



实验室里忙“春播”：南繁热土的科技攻坚

■本报记者 李晨

临近春节，北方大地积雪未化。而千里之外，28 摄氏度的三亚，中国农业科学院试验田里人影绰绰，科研人员戴着遮阳帽，穿着防晒服，弯腰记录作物数据。

现代化的实验室在这里建起，高精尖的科研设备在这里架起，除了给育种材料“南繁加代”，科研人员还用最先进的生物技术精准敲除不良性状，利用人工智能模型从海量数据中预测下一代的产量与抗性、在可控环境和温室里模拟气候筛选“明日之星”……

一代代南来北往的科研“候鸟”安心在三亚当起了“留鸟”，南繁热土上，他们用坚守加速农业科研进程，守护着国家粮食安全的希望。

育种不休：每个品种都是孩子

位于三亚崖州湾的国家现代农业（种业）产业园黄瓜大棚里，一排排整齐的瓜秧间，刚好容得下一人通过，地上插的小牌子上写着实验黄瓜的名称。63 岁的中国农业科学院国家南繁研究院（以下简称南繁院）研究员顾兴芳从瓜秧中钻出来，她手里紧握的记录本已泛黄，页角卷起，上面密布着只有她能解读的符号——最好的材料打三角、抗病性圈画……

自 1988 年开始从事黄瓜育种，顾兴芳在这条路上已走了 38 年。退休前，每年的黄瓜生长关键期，她和同事都会从北京飞抵三亚，一待就是数周。

从前年开始，顾兴芳几乎在黄瓜的整个生长期都守着这片试验田。“退休了，过来发挥余热，继续选育优良品种。”她说。

为了能在田里持续工作，减少往返住宿点的时间，学生和工作人员在大棚中央搭了一个约两平方米的简易塑料棚作为休息区，里面摆了一把旧椅子，堆放着试验用具、农具。“累了就坐一下，我这腰不行。”顾兴芳说。他们正在选种，记录本上详细记载着每一株黄瓜整个生育期的各种表现。科研人员根据这些数据筛选优良材料，然后摘下成熟的瓜，取出种子发芽、晾晒、贴标签保存，带回北京继续下一轮筛选。

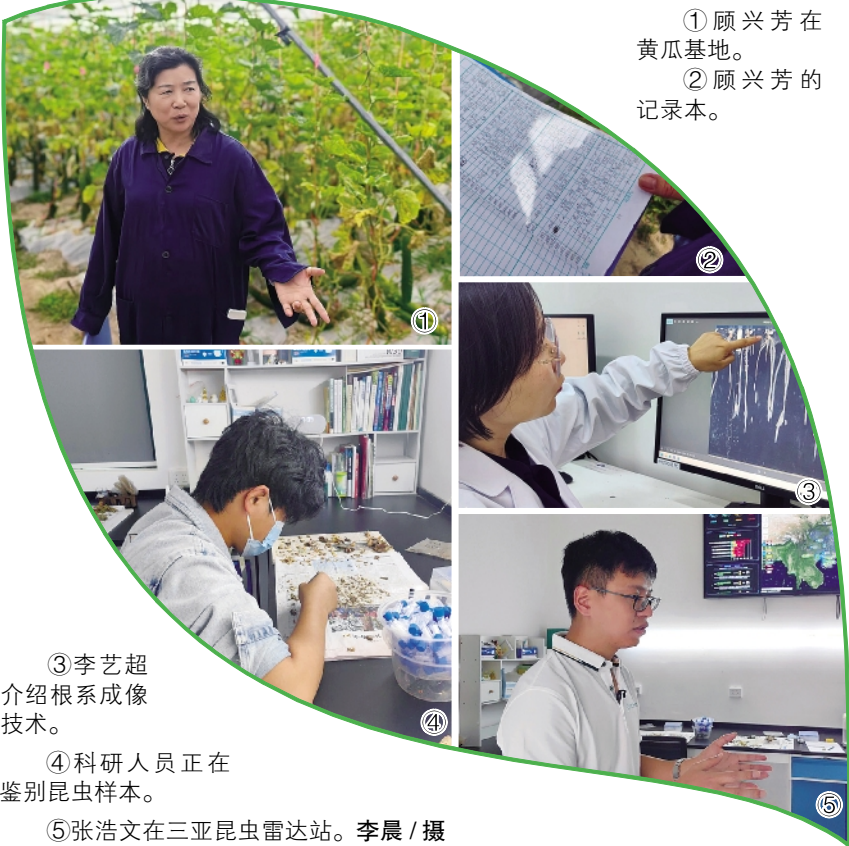
当记者问及“打算育到什么时间”时，顾兴芳沉默了几秒，她的眼眶湿润了：“没想，……这一辈子没干别的，就一个黄瓜。课题还需要的话，就再干几年。”

