



## 大河湾示范区备耕“春季第一犁”



项目组成员下地取样。中科院计算技术研究所供图

本报讯(记者沈春蕾)近日,中国科学院“黑土粮仓”科技会战大河湾示范区春耕启动仪式在呼伦贝尔农垦集团举行。在中国科学院的技术助力下,该集团今年将完成大豆油料各扩种 30 万亩、大豆玉米带状复合种植 5500 亩的任务。

中国科学院发布的《东北黑土地白皮书(2020)》显示,我国东北黑土地总面积 109 万平方千米。大河湾示范区位于呼伦贝尔农垦集团公司辖区,是大兴安岭南麓黑土地的典型代表,也是中国科学院“黑土粮仓”科技会战项目目前设置的 7 个示范区之一。

中科院计算技术研究所高级工程师、大河湾示范区青年突击队队长陈海华介绍,在大河湾示范区,项目组有针对性地提出了生物篱网降

低风速、秋季收获后机械镇压、留茬秸秆覆盖、免耕播种等综合模式,形成了“休闲期固土降速减蚀,生长季防蚀保墒促肥”的一整套技术方案,并完成了秋冬季降速减蚀技术措施的田间布设。

“随着土地冰雪消融,我们目睹了一批批农业新品种、新技术、新模式从实验室走向田间地头,让春耕备耕生产更加科学高效,为今年‘春季第一犁’生产打下坚实基础。”陈海华说。

未来,项目组希望将黑土主要指标的变化情况与种植过程中的所有数据进行关联化,进一步分析耕作模式以及水、肥、药等使用对黑土地保护的量化数据指标,最终形成科学的黑土用养评价体系,从而真正实现“用好养好”黑土地。

## 砥砺前行前的追光人

### ——记中科院上海高等研究院软 X 射线自由电子激光攻关青年团队

■本报记者 张双虎

基于先进加速器的光子大科学装置是探索微观世界最先进的工具之一,用它可以给分子拍摄“照片”。而 X 射线自由电子激光作为最新一代的光子大科学装置,还可将微观世界快速变化的过程拍摄成分子“电影”。

过去一年来,一群研制微观世界“摄像机”的人——中科院上海高等研究院软 X 射线自由电子激光攻关青年团队,屡创佳绩,在国际上首次实现了自由电子激光混合级联放大输出;提出并验证了相干能量调制的自放大;实现了 2 纳米饱和出光,建成国际上首个“水窗”波段全覆盖的软 X 射线自由电子激光装置……

5 月 3 日,这支由中国工程院院士、上海光源中心主任赵振堂带领的青年团队,凭借在软 X 射线自由电子激光领域的突出贡献获得第 26 届中国青年五四奖章(集体),可谓实至名归。

### 革命性的研究工具

“软 X 射线自由电子激光是目前最先进的 X 射线光源之一,它的研制和调试面临巨大挑战。”该团队骨干成员、中科院上海高等研究院研究员冯超对《中国科学报》说,“去年 5 月,我们成功实现了最短波长为 2 纳米的自由电子激光出光放大,之后科学家采用此光源实现了高于 20 纳米的成像分辨率,相当于能看清 1 根头发的三分之一。”

软 X 射线是指波长在 10 纳米到 0.1 纳米之间的 X 射线,软 X 射线自由电子激光可用于观测微观物质的动态变化过程。作为新一代光源,软 X 射线自由电子激光的峰值亮度比第三代同步辐射光源高 10 亿至 100 亿倍;脉冲长度达到飞秒量级,只有第三代同步辐射光源的千分之一,而且相干性更好。

“X 射线自由电子激光这种大科学装置是当前国际上最先进的科学平台之一。”该团队骨干成员、中科院上海高等研究院研究员邓海啸告诉《中国科学报》,“它将为物理、化学、能源、生命科学等领域提供革命性的研究工具。”

2016 年,团队承担了“十二五”国家重大科技基础设施——X 射线自由电子激光试验装置,以及上海张江综合性国家科学中心首批启动的重大科技基础设施——上海软 X 射线自由电子激光用户装置的研制任务。



软 X 射线自由电子激光中控室调试现场 受访者供图

经过 5 年多的建设和精细调试,团队高质量地建成了我国首台 X 射线波段自由电子激光试验装置。这是我国首个可以覆盖“水窗”波段的高增益自由电子激光装置,该装置的一系列进展表明,我国在 X 射线自由电子激光装置研制方面已步入国际先进行列。

