

7 所一人一事

王秀明：“地下珠峰”攀登者

■本报记者 刘如楠



王秀明在2023年国际超声大会上发言。受访者供图

9月中下旬,2023年国际超声大会在中国召开。闭幕式上的民乐表演完毕,大会主席、中国科学院声学研究所(以下简称声学所)研究员王秀明长舒了一口气,“筹备4年的会议,终于圆满结束了”。

在王秀明的推动下,此次大会特别设立了“应先生奖”,以纪念我国著名超声学家、中国科学院院士应崇福。

不久后,王秀明便匆忙飞去了澳大利亚,赶着给小孙子过1周岁生日。

大洋北岸有事业,大洋彼岸有家人。10多年来,王秀明就这样在两国之间来回穿梭,即使已经退休两年,也依然如此。“工资都花在机票上了!”他打趣说。

回国,从理论研究转向国家急需

如今,王秀明已习惯了这样的奔波,可在多年前,作出回国的决定并不容易。当时,已过不惑之年的王秀明是澳洲联邦科学与工业研究组织(CSIRO)国立石油资源研究中心(ARRC)的首席科学家,做着自己喜欢的计算声学研究。

但王秀明的博士生导师、中国科学院院士应崇福希望他回国发展。“现在国家处于大发展时期,需解决油气勘探中声波探测的核心技术问题,你回声学所能做出一番成就!”

对于油气勘探而言,首先需要地质学家进行区域概查,确定可能存在油气田的地区和范围,再进行区域普查,利用人工地震方法推断地下岩石结构,大体确定地下油气储层位置。

在接下来的区域详查中,则需要打井测量,利用专门的仪器确定油气田的详细位置。如横波成像测井仪器可通过发射声波后记录声波被岩体反射回来的数据,判定油层的位置、厚度和含油饱和度等。

“这就像是在井下给岩层做B超检查,通俗地说,声波声音越大、频率越高,探得越远、油层分辨率越清晰。”王秀明说。

早期,我国的横波成像测井仪依赖进口,到20世纪末21世纪初,世界各国油气资源勘探开发竞争升级,国外油田技术服务公司不再向我国出售先进的测井仪器,仪器中的关键部件——声波探头更属于严

格控制的产品。

“当时一套声波探头要100万元,后来国外公司干脆不卖了,只提供服务,最贵的时候,测一口3000米的井至少要10多万元,全国油气勘探测井的花费可想而知。”王秀明说。

无法采购新仪器,原有的进口测井仪便成了“香饽饽”。急需时该仪器在一个地区测完,马上就得“坐”飞机到下一个地区开展工作。但这不是长久之计,突破“卡脖子”技术,研发具有自主知识产权的横波成像测井仪迫在眉睫。

在副导师、声学所研究员张海澜的介绍下,王秀明于2006年正式回国,任声学所超声物理和探测实验室主任。

打破国外技术垄断

不过,接下来对于研制横波声波探头,王秀明并不被看好。加上他长期从事声学研究,又是刚回国,质疑声不断传来——“大家都做不出来,你能做出来?”“王秀明要去搞这个?他可是神算家,只能在计算机上翻翻跟头吧。”

自1992年起,国内多家单位曾尝试研制横波声波探头,然而其耐温性能、发射和接收效率以及体积、频率和功率等技术指标都没有过关。一位做了5年研制工作以失败告终的同行对王秀明说:“我告诉你,搞不成的,一到高温状态就开裂。”

然而,王秀明不这么认为。哪怕没有相关的研制经验,他也在想:“外国人能做出来,我们为什么做不出来?”

夸下海口容易,实际研究困难。与中海油田服务股份有限公司签下两年研制合同后,前一年多,研发团队突破了高温固化、一致性测试等一系列难题,可到了耐高温高压测试环节,却怎么也通不过。

超声探头的结构就像“三明治”,两片一模一样的压电陶瓷片夹着一个金属片,通过高温胶粘在一起。加电信号后,两侧的陶瓷片发生位移变化,产生机械振动,带动金属片发出响声,声波就此产生。

“进行测井时,超声探头需要深入地下几千米甚至上万米,温度高、压力大,让它保持正常工作是核心技术之一。”王秀明说,做一批探头要一个星期,几十道工序,一批批做,一批批高温模拟测试,不是陶瓷破碎就是脱胶开裂。

此时的固体声学所与深部探测团队也像这种探头一样,面临着高压的考验。大家一直疑惑,“三明治”的每一层,包括绝缘胶都是耐高温高压材料,拼到一起怎么就坏了?”

