



党的十九届六中全会强调：“党中央以前所未有的力度抓生态文明建设，美丽中国建设迈出重大步伐，我国生态环境保护发生历史性、转折性、全局性变化。”习近平总书记指出，实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革，要把碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局。生态文明建设是我国实现高质量发展的内在要求，也是实现民族复兴的必由之路。把碳达峰碳中和纳入生态文明建设整体布局，其关键在于打好实现碳达峰碳中和这场硬仗。

打好实现碳达峰碳中和这场硬仗的整体要求。打好碳达峰碳中和这场硬仗，需要强化整体意识、系统思维，把握好整体要求，把碳达峰碳中和作为推动高质量发展、提升生态文明建设水平的重要抓手和重要标志。

首先，突出系统谋划。要把“双碳”目标及其带来的约束与机遇作为生态文明建设的重要前提和依据。一方面，强化和凸显碳达峰碳中和在生态文明建设中的地位作用，把减碳、降碳、脱碳及低碳、零碳、负碳的理念融入生态文明建设的方方面面。另一方面，在碳达峰碳中和目标的约束下，统筹不同行业、不同层级、不同地区的宏观方略、规划政策、行动方案，推动构建形成全方位、全地域、全过程的时间表、路线图、施工图。此外，尤为重要是把碳达峰碳中和作为重大机遇，谋划推进区域的绿色崛起、跨越发展。

其次，突出协同推进。“双碳”工作作为经济社会全面绿色转型建设的核心任务，其关键抓手在于突出协同推进。一方面，突出降碳作为源头治理、过程优化、结果约束的作用，把

碳达峰碳中和作为生态环境质量改善与提升、经济社会全面绿色转型、抢占绿色发展先机、构建新发展格局和实现高质量发展的关键一招和核心内容。另一方面，把碳达峰碳中和与生态文明建设的体系布局、层次布局、空间布局、任务布局、阶段布局等全面对接，推动形成不同领域、行业、部门、层级、地区等主体一体推进、协同实施的行动体系。此外，统筹好国内国际两个大局，一体推进美丽中国和地球生命共同体建设。

再次，突出整体提升。把碳达峰碳中和纳入生态文明建设整体布局，是实现经济社会多目标共赢的着眼点和发力点。一是统筹考虑碳达峰与碳中和之间的关系，认识到碳中和是最终目标，碳达峰必须要和这个最终目标规划一致，不能盲目攀峰，要为实现碳中和做好铺垫。二是统筹考虑生态环境保护与气候变化之间的关系，认识到推进碳达峰碳中和是新时代生态文明建设的核心和关键，生态文明整体提升是推进碳达峰碳中和的根本保证和最终指向。

打好实现碳达峰碳中和这场硬仗需要精准认知。“十四五”时期，是实现生态环境质量改善由量变到质变的关键时期。由于当前我们对于碳达峰碳中和的认与知依然存在不精准不到位，相关制度、体制、机制仍在推进探索当中，落实好这一部署仍然面临较大挑战。为此，我们需要在系统观念、整体思维上精准认知。

一是精准认知“双碳”领导责任体系的内涵。碳达峰碳中和是我国实施低碳绿色、节能减排的长期战略，需要我们清醒地认识自上而下、统筹协调、目标一责任一考核三位一体的

“双碳”领导责任体系。一方面，形成从中央到省、市、县、镇、村，从生态环境保护到经济社会发展各部门、各行业，从政府到市场、社会公众等各类主体的全方位、全地域、全过程责任分配制度。另一方面，对照我国碳达峰碳中和时间表路线图，做到将“双碳”要求细化落实到各领域、各部门、各主体、各层级，解决好“抓什么”问题。此外，建立健全国家统一领导下的各领域、各部门、各主体、各层级协同推进、齐抓共管的领导和推进机制，强化监督考核机制，解决好“怎么抓”问题。

二是精准认知系统化下的“双碳”政策体系。推动高水平生态文明建设，必须不断完善系统化下的“双碳”政策体系，以精细精准的科学方法来形成支撑。从宏观层面来看，围绕能源、产业、交通、用地等结构调整以及科技创新等，加快推进气候立法等工作，搭建系统性政策体系，解决“有据可依”问题。从中观层面来看，充分总结党的十八大以来生态文明建设经验，加快推动形成“1+N”政策体系和协同治理体系，将“双碳”布局具体措施落实到各个相关领域，压实各主体责任，解决“有路可走”问题。从微观层面来看，突出强化“双碳”在生态文明建设中资金和技术的布局，加快建立各行业、各领域、各地方、全生命周期的碳核算体系和技术支撑体系，加快推进产业技术、管理技术的创新，解决“有器可用”问题。

