

Investigation the Rational Development and Utilization Cloud Water Resources of Altay Mountains

Huan Li^{1,2}, Zhiqiang Xu³, Shuxiao Li², Haihua Li^{1,4}, Erxun Tu², Lafuhan Ta²

¹Institute of Desert Meteorology, China Meteorological Administration, Altay Xinjiang

²Habahe Meteorological Bureau, Habahe Xinjiang

³Jimunai Meteorological Bureau, Jimunai Xinjiang

⁴Altay Meteorological Bureau, Altay Xinjiang

Email: hbhqxjlh@sina.com

Received: Jul. 7th, 2017; accepted: Jul. 22nd, 2017; published: Jul. 25th, 2017

Abstract

Under the background of global warming, weather modification technology is frequently used. For example, artificial rainfall operations can increase rainfall, mitigate droughts, and reduce airborne particles, so it is paid more attention than before. According to implements of weather modification projects and geographical & climatic conditions of Altay regions, in this paper, we discuss the necessity and feasibility of development and utilization of Altay mountains' cloud water resources and propose the corresponding implementation measures. Our aim is to provide a guide for designing artificial weather modification operations and a favorable scientific basis for making the right decisions by the government on these operations.

Keywords

Cloud Water Resources, Necessity, Feasibility, Altay Mountains

合理开发利用阿尔泰山空中云水资源的探讨

李 焕^{1,2}, 胥执强³, 李书啸², 李海花^{1,4}, 吐尔逊², 塔拉甫汗²

¹中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所, 新疆 阿勒泰

²哈巴河县气象局, 新疆 哈巴河

³吉木乃县气象局, 新疆 吉木乃

⁴阿勒泰地区气象局, 新疆 阿勒泰

Email: hbhqxjlh@sina.com

收稿日期: 2017年7月7日; 录用日期: 2017年7月22日; 发布日期: 2017年7月25日

摘要

随着全球变暖等气候问题的发展,人工影响天气技术被频繁运用,比如通过人工降雨来增加降雨量,缓解温度上升带来的干旱问题;利用人工增雨降低都市空气可吸入颗粒物等,越来越被人民所重视。根据人工影响天气工作积累的资料和阿勒泰地区地理、气候条件,探讨开发利用阿尔泰山空中云水资源的必要性和可行性,提出了进一步加大开发利用阿尔泰山空中云水资源的措施和实施方案,旨在对人工影响天气的业务建设提供参考依据,更好地为领导做出正确的决策及我区尽快实施人工增水工程提供有利的科学依据。

关键词

云水资源, 必要性, 可行性, 阿尔泰山

Copyright © 2017 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

1. 引言

影响和控制天气是人类长期追求并为之奋斗的目标,也是迄今世界上难度比较大的科学问题之一。自上个世纪40年代美国科学家根据“贝吉龙效应”进行的第一次人工增雪试验成功以来,人工影响天气已走过了半个多世纪的历程,并取得了可喜的成果和长足的发展,为21世纪这一领域取得更大的突破奠定了坚实的科学基础。人工影响天气工作越来越被重视,不少学者在这方面进行了大量研究,郭洪权等[1]对市县级人工影响天气工作发展进行了研究,沈鹰[2]分析了云南人工增雨开发空中水资源探讨,吴志会等[3]对不同降水天气系统自然降水特征及火箭人工增雨潜力进行了分析,瓦黑提,施文全[4]对在天山南坡人工增水可行性进行了初步分析,施文全,王红岩等[5]对吐鲁番山区人工增水作业效果进行了统计分析,高子毅,张建新等[6]对新疆天山山区人工增雨试验效果进行了评价分析,但对阿尔泰山人工增水方面的文献资料未见报道。本文通过对阿尔泰山空中云水资源合理开发利用进行探讨分析,对提高农牧民收入、保持社会政治稳定,促进区域内社会经济和生态环境的可持续发展、实现人与自然和谐相处等方面有着十分重要的意义。

阿勒泰地区位于新疆北部,阿尔泰山南麓,总面积11.79万平方公里,阿尔泰山自西北向东南横贯全区。阿勒泰地区地处亚欧大陆腹地,远离海洋,属于中温带大陆性干旱气候区,多年平均降水量为200mm,山区500~800mm,降水分布不均匀,自然降水转化率低。

