

赵强, 郭莉. 商洛地区冰雹天气形势及潜势预报指标 [J]. 陕西气象, 2014 (6): 1-5.

文章编号: 1006-4354 (2014) 06-0001-05

# 商洛地区冰雹天气形势及潜势预报指标

赵强<sup>1</sup>, 郭莉<sup>2</sup>

(1. 陕西省气象台, 西安 710014; 2. 商洛市气象局, 陕西商洛 726000)

**摘要:** 利用地面气象观测报表和灾情记录, 统计 2002—2011 年商洛地区共出现冰雹天气过程 48 例。根据 500 hPa 天气形势, 将商洛冰雹天气分为冷涡型、西北气流型、高空槽切变型三种类型。通过计算冰雹个例的动力、热力、能量、稳定度指标, 发现与商洛冰雹天气关系密切的 11 个物理量指标。其中, 初夏 (5—6 月) 和盛夏 (7—8 月) 冰雹天气的 K 指数、沙氏指数、850 hPa 和 500 hPa 温差、瑞士雷暴指数、850 hPa 露点温度等对流指标表现出显著的差异, 在进行冰雹潜势预报时需要注意。CAPE 值、0 °C 层和 -20 °C 层高度在各月差异不大。5—6 月进行冰雹潜势预报时应特别关注低层水汽条件的增加, 7—8 月应特别注意 0 °C 层和 -20 °C 层的高度是否适合冰雹的生成。冰雹预报指标在 2012—2014 年商洛冰雹天气过程中得到了较好的检验。

**关键词:** 冰雹; 天气形势; 预报指标; 商洛地区

**中图分类号:** P458.1

**文献标识码:** A

冰雹是一种局地性强、季节性明显的灾害性天气, 对工农业生产和人民生命财产均可造成严重危害。商洛地区位于秦岭东南麓, 地形复杂, 雹暴频繁出现, 对当地的烤烟等经济作物有较大影响。对于陕西的冰雹天气过程, 预报人员多从冰雹个例方面进行了研究<sup>[1-2]</sup>, 得出了有益的结论, 但对冰雹天气普遍性的预报指标的研究还较少。根据地面气象观测报表和灾情记录, 统计 2002—2011 年商洛地区出现冰雹天气过程 48 例, 对冰雹天气过程的天气形势进行了分型, 并通过计算冰雹个例的动力、热力、能量、稳定度等指标, 总结出商洛地区冰雹天气发生的预报指标, 为商洛地区冰雹天气的潜势预报提供支撑。

## 1 天气形势分类

根据冰雹日 08 时 500 hPa 高空形势, 归纳出商洛产生冰雹天气主要有三种典型的天气形势, 分别为冷涡型、西北气流型、高空槽切变型。

(1) 冷涡型 500 hPa 高空环流经向特征明显, 西太平洋副热带高压位置偏南偏东, 西脊点

在 120°E 以东, 脊线在 20°N 以南, 冷涡中心主要位于我国华北地区, 商洛处于冷涡西侧较强的西北气流中, 风速可达 12~16 m/s, 中高空干冷气流较强。850 hPa, 陕南东部有切变线存在, 安康站为 4~6 m/s 偏南风, 850 hPa 和 500 hPa 温差可达 26~30 °C (图 1)。由此可见, 冷涡型主要表现为在冷涡天气系统下, 陕西东部地区中层存在的较强偏北气流侵入低层较暖湿的空气中 (上层干冷、下层暖湿), 在空气的交汇处产生温度差动平流, 形成位势不稳定, 产生冰雹天气, 冷涡型主要出现在 5、6 月。

(2) 西北气流型 500 hPa 高空环流呈经向型, 新疆—河套为高压脊控制, 东北—华北有一低槽, 商洛受高压脊前一致的西北气流控制, 风速为 12~16 m/s, 高空有强的干冷空气侵入。850 hPa 安康—西安存在 4 m/s 的偏南风输送暖湿空气, 上、下层温度差动平流形成了上层干冷、下层暖湿的不稳定层结 (图 2)。西北气流型主要表现为中层强烈的干冷空气侵入和强的垂直风切变, 地面上常有弱冷锋存在。