正是这份执着，她和团队已育成 50 多个深受消费者喜爱的黄瓜品种，其中 27 个获得品种权证书。“每一个品种都是我的孩子。”顾兴芳说。

近几年的网红“减肥黄瓜”中农脆玉 3 号就诞生在这块试验田里。他们培育的中农 68 号这一季在海南当地推广 1000 亩，瓜条深绿亮泽、瓜刺少，收购商抢着要。成功的背后是十年磨一剑的艰辛，“一个材料从收集资源到市场认可差不多得 10 年”。

顾兴芳计划工作到 3 月，“基地工作不能停，就在三亚过年了”。

同样坚守在三亚的还有南繁院助理研究员何坤辉，他正在用基因组大数据育种。“可能听起来有点高深，其实道理很简单，就像给庄稼做基因体检 + 未来预测。”何坤辉说。



⑤ 张浩文在三亚昆虫雷达站。李晨 / 摄

“以前育种得把种子种下去，等好几个月，看着它们慢慢长大，最后才能知道哪个长得好、哪个产量高。现在我们能苗期就预知其未来的表现。”何坤辉解释说，他们把收集来的大量已知基因型和表型的作物数据“喂”给人工智能，训练它熟记基因型和表型之间的关系。“学成”之后的智能模型可以根据育种家输入的幼苗基因型，预测这些材料长大后的表现。预期表现不好的幼苗不会进入田间试验环节，从而大大节省时间、资金和土地资源。

这里没有假期，只有作物生长周期

南繁院表型大楼地下一层一间长 46 米、宽 11 米、高 7 米的实验室里，一幕略显“科幻”的场景映入记者眼帘。

模拟阳光高低不同的 LED 灯从房顶垂下，照射着一盆盆玉米、棉花、大豆等。一盆盆棉花幼苗慢悠悠地从记者面前“走过”。它们并没有长腿，而是在传送带上缓缓移动，好像接受体检一样依次进入神秘的白色成像单元，里面有可见光、光合荧光和根系扫描三种成像单元。第一盆进去后，门关上了，第二盆在门外静静等候。

这是南繁院传送带高通量表型采集平台，棉花及近缘植物种质资源创新利用团队研究员杜雄明正在这里做室内表型实验。“春节也停不下来。这里没有假期，只有作物生长周期。”杜雄明说。

他正在利用这些设施开展三大实验：盐碱干旱胁迫筛选、单株生长发育监测、营养效率研究。通过精准水肥控制，他们能快速筛选抗逆材料，“比如第三排品种，施加盐碱胁迫后长得很矮，说明它对盐碱敏感”。

杜雄明告诉《中国科学报》，南繁院聚集了中国农业科学院多个团队，“大

家在一起可以协作干很多事情”。

这项室内实验中，负责数据采集的是作物表型创新研究团队。该团队科研助理李艺超指着电脑屏幕上显示的图片说，一株棉花苗被传送带送入设备后，自动托起旋转，高精度相机依次从 8 个角度平视拍摄，顶端摄像头再俯拍 1 张。“后续可通过数据处理构建单株三维精细结构，包括叶夹角、穗位等几十种形态数据。”

更神奇的是光合荧光成像单元。通过叶绿素荧光成像技术，科研人员可以在肉眼未见变化时通过计算机图像处理，发现生理异常。李艺超展示了两株棉花图像对比：“一株正常，一株经过了盐处理。荧光显示处理组的嫩叶已变蓝，而正常组无变化，这就像疾病的早期诊断。”

