

甘肃中部地区冰雹灾害分析及防御

张定全¹, 张玲², 彭永武¹

(1. 甘肃省陇西县气象局, 甘肃 陇西 748100; 2. 兰州资源环境职业技术学院, 甘肃 兰州 730021)

摘要:在全球气候变暖趋势背景下,甘肃中部地区极端气象事件显著增多,尤其是冰雹灾害频繁发生,给农业生产造成了较严重损失。根据近30 a冰雹落区、地形地貌对冰雹天气发生发展的影响、冰雹移动路径分析表明,中部地区雹云生成发展和移动路径除受天气系统影响外,复杂的地形地貌是影响降雹的最主要影响因子之一。结合冰雹预报预警,提出人工消雹作业流程,取得了良好的消雹试验效果,为防雹减灾提供了科学依据。

关键词:冰雹;地形地貌;移动路径;防御

中图分类号:P482

文献标识码:A

引言

冰雹是由生命期较长的强风暴系统产生的强对流天气现象之一,具有影响范围较小、发展速度快、持续时间较短等特点,其危害主要来自雹块,通常对农作物及人畜带来较大损失。定西市是甘肃省中部地区强对流天气多发地之一,如2010年5月27~30日,定西市安定、陇西、临洮、漳县、岷县等县区遭遇冰雹、洪涝灾害袭击,造成5县区的17个乡镇、49个村、8 983户、40 246人受灾;倒塌农户房屋9户25间,损坏农户房屋169户560间;农作物受灾面积3 403.07 hm²,部分乡村道路、供电等设施受损,直接经济损失3 174.73万元。

选用定西市安定、陇西、临洮、通渭、渭源、漳县、岷县1971~2008年的冰雹资料,分析了定西市冰雹落区及地形地貌对冰雹天气的发生发展、移动路径的影响。

1 冰雹天气气候特征

根据资料统计,中部地区冰雹均产生在雷阵雨天气中,而且多出现在午后至傍晚前后,后半夜至上午出现冰雹的几率很少。降雹过程是一个局地性很强、历时短的天气事件。据定西市各县冰雹天气记

载,最大冰雹直径49 mm,最大冰雹平均重量25 g,最长连续降雹时间32 min。冰雹天气的发生发展和冰雹云的移动方向受地形地貌的影响明显。其次是年际变化大,有的年份连续发生多次,有的年份则发生次数很少^[1]。

从春季3月下旬开始偏南暖湿气流开始北上,加上冷空气活动仍较频繁,具备了产生雷阵雨天气的条件。定西市冰雹天气均产生在雷阵雨天气中,具有大气层结不稳定和气流强烈辐合上升运动条件。根据1971~2008年资料统计,定西市在3~11月期间均可出现冰雹天气,38 a中出现冰雹总次数达345次(图1),年平均9.1 d(次),多发段为6月、8月和9月,其中6月出现冰雹达109次(陇西22次、漳县13次、渭源20次、临洮16次、通渭14次、岷县24次),占总冰雹次数的32%左右。历年冰雹最早出现在3月20日(陇西,1994年),最晚出现在11月7日(岷县,1997年)。年合计最多出现冰雹天气28 d(次),最少出现4 d(次)。11月中旬至次年3月中旬没有出现过冰雹。岷县是出现冰雹最多的一个县,年平均达7 d(次),最多年达15 d(次)。冰雹天气危害程度存在明显的季节性变化,10月中旬至次年3月出现冰雹不会造成太大的危害。

收稿日期:2010-09-30;改回日期:2010-12-19

基金项目:甘肃省气象局第五批十人计划项目资助

作者简介:张定全(1955-),男,甘肃会宁人,高级工程师,主要从事天气气候预测和气象灾害防御研究。E-mail:zhdq56092@163.com

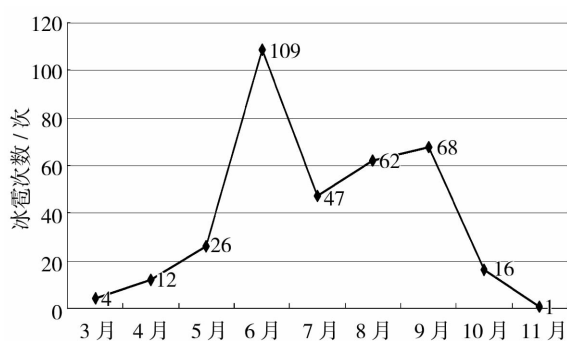


图1 1971~2008年甘肃中部地区
各月冰雹发生次数

Fig. 1 The monthly times of hail occurred in the
central region of Gansu from 1971 to 2008

