

# 高炮人工防雹作业技术的运用

董皓文

鞍山市人工影响天气中心

DOI:10.32629/as.v1i3.1465

**[摘要]** 本文围绕高炮人工防雹作业技术进行讨论,对该项技术的基本原理以及相关设备加以了解,并对其具体应用加以探讨和描述,希望能够有效提升该项技术的应用水平,确保防雹作业的效果。

**[关键词]** 高炮; 人工防雹; 作业技术; 运用

在我国,有很多地区由于地理环境较为复杂,经常会遇到一些自然灾害问题,特别是冰雹灾害较为普遍,冰雹灾害的出现会对农作物造成严重的破坏,导致农民的经济收益受到严重的影响,不利于农村经济的增长,因此,有必要针对相关的防雹作业技术进行深入的研究。

## 1 高炮人工防雹作业的基本原理

空中的冰晶和水滴在与过冷却水滴进行融合之后会产生冰雹云,而云内含有强烈的上升气流,会带动其中的冰晶和水滴运动,在冰晶与水滴不断碰撞合并的情况下,就会形成较大的冰粒,随着冰粒半径的持续增长,会从水积累区穿过,导致冰粒迅速增长,在达到负温区以后,会形成雹胎,在上升气流无法对增长之后的冰雹进行支托时,冰雹会从上升气流当中落下,在沿途当中会与过冷水滴融合,体积进一步生长,最终在水分积累区保持滞留状态,如果在滞留期间遇到更为强烈的上升气流,冰雹也会随之再次上升和增长,直到上升气流无法承受以后会向地面降落。

根据上述冰雹产生原理,采用高炮人工防雹作业的主要目的包括以下几点,一是在雹胎长大以前,向雹胎增长区域输送大量人工晶核;二是在自然雹胎的源区对人工晶核进行过量输送;三是对冰雹生长轨迹进行破坏,使冰雹增长时间被缩短。

## 2 防雹作业设备

通常情况下,各地人工防雹工作均采用 37mm 高炮,为了保证高炮的使用安全,一般会将高炮的高低射界设置在  $45^{\circ}$  - $85^{\circ}$  之间,在安全射界当中并不存在方位限制,射速最高能够达到 120 发/min,以手动操作为主,防雹弹弹头为引信自炸型,其中装有典化银 (AgI),在温度在  $-10^{\circ}\text{C}$  的情况下,AgI 能够达到  $3.3 \times 10^{11}$  的成核率,引信自炸时间在 13-17s 的情况下,其作用高度最大可达 5110m,射角在  $45^{\circ}$  时,水平作用距离为 4119m,高炮当中配有相应的探测设备,且具备天气监测、资料收集以及作业指挥等能力。

## 3 防雹作业技术的具体应用

### 3.1 弹炸弹密度

通过对雹云催化所需的人工引晶数值进行模拟发现,对人工晶核采用  $5 \times 10^5$  的浓度进行引入,能够对成雹比例以及冰雹尺寸进行有效的控制,早在 1998 年,我国陕西省就已经

开始应用地基微波辐射计对空中水进行探测,发现积云当中的水含量约为  $44\text{g}/\text{m}^3$ ,而 1 枚 37mm 防雹弹的人工晶核产生数量能够对  $8.0 \times 10^6\text{m}^3$  雹云体积当中的过冷水加以减少,对大冰雹的产生具有良好的抑制作用,根据相关爆炸试验,从理论上讲,2min 之内如果在 200m 直径的球形体积当中,防雹弹爆炸枚数大于一枚,对于上升气流的影响时间会小于 32min 防雹弹数量,因此,在进行人工防雹作业的过程中,应该将防雹弹炸点按照  $\leq 2.5 \times 10^{-5}$  个/ $\text{m}^3$  的密度进行设置,即方向及高低射界当中连续射击的弹夹角应大于  $2.2^{\circ}$ ,且在直径 200m 范围内的重复爆炸间隔要大于 2min<sup>[1]</sup>。

### 3.2 射击组合方式

根据防雹作业原理可知,上升气流是促进雹胎增长的重要条件,将人工晶核引入雹胎生长区域,上升气流会带动晶核运动,为了防止散播之后的人工晶核受到干扰,充分参与过冷冰争食,使高炮连续射击的优势得到有效的发挥,在进行防雹作业组合射击的过程中,可以设定一个射角,将方向射界当中的防雹作业完成,然后对射角进行调整,继续对方向射角进行射击作业,经过反复循环,能够为水平层面当中的人工晶核提供较长的过冷冰争食时间,使防雹弹爆炸造成的影响时间得到充分的利用。

根据炸点分布可以将射击组合方式分为以下两种:第一,球面梯度射击,在射界夹角小于  $360^{\circ}$  的范围内,按照从上到下的顺序对各射角进行射击作业,简单的说,就是将炮点作为中心,在 3580m 的半径范围内对防雹弹进行散点分布,并保证分布的均匀性;第二,同心圆射击,在射界夹角为  $360^{\circ}$  的情况下,同样按照从上到下的顺序将各射角当中的射击作业完成,即垂直天顶以炮点为中心,在 312m 的半径以外的同心圆环当中对防雹弹进行均匀、散点分布。

