

全球变暖面面观

——方修琦教授在国家图书馆的演讲

思想者小传

方修琦 1962 年生，现任北京师范大学地理学与遥感科学学院教授，主要从事环境演变及其影响方面的研究和教学工作，主持全球变化研究国家重大科学研究计划项目之课题“暖期气候对中国社会经济的影响与人类适应研究”。出版有《全球变化》、《中国碳排放的历史与现状》、《中国古地理——中国自然环境的形成》、《漫步地球村》等著作，发表论文 200 余篇，获得教育部等部委级奖励多次。

全球变暖是最近几十年大家很关注的话题，同时也是科学界的一个重要研究课题。上世纪 80 年代开始，全球变暖问题就是一个很重要的研究领域，以此为主题的地球系统科学和全球变化研究，被认为是 21 世纪地球科学研究最重要的前沿领域。但实际上全球变暖不是一个简单的气候问题，它还涉及到政治经济等各个方面，与所有国家和所有公众密切相关。

变暖确实发生，影响业已显现

20 世纪以来全球确实变暖了，近年频繁出现的极端高温天气并不一定与全球气候变暖有关，但全球变暖后现在的极端高温可能会成为常态。

20 世纪以来，全球变暖和它的影响被证明确实是在发生的。根据联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）第四次评估报告，在过去的 100 多年里，全球平均气温上升了 0.74 摄氏度，过去 50 年升温尤其明显，1850 年以来最暖的 12 个年份中，有 11 个出现在 1995—2006 年；降水格局也发生了很大变化，一些地区降水增多，很多地区出现了变干的情况。

自然系统中，冰川、冻土、积雪、水文、动植物等现象都表现出和气候变暖相吻合的特征。具体来讲，在过去的 100 多年里，全球海平面一直在上升，1961 年到 2003 年间，平均每年大概上升了 1.8 毫米。鸟的鸣叫时间在提前，因为春天来得早了。加拿大的一条河里，暖水鱼的种类数量增多了，冷水鱼的种类数量变少了。在热带地区，由于高温，珊瑚礁出现了白化的现象。特别受到关注的是，在过去的几十年里，格陵兰的冰雪和北冰洋的海冰每年融化的面积在增大。此外，冻土面积也在逐年退缩。

变暖已经对生产和生活产生深刻影响。从上世纪 80 年代末期以来，随着桃花开放时间的提前，北京植物园桃花节每年开始的日期也在提前。气候变暖使得黑龙江的很多地方变得相对适宜种水稻，所以其水稻的单产和种植面积都在增大，气候变暖对单产增加的贡献有 23%到 30%，而总产的增加里有 40%左右是人适应气候变暖所带来的效益。

更受关注的是气候变暖带来的不利影响。近些年来，一些异常气候事件也有增加趋势。比如，2003 年夏天，习惯于比较凉爽气候的欧洲人经历了高于平均值 3.8 摄氏度的酷夏，比历史上曾出现过的最高记录高 1.4 摄氏度，瑞士第三大城市巴塞尔有 4 天日最高温大于 35 摄氏度，是多年平均值的十余倍。这年夏天，欧洲因高温天气而死亡的人数大概是 2.6 万人，其中法国就有约 1.5 万人。

极端高温天气并不一定与全球气候变暖有关，但全球变暖后现在的极端高温可能会成为常态。

当然，对于 20 世纪的全球变暖，也有不同解读。比如 1906 至 2005 年平均每年增温 0.74 摄氏度，但如果从 1860 年算起，这个增加速率就只有每年 0.45 摄氏度了。过去 50 年里，气温上升速度比 100 年的平均增温速率大，其实与刚好处于波动的上升时段有关。所以，应该避免有倾向

性地去选择某些时段，夸大增温速率。

归因人类活动，争论仍然存在

全球变暖是一个可能由人类活动造成的全球性的环境问题，但是也有争论。

全球变暖的原因到底是什么？现在主流的观点认为，是人类活动导致了 20 世纪全球变暖，但是也有争论。

我们现在将全球变暖大致归结为两类原因。一类是自然的，主要是火山活动和太阳活动，还有地球系统本身的波动；一类是人为的，主要是温室气体的增加，还有大气层气溶胶的增减，以及土地利用的变化。

人类行为对于气候的改变，主要是通过化石燃料的使用以及土地利用两种方式。这里面有三个过程非常重要，一个是温室气体增加使温室效应增强，一个是大气气溶胶改变之后对于气候的影响，还有就是土地利用改变了地表覆盖之后，引起了地表的反照率等地表过程的变化。其中，温室效应的主要作用是使地球变暖，而大气气溶胶的主要作用则是使地球变冷。这两个过程最终决定了地球人类活动对于自然环境的影响。

