

## 新知·把握科学研究新趋势

## 向极微观深入，拓展对生命科学的认知

本报记者 喻思南



在中国科学院生物物理研究所生物大分子重点实验室，纪伟在调试光电关联显微镜。 喻思南摄

头发丝，大约是肉眼可见的极限，它的直径约100微米，细胞是头发丝的1/10，细胞核则只有几微米。然而，这小小的细胞核，承载着海量的高价值遗传信息。

研究细胞精细结构，增进对生命的认识，必须向极微观尺度深入。

“从群体生态学到生命个体、器官、组织、细胞，再到生物大分子，甚至生物大分子中的原子细节，生命科学涉及从宏观到微观的多尺度研究。”中国科学院生物物理研究所研究员、生物大分子重点实验室研究组长高璞说，作为当代生命科学的重要前沿，生物大分子是典型的极微观研究领域。

在极微观尺度，科学家如何做研究？如何才能把握极微观科学研究趋势？记者进行了采访。

## 借助先进精密观测技术，从分子尺度“看”细胞

走进生物大分子重点实验室，纪伟正在指导学生调试光电关联显微镜。前不久，这位中国科学院生物物理研究所研究员、生物大分子重点实验室研究组长带领团队，基于光电关联显微镜，开发了一种新的观测方法。

“研究生物大分子，首先要‘看’到它。”纪伟告诉记者，核酸、蛋白质等生物大分子组装结构复杂精密，对它们观察得越清晰，对生命奥秘才能了解得越深刻。

17世纪，荷兰科学家用自制的显微镜，第一次观察到单细胞生物，打开了微生物学的大门。此后约300年里，光学显微镜不断发展，但分辨率受衍射限制，达到几百纳米后就很难突破。21世纪初，随着超分辨荧光显微镜和冷冻电镜的出现，科学家得以在几十纳米到零点几纳米尺度上观察亚细胞结构，极大拓展了对生命科学的认知视野。

随着对微观结构探索日益深入，科学家持续改进观测技术，挑战显微镜“微”之极限。

对着电脑屏幕显示的细胞结构，纪伟介绍：为“看”清细胞里的精细结构，科学家要观察特定的分子状态。然而，冷冻电镜电子束只能透过约200纳米的生物样品成像，需要将数微米厚的细胞减薄后观察，但这种减薄具有随机性，无法确保目标分子保留在切片里。为实现定向目标减薄细胞，纪伟团队研发出冷冻荧光导航减薄技术，这相当于给冷冻电镜安装了“导航定位系统”，可以高效地实现目标定向减薄。

围绕生物大分子研究前沿，生物大分子重点实验室主要布局生物大分子精密观测技术、生物大分子精确组装原理和生物大分子精准调控设计三方面研究。“对生物大分子而言，这三方面研究分别对应观测它、理解它、利用它，在逻辑

上密切相关、相互促进。”高璞说。

纪伟主要研究生物大分子精密观测技术，高璞主要研究的是生物大分子精确组装原理。“生物大分子及复合体是一切生命活动的执行者，这些分子机器活动出了问题，往往会引发疾病。”高璞告诉记者，有了精密的观测技术，科学家就能更好地研究生物大分子的有序组装及动态调控，搞清楚了这一过程，就能帮助科学家做好生物大分子精准调控设计，从而提出有效的应对策略。

比如，面对异常核酸信号，宿主是如何进行免疫应答，以及该过程是如何受到调控的？借助先进的生物大分子研究方法，高璞带领团队在该领域取得了一系列突破性进展，增进了人们对核酸免疫应答机制的理解。向极微观深入，在生物大分子重点实验室，这样的重要成果还有不少。

生物大分子重点实验室近年围绕三个方向产出了多项前沿研究成果。在精密观测技术方面，通过突破光学和电子显微成像的时空分辨率，实现光电关联成像，引领超分辨显微成像和生物电镜前沿技术的发展；在精确组装原理方面，揭示了光合作用、感染免疫、细胞器动态等多个重要过程中一系列全新的生物大分子组装调控原理；在精准调控设计方面，围绕新型疫苗设计、新药研发、纳米酶设计应用等方面取得了一系列重要突破。

“生物大分子研究是培育发展新质生产力的重要手段。”高璞告诉记者，作为生命医学研究的制高点，生物大分子研究正在变革药物、疫苗研发范式，未来市场规模巨大，潜在经济价值很高，“不论是引领科学前沿，还是为研发药物和创新疫苗提供技术基础，生物大分子研究都是我们需要重视的关键领域。”