三是精准认知同步协调的“双碳”行动体系。在“双碳”目标引领下，中国的发展方式和经济结构正在发生战略性转变，需要各领域各部门同向发力、各层级各主体同频共振、

各类政策同步协调。为此，不仅要从战略规划、政策法规、制度体系、试点示范、国际合作等方面，加强“双碳”工作与生态文明建设的统筹融合与高效协同，还要推进职能协同、工作协同和机制协同，加快补齐认知水平、政策工具、手段措施、基础能力等方面的短板。同时，坚持共同但有区别的责任，统筹考虑各地区、各行业、各领域战略定位、发展水平以及控制碳排放的责任、潜力和能力，统筹安排、梯次实现“双碳”的目标任务，统筹协调好各利益相关方权利、责任、义务。此外，强化政策协同，做好部门、区域流域配套法规政策的衔接与协调，促进绿色生态与生产生活相呼应，推动加强区域流域合作，推进绿色责任与经济利益等挂钩，调动全社会参与。

四是精准认知全链条下的“双碳”科技创新体系。科技创新对生态文明建设具有基础性战略支撑作用，需要建立健全以标准支撑、需求牵引、全链条下的科技创新体系。首先，围绕可测量、可报告、可核查这一基础要求创新体系，加强“双碳”核算技术方法、核算标准的研究，加快建立健全“双碳”标准规范体系和监测评估体系。其次，着力研究揭示碳中和的结构特征、过程规律、路径机制的科技创新体系。围绕能源革命、产业转型、技术升级，突出原创性、突破性、颠覆性、引领性创新。加强新能源新材料以及碳中和关键核心技术攻关，加强产学研用深度融合，为培育战略性新兴产业及增长点、助力高质量发展、满足人民群众对美好生活的需要、建设科技强国提供科研担当。

（作者系中国环境科学研究院院长）

酸雨之“害”：北美死湖事件

□ 娄瑞雪

酸雨泛指PH值低于5.6的雨雪沉降，是大气污染的一种表现，有些国家称之为“空中死神”。20世纪70年代以来，美国东北部和加拿大东南部地区出现了大面积酸雨区，大约有9400个湖泊酸化变质，受影响的水域总面积达到36000平方公里。其中，一些湖泊由于酸性过强导致各种生物几乎全部死亡而成为一潭死水。这就是世界上严重的北美死湖事件，也叫北美死湖酸雨事件。该事件不仅引发了美加两国的外交争端，也引起了各国政府和科技工作者对大气污染成因及治理的重视。

事件回顾

20世纪30年代之后，美国东北部和加拿大东南部地区工业快速发展，与此同时，污染排放形势也比较严峻，每年向大气中排放的二氧化硫达到2500多万吨。随着二氧化硫排放量的增加，大气环境酸化现象开始出现，造成严重的酸雨污染。到了70年代，美国东北部和加拿大东南部的大量湖泊PH值仅在3.5左右，严重的区域PH值一度低到1.4左右，当地生态环境遭到严重破坏，经济也受到严重影响。美国缅因州某参议员于1981年提交的《酸雨防止法案》声称，美国东部整个地区每年因酸雨污染损失达50亿美元，以林业为主体经济的缅因州每年损失就超过17亿美元。加拿大则声称，1984年全国有1400多个湖泊和池塘由于酸雨污染导致大量鱼类死亡，有年产值250亿美元的木材业受到严重威胁。

事件影响

北美死湖事件发生后，酸雨污染不仅成为美国与加拿大的环境难题，还引起两国外交争端，甚至一度关系紧张。20世纪70年代初，加拿大研究发现造成酸雨的大气污染物中60%以上是从美国产生然后越界漂过来的。1977年，加拿大正式向美国提出合作以共同解决酸雨问题，但是美国的表现并不积极，虽经多次努力都没有明

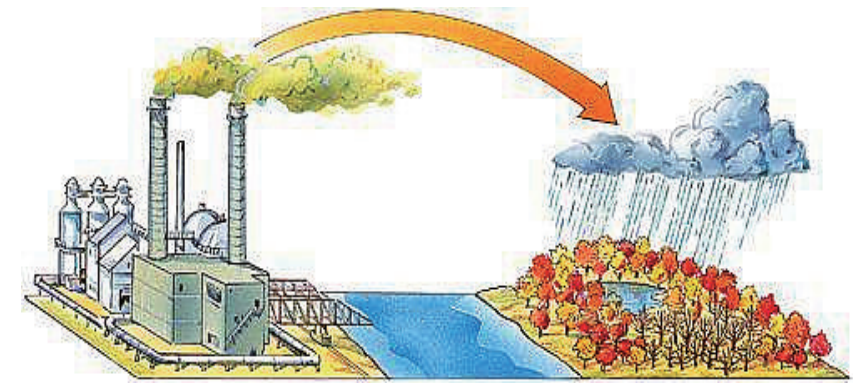
确结果。80年代，加拿大环境部将酸雨列为需要解决的首要污染物之一，外交部将酸雨视为需要与美交涉的最重要事务之一。1981年3月里根访问渥太华时，成千上万的加拿大人上街示威，要求美国尽快签定治理酸雨污染的双边协定。在美加关系史上，很少有什么纠纷比酸雨问题更令两国领导人感到为难。

