20 mm,瞬时风速 28 m/s;安阳、卫辉等 8 个县出现短时雷雨大风;新郑、长葛两个县出现了短时暴雨。6·22 过程中河南省中部的新乡、郑州、许昌等地先后出现了冰雹、雷雨大风、短时强降水等强对流天气过程,郑州、淅川、封丘、禹州先后出现冰雹天气,冰雹直径均在 10 mm 以上;荥阳出现雷雨大风,18~19 时出现 24.9 mm 的强降水;登封 19~20 时出现 20.1 mm 的强降水。

1 天气形势

6·18 过程中 18 日 08 时,500 hPa 低涡后部暖脊加强,向东北方向伸展,横槽带着小股冷空气沿低涡后部偏北气流南下,加强了低涡的辐合上升运动。地面场上,对应中有尺度辐合线形成。中尺度辐合线和高空低涡,成为对流不稳定的有效触发机制,使不稳定能量得以释放,造成了 18 日午后的对流不稳定天气。

6·22 过程的系统主要在中低层。21 日 20 时 700 hPa 图上,北京北部形成的冷涡补充冷空气,使北京、呼和浩特到银川的切变线转竖,从而在北京、郑州间形成一切变,影响河南省北部。22 时 08 时北部低槽稳定,20 时副高西伸加强,冷涡南掉到北京、济南间,低槽转为济南到郑州一线。由此可见,此次过程是冷空气推动横槽转竖,造成午后强对流天气。

2 稳定度分析

大气层结构的不稳定是产生对流的必要条件。 K 指数是反映稳定度和湿度条件的指标; $\Delta\theta_{se}$ 反应对流不稳定情况,负值越大,对流不稳定越强; SI 是沙氏指数,负值越大,对流

不稳定越强。附表列出了 6 月 18 日和 6 月 22 日郑州站物理参数。

附表 6 月 18 日和 6 月 22 日郑州站物理参数 $^{\circ}\text{C}$

时 间	18 日		22 日	
	08 时	20 时	08 时	20 时
SI	3.7	-3.3	-2.3	-2.7
K	43.0	37.0	32.1	36.0
$\Delta\theta_{se(500-850)}$	3.8	-14.0	-4.5	-4.4
$\Delta\theta_{se(500-700)}$	6.0	-13.0	-4.4	4.7
$\Delta\theta_{se(700-850)}$	-2.3	-1.1	-0.1	-9.1

由附表可看出:

在 6·18 过程中,08 时 K 指数 43 $^{\circ}\text{C}$,远大于 29 $^{\circ}\text{C}$ 的标准值; $\Delta\theta_{se(700-850)} < 0$,说明低层水汽条件充足,为位势不稳定层结; SI 不理想。20 时 K 指数 37 $^{\circ}\text{C}$, SI 指数 -3.3 $^{\circ}\text{C}$, $\Delta\theta_{se(500-850)} = -14$ $^{\circ}\text{C}$,整层大气层结状态很不稳定;且郑州站 08 时和 20 时从低层到高层的风向随高度强烈顺转,表明底层有强暖平流,有利于形成强不稳定层结和强对流天气产生。

6·22 过程,自 21 日 20 时~22 日 20 时, $SI < 0$ $^{\circ}\text{C}$ 、 $\Delta\theta_{se(500-850)} < 0$ $^{\circ}\text{C}$ 、 $K \geq 32$ $^{\circ}\text{C}$,说明郑州上空大气层结为位势不稳定,有利于对流天气的发生。

3 地面辐合线分析

6·18 过程中,18 日 13~18 时地面逐时流场可分析出一条快速南移的辐合线,强对流天气回波基本与辐合线南移的路径吻合。18 日 13 时地面辐合线在北部形成,随着冷空气的进入,14~16 时辐合线快速南移,移速为 50~60 km/h,在南移过程中,产生了冰雹、雷雨大风、短时暴雨等强对流天气(见图 1)。14 时地面流场图上有一辐合中心,雷达回波图上有一冰雹单体与其对应。

