

# 土壤焕新颜 荒漠披绿衣

## ——写在第53个世界环境日之际

◎本报记者 李禾

今年6月5日是第53个世界环境日,主题是“土地修复、荒漠化和干旱韧性”。土地是经济社会可持续发展的物质基础,土壤质量与百姓的米袋子、菜篮子息息相关。土壤污染防治和土地修复是重大的民生工程,也是美丽中国建设重要组成部分。

生态环境部党组书记孙金龙表示,2023年,我国受污染耕地的安全利用得到有效保障,全国生态质量状况总体良好,环境风险得到控制。这些成绩来之不易,为全面推进美丽中国建设打下了良好基础。

我国是世界上荒漠化最严重的国家之一,荒漠化土地主要分布在“三北”地区,即东北、华北北部和西北地区。1978年,我国启动建设“三北”工程,开启大规模风沙治理,修复生态环境。在“三北”等重点生态工程的推动下,我国率先在世界范围内实现了土地退化“零增长”,重点治理区实现从“沙进人退”到“绿进沙退”的历史性转变。

### 土壤环境整体向好

土壤处于岩石圈、水圈、大气圈和生物圈相互紧密接触的过渡地带,是地理环境各要素综合作用的产物。在自然界中,土壤是地表物质循环和能量转化非常活跃的场所,是联系有机界和无机界的中心环节。同时,土壤具有能够生长植物的肥力特性,并为植物生长提供了扎根立足的条件,从而使地表由岩石裸露变为草木丛生。

“土壤污染问题的产生,主要原因是长期以来经济发展方式粗放,污染物排放超过环境容量。”生态环境部环境规划院生态环境管理与政策研究所所长董战峰说,2016年,国务院印发《土壤污染防治行动计划》(以下简称“土十条”),土壤污染防治工作迎来重要机遇。

“土十条”提出,到2030年,全国土壤环境质量稳中向好,农用地和建设用土壤环境安全得到有效保障,土壤环境风险得到全面管控。董战峰说,2016年之后,我国加快推进土壤污染监测网建设,试点地区工作取得积极进展,为土壤环境大规模保护修复工作奠定基础。

目前,我国以农用地和重点行业企业用地为重点,开展土壤污染状况详查,土壤污染源头防控行动、农业农村污染治理攻坚战等稳步推进。全国约三分之一的行政村实施环境整治,受污染耕地安全利用率和污染地块安全利用率均超90%。

“总体来看,我国土壤污染加重的趋势得到初步遏制,土壤环境质量基本保持稳定。但同建设美丽中国的目标相比,还有一定差距。”董战峰说。

为了以更大力度持续深入打好净土保卫战,我国部分省市区开展了土壤污染风险管控和绿色低碳修复探索性实践工作。比如,上海桃浦工业区合理规划土地用途,分区开展风险管控和治理修复,有机结合污染阻隔和景观设计,建成桃浦中央绿地,实现了老工业基地转型升级和生态修复;浙江探索实施杭钢半山基地退役地块风险管控和修复改革试点,系统规划地块修复、管控和开发时序,建成杭钢旧址公园,大运河工业遗产实现蝶变。



治沙工人在腾格里沙漠扎制草方格。袁宏彦/视觉中国

### 荒漠化治理成效显著

荒漠化是影响人类生存和发展的全球性重大生态问题。根据1994年6月通过的《联合国防治荒漠化公约》,荒漠化指种种因素造成的干旱、半干旱和亚湿润干旱地区的土地退化。荒漠化对人类生存构成严重威胁,是造成沙尘暴灾害的主要原因。我国现有荒漠化土地影响4亿多人口生产生活。

国家林草局数据显示,全国荒漠化、沙化土地面积分别为257.37万平方公里和168.78万平方公里,各占国土面积的26.81%、17.58%。经过持续系统治理,我国荒漠化、沙化土地呈现出“整体好转、改善加速”的态势。