北美死湖事件也引起了更多国家对酸雨污染的关注，一些国家呼吁大气无国界，酸雨危害已经成为一个全球性问题。经过多次协商，1979年11月，联合国欧洲经济委员会环境部长会议在日内瓦举行，34个国家和欧洲共同体签字通过了《控制长距离越境空气污染公约》。1999年，联合国在该公约基础上制定了《哥德堡议定书》，并针对主要空气污染物又制定了2020年及以后的减排承诺，共有51个缔约国参加。多年来，该公约为国际展开科技合作和政策协商提供了重要框架，在减少空气污染方面取得了很大进展，全球酸雨面积和浓度大幅下降。

事件启示

北美死湖事件不仅是全球酸雨污染治理的推动者，也是大气污染区域协同治理的倒逼者。回顾分析北美死湖事件的经验教训，对我国大气污染防治具有重要的启示和借鉴意义。

完善生态文明制度是大气污染防治的根本保障。保护生态环境必须依靠制度建设。美加两国虽然在外交谈判上历经曲折，但是在国内却相继修订《清洁空气法案》，实施二氧化硫总量控制和排放交易制度，迫使企业降低硫氧化物和氮氧化物的排放量。改革开放以后，我国酸雨污染面积也遭遇短时间内快速发展，对我国生态系统和经济发展均带来严重影响。90年代以来，我国将酸雨和二氧化硫污染防治纳入重点工作，相继出台一系列制度，如二氧化硫排放总量控制制度、污染排放许可制度、高硫煤限产制度等，大大降低了二氧化硫的排放量和排放浓度。党的十八大以来，我



国将生态文明建设摆在了突出位置，稳步推进关键制度改革，建立了严格的“大气十条”，为大气污染防治提供了根本保障。

创新环境治理机制是大气污染防治的重要抓手。大气具有很强的流动性，大气污染常常是跨行政边界呈现区域性特点，因此以行政区划为界限、各地单独治理的模式很难解决大气污染问题，必须创新环境治理机制。北美死湖事件之所以引起美加外交矛盾就在于此。我国在酸雨污染的解决过程中，创新地建立了大气污染区域联防联控机制，开展多种污染物协同控制、区域空气质量评价体系等实践，为大气污染防治提供了有效路径。党的十八大以来，我国在PM2.5污染的解决过程中，还创新地建立了排查、交办、核查、约谈、专项督察“五步法”工作机制、国家大气污染防治攻关联合中心“1+X”机制、“一市一策”跟踪研究机制、“专项监督+常态帮扶”新机制等，有效推动了全国大气环境质量的改善。当前，我国已经开启全面建设社会主义现代化国家新征程，大气环境保护事关人民群众根本利益，事关实现中华民族伟大复兴中国梦，应不断创新环境治理

机制，探索区域统一规划、统一标准、统一环评、统一监测和统一执法的综合治理系统，推动形成区域协同长效机制和市场激励机制，为大气污染防治提供有力抓手。

加强环境科技创新为大气污染防治提供有力支撑。科学技术是大气污染防治的重要支撑，全球酸雨问题的有效解决离不开大量科技工作者的研究。近年来，我国在环境科学与技术研究方面不断加大力度，如成立国家大气污染防治攻关中心、布局5000多个空气质量监测站、安装重点企业在在线监测系统等，为大气环境保护作出了重要贡献。但是，我们也该清晰地看到，随着我国大气环境质量稳中向好的同时也进入了“深水区”，改善幅度越来越窄、改善难度越来越大，主要原因在于能源结构调整不到位。因此，要不断加强环境科技创新，开发利用清洁能源，加快能源结构调整，实现绿色低碳发展。同时，还要加强环境科学基础和前沿工程技术的研



GEP是生态产品测量的科学方法与评价工具。GEP核算的目的不仅仅是摸清生态产品家底，更重要的是能够落地应用成为践行“两山”理念、促进生态产品价值实现的重要支撑。推动GEP核算应用需要进一步突破现有政策与机制存在的难点、堵点问题，综合运用行政、市场、社会等手段，着力构建完善的GEP核算结果应用长效机制，形成GEP核算成果应用的运行机制链条，主要包括GEP核算结果应用的监测、统计、补偿、金融、财税、考评、监督与评估等多项机制，这些机制在GEP核算应用中发挥着不同的功能作用，共同支撑GEP核算成果的全面应用。