2 地形地貌影响及冰雹移动路径

陈乾^[2]曾指出:“雹暴气候中系统的发生源地和冰雹移动路径与中尺度地形密切相关。在某等高面上山脉对边界层压、温、湿日变化的影响,可在山脊形成热低压和水汽汇集,产生山谷环流辐合上升气流,并在山脉陡坡区有非绝热能量锋生成等,它对触发雹暴有重要作用”。张强等对西北地区冰雹天气的发生发展,从地形对冰雹云触发机制和地形对热力对流活动的影响进行了比较详细的论述^[3-4]。在高空西北气流冷平流型和西南气流暖平流型作用下,地形的动力和热力作用会造成不同的中小尺度系统。冷平流下山脉约束和阻碍冷空气活动,使山外地面气压升高比山区大,形成系统性谷风;暖平流下则相反,形成系统性山风,在这2种环流背景下,地面高低压活动地区正好相反。在西北地区冷平流型下,渭河河谷则为高压活动区,暖平流型下则相反。王瑾等采用基于GIS的数字地形分析、分区统计和图像分类方法,研究了冰雹分布与地形高程、坡向、坡度及地形切割深度的关系,认为地形高程是影响降雹分布的最主要地形影响因子^[5-12]。

甘肃中部地区有洮河流域和渭河流域,山脉纵横,地形复杂,位于安定西北部的马衔山、安定—陇西—渭源交界处大营梁、陇西—漳县交界处辮头山,陇西—武山交界处华林山,陇西—通渭交界处牛营大山和华家岭,这些山脉高度均在2400 m以上,高山沟壑交错的地形地貌与冰雹天气的发生发展和落区关系密切。根据出现冰雹区域资料统计,中部地区冰雹天气过程,发源于马衔山东南坡,主要影响路径是榆中—安定区—陇西县—通渭县等地。岷县地

貌属高原形态,西秦岭北支褶皱带,南有长江、黄河分水的岷山、大拉梁,北有洮河、渭河分水的木寨岭,全境地形复杂,东部是降雹最多区域,年平均达7 d(次),最多年达15 d(次)。由于形成雹云势力和范围不同,在移动过程中受地形地貌影响也有差别,移动方向有明显改变或加强(或减弱)。雹云移动路径主要是北方路径(图2)和西北路径(图3),北方路径是从安定向南移动中分成2路,一路直接南下影响陇西—通渭等地,分支后的另一路影响会宁等

