

第798次香山科学会议在京召开，专家热议：

大数据与AI如何颠覆生命科学研究范式

■本报记者 赵宇彤

11月下旬，初冬的北京，香山红叶正浓。在第798次香山科学会议的会场内，一场关于生物大数据与人工智能（AI）如何颠覆生命科学研究范式的讨论正在激烈进行。近50位来自生命健康、AI领域的专家学者及科技管理部门负责人齐聚一堂，共同把脉生命科学这一关乎未来科技术竞争格局的领域。

“大数据、AI技术正孕育着深刻变革，生命科学领域也应作出调整。”中国科学院院士、中国科学院生物物理研究所研究员陈润生在会上指出，“生物大数据与AI的深度融合，将系统性重塑整个生命科学研究体系。”

“数据孤岛”问题凸显

伴随人类基因组计划的完成，组学技术迎来爆发式发展。基因组学、转录组学、蛋白质组学、代谢组学等多分支领域的技术迭代，催生了海量生物数据，为生物大数据生态的形成奠定了基石。

“当前生物数据的复杂性已远超传统基因序列范畴。”陈润生指出，数据维度覆盖基因表达谱、蛋白质互作网络、代谢物动态变化、表观遗传修饰等多层次信息，构成一套全景式反映生命活动的复杂体系。

数据规模正经历指数级跃升。随着高通量测序技术普及，单台设备日产出量已达数十吉字节（GB）至太字节（TB）级别，全球科研与医疗机构持续汇交的数据总量早已突破拍字节（PB）量级，对存储、传输与计算能力提出空前挑战。

然而，数据爆炸的背后，“数据孤岛”问题日益凸显。

“生物数据是关乎科学突破、生命健康与产业竞争力等方面的核心战略资源。”国家生物信息中心主任杨运桂研究员指出，全球生物数据长期处于美国国家

生物技术信息中心、欧洲生物信息研究所和日本DNA数据库“三足鼎立”的格局。

尽管我国通过集中与分布式相结合的网络架构积极推动数据共享，但仍面临数据库国际影响力有限、数据共享机制不健全、高质量数据集匮乏、数据存储机构可持续发展机制不健全等现实瓶颈。面对这一局面，我国正加快推进生物数据资源体系化建设。

机遇与挑战并存

近年来，以大语言模型为代表的AI技术，为破解生物大数据难题开辟了全新路径。

“与传统生物信息学方法相比，AI技术具有显著优势。”陈润生进一步解释，AI不仅能自主从海量数据中学习规律，无需依赖预设的先验知识即可挖掘深层关联，“更重要的是，它具备知识创造能力——基于已学规律生成新知识，并通过智能体实现自我迭代与持续进化”。

在实践层面，AI技术的潜力正在多个领域显现。中国科学院院士曹晓风从农业与健康角度指出：“今天我们吃得越来越丰盛，却未必吃得更健康。”她提出，通过构建AI驱动的农业与土地数据采集机制，共建高质量农业数据库，将“种养循环”的生态理念与“大健康”的民生关切融入技术方案，可系统化保障从农田到餐桌的食物安全与公众健康。

“生物大数据与AI的深度融合正在推动生物医学研究范式的根本转变。”中国科学院院士、北京昌平实验室主任谢晓亮表示，“高质量数据是‘AI for 生物医学’的核心基石。”他透露，实验室近期开发的FOODIE底层技术实现了转录因子结合位点的精准测量，其升级版ivtFOODIE更进一步，通过机器学习与大模型预训练，可直接依据蛋白与DNA序列预测结

合常数。

与此同时，一系列国家主导的大科学计划正稳步推进。中国科学院院士贺福初介绍的人体蛋白质组导航（π-HuB）计划，以DIKW（数据 - 信息 - 知识 - 智慧）为路径，依托广州“慧眼”大科学设施，致力于构建全球最大的蛋白质组动态图谱，实现从“描述生命”到“预测生命”的跨越。

中国科学院院士金力则提出了开放人体生物特征通用数据模型体系的构想。该体系以构建个体生命状态的数字孪生为目标，推动多源数据的标准化交互，加速形成高质量、AI友好的数据集。

然而，机遇与挑战并存。国家生物信息中心研究员韩大力指出，当前生命科学领域的基础大模型的训练语料仍主要局限于序列信息或单细胞转录组数据等单一模态，高价值的跨维度组学数据尚未实现系统化整合与深度应用。“如何让AI模型真正理解和融合多模态数据，是当前面临的核心技术难题，也是未来实现突破的关键所在。”

