

日照市短时冰雹定时 - 定点 - 定量预报

王繁强 陆桂荣 周秀君 张文琴 于怀征

(山东省日照市气象局,日照 276826)

摘要 利用 1960 ~ 2000 年青岛、射阳、徐州 3 站 08 时探空资料及日照站 08 时地面气象资料,分析了日照地区出现的 16 次降雹天气的时空分布特征,在对降雹天气分型的基础上利用积云数值模式计算降雹因子,用降雹因子和单站要素因子建立历史降雹因子个例库,用历史实况资料建立实况个例库,用距离相似法实现日照地区短时冰雹定时、定点、定量的客观预报。

关键词 降雹天气分型 降雹因子 距离相似 客观预报

引言

冰雹是一种强对流天气,它的出现不仅要有一定的天气系统启动,而且局地大气需要有不稳定能量的积累。如果局部不稳定能量达到了不稳定的临界值,而无一定的天气系统启动,或仅仅有了一定的天气系统启动,而局地大气的不稳定能量未达到临界值,都不可能产生降雹天气。早在 20 世纪 80 年代蔡晓云、康玉霞^[1]等在对冰雹天气进行分型的基础上,研制用一维积云数值模式输出因子,判断局地大气的不稳定能量,从而制作冰雹天气的短时预报。本文是在此基础上,通过建立历史降雹因子资料个例库和实况资料个例库,尝试了用距离相似法制作日照地区短时冰雹定时、定点、定量的客观预报。

通过对 1960 ~ 2000 年日照地区出现的 16 次降雹天气过程的分析,对所有降雹前 08 时 500hPa 的天气系统进行分型,在分型基础上利用积云数值模式计算云内最大上升速度、冻结层平均含水量等降雹因子进行消空;用降雹因子和单站要素因子建立历史降雹因子资料个例库,用历史实况资料建立实况个例库;用距离相似法,计算预报因子与历史个例因子的相似距离,取相似距离最小的历史个例实况作为冰雹预报的最相似实况,实现日照地区短时冰雹定时、定点、定量的客观预报。

1 冰雹天气的环流背景

规定日照地区 3 站有 1 站出现降雹天气即作为 1 个雹日。分析日照市冰雹天气的影响系统和地理位置,确定出造成冰雹天气发生的关键区范围为: $30^{\circ} \sim 55^{\circ} \text{N}$ 、 $105^{\circ} \sim 132^{\circ} \text{E}$,这一区域基本上包含了冰雹发生前 08 时的天气系统所处的位置。根据雹日 08 时 500hPa 关键区的天气形势特征,将降雹的环流形势分为如下 4 种类型:

(1) 西北气流型,关键区内受西北气流控制,在 50°N 、 115°E 至 40°N 、 115°E 附近,有冷温槽配合小槽沿脊前下滑。

(2) 低槽型,关键区内为一低槽,槽线在 50°N 、 118°E 至 35°N 、 118°E 附近,有冷温槽配合。

(3) 低涡型,关键区内影响系统为低涡,中心位于 41°N 、 115°E 附近,涡与冷中心或冷槽配合。这种形势有时由于冷涡打转,冷空气不断南下,可引起连续性降雹。

(4) 横槽型,关键区内影响系统为横槽,位于 46°N 、 132°E 至 44°N 、 109°E 一线,有冷温槽配合。

2 降雹的时空分布特征

分析 1960 ~ 2000 年冰雹历史资料发现,降雹与日变化的热力条件密切相关,冰雹均发生在热力条件较好的午后,集中在 13 时至 22 时之间,最早为

13 时 35 分,最晚为 22 时 00 分。冰雹天气在 4、5、6、7、9、10 月均有发生,图 1 是 1960~2000 年 4~10 月各月出现冰雹天气次数,从图 1 可知冰雹天气主要集中在 5、6、7 月。3 站出现次数最多的是日照,其次是莒县,五莲最少。降雹的地理位置比较凌乱,没有明显的“雹打一条线”特征。

