

2000 - 05 - 11 河南强对流天气过程分析

张素芬, 张一平, 牛淑贞

(河南省气象台, 河南 郑州 450003)

摘要: 对 2000-05-11 河南省出现的雷雨大风、冰雹天气的影响系统、稳定度参数、高空风切变、3 θ 曲线、云量湿区、雷达回波特征分析结果表明: 下滑槽及西路冷空气为强对流天气提供了动力条件; 低层高温、高湿及低层暖平流、高层冷平流, 为强对流提供了层结条件; 高空风的垂直切变有利于对流天气的加强和维持。强对流天气在速度场上表现为中尺度辐合线、风向风速辐合区、风速辐合区、大风区等中尺度系统。

关键词: 强对流; 大尺度影响系统; 物理量参数; 回波特征

中图分类号: P458.1⁺1

文献标识码: B

文章编号: 1004-6372(2001)04-0008-03

1 过程概况

受高空冷涡后部下滑槽和地面西路冷空气的共同影响, 2000 年 5 月 11 日下午许昌以北大部分地区出现了雷暴天气, 部分市县出现了冰雹、大风及强降水, 自北向南有 7 个县市遭受了冰雹或雷雨大风的袭击, 冰雹直径大如红枣, 小如黄豆, 个别县市出现了强降水和大风, 风力达 6~8 级, 最大瞬时风速达 20 m/s。冰雹大风所经之地均有不同程度的灾害。

2 大尺度影响系统

500 hPa 图上主要影响系统为下滑槽(700 hPa 同)。11 日 08 时我省处在东北低涡中心伸向东海一带的低槽后部的西北气流里, 在蒙古国到陕西北部有一下滑槽。

收稿日期: 2001-05-21

作者简介: 张素芬(1951-), 女, 河南荥阳人, 高级工程师, 从事短时天气预报工作。

850 hPa 图上主要影响系统为切变线。08 时自内蒙古伸向山西境内有一小槽, 在湖北省西部到川西有一切变线, 我省处在一致的西南气流里。

地面图上, 触发机制为冷锋。08 时沙音山德有一闭合低压中心, 自低压中心经锡林浩特到银川一线有一冷锋; 14 时冷锋自呼和浩特经太原、陕西省中部伸向高原东部。

由于受西路冷空气及高空下滑槽的共同作用, 当日下午到傍晚前后许昌以北大部分地区遭到雷雨大风、冰雹的袭击。

3 稳定度参数分析

利用郑州站 08 时探空资料计算的稳定度参数见附表。

附表 表郑州站 5 月 11 日 08 时稳定度参数

SI/℃	$\Delta\theta_{se}/K$	$\Delta H/hPa$	+ - 面积	高层风向
-4.1	-6.9	180	+ > > -	700hPa 以下偏南风, 以上偏北风

注: $\Delta\theta_{se}$ 为 500 和 850 hPa θ_{se} 差, ΔH 为 0℃层与 -20℃层高度差。

由附表可知:

① 郑州站 $\Delta\theta_{se}$ 远 < 0, 说明郑州上空为强烈对流性不稳

4 结 语

由以上工作可以看到, 概念模型预测方法具有物理意义明确、推理思路清晰的优点, 而且客观性也较好, 通过了统计检验, 使用中参考性也较高。但是, 它受物理因子的左右较大, 真正的物理机制还不清楚。此外, 规则的制定也还需要进

一步探讨。

参考文献:

- [1] 张善强, 李朝兴, 张新霞. 河南省和中国夏季降水类型差异分析[J]. 河南气象, 2001, (1): 26-27.
- [2] 赵光汉, 张先基. 东亚季风和我国夏季雨带的关系[J]. 气象, 1996, 22(4): 8-12.

The Concept Model of the Climate Prediction during Flood Season in Henan

ZHANG Shan - Qiang, GU Wan - Long, LI Chao - xing

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

Abstract: The physical Elements such as the sea - surface temperature, the monsoon, the subtropical high over West Pacific are analyzed on basis of the six type of rain occur in Henan. Then we obtain the concept model of the climate of flood season and can be applied to forecast the current rain type.

