

无刺鲫鱼、“减肥”水稻、“放心”小麦……装上“最强中国芯”的种子“扎堆”亮相

■本报记者 冯丽妃

12 月的北京天寒地冻，但北五环中国科学院遗传与发育生物学研究所（以下简称遗传发育所）的一座科研楼内，水箱里的几尾银鲫却游得欢快。

这几尾鱼是中国科学院院士、中国科学院水生生物研究所研究员桂建芳团队千里迢迢从武汉带来的“高科技”新品系。“大一点的是两岁半的‘中科 6 号’，能够让疱疹病毒的致死率降低七八成，而且它的肠道更长，消化吸收率高，长得快，更节粮。小一点的是一岁半的肌间无刺银鲫，能够让未来吃鱼无需小心翼翼。”桂建芳向《中国科学报》介绍说。

12 月 22 日，中国科学院在京举行 A 类先导专项“种子精准设计与创造”（以下简称种子专项）系列科研成果新闻发布会，除了银鲫这个“明星”品系，“减肥”不减产的水稻、高产抗病的“放心”小麦、花青素番茄……这些“未来感”满满的高科技成果在会上“扎堆”亮相。

它们都是“精准设计育种”新范式的代表性产物，代表着中国种业拥有了自主可控的“中国芯”。“经过 6 年攻关，种子专项取得了覆盖理论、技术、产品的全链条体系化突破，实现了‘三新’——新理论、新技术、新产品。”种子专项首席科学家、中国科学院院士李家洋介绍。

“从 0 到 1”，实现全链条突破

“作为先导专项，种子专项要产出‘用得上、有影响’的成果，要产生格局性的影响，而不仅仅是写几篇论文，或者申请几个专利。”李家洋在发布会上开宗明义。

李家洋表示，中国以占世界 9% 的耕地养活占世界近 18% 的人口。2019 年，我国粮食自给率为 82%，保障粮食安全是一个重大战略课题。同时，我国化肥施用量、农药用量显著高于世界平均水平，加之气候变化和自然灾害的影响，这些共同构成了农业生产必须解决的紧迫问题。

在此背景下，中国科学院经过数年调研分析，在 2019 年 11 月启动种子专项。中国科学院内外 30 家单位开展协同攻关，聚焦水稻、小麦等



“中科 6 号”银鲫。

冯丽妃 / 摄

主要农作物和鱼等动物，核心目标是实现“一增二减”——增产提质、减投提效、减损保稳。

如今，经过 6 年攻关，种子专项在不同维度取得一系列“硬核”突破，创制了 37 个“一增二减”先导型品种，累计推广先导型作物新品种 1448 万亩，取得了显著的社会经济效益。

在基础理论方面，研究人员建立了精准设计的核心元件库，相关突破直击农业生产中的“痛点”。比如，发现让水稻“减肥”不减产的氮高效基因 OsTCP19，在氮肥减少 20%~30% 的情况下使产量仍保持稳定，有助于实现水稻“绿色革命”；给小麦装上了“免疫盾牌”，挖掘广谱抗白粉病且兼具麦瘟病抗性的 Pm24，还利用新型赤霉病抗病模块培育出抗赤霉病、无呕吐毒素的高产“放心”小麦“中科 166”，使农药用量大幅下降，推广面积近 150 万亩，筑牢主粮安全“防护网”。

在底盘技术方面，他们储备了未来粮仓的变革型技术，为作物精准遗传改良提供了有力支撑，在国际上产生重大影响。例如，专项总体组成员、遗传发育所研究员高彩霞团队自主研发的多重基因组编辑技术，一举打破“抗病不高产”的育种魔咒，创制出既抗白粉病又高产的小麦新种质，在 2024 年拿下我国首个口粮作物基因编辑生产应用

安全证书——既是通行证，又是里程碑；李家洋团队首次提出并实践了异源四倍体野生稻快速从头驯化的新路径，他们从零开始改造野生稻，攻克野生稻遗传转化、基因组注释等重重难关，成功创制出新型四倍体水稻材料，被国际同行赞誉“启动了人类农业新文明”，为全球粮食安全提供了前瞻战略性技术储备。

