



听《中国科学报》



《中国科学报》官微



科学网 App



科学网官微

他们找到让水稻遇寒重生的“凤凰”

■本报记者 田瑞颖

一场寒害来临,稻田冻得发蔫。农民急追一把氮肥,保住了产量,也污染了土壤。寒害频发、氮肥过量,这两道全球农业“枷锁”形成恶性循环,始终无法同步破解。

中国科学院院士种康团队与合作者找到了水稻基因组里的一个“智能开关”CHPO(CHILLING PHOENIX),它在寒冷中如同凤凰一样重生。寒害袭来时,它能守护幼苗存活;寒害过后,它能打开氮吸收和分蘖再生的通路,让水稻不仅存活,还能增产。近日,这项研究成果发表于《自然》。

论文共同通讯作者、中国科学院植物研究所(以下简称植物所)副研究员罗伟早在 2006 年便盯上了这一世界性难题,整整 20 年未曾搁置。

田埂上的难题

一次田间观察,为后续研究埋下伏笔。

2006 年,罗伟从四川农业大学毕业,加入中国科学院院士钱前团队攻读硕士,开展水稻遗传育种研究。

水稻喜温,寒害常会造成减产甚至绝收。罗伟注意到,低温过后农民往往会多施一把氮肥,促进水稻萌发新分蘖——只有新分蘖才能结出有产量的穗子。但氮肥施多了,又会带来涝渍的污染。

这两道难题在稻田中互相掣肘。当时,多数科研团队都是分开解题,搞耐寒研究的不碰氮肥,搞氮肥研究的碰不到耐寒,很少有人从遗传和分子角度把两个方向打通。

罗伟设想,有没有一种基因,能同时管住水稻耐寒韧性和氮肥利用率?2009 年,罗伟加入植物所种康团队,正式开启水稻耐寒性分子机制研究。对于他想研究的这道难题,种康毫无保留地给予了支持。

为拿到可靠的表型数据,团队绕开田间多变的环境,在实验室里搭建了一套低温技术体系,能让水温稳定保持在 4℃。

他们把装置设计成一口“锅”——底部装压缩机制冷,水在锅里循环流动,温度恒定在 4℃。水稻就泡在这口“冷水锅”里,模拟田间冷水灌溉的低温胁迫环境。

团队与厂家反复磨合一年多,这一设备才研制完成,并申请了专利。“有了这套体系,表型鉴定才有稳定的基础。”罗伟告诉《中国科学报》。

接下来就是漫长的材料构建工作。



2024 年种康团队在分子育种基地。

受访者供图

研究团队选用粳稻品种空育 131 和籼稻品种浙辐 802 构建重组自交系群体。为何选定这两个品种?罗伟向《中国科学报》解释,粳稻耐寒,多种植于北方高纬度稻区;籼稻怕冷,主要分布在南方。两个亲本表型差异越大,越容易定位到控制性状的基因。

研究初期,团队用“低温存活率”作为表型开展遗传定位,确实定位到一些控制耐寒的主效位点。可放到农学场景一验证却发现,存活率高不等于产量能恢复。有些苗虽然活着,但无法分蘖,最终还是没有产量。

问题出在指标本身。罗伟表示,“低温存活率”只回答了“苗死没死”,却没回答“活了之后能不能长”。可农民真正关心的是结果,即能不能收粮。

于是,团队决定换一个指标——不看存活率,改用“寒害后分蘖再生率”。不过,单是建立这套新指标,就耗费了一年多时间。

低温处理时长也难以把控,时间太长,幼苗全部死亡;时间太短,幼苗虽然都活着,也都能分蘖,却看不出差异。得找到合适的时间窗口,才能让约一半稻苗存活,另一半死亡。

可一次验证就要等两个月。水稻要先在 4℃低温下处理,再转为常温恢复,半个月后才能看分蘖情况,两个月内任何一个环节没卡准,一切努力便归零。

柳暗花明

屡屡受挫的日子,实验室的学生们难免感到沮丧。罗伟则有一套疏导方

法——讲来时路。

攻读硕士期间,罗伟大部分时间泡在位于海南、杭州基地的稻田里。他每日清晨 6 点半下田;中午则顶着 40℃ 高温脚踩水田,全身都湿透了;深夜再回到实验室写论文。第二天继续。