“当时,每天都很煎熬,备受折磨,经费也严重不足,可我们既然答应了人家,砸锅卖铁也要坚持把项目完成。”王秀明说。更何况,这是他回国后负责的第一个项目,如果做不出来,局面就难以打开。

“经过一系列理论分析和数值模拟,大家认为,可能由于陶瓷片和金属片的热膨胀系数不同,高温下应力集中,难以有效释放,才导致探头开裂。”王秀明说。经过反复优化设计、模拟仿真、测试分析后,研制团队终于在合同到期前几个月,解决了这一难题。

“偶极声波探头发出的声音像青蛙‘呱呱’的叫声,当加到175摄氏度的高温,它仍连续叫了几个小时,我想‘这事儿成了’。”王秀明说。

挑战“地下珠峰”

声学所攻克声波探头的消息很快传遍了油气勘探领域。几乎同一时间,国外技术公司也松了口,表示愿意继续向我国出售声波探头。

“价格一下子从100万元一套降到了40万元,后来甚至降到30万元。”王秀明说,“但我们的价格更低,这样一来,打破了国外的技术封锁和垄断,为国家节约了大量外汇。”

后来,国内的油气公司和油田的相关负责人接连找上门来,向声学所订购偶极声波探头。更大的挑战也随之而来。“既然最核心的探头都做出来了,你们下一步就能把整套仪器研制出来。”大庆油田的相关负责人对王秀明等人说。

横波成像测井仪全长10多米,由多段细长钢管串联而成,按照下井的先后顺序,结构依次是发射声系、隔声体、接收声系、数据采集和通信短节,仪器各个部分通过每段钢管之间的多芯插头连接起来。下井前,仪器还要通过电缆与地面设备连接,保证信号顺利传输。将成套设备国产化,意味着仪器的每个部分都要实现自主研发。

又经过3年的研制探索,2012年,固体声学所与深部探测团队与大庆测井公司合作研发的第一代偶极横波成像测井仪终于大功告成。

后来,他们与中石化经纬有限公司合作,研发了新一代横波远探测成像测井仪,在国内首次实现横向探测深度80米、纵向探测8300多米。这已接近珠穆朗玛峰的高度。

如今,固体声学所与深部探测团队已从最初的3个人,发展成一支34人的队伍。王秀明的后辈们,正在组织月球钻井测量的项目,要把声波探测技术用到月球上。

看到大家逐渐成长起来,王秀明发自内心的高兴。作为声学所的首席科学家,团队里有了事,他依然挺身而出。

“做事的初衷不是出名。先做事,等事做好了,名自然就跟着来了。”王秀明常对大家说。

发现·进展

中国科学院金属研究所等

制备出超塑性钛合金

本报讯(记者沈春蕾)中国科学院金属研究所研究员杨柯、任玲团队与澳大利亚皇家墨尔本理工大学教授邱冬团队合作,在前期开发的高性能双相钛合金Ti₆Al₄V₂合金基础上,设计并制备了具有多相纳米网状结构的新型钛合金。日前,相关研究成果在线发表于《国际塑性》。

据了解,超塑性成型技术有望解决复杂构件的成型问题,在航空航天等重要领域应用前景广阔。然而,目前多数金属超塑性成型的温度较高且应变速率极为缓慢,不仅增加了超塑性成型的能耗与时间,还使成型后的材料表面发生严重氧化,制约了该技术的广泛应用。

研究团队研制的新型钛合金利用基体中的纳米β相,促进微纳米晶α晶粒间的滑移与倾转,并利用沿α/β相界钉扎的纳米Ti₃Al₂相提高该纳米网状结构的稳定性,全面提升材料的超塑性变形能力。这一组织设计使材料的超塑性变形温度较Ti₆Al₄V合金下降了约250℃,在750℃和应变速率高达1s⁻¹的条件下,可以获得超过900%的延伸率,意味着该材料超塑性变形的应变速率较现有材料提高了2~4个数量级。

