

文章编号:1673-8411 (2015) 03-0064-04

地面碘化银烟炉在广西人工影响天气作业中的应用

戴玉珍¹, 曹江平², 王冀²

(1.桂林市人工影响天气办公室, 广西 桂林 541001; 2.广西区人工影响天气办公室, 南宁市 530022)

摘要:通过对广西人工影响天气工作发展的现状、规模及需求,从作业装备、作业方式、气候特征、地理环境等方面进行具体分析,得出结论:地面碘化银烟炉是对广西现有人工影响天气作业方式局限性的有效补充;新形势下,在广西利用地面碘化银烟炉进行人工增雨作业是必要的和可行的。同时,对桂林资源县十里平坦布设地面碘化银烟炉进行了可行性分析。

关键词:地面碘化银烟炉;人工增雨;应用;可行性

中图分类号:P481

文献标识码:A

Application of ground generator in Guangxi weather modification operation in

Dai Yu-zhen¹, Cao Jiang-ping², Wang Yi²

(1.Guilin artificial weather office, Guilin Guangxi, 541001; 2.Guangxi weather modification Office, Guangxi Nanning, 530022)

Abstract: According to the Guangxi artificial influence weather development present situation, scale and demand, from the aspects of equipment operation, operation mode, climate and geographical environment of specific analysis, pointed out: the ground silver iodide smoke furnace is the complement of Guangxi existing weather modification operations; under the new situation, in Guangxi by means of ground Silver iodide smoke furnace of enhancement of artificial rain operation is necessary and feasible. At the same time, makes feasibility analysis for layout of surface ground generator in Shilipingtang of Guilin Ziyuan County.

Keywords: Ground generator; artificial rainfall; application; feasibility

1 前言

广西地处祖国南疆,属低纬地区。四周多山,境内以丘陵山地为主。这种特殊的地理环境,与大气环流的共同作用,具有灾害频繁、旱涝突出的气候特征^[1]。目前广西人工影响天气作业主要是增雨防雹,通过利用现代科技,在一定的天气条件下,针对干旱、冰雹等灾害性天气实施局部有效干预,在保障地方经济社会发展、防御气象灾害过程中发挥了重要作用,也受到了社会各界的广泛关注。广西人工影响

天气作业的主要作业工具是使用飞机、火箭。这些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。因此发展不受空域限制、可自主指挥作业的人影作业工具很有必要^[2]。地面碘化银烟炉通过远程遥控点燃烟炉里安装的碘化银烟条,利用上升气流为载体入云催化,可作为飞机、火箭等作业工具的补充手段。它特别适合设置在航线密集区、山区或生活不便的地区,不受空域管制的限制,可以全天候、长时间、连续地进行人工增雨作业。

收稿日期:2015-05-16

作者简介:戴玉珍(1965-),女,湖南邵东人,高级工程师,从事人工影响天气管理工作。Email:glrenyingban@163.com

2 在广西设置地面燃烧炉用于人工增雨作业的需求分析

2.1 人工影响天气技术、装备发展现状

我区人工增雨防雹作业主采用飞机人工增雨作业和地面火箭人工增雨防雹作业。飞机人工增雨作业由自治区人影办组织实施,火箭人工增雨防雹作业由自治区人影办协调、预警、指挥,各市、县人影办组织实施。广西的人工影响天气技术已由过去依靠人工观云测天、采用“土火箭”、“37”高炮发射碘化银炮弹的作业方式,发展到目前利用气象卫星、多普勒天气雷达等先进探测手段,使用新型车载移动火箭方式开展作业的局面^[3]。2000年各市地方政府投入资金。为各基层人工影响天气办公室购置了车载式移动火箭和地面火箭发射架共154台;2010年5月

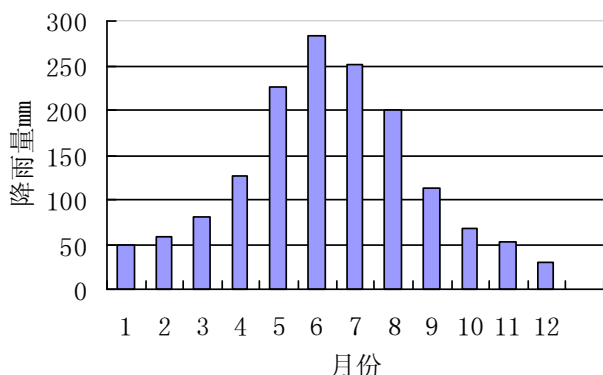


图1 1981–2010年广西逐月平均降水分布

自治区人民政府一次性投资1280万元为全区各级人工影响天气办公室新增车载移动式火箭发射系统80套,各作业单位新增火箭发射系统1套,全区市县级作业单位各有火箭发射装置达到3套,极大地增强了地面人工影响天气作业能力和作业综合效益,人工影响天气的社会影响力也不断提高,成为地方政府科学防灾减灾的重要手段之一。人工影响天气作业方式也从过去的应急性、分割化逐渐向常态化、集约化转变,作业服务从单一的抗旱减灾向云水资源开发、生态环境保护等多个领域拓展^[4]。

