

本刊记者 马骏

以全球变暖为主要特征的全球气候变化,对地球生态系统和人类社会经济系统产生了深刻的影响;人类活动引起的大气温室气体浓度增加也是导致全球变暖的主要因素。森林作为陆地生态系统的主体,具有吸收并固定CO2的碳汇功能。在这一背景下,世界各国纷纷设定“碳中和”目标,我国也由2020年9月提出碳达峰和碳中和目标,积极发展绿色经济,尽早实现二氧化碳“零排放”。其中林业碳汇作为世界公认的最经济有效的固碳方法,发展林业碳汇交易对碳中和目标的实现具有重要作用。林业碳汇已成为我国践行“双碳”战略的重要环节之一。

相关数据显示,截至2020年,全国年均造林育林面积500万公顷以上,森林覆盖率增加到23%,森林蓄积量达到140亿立方米,森林碳汇能力进一步提高;到2050年,比2020年净增森林面积4700万公顷,森林覆盖率达到并稳定在26%以上。

我国森林固碳能力将随着森林面积的增加极大增强。此外,我国宜林荒山荒地面积广阔,随着人们对生态环境的重视,林业发展速度加快,造林面积不断扩大,具有CDM造林碳汇项目所需要的土地资源优势。另外,对现有森林资源实施科学有效的经营管理,也将提高我国森林整体的固碳能力。我国发展林业碳汇产业具有广阔的市场前景。

什么是林业碳汇?

森林是陆地生态系统中最大的碳库,在降低大气中温室气体浓度、减缓全球气候变暖中,具有十分重要的独特作用。林业碳汇是指利用森林的储碳功能,通过森林保护、湿地管理、荒漠化治理、造林(乔木林和竹林)、森林经营管理(乔木林和竹林)、采伐林木产品管理等林业经营管理活动,吸收和固定大气中的二氧化碳,稳定和增加植被和土壤中的碳汇量,碳汇量经监测、计量、核证后可参与碳交易。

森林在进行光合作用的过程中,将二氧化碳和水转化成生物物质并释放出氧气。因此森林可以吸收大量的二氧化碳,这个作用就被称作森林的固碳效应。影响森林固碳最主要的因素是森林的年龄。中龄林固碳速度最大,而成熟林对碳的吸收和释放基本平衡。

中国林业碳汇项目起始于国际碳交易,2004年国家碳汇管理办公室在广西、内蒙古、云南、四川、山西、辽宁启动了林业碳汇试点项目。国内碳交易试点建立后,碳汇交易纳入了中国核证自愿减排量(CCER)交易,林业碳汇相关方法学也陆续备案。相较风电、光伏等减排项目,林业碳汇项目可以发挥更好的生态环境效益,其价格也高于其他类型的CCER。

不是所有的林地都可以开发林业碳汇项目。只有符合方法学要求的林地才可以参与林业碳汇项目开发。项目开发要按照有关规定和方法学进行,并经国家发改委备案,所产生的碳汇才能进入碳市场交易。

林业碳汇项目开发还须符合如下条件:2005年2月16日后实施的林业碳汇项目,但是目前《温室气体自愿减排交易管理办法》正在修改,以修改后的规定为准。不属于地类或有机上,土壤扰动面积比例不超过地表面积的10%,且20年内不重复扰动,不炼山造林等基本条件下才可以申请。碳汇造林(含竹子造林)项目必须是在无林地上实施的造林项目,在采伐迹地、火烧迹地上的造林都不能列入碳汇造林项目。森林经营碳汇项目必须是人工中、幼龄林,乔木林地郁闭度≥0.20,连续分布面积≥0.0667公顷,树高≥2米的乔木林。

林业碳汇项目的计入期是如何确定的?林业碳汇项目的计入期分为两种:可更新计入期最长为20年,最多更新两次,这种情况下项目最长有60年。固定计入期最长为30年,不可更新。计入期的选择并不是越长越好,计入期的选择可根据所选树种的生长特征、土地使用情况、项目实施的时间长短等共同决定。