“辛苦是辛苦,但取得进展的时候,是真的开心。”罗伟说。

有时,他也会把学生们拉出去吃饭,放松心情后再回来一起分析哪里能改进。一次次实验下来,他们终于找到了那个稳定的时间窗口。

正是依托这套全新的表型指标,团队重新做了 QTL(数量性状基因座)分析,定位到控制寒害韧性的主效位点 qCR2。研究表明,同一遗传位点同时参与耐寒性和寒害恢复能力的调控。最终,他们通过图位克隆鉴定出这个主效基因,并命名为 CHPO。

“CHPO 并非简单的耐寒调控因子,而是一个能够根据环境变化动态切换功能状态的‘智能分子模块’,可以在不同生理阶段实现耐寒与氮高效利用之间的协同平衡。”罗伟说。

进一步分析后,他们发现,粳稻型等位基因 CHPO^粳和籼稻型等位基因 CHPO^籼之间的差别极小,仅编码区 CCG 重复序列的拷贝数不同。

仅此一处微小变异,就让两种蛋白走上截然不同的路——将粳稻型基因“装”进水稻里,耐寒和分蘖能力双双提升;将籼稻型基因“装”进去,两项能力反而都下降了。

群体遗传学分析是植物所研究员葛颂团队的强项。经过研究,他们发

现,该优势基因 CHPO^粳在水稻驯化过程中被保留了下来。

这个优势基因是从哪儿来的?钱前团队在海南三亚建设的国家野生稻种质资源圃给出答案——经过测序发现,该优势基因可以追溯到中国普通野生稻。

“CHPO 的发现,为设计培育具有智能特质的新品种,为作物抗逆稳产与绿色高效生产,都提供了新的遗传解决方案。”罗伟说。

做有价值的研究

若直接投稿《自然》,论文或许能更早发表。

2024 年,团队先将研究成果投给了《细胞》。文章送审很快,4 位审稿人里有 3 位没有修改意见。针对第四位审稿人的意见,他们又补了一年的实验数据。

遗憾的是,论文再次送审却未被接收。“可能《细胞》更偏重机制研究,而这项研究更偏农学应用。不过,审稿人提出的意见,对我们的研究而言很有价值。”罗伟说。

2025 年,他们将论文改投《自然》。1 个月后,审稿意见返回,他们仅用 4 个月就完成了补充实验。

《自然》审稿人对这项研究作出了高度评价,认为其“在寒害后恢复和氮素利用调控机制方面取得了扎实且具有重要意义的进展”。

罗伟始终清楚自己做科研是为了什么,尤其是站在稻田里,有一个声音直往心里——为了这片土地。

他最爱去海南基地,去稻田里看表型。跟稻田打交道久了,在看到不错的表型时,他甚至会因为不自主地跟稻子对话:“哎,你这个不错!要是再抗冻一点就更完美了。”

每逢招生,罗伟都会提前把话透透:“我们做的不是分子生物学,而是农学。既然是农学,就必须下田。插秧你得去,收种你得去,取样你必须亲自去。受不了这个苦,就别来了。”

言传身教下,团队里那些年轻面孔都能吃苦。海南收种,烈日炎炎,罗伟和学生们穿得严严实实,在田间穿梭。他走前面,学生跟在后面。

从田里回到住处,一身疲惫的罗伟闭目休息,仿佛看见北方寒地天翻涌着金黄稻浪,多年生稻完成越冬,萌发新芽。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10682-6>

