

人工增雨在祁连山抗旱减灾中的作用及运用分析

马旭洁^[1] 任玉龙^[2]

(1. 甘肃省临夏州气象局, 甘肃 临夏 731100;
2. 甘肃省气象局, 甘肃 兰州 730030)

摘 要 祁连山是我国西北乃至北方西部重要的生态安全屏障,更是甘肃、青海等地区内陆河水源涵养以及补给区,在涵养水源、调节气候、保护生态中起到十分关键的作用。但是,在全球气候变暖的背景下,祁连山区气温大幅上升,冰川以及积雪面积不断减少,雪线上升,积雪消融加快。水资源供给不足使得祁连山区森林覆盖率不断降低,天然水域逐渐缩小,地下水位降低,对生态环境、农业生产等方面均造成不良影响。因此,加强人工增雨作业的开展,科学开发祁连山空中云水资源,在一定的天气条件下促进云雨转化,增加区域降水量,弥补地表水不足,对祁连山区生态系统具有十分重要的现实意义。本文结合人工增雨作业经验,探析人工增雨在祁连山抗旱减灾中的作用及运用,并给出相应的发展建议,以供相关部门参考。

关键词 祁连山 人工增雨 抗旱减灾

中图分类号: P481

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)10-0118-03

祁连山水资源主要来源于冰川融水以及大气降水。但是,近六十年来,随着祁连山区气温大幅上升,冰川以及积雪面积不断减少,雪线上升,积雪消融加快。水资源供给不足使得祁连山区森林覆盖率不断降低,天然水域逐渐缩小,地下水位降低,对生态环境、农业生产等方面均造成不良影响。近年来,随着气象事业的快速发展,我国人工影响天气作业也越来越成熟,已成为抗旱减灾中的重要方式^[1]。本文首先阐述了人工增雨作业原理和主要方式,其次重点探究了人工增雨在祁连山抗旱减灾中的作用及运用,最后给出了几点发展建议,为今后更高质量地提升人工增雨在祁连山抗旱减灾中的效益提供参考。

1 人工增雨作业原理和主要方式

降水原理是在探究自然降水过程的基础上,人为触发自然降水机理。事实上,有云才有雨,但并非全部的云均具备降水潜力,只有那些具备降水潜力以及可被开发利用的(云水资源丰富、云较厚,对冷云主要有较丰富的过冷水域)云可以催化产生降水^[2]。具体来说,人工增雨原理主要是结合空中云的性质、高度、厚度、浓度以及范围等,向云体播散致冷剂、结晶剂、吸湿剂和水雾等,以增加云中冰晶浓度,弥补云中凝结核的不足,加强云中碰并活动,促使云滴增大,改

变云滴的分布和性质,加速雨滴的生长过程,最终达到增加降水的目的^[3]。当前,人工增雨作业通常包含三类作业方式:

一是在地面部署 AgI 燃烧炉:在一定时期内,通过山区阳坡上经常出现的上升气流将催化剂输送到云中。该方法通常适用于地形云发育频繁、交通不顺畅的山区。

二是基于高射炮和火箭的地面作业:催化剂在适当的时间依据所需剂量输送到云的适当部位,适用于类似于水库增水等固定目标区域的作业。

三是飞机催化操作。飞机催化操作的面比较广,结合云条件的不一样以及具体需要,可选择暖云催化剂及其播种装置,也可以利用制冷剂及干冰、液氮等播种装置。通常而言,在少云或晴空状况下,就无法实施飞机人工增雨作业。

2 祁连山开展人工增雨作业的重要意义

祁连山自古便是古丝绸之路关隘要道,更是中国特别关键的生态功能区、西北地区重要的生态安全屏障以及河流产流区,其从东到西长达 1000 多公里,终年积雪覆盖,并有数量可观的冰川,是甘肃、青海、内蒙古等省区生存、发展的生命线。祁连山冰川融水自东向西依次孕育出石羊河、黑河以及疏勒河三大水

系 56 条河流,年平均向下游输出水量达 60 多亿立方米,滋润戈壁形成连片的绿洲农业景观。独特的水源涵养林发挥着调蓄水源、保持水土、调节气候的作用,密切牵动着河西走廊的生态状况。但在全球气候变暖的大背景下,加之受冻土剥离、地表植被破坏、探矿采矿、水土流失加剧、旅游项目、地表塌陷等多年累积过度开发的负面影响,导致祁连山局部生态环境破坏越来越严重。

