

颠覆性科学成果缘何“难产”？

■本报记者 赵广立

“为什么近年来世界各国科研人员成倍增长、经费越来越多、科研条件越来越好，却产生不了根本性的科学发现？”

近日，北京通用人工智能研究院院长、北京大学、清华大学讲席教授朱松纯在一次发言中提出上述疑问。在他看来，重大基础性原创性科学成果“难产”的主要原因在于，与过去相比，当前的科研驱动力、科研组织模式、科学问题的复杂性均发生了变化。尤其是在现行科研组织模式下，科学研究在全球范围内成为一种职业，“写本子”“数论文”“比引用量”之风日盛，群体越来越大，而科学研究越来越同质化、“内卷”，产生了显著的负马太效应。

“科学家处于一个玩自拍的年代。”朱松纯说，当前科研领域逐渐出现了“对房间里的大象视而不见，满脚找老鼠抓”的现象，这是导致原创性重大科学发现匮乏的一个重要原因。为此，他表示，国家破“五唯”评价体系改革势在必行。

科研逐渐职业化

朱松纯回溯1900年至2020年的世界科技历史时提到，这120年中，前60年涌现出众多重大基础性、原创性、颠覆性成果，如相对论、量子力学、信息论、DNA双螺旋结构的发现，以及原子弹、计算机等的发明。但在后60年，大量成果呈现出填补性、可预见性、渐进式等特征，缺乏颠覆人类认知的突破。

导致这种变化的原因之一，朱松纯认为是科研组织模式的变化使科学家职业化。

“从前，科研还没有完全职业化，例如发现生物遗传学规律的孟德尔是一名神父，爱因斯坦发现相

对论时还是瑞士专利局的一名技术员，科学家大多凭着兴趣进行探索。”朱松纯说，但在美国引领科研范式转变后，科学研究逐渐职业化。特别是自2005年谷歌指数H-index诞生以来，这种弊端越发显现。

朱松纯说，很多科研人员不再对研究根本性问题、探索新领域感兴趣，而是更关注抢占细分研究领域(圈地)、快速碎片化的知识生产(发表)和占领话语权(抢注)，更加关注影响因子、引用数等简单便捷的指标。

他还指出，科学问题复杂度的变化，也是近年来颠覆性成果匮乏的重要原因之一。

“当前世界面临的诸多战略性、前瞻性科技问题，如核聚变、生物技术、智能科学等，都呈现出‘复杂巨系统’的特性，具有非线性、突变等特征，这使传统‘还原论’科学范式和PI制的科研组织模式难以应对。”朱松纯说，这就像一个需要1000个变量才可以刻画的方程组，人们无法隔离出3个变量用“还原论”模式来求解。

新战略思维、科研范式和组织模式

朱松纯认为，面对当今科学的复杂巨系统特点，需要新的科研战略思维、新的科研范式和组织模式。“这是世界科技发展面临的重大挑战，也是我国科技发展的战略机遇”。

以有组织科研为引领，朱松纯从战略思路、科研范式、组织模式等3方面提出了改变这一现状的建议。

首先，站在新的历史转折点，必须有新的战略思路。“如果继续沿用



受访者供图

过去‘跟跑—并跑—领跑’的路线，就形成了一种‘打篮球’的科研模式。”朱松纯解释说，篮球代表科技热点，而控球方始终是科技强国，“我们的队伍一直追着篮球满场跑”。

朱松纯认为，在这种模式下，我们不但会在追逐热点的过程中失去战略定力，而且频繁更换方向与技术还会使队伍跑散。更重要的是，“控球方”已经完成了软硬件生态的布局，形成了新兴产业“卡脖子”态势。因此，他建议，在下一历史阶段，需要放弃“打篮球”的战术，实施更有全局视野的“下围棋”战略。

“不谋全局者，不足谋一域。在角逐科技制高点的进程中，我们要敢于采取‘你打你的，我打我的’战略思想。”朱松纯说，我们要从忙于“补短板”的防御战略，转为同时切实注重“构筑长板”的进攻战略。

其次，他谈到，要坚持自由式探索与有组织科研相结合，孕育新的科研组织范式和评价机制。

“‘自由式探索’和‘有组织科研’并不对立，而是局部和整体的关系。”朱松纯建议，要从国家安全和战略的角度，既要关注“地平线上的黑点”，鼓励“从0到1”的原

始创新；又要以国家战略需求为导向，从更高的视角谋划全局，协调好计划性和探索性科研任务的合理布局，整合优势资源，形成高效的组织体系和架构，避免各自为政、盲目“内卷”、无序发展。