在更具革新性的根系成像单元，特制的根管生长系统让作物根系沿透明管壁生长，使得植物的根部完全裸露可直接观测。“传统方法要洗根，会破坏根的结构，这种方法可以实现非损伤动态观测。”李艺超说。

离开表型平台，记者步入楼顶刚刚建成的智能光热平衡节能设施温室。

170 平方米的温室内，一排排光伏板随算法自动调节角度，仿佛银色的翅膀捕捉着阳光。南繁院智能化数字化南繁技术团队负责人张建华演示着人工智能控制系统：“温度高时光伏板关闭降温；温度低时打开透光。光伏发电直接供应风机、水帘和 LED 灯，多余电力存蓄电池，实现能源自给。”传统光伏板遮挡光照，但他们研发的“夸父算法”平衡了发电与光照需求。

温室里，机械臂缓缓移动，上面安装的摄像头可以多角度拍摄作物，获得的图像可进行三维建模。张建华说，光伏温室能精准调控光周期，加速世代繁育。例如大豆等对光周期敏感的植物，

在自然条件下一年只能完成 1~2 代。在温室内，通过人工补光，将光照时间延长至每天 22~23 小时，可以诱导其提前开花，实现“加代繁殖”，将育种周期缩短 30%~50%。

雷达下的守夜人：守护“空中国境线”

夜幕降临，国家野生棉种质资源圃试验田边，南繁生物安全与风险评估团队副研究员张浩文守在迁飞害虫监测雷达旁的小屋里。他凝视着屏幕上闪烁的亮点，那是雷达探测到的 2000 米空域内的迁飞昆虫，屏幕上还显示了昆虫的数量、高度、速度乃至振翅频率数据。他面前的桌上，一边是摆放整齐的昆虫标本，一边是诱虫灯前一晚诱捕到的昆虫标本。

“虫子不过春节，我们也不能歇。”张浩文是一个追虫人。从全国 50 多台雷达组成的世界最大昆虫雷达网中可以看到，这个季节除了海南地区，全国其他地方几乎没有害虫的身影。

海南是迁飞害虫的“冬季驿站”。稻纵卷叶螟、稻飞虱、草地贪夜蛾等伴随季风迁徙，形成北迁南回的周期性迁飞格局。“三亚正处于东南亚—华南迁飞通道的关键节点和第一线，是观测和研究的最佳位置。就像育种专家来这里加代繁殖，我们也跟着虫子走。”张浩文所在的团队在海南共布设了 5 台雷达和 7 个高空灯，形成覆盖全省的监测网络。

昆虫雷达 24 小时不间断实时监控，并将数据上传到联网系统中。黄昏时分，安装在试验田旁的高空探照灯和测报灯自行启动，昆虫趋光落入诱捕装置。次日，研究人员收集昆虫样本，并逐一鉴别、计数、记录。

“我们要搞清楚几个核心问题：什么虫、什么时候来、从哪里来、到哪里去、数量有多少。”张浩文说，“这份数据，直接关系到全国病虫害的预警和防控。”

春节前后是早期迁飞害虫抵达我国的关键期。“2 月中下旬到 3 月，境外虫源开始随西南气流进入，是预测全年趋势的第一信号。”张浩文说。

团队还研发了精准阻控技术，正在三亚进行实验。这项技术利用雷达探测信息，指引诱捕昆虫的高空灯调整仰角，可让诱杀效率提升 5 倍。

地面防控也同样精准。“当地面监测设备感知到虫群降落，会立即控制区域内的诱杀装置启动。虫子刚落下来，就被快速杀灭，不等它产卵。”团队计划今年在海南进行技术示范，展示整套技术体系。

顾兴芳与黄瓜记录本、何坤辉与“基因体检”、杜雄明与“走路”棉花、李艺超与表型设备、张建华与“夸父算法”、张浩文与雷达网络——这些看似微小的坚守，在南海之滨，播下了藏粮于技的种子。



