

The Function of Artificial Precipitation Enhancement in the Process of Heavy Precipitation

Shanati^{1*}, Kulizhati², Feng Jiang^{3*}

¹Changji Mulei Meteorological Bureau, Mulei Xinjiang

²Changji Highways Agency, Changji Xinjiang

³Changji Artificial Influence Office, Changji Xinjiang

Email: 852242151@qq.com

Received: Jan. 12th, 2016; accepted: Jan. 24th, 2016; published: Jan. 29th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Holding good operation timing which includes identifying cloud to appropriate operation and choosing the favorable weather conditions is the key to the artificial weather. According to experience, appropriate artificial water weather systems include the cold weather and shear clouds which are cumulonimbus clouds, altostratus, cloud body structure and wind resources, which are conducive to the effect of artificial water.

Keywords

Timing, Precipitation Enhancement, Effect

大降水过程中人工增雨作业的作用

沙那提^{1*}, 库力扎提², 姜峰^{1*}

¹昌吉州木垒县气象局, 新疆 木垒

²昌吉州公路局, 新疆 昌吉

³昌吉州人影办, 新疆 昌吉

Email: 852242151@qq.com

*第一作者。

收稿日期：2016年1月12日；录用日期：2016年1月24日；发布日期：2016年1月29日

摘要

把握好作业时机是人工增水的关键，要识别适宜作业的云，选择有利的天气形势、降水机率较大的天气系统下进行，据经验，适宜人工增水的天气系统有：冷锋天气；切变线云系有：积雨云、高层云、以及云体结构和风力资源都有利于人工增水效果。

关键词

选择时机，增雨，效果

1. 引言

昌吉州地处天山北麓、准噶尔盆地东南部。年平均降水量 214 毫米，年均蒸发量为 2300 毫米，蒸发量约为降水量的 10 倍，自然降水是水资源的一个重要组成部分，水资源是维持生态系统健康发展的重要因素，也是可持续发展的战略性资源，更是一个地区综合竞争力的重要指标，但水资源的短缺必将成为昌吉州改善生态环境、促进生态文明建设的“瓶颈”，因此，人工增雨雪大有可为。所谓的人工影响天气是人类运用现代科学技术，对局部天气过程实施影响，实现增雨、防雹、消雾、防霜等趋利避害目的的活动，在此简称人影作业。

目前新疆气象部门的技术力量已达到利用雷达探测手段直接指挥进行增雨，可以说人工增水已成了比较成熟的技术工作。国内外科学研究和实验证明人工增水平均效率平原为 10% 左右，山区为 20%，甚至可达 30%；人工增水作业是增加水资源的有效途径，通过人工增水来改善生态环境和植被生长，增加降雨量能有效扑救森林、草场火灾，退耕还林、退耕还草、防沙治沙、植树造林，总之是保护和改善生态环境的重要措施，通过人工增水还能减轻大气污染程度，改善空气质量，同时也能缓解工业、农业和人民生活用水供需矛盾，改善生态环境补充地下水，又能形成径流缓解水资源紧张的矛盾。

利用高炮、火箭来增雨或防雹是人工影响天气工作中的重要环节，它关系到作业的安全效果，每个操作人员必须将火箭、高炮作业系统的性能特点，注意事项，维护保养牢记在心，熟悉掌握系统的操作方法和步骤，对可能出现的故障及异常情况有充分的心理准备和技术准备[1]，只有这样才能圆满完成这项利国、利民的公益事业。

2. 人工增水时机的选择与地形的作用

人工增水工作的作业装备主要有：1) 点燃碘化银烟炉；2) 发射火箭；3) 高炮。但这些作业装备和方法往往会受到空域限制，很多时候因没有空域而错过作业最佳时机；地面碘化银烟炉通过远程遥控的手段来点燃烟炉里安装的碘化银烟条，利用上升气流，载体人工催化，可作为飞机、火箭、高炮等作业工具的补充手段，它比较适合设置在航线密集区，山区和生活不便的地区，不受空域管制限制，可以全天候，长时间，连续地进行人工增水作业，也可设置在山顶迎风坡[2]。将碘化银烟炉设置在山坡上可缩短催化剂人工输送距离，对地形云进行人工增水作业，特别是在午后水汽蒸发所发展的积云或者说地方性对流云，会起到很好的效果。主要原因是：云团的加强和发展与地形作用密切相关，人影作业点应设在处于上升运动区，使上升气流的能量携带一定的碘化银烟粒(催化剂)，进入云内-4℃层以上时。因强烈的抽吸作用的加强和上升运动的增强，为产生降水提供有利的动力条件，也是作业时机的关键，因为