## 从分子层面阐释作物性状形成的调控机理，带来育种方式革新

“瞧，这是水稻幼苗根尖细胞一个切面的照片。仔细观察这张照片，我们可以看到在突变体的细胞内，细胞壁形成物质的运输出现了问题，对这种现象深入研究，就可能找到调控水稻茎秆发育的新基因。”在中国农业科学院作物科学研究所（以下简称“农科院作物所”）的透射电子显微镜室，程治军指着照片向记者解释。

程治军是农科院作物所研究员，也是该所万建民院士领导的水稻功能基因组研究创新团队成员之一。在纳米尺度，观察不同材料样品的形态和结构，已经是万建民团队开展功能基因研究不可缺少的技术环节。

程治军告诉记者，水稻有5万多个基因，功能各不相同，水稻品

种之间的“高矮胖瘦”，抗病、抗旱能力，品质、口感等特性差异，都源于基因型之间的差异。想筛选出优异的水稻品种，常规育种方法是在亲本杂交的基础上，根据大田表现，对后代表现型分离的单株进行选择。为了保证选出来的单株具有优异的性状，需要多年多点观察和试验，耗时长，且对表现型容易受环境影响性状的改良效率较低。“育种更像一门艺术，这一过程比较依靠经验，缺少针对性。”

功能基因组研究为水稻育种提供了新方法。“功能基因组研究重点关注基因的表达调控及其与环境的应答机制等，研究的是‘基因如何工作’。”万建民团队成员、农科院作物所研究员任玉龙说。

从微观着手，通过分子设计，有目的地聚合关键性状基因，优化目标品种的基因型，定向培育品种是未来高效育种之路。

通过功能基因组研究方法，科研人员能够从理解基因入手，有针对性选育品种。比如，肾脏病患者不能食用可吸收蛋白含量高的稻米，科研人员便可以找到水稻中调控蛋白的基因，再通过诱变等方法，培育可吸收蛋白含量低的水稻。未来，科研人员可以通过分子设计的方式，精准地设计和培育需要的品种。

万建民是国内较早提出和实践水稻分子设计育种的科学家。在国内，万建民带领团队很早就布局功能基因组研究。经过多年持续攻关，团队挖掘了一批水稻重要农艺性状关键基因，研究成果有力推动了水稻功能基因组领域的原始创新，为水稻产业发展提供了科技支撑。其中，攻克“水稻杂种不育”难题是代表成果之一。

籼稻多种植于南方，粳稻多种植于北方。两者之间的遗传差异较大，杂种优势明显。据测算，如果籼稻和粳稻杂种间能育成超级杂交稻，预计可比现有杂交水稻增

产15%以上。然而，籼粳杂种存在结实率低等问题，这一生殖隔离现象阻碍了杂种优势的利用。

怎么办？从分子层面入手，万建民带领团队历经30年潜心研究，阐明了水稻种间和种内“杂种不育”的分子机理，破解了水稻生殖隔离之谜。该突破被誉为水稻杂种不育领域的里程碑式成果，为生产上利用籼粳杂种优势奠定了理论基础。

“保障国家粮食安全，关键在农业科技创新。”任玉龙说，从农作物功能基因组研究的角度提出解决方案和应对的策略，有助于应对我国粮食生产中面临的重大问题，特别是社会经济结构转型时期的农业可持续发展和粮食安全。

## 适应极微观科学研究趋势，做更多科学前沿的原创性工作

“向极微观深入是探究物质世界、生命本质及运行规律的重要途径。”中国科学院发展战略研究院科技与经济社会发展研究所所长陈志说，由于微观层面的重大突破往往引发颠覆性技术变革，相关研究成为国际关注焦点。

生物大分子、功能基因组研究等有何趋势？

受访专家表示，我国生物大分子研究积累比较深厚，其中，中国科学院生物物理研究所生物大分子重点实验室是国内公认的前沿研究所

所长陈志说，由于微观层面的重大突破往往引发颠覆性技术变革，相关研究成为国际关注焦点。生物大分子、功能基因组研究等有何趋势？受访专家表示，我国生物大分子研究积累比较深厚，其中，中国科学院生物物理研究所生物大分子重点实验室是国内公认的前沿研究所所长陈志说，由于微观层面的重大突破往往引发颠覆性技术变革，相关研究成为国际关注焦点。生物大分子、功能基因组研究等有何趋势？受访专家表示，我国生物大分子研究积累比较深厚，其中，中国科学院生物物理研究所生物大分子重点实验室是国内公认的前沿研究所

态、原位观测升级。”纪伟说。

研究向极微观深入，多学科交叉融合日益重要。“生物大分子研究涉及数学、化学、物理学、生物学等不同专业的人才，营造鼓励合作的氛围，让科研人员围绕若干重大科学问题，发挥各自特长，取长补短就能实现1+1>2的效果，推动我国相关研究迈上新台阶。”纪伟说。

