

摸清云的底细,开启“空中水库”大门

本报记者 付丽

12月2日,《国务院办公厅关于推进人工影响天气工作高质量发展的意见》(简称《意见》)正式发布,《意见》提出,要深入开展全球气候变化背景下的云降水和人工影响天气机理研究,着力在云水资源评估、作业条件监测预报、作业催化、效果检验和效益评价等关键技术上实现突破。

其实,人工影响天气的做法并非近年才出现。在抗旱减灾的强烈需求推动下,从1958年开始,我国就进行了大量的人工增雨(雪)作业。如今,随着对人工影响天气机理研究和关键技术的突破,人工影响天气作业愈发常见。然而,化云为雨,并非想象的那么简单。

人工影响天气 掌握云水资源是关键

要弄明白如何化云为雨,需要先了解大气水循环过程。

大气水循环是怎样的过程呢?中国气象科学研究院研究员周毓荃介绍,来自海洋和陆地的

水(固态和液态)蒸发成为水汽,进入大气;水汽受大气不均匀的动力热力影响移动和上升,部分水汽在高空冷却凝结成具有复杂的宏观结构的云,内部充满各种大小不同、相态不一的高浓度细水滴或冰晶(直径约10微米),在一定条件下,这些水滴或冰晶增长为直径约102—103微米的大颗粒水凝物,即云水,进而形成雨、雪、霰等,最终落出云体,降落到地面成为降水。

可见,在大气水循环中,水汽无法直接变为降水,在物理转化过程中必须要有云水出现,这些水汽才有可能转化形成降水。

“在大气水循环过程中,有一部分云水还留在空中,不能靠自然过程直接转化成为降水,我们把循环过程中这些仍留在空中的云水叫作云水资源。这些云水通过人工催化的手段有可能被开发成为降水,也就是通常说的人工增雨(雪)。”周毓荃说。

今年年初,基于国家重点研发专项《云水资源评估和利用示范》项目研究表明,近20年,中国大陆全年参与大气水循环的水汽年平均总量约36万亿吨,水汽更新期约8—10天;大气水凝

物年平均总量约8万亿—10万亿吨,但其更新期平均仅5—8小时;留在空中没有形成降水的云水资源年平均总量仍约有2万亿—3万亿吨。如此丰富的云水资源,十分有利于我国大气水循环和云水资源的开发利用。

云水资源开发 不同手段因“云”制宜

云水资源究竟是如何开发的?

据了解,云按照物理特性可分为冷云和暖云,暖云里充满小水珠,温度在0℃以上,上升气流的托举使它们漂浮在空中掉不下来;冷云的温度在0℃以下,云里有许多闪亮的冰晶和冷却水珠,但由于它们又小又轻,在上升气流的托举下,也不会掉下来。

这时候,就需要通过人工干预,影响其物理过程,促使冰—水转化、小水滴凝结或碰并等物理过程发生,实现增雨(雪)目的。目前常用的催化剂有制冷剂(干冰等)、结晶剂(碘化银等)、吸湿剂(食盐、尿素等)等。制冷剂 and 结晶剂主要用于冷云,暖云则主要依靠吸湿剂来

促进降水形成。

“近年来,我国在云降水和人工影响天气机理研究方面,取得了一系列重大突破。”中国气象局云物理环境重点开放实验室主任、全国人工影响天气科技咨询评议委员会副主任委员陈宝君说,依托观测技术进步和云数值模式发展,气象部门借助于天空地一体化的立体气象观测网,并利用先进的云降水数值模式,对我国典型地区典型云系(如华北层状云、西北地形云、南方对流云)的微观物理结构(如液态水含量和分布、云粒子特性等)和降水形成机制有了更深入的了解,并成功得到了我国云水资源的时空分布特征。

研究表明,从云水资源总量分布看,我国东南区域的云水总量平均值最大,中部区域次之,西北和华北区域的云水总量平均值较小。丰沛区主要位于我国的东南地区和东北地区东部,而华北至西部地区的云水资源量值相对较少。

周毓荃认为,科学认识云水资源及变化规律意义重大,未来气象部门要进一步提升科学评估、精准开发、精确检验和高效利用的效率,还有许多科学难点要突破。

应对全球变暖 科学家要给地球撑起“太阳伞”

本报记者 陈瑜

为了使全球变暖的趋势减缓,科学家们想尽了各种办法。能否通过减少进入地球的太阳光来消除温室效应的影响,成了一些研究人员关注的焦点。据《环境研究快报》杂志11月18日在线发表的一篇文章显示,开普敦大学的科学家们正在开展一项新的研究,他们试图通