随着全球气候变暖和人类活动的影响,山区雪线上升,冰川消退,河川径流减少,同时近年来,阿勒泰地区配合实施国家发展战略方案,即“引额济乌”、“引额济克”等调水工程,现在每年外调水量已达到8亿立方米,调水工程后期还将引水至东疆哈密,预计年调水量将达到25亿立方米,由此带来的一系列的影响,两河流域年径流量明显下降,水源涵养功能下降;草场退化,产草量急剧下降;土地沙化、河谷林减少等,严重影响了阿勒泰地区的农牧业经济发展。如果没有有效的措施进行预防,生态影响将会更加明显。为了保证阿勒泰地区生态环境的可持续发展,牧民定居奔小康的目标,水资源的可持续利用已成为当前迫切需要解决的突出问题。

2. 开发利用空中云水资源的必要性

2.1. 生态建设

在《全国主体功能区规划》中将“阿尔泰山地森林草原生态功能区”列入全国 25 个重点生态功能区之一，阿勒泰作为新疆生态安全“三屏两圈”的门户，是保障国家生态安全的重要区域，因此阿勒泰地区的生态建设成为当前的重点。

湿地被誉为“地球之肾”，在水源涵养和生态保护方面都能发挥巨大功效。阿勒泰地区较大面积湿地有 36 处，包括 7 个湿地公园(其中 5 个为国家级湿地公园)和 5 个湿地类型自然保护区，湿地总面积 615.9 万亩，占全疆湿地总面积的 10.4%。多年来由于气候变化影响、过度放牧、水资源的不合理利用等影响了湿地原有的生态环境，使其呈现出日益恶化的现象。生态环境保护及社会经济发展之间的矛盾日益加剧，已成为制约阿勒泰地区经济和社会发展的的重要因素。

阿勒泰地区深居欧亚大陆腹地、远离海洋、降雨分布不均匀、气候干旱、生态系统脆弱，一旦受到破坏就有可能产生难以修复甚至不可逆转的严重后果。

2.2. 水资源安全

阿勒泰地区共有大、中、小型水库 81 座，总库容 36 亿立方米(其中含喀腊塑克水库 25 亿立方米库容)，灌溉面积 341.4 万亩。但由于大部分是平原水库，渗漏蒸发损失大，造成水资源利用效率低。阿勒泰地区虽然水资源较为丰富，但时空分布极不均衡，径流年际变化大。丰水期河川径流大，水资源大量外流，而枯水期水库总蓄水量较少，调节能力弱，既要保证当地用水充足，又需满足调水工程的引水量，因此在枯水期出现用水紧缺现象，也因为缺水而造成耕地大面积弃耕。根据调水工程规划，截止 2013 年底额尔齐斯河每年调水 8 亿立方米，根据后期建设需求，仍将加大调水力度，进一步满足疆内用水，预计到 2030 年将达到 25 亿立方米，超过了江河调水的安全红线 20%，这为后期流域内的生态安全埋下严重隐患，一旦遇到阿勒泰地区大旱之年，特别是如果没有科学合理的预防措施，势必会严重影响到调水工程的调水力度，以及国际河流分水的水资源安全问题。

2.3. 森林防火

目前阿勒泰地区森林覆盖度达到了 13.2%，林区山高路险、地处边境，火灾隐患突出，森林保护难度大。一旦出现火灾，救火能力明显受到限制，因此实行人影作业，一方面为山区森林增加湿度，加强水源涵养功能；另一方面，森林火灾发生时，人影作业能快速有效的灭火，大大减少火灾带来的损失。

2.4. 冰雹防御

随着全球气温增高，阿勒泰地区的冰雹天气呈现多发态势，给社会经济尤其是农业生产造成极大损失。阿勒泰地区冰雹多发在福海县、吉木乃县、青河县及山区一带，而平原冰雹高发区多为农业种植区，一旦冰雹袭击，农业损失惨重，因此通过人影作业进行消雹，能有效减轻冰雹造成的损失。

3. 开发利用空中云水资源的可行性

3.1. 云水资源分析

阿勒泰地区山地面积约占总土地面积的 30%，却分布了 80%的水系，因此山区是阿勒泰地区水资源的主要来源，同时山区云量丰富，也是阿勒泰地区实施人工增水的关键地区。阿勒泰地区处于阿尔泰山脉迎风坡，全国天气的上游，天气过程频繁，据统计平均每 5 天西风带上就有一次天气系统影响阿勒泰地区，大量云水资源从空中经过，同时从阿勒泰地区冬、夏季多年大降水日数分布(图 1、图 2)来看，阿