研究人员表示,经过超塑性变形后,多相纳米网状结构的新型钛合金组织不会粗化长大,解决了材料超塑性变形能力与组织热稳定性之间的矛盾,对推动超塑性成型技术的发展具有重要意义。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.ijplas.2023.103694>

中国科学院华南植物园

蓝碳增汇可弥补土地利用造成的碳损失

本报讯(记者朱汉斌)中国科学院华南植物园海岸带生态系统过程与环境健康研究组发现,植物入侵产生的蓝碳增汇可弥补因土地利用造成的碳损失。近日,相关成果在线发表于《碳研究》。

论文第一作者、中国科学院华南植物园博士研究生周文义表示,盐沼湿地作为典型的滨海蓝碳生态系统,是全球蓝碳增汇的主要贡献者之一。然而,近几十年来,由于植物入侵和土地利用的改变,我国盐沼湿地的景观分布格局发生了巨大变化。

为了探究在双重因子的驱动下,盐沼湿地过去几十年里景观格局及其碳汇功能的变化,研究人员以盐城滨海湿地为研究对象,综合运用遥感分类与数据整合的方法,研究了1982年至2021年间,植物入侵和人类围垦在时空尺度上对盐碱盐沼湿地蓝碳增汇功能的影响。

研究发现,过去40年来,外来植物互花米草的入侵大大增加了盐城区域的蓝碳储量,这主要与互花米草在光滩上的扩张及其所具有的高效固碳能力有关。从土地利用转移矩阵来看,互花米草较少直接入侵本土植物覆盖的盐沼湿地,而是通过在光滩的定植和扩张减少海水的盐分输入,从而改变了本土植物的种间竞争。

碳汇核算表明,过去40年间,盐沼湿地的总面积减少了43.09平方千米,但由互花米草入侵带来的蓝碳增汇超过了土地围垦和盐地碱滩湿地丧失造成的碳损失。该研究表明,滨海蓝碳的碳汇功能很大程度上受盐沼植被覆盖的调控,而向海侧的互花米草入侵光滩有利于盐沼湿地的碳固存。类似的生物入侵与植被演替过程可能适用于世界其他地区,对蓝碳增汇研究和盐沼时空变化具有重要的研究意义。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1007/s44246-023-00070-4>

香港大学、海南大学、江南大学

研究揭示肠道微生物缓解便秘机制

本报讯(记者冯丽妃)近日,香港大学教授黄逸、海南大学教授张家超、江南大学教授翟齐平等合作,确定了益生菌长双歧杆菌中负责改善肠道动力的基因,并发现拥有abfA基因簇的长双歧杆菌菌株可以通过增强肠道中阿拉伯糖的利用能力来改善便秘。相关研究发表于《细胞宿主与微生物》。

合作团队识别并系统验证了外源性益生菌或肠道微生物群影响肠道运动的关键遗传因素。他们从354名年龄在0-108岁的中国人体内分离出185株长双歧杆菌。借助野生长双歧杆菌菌株综合库,发现有效缓解小鼠便秘是通过abfA簇调节实现的。这一关键遗传因素优先提高了对阿拉伯糖的利用能力。阿拉伯糖是植物多糖的常见成分,是人类难以消化的纤维,也是正常肠道微生物难以获取的营养来源。

研究人员结合宏基因组学和代谢组学进行了临床实验和人-小鼠粪便微生物群移植实验。在这项双盲、随机、安慰剂对照的临床试验中,补充携带abfA基因簇的长双歧杆菌而不是缺乏abfA基因簇的菌株的参与者,阿拉伯糖消化加强,并增加了有益的代谢物,改善了便秘症状。

在人类队列中,粪便微生物组中abfA基因簇的丰度能预测便秘,并且富含abfA基因簇的人类肠道微生物群移植到便秘小鼠体内,可改善小鼠肠道蠕动。值得注意的是,除了长双歧杆菌,abfA基因簇在肠道中普遍存在,能调节小鼠和人类的便秘症状。

