

成都市地面碘化银发生器作业网建设概况

祁红彦, 刘立兵, 韦巍, 闫军

(成都市气象局, 四川 成都 610072)

摘要:重点介绍成都市地面碘化银发生器作业网建设背景和可行性,并结合地面碘化银发生器人工引晶催化原理,讨论地理地形和气象因素对地面碘化银发生器作业点选址的影响。在此基础上,制定作业点基础设施和附属配套建设标准,为地面碘化银发生器作业点规范化建设提供支持。最后,按照“先大后小”的科学作业原则,分析利用多种气象资料建立成都市地面碘化银发生器作业时机流程模式。

关键词:地面碘化银发生器;选址;基础设施;作业时机

1 建站背景

随着成都市社会经济的快速发展,人工影响天气作业行为越来越多地受到政府和社会各界的重视,主要体验在通过人影作业提高降水量进而改善环境空气质量^[1]。人工影响天气的作业工具主要有高炮、火箭、增雨飞机和地面碘化银发生器。高炮主要针对冰雹云进行消雹作业,作业点通常位于有较大价值的农作物或经济作物周围,以防止受到强对流冰雹灾害天气的影响;火箭车具有机动性的优势,在重大社会活动气象保障中应用较多;增雨飞机作业影响面积大,机动性强且对催化剂的利用效率高,但易受气象条件影响而不能按需作业。上述3种作业工具作业时均需要得到当地空域管制部门的批准,在实践活动中易错失最佳作业时机,而地面碘化银发生器作业一种新型的作业工具,可以不受空域的限制,但需要借助抬升气流把燃烧后的碘化银人工冰核输送到空中云水资源密集区^[2]。

地面碘化银发生器从20世纪60年代起就在国外开始了试验性的增雨作业,但受人力成本和作业技术的影响发展缓慢。随着人工增雨催化理论的完善和作业技术的提高,地面碘化银发生器作业技术最近几年在中国已进入大范围的推广应用阶段,国内多个省(市)已开展了试验性或业务性的人工增雨作业,丰富了人影作业工具,扩大人影作业规模,取得较好的经济和社会效益^[3]。

成都市位于青藏高原东部向四川盆地的过渡地带,介于102°54'E-104°53'E, 30°05'N-31°26'N,其西部为纵贯南北的龙门山脉,东靠龙泉山脉,海拔最高处为大邑的大雪塘峰,为5364 m,最低处为金堂县的云合乡河谷,海拔为387 m,西部龙门山脉平均海拔在1200 m以上,地势为西北高-东高低。西部龙门山区在11月至次年3月中旬的月平均气温在0℃以下,且

成都处于孟加拉湾水汽向北输送的重要通道,空中云水资源丰富^[4-5],有利的地形和气候资源使得在成都市西部龙门山脉一线布设地面碘化银发生器作业点,在有降水条件的典型天气过程中,开展地形云人工增雪作业,可扩大成都市人影作业区域,增加降雨(雪)量,有效改善空气质量,提高降水效率。

2 站点选址

地面碘化银发生器工作原理是通过上升气流把燃烧后的碘化银人工凝结核输送到空中云水资源密集区,对过冷水进行引晶催化,使小水滴在云中的凝结或凝华增长往返多次,直至降落地表面形成有效降水。气流受地形强迫抬升作用影响,在翻越山脉时通常产生大范围的上升运动,如果空中有丰富的云水资源而缺乏足够的凝结核,通过在地面科学合理地布置地面碘化银发生器作业点进行人工催化,可有效开发空中水资源,因此地面碘化银发生器作业点的选择必须考虑地理地形和主要气象因子。

地面碘化银发生器作业点设置在海拔高度1200 m以上的山区,以便抬升气流把燃烧后的碘化银人工冰核输送到目标地形云内。另外,山区的海拔越高,温度越低,有利于提高碘化银粒子的成核效率。