近几十年来,祁连山区升温幅度明显高于全国平均水平,蒸发量增加;直接导致冰川融化速度加快,冰川和积雪面积减少,雪线上升,局部地区的雪线以年均 2 米至 6.5 米的速度上升,幅度达 100 米至 140 米。这预示着“祁连山面积两平方公里左右的小冰川,或将在 2050 年左右基本消失”。祁连山的高山融雪养育着沿山而居的众多群众,对祁连山脉生态系统、水资源具有十分重要的现实意义^[4]。

3 人工增雨在祁连山抗旱减灾中的作用及运用

人工增雨作业在水源涵养、保护生态屏障功能、防御农业灾害等方面均起到重要作用。结合祁连山区空中云水资源总量以及水汽总量丰沛、云系降水效率低于 10% 等特点,人工增雨作业已成为开发空中云水资源以及缓解水资源短缺的重要方式。其中,西北区域人工影响天气能力建设工程内容如下:建立飞机和地面作业、作业保障和指挥、观测、试验示范、技术支撑等构成的人影作业体系,为国家西北区域生态安全、山区冰川、流域来水、抗旱救灾、森林防火等提供有效保障。主要建设内容包括飞机作业能力建设、飞机作业保障基地建设、人影作业指挥业务系统建设、地面人影作业能力建设、观测系统建设、效果检验外场试验区建设 6 个方面。

2017 年,在国家的大力支持下,我国西北地区不断加强人工影响的天气作业能力建设,甘肃省以及青海省气象部门结合祁连山生态保护的实际需求,构建了空地一体化人工增雨作业体系,积极开展祁连山地形云人工增雨观测试验以及作业。

2019 年,通过实施人工增雨(雪)作业在内的综合生态保护以及治理方式,祁连山区植被覆盖度较前期有所上升,生长季大多数植被生态质量指数要较 2000 年~2017 年同期平均值高 10%。祁连山区积雪总面积比历年同期增加 25.77%。

2020 年,在中央财政的支持下,中国气象局对祁连山人工增雨(雪)作业追加 2000 万元专项投入,促

使祁连山人工影响天气作业能力不断增强,作业规模越来越大。现阶段,祁连山区已经设置了地面人工影响天气作业点 230 个,配备了 72 门作业高炮、95 部火箭发射架以及 25 个地面烟炉,并且引入 3 架高性能人工影响天气作业飞机,每年都进行常态化飞机人工增雨雪作业。此外,还积极开展人工影响天气的气候背景条件分析、综合观测对比试验等研究试验工作,为祁连山抗旱减灾、改善生态环境提供重要支撑。

近年来,甘肃省一直着力优化祁连山生态修复型人工影响天气监测网络布局,适量布设具备风向、风速和上升气流探测能力、可远程智能遥控的地面催化剂发生器系统,构建空地一体化人工增雨(雪)作业体系。建立祁连山生态保护区云场和云宏观、微观结构条件预报系统及播云过程、作业效果模拟系统,并针对重点季节开展常态化生态修复型人工增雨(雪)作业。

2020 年,祁连山地区人工增雨(雪)共增加降水约 7.07 亿立方米。2021 年 4 月到 6 月,甘肃省气象局开展了三次人工影响天气综合观测试验,在祁连山地区开展人工增雨作业 142 点次,有效改善了当地生态环境。此外,甘肃省还通过市县卫星遥感综合应用能力建设项目,积极进行祁连山积雪、植被以及大型水体的遥感监测工作,并且还时常定期发布遥感监测生态公报,为祁连山生态保护以及治理给予了可靠的数据支撑。

4 祁连山开展人工增雨作业的发展建议

4.1 密切监测天气,科学实施作业

青海、甘肃省气象部门要积极组织对祁连山地区开展地面基准气候观测、飞机探测、遥感观测、生态观测、大气成分观测等立体化全方位生态气候监测业务,建立完善的监测评估体系。通过密切监测祁连山气候变化,一旦找到具有降水潜力的云应及时对气候变化情况进行科学分析,判断人工影响作业目标是否合适。通过人工影响天气作业指挥中心对作业条件和潜力的评估,制定人工影响天气工作方案,包括催化时机、催化器、催化部分、作业工具等内容,同时还需要申请作业空域,科学实施人工增雨(雪)作业^[5]。

4.2 完善人工影响天气工作机制

祁连山作为我国特别重要的水源补给区之一,干旱逐步成为当前影响当地生态环境、水源涵养以及农业经济发展的重要因素。因此,青海、甘肃两省政府单位均要高度重视祁连山抗旱减灾工作的开展,相关

部门要充分地认识到人工增雨作业开展的重要意义,要加强组织领导,建立健全有效的工作协调机制,对工作任务以及职责要明确划分,严格执行好各项措施,保障人工增雨天气工作的顺利开展。各级气象部门要加强对人工增雨作业实施的认识,建立人工增雨常态化工作机制不断完善作业流程,总结人工增雨作业经验,把人工影响天气业务当作防御干旱灾害、涵养祁连山水源、保护生态环境的关键举措,提升祁连山区空中云水资源的开发利用效益。

