

文章编号:1004-4574(2007)03-0024-05

## 宁夏 40 年灾害性冰雹天气分析

纪晓玲<sup>1,2</sup>, 马筛艳<sup>2</sup>, 丁永红<sup>2</sup>, 林 莉<sup>2</sup>, 裴晓蓉<sup>2</sup>

(1. 兰州大学 大气科学学院, 甘肃 兰州 730000; 2. 宁夏气象防灾减灾重点实验室, 宁夏 银川 750002)

**摘要:**利用 1961-2000 年 5-9 月常规地面观测资料及相应时段的 NCEP/NCAR 逐日全球再分析资料, 分析了宁夏灾害性冰雹天气的时空分布和环流特征, 然后对 74 次有灾情记录的冰雹天气过程的环流背景、影响系统等进行了合成对比分析。结果表明: 宁夏冰雹主要分布在南部六盘山区和北部贺兰山区, 集中出现在 6-7 月; 冰雹发生于“西高东低”环流背景下; 产生冰雹天气主要有平直气流、两槽一脊、一槽一脊和一脊一槽等 4 种环流形势; 影响系统主要有切变线、低涡和冷槽, 这几种系统往往是共同作用、共同影响的; 同时也表明, 在不同的环流背景下, 不同影响系统造成的冰雹天气落区有较大的差异。

**关键词:**灾害; 冰雹; 时空分布; 环流; 宁夏

**中图分类号:**P458.1<sup>+</sup>21.2      **文献标识码:**A

## Analysis of disastrous hail weather in Ningxia in recent 40 years

Ji Xiao-ling<sup>1,2</sup>, Ma Shai-yan<sup>2</sup>, Ding Yong-hong<sup>2</sup>, Lin Li<sup>2</sup>, Pei Xiao-rong<sup>2</sup>

(1. College of Atmospheric Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; 2. Ningxia Key Laboratory of Preventing and Reducing Meteorological Disaster, Yinchuan 750002, China)

**Abstract:** Using the normal ground observation data and global reanalyzed daily data of NCEP/NCAR for the corresponding time, from May to September between 1961-2000, firstly we analyzed the character of circulation and spatial and temporal distribution of hail weather in Ningxia. Then through contrast, we analyzed the circulation background and influencing system of 74 times hail weather that had disaster records. The result shows that the hail of Ningxia had two mainly distributed area——near the southern Liupan Mountain area and the northern Helan Mountain area and mainly appears in June to July. To hail's occurrence, the favorable circulation background was high-pressure in the west and low-pressure in the east of Ningxia and there are four primary circulation situations——straight air current, two troughs and one ridge, one trough and one ridge, one ridge and one trough. Three mainly influencing systems of hail weather included shear line, vortex and cold trough. All these influencing systems often act and influence each other. The result also shows that under the different circulation background, different affecting system could cause hail weather that has obvious difference in distributed area.

**Keywords:** disaster; hail; spatial and temporal distribution; circulation; Ningxia

冰雹是中小尺度系统的产物,是在一定的大气环流背景下发生的。冰雹的发生,具有较强的随机性、突发性、局地性。随着社会经济的不断发展,同等程度的冰雹天气对工农业生产、国民经济建设等造成的灾害

收稿日期:2006-11-28; 修订日期:2007-04-10

基金项目:国家科技部公益项目(2004DIB3J121)

作者简介:纪晓玲(1967-),女,高级工程师,硕士研究生,主要从事短期天气预报及相关预报方法研究。E-mail:jixiaoling@163.com

将会越来越严重。我国气象工作者已在冰雹天气气候<sup>[1-3]</sup>、动力条件<sup>[4-6]</sup>、数值预报释用<sup>[7]</sup>等方面做了大量工作,对日常业务工作起到了重要作用,但近些年由于全球气候变暖,极端事件频繁发生,同时气象现代化水平和社会需求的不断提高,对数值预报产品的解释应用还不够充分,目前冰雹预报仍然是困扰预报员的一个难题。所以从诸多方面来讲,对冰雹天气的分析研究具有相当重要的意义。