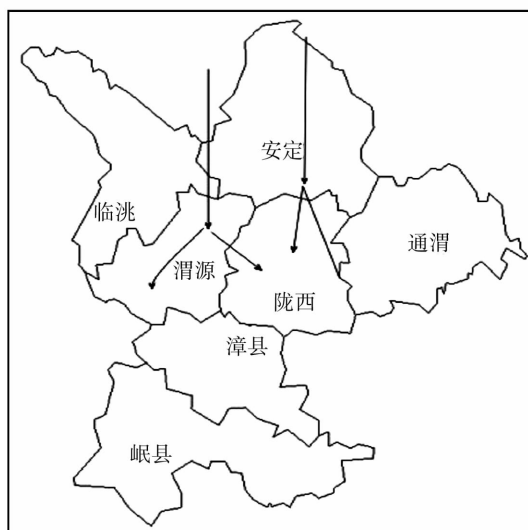


图2 甘肃中部地区冰雹北方路径示意

Fig. 2 North route of hail in the
central region of Gansu

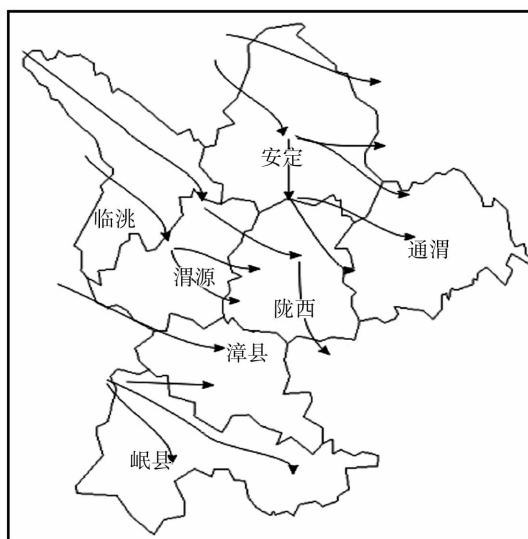


图3 甘肃中部地区冰雹西北路径示意

Fig. 3 Northwest route of hail in the
central region of Gansu

地;西北方路径比较复杂,在移动中分支比较多,影响范围大,从安定或临洮途经渭源进入陇西,或从临洮途经渭源进入漳县和陇西(图3中黑箭头方向),途经陇西的分成2路进入通渭和武山;岷县的冰雹路径来自甘南,以西路径为主。根据落区分析,北方路径和西北路径均存在明显的“雹打老路”的规律。其次,午后出现的地方性分散的多个热对流单体云团,在地形的动力和热力作用下,将其多个单体云团迅速发展合并成为超级单体对流云团,这类超级单体对流云团生消较快(一般3~10 min,最长不超过20 min),在安定、临洮、渭源、通渭、岷县、漳县和陇西均可出现,亦称为“地方性雹云”。这类地方性雹云影响范围较小,多不足10 km²,但有一定破坏性,出现的地域存在不确定性。通过综合分析,定西雹云生成发展和移动路径与山脉走向基本一致,冰雹的主要降落区域也与山脉走向大致相吻合(图4)。7县区多冰雹区域a区出现次79次,占比23%;b区出现76次,占比22%;c区出现64次,占19%;d区出现次98次,占比28%;不确定区28次,占8%。影响最为突出的是a区,其次是b区。7个县中降雹最多的是岷县。通渭、陇西本地午后局部生成的热雷雨条件下伴随的降雹天气有一定不确定性,降雹落区没有规律。

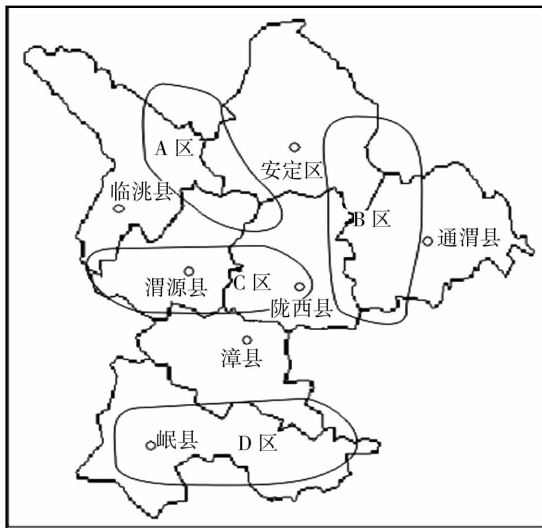


图4 甘肃中部地区冰雹主要落区示意图

Fig.4 The main hail areas in the central region of Gansu

3 消雹作业流程

3.1 冰雹云的判断

甘肃中部地区冰雹均出现在雷雨天气下,气流

强烈辐合上升运动条件是产生雷雨天气的必备条件,故预报雷雨在技术角度上看要比预报冰雹容易许多。冰雹天气多为范围小、生消快为特点,预报上存在一定的技术难度。迅速判断是否是冰雹云是决定消雹作业的基本要求,在临近预报和分析上,我们主要采用的方法是:①08时欧亚500 hPa高空图上有无符合形成雷阵雨的天气形势;②云图上看云状和云顶高度来判断有无冰雹,云状以积雨云为主的云团,云顶高度达到6 km以上时,则判断为冰雹云;③从天水 and 兰州雷达站获得资料,在有效覆盖区内,雷达仰角 $\geq 3.4^\circ$,基本反射率(回波强度) ≥ 40 dBZ以上时,则判断为冰雹云。其次,了解负责区域内是否出现雷暴现象。

3.2 消雹工作基本步骤

一是全面了解有无冰雹云的形成,决策是否进行消雹作业;二是连通炮点了解作业人员是否到位,要求检查炮械安全可靠;三是根据等级要求准备好用弹数量到位,说明施射仰角和方式(集点射或扇面射);四是及时向作业点分发出消雹作业的规定时间;五是完成消雹作业后,要求炮点人员清理现场和维护炮械,并向当地乡镇领导和人影办汇报作业情况、有无冰雹发生和受灾程度评估;六是总结作业成果,建立过程档案(图5)。

4 消雹试验研究

(1)2007年在陇西县科技局申请了“最佳消雹试验研究”项目,通过历时3a的试验和研究工作,总结出了消雹耗弹定量要求,达到了不盲目作业和减少浪费的目的,建成预警及防雹标准。2008年度根据县内地形地貌的影响和易出现冰雹天气区域和雹云移动路径规律,调整和增加了炮点建设,基本达到了合理布局,加强了作业人员业务培训,达到了能充分利用天气预报,适时云图和雷达资料指挥人工消雹作业,对易发生区域进行加强防御,2008~2009年冰雹灾情显著减少,为农业增收起到了保驾护航作用。