在核心产品方面，他们实现了精准创造产品，交出突破性新品种与千万亩推广的答卷。例如，面对我国大豆进口量大、生产力不足的难题，研究团队绘制了全球领先的大豆图形结构泛基因组图谱，开发了多维组学数据库 SoyOmics，精准聚合优良性状，成功培育出“科豆”“东生”系列等 10 个高产、高营养大豆新品种；他们还引领了“水产”设计育种新浪潮，实现了“中科 6 号”异育银鲫新品系、鳊鱼“中科佳鲮 1 号”、软鳍新光唇鱼“墨龙一号”、虾贝新品种等一系列突破。此外，“中科 5 号”异育银鲫推广 90.5 亿尾，虹苗种推广 117.0 亿尾，贝苗种推广 125.4 亿粒。

打通“最后一公里”，木桶不能有短板

会上，一系列“重磅”成果的涌现，获得了多位院士专家的高度认可。

评审专家、中国科学院院士谢华安回忆，1990 年他在福建时，曾亲历小麦赤霉病暴发，从麦地走出来后，一身衣服都是黄色的。“小麦赤霉病被称为‘小麦癌症’，在我国南北方的影响都非常大，专项在这一方面取得突破性进展，我刚才听了尤为高兴。”他说。

中国科学院院士翟礼嘉评价称，种子专项在理论研究、技术创新和应用推广等多方面都引领了我国育种技术的潮流，多项成果走在世界最前列，真正发挥了“先导”作用。“特别是打通从头驯化的理论和技术，怎么强调其重要性都不过分。”翟礼嘉说，“农业驯化至今有 1 万年，人类仅驯化了 250 多种植物种子，还有 7.5 万种潜在可食植物等待驯化，从头驯化技术为实现大食物观、让子孙后代拥有更多样化的食物奠定了理论基础、做好了技术准备。”

（下转第 2 版）

从光源到核能，高维视角下的战略判断

■本报记者 张双虎

9 月 30 日，中国科学院上海应用物理研究所（以下简称上海应物所）原所长徐洪杰去世半个月后，一场以追思和战略研讨为主题的“务虚会”在研究所召开。

在 2 兆瓦液态燃料钍基熔盐实验堆实现钍铀核燃料转换、中国站稳世界钍基核能研究前沿的关键节点，研究团队必须梳理清楚，如何从徐洪杰手中接过中国钍基核能研究的大旗。

会上，团队骨干重温了中国科学院钍基核能领域战略性先导科技专项立项前，徐洪杰进行所内动员时的 PPT。令人惊讶的是，15 年前申请立项时，徐洪杰就已经在高维视角下，对钍基熔盐堆的技术框架和发展路径进行了准确判断和清晰规划……

判断一：科研要围绕应用展开

“只要国家需要，我必义不容辞……”这是徐洪杰常说的一句话。

1989 年，徐洪杰在复旦大学获得核物理与核技术专业博士学位后，到中国科学院上海原子核研究所（上海应物所前身）进行博士后研究并留所工作。那时，研究所正处于“低谷期”。有两个月，研究人员的工资都无法及时发放。

1995 年，徐洪杰出任常务副所长。上任伊始，他提出以核科学技术为主要学科方向，以国家重大需求为立所之本的办所方针，并采取有力措施保障科研为先，整顿和做强民用非动力核技术产业化，团结全所职工开源节流，以改革求生存。在徐洪杰的带领下，研究所 2001 年进入中国科学院知识创新工程试点，并开发了上海电子束离子阱、上海极紫外自由电子激光、飞秒电子束装置及高功率太赫兹波源等科研装置平台，逐渐在加速器、光子科学、核物理与核技术、前沿交叉学科等领域形成特色。

其间，应国家需求，徐洪杰两度转变研究领域，带领两支数百人的创新团队攻坚克难。从 1995 年到 2009 年，他用 15 年争取立项并建成世界一流的上海光源；此后，又“从无到有”，花 16 年时间将中国钍基熔盐堆技术带到世界前列。

直至 2025 年 9 月 14 日离世，徐洪杰在 36 年的科研生涯中完成了“兴核所、建光源、拓钍能”三件大事。

徐洪杰多次对团队成员说：“当前我国实施创新驱动发展战略，强化科技创新与产业创新深度融合，更应通过‘有组织、建制化’的科研，围绕国家经济社会发展的战略需求，开展应用目标导向的研究和攻关。”

