

从“黑匣子”到“导航图”：西瓜基因组“三级跳”的创新闭环

■本报记者 李晨

“回顾过去3个7年，并未感到漫长，反而感觉时间过得太快。”近日，北京市农林科学院研究员许勇团队联合美国康奈尔大学教授费章君团队在《自然-遗传学》发表了西瓜泛基因组研究成果。3个7年，他们完成了“三级跳”，3篇研究论文先后发表于《自然-遗传学》。

从2012年率先绘制西瓜全基因组参考图谱到2019年构建西瓜变异组图谱，再到2026年最新发表的群体水平超级泛基因组研究成果，他们用3篇高水平论文揭示了西瓜进化的基因组奥秘，为西瓜分子育种和精准设计提供了系统性解决方案，为分子育种奠定了坚实的理论基础。

论文通讯作者许勇告诉《中国科学报》，这项研究的最大价值不是发了高水平的论文，也不是拿了专利，更不是推广了多少亩，而是系统地通过“可验证的科学发现”，创造出“可转化的技术工具”，最终实现了“产业进步和民生改善”的完整创新闭环。

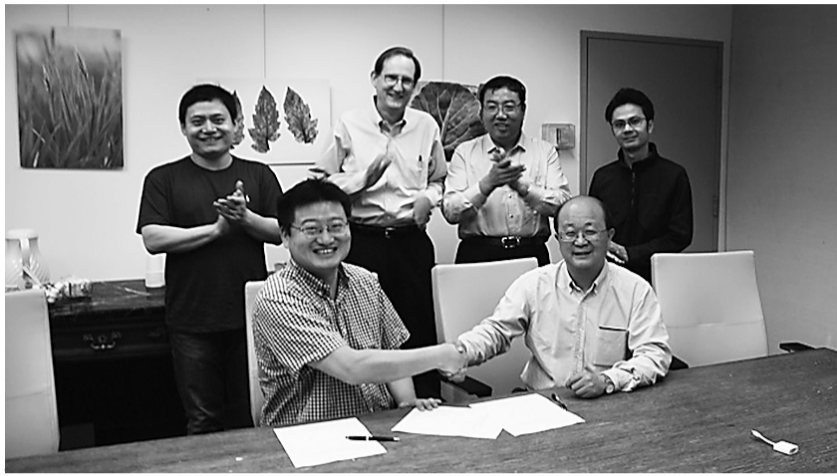
从零起步的蓝图：跨越二十年的科学接力

1994年，许勇在北京市农林科学院蔬菜研究中心开始独立组建西瓜遗传育种团队。彼时，国内西瓜育种主要依靠传统经验，分子育种技术几乎空白。“基因组是一个物种的遗传密码，破译了它，就意味着打开了这一物种生命活动的‘黑匣子’。”许勇回忆道。21世纪初，完成西瓜全基因组测序，对当时技术和经费都匮乏的国内团队而言，几乎是天方夜谭。

转机出现在国际合作与技术进步中。2002年，许勇赴美访学，结识了国际同行，并开始为基因组研究做技术储备。2005年，他作为中国代表参与了国际葫芦科基因组计划的筹划。真正着手西瓜全基因组测序研究是在2008年。在同行的鼓舞下，许勇团队在没有国家级项目支持、缺少经费和缺乏生物信息分析人才的“三无”困境下，毅然启动了西瓜基因组测序工作。

最初筹措来的几百万元启动经费，来自先正达、瑞克斯旺等国际种业巨头。这既是产业界对基因组信息的渴求，也是对团队潜力的认可。研究后期，他们又凭借实力得到了“十二五”科技部基因组专项支持。

“最大的挑战，是缺乏生物信息分析人才。”许勇坦言。测序过程一波三折，曾遭遇样品污染被迫重测的困境。关键时刻，费章君团队的加盟



许勇（前排右）带领团队成员赴美与费章君（前排左）团队签订合作协议。受访者供图

弥补了生信分析的短板。通过与费章君团队合作，他们培养了一批生信技术人才，为后续开展功能基因组、分子辅助育种以及基因编辑技术研究奠定了良好人才与数据基础。

最终，2012年，全球首个西瓜全基因组参考图谱成功绘制并登上《自然-遗传学》。这“第一跳”解决了“西瓜基因组是什么”的根本问题，首次完成了最具代表性的20个西瓜材料的重测序，也确立了在该领域的领先地位。