Key Words: Flood season rain; Sea - surface temperature; Monsoon; Character of the subtropical high over West Pacific; Time series of rain; Concept model

定层结。一旦有合适的条件(本过程有利的触发机制为冷锋),就会暴发强对流天气。

② ΔH 值较小,仅有 180 hPa,极有利于冰雹的形成。因为 ΔH 越小,过冷水含量愈大,愈有利于冰雹的生成。从雷达回波可知,形成冰雹云时的积雨云顶高达 10 km 以上,远远超过了 -20℃ 层高度,所以它也是形成雹云的原因之一。

③ 分析单站风资料可知,700 hPa 以下为偏南风,以上为西北风,说明低层有暖平流,高层有冷平流,加上低层偏南气流楔入偏北气流之下,我省处楔入地区,以及 300 hPa 以上又有一支较强的高空急流,其风的垂直切变较大,有利于加强低层扰动,促使对流发展,产生雷雨大风、冰雹、强降水天气。

4 垂直风切变分析

无论是风速的垂直切变,还是风向的垂直切变,或风向风速垂直切变两者兼而有之,都有利于对流天气的加强和维持。分析郑州单站 08 时风资料得知,927 hPa 与 850 hPa 之间存在着风向的顺时针垂直切变(东南风转西南风),说明有不连续面存在,有强对流活动发生的可能。

由 5 月 11 日 08 时郑州风速廓线图(图 1)可知,地面和 850 hPa 高度间,低层风速较大,为 12~16 m/s,而 700 hPa 高度上的风速只有 8 m/s,表明从低层到 700 hPa 高度间存在着明显的风速切变。另外,适当的高空风切变对强对流的形成和发展也有着重要作用,风速垂直廓线图上表明,在 300 hPa 附近有一支 ≥ 34 m/s 的高空急流,存在着明显的高空风速切变。这种风向风速两者兼有的垂直切变,对这次强对流天气的发生、发展起了促进作用。

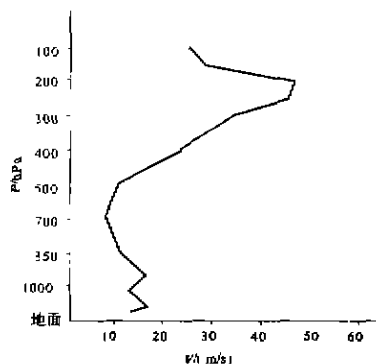


图 1 郑州 5 月 11 日 08 时风速垂直廓线图

5 3θ 图分析

由郑州单站 3θ(位温 θ 、假相当位温 θ_{se} 及相当位温 θ_s^*) 图(图 2)可见,3θ 曲线在 700、540、250 hPa 处向上拱起,即此处 3θ 值随高度迅速递减。3θ 曲线上这种现象越多,表示大气中存在的对流不稳定层越多。

由图 2 还可看出: θ_{se} 、 θ_s^* 曲线上,在 820~700 hPa、600~500 hPa 之间, θ_{se} 、 θ_s^* 与横坐标(温度)轴的夹角均为钝角,说明大气层中存在着下稳定能量,钝角越大,大气层中存在的下稳定能量越大,对流活动的强度就越强;低层 θ_{se} 、 θ_s^* 值都很大,说明低层空气高温高湿,而强对流天气本身就是在低层高温下产生的; θ_{se} 、 θ_s^* 两条曲线靠得很近且几乎重合,说明湿

河南气象 2001 年第 4 期

度很大。实况表明 11 日前期出现了高温高湿天气。

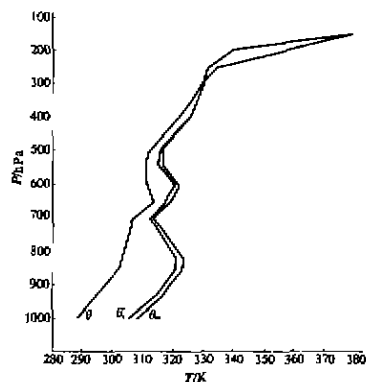


图 2 郑州 5 月 11 日 08 时 3θ 曲线图

6 云中负温区分析

强对流天气由积雨云产生,它在生成阶段对流发展旺盛,云中负温区较厚。据多年雷达观测资料统计分析,雷雨大风云顶温度指标为 $\leq -40^\circ\text{C}$,冰雹回波云顶温度 $\leq -45^\circ\text{C}$ 。本次强对流天气的回波云顶温度 -42°C ,已满足强对流发生的云中负温层条件。