作业点作业时的近地面主导风向与山势坡向相近,坡度不大于30°,以便近地面风能把燃烧后的碘化银凝结核输送到高空过冷水含量密集区。

地面碘化银发生器作业点远离山体滑坡和泥石流区域,距居民生活区不低于2 km,又因是在山区作业,作业点布设时要适当兼顾作业点的交通、通讯和安防设施。

在作业季节,目标区云量覆盖范围广,云体深厚,即作业点一带的空中云水资源丰富;地面温度较低,高空催化作业层温度低至-5℃以下。

700 hPa 高空风速不宜太大,以便播撒的人工冰核有足够的时间核化生长,同时也要考虑高空风向对作业目标区的影响。

综合考虑上述因子,成都市地面碘化银发生器作业点布设如图 1 所示。

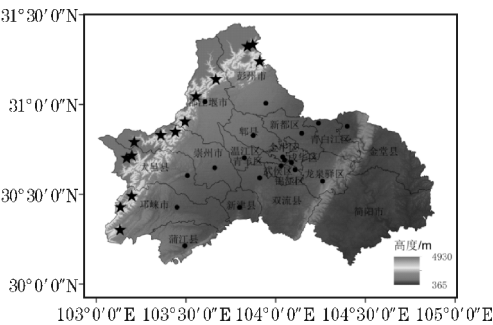


图1 成都市地面碘化银发生器作业点布网示意图
(★为地面碘化银发生器作业点)

3 作业点硬件建设

地面碘化银发生器作业点建设首先符合《人工影响天气管理条例》中有关人影作业环境保护法规的要求。

3.1 基础设施

根据地面碘化银发生器生产厂家提供的设备安装尺寸及配套要求,安装点面积为3×5 m²的平地,地面进行水泥硬化。炉体安装时各挖一个980 mm×400 mm×500 mm的深坑,两坑相距900 mm,坑的底部夯平,用混凝土浇筑厂家预制的地脚螺栓,高度距水平地面为100 mm的平台,以避免积水对设备的影响。在炉体周围挖1个400 mm×400 mm×500 mm的支撑杆基座和3个400 mm×400 mm×300 mm的拉线基座,每个基座中用混凝土浇筑预制的配套螺栓,拉线基座以支撑杆基座为中心,角度相距为120度,为稳固支撑杆,减少野外大风的影响,支撑杆及配套拉线附属设施如图2所示。

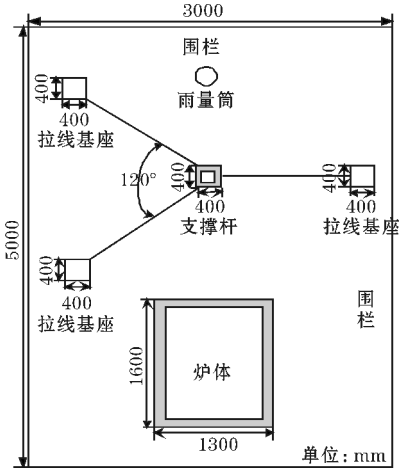


图2 地面碘化银发生器平面布置示意图

3.2 附属配套设施

地面碘化银发生器作业点采用围栏,栏高为1000 mm,栅栏间距为100 mm,栏门宽为800 mm,开关门时留出足够距离,避免对炉体更换烟条等维护设备时造成不便。围栏上安装白底黑字的警示牌,尺寸为600 mm×800 mm,警示语:人影气象设施受法律保护,违者追究法律责任,并附写联系电话。因地面碘化银发生器作业时,需实时了解作业点周围环境的气象要素,如温度、风向、风速、湿度等,以科学决策最佳作业时机,因此在支撑杆基座上安装气象气压计、风向风速仪、温湿度传感仪,在空旷地安装相配套的自动雨量筒等气象设施,图3为典型的地面碘化银发生器作业点实物图。



图3 地面碘化银发生器作业点实物图

4 作业决策

由于天气图的时间分辨率最大为3 h,卫星云图的时间分辨率为0.5 h,多普勒雷达的时间分辨率为6 m,风廓线雷达为5 m,自动气象站时间分辨率可达10 m,而地面碘化银发生器作业时需重点考虑地面风、高空风、温度、云水含量、地理地形等众多因素,因此单一利用某个气象资料不能科学组织增雨(雪)作业,需采用“先大后小”的原则,利用多种资料确定地面碘化银发生器最佳作业时机和作业流程,以提高人影作业效果。

4.1 天气图分析

成都地区在冬半年产生降水的典型天气过程为乌拉尔山东部的高压脊东移,在中国新疆东部至甘肃西北部配合有西风带槽,地面图上表现为甘肃中部存在冷峰并继续东移南下;中低层的700 hPa上,云南、贵州、重庆及四川盆地一线存在活跃的西南暖湿气流;受秦岭山脉的阻挡影响,仅有小股冷空气能翻越秦岭山脉到达成都平原,而从四川达州方向回流的东北冷空

