

吉林省大范围降雹与降暴雨 的物理量场对比分析

王晓明 陈婷婷 郜玉珍

(吉林省气象台)

提 要

本文对大范围冰雹和暴雨天气的某些物理量场进行了对比分析。通过分析,发现两者在物理量场上有明显差异,其结果对制作天气预报有一定的参考价值。

一、引 言

暴雨和冰雹两种强对流天气都是在有利的大尺度环境条件下产生的,尤其是较大范围的冰雹和暴雨天气。关于暴雨的物理量场特征我们曾作过分析,并已应用于实际预报中,那么降雹的环境条件如何呢?物理量场有哪些特征及其与降雹的关系怎样呢?它与降暴雨有何异同?通过计算分析,发现大范围降雹与降暴雨的物理量场特征有明显不同。它们之间的不同反映了它们各自的物理机制不同。

将日降雹站数 ≥ 10 站,定为一次大范围降雹日。日降水量 $\geq 50\text{mm}$ 的相邻站 ≥ 5 站,定为一次大范围降暴雨日。选取1973—1987年中的17次大范围冰雹和15次大范围暴雨过程作为样本。

由于我省的大范围降雹的起始时间都是发生在午前—20时之间,所以从预报的角度出发选用降雹日08时的高空资料,采用有限元方法,计算了散度、垂直速度等物理量场和某些指数特征,并与降暴雨日08时的物理量场进行了对比分析,以找出降雹日的特征,供预报时参考使用。

二、资料及方法

三、冰雹与暴雨物理量场的对比分析

1. 高空急流

有关文献^[1]把10km左右的高空有水平风速达 $30\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上的强风带称之为高空急流,我们根据过去对吉林省暴雨的总结,将300hPa图上最大风速轴中心 $\geq 25\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 定为高空急流。大范围降雪存在很强的高空西北或偏西风急流(如图1a),急流的宽度较宽,在 $40^{\circ}\text{--}50^{\circ}\text{N}$, $115^{\circ}\text{--}130^{\circ}\text{E}$ 范围内,急流中心值 $\geq 40\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的占82%,最强的可达 $60\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上。雪区位于急流轴附近。而降暴雨则在高空存在一支西南风急流,强度也不如降雪时强,急流中心最大值均不超过 $40\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

2. 低空急流

在850hPa图上 $35^{\circ}\text{--}50^{\circ}\text{N}$, $120^{\circ}\text{--}130^{\circ}\text{E}$ 范围内最大风速轴中心 $\geq 10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,定为低空急流。图1b是降雪和降暴雨的低空急流情况。无论是降雪还是降暴雨都有低空急流存在,但它们有很大差异。一是方向不同,前者是西北风急流,后者则是西南风急流。二是两者的强度不同,即降雪时的偏北风急流小于降暴雨时的西南风急流。雪区也是位于急流轴附近。

从上面的高低空急流分析可以看出,降雪自高空到低空为一致的偏北风急流,而且高空的偏北风急流很强,这说明高空有很强的干冷空气下沉,促使地面的暖湿空气上升

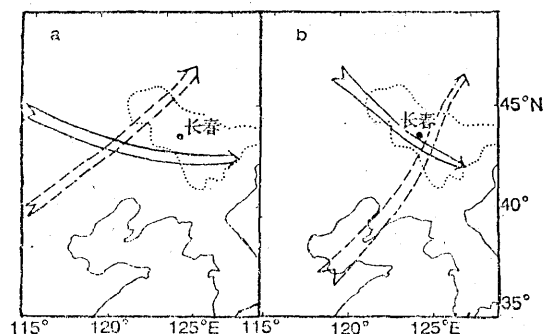


图1 冰雹日和暴雨日的高(a)、低(b)空急流示意图
(实线:冰雹;虚线:暴雨)

形成不稳定。而降暴雨自高空到低空为一致的西南或偏西气流,西南气流携带大量暖湿空气源源不断向暴雨区输送。

3. 反映水汽的物理量

①850hPa水汽通量:图2是冰雹和暴雨水汽通量分布的典型个例,由图可见,冰雹也是降在水汽通量的相对大值区内,但降雪的水汽通量值95%小于 $10\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$,绝大部分都小于 $5\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ 。而降暴雨的水汽通量值均大于 $10\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

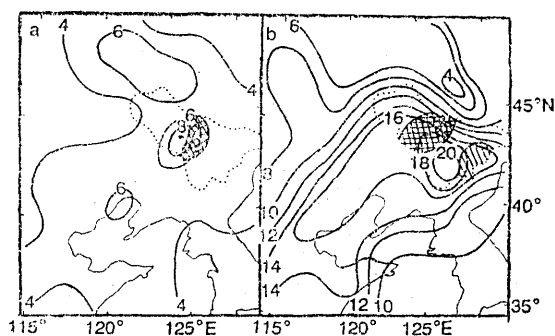


图2 冰雹(a)和暴雨(b)的水汽通量分布
(单位: $\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$)

②850—500hPa之间的 $(T-T_d)$ 之和

图3是850、700和500hPa三层的一次冰雹和暴雨的 $\Sigma(T-T_d)$ 。由图可见,降雪的 $(T-T_d)$ 值均大于 10°C ,而且 $(T-T_d)$ 的大值中心位于长春的西南方向。在 45°N 以北有范围较小的 $(T-T_d)$ 值小于 10°C 的区域,这说明降雪时气层的准饱和区范围小,而且水汽来自西北。降暴雨则有一条来自西南的 $(T-T_d)$ 值小于 10°C 的范围较大的水汽输送带。

