

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, 共同探讨生命科学这一关乎未来科技竞争格局的领域。

“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远桂研究员指出, 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“种养殖环”的生态理念与“大健康”的民生关切融入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组与结合位点的精准测量, 其升级版 ivFOODIE 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’构成的全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学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。“我们正处在从‘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撑。”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。

杨远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。

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

形成可量产的设备方案。

以前期测试的上海场景为例, 在当地使用全域空气取水系统, 每消耗 1 度电可产出 3 至 3.8 升饮用水。按每杯饮用水 250 毫升计算, 1 度电就能“造”出 12 至 15 杯安全健康的饮用水, 折算下来每升水的能耗成本为 0.13 至 0.16 元, 比瓶装纯净水更具经济性与环保性。

针对广州、深圳等南方湿润城市, 以及东南亚、南美雨林等高温高湿地区, 该全域空气取水系统将取水能耗降至每升水 0.26 至 0.32 度电, 产品覆盖家用及办公、户外、大型供水等不同需求。针对内蒙古、新疆、甘肃等北方干旱地区, 以及中东沙漠国家, 团队开发的相关设备能在低湿度环境下稳定取水。以新疆乌鲁木齐为例, 一台设备日均产水达 50 升, 可满足 20 至 50 人的日常饮水需求。



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

参观者在体
验用全域空气
取水。
上海交通大学
供图

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与利用, 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。

盐碱地的“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, 看到不少盐碱地连茂茂草都长不活, 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, 西北特有的藜科植物。”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

壤表层的盐霜明显减少。“我们赶紧测数据, 结果让所有人惊喜——土壤总盐量从 1.2% 降到了 0.99%, 酸碱值也从 8.26 回落至 8.04。”

这意味着盐生草不仅是研究基因的“样板”, 更是直接改良土壤的“实干家”。“既然它能‘吃盐’, 何不让它成为盐碱地的‘生态清道夫’?”汪军成说, 那天团队在田间地头讨论到深夜。

凭借这一大胆设想, 团队将科研方向从实验室的“基因研究”, 毅然转向扎根大地的“土壤修复”, 一场旨在创造“良田”的生态革命就此启幕。

“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, 要么因播种过密长势参差不齐, 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。”团队成员陈一西记得, 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, 他们将播种时间分成 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。

团队观察盐碱
地改良情况。
甘肃农业大学供图



转机出现在 2024 年, 团队联合贵州大学教授李振华研发出“盐生草种子丸粒化技术”。这种技术可以将养分、保水剂包裹在盐生草种子外围, 制成均匀的“小丸子”, 让发芽率提升至 85% 以上。他们还配套研发出精量播种机, 实现 50 厘米行距、50 厘米株距的标准化种植。

“现在种盐生草就像种小麦一样方便。”甘肃张掖种植户李建国笑着说, 他家 20 亩盐碱地种上盐生草后, 第二年套种大麦, 亩产比以前翻了一番。“这草不仅能改良土壤, 还可以当作牛羊的饲料, 一举两得。”

这也是“良种”与“良机”结合的典范——技术赋能种子, 机械提升效率, 让曾经“娇气”的野生植物实现了如小麦般的标准化、规模化种植。

真正的治理, 必须创造可持续的价值。如今, 团队已在甘肃白银、武威、张掖等地推广盐生草种植 800 多亩, 改良后的土壤不仅能种大麦, 还能种植苜蓿、燕麦等作物, 形成“盐生草 + 主粮”的立体生态农业模式。

相关质检报告显示, 每公顷盐生草可从土壤中吸收粗盐 2105.35 公斤, 其中粗盐中钠离子含量达 833.34 克 / 公斤, “拔盐除碱”效果显著。

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。

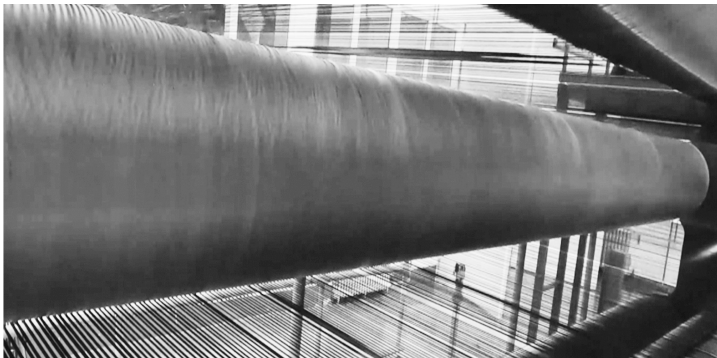
“那次比赛让我们明白, 地方院校的学生也能做出优异的成果。”汪军成说, 现在团队里的博士生、硕士生和本科生各司其职, 已在 NCBI 数据库注册新基因 5 个, 申报国家发明专利 18 项、授权 10 项, 还注册了“孤芳”商标, 推动盐生草种子油、粗盐拉面剂等衍生品走向市场。

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大赛金奖, 团队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。

集装箱

国产超高性能聚丙烯腈碳纤维
实现千吨级产业化



国产超高性能聚丙烯腈碳纤维生产线。

深圳大学供图

本报讯 (记者刁雯蕙) 近日, 记者从深圳大学获悉, 该校联合企业在全球超高性能聚丙烯腈碳纤维领域取得重要突破, 成功实现千吨级工业化规模生产。

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 级超高性能碳纤维有待进

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 / 年产线上实现 T1000 级碳纤维稳定化工业生产。2024 年, 联合攻关团队在面向航空航天需求的 ZA70UC 碳纤维方面实现千吨级量产。该成果已在电子信息、体育器材制造产业中进行应用和验证。

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体系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材料基础。

“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·探臻青年科技论坛”。论坛现场, 清华大学探臻科技评论社发布了 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, 开启先进材料应用新篇章。

清华大学探臻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衷华脑机生产的植入式脑机接口设备。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医疗创新的协同推进。

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。

短了工程周期, 成为核准、开工、投产均在“十四五”期间完成的抽蓄电站。“梅蓄电站二期项目总经理朱金华说道。

据介绍, 抽水蓄能机组由主机设备和控制系统构成, 分别相当于人的“身体”和“大脑”。作为我国能源领域重大技术装备的依托工程, 梅蓄电站二期工程不仅规模化应用国产首台 (套) 抽水蓄能成套开关设备, 还实现了控制系统技术的完全自主可控。

“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。