认为人类活动导致二氧化碳、甲烷等温室气体排放量增加，进而导致全球变暖，的确有观测记录为佐证。最近 60 年来，全球的二氧化碳含量是一直在增加的，其原因与人为排放的增加直接相关。人类排放的二氧化碳有一部分被海洋吸收，一部分被陆地吸收，存留在大气中的部分，使得大气中的二氧化碳含量增加。二氧化碳含量增加的趋势和全球气温升高的趋势，是有一定的对应关系的。

从气候模式模拟的结果看，如果只考虑太阳活动和火山活动等自然变化的影响，过去的五六十年里，地球的气温应该是下降的，但实际上观测到的结果却是上升的。如果把温室气体和硫酸气溶胶等人为因素考虑进去，模拟的结果就跟观测的数据比较吻合了。用模式定量评估过去几百年里各个因子对于气候变暖的贡献，结果发现二氧化碳的贡献最大。

当然，对全球变暖原因的认识也有很多不确定性。比如 2001 年的 IPCC 第三次评估报告认为，2000 年以后的十年里，受人类活动影响，全球平均气温应增加 0.2 摄氏度，但实际观测到的却是最近 10 年全球气温无明显变化。这说明我们对于气候变化机制的认识，包括我们模拟分析的能力都还存在一些问题。

比如，我们对于大气中粉尘（矿物气溶胶）含量作用的认识，也还有待进一步深入。大气中的粉尘主要通过沙尘暴等方式从陆地输送到大气中，并至少会通过两方面过程使地球变冷。一方面，粉尘会直接反射太阳辐射，导致气候变冷；另一方面，大气中的粉尘在从陆地向海洋输送的过程当中，其中的铁会从三价铁变成二价铁，进到海洋中后就变成了生物的营养盐，导致海洋生物繁盛，而这有利于固定更多的二氧化碳，因此也会使大气中的二氧化碳含量降低，使地球变冷。对于这样一些过程的作用到底有多大，我们现在实际上并不是十分清楚。我们现在都希望沙尘暴少刮一点，但如果这样，大气中的粉尘就少了，可能我们的气候会更热。这意味着，我们可能需要做一个两难选择：要么空气相对脏一点，但是气候不太热；要么空气比较干净，但是却特别热。类似的问题实际上还有很多，需要科学家深入研究。

20 世纪的温暖程度是否为过去千年最大，历史上是否存在类似的百年尺度或千年尺度暖期，对我们判断 20 世纪全球变暖的原因十分重要。如果变暖是史无前例的，可能真的是人类活动造成的，但如果类似的暖期在历史上多次出现，则自然周期变化的作用是不容忽视的。十多年前，美国科学家曼恩做过一条有名的曲线，叫做“曲棍球杆曲线”。这条曲线显示的是：在过去的 1000 年里，北半球的气温一直是在下降的，而在过去的 100 年里，却突然显著上升；在过去 1000 年里，整个 20 世纪是最暖的世纪，上世纪 90 年代是最暖的十年，1998 年是最暖的一年。这一结论在 2001 年被 IPCC 的第三次评估报告采用，影响非常大，并一度成为国际主流观点。但是对于这个曲线，一直是有争议的。比如，用中国历史文献记录重建的结果显示，过去 2000 年温度的变化是周期波动的，而不是曲棍球杆式的变化趋势。更重要的是，20 世纪也不是历史上最暖的时期，

我国唐朝,还有宋元时期就比现在更暖。这意味着,20 世纪的暖期至少可以部分地用百年乃至千年的自然周期变化来解释。

前些年,有一部科幻电影《后天》很热门,这部影片把过去几十年里大家对于全球变暖的一些科学认识都反映出来了。但是这个故事说的是,温室气体增加导致全球变暖的最终结果不是更暖,而是进入到一个冰期。在地球的演化历史上,也的确曾发生过类似的过程。这也是一种观点。

还有一些更极端的观点。比如英国 BBC 拍过一个纪录片《全球变暖的大骗局》,认为太阳活动的变化,就可以很好地解释过去 100 多年里全球的气候变化,完全否定了全球变暖是人类活动所导致。一些对人类活动导致全球变暖持反对意见的科学家,写了一份“非 IPCC 报告”,对 IPCC 报告的观点进行驳斥。