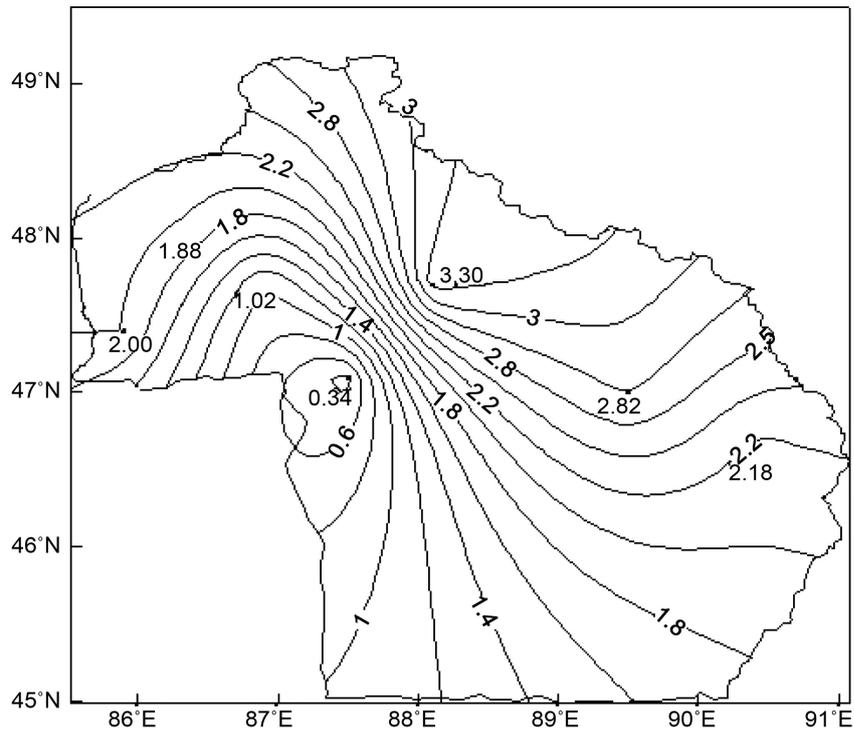


Figure 1. Average daily distribution of annual snowfall in winter in Altay area
图 1. 阿勒泰地区冬季大雪年平均日数分布图

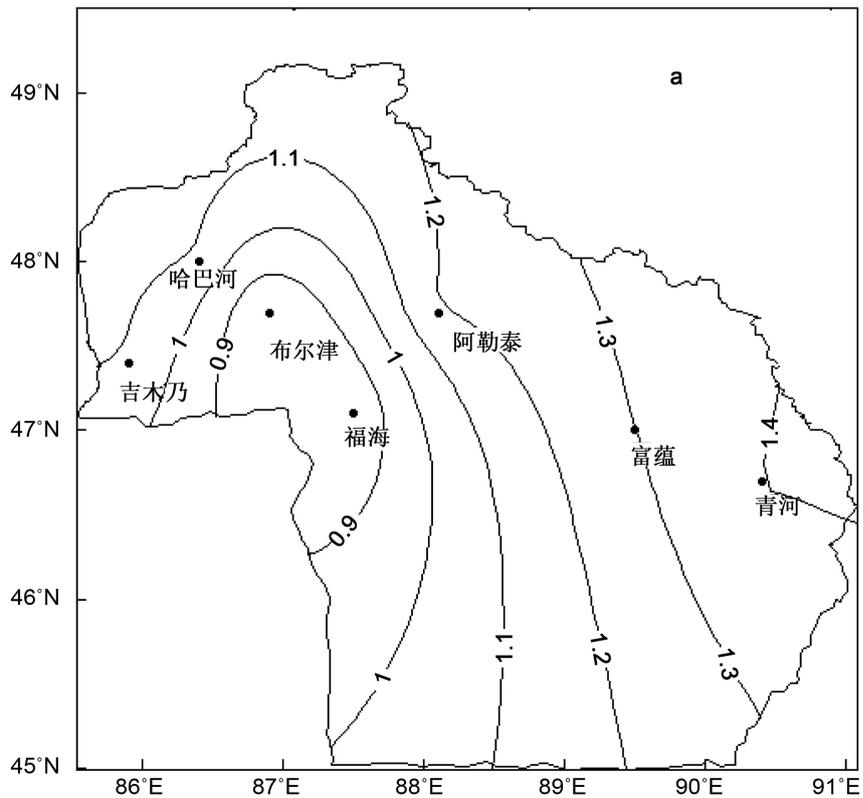


Figure 2. Average daily distribution of summer precipitation in Altay area
图 2. 阿勒泰地区夏季大降水平均日数分布图