过向地球大气中喷射反射粒子,阻止一定比例的太阳光到达地表,以解除地球因持续气候变化而面临的干旱危机。

持续的气候变化缘何会造成毁灭性干旱威胁?选择反射粒子有何标准?如何喷射到合适的位置?通过喷射反射粒子为地球打上“太阳伞”的方式能起到多大作用呢?科技日报记者就此采访了相关人士。

程后,认为可以利用该工程项目模型,将一种特定类型的粒子释放到大气中阻挡阳光,一旦成功的话,有望将“零日”危机发生的几率降低90%。

为什么反射粒子一定要喷射到平流层中呢?高超超告诉记者,哈佛大学的科研团队曾对此做了专门研究。他们发现,如果粒子喷射

到距离地面更近的对流层,它可能很快会随天气过程比如降水降落到地面,起不到长期反射太阳辐射的作用。而平流层相对干燥,空气不易产生对流,且大气运动多是水平方向,有利于反射粒子稳定发挥作用。大气中平流层再往上的部分是中间层,这里的空气对流运动强盛,如果将反射粒子发射到这个区域,粒子很有可能随着气体流动进行无规律扩散,并且发射到这里的成本也会相对较高。

受火山爆发后冷却效应启发

2015年开始,被蓝色海洋环绕的南非第二大城市开普敦连续几个冬季遭受了百年不遇的干旱。按照预估,开普敦需要在2018年4月12日关闭供水系统,限制居民用水,这一时间节点当时被叫作“零日”,人们也把这次事件称作“零日”危机。虽然通过削减市政用水,同时紧急调配农业用水,开普敦这次“零日”危机得以避免。但相关专家认为,当地的干旱现象与地球气候变化息息相关,要彻底消灭“零日”危机,还需要从整个地球的气候系统入手。

“干旱、洪涝灾害,是地球系统气候变化的表现形式之一,在地球气候变化历史上都是存在的。”浙江大学环境与资源学院副教授高超超在接受记者采访时表示,过去100多年,人类活动加剧了温室效应,全球变暖现象愈演愈烈,地球表面的蒸发量增加,整个地球系统原有的水循环被改变,目前大气系统里的水热资源更丰富,但这些水可能会集中在某段时间降落在某个区域。相应的,其他地区或该地区的其他时

段降水会大幅减少,干旱发生的频率和强度也就随之上升。

为了抗击气候变化影响,科学家们开展了相应的地球工程研究。太阳辐射管理就是地球工程之一。据了解,太阳辐射管理的想法是受到了火山爆发后冷却效应的启发。

1991年菲律宾皮纳图博火山爆发,向大气中释放了大量二氧化硫和硫化氢气体,形成硫酸盐气溶胶。这些气溶胶在一定程度上反射了太阳的短波辐射,减少了大气中的热量,给地表带来了降温效应,数据显示,1992至1993年间地球温度下降了约0.4℃。由此,有科学家开始建议用配有特殊装置的飞机在平流层喷洒气溶胶,来复制这种火山效应。

高超超告诉记者,2006年前后,两位美国科学家开展过一项地球工程项目研究,提出在距离地面大约20公里的平流层高度部署材料,有望将人类活动增加的辐射热量减少一半。此次开普敦大学科学家发布的研究成果,是在考察过这个工

对反射粒子的选择有讲究

事实上,“调暗”阳光的设想并非空中楼阁,此前已经有科学家开展过相关试验。如2009年,俄罗斯科学家曾以直升机抛洒等方式抛洒硫酸盐颗粒;2011年,美国加州大学的研究人员曾在圣地亚哥沿海进行过类似实验。

据了解,喷射粒子也有一定的选取标准,如粒子的反射性能要达到一定规格,由它们拼成的小颗粒在悬浮于大气平流层时,形成的粒径大小要正好能够“对抗”太阳的短波辐射,这样才能达到最佳的反射效果。

更重要的一点是,从环境角度来看,反射粒子一定不能对大气化学系统产生不良影响。最初,有科学家设想在平流层中喷射硫酸盐颗粒,很快遭到其他科学家的反对,因为这会导致平流层中臭氧层的严重破坏。目前全球臭氧损耗正处于恢复时期,臭氧损耗物质在

逐渐减少,如果喷射大量硫酸盐颗粒进入平流层,很有可能中断臭氧的恢复。

此外,空气是垂直上升运动的,随着空气的上升,地面的水汽被夹带着一起上升,在这个过程中,水汽是否成云,与供水汽凝结的凝结核多少有很大关系。即便水汽含量特别大,若没有或仅有少量的凝结核,水汽也不会充分凝结增长。因此,科学家心目中理想的反射粒子还有一个共同点就是,它们能起到凝结核的作用,使得大量的喷射粒子到达平流层后,不仅其自身能够阻挡阳光,还能凝结成云,对太阳光起到很好的阻挡效果。