“三北”地区是我国自然条件最恶劣、生态最脆弱的地区之一,全国84%的沙化土地、八大沙漠、四大沙地,都分布在“三北”地区。在近半个世纪的时间里,我国几代人在“三北”工程区内接续奋斗,累计完成造林保存面积4.8亿亩,治理沙化土地5亿亩,治理退化草原12.8亿亩;工程区内森林覆盖率增幅由5.05%提高到13.84%;45%以上可治理沙化土地得到初步治理,61%的水土流失面积得到有效控制,4.5亿亩农田得到有效保护。

近年来,为推进荒漠化治理,我国下大功夫打造治风沙利器。走入腾格里沙漠,会看到沙丘上有一片片“格子衫”。这些“格子衫”由稻草等制成,也被称为草方格,专门用来锁住流沙、防风固沙。在草方格的中央还栽插有植物,可进一步固定沙丘。经过多年探索,如今,“三北”工程区内的草方格越来越密,荒漠边缘裸露的“黄皮肤”也逐步被新绿所覆盖。

中国林业科学研究院生态保护与修复研究所副研究员崔桂鹏说,面向未来,中国荒漠化防治将实现从防沙、治沙、

用沙到知沙、养沙、护沙的重大转变,由荒漠开发、荒漠化防治延伸到生态治理、全域治理、全面治理、全民治理。

### 科技成为关键支撑

科技正在成为土壤污染治理与修复的关键支撑。

中国科学院院士朱利中表示,与大气、水污染相比,土壤污染具有隐蔽性、滞后性和复杂性。我国土壤污染量大面广、污染类型多样、污染成因各异。需进一步加强土壤污染多元共治、农用地土壤污染分类治理、建设用地土壤污染风险管控等,确保土壤环境安全。

为了破解土壤污染这一难题,我国科研人员深入探究土壤污染的成因与机制,研发了多项创新技术。例如,“土壤重金属污染治理协同固碳减排关键技术及应用”成果团队聚焦土壤重金属污染源头控制难度大,农用地治理固碳减排协同性不足等挑战,研发源头自然修复新技术,开辟了农用地重金属脱毒与固碳减排的精准治理新途径。据了解,这一成果在多个地区推广应用,为我国土壤污染防治提供了“源头控制—农用地土壤治理—固碳减排”一体化解决方案。

科技创新也是我国防沙治沙的利器。在乌兰布和沙漠,连绵起伏的沙地上,整整齐齐排列着光伏板,形成了一大片“蓝海”。光伏板能够遮挡阳光,减少土壤水分蒸发,其板下空间可以种植优质牧草、金银花等经济作物,实现牲畜养殖,成为凝聚科技力量的综合防沙治沙新模式。地上发电、地面种植和板间养殖形成组合拳,既解决能源问题,又解决治沙问题,还实现了农牧民增收。

国家林草局数据显示,在多年与风沙的抗争中,我国摸索总结出100多项具有中国特色的荒漠化防治技术。目前,我国已建立荒漠化防治的理论与技术体系,为我国生态工程建设提供了重要科技支撑。

## 环保时空

### 碳中和实践 引领茶园绿色转型

◎本报记者 谢开飞 通讯员 余君伟 唐金龙 苏木德

近日,首届中国(安溪)全球茶产业碳中和发展高端对话在中国乌龙茶之乡福建省安溪举行。

现场,福建省首个“铁观音碳中和生态示范茶园”发布了令人振奋的消息:茶园茶叶不仅质量提高了一个等级,而且每亩节本增效超过3000元。这一成果源于3年前启动的一场碳中和实践。依托安溪茶产业碳中和研究所特派工作队,福建农林大学安溪茶学院与年年香茶庄园携手建立“铁观音碳中和生态示范茶园”,让此处成为国内最新茶科技成果的展示场。

在这里,天上有安溪铁观音1号、2号遥感卫星,为茶园提供茶树病虫害监测预警、茶园规划、质量溯源等技术支持;地上有福建农林大学教授汪水生、副教授高水练牵头创立的“全国首家茶生态医院”,通过云技术和物联网技术,构建起“生态修复+环境监测+联动控制+质量溯源”的低碳生态系统。安溪县委副书记林丽艳介绍,目前铁观音碳足迹监控体系已建立,形成了低能耗、低污染、低排放的绿色发展模式。