### 实现“水窗”全覆盖

该试验装置采用团队自主提出的 EE-HG-HGHG 混合级联这一先进运行机制,并在国际上率先实现了机制的原理验证,试验装置于 2020 年 11 月通过国家验收。验收专家组一致认为,团队“首创 EEHG-HGHG 混合级联型 FEL 的先进运行模式,其辐射带宽和中心波长稳定性显著优于 HGHG-HGHG 级联”。

2021 年,软 X 射线自由电子激光攻关青年团队完成了多项里程碑式的成果。1 月,团队完成基于试验的用户装置升级改造和总体集成;3 月,完成直线加速器调试,之后又以国际上少有的速度相继实现了 5.6 纳米、3.5 纳米、2.4 纳米和 2.0 纳米自由电子激光的出光放大,并实现了“水窗”波段全覆盖,且输出性能优异,成为全球仅有的 3 台软 X 射线自由电子激光装置中最早覆盖“水窗”波段的装置。

“波长在 2.3 纳米到 4.4 纳米范围内,水对 X 射线是透明的,但构成生命的重要元

素,例如碳等,仍会与 X 射线相互作用。”冯超解释说,“因而,水窗波段的 X 射线可用于活体生物细胞显微成像等,具有极其重要的科学应用价值。”

### 支部建在中控室

“这支年轻的队伍对于自己承担的研制任务有自豪感、有执行力、有创新意识。”赵振堂说,“该装置最初定位是进行世界最前沿探索,采用自由电子激光装置中最先进,也是最复杂的运行模式。而如何建设一个稳定的自由电子激光装置,不仅是团队面临的重大挑战,更是国家赋予的历史使命。”

在试验装置调试阶段,团队成立了针对加速器物理和关键硬件系统的调试攻关小组,制订了周密的调试计划,并设置了关键节点,以尽快实现系统间协同工作。

攻关小组负责人、中科院上海高等研究院研究员刘波说:“5 年来,团队成员几乎全部放弃了休假,以‘困难迎头上’‘问题不过夜’的态度,利用一切时间解决问题,提高装置调试效率。”

(下转第 2 版)



## 智能涂层实现“白天集热、夜间制冷”

### 从太阳和深空全天候获取能源

■本报见习记者 王敏

如何更高效地获取和使用可再生能源?这次,科学家把目光投向了太阳和深空。

近日,中国科学技术大学工程科学学院教授裴刚、国家同步辐射实验室研究员邹崇文联合研究团队提出一种全新的能量利用方法。他们开发出一种光谱自适应智能涂层,解决了光热转换和辐射制冷过程中的“光谱冲突”,实现 24 小时全天候从太阳热源和太空冷源中捕获能量。

相关研究成果日前发表于美国《国家科学院院刊》。

### 从直面“光谱冲突”开始

冷和热是能源最重要的终端形式之一,全球每年约 51% 的能源以冷量或热量的形式消耗。然而,目前这两种能量的供给主要依赖传统化石能源,无疑会进一步加剧环境问题。

因此,依靠可再生能源实现制冷和供热,对于全球节能和减少温室气体排放具有重大意义。

“相比地球环境,温度约为 6000K 的太阳和 3K 的太空是地球的终极热源和冷源。”论文共同第一作者、中国科学技术大学工程科学学院博士后赵斌向《中国科学报》介绍。