因此，他总是从国家、中国科学院和研究所发展的大局出发考虑问题，用卓越的战略眼光谋篇布局，以超凡的战略定力带领“大军团”进行“建制化科研”。

上海光源立项之初，对于“团队年轻没经验”的担心，徐洪杰说：“国家需求就是科技工作者的天职，再难也要把光源建好……”

开拓钍基熔盐堆时，面对需要“无中生有”的局面，徐洪杰说：“只要国家需要，哪怕我们目前还没有太多优势，也要去做。”

判断二：目标导向的产业化

我国钍储量丰富且与稀土资源伴生，高效利用钍资源可在战略上确保国家能源独立。中国重启钍基熔盐堆技术路线时，钍基核能技术还是世界性难题。



上海应物所供图

2009 年，上海光源建成，中国自此挺进“世界级同步辐射俱乐部”。这足以彪炳史册，也足以让人躺在“功劳簿”上享受鲜花掌声。然而，此时的徐洪杰再次转变科研方向，受命牵头开展钍基熔盐堆先进核能研发。

对徐洪杰来说，他不但要再次从专家变成“学生”，还要组织更大规模团队，挑战更长周期的科技攻关，承担更多更大的压力，甚至“无中生有”地开展研发。

“第一阶段我们都不知道科学技术问题在哪儿。”上海应物所总工程师、实验堆工程堆总体负责人余笑寒说。徐洪杰组织“就近转行、专业归队”的一支骨干队伍，从学习教科书、研读国外技术报告入手，逐渐确定了研发目标和技术路线。

2010 年 10 月，中国科学院战略性先导科技专项“未来先进核裂变能——钍基熔盐堆核能系统”通过专家论证，确定钍基熔盐堆从兆瓦、十兆瓦实验堆到百兆瓦示范堆的“三步走”主线发展路线。徐洪杰进一步在项目发展规划报告中，提出发展小型模块化堆型、尽快实现工业应用的发展策略。

模块化有两层含义。一是反应堆本身模块化，将反应堆分为若干模块，由标准生产线加工后再运到现场“拼接”。这解决了现场生产和安装过程中环境、条件难以满足要求的问题，同时能提高生产效率、提升精细水平，保证各模块品质可控。二是通过将“小堆”拼成“大堆”，破解“大堆”建设前期投入大、周期长的难题。

“钍基熔盐堆不仅要建成，还要保证能用。”徐洪杰说。

他将钍基熔盐堆技术的发展分成四步：一是科学的实验验证，即以科学上证明该技术行得通；二是经工程验证的实验室技术，即技术要经得起小批量生产和集成装置工程的验证；三是形成能支持规模化生产的工业技术；四是最终的工业应用。

和多数研究机构先有科研成果再想办法转化不同，徐洪杰设想的钍基熔盐堆发展是“目标导向的产业化”，即围绕钍基熔盐堆工业化应用目标布局科研、发展技术、研发装备，从高精尖设备研制、关键材料开发，到粗重部件加工，全系统科研和探索都为“工业化而生”。

“这不是笼统的‘实现工业化目标’。”上海应物所所长戴志敏说，“徐所长考虑的是‘整体产业化路径’，我们叫‘产学研深度融合打造全产业链’。”

（下转第 2 版）

弘扬科学家精神

第六届中国动物标本大赛获奖作品展举行

本报讯（见习记者江庆龄）近日，“万物共生：第六届中国动物标本大赛颁奖典礼暨获奖作品展”在上海举行。

中国动物标本大赛是国内标本制作领域最高水平赛事，本届大赛首次移师上海举办，来自全国各地的 738 件参赛作品展开角逐。此次大赛参赛单位涵盖全国 12 家博物馆、30 家高校与科研院所、8 所中小学、59 家企业，以及其他 8 家事业单位，参赛总人数超过 800 人。大赛设立了大型兽类、中小型兽类、大型鸟类、中小型鸟类、鱼类及两栖爬行类、昆虫及其他无脊椎动物、塑化、骨骼、创意、仿真及模型等十大组别，共有 62 件作品获得一等奖。

本次大赛由中国科学院动物研究所、中国动物学会、中国自然科学博物馆学会、中国动物园协会、上海科技馆联合主办。大赛部分参赛及获奖作品在普陀区中以（上海）创新园向公众免费开放，展期持续至 2026 年 3 月 22 日。