任玉龙告诉记者，随着研究的深入，功能基因组学将更加注重跨学科交叉。生物学、农学、计算机科学、数学等多领域的知识将相互融合，共同推动功能基因组学的发展。

推动农作物功能基因组学研究的，种质资源是重要载体。国家农作物种质资源库保存着9万多份水稻种质资源。任玉龙说，水稻品种的每次更新迭代都离不开重大基因资源的发掘与利用。未来，团队将努力挖掘水稻重要农艺性状形成的关键基因，阐明其功能，构建高产优质等性状形成的分子调控网络，切实把资源优势转化为创新优势、产业优势。

向极微观深入，意味着研究的多是科学前沿的原创性工作。受访专家普遍建议，适应极微观科学研究趋势，把握未来科技创新发展主动权，应进一步加强对优秀团队的稳定支持，让科研人员安心做基础研究。

“科研仪器需要在迭代中不断升级完善，且必须要大家拧成一股绳。经过磨合磨合好的团队要保持稳定，才能持续出成果。”纪伟告诉记者，“要给予科研人员更多的信任、更长的支持周期，鼓励他们‘十年磨一剑’做重大研究。”

程治军认为，基础研究做得好，分子育种的根基才更坚实，这往往需要长时间的积累。眼下，农业科研资助周期仍相对较短，给基础研究的空间还不够，“希望给予一批优秀团队长期稳定支持，鼓励他们探索有价值的研究。”

在技术路径上，需

要从底层技术与体系结构层面完成软硬协同创新。“超算和智算差别极大，两者本质上是不同的系统。”在陈润生看来，“超算依靠时间复杂度，跑完程序结果就出来了；智算依靠的是空间复杂度，需要先把知识训练好。”

“传统超算和智算的训练，对底层基础设施的要求并不一样，也需要判断在什么场景下应实现兼容统一，又在哪些场景下需凸显其独特性。”中国信通院云计算与大数据研究所所长何宝宏说。

“未来一体化算力体系的构建，要做好算力资源和业务应用的统筹衔接，避免没有有效应用需求、没有成熟调度体系的普遍性算力互联，以及脱离实际应用需求的异地计算和远地计算算力设施布局。”单志广表示。

## 专家观点

进计算服务的需求。

中国科学院院士、北京航空航天大学教授钱德沛认为，超智融合实践过程中，一方面要用人工智能的方法来求解传统超算问题，另一方面人工智能也将影响传统计算机的结构。在人工智能赋能的前提下，算网融合技术也将得到进一步发展。

超算与人工智能融合发展仍面临一些挑战。首先基础理论有待突破。中国科学院院士陈润生认为：“大模型与智算的发展，不只是应用层面的模型和算法方面的改进，还需要在基础理论方面实现突破。”

“超算与人工智能融合发展需要完整的软件栈支撑，要从形成大模型的基本理论开始。”钱德沛表示。

近年来，超算与人工智能持续融合，应用边界不断拓展，场景应用不断丰富，成为科技创新和产业变革的重要驱动力。日前，在由中国智能计算产业联盟与全国信标委算力标准工作组共同主办的2024中国算力发展专家研讨会上，专家们探讨了超算与人工智能融合发展的趋势和路径。

中国科学院计算技术研究所研究员张云泉认为，人工智能大模型的迅猛发展，展现出新质生产力的特质，但目前也遇到了算力瓶颈。“鉴于我国在超算领域拥有深厚技术积累，希望超算与人工智能融合发展，以有效化解这一挑战。”

数字化、智能化趋势下，算力已成为推动经济社会发展的重要驱动力。计算场景纷繁复杂，单一计算架构无法应对，超算与人工智能融合发展，将有助于把超算的强大处理能力与智算算法的优化能力充分结合起来。

国家信息中心信息化和产业发展部主任单志广说：“随着基础算力、智算算力、超算算

## 推动超算与人工智能融合发展

本报记者 谷业凯

力等多元化发展，能否用混合型算力资源或者融合型算力体系来同时满足各类应用需求，成为算力发展的关键问题之一。”

超算与人工智能融合发展，已成为近年来全球计算领域的热点。在我国，超算与人工智能融合相关技术已被应用于超算互联网的建设。通过连接全国超算、智算中心、智能调度各类算力资源，深度整合计算、软件、应用解决方案等资源，超算互联网正构建起一体化算力服务平台，为社会提供高效、便捷的算力服务。

