中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

总第 9126 期　2026 年 11 月 27 日　星期五　今日 4 版

中国科学院主管　中国科学报社出版

国内统一连续出版物号 CN 11－0084　代号 1－82

主办：中国科学院　中国工程院　国家自然科学基金委员会　中国科学技术协会

听《中国科学报》　《中国科学报》官微　科学网 App　科学网官微

新浪微博 http://weibo.com/kexuebao　　科学网 www.sciencenet.cn

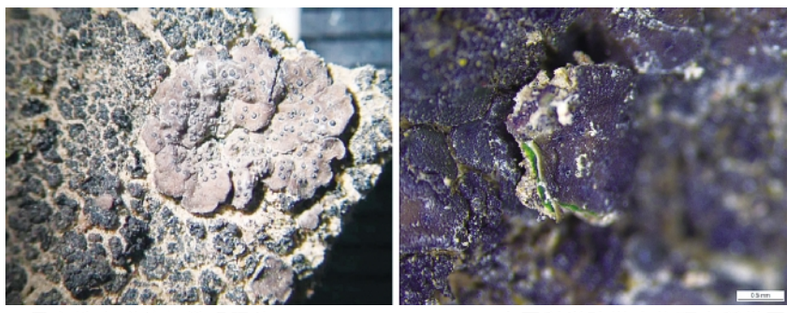
他们把地衣抗旱基因从荒漠搬进麦田

■本报记者 李媛

2017 年，在一个学术会议间隙，中国工程院院士、西北农林科技大学教授康振生与中国科学院院士、中国科学院微生物研究所研究员魏江春聊起了干旱，谈到那些在戈壁、沙漠里顽强活着的地衣。“地衣真菌身上的抗旱基因，能不能挪到小麦身上？”康振生想。

会议一结束，康振生就给团队成员、当时还是西北农林科技大学青年教师的毛虎德打了通电话。“我们聊了近一个小时，反复推演实验思路、掂量项目难度。康老师说，这个研究值得做，让我放手大胆干，他负责做好保障。”毛虎德回忆。

近 10 年后，康振生团队联合魏江春团队从荒漠地衣石果衣真菌基因组中找到关键抗逆基因 EpTFIIA γ。它能精准协调植物逆境生存与生长发育的动态平衡，显著提高小麦、水稻、玉米的抗旱能力；干旱条件下，单株产量提高 19.7%至 42.4%，水分充足时，部分作物也能增产。相关成果 11 月 26 日发表于《自然》。



石果衣地表群落与微观照片。　中国科学院微生物研究所供图

“艰难”的开始

在茫茫戈壁滩和沙漠表面，常能看到一些黑褐色片状体——荒漠地衣石果衣。它具有耐旱、耐贫瘠、耐低温等极强的抗逆特性，蕴含独特的抗逆基因资源。

魏江春团队长期围绕荒漠地衣真菌开展研究，通过基因组测序和转录组分析，筛选出大量抗逆相关基因。而康振生团队长期深耕小麦重大病害发生规律与防控研究，在旱区作物抗逆基因发掘方面也有着深厚的积淀。当时，将荒漠地衣真菌基因跨界用于改良主粮作物抗旱性尚无成熟路径可循，于是双方一拍即合，决定展开探索。

“以往我们的研究大多围绕作物基因展开，这次尝试利用地衣真菌基因改良粮食作物，很多环节都要从头摸索。”毛虎德说，仅前期实验准备就花了两年。

为了找到真正管用的基因，团队从大量候选基因中层层筛选，留下约 20 个，再逐一导入小麦，观察抗旱效果。

常规基因功能验证多采用模式植物，遗传转化体系相对成熟，但在小麦不同品种中，转化却遇到了诸多困难。盆栽繁种同样磨人，几百盆植株要根据光照和天气变化挪位置，出太阳得一盆盆搬出去晒，遇上下雨降温又要赶紧搬回屋内。如此反复，只为把繁育推进得快一些。

每年 3 月到 6 月是小麦表型数据采集的关键期，团队成员隔一天就得下田，无论烈日暴晒还是刮风下雨，都要按期观测。团队成员、西北农林科技大学博士后杜琳颖记得，在新疆昌吉、阿克苏开展玉米田间试验时，她带着师弟收玉米、测数据，午饭时蹲在地头扒几口，放下碗就接着干活。

