

# 过量 AgI 播撒对降雨的抑制作用

权建农 周 兔 何 晖 董鹏捷

(北京市人工影响天气办公室, 100089)

**提 要:**奥运会开幕式当天北京市西南和东北两块降水云系不断发展加强,根据当天北京地区的风向,对可能影响鸟巢的西南云系进行了消(减)雨作业。文章分析了作业区云体和非作业区云体的发展、演变、以及降水的情况。结果显示过量 AgI 播撒能够对降水产生抑制作用,从而对目标区起到较好的保护作用。

**关键词:** AgI 云层结构 抑制降水

## 引 言

人工消(减)雨是人工影响天气技术的延伸和扩展,作为一项新的公共气象服务内容,其对于保障大型露天活动有重要的作用。AgI 作为一种高效冷云催化剂<sup>[1,2]</sup>,能够在过冷水区产生大量人工冰核。在 -10℃ 时,1 克 AgI 可产生  $10^{12} \sim 10^{13}$  个有效冰核。因此,适量播撒 AgI 可通过贝吉隆过程<sup>[3]</sup>使过冷水转化为降水。相反,如果过量播撒 AgI,大量的人工冰核争夺水汽资源,形成大量的小水滴,限制了大水滴的形成,从而达到抑制降水的目的。截至目前,关于消(减)雨的研究主要还停留在理论研究方面,大型外场作业试验的缺乏限制了这方面的研究进展。2008 年奥运会期间实施了消减雨工作,当天北京市存在相对独立的两块降水云系,分别位于北京的西南部和东北部。我们对西南部的云系进行了消减雨作业。本文比较了作业区云体和非作业区云体的发展、演变、以及降水的情况,揭示了 AgI 过量播撒对云系发展以及降水的影响。

## 1 作业情况

8 月 8 日当晚,北京区域内有两个区域的云系不断发展,分别位于北京的西南部和东北部(图 1,见彩图第 8 页)。18:30 左右,西南云系的回波强度已经接近 50dBz。考虑到当日北京区域的主导风向为西南,为了阻止西南云系的降水影响到鸟巢地区,从 18:45 分开始,布置在西南地区的地面火箭发射点(图 2)开始针这一云团作业。作业方式为发射火箭弹过量播撒 AgI(每枚火箭含有 25g AgI),作业高度最高可达 6000m(当日 0℃ 层高度约为 4800m)。共进行了 13 轮作业,每个作业点每次作业量为 12 ~ 15 枚,AgI 播撒量为增雨作业量的 5 ~ 8 倍。截至 23:10 西南地区的火箭点共发射火箭弹 600 余枚,发射量较大的时间段为 20:00、22:00 和 22:30。

为了判断作业区(西南)云系是否影响到非作业区(东北)云系,我们利用 NOAA HYSPLIT 模式分析了两块云系的前向和后向轨迹,选取的时间点为 20:00,追溯的时间

均为 12 小时,高度为 5000m,两个区域选取的点分别为张坊和上甸子(图 3)。张坊位于作业区的西部(图 2),考虑到当日北京区域的主导风向为西南,因此张坊站点的前向轨迹能够代表作业区影响区域的西北部边界。由图中上甸子站点的后向轨迹和张坊站点的前向轨迹可以判断出作业区的云系没有影响到东北部非作业区的降水云系。

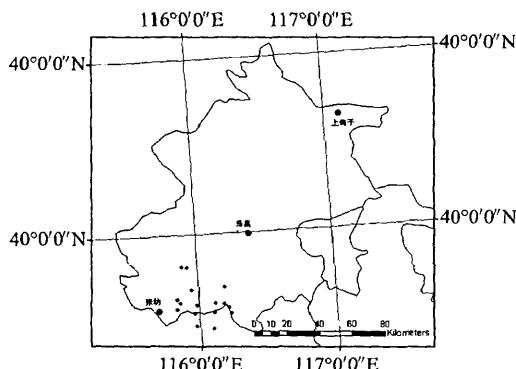


图2 北京市西南部火箭发射点分布

## 2 作业区和非作业区云系发展变化

图 1 显示了北京区域雷达回波的发展变化,时间为 18:30—24:00,间隔为 30 分钟。在发展的最初阶段,西南云系的雷达回波面积和强度强于东北云系。西南云系最大回波强度出现在 20 时左右,之后尽管其回波面积仍不断扩大,但最大回波强度逐步减弱。东北云系最大回波强度随时间变化不大,而回

波面积随时间逐步加大。两块云系的最大回波强度比较接近,均超过 50dBz。

图 4(见彩图第 9 页)显示了西南区作业云系垂直分布随时间的变化情况,时间为 17:30—23:30,间隔为 30 分钟。该云团的发展在 20 时左右达到顶峰,雷达回波的最大高度达到 18km,最大回波强度区域呈垂直方向分布,显示出垂直方向存在强烈的对流活动。20 时以后,西南云团的回波高度和强度逐步减弱,而且从 22 时起,最大回波呈现水平方向带状分布,显示出垂直方向的对流活动已经得到抑制,并且最大回波强度出现的高度约为 5000m,这也对应于 AgI 催化剂的作业高度。而东北部云系在 19:30—23:30 时的垂直分布则无明显变化(图 5),最大回波一直呈现垂直分布状况。