达成政治共识,博弈还在继续

过去几十年里,由于 IPCC 的推动,全球变暖问题逐渐从科学认识转化为政治共识,主要体现在两个方面:一是全球变暖是人类活动所导致;二是升温 2 摄氏度将给人类带来灾难性影响。

上面是从科学角度来看气候变化。实际上,全球变暖也是跟国际政治联系特别紧密的一个问题。

从人类活动导致全球变暖的观点出发,以 IPCC 为代表的主流观点认为,如果对人类活动不加以有效控制,未来全球变暖将进一步加剧,到 21 世纪末温度将上升 1.1 至 6.4 摄氏度(最大可能是 2-3 摄氏度);一旦未来全球平均气温升高超过 2 摄氏度,人类社会可能面临灾难性的危险,突出地表现为海平面上升、物种灭绝、极端天气事件频率增加、热带传染病北上、全球粮食短缺、水资源供应不足、地区冲突增加,等等。所以,为了避免灾难的发生,人类现在就应该采取行动,有效控制温室气体排放。

在过去几十年里,IPCC 定期就全球气候问题做评估报告,不断强化上述观点。很多媒体或机构也积极推动和传播这一观念,其中最具代表性的,就是前美国副总统戈尔曾经做过的一个电视纪录片《被忽视的真相》。IPCC 和戈尔因此还获得了诺贝尔和平奖。

尽管科学界对上述科学认识还存在一定的争议,但由于 IPCC 等国际组织和一些发达国家的推动,全球变暖问题已从科学认识部分地转化为政治共识,并成为国际社会及各国采取应对全球气候变化行动的科学基础。到目前为止,人们关于全球变暖问题的政治共识主要体现在两个方面:一是全球变暖是人类活动所导致;二是升温 2 摄氏度是个危险的阈值。

在这种政治共识的指导下,当前国际社会采取的行动可归结为两类,一类叫“减缓”,一类叫“适应”。减缓的目的主要是要减少温室气体排放,以此减缓气候变化的速率。适应是通过改变人类社会自己,来降低气候变化所导致的影响。这两种行动都在 1992 年《联合国气候变化框架公约》里被确定了下来。

根据《联合国气候变化框架公约》确立的公平原则和共同但有区别责任的原则,对全球变暖在现代和历史上均负主要责任的发达国家要率先减排以减缓气候变化,同时发达国家需要提供资金和技术来帮助发展中国家实现减排与适应气候变化。1997 年的《京都议定书》确定了发达国家到 2012 年的减排目标,2009 年的哥本哈根大会本来主要是讨论 2012 年以后的减排安排,但因与会各国分歧太大,迄今没有达成一致意见。

围绕温室气体减排的气候变化谈判的核心是,怎样在认定责任的基础上分配碳排放配额的问题,其中涉及到很多政治和国家利益上的考量,因为大家对于排放或者发展,诉求是不一样的。总体上来说,存在着不同的利益集团,主要有两大阵营和三股力量。两大阵营就是发展中国家和发达国家,三股力量就是欧盟、美国和中国等发展中国家。发达国家之间有分歧,发展中国家之间也有分歧。发达国家之间以欧盟和美国为代表,他们争论的焦点是谁来掌握分配主导权的问题,但他们对减排的很多的策略是共同的,对要求中国在内的发展中国家承担减排义务这一方面,他们的意见也是一致的。发展中国家也有分化,一个是以中国为代表的金砖国家和其他的一些发展中国家,另一个是一些世界上最不发达的国家和一些小岛国,各自的目标不一样,分歧也很大。

我们强调的是发展的权利，他们强调的是生存的保障。

选择低碳发展，道路还很漫长

气候变化问题归根到底是发展问题，提倡“低碳经济”，就是希望通过节能、提高效率，发展低能耗的、低碳的能源，用低碳的生产方式和生活方式，用增加碳汇等办法，最终实现降低温室气体排放的目的。

从经济角度讲，全球变暖问题实际上跟低碳发展是密切联系的。人为碳排放（主要来源于人类大量使用化石燃料和土地利用变化）是社会经济发展过程中的一个副产品，只要有发展就难免有碳排放，所以气候变化归根到底是发展问题。

我们现在的经济增长，是以能源的不断消耗为代价的，所有能源的消耗都会产生碳排放。区别在于，不同的发展水平，最低的排放要求不一样。贫困地区大概人均年排放 0.1 吨碳就可以维持了，但是如果要达到小康水平，人均排放量至少需要 0.5 吨碳，发达国家维持最低生活水平的排放量则是 1.5 吨碳。所以越是发达地区，碳排放水平就越高。