这仅仅只是开始。许勇说，这是一个“有规划有目标推进的过程”。在第二个7年中，中国农业科学院郑州果树研究所启动了西瓜与甜瓜重测序项目，许勇与该所研究团队经过商量决定共同整合数据。2019年西瓜与甜瓜基因组重测序的两篇研究论文在《自然-遗传学》同期发表，同时还发表了《甜瓜测序》的综述文章。

“第二跳”完成了对全球414份栽培和野生西瓜种质的重测序，构建了变异组图谱，旨在回答“不同西瓜之间基因组位点有何差异”的问题，为挖掘关键性状基因奠定基础。

彼时，测序技术不断完善，端到端粒(T2T)全基因组解析西瓜结构变异显得十分重要，其间有多家实验室发表了西瓜T2T基因组。“当时我们下一个目标，就是更加全面地将西瓜属全部种以及有广泛代表性栽培西瓜品种的结构变异一举囊括。”许勇说，今年发表的论文构建了西瓜超级泛基因组，就是期望挖掘西瓜全基因组所有遗传变异，以提高分子育种的效率和精准度。

研究重心的转变，清晰勾勒出从基础认知到应用赋能的路径。然而，从解析一个基因组到分析成百上千个基因组的差异，困难接踵而至。最大的挑战来自田间。“受西瓜材料的遗传背景差异大、采收时间早晚的直接影响，很难准确判断近千份自然群体材料的农艺性状，特别是西瓜的多个品质性状。”论文第一作者、北京市农林科学院研究员张洁解释。为此，团队历时3年，在北京海淀、延庆和海南三亚三地同步开展表型精准鉴定，为后续基因定位奠定了坚实的数据基石。

破解密码与“意外”收获

“我们穷尽了西瓜属已有的全部野生种的40份基因组。”费章君说，西瓜属目前共有7个种，包括6个野生近缘种与1个栽培种，栽培种中又包括2个亚种。

团队对西瓜属全部7个种的135份代表性种质进行了高质量基因组组装，并结合已发表数据，构建了包含138个基因组和914份重测序数据的超级泛基因组，首次近乎完整地绘制了西瓜属的遗传变异全景图。

这项庞大工程的首要成果是破解了困扰学界多年的栽培西瓜起源之谜。此前，关于栽培西瓜的野生直接祖先存在不同的假说。

2021年，费章君团队和德国著名植物分类学家Susanne S. Renner教授提出，Kordofan是西瓜

直接祖先。2024年发表的西瓜泛基因组研究中测序了1个Kordofan西瓜，发现其不能覆盖栽培西瓜的所有变异，于是人们又提出“多祖先”假说。

“这次我们扩大Kordofan西瓜样本后发现，其变种完全覆盖了栽培西瓜的基因组变异，并不来自其他物种，不支持‘多祖先’假说。”论文共同第一作者、康奈尔大学博士生孙宏贺说，Kordofan西瓜与栽培西瓜在大约4900年前分化，与考古驯化时间完全吻合；而另一个西瓜的候选直接祖先早在12万年前就已分化，时间对不上，进一步验证排除了其作为直接祖先的假说。

费章君说，这一研究明确了西瓜驯化单一起源于苏丹西部的科尔多凡(Kordofan)地区及达尔富尔(Darfur)一带。“进一步在该地区收集、评价西瓜最直接的资源材料，有可能挖掘出一批有价值的优良基因资源。”他说。

除了厘清历史，超级泛基因组更像一座“基因金矿”，让许多过去“遗失”在野生种中的宝贵基因重见天日。他们在野生种中鉴定出34个新的抗病基因，为西瓜抗病育种提供了全新的“武器库”。