“发展”与“约束”协同推进

“生物大数据正在驱动一场深刻的智能科学变革，一个由‘AI智能体设计实验、自动化实验室执行、数据结果闭环反馈’构成的新科研范式正加速形成。”北京中关村学院院长刘铁岩表示，这场变革的核心在于构建一个融合跨模态、跨学科的数据、物理规律和科学知识的“统一科学基础模型”，同时研发自主可控的软硬件协同设计基座，以充分释放统一模型与国产硬件的性能潜力。

不过，这场变革仍面临多重瓶颈。

在科学范式层面，AI模型的优化目标与真实生物问题之间存在显著的“对齐鸿沟”——AI模型往往基于单一指标

优化，而真实世界需要多目标、多约束的复杂平衡。在基础设施方面，我国在高端生物信息软件和高精度生物模拟计算硬件上仍依赖国外技术。在数据资源层面，缺乏国家级统一战略部署，导致数据质量参差不齐，难以支撑系统性突破。在人才培养方面，现有评价体系与科研组织模式亟待优化，以适应跨学科创新需求。

面对这些挑战，多位专家提出了具体路径。中国科学院遗传与发育生物学研究所研究员王秀杰认为，应加快发展生命科学多模态基础大模型。“我们正处在‘序列’走向‘细胞’的关键爬坡期，需要精准定位AI可解决的科研问题，创新生物机制驱动的AI算法，建设自主可控的生物智能算法体系。”

中国科学院院士鄂维南指出：“科研范式的变革离不开底层基础设施的支持。”他建议构建智能化科研平台与门户基础设施，发展面向科学推理的专业大模型与智能体，建设自动化实验操作系统，完善数据与工具基础设施。

杨运桂建议强化顶层设计，设立国家级生物数据管理委员会，建立统一的数据共享平台，完善国家生物数据治理体系。

同时，依托国家重大需求和大科学设施，建设国家生物信息学基地，培养跨学科复合型领军人才。

在推进技术发展的同时，陈润生特别提出要加快构建完善的AI约束体系。“当前过度强调AI技术的能力赋予，却忽视了对应的约束技术体系发展。”这不仅需要建立法律法规与伦理准则，明确应用边界与责任，还要研发可解释性分析技术，确保AI决策透明可追溯，开发安全防护技术，防范技术滥用与系统风险。

“通过‘发展’与‘约束’的协同推进，我们才能实现AI与生物医药领域的深度融合，为人类健康事业提供更有力的支撑。”陈润生总结道。

集装箱

国产高性能聚丙烯腈碳纤维实现千吨级产业化



国产高性能聚丙烯腈碳纤维生产线。

深圳大学供图

行千吨级规模生产的工业验证。

为攻克这一难题，深圳大学联合长盛科技组成的研发团队开展协同攻关，2023年8月在1700吨/年生产线上实现T1000级碳纤维稳定化工业化生产。

我国从上世纪60年代初开始研发碳纤维，但久攻未克，长期依赖进口。随着科学家们的持续攻关，2024年国产碳纤维产量已达6.7万吨，占全球碳纤维总产量43%，满足了国产碳纤维80%的需求量。

尽管解决了材料供应难题，但国产碳纤维产业仍面临“大而不强”的困境，以及高端产品质量稳定性欠缺的挑战。目前，国产碳纤维以T300、T400和T700级产品为主，高端的T800、T1000、T1100级产品稳定性亟待提高，其中T1100级高性能碳纤维有待进

行千吨级规模生产的工业验证。

此外，针对碳纤维国产化过程中的“卡脖子”问题和关键技术，联合攻关团队进一步提高了碳纤维产品的质量稳定性、易加工性、界面处理水平。相关国产碳纤维已进入国产大飞机供应链，并成功实现批量供货，为国产大型客机的发展奠定了坚实的原料基础。

“青年最关注的改变未来十大变革科技”榜单发布

本报讯（记者陈彬）日前，清华大学举办了“青年创新未来·深邃青年科技论坛”。论坛现场，清华大学深邃科技评论社发布了2025“青年最关注的改变未来十大变革科技”榜单，解读影响人类未来生活的新兴科技，并发布《下一代创新科技（第3辑）》出版物，从青年视角剖析“变革性科技”成果及发展趋势。