现在大家都在提倡“低碳经济”，就是希望通过节能、提高效率，发展低能耗的、低碳的能源，用低碳的生产方式和生活方式，用增加碳汇等办法，最终实现降低温室气体排放的目的。“低碳”理念最早是由英国人提出来的，其初衷不仅仅是为了应对气候变化的影响，还有一个重要考虑是，希望摆脱对于传统能源的依赖。这样一种理念如果真正付诸实践，不仅有助于减缓气候变化，可能会导致 21 世纪全球经济发展方式的重大变革，会导致很多新的技术革命以及全球市场的重组。

从全球来讲，减排目标与减排成本是相关联的，我们定的减排目标越苛刻，减排成本所占 GDP 的比例也就会越高。比如，有科学家提出一种“碳封存”的办法，将人类活动排放出的碳打到海洋里、矿井里，或者通过技术加工，把它固定化。这些在技术上都不成问题，但成本很高。类似的还有从粮食或植物中提取的生物能源，正在一些发达国家研发试验，但目前其使用成本可能比化石能源要高，而且可能还会危及粮食安全，导致植被破坏等。

所以，应对气候变化，不仅仅是钱的问题，也不仅仅是能源本身的问题，还有很多复杂的问题需要考虑。

对于中国来说，我们现在面临着人口数量继续增加和消费水平增长更快这样一个双重的压力，处在目前这样一个发展阶段，碳的增加恐怕是不可避免的，但是我们可以选择，是走一条相对高碳的道路还是相对低碳的道路。我们现在提出，到 2020 年单位 GDP 的碳排放减排 40%到 45%的目标，这实际上是一个相对低碳的概念，是在走相对低碳发展的道路。

除了碳排放的压力之外，我国还要考虑气候变化可能给相关区域带来的不利影响。比如未来温度变化、降水情况，以及可能对农业生产带来的影响；一些可能跟气候变化相关联的疾病区域会扩大等。这些问题都需要提前研判，从长计议。

从我们每个人的角度，首先是要正确理解气候变化问题。要认识到全球变暖确实是全球性的环境问题，它的产生是跟我们不可持续的生产和消费方式密切相关的。不同的消费方式，对于资源的消耗是不一样的。比如，以谷物为主的食物结构与以牛肉为主的食物结构，对于碳的消耗大概会差 20 倍。

当然，也要认识到，全球变暖并不意味着就是世界末日，有很多宣传是夸大其辞的。我前面说了，气候变化实际是利弊兼具，所以既要认识到危险的确存在，也要关注到其中的机会。

我想，这里有几个问题是要注意的。第一，政治共识不等于科学结论。关于气候变化的影响还有很多不确定性，这对于不同人的决策行为来讲，意义其实是不一样的。所以，怎样采取一种正确的行为来适应这种发展，是很重要的。第二，我们需要在发展和保护环境之间寻找到一个平衡点。因为发展而使环境变得很糟糕，这是不可持续的。同样，如果以牺牲发展作为代价来保护环境，这也是不可持续的。这是从一般的角度讲。从不同的国家或者不同的发展阶段来讲，大家对于环境和发展的需求也是不一样的。我国正处在一个快速发展的阶段，对于发展的需求很大，

我们对环境保护是要在发展中去保护。我们要认识到，消除贫困就是在消除污染。英迪拉·甘地说过，贫穷是最大的污染。我们承认气候变暖问题是全球共同的责任，但是如果让穷国放弃经济发展去保护环境，这本身也是不公平的。

作为个人，我们可以有很多的选择，通过很多行为支持这样或那样的减排。比如，我们可以避免奢侈的生活以减少浪费。有人说，美国人如果把他们高排放的汽车换成低排放的汽车，节约出来的能源大概够发展中国家一年的用电量，事实的确如此。所以，减排可以从改变我们每个人的生活方式做起。此外，我们的城市是不是需要越铺越大？马路是不是需要越造越宽？也需要反思。其实，一个比较集约的城市，一个土地利用率比较高的城市，既能节约土地资源，也会减少碳排放。

为了推动全民减排行动，科技部组织编写了一本《全民节能减排实用手册》，里面介绍了 36 种减排行为，每种行为都可以达到减排的效果。这里面分两类，一类是约束性的，一类是替代性的。所谓约束性的是指降低消费的数量，替代性的是指使用低碳产品。比如，倡导低碳出行，选择用经济成本更低、碳排放更少的自行车或公交车替代开车；通过植树造林，增加碳汇，扩大生态系统的生物量，都可以达到减排的效果。

（根据演讲录音整理，经作者审阅，本报有删节）