

复旦教授构建模仿植物的具身智能

■本报见习记者 江庆龄

为什么生命需要手性？这是《科学》在创刊 125 周年时，提出的 125 个重要科学问题之一。

近年来，复旦大学教授徐凡团队聚焦“手性”这个议题，做了一系列有趣的研究——从失水萎缩后表面形成手性螺旋形貌的百香果，到受水面浮力影响而生长形貌各异的荷叶，自然界中隐藏着各种生长、萎缩、手性、曲率与褶皱等形貌力学的基本科学问题。

近日，徐凡团队又有了新进展。该团队首次揭示了手性螺旋扭转结构在水分收集与抗风性能中的双效机制，并构建了具有环境智适应特性的仿生具身智能植株。该植株无需外部能源或芯片控制，便可像生命体般智能感知环境变化，自发调整形貌以优化功能，在自适应液滴收集和定向输运方面具有应用潜力。相关研究以封面文章形式发表于《自然－计算科学》，并被选为“研究简报”作专题报道。

在旅游时获得灵感

2023 年，徐凡在新疆旅游时，偶然发现路边植物的叶片形状非常特殊，就像 DNA 一样，呈现出手性螺旋扭转的构形。这一形态结构是如何形成的，具有怎样的生命功能？带着疑问，徐凡开始了探索。

通过请教植物学领域的学者以及调研文献，徐凡了解到，沙百合、宽叶弹簧草等很多旱地植物的叶片都呈现出相似的



旱地植物螺旋金钗木。

受访者供图

收集和抵抗强风方面均具有显著优势。

值得一提的是，用于仿生的活性 LCE 也具有“智能”——当被加热或受到光照时，LCE 棒状分子的排列取向会发生变化。由此，LCE 的双层结构就会产生自发的弯曲、螺旋和扭转。

这一独特特性使团队可以进一步利用 LCE “耍花枪”。

打造高效抗风集水的智适应仿生植株

“我们整理了一套‘菜谱’，可以根据现实需要做出不同的菜。”徐凡表示。

徐凡团队首先从理论上摸清了 LCE 分子的“底细”。经过一系列精密推理计算，团队发现双层结构变形的结果取决于两层材料之间的指向矢角度差异，即 LCE 分子的整体取向。

据此，团队进一步构建了 LCE 双层条带弯曲、扭转和螺旋形貌形成的力学理论模型，能够直观展现不同指向矢角度分布下 LCE 双层条带受热后产生的变形情况。换言之，只要根据形貌演化相图调控 LCE 双层条带之间的指向矢角度，就能获得想要的变形结果。

值得一提的是，手性螺旋扭转构形的

按图索技

便携式硫化氢气体检测仪可抗硫中毒

本报讯 近日，中国科学院大连化学物理研究所研究员耿旭辉、副研究员李盛红团队与研究员邓德会、副研究员崔晓菊团队合作，研制出基于“铠甲”传感材料的抗硫中毒的便携式硫化氢气体检测仪，并将该仪器应用于针对污水处理池和下水道井中硫化氢气体，以及深海海水中溶解硫化氢气体的原位检测。相关成果发表于《危险材料杂志》。

硫化物作为石油石化、皮革、造纸和食品加工行业的副产物，广泛存在于工业废水及废气中。硫化物对生物具有强神经毒性，长期接触会引发严重疾病。此外，硫化物具有强碱性，易腐蚀仪器和管道。因此，对废水及废气中的硫化物进行检测具有重要意义。由于具有高灵敏度、易便携等优势，电化学传感器是现场原位检测硫化物的重要手段之一，但高浓度硫化物极易导致电化学传感器中毒，阻碍了该技术的实际应用。

在前期研究中，合作团队基于石墨烯封

装钴镍纳米颗粒 (CoNi@NGs) 催化材料，研制出抗硫中毒的水中硫离子电化学传感器。此次，合作团队基于 CoNi@NGs，并掺杂导电炭黑作为传感材料，研制出抗硫中毒及快速响应的硫化氢气体电化学生传感器。该传感器对 100ppm 的硫化氢分别间歇检测 60 天和连续检测 200 小时后，信号衰减仅为 1.3% 和 9.5%。随后，团队通过掺杂导电炭黑在工作电极上，构建出多孔结构，使响应时间和恢复时间分别减少了 87.9% 和 77.0%，达到 14 秒和 24.5 秒。