此次入选榜单的10项变革科技分别为超特高压输电系统主动防护、蛋白质定向进化、多智能体协同与群体智能、光驱动的下一代计算芯片、可进化AI（人工智能）医疗智能体、空天地一体化网络、纳米纤维大规模量产、强化学习推理大模型、无线微创脑机接口，以及月面大规模原位建造。

“开创性”是上榜的标配理由。比如，光驱动的下一代计算芯片技术突破了传统电子芯片在带宽、延迟与功耗上的瓶颈，将广泛应用于AI加速、量子计算等领域，成为突破摩尔定律限制、支撑未来算力需求的关键。纳米纤维大规模量产技术实现了直径在数十至数百纳米、具有超高比表面积纳米纤维的可控大通量制备，突破了传统方法产量低、成本高的瓶颈，开启新材料应用新篇章。

清华大学深邃科技评论社是清华大学为培养关键核心领域青年领跑者创建的科技创新社团。该社团致力打造汇集尖端资讯的一站式平台，定期推送世界科技前沿动态以及清华大学学生发表的高质量前沿研究。

全国首例“医保价”脑机接口手术在武汉完成

本报讯（记者李思辉 通讯员童萱）近日，31岁的脊髓损伤患者小刘（化名）在华中科技大学同济医院神经外科顺利完成了植入式脑机接口手术。该手术是我国首例按照政府核定医疗服务价格项目执行的脑机接口临床操作，标志着脑机接口技术从科研探索阶段正式进入医疗服务收费目录体系，在推动技术普惠化与产业化方面迈出重要一步。

3年前，小刘因意外导致高位截瘫。脑机接口技术的出现让小刘重燃希望，“只要大脑还在，就有翻盘的机会”成为他的信念。

在充分知情同意的前提下，小刘及家属选择在武汉同济医院接受手术治疗。据悉，此次手术采用的是武汉华仁脑机接口设备。它具有64通道高通量柔性电极，精确监测大脑手部运动和感觉区域的脑电信号。

本次手术的顺利实施，得益于武汉同济医院对脑机接口技术临床转化与应用的持续推动，也得益于政策引导与技术创新的协同推进。

2025年3月，在国家医保局指导下，湖北省出台全国首个脑机接口医疗服务价格项目，为技术合规、可控地进入临床提供了制度保障。同济医院完成的这台手术是按照规范标准进行收费结算的临床实践。

“十四五”粤港澳大湾区首个抽水蓄能工程全面建成

本报讯（记者朱汉斌 通讯员黄昉）记者从南方电网储能股份有限公司（以下简称南网储能）获悉，近日，“十四五”粤港澳大湾区首个抽水蓄能工程——广东梅州抽水蓄能电站二期工程全面投产。至此，总规模240万千瓦的梅州抽水蓄能电站（以下简称梅蓄电站）全面建成。

梅蓄电站二期工程安装4台30万千瓦机组，加上2022年投产的一期工程4台30万千瓦机组，电站8台机组总规模达到240万千瓦，每年最多可消纳清洁能源72亿千瓦时，相当于328万居民用户一年的用电需求。

“我们在电站多台机组使用国产成套开关设备，实现了我国抽蓄主机设备领域的全国产化，并首次在8号机组安装115类我国自主生产的关键技术元器件，应用500余块国产控制芯片，实现整机100%的芯片级国产化。”南网储能一级领军技术专家陈泓宇说道。

按图索技

1度电“造”出15杯饮用水

本报讯 11月27日，由上海交通大学教授王如竹领衔研发并成功转化的全域空气取水系统正式亮相。王如竹介绍，空气取水技术的核心原理是通过物理或化学方法捕捉空气中的水蒸气并将其转化为液态水，再经净化处理后成为安全饮用水。

王如竹带领团队利用自主研发的高性能吸附材料吸附空气中的水分子，再通过加热让吸附材料释放出高浓度水蒸气，进而冷凝成水。此外，基于融合热泵的能量高效转换与吸附吸收材料的强吸水特性，团队突破极端环境适配瓶颈，可在45℃高温或0℃低温、空气湿度仅10%的条件下稳定取水。