气是造成成都典型降水天气的主要触发因子,配合中低层的西南暖湿气流在四川盆地形成辐合气旋性流场,引发成都及周边区域降雨(雪)天气过程。

4.2 温度对数压力图(T-LogP)

与大范围的天气图相比,T-logP图更能揭示中等范围内的天气形势演变。成都市地面碘化银作业海拔高度均在2500~1100 m之间,因此T-logP图上重点分析零度层高度、中低层风向风速、云的厚度、气团的稳定性等因子,以作为碘化银站点作业时的重要环境因素。

4.3 卫星云图

冬半年的地面碘化银作业通常与大尺度的天气系统相联系,多为层状云,其边界较整齐,在可见光云图上,云的色调越白,云层越厚,云水含量高,而红外云图色调反映云顶温度,温度越低颜色越深。

4.4 多普勒雷达图

新一代多普勒雷达平均每6 m扫描一次,在冬半年降水天气系统回波强度较弱,主要分析基本速度和VAD风廓线产品。利用多普勒雷达速度场零速度线的变化及正负速度中心的分布,较准确地对天气系统中心进行定位,根据风场反演产品VAD,结合各个碘化银作业点的地形和作业目标影响区进行综合作业决策。

4.5 风廓线雷达

利用成都市新津和新都的边界层风廓线雷达(WPR),可直观测量大气中粒子的垂直运动速度。应用垂直速度时间-高度剖面图,可以分析不同尺度天气系统造成的垂直运动,但天空存在云或降水物时,风廓线雷达探测的垂直速度反映的是云中粒子或降水粒子与大气的垂直运动速度之和。在稳定的大尺度天气系统下,通常呈现为较长时间尺度的弱上升或下沉运动,其探测的垂直速度可以反映降雨(雪)的开始、结束和降水粒子的强度。

4.6 自动气象站

自动气象观测站资料具有时空分辨率强的优势,尤其在山区中可用于中小尺度天气系统的识别和人工影响天气作业时机的选择。结合作业点的地理地形和自动观测站数据,确立了成都地区地面碘化银发生器作业流程模式示意图,主要分为4个阶段:准备阶段、实时监测、作业实施和资料存档,如图4所示。

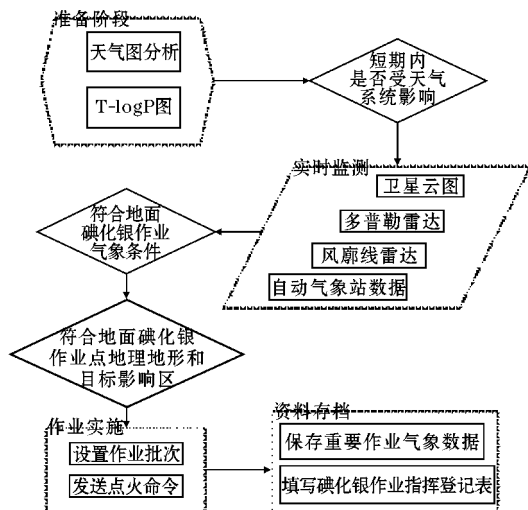


图4 地面碘化银发生器作业决策流程

5 结束语

成都市气象局人景部门依据人工增雨(雪)的需要,从2010年开始首先在大邑县的西岭雪山建设地面碘化银发生器作为新的人工增雨(雪)催化工具进行试验,到目前为止已在成都市西部龙门山脉一带建设完成14套地面碘化银发生器作业点,初步形成了基于远程遥控的新型地面碘化银发生器作业网。在建设过程中,对每个作业点进行了详尽的环境调查和数据分析,并根据生产厂家提供的炉体规格和附属配套要求,制定了地面碘化银发生器作业点基础建设和实施方案。在作业流程方面,科学合理地利用多种气象资料综合确定地面碘化银发生器最佳作业时机。

参考文献:

- [1] 郑国光,郭学良.人工影响天气科学技术现状及发展趋势[J].中国工程科学,2012,14(9):20-27.
- [2] 潘进军.人工冰核发生技术[J].气象科技,2002,30(2):125-126.
- [3] 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,2003,31(3):174-178.
- [4] 王平,范广州,董一平,等.四川空中水资源的稳定性与可开发性研究[J].自然资源学报,2010,25(10):1762-1776.
- [5] 刘建西,龙美希,杜远林,等.川渝地区空中水资源分布及水气输送特征[J].高原山地气象研究,2010,30(2):31-35.