他认为，新时期有组织科研不应该局限于类似“两弹一星”的大科学工程，而是要面对复杂巨系统的科学问题，开展原创性、引领性的科技创新。比如对于不确定性大、基础性强的研究，要建立起鼓励冒险、允许失败的自由式探索机制。

朱松纯将自由式探索的产出比作“珍珠”和“宝石”，那么有组织科研就是把“珍珠”穿成“项链”，把“宝石”镶嵌到科学的“王冠”上。

最后，朱松纯建议，要以有组织的科研模式打通“产学研”创新链条。

“‘产学研’是创新链上的3个不同阶段，要打通这个链条极其困难，因为这些阶段有着迥异的科研文化与群体。”朱松纯说，一般来说，大学研究瞄准的是5年至10年之后的目标，产业界的应用型研发瞄准的是1年到2年之内的产品；而科研院所的使命是连接这两端，集中力量进行科研攻关。

他观察到，近年来我国开始布局一批国家实验室、重组全国重点实验室，有远见卓识的地方政府开始建立新型研发机构，布局“链接器”这一角色。

“我们需要利用新型举国体制的优势，纵向贯通产学研、横向实现大交叉，在共同目标下，形成‘纵横交织’的创新联合体。”朱松纯表示，科学家要坚决摒弃“有人才，无队伍”“各自为政”的科研现状，积极主动投入到有组织的科研队伍中，以极大的热情和坚定的决心参与这场开创性的科技革命。

发现·进展

中科院植物研究所

古莲莲房抗氧化能力最强



梁山古莲。中科院植物研究所供图

本报讯(记者田瑞颖)中科院植物研究所研究员王亮生团队研究发现，古莲莲房的抗氧化能力显著高于其他部位，这与其含有的酚类物质种类和含量密切相关。该研究成果近日发表于《食品化学》。

莲，又称荷花，是重要的水生观赏植物，在我国有3000多年的栽培历史。中科院植物研究所作为最早进行古莲收集与保育的科研单位之一，在上世纪50年代，成功“复活”近千年的普兰店古莲子。至今，该所已保育了多个古莲品种。

研究团队以保育的古莲资源为研究对象，运用3种评估方法对不同古莲品种的不同部位进行了体外抗氧化活性评价。研究结果表明，古莲的莲房具有显著高于其他部位

的抗氧化能力，这与其含有的酚类物质种类和含量显著相关。

他们通过UPLC-TQ-MS分析，检测到古莲莲房中含有丰富的原花青素和黄酮醇。经过鉴定的51种酚类化合物中，有27种首次从莲房中检出，包括20种原花青素三聚体、5种原花青素二聚体和2种原花青素四聚体。

相关性分析表明，莲房的抗氧化活性与原花青素的含量密切相关，且原花青素三聚体的含量与其相关性最强。在所评价的古莲品种中，普兰店古莲的莲房抗氧化能力最强，酚类物质含量最丰富，是一种理想的抗氧化剂来源。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135756>

中国科学技术大学

可燃冰绿色可持续利用研究获进展

本报讯(记者王敏)中国科学技术大学教授熊宇杰、龙再研究团队开发了一种绿色高效的光催化甲烷氯化技术，在仅利用光照、甲烷和海水条件下进行卤代甲烷合成，进而以串联反应实现了甲醇和药物中间体的高效合成。相关研究成果日前发表于《自然-通讯》。

可燃冰是一种重要的储备能源，试采可燃冰的产品中99.5%是甲烷。据推断，在我国南海可燃冰的储量至少达800亿吨石油当量。目前可燃冰开采技术中的减压开采法，在可燃冰减压过程中会导致可燃冰气化，对甲烷气体的储存和运输是一大考验。如能利用海上条件，将甲烷转化为高附加值的液态产品，将为可燃冰利用提供技术参考。

卤代甲烷作为一种多功能的平台分子，广泛应用于甲醇、乙酸、丙烯等高附加值化学品和燃料的生产。然而，目前卤代甲烷的

合成通常涉及氯气、溴化氢等腐蚀性原料和苛刻的反应条件，不仅需要复杂的工艺和巨大的能量消耗，而且对环境具有潜在威胁。

该研究团队设计了一种铜掺杂的二氧化钛催化材料，以绿色且易得的碱金属卤化物为卤素源，在光照下实现了卤代甲烷的高效合成，生成速率达1毫摩尔每克每小时。该方法可以利用海上的光照和海水条件，将甲烷高效地转化为氯代甲烷，证实了光催化甲烷氯化技术在可燃冰利用方面的可行性。