7 714CD 雷达回波分析

7.1 强度场特征分析

15:07 1°PPI(Z)上在太行山北侧山西境内有“人”字形对流回波带生成(图 3),带上有多个对流单体,“人”字形回波的顶端强度最强达 50 dBz。15:46 “人”字形回波带明显南压,“人”字形左右两端的回波已伸达太行山附近,顶端强度不变;另在临汾南侧又有一强度为 43~48 dBz 的新生对流单体,逐渐加强东南移。16:15 单体回波与“人”字形回波带左端(西段)合并,并随着整个“人”字形回波带南压,带上最强中心在 338.2° 、90.4 km 处(焦作北侧),强度达 54 dBz,“人”字形回波带的右侧(东段)35~40 dBz 的回波已越过太行山到达辉县、卫辉一带。对应速度场上此处有明显的风向风速辐合区,预示回波将在这里继续发展加强。

16:52 1°PPI(Z)上“人”字形回波带已越过太行山,移到济源、获嘉、博爱、焦作、新乡到延津一带,强中心分别位于新乡、延津附近,强度达 48 dBz,对应高显上(图 4)在 31.74° 、65 km 处密实柱状回波高达 10 km, ≥ 35 dBz 的回波高度 8 km, ≥ 50 dBz 的回波在 1.7~4.7 km 高度上,柱状回波正处在发展旺盛时期,预示将有强天气发生。而在其前方明显有两块对流回波正在生成,对应地面上此回波在延津附近。

受西路冷空气的影响,“人”字形回波带后侧风速较大,推动整体回波向东南方向移动,到 17:17 1°PPI(Z)上“人”字形回波带顶部减弱,演变为一条东西向弧形带状回波(图略),带约长 200 km,宽 20~30 km,位于济源、沁阳、武陟、原阳、延津到长垣一带,回波带上最强回波中心处出现“V”型缺口正对应延津,强度达 54 dBz,同一时刻高显上高大柱状回波的强中心将接近地面,预示将有冰雹或强降水发生。实况为 17:26~17:28 延津降下了直径为 6 mm 的冰雹并伴有 10 mm 的强降水;次强中心在原阳附近,强度为 50 dBz,出现了雷雨大风天气。

17:16~17:36 极大风速达 20 m/s ; 回波带上在孟州与沁阳之间强中心达 48 dBz 的回波继续加强, 17:43~17:45 孟州也降下了直径为 12 mm 的冰雹。东西向弧形带状回波继续南压越过黄河, 于 17:35 到达郑州地区上空, 出现雷雨大风且伴有 13 mm 的强降水; 西段上强回波位于济源, 强度达 $45 \sim 50 \text{ dBz}$, 17:50~17:55 济源降下直径为 15 mm 的冰雹, 波及 4 个乡镇; 东段上回波在开封地区北侧。

18:19 东西向弧形带状回波中段移出郑州本站; 西段上强中心位于巩义, 强度达 $45 \sim 50 \text{ dBz}$, 同一时刻巩义降下直径 8 mm 的冰雹; 东段上强中心 48 dBz 的回波位于开封, 出现了雷雨大风天气, 瞬时风速达 17.7 m/s 。18:35 $0.5^\circ \text{PPI}(Z)$ 上, 整个回波带南压到偃师、登封、长葛、尉氏、通许到民权一带(图略), 带上强中心分别位于巩义南侧(54 dBz), 尉氏西侧(50 dBz), 中牟南侧(48 dBz), 均出现雷雨大风天气。至 19:28 带状回波南压过程中逐渐减弱, 分裂为 5 个小块状回波。20:42 回波已基本消失, 强对流天气过程结束。

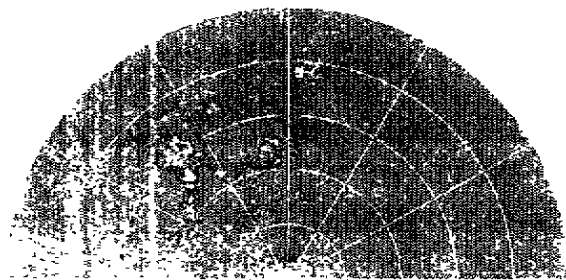


图 3 15:07 $1^\circ \text{PPI}(Z)$ 图(距标: $60 \text{ km}/\text{圈}$)