针对实际应用的挑战，耿旭辉团队研制出便携式硫化氢气体检测仪，将该仪器在污水处理池连续检测 60 天后，仪器灵敏度仅衰减 1.6%，表现出优异的长期稳定性。另外，耿旭辉团队还将该仪器与水气分离膜集成，应用到深海海水里溶解硫化氢气体的原位检测中，最大下潜深度达 6003.34 米。（孙丹宁）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.138278>



效益成本比 19.48！实施免疫规划“超额回本”

■本报记者 张思玮

“扩大免疫规划不仅是守护生命的屏障，更是推动经济社会发展的长效投资。”近日，北京大学中国卫生发展研究中心教授方海在接受《中国科学报》采访时表示，中国扩大免疫规划每投入 1 元，就能获得远超成本的经济回报，不仅能节省大量的疾病治疗费用，还能提高人力资本和劳动生产率，为国家经济社会发展注入强大动力。

我国自 1978 年正式实施扩大免疫规划以来，被纳入免疫规划的疫苗从最初的 4 种逐步增加到 14 种，并在 2007 年形成目前的“14 苗防 15 病”格局。

然而，我国扩大免疫规划的全面健康效益与经济价值尚未被系统评估。

为此，方海带领团队基于数学模型，考虑数据可及性和疾病负担，评估了中国扩大免疫规划中，针对 8 种病原体（麻疹、百日咳、乙肝、结核病、甲肝、日本脑炎、A 群脑膜炎和脊髓灰质炎）疫苗接种的健康效果与经济价值。相关研究发表于最新一期的《柳叶刀－公共卫生》。

结果显示，从卫生投资角度看，过去 50 年，我国扩大免疫规划具有极高的经济回报率，疫苗接种总成本为 1240.6 亿美元，而其带来的总收益高达 24178.5 亿美元，效益成本比达到了 19.48，同时避免了 7.03 亿例患病和 248 万例死亡。

儿童疫苗接种带来长期收益

方海认为，上述显著的健康效益在很大程度上应归因于儿童疫苗接种带来的长期收益。“儿童时期接种疫苗，不仅有效预防了当下的传染病，还对其成年后的健康产生了深远影响，降低了成年期因相关疾病导致的死亡风险。这一积极作用在不同出生队列中均有明显体现。”

研究指出，就个体疫苗而言，麻疹疫苗在预防疾病负担方面效果显著。按日历年和出生队列计算，均可避免大量病例、死亡和伤残调整生命年，获得较高的效益成本比。

乙肝疫苗在 2002 年被全面纳入免疫规划，随后对降低死亡率作出巨大贡献，在远期肝癌与肝硬化防治中发挥了关键作用，在出生队列计算中经济性最优。

与此同时，群体免疫效应也在持续发挥作用。我国高疫苗接种率使得未接种人群也能受到一定程度的保护，减少传染病的传播风险，进一步提高了我国人民整体健康水平。

正是基于我国免疫规划的深入推进，许多传染病得到了有效遏制，发病率显著下降。

然而，随着我国经济的飞速发展和民众生活方式的深刻改变，疾病谱也发生了新变化，诸如乙肝引发的肝硬化、肝癌等慢性疾病逐渐成为突出的健康问题。

“这些变化促使免疫规划不断优化和调整，以更好地适应新的疾病挑战。”方海指出，当前全球公共卫生领域面临着新发传染病的严峻考验，同时新疫苗研发也在持续取得新进展。在这样的背景下，我国免疫规划需要保持敏锐的洞察力，及时对新发传染病作出有效应对，并积极推动新疫苗的应用，从而更好地保障民众健康。

