

全球气候改善的可能途径

著名的气候学家、科学家和工程师们都认为,二十世纪后半叶速度越来越快的科学技术革命已经使得通过人类审慎的干预,来大规模改善大气候有了实际可能性。卓越的气候学家 E. K. Fedorov 认为,大型的人工改良气候计划的技术困难并不是不可克服的。他还认为,这类计划既可以用于作为一个整体的全球气候,也可以用于某一半球的气候。Fedorov 进一步认为,如果具备必要的技术,则制订气候改良计划的科学任务应该是一项比较容易的工作。

Hermann Flohn 评述说,大规模人工改良大气候,不仅科学上和技术上是可行的,还可能是一项比改变局地天气状况要简单得多的工作。T. Bergeron 曾评述说,进入新世纪后,人工影响天气可能成为气候学家的一项比天气预报更为重要的目标。另外两位气候学家认为,通过“大地工程”(geo-engineering)大规模人工改良大气候可能并不是太遥远的事了。还有几位著名的气候学家、相当多的科学家及工程师已不仅认为大型的人工改良气候计划在科学和技术方面是可行的,而且还提出了许多有关这方面的具体方案,下面将讨论其中的一部分。

周密的人工改良气候的理论和实践可以分为三大类。第一类是属于目前正在采取的一些计划和建议,旨在通过对大气的直接干预来改善天气或气候;第二类属于这样一种理论,即地球的水分循环同大气的热量、水分平衡有着密切的因果联系,因而用人工设施改变河流流量、洋流或建设人工湖等等就有可能促使大气候发生变化;第三类则仅是一些建议,建议在地球的陆地表面建造大地工程设施,以使大气的热量和水分平衡发生局地性的或区域性的改变。

人工直接影响局地天气状况的小规模方

案近 20 年来在许多国家已有实施。1975 年第七次世界气象大会正式批准了“人工影响天气计划”,这项计划要求世界气象组织秘书长对各成员国所进行的人工影响天气试验和作业进行记录。1980 年的记录表明,该年有 27 个国家共做过 121 项人工影响天气或气候的试验。

WMO 把它所承认的人工影响天气计划分为如下 12 类: 1. 气候改良; 2. 削弱热带气旋; 3. 消雾; 4. 消冷性雾; 5. 消暖性雾; 6. 防雷; 7. 消闪电; 8. 增加降水; 9. 增加降雪; 10. 研究性试验; 11. 洪水控制; 12. 抑制对流云发展。

早在 1959 年, T. Bergeron 提出了一项建议, 随后 H. H. Lamb 和其它著名气候学家曾予以支持, 该项建议是要通过把特别湿的空气引入大范围季风气流中, 以达到增加北非苏丹—撒哈拉地带降水的目的。这个形成非洲西南季风的气团其水汽不可能大规模地向别处逸散, 因为该气团的低层介于两条热带锋之间而与其它空气隔绝, 即两条热带锋不会让来自南北半球其它纬度的新鲜气团侵入。正如 Lamb 指出, 建议的观点是正确的, 引入特别大的湿空气将会通过凝结潜热的释放使云更加发展, 并导致气层的条件不稳定和垂直对流。这个建议虽然只是局限于非洲的某一个地区, 而且只是在该区域的特定大气状况下才有可能实施, 但却表明了人们通过对别处大气层进行审慎的干预, 是有可能实现人工影响气候的。

最近几年, 曾经有一些建议提出通过直接的人工干预以减少大气层中 CO_2 的含量。其中有一个建议, 类似于核反应堆的燃料处理过程, 建议将 CO_2 以及 SO_2 等其它有害成分从烟囱排放的气体中分离出来, 然后把它们存入废油田和废气田一类的地质结构中,

或导入深海,利用温盐海流 (thermohaline currents) 将它们扩散入海洋深处。也有人曾指出,通过分离空气和燃烧含氧的燃料也能得到同样的结果。

通过增加高层大气的气溶胶含量而使低层大气的温度降低也是有可能的。有几位科学家一直坚持说,只要能获得足够多的航空飞行器长期进行此项工作,则上述计划在技术上将是可行的。但是,正如 E.K.Fedorov 所指出的,企图用减少到达地球表面的太阳辐射总量的办法来抵消掉人为的能量生产增长,似乎是有荒谬的。但严格说来,这种不合理性,是指北半球而不是指南半球说的。这是因为人为的能量生产引起大气温度升高的主要是北半球,而南半球一直是农业占优势。事实上,如果能在南半球高层大气中制造这样一种气溶胶带,则有可能在最大程度上使热带和副热带气候的热量过多问题得到解决。