## 3 降水分析

图 5 显示了 8 日 18 时—9 日 6 时每 3 小时统计的降水区域分布。北京市的降水集中在两个区域,分别位于北京的西南部和东北部,奥运会的主会场国家体育场没有降水,确保了奥运会开幕式的顺利召开。图 6 显示了作业区内降雨量较大的站点岳各庄和坨里自动站 5 分钟降雨量,作业区降水主要出现在 21 时前后,22 时后随着消减雨的持续进行,降水逐步减弱,至 23:10 作业区降水停止。而在非作业区(东北部)的降水则一直持续

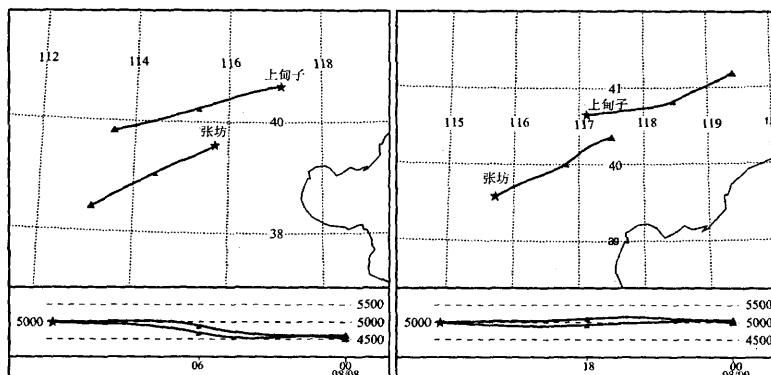


图3 2008年8月8日20时张坊和上甸子12小时前向和后向轨迹

到9日9时左右,其间降水强度没有明显变化,区域内三小时降雨量的最大值一直维持

在20mm以上。

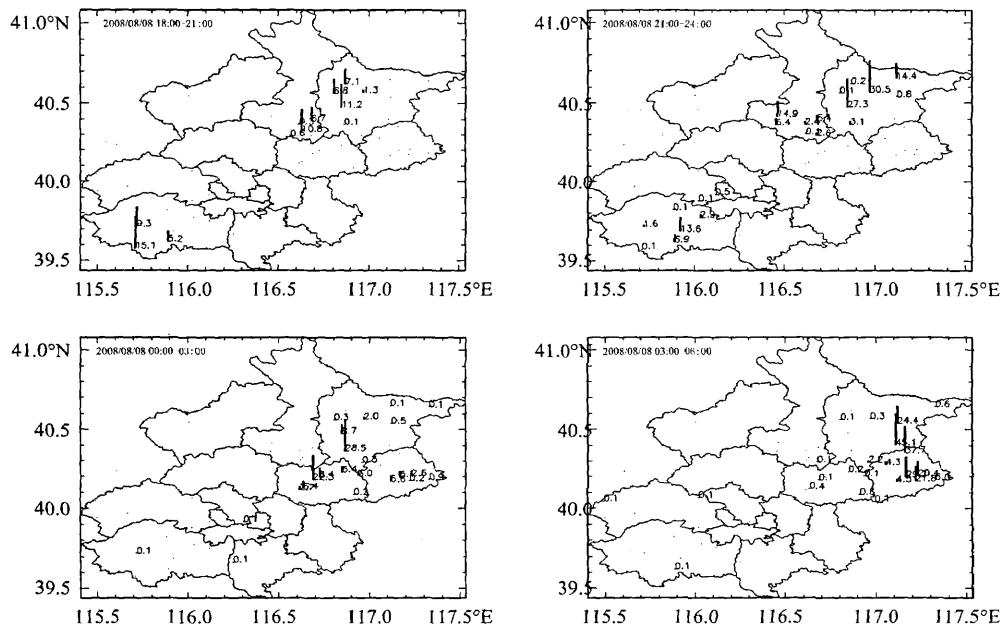


图5 分时段(3小时)降水区域分布

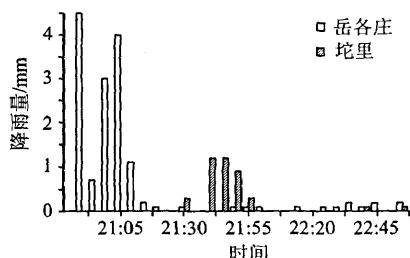


图6 作业区两站点5分钟降水随时间分布

#### 4 结果和讨论

有效的作业效果检验严重制约了消(减)雨的科学的研究和实际应用,因为自然过程和人工作业是混合在一起,共同发挥作用。大量的随机试验是一种有效的方法,但是对于人工消(减)雨试验来讲,由于人类对降雨的需求,不允许开展大量的作业试验。本文分析了作业和非作业的两块云系,在发展的最初阶段,选择的作业云系在回波面积和回波强度均略强于非作业云系,而且还有持续不断的水汽补充到作业区云系。从云系的发

展变化来看,随着作业的进行,作业区垂直对流活动得到了抑制,最大回波从垂直分布变成了水平分布,而且最大回波强度出现的高度与有效的作业高度吻合。从最后的降水来看,作业区降水持续时间短,随着作业的进行,降水显著变少,降雨量较非作业区偏少。这些结果倾向于支持在过冷水区过量播散AgI能够抑制降水的产生。需要注意的是这些工作还存在较大的不确定性,这需要在今后的工作中不断完善。

#### 参考文献

- [1] Vonnegut, B. The Nucleation of ice Formation By Silver Iodide[J]. J. Appl. Phys., 1947, 18: 593.
- [2] Vonnegut, B. Nucleation of Supercooled Water Clouds by Silver Iodide Smokes[J]. Chem. Rev., 1949, 44: 277-289.
- [3] 胡志晋. 层状云人工增雨机制、条件和方法的探讨[J]. 应用气象学报, 2001, 12 (增刊)10-13.