中国是茶叶的发源地,茶产业在乡村振兴中具有举足轻重的地位。“茶产业链较为复杂,碳排放强度大、减排难度大。”中国农科院环发所研究员许吟隆说,茶产业碳中和发展既是一项充满挑战的任务,也是茶产业优化转型升级的历史机遇。基于此,中国农科院环发所与福建农林大学、安溪县人民政府共建环发所茶产业碳中和研究院。

记者了解到,未来,安溪县将在典型茶园和茶企开展减排固碳技术示范,并编制一批减排固碳技术标准和茶产业碳中和产品认证标准。“环发所茶产业碳中和研究院将立足安溪、面向全国,依托示范基地,承接联合国粮农组织低碳茶项目,加强产学研用合作,推动茶产业在碳中和领域的技术创新、成果转化和人才培养。”许吟隆表示。

“在安溪茶产业发展进程中,生态始终是最鲜明的底色。”安溪县长刘永强介绍,安溪坚持“天、地、人、种”结合,致力构建“县域大生态、茶园小生态、土壤微生态”种植环境。安溪县率先从源头开展减排技术的创新研究和推广应用,具有重要的示范带动效应;希望借助环发所茶产业碳中和研究院这一平台,汇聚全国一流科研团队、院所的创新资源,引领茶产业绿色低碳转型。

福建农林大学校长兰思仁在会上表示,此次活动以“茶产业碳中和发展”为主题,围绕“双碳”政策、气候变化、茶产业低碳发展、生物多样性保护等前沿热点进行专题研讨,意义重大。他表示,要进一步促进大数据、光电子信息、数字经济与茶产业碳中和的深度融合,促进茶产业绿色发展。



工人在安溪县的茶园里采摘茶叶。新华社记者 魏培全摄

## 致密气藏CCUS先导试验取得进展

# 埋入二氧化碳 换取更多能源

### 碳捕手成长记

◎本报记者 史俊斌  
通讯员 杨承欣 张泉

近日,全球首个针对致密气藏的二氧化碳驱气与封存先导试验项目——延安气田致密气藏二氧化碳驱气与封存先导试验项目成功注入二氧化碳超2万吨。项目由陕西延长石油(集团)有限责任公司(以下简称延长石油集团)组织实施。通过模型预测,此技术可提升气田采收率5至10个百分点,百亿方大气田稳产期可延长5至8年。资料显示,2万吨二氧化碳

相当于一万棵树一氧化碳吸收的二氧化碳量。

### 盘活低效资产

延长石油集团首席科学家、总地质师王香增介绍,二氧化碳捕集、利用与封存(CCUS)技术作为一项有望实现化石能源大规模低碳利用的新兴技术,是我国未来减少二氧化碳排放、保障能源安全和实现可持续发展的重要手段。2018年更新的《中国碳捕集、利用与封存(CCUS)技术发展路线图研究》提出,构建低成本、低能耗、安全可靠的CCUS技术体系和产业集群,为化石能源低碳化利用提供技术选择,为

应对气候变化和经济社会可持续发展提供技术保障和支撑。

CCUS的主要技术包括二氧化碳地质封存与驱油技术、二氧化碳地质封存与驱气技术、二氧化碳驱替煤层气技术等。其中,二氧化碳地质封存与驱气技术是将二氧化碳注入气藏底部,通过恢复地层压力,将无法开采的残存天然气驱替出来以提高采收率。同时将二氧化碳封存于枯竭气藏中,实现减排目的。

记者了解到,气藏的最终平均采收率为65%,约为油藏的2倍。同时,天然气的压缩性是原油或地层水的30倍。因此在相同的烃类孔隙体积下,气藏可以比油藏埋存更多二氧化碳。此外,致密气藏的部分气井因储层致密而产率低效。如果在这类气井内实现二氧化碳封存,可盘活低效资产,在碳交易背景之下,探索出一条减排新途径。在国际范围内,匈牙利、荷兰、澳大利亚及德国先后开展了低渗、中高渗气藏二氧化碳封存及驱气的试验性项目。从实施结果看,天然气藏不仅可以实现二氧化碳地质封存,还能够不同程度地增加天然气产量。