至于如何选取反射粒子的喷射位置,在高超超看来,随着地球自转,一般两周内大气环流就会绕赤道一周,所以喷射地点不用考虑360°环绕。

只是应对气候变化的后备方案

粒子喷洒上去后,真正的效果如何,是大家非常关注的问题。

有美国科学家曾经提出,可以将碳酸钙作为反射粒子喷射到平流层来完成该项任务,因为碳酸钙的颗粒除了能够反射阳光外,还能中和平流层中因火山爆发而出现的大量硫化物,减少酸雨的生成,因此平流层中的臭氧层将不会被反射粒子破坏,同时还能帮助修复臭氧空洞。

这个看似一举两得的设想却招致了其他科学家的批评,甚至通过喷射粒子阻挡阳光的整个设想也有人提出反对的声音。有科学家利用数值模型模拟在南北纬15°和30°上空的平流层注入气溶胶,结果显示,这种做法虽然可以降低地球表面温度,但同时也会破坏海洋循环系统平衡,进而导致海洋持续变暖。

“原本海洋和陆地之间是有温差的,海陆温差是整个地球系统季风气候的强有力的驱动源。如果海洋变暖,海陆温差出现波

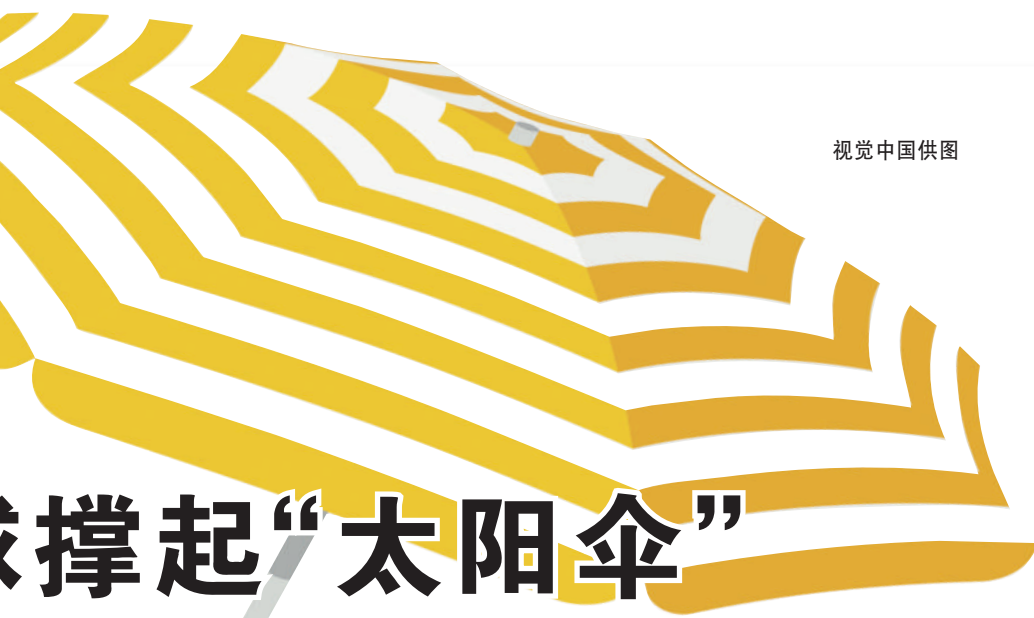
动,季风环流和降水就会削弱,会对整个全球的季风区气候、降水造成很大影响。”高超超告诉记者。

此外,还有科学家提出,利用反射粒子减少太阳光对地表辐射是一个“治标不治本”的手段,因为大气中的温室气体总量并没有减少,而气溶胶的生命周期又很短,对流层气溶胶的寿命一般只有几天到几周,平流层中虽然气溶胶寿命较长,但总会消失,当反射粒子形成的气溶胶作用结束后,气温可能会出现“反弹”,进而引发更加极端的天气,这是难以估计的风险。

在高超超看来,这些地球工程设想只是作为人类应对气候变化的一个后备方案。她特别强调说,做气候工程相关研究得出某些结论后,并不意味着科学家必须去鼓励开展或者试点这样的气候工程,而是希望通过科学研究,利用气候模型把可能产生影响的方方面面因素梳理出来,为讨论不同的应对气候变化方案提供参考。



视觉中国供图



视觉中国供图

万物有科学

呵护地球皮肤

微生物既是受益者又是主力军

本报记者 金凤

今年的12月5日是第七个世界土壤日,主题为“保持土壤生命力,保护土壤生物多样性”。

众所周知,土壤犹如地球的皮肤,这里可谓微生物的“大本营”,每克土壤中的微生物数以亿计、种类数以万计,细菌、古菌、真菌、病毒以千姿百态的生存方式与人类共生。

然而,由于全球气候变化加剧和人类活动的频繁干扰,土壤面临多重压力,导致其生物多样性日益受到威胁。

未来该如何保护和利用土壤生物多样性?中国科学院南京土壤研究所的学者为我们做出了解答。

不当施肥令土壤越来越“瘦”