2.2 人工影响天气作业工具优缺点比较

目前,广西实施人工增雨的工具主要有飞机、火箭。飞机增雨指挥权在自治区人影指挥中心,市、县主要以火箭增雨为主。

飞机增雨直接将催化剂播撒到云中预定部位,且播撒均匀、覆盖范围较广,具有催化剂利用效率

高,机动性强,播撒面积大等优势。但是受飞行条件、飞机性能和空域等因素制约,还有对流云无法入云作业的缺点。

火箭适合于对流云增雨作业,但布点受航线限制,不能根据需要建立作业点;作业时空受限制,且射程不远,无法进行远程增雨作业。随着空中交通的繁荣发展,空域日趋紧张,空域批复也越来越难,每次增雨作业批复的空域仅有5min,有时仅有2~3min,有很多时候,没有作业空域。作业时机与空域繁忙的冲突,造成空域批复困难,常常会错失最佳作业时机。火箭及弹药运输和平常储存需要较多的人力物力,作业成本比较高^[5]。

地面碘化银烟炉采用燃烧法,国内外已有许多成核率很高的燃烧溶液配方,一些厂家根据以上溶液配方,研制出适合各种作业工具的固体AgI烟条,普遍在国内山区地面碘化银烟炉人工增雨作业中使用。地面碘化银烟炉是一种全天候,不受空域限制,可自主科学布点和指挥,且投资较少的增雨作业工具。

2.3 广西降水资料分析

广西降水量季节分配不均,由于受冬夏季风交替影响,干湿季分明。对广西1981~2010年30年的降水资料进行统计分析,结果显示如(图1)。4~9月为雨季,总降水量占全年降水量的78%,强降水天气过程较频繁,容易发生洪涝灾害;10~翌年3月是干季,总降水量仅占全年降水量的22%,干燥少雨,易产生干旱进而引发森林火灾。因此,设置地面燃炉,自主实施人工增雨作业,可增加降水量,对防治干旱和抑制森林火灾有非常重要的作用^[6]。

2.4 地理环境的可行性分析

广西地处祖国南疆,属山地丘陵盆地地貌。位于东经104°28′至112°04′,北纬20°54′至26°23′,境内以丘陵山地为主。地势由西北向东南倾斜,四周多被山地、高原环绕,呈盆地状,桂东北、桂东、桂南沿江一带有大片谷地。仅海拔800米以上山地,面积约5.6万平方公里,占总面积的23.7%^[7]。而地面燃炉安装的必要地理条件为:海拔高度800米以上的迎风坡,从这方面来看广西的地理情况非常适合地面燃炉安装。

3 地面燃炉增雨(雪)的工作原理

3.1 催化剂核化温度的分析

目前使用的人工影响天气催化剂主要是以碘化

银为主的无机类人工冰核,碘化银核化的温度为 $-4\sim-20^{\circ}\text{C}$ ^[8],即在上述温度范围内成核率高、速度快。地面燃烧炉使用的烟条催化剂采用的是我国自行研制的 BR-91-Y 型高效 AgI 焰剂配方,在 $-7.5\sim-20^{\circ}\text{C}$ 范围内,1g 焰剂成核可高达 1.81015 个^[9]。

资源的十里平坦(东经 $110^{\circ}30'09''$,北纬 $26^{\circ}09'14''$),冬季平均气温较低,12 月雨量最少。以 2014 年 12 月为例,十里平坦最低气温平均为 -1.5°C ,最低温度低于 -4°C 的有 6 天。十里平坦海拔高度为 1770m,按照常用的 $0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 的温度垂直递减率计算, -10°C 层约为地面往上 1000m 左右,地形引起的微弱的上升气流,就可以将催化剂带入核化的云层高度,可以使催化剂核化效果更好,成核率更高。

3.2 催化剂扩散的分析

西安中天火箭技术有限公司的 ZY-2A 型地面燃烧炉,使用的是 BR-91-Y 型高效碘化银焰剂,焰剂燃烧产生含碘化银复合冰核气溶胶,具有很高的成核率,1g AgI 在 -10°C 条件下静态成核率可达 1.81015 个,在 -12°C 时 5min 核化率平均为 90%,利于在云中产生冰核。每支焰条的 AgI 含量为 7.5 g/支,每支焰条 -10°C 条件下静态成核可达 $7.51.81015$ 个^[10]。秦长学等曾计算了北京地面发生源扩散情况(见图 2)。计算中取高度 1000 m, X 轴上的分风速 $6\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,源的核生成率为 1.11012 个/s, y 轴和 z 轴方向上催化剂点浓度的均方差为 $0.27\times 0.91, 3.3110^{-4}\times 1.855$,云中冰核最佳浓度为 105 个/ m^3 ,图 2 中数值为扩散距离与最佳浓度相比得出的相对浓度^[11]。