也有人建议,可以用核爆炸来改变大尺度范围内的风和气团移动的方向。正如苏联科学家 E. Fyodorov 指出的,气团的移动、增热、变冷以及水汽的蒸发与凝结,通常都是处于相对平衡的状态。这种平衡有时会变得不稳定,当出现这种情况时,即使是一种轻微的扰动,都足以破坏这种平衡,并引起大气团向这个或那个方向移动,就象雪球所导致的雪崩一样。

I. Adabashev 提出,可以用核爆炸来作为这种“轻微扰动”。他认为,如果能够获得气团、相邻气团及低层大气的温、湿度和风速资料,则对这种扰动作定量计算并没有多大困难。他认为,可以用这种方式造一个气旋或产生其它想要得到的气候变化。然而,Adabashev 警告说,在气象过程中一旦触发这种变化,则传统的天气预报方法就不再管用,就目前的气象知识来说,其结果有些是不可能预见的。气候改良计划的这种不可预见性问题和非线性影响问题,是本课题的科学文献中经常讨论的一个题目。

第二类人工改良气候的计划,即通过审慎的改造地球水分循环来改变气候的设想,有着悠久的历史。一些古代文明地区用人工建成的、大范围灌溉系统,可能并不是以地球水分循环与气候平衡之间相互作用的科学知识为基础的,但这些灌溉系统却影响到有关区域的气候状况。由于现代科学知识的发展,对水分循环与气候之间的相互关系已有了清楚的了解,在通过审慎地用工程方法来改变水分循环以达到改变气候方面已有了一些具体方案和设想。

预计对北美、苏联以及澳大利亚区域性气候环境将有相当大影响的三条河流改造方案,已被有关政府所采纳,并处于不同的实施和准备阶段。北美的方案拟使位于不列颠哥伦比亚及阿拉斯加 9 大流域的水部分地改造,用许多抽水机抽水,使在落基山的 900 米高度左右形成一个大型水库,从水库流出的水将分别流向南面的和东面的渠道。向南流去的河水可到达加利福尼亚、亚利桑那、得克萨斯和俄克拉何马以及墨西哥的北部诸州。向东流去的河水将穿过加拿大的大草原、美国的达科他、明尼苏达州而流入大湖区的苏必利湖。这支水流将浇灌美国及加拿大的大草原,并汇合成一条长长的内陆河,它从太平洋沿岸的温哥华穿过大湖区和圣劳伦斯河达到大西洋沿岸。这个方案已被美国和加拿大政府批准并预计在 30 年内完成,估计将耗资约 1000 亿美元。当方案实现后,将可改善加拿大 7 个省、美国 33 个州及墨西哥的 3 个最干旱区的供水。它还将通过改变大气的热量和水汽含量而在一定程度上改变局地气候状况。

苏联多年以来一直在认真考虑一个使西伯利亚的鄂毕河和叶尼塞河向南转向的庞大计划,这个计划原先是由工程师 M.Davydov 拟定的,随后作了大量修改。这个计划包括建造大型水坝水库、抽水机以及建造人工河道等,以使西伯利亚向北流的河水向南倒流。该计划除了打算在西伯利亚西北部形成

辽阔的水域外，还打算浇灌哈萨克斯坦的干旱区。与目前实际应用有关的是，计划方案还打算在相当大的程度上改善西伯利亚的寒冷气候以及改善苏联中亚的干旱气候。据 I. Adabashev 认为，该计划预期产生的气候效益是：由新的河流、水库和渠道增加的几十万平方公里水域连同扩大的咸海和里海一起，将造成温暖得多的气候。降水将会增多，阿姆河和锡尔河的水位也将明显升高。干热沙漠风将会失去其威力，卡拉库姆沙漠中将栽植起防风林带。气流将向中亚乌拉尔山、阿尔泰山区的干旱地输送水汽，古老的干涸河道将重新复活；在整个漫长的夏季，新的西伯利亚海将蒸发出水汽，从而增加降雨；在寒冷的西伯利亚冬季，水汽将释放出积聚的热量，有助于调节和改善西伯利亚的气候。据科学家的判断，永冻的界限将会北移200—300公里。

