

北京地区冰雹云生成的宏观条件分析

赵淑艳 朱文志

(北京市人工影响天气办公室,北京 100089)

摘要 通过对北京地区 1980~2000 年出现的重灾雹日中尺度影响系统形势特征、温、湿层结状况及局地条件的综合分析,对冰雹云生成和降雹宏观条件进行了阐述,并介绍了不同影响系统的特征和降雹特点。北京地区冰雹云生成的宏观条件、生成源地及移动路径表现出明显的局地特征。北京地区降雹天气的主要影响系统分别是:低槽冷锋、蒙古涡、西北气流和东北涡天气型。在各降雹系统中,低槽冷锋带来降雹机会最多,东北涡最少。

关键词 冰雹云 宏观条件 影响系统

引言

北京地区三面环山且相对高差较大,局地因素叠加于中尺度天气影响系统上,使得北京地区冰雹云生成的宏观条件、生成源地及移动路径表现出明显的局地特征。研究北京地区冰雹云生成的宏观条件对于防震减灾具有实用性。

1 北京地区降雹天气的主要影响系统

对 1980~2000 年 77 个个例做了天气形势反查,主要依据 500 hPa 天气形势图,关注的位置主要锁定在 $40^{\circ} \sim 45^{\circ} \text{N}$, $110^{\circ} \sim 120^{\circ} \text{E}$,也就是北京西北上风方地区。经归纳总结出 4 种常给北京地区带来降雹天气的中尺度影响系统,分别是:低槽冷锋、蒙古涡、西北气流和东北涡天气型。

统计表明:在各降雹系统中,低槽冷锋带来降雹机会最多,东北涡最少,各型出现的频率见表 1。

表 1 北京地区 1980~2000 年重灾日天气系统类型出现频率

	低槽冷锋型	蒙古涡型	西北气流型	东北涡型	总个例数
重灾次数	30	19	19	9	77
频率/%	39.0	24.7	24.7	11.6	100

注:本统计不包括各类型下不降雹和非重灾的情况

2 各影响系统的特征

2.1 低槽冷锋型

以 2000 年 6 月 28 日为例,在北京降雹当天 08:00 500 hPa 图上,在 $40^{\circ} \sim 45^{\circ} \text{N}$, $108^{\circ} \sim 115^{\circ} \text{E}$ 有高空槽东移,温度槽落后于高度槽,槽后有明显的冷平流(图 1a)。

在 29 日 08:00 的 850 hPa 图上,北京至二连之间有一槽(或切变线),北京处于暖舌中或有较强的暖湿平流(图 1b)。

在 29 日 08:00 地面图上有一条冷锋(图 1c),位置在北京与海流图之间,向东南方向移动。而且往往是快行冷锋,锋面坡度较大,冷空气楔对前面的暖湿空气能造成猛烈抬升,雹云多生成于锋前 100~200 km 的地方。

低槽冷锋型压、温、湿度场的配置以及本身具备的锋面抬升作用,使对流性不稳定获得触发条件非常有利于强对流天气的发展,出现冰雹天气。在 1980~2000 年资料统计中,此种中尺度影响系统造成的重灾频率占 39%,而且雹云的移动路径依冷空气势力的偏南或偏北,常走西北和偏东路径。低槽冷锋影响系统雹云路径出现次数统计见表 2。