新冠疫情期间，学校东南窑温室实验基地里有几百盆正处于繁种关键期的小麦、玉米苗。“一旦没人管，这些苗子就死了，试验也就断了。”毛虎德心急如焚，向学校申请通行证，每隔一天步行去温室浇水、打药，连续跑了 3 个月才保住了这批试验材料。

让抗旱与高产兼得

作物育种领域有一个长期难以解决的问题——抗旱性上去了，产量往往就掉下来；高产品种又往往对干旱较为敏感。这也成为旱区作物遗传改良亟待突破的卡点。

随着团队在温室、旱棚、大田的试验数据一点点积累起来，多年多点试验终于迎来了收获的时刻。试验显示，转入 EpTFIIA γ 基因后，干旱条件下小麦、水稻、玉米的抗旱性和产量都有明显提升；水分充足时，部分材料同样能够增产。此外，导入该基因的作物还表现出耐热、抗倒伏、抗病等多重抗逆特性。“多年坚守终于有了结果。最重要的是，康老师在不同阶段的支持和鼓励，让大家坚持到了最后。”毛虎德说。

生理层面的实验进一步证实，遭遇干旱时，EpTFIIA γ 能帮助作物改善水分利用效率、延缓植株衰老、显著增强耐旱能力；水分供给充足时，则能够提升作物光合碳同化效率，优化“源－库”关系，充分保障作物的产量潜力，从而巧妙化解抗旱与产量此消彼长的矛盾。

团队还进一步解析了其中的分子机制：EpTFIIA γ 蛋白 N 端一段特殊的内在无序区是发挥功能的关键。借助这一区域，该蛋白通过 DNA 结合进行初步定位，再经内源转录因子靶向识别和多价互作增效，形成多层级调控，嵌入植物自身的转录调控网络，协同调控逆境响应、生长发育和产量，最终实现抗旱与产量同步提升。这一发现拓展了人们对转录因子识别靶基因方式的认识，为转录调控“涌现特异性”理论提供了实验佐证。

2025 年 11 月 25 日，团队正式向《自然》投稿；2026 年 1 月 5 日收到审稿修改意见，要求深入阐明 EpTFIIA γ 在农作物中发挥优良效应的具体机制，并补充验证该基因在病害、高温、盐碱、低温等其他逆境胁迫下的功能。留给补充实验的时间只有半年，毛虎德带着 10 名学生在春节时留守校园赶工，如期完成了审稿人要求的全部补充实验。

审稿人评价，该研究拓宽了优异基因的挖掘范围，适用于多种作物品种，通用性强、应用场景广，为选育高产、抗逆、广适的作物新品种提供了新的基因资源与育种思路，有助于应对干旱给农业生产带来的风险。

到大自然里找答案

如今已是西北农林科技大学研究员的毛虎德告诉《中国科学报》，这项研究的重要意义不仅在于发掘了一个关键基因，还在于研究思路上的拓展。“传统作物抗旱育种和品种改良多依托作物自身及其近缘种的遗传资源，在面临极端干旱等复杂逆境时容易遇到基因资源瓶颈。而荒漠地衣等极端环境生物在漫长演化中形成了独特的耐逆机制，跨物种挖掘抗逆基因用于农作物改良，为突破这一瓶颈开辟了新的路径。”

谈及成果的应用前景，毛虎德表示，目前主要完成了温室、旱棚及大田小区等不同条件下的试验验证，要真正走向大面积农业生产应用，仍需在更多作物和主栽品种以及更广的生态区域中进一步检验稳定性与综合农艺性状，并严格依照国家生物育种安全评价与品种审定等相关规定稳步推进。

相关论文信息：*https://doi.org/10.1038/s41586-026-11151-w*

2026 自然指数全球科研城市榜出炉

中国城市首次包揽前三

本报讯（记者冯丽妃）11 月 26 日在线发布的《自然》增刊《2026 自然指数－科研城市》显示，北京在 2025 年蝉联全球科研城市榜首，且 2016 年至 2025 年 10 年间一直居于首位。同时，中国城市的整体排名较上一年继续攀升，并首次包揽全球前三。

