

一次强降雹天气过程的人工防雹作业

李培仁 裴巨才 孙鸿婷

贾朝阳 谢继民

(山西省人工降雨办公室,太原 030002)

(山西省运城市气象局)

提 要

通过对一次高炮人工防雹作业的分析研究,以降雹电谱资料及雷达回波为依据,提出了对强降雹天气过程人工防雹的新思路,并依据收集到的地面降雹电谱资料,客观地分析了人工防雹的效果。

关键词: 防雹 薄膜穿孔 形状参数 电谱分析

引 言

2001年6月23日,山西运城市万荣县东部遭受特大冰雹袭击,根据调查统计,县东西村乡、汉薛乡以及解店乡16个村庄降了不同程度的冰雹。在此次降雹过程中,万荣县防雹指挥部,采取集中火力联防作业的方式,在地区711B雷达引导下,指挥县东六门高炮提前作业,使降雹提前发生在以西村乡为中心的低产值作物区域,从而避免了县西经济林区重大经济损失。本文经过实地调查取样分析,提出了对强降雹天气过程人工防雹作业的新思路。

1 降雹天气演变及防雹过程

1.1 环流形势

图1给出了2001年6月23日08时的500hPa环流形势图。由图1中显示,在贝加尔湖、蒙古到我国西北地区维持东北—西南向的高压脊,华北地区有明显的风向切变,脊前40°N附近有东西向横槽形成,横槽上有-12℃的冷中心;运城地区受脊前西北气流控制,随着横槽的南摆,冷平流向该地区上空输送使得不稳定性加大,在有利的地形条件下,触发中尺度强对流性天气发生、发展。

在当日08时850hPa形势图上,位于山西中部太原至延安一线有东北和西南风切变。

1.2 降雹天气演变及雷达跟踪监测

在14时地面图上,运城市受高压后部中尺度暖低压控制,在河津、稷山一带有东南偏

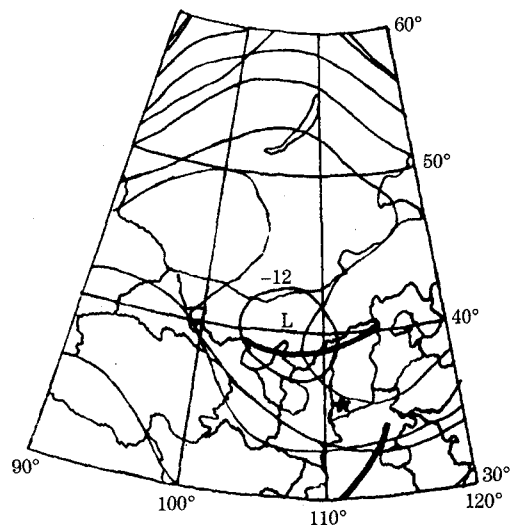


图1 6月23日08时500hPa环流形势图

★号位置是运城市

南与东风的风向切变。17时该切变线移至万荣和稷山之间。同时运城、临猗和永济之间有闭合涡旋环流。在20时地面图上,切变线南移至芮城、永济一带,风向切变为东北风和西南风。

这次降雹天气过程是运城市2001年入汛以来最强的一次强对流天气。运城市气象台提前一天对全市各县发出冰雹天气警报。6月23日15时左右,运城市气象台711B型天气雷达发现多单体对流云团在吕梁山一带形成,最大回波强度达50dBz左右。16时左右对流云团开始南下移入运城境内稷山、新

绛、闻喜一带,在该区域降了雷阵雨后,回波有所减弱。16时30分多单体云团合并为超级单体,并朝万荣方向移动。在移动过程中,受稷王山抬升作用的影响,中心最大回波强度加强到50~60dBz,高度达到9km以上,并于16时45分左右移入万荣县东北偏东方向西村乡一带。

1.3 人工防雷决策思路及作业过程

根据强对流天气预报,万荣县所属20门高炮从6月22日起便做好一切作业准备,各炮点人员24小时待命,备弹充足,通讯畅通。

6月23日16时30分,运城市防雷指挥部通知万荣县防雷指挥部,稷山、闻喜、绛县一带的雹云有可能移向万荣以东方向,而且因上述三县基本没有防雷手段,雹云在万荣降雹强度可能较大。接此通知后,万荣县防雷指挥部在申请作业空域的同时,立即命令全县高炮进入作业状态。