为了促进中国森林生态效益价值化,培育中国森林碳汇市场,争取更多的国际资金投入中国林业生态建设,同时了解实施清洁发展机制林业碳汇项目的全过程,培养中国的林业碳汇专家,我国于2001年启动了全球碳汇项目,对开展造林再造林碳汇项目及其相关工作给予了充分重视和积极支持。2004年国家碳汇管理办公室在广西壮族自治区、内蒙古自治区、云南、四川、山西、辽宁启动了林业碳汇试点项目。其中,广西碳汇项目在2006-2035年的计入期内,获得超过773000吨CO2当量;内蒙古碳汇项目预计到2012年产生经核证的CO2减排量为24万吨;云南腾冲小规模再造林碳汇项目预计在30年的计入期内吸收17万吨CO2,这三个碳汇项目总的吸收量将达到118.3万吨CO2。

2022年9月2日,在“首届中国生态环保产业服务双碳战略院士论坛”上,中国林业产业联合会会长贾治邦建议,将林业“碳汇”等间接减排纳入碳减



林业碳汇知多少——将“绿水青山”化作“金山银山”

何友均表示,在全社会积极推动如期实现碳达峰、碳中和目标,探索建立健全生态产品价值实现机制的背景下,内蒙古率先开展并完成森林碳汇资源本底调查与碳汇项目开发潜力研究,具有很强的战略性和前瞻性,对于推动内蒙古森工集团碳资产和碳汇项目管理规范化、标准化、长期化,促进林区绿色经济发展具有重要的科技支撑和决策参考价值,对于建设美丽新林区、筑牢祖国北方重要生态安全屏障具有重大意义。

撬动绿色发展的新支点

林业碳汇的发展一方面对实现双碳目标贡献比例高,可以促进生态保护,丰富生物多样性,提升水土保持功能,对实现山水林田湖草沙一体化保护和系统治理具有重要作用;另一方面,能极大助力生态优势向经济优势、发展优势进行转化,带动群众致富增收,实现“不砍树能致富”的目标。

森林具有吸收并储存二氧化碳的重要固碳功能,每年吸收的二氧化碳约占整个陆地生态系统的2/3。然而,由于气候灾害及意外,造成森林损毁事故多发,其中,火灾、病虫害、冻灾已成为主要风险。2021年,全国首单林业碳汇指数保险在龙岩市新罗区试点落地,将为新罗区提供2000万元碳汇损失保障。福建森林覆盖率达66.80%,居全国首位,而新罗区森林覆盖率更是高达79.80%。

为保护宝贵的森林碳汇资源,在龙岩市、新罗区政府相关部门的支持下,中国人寿财险福建省分公司联合林学专家,将科技监测手段与碳汇理论方法相结合,经过三年的考察、研究与论证,建立了林业损毁与固碳能力减弱计量的函数模型,创新开发了林业碳汇指数保险产品。据了解,新罗区拥有林地面积22.25万公顷,森林总蓄积量2181.7万立方米,林业总固碳量超过100万吨/年。根据协议,本试点方案为年保费120万元、保额2000万元。

安庆是安徽省五大重点林区之一,森林面积835万亩,居全省第4位,森林覆盖率39.3%,居全省第5位,湿地面积253万亩,居全省第1位。森林及湿地资源丰富,适合林业碳汇的开发。经调查2014-2020年安庆市森林碳储量由4755万吨增至6070万吨。自2023年1月1日开始,至2042年12月31日结束,在20年计入期内,预计累计减排1846万吨二氧化碳当量。按不同碳价计算,目前安庆市森林碳储量价值在33亿-375亿元。

2021年,内蒙古大兴安岭林业碳汇首单挂牌成交签署圆满。大兴安岭林区是我国四大重点国有林区,在内蒙古境内,大兴安岭生态功能区面积10.67万平方公里,其中森林面积8.37万平方公里,森林蓄积量为9.4亿立方米,按照每生长1立方米林木,平均吸收固定约1.83吨二氧化碳计算,林区森林碳储量总量约17.2亿吨。此外,森林年净生长量2000万立方米以上,森林蓄积和碳储量增长潜力巨大。