上升气流区和作业时段的选择很重要。

前些年新疆昌吉州人影部门均使用新疆人影办研制的 AgI 催化剂, 含有 2% 的丙酮溶液, 将其用钢瓶加压使得溶液经过碰嘴而雾化的设备, 这是雾化的碘化银溶液经过高压点火燃烧, 再通过迎风坡的气流方向抬升, 使得将碘化银催化剂播撒。用这种方法在山坡上进行人工增雨雪。另外用专用的民用火箭弹来进行人工增雨雪, 也就是发射装置将催化剂播撒到云中, 通过催化剂的作用, 使冰雹云、降水云的微物理结构产生变化因而达到增雨雪或者防雹的目的[3]; 这种火箭弹一般由四部分组成: 1) 发动机; 2) 播撒舱; 3) 伞舱; 4) 尾翼。这类火箭弹增雨的工作方式是: 弹上延时机构按照要求启动催化剂播撒装置, 火箭弹沿飞行道连续播撒催化剂, 并随着气流扩散, 形成一条弧形的催化剂; 催化剂播撒结束后, 箭上伞舱按时打开降落伞, 这是火箭弹的残留骸在很短的时间内安全着陆, 或者自毁装置启动, 将火箭弹残骸炸碎。近年来, 昌吉州人影部门引进的增雨雪防雹火箭弹作业系统, 一般可分为车载式和固定点式作业两种类型, 车载式火箭作业系统是将火箭发射装置装载在汽车上的那一种, 具有较好的机动性, 能够在一定的距离范围内流动作业, 从而扩大控制范围; 无论是车载增雨雪防雹火箭弹作业系统还是固定式增雨雪防雹火箭弹作业系统, 都是从地面发射, 并且装有催化剂的火箭弹, 在适宜的时机发射到云系中预期的部位, 进行播撒, 以达到对云系进行催化剂的目的。

飞机是人工增雨的首选工具, 具有催化剂利用效果高, 机动性强, 播撒面积广等优势, 但大部分时间受空域限制, 飞机条件等因素限制, 不能根据需要建立作业点, 作业时空受到限制, 而且射程不远, 无法进行远程增雨作业, 由于以上原因, 使用全天候, 不受空域限制的, 而且投资少的碘化银烟炉增水作业系统很有必要。

3. 人工影响天气作业个例分析

以 2015 年 5 月 18 日大降水天气为例分析, 在此简称 5.18 大降水(图 2)是由中低纬度的短波在东移过程中加深, 低空急流和上升运动的发展, 且低层辐散、高层辐合, 为降水的形成提供动力条件。在 17 日 20 时 500 hPa 图天气上, 欧亚中纬度地区为两槽一脊经向环流, 黑海至咸海以及贝加尔湖地区分别为低槽区, 西西伯利亚为高压脊区。位于黑海至咸海的低涡分裂短波经过北疆, 中低纬短波活动, 在巴尔喀什湖南侧为低槽区, 槽前伴有大量的西南气流。昌吉地区处于槽前的西南气流, 随着低涡逆时针的不断旋转, 南疆西部和伊犁河谷西南气流明显, 西南气流释放了能量为降水的产生提供水汽, 随系统的移进, 昌吉州西部的从玛纳斯开始出现降水; 18 日 20 时环流经向度继续加大, 中亚脊和蒙古脊继续向北发展, 使影响昌吉地区的低槽进一步向南加深, 且缓慢东移, 系统在昌吉地区上空停留的时间较长, 这样比较有利于昌吉州人影部门抓住时机实施人工增水作业, 通过天气系统本身携带的水汽条件和动力条件, 以及各级人影队伍的积极努力的结果, 使昌吉州范围内出现连续性大降水的主要原因。