为了对宁夏灾害性冰雹天气有一个比较完整的认识,我们普查了 1961 - 2000 年从各县市气象台站气表 1 中选取的 74 次有灾情记录的宁夏冰雹天气过程,对每次过程的环流背景、影响系统及天气成因进行了深入的分析,归纳总结出宁夏 40a 灾害性冰雹天气的一些天气、气候规律,为冰雹短期预报和监测提供一定的依据,对提高冰雹天气的预测预报能力有较大作用。

## 1 资料及方法

本文使用的资料取自宁夏气象档案馆的原始气象记录报表。选取 1961 - 2000 年 5 - 9 月宁夏各(市)县站月报表中有灾情记录的冰雹资料。主要从降雹范围、强度来考虑,以有人、畜伤亡或 3 乡以上受灾,农作物严重减产或绝产,全区有一县市或以上出现冰雹作为入选个例的标准。

首先根据所选个例资料对宁夏灾害性冰雹天气时空分布特征进行了统计分析;然后利用 NCEP/NCAR (1961 - 2000 年)逐日全球再分析资料,在普查所有个例环流形势基础上,对相同环流背景下各层平均位势高度场进行了合成分析;最后,利用常规气象资料,分析了不同影响系统下冰雹落区的分布特征。

## 2 宁夏灾害性冰雹天气时空分布特征

图 1(a)是 1961 - 2000 年 5 - 9 月逐月宁夏灾害性冰雹发生情况。分布表明:宁夏冰雹的发生具有明显的月季分布特征,主要集中出现在 6 - 7 月份,占总雹日的 67.6%,特别是 6 月份,占总雹日的 36.5%,7 月占 31.1%,5 月、8 月和 9 月这 3 个月共 24 次,分别占总雹日的 12.1%,14.9%,5.4%。据各县市的灾情报告统计,农业直接经济损失最严重的雹灾也主要发生在 6 月份。

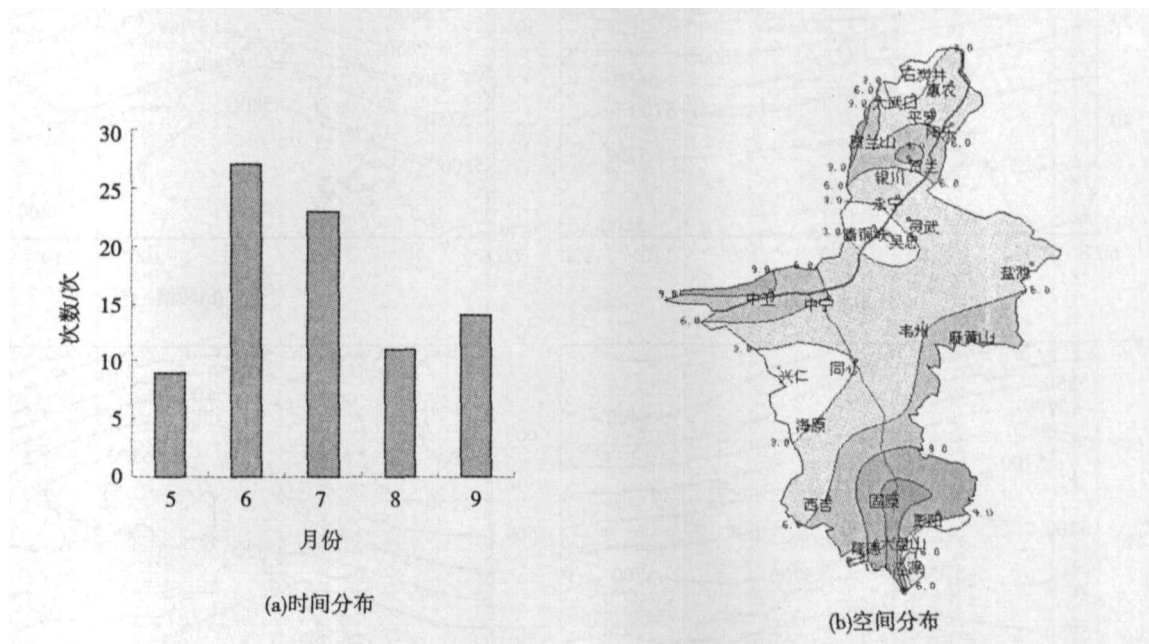


图 1 1961 - 2000 年 5 到 9 月宁夏灾害性冰雹的时空分布

Fig. 1 Spatiotemporal distribution of disastrous hail in Ningxia from May to September during 1961 - 2000