中国林业科学研究院林业科技信息研究所林业战略与规划研究室主任、研究员何友均发布了内蒙古大兴安岭碳汇资源调查数据和碳汇项目开发潜力。他表示,基于林业碳汇项目开发的视角,通过调查确定,大兴安岭林区满足林业碳汇项目类型开发的森林资源本底,依据天然次生林经营碳汇、碳汇造林、森林经营碳汇、林业碳汇改进森林管理4种碳汇方法学测算项目减排量结果:拟议项目活动于2010年1月1日开始,到2060年12月31日,计入期为51年,理论减排量为3.57亿吨二氧化碳当量,计入期内年均减排量700万吨二氧化碳当量。

薛建辉表示,高校和科研机构加快建设与节能减排、碳中和相关专业,助力高碳排放企业的绿色低碳转型;加大科研专项投入,研发全面提升地上和地下植物生物量、土壤及木质林产品等碳库储量的技术体系,形成符合我国不同自然区域的林业固碳增汇经营管理技术标准和长周期碳增汇技术体系。

同时,他建议建设森林碳汇能力监测网络,构建科学评估体系,以生态产品价值实现机制创新为抓手,督促各级林业主管部门加快碳汇造林技术标准制定,推动绿色青山向金山银山的转化。“截至目前,丽水全市共开发‘浙林碳汇’项目面积6.99万亩,共涉及8个县(市、区),37个乡镇,14家国有林场,最终核证备案碳汇项目减排量14.1万吨,开发面积和减排量均位居全省第一。

今年5月,榆林市榆阳区与中海油电力投资有限公司签订林业碳汇增汇量交易合作协议,交易林业碳汇量20万吨,交易额1000万元。截至目前,该区林业碳汇累计交易量20.57万吨。

榆阳区充分发挥生态资源优势,紧跟国家总体战略,率先在榆林市开展林业碳汇试点工作,组建成立全省首家碳汇金融服务中心。2021年12月30日,首批发放三单林业碳票,监测期碳减排量5747吨,价值14万余元。去年,该区启动“碳汇林建设工程计划”,新建“百万亩绿色碳库”试点示范项目1.9万亩,吸引华能陕西榆林能源开发有限公司投资3亿元,5年内营造碳汇林15万亩。今年,榆阳区以建设林业碳汇示范区为目标,计划完成全区65万亩乔木林碳储量监测,开展碳汇交易试点工作,全面增加林木蓄积量。榆阳区28家能化企业积极参与社会资本与生态治理,筹集2.5亿元资金,完成中心城区“绿环”和榆绥、榆佳高速两侧绿化3.12万亩。

提升林业碳汇能力,助力碳中和

根据国务院印发的《2030年前碳达峰行动方案》,到2030年,全国森林覆盖率要达到25%左右,森林蓄积量达到190亿立方米。届时中国森林碳汇量可达382亿吨二氧化碳。

“目前,新能源技术、碳捕集与封存等工程碳汇技术尚不成熟,市场应用成本较高,能源结构的转变仍需时间和技术积累。”全国政协委员、江苏省中国科学院植物研究所所长薛建辉表示,我国林业碳汇项目在碳排放权交易市场中的占比不大,碳汇林建设和可持续经营管理水平不高,林业碳汇相关立法滞后,提升林业碳汇能力的关键技术研发投入较低等问题尚待解决。他认为,加快发展林业碳汇是助力实现我国碳中和目标较为可行的途径。

薛建辉建议,提高林业碳汇项目在碳排放交易市场中的规模,放开林业碳汇项目在碳排放交易市场中对碳排放配额清缴的抵销比例,以市场机制弥补林业生态建设资金的不足,建立企业与科研机构协同提升森林碳汇能力的机制,研究制定企业与科研机构深度合作的机制,将企业的碳排放权资金与科研单位的研发能力结合起来,共同研发提升林业碳汇能力的关键技术,弥补政府财政补贴林业生态建设资金的不足。

薛建辉表示,高校和科研机构加快建设与节能减排、碳中和相关专业,助力高碳排放企业的绿色低碳转型;加大科研专项投入,研发全面提升地上和地下植物生物量、土壤及木质林产品等碳库储量的技术体系,形成符合我国不同自然区域的林业固碳增汇经营管理技术标准和长周期碳增汇技术体系。