6·22 过程中地面图上也一直有中尺度辐合线(见图 2)。11~14 时,由于西南气流的作用强于北边来的冷空气,辐合线北抬;15 时始,由于冷空气势力加强,辐合线开始向东南移,至 18 时在郑州附近形成一“人”字形辐合线,此时郑州偏北风 8.1 m/s,开封偏南风 4.9 m/s,在郑州附近同时存在风向和风速辐合。

上述分析表明,两次过程中冷空气的势力不同,6 月 18

收稿日期:2002-06-12

作者简介:匡晓燕(1971-),女,河南息县人,学士,工程师,从事天气预报研究。

河南气象 2002 年第 4 期

日过程中冷空气势力强,辐合线由北到南快速推进,灾害性天气也随着冷空气的快速南移激发产生;6月22日过程中,高层冷空气势力弱,主要是中低层有利,且副高较强,位于河南省中部,所以冷空气推动横槽转竖时,强对流天气主要在副高边缘即河南省中部产生。

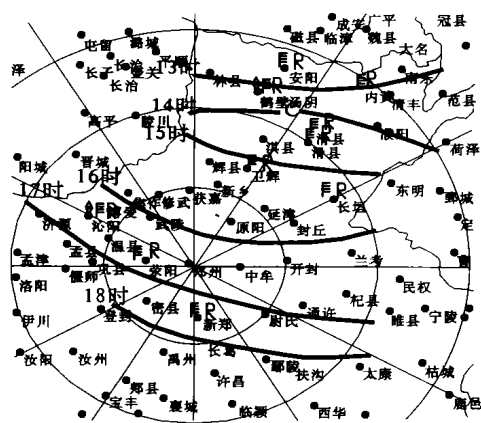


图1 6月18日地面辐合线

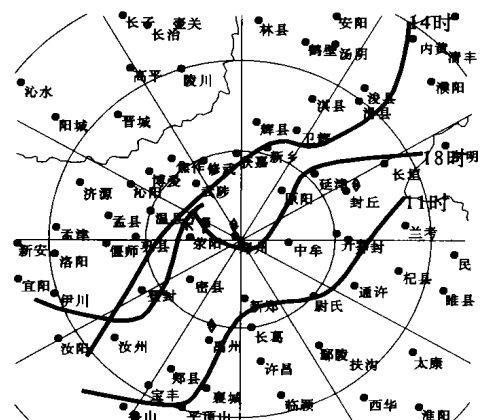


图2 6月22日地面辐合线

4 两次过程中的雷达回波分析

4.1 6·18 过程雷达回波分析

在6·18过程初期,雷达回波主要在河南省北部,13:40回波在鹤壁形成冰雹单体为主的多单体,同时在新乡逐步形成沿地面辐合线呈线状排列的飢线回波(见图3.a)。冰雹单体在降雹后分裂南移,与稳定少变的飢线回波西端合并,合并后冰雹单体迅速减弱,飢线加强(见图3.b)。加强后的飢线快速南移,在飢线前侧的强回波带上,不断有新回波单体生成和单体之间合并(见图3.c),强对流天气就产生在飢线回波南移的过程中。15:51(见图3.d)后,飢线东段减弱为对流性降水,西段维持。16:41回波均减弱为对流性降水回波。在辐合线南移过程中,随着冷空气的加强,17:18后,与图1中17时辐合线对应,有新对流单体生成。此对流单体回波带17:18~22:00一直存在,且随着辐合线向南移,以孤立的对

流单体为主。至23:44强对流过程结束。

本次过程中由于冷空气势力较强,雷达回波形态特征明显,为冰雹单体回波和飢线回波。

4.1.1 冰雹单体

在图3.a中可看到,13:40已发展成熟的冰雹单体,具有冰雹回波的基本特征:尺度20~30 km,有一60 dBz的强核,RHI上回波高度达到16.7 km,在强回波的下游,有一个伸达60~80 km的砧状回波。冰雹单体13:50在鹤壁产生20 mm冰雹、雷雨且瞬时风速达28 m/s的大风,鹤壁东边的汤阴县14~15时降水达17.6 mm。降雹后单体开始分裂,在冷空气的推动下快速南移,14:15与飢线回波西端合并后减弱消失。

