

生态日里居安思危： 太阳辐射管理的生态影响

Be prepared for danger in times of safety on the National Ecology Day: The ecological impact of solar radiation management

■文 / 朱松丽

农历初秋时节迎来全国首个生态日，我联想到习近平总书记在今年全国生态环境保护大会上的讲话，深深认识到生态文明建设已经在中国式现代化中占据了突

出位置。从“底线思维”角度出发，我理解，生态文明建设的“底线”是保障生态安全。类似“温水煮青蛙”，与触目惊心的污染和以“拉闸限电”现象为代表的能源安全问题相比，显示度低很多，但一旦变得醒目，恐怕就病入膏肓了。同时，“生态”是一个比“环境”更阔大的概念，受全球尺度变化的影响更深。作为最重大的全球问题之一，气候变化对生态的影响广泛而深刻，居安思危势在必行。而且，到了眼下这个阶段，不仅要考虑气候变化的生态影响，还要考虑应对气候变化手段的生态影响，特别是那些已经进入我们视野的“非常规”手段。

目前全国绝大部分地区仍处在气象学意义上的夏季中。在气候变化背景下，如今的夏天一年比一



年难过。2022年的酷夏还历历在目，2023年的夏天还未入伏，炙热的阳光已几乎把北京烤焦。根据南郊观象台的气象记录，1951年以来北京共有11天的最高温度达到40℃，其中接近一半发生在2023年的6月；到2023年7月19日，北京已经出现了27个高温日，打破了去年的高温日总数；就全球而言，7月初，全球“最热一天”记录4天内3次被打破，7月6日被视为“有记录以来最热的一天”（全球日平均温度达到17.23℃）。虽然有厄尔尼诺现象作祟，但气候危机作为始作俑者是真正根源所在，正如科学家所言，气候变化正在进入未知领域，其标志之一就是极端天气事件日趋频繁。

然而，全球温室气体排放量还在节节上升。联合国政府间气

候变化专门委员会第六次评估报告结论指出，相比工业革命前，2019年温升幅度达到1.09℃；科研人员最新观测资料告诉我们，这一数值到2022年底已经达到1.14℃，4

年之内上升了0.05℃！资料显示，在目前的排放节奏下，2025年前后单年温升幅度达到1.5℃的概率超过50%。退一万步说，即使排放立刻出现大幅度下降，气候变化的惯性仍将持续相当长时间才能达到某一个稳定水平，然后缓慢回归到更加适宜人类生存的温度区间。因此，悲观地看，降低排放（包括发展负排放技术）是不赶趟的，适应气候变化也是有边界的。那么，还有第三条路吗？理论答案是肯定的。单纯从技术角度分析，太阳辐射管理（SRM）可以是一种选择。

SRM的原理非常简单。既然温室效应的缘起是不断上升的人为温室气体过量吸收了地表接收太阳辐射后产生的长波辐射，那么直接降低太阳辐射达到地面的强度，是不是可以快速地缓解全球变暖

问题,而且不需要我们已经习惯了的社会经济系统发生太剧烈的变化?

但这个概念一经提出就引发科学家们的担心:SRM的风险远远超出我们的想象,一定要慎之又慎。但面对气候变化的不断加剧和,全球集体行动的迟缓,一些小型的实验和实践已经悄然开始,部分国家的政府机构也有所响应:2022年9月,英国科学家“秘密”放飞了若干枚气球,向平流层中释放二氧化硫气体;2022年12月,一家美国公司(Make Sunsets)宣布将选择墨西哥某地进行高空颗粒物释放实验,遭到广泛批评;2023年2月,联合国环境规划署(UNEP)组织了独立的专家评估并发布报告,对SRM研究和应用前景进行了分析;2023年6月,美国白宫发布了关于人工干预太阳辐射的五年研究计划。

