

我们需要更“聪明”的种子

本报记者 孙海天

院士讲科普

网友：现在的人工智能，能写诗、画画，还能写代码，越来越能干。我很好奇，如果人工智能走进农业领域，会对每天吃的粮食带来什么改变？未来的农作物能自己“思考”，从而应对旱涝等灾害吗？

编辑：这其实是一场正在发生的农业科技革命。如今，在中国科学家手中，育种从“设计”迈向“智能”，已蜕变成为一门可预测、可编程、可定制的精密科学。本期“院士讲科普”，我们邀请中国科学院院士、崖州湾国家实验室主任李家洋，为我们解读如何通过生命编程，让每粒种子拥有“智慧”。

在黑龙江省五常市的稻田里，曾发生过这样一幕——

一场台风裹挟着暴雨过境，原本挺立的金色稻浪被压倒在泥泞中。当地种植户最不愿看到这样的场景：倒伏，意味着减产，一年的辛劳可能大打折扣。然而，在同一片试验田里，有一块区域的水稻却依然笔直挺立，与周围形成了鲜明对比。

这是中国科学院院士、崖州湾国家实验室主任李家洋团队培育的“中科发”水稻品种——一种应用分子设计技术培育出的优良品种。在他的构想中，未来的种子将拥有更令人惊叹的能力：它们将不再是被动等待风雨的植物，而是能够主动感知甚至“计算”环境变化的智能生命体。

种子能被“精准设计”

人类获取食物的历史，是一部不断改良物种基因、改造作物的科技进化史。

“种瓜得瓜、种豆得豆，这是遗传；长出的瓜有大有小，包含变异。育种家的工作，就是捕捉变异，固定优势。”李家洋说。

在漫长的农业历史中，作物育种技术经历了数次科技革命与世代更替。

最早的“育种1.0”是驯化选育。我们的祖先花费数千年，从野生植物中驯化出农作物，依靠的是肉眼观察和漫长的等待。20世纪开始，随着遗传学理论的成熟与应用，育种家开始有意识地应用杂交技术，极大地提高了粮食产量，“育种2.0”随之而来。

然而，杂交育种如同“拆盲盒”，往往耗费数年甚至数十年。就像在无数个黑箱子里摸索，成功率较低。育种家在田间地头，面对成千上万株材料，寻找那万分之一的幸运。

“有时候你想要作物高产，但高产的植株可能不抗病；想要抗病，可能口感又不好。”李家洋说。

到了“育种3.0”，随着分子生物学的发展，科学家开始利用分子标记来辅助选择，或者通过新技术引入特定的抗虫、抗除草剂性状。

1994年，李家洋回国进入中国科学院遗传研究所工作。他与团队通过解析水稻功能基因组，确定了控制产量、品质、抗病性等性状的关键基因，并提出了“分子设计育种”的理念，这也让育种迈入“4.0”。

所谓分子设计育种，就是解析出控制性状的关键基因，弄清楚它们之间的调控网络。科学家可以根据需求，将这些优异的基因模块进行“组装”。我们希望像设计工业产品一样，精

准地设计种子。”李家洋说。

这一理念在水稻上取得了巨大成功——李家洋团队培育的“中科发”系列水稻精准聚合了抗倒伏、抗稻瘟病、高产优质等基因，在东北实现了高产优质品种的升级迭代，并首次实现了我国南方双季早粳稻零的突破，让南方居民在7月份就能吃上口感软糯的新粳米，改变了过去“早稻不好吃”的传统印象。

2025年12月22日，中国科学院发布A类先导专项“种子精准设计与创造”系列科研成果。该专项通过创建精准设计育种新范式，取得了覆盖理论、技术、产品的全链条体系化突破，累计推广先导型作物新品种1448万亩，为打造种业振兴的“中国芯”提供科技支撑。

从田间到餐桌，从作物到水产，精准设计理念，正在不同领域开花结果：在小麦领域，中国科学院遗传与发育生物学研究所高彩霞团队创制出既抗白粉病又高产的新品种，中国科学院遗传与发育生物学研究所刘志勇团队挖掘出“免疫盾牌”基因，让农药用量大幅下降；在水产领域，中国科学院水生生物研究所研究员桂建芳团队将“设计”延伸到了鱼类，培育出“无肌间刺”的鲫鱼，让吃鱼不再受鱼刺困扰……

“还不够。”李家洋认为，现有的设计虽然更精准，但往往是静态的。面对未来气候变化和资源短缺的挑战，我们需要更“聪明”的种子。

作物实现“按需表达”

“现有的作物品种，虽然经过了精心设计，但不够智能。”李家洋解释，比如植物体内的某些抗病基因，无论外界环境如何，往往处于持续表达状态。

“植物的生长发育需要能量。如果一个抗病基因一直处于开启状态，即便没有病害侵袭，它也在消耗能量，这必然会影响作物产量。”李家洋打了个比方，“就像家里的灯，无论有人一直亮着，显然不节能。”

