

我看碳中和

环保笔谈

# 碳中和,技术“先手棋”如何落子

本报记者 杨舒

7月16日,发电行业全国碳排放权交易市场正式上线。这意味着,支持我国“二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和”的目标愿景实现的重要工具快速落地。国务院常务会议指出,这一设立支持碳减排货币政策工具的举措,将以稳步有序、精准直达的方式,支持清洁能源、节能环保、碳减排技术的发展。

正如中国工程院院长李俊红所言,“碳达峰碳中和是一场关于新技术、新市场的赛跑,是中国第一次真正意义上在变革中与发达国家同场竞技。”

在许多业内专家看来,严控化石能源、大力发展非化石能源、优化产能结构……在实现碳达峰碳中和的一个个“小目标”中,首先迎来的将是一场技术革命。在能源、电力、交通、环保、生态乃至建筑等多个领域,科技创新这招“先手棋”如何谋篇落子,将是这场“大考”的开局关键。



内蒙古自治区鄂尔多斯市伊金霍洛旗的一名工人在天骄绿能50万千瓦光伏发电项目安装光伏板。 新华社发

## 能源深度转型凸显技术依赖

从20世纪90年代初签署《联合国气候变化框架公约》开始,在减碳方面,我国作出了持续的努力。与1990年相比,2020年我国单位GDP二氧化碳排放强度降幅超过90%。煤炭在一次能源中所占的比例,从1990年的76.2%下降到了2020年的57.7%。非化石能源占比稳步上升,到2019年已超过15%。

减碳也同时支持了PM<sub>2.5</sub>浓度的大幅降低。从2013年开始,国家大幅度推进治理大气污染行动,到2020年,全国300多个城市PM<sub>2.5</sub>的平均浓度下降了46%。大气污染治理和减碳行动取得了协同增效的成果。

“然而,如果我们还延续过去以末端治理为主的控制路径,那么未来十年,我们减排大气污染物的潜力将基本耗尽。”中国工程院院士、清华大学环境学院教授贺克斌说,“因此,我们选择在碳中和目标下,实现深度能源转型。”

贺克斌介绍,据测算,我国2020年二氧化碳总排放量约104亿吨,到2030年前达峰,预计达到110亿吨左右,仅略有增长。而我国的碳汇能够吸收碳的能力大概是10亿吨左右。由此推算,如果要实现2060年前碳中和,则意味着超过90%的碳排放量要减下来。作为碳排放的绝对“主力”,“解绑”化石能源依赖势在必行。

浙江省德清县新安镇合西村,工作人员在检查村民屋顶的太阳能光伏板并网发电情况。 新华社发



了解更多生态小故事,请扫描三维码进入光明日报微博#光明生物圈#栏目。



## 节能提效前沿技术需求迫切

不久前,在宁夏的茫茫戈壁上,全球最大的太阳能电解水制氢项目正式投产。在前沿技术的“加持”下,通过太阳能生产电能,通过电解水制取出氢和氧,再用氢替代煤作为原料、氧替代煤作为燃料,直供化工系统生产聚乙烯等上百种高端化工产品,这里形成了一条完整的碳中和产业链。

在中国工程院院长李俊红看来,这样的技术变革将随着碳中和的推进发生在经济社会的方方面面,其中,节能、提效是战略之首。杜祥琬介绍,在节煤方面,有赖于不断迭代的技术支持,我国煤电发电煤耗有望降至289克标准煤/千瓦时,燃煤工业锅炉将采用高效、低排放的煤粉炉,热效率可由65%提升至90%。钢铁、建材、化工等单位产品煤耗也应达到国际先进水平,居民和

服务业燃煤炉灶也将推广采用热效率70%以上的新型炉灶,“经计算,以上每一项均可有效节约1亿吨以上的标准煤。”

发展非化石能源,风能、水能、核能也将逐步走上电力主战场。目前,我国水电、风电、光伏发电装机容量均居世界首位,在技术应用上已相对成熟。“从成本上看,水电、风电明显比火电便宜,太阳光伏发电的成本目前已不到煤炭发电成本的三分之一,这些可再生能源的竞争性可谓突飞猛进。”中国社科院学部委员、国家气候变化专家委员会委员潘家华说。