图 1(b)是 1961 - 2000 年 5 - 9 月宁夏各地发生冰雹分布情况。在所统计的 74 次过程中共有 97 站次发生雹灾,主要集中出现在宁夏南部的六盘山附近地区和北部的贺兰山区,其中贺兰、固原两站发生机率最高,分别为 11,14 站次,其它站均不大于 10 次,具有明显的空间分布特点,即:山区多川区少。这种分布特点说明冰雹天气的发生与地形有密切关系。

另外,从冰雹过程持续时间来看,一般较短,从几分钟到1 h左右不等,但有时可连续几天出现,如:1966年6月9-11日固原站,1972年5月13-15日固原站、1978年7月18-20日泾源站,每天都有冰雹发生和灾情出现,当地有“雷三”之说。

### 3 宁夏灾害性冰雹天气环流分型

我们通过对40a发生在宁夏的74次灾害性冰雹天气过程进行普查与分析,依据冰雹发生当日08时500 hPa中高纬度环流形势(范围:50°~120°E,30°~70°N),分析得到产生冰雹天气环流背景主要有4种,即:平直气流型出现雹日25个,占总雹日的33.8%;两槽一脊型出现雹日19个,占总雹日的25.7%;一脊一槽型和一槽一脊型分别占总雹日的21.6%和18.9%;其中,2站以上范围较大的冰雹主要出现在平直气流形势下,连续几天出现雹灾主要发生在平直气流和两槽一脊环流形势下。然后,对相同环流背景下500 hPa、700 hPa、1 000 hPa等层位势高度场进行了合成,分析了冰雹发生前各层的分布特征。

#### 3.1 平直气流型

500 hPa(图2(a)),乌拉尔山至贝加尔湖之间为一宽广的低压槽区,中纬度处于槽底较平直气流里,多小波动活动,新疆至河西为弱的反气旋环流控制,河套附近有低压槽或温度槽东移;700 hPa在高原东部一般有低涡或切变线活动;1 000 hPa,蒙古国西部至新疆一带有东北西南向弱冷锋,南疆、河西至河套、蒙古国中东部一带为气旋性环流控制,地面气旋中心位于蒙古国中东部,中心强度为1 004 hPa,河套地区处于地面气旋底部。