收稿日期: 2014-09-02

作者简介: 赵强 (1981—), 男, 陕西商南人, 硕士, 工程师, 从事天气预报和研究。

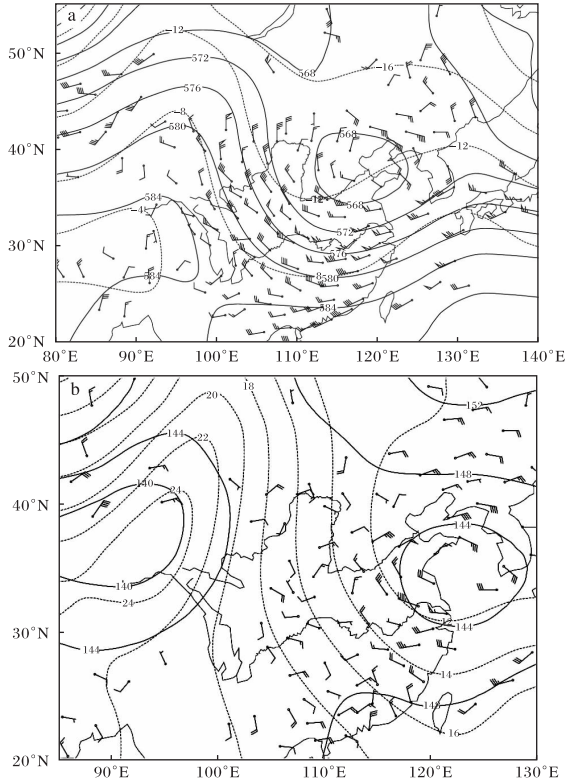


图1 冷涡型天气形势 (a 500 hPa, b 850 hPa; 实线为等高线, 虚线为等温线)

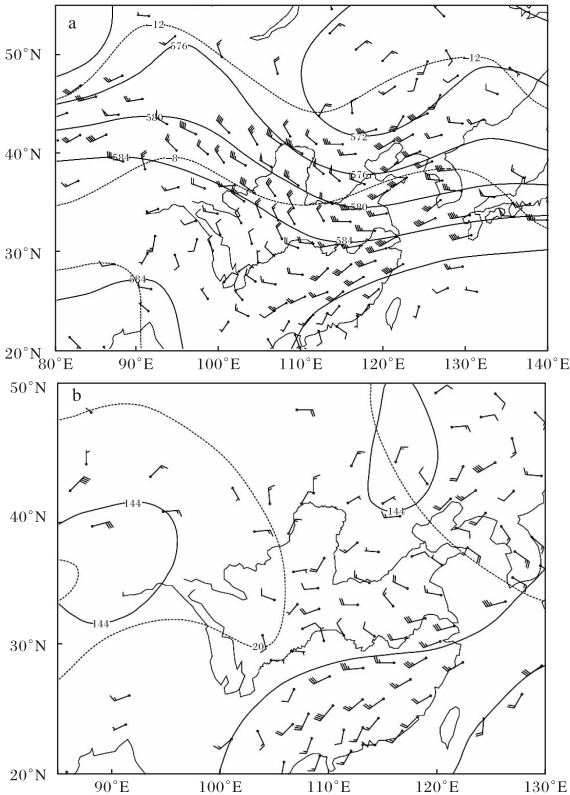


图2 西北气流型天气形势 (a 500 hPa, b 850 hPa; 实线为等高线, 虚线为等温线)