光热转换通过对太阳辐射直接利用,获得高温热量;天空辐射制冷则可以将地表能量以红外辐射形式通过大气窗口直接发射至低温太空,从而获得低温冷量。

实际上,这两种技术原理相同,装置相似,如果将两种物理过程集成于同一装置,不仅能呈现夜间制冷和白天集热的双功能特点,还可大大提升装置的时间利用率和能量收益。

“但光热转换和天空辐射制冷对涂层的光谱选择性需求存在固有‘冲突’。前者要求涂层在整个中红外波段具有低发射率,后者要求涂层在大气窗口波段具有高发射率。”赵斌说。

目前,常用的光热转换和天空辐射制冷技术通过不同的光谱选择性涂层收集热和冷,但大多数方法是静态和单功能的,只能分别利用不同的固定涂层在白天提供加热,夜晚提供冷却。

而已报道的极少数光热转换—天空辐射制冷综合利用也多于静态非选择性涂层,虽然能实现双功能耦合,但集热和制冷性能大大低于单一的光热转换和天空辐射制冷技术。

如何解决“冲突”,在实现两种装置功能叠加耦合的同时又不影响各自性能,是裴刚团队一直在做的工作。

### 会“变身”的二氧化钒

此次研究中,裴刚团队创新性提出一种光谱自适应调控机制,即涂层光谱选择性可根据能量捕获模式进行“动态调整”。

该团队将目标瞄准了二氧化钒薄膜。邹崇文介绍,“二氧化钒是一种典型的强关联过渡金属氧化物,它具有特殊的金属—绝缘体相变

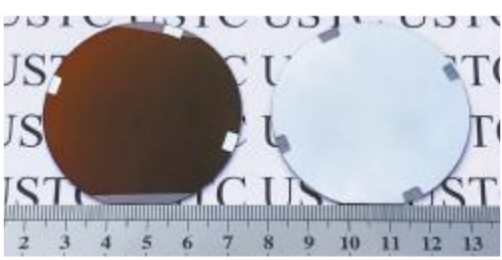
特性,相变温度约为 68°C。”

当温度低于 68°C 时,二氧化钒是一种不导电的绝缘体,能够同时透过可见光和红外线;当温度超过 68°C 时,二氧化钒会瞬间“变身”为低电阻导体,可以阻挡红外线透过。

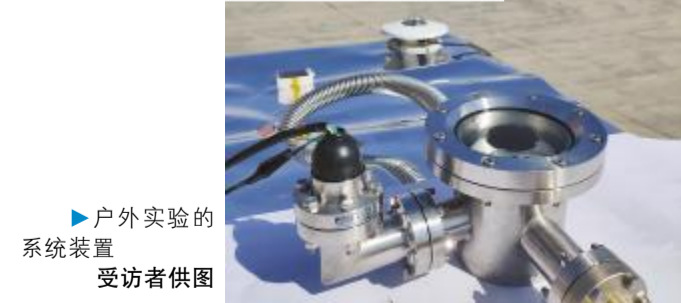
邹崇文说,利用二氧化钒这种温致相变过程中的动态红外光谱特性,再结合多层膜的涂层设计,有望实现自适应的光谱智能涂层,解决光热转换和天空辐射制冷过程中的“光谱冲突”。

记者了解到,二氧化钒薄膜的相变特性与其质量密切相关,因此高质量的二氧化钒薄膜制备是智能涂层的关键。

(下转第 2 版)



光谱自适应智能涂层的正反面



户外实验的系统装置 受访者供图

## “植物大熊猫”华盖木花朵形态有新发现

本报讯 近日,位于昆明植物园的一株华盖木迎来开花期。目前,野生华盖木仅存 52 株,散生于云南广袤的常绿阔叶林中,是名副其实的“植物界大熊猫”。

长期以来,华盖木的花朵形态被描述为:花单生枝顶,花被片 9 片,排成 3 轮,外轮 3 片花被片外面深红色,里面浅红色,内两轮 6 片,均为白色。即华盖木花朵初开时看到的 3 枚外轮花被片为红色,花朵全部展开时,中、内轮花被片为白色。

但中科院昆明植物研究所极小种群野生植物综合保护团队长期观察发现,外轮花被片除红色和浅红色外,还能看到全白色。从昆明植物园迁地保护的华盖木种群实际观察记录来看,2013 年开花的植株外轮花被片为白色,花被片排成 4 轮共 12 枚,而今年新开花的华盖木最外轮花被

片为红色。同时,云南省林业和草原科学院也报道了来自小石桥沟同一批种子育苗的后代,开花时是白色。该团队对金马河下游的华盖木长期观察显示,花朵被片数量大多为 11 片。

因此,研究人员认为,华盖木的花被片数量在种内存在变异,为 9 片、11 片或 12 片,外轮花被片的颜色为红色、粉红色或白色。

目前,昆明植物园研究团队对华盖木已采取就地保护、迁地保护和回归自然等抢救性保护措施,效果显著。昆明植物园华盖木迁地保护种群已有 39 年树龄,2013 年首次开花,保存了该物种 70% 左右的遗传多样性,是保存遗传多样性最高的迁地保护种群。回归自然的华盖木小苗长势良好,保存了该物种 50% 左右的遗传多样性。

