

人工影响天气技术

赵磊 王佳
绥中县气象局

DOI:10.32629/eep.v2i12.579

[摘要] 气象灾害对当今社会产生了较大的威胁,防灾减灾工作始终是社会工作的重点。人工影响天气作业不仅能有效的达到防灾、减灾的作用,还能有效降低自然灾害的发生。

[关键词] 人工影响天气; 催化技术; 防雹; 增雨

1 绪论

1.1 什么叫人工影响天气

人工影响天气是指为避免或者减轻气象灾害,合理利用气候资源,在适当条件下通过人工干预的方式对局部大气的云物理过程进行影响,实现以增雨(雪)、防雹、消雾、消云等为目标的活动。它是气象服务于防灾、减灾、保护人民生命财产安全和提高人民生活质量、合理开发利用气候资源、生态建设与保护的重要科技手段之一。

2 人工影响天气基本原理

人工增雨是采用人为的办法对空中可能下雨或者正在下雨的云层施加影响,开发云中潜在的降水资源,使降水量增加。

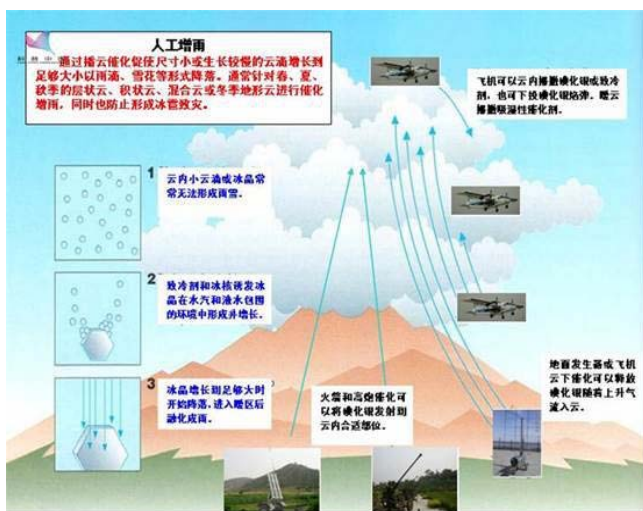
2.1 人工增雨原理

根据作业对象云体的性质和和催化方法,人工增雨可分冷云增雨和暖云增雨。

2.1.1 冷云催化和暖云催化。

(1) 冷云催化

冷云增水作业的基本原理是在云中增加冰核数量,其迅速消耗云中过冷水而增长为降水胚胎。一般使用成冰剂(AgI复合剂)和致冷剂(干冰、液氮),成冰剂必须在低于其成冰阈温的云层中使用。



人工增雨基本原理和方法示意图

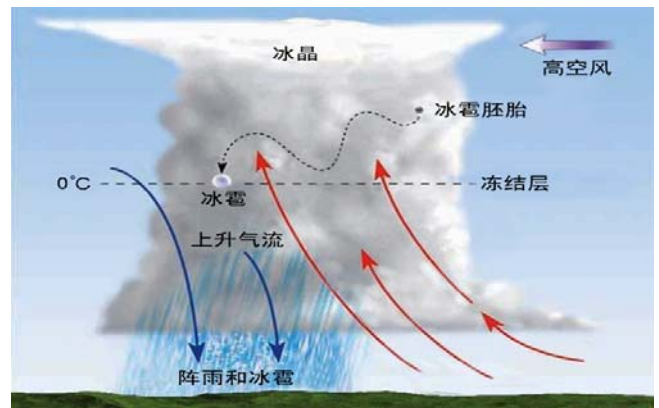
(2) 暖云催化

暖云降水的形成过程是云内具有足够的较大水滴,然后这些较大水滴靠重力碰并过程而迅速长大为雨滴。因此,在因为缺乏大水滴而不能

降水或降水强度不大的云内,通过拓宽云(雨)滴谱,即人工地引进更多的大水滴或可以产生大水滴的吸湿性物质,就可以引发降水或增大降水的强度。

2.2 人工防雹原理

所谓人工防雹,是采用人为的办法对一个地区上空可能产生冰雹的云层施加影响,使云中的冰雹胚胎不能发展成冰雹,或者使小冰粒在变成大的冰雹之前就降落到地面。



冰雹形成、增长及人工防雹基本原理示意图

冰雹云常常是发展很旺盛的对流云。产生冰雹的主要条件是:云中要有上下强烈运动的气流,并且蕴含大量水分。只有这样,云中小的冰雹胚胎才有发展成冰雹的足够水分供应,才有充分的机会捕捉云中水分使自身不断增大。人工防雹的原理,就是设法减少或切断给小雹胚的水分供应。另外,还有通过播撒吸湿剂设法降低冰雹生长轨迹、采用爆炸等方式在云内引发动力干扰等影响途径,来达到抑制冰雹生长和减少降雹的目的。

通常,人工防雹是用高炮或火箭将装有碘化银的弹头发射到冰雹云的适当部位,以喷焰或爆炸的方式播撒碘化银,或用飞机在云层下部播撒碘化银焰剂。

我国一直采用爆炸方法防雹,二十世纪70年代以后才逐步建立和发展了以“三七”高炮及内装碘化银的焰弹为主的防雹工具。

3 作业技术

3.1 催化剂

人工影响天气催化剂(简称催化剂)是指为达到增加降水、降低雹灾损失或促进雾层消散为目的而有意识向空中引入的物质。自然过程和人类生产、生活排入大气的微粒、气体及衍生物也会对云降水过程产生影响,但它们通常被视为无意识影响天气过程。