土壤养分是否丰富、作物产量高不高,是土壤健康的重要指标。而土壤中的众多有益微生物,是土壤健康的“隐形卫士”,它们的存在很大程度上助益了作物产量提升。

中国科学院南京土壤研究所褚海燕研究团队从2015年起在安徽蒙城的小麦试验田进行土壤试验,近日他们研究发现指出,在对土壤样品中的细菌、真菌、线虫等各类土壤微生物的统计中发现,“土壤中的关键微生物菌群,如固氮菌、解磷菌、光合菌等,能够增强土壤中碳、氮、磷、硫等养分的循环,促进小麦对养分的吸收,抑制潜在植物病原菌,从而提高小麦产量”。

褚海燕研究团队发现,这些土壤“卫士”有时也会受到敌人的干扰,土壤酸化就是其头号天敌。

“土壤生物多样性与土壤酸碱度显著相关,这种现象在北极、长白山、华北麦田土壤都得到过验证。化肥的过量施用会造成土壤酸化,进而导致土壤微生物多样性降低。”褚海燕在研究中发现,在砂姜黑土上长期单独施用化肥导致土壤pH值下降1.5个单位,显著降低了微生物群落的稳定性,同时也增加了植物潜在病原菌的丰度。而在施用化肥的基础上添加牛粪后,pH值恢复到7左右的正常水平。

“牛粪有一定的碱性,与化肥一起施用,可以中和土壤酸化。同时,牛粪具有很高的养分含量,在土壤酸碱度平衡时,能让土壤微生物群落更稳定,作物产量也更高。”褚海燕说,保护土壤关键菌群的多样性,有望达到减肥增产的效果。

土壤提供了微生物生长所需要的营养、水分、空气、酸碱度、渗透压和温度等条件,所以成了微生物生活的家园。由于土壤类型、肥力水平、环境条件和季节变化等各种因素的不同,土壤微生物在种类、数量和分布上也会受到影响。

如水田和旱田中的土壤微生物组成存在明显差异。中国科学院南京土壤研究所研究员冯有智介绍,水田中的微生物以厌氧微生物为主,例如产甲烷古菌;旱田则以好氧微生物为主,例如芽孢杆菌和真菌。

中国科学院南京土壤研究所研究员陈瑞蕊曾经在江苏常熟的水田进行试验,她发现,“如果旱地和水田都长时间不施肥,旱地的歉收程度会比水田更严重,这主要因为水田和旱地微生物多样性和功能存在差异,水田中的微生物有助于累积有机质,保持土壤肥力,所以旱地比水田更依赖于化肥。”

“一窝蜂”式保护不可取

一直以来,土壤微生物被认为是土壤养分的转化器、污染物的净化器和生态系统的稳定器,而人类活动的加剧,如土地利用方式的改变、资源过度开发、环境污染等,使土壤微生物多样性出现了明显下降。

如何为土壤微生物营造一个美好的家?褚海燕认为,首先要针对现实状况,因地制宜改善土壤生态环境。如在农田生态系统中施用绿肥,或以有机肥、微生物肥料替代化肥等;在自然生态系统中,则可通过维持地上植物多样性,提高输入到土壤中的有机物质数量与多样性,为土壤微生物的生存提供良好的微环境。

“土壤微生物群落不仅包括有益微生物,还包括许多有害微生物。土壤微生物多样性的保护是既要考虑覆盖所有有益微生物,也不能盲目放任有害微生物。”褚海燕说,应加强土壤微生物的有益性甄别,防止“一窝蜂”式保护给有害微生物带来可乘之机。

尽管土壤微生物多样性的研究已经取得了诸多进展,但土壤中到底存在多少种生物、多样的生物群落彼此有何关联等基本问题,尚未得出明确结论。

褚海燕等学者认为,保护和利用土壤微生物多样性,可尝试建设原位土壤微生物多样性监测平台。褚海燕告诉记者,“我国不同地区气候差异显著,生态系统丰富,相关部门已在南北热量梯度样带、东西降水梯度样带上,布设长期生态定位监测站和采样点,为未来开展土壤微生物多样性监测提供了很好的基础。”

“将有用的微生物资源从土壤中分离、纯化出来加以利用,仍然是当前土壤微生物多样性研究中亟待解决的大问题。因此,搭建微生物资源大数据共享平台,推进微生物分离培养新技术,可以为充分开发、利用已知土壤微生物资源,提供翔实的科学依据,将土壤微生物的功能发挥到实处。”褚海燕说。



视觉中国供图