### 创新计算模型

延长石油集团负责开发的延安气田位于鄂尔多斯盆地伊陕斜坡东南部,是典型的低渗致密岩性气藏,具有构造稳定、储层致密、单井产量低、自然递减快、采收率偏低等特点。王香增告诉记者,延安气田致密气藏二氧化碳驱气技术的创新实践,将为致密气藏提高采收率及二氧化碳地质封存提供理论支撑,为制造业与采掘业协同绿色低碳发展提供有

效路径,使我国在绿色能源领域的国际竞争中赢得先机。

近年来,延长石油集团科研人员立足致密气藏二氧化碳驱气效率和工程设计实际应用需求,通过改进现有驱替效率表征方法,研究主控因素的物理—化学—力学性质与二氧化碳相互影响机制,动态评价不同阶段下致密气藏的驱气能力,提出了“低渗致密气藏二氧化碳驱气效率的动态表征方法”模型。同时针对致密气藏非均质性较强等难点,创新提出“低渗致密气藏三维精细数值模型高效计算方案”。

记者了解到,上述模型和计算方案具备广泛实用性,有效降低了致密气藏进行二氧化碳地质封存潜力估计的不确定性。在此基础上,科研人员制定了地面工程一井下工程—注入制度—安全监测等全流程注入方案。目前已累计注入二氧化碳2.14万吨,取得了致密气藏二氧化碳“能注入,不气串”的初步认识。

未来,为进一步提高二氧化碳对致密气藏储层的利用率,提高天然气采收率,实现延安气田降本增效开发与高效安全封存,科研人员将对致密气藏二氧化碳赋存状态及演化规律、二氧化碳运移规律、二氧化碳封存机理与潜力预测、二氧化碳埋存安全性评价等进行攻关。

近年来,延长石油集团紧盯“双碳”目标,充分发挥煤油气综合化工和二氧化碳源匹配优势,于2020年提出“致密气藏二氧化碳驱气与地质封存”概念,全力攻关致密气藏CCUS关键技术。2023年,延长石油集团建成产能100亿方,在推动能源结构优化、保障国家能源安全方面体现了国企担当。



图为延安气田致密气藏二氧化碳驱气与封存先导试验项目。受访单位供图

## 青海全面掌握 黑颈鹤种群数量及迁徙路线

科技日报讯(记者张蕴)记者6月3日从青海省林业和草原局获悉,青海已全面掌握省内国家一级重点保护野生动物黑颈鹤种群数量及迁徙路线。

据悉,青海省分布有黑颈鹤2616只,较10年前增加1400多只。其中465只为旅鸟,在青海省季节性停歇一段时间后飞往甘肃繁殖,其余2151只为青海省夏候鸟,在青海繁殖栖息。

2022年起,青海省林草局联合北京林业大学黑颈鹤研究团队、青海国家公园观鸟协会,通过卫星跟踪并结合标记重捕法等研究方法,对分布在青海省的黑颈鹤等3种鹤类开展迁徙研究。3年多来,工作人员在青海省跟踪了82只黑颈鹤,对回传的66万个位点数据进行分析研究,获得了青海省黑颈鹤详细分布图及迁徙路线。

黑颈鹤被世界自然保护联盟列为易危物种,是唯一一种生活在高原上的鹤类。目前全球种群数量在17000只左右。

近年来,青海省不断开展鸟类等野生动物资源调查监测。截至目前,青海省分布有鸟类22目73科532种,迁徙候鸟380种,较2018年增加了100种。其中,国家一级重点保护鸟类27种,新增了1种东方白鹳;国家二级重点保护鸟类由81种增加至89种,新增了白额雁、勺鸡等。自2022年以来,青海省系统开展了黑颈鹤、白马鸡、黄喉雁等种群数量调查和迁徙跟踪研究,黑颈鹤有2600多只,白马鸡1.9万只,黄喉雁1500多只,大天鹅1400多只。2023年秋季迁徙水鸟达12万只,越冬水鸟2.1万多只,种群数量较为稳定。



图为祁连托勒河湿地拍摄到的黑颈鹤。马存新摄