始终处于动态调整过程

当前，我国社会经济持续发展，免疫规划正面临着新的机遇与挑战，亟须对其进行审慎评估与合理调整。

2023 年发表于《柳叶刀－公共卫生》的另一项研究中，方海团队从多方

面综合考量，对 4 种主要儿童非免疫规划疫苗纳入免疫规划的顺序开展了评估，发现儿童肺炎球菌疫苗的优先级最高，可以优先考虑。

同时，相关研究也建议在条件允许的情况下，逐步将其他疫苗纳入国家免疫规划，以提高儿童的健康保障水平。

“此外，还有几种疫苗未在上述研究中详细探讨，但同样具有重要意义，比如可预防宫颈癌的人乳头瘤病毒（HPV）疫苗和流感疫苗。”方海表示。

值得一提的是，我国免疫规划始终处于动态调整过程中。

比如在 2025 年，百白破疫苗的接种程序有所调整，由原来的 3 月龄、4 月龄、5 月龄、18 月龄和 6 周岁各接种 1 剂次，调整为 2 月龄、4 月龄、6 月龄、18 月龄和 6 周岁各接种 1 剂次。这一调整旨在更好地适应人群的免疫需求，提高疫苗的保护效果，也引发了社会各界对百白破疫苗后续加强接种的更多关注。

方海特别提醒，现阶段，在没有充分证据表明某种疫苗可被替代，或其针对的疾病已被彻底控制的情况下，不应贸然取消现有疫苗，否则可能使人群暴露于疾病风险之下。

“我们应秉持谨慎态度，持续评估疫苗的有效性和必要性，确保免疫规划始终契合我国的实际需求，切实保障人民群众的健康安全。”方海说。

共同筑牢免疫防线

在论文撰写的过程中，数据收集是研究团队遇到的首要难题。

论文共同第一作者、北京大学中国卫生发展研究中心博士生王超凡表示，我国

叶片，其水分纵向输运路线最接近直线，且不易弯折，因此集水效率最高。在强风等极端环境下，该形态叶片比平直叶片的集水效率高出一倍。

在此基础上，徐凡团队成功构建了具有环境智适应特性的仿生具身智能植株，可根据环境刺激自发调控形貌。光照升温时，仿生植株叶片可形成手性螺旋扭转形貌，提升抗倒伏能力；在雨天，雨水会沿着曲率叶片表面输送到根部，当根部收集的水分足够多时，随着表面温度降低，叶片自发解旋，从而防止过度集水。

徐凡用“师法自然，但又高于自然”评价这一过程：“我们从自然植物中获得灵感并加以改良，使得仿生植物在短短几十秒内就能实现结构形貌变换。此外，普通叶片被强风吹倒后难以恢复，但刚度强劲的手性螺旋扭转叶片可以快速恢复直立状态。”

徐凡表示，具有环境智适应特性的仿生植株在自适应液滴收集和定向输运方面具有应用潜力，有望为干旱地区的土壤改善和智能农业提供新的思路 and 解决方案。

下一步，团队将探究不同环境、不同材料对仿生具身智能植株的集水和抗风能力的影响，尝试增加光能收集功能，同步实现物质收集与能源收集。“也许在螺旋金钗木完美的手性螺旋形态背后，还蕴含着其他更丰富的生命功能奥秘。”徐凡说。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s43588-025-00786-w>

免疫规划实施时间跨度近 50 年，部分早期疫苗接种和疾病负担数据存在分散、不完整的状况，在收集和整理数据时要花费大量精力，广泛查阅各类资料，整合多渠道信息，并对缺失数据进行合理估计，确保数据的可靠性与完整性。

在模型构建方面，为了更好地评估免疫规划对 8 种病原体相关负担的影响，研究团队需要构建能综合考虑病原传播特征、感染自然进程、人口变化和群体免疫等多种因素的模型。“为此，我们不断优化模型，以尽可能准确反映疫苗效果。”论文共同第一作者、北京大学中国卫生发展研究中心、博雅博士后陈晓亮说。

方海希望此项研究能引起包括国家卫生健康委员会、中国疾病预防控制中心以及国家疾病预防控制中心等在内的政府部门、科研机构以及公共卫生领域的专家学者的关注。

同时，“我们希望研究结果能被广大民众知晓，因为免疫规划与每个人的健康息息相关，若民众能通过这项研究进一步了解免疫规划对个人健康和社会经济的重要意义，进而提高接种疫苗的积极性，将有助于共同筑牢免疫防线。”方海说。

