

# 地球工程:挽救世界的壮举还是危险的消遣

本报记者 刘霞 综合外电

据英国《独立报》近日报道,仿真火山、巨大的太空镜子、充满铁屑的海洋……这些耸人听闻的想法如果取得成功,或许会成为挽狂澜于既倒、扶大厦之将倾的“蜘蛛侠”,将人类从全球气候变暖造成的困境中解救出来。但这些想法如果失败,套用葛优的一句经典台词来说就是:“地球很生气,后果很严重”。

## SPICE:出师未捷身先死

2011年10月,在英格兰东海岸的诺福克机场,一小群科学家正计划实施英国科学史上最有争议的实验之一,其目的是测试拟议的“地球工程”技术,以减轻温室气体升温效应。该实验需要的设备很少:一个气压式垫圈、1公里长的水力制动的橡胶软管以及一个8米长的氦气球,当时,设备都已准备就绪,卡车也已到位。

科学家们尝试使用这个氦气球和橡胶软管,把水抽到1公里的高空,一旦气球进入大气中,软管就会将120升精细的水滴喷射在东英格兰的上空,科学家们可以据此测试工程设计以及风力的影响。其实,这只是一个小型的“彩排”,真正的“主角”是一个更大的系统。

科学家们表示,如果“彩排”取得成功,之后实验的难度将逐步升级,最终目的是将足够大的气球升入距离地面20公里的高空中,并用硫酸盐和气溶胶分子取代水,气溶胶分子会进入平流层,从而反射太阳光,给快要发热的地球降温,这就是被称为“香料”(SPICE:平流层粒子注入气候工程)的地球工程计划。

该计划于2009年开始进行,由英国布里斯托大学、剑桥大学和牛津大学的科学家及工程师们共同参与,耗资160万英镑。布里斯托大学地球物理学教授马特·沃森领导的研究人员会判断哪种颗粒将有最大的期望效果和最小的副作用。二氧化硫将产生硫酸,可导致臭氧层破坏;类似颗粒(包括专门为此而制造的合成微粒)可能同样有用,但对环境的毒副作用较小。此外,剑桥大学的休·亨特和他的小组打算研究将微粒送入平流层的最佳方法;而牛津大学的研究小组则关注类似干预可能对地球气候产生的影响。

这本来是可以载入史册的创举,但结果却是,在实验开始的那一刻,科学家们便旗帜倒下了。一方面,是因为很多人反对。其实,在当年9月中旬实验日期宣布之后,就有超过50家机构签署请愿书,反对此次实验。加拿大环境组织ETC的主任帕特·穆尼就指出,地球工程项目除了可能产生诸如突然改变降雨模式并导致干旱等无法预料的后果外,它更是一种道德灾难。他说:“这种方式很容易让政府回避他们应该承担的责任。”

而进行这项研究的科学家们自己也担心,现在并不知道谁会使用他们的研究以及如何使用这项研究,他们“并不想打开一扇不可能再关闭的门”。

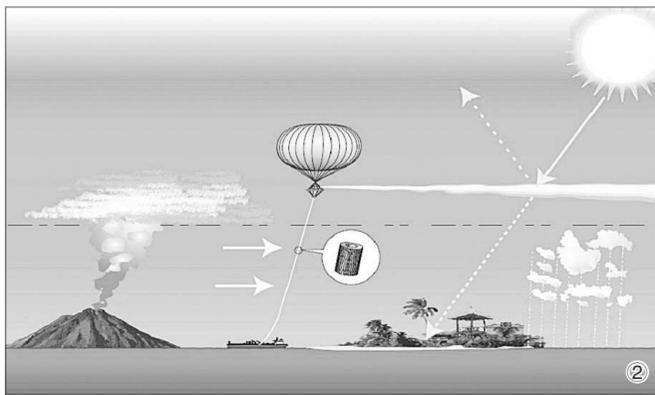
“地球工程”这一概念由英国皇家学会2009年首先提出,指的是在全球规模对地球的气候环境进行操控。这一技术可能涉及到对太阳辐射进行管控,例如,将细小的粒子喷射入大气中,进入大气中的这些微粒再通过反射某些入射的太阳光从而使地球降温。地球工程学也可能包括从大气中吸收二氧化碳——通过将铁粉撒入海洋以便海藻能大量繁殖,然后从空气中吸收二氧化碳,随着海藻死亡,它们再将二氧化碳带到海底。目前最引人注目的就是由英国政府资助的该“香料”地球工程计划。