4. 在 5.18 大降水天气过程中人工影响天气作业实况如下

2015 年 5 月 18 日沿天山出现了大降水, 在 5.18 期间, 空中飞机增雨与地面高炮、火箭、烟炉等方式人工增水作业有效结合, 充分发挥了人工影响天气防雹减灾服务社会的作用, 达到了预期目的, 有效增加了土壤墒情和河水径流量, 为春耕春播作物生长、生态环境改善提供了有力的水分支持, 取得了各级政府与广大人民群众的认可。在自然降雨和人工增雨作业的共同作用下, 全州平原各地均降了 6~18 mm, 51 个测站(包括区域自动站)达暴量以上(48.1 mm), 其中三工河乡天池景区马牙山 87.2 mm, 木垒的鸡心梁 80.5 mm, 天池 78.5 mm。大降水的落区是昌吉州的南部山区, 昌吉州气象局的领导和昌吉州人工影响天气办公室的领导都关注此次天气过程, 及时向党政领导及相关部门通报雨情。

由于此次天气各级气象台预报准确, 服务到位, 雨情信息发送及时, 使 5.18 天气过程中昌吉州范围

内无造成洪水及其他灾害；在 5.18 大降水之前昌吉州范围近一个月未出现明显降水，全州农牧业生产及其他生产活动受到不同程度影响，全州范围已出现不同程度的旱情。昌吉州人影办在 5 月 17~19 日，抓住有利于人工增雨作业时机，积极组织全州各县(市)人影办进行了人工增水作业，共发射增雨火箭弹 56 枚，发射高炮弹 221 发，点燃碘化银烟炉 55 根。新疆自治区人影办驻克拉玛依基地的增水飞机，分别于在 5 月 17 日和 18 日连续两天由克拉玛依基地起飞实施人工增水作业；17 日人工作业实况如下：“从 8 时 42 分、13 时 02 分进行飞机增水作业，累计作业 4 小时 52 分后返回地面，飞机在西自塔城、额敏、托里、克拉玛依、精河至沿天山东部的木垒实施了播撒作业，累计燃烧碘化银烟条 13 根，作业影响面积 2.7 万平方公里”。5 月 18 日人工作业实况如下：“10 时 03 分，从克拉玛依基地又一次起飞，累计作业 2 小时 48 分后返回地面，作业路径：飞机在乌苏、沙湾至沿天山一带实施了播撒作业，累计燃烧碘化银烟条 7 根，作业影响面积 1.5 万平方公里”。与此同时，乌鲁木齐、塔城、昌吉和巴州等地积极开展了地面人工增水作业，共发射火箭弹 245 枚、人雨弹 157 发，并通过地面碘化银烟炉燃烧烟条 231 根，作业后影响区普降小到中量的雨，局部达到大到暴雨。各级人影部门积极实施人工增雨作业的结果，使本次天气过程中的效果很明显，主要表现在于人工影响天气作业范围广，从而产生的降水强度强(如图 1 所示)。