同时,他建议建设森林碳汇能力监测网络,构建科学评估体系,以生态产品价值实现机制创新为抓手,督促各级林业主管部门加快碳汇造林技术标准制定,推动绿色青山向金山银山的转化。“截至目前,丽水全市共开发‘浙林碳汇’项目面积6.99万亩,共涉及8个县(市、区),37个乡镇,14家国有林场,最终核证备案碳汇项目减排量14.1万吨,开发面积和减排量均位居全省第一。

此外,薛建辉建议建立以提升生态系统生物量为目标的森林管理技术体系,将森林经营碳汇纳入林业碳汇监测与计量体系中。各林业管理部门的管理目标应从单纯追求“蓄积量”转变为“生态系统生物量”,着力加强全生态系统碳汇能力提升和维持。

“还要加快制定林业碳汇相关法规,明确林业碳汇的产权和属性,从而解决仅依靠部门规章制度存在的权威性、系统性、可操作性均不足的问题。”薛建辉说。

“进一步完善国家林业碳汇交易市场规则,将林业碳汇‘增量’交易调整为‘存量’交易。”全国人大代表孔晓宏针对林业碳汇交易,建议生态环境部、国家林草局在完善国家林业碳汇交易市场规模基础上,简化林业碳汇量测算方法学,以适应当前林业技术水平的森林蓄积量为基础,开展森林碳汇净固碳量即“存量”测算,待技术条件更成熟时逐步将林业碳汇“增量”测算纳入交易体系,以分步走的方式,实现测算技术与交易市场的有效衔接。

如何进一步完善林草碳汇价值实现机制?全国政协委员孙俊青认为,一是林草碳汇项目方法学有待补充。目前国家已备案的林草碳汇项目方法学只有5个,无法满足目前碳汇项目开发的实际需求。天然次生林和草原碳汇方法学尚待完善补充。二是现有林草碳汇交易市场有待完善。自2017年3月国家发展改革委发布公告宣布暂停受理国家核证自愿减排量(CCER)项目审批备案,至今已超五年,制约了林草碳汇项目交易。三是现有生态保护补偿机制尚未完全体现碳汇价值。目前,我国已建立覆盖森林、草原、流域水资源、重点生态功能区等多方面的生态补偿机制,但对于生态系统固碳和碳蓄积价值的补偿机制尚不健全。

对此,孙俊青建议,加强对天然次生林和草原碳汇项目方法学的开发,积极开展天然次生林和草原碳汇项目方法学的研究和备案工作,建立科学的核算方法标准,促进天然次生林和草原碳汇开发的自愿减排项目进入市场。建议尽快出台温室气体自愿减排交易管理办法,推动符合条件的林草碳汇项目签发入市,在全国范围内开展交易,将社会资金引入到林草行业,反哺造林种草、生态保护以及科学经营,有效拓宽生态产品价值实现路径。

孙俊青还就设立体现林草碳汇价值的生态保护补偿试点提出建议。在加大林草生态纵向补偿基础上,推动设立林草碳汇横向补偿试点,推动林草固碳量大的地区获得更多收益,助力“双碳”战略目标实现。

什么是活性污泥法?

活性污泥法是一种废水生物处理技术,是以活性污泥为主体的废水生物处理的主要方法。这种技术将废水与活性污泥(微生物)混合搅拌并曝气,使废水中的有机污染物分解,生物固体随后从已处理废水中分离,并可根据需要将部分回流到曝气池中。活性污泥法是向废水中连续通入空气,经一定时间后因好氧性微生物繁殖而形成活性污泥絮状物。其上栖息着以菌胶团为主的微生物群,具有很强的吸附与氧化有机物的能力。

什么是有毒物质?