研究人员表示,abfA基因簇是治疗人类便秘的肠道微生物治疗靶点。在筛选益生菌或推断其治疗胃肠道疾病的疗效时,应首先考虑控制益生菌独特代谢能力的遗传因素。

相关论文信息:
<http://doi.org/10.1016/j.chom.2023.10.016>

贯叶马兜铃模拟臭虫气味自我保护

本报讯(记者甘晓)贯叶马兜铃是金沙江干热河谷特有的受威胁植物。近日,中国科学院昆明植物研究所极小种群野生植物综合保护团队的动植物受威胁生态关系专题组在开展野外工作时,发现了贯叶马兜铃特殊的防御特征。研究成果在线发表于《新植物学家》。

研究团队观察到,受干扰的贯叶马兜铃叶片释放出一种类似臭虫防御物质的气味,吸引了大量盗食寄生的叶蝇。盗食寄生蝇是一类以偷窃其他慢食性节肢动物的猎物为生的蝇类。

这项研究中,叶蝇将臭虫受到威胁时释放的防御性气味作为取食信号。鉴于金沙江干热河谷草本植物可能面临来自大型草食动物的较大取食压力,而臭虫具备较好的防御

能力,研究团队推测贯叶马兜铃可能通过模拟臭虫的防御性气味来实现自我保护。

为验证这一假设,研究团队与云南大学、东北林业大学和英国杜伦大学合作开展了一系列野外实验、化学分析、行为实验和电生理实验。研究结果表明,贯叶马兜铃叶片释放的气味在化学组成和生态功能上与臭虫普遍产生的防御性挥发物相似。此外,这些化合物能够激活多种草食动物的TRPA1受体,从而有效抵御草食动物的取食行为。

专家认为,该研究为植物通过拟态昆虫信号防御草食动物的动植物多重互作生态过程提供了新的研究视角,拓展了植物气味拟态研究领域的内涵和外延。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1111/nph.19407>



▲金沙江干热河谷样貌。

▶贯叶马兜铃。 科研团队供图



绿证全覆盖助力中国低碳转型

■林伯强

绿色电力证书(以下简称绿证)是政府对上网电量核准发放的一种电子凭证。今年8月,我国出台新规进一步扩大了绿证核发范围,基本囊括了可再生能源发电的全部项目。

标准化的绿证被视作独立性的计量工具,还具有货币属性,可进行兑现和交易。该凭证也是发电属性证明与确认的重要依据,并且是消费绿色电力独一无二的证明。

该证书相当于绿色电力的有效身份证,对1000千瓦时上网电量的来源进行记录,由此找到所对应的集中式光伏电站和陆上风电场。国际上,荷兰在2001年就已经开展绿证交易,在这之后,全球有20多个国家采用绿证交易模式。强制市场配额和绿证交易机制是国际上应用的促进可再生能源电力发展的成熟制度,对于企业和行业的长足发展非常有益。

绿证交易为何“叫好不叫座”

电价补贴是可再生能源发展的主要推动因素,但近年来可再生能源发电能力和规模快速增长,相关基金投入产出比却不高,导致未能匹配大量并网需要的补贴。为此,政府部门开始实行绿证交易政策。相关发电公司可以借助销售绿证来弥补补贴的退坡,减少回款时长,这对于减少政府的财政补贴有一定帮助。

为助力国内“双碳”目标的实现,尽快完成能源系统的绿色转型和能耗双控,我国坚持开展绿证交易。目前,国内的绿证交易属于

“证电分离”,即与正常用电的企业相比,购买绿证的企业还加了一个“排碳费用”,也可以说是可再生能源生产电能的“环境溢价”。

由于我国在绿证核发认证范围、对企业碳排放要求的规范性、与国际绿证互认等方面还存在一定不足,导致长期以来绿证交易在国内“叫好不叫座”。

第一,交易品种受限,实行自愿认购制度。在绿证全覆盖新政策推出前,国内绿证核发的项目主体包括集中式光伏发电和陆上风电,其他可再生能源如分散式风电和海上风电、太阳能发电等则没有计入核发范围,加上可再生能源补贴和绿证不可兼得,政府对待绿证的态度是自愿认购,因此,认证项目范围窄、政府态度宽松使绿证市场处于闲散状态。