北京市科委“955410100”专题资助

作者简介:赵淑艳,女,1962 年生,高级工程师,主要从事人工影响天气管理及科研工作

收稿日期:2003 年 7 月 18 日;定稿日期:2003 年 11 月 15 日

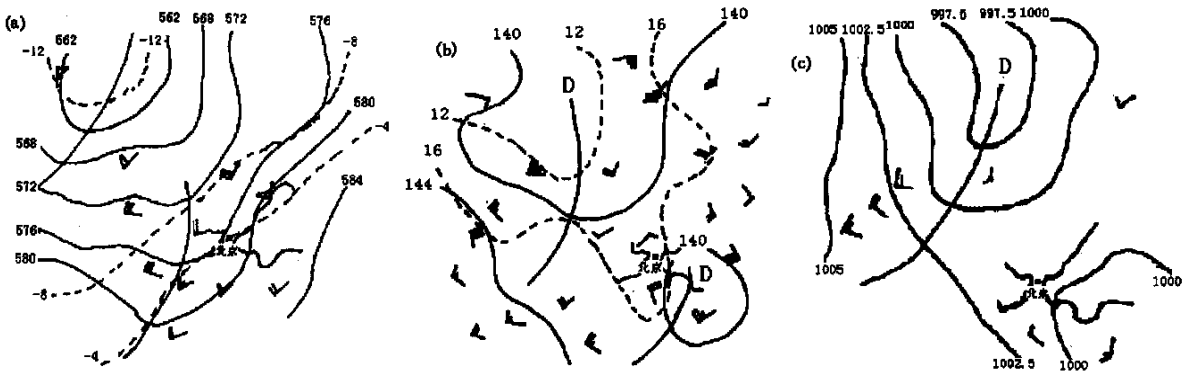


图 1 (a)2000 年 6 月 28 日 20:00 500 hPa 图;(b)29 日 08:00 850 hPa 图;(c)29 日 08:00 地面图

(图 1a、b 中实线为等高线:dagpm,虚线为温度:℃,图 1c 中实线为等压线:hPa,下同)

表 2 低槽冷锋型影响系统雹云路径出现次数

	西北	东北	西南	偏东
个例数(27)	13	3	4	7
百分数/%	48	11	15	26

2.2 低涡型(包括蒙古涡、东北涡)

贝加尔湖西部的冷空气(表现为冷槽)在向东南移动的过程中,如叠加于低层热低压之上时,往往被切断,形成蒙古低涡。低涡再继续向东南方向移动。当低涡位置在 40°~50°N,100°~120°E 时称蒙古涡;在 40°~50°N,120°~130°E 时称东北低涡(图 2)。

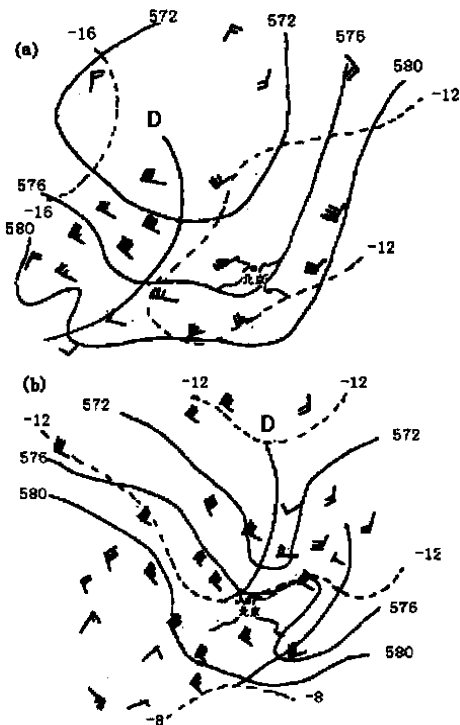


图 2 (a)1997 年 6 月 18 日 18:00 500 hPa 图
(b)1997 年 6 月 20 日 08:00 500 hPa 图

低涡型降雹是由于涡本身来自于中高纬度给本地带来正涡度平流,其下方地面出现负变压,促使低层出现辐合上升气流;而且从低涡中心向南、向西扩展,形成南槽北涡或东涡西槽形势,促使北京产生强对流天气,其机理与前面叙述是相同的。不同之处在于低涡属于冷低的深厚系统,生命史较长,移动较慢。蒙古涡常给北京带来较大的降水,降雹多产生于降水开始时段,但也常有降雹在两个或两个以上时段发生的情况。

东北涡降雹多由涡中心引出的槽所造成,雹云生成地在北京的怀柔和密云东北部地区,然后向偏南方向走偏东路径,影响怀柔、密云、平谷。由于其具有右移的特性,当回波范围扩张时,当地通常观察到雹云好像是自东向西移动,这是平谷县防雹点作业方位的空域申请时应加以注意的。

低涡型影响系统雹云路径出现次数统计见表 3。

表 3 低涡型影响系统雹云路径出现次数

	西北	东北	西南	偏东	其它
蒙古涡个例数(20)	11	无	4	2	3
百分数/%	55		20	10	15
东北涡个例数(8)	5	无		1	2
百分数/%	62			13	25

2.3 西北气流型

西北气流型是指降雹当天 08:00 500 hPa 及 700 hPa 在北京西北部关注区域内都是 NW 风或偏 N 风,均为冷平流。但在此高度以下,气层湿度较大;且由于风速上大下小,常常出现扰动,使 850 hPa 图上,北京上风方地区出现切变线,小低涡之类,地面则时常出现辐合区(图 3)