更让团队兴奋的，是一个关于西瓜瓤色深浅的“美丽意外”。

西瓜瓤色从淡红到大红，深浅不一，其调控机制曾是谜团。“在阐明西瓜肉质不同颜色的分子机制以后，我们发现育种中要想用肉眼分辨同一颜色的深浅非常困难，且深受环境影响。消费者青睐鲜艳颜色，产业也有需求。”张洁说。在尚未完成泛基因组测序之前，他们就专门设立了研究瓤色深浅的课题。

令人意想不到的是，通过泛基因组研究，他们发现不同瓤色深浅的品种中存在西瓜瓤色深浅控制基因的1~4个拷贝的串联重复。“随着拷贝数的增加，基因表达量提高，瓤色也随之加深。”孙宏贺说。这个发现完美解释了瓤色深浅的连续变异。

这一结果不仅有趣，而且立刻转化为“可转化的技术工具”。团队已利用此变异开发分子标记，并成功培育出一批瓤色深红且稳定的新品种，解决了早春低温导致瓤色浅的产业痛点。

闭环创新：当科学发现照亮田间地头

什么是“完整的创新闭环”？许勇说，发好论文是提高人类对自然的认知能力，获得专利与登记保护品种将这种认知变成可以应用的技术，再通过技术创制出可以帮助瓜农增收与满足人民

对美好生活向往的西瓜品种，从而实现基础研究的价值。

“但很多基础研究刚启动时，人们往往并不清楚其真正的实用价值，需要时间不断沉淀和技术不断更新。能完成从基础研究-技术创新-品种创制全链条，其本身就代表了未来农业高新技术创新的新范式——科技创制与产业创新融合发展。”许勇团队3个7年的坚持，动力正来自这个不断运转的“闭环”。

从发现一个基因到开发一个标记，再到培育一个品种，这条路径在团队中已高效运转。例如，通过解析瓤色基因，他们利用标记辅助选择育成了富含β-胡萝卜素“京彩”系列西瓜，引领高端消费市场。借鉴西瓜成功经验，他们又将分子育种体系拓展到甜瓜，培育出适应华南冬季生产的“都蜜5号”哈密瓜，后者成为“东移南进”技术的典范品种。

据估计，基于这一系列基因组研究开发出的分子育种技术，显著提高了育种效率，选择准确率超过95%，育种周期由9代缩短至6代。团队培育的“京欣”“京美”“都蜜”系列西瓜，引领高端消费市场。借鉴西瓜成功经验，他们又将分子育种体系拓展到甜瓜，培育出适应华南冬季生产的“都蜜5号”哈密瓜，后者成为“东移南进”技术的典范品种。

谈及如何平衡前沿探索与产业应用，费章君告诉记者：“合作始于共同的目标。我们团队擅长计算生物学和基因组学分析，许勇团队对西瓜生物学和产业需求有深刻理解。这种互补让我们能从最前沿的技术出发，解决最实际的问题。”

“现在年轻一代正处于生物技术、信息技术与人工智能大爆炸的新时代，以前不敢想象的应用场景未来都有可能实现。”许勇说。

相关链接：
<https://doi.org/10.1038/s41588-026-02598-8>

第九届中欧生物材料大会在北京召开

本报讯(记者张双虎)5月11日，第九届中欧生物材料大会(CESB 2026)在北京召开。本次大会由中国生物材料学会、欧洲生物材料学会联合北京工业大学材料科学与工程学院、国家纳米科学中心共同主办，恰逢该系列会议20周年纪念。

开幕式上，与会代表共同回顾了中欧生物材料大会20年来的发展历程。致辞嘉宾高度评价了大会20年来在推动中欧学术交流、产业合作与青年人才培养方面的重要作用。他们表示，将继续深化双边合作，聚焦再生医学、纳米生物材料等前沿领域，携手应对全球健康挑战，共同推动生物材料科学创新与转化应用。