在此基础上，团队孵化的爱摩威尔科技（上海）有限公司（以下简称爱摩威尔）进一步完成技术的工程化转化，并



参观者在体验全域空气取水系统取水。
上海交通大学供图

同时，针对撒哈拉沙漠、青藏高原等极端环境，团队正在研发对应的设备，目前已进入实验室小试阶段，预计2026年

完成产品样机测试。未来，该技术有望用于沙漠油田开采基地、高海拔边防哨所等极端场景，保障当地人用水。（江庆龄）

盐生草让西北盐碱地变良田

■本报记者 叶满山 通讯员 张馨正

在我国西北广袤的土地上，散布着数亿亩盐碱地。它们曾因“白花花”的盐霜而一片死寂，被视为农业的“禁区”。如今，一种名为盐生草的西北特色乡土植物，正成为打破“禁区”的关键。

甘肃农业大学农学院教授王化俊、副教授汪军成带领团队以盐生草为核心开展产业化开发利用，不仅实现了盐碱地的有效修复，更探索出一条生态保护、经济发展与民生改善协同推进的特色路径，为国家黄河流域生态保护和高质量发展、粮食安全保障及“一带一路”农业合作注入绿色动能，让昔日“白花花”的盐碱地逐渐焕发生机。

“拔盐除碱”效果显著

然而，将野生植物变成“生态修复利器”，远比想象中艰难。

2017年春天，团队在民勤试种的10亩盐生草遭遇“滑铁卢”——按实验室参数播下的种子，要么被倒春寒冻死，要么因播种过密势差不齐，最终成活率不足30%。

“看着地里枯黄的幼苗，我们心里又急又慌。”团队成员陈一酉记得，那段时间汪军成带着团队住在农户家里，每天天不亮就下地观察盐生草幼苗长势，记录气温、土壤含水量、盐碱度等数据，深夜还在整理数据。为了找到最佳播期，他们把播种时间分成7个梯度，从4月中旬到5月下旬依次试验；针对种子细小、难以机械播种的问题，他们手工分拣种子播种近百斤，测试不同播种密度的效果，手上磨出了厚厚的茧子。

起初，团队计划发掘盐生草的耐盐基因，将其转入小麦、大麦等主粮作物以提升抗逆性。但在2016年的一次试验中，团队偶然发现，种植过盐生草的试验田，土



十年如一日的行动注脚

“勤奋、严谨、求实、创新”，这八个字贴在团队实验室的文化墙上，也刻在每个成员心里，是他们十年如一日的行动注脚。

2019年，团队带着盐生草项目代表学校参加第五届中国“互联网+”大学生创新创业大赛，最终获银奖。

“那次比赛让我们明白，地方院校的学生也能做出优异的成果。”汪军成说，现在团队里的博士生、硕士生和本科生各司其职，已在NCBI数据库注册新基因5个，申报国家发明专利18项、授权10项，还注册了“孤芳”商标，推动盐生草种子油、粗盐拉面剂等衍生品走向市场。

今年8月，在新疆昌吉举办的“中国—中亚盐碱地科技创新与合作国际学术交流会”上，盐生草项目吸引了与会专家的关注。汪军成说：“中亚地区也有大量盐碱地，我们希望盐生草能成为中国与中亚农业合作的‘绿色桥梁’。”今年9月，盐生草项目获第二届全国青年绿色科技创新创业大赛金奖，让更多的人了解了这项技术。

汪军成表示，团队下一步计划深入研究盐生草的关键耐盐基因，选育更优良的品种，让这种西北乡土植物在更多干旱盐碱地区扎根。

盐生草的“生态清道夫”

2014年，国家重点基础研究发展计划前期研究专项课题“盐生草中抗旱耐盐基因发掘”启动，王化俊团队将目光聚焦西北农业的“老大难”问题——盐碱与干旱。

“当时我们跟着王化俊教授跑遍河西走廊，看到不少盐碱地连芨芨草都长不活，农民守着土地却没收成，心里很不是滋味。”汪军成回忆道，一次在甘肃民勤荒漠边缘调研时，一株贴着地面生长、茎叶肥厚的植物引起团队注意。“它在白花花的盐碱滩上长得特别精神，这就是盐生草，西北特有的蓼科植物。”

起初，团队计划发掘盐生草的耐盐基因，将其转入小麦、大麦等主粮作物以提升抗逆性。但在2016年的一次试验中，团队偶然发现，种植过盐生草的试验田，土