(3) 低槽型 500 hPa 形势场上中纬度环流形势呈纬向型, 以平直西风气流为主。宁夏—甘肃南部有西风浅槽东移, 高空槽前存在正涡度平流造成的动力性上升运动, 500 hPa 安康、西安、延安为西南风, 风速可达 4~8 m/s, 陕西以南的四川地区仍为西北气流控制, 水汽通道不畅通, 商洛仍为干空气控制, 温度露点差大于 8℃。850 hPa 安康—西安附近为一切变线, 850 hPa 温度较高, 可达 20~25℃ (图 3)。水汽条件较好, 露点温度可达 8~10℃, 温度露点差小于 6℃, 上层干冷、下层暖湿造成不稳定形势。由此可见, 高层短波槽前正涡度平流的动力抬升作用和低层较强的暖平流造成的上层冷下层暖的不稳定层结是形成该类冰雹天气的主要机制。

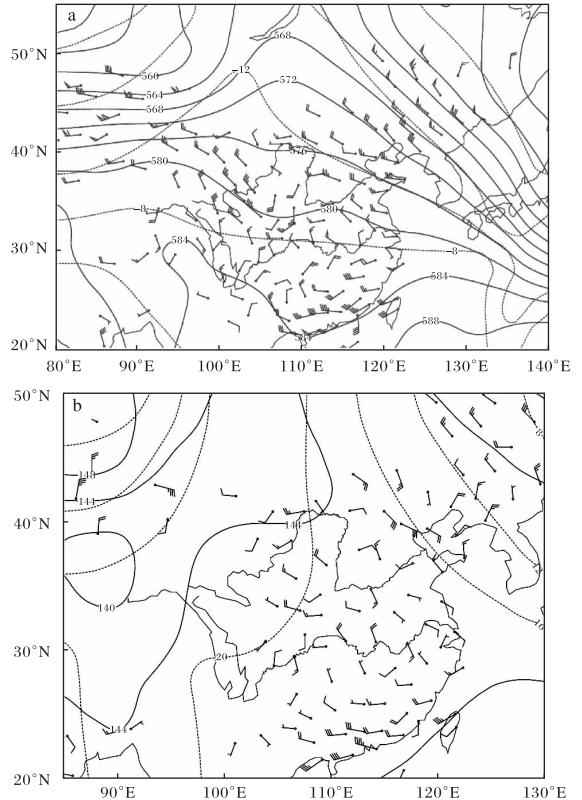


图3 低槽切变型天气形势 (a 500 hPa, b 850 hPa; 实线为等高线, 虚线为等温线)

## 2 物理量统计特征

冰雹天气的大尺度天气学条件是水汽、条件性不稳定层结和抬升触发机制, 位势和层结不稳定是强对流活动最重要的基本条件, 对流能量的大小决定了对流发展的程度。因此, 分析大气位

势和层结不稳定、对流能量、垂直风切变等物理量指标是冰雹潜势预报的重要手段。利用西安站 08 时探空资料(商洛无探空站)对商洛冰雹天气的水汽、不稳定指标、能量指标的阈值进行统计,

发现 11 个指标在商洛冰雹天气过程中有较好的指示作用(表 1)。这些指标能够反映大气的对流不稳定度、水汽、能量和垂直风切变等方面的信息,对强对流天气的产生有较好的指示意义。

表 1 5—8 月商洛地区对流参数冰雹日平均值和月气候平均值(西安站 08 时)

对流参数	5 月		6 月		7 月		8 月	
	冰雹日	月	冰雹日	月	冰雹日	月	冰雹日	月
K 值/ $^{\circ}\text{C}$	26	10	28	15	32.5	27.5	32.3	27.3
SI 值/ $^{\circ}\text{C}$	-0.3	7.1	-0.1	5.1	-0.7	3.3	-1.1	3
$t_{850-500}/^{\circ}\text{C}$	30	24	30	25	26	23	25	23
$t_{d850}/^{\circ}\text{C}$	8	2	8	4	14	12	15	13
$(t-t_d)_{850}/^{\circ}\text{C}$	10	14	9	15	6	10	4	8
CAPE 值/ $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$	410	46	380	66	449	113	368	86
$H_{0\text{c}}/\text{m}$	3 895	3 954	4 119	4 353	4 425	5 023	4 187	4 733
$H_{-20\text{c}}/\text{m}$	6 618	7 068	7 113	7 475	7 518	8 137	7 217	8 037
SWEAT	179	101	165	103	211	185	212	183
Swiss1	1.5	10.8	1.7	7.9	0.6	5.6	0.9	5.8
Swiss2	3.6	13.6	3.7	10.8	2.3	7.1	1.7	7.2