## 地球工程或称“救命稻草”

正所谓“牵一发而动全身”,自SPICE项目“流产”以来,与地球工程有关的研究也都停滞不前。然而,今年9月底,情况发生了变化。今年9月27日,联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)发布了第五次气候评估报告,与2007年发布的第四次评估报告相比,新的评估报告认为,气候变化要比原来认识到的更加严重。而且,IPCC也首次承认,需要用“地球工程计划”充当“武器”,以便遏制全球气候不断上升的势头。

几乎每6年,IPCC都会采用“门外汉”都能懂的语言,发布最新的气候科学进展报告,使各国的政策制定者们能够理解并将政策建立在精确信息的基础上。该报告承认,最近15年(1998年到2012年),温度上升有趋缓的趋势,但海洋上层(水深0至700米)已经变暖。与此同时,1979年至2012年,北极海冰面积以每10年3.5%至4.1%的速度减少;自20世纪80年代初以来,大多数地区多年冻土层的温度已升高,升温速度因地区的不同而不同。这些数据说明,气候变暖的事实更为确凿。

IPCC第一工作组联合主席托马斯·斯托克说:“根据最低的情景模式,到本世纪末,与1850年到1900年相比,全球地表平均温度将可能升高1.5°C;而根据两个较高的排放情景,升温可能超过2°C。随着气候变暖,高温热浪将变得更加频繁,且持续时间



更长。湿润地区将有更多降水,而干旱地区的降水将变得更少。”这说明,在未来极端性天气气候事件的发生概率可能进一步增加,而人类则需要更多的应对措施来避免自己受到不利的影响。

另外,2013年的报告首次证实,人类活动极可能(95%以上可能性)导致了20世纪50年代以来的大部分(50%以上)全球地表平均气温升高。

不过,在所有坏消息宣布完之后,在报告的最后一章,IPCC首次对一些“地球工程”措施进行了探讨,只不过态度十分谨慎。该报告指出:“模拟表明,某些地球工程方法,如果能够施行的话,有望显著抵消全球气温的上升。”IPCC气候变化领域的首席科学顾问戴维·麦凯呼吁进行更多地球工程方面的研究和研发。

地球工程技术一直是好莱坞灾难电影的“主角”。专家们现在提出的建议包括在太空安置巨型反光镜以反射太阳光;用足够的毛毯覆盖格陵兰岛以阻止那里的冰川融化;向海洋投入大量的铁以促进藻类的生长,进而增加对二氧化碳的吸收量;将屋顶涂刷成白色以便更多地反射太阳光;模拟火山喷发向大气中散布二氧化碳,然后再将二氧化碳流转变为微小的硫酸盐晶体,并令其悬浮于大气平流层中,这样就可以有效地反射太阳光等等。

类似计划有很多种设想,有实际的也有荒谬的。此前企业家内森·沃德说我们可以通过搅动海洋来冷却地球。他提议部署100万条100米长的塑料管道用来搅动海水,从而帮助捕捉二氧化碳。海洋是一个巨大的散热器,他说,“但实际上它非常冷。底部接近零摄氏度。更多地搅拌大海,就可吸收更多二氧化碳,让地球降温。”这并不像听起来那么疯狂。在海洋的中央,风力推动的洋流将新鲜水送到海面,因此搅动海洋可以将它变成一个储藏仓库。新流向表层的水可吸收更多碳,而旧的水携带捕捉的碳沉入海底。

