

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.

等有参考价值的预报指标,增强冰雹预报水平与人工防雹作业能力。

1 冰雹天气分型

雷暴大风、冰雹天气相伴出现是河南省强对流天气发生的主要特征之一。本文在确定冰雹天气过程时,没有排除雷暴大风等,即冰雹天气多伴有雷电或雷暴大风。实况资料统计显示,2006—2015年5—9月河南省降雹频次共156站次,共发生冰雹天气过程67次。

依据河南省冰雹天气发生时500 hPa环流背景,对上述67次冰雹天气过程进行分型,可分为西北气流型、华北低涡型、低槽型、西南气流型4种类型。其中:西北气流型冰雹过程为37次(降雹达86站次),占全省冰雹过程总次数的55.2%(降雹频次占降雹总频次的55.1%);华北低涡型为11次(降雹31站次),占16.42%(19.9%);西南气流型为14次(降雹25站次),占20.90%(16.0%);低槽型较少,仅5次(降雹14站次),占7.46%(9.0%)。

2 河南各型冰雹天气的环境参量

2.1 常用环境参量

按照时空临近原则选择探空站,用所有出现冰雹的自动气象站温度、露点对临(邻)近探空要

素进行订正得到常用环境参量。表征强对流天气热力不稳定条件的环境参量较多,根据业务应用经验并结合相关研究,选取对流有效位能(CAPE)、K指数、850 hPa与500 hPa温度差($T_{850-500}$)、850 hPa和500 hPa假相当位温差($\theta_{se(850-500)}$)、抬升指数(LI)、14时地面温度(T_{14})等6个环境参量,分析各型冰雹天气的热力不稳定条件。图1给出2006—2015年5—9月河南西北气流型、华北低涡型、低槽型、西南气流型冰雹过程及其各型平均的各热力环境参量及其箱线图(箱线最高点为最大值,箱线最低点为最小值,箱体上框线为上四分位值即75%分位数,箱体下框线为下四分位值即25%分位数,箱内中间线为中位线,小圆点为平均值)。可见,各型的环境参量是有区别的:CAPE值西南气流型最大,西北气流型和低槽型差别不大,华北低涡型最小;K指数各型相差不大,低槽型、西南气流型相对西北气流型、华北低涡型更集中一些; $T_{850-500}$ 是西北气流型最大、其余三型相对较低; $\theta_{se(850-500)}$ 差别不大,低槽型集中、华北低涡型分散;抬升指数各型差异明显,低槽型最大,西南气流型最小最集中,而冰雹日的 T_{14} 华北低涡型最小,其余各型平均值相差不大。

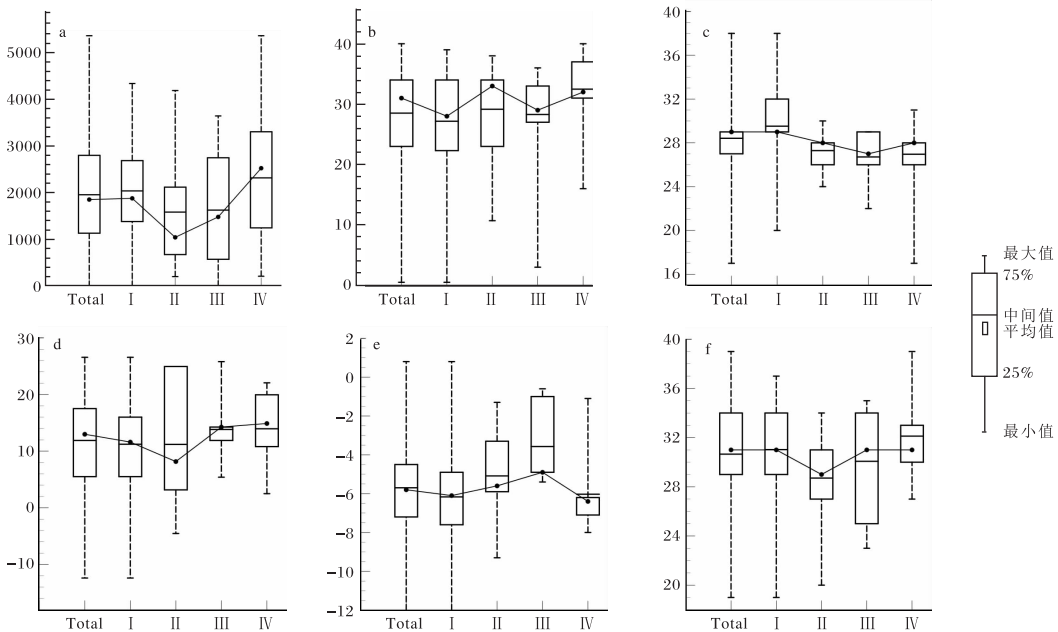


图1 2006—2015年5—9月河南各型冰雹天气热力环境参量统计箱线图(a. CAPE(单位:J/kg), b. K指数(单位:°C), c. $T_{850-500}$ (单位:°C), d. $\theta_{se(850-500)}$ (单位:°C), e. 抬升指数LI(单位:°C), f. T_{14} (单位:°C); I、II、III、IV分别代表西北气流型、华北低涡型、低槽型、西南气流型, Total代表各型平均)