K 指数、850 hPa 露点温度及温度露点差、850 hPa 和 500 hPa 温差在 5—8 月有显著的差异,这与各月的水汽和温度的气候平均值不同有关。5—6 月,西太平洋副热带高压位置偏南,夏季暖湿气流还未到达陕西,中低层大气水汽含量少、温度低,因此,5—6 月冰雹天气出现时,K 指数为 26~28  $^{\circ}\text{C}$ ;7—8 月,随着副高和夏季风的北移,陕西地区的大气层增温增湿,冰雹天气出现时,K 指数达到 32  $^{\circ}\text{C}$ 。850 hPa 和 500 hPa 温差在 5—6 月冰雹天气时为 30  $^{\circ}\text{C}$ ,而 7—8 月只有 25  $^{\circ}\text{C}$  左右,这是因为 7—8 月高层冷空气减弱,大气上下层的温差减小造成的。850 hPa 露点温度反应了低层的水汽条件,5—6 月 850 hPa 露点温度气候平均值为 3  $^{\circ}\text{C}$  左右,而商洛冰雹天气出现时,850 hPa 露点温度为 8  $^{\circ}\text{C}$ ,表明了 5—6 月冰雹发生前 850 hPa 水汽含量明显增大;7—8 月 850 hPa 露点温度气候均值在 13  $^{\circ}\text{C}$  左右,冰雹天气出现时,850 hPa 露点温度达到了 14  $^{\circ}\text{C}$ ,说明 7—8 月水汽条件较好,水汽条件能够满足对流要求,重点应关注产生对流的

稳定度条件。

沙氏指数(SI)在 5—6 月小于 0  $^{\circ}\text{C}$  时就可能产生冰雹,在 7—8 月小于 -1  $^{\circ}\text{C}$  时产生冰雹的可能性大。CAPE 值各月差异不大,产生冰雹天气时西安站 08 时的 CAPE 值大约在 400  $\text{J}/\text{kg}$  左右,值较小,利用 14 时地面温度和露点进行订正后,可以看出冰雹发生时 CAPE 值可达 1 000  $\text{J}/\text{kg}$  (14 时)。

强天气威胁指数(SWEAT)和瑞士雷暴指数(Swiss1、Swiss2)是两个综合指标,反应了不稳定条件、水汽条件和垂直风切变的综合影响。商洛出现冰雹天气时,强天气威胁指数和瑞士雷暴指数有较好的反应。通过计算 5—8 月强天气威胁指数和瑞士雷暴指数,可以发现其在冰雹日的大小与月平均值有显著差异。5—6 月 SWEAT 指数大约为 180、Swiss1 小于 2,Swiss2 小于 4 左右的时候,容易有冰雹发生;7—8 月 SWEAT 在 220 左右、Swiss1 小于 1、Swiss2 小于 2 左右的时候,容易有冰雹发生。