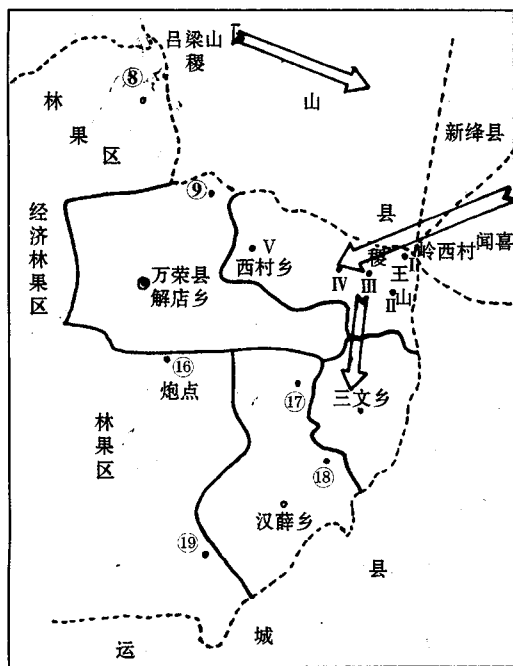


图2 雹云移动路径(箭头所示)及降雹区域综合示意图(1:330000)

箭头指示雹云移动的方向,图中数字为高炮设点位置

图2给出雹云移动路径及降雹区域示意图。由图2可以看出,万荣县西部和南部是数十万亩苹果园,6月下旬苹果正处于幼果

期,此时如果遭受冰雹袭击,经济损失将不可估量。此次冰雹过程,万荣不是冰雹发源地,消雹作业十分困难。但是这次雹云从万荣东北偏东方向入境,该区域地处稷王山(丘陵区)顶部,90%的耕地是刚收割完小麦的裸茬地,如果能集中该区域防雷火力迫使雹云在这一地区提前降雹将会使全县雹灾经济损失减少到最小程度。这就是这次防雷作业的决策思路。

下午16时45分,超级单体雹云经过稷王山的抬升作用,云顶迅速增高达到9km以上,中心回波已达55~60dBz,16时50分雹云主体移入万荣境内,防雷指挥部指挥(8)(9)(16)(17)(18)(19)6门37高炮在运城市711B型雷达引导下,集中火力先后向雹云强回波区开炮作业,作业持续到17:30分,6门高炮共发射83-型人雨防雷弹317发,作业过程中和作业后,雹云在炮控区3个乡镇16个村庄降了冰雹。降雹后雹云回波强度很快降低到40dBz左右,并分为两股,一股继续向县西移动,并下了雷阵雨,另一股向西南方向移动,进入临猗。

