

# 云降水物理和人工影响天气研究进展和思考

冯学文 冯雪菲 苏华 苏长新 冯雪君

朝阳市气象局

DOI:10.32629/eep.v2i3.180

**[摘要]** 对于人工影响天气而言,云降水物理是一项非常重要的理论依据,运用云降水物理能够对人工影响天气的实施进行有效的指导,有利于人工影响天气科学性的提升。而随着科学技术的发展,我国在人工影响天气方面的研究也得到了很大的进步,且人工影响天气工程也在广泛建设当中,这对于我国气象情况的深入研究具有非常重要的意义。因此,本文就云降水物理和人工影响天气研究进展进行具体论述。

**[关键词]** 云降水物理; 人工影响天气; 研究进展

我国早在上世纪 50 年代就已经开始着手人工影响天气的研究,而在多年的研究和发展当中,我国的人工影响天气研究也确实获得了很大的成就。而随着社会的发展,国家为了更好的应对各种自然灾害及恶劣天气的威胁,有效降低灾害损失,进一步加大了人工影响天气的研究,同时也对该领域的发展产生了巨大的推动作用,通过对云降水物理以及人工影响天气的深入研究,我国的气象服务已经能够在气象灾害防控当中充分发挥作用。因此,针对相关内容进行深入的研究是很有必要的。

## 1 云降水物理研究进展

### 1.1 云中粒子及微物理结构

#### 1.1.1 粒子谱

在气象观测当中可以发现,我国南方地区的层状云以及浓积云当中的云滴谱相对较宽,并有第 2 峰值存在,与此同时,在层积云以及雨层云当中也经常会出现第 2 极大的云滴谱,而双峰谱除了会出现在瞬时谱上,在某个时间段当中还会大量且连续的出现,其演变具有一定的规律性。在有双峰出现时,云滴谱也会出现变宽的现象。对于北方地区的层状云研究涉及到层状云的雪谱、水晶谱、云滴谱以及融化层当中的雨滴谱和粒子谱等。对于云滴谱的  $\Gamma$  分布拟合,  $\alpha > 5$  的情况在总数当中能够占据 40% 的比重,而经过相关研究发现,从云层底部逐渐向上,  $\alpha$  值也会逐渐提升。

#### 1.1.2 大云滴

针对大云滴形成展开分析和研究,能够为大云滴播撒实现降雨催化提供支持,通常情况下,厚度达到 1-2km 的小积云和发展较为旺盛的浓积云当中会存在大量的大云滴,但只有在暖云中的大云滴数量达到一定程度以后才可能会形成降雨,对于降雨来说,大云滴属于最为基础的条件之一,但却并不是充分条件。想要推动降雨的形成,还需要暖云具备其他条件,例如,云层厚度、云中含水率以及上升气流等等。因此,在运用播撒大云滴的方式实施人工降雨时,必须要充分考虑云中的具体情况,并确保相关措施应用的针对性,只有如此,才能使人工降雨得以实现。

#### 1.1.3 积云微结构模型

在对模型进行深入研究的过程中可以发现,在浓积云的垂直方向及水平方向上具有较大云滴浓度的区域或含水率较高的区域时,则该区域和云中对流泡之间会有关联性存在。

#### 1.1.4 层状云垂直分层结构

从微物理结构方面来看,具体可以将层状云分为多个层次,即:暖水层、过冷水层以及冰晶层等,这种云的结构属于催化供给型。对于冷水层而言,冰晶层属于催化云层,能够对冷水层加以催化,而在冰晶离子从高空下落的过程中,暖水层以及过冷水层会为其增长提供相应的水分和环境,可以说这两种云层的主要作用就是供给。

#### 1.2 云中粒子增长和降水形成机制

##### 1.2.1 云滴增长

暖云降水的形成需要有云的起伏变化和云中湍流的支持,从宏观角度来看,它会受到不同气流场的影响。而通过相关计算可以发现,云滴的湿度以及浓度变化能够有效促进云滴的增长。云滴在逐渐增长期间,其起伏的时间具有很大的影响作用,而由于湍流加速场在相关时间方面比较短,所以其在雨滴形成期间并不会发挥太大的作用,而通过对积云当中的云滴增长过程进行研究,发现在形成大云滴的过程中半径达到 1.5-2.5  $\mu\text{m}$  的巨核发挥作用最大,在巨核作用发挥的情况下,大云滴形成时间将大大减少,但巨核的作用在平衡态凝结谱当中相对较小<sup>[1]</sup>。

##### 1.2.2 冰晶增长

就冰面扩散云室,对各种温度下的冰晶生长以及冰面过饱和度和度进行研究,能够获得更多的低冰面过饱和度和度情况下的定量结果,这对于冰晶增长过程的研究具有很大的推动作用,同时明确了低水面过饱和及冰形突变等区域的冰晶增长特点。

##### 1.2.3 冰雹形成与增长

通过实例模拟对冰雹进行研究可以发现,在云层当中的冻雨雹胚和霰达到一定数量时,其与过冷水发生碰撞会对其增长产生一定的促进作用。而对于雹胚和冰雹在形成与增长的过程中,云中过冷水具有非常重要的影响,如果在冰雹形成及增长期间没有过冷水参与,则降雹天气就不会形成。