完善生态环境监测机制。这是GEP核算应用的基础支撑机制。健全的生态环境监测机制可以提供准确、及时、全面的生态产品状况信息。目前我国支撑GEP应用的监测机制尚不健全，尤其是在生态、生物多样性等监测方面存在明显短板，不仅影响GEP核算工作，也无法满足GEP核算成果发挥作用，需要加强资金、人力、技术等保障，建立健全生态产品调查监测、生态产品普查、生态产品动态监测机制，统一生态环境监测规范标准等，积极鼓励第三方监测机构参与到生态环境监测工作，鼓励社会资本以多种方式参与生态环境监测，并由政府对生态环境监测市场依法实施监管。

建立生态环境统计机制。这是GEP核算应用的数据信息管理机制。生态环境统计还无法支撑GEP核算结果的应用，逐步建立健全由统计部门牵头的数据统计机制，加强监测数据的质量管控，加强对监测过程、数据填报、数据质量的监管，并建立数据质量考核机制，依据相应的数据质量要求对各部门上报数据进行抽查验证与考核，对数据漏报、错报的部门进行追责，严格控制监测数据的精度和质量。同时，建立生态环境监测统计数据信息平台，实现生态环境统计数据互联互通和开放共享，包括对上级部门及时上报监测数据和同级部门之间监测数据的互通共享。

完善生态补偿机制。这是GEP核算应用的利益调节机制。GEP核算为实施生态补偿调节生态保护相关方利益提供了依据。首先，按照“山水林田湖草沙”系统治理理念开展生态环境保护与修复，协调整合各相关部门的相关生态补偿政策与资金项目，推进实施生态综合补偿机制。其次，重点是推进市场化、多元化生态补偿，解决生态产品价值实现路径窄、通道少等难题。一方面，推动建立生态产品交易中心，开展生态产品线上云交易、云招商等，充分利用电商平台资源展开交易。另一方面，开展森林覆盖率等资源权益指标交易，健全碳排放权交易机制以及碳汇权益交易试点，拓展深化重要生态安全保障区域的排污权交易，完善水权交易机制，推动构建健全的生态资源权益交易市场。再次，建立和规范生态产品认证评价标准，构建生态产品认证体系，鼓励将生态环境保护修复与生态产品经营开发权益挂钩。同时，推进探索不同类型的生态产品市场营销模式，推进相关生态环境权益高效流转经营。

健全绿色金融机制。这是GEP核算应用的资金融汇机制。一是积极拓展市场化的融资渠道，研究发展基于水权、排污权、碳排放权等各类资源环境权益的融资工具，建立绿色股票指数，发展碳排放权期货交易。二是推开绿色金融改革创新试验区经验，推广产业链金融模式，鼓励银行业金融机构提供符合绿色项目融资特点的绿色信贷服务。三是鼓励符合条件的非金融企业和机构发行绿色债券，鼓励保险机构开发创新绿色保险产品应用于生态补偿、生态环境监管等。

强化财税激励机制。这是GEP核算应用的动力机制。一方面，要发挥资源税、环境保护税等生态环境保护相关税费以及土地、矿产、海洋等自然资源资产收益管理制度的调节作用。另一方面，要

GEP核算应用落地须健全长效机制

□ 冯胜军

落实资源循环再生利用、新能源、生态环境建设等相关领域的税收优惠政策。同时，要健全政府绿色采购政策与引导机制，加大绿色产品采购力度，支持绿色技术创新和绿色发展，引导全社会践行绿色消费。

健全生态环境绩效考评机制。这是GEP核算应用的重要保障机制。将GEP核算应用纳入到生态文明建设绩效评估考核体系，建立以GDP增长为目标、以GEP增长为底线的政绩观，明确地方在综合考核中增加GEP指标，确保地方在发展中统筹协调好生态环境保护，考核指标因素考虑GEP的变化量，可用以反映地方生态系统服务工作绩效，加强对基于GEP的考核结果的财政资金分配、干部职务升迁、荣誉奖励等政策机制统筹衔接，强化政策综合实施效果。可考虑选择在基础和条件好的地方开展试点工作。

强化生态环境监督机制。这是GEP核算应用的重要保障机制。将GEP推进实施工作不力、生态环境保护工作存在突出问题的地区和部门纳入督察范围。首先，加强自然资源资产离任审计审计制度，确保生态环境审计中发现的问题得到改正。最后，探索建立年度审计制度，由专业人员组成审计专家咨询小组，每年进行一次审计工作。

开展应用评估机制。这是GEP核算应用的重要过程控制机制。一是加强GEP核算应用工作的进展跟踪，可聘请第三方技术机构对GEP核算和考核等工作开展评估，提出深入推进GEP核算与应用工作的意见方案。二是建立评估结果公示制度，通过多种媒体方式公示评估结果，鼓励社会各方积极参与监督，对于公众反映的关切问题，要及时给予反馈，并对存在的问题进行修改完善。