苏联政府原则上已批准了这个方案，苏联的气候学家和工程师们目前正在拟定细目，以便得到政府的最后批准。

目前即将进行的澳大利亚斯诺伊河改向计划，是所涉及的另一个例子。这个计划方案包括建造一个穿过澳大利亚阿尔卑斯山的大隧道，并借助于许多河渠、水库和水闸，使斯诺伊河通过这条隧道从太平洋沿岸转向西流。这项计划预计在20年内完成，完成后将可灌溉100万公顷澳大利亚中部的沙漠，并改善该地区的气候，还可产生300万千瓦的水电。

除上述三个大陆的三个主要河流改道计划外，另外曾经提出过在世界不同地区一些河湖的改造计划，一方面是想增加供水，另一方面是想改善气候。在三十年代，德国工程师 H. Sorgel 曾经提出了一项重建乍得湖的方案。在地质时期，这个湖一度曾到达位于撒哈拉中部的阿什加尔高原。如果在金沙萨附近的斯坦利乔治拦截刚果河，就能够在50年内灌满整个乍得低地，这样就能重新形成古老的乍得海。到那时刚果海也将被灌满。这

两个海的水域将会达到300万平方公里左右，即约为整个非洲大陆面积的10%。据 Lamb 指出：“这项计划的气象方面的重要意义乃在于：这个广阔的水域所在的一些区域，一年中有很多时间处于赤道雨系的云团和垂直环流控制下，因此，额外得到的可利用水就有可能通过该地带内的植被生长和大气环流不断重复循环”。

在许多年前，一位法国工程师和一位美国工程师曾经提出了约旦河从死海改道的计划方案，打算在太巴列湖南端闸住河水，以利于灌溉；同时还打算把地中海的水抽入约旦河谷和死海（那里处于海平面以下很低），以用于水力发电。实施这个计划估计要花费2亿美元左右，计划如果实现，将能明显地改善该地区的干热气候。

在人工改良大气候方面，包括极地冰帽和海洋在内的许多计划是更为引人注意的，同时影响范围也可能更大。这些计划所依据的基本想法是：不仅极地区域的气候，而且整个地球的气候都可以通过控制世界海洋的温度来加以改善，变成温暖适中的气候。苏联工程师 P. Borisov 提出的一项计划目标是造成一支直接通过北极海盆的大西洋暖洋流，并同时阻挡住北极海盆的冷洋流，不让它流入大西洋。为此，P. Borisov 建议在白令海峡装置大功率的抽水机，将北极海盆的表层水抽入太平洋。他估计抽出冷水并从大西洋流入暖水就能制止北极海盆中海冰的形成，这样就能导致北极区有较暖的气候。他相信，他的这个计划如若实现，就有可能改善包括热带气候在内的整个地球大气候。

另外的一种想法是给流入北极海盆的太平洋海水增加热量。为此，加利福尼亚大学的 D. White 教授提出建立原子能工厂。苏联工程师 A. I. Shumilin 也提出了一个引人注目的计划：用机械装置将太平洋的暖水输入白令海峡。其目的是为了达到同 Borisov 计划相同的目标，即改善北极气候并从而对全球大气候产生良好的影响。还有一些科学

家们也曾经提出通过用由低空飞行飞机撒落下来的烟灰来减少冰盖的反射率从而融化北极冰盖。通过在北极冰帽上的核爆炸,许多同样的目的也有可能达到。

为了在北极地区生长植物和人类定居,苏联的一位研究北极永冻区的科学家 M. Krylov 曾经提出一个有意义的北极盆地开垦计划。Krylov 认为通过连续几个冬季应用人工冻结浮冰,同时加入淤泥以制止它们在夏季融化,北极冰盖就能被改造成为一块地层层下埋藏冰的稳定地块。能够使这个地块逐渐扩展伸入海内,并可用来供森林、植物生长和人类定居,因为它一旦形成,北极气候就有可能迅速地变好。不言而喻,北极的地理和气候方面的这种变化将有可能对作为一个整体的全球气候产生影响。