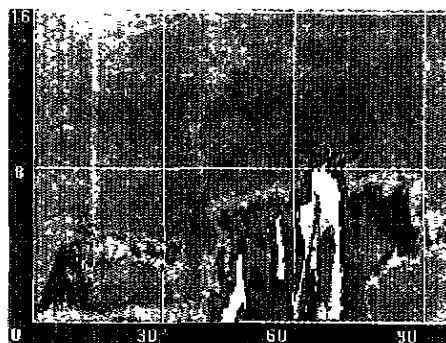


图 4 16:54 $31.74^\circ \text{RHI}(Z)$ 图

7.2 速度场特征分析

16:24 $1^\circ \text{PPI}(V)$ 上在焦作北侧有一明显的风向风速辐合区(图略), 而强回波区的后侧有大范围的 15.8 m/s 大风区存在, 说明“人”字形回波带的后侧有西北大风推动回波向东南方向移动。17:01 $2^\circ \text{PPI}(V)$ 上在新乡地区的延津、长垣、封丘、原阳一带为明显的风向风速辐合区。对应强度场上, 此处为 $40 \sim 45 \text{ dBz}$ 的回波区, 说明此处回波继续发展, 而带状回波中部的后侧对应于大风区。

17:17 $1^\circ \text{PPI}(V)$ 上, 在方位 45° 、本站到 120 km 处有一东北~西南向的中尺度辐合线; 在方位 $300 \sim 30^\circ$ 范围内, 距测站 20 km 外有一大范围风速模糊区, 最大风速达 25.6 m/s 。大风区附近风速梯度很大, 其前侧正是风速辐合区, 它恰好对应于强回波带的中部; 而中尺度辐合线正对应于强度场回波带的东段及回波最强处; 回波带西段上强回波区对应速度场上的大风区。

17:52 $2^\circ \text{PPI}(V)$ 上中尺度辐合线及其后侧的大风区已南压到郑州地区上空, 风速达 $20 \sim 29.5 \text{ m/s}$, 导致郑州地区出现雷雨大风天气。随着西北大风南移, 弧形带状回波继续南压, 所经之地同样遭到雷雨大风袭击。19 时以后大风逐渐减小, 回波逐渐减弱至许昌地区消散。

由此可见, 强对流天气在速度场上主要表现的特征为中尺度辐合线、风向风速辐合区、风速辐合区、大风区等中尺度系统。

8 结 语

① 2000-05-11 强对流过程的主要天气形势为下滑槽及西路冷空气。

② 3θ 图和 θ_{se} 垂直分布分析表明, 我省上空为强对流性不稳定层结, 同时有明显的低层暖平流, 高层冷平流, 为强对流产生和发展提供了不稳定层结。

③ 高空风的垂直切变有利于对流天气的加强和维持。

④ 云中足够的负温区厚度也是产生冰雹、雷雨大风天气的重要条件。本过程回波云顶温度已满足强对流产生条件, 其值为 -42°C 。

⑤ 由山西境内移入我省的“人”字形对流回波带在东南移动过程中逐渐发展加强, 产生了冰雹、雷雨大风及强降水天气, 影响了许昌以北地区; 速度场上主要表现为中尺度辐合线、风向风速辐合区、风速辐合区、大风区等中尺度系统。

The Strong Convective Weather Analyses of Henan in 05/11/2000

ZHANG Su-fen, ZHANG Yi-ping, NIU Shu-zhen

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

Abstract: With the data of the hailstorm, thunder and gale that occur in 05/11/2000. By analyzing the degree of stability, wind shear of upper air, the three θ table, the area of negative temperature in the wind, and the characteristic of echo, results show that the katabatic trough line, and the cold air given the dynamic condition for strong convective weather to form. The high temperature, the high moisture and the warm advection in low air come on with the cold advection in upper air given the stratification condition and the oriental wind shear makes the convection weather gonging on. It comes on with some mesoscale system, such as mesoscale convergence line, wind shear, gale area and so on.

Key Words: Strong convective weather; Large scale system; Physical index; Echo characteristic