冰雹天气发生需要一定的水汽和强的动力条件。图2给出2006—2015年5—9月河南西北气流型、华北低涡型、低槽型、西南气流型冰雹过程及其各型平均的14时地面露点温度(T_{d14})、大气整层可降水量(PW)和0~6 km垂直风切变(Δv)三个水汽或动力参量及其箱线图。

图2a显示,冰雹日14时地面露点温度 T_{d14} 多在16℃以上,集中出现在16~22℃。西南气流型的 T_{d14} 明显偏高,多在21℃以上,集中出现在21~25℃;西北气流型和华北低涡型的 T_{d14} 相对较低,多在16~21℃。图2b显示,冰雹天气大气整层可降水量多在2.9~4.0 cm。西南气流型明显偏多,集中出现在4.8~5.5 cm,平均在5.0 cm;另外三种类型大气可降水量相对较小,在2.6~4.0 cm,平均在3.1~3.8 cm。综上所述,

西南气流型冰雹天气发生在水汽条件非常充沛的环境条件下,其它三种类型冰雹天气的水汽条件相对较差。

由图2c可以看出,河南冰雹天气的0~6 km垂直风切变并不很强,多在20 m/s以下,集中在7.2~14.5 m/s之间(弱到中等)。华北冷涡型和西北气流型相对较大,75%分位值分别为17 m/s和14.9 m/s(中等以上),平均值多在9.0 m/s以上;而西南气流型垂直风切变较小,平均在7.7 m/s。总体看0~6 km垂直风切变统计值偏小,其原因与对流发生时间与高空探测时间相距较长有较大关系。一般情况下,08时探空深层垂直风切变对午后到傍晚发生的冰雹天气可能会有一定程度的低估,这点在业务中需注意。

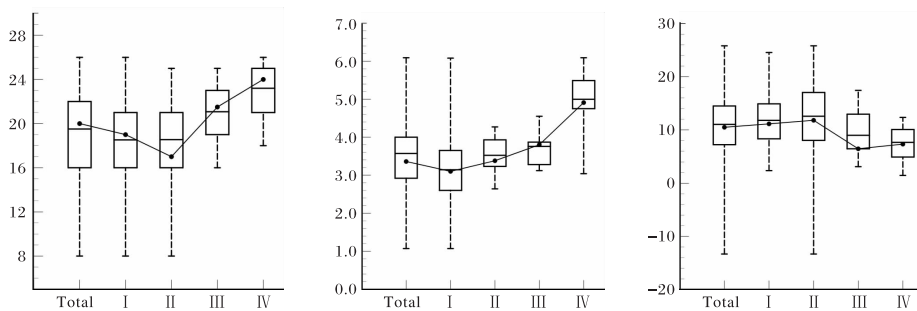


图2 2006—2015年5—9月河南各型冰雹天气水汽参量和垂直风切变统计箱线图

(a. 14时地面露点温度 T_{d14} (单位:℃), b. 大气整层可降水量PW(单位:cm),
c. 0~6 km垂直风切变(单位:m/s); I、II、III、IV分别代表西北气流型、华北低涡型、
低槽型、西南气流型, Total代表各型平均)

2.2 常用环境参量阈值

为了更好地为冰雹潜势预报提供技术参考和在预报业务中方便实用,根据上述常用环境参量箱线图的25%~75%分位值,以通用的25%分位值作为各环境参量阈值指标,统计出了符合阈值指标的降雹频次占总降雹频次的比例,即符合率(见表1)。由表1可看出:满足冰雹天气环境参量阈值范围的符合率在73.1%到87.8%之间,其中 T_{d14} 和 $T_{850-500}$ 代表性最好,其符合率分别达到87.8%和80.8%,即在总降雹样本中,符合 $T_{d14} \geq 16$ ℃和 $T_{850-500} \geq 27$ ℃阈值范围的分别达

87.8%与80.8%;其它环境参量符合率均在73.1%~78.8%,也有很好的代表性。可见,表1环境参量都在阈值以上的冰雹天气个例超过70%以上,说明表中各环境参量具有非常好的代表性和业务使用价值。

表2为河南各型冰雹天气环境参量阈值,从中可以看出,不同的天气类型,其阈值还是有差别的,如各型CAPE、K指数、 $\theta_{se(850-500)}$ 、抬升指数、 T_{14} 、 T_{d14} 等环境参量阈值差异相对较大,其它环境参量 $T_{850-500}$ 、大气整层可降水量、0~6 km垂直风切变等相对差异不大。