关于审慎地改变极点位置有着各种各样的设想。地质证据表明,地球上的气候状况并不总是同现在一样的;世界各地在遥远的过去,都盛行过较均一和温暖的气候;这种气候的均一性是由于世界海洋的温度相对均一以及极地区域的不同布局造成的。两位著名的地质学家曾提出,如果能把北极极点移到北太平洋 35°N 、 18°W 附近海域,南极移到南大西洋中与北极正相反的位置,那么与两极区的水体的自由交换就有可能阻止极地冰盖的形成并引起全球大气候状况的整个变化。他们认为,水体的自由交换会导致温度极值在地理分布和季节分布方面趋于平衡。与现在的温度带状分布不同,将会出现弱的和均匀的南北向温度梯度。他们指出,这种类型的气候一定在二叠纪冰期和更新世冰期之间盛行过,而且在漫长的间冰期内也有可能盛行过。

另一组关于使洋流改道以改善区域或全球气候的建议是,把洋流比拟为大气“加热带”,认为可以通过使这些“加热带”重新排列促使大范围气候发生变化。Borisov 和 Shumilin 的计划,也早已注意到洋流的改道及由此而引起全球大气候的改善。

有一种计划方案是使(墨西哥)湾流和拉布拉多洋流改向,以增暖北美的气候。这项建议是横贯贝尔岛海峡筑一坝,并计划从纽芬兰东端筑一巨大的堤伸入海洋,以阻塞墨西哥湾流和拉布拉多的冷洋流。预计到那时候拉布拉多冷洋流将向东偏转,而墨西哥湾流将靠近海岸并充满圣劳伦斯湾。另一项计划是设想让日本列岛亚洲一侧太平洋上的黑潮洋流改道,以改善远东的气候。

另外,为了改善气候和发展经济,许多著名的科学家及工程师们提出了一系列控制和调节或改造整个海洋的建议。其中有波罗的海增暖计划、北海改造计划和地中海降低计划。

第三类人工影响气候的计划,是指那些涉及到地球表面大地工程的计划。首先是有关大规模栽树或种草的建议。在最初由 Bryson 设想的一项方案(特别是减少大气中 CO_2 含量的问题)中,建议栽种 10^{12} 株美国梧桐,以清除大气中的 CO_2 ,将它们以林木和腐殖质的形式贮存起来。Bryson 和 Baerries 提出了一项更加具体的方案,建议通过大规模种草以改造印度西北部的沙漠。他们根据 1962—1966 年广泛的野外观测(包括航空观测),得出的结论是,印度西北部和巴基斯坦上空浓密的局地性尘幕是沙漠上空下沉气流发展的重要因素。通过大范围种草而形成适当的草被就能够保护地面并减少大气中灰尘的含量。这将导致温度降低、湿度和降水量增加。Bryson 和 Baerries 认为,这个计划方案从农业工程的观点来看是十分可行的。如若这项计划实现,将会使大面积沙漠得到改造,并有助于解决印度的粮食问题。

使用大功率的冷冻设备形成人工冰场是另一种可能途径,它可能对南半球大气候的改善特别有用。苏联工程师 I. Adabashev 建议,这种冷冻设备将来可利用太阳能来运转。类似的、在理论上可行但技术上还不能马上做到的另一种方案是,通过用冰和盐工作的巨大地下空气冷却设备,直接使大气变冷。

这些设施将沿着热风路径或沙漠边缘排列几十公里甚至几百公里。它们将被用来送入暖空气和连续抽出冷却空气，在大气低层形成无形的冷空气坝，从而促使云的形成和诱发降雨。

E. K. Fedorov 曾经指出，在地球表面上建成巨大建筑物可以模拟山脉气流。鉴于现有的山脉明显地影响到邻近及遥远地区的气候，因此可以设计出一些特殊的建筑物，它们并不特别大，但有可能起到同样的作用。例如，气流的上升运动有可能在适当的条件

下触发起更大的垂直运动，发展成一种自身维持的过程。根据同样的推理，如果通过核爆炸或其它手段使山脉破坏或部分破坏，也都可能导致特定区域内的温湿度改变。例如，已计划的喜马拉雅山选定地段的破坏，有可能是改善印巴次大陆热带大气候环境的一种手段。

邱杏琳摘译自 «Climate and World Order» P. 109—137, 1983

汪奕琮、谷凤校