大会立足学科前沿，共设置8场大会报告以及16场主题报告，重点围绕人工智能用于生物材料科学、骨再生生物材料、纳米材料与纳米医学、药物/基因/疫苗递送系统生物材料等领域热点议题。会议另设200余场口头报告和180幅海报展示，为来自不同国家和地区的近500名专家学者提供分享交流机会，为未来行业领域的创新性研究注入新活力、提供新思路。大会同期还举行青年科学家论坛、生物材料学术期刊论坛、产业化论坛等。

2006年，中国生物材料学会和欧洲生物材料学会共同发起创办中欧生物材料大会。20年来，大会通过持续汇聚中欧双边学术界、产业界以及临床领域的顶尖力量，不断推动双边生物材料与再生医学领域前沿研究成果的合作转化，已成为我国展示科技实力、促进国际合作、推动产业发展的重要窗口。

我国首部医学健康领域科技传播专家共识发布

本报讯(见习记者江庆龄)5月9日，同济大学教授余飞团队等汇聚国内40余家医疗机构与传播机构专家联合编制的《甲状腺健康科普与科技传播中国专家共识》(以下简称《共识》)，正式发布于《实用临床医药杂志》。《共识》是我国首部聚焦医学健康领域的科技传播专家共识，为甲状腺健康科技传播提供了系统化、规范化的国家级专家方案。

甲状腺是调控全身代谢的“生命腺”。然而，公众对甲状腺健康仍存在认知偏差，既容易陷入“结节即癌”的恐慌，也常忽视规范诊疗。科普内容质量参差不齐、形式单一、转化不足，也影响了甲状腺健康传播与防控实效。

在此背景下，专家历时一年，通过系统文献检索、运用改良德尔菲法开展多轮专家咨询论证，最终形成兼具科学性、创新性、实用性的指导方案，既普及了甲状腺生理功能、常见疾病、碘营养管理等基础健康常识，也融入人工智能风险评估、虚拟现实及增强现实沉浸式体验、大数据精准推送等前沿技术。

《共识》创新构建“科普+科技传播”双轮驱动体系，明确了疾病认知、风险防范、诊疗规范、营养健康、分层设计、科技赋能及中医药整合七大核心传播维度。针对老年人、育龄女性、青少年及儿童等不同人群，《共识》提出了适龄化、趣味化、个性化传播策略，同时规范图文、音视频、线上互动、线下义诊等全媒体传播形式，建立科普内容三级审核制。