第二,国内认证与国际认证的挂钩机制不够完善。作为一种凭证,绿证可以体现国内非水可再生能源的环境属性,也可以对其生产和消费进行认定。购买绿证的主体主要包括出口贸易企业、外企、需要完成碳中和目标的企业和不希望被限电限产的高耗能企业。换言之,需求单位多是外资企业、国有企业等规模较大的企业。对绿证需求的公司,通常情况下,有三大类绿色证书可供选择,一是获得APX证书,二是获得国际I-REC证书,三是获得中国GEC证书。目前国内和国际绿证互认机制还未完全打通,这就导致大部分企业要根据自身需求以及客户、总部的要求,选择合适的绿证。国内企业选择在国际市场上流通的绿证一定

程度上削弱了国内绿证的市场需求。

第三,绿证原则上只交易一次,且属于“证电分离”。企业购买绿证可以理解为实现碳中和,但通过购买绿证作为消费绿证的凭证,可帮助企业抵消碳排放。即企业要实现碳中和,可以通过事后购买绿证,抵消其生产过程中二氧化碳的排放。由于绿证有期限和交易限制,原则上只能交易一次,加上2017年至2022年间国内对企业或产品碳排放的要求没有国际上对出口企业或产品碳排放的要求严格,大部分购买主体通常为了出口贸易的需要选择购买国际绿证,因此国内绿证交易市场并没有出现供不应求的现象。

国内绿证权威性亟须加强

今年8月,政府进一步完善了绿证制度,实现了绿证对可再生能源电力的全覆盖,涉及海洋能发电、地热能发电、生物质发电、常规水电发电、分布式光伏发电、光热发电、分散式风电和海上风电发电等多个项目。

绿证对此类项目的涵盖能够刺激发电项目在供应方面的提升,为绿证购买主体提供更多的绿电选择,以适应生产和市场的要求,还可以减轻国家的财政压力,减少政府对企业使用可再生能源电力补贴。绿证全覆盖为绿电与碳市场接轨打下了良好的制度基础,这将进一步扩大绿电消费,激发市场活力。

不过,绿证交易目前还存在一些问题,需

要给出有针对性的政策建议。

首先,国内绿证的权威性需要加强,应尽可能争取国际组织的认可。目前国内对绿证的交易需求主要来自出口型企业迎合国际绿色消费的产品理念,是基于出口绿色生产认证的需要。而国内绿证与国际组织的绿色消费、碳减排体系的衔接还有待加强,我国绿证在国际层面的认可度和权威性不够,无法为我国产品出口提供有力保障。

其次,通过出台相关政策完善绿证交易平台,提升市场交易活跃度。当下,我国的市场交易仍借助传统的政府交易系统,如广州电力、北京电力与中国绿色电力证书交易中心,实际上也可根据具体情况合法合规完善交易市场。总之,国内绿证无论是交易价格、市场流通、认证范畴还是通用范畴都有待提升。国内的绿证市场可借鉴国际经验,增加绿证交易种类,如增加补贴绿证,以及加强绿证交易灵活性,赋能市场更多活力,让企业更愿意购买国内绿证。

另外,国外即将实施的碳关税制度将压制国内绿证交易。随着欧盟碳关税的出台,出口型企业的绿电需求可能呈井喷式增长。由于我国尚未实施碳关税制度,外资企业购买国内绿证进行贸易的需求和必要性不高。而我国出口企业却要应对国际的碳关税制度,如果国内绿证交易不被国际认可,国内企业特别是外资或者出口型企业对绿证的需求又很高,就不得不花费大量额外的运营成本购买国际绿证。

因此,未来我国在绿证发展过程中不仅要注重将国内绿证交易与国际接轨,提高国内绿证的国际认可度,为我国相关企业购买绿证提供便利,还要要求产品设计多元化,以便更好对冲国际绿证价格波动的风险。

(作者系嘉庚创新实验室研究员、厦门大学中国能源政策研究院院长)