表1 2006—2015年河南冰雹环境参量阈值和符合率

常用环境参量	25%~75%分位值	环境参量阈值	符合率/%
CAPE/(J/kg)	1 137~2 797	$\geq 1 137$	73.7
K指数/°C	23~34	≥ 23	78.2
$T_{850-500}$ /°C	27~29	≥ 27	80.8
$\theta_{se(850-500)}$ /°C	5.5~17.5	≥ 5.5	76.3
LI/°C	-7.2~-4.5	≤ -4.5	73.1
T_{14} /°C	29~34	≥ 29	76.9
T_{d14} /°C	16~22	≥ 16	87.8
PW/cm	2.9~4.0	≥ 2.9	78.2
Δv /(m/s)	7.2~14.5	≥ 7.2	78.8

注:CAPE、 $T_{850-500}$ 、 $\theta_{se(850-500)}$ 、LI、 T_{14} 、 T_{d14} 、PW、 Δv 分别表示对流有效位能、850 hPa和500 hPa温差、850 hPa和500 hPa假相当位温差、抬升指数、14时地面温度、14时地面露点温度、大气整层可降水量、0~6 km垂直风切变,下同。

表2 河南冰雹各型环境参量阈值

环境参量	环境参量阈值			
	西北气流型	华北低涡型	低槽型	西南气流型
CAPE/(J/kg)	$\geq 1 386$	≥ 681	≥ 580	$\geq 1 250$
K指数/°C	≥ 22	≥ 23	≥ 27	≥ 31
$T_{850-500}$ /°C	≥ 29	≥ 26	≥ 26	≥ 26
$\theta_{se(850-500)}$ /°C	≥ 5.5	≥ 3.2	≥ 11.9	≥ 10.8
LI/°C	≤ -4.9	≤ -3.3	≤ -1.0	≤ -6.0
T_{14} /°C	≥ 29	≥ 27	≥ 25	≥ 30
T_{d14} /°C	≥ 16	≥ 16	≥ 19	≥ 21
PW/cm	≥ 2.6	≥ 3.2	≥ 3.3	≥ 4.8
Δv /(m/s)	≥ 8.3	≥ 8.0	≥ 6.5	≥ 4.9

3 结论

(1)河南冰雹天气的形势为西北气流、华北低涡、低槽和西南气流四种类型。其中:67个个例中西北气流型最多,达37次过程(86站次),占总数的55.2%(55.1%);其次是西南气流型14次过程(25站次),占20.90%(16.0%);华北低涡型

11次过程(31站次),占总数16.42%(19.9%);低槽型较少,仅5次过程(14站次),占7.46%(9.0%)。

(2)统计并对比分析了不同天气类型下多种环境参量特征,归纳出河南冰雹天气常用环境参量阈值,主要环境参量阈值为:对流有效位能 $CAPE \geq 1 137$ J/kg,850 hPa与500 hPa温差 ≥ 27 °C,850 hPa与500 hPa假相当位温差 ≥ 5.5 °C,抬升指数 ≤ -4.5 °C,大气整层可降水量 ≥ 2.9 cm,14时地面露点温度 ≥ 16 °C等,可作为河南冰雹天气潜势预报依据。

参考文献:

- [1] 牛淑贞,张素芬.714CD雷达资料在短时灾害天气预报中的应用[J].气象,1997,23(12):9-33.
- [2] 牛淑贞.典型超级单体风暴过程分析[J].气象,1999,25(12):32-47.
- [3] 张一平,牛淑贞,席世平等.东北低涡槽后型河南强对流过程的天气学特征分析[J].暴雨灾害,2011,30(3):193-201.
- [4] 武威,牛淑贞.2015年河南两次东北冷涡型强对流天气对比分析[J].暴雨灾害,2017,36(5):397-409.
- [5] 吕作俊,朱伟军,牛淑贞,等.豫西深秋一次典型超级单体风暴的多普勒雷达分析[J].气象与环境科学,2010,33(3):33-40.
- [6] 毕旭,刘勇,李强.一次阵风锋触发的局地强冰雹天气过程分析[J].陕西气象,2011(1):11-14.
- [7] 刘勇,张科翔,周丽峰,等.2002年陕西冰雹特点及雷达回波特征[J].陕西气象,2003(1):14-16.
- [8] 许庆娥,李改琴,王春玲,等.一次冰雹天气成因分析[J].陕西气象,2018(3):1-6.
- [9] 姚静,曲丽玮,朱庆亮,等.陕西省强对流天气气候特征分析与对流值标探讨[J].陕西气象,2017(3):29-35.
- [10] 刘勇,王楠,刘黎平.陕西两次阵风锋的多普勒雷达和自动站资料分析[J].高原气象,2007,26(2):380-387.