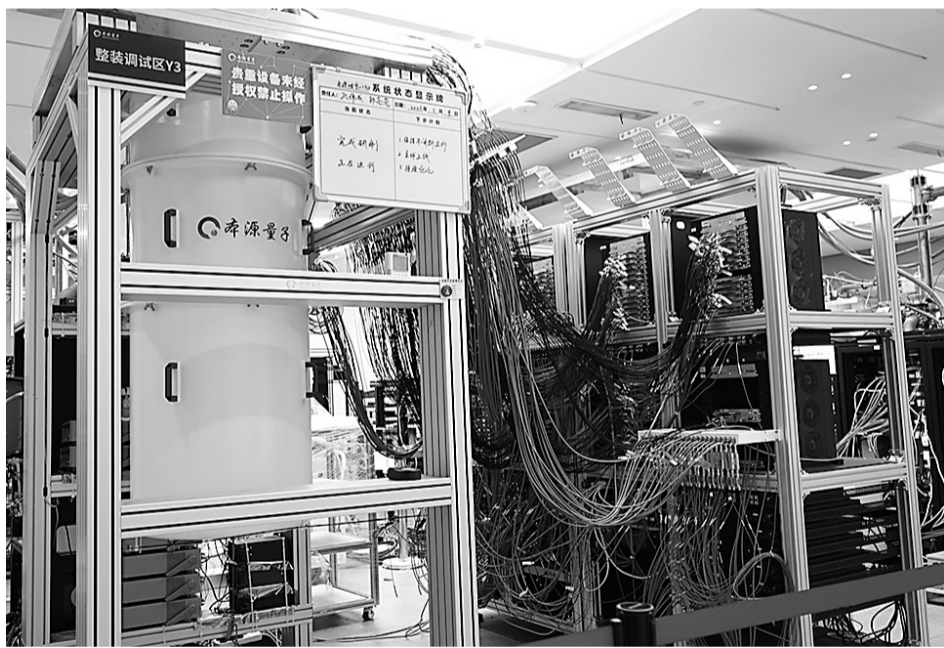
按图索技

第四代自主超导量子计算机“本源悟空-180”上线

本报讯(记者赵广立)5月9日，《中国科学报》从安徽省量子计算芯片重点实验室获悉，搭载单核180个计算量子比特自主超导量子芯片的“本源悟空-180”量子计算机已上线运行，即日起开始接受全球量子计算任务。

据了解，“本源悟空-180”是由本源量子计算科技(合肥)有限公司(以下简称本源量子)自主研发的第四代自主超导量子计算机。“本源悟空-180”主要技术参数为：搭载单核180个计算量子比特超导量子芯片，在单芯片架构上实现百比特级量子计算，具备180个可直接投入实际运算的计算量子比特，单比特逻辑门保真度99.9%，双比特逻辑门保真度99%，另有251个耦合量子比特。

另据了解，2024年1月6日，本源量子研制的第三代自主超导量子计算机“本源悟空”(单核72个计算量子比特)全球上线。其在稳定运行两年多的时间里，被全球160多个国家远程访问约5000万次，完成超90万个全球量子计算任务，并于2025年实现中国自主量子算力首次出口销售。



单核180个计算量子比特超导量子芯片“悟空WVK C180-400”及其封装盒。 孙超/摄

中国科学院院士管晓宏：人工智能还不具备“从0到1”的创新力

■本报记者 高雅丽

“当前人工智能可以高效完成数据学习、风格模仿、内容生成等任务，但人类独有的想象、顿悟、灵感等‘从0到1’的原始创新能力，仍是人工智能不具备的核心竞争力。”在近日举办的世界艺术与科技对话活动上，面对许多人担忧的“人类的创新能力是否会被机器取代”这一问题，中国科学院院士、西安交通大学教授管晓宏给出了答案。

在人工智能飞速发展的时代，算法介入了科学研究、艺术创作、工业制造等多个行业。在管晓宏看来，艺术与科学共享想象力、创造力、好奇心三大核心基因。真正的科学突破需要艺术般的直觉与顿悟，同样艺术创作离不开科学式的严谨与逻辑。

早在2012年，管晓宏便与西安音乐学院师生共同创办了“艺术与科学的交汇”系列音乐会。这是一种全新的形式：专业乐团演奏与学术讲座交替进行，科学家与艺术家同台解惑。

在高中版音乐会上，管晓宏做出了一个大胆的尝试：他们在现场请出乐手，基于音频信号处理和人工智能算法，实时测试乐音的“音高准确度”，并用大屏幕将数据处理结果展示给全场中学生。

观众不仅能欣赏到经典乐曲，还能了解乐

音背后的数学物理原理、旋律变化的规律规律，并探讨音乐如何启发创新和发现等深刻话题。

他们发现，作曲家主观创作的调性音乐，旋律变化竟然符合许多自然和工程系统中普遍存在的规律关系，这一结果从一个侧面揭示了艺术与科学之间深刻的定量关联。团队进一步提炼出旋律变化的三个数学特征，建立了有约束最大模型，解释了为什么符合规律的音更能使人产生愉悦感。

这些成果引发了更根本性的问题，例如为什么人类大脑偏爱符合某些规律的音乐？为什么“十二平均律”被广泛接受，而连续音阶或更细分的音阶却难以流行？

带着这些问题，管晓宏团队联合中央音乐学院、清华大学等单位，申请了国家自然科学基金交叉学部的重大专项——“音乐智能量化和脑科学认知研究”。该项目从音乐大数据建模、实景音乐厅脑科学实验、非人灵长类音乐神经编程、音乐对大脑发育的影响以及个性化音乐治疗等五个方向展开系统研究，目前已取得重要进展。