3.2 常用催化剂

3.2.1 碘化银

碘化银(AgI)有黄色六方和橙色立方两种。一般为黄色六角形结晶,密度约为5.68g/cm³,熔点552℃,沸点1506℃。其成冰阈温约为-5℃。碘化银的发生方式主要有燃烧法、爆炸法两种。

3.2.2液氮

液氮(N₂)是氮气的液态形式,常作为致冷剂使用。液氮无色、无味、无毒、不燃烧、不爆炸。熔点-209.8℃,沸点-195.6℃,相对密度0.81g/cm³(-196℃),微溶于水、乙醇。液氮一般用于冷云或混合云的飞机人工增雨(雪)作业,地面人工消冷雾等试验研究,成核率为1012~1013/g。通常使用喷嘴将液氮分散成小液滴和低温冷气,喷入过冷云雾中,形成冰晶。

3.2.3干冰

干冰(CO₂)是二氧化碳的固态形式,也常作为致冷剂使用。白色,在常压下会迅速升华为气体,其升华温度为-78.5℃。干冰播撒前一般粉碎成丸状,直径约为1厘米。碎块可以在云中下落一段距离才全部气化,故其催化区较深厚,可用于冷云或混合云的飞机人工增雨(雪)、地面人工消冷雾作业。

3.2.4液态二氧化碳

液态二氧化碳(简称LC)作为致冷剂使用。它是二氧化碳的液态形式,通常以压力钢瓶形式储存。液态二氧化碳目前主要用于飞机人工增雨(雪)作业。

4 作业工具

人工影响天气作业常用的作业工具有飞机、高炮、火箭、地面发生器等。我们主要介绍高炮和火箭。

4.1高炮

目前我国人工增雨、防雹作业使用的高炮主要来自部队退役高炮,一般为55式37毫米高射机关炮和65式双管37毫米高射机关炮。



4.2火箭

火箭作业系统通常由火箭发射架、火箭弹和发射控制器组成。

火箭发射架由发射器、支架组成。发射器上装有导轨,用于插入火箭弹,导轨上有电接触头,用于连接电控发射点火系统。支架装在地面或运输载体上,起固定和导向的作用。导向装置可以控制并锁定发射架的方位和俯仰。



5 作业方法

5.1防雹播撒方法

防雹作业的重要经验是:早期识别、早期作业、联网作业。

5.1.1冰雹云识别

不同地区和季节、不同类型的雹云、不同发展阶段、不同的探测手段和识别方式造成各地对冰雹云的识别指标有所不同,对此仍需要不断加强研究、分析和总结提高。双偏振多普勒雷达对冰雹云的识别率较高,将成为观测冰雹云的有力工具。

5.1.2作业时机

雷达初始回波顶高在5分钟内明显上升1-2千米以上,表明云体处在从雷雨云向冰雹云发展的跃增阶段,即为高炮作业开始时间。

5.1.3作业部位

防雹作业部位决定于冰雹云的类型和发展阶段,一般为云中强上升气流区自然雹胚形成的位置,通常取-6℃高度层以上,撒播层厚度一般为1km,应根据雷达观测确定。

5.1.4射击方法

高炮作业时采用何种射击方法,关系到入云催化的效果。特别是防雹作业,合理的射击方式,有可能在撒播分布准确性上发挥出比火箭还要优越的特点。

5.2增雨播撒方法

增雨作业的天气背景不同于防雹作业。在各种天气条件及雷达、闪电等物理指标中,增雨作业的条件或指标比防雹宽。人工增雨引晶量要小于防雹作业,因此,播撒要采取缓放、慢射的方法,根据作业云发展的强度、体积、含水量等因素,少量分批的发射人雨弹至云中过冷水区或上升气流区。

云系降水效率区别很大,增水潜力也不同。云顶温度低到一定程度时,云中常会形成大量冰晶,这时用人工方法增加冰晶,效果就不显著。如果云顶温度太高,碘化银等催化剂的成冰能力就太低,也不利于人工催化。国内外的人工降水试验表明,冷云催化云顶温度不宜太高或太低,当云顶温度处于-10~-24℃(“播云温度窗”)时,人工增雨的效果比较明显。实际观测表明降水层状云过冷水量少,增雨潜力有限。但国内数值模拟表明催化引入较多的人工冰晶可使部分冰面过饱和水汽水汽转化为降水,不仅维持了增雨潜力,还促进了催化区云和降水的发展。

目前,我国国家级、省级气象部门多已建立了人工影响天气作业区识别系统,各地可参考以上有关指导产品,结合本地情况,制订出合适的增雨方案。

[参考文献]

- [1]王江山.辽宁省人工增雨指南[M].北京:气象出版社,2004:1-75.
- [2]杨联章,陈群.高炮防雹增雨技术[M].北京:气象出版社,2001:1-93.
- [3]马官起.人工影响天气安全管理[M].西安:西北工业大学出版社,2016:1-302.
- [4]郝克俊,董国涛,林丹,等.人工影响天气安全管理标准体系研究[J].标准科学,2018(10):85-88.