通过对射击方式的组合应用,能够有效提升人工晶核争食参与度,同时能够在垂直方向上对流场进行连续性的破坏,对大冰雹具有良好的抑制作用<sup>[2]</sup>。

### 3.3 人工防雹作业技术的具体应用

在对人工防雹作业技术进行应用的过程中,要根据作业对象的具体情况对作业方法进行具体的选择。

#### 3.3.1 初回波防雹作业

通常情况下,射界夹角会受到高炮水平射击到雹云中心

方位角差以及回波强度的影响,如果回波强度 $\geq 45\text{dBz}$ ,高炮射击至雹云中回波顶高部分的最大仰角即为高炮的射界上限,而回波强度在 $30\text{dBz}$ 以内即为射界下限,高炮作用高度的有效范围最接近 $0^\circ\text{C}$ 层,通过对高炮射击仰角进行反查可以发现,如果回波的最大强度小于 $45\text{dBz}$ ,高炮射击至雹云当中的回波最大仰角即为射界上限,在回波强度大于 $25\text{dBz}$ 时,高炮作用高度是与 $0^\circ\text{C}$ 层最接近的高度,但如果射界的上限和下限之间差大于 $20^\circ$ ,则需要在上下限中分线部分加设一个射角<sup>[3]</sup>。

在调整方位角的过程中,根据过量催化的相关要求,需要将转轮转动 $1/4$ 圈( $2.57^\circ$ )对连续射击的弹夹角进行调整,在调整射角时,由于初始回波形成的上升气流具有过冷冰含量少、气流速度小的特点,因此,在进行弹夹角调整时,对于回波强度小于 $30\text{dBz}$ 的部分,转轮调整 $3/4$ ( $3.3^\circ$ )并将重复爆炸间隔控制在 $4\text{min}$ 以上,对于回波强度小于 $40\text{dBz}$ 的部分,可将轮转调整 $5/8$ 圈( $2.75^\circ$ ),重复爆炸间隔应大于 $3\text{min}$ ,对于回波强度大于 $40\text{dBz}$ 的部分,转轮调整 $1/2$ 圈( $2.2^\circ$ )并将重复爆炸间隔控制在 $2\text{min}$ 以上<sup>[4]</sup>。

### 3.3.2 其他雹云回拨的防雹作业

根据射击方式来确定射界上限,如果采用同心圆射击,则射界上限为 $85^\circ$ ,如果使用球面梯度射击则需要根据回波强度以及高炮射击至雹云的最大仰角来确定。

运用同心圆射击,转轮调整 $3/8$ 圈( $3.86^\circ$ )为方位角调整值,转轮的 $3/4$ 圈( $3.3^\circ$ )为射角调整值,使用球面梯度射击,转轮的 $1/4$ 圈( $2.57^\circ$ )即为方位角调整值,而转轮 $1/2$ 圈( $2.2^\circ$ )即为射角调整值,其重复爆炸间隔应大于 $2\text{min}$ 。

## 3.4 操作步骤

### 3.4.1 球面梯度射击

第一,根据仰角对射界上限进行调整,根据方位调整射界方向,并进行射击;第二,按照 $1/4$ 圈( $2.57^\circ$ )对方向机转轮进行调整并射击;第三,对第二步进行重复,在一个射界夹角当中的射击完成以后为止;第四,转动转轮 $1/2$ 圈(降低射角 $2.2^\circ$ )对高低机进行调整,并进行射击;第五,对第三步进行反方向重复;第六,对第四步和第五步进行重复,直到射

界下限为止;第七,转动高低机转轮 $1/2$ (将射角抬高 $2.2^\circ$ )进行射击;第八,对第五步进行重复;第九,对第七、第八步进行重复直到射界上限为止;第十,对上述步骤进行重复直到防雹作业完成为止<sup>[5]</sup>。

### 3.4.2 同心圆射击

第一,将仰角调整为射界上限并进行射击;第二,顺时针调整方向机转轮,转动 $3/8$ 圈( $3.86^\circ$ )进行射击;第三,对第二步进行重复,将 $360^\circ$ 上的射击作业完成为止;第四,转动高低机转轮 $1/2$ 圈(降低 $2.2^\circ$ 的射角)进行射击;第五,对第三步进行重复;第六,对第四、第五步进行重复,直到射界下限为止;第七,转动高低机转轮 $1/2$ 圈(调高射角 $2.2^\circ$ )进行射击,第八,对第三步进行重复;第九,对第七、第八步进行重复直到射界上限;第十,对上述步骤进行重复直到防雹作业完成<sup>[6]</sup>。

## 4 结语

综上所述,高炮人工防雹作业技术能够对冰雹灾害进行有效的防控,可以有效避免灾害对农业发展的影响,因此,一定要对该项技术加强研究和应用,使其可以在灾害控制过程中发挥更大的作用。

## 参考文献

- [1]梁谷,李燕,岳治国,等.高炮人工防雹作业技术分析[J].陕西气象,2013,5(5):23-26.
- [2]曾庆华.高炮人工防雹作业技术应用分析[J].农业与技术,2013,7(3):90.
- [3]梁谷,李燕,岳治国.高炮人工防雹作业技术研究[C].//第十八届全国云降水与人工影响天气科学会议暨中国人工影响天气事业50周年纪念大会论文集.陕西省人工影响天气办公室,2013:116-119.
- [4]刘文新,路欣,张长安,等.浅谈商丘市人工防雹技术的研究与应用[J].科技与生活,2013,9(4):5-5.
- [5]祁建刚,蔡涛,马丽征,等.卢氏县高炮人工防雹的技术分析[J].气象与环境科学,2014,5(z1):154-155.
- [6]王吉宏,官福久.人工防雹作业技术的研究[J].辽宁气象,2013,1(3):24-26.