SRM的负面影响,特别是对地球生态的影响,到底有哪些?在严谨的科学家们尚不能提供量化信息的时候,敏感的艺术学家们便已开始畅想并付诸艺术作品。2023年6月,一部名为“Frost”的短片上线,号称“史上第一部每一帧画面都是由生成式人工智能(Generative AI)创造”的电影。编剧们选择气候变化作为背景编撰故事,也许并不是出于偶然。这部作品的中文译名是《霜冻》,我看叫做《极寒天气》更合适。

“Frost”的划时代意义不容小觑。尽管这部短片看上去有些生硬,怪异的地方也蛮多,但我一想到它们完全是由AI根据文字剧本生成(即从文字生成画面),就不由得心生惊叹——这样发展下去,过

不了几天,人类“拍电影”就不需要摄像机了,简直无法想象,恐怕又一大批人要下岗了。对生成式AI的赞美和担忧就到此吧,我更感兴趣的是剧本故事。


剧情是这样的:气候危机已经到了非常严重的时刻,联合国机构无计可施,最终决定发射一枚AI天气模型器(Weather Model, AWM),用于操控天气类型和管理温室气体排放。一位白发苍苍的大胡子科学家(有几分像马克思)发现了其中的漏洞,极力阻止未果,刚愎自用的领导悍然发射了AWM。果不其然,意想不到的生态灾难发生了。五年之后,整个地球陷入了极寒天气包裹之中,生灵涂炭。幸存的一队人马只能勉强生活在南极洲的一小片冰封土地上。一天,他们接收到了某种神秘信号,为了一探究竟,他们毅然前行,损兵折将也在所不惜。第一集到这里结束。

以极寒天气为背景的故事,让我立刻想到了当年的《雪国列车》(Snowpiercer)。这是一部韩国、美国、法国、捷克合拍的国际大片,2013年上映,国内市场反应相对冷淡,但国际影响不俗,获得不少韩国电影节大奖和国际电影节提名。几乎与“Frost”背景完全一样,《雪国列车》中地球气候完全反常,人类在劫难逃,不得已使出了最后一招,即向平流层播撒化学药品CW-7,将部分太阳辐射反射回去。但这个“度”非常难把握,只因毫厘之差,地球被“冻住”了,到处是冰天雪地,仅存的人们生活在一列围绕赤道永远不停运动的列车上,苟延残喘。列车一旦停下来,人们就会被冻死。为了维

持这辆“永动机”和列车上的政治生态,一出出好戏不停上演,反转不断,着实精彩。尽管这部影片里的气候危机仅仅以背景出现,但其主旨还是揭露人性之善恶——很深刻很到位——我被创作班底的危机意识触动了。

“Frost”看上去像是《雪国列车》的前传——也许到第二集,那一队饥寒交迫的人马就循着神秘信号找到了列车,无期限地运行起来,直到地球生态又恢复到允许生命繁衍生存的阶段。

作为第一部完全由AI制作的小电影,创作团队首选了气候议题,第一集剧情是警告大家AI不能应对气候危机(其实就是人类无法直接控制气候),AI的应用最终可能适得其反,是不是有点反讽?也许这还不是“最终结论”,等待续集和反转。

我在炎热天气里看“Frost”、《雪国列车》,真有点想体会那里的“极寒”;想想生态安全受到威胁的地球世界,不由得陷入忧虑。太阳辐射管理,或许是人类挽救地球生态的最后一招,那么进行技术储备是必需的,但不能也不应该走到必须使用这种非常规手段的地步。万物之灵不应该把自己逼迫到那种田地。在这之前,各国要再次携起手来,努力使全球碳排放尽快平稳,争取在本世纪后半叶早期实现净零排放并尽快进入负排放阶段,那么温升幅度即使超过《巴黎协定》目标也有可能掉头回来。亡羊补牢为时未晚,减缓排放、适应变化和实施方式方面的有力集体行动刻不容缓。

作者单位:中国宏观经济研究院能源研究所