尔泰山和萨吾尔山是出现大降水频率最高的地区，这种得天独厚的地形、地貌特征，丰富的空中云水资源，为开展大范围人影作业提供了优势条件。

3.2. 水汽条件分析

新疆水资源的一个显著特点是依赖山区大气降水，而新疆山地降水量占全疆降水总量的 84%。新疆水汽来源主要依靠西风环流携带来自大西洋和欧亚大陆蒸散水汽，同时，南面印度洋孟加拉湾、阿拉伯海的水汽输送受青藏高原地形抬升作用在高原东部、中部以及西部上空聚集成 3 个水汽输送中心，青藏高原夏季丰富的水汽在有利的天气形势下继续进入新疆，经计算每年平均约有 1169 亿吨空中水汽从青藏高原上空流入新疆，其中 80% 都流经阿勒泰，空中水汽资源非常丰富。阿勒泰地区位于全国天气系统上游，水汽路径有三条，主要为大西洋水汽经纬向西风环流进入阿勒泰的偏西路径，其次是来自阿拉伯海北上的水汽通过接力输送的方式到达阿勒泰地区的偏南气流，最后是孟加拉湾的水汽由青藏高原东部经青海、甘肃河西走廊向西到达阿勒泰东部地区的偏东路径(图 3)。阿勒泰地区位于阿尔泰山系南坡，是西风气流的迎风坡，有利于空中水汽汇集和气流抬升而形成降水。据研究未来阿勒泰地区降水有增多趋势，夏季、冬季降水增加趋势显著，可降水量自山区外围向山区中心递增，降水量的大值区与可降水量的大值区对应，这为人工增水提供了良好的水汽条件。

统计计算表明，每年流经阿勒泰地区上空的水汽量加上本地蒸发气态水总计达到 1550 亿立方米(图 4)，年平均净水汽收入量占新疆的 31%，而形成的有效降水只有 180 亿立方米，空中水资源转化率只有 11.6%，低于西北地区 15.4% 的平均水平，而且远低于全国 34% 的平均转化率，可见空中水资源量相当丰富。同时，阿勒泰地区空气干净，API(空气污染指数)为 39，全年空气质量均达到国家一级标准，特别是山区人类活动少，海拔高，高空空气更加清洁，远远达不到能够产生最大降水所需要的冰晶浓度 125 个/升，云水资源丰富，但缺少凝结核，空中水汽转化为自然降水的比率很低，通过人工播撒催化剂来促使云水转化为降水的可能性极大，在本地实施人工增水工程潜力巨大，效果将会更加显著。