西北气流型降雹主要取决于中低层湿度条件，在高层干冷气流强力辐散的背景下，下层任何扰动、辐合都能造成湿空气的抬升条件，极易生成冰雹云。因此，该型降雹经常是哪里有扰动辐合，哪里就可能

有冰雹天气，往往具有独立发展或多个局地发展后连合的特点，有时回波范围不大，但很强；有时范围很大，有多个强点回波，但回波结构松散，移动方向较一致，像整体平移，本市多处成灾情况较多。

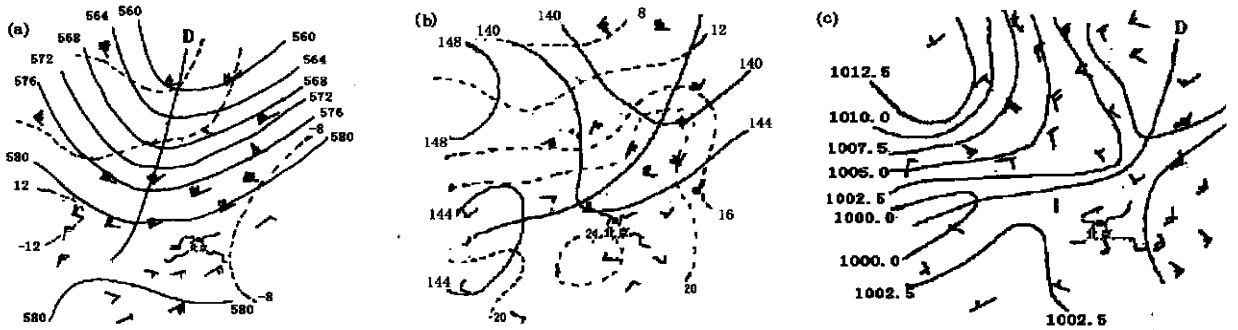


图 3 1997 年 6 月 24 日天气图:(a)500 hPa;(b)850 hPa;(c)地面

西北气流型成灾频率为 24.7%。该影响系统雹云路径出现次数统计见表 4。

表 4 西北气流型影响系统雹云路径出现次数

	西北	东北	西南	偏东	其它
个例数(19)	9	4		3	3
百分数/%	47	21		16	16

3 冰雹云生成与降雹的宏观条件

3.1 有强冷空气南下

冰雹云产生于强对流天气，而且本身就是强对流的有形体现。从预报的角度来说，北京地区冬季降雪主要着眼于暖湿空气的活动，而夏季降水主要着眼于冷空气活动，这是由于大的环流形势在不同季节有不同的较为持续稳定的表现。有冷空气南下，尤其是高层有强冷空气南下，是北京地区夏季对流性降水产生的必要条件。能够带来冷空气影响的天气系统如前所述。但是，当这些系统出现时未降雹或只有雷雨或根本没有降雹的比率远远多于降雹日，即使与雷雨云比较，粗略地估计，降雹日也只占 20%左右，这说明雹云的生成与降雹还需要其他特征和更高的条件。

3.2 大气层结不稳定

通过 10 个典型雹日 08:00 平均探空曲线(图 4)的分析表明：大气层结不稳定是北京地区产生降雹天气的最主要条件。

分析图 4，北京地区在降雹当天大气层结具有

如下特点：

- (1) 700 hPa 以下气层暖湿，500 hPa 以上气层干冷，呈上干下湿，上冷下暖的层结分布。
- (2) 650 hPa 为转换高度，以上为稳定层结，以下是不稳定层结。整个气层不稳定层结面积大于稳定层结面积，为典型的潜在不稳定层结。
- (3) 中低层湿度大，凝结高度在 840 hPa，因中低层湿度大，大气层结中蕴藏较大的不稳定能量，亦为形成冰雹提供了充足的水分。