科学家研发出柔性存算芯片

本报讯（记者陈彬）清华大学教授任天令团队研发了 FLEXI——面向边缘智能加速的柔性数字存内计算芯片。该芯片兼具轻薄、低成本和高能效等优势。相关研究成果近日在线发表于《自然》。

该系列芯片包括 FLEXI-1（1 kb）、FLEXI-4（4 kb）和 FLEXI-32（32 kb）3 种规格，最多集成约 26.5 万个晶体管。通过覆盖制造工艺、电路结构与算法设计的跨层级协同优化（CLCO）策略，FLEXI 实现了稳定、高速、并行的点积运算，在工艺波动与机械形变条件下仍保持优异的精度、面积效率与能效表现。

在体系结构上，FLEXI 采用高度可扩展的模块化存算一体架构，可高效支持神经网络中的单指令多数据运算。为降低神经网络权重反复写入带来的能耗与延迟开销，研究团队针对不同存储容量设计了一组轻量级神经网络模型，实现权重的片上一次性部署。这些模型可在 FLEXI 芯片上高效处理多种数据类型，即使在最小规模的 FLEXI-1 芯

片上也能稳定运行。

实验结果表明，FLEXI 所采用的 6T-SRAM 单元具有对称的电压传输特性和近轨到轨输出能力，亚稳态电压增益约为 80，实现可靠的双稳态存储。芯片可在 2.5~5.5V 电源电压范围内稳定运行，并在半径 1 毫米、180° 对折条件下经受过 4 万次弯折循环而性能无明显退化。

在应用验证方面，FLEXI 可在边缘环境中实现高效、本地化的即时数据解释。研究团队将其用于日常活动的连续监测与识别，展示了其在便携式高保真生理监测和多模态传感器内计算中的应用潜力。团队采集了 10 名受试者在坐姿、步行、慢跑和骑行等状态下的心率、呼吸频率、体温及皮肤水分等多模态生理信号，经预处理后构建轻量级四通道卷积神经网络，并在 FLEXI-1 上实现一次性片上部署。通过量化感知训练，该模型在测试集上实现 97.4% 的分类准确率。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09931-x>

“托卡马克，是一种利用磁约束来实现受控核聚变的环形容器。”1 月 26 日，中国科学院合肥物质科学研究院（以下简称合肥研究院）副院长宋云涛在“两院院士评选 2025 年中国 / 世界十大科技进展新闻”的发布会上作报告。其团队的成果——中国“人造太阳”EAST（全超导托卡马克核聚变实验装置）创造“亿度千秒”世界纪录，获评“2025 年中国十大科技进展新闻”。荣誉接踵而至，两天后，“超导托卡马克稳态高约束等离子体运行关键技术及应用”又获颁 2025 年度中国科学院杰出科技成就奖科技攻关奖。

“挫折是我们科研道路上最常遇见的‘伙伴’，但每一次失败，都是向成功迈进了一步，因为我们的认知得以深化。”宋云涛近日接受《中国科学报》采访时表示，“EAST 实验的每一步都稳扎稳打，每一次的重大突破和创造的世界纪录都来之不易。”

与“太阳”共舞

“2025 年 1 月 20 日的那个傍晚，是对所有汗水、智慧与坚守的最高褒奖，是‘逐日’理想终于照进现实的光辉见证。”说起 EAST 实现 1 亿摄氏度 1066 秒高约束模式等离子体运行的突破，宋云涛似乎又听到了那天控制大厅里人们的欢呼声。

实现可控核聚变，被公认为解决人类未来能源问题的终极理想。然而，在地球上复现太阳内部的核聚变反应，并实现稳定可控的能量输出，难度超乎想象。

“实现聚变能可控、长时稳定维持，稳态高约束等离子体放电是核心难题，也是国际聚变界的竞争焦点。”宋云涛说。

在 EAST 内部，多种极端环境被强行“封装”在一起。

用于产生约束磁场的超导线圈，工作在 -269℃ 的液氮低温中；而被约束的等离子体状态的氢同位素，却被加热到上亿摄氏度；为了减少能量损失，装置内部需要维持极高的真空度，其压力仅相当于标准大气压的千亿分之一；为了形成强大的“磁笼”，线圈中需要通入上万吨的电流，产生数万高斯的强磁场。工程挑战之大，可见一斑。