在上述研究成果的基础上，研究团队计划从三方面继续开展研究：一是分析不同地区免疫规划实施效果差异，为精准优化接种策略提供支撑；二是探究新疫苗纳入免疫规划，以及现有免疫规划疫苗接种策略调整的成本效益与可行性；三是探索提高疫苗接种率的方法，特别是针对偏远地区和弱势群体，提高疫苗可及性与可负担性，为推动我国免疫规划事业的持续发展添砖加瓦。

相关论文信息：[https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(25\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(25)00039-8)

集装箱

《中国核能发展报告(2025)》蓝皮书发布

本报讯(记者张晴丹) 4 月 27 日，中国核能行业协会 2025 春季核能可持续发展国际论坛在北京开幕。会上，中国核能行业协会发布《中国核能发展报告(2025)》蓝皮书(以下简称蓝皮书)。

据蓝皮书显示，我国在运、在建核电装机规模持续增长。截至 2024 年底，我国商运核电机组 57 台，总装机容量 5976 万千瓦，位列全球第三。2024 年全年核电设备平均利用小时数为 7797 小时，核电累计发电量 4447 亿千瓦时，居全球第二，占全国累计发电量的 4.72%，年度等效减排二氧化碳约 3.34 亿吨。其中，福建省、辽宁省核电发电量占比超过 20%。截至 2024 年底，我国在建核电机组 28 台，总装机容量 3370 万千瓦，

在建机组装机容量连续 18 年保持全球第一。2024 年核电工程建设投资完成额 1469 亿元，较上年增长 520 亿元，创历史新高。

蓝皮书显示，我国核能科技创新取得新进展。国家科技重大专项“国和一号”示范工程首堆建成投产，并推动技术改进优化形成“国和一号+”总体实施方案；持续开展高温气冷堆运维技术研发与创新。“华龙一号”结合工程建设及运维经验，持续开展技术改进优化，完成了后续机型标准初步设计和初步安全分析。在核电装备制造方面，我国实现了核电关键主设备 100% 国产化以及关键零部件技术的自主可控，2024 年国内核电主设备累计交付 114 台套，较 2023 年增长一倍。

全国首个“智保黑土”平台上线试运行

本报讯(记者田瑞颖)日前，全国首个大语言模型驱动的黑土侵蚀阻控技术智慧配置平台“智保黑土”上线试运行。该平台依托“十四五”重点研发计划“黑土地保护与利用科技创新”专项的“东北黑土侵蚀退化数字化评价与智慧阻控”项目，由中国科学院东北地理与农业生态研究所牵头，西北农林科技大学、中国科学院南京土壤研究所、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所、吉林农业大学、吉林省水土保持科学院等联合开发。

据了解，该平台基于海量黑土侵蚀退化与保护利用方面的优质学术著作和论文，融合以土壤、地形、植被、气候、人类活动等为

主的黑土保护知识数据库，以 DeepSeek 大模型为智能核心，实现“东北黑土数智孪生”全流程人工智能化的黑土侵蚀精准预测与阻控措施高效配置，从而为黑土保护方案设计、技术配置和效益评估提供决策支持。

该平台可实现基于自然语言交互的黑土侵蚀预测与阻控措施设计，通过 DeepSeek 大模型驱动数据检索与分析，快速智能化评估黑土侵蚀特征，结合当地环境条件，因地制宜生成含工程、农艺、植物措施的定制化黑土侵蚀阻控技术方案，将以往需要数月的方案设计时间压缩至数小时，显著提高黑土保护工作的科学化、精准化和智能化水平。

全球最大 105 兆瓦 2 极高速大容量同步电动机研制成功

本报讯(记者陈欢欢)近日，由卧龙电气南阳防爆集团股份有限公司(以下简称卧龙电气南阳防爆)与中储国能(北京)技术有限公司(以下简称中储国能)联合研制、具有完全自主知识产权的全球最大 105 兆瓦 2 极高速大容量同步电动机“储龙 105”通过专家组鉴定，在河南南阳正式发布。