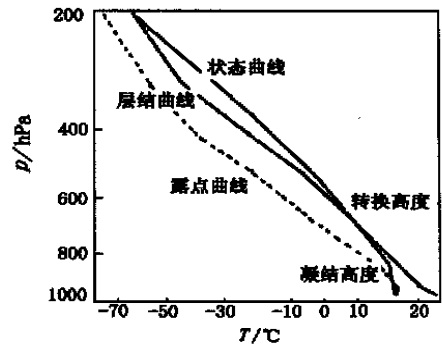


图 4 北京降雹当天 08:00 层结上升曲线

3.3 低层辐合，高层辐散

对地面和各标准等压面形势图进行流场分析，不难发现：在降雹日，其流场特征是本地区地面或处于锋前，或处于倒槽的顶部的辐合区域，850、700 hPa 图上西北上风方地区有低值扰动气流存在，仍属于辐合或过渡性流场，而在 500 hPa 以上，为辐散流场。

3.4 高层冷平流,低层暖平流

图5是10个降雹日08:00和20:00的各层风的垂直分布合成图,由图可见,对08:00而言(降雹前),风速随高度增加而递增,最大风速垂直切变出现在4000 m以上高度上,这说明高空风对低层空气具有卷携疏散的作用。5000 m以上风向随高度升高反时针旋转,为冷平流,3000~7000 m为西北风或西北偏西风;3000 m以下风向随高度升高顺时针旋转为暖平流。就空气的属性而言,高层的冷平流在输送干性的空气,而低层的暖平流在输送湿空气。显然,08:00各层风的这种垂直分布,仍在培育和加强着本地大气层结的不稳定。

20:00(降雹后)10000 m以下为一致WNW风,各层风速也比08:00增大,高层更为明显,说明锋面天气将结束,本地将转为冷性气团天气^[1]。

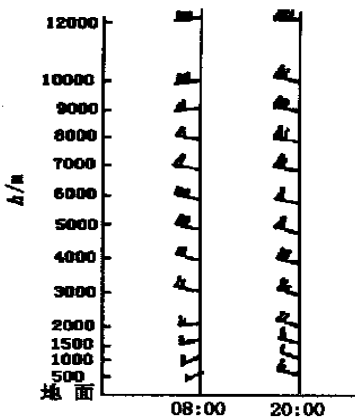


图5 北京降雹当天08:00、20:00高空风合成图

3.5 较高山脉的抬升作用

北京周边山区,有几处较高的山头或山梁,海拔在1700 m以上。研究发现:北京的冰雹源地或称“雹窝”,均出现在这些鹤立鸡群的高山背风坡附近4~6 km的地方。显然,通过山谷风的热力效应和动力抬升作用,高山对北京地区雹云的形成起着不可忽视的重要作用。雷雨云在强力引导气流的引导下,被迫抬升800~1000 m(相对高差),这是个很大的潜能触发机制,过山后,雷雨云发展成为雹云^[2]。

4 结语

北京地区冰雹云生成的宏观条件、生成源地及移动路径表现出明显的局地特征。北京地区降雹天气的主要影响系统分别是:低槽冷锋、蒙古涡、西北气流和东北涡天气型。统计表明:在各降雹系统中,低槽冷锋带来降雹机会最多,东北涡最少。降雹的宏观条件是:①层结不稳定,上干下湿,上冷下暖;②有中尺度天气影响系统,500 hPa有锋区急流影响北京;③中低层湿度大或增湿条件好,水分充足;④流场情况是低层辐合,高层辐散;⑤降雹日高空风合成图为高层冷平流,低层暖平流。

参考文献

- 1 王雨增,李凤声,伏传林. 人工防雹实用技术. 北京:气象出版社,1994. 12-26
- 2 许焕斌,段英. 冰雹形成机制的研究并论人工雹坯与自然雹坯的“利益竞争”防雹假说. 大气科学, 2001, 25(2): 277-287

Analysis of Macroscopic Conditions for Hail Cloud Development in Beijing

Zhao Shuyan Zhu Wenzhi

(Beijing Weather Modification Office, Beijing 100089)

Abstract: The macroscopic conditions for the formation of hail clouds are discussed through analyzing the patterns, thermal and hygrometric stratification conditions and local features of mesoscale influencing systems occurred in severe hail days from 1980 to 2000 in the Beijing area. The features of the different influencing systems and their hail-shooting characteristics are described. It is found out that the macroscopic formation conditions, source areas and moving tracks for hail clouds have obvious local features. The influencing systems of hail events in Beijing include such weather patterns as Low-Trough Cold Front, Mongolia Vortex, North west Flow, and Northeast Vortex, within which the Low-Trough Cold Front gives the greatest chance for hail shooting and the Northeast Vortex the least.

Key words: hail cloud, macroscopic conditions, influencing system