从以上分析发现,不稳定条件、水汽条件在

初夏和盛夏有显著差异。5—6月是春、夏季节转化时期,大气温度较低,0℃层高度一般都在4 km左右,比较适合冰雹的生成<sup>[6]</sup>,但这一时期大气湿度条件较差,850 hPa露点温度只有3~4℃,而产生冰雹天气露点温度需达8℃左右,因此初夏(5—6月)进行冰雹潜势预报时应特别关注低层水汽条件和不稳定指标(K指数)。7—8月低层水汽含量明显增加,850 hPa露点温度达12℃,冰雹发生时露点温度为13~15℃,两者差异并不大,因此,7—8月850 hPa露点温度指标就失去了意义,此时改用温度露点差效果会好些。7—8月气温升高,0℃层高度抬高至5 km左右、-20℃层在8 km左右,通常产生冰雹天气时0℃层在4 km、-20℃在7 km,虽然7—8月湿度和能量条件有利于对流天气的产生,但0℃层和-20℃层高度不利于冰雹的产生,因此7—8月冰雹预报时应特别注意0℃层和-20℃层高度是否适合冰雹的生成。

### 3 预报指标检验

根据统计得到的商洛地区冰雹天气预报指标,对2012—2014年商洛冰雹天气过程进行检验。2012—2014年商洛地区共出现3次冰雹天

气过程,分别出现在2013年5月22日(过程1)、2013年8月11日(过程2)、2014年7月16日(过程3)。通过分析三次冰雹天气过程500 hPa天气形势发现,过程1、2属于低槽型,过程3属于西北气流型。

过程1、2形势较为相似,500 hPa宁夏—甘肃南部有浅槽东移,槽前为正涡度平流,商洛位于槽前西南气流中,浅槽移动较快,500 hPa相对湿度小于30%。850 hPa安康—西安附近有切变线,安康站为西南风,风速达6 m/s,温度场上商洛受暖脊控制,形成了上干冷、下暖湿的不稳定层结,西风槽前正涡度平流产生的低层上升运动及切变线为商洛冰雹天气的发生提供了动力抬升条件。对照两次冰雹天气过程的各项指标(表2),过程1有7项指标达到5月商洛冰雹日指标的平均值,其余4项指标基本达到了指标的平均值,表明5月的冰雹指标在这次过程中得到较好的检验;过程2有6项指标达到冰雹日指标的平均值,其余5项指标接近平均指标,过程2有强不稳定能量,但0℃层和-20℃层高度较高,这可能是由于对流发展旺盛,强上升运动达到了较高的高度而出现了冰雹。

表2 2012—2014年商洛三次冰雹日对流参数值(西安站08时)

冰雹过程	K值 /℃	SI值 /℃	$t_{850-500}$ /℃	$t_{d850}$ /℃	$(t-t_d)_{850}$ /℃	CAPE值 /J·kg <sup>-1</sup>	$H_{0℃}$ /m	$H_{-20℃}$ /m	SWEAT	Swiss1	Swiss2
1	24	-4.5	34	11	12	572	4 450	7 716	305	-1.0	4.4
2	44	-3.3	31	14	10	1 567	4 802	8 229	265	-2.2	-2.4
3	32	0.79	29	12	10	17	4 766	7 970	149	3.2	4.7

过程3中,500 hPa亚洲中、高纬为两槽一脊形势,巴尔喀什湖地区和东北—华北各为一低槽区,新疆为高压脊区,商洛位于新疆高脊前和东北低槽后的西北气流中,700 hPa关中—陕南有一横向切变线,850 hPa关中西部—陕西南部切变线呈南北走向,高原上的暖舌伸向陕西,上干冷、下暖湿的不稳定层结为强对流天气的发生提供了有利条件。对照7月商洛冰雹预报指标,发现K指数等4项指标超过指标平均值,其余指标超过了气候均值,接近指标的平均值,这可

能是因为此次冰雹天气只出现在一个乡镇,范围小的原因。

检验结果说明,商洛冰雹天气的高空形势分型和预报指标在2012—2014年的三次冰雹天气中检验结果较好。在指标应用时,应注意运用多个指标综合判断大气的水汽、不稳定和能量条件,综合应用冰雹平均指标和气候均值指标,能够更准确地做好冰雹潜势预报。但是由于2012年以后商洛的冰雹天气较少发生,预报指标还有待进一步应用和检验。

刘红霞, 刘兵. 乌苏市春季霜冻预报方法的初步探讨 [J]. 陕西气象, 2014 (6): 5-7.