(2)消雹耗弹定量:所谓定量,是根据云体强度、范围和移动方向,及其冰雹云在生成—旺盛—减弱—消亡阶段过程中,判断冰雹云所处的阶段来确定耗弹用量,做到定点、定量化,达到了有的放矢。

(3)单体冰雹云:单体冰雹云中心强度在25~40 dBZ,范围 < 10 km。在射程内采用“37高炮”(或移动火箭)单点或2点进行作业(1级标准),单

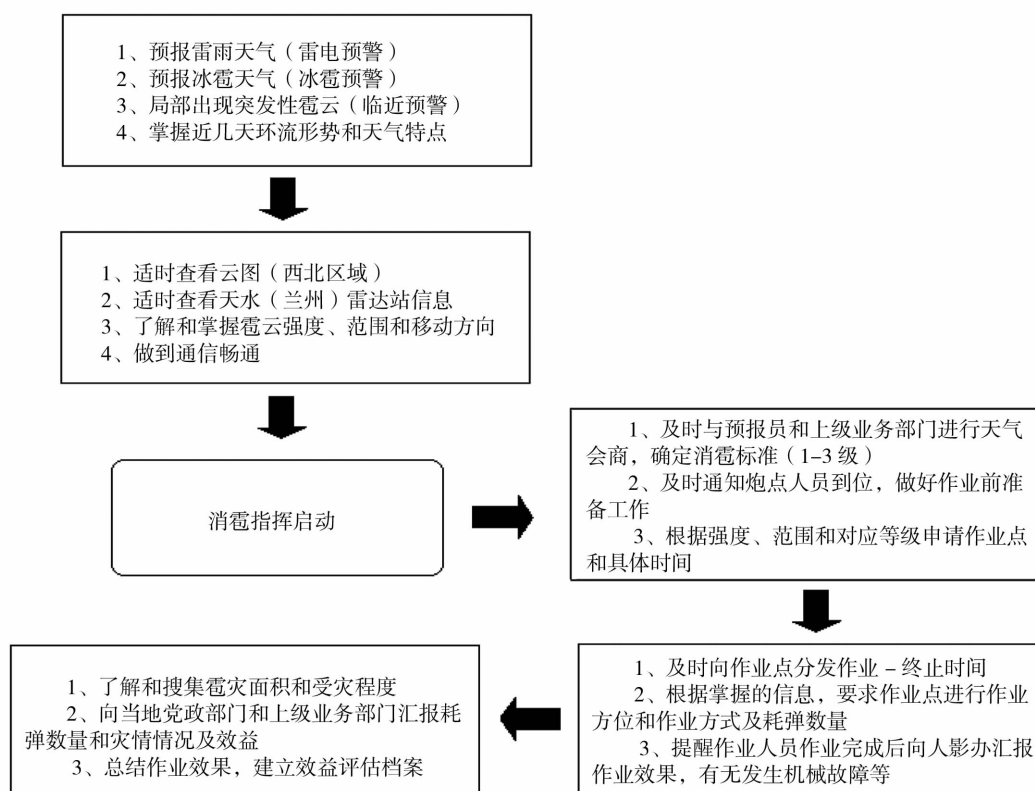


图5 消雹工作流程示意图

Fig. 5 Operation flow of hail - suppression

点耗弹用量要求在 80 ~ 100 发。

(4) 超级单体冰雹云: 超级单体冰雹云中心强度在 45 ~ 70 dBZ, 范围 < 40 km。常采用“37 高炮”(或移动火箭)集中多点联网进行作业(2 级标准), 单点耗弹用量要求在 250 ~ 400 发。

(5) 多单体冰雹云: 多单体冰雹云是指有 2 个以上单体冰雹云。这类冰雹云发展较快, 常采用“37 高炮”(或移动火箭)分散多点联网进行作业(3 级标准), 单点耗弹用量要求 300 ~ 450 发。

5 小结和讨论

(1) 甘肃中部地区降雹事件主要集中在山区, 在午后地表加热、大气层结不稳定的条件下, 谷风环流向山脊辐合, 促使对流强烈发展, 形成冰雹云, 在纵横山脉作用下, 雹云移动方向以西北路径和北方路径为主, 西路经和当地区域出现的冰雹天气占比较少; 产生冰雹天气必须具备雷雨天气特征; 地形热力环流和动力强迫构成的上升运动有利于对流云系的发生发展, 地形对形成降雹天气有明显的影响。