中国超算“灵晟”登顶 全球超算 500 强新榜单

本报讯(记者赵广立)记者从国家超算深圳中心获悉,当地时间 6 月 23 日在德国汉堡举行的国际超级计算大会(ISC26)上,第 67 期全球超级计算机 500 强(TOP500)榜单揭晓。中国超算“灵晟”以每秒 2.198 亿亿次浮点运算的持续双精度浮点性能首次夺冠。这是自 2017 年“神威·太湖之光”以后,中国超算再次登顶榜单。

“灵晟”超算系统部署于国家超级计算深圳中心。“灵晟”超算系统总设计师、国家超算深圳中心主任卢宇彤介绍,“灵晟”系统创新性地采用“ABC 设计原则”,即应用驱动、均衡架构、全栈协同,实现了融合架构、高性能、高能效、高可靠、可扩展、易编程六大核心技术突破。其中在高性能方面,“灵晟”超算首创 Online Acceleration 软硬件体系结构,将多精度矩阵加速计算单元引入中央处理器(CPU)内部,实现大规模多精度混合计算能力,是全球首台双精度浮点计算持续

性能突破每秒 2 百亿亿次浮点运算的超级计算机。

据介绍,“灵晟”定位为面向科学与工程智能计算的国产全栈融合基础设施。卢宇彤说,超算发展已迈入超智融合新阶段,“灵晟”将以更高的计算效率和可编程性,有效支撑大气海洋、能源材料、工业仿真、生物医药、脑模拟、地震遥感、大模型训练推理等领域对高性能计算的应用需求。对此,2021 年图灵奖获得者、美国计算机科学家 Jack Dongarra 评价说:“中国的‘灵晟’系统让世界看到了超算通向 AI for Science 新型系统架构的希望之光。”

据悉,除“灵晟”外,跻身此次榜单前五名的依次是美国超算“酋长岩”“前沿”“极光”和德国超算“朱庇特”。前十名中半数属于 E 级超算系统。

全球超级计算机 TOP500 榜单由国际组织“TOP500”编制,约每半年发布一次,是全球已安装的超级计算机性能排名的知名榜单。

氢基冶金催化新机理 助力低碳合金制备

本报讯(记者李媛)近日,西安交通大学材料学院、金属材料强度国家重点实验室教授周徐洋与德国马克斯·普朗克可持续材料研究所的研究人员合作,在氢基绿色冶金与一步法冶金合成方面取得新进展。他们提出并解释了氧化铁-氧化镍共还原过程中的固-固催化机制,发现氧化镍可作为催化前驱体,将氢基还原动力学提升约 2 倍,并促进铁镍合金在还原过程中同步形成。相关成果发表于《自然-合成》。

传统高温碳基冶金过程能耗高、碳排放强度高,发展以绿色氢气为还原剂的低碳金属制备技术是推动金属材料制造向绿色化、低碳化转型的重要途径。

与传统“矿石还原-熔融合金化-热机械加工”的多步骤流程相比,氢基固态直接还原有望在较低温度下实现氧化物还原、原位合金化与微观组织调控的一体化。但在中低温条件下,氢基还原仍面临反应动力学慢、界面反应复杂和合金化效率受限等难题。

研究揭示了氢基冶金中一种此前尚未充分认识的固-固催化机制:可还原金属氧化物在反应过程中原位转化为活性金属相,并通过动态金属-氧化物界面持续促进氢溢流、元

素分配和快速合金化。该机制为降低氢基直接还原温度、缩短处理时间、减少能耗并实现一步法合金制备提供了新的理论依据。

从应用层面来看,该策略有望为含镍钢、不锈钢、低膨胀合金、高强度和低温工程材料等合金体系的绿色制造提供新思路。实验结果表明,在 700℃ 条件下,引入氧化镍后,氧化铁还原达到饱和状态的时间缩短约一半,整体还原动力学较未催化体系提升约 2 倍;在模拟工业连续升温直接还原的条件下,镍或氧化镍的加入还可使氧化铁还原起始温度至少降低约 100℃。