此型下出现冰雹强度较大,范围较广,受灾严重,连续几天出现的可能性较大。如:1984年5月16日下

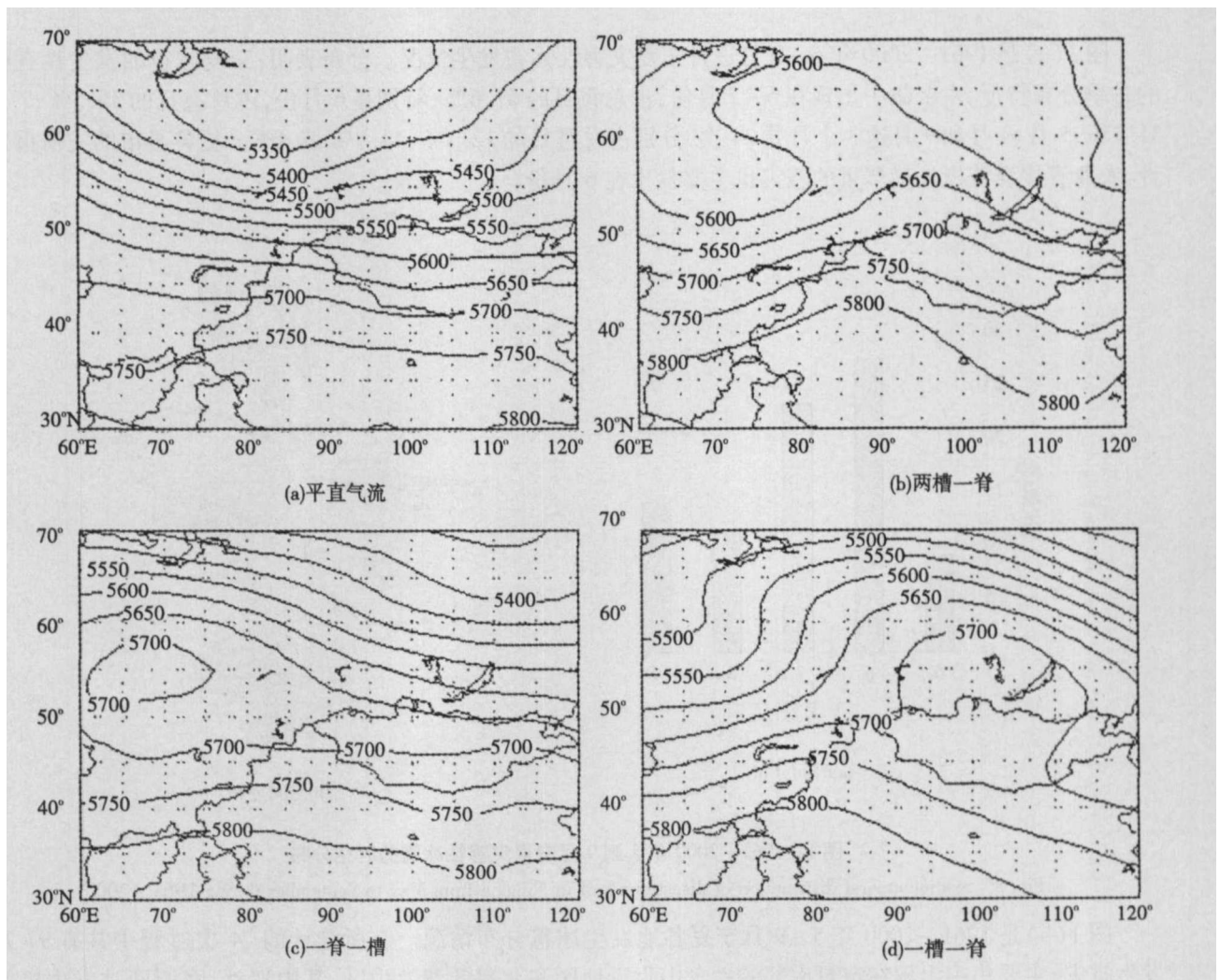


图2 冰雹发生当日08时500 hPa环流形势合成图

Fig. 2 Composite circulation circumstances of 500 hPa at 8:00 on the hailing day

午 16 时 37 分至 16 时 50 分银川市发生的雹灾,就是在该环流背景下发生的,据农业局调查:此次过程银川市 8 个乡 23 个村 136 个小队遭受雷雨、冰雹袭击,受灾绝产总面积有 2 751  $\text{hm}^2$ ,死亡 2 人,受伤 81 人,死伤大小牲畜、家禽共 603 头(只)。

### 3.2 两槽一脊型

500 hPa(图 2(b)),亚洲环流经向度相对较大,高压脊位于中西伯利亚至新疆,两个低压槽分别位于乌拉尔山至西伯利亚和贝加尔湖及以东地区,贝湖冷槽后部不断有冷空气沿脊下滑;700 hPa 河西至高原东部有切变线或低涡东移;1 000 hPa,贝湖以北地区有地面冷高压南压,河套北部为东西向低压带,宁夏处于低压带底部。如 1970 年 7 月 20 日隆德、1980 年 6 月 1 日中卫;有时会连续几天出现。

### 3.3 一脊一槽型

500 hPa(图 2(c)),高压脊位于乌山至巴湖附近,其东侧贝加尔湖附近为一低压槽区,新疆至河套处于低槽底部偏西北气流里,其后部不断有冷空气扩散南下东移。如果东亚有弱高压脊阻挡,扩散东移冷空气在蒙古一带往往形成“高空冷涡”;700 hPa,306 hPa 线南压至河套北部;1 000 hPa,地面高压东西向位于乌山以东至贝湖西侧,中心强度为 1 012 hPa,南疆、蒙古国中南部至内蒙各有一气旋中心,强度为 1 004 hPa,河套刚好处于地面气旋底部。