图3和图4分别是2001年6月23日16时53分的711B型雷达PPI和RHI回波图。

2 地面降雹概况及雹谱资料

此次降雹过程在万荣县东方向西村、汉薛和解店三个乡镇的岭西、徐庄、望囑等16个村庄下了冰雹。降雹从23日16时50分

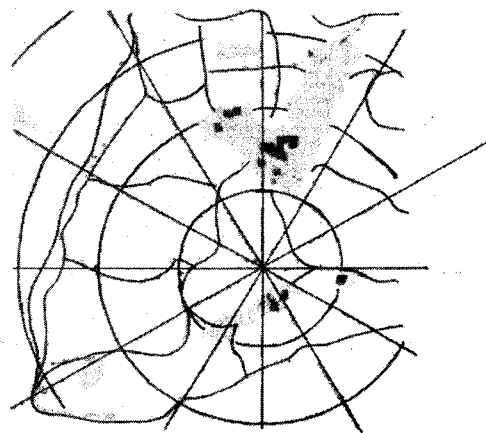


图3 6月23日16时53分PPI回波
仰角2.5°,距离每圈25km,黑色区回波强度为45~55dBz

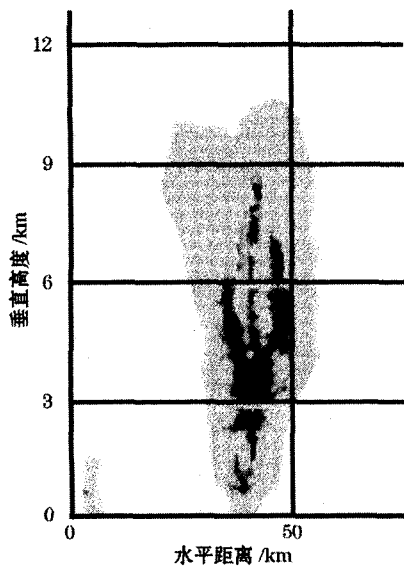


图4 6月23日16时53分RHI回波图
方位角7°,黑色区回波强度为45~55dBz

表1 2001年6月23日万荣县地面降雹数密度谱分布统计(个/m²)

直径 (mm)	取样点(m ²)				
	1 (0.116)	2 (0.400)	3 (0.186)	4 (0.262)	5 (0.107)
1~5	11 1.6%	30 6.3%	32 6.8%	17 1.9%	47 21.0%
6~10	198 29.6%	78 16.3%	118 25.1%	319 36.6%	65 29.0%
11~15	206 30.8%	178 37.2%	113 24.0%	319 36.6%	65 29.0%
16~20	107 16.0%	78 16.3%	54 11.5%	121 13.9%	19 8.5%
21~25	38 5.7%	50 10.4%	54 11.5%	69 7.9%	19 8.5%
26~30	23 3.4%	15 3.1%	22 4.7%	9 1.0%	9 4.0%
31~35	42 6.3%	13 2.7%	27 5.7%	0 0.0%	0 0.0%
36~40	15 2.2%	15 3.1%	11 2.3%	9 1.0%	0 0.0%
41~45	8 1.2%	8 1.7%	16 3.4%	0 0.0%	0 0.0%
46~50	4 0.6%	3 0.6%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%
51~55	4 0.6%	5 1.0%	11 2.3%	0 0.0%	0 0.0%
56~60	4 0.6%	0 0.0%	6 1.3%	0 0.0%	0 0.0%
61~65	8 1.2%	3 0.6%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%
66~70	0 0.0%	3 0.6%	6 1.3%	9 1.0%	0 0.0%
总数(个/m ²)	668	479	470	863	224

2.2 资料分析

从表1、图5可以直观地看出:此次降雹的谱分布范围非常宽,最大直径达70mm;其次这次降雹的数密度非常大,中心降雹地区穿孔数密度一般在450~500个/m²,最大达800个/m²以上。薄膜资料显示该次降雹地面数密度谱分布呈单峰型分布,峰值区间出

持续到17时30分,主要降雹区集中在西村乡以东不足10km²的区域,最大降雹地点位于西村乡岭西村,最大降雹直径70mm,随着雹云的向西移动,降雹的密度和尺度都显著减小。

2.1 雹谱收集

因为降雹天气过程是中小尺度系统的小概率事件,我们不可能大范围布设传统的测雹板取样。在实践中发现,降雹过后,在田间广泛使用的塑料覆盖薄膜上往往留下降雹的清晰穿孔痕迹,而且这些痕迹保留时间长,易于判读。因此,可用取名为塑料薄膜穿孔痕迹法来收集降雹资料。降雹过后,在降雹区选取了5个较有代表性的点(具体位置参见图2中罗马数字),在棉田、果园以及瓜地采集了被冰雹打穿的塑料薄膜,并对塑料薄膜上的穿孔痕迹进行了测量。表1与图5给出了6月23日万荣县地面降雹数密度随直径的分布。

现在10~20mm直径段。除了取样点2是在取样点1的东南方向,其余4点均选取了雹云主要移动方向,从图5可以看出:随着雹云朝西移动,雹谱的峰值越来越小,雹谱宽度也显著变窄。到了第5取样点西村乡所在地,雹谱峰值缩小到最大值的七分之一,谱宽缩减到最大值的一半,15mm以下的雹块占到