由图 2 可以看出:在垂直方向上,扩散源放在 1000 m 的高度,可以产生厚度 1 km、长度 3 km 的高

浓度区,浓度值达 105 个/ m^3 以上^[12]。照此计算,在十里平坦 1770m 处燃放焰条,向上扩散后的高度可以达到 3000m 以上,足以达到云中催化剂核化的高度,较高浓度水平可达到 8km,方圆林区可以增加降雨(雪)量。

3.3 地面碘化银烟炉布置的地理因素考量

地面燃烧炉作为一种新型的人工增雨(雪)作业工具,具有作业成本低、不受空域限制、自主指挥作业等优点,备受社会各界的关注。因为是地面播云,烟炉作业点的布置选择相当重要,关系到能否将碘化银冰核输送到预想播云目标,是达到预想的增雨效果的关键。地面燃烧炉燃烧产生的碘化银烟粒,需要依赖上升气流的携带才能进入到 -4°C 以下温度的云层,起到增雨(雪)的作用。由于冬季大尺度天气系统的上升气流较小,难以及时将燃烧炉产生的碘化银烟粒送入作业云层,因此,需借助其他动力条件。若将地面燃烧炉设置在山脉迎风坡,被迎风坡抬升的气流可将催化剂送入云中^[13]。不同地形近地面局地环流是不相同的,在布置烟炉时应注意。我们在烟炉作业点的选择布置时应考虑以下几个方面:

首先要依据云资源条件选择布置区。因地形云形成与谷风盛行关系密切,原则上选择有利于地形云形成发展的山峰下方的山谷或河谷源区,以便有较多的播云机会。考虑到山区降水转换为地表水的能力,炉作业点应设置在海拔高度 800m 以上的山区。根据上世纪 80 年代初前苏联在中亚泽拉夫森山对地形云液水含量的分布研究认为:在山脊迎风侧 1~6 km 的低、中云中,含水量趋向山脊而增大^[14]。地面烟炉布置应距离盛行地形云的山峰不大于 5 km,以便 $1\sim 2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的谷风能在 1~1.5 h 内使催化剂送到

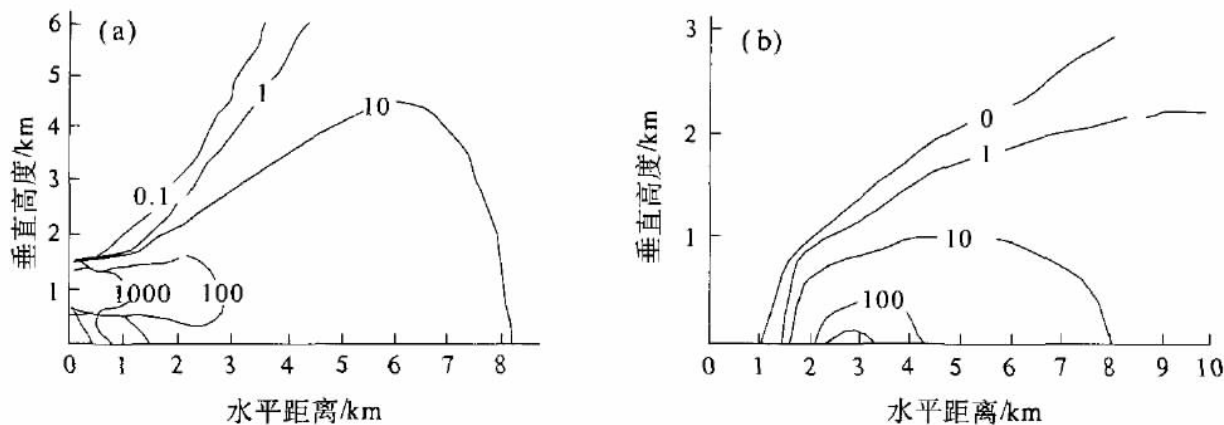


图 2 催化剂的垂直扩散(a)和水平扩散图(b)

期望播云高度 -5°C 的云层。

十里平坦位于资源县瓜里乡和车田苗族乡接壤处的金紫山上, 海拔 1770m, 金紫山是南北方向绵延不断的一座高山丘陵。属亚热带季风湿润气候, 由于地形地貌的关系, 具有明显的山地气候特征。局部小气候复杂多样, 冷暖气流流动几乎无阻隔, 时常形成大风, 年平均风速约 $7\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 极端最低气温为 -7.5°C , 利于碘化银的核化及扩散。11 月底~翌年 3 月空气湿度大, 一般达 70%~98%, 云水资源丰富, 在此布设地面碘化银烟炉将非常有利于人工影响天气的增雨作业。