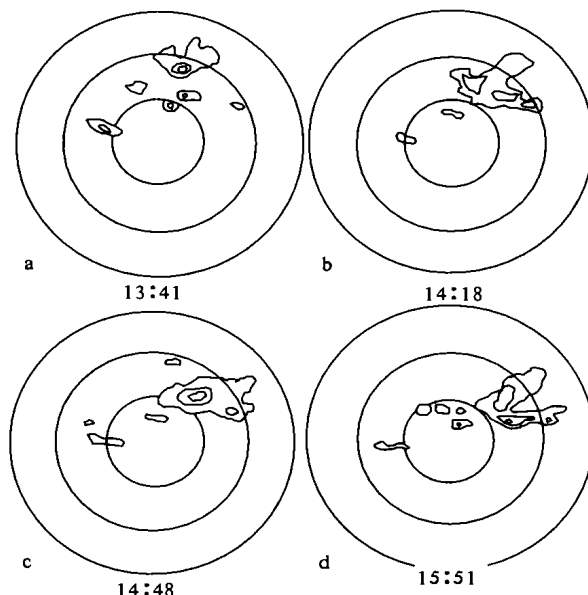


图3 2001年6月18日PPI历史演变图

回波强度从外向内实线相间分别为0、30、50dBz;距离间隔每圈100 km

4.1.2 飢线

13:40飢线在新乡形成,14:15西端与分裂南移的冰雹单体汇合,合并后冰雹单体减弱消失,飢线回波加强,回波带长约120 km、宽20 km,其前端有新单体生成,新单体的中心强度达60 dBz(见图3.c)。14~16时飢线快速南移,回波自西向东带状前沿清楚,回波带上不断有新单体生成和单体之间合并。由于飢线移速较快,所以此阶段中的灾害性天气主要以冰雹、大风和短时强降水为主,7个站出现雷雨大风,沁阳下了短时冰雹,新郑、长葛产生了短时暴雨。15:51飢线东段回波开始减弱,西段回波维持,17:18后减弱为对流性降水。

郑州714CD多普勒天气雷达速度场上很好地显示了飢线回波的两个速度场特征:一是飢线前侧与强回波对应的辐合区,二是飢线流出的下沉冷空气形成的阵风锋前辐合线。

分析14:56郑州714CD多普勒天气雷达的PPI(z,v)图(图略)发现:强度场上是飢线的带状回波,与带状回波前侧的强回波对应,是一辐合区,正速度为+13.8 m/s,负速度为-13.8 m/s,与新生单体对应的辐合区中,正速度为+15.8 m/s,负速度为-13.8 m/s,辐合区为新生单体中的辐合上升

运动提供有利的支持。

在 16:01 ~ 16:21 飑线接近郑州时雷达的 PPI(v) 图上(图略),可看到在速度场上下沉气流形成的辐合线,辐合线前侧是 +17.8 m/s 的正速度,后侧是 +3.9 m/s 的正速度,风速辐合明显。郑州 16:45 实况风速极大值是 15.4 m/s,对应速度场,16:21 径向风速为 17.8 m/s。因此,辐合线可为大风预报提供参考。事实上,本次过程中主要的灾害性天气之一就是大风,共有 10 个台站先后出现大风天气。

4.2 6·22 强对流过程雷达回波分析

6·22 过程中强对流发展初期,回波主要在山西省,随着冷空气的推进,山西省的回波下甩,15:50 河南省西部开始出现对流性回波。16:02 后与地面“人”字形辐合线对应,南阳、郑州到山东开始有排成一线的强对流回波生成(图 4. a)。16:02 ~ 18:38 副高西伸加强,对流性回波带北抬,对流单体发展,郑州附近强回波中心强度达 61 dBz(图 4b),对应地面上此处为“人”字形辐合中心,高空上郑州正处于冷空气和西南暖湿气流交汇处。从上到下的配置看,本站未来 1 h 内会有强天气发生。17:58 郑州降下了直径约 10 mm 的冰雹。18:38 后(见图 4. c),整个回波带减弱为大面积降水回波。20 时前后,又有冷空气补充南下,回波前沿有对流性强回波发展,强回波中心达 60 dBz(图 4. d),冰雹等强对流天气基本产生在这些前沿的对流回波带上,封丘在 20:00 ~ 20:20 出现冰雹,禹州 21:15 ~ 21:25 出现冰雹。至 23:30,过程结束。