然而,我国目前的电力系统仍是基于传统的交流电网,发电不论是基于水电还是火电,都是可控的。未来若大规模使用风、光等发电能源,由于其受天气、季节、昼夜影响,虽取之

不尽,但发电量的不确定性也大大增加,这就催生了对高度智能化、可调控的电网或虚拟电厂和先进储能设备系统的迫切技术需求,更有望拉动相关产业的迅速发展。

此外,生物质能也展现出一定的能源潜力,亟待技术开发。中国工程院院士、清华大学建筑学院教授江亿介绍,我国可开发生物质能源共有8亿吨标准煤当量,但还远远未得到利用。具体包括麦秸、玉米秸、稻草等农业秸秆,果木、落叶等林业枝条,牲畜粪便和农副产品加工垃圾、餐厨垃圾等。通过技术创新,我们可对这些生物质材料进行商品化能源加工,如压缩颗粒供清洁燃烧、用作可替代木炭,压缩成块供工业锅炉燃烧和发电,此外,还可建设大型沼气池,得到纯度达95%以上的甲烷燃料。

“放眼未来,新的变革必将孕育全新的科学技术和工程,必须加快前沿研究,抓紧部署低碳前沿技术

的二氧化碳排放。中科院上海高等研究院研究员魏伟表示,通过碳捕集利用和封存即CCUS技术来吸收二氧化碳,已是全球减排不可或缺的技术选择。我国碳捕集部分技术已达到和接近达到商业化应用阶段,也已形成了相关技术发展路线图。

国家海洋局局长王宏透露,为助力“双碳”目标实现,我国已组织开展专项调查评估,摸清了红树林、盐沼、海草床三大蓝碳生态系统本底,并正在推进海洋微生物碳泵、渔业碳汇研究。此外,陆地生态系统固碳现状核算、陆地生态系统未来固碳潜力分析也有待科技界下一步重点研究。

“双碳”目标实现,我国已组织开展专项调查评估,摸清了红树林、盐沼、海草床三大蓝碳生态系统本底,并正在推进海洋微生物碳泵、渔业碳汇研究。此外,陆地生态系统固碳现状核算、陆地生态系统未来固碳潜力分析也有待科技界下一步重点研究。

“放眼未来,新的变革必将孕育全新的科学技术和工程,必须加快前沿研究,抓紧部署低碳前沿技术

的二氧化碳排放。中科院上海高等研究院研究员魏伟表示,通过碳捕集利用和封存即CCUS技术来吸收二氧化碳,已是全球减排不可或缺的技术选择。我国碳捕集部分技术已达到和接近达到商业化应用阶段,也已形成了相关技术发展路线图。

国家海洋局局长王宏透露,为助力“双碳”目标实现,我国已组织开展专项调查评估,摸清了红树林、盐沼、海草床三大蓝碳生态系统本底,并正在推进海洋微生物碳泵、渔业碳汇研究。此外,陆地生态系统固碳现状核算、陆地生态系统未来固碳潜力分析也有待科技界下一步重点研究。

“放眼未来,新的变革必将孕育全新的科学技术和工程,必须加快前沿研究,抓紧部署低碳前沿技术

的二氧化碳排放。中科院上海高等研究院研究员魏伟表示,通过碳捕集利用和封存即CCUS技术来吸收二氧化碳,已是全球减排不可或缺的技术选择。我国碳捕集部分技术已达到和接近达到商业化应用阶段,也已形成了相关技术发展路线图。

国家海洋局局长王宏透露,为助力“双碳”目标实现,我国已组织开展专项调查评估,摸清了红树林、盐沼、海草床三大蓝碳生态系统本底,并正在推进海洋微生物碳泵、渔业碳汇研究。此外,陆地生态系统固碳现状核算、陆地生态系统未来固碳潜力分析也有待科技界下一步重点研究。

“放眼未来,新的变革必将孕育全新的科学技术和工程,必须加快前沿研究,抓紧部署低碳前沿技术

的二氧化碳排放。中科院上海高等研究院研究员魏伟表示,通过碳捕集利用和封存即CCUS技术来吸收二氧化碳,已是全球减排不可或缺的技术选择。我国碳捕集部分技术已达到和接近达到商业化应用阶段,也已形成了相关技术发展路线图。

国家海洋局局长王宏透露,为助力“双碳”目标实现,我国已组织开展专项调查评估,摸清了红树林、盐沼、海草床三大蓝碳生态系统本底,并正在推进海洋微生物碳泵、渔业碳汇研究。此外,陆地生态系统固碳现状核算、陆地生态系统未来固碳潜力分析也有待科技界下一步重点研究。

的二氧化碳排放。中科院上海高等研究院研究员魏伟表示,通过碳捕集利用和封存即CCUS技术来吸收二氧化碳,已是全球减排不可或缺的技术选择。我国碳捕集部分技术已达到和接近达到商业化应用阶段,也已形成了相关技术发展路线图。