4 设备的选择

广西自治区人影办选择的是西安中天火箭技术有限公司自主开发研制的 ZY-2A 远程遥控地面焰条播撒系统。该系统采用预置焰条, 利用手机短信进行远程数据采集, 通过计算机进行远程控制, 实现了焰条的遥控检测、点火和烟雾的自动播撒, 其程控距离不受限制, 通讯信号覆盖的区域均可使用, 主要解决山区及交通不便地区的增雨、增雪、防雹作业的需求^[15]。

该系统由地面播撒装置、地面焰条、点火控制器、控制软件四部分组成。地面播撒装置为户外固定设备, 地面焰条提前放置在地面播撒装置内, 在具备气象条件的情况下, 通过室内计算机软件发出检测、点火信号, 点燃焰条, 烟雾在播撒装置的导引下, 上升到高空, 随着空中上升气流进入云层, 进行增雨、防雹作业。同时该系统可分体运输, 最大重量 50kg, 最大外形尺寸 1435mm×900mm, 方便运输。该系统在广西的布设, 将为广西人工影响天气作业添加新成员, 进一步提升广西人工影响天气作业能力。

5 总结

地面燃烧炉作为一种新型的人工增雨(雪)作业工具, 具有作业成本低、不受空域限制、自主指挥作业等优点。地面碘化银烟炉是飞机、火箭等增雨(雪)作业工具的有效补充手段。为了满足防灾减灾、缓解水资源短缺、改善生态环境等多目标、多功能的需要, 必须增加人工影响天气作业方式, 提升人工影响天气作业能力, 最大限度地满足全区经济社会发展的需要。

十里平坦作业点地形、云体结构及风力资源都有利于使用地面碘化银烟炉进行人工增雨作业, 配合现有的火箭增雨效果会更为理想。冬季实施地面燃烧炉增雨(雪)作业, 能够适时灵活增加降水, 对减少干旱及林场的森林防火的发生, 具有明显的实用性及良好的社会效益。

参考文献:

- [1] 黄肖寒, 黄冬梅. 广西农业气象灾害灾情统计特征与灰色关联分析 [J]. 气象研究与应用, 2014, 35 (1): 67-70+90.
- [2] 吴兑. 关于人工增雨的一些国内外概况 [J]. 广东气象, 2005, 01: 25-29.
- [3] 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]. 气象研究与应用, 2011, S2-0134-0
- [4] 国家发展改革委, 中国气象局. 全国人工影响天气发展规划 (2014-2020 年) [R]. 2014, 12: 1-2.
- [5] 徐冬英. 火箭人工增雨作业中应注意的一些技术问题 [J]. 气象研究与应用, 2014, 35 (3): 85-89.
- [6] 覃卫坚, 李耀先, 廖雪萍. 广西热带气旋的暴雨统计分析 & 数值模拟 [J]. 气象研究与应用, 2013, 34 (1): 1-6+109.
- [7] 廖雪萍, 范万新, 陆芳华, 覃卫坚, 蒋珍姣. 灾害性天气对广西森林生态旅游的影响评估 [J]. 气象研究与应用, 2008, 29 (3): 21-23.
- [8] 陈安世, 唐新, 吕抒航. 火箭防雹技术探讨及研究 [J]. 气象研究与应用, 2014, 35 (3): 82-84+99.
- [9] 游积平, 冯永基. 广东省人工增雨作业指挥系统的设计 [J]. 广东气象, 2006, 01: 57-59+65.
- [10] 王以琳, 余康元, 姚展予. 高炮人工增雨催化区的探讨 [J]. 气候与环境研究, 2010, (1): 45-52.
- [11] 秦长学, 杨道侠, 金永利. 碘化银地面发生器增雨(雪)作业可行性及作业时机选择 [J]. 气象科技, 2003, (3): 174-178.
- [12] 杨洁帆, 雷恒池. AgI 焰剂对层状云催化的数值模拟研究 [J]. 气候与环境研究, 2010, (6): 705-717.
- [13] 王志春, 宋丽莉, 何秋生, 刘荣, 叶燕翔. 风速随高度变化的曲线拟合 [J]. 广东气象, 2007, (1): 13-15.
- [14] 王文新, 张建新, 廖飞佳, 瓦黑提, 魏旭辉. 地面碘化银烟炉在山区人工增雨中的应用 [J]. 新疆气象, 2004, (3): 25-27.
- [15] 西安中天火箭技术有限公司. ZY-2A 远程遥控地面播撒系统简介 [Z]. 2014: 1-2.