

关于“人工影响天气”的我见

Thoughts on Human Impacts on Climate

胡志晋

(中国气象学会大气物理学委员会, 研究员 北京 100081)

一、历史和现状

1. 干旱、洪涝、冰雹、大风等气象灾害给人类造成严重损害,呼风唤雨、控制天气是人类自古以来的理想。天气过程的能量十分巨大,一次局地雷雨过程中凝结的水量约 1000 万吨,凝结潜热相当于燃烧 480 万桶石油的热量。人类直接耗费这样大的能量去控制一次雷雨显然是不现实也是不合算的。现代人工影响天气始于 1946 年,主要是利用自然云的微物理不稳定性,通过一定技术方法改变云的微结构,从而改变云降水的发展过程,达到人工增水、防雹、消云、消雾、削弱台风等灾害的目的。例如在低于 0°C 的云中存在着大量未冻结的细微水滴,播入成冰催化剂后可以产生大量冰晶,它们会迅速长大成雪或融化成雨落到地面;同时还会释放冻结潜热,有利于云体进一步发展而增加降雨(雪)。这样可以用很少的耗费在一定的自然条件下获得很大的收益。

这一方法的科学基础已获得室内实验、外场试验和数值模拟越来越多的证据和支持。但是深入的试验研究也表明了这项工作的复杂性:

(1) 人工影响天气必须具备一定的自然条件。例如云中必须存在过冷水滴,才能使成冰催化有良好的效果。

(2) 在不同的自然条件下采用同样的催化方法可能产生完全不同的效果。例如在干燥的自然冰晶较多的云中引入人工冰晶可能导致雪晶和雨滴变小、云下蒸发加强,造成地面雨量的减少。

(3) 天气过程和降雨降雹的自然变率很大,目前还不能作出准确的定量预报,人工催化造成的变化幅度比较小,要把效果检验出来是相当困难的。例如人工降雨为了得到有经济价值的增雨量,一般是在自然接近降雨或者已经降雨的条件下进行的,作业以后的降雨有多少是自然下的,多少是人工增

加的就必须通过专门的作业设计和效果检验才能区分开来。而某些实际作业由于缺乏足够的科学认识和有利的技术手段而带有一定的盲目性,对其作业效果往往会有争议。

2. 由于减灾的迫切需求和在一定条件下作业有很高的收益投入比,人工影响天气的作业服务虽有一定风险,但仍在国内外保持一定的规模,并有扩展的趋势。据统计目前世界上有几十个国家实施着 100 多项人工影响天气计划,其中美国西部山区和以色列的人工增雨(雪),前苏联重点地区防雹以及一些机场消雾等作业由于生产迫切需要、科学概念清楚、技术装备先进、效果比较可信,已作为业务性计划长期持续地进行并取得稳定良好的经济效益。可增加雨量 $10\sim 20\%$,防雹的投入效益比为 $1:3\sim 11$ 以上。

人工影响天气的科学研究也在稳步前进。科学研究同减灾作业的结合已成为当前世界潮流。近 10 年来新的探测技术,如多参数雷达(多普勒、偏振、多波长等)、微波辐射计、机载粒子测量系统、示踪物探测、降水化学分析等,在人工影响天气的应用中解决了一系列关键问题。对于云中过冷水滴的存在、播撒催化剂进入云中目标区、它们的成冰效应等,都取得了重要的观测证据。一批试验和作业进一步提供了成功的证据。数值模式有了很大发展,已能求解大气运动、云降水(降雹)过程、催化剂运动和同云体相互作用的方程组,大大提高了对人工降水、防雹、消雾的认识,并广泛用于研究和作业。

3. 我国是世界上气象灾害最为严重的国家之一,防灾减灾的需求十分迫切,人工影响天气工作从 1958 年以来一直受到政府和公众的重视。近 10 多年来在改革开放政策指导下我国人工影响天气工作有了进一步发展。目前我国除上海市外,各省(区、市)不同规模地开展这项工作,一年投入经费的总额已超过 8 000 万元,作业人员近 1.5 万人。各地的作业科研水平有了显著提高,高炮替代了土炮;一些高效的飞机催化技术广泛使用;雷达和飞

机粒子测量系统已应用于作业监测;一些省市初步建立了现代化作业指挥系统;不少地方在作业设计上积累了经验并应用多项物理判据;一系列试验和作业通过统计检验得出了增雨、减雹等正效果。在减灾中做出的积极贡献,受到了国务院和各级政府的充分肯定。

科研方面,北方层状云人工降水揭示了云中存在于过冷水区的规律,深化了人工增雨科学概念和作业判据,取得了催化后云结构变化的物理证据。福建古田 12 年(1975~1986)随机催化试验得出了增雨 24% 的结果,统计显著性水平优于 0.01。数值模拟有了明显进展,提高了对云降水(降雪)自然规律和催化效果的认识。在军工、火工部门的参与下研制了多种高效作业手段,如高效催化火箭、高炮炮弹、焰弹等部分投入了使用。上述成果得到了国际同行的重视。