在他看来，“育种5.0”的鲜明特征是智能。这包含两个层面：一是智能品种，二是智能培育。

所谓智能品种，就是让作物拥有自主应对环境变化的能力。

想象一下，一株水稻内部安装了精密的“生物传感器”和“智能开关”。当高温热浪来袭时能迅速感知，并启动抗热基因表达，调整代谢通路以锁住水分；当气温回落，这套防御系统自动关闭，能量重新分配给籽粒灌浆。当病菌入侵，免疫系统瞬间激活；病害消除后，又能迅速“休战”。

“平时关闭，需时打开。在不同的发育阶段、面对不同的环境压力，作物能够最优化地动态调整自己的株型和代谢。”李家洋描绘了这样一幅图景，“这种‘按需表达’的机制才更加智能，它能解决长期以来高产与高抗难以兼得的矛盾，实现‘两增两减’——增产、增质，减投、减损。”

目前，这种“智能开关”研究已经取得初步成果。李家洋团队及合作者已经发现了一些具有智能雏形的基因模块，通过合成生物学及基因编辑技术，科学家正在尝试构建这种动态响应的基因回路。

在计算机上“算”种子

要培育出“聪明”的种子，光靠生物技术还



西北工业大学研发仿生水母机器人

以更“温柔”和静默的方式探索深海

本报记者 张丹华

探一线

实验室里，红、白两色的水母在水缸中自由移动，而旁边的仿生水母机器人几乎与水中共融一体，如果不仔细看很难察觉。

这款直径仅120毫米、重量56克的微型机器人，是西北工业大学机电学院陶凯教授团队自主研制的仿生水母机器人。机器人凭借近乎透明的躯体和仿水母肌肉结构，精准模拟了水母利用涡环推进的灵动姿态，在水下实现高效且近乎无声的静默运行。

海水的平均密度远高于空气，物体在海水中移动十分困难。传统机器人进行海底探测时，不仅耗能巨大，还会扰动起海底沉积物，干扰探测作业。“如何成为海洋中纯粹的观察者，而非干扰者？这是深海探索的难题之一。”陶凯说，“仿生水母机器人正是面向深海作业智能化这一国家重大需求，融合仿生学与人工智能的攻关成果。”

上图为仿生水母机器人样机实物。
西北工业大学供图

在静态测试中，工作人员启动机器人的摄像模组，它迅速锁定水缸内的静置瓶盖，屏幕上实时出现红框标注与置信度数值。

更具挑战的是动态测试：水缸内游动的小丑鱼进入机器人视野，红框立即锁定并全程跟随，即便小丑鱼穿梭于其他鱼类间也未出现跟踪丢失。“只要目标与其他物体存在差异，机器人就能实现动态捕捉。”陶凯说，这一能力可满足深海中对游动生物的观测需求。

找到目标后，它的科研价值在哪？

“这款仿生水母机器人不仅是观察者，更是数据采集者。”陶凯介绍，目前，它可搭载盐度、深度、温度等监测模块，用于珊瑚礁健康观测；在渔业养殖中，能实时监测水体环境，为养殖安全提供数据支撑。

“未来，它还可拓展至深海资源勘探、海洋生态调查等领域，让科技以更‘温柔’的方式探索蓝色宝库。”陶凯说。

陶凯团队所在的“空天微纳系统教育部重点实验室”是国内较早开展微机电系统研究的单位之一，面向航空、航天、航海，致力于实现装备的微型化、集成化、信息化，2024年入选国家级创新团队。

正如团队口号——“以自然为师，让科技静默前行”，这款仿生水母机器人正以向自然学习的创新思路，为人类与海洋的和谐对话搭建起新桥梁。

R磅『科』·科幻里的科学

在《钢铁侠》《流浪地球》等科幻影视作品中，人类穿上机械外骨骼，瞬间获得强大“超能力”。如今，炫酷的机械外骨骼正逐步应用于军事、工业和医疗康复等领域。

现实生活中的机械外骨骼不同于科幻作品里的“铁甲洪流”，更多的是穿戴在人体表面的人工智能，依靠驱动器、传感器、控制系统等和人体“联动”，智能感知人体和环境的特点，增强人体的运动能力。

对工人来说，它是“超级外挂”，通过意图感知技术精准预判动作，并自适应调节辅助力度；对士兵来说，机械外骨骼是“负重神器”，能将装备的重量传导到地上，减轻行进时的体力消耗；对于那些因中风或脊髓损伤导致下肢瘫痪的患者，机械外骨骼能够帮神经慢慢“记”起怎么走路，实现“说走就走”。