哈佛大学的物理学家拉塞尔·塞茨想创造一个巨大的海洋泡泡浴,泡泡可困住空气,使之变得明亮,反射更多照向地球的阳光。另一种策略需要创造海水喷雾,加上盐粒,可帮助云层反射阳光等等。

## 反对之声不绝于耳

今年8月底,一群反对“化学结尾”(chemtrails)的民众聚集在唐宁街上示威,他们手持受到污染的天空的照片和“我们的天气正在被人操纵”这样的口号。这些人认为,数年前政府就开始使用“化学结尾”来操控气候。而有些环保主义者和科学家还认为,早在越南战争期间,美国政府就在操控气候以己所用。

在1967年和1972年之间,美国空军进行了“Operation Popeye”计划,这是美军首次使用气象武器。所谓气象武器,是指通过人工控制风云、雨雪、寒暑等天气变化来改变战争环境,配合军事打击,达到干扰、伤害、破坏或摧毁敌方的目的。

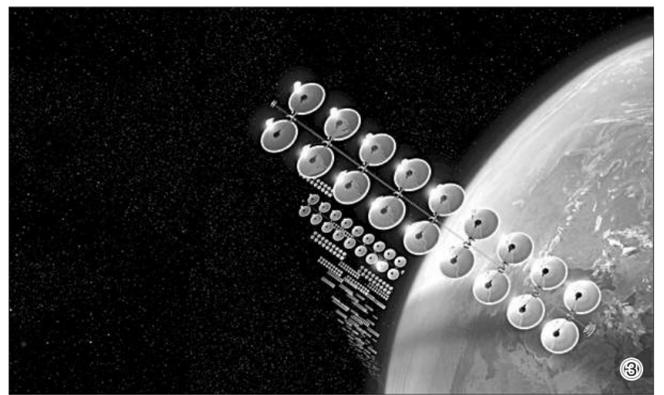
早在20世纪50年代艾森豪威尔总统执政美国期间,美国军方就在一份研究报告中明确提出了“气象控制比原子弹还重要”的观点。美政府还在佛罗里达州坦帕湾空军基地建立了“麦金莱气候实验室”,用以开发气象武器。

20世纪60年代开始,“麦金莱气候实验室”开发的气象武器开始陆续用于实战。越战期间,美军出动飞机26000架次,在越南作战区域上空施放降雨催化弹474万多枚,其制造的大量暴雨和洪水使越南补给线“胡志明小道”变得泥泞不堪,严重影响了越南的作战行动。这一举动也触怒了国际社会。1977年,《禁止为军事或任何其他敌对目的使用改变环境的技术的公约(Enmod)》规定气候战争违法。

鉴于IPCC在最新报告中提到了地球工程计划,很多人担心,气候武器会死灰复燃。ETC的吉姆·托马斯说:“联合国大会应该将其取消。我们应该真正停止进行地球



- ① 基瓦利纳村庄很可能在12年之内被海水淹没。
- ② SPICE计划示意图。这个最终旗帜般的项目原本希望让足够大的气球升入距离地面20公里的高空,将气溶胶分子送入平流层,从而反射太阳光,给地球降温。
- ③ 安装在太空中的巨大玻璃遮阳伞。
- ④ 克劳斯·拉克纳尔设计的“人造树”。这个机器以铁、铜、铝、硅、碳等常见元素为原料,以太阳能为能源完成自我繁殖。其每天从大气中抽取的二氧化碳是一棵树的1000倍,并将获得的二氧化碳转变成碳酸钙,解决了从空气中提取二氧化碳后变成固体惊人的工作量和资源的难题。
- ⑤ 人工造林。



工程计划。”