③水汽通量散度:降雪日08时850—500hPa之间的水汽通量散度绝大部分为正值区即辐散的,而降暴雨却有明显的水汽通量辐合区(图略)。

4. 850hPa的 θ_{se}

850hPa的 θ_{se} 同地面的 θ_{se} 一样在降雪时有明显的反映。但降雪的 θ_{se} 值小,在17

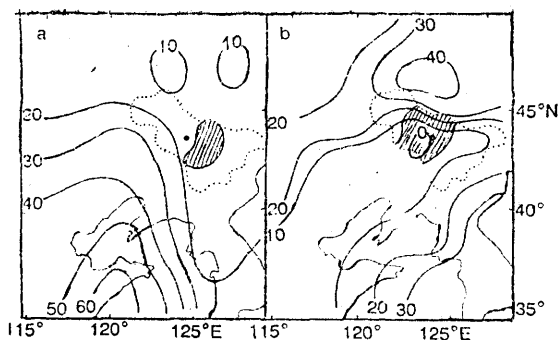


图3 冰雹(a)和暴雨(b)的850—500hPa的
 $\Sigma(T-T_d)$
(单位: $^{\circ}\text{C}$)

次降雹样本中, θ_{se} 值均小于 40°C , 说明降雹时空气相对干冷。雹区位于高能脊北部的低能舌内。降暴雨的 θ_{se} 值不仅很大, 而且暴雨区是落在高能舌内(见图4)。

5. 垂直速度

①700hPa垂直速度: 无论是降雹还是降暴雨都必须有较强的上升运动, 从计算的结果可以看出, 两者的垂直速度值均为负值区, 即上升运动。但降雹的上升运动速度均大于降暴雨的上升运动速度, 一般小于 $-60 \times 10^{-4} \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

②300—850hPa散度差: 300—850hPa散度差也是反映垂直运动的一个量。因为低层辐合必然引起上升, 而高层辐散又使得低层辐合得以维持, 高层辐散越强低层辐合也越强。降雹与降暴雨的散度差一般均为正

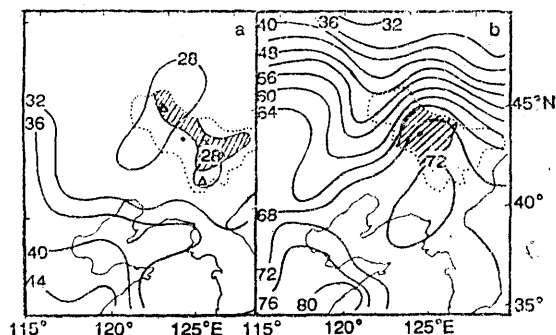


图4 冰雹(a)和暴雨(b)的 θ_{se} 分布
(单位: $^{\circ}\text{C}$)

值, 但降暴雨值比降雹值要小, 一般降雹的中心值 $>40 \times 10^{-6} \text{s}^{-1}$ 。

6. 稳定度

①温度平流: 降雹和降暴雨在700hPa温度平流分布上也有明显差异。图5是一次降雹和降暴雨的温度平流分布情况, 可见, 前者有来自北部的冷平流, 即中空有冷空气侵入使层结处于不稳定, 后者有来自西南的暖平流。

②指数特征:

A指数: 在主要反映大气整层水汽饱和的A指数中, 降雹的平均A指数小于降暴雨的平均A指数。前者为 8.0°C 。后者为 11.0°C 。

K指数: 在描述大气是否稳定的K指数中, 降雹的平均K指数值略大于降暴雨的平

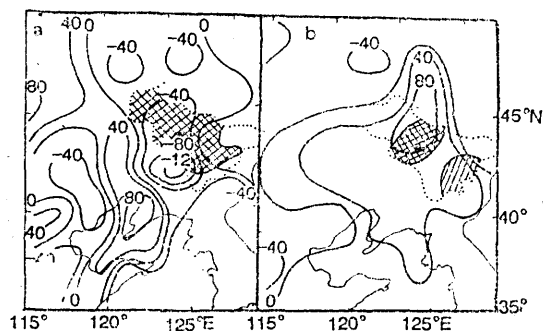


图5 冰雹(a)和暴雨(b)的700hPa温度平流
(单位: $10^{-6} \text{C} \cdot \text{s}^{-1}$)

均K指数值, 前者平均 31°C , 后者平均 29.5°C 。

R_i (里查逊数) 计算结果表明, 降雹的 R_i 值小于降暴雨的 R_i 值。前者平均为 -9.1 , 后者平均为 -7.9 。

四、小结

通过上面的分析使我们看到了降雹与降暴雨的物理量场的差异和特征, 这些差异和特征为我们做冰雹和暴雨预报提供了一定的依据, 并从中看到降雹是动力因子和不稳定能量占主导地位, 而降暴雨除这两者外, 水汽条件起相当重要的作用。

Comparative analysis on parameter fields between
wide-range hail-fall and torrential rain in
Jilin Province

Wang Xiaoming Chen Tingting Tai Yuzhen

(Jilin Province Meteorological Observatory)

Abstract

In this paper, the comparative analysis on parameter fields between wide-range hail-fall and torrential rain are presented. It is evidently seen that the obvious variations exist in the fields between hail-fall and rain. These results are helpful for weather forecasting.