作为能穿上身的“硬功夫”和“软实力”，机械外骨骼首先要像一件合适的“衣服”，结构设计上要基于人体肌骨模型，让外骨骼与人体具有高度的运动相容性。这就好比衣服必须要尺寸合适，才能不影响肢体的运动，带来贴身保护和舒适度。

其次，机械外骨骼要有足够的“思想”，可以根据穿戴者的行为举止，乃至脑海中的想法实现精准助力。要做到这一点可不容易，需要结合机械、物理、生物等多模态传感信号进行模式识别，对人体的肢体运动、生理电信号、肌肉拉伸情况进行精细检测，并结合具身智能算法进行学习。

从理论到实践，面临着更为深刻和复杂的难题。首先，现有的机械外骨骼往往具有刚性框架，质量和体积庞大，难以适应不同个体的身体参数，长时间穿戴会造成不适。其次，理想的机械外骨骼应当能够与人体运动无缝对接，例如在快速行走、跑步或跳跃时，能够即时调整助力大小实现“按需输出”；但受限于传感手段和具身模型的泛化性能，现在的机械外骨骼尚无法满足复杂任务的精准理解需求。此外，续航时长也面临挑战，能量密度仍然有限的电池，也是限制机械外骨骼普及的瓶颈之一。

技术进步正推动着机械外骨骼往“轻、智、亲民”的方向发展。随着材料科学的不断进步，新型轻量化材料的应用将使得机械外骨骼更加舒适，不给穿戴者带来过重的负担；依靠AI大模型，机械外骨骼能够根据穿戴者的需求自适应切换工作模式，为使用者提供更加个性化的辅助；此外，随着制造成本的逐步降低，机械外骨骼将不再只是医疗和军工领域的高端产品，还会渐渐走进日常生活，成为老年人等群体的重要辅助设备，甚至可能出现在太空探索、灾难救援等复杂环境中。

总的来说，机械外骨骼正从科幻电影中的神奇装备逐步走向现实，带来更多便利。随着技术的不断突破，机械外骨骼将更加轻量化、智能化、市场化，不仅增强人体机能，还能帮助人类突破自身局限，为机协同的宏阔远景开拓更大空间。

（作者为中国科学院深圳先进技术研究院研究员，本报记者姜晓丹整理）

“吉星”系列卫星成功获取甚高分辨率彩色夜光遥感卫星影像

本报长春电 （记者刘见晴）日前，“吉星”高分07系列卫星采用夜光成像模式成功获取国内首张甚高分辨率彩色夜光遥感卫星影像（“甚高分辨率”是指卫星遥感影像的分辨率优于0.3米）。

该影像呈现的是元旦当晚哈尔滨冰雪大世界园区。在夜光成像模式下，“吉星”高分07系列卫星可获取幅宽15千米的高空间分辨率、高无控定位精度夜光推扫影像，实现对单个路灯照明区域良好成像。

“吉星”高分07系列卫星由长光卫星技术股份有限公司研发，具有高性能、高可靠、高稳定的优点。初步应用评估表明，该成像模式具有良好的市场应用前景。卫星高分辨夜光遥感成像通过捕捉夜间地表的人工光源，对低照度区域成像，能够提供社会经济与自然环境数据，这是继开展亚米级夜光遥感技术服务后，在夜光成像领域取得的又一突破，为后续高分辨率夜光数据业务化服务打下基础。

我国自主研发注射用硼药进入临床试验阶段

本报北京电 （记者谷业凯）记者从中核集团获悉：近日，由我国自主研发的注射用硼—10法仑获得国家药品监督管理局《药物临床试验批准通知书》，该药物正式迈入I期临床试验阶段。1月9日，由中核海得威、兰州大学及福建睿斯科、福建医科大学附属协和医院联合开展的硼中子俘获疗法（BNCT）药械临床合作项目正式启动。

硼中子俘获疗法是一种精准靶向癌细胞的新型放射治疗方法，对于复发性、浸润性、局部转移肿瘤，特别是复发性脑胶质瘤、头颈部复发性肿瘤、恶性黑色素瘤和恶性脑膜瘤等展现较好治疗效果。对于其他常见肿瘤如肝癌、肺癌、前列腺癌等，该项技术也开展了临床试治，取得初步成效。

硼中子俘获疗法原理基于硼—10化合物对癌细胞的特异性亲和力，在药物富集于肿瘤部位后，以中子束照射引发硼中子俘获反应，从而精准摧毁肿瘤细胞，并最大限度地保护周围正常组织，成为肿瘤治疗领域极具突破潜力的前沿方向。此次获批的注射用硼—10法仑，将为硼中子俘获疗法治疗体系提供核心硼药物，加速硼中子俘获疗法的产业化落地。

本版责编：肖 遥 曹怡晴 董映雪

版式设计：张丹峰 汪哲平

穿上机械外骨骼，能变“超人”吗

吴新宇