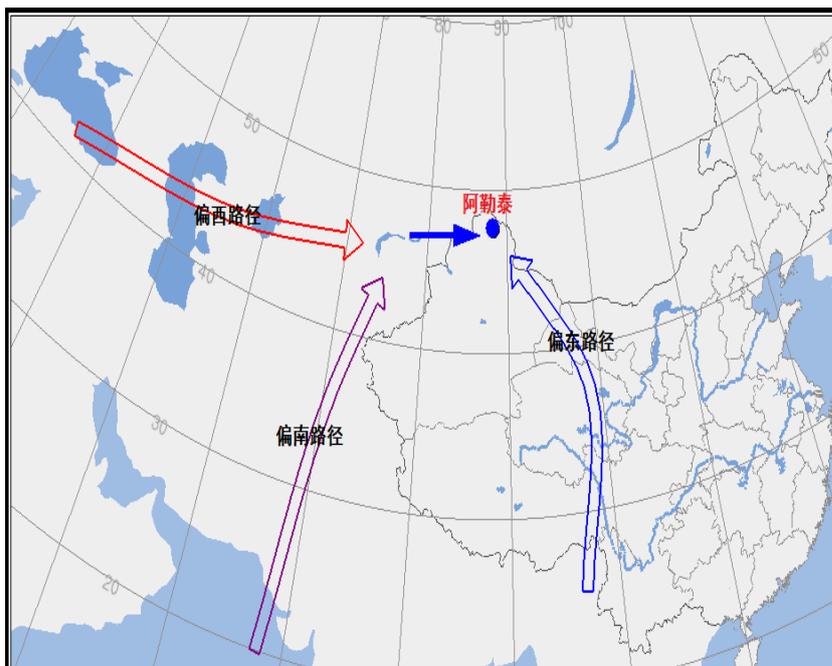


Figure 3. The clouding path for transmit in Altay area

图 3. 阿勒泰地区水汽路径输送图

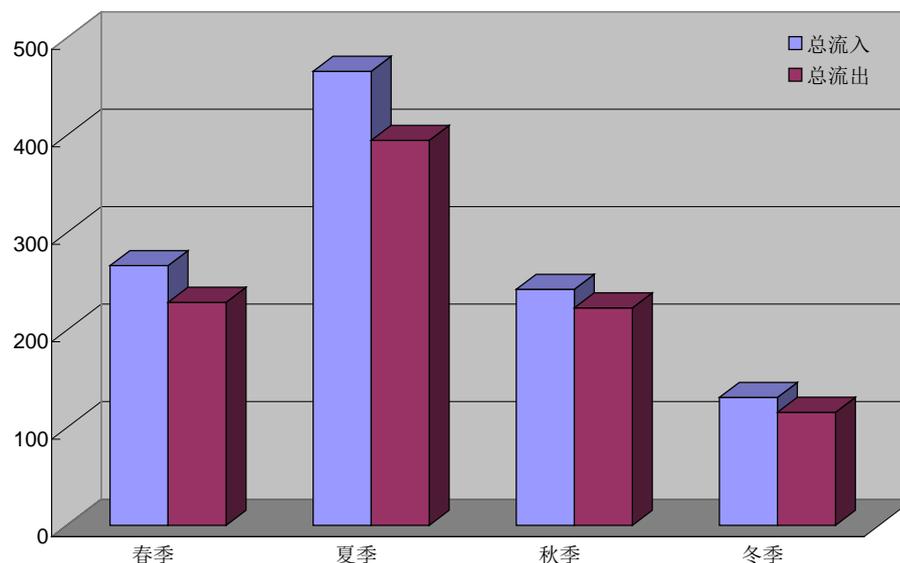


Figure 4. Clouding for the total amount of annual variation in air in Alty

图 4. 空中流经阿勒泰地区水汽总量年变化

3.3. 地理条件分析

由于阿勒泰地区边境线长达 1175 公里，主要增水区在山区，严重制约边境沿线开展大规模的飞机增水作业，但是小飞机增水作业完全可以符合飞行增水要求，因而在阿尔泰山区采用无人飞机、移动火箭和碘化银烟炉联合作业的模式，更能方便有效的增加山区的可降水量。随着阿勒泰进入一个温暖气候阶段，增湿趋势显著，人工增水的自然条件更为适宜，应充分利用这一有利形势，及时开展大规模山区人工增水作业，可以取得更好的人工增水作业效果，使人工增水作业达到更佳的经济效益。

3.4. 气象灾害防御分析

阿勒泰地区冰雹 5~8 月多发，持续时间一般在 10 分钟以内，多发生在福海县、吉木乃县、青河县及山区一带，而平原冰雹高发区多为农业种植区，一旦冰雹袭击，农业损失惨重。如 2006 年 7 月 17 日，福海县喀拉玛盖乡，1049.9 公顷农作物受冰雹灾害，直接经济损失 648 万元；2004 年 7 月 1 日萨吾尔山区，吉木乃县和 186 团场遭受冰雹和大风袭击，冰雹持续时间达 10 分钟，最大直径 21 mm，局部积雹厚度达 7 cm，直接经济损失 2159 万元，给阿勒泰地区国民经济、社会稳定以及人民群众生命财产安全带来极大损害。

随着阿勒泰地区成为新疆生态安全“三屏两圈”的门户，打造新疆会客厅的高标准定位，本地的农牧业生产结构、旅游业、特色林果业等产业得到了迅速发展，其基础设施和高投入、高产出越来越受自然环境的制约，气象灾害对本地的经济造成的损失绝对数额也越来越大，阿勒泰地区农牧业生产防灾减灾的任务艰巨。

4. 阿勒泰地区人影作业现状

阿勒泰地区的人影工作起步晚，受地区经济发展落后的影响，发展迟缓，不仅规模小、而且专业队伍水平低，人影作业水平远落后于全疆平均水平。自“7·18”人影工程实施以后，阿勒泰地区已建成气象(雨量)监测自动站 134 个，人影火箭移动作业设备 31 套、固定作业设备 7 套、“三七”高炮 6 门、人影专用车 21 辆、人影作业人员 30 余人、人影小型数字指挥雷达 3 部。在法规体系、基础设施、技术装备、业务技术、人才队伍等方面都取得了长足的发展，人影技术装备、作业能力不断增强。《新疆维吾尔