人才培养是艺术与科学融合的终极目标。管晓宏认为，要培养具备国际竞争力的青年人才，最重要的就是创新能力。而这种能力

不能仅靠课堂学习，必须通过课外融合的实践来锤炼。艺术与科学交汇的理念不应局限于大学，而应深入中小学的科学教育中。

“许多家长曾质疑孩子花时间学乐器、学乐理是否会浪费学习时间。但事实证明，艺术教育不仅是素质教育，更是培养创新思维的重要途径。”管晓宏表示，他的多位博士生从音乐中受到启发，投身音乐数学建模、音频信号处理、音乐人工智能等前沿交叉领域。

他还提到，年轻人不应盲目追逐热门专业，因为今天的热门很可能在毕业时已经降温。“真正重要的是培养学习时具备的能力、多学科交叉的视野，以及敢于打破常规的创新勇气。”

“科学与艺术的跨界灵感，绝不是人工智能通过既有的数据训练就能自动生成的。”管晓宏建议，年轻人既要打好数学、物理等基础学科的知识根基，又要主动接触艺术，有意识地运用艺术形象思维去启发科学想象。

面向未来，管晓宏团队正在策划“人工智能与脑科学”音乐会，将人工智能作曲成果、实景音乐厅脑科学实验等最新研究成果融入演出，进一步推动信息科学、脑科学、生物医学与人文艺术学科的交叉融合。

集装箱

我国首个高油大豆转化体获批转基因安全证书

本报讯(记者李思辉 通讯员郭戴)近日，中国农业科学院油料所(以下简称油料所)联合武汉艾迪晶生物科技有限公司研发的具有完全自主知识产权的高油大豆转化体WR110x-1获批农业转基因生物安全证书。这是国内首个以高油为目标性状获批的大豆转化体，标志着继耐除草剂及抗虫转化体之后，高油大豆转化体正式跨入产业化应用的新阶段。

该转化体籽粒含油量可在原品种基础上显著提高6.8%~16.2%，且籽粒蛋白质含量无明显下降，同时具有多分枝、多节等株型改良效应，产量较原品种提升6.9%~10.7%，可为高油大豆新品种的培育提供支撑。

油料所南方大豆遗传育种创新团队围绕该高油大豆转化体获得两项国家发明专利授权。相关研究成果发表于国际期刊《植物生物技术杂志》(Plant Biotechnology Journal)。

据悉，下一步，双方将依托该高油转化体加速优良大豆新品种的杂交转育与定向改良，加快推进品种审定、示范种植和全产业链产业化布局，为我国大豆产业提质增效、保障国家粮油安全贡献科技力量。

湖南首个儿童卵巢组织冷冻保存合作项目启动

本报讯(记者王昊昊 通讯员姚家琦)近日，湖南省儿童医院和中信湘雅生殖与遗传专科医院达成儿童卵巢组织冷冻保存合作，依托双方专科优势，共建湖南首个规范化儿童生育力保护多学科协作平台，为高风险患儿提供全流程、规范化、高质量的医疗服务。

据介绍，合作重点面向因肿瘤、血液病、自身免疫病等需接受性腺毒性治疗，可能导致卵巢功能永久损伤的青春前期女童。双方将联合开展患儿筛查评估、手术取材、组织冷冻、质量控制、长期储存及随访管理，构建“儿科临床+生殖医学+遗传咨询+心理支持”一体化服务体系，填补湖南在儿童规范化生育力保护领域服务空白。

根据合作内容，湖南省儿童医院将负责患儿的筛查评估、临床诊疗、手术取材及长期随访；中信湘雅承担卵巢组织处理、冷冻、储存及技术支持的任务。

首期合作期限为5年，项目将为符合条件的患儿免费提供卵巢组织处理、冷冻及10年液氮低温存储服务，并建立严格的样本质量控制、冷链运输、信息追溯与隐私保护体系，确保全流程安全、合规、可追溯。中信湘雅公益基金会也会参与该项目，并为因重大疾病治疗而面临生育力丧失风险且家庭经济困难的患儿提供支持，守护她们未来组建家庭的希望。