在机理层面,与直接添加金属镍相比,氧化镍在还原过程中原位形成的细小多孔镍具有更大的界面接触面积和更高催化活性,因此动力学促进作用更显著。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s44160-026-01086-5>

上演“荒野求生”真人秀—— 12 名科学家将在北冰洋中心 开启 8 个月漂流之旅



本报讯 下个月,一艘外形酷似圆顶礼帽的科考船将从法国启航前往北冰洋。这艘名为“塔拉极地站”的科考船是一座漂流实验室,它将横渡英吉利海峡,在挪威北部接上数名勇敢的科学家,随后驶入俄罗斯海域。

据《科学》报道,到 9 月中旬,这艘 26 米长、经受严寒考验的船只将被冻结在北冰洋中心的浮冰区。船上 12 名成员将开启长达 8 个月的漂流之旅。他们将大部分时间见不到阳光,并将穿行于地球上环境最恶劣且未被探索的地区。

这听起来像一档“荒野求生”真人秀节目。但事实上,这是一个名为“塔拉北极星一号”的多国联合科考项目。其筹备团队多年来一直在为各种突发情况做准备——从船上起火到遭遇北极熊。本次科考负责人、加拿大纽芬兰纪念大学的极地鱼类学家 Maxime Geoffroy 表示,“我们的第一要务是保证所有人平安归来。”

这场漫长航行的核心目标是研究神秘的北冰洋中心区域的生物多样性。“这片海域还有太多未知,甚至没人清楚北冰洋中心是否有鱼类繁殖,这实在令人难以置信。”将随船越冬的瑞士洛桑联邦理工学院的极地生态学家 Nina Schuckab 感慨道。

摸清这片海域的生态状况至关重要。随着北极快速变暖、海冰消融,各国将就此片常年冰封的海域是否对外开放商业捕捞做决定。2021 年,9 个国家与欧盟达成协议,承诺至少在 16 年内禁止在北冰洋中心海域进行商业捕捞。与此同时,科学家们也在抓紧建立该海域生态基准数据。



北极熊只是“塔拉极地站”科考船面临的诸多挑战之一。

图片来源:MAéVA BARDY

“如果连生态系统的运行规律都一无所知,又何谈管理它?”本次科考联合负责人、美国缅因大学的生物海洋学家 Lee Karp-Boss 说。

未来 20 年,这艘科考船计划开展包括夏季航段在内的 10 次科考漂流,并将生物研究作为核心方向,研究范围涵盖鱼类繁殖、碳循环、海冰微生物及微生物对云层的影响。

此次科考,中国也提供了关键支持。“雪龙 2”号破冰船将于 9 月抵达北冰洋加克尔海岭海域,为“塔拉极地站”科考船开辟航道,护送其前往一处适合封冻停留的点位。

按照规划,“塔拉极地站”科考船全部科考漂流任务将在 21 世纪 40 年代中期完成,届时北冰洋可能已经基本无冰,与今年首批船员所见的冰封景象天差地别。“我们希望实时记录北极的气候变迁过程,同时留存这片海域原始冰封状态的完整科考记录。”本次科考联合负责人、法国国家科学研究所的极地海洋学家 Marcel Babin 表示。(李木子)

王东光:以光为引,深耕太阳磁场观测之路

■本报记者 甘晓

中国科学院国家天文台正高级工程师王东光的名字里有个“光”字,源于她出生在清晨。她从未来想过,她的人生会与“光”结下如此深厚的缘分——扎根光学领域,潜心钻研太阳磁场,踏上一段漫长的科研征途。

30 多年来,她深耕太阳磁场测量研究,攻克多项核心技术,推动我国相关观测实现从地面到空间、从间接探测到直接探测的跨越。

她一直清晰记得,2023 年 7 月,海拔 4000 米的青海冷湖赛什腾山上,当中红外波段太阳光谱图像清晰闪现,“用于太阳磁场精确测量的中红外观测系统(AIMS)”(以下简称 AIMS 望远镜)迎来“初光”。这是我国中红外太阳观测的重要里程碑,也定格了王东光职业生涯的珍贵瞬间。