#### 1.3 云和降水的发展过程

### 1.3.1 积云

形成积云的过程一般都比较短暂,如果条件适宜,积云的厚度往往会在十几分钟当中就达到几公里,在积云强度达到一定水平以后,就会在积云顶形成砧状结构,且在云顶部和周围会有稳定下沉气流产生。云层底部温度、云层结构以及相对湿度是影响云层强度的主要因素,在形成积云的初期阶段,云层的中部以及下部对于最大上升气流而言属于速度的中心位置,而这个速度中心会随着时间的变化逐渐向云层上部移动<sup>[2]</sup>。

### 1.3.2 积层混合云

积层混合云主要是由层状云和嵌入状对流云构成,其形成过程主要如下:在对流云持续增长的过程中,周围层状云会获得相应的能量和水分补充,使层状云能够得到不断的发展,而在此过程中上升气流能够保证平稳的速度,而上升气流的逐渐提升将会对积层混合云的形成产生一定的促进作用,积层混合云往往能够产生一定的降水,在积云发展过程中,层状云主要发挥外部供给作用,同时层状云能够在积云降水形成期间提供大量的雨水和云水,从而推动积云降水的有效形成。

### 1.3.3 层状云

对于层状云来说,其冰晶离子主要是借助水的凝华作用而实现能力获取和增长的,而产生水凝华作用的区域主要是层状云混合层的中部,这个区域当中具有较高的冰面过饱和度,对水滴的凝华具有积极的作用,而且水滴凝华作用会受到暖层厚度的影响,根据相关计算能够得出相应的降水影响程度,即冰晶层占比 6.5%、混合层占比 35.5%、暖层占比 58%,从这些数据当中可以看出,在降雨强度上,暖层及混合层的影响具有决定性作用<sup>[3]</sup>。

## 2 人工影响天气研究

### 2.1 冰雹云物理及人工防雹研究

#### 2.1.1 冰雹云的雷达识别方法

在使用雷达对冰雹云进行识别时,需要做好雷达回波形状、形成特征、结构、强度以及尺度等内容的统计分析工作,从而达到识别冰雹的目的,目前冰雹识别率能够达到 85%,实际应用价值良好<sup>[4]</sup>。

#### 2.1.2 冰雹云类型

按照冰雹强度可以将其分为四种类型,即多单体雹云、传播雹云、弱单体雹云以及强单体雹云。

#### 2.1.3 催化防雹机制

源区是人工催化防雹的主要部位,因为在源区当中雹胚能够获得适宜的形成条件,在对其进行催化以后,会迅速提升源区当中的冰晶数量,从而达到增加雹胚数量的目的,在

这种情况下,雹胚直径一般都比较小,而能够完成冰雹转化的比例也相对较小,可以实现冰雹总量、直径以及质量的有效控制,对冰雹灾害的防控具有积极的作用<sup>[5]</sup>。

### 2.2 人工增雨理论研究

#### 2.2.1 暖云增雨

对流性暖云的人工降雨,其降水效果往往会受到盐粉撒播效率、位置以及颗粒大小等因素的影响,在落实人工增雨时,要对云层的上升气流、含水量、厚度以及生命时间进行综合的考虑,以此为基础对盐分撒播方式进行科学的应用。

#### 2.2.2 人工增温对积云进行影响

针对积云实施人工增温,会直接影响到积云的动力过程,增温之后的积云含水量、上升气流以及浮力都会有所提升,对积云发展过程具有一定的强化作用,而这种影响一般取决于人工增温强度和范围<sup>[6]</sup>。

#### 2.2.3 人工水花影响降水机制

通过人工冰晶不仅能够推动过冷水向降雨的转变,还能实现冰面过饱和和水汽的转化,通过水的凝华会有大量热量产生,有效提升局部积云的温度,使降雨得到进一步的推动,而运用液态 CO<sub>2</sub> 能够在人工引晶以后,提升云中雨滴直径和冰晶浓度,并减少过冷水,且在人工引晶区域中的回波强度和范围提升以后,降雨也会随之增加<sup>[7]</sup>。

## 3 结束语

综上所述,针对云降水物理及人工影响天气加强研究能够使我国的气象工作得到进一步的提升,对自然灾害的有效防控具有积极的作用,因此,还需要工作人员对相关内容进行不断的研究,使气象工作能够更好的为国家发展而服务。

### 【参考文献】

- [1]张兰英.云降水物理和人工影响天气研究进展和思考[J].农业与技术,2017,37(17):144-146.
- [2]洪延超,雷恒池.云降水物理和人工影响天气研究进展和思考[J].气候与环境研究,2014,17(6):951-967.
- [3]雷恒池,洪延超,赵震,等.近年来云降水物理和人工影响天气研究进展[J].大气科学,2014,32(4):967-974.
- [4]尹金方,王东海,许焕斌,等.冰核对云物理属性和降水影响的研究[J].地球科学进展,2015,30(3):323-333.
- [5]郭学良,付丹红,胡朝霞.云降水物理与人工影响天气研究进展(2008-2012年)[J].大气科学,2014,37(2):351-363.
- [6]黄美元,沈志来,洪延超.半个世纪的云雾、降水和人工影响天气研究进展[J].大气科学,2014,27(4):536-551.
- [7]姚展予.中国气象科学研究院人工影响天气研究进展回顾[J].应用气象学报,2014,17(6):786-795.