今年4月上线以来，超算互联网吸引超过200家应用、数据、模型等服务商入驻，并提供超过3200款商品，覆盖科学计算、工业仿真、模型训练等领域，有助于满足社会对先

## 创新谈

作为连接创新链与产业链的纽带，技术经理人在推动科技成果转化中发挥着重要作用

前不久，两位技术经理人首次入选上海市级领军人才项目，引起社会关注，让人们对这个新职业刮目相看。

技术经理人，是指在科技成果转化、产业化过程中，从事成果挖掘、培育、孵化、熟化、评价、推广、交易，并提供金融、法律、知识产权等相关服务的专业人员。把高校院所的实验室成果变成满足市场需求的产品、转化为现实生产力，涉及与企业对接、商务谈判、成果评估、市场调研、投融资等诸多事务，过程漫长。一般而言，科研人员懂技术但不一定懂市场，企业人员懂市场不一定懂技术，这就离不开既懂技术、又懂市场的技术经理人在两者间牵线搭桥，并提供相应的专业服务。因此，技术经理人又被称为“科技红娘”。

党的二十届三中全会《决定》提出，“加强技术经理人队伍建设”。实践证明，作为连接创新链与产业链的纽带，技术经理人在推动科技成果转化中发挥着重要作用。加强技术经理人队伍建设，有助于促进科技成果资本化产业化，提升国家创新体系整体效能，实现高质量发展。

党的十八大以来，我国加快推进技术经理人队伍建设，取得了积极成效。目前，超过10个省份将技术经理人纳入职称序列，许多省市将技术经理人列入“十四五”紧缺人才开发目录，北京、陕西等地出台了推动技术经理人队伍建设的行动计划，认定工作指引等专项政策。多所高校设立了技术转移硕士学位点或开设技术转移相关硕士培养项目，相关单位开展了不同等级的技术转移人才专业化培训，提升从业人员的专业能力。2022年，“技术经理人”这一新职业正式纳入国家职业分类大典，有了正式的“身份”。

也要看到，当前我国技术经理人队伍建设仍处于发展初期，其规模、质量尚难满足科技成果转化的现实需求。特别是随着科技强国建设步伐加快，越来越多的科技成果需要转化，兼备技术与市场、金融、法律、管理等多领域知识的高水平复合型技术经理人尤其缺乏，加强技术经理人队伍建设势在必行。

加强技术经理人队伍建设，要加快形成标准化、规范化、专业化的培养体系，在提升技术经理人素质上下功夫。为此，相关部门应着力完善技术经理人培训教材，尽快研究并建立细分行业技术经理人能力水平的评价标准，做到学有章可循、评价有据可依。

加强技术经理人队伍建设，还要拓宽技术经理人职业发展路径，充分发挥行业部门与地方政府的引导作用，以保障技术经理人职业发展、职称评定和薪酬激励等基础条件，增强其职业认同感。此外，还应从加强师资队伍培养、强化数智赋能、深化与科技金融有机结合、提高人才队伍国际化水平等方面进一步完善相关政策，为技术经理人学习成长、施展才华营造良好的社会环境。

科技部印发的《“十四五”技术要素市场专项规划》提出，到2025年“技术经理人数量突破3万名”。期待相关部门和地方多出真招、实招，切实加强技术经理人队伍建设，让他们在助推科技成果转化和高质量发展中作出更大贡献。

## 新闻速递

## 面向非洲的放射治疗物理师培训项目启动

本报电 开展核医学与放射治疗基础知识和规范标准等理论教学；进行放射治疗计划设计、质量控制和质量保证等模拟教学和实操培训……日前，由国家原子能机构和国际原子能机构共同主办的“面向非洲的放射治疗物理师培训项目”在成都启动。据介绍，该项目为期3个月，旨在响应国际原子能机构“希望之光”倡议，为非洲培养癌症、肿瘤等疾病放射治疗物理师，帮助各国提高医疗卫生水平、增进人民健康福祉。共有来自15个非洲国家的16名学员参加。（喻思南）

## 优质成熟蜜技术交流与蜂产品品鉴会举办

本报电 近日，中国农业科学院蜜蜂研究所在北京市密云区组织召开优质成熟蜜技术交流与蜂产品品鉴会，200余人参加会议。据介绍，历经4年研究，凝聚行业共识的《成熟蜂蜜》标准正在等待发布实施。会上，《成熟蜂蜜》标准起草人向与会专家详细解读了标准细则以及推行标准后将取得的社会、经济、生态效益。专家学者还围绕成熟蜂蜜及优质蜂产品生产现状、存在问题、未来发展深入交流讨论，助力下一阶段《成熟蜂蜜》标准的推行实施。（蒋建科）

本版责编：喻思南