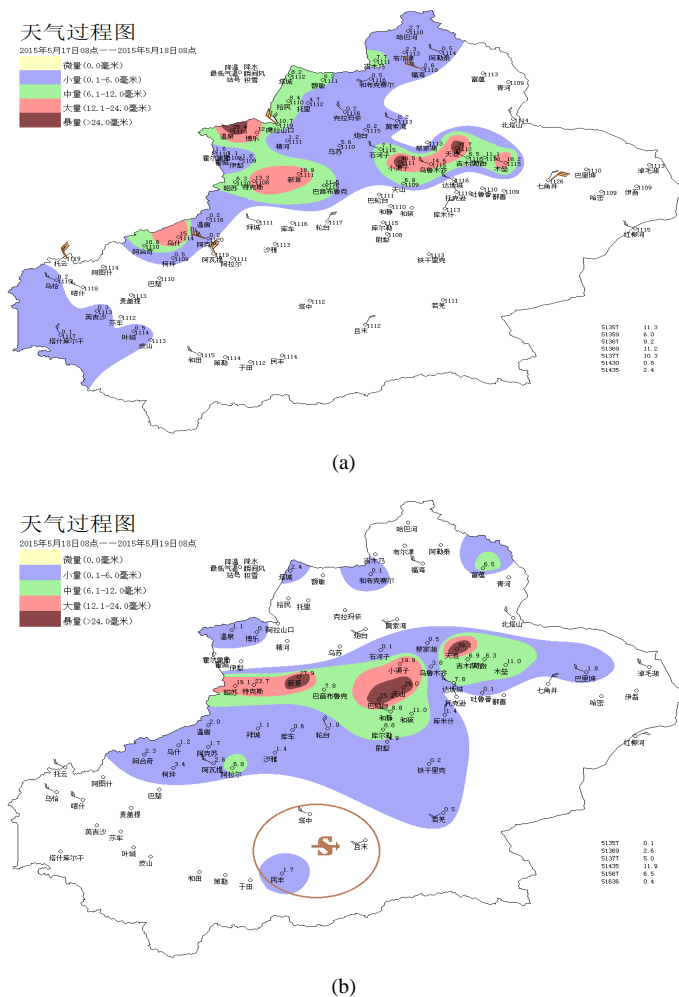


Figure 1. (a) Precipitation distribution at 8:00 am from May 17th, 2015 to May 18th, 2015; (b) Xinjiang rainfall distribution at 8:00 am from May 18th, 2015 to May 19th, 2015

图 1. (a) 2015.5.17.08 时~18 日 08 时降水量分布；(b) 2015.5.18 日.08 时~19 日 08 时新疆降水量分布图

5月16日20时地面实况图上：新疆大部地区受中心气压值为997.5 hPa的热低压控制，昌吉州位于热低压顶部，处于升温减压区内，前期的升温减压为降水的形成积蓄了热能；里海至巴尔喀什湖一带有中心值为1020 hPa的冷高活动，17日20时冷高东移北上，高压舌已影响北疆偏西偏北地区，锋区加强，锋后正变压达5-11 hPa，同时锋后出现大片降水区，大降水发生前昌吉州南部出现偏南风，与高空低涡相对应的地面云系进入新疆，触发不稳定能量释放，在高空干冷西北气流和低空输送过来的暖湿西南气流配合下，产生了强对流和大降水。如图2所示，从17日20时(图省略)气压场形势分析，冷高以西方路径影响新疆，随着地面冷高的东移，昌吉州位于冷高前部等压线密集带里，近地面也由南风转为偏西风，冷暖空气在昌吉州上空交汇，高空冷而干，低空暖而湿，这种形式最有利于开展地面碘化银烟炉作业，故从此时开始各站先后进行了人工增雨作业，昌吉州的玛纳斯、阜康、木垒山区个别点出现大暴雨，过程降水量为55~87 mm；全州各县市出现了历史上少有的大暴雨天气。

5. 卫星云系特征

从图3可以看到云系移动方向、发展强度和高空西南气流对本次强降水起到了水汽输送作用。17日

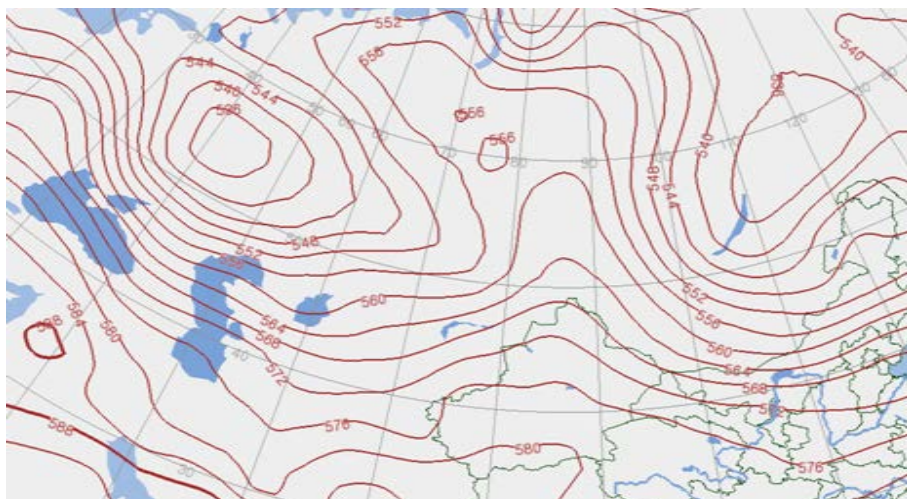


Figure 2. EC 500 hPa height field at 8:00 pm on May 17th, 2015
图 2. 2015 年 5 月 17 日 20 时 EC 500 hPa 高度场