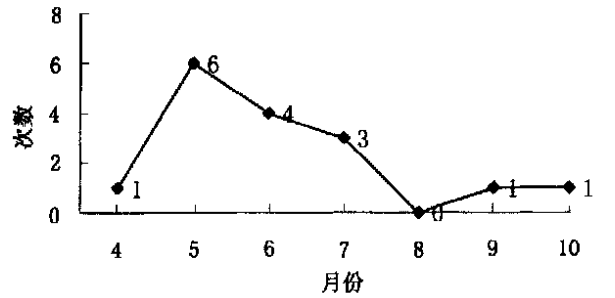


图 1 1960~2000 年 4~10 月冰雹天气出现总次数

3 计算方法与资料库

3.1 积云模式

采用蔡晓云、康玉霞^[1]研制的用单站探空资料计算对流参数的一维积云数值模式计算降雹因子。由于本站无探空资料,取青岛、射阳、徐州 3 站距离平均的 08 时探空资料(地面到 200hPa 的气压、温度、露点)输入模式进行计算。通过对 16 个个例计算分析,根据雹云形成机制,选取冻结层含水量等 8 个降雹因子,其取值范围如表 1 所示。

表 1 各降雹因子取值范围

降雹因子	数值范围	单位
冻结层平均含水量(Q_c)	$Q_c \geq 1.6$	$g \cdot m^{-3}$
最大上升速度(W_m)	$W_m \geq 12$	$m \cdot s^{-1}$
最大上升速度处的温度(T_w)	$-25 \leq T_w \leq -9$	$^{\circ}C$
最大含水处的温度(T_q)	$-35 \leq T_q \leq -10$	$^{\circ}C$
零度层高度(Z_p)	$4500 \leq Z_p \leq 5500$	m
高度差($H_{300} - H_{500}$) (ΔH)	$Z_p \leq 3860$	m
温度差($T_{500} - T_{700}$) (ΔT)	$\Delta T \leq 24$	$^{\circ}C$
700hPa 风向	$120 \leq \text{风向} \leq 210$	度

3.2 相似距离

相似距离^[2]中的值系数 D_{ij} 表示两样本间的平均距离,它反映了 $i、j$ 样本之间在总平均数值上的差异程度,即靠近程度,可称为两样本的相似距离。

若用 D_{ij} 表示两样本的相似距离,则:

$$D_{ij} = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M |X_{ijk}| \tag{1}$$

其中,

$$X_{ijk} = X_{ik} - X_{jk} \tag{2}$$

式中, X 表示样本因子数值; M 表示样本因子序列长度; k 表示样本因子序号, $k=1,2,\dots,M$; i,j 表示两个不同的样本。

D_{ij} 越小两样本越相似,越大越不相似,相似程度可用 $1 - D_{ij}$ 表示。

3.3 资料库

历史实况资料个例库的建立是将降雹时间、降雹地点(降雹为 1,否则为 0)和雹径大小,按时间顺序用 Excel 电子表格形式存放。

历史因子资料个例库的建立是取积云数值模式输出的降雹因子和降雹前 08 时单站地面压、温、湿和 3 小时变压、变温资料,共 13 个因子。与历史实况资料个例库对应,同样按时间顺序用 Excel 表格形式存放。