79%。西村乡以西有零星降雹,到县城所在地基本无雹。以上情况出现原因,可能是由于自然变化,并与当日防雹作业有很大关系。因为防雹思路正确,全县集中了东部6门高炮进行防雹作业,催化力度较大,时间较及时。高炮作业的效果从雹谱资料以及受灾情况由实地调查结果也可以体现出来。从降雹的形状参数可以看的更明显。

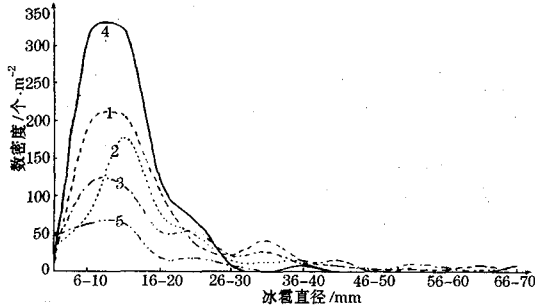


图5 不同直径冰雹数密度(个/m²)谱分布图

我们从塑料薄膜穿孔样本上读取了冰雹痕迹的长轴直径 a (mm) 和短轴直径 b (mm),以 a/b 的值作为衡量雹块的形状参数(见图6)。

图6实线部分绘出了取样点1的形状参数曲线,横坐标是雹块取样的序列号,图中虚线部分是太原地区一次未作业的雹块形状参数曲线。实线部分的起伏非常大。 a/b 值甚至达到7.0,说明该次降雹形状大多不规则;而虚线部分的比值则介于1~1.2之间,说明圆形和椭圆型雹块较多。我们初步认为:高强度和爆炸可在局地炸碎雹云中的大

雹块,产生了一些形状不规则的小冰雹;爆炸还有可能瞬时导致了云中局地气流结构的改变,有利于大量雹块迅速降落。这一点我们从多次降雹的人工防雹作业中也得到了部分验证:作业后,地面发现大量不规则形状雹块,有的甚至是三角形和菱形。

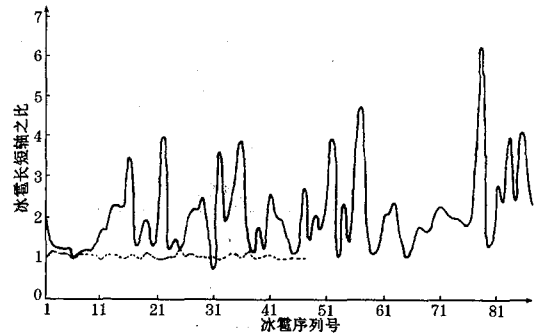


图6 冰雹形状参数曲线

3 强降雹天气过程的人工防雹新思路

传统的防雹理论认为:如果在雹云发展初期,在冰雹生长胚胎区引入过量人工冰晶,与自然雹胚争食水分,则可以抑制冰雹生长,达到消除或减小雹灾的目的。但是,对于强降雹天气过程来说,少量的播撒作业根本无济于事,甚至会起反作用,要想将强降雹消除在萌芽状态,几乎不可能。

通过以上的讨论,我们认为:对于强降雹过程,防雹指导思想应该集中全部防雹火力,在雹云移动路径上尽可能选择落荒地或作物经济价值较低的区域,在雷达引导下,掌握合适时机,提前降雹。这样做可能局部利益有所损失,但整体经济利益可得到最大保障。

An Artificial Hail Suppression Operating for A Severe Hail Shooting Process

Li Peiren Pei Jucai Sun Hongping
(Shanxi Artificial Precipitation Office, Taiyuan 030002)
Jia Chaoyang Xie Jimin
(Yuncheng Meteorological Office)

Abstract

By hail size distribution data and radar observations, a new design for hail suppression is put forward on the basis of investigation and analysis of an operation of hail suppression at Yuncheng of Shanxi Province, assessment of hail suppression on severe hail weather process is investigated by using the collected hail size distribution data.

Key Words: hail suppression film holed technique form parameter hail size distribution