### 3.4 一槽一脊型

500 hPa(图 2(d)),高压脊位于贝加尔湖及以东地区,乌山至贝湖为长波槽区,新疆附近为弱的反气旋环流控制;700 hPa,贝湖至蒙古阻塞高压与青藏高原之间往往有切变或低涡东移影响宁夏;1 000 hPa,地面冷高压分别位于蒙古至贝湖以北地区及青藏高原,中心值分别为 1 012 hPa,1 018 hPa,我国西北地区相对处于低压带里。

此型下冰雹灾情程度,仅次于平直气流型。如:1997 年 7 月 17 日下午 19 点 30 分至 20 点 30 分,中卫市 3 个乡 95 个行政村遭受多年罕见的特大暴雨和冰雹袭击,冰雹历时 15 min,受灾面积 1 292  $\text{hm}^2$ ,毁坏房屋多间,冲毁交通、水利设施多处,冰雹、暴雨造成的直接经济损失达 1 015 万元,至 20 日山沟冲刷淤积处冰雹仍厚达 2.1 m,坝地雹层淤积厚达 0.6 m。

## 4 主要影响系统及冰雹落区

我们利用常规气象资料,对所有入选个例当日 08 时 700 hPa 形势进行普查与统计,发现造成宁夏冰雹天气主要影响系统有低涡、切变线、冷槽等。冰雹发生时,这几种影响系统有时是单独影响,但大多数情况下是共同作用,此时,产生的冰雹强度强,灾情最为严重。如:1972 年 6 月 23 日中卫(据灾情记录记载“是历史上受灾最严重的一次”)和 1973 年 6 月 11 日海原、固原、西吉、隆德发生的雹灾,就是 700 hPa 低涡、切变线共同作用的结果,其中 1973 年 6 月 11 日固原地区 4 县近 30 个公社,受灾面积 2.1 万  $\text{hm}^2$ ,低洼地带一个多月后还能见到冰块,大树枝叶被打尽,一个月后才有嫩叶长出。

### 4.1 切变线

冰雹发生前 500 hPa,当亚洲中纬度有短波槽携带冷空气东移时,小槽移至高原东侧时逐渐演变为风向切变;700 hPa,河西走廊常有闭合小高压或反气旋环流随低槽东移,其底部的偏东风与河套附近反气旋西北侧的西南风在河西形成一条暖切变线,使辐合加强,增强了不稳定能量,若地面有冷锋东移,触发不稳定能量爆发,导致冰雹的发生。

切变线引发冰雹过程 37 次,占影响系统的 38.5%。它在四种环流背景下均可产生影响,以平直气流为主,出现 13 次,影响全区范围都有可能出现;其次是一槽一脊和两槽一脊,分别为 9,10 次,这两型下影响以吴忠、中卫、固原 3 市为主,一脊一槽只有 5 次,在该型下一般影响银川以北地区和固原市。

切变线引发的冰雹天气一般较强,如:1970 年 7 月 20 日隆德的强冰雹天气过程,降雹 1 h 左右,全县 20 个公社有 16 个受灾,面积 1.5 万多  $\text{hm}^2$ ,降雹 37 h 后,城关公社三合大队还残有融合而成的大冰块。此次过程是在两槽一脊形势下,500 hPa 青海湖与兰州之间有东北西南向的风向切变,700 hPa 两高之间有切变线,在地面冷锋的作用下,导致雹暴的发生。

### 4.2 低涡

冰雹发生前 700 hPa 上,从西伯利亚低槽中分裂短波槽东移南压,由于西风带风速的差异,短波槽北段

移速较南段快,在地形动力、热力作用下增强了气旋性扰动,在高原东部形成低涡,有时形成东北西南向或东西向的切变线,在切变线上辐合最强的地方生成一低涡,形成“低涡切变”配置形势。