在此基础上，研究团队设计了一种串联反应装置，实现了以甲烷为原料的甲醇和药物中间体合成。该工作为甲烷的高附加值转化和可燃冰的开采利用提供了全新视角。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-023-36977-0>

中科院国家天文台等

发现包含极低质量白矮星前身星的双星系统

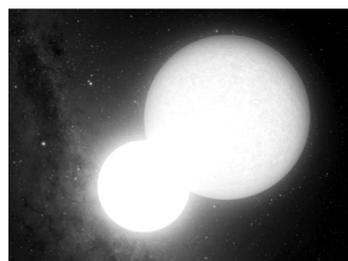
本报讯(记者沈春蕾)中科院国家天文台和云南天文台的研究人员发现了一个包含极低质量白矮星前身星的双星系统，其伴星是一颗不可见的致密天体。相关研究成果日前发表于《天文学杂志》。

该研究证实了LAMOST(郭守敬望远镜)搜寻和研究这类特殊天体的能力，是研究人员利用LAMOST大规模巡天光谱数据优势，在搜寻致密天体方面取得的又一重要进展。

据了解，含有致密伴星的短轨道周期极低质量白矮星双星系统是一类重要的连续引力波源，它们是当前以及未来引力波研究的重要目标源之一。

论文第一作者、中科院国家天文台高级工程师袁海龙介绍：“我们发现的这个双星系统的轨道周期为0.219658天，可见恒星表现出F型主序星的光谱特征。光变曲线特征表明，这颗可见恒星发生了显著的潮汐形变，被拉伸出水滴状。”

据估计，该双星系统中可见星的质量约为0.09倍太阳质量。由于该星质量小、温度高，且光谱没有明显的发射线特征，研究团队认为这颗可见恒星应该是一颗已经停止



极低质量白矮星示意图。图片来源: Caltech/IPAC

物质传输的极低质量白矮星前身星。现有的极低质量白矮星理论模型和观测统计都表明，极低质量白矮星可能存在一个大约0.14-0.16倍太阳质量的质量下限。“我们的发现对极低质量白矮星的形成模型提出了挑战，对完善极低质量白矮星的形成机制具有重要科学意义。”袁海龙说。

相关论文信息：<https://doi.org/10.3847/1538-3881/acaf07>

广东省科学院动物研究所

马来穿山甲携带多重耐药性大肠杆菌

本报讯(记者朱汉斌)广东省科学院动物研究所王承民团队研究发现马来穿山甲携带多重耐药性大肠杆菌。相关研究近日发表于《整合生物学》。

野生动物因携带潜在的人兽共患病病原，并可能导致病原体经食物链传递给人类，已成为当前研究的热点。马来穿山甲已被世界自然保护联盟濒危物种红色名录列为极危物种。每年大量非法的马来穿山甲贸易存在潜在传播病原体的巨大风险。

王承民团队从2019年收集的马来穿山甲粪便中首次分离到耐药性大肠杆菌菌株，

该菌株对12种抗生素耐药。经BGWAS分析发现，该分离株携带的4种质粒中有3种携带大量的耐药基因(ARG)。此外，在不同个体样品中分离到的其他耐药菌中，他们也检测到了与前述某一种质粒携带完全相同耐药基因的3种质粒。

该研究结果揭示了耐药质粒可能会在马来穿山甲的肠道菌群中扩散，进而引起耐药基因在环境中扩散，给公共卫生安全带来潜在风险。

相关论文信息：<http://doi.org/10.1111/1749-4877.12637>

中国企业刷新最长陆上风电叶片纪录

近日，三一重能长达104米的陆上风电叶片在湖南韶山下线，三一重能自主研发的智能制造“数字元平台”同期发布。据介绍，前者刷新了全球最长陆上风电叶片纪录，标志着中国陆上风电叶片正式进入“100米+”时代，而后者则是行业首创的、改变叶片传统生产方式的数字化软件平台。

“数字元平台”通过数字孪生技术实现虚拟工厂与现实工厂的数智物联，可实现对“人-机-料-法-环-质”全生产要素的智能监管，并对影响产品质量的所有工艺环节实行全流程管控，改变了传统风电叶片生产方式，能大幅提升风电叶片产品质量和生产效率。图为104米陆上风电叶片。