有毒物质一般的定义为凡是小剂量进入机体,通过化学或物理化学作用能够导致健康受损的物质。根据这一定义可知,有毒物质是相对的,剂量决定着一种成分是否有毒。具有毒害或抑制厌氧消化过程中厌氧微生物(主要是厌氧菌)生命活动的有机或无机物质。任何有毒物质对厌氧微生物的毒性变化过程有刺激生长、抑制生长和毒害等三个阶段。如重金属离子(铁、钴、铜、锌、镍、锰等)对厌氧微生物生长有一定刺激作用,利于细

胞的合成,提高厌氧消化速率。但有过量的重金属离子(特别是汞、铅、镉、铬等)会抑制厌氧微生物的生长。所以当有毒物质含量达到一定浓度时才具有对甲烷消化产生抑制或毒害作用。重金属离子对甲烷消化所起的抑制作用有两个方面:与酶结合,产生变性物质;重金属离子及其氢氧化物的凝聚作用,使酶沉淀。厌氧消化主要的毒性物质有硫化物、氨、重金属(特别是汞、铅、镉、铬等),有机卤化物和表面活性剂等。

什么是生态补偿?

生态补偿是以保护和可持续利用生态系统服务为目的,以经济手段为主调节相关者利益关系,促进补偿活动、调动生态保护积极性的各种规则、激励和协调的制度安排。尽管已有一些针对生态补偿的研究和实践探索,但尚没有关于生态补偿的较为公认的定义。综合国内外学者的研究并结合我国的实际情况,对生态补偿的理解有广义和狭义之分。广义的生态补偿既包括对生态系统和自然资源保护所获得效益的奖励或破坏生态系统和自然资源所造成损失的赔偿,也包括对造成环境污染者的收费。狭义的生态补偿则主要是指前者。

目前我国的实际情况来看,由于在排污收费方面已经有了一套比较完善的法规,急需建立的是基于生态系统服务的生态补偿机制,所以在我们的研究中采用了狭义的概念。

生态补偿机制的建立是以内化外部成本为原则,对保护行为的外部经济性的补偿依据是保护者为改善生态服务功能所付出的额外的保护与相关建设成本和为此而牺牲的发展机会成本;对破坏行为的外部不经济性的补偿依据是恢复生态服务功能的成本和因破坏行为造成的被补偿者发展机会成本的损失。

全球首个“双塔一机”风光热储一体化项目封顶



从三峡集团获悉,位于甘肃省瓜州县的全中国首个“双塔一机”风光热储一体化项目——三峡恒基能热瓜州70万千瓦“风光热储+”项目东西双塔近日全面封顶。

东西距离1公里的两座吸热塔塔比肩而立,73台风机、48897个光伏组件支架基桩、26954块定日镜安装在有序进行……预计今年10月底,该项目将完成全部风电、光伏施工并具备并网条件,2024年6月完成光伏项目主体建设并实现并网。项目的建成将推动光热发电与光伏、风力发电互补调节等多种能源联合调度模式发展,探索新能源大基地项目建设新模式。

“这个项目最大的创新亮点,是建设全球首个‘双塔一机’塔式光热电站。与单塔单机光热储能项目相比,项目采用了双塔双镜场设计,位于两个镜场中间区域的定日镜可服务于任一吸热塔,始终保持高效率运行,能够提升吸热塔光热利用率,从而提高发电效率。据测算,‘双塔一机’设计在同等边界条件下可提升约23.94%的镜场效率。”三峡能源瓜州项目负责人温

江虹说。据介绍,光热储能项目主要利用场区内的上万块定日镜跟踪太阳转动,将太阳光反射至吸热塔顶端的吸热器,吸热器内的熔盐将聚集的太阳光热能吸收并储存,熔盐中的热能再将水转化为水蒸气,利用水蒸气带动汽轮机发电。这种发电方式不受光照强度变化的影响,可以持续稳定生产电能,有着更好的调峰性能,能够参与电网一次和二次调频。

据了解,“双塔一机”光热储能项目配置了6小时熔盐储热系统,可将配套建设的风电、光伏电站的波动性出力转化为能够调节的电源出力,提升组合电源电力品质,促使整体发电出力平稳可控。三峡恒基能热瓜州70万千瓦“风光热储+”项目是国家发改委、国家能源局批复的首批以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型基地建设示范项目之一。项目建成后,年发电量约18亿千瓦时,可节约标准煤56万吨,减排二氧化碳153万吨,将为我建设“风光热一体化”项目积累经验、探索路径,助力能源发展方式绿色转型。 何亮

科普问答