二、面临的科技问题

1. 人工影响天气是一门发展中的科学技术。我国的科技水平在总体上比先进国家有较大的差距。各地作业水平有明显的差异,例如有的地方高炮作业还停留在炮手目测打炮的水平上,缺乏必要的科学监测手段和作业设计。科研方面突出的问题是投入太少,不仅国家一级的科研投入少,各省也程度不等地存在科研投入不足的问题,一批专业科研教学人员被迫转向其他领域。现代人工影响天气的发展在很大程度上取决于外场试验研究的科学水平,由于科研投入不足,难以组织规模比较大、设计比较先进的科学试验研究项目,使科研的进展远远不能适应这项工作发展的需要,严重影响了我国人工影响天气科技水平的提高。

2. 目前我们面临着下列主要科技课题:

(1) 根据我国各地人工影响天气的对象和目的,明确具体的物理机制和技术途径,建立选择作业条件的指标和判据,提出有针对性、有充分科学依据的作业方案。

(2) 监测技术是认识云降水规律、监测判别作业对象、正确指挥作业和检验催化效果的重要基础和保证。我国同国外先进水平相比差距很大。应在基本气象监测系统的基础上研制、引进并推广一批专用仪器装备,把数字化多普勒雷达和偏振雷达、风廓线仪、微波辐射计等技术装备用到本领域来。

(3) 我国催化技术的落后局面十分突出,目前广泛使用的“三七”高炮弹成冰率低,需要更新换代。近年来研制的高效催化新技术需要推广使用和改进。催化技术还需要同监测指挥系统、催化指标判据等统一构成具有中国特色的作业系统。

(4) 效果检验采用统计学对比方法简易可行,

但需要相当长的稳定的试验期才能得出可信的结果。统计学家推荐的随机作业设计,要求放弃一部分作业机会作为对比,在减灾作业中不易接受。物理学方法主要通过监测来获得人工催化引起物理变化的证据,还能揭示作业不足的环节,改进作业设计。数值模拟能用计算方法预测催化的效果,能指导作业和效果检验的方案设计。现在科学界倾向于将这几种方法结合起来,要求取得多方面的证据才认为是可靠的。因地制宜研究和采用科学的、客观的、可行的效果检验方法是当务之急。

(5) 进一步开展人工消雾、消云、减少局地降水、防霜冻、引发闪电等项目的研究,探索新的人工影响天气的途径。同时研究人类无意识影响天气,特别是人类活动导致云结构变化而造成的天气气候变化,也是全球气候变化的一个关键难题。

三、对“人工影响天气”科技发展的建议

1. 加强科学研究,从根本上提高人工影响天气的减灾防灾能力。

(1) 本学科取得突破性进展的关键是开展高水平的科学试验研究。建议国家有关部门给予充分的重视和足够的投入,争取在“九五”期间能在国家级科研计划中列项,以充分发挥本学科全国科研人员的积极性。各有关学科的科研人员密切合作,结合重点地区的作业,组织科研试验示范,有组织、有目标地攻克一批有普遍指导意义的、关键性的科技难题,使我国人工影响天气的科技能力在 5~10 年内有突破性提高,对国际科学界做出贡献。

(2) 应用开发研究是提高各地作业科技水平的关键。建议进一步发挥地方政府投入的作用,在人工影响天气经费中拿出一定比例用于加强科技开发和研究,在国内外最新科技成果的基础上结合本地条件研究解决实际问题,直接在作业服务中发挥效益。要充分发挥各层次科技人员的积极性,鼓励他们的合作,使各地作业的科技水平和实效有显著提高。

(3) 人工影响天气包括多学科、多部门的高新技术,如探测、通信、运载工具、催化剂等。这些技术的开发研究是提高本项工作科技水平不可缺少的方面。近年来一些科研和企业单位自己投资研制开发人工影响天气急需的高科技新产品,取得了很好成绩。建议进一步多渠道增加投入并发挥市场机制作用,鼓励有关行业、学科的科研人员和企业单位积极参加这一工作。

(4) 加强国际科技合作、交流,组织技术引进和输出。

2. 加强作业的现代化建设,提高作业科技水平和实际效益。

(下转第 48 页)

于政策上的原因形成的债务。在企业进入市场过程中,由于国家政策性原因形成的历史债务,在财力允许的情况下应给予解脱。例如,把1983年以来拨款改贷款的“拨改贷”转为“贷改投”,全部增加为国有资本金,欠债由财政归还银行。因不可抗拒的客观原因和由于上级决策失误造成的贷款损失,经努力有能力偿还的应适当延长还贷期,不加罚息;有的应允许挂帐计息缓交;已经成为呆帐的,经开户银行严格审查并报有关部门批准,作为银行呆帐损失加以冲销。