4.3 加强人工影响天气作业安全管理

要加强祁连山地区人工增雨(雪)天气作业安全管理,要配合相关部门将人工影响天气作业单位信息录入民爆信息系统,加强人工影响天气作业装备安全管理,依法审批许可弹药购买、运输,实行民爆专库存储,严格流向信息登记制度,要实施空域申请、作业安全保卫以及作业站点巡查等工作制度,最大程度地消除安全隐患。在作业中必须要遵照安全以及规范的原则,把安全作业摆在第一位。对于人工影响天气作业中可能出现的突发状况要提前做好应急预案,确保祁连山区人工影响天气作业的安全、有序开展。

4.4 加大人工影响天气作业经费投入力度

对于祁连山区近年来气温大幅上升、干旱发生频率高,冰川以及积雪面积不断减少,积雪消融加快、水资源比较短缺的现状,应不断加大对这项工作的投入力度,要将人工影响天气作业所需经费积极纳入财政预算中来,构建稳定的、长效的投入机制。利用专款资金,继续增加基础设施建设、人员队伍建设以及科技力量支撑等方面的经费投入,更高效、高质量地开展祁连山区人工影响天气工作。

4.5 提高人工增雨作业的技术含量

气象部门要不断优化祁连山地区高炮、烟炉、火箭、飞机等作业场地布局,依托各级各类规划项目,大力推进祁连山地区人工增雨作业点规范化、标准化建设。此外,在现有人工增雨作业技术及相关作业设备设施的基础上,逐步加强祁连山人工增雨作业潜力的研究。积极探索无人机实施人工增雨作业的新方式、新手段,在提升人工天气作业安全性的同时,不断提升飞机探测人工增雨作业水平。

此外,要加大开放合作力度,组建多部门、多层次参与的人工影响天气创新团队,建立完善的人工影响天气技术创新体系,支持人工影响天气业务应用研究。要不断完善祁连山云水资源评价、人工增雨作业

条件监测预报、作业效果检查和评价,尽可能地提升祁连山云人工增雨作业技术含量。

4.6 加强人工增雨作业队伍培训

为提高人工影响天气工作水平,各级气象部门还应加强人工影响天气操作人员的培训。在培训实践过程中,可以通过理论讲解和实际操作的方式来培训,培训内容不但涵盖人工增雨作业条件分析、作业原理、性能、安全作业规程、人影法规等理论知识,还需要进行安全作业技术、作业系统故障的应急处理方法、作业设备的维护和保障措施等实操演练。通过人工增雨作业的培训,使人工天气作业队伍能够全面掌握人工天气作业技能,提高人工天气作业队伍的安全意识以及作业技术能力,促进人工增雨作业的高效、安全开展。

5 结语

总之,全球气候变暖,祁连山区气温大幅攀升,冰川面积逐步缩小,保护区生态系统脆弱性越来越显著,水资源短缺问题也逐渐显现。所以,科学开发祁连山空中云水资源,在适宜的气象条件下促进云雨转化,增加区域降水量,弥补地表水不足,对祁连山脉生态系统、水资源具有十分重要的现实意义。近年来人工增雨作业在祁连山抗旱减灾、生态修复的应用效果十分显著。为了更好地发挥人工增雨的作用,青海、甘肃相关气象部门今后还需结合祁连山天气实际情况以及当地经济发展需求,不断加强祁连山人工作业试验工作,加大资金、技术、人力等资源的投入力度,为提升人工增雨作业应用效果、保护祁连山生态环境提供强有力的技术支撑。

参考文献:

- [1] 李光友. 人工影响天气在气象防灾减灾中的应用研究[J]. 黑龙江粮食, 2021(06):107-108.
- [2] 苏亚乔, 张武, 宋琦明, 等. 甘肃中部地区人工增雨适宜条件分析[J]. 兰州大学学报, 2019, 55(06):764-774, 780.
- [3] 李家叶, 李铁键, 王光谦, 等. 空中水资源及其降水转化分析[J]. 科学通报, 2018, 63(26):120-131.
- [4] 张强, 孙昭萱, 陈丽华, 等. 祁连山空中云水资源开发利用研究综述[J]. 干旱区地理, 2009, 32(03):381-390.
- [5] 张良, 张强, 冯建英, 等. 祁连山地区大气水循环研究(I): 空中水汽输送年际变化分析[J]. 冰川冻土, 2014, 36(05):1079-1091.