“储龙 105”高速大容量同步电动机是压缩空气储能系统的重要核心设备之一，在国内储能大电机领域率先采用一体化设计，具备电动和发电双工况运行能力，规避了常规分体式需要多台电机联合运行造成的工况复杂、系统效率低、安装调试困难等弊端。该电机较同等功率多台常规电机节省占地面积 40% 以上、效率提高 0.4%、年节约电费约 180 万元，极大降低了建设和运营

成本，提高了系统的稳定性。

经第三方检测机构测试，该产品综合效率为 98.8%；单机容量 105 兆瓦，创全球之最，相较国内压缩空气储能系统同类产品容量增加一倍以上；超低振动低于 35 微米，不到国际 80 微米的一半。专家组的品鉴鉴定结论为：“该产品具有完全自主知识产权，总体技术达到国际先进水平，其中电机容量、效率等指标国际领先。”

据介绍，该产品由在电机行业有 50 余年积累的卧龙电气南阳防爆与中国科学院工程热物理研究所的产业化公司中储国能联合研发，改变了大功率高速电机机组依赖进口的现状，填补了我国在大功率同步电动机领域的空白，为长时大规模压缩空气储能产业高质量发展提供关键装备支撑。

航天 AI 大模型一体化系统正式亮相

本报讯(记者江庆龄) 4 月 24 日，在上海 2025 年“中国航天日”活动现场，软硬一体化大模型产品“华山大模型一体化系统”正式亮相。

随着卫星互联网、千帆星座等计划的加速推进，我国进入卫星密集部署阶段，“航天 + 人工智能(AI)”成为必然的技术趋势。在此背景下，西安中科天塔科技股份有限公司于 2024 年 10 月发布航天私域大模型“华山”，首次将大语言模型应用在航天领域的产品上。此次发布的“华山大模型一体化系统”是在“华山”基础上升级迭代的成果，配备有“华山”大模型底座，可提供国产自主可控的硬件平台

方案，并融合了知识库、知识图谱及配套工具。

据介绍，“华山大模型一体化系统”一大特点是“开箱即用”，无需进行算力估算、大模型适配以及设备环境调试等环节，开机即可调用智能检索、轨道计算、故障诊断等航天器控制领域的核心功能。相较于目前主流只部署通用大模型的一体机设计，“华山大模型一体化系统”领域应用综合成本可降 50% 以上。

值得一提的是，“华山大模型一体化系统”使用了国产自主可控的硬件平台方案，实现了从核心芯片到关键组件的国产化替代，并支持本地化部署。

新型智能设备实现精准施水施肥

本报讯(记者王昊昊 通讯员徐运源) 记者近日从长沙学院获悉，该学院创业导师程立志、李银、刘旭、杨发等指导的长智科创团队，成功研发了智控多通阀系列产品。该系列产品能够精准调节水压，真正做到对每一滴水水的智能掌控，实现每个种植区域的均匀滴灌。同时，基于阀体内独特的斜槽沉降结构，相比市面上的球阀产品，该产品的使用寿命可以延长 10 倍达 10 年左右。

长智科创团队负责人曲振义介绍，在新疆、内蒙古等地，玉米、大豆、棉花都是超大面积种植，但灌溉高度依赖人工。团队针对新疆水肥一体化设施的特点，历时两年成功研发出智控多通阀系列产品，能全面适配各类农田

灌溉应用场景。

该系列智控多通阀采用“超低功耗控制板 + 大扭矩电机 + 大容量锂电池”的组合配置，续航能力实现了重大突破，可长时间稳定运行。其综合性能远超市面上常见的传统球阀和智能球阀。

值得一提的是，该团队还依托智控多通阀这一硬件支撑，打造了农业云端智控系统。在手机上点开该系统 App 可以看到，在测试的农作物种植区域内，实时显示着时间、气温、湿度以及农作物的生长情况，还有滴灌设备的开度、流量、电量、压力等关键信息。

据悉，该团队已与新疆地区多家企业达成合作意向，订单数量超过一万个，预计金额超 800 万元。