(2) 在特定的大气环流和气候背景条件下, 甘

肃中部地区冰雹天气的发生发展及雹云的移动路径与地形地貌的影响关系密切; 雹云的发生发展和移动路径与山脉走向基本一致, 降雹区域与山脉走向大致相吻合。

(3) 人工消雹工作在当前和今后一个时期是农业生产减少雹灾的主要手段。降雹过程是一个生消快、历时短的天气现象, 要达到及时、科学的进行防御冰雹灾害, 人影和预报工作要紧密衔接, 充分利用研究成果进行合理布防。甘肃中部地区的冰雹设防多采用固定式“37 高炮”(或移动火箭)作业, 为更好发挥人工消雹工作在农业生产上的积极作用, 从 1999 年开始各县逐步增加炮点, 在当地政府部门大力支持下, 陇西等 7 县区已建成标准化炮点 67 个(陇西 12 个, 漳县 2 个, 渭源 5 个, 临洮 13 个, 安定 13 个(移动式火箭架 1 台), 岷县 16 个、通渭 6 个), 年冰雹受灾害面积明显减少(1998 年以前年平均雹灾面积约 2.7 万 hm^2 , 近 10 a 平均雹灾面积 1.2 万 hm^2), 为农业增收做出了突出贡献。今后要充分利用气象资料、适时云图和雷达拼图, 着眼于冰雹天气发生发展及其危害进行进一步研究, 在一定条件下

进行可行性防御,在减少冰雹气象灾害上发挥积极作用。

参考文献:

- [1] 黄美元,徐华英,周玲. 中国人工防雹四十年[J]. 气候与环境研究,2000,5(3):318-327.
- [2] 陈乾,朱阳生. 甘肃雹暴分类及其诊断分析[A]. 北京:气象出版社,1983. 15-24.
- [3] 康凤琴,张强. 青藏高原东北边缘冰雹形成机理探索[J]. 高原气象,2004,23(6):749-757.
- [4] 王瑾,刘黎平. 基于 GIS 的贵州省冰雹分布与地形因子关系分析[J]. 应用气象学报,2008,19(5):627-634.
- [5] 林纾,陆登荣. 西北地区初夏冰雹及环流背景气候特征[J]. 气象科技,2006,34(4):400-404.
- [6] 赵红岩,宁惠芳,徐金芳,等. 西北地区冰雹时空分布特征[J]. 干旱气象,2005,23(4):37-40.
- [7] 王遂缠,李照荣,付双喜,等. 西北地区冰雹监测、预警及防雹指挥业务系统[J]. 干旱气象,2007,25(4):80-84.
- [8] 渠永兴. 甘肃省冰雹云研究综述[J]. 干旱气象,2004,22(1):274-279.
- [9] 王若升,樊晓春. 不平衡场在甘肃平凉市强对流天气预报中的释用[J]. 干旱气象,2009,(2):181-184.
- [10] 吴爱敏. 雷暴天气的多普勒雷达 VWP 资料特征分析[J]. 干旱气象,2009,27(2):177-180.
- [11] 白肇辉,徐国昌,孙学筠,等. 中国西北天气[M]. 北京:气象出版社,1988. 260-262.

Analysis of Hail Disasters in the Central Region of Gansu Province

ZHANG Dingquan , ZHANG Ling , PENG Yongwu

(1. Longxi Meteorological Bureau of Gansu Province, Longxi 748100, China;
2. Lanzhou Resources & Environment Voc - tech College, Lanzhou 730021, China)

Abstract: Extreme weather events increased significantly in the central region of Gansu Province under the background of the global warming, especially the frequent hail disasters influenced the agriculture production. In this paper, the hail area and the influence of the topography on hail developing and moving track in recent 30 years were analyzed, which indicate that complex topography was one of the most influence factors for the hail shooting in the central region besides the weather system. Combined with the hail warning, the artificial hail - suppression operation flow was given.

Key words: hail; topography; moving track; defense

(上接第 235 页)

Multi - model Integration Forecast Experimentation for Regional Temperature Based on BP Artificial Neural Network

LI Qian^{1,2}, HU Banghui², WANG Xuezhong², GU Jinrong²

(1. 93550 Army, Zhuozhou 072757, China; 2. College of Meteorology,
PLA University of Science and Technology, Nanjing 211101, China)

Abstract: Based on the production of T213L31, T106L19 and ECMWF, the regional multi - model integration temperature forecast model at the level of 850 hPa was developed using artificial neural network method. Forecast testing result indicated that the model could forecast the center of cold air developing, the position and intensity of temperature trough and ridge, and the mean error of forecast result was obviously smaller than that of three single model, the correlation between the forecasted and observed field was better than that of three single model. Forecast error was small over north and eastern China, but big over Mengxin highland and Pamirs. The multi - model integration based on artificial neural network was a kind of effective method to temperature forecast.

Key words: artificial neural network; temperature field forecast; multi - model integration