尔自治区人工影响天气管理条例》和其他一系列规章制度的出台为阿勒泰地区人影业务的健康发展提供了有力的法规和政策保障。目前,阿勒泰地、县基本建成了以政府主导,上级气象主管机构管理,本级气象机构实施和指导的管理体系,形成了上下联动、各方配合,齐抓共管的机制。全地区六县一市开展了人工增水和防雹作业,但在人影建设工程项目投入、人影作业开展等方面落后于全疆平均水平,尤其在人影地方机构、编制、经费建设方面,已经无法满足本地的经济建设需求和上级人影管理部门的工作要求,人工增水工作的长效机制并未形成。

5. 加大开发阿尔泰山空中云水资源的措施

加大开发和利用阿尔泰山空中云水资源的力度,首先要尽快实施人工增水工程,目前疆内的吐鲁番、哈密地区已开展人工增水工程,而云水资源得天独厚的阿勒泰地区在人工增水工程方面却已落后于上述地区,科学开发利用阿勒泰地区空中云水资源时不我待。利用阿勒泰地区两河源区域的自然地理、气候特点,进行阿勒泰地区两河源空中云水资源长期开发建设,实施阿勒泰地区两河源人工增水作业。合理安排阿勒泰地区两河源山区作业布局,配置先进的作业装备,形成覆盖两河水源地山区 1000~3000 米最佳增水作业区域,大幅提升阿勒泰地区人影作业能力。其次,是提高对增雨作业条件的把握能力,尤其要提高对雷达资料的应用能力,把握作业的最佳时机。再次,要继续加大地面增雨的作业能力。火箭增雨系统是实施地面作业的重要工具。37 mm 高炮具有机动性强,作业阵地易选定,发射速度快,射向方位大,可操作性强且火力集中,是火箭系统的辅助作业设备。地面作业是针对各种适宜增雨作业的云体和弥补飞机作业受限的空域,发射箭弹和炮弹进行催化以达到增雨的目的。根据阿尔泰山的地势地貌情况,降水天气过程特点,要达到最大控制催化影响范围,需要进行合理布局设点和科学的配置装备。同时应该继续加强飞机增雨和地面作业结合的增雨模式的研究,使飞机增雨和地面作业达到最佳效果。建立稳定的投入机制,确保每次作业的用弹量。利用区域气象站的资料,进行增雨作业的观测对比,积累资料,积极开展人工影响天气作业评估工作。反过来可以指导我们进行更科学的增雨作业。

6. 结束语

通过国内外实践与实施效果充分说明,广泛开展人工增水作业,合理开发利用空中云水资源,提高云水资源转化为降水的比率,从而增加山区自然降水量,增加山区积雪、冰川蓄积水源的绝对含量,间接增大河川径流,补充地下水,将会极大地缓解水资源短缺带来的压力。阿勒泰地区处于全国天气系统上游,空中水资源丰富,阿尔泰山的走向和过境天气系统的有利配置为人影工作开展提供了得天独厚的条件,因此人工增水作业还需要进一步加强,这不仅是农业抗旱和防雹减灾的需要,而且是保障水资源安全和生态建设等经济社会发展的需要。

基金项目

中国沙漠气象科学研究基金(Sqj2014004)资助。

参考文献 (References)

- [1] 郭洪权, 蒋枚峻, 曹江平, 等. 市县级人工影响天气工作发展研究[J]. 气候研究与应用, 2012, 32(S2): 34-35.
- [2] 沈鹰. 人工增雨开发空中水资源探讨[J]. 云南环境科学, 2002, 21(4): 16-18.
- [3] 吴志会, 段英, 张晶, 等. 不同降水天气系统自然降水特征及火箭人工增雨潜力分析[J]. 气象科技, 2005, 33(S1): 14-20.
- [4] 瓦黑提, 施文全. 在天山南坡人工增水可行性初步分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 1999(2): 28-29.
- [5] 施文全, 王红岩, 黄显金, 等. 吐鲁番山区人工增水作业效果的统计分析[J]. 新疆气象, 2002, (25)6: 28-30.
- [6] 高子毅, 张建新, 廖飞佳, 等. 新疆天山山区人工增雨试验效果评价[J]. 高原气象, 2005, 24(5): 734-740.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ccl@hanspub.org