(高雅丽)



▲昆明植物园华盖木红色的外轮花被片  
▲华盖木 11 枚花被片 中科院昆明植物研究所供图

## 原位合成过氧化氢实现尼龙绿色生产

本报讯 5 月 6 日,《科学》刊发上海交通大学化学化工学院教授陈立桅等人的科研成果。研究人员设计出一种合金催化剂,实现在接近工业过氧化氢氨氧化条件下,直接从氢气、氧气、碳酸氢铵和环己酮一步法高选择性制备环己酮肟。

过氧化氢具有较合适的氧化能力,而且其反应产物为水,适合作为环境友好的氧化剂应用于绿色化工合成。工业上利用钛硅分子筛为催化剂,催化过氧化氢氨氧化环己酮制备尼龙 6 单体环己酮肟,能大幅简化生产工艺,在得到高转化率和选择性的同时,极大减少低价值副产物和废弃物的产生。

尽管过氧化氢在绿色化学化工发展中扮演了重要角色,但是现有工业制备成本高昂、过程复杂,且可能污染环境。如果利用原位法直接生成过氧化氢完成催化氨氧化等反应,可以极大节省能耗和设备投资,使整个过程更加经济绿色。

为此,陈立桅和上海交通大学化学化工学院研究员刘晰、英国卡迪夫大学教授 Graham Hutchings 等合作,突破性地设计出钛硅分子筛负载金钨合金催化剂,实现在接近工业过氧化氢氨氧化条件下,直接从氢气、氧气、碳酸氢铵和

环己酮一步法高选择性制备环己酮肟,得到近 100% 环己酮选择性、近 100% 氨选择性和 67% 氢气选择性。

“这种方法的环己酮肟产率与工业过氧化氢氨氧化获取产率相同。经过 40 小时或 250 小时长时间实验,催化活性一直保持稳定。”陈立桅补充说,“这是一条原位过氧化氢合成与氨氧化耦合实现绿色化工生产的新路径。”

研究者进一步对整个催化体系进行经济评估,发现假设催化剂寿命为 2.3 年,环己酮肟生产成本相比现有工业成本下降 13%。“这个经济评估还没有考虑节省下来的非原位制备过氧化氢及运输、稀释等过程所带来的额外成本。”陈立桅补充说。

该研究通过先进的催化剂设计、详尽的实验及充分的微观结构表征,第一次成功将原位过氧化氢合成与现有化工生产相结合,证明了利用原位过氧化氢合成实现绿色化工新路线的可行性与经济性。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1126/science.ab4822>

### 蔗糖累积浓度高出此前记录 80 倍

## 海藻可能相当于一个巨型有机碳库

本报讯 一项研究发现,海藻场底部蔗糖累积浓度比此前海洋记录高出约 80 倍。这些发现表明,海藻相当于一个巨大的全球有机碳库。科学家预计这一结果源于分解碳的微生物活动受到了抑制。相关研究近日发表于《自然—生态与演化》。

海藻场是重要的海洋栖息地,它们既为海洋生物多样性提供庇护所和食物,还可以在植物组织中以同等面积下陆地雨林的 35 倍能力存储碳。海藻还会从根部以单糖和其他化合物形式分泌碳。但是,海洋微生物在这一碳源的消耗和循环过程中所起的作用尚未得到深入了解。

此次,美国加利福尼亚大学默塞德分校的 Maggie Sogin 和同行合作,分析了地中海 3 个不同的大洋海神草场,以及加勒比海和波罗的海其他海藻场底部沉积物内水样(又称孔隙水)的化

学成分。他们在海藻根部附近发现了出乎意料的高浓度蔗糖:在全球范围内,海藻沉积物上部 30 厘米层储备了相当于 0.67-1.34 太克(1 太克 = 10<sup>12</sup> 克)的蔗糖。

研究人员分析海藻场下方沉积物中生活的微生物发现,虽然这些微生物基因组中 80% 含有分解蔗糖的基因,但这些基因仅在 64% 的基因组中表达。他们预测,低氧环境结合植物酚类物质(显著抑制微生物活性),也许可解释蔗糖的积累。

研究人员总结说,海藻下方蔗糖的积聚可作为有价值的有机碳存储方式,其他海洋和水生植物中也可能发现这种相关方式。

(冯维维)  
<https://doi.org/10.1038/s41559-022-01740-z>