国家海洋局局长王宏透露,为助力“双碳”目标实现,我国已组织开展专项调查评估,摸清了红树林、盐沼、海草床三大蓝碳生态系统本底,并正在推进海洋微生物碳泵、渔业碳汇研究。此外,陆地生态系统固碳现状核算、陆地生态系统未来固碳潜力分析也有待科技界下一步重点研究。

“放眼未来,新的变革必将孕育全新的科学技术和工程,必须加快前沿研究,抓紧部署低碳前沿技术

的二氧化碳排放。中科院上海高等研究院研究员魏伟表示,通过碳捕集利用和封存即CCUS技术来吸收二氧化碳,已是全球减排不可或缺的技术选择。我国碳捕集部分技术已达到和接近达到商业化应用阶段,也已形成了相关技术发展路线图。

国家海洋局局长王宏透露,为助力“双碳”目标实现,我国已组织开展专项调查评估,摸清了红树林、盐沼、海草床三大蓝碳生态系统本底,并正在推进海洋微生物碳泵、渔业碳汇研究。此外,陆地生态系统固碳现状核算、陆地生态系统未来固碳潜力分析也有待科技界下一步重点研究。

“放眼未来,新的变革必将孕育全新的科学技术和工程,必须加快前沿研究,抓紧部署低碳前沿技术

的二氧化碳排放。中科院上海高等研究院研究员魏伟表示,通过碳捕集利用和封存即CCUS技术来吸收二氧化碳,已是全球减排不可或缺的技术选择。我国碳捕集部分技术已达到和接近达到商业化应用阶段,也已形成了相关技术发展路线图。

国家海洋局局长王宏透露,为助力“双碳”目标实现,我国已组织开展专项调查评估,摸清了红树林、盐沼、海草床三大蓝碳生态系统本底,并正在推进海洋微生物碳泵、渔业碳汇研究。此外,陆地生态系统固碳现状核算、陆地生态系统未来固碳潜力分析也有待科技界下一步重点研究。

“放眼未来,新的变革必将孕育全新的科学技术和工程,必须加快前沿研究,抓紧部署低碳前沿技术

的二氧化碳排放。中科院上海高等研究院研究员魏伟表示,通过碳捕集利用和封存即CCUS技术来吸收二氧化碳,已是全球减排不可或缺的技术选择。我国碳捕集部分技术已达到和接近达到商业化应用阶段,也已形成了相关技术发展路线图。

二氧化碳排放力争2030年前达到峰值,2060年前实现碳中和,是中国向世界作出的庄严承诺。为了向全世界展现中国智慧、情怀和担当,传播绿色生态文明理念,还需要进一步正确认识和发挥森林碳汇在抵消减排、缓解气候变化和实现碳中和目标的“低成本、高效率”优势,做活其在碳中和方面的“加、减、乘、除”法。

森林碳汇是指森林植物吸收大气中的二氧化碳并将其固定在植被或土壤中,从而减少该气体在大气中的浓度。在全球气候变化的大背景下,我国提出了林业建设到2030年的新目标,其中,森林蓄积量将比2005年增加60亿立方米。由此可见,实现碳中和,林业大有可为。

## 扩容“碳汇”,做实自然的“加法”

首先,充分认识林业在“碳汇”扩容上的重要作用。目前,中国森林植被总碳储量已达92亿吨,平均每年可增加森林碳储量2亿吨以上,折合碳汇7到8亿吨,由此,森林植被区被认为是二氧化碳的优质吸收器、贮存库和缓冲器。

其次,注重通过智慧林业建设等措施,不断提高林业经营管理水平,提升森林质量,稳定“碳汇”量。国家林业和草原局的数据显示:全国森林覆盖率22.96%,森林面积2.2亿公顷,森林蓄积175.6亿立方米,其中人工林面积0.8亿公顷,蓄积34.52亿立方米,人工林面积居世界首位。随着发展,我国每年新增植树造林面积将逐年减少,有必要依靠加强林地管理来增加森林蓄积量,解决林业面积缓慢增长情况下的林业“碳汇”相对稳定问题。

最后,充分理解和重视林业活动对增加林业面积和扩容“碳汇”的作用。要注重通过自然保护地、天然林保护工程、退耕还林工程、荒漠化治理、湿地保护和修复等国家造林重大工程的建设,增加森林覆盖率,扩容“碳汇”。依据新的气候行动目标,我国森林覆盖率最大潜力可能达到28%。按照我国林业发展规划,今后50年,我国将净增森林面积9066万公顷。经测算,森林蓄积量每增加1亿立方米,可以多固定1.6亿吨二氧化碳。