“没有真正用过,就不能说明它成功”

“实验室的东西没有真正用过,就不能说明它成功了。”这是王东光 30 余年科研生涯始终坚守的信条。

对她而言,科研的价值不在于论文数量,而在于成果落地应用。“世界上本来没有这个东西,通过我们的大脑和双手,它实实在在地摆在那里,还有人用”,这便是她科研路上最真切的成功感。

太阳磁场是驱动耀斑、日冕物质抛射等剧烈活动的“能量总开关”,是这颗恒星深沉而有力的“心跳”,其精确测量是理解太阳乃至恒星物理的关键。

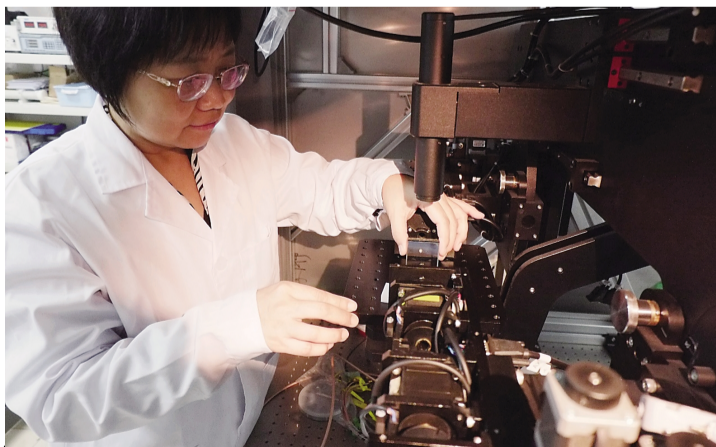
王东光介绍,太阳磁场测量有“光谱滤波”和“偏振测量”两大核心技术。

自 1998 年入职国家天文台以来,王东光便围绕这两大方向持续攻关。在滤波技术方面,传统折射滤光器依靠机械旋转调节透过波长,速度慢、结构复杂,在空间应用方面存在多重风险。她率先提出以液晶波片替代机械结构,成功研制原理样机,并推动关键器件实现国产化。如今,这一技术已成为地基、空间观测的主流方案。

在偏振测量方面,仅靠提升硬件精度已难以满足科学发展的需求。王东光创新提出“偏振定标”技术,先测量仪器自身的偏振特性,再从观测结果中精确扣除,从而实现高精度定量探测。2017 年,这项技术在云南天文台 1 米新真空太阳望远镜(NVST)上完成验证,为多个国家级项目提供了关键技术支撑。

从地面到太空,多个关键太阳观测平台凝聚着她的心血:怀柔和新疆温泉的全日面磁望远镜、青海冷湖的 AIMS 望远镜、“子午工程二期”太阳磁像仪,以及“夸父一号”卫星搭载的全日面矢量磁像仪(FMG)。

王东光深信,每一项技术突破都在拓宽人类理解太阳物理的边界。“我们



工作中的王东光。

受访者供图

做的不是一个器件、一台机器,而是一个可能改变科学认知的工具。”她常说。

坚守“无人区”

2015 年 AIMS 望远镜正式立项,对王东光而言,这是一场真正的大考。不同于以往器件、部件层面的局部革新,作为技术负责人,她要牵头统筹一套庞大且复杂的系统工程。

刚进入国家天文台时,在中国科学院院士艾国祥指导下开展科研的经历,让她受益良多。“艾院士常提醒我们,要从科学问题源头出发搭建技术路线。”王东光说,正是这种“站在高处想问题”

的系统思维,成为她统筹 AIMS 望远镜的重要底气。

从理论到实践,是一场从材料到系统的全新探索,充满了“步步惊心”的不确定性。2022 年至 2024 年间,王东光驻守在尚未建成的青海冷湖基地。这里地处高原,空气稀薄,寒风凛冽,既是天文观测的绝佳之地,也是名副其实的“无人区”。