二是要理顺党政工之间的关系,建立规范化的公司领导制度。国有企业公司化改造后,不应再继续沿用传统体制下厂长(经理)、党委书记与工会主席横向分权的企业领导体制,而要严格按照规范的公司制度建立股东会、董事会及经理班子。股东会是权力机构,董事会是日常决策机构,监事会是监督机构,经理班子则是执行机构,各行其职,各负其责,相互制约。党委不应代替董事会进行决策,不能代替监事会进行监督,而只能通过董事会和监事会中的党员发挥作用。工会和职代会只能代表本企业职工的权利和利益进行工作。董事长、总经理均应由董事会选举产生,原则上讲党委和政府只有推荐的权力,接受与否由董事会决定。为了发挥企业党组织的政治核心作用,企业党政领导可以适当交叉任职,条件具备的可实行党政领导一人兼。

三是要逐步分离国有企业长期承担的社会职能,创造实行现代企业制度的外部环境。分离企业的社会职能,既涉及职工的切身利益,又涉及政府职能的转变和国家的负担能力。从根本上讲,是要政府主动承担起不该由企业承担的社会职能,但要逐步进行。首先正确界定哪些是完全应该由政府和社会举办的事业,哪些是与生产经营活动密切相

关,应由企业来办的事。其次,把应该分离出来的职能先分离出来,面向社会。有的独立经营,自负盈亏;有的交政府有关部门管理,在一定时期内企业照常拨付经费,不增加政府财政负担;分离出的职工,其福利从福利基金中直接补给,不损害职工利益,待条件成熟后,再从经济上与企业脱钩。企业应与政府有关部门协调,开辟更多生产经营和就业门路。同时,加快社会保障体系改革的步伐。

其四是加速政府职能的改革。在一定意义上讲,目前国有企业建立现代企业制度的主要矛盾在政府方面。扭转政府职能转变滞后的态势,是当务之急。政府应加快机构改革,精简机构,转变职能。政府对经济活动要从直接管理转为间接调控,通过经济法规、经济政策指导性计划和必要的行政管理,引导市场健康发展。政府投资应当更多地向社会公共设施、公益事业倾斜,减轻企业办社会的负担,保证和促进企业制度改革的顺利推进。

同时,应在政府的社会经济管理职能与国有资产所有者管理职能分离的基础上,构建国有资产管理的新体制。可以在政府中设立两类职责和管理目标不同的机构,一类专司社会经济管理职能,通过政府的行政权力和宏观调控手段,对全社会经济实施有效管理,保证国民经济健康协调发展。一类专司国有资产管理职能,按照法律界定的财产所有权内容,对国有经济实行科学管理,保证国有资源的优化配置和经济效益最大化。两类机构职责明确,互不交叉。在明确国有资产实行专职管理以后,还应建立起各类中介组织和经营机构,采取参股形式管理国有资产。政府国有资产部门与中介机构之间、中介机构与企业之间,完全靠产权关系纽带联结,以利于政企分开,实现国有资产市场化经营。

(责任编辑 蔡德诚)

(上接第57页)

(1)在硬件方面,建议建立和完善现代化的实时监测、通信、指挥和高效安全的作业技术系统。这个监测系统可以在气象业务系统的基础上建立。

(2)在软件方面,建议每项作业必须有科学的设计方案,包括针对当地云降水特点的作业指标和科学、客观、可行的效果检验方法。逐步建立科学的作业流程和规范。

(3)在人员方面,建议建设一支相对稳定的科技骨干队伍,不断积累和总结科学认识和作业经验。有计划地培训上岗人员,提高整体素质。

3. 加强科学宣传,争取公众的正确理解和支持。

人工影响天气是一项公益服务事业,必须得到公众的正确理解和支持才能健康发展。为此,世界气象组织曾发表“人工影响天气现状”的正式声明,

并随着科技发展而作了相应修改。中国气象学会也在1993年发表了关于“人工影响天气”的科技政策声明(即“对人工影响天气技术现状与发展的看法和建议”)。当前国内外科学家们一致的看法是:在一定天气条件下,通过正确的人工催化可以改变局地云雾和降水降雹,达到增水减灾的目的,并具有很高的经济效益。但在对当地气象条件的科学认识不足、探测催化技术达不到要求时,人工影响天气作业就有一定的盲目性,效果评估也有相当难度,现行方法或多或少地存在着不确定性。建议在制定发展规划和向公众宣传时,注意人工影响天气科学技术的现状和特点,避免大起大落和偏颇,使人工影响天气工作能够健康、持续、高速地发展,为防灾减灾做出更大的贡献。

(责任编辑 蔡德诚)