本报记者王昊昊报道 三一重能供图



新技术识别微生物群落更精准

■本报记者 刁雯蕙

微生物群落存在于土壤、水体、大气、动植物体内等多种生态系统中，在生态系统的稳定性和功能维持方面起着至关重要的作用，比如有助于维持土壤肥力和水体中营养物质的循环等。

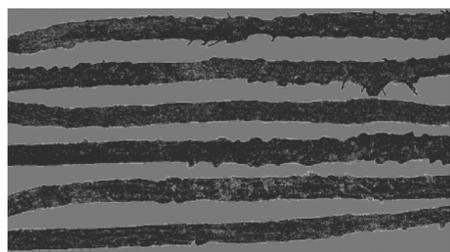
微生物群落的重要性目前已得到广泛认可，但科学家们对于微生物群落中微生物物种之间的相互关系、数量比例以及空间分布等情况的认识比较匮乏。

近日，一项发表于《自然-通讯》的研究中，中科院深圳先进技术研究院合成生物学研究所戴磊课题组成功开发出可容错编码的序贯荧光原位杂交(SEER-FISH)技术，可识别复杂群落中不同微生物物种，在单细胞尺度上原位解析微生物物种之间以及微生物-宿主之间的相互作用，进而研究其生态规律和生理功能，是研究微生物群落生态和功能的重要工具。

研究团队在微米尺度上绘制了拟南芥根系定植的多细菌物种的生物地理分布，观测到不同微生物物种在根系上的空间异质性定植，以及在受到宿主代谢物扰动后微生物空间分布变化和物种空间关联改变。

突破传统微生物群落成像限制

据介绍，植物根部有密密麻麻



SEER-FISH拍摄的植物根际微生物组。研究团队供图

的微生物群落，这些微生物和植物的生长息息相关，形成了一个复杂的生态系统。

尽管目前荧光原位杂交技术可被用于微生物可视化，但传统成像方法受荧光光谱重叠的限制，能同时表征的物种丰富度非常有限。因此，科研团队需要发展新的微生物成像技术，以更好表征和解析微生物群落的空间结构。

戴磊团队开发的新微生物成像技术——SEER-FISH，有望打破传统荧光成像技术的限制。该技术使用多轮的rRNA探针杂交解离，可实现对数千种微生物的同时成像和区分。

SEER-FISH技术拓展了荧光分子的种类与杂交成像轮数之间的指数组合，从而实现对微生物群全部物种同时成像。在实验验证中，多轮成像的rRNA探针杂交解离可至

26轮后仍有明亮的荧光信号，允许对数千种不同的微生物进行成像和区分。

此外，在体外合成微生物群落中，研究团队使用可纠错的编码方案验证了该成像方法对群落组成识别的准确性和可重复性。研究人员表示，该技术有望为微生物群落的空间结构表征和解析提供更加精确和全面的方法，为生态学、环境保护和农业生产等领域提供更多科学依据。

完成微生物群落精准成像

与真核生物不同，微生物鉴定是通过核糖体rRNA标记实现的。由于亲缘关系相近的微生物物种核糖体序列相似度较高，因此针对每种不同微生物设计出高度特异性探针的难度随之加大。非特异性杂交

会出现物种难以鉴定和假阳性问题，当同时标记的微生物种类大幅增加时，非特异性杂交的影响会导致对微生物的很多误判。

为了解决相关问题，研究团队在过去3年间，对微生物群落的标记方式和编码方法进行了优化，以提高物种准确识别率，并对微生物群落进行准确成像，从而更好了解微生物群落组装、微生物间和微生物-宿主相互作用及功能。

此外，SEER-FISH成像技术与其他空间解析技术的结合，将进一步拓展空间微生物组学研究。例如与扩展显微镜相结合，可分析单个细菌细胞的空间转录组；与质谱成像或多重蛋白质组学协同，可在分子水平上揭示复杂微生物群落空间上的功能及其与宿主的相互作用。

该成像技术还可广泛应用于表征复杂微生物群落中的物种空间异质性，实现单细胞分辨率下各微生物物种在微米尺度上的空间分析，为空间微生物组学的结构表征提供有力工具，对微生物群落的研究具有重要意义。

“未来，我们希望进一步将成像标记的分子扩展到mRNA，从而真正将微生物群落的结构-功能联系在一起。”戴磊说。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-023-37188-3>