观众正在欣赏标本。

上海科技馆供图



智利新总统上任在即，削减开支可能冲击科学界



本报讯 据《科学》报道，智利科界人士及政策专家指出，随着新当选的总统何塞·安东尼奥·卡斯特上任，该国科学界可能面临重大变革。律师出身的卡斯特承诺大幅削减政府开支，并暗示可能缩减或撤销科技部。

在 12 月 14 日的选举中，卡斯特以 58% 的得票率击败了对手珍妮妮特·哈拉。卡斯特的竞选承诺包括严打犯罪、控制移民、精简政府机构。一些智利科学家担忧，他将效仿邻国阿根廷总统哈维尔·米莱推行富有争议性的科研政策。

智利圣地亚哥大学的生物化学家 Claudio Acuña Castillo 说：“卡斯特将国家安全问题视为首要议程。遗憾的是，我们已目睹类似政府为兑现承诺而逐步削弱教育与科研体系的先例。”

Acuña Castillo 表示，卡斯特承诺在上任百天内削减 60 亿美元政府开支，却没有提供“明确的路线图”。智利科技部副部长的 Carolina Gainza 认为，若将科技部并入教育部的主张得以推进，科学领域恐将“处于阴影之中”。智利的研究机构警告说，政府对科技领域的投资可能进一步降级，低于现已偏低占比——国内生产总值（GDP）的 0.41%。“削弱科技部将给发展和创新带来严重影响。”Acuña Castillo 说。

Gainza 还担心卡斯特将过分强调应用研究，导致一些人享受好处，另一些人则遭受痛苦。“若科学只针对经济方面的生产力，那么环境、教育和健康等领域将被边缘化，直接冲击那些

本就脆弱的群体。”

智利一些民众对学术自由与环境保护的前景亦深表忧虑。竞选期间，卡斯特猛烈抨击环保法规，承诺通过放松管制推动发展。智利安托法加斯塔大学的微生物生态学家 Cristina Dorador 指出：“卡斯特的理念不仅危害社会，也对科研机构有害。”

竞选期间，卡斯特反对在智利阿塔卡马沙漠建设大型能源项目，因为天文学家警告称，该项目将破坏世界顶级望远镜瞄准的暗夜天空。卡斯特表示：“这些天区在全球范围内是独一无二。”这样的表态赢得了部分科学家的支持。

鉴于其所属的共和党在智利国会未获多数席位，卡斯特能多大程度、多快推进其议程尚不明确。他将于 2026 年 3 月 11 日正式就职。

（文乐乐）

识别鱼类性状发育调控“开关”有了新工具

本报讯（见习记者江庆龄）上海海洋大学教授胡鹏、陈良标团队构建的 CRISPRi 调控平台与增强子互作图谱，为定位决定生长、发育、抗逆等性状的关键调控“开关”提供了有效工具。该工具具有良好的通用性，可广泛应用于寻找调控其他重要性状基因的全新增强子，为解析复杂性状背后的调控网络提供了方法学框架，也使得更安全、精准的分子设计育种成为可能。近日，相关研究成果发表于《核酸研究》。

如果把基因比作一盏灯，传统研究往往只关注“灯泡”——基因编码序列，而增强子是决定这盏灯何时亮起、亮度如何的“遥控器”。增强子不仅参与鱼类从单细胞向复杂个体发育的过程，也在它们适应温度、盐度等环境变化的过程中发挥重要作用，甚至决定其生长速度

和抗病能力等重要性状。

研究团队以斑马鱼胚胎为研究对象，整合多种组学数据，成功绘制出 400 多对增强子与基因互作关系的“基因遥控网络图”，覆盖鱼类早期发育的关键时段。在此基础上，研究人员利用 CRISPRi 技术，“按下”多个增强子的“开关”，观察到了直观的生物响应。例如，当调控血液发育的增强子被抑制后，血红蛋白水平明显下降；当控制鳍条生长的增强子被关闭时，超过 40% 的胚胎出现鳍条缺失表型。

通过 CRISPRi 精准序列匹配的向导 RNA 设计，研究团队不仅将传统预测的较大增强子区域缩小到更精确的核心位置，还成功识别出此前未被报道的全新增强子。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1093/nar/gkaf1367>