低涡引发冰雹过程 25 次,占影响系统的 26.1%,以平直气流和一槽一脊为主,分别为 8 次、7 次,一脊一槽和两槽一脊分别为 6 次、4 次。低涡在平直气流下影响范围较大,全区均有可能发生,一脊一槽下以石嘴山、固原两市为主,一槽一脊和两槽一脊下以固原市为主。

#### 4.3 冷槽

冰雹发生前 700 hPa,500 hPa,一般在贝湖至河套一带为低压槽区,低压位置南北有所差异,新疆附近至河西相对为弱的反气旋环流,低压槽底部有分股冷空气扩散东移或沿西北气流下滑。

冷槽引发冰雹过程 34 次,占影响系统的 35.4%,冷槽在四种环流背景下均可产生冰雹,以平直气流和一脊一槽为主,分别为 11 次、10 次,两槽一脊和一槽一脊,分别为 9 次、4 次。在一脊一槽和两槽一脊下影响全区范围内都有可能发生,一槽一脊形势下以吴忠、中卫、固原三市为主,而平直气流下吴忠、中卫以北地区均有可能出现。

## 5 小结

宁夏地处中纬度内陆地区,区内山地多,地形复杂,地势南高北低,植被覆盖率低,温度变化剧烈,有较好的热力和动力条件,易于对流云形成和发展或从外地移来而得到加强,发生冰雹。

(1) 宁夏冰雹天气的发生有明显的季节性和地域性,以 6-7 月为主,尤以 6 月明显,空间分布为:山区多川区少,主要集中出现在南部六盘山附近地区和北部贺兰山区。冰雹生命史较短,但有时可连续几天出现。

(2) 产生冰雹天气主要有 4 种环流背景,即平直气流、两槽一脊、一槽一脊和一脊一槽型。平直气流下出现冰雹强度大,范围广,受灾严重,其次是一槽一脊型。

(3) 发生冰雹天气时,500 hPa 宁夏一般处于“西高东低”形势下,即在新疆至河西为反气旋环流或高压脊控制,其东部河套至陕甘宁一带为弱槽区或低压区,宁夏始终处于(弱)西北气流控制下。由于脊前不断有冷空气扩散南下,此时如果地面有冷锋或切变抬升锋前不稳定的暖湿空气,或地面处于热低压造成低层辐射增温,形成“高冷低暖”的配置造成河套上空大气不稳定层结增强,从而导致降雹。

(4) 造成宁夏冰雹过程的主要影响系统是切变线、低涡和冷槽,几种系统往往是共同作用、共同影响的。当低涡与切变线共同作用时,发生雹暴的强度强,灾情最为严重。

(5) 从受灾范围看,平直气流下的切变线、低涡,一脊一槽型和两槽一脊型下的冷槽所形成的雹灾全区各地均可出现;两槽一脊型下的切变线、低涡,一槽一脊型下的低涡所形成的雹灾主要在固原市;一脊一槽型下的切变线、低涡所形成的雹灾主要在石嘴山、固原两市;其它形势和系统形成的雹灾主要在吴忠、中卫或银川以北地区。

### 参考文献:

- [1] 李红斌,麻服伟. 黑龙江省冰雹天气气候特征及近年变化[J]. 气象,2001,27(8):49-51.
- [2] 张丰启,刘庆泰. 威海市冰雹天气气候特征[J]. 气象,2001,27(11):35-39.
- [3] 陈洪武,马禹,王旭,等. 新疆冰雹天气的气候特征分析[J]. 气象,2003,29(11):25-28.
- [4] 李英. 春季滇南冰雹大风天气的螺旋度分析[J]. 南京气象学院学报,1999,22(2):164-169.
- [5] 张艳玲,袁媛,张鹏,等. 冬春季切变类冰雹发生条件的对比分析[J]. 气象科学,2004,24(3):357-360.
- [6] 李英,徐银祥,段旭. 云南一次持续性风雹过程中低空急流的若干特征[J]. 气象科学,2000,20(4):503-509.
- [7] 樊晓春,董彦雄,董安祥,等. T213 资料在冰雹短期预报中的释用[J]. 干旱气象,2004,22(1):86-89.