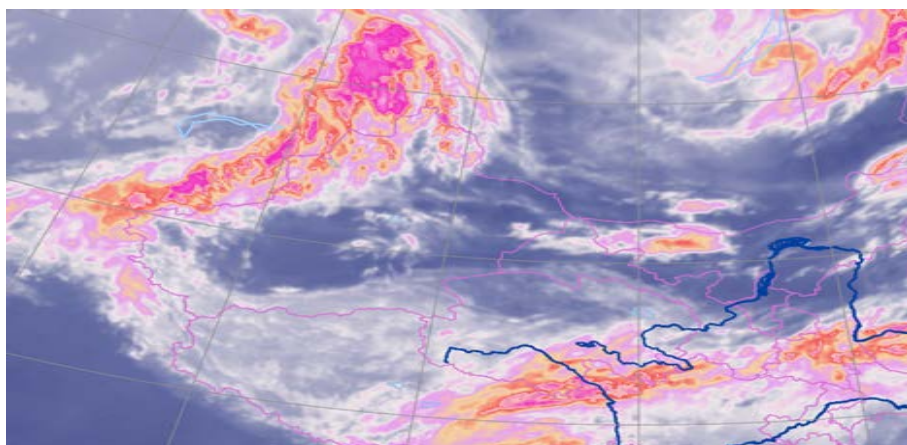


Figure 3. FY2-C cloud map at 10:30 am on May 17th, 2015
图 3. 2015 年 5 月 17 日 10 时 30 分 FY2-C 云图

08 时在巴尔喀什湖以南的国境线附近有锋面云系发展, 随着高空槽的东移, 锋面云系自西向东北移动, 但此时云系结构松散, 不密实。17 日 22 时到 18 日 02 时在天山中段上空的云系发展较强。17 日 21 时东移的锋面云系一部分与巴州北部的对流云系结合, 并东移北上, 云系边东移北上边发展, 此时昌吉州南部山区开始自西向东出现降水, 17 日 22 时云系东移到昌吉州中部, 天池两小时降雨量达 15.6 mm, 云系的移动方向和强降水时段一致。随着云系的东移, 巴尔喀什湖西侧低涡产生的涡旋云系已发展, 南支有西南气流引导下的云系由帕米尔高原向东北方向移动, 两支云系已连成一体。云系宽广而密实, 云系后边界整齐, 此时正是昌吉州各县市人影办人工增雨作业的时段, 也是产生大降水的时段。

6. 小结

人工增水工作主要使用飞机、火箭、高炮, 但由于以上作业装备和方法均受空域限制, 有时因没有空域而错失作业时机, 地面碘化银烟炉比较适合设置在航线密集区, 不受空域限制, 可以大胆开展人工增水作业, 特别适合对地方性对流云实施人工增水作业。在 5.18 期间, 在空中飞机与地面高炮、火箭、烟炉人工增水作业的有效结合下, 充分发挥了人工影响天气防雹减灾服务社会的作用, 达到了预期的目的, 有效增加了土壤墒情和河水径流量, 为春耕春播作物生长、生态环境改善提供了有力的水分支持, 充分发挥了人工影响天气防雹减灾服务社会的作用, 达到了预期目的, 取得了各级政府与广大人民群众的认可。昌吉州年平均降水量为 214 毫米, 其年平均自然降水转化率为 13.7% 左右; 而全国的年平均自然降水转化率是 34%, 这足以说明昌吉州空中水汽资源开发潜力巨大, 为缓解旱情, 积极运用人工影响天气技术实施增雨是行之有效的减灾手段。

参考文献 (References)

- [1] 彭成海. 地面碘化银作业点基础建设安装设计方案[J]. 沙漠与绿洲气象, 2010(4): 144-145.
- [2] 王文新, 张建新, 廖飞佳, 等. 地面碘化银烟炉在山区人工增雨中的应用[J]. 气象, 1991, 17(3): 3-7.
- [3] 德力格尔. 青海省人工影响综合指挥系统[J]. 气象, 1997, 23(2): 32-35.