ETC将任何解决全球气候变化问题的技术看成是“危险的消遣”。他们认为,这一举措是将人们的注意力从传统的降低二氧化碳排放的方法(诸如研制可再生能源等)上移开。托马斯认为,IPCC在论述中提到的地球工程方法,只是给污染物大开绿灯,让其像以前那样在全球肆虐,而我们只是眼巴巴地干坐着,等待一个或许永远也不会到来的技术“灵丹妙药”,希望其将地球从污染物中解救出来。他说,我们必须禁止此类活动的进行,在实验室进行也不行。

从计算机模型中,我们可以知道某些地球工程计划是多么错误。例如,将大量硫酸盐气溶胶喷射进入大气中会让太阳模糊不清;还可能导致降雨模式杂乱无章,臭氧层被破坏。将铁屑倾倒入海里,城门失火,殃及池鱼,成群的海洋生物会因此而遭殃。

SPICE的负责人马修·沃森表示:“人们当然有理由厌恶和反对地球工程计划,而且这也是好事,等待我们对气候变化的影响并不那么容易。如果我们这样做,就表示我们作为地球管家的失职和失败,所以万不得已我们才这样做。”

而一小部分科学家则坚定地认为,我们必须进行地球工程计划,否则我们就会面临巨大的灾难。他们当中有些人也说到做到,比如俄罗斯科学家、联合国政府间气候变化委员会前副主席易瑞·伊瑟拉于2009年进行了一个硫酸盐气溶胶实验;另外美国加州一名叫做拉斯·乔治的商人宣称在2012年7月份将100多吨硫酸亚铁倒入了太平洋加拿大海域附近。在SPICE团队取消他们的实验之前,这些研究的疯狂程度与SPICE可谓不分仲伯。但是马修·沃森表示:“地球工程计划是‘错误的答案’,正确的解决办法是降低二氧化碳排放,但这需要很长时间,而且目前还没有开始进行。”

## 地缘政治的影响不容忽视

无论是支持地球工程计划的人还是反

对地球工程计划的人,都担心其会牵涉到地缘政治。对此,英国牛津大学地球工程项目的联合负责人斯蒂芬·雷纳以印度和巴基斯坦之间的冲突为例进行了解释。他说:“我既不支持地球工程,也不反对。我们需要更深入地研究这种地缘政治上的影响,并且找到方法,确保负责任地对这些项目进行研究。”

大部分从事地球工程研究的工作人员也都对此很谨慎。他们认为,就目前的情况来看,在减少全球气候变暖的威胁方面,我们确实做得不够。雷纳说:“希望《联合国气候变化框架公约》能将对气候变化的影响稳定在2摄氏度以下(超过这个温度,环境灾难可能成为人类的‘家常便饭’),我们似乎有点盲目乐观。”

不止如此。据英国广播公司(BBC)今年7月份报道,位于阿拉斯加西海岸,距白令海峡400英里的基瓦利纳村庄三面环海,是北美大陆伸到白令海峡中的一处因冲击形成的沙滩。这个村庄很可能在12年之内被海水吞没,原因就是气候变暖导致的海平面上升。沃森说,如果我们不能减缓气候变化带来的影响,那么最无辜的人受到的伤害将会最大。英国可能会在下一个50年看到气候变暖带来的影响;巴基斯坦、孟加拉国和牙买加却不会如此幸运。

不管地球工程计划最终是否能够施行,有一点,支持地球工程计划的人和反对地球工程计划的人取得了共识。这两个阵营都认为,要想解决气候变暖问题,最好的方案也是最简单的,首当其冲的是要少燃烧化石燃料,从而减少进入大气中的碳。

## 5大地球工程项目

### 平流层气溶胶

这一方法通过将部分太阳光反射回太空,让热量无法到达地球的大气层。火山爆发释放出大量硫酸盐粒子,会导致地球出现一段降温期。菲律宾皮纳图博火山(Mount Pinatubo)的爆发就是个极好的例子。

1991年4月2日下午,菲律宾吕宋岛上的皮纳图博火山开始发出剧烈轰鸣,这通常是火山爆发的前兆。震动持续了两个月,直到6月15日突然爆发,以600英里的时速喷射岩浆。岩浆湮没了周围250平方英里的地方,20万人被迫疏散。