整个 EAST 装置包含 22 个大系统、上百万个零部件，每一次成功放电，都是对复杂系统高度集成与协同能力的严苛考验。物理、工程、控制等数百名不同专业背景的科研人员，需要像精密钟表零件一样协同工作。

“亿度千秒稳态高约束等离子体”的实现，是三重极限的协同挑战：“亿度”是点燃聚变反应的温度门槛，“千秒”是迈向稳态运行的时间标尺，“高约束模式”则是未来聚变堆实现高效经济运行的物理基础。

“任何一环的短板都意味着前功尽弃。”获奖团队成员、合肥研究院等离子体物理研究所（以下简称等离子体所）副所长陆坤介绍，在实验策划阶段，他们开展了持续数年的多轮物理模拟与工程设计迭代。

5 年『点火』上万次，他们让亿度人造太阳运行上千秒

■本报记者 张楠



通往 1066 秒的道路并非一蹴而就，而是由一次次台阶式的突破铺就：“1.2 亿度 101 秒等离子体运行”入选 2021 年度国内十大科技新闻；“1056 秒高参数等离子体”被国际权威机构列为 2021 年世界聚变研究五大标志性进展之一；“403 秒高约束模式”被列为 2024 中关村论坛年会十大重大科技成果。

每一次突破，都为最终跨越千秒大关积累了宝贵的物理认知与工程经验。

驭“光”三术

要“驯服”上亿度的等离子体长达千秒，必须系统攻克三大关键瓶颈：磁位型如何长时精确控制、能量如何高效注入与维持、极端热流与杂质如何有效排除。也就是说，要求位置控得住、温度上得去，同时性能不衰退。EAST 团队在这三方面取得了一系列从理论到工程的自主突破，用三术“驭”光。

第一术，超导磁体与精准控制技术，铸就“最稳磁笼”。

（下转第 2 版）



2025 年 1 月，团队在 EAST 创亿度千秒高约束模式纪录现场合影。周牧 / 摄

2025 年，有的美国科学会议“冷清”了



的地球科学家 Paul Bierman 表示。

《科学》联系的学会中约有 1/3 未提供参会人数增减的信息，有可能是它们不愿公开人数的减少情况。一位匿名学会代表透露，有些会议的参会人数下降幅度高达 30%。由于年会通常是学会收入的重要来源，部分科学家担忧若参会人数持续多年下滑，可能使学会陷入困境。

Wasserstein 表示，ASA 的会议虽未亏损，但收入比 2024 年少了约 60 万美元。

“不仅参会人数减少，我们还观察到会员数量持续下降。”美国细胞生物学学会副会长 Kevin Wilson 坦言。

各学会均未表示陷入财务困境。但许多科学家担忧，若联邦资金骤减或国际研究人员因赴美受阻而减少交流次数，未来几年这些学会将遭受沉重打击。

美国热带医学与卫生学会（ASTMH）的会员包括来自约 100 个国家的科学家和公共卫生专业人士，其中许多人受到特朗普政府去年解散美国国际开发署等政策调整的影响。ASTMH 首席执行官 Jamie Bay Nishi 指出，2025 年年会并未出现主办方预测的参会人数锐减，部分原因在于学会在加拿大举行，许多参会者认为该国较为安全。“我们目前尚未面临生存危机。”Nishi 说，“但年会是我们年度重要活动，若参与人数长期下降，将带来巨大的财务压力。”（文乐乐）



近日，由中国科学院电工研究所（以下简称电工所）牵头承担的国家重点研发计划“可再生能源与氢能技术”重点专项“陆上风电集群全直流发电系统及协同控制技术”项目通过验收。依托该项目，电工所可再生能源发电系统研究部牵头在新疆乌鲁木齐达坂城风电场建成首个 ±30kV/5MW 陆上风电全直流发电示范系统，获得了一批原始性专利技术，为边疆风电基地规模化开发提供了技术支持。

图为首个陆上风电全直流发电示范系统。本报记者张双虎报道 电工所供图