文章编号: 1006-4354 (2014) 06-0005-03

# 乌苏市春季霜冻预报方法的初步探讨

刘红霞, 刘 兵

(塔城地区气象局, 新疆塔城 834700)

**摘 要:** 利用乌苏 1961—2010 年逐日最低气温资料、1991—2012 年春季 3 月 15 日—4 月 30 日期间霜冻日及其前一日常规气象资料, 运用相关分析法和多元线性回归法, 建立了乌苏春季霜冻预报方程, 用该方程对 1991—2011 年的霜冻历史资料进行回报检验, 拟合率为 82.1%, 对 2011—2012 年的霜冻进行试报, 拟合率达 87.8%, 效果较好, 可以在乌苏地区的霜冻预报业务中试运行。

**关键词:** 春季霜冻; 预测方法; 乌苏市

**中图分类号:** P457.31

**文献标识码:** A

乌苏市是新疆重要农业大县, 霜冻是对农业生产影响最严重的气象灾害之一<sup>[1]</sup>, 尤以春季

霜冻危害较大, 每年均有发生<sup>[2]</sup>。霜冻必须以预防为主, 目前对霜冻的预报以定性为主, 因此利

**收稿日期:** 2014-06-05

**作者简介:** 刘红霞 (1979—), 女, 汉族, 新疆沙湾人, 硕士, 高工, 从事气象业务管理。

**基金项目:** 塔城地区气象局科研课题 (201107)

## 4 结论与讨论

(1) 根据冰雹日 08 时 500 hPa 高空形势, 归纳出商洛产生冰雹天气主要有三种典型天气形势: 冷涡型, 西北气流型, 高空槽切变型。

(2) 5—6 月冰雹天气时, K 指数指标为 26~28 °C, 7—8 月为 32 °C; 850 hPa 和 500 hPa 温差 5—6 月达到 28~30 °C 时, 出现冰雹的可能性大, 7—8 月达到 25 °C 就有发生冰雹的可能。

(3) 沙氏指数 5—6 月小于 0 °C 时就可能产生冰雹, 7—8 月小于 -1 °C 时冰雹产生的可能性大。CAPE 值在各月差异不大, 冰雹天气时西安站 08 时 CAPE 值大约为 400 J/kg。

(4) 5—6 月 SWEAT 为 180, Swiss1 小于 2, Swiss2 小于 4 时, 容易有冰雹发生; 7—8 月 SWEAT 为 220, Swiss 小于 1, Swiss2 小于 2 时, 容易有冰雹发生。

(5) 5—6 月进行冰雹潜势预报时应特别关注低层的水汽条件变化, 7—8 月应注意 0 °C 和

-20 °C 的高度是否适合冰雹的生成。

## 参考文献:

- [1] 孟小绒, 陈百江, 王洁, 等. 陕西关中一次强雷暴天气过程分析 [J]. 陕西气象, 2008 (3): 20-23.
- [2] 许新田, 王楠, 刘瑞芳, 等. 2006 年陕西两次强对流冰雹天气过程的对比分析 [J]. 高原气象, 2010, 29 (2): 447-459.
- [3] 肖湘卉, 武麦凤, 王旭仙, 等. 两次强对流天气的热力不稳定条件对比分析 [J]. 陕西气象, 2012 (2): 17-22.
- [4] 许新田, 刘瑞芳, 郭大梅, 等. 陕西一次持续性强对流天气过程的成因分析 [J]. 气象, 2012, 38 (5): 533-542.
- [5] 井宇, 陈闯, 陈宁, 等. 陕北北部一次雹暴的特征及成因 [J]. 陕西气象, 2013 (4): 6-11.
- [6] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 天气学原理与方法 [M]. 3 版. 北京: 气象出版社, 2000: 452.