该火山爆发是20世纪所有火山喷发中规模和威力最大的一次,将山顶削平了300多米的,也带走了数百人的生命。

几小时内,大量气体和火山灰进入平流层,最终抵达海拔21英里高度。3周后,一层气溶胶云包裹地球,在空中停留了近两年。2000万吨二氧化硫和水滴混合形成一种气态反射镜,将阳光反射回太空。1992年至1993年期间,抵达地表的阳光减少超过10%。

在过去100年,重工业活动导致地球气温增加约3/4摄氏度。而皮纳图博火山爆发,在一年之内使地球降温接近同样幅度。更重要的是,它还干扰了降水模式,导致众多气候异常现象出现,这次火山爆发也被认为是造成1993年美国密西西比河洪水和同年非洲荒漠草原干旱的“罪魁祸首”之一。大多数人认为,这次火山爆发是个巨大的灾难。

缺陷:尽管这将是遏制全球变暖最快的方式之一,但它也是最危险的方式。一旦该工程启动,全球的气候模式将会受到极大的影响。

实用性:50%。

### 太空反射镜

天文学家罗杰·安杰尔表示,在太空中安装一个巨大的玻璃遮阳伞,接着将其发射进入轨道,其可能反射小部分太阳光。他认为,到达地球的阳光减少2%就有可能使全球变暖的势头得以遏制。

缺陷:这面镜子最主要的威胁当然来自小行星。玻璃圆盘很容易被太空碎片破坏,而且这个“太空伞”的维护需要时间、经验和金钱。

实用性:40%。

### 海洋施肥

为了应对气候变暖,有人提出在浮游植物生长的海区投放大量含铁肥料的建议,其原理是:浮游植物通过吸收二氧化碳进行光合作用,但其数量却受到海水中含铁量少的限制,添加铁的目的就是促使浮游植物大量生长,能够大量吸收二氧化碳。在这些浮游植物死后,它们吸收的二氧化碳会随着其尸体沉到海底,制造“碳下沉”。

缺陷:这种方法耗时长、效果也不显著,而且其对海洋生命造成的影响可能是致命的。美国科学家发表文章称,蓬勃生长的嗜铁浮游植物会产生一种神经毒素,吃了这种浮游植物的动物会将毒素带入食物链,危害和杀死鸟类、鱼类等。人类也会因食用海鲜而中毒。而且,给海洋施肥也可能也会附带使得海洋酸化。

实用性:20%。

### 人造树

将二氧化碳从空气中提取出来的技术已经存在,美国哥伦比亚大学地球研究所的克劳斯·拉克纳尔和他的朋友威斯康星大学的粒子物理学家克里斯托弗·文特,在探讨解决全球变暖问题时,提出了建造“人造树”——一台能自我繁殖的机器的想法。这个机器以铁、铜、铝、硅、碳这样的常见元素为原料,太阳能为能源完成自我繁殖。这种机器每天从大气中抽取的二氧化碳是一棵树的1000倍,其可以把获得的二氧化碳转变成碳酸钙,比如石灰石、汉白玉、白瓷等,解决了从空气中提取二氧化碳后变成固体惊人的工作量和资源的难题。他们认为,在全球各地建造这种机器将有助于遏制全球变暖的势头。

缺陷:专家指出,这一方案的可行性没人怀疑,但问题是我们目前仍不清楚要为此付出多大的代价。因为这一方法的成本非常高,每移除一吨二氧化碳至少要花费600美元。

实用性:60%。

### 人工造林

人工造林一方面可以美化环境,另外一方面,也可以讨得那些认为“改造气候”是一个疯狂想法的人的欢心。将屋顶刷成白色或者在沙漠涂上反光材料或许也可以将某些人们不想要的辐射“挡在门外”。

缺陷:地球工程师们认为,仅仅这些方法不足以规避气候变化产生的恶果。

实用性:10%。