以上事实证明,中国积极的造林政策和在培育优良树木品种等方面取得的大量成果,不仅能够绿化国土、增加“碳汇”,还向世界展示了中国负责任的大国形象。

## 消减“碳源”,做好生产的“减法”

现阶段,为在2030年前实现二氧化碳排放达峰,需要着重消减的“碳源”主要还是与人类活动和生产相关的部分。因此,积极寻找新能源,坚决控制煤炭消费量,减轻人类生产活动对传统化石能源的依赖,一直被认为是控制源头的重要举措。

对于林业而言,要进一步加强对碳捕集和储存方面的林业科学研究,大力推进生物质能源的开发、应用和“零排放”体系的建设、调整和优化;紧紧围绕生态保护修复技术和现代森林经营技术进行科学研究和技术开发,促进林业生态系统的健康发展和林业资源的高效、有序利用;注重通过加强森林病虫害防治、森林防火等工作,减缓人类活动对林业生态系统的破坏,消减二氧化碳的排放。

## 挖掘价值,做活市场的“乘法”

森林碳汇功能创造了新的二氧化碳排放空间,这为其商品化提供了理论基础。目前,全球已有超过120个国家和地区提出了碳中和目标。西方发达国家的实践显示,植树造林、改善森林管理不但具有较大的减排潜力,还能带来生态环境保护的协同效益。例如,欧盟的新森林战略不但通过开展植树造林和森林修复改善了森林质量和数量,还建设了碳排放交易市场,推动了绿色金融的发展。

现阶段,我国作为最大的发展中国家,在气候投融资体系和产业链绿色化转型等方面还存

# 实现碳中和 林业有担当

蒋建清

在很多不足。为此,应以林权改革为契机,积极与金融、水利、电力等行业领域合作,充分培育和挖掘“碳汇”林业所具备的市场交易价值,加速推动碳汇市场建设,使森林的生态服务功能价值化,改变资源无偿占有和无偿使用制度,引导民众养成绿色低碳的生活方式,实现林业的倍增效益。

林业管理部门要完善机构设置和专业队伍建设:一方面,通过设置专门的“碳汇增汇”监测、估算和交易监管机构,完善资源资产管理制度和运行机制,明确产权关系。为此,要充分利用好华东林业产权交易所、中国绿色碳汇基金会等交易试点平台,发挥好其在林业碳汇商业运营模式等方面的“开路石”作用。另一方面,进一步加强对通晓林业等绿色节能低碳技术、法规和金融知识复合型人才

的培养工作,获取管理和人才的倍增效益。

## 消除束缚,做通思想的“除法”

将“绿水青山”转化为“金山银山”,已经成为千万群众的自觉行动,并进一步内化为促进碳中和目标实现的驱动力。那么,如何消除这一转化过程中的理论瓶颈、发展束缚和世俗壁垒呢?

一是加强生态文明思想理论体系建设。充分发挥林业高校在人才培养、碳中和集成创新等方面的特色和优势,聚焦国家生态文明建设重大决策部署及热点、难点问题,积极开展与生态文明建设相关理论的研究与咨询服务,进一步探索“碳交易”和“碳中和”的市场化路径,消除制约发展的理论束缚,为国家生态文明建设提供决策参考、服务经济发展和环境保护的需要。

二是充分发挥林长制等举措的政策优势。探索政府主导、企业和社会参与、市场化运作、可持续的生态产品价值实现路径,打造绿色惠民、绿色共享品牌;发展文旅林业、康养林业、社会林业等多功能林业,形成一系列可推广、可复制的经验,让老百姓切实从“碳中和”目标中获得实惠,消除影响百姓追求美好生活愿望实现的经济束缚,增强“植绿、护绿、爱绿”的信心,助力推进大规模国土绿化行动。

三是充分发挥舆论宣传的思想引领作用。通过宣传教育,提高群众对碳汇林业、碳补偿、气候变化等知识的了解,以及积极应对气候变化的意识;通过思想引导,在各地区、各行业播下绿色文明和绿色发展的种子,帮助人们跳出自己的小圈子,积极融入碳中和的“大朋友圈”,让“我”变成“我们”,让绿色的种子撒遍全世界,以切实推动人类命运共同体建设和世界经济的“绿色复苏”。

(作者系南京林业大学党委书记)

华电福清海坛海峡海上风电项目的首台主控系统国产化机组。 新华社发