本次过程中回波以孤立的对流单体主,由于副高外围西南气流较强,强对流回波减弱后大都转化为大范围对流性降水,且持续时间长,所以本次过程中短时强降水的特征突出。

从连续观测到的回波演变看,速度场上新单体生成处有小尺度辐合区存在,后侧对应有多个小尺度辐散区,新单体在辐合处发展、辐散处减弱。此次强对流过程历经 10 h,期间有数个新单体依次发展,向着合适的生长方向传播,路径之地相继出现局地冰雹、短时强降水和大风等强对流天气。

4.3 两次过程回波不同点

从以上分析可看出,这两次以冰雹、雷雨大风和短时暴雨为主的强对流过程有明显的不同:① 两次过程中的中尺度对

流性回波系统不同,6·18 过程中回波系统以冰雹单体和飑线为主,6·22 过程是孤立的对流单体和多单体为主;② 两次过程中的灾害性天气不同,6·18 过程中的灾害性天气以冰雹和雷雨大风为主,6·22 过程以冰雹和短时强降水为主;③ 两次过程中多普勒速度场上特征反映不同,6·18 过程可分析出飑线前侧的辐合区和阵风锋,6·22 过程中速度场上新单体生成处有小尺度辐合区存在,后侧有多个小尺度辐散区。

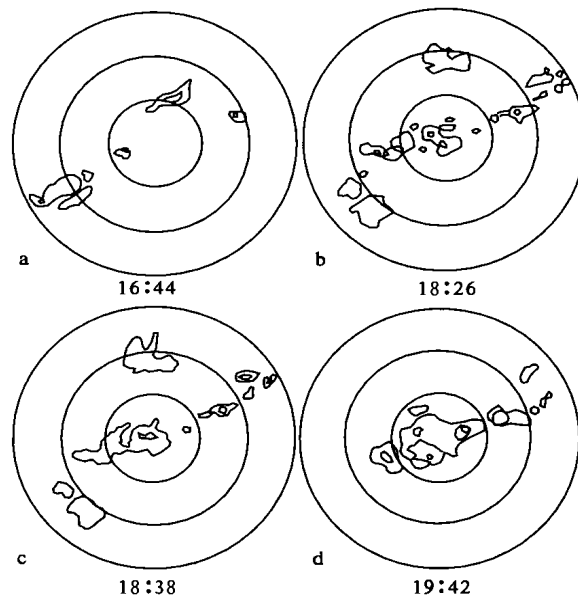


图 4 2001 年 6 月 22 日 PPI 历史演变图

回波强度从外向内实线相间分别为 0、30、50dBz;距离间隔每圈 100 km

5 结 论

① 两次过程中地面小图上均有地面辐合线存在,辐合线的位置对灾害性天气的预报有指示意义。

② 不同的中尺度回波系统,对应的灾害性天气不同。

③ 多普勒速度场能很好地揭示出两次强对流过程中的中尺度系统特征,辐合区、阵风锋辐合线特征明显,为灾害系统性天气(如地面大风)的预报提供有益的参考。

Contrasting Analysis of the Two Severe Convective Weather Processes in 2001

KUANG Xiao - yan, XI Shi - ping, TANG Zhi - ya

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

Abstract: Contrasting analyzed the two continuous severe convective weather processes which give first place to hail, thunder shower and severe wind taking place in 2001 in Henan province, it reveals that mesoscale echo system in severe convective weather processes is difference in different weather background, correspondingly the king of severe weather and the affecting range are not alike.

Key Words: Hail cell; Squall line; Convergence line; Gust front