4 冰雹的定时、定点、定量预报

日照市冰雹定时、定点、定量预报流程如图 2 所示。

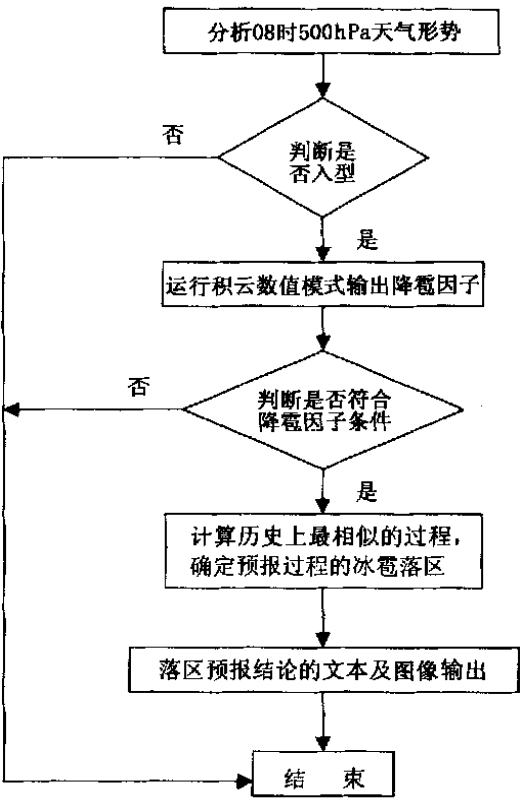


图 2 日照市冰雹定时、定点、定量预报流程图

判别关键区内天气系统是否入型,如入型,则获取积云数值模式所需资料,运行积云数值模式,否则预报未来无冰雹天气。

入型后用指标进行消空,用积云模式输出因子进行判别,若符合降雹因子条件,则预报未来有冰雹天气,否则预报未来无冰雹天气。

用积云模式输出因子和 08 时单站地面压、温、湿和 3 小时变压、变温资料,共 13 个因子与型内历史因子个例求距离相似,取其值最小者作为历史相似过程,用历史因子个例对应的冰雹实况确定降雹时间、地点及直径。降雹概率(P)用相似程度乘以 100% 确定,即

$$P = (1 - D_{ij}) \times 100\% \quad (3)$$

5 预报的应用效果分析

根据日照市冰雹的时空分布特征,用 2001 年 4~10 月实况资料进行试验,分春季(4~7 月)和秋季(9~10 月)两段(实验 181 天),结果是预报冰雹 3 次,出现 1 次,空报 2 次,预报准确率 30%,对冰雹天气有一定的预报能力,与历史预报水平比较有较大提高。2002 年的业务运行中,日照市未出现降雹天气过程,预报 1 次,出现了雷雨天气。

6 结语

冰雹天气在一定的天气系统影响下产生,根据

500hPa 影响系统可将造成日照地区的冰雹天气系统划分为:西北气流型、低槽型、低涡型、横槽型。

在天气系统入型的情况下,进一步用积云数值模式输出因子判断未来是否有冰雹天气,在一定程度上起到了消空作用,减少了只用预报方程预报出现的空报问题。

用积云数值模式输出因子和单站要素资料做相似分析,基本上做到了预报场在动力、热力和能量上与历史个例都相似。

在天气系统入型的情况下,根据雹云形成机制,确定积云数值模式输出因子,判断局地大气的不稳定能量是否达到历史降雹临界值,有效地将天气启动系统与局地大气的不稳定能量判别相结合,通过与历史个例求相似,制作日照地区短时定时、定点、定量的冰雹预报。该方法为一种有效的客观定量预报方法,但其预报的准确性在很大程度上取决于历史个例资料的丰富性,显然历史个例资料越多效果应该越好,本文仅做了初步尝试,有待进一步完善和验证。

参考文献

- 1 蔡晓云,康玉霞.用积云数值模式做北京地区的短时冰雹预报.北京气象,1986,(4):34-37
- 2 李开乐.相似高度及其使用技术.气象学报,1986,44(2):174-180

Amount, Time and Location Forecasting of Hails in Rizhao, Shangdong Province

Wang Fanqiang Lu Guirong Zhou Xiujun Zhang Wenqin Yu Huaizheng
(Rizhao Meteorological Office, Shandong Province 276826, China)

Abstract: The spatial and temporal characteristics of 16 hail events are analyzed by means of radiosonde data from three nearby stations and conventional data of Rizhao Station from 1960 to 2000. Based on the synoptic weather classification, hailing factors are calculated by using the numerical cumulus model. The historical hailing factor case database is established by using the hailing factors and single station data, and a actual case database by using historical observation data. A method for forecasting the amount, time and location of hails in Rizhao, Shangdong Province is developed by means of the distance-analog method.

Key words: synoptic hail classification, hailing factor, distance analog, objective forecast