2025 年全球十大科研城市依次为北京、上海、南京、纽约都市圈、广州、波士顿都市圈、旧金山湾区、武汉、杭州和巴尔的摩－华盛顿。北京和上海稳居前两位，其他前十中国城市的排名较上一年几乎全线上升——南京从第 5 位跃升至第 3 位，超过了纽约都市圈和波士顿都市圈；广州从第 6 位升至第 5 位；杭州则从第 10 位升至第 9 位。

本期增刊聚焦全球主要城市及都市圈在自然指数追踪的 145 种自然科学和健康科学期刊上的科研产出情况。2026 年 6 月，自然指数进一步扩展，又纳入了应用科学和社会科学领域的期刊。

增刊显示，中国城市在自然科学领域的领先优势进一步扩大。自然科学涵盖物理科学、化学、生物科学，以及地球与环境科学。2025 年全球自然科学十强城市中，中国城市占据七席：北京（第 1 位）、上海（第 2 位）、南京（第 3 位）、广州（第 5 位）、武汉（第 6 位）、杭州（第 8 位）与合肥（第 10 位）。其余三席分别为纽约都市圈（第 4 位）、波士顿都市圈（第 7 位）和旧金山湾区（第 9 位）。分学科看，北京在化学、物理科学和地球与环境科学领域均居首位，纽约都市圈则领跑生物科学领域。

在 2016 年至 2025 年 10 年间，北京的自然科学产出也一直位居榜首，并且按调整后份额衡量，是该领域在此期间科研产出增长最快的城市，上海和广州紧随其后。过去 10 年间，多座中国城市的排名显著提升，而巴尔的摩－华盛顿、东京、巴黎、洛杉矶和芝加哥自 2016 年以来均跌出前十。在 2022 年纳入自然指数的健康科学领域，美国城市占优势地位，在全球十强中占据五席，波士顿都市圈与纽约都市圈居于最前列。北京位列第五，是该领域排名最高的中国城市。

新研究揭示大气有机氮是全球海洋重要营养源

本报讯（记者朱汉斌）香港科技大学讲座教授郁建珍、南方科技大学教授傅宗玫领导的研究团队揭示了大气有机氮是全球海洋重要营养源。他们发现每年通过大气沉降进入全球海洋的有机氮约为 1280 万吨，占大气向全球海洋总氮沉降的 27%。在大西洋中部、印尼海等因氮供应不足而限制浮游植物生长的“氮受限”海域，有机氮约占大气总氮沉降量的 50%。相关成果近日发表于《科学》。

大气氮沉降进入海洋，可为海洋生物提供重要养分。然而，大气有机氮化学组成复杂且难以测量，沉降通量中的有机氮组分尚不明确。为破解这一难题，团队结合创新的大气有机氮测量方法、大规模远洋与极地海洋观测数据以及全球大气化学模型，实现了对有机氮沉降的量化。研究显示，大气有机氮并非海洋生态系统中的次要角色，而是全球海洋不可忽视的重要营养来源。

论文共同通讯作者郁建珍表示，传统方法以总氮减去无机氮来测算有机氮，易产生偏差且费时费力，导致全球数据集存在显著缺口。团队此前开发出一种高灵敏度分析方法，可同时准确测量气溶胶中的有机氮和无机氮。他们将该方法应用于 21 次科考航次采集的 418 个海洋大气气溶胶样本。样本覆盖热带至极地多个海域，构建了迄今最全面的有机氮数据库。结果显示，气溶胶有机氮浓度跨度超过 3 个数量级：南冰洋偏远海域低于 0.01 微克氮／立方米，太平洋西部边缘的黄海海域可达 10 微克氮／立方米以上；有机氮平均占气溶胶总氮的 30%。

研究团队利用这些测量数据更新并完善了前期构建的全球大气化学有机氮模型，量化出大气向全球海洋的有机氮沉降量为每年 1280 万吨，占大气向全球海洋总氮沉降的 27%。此外，大气向全球海洋的有机氮沉降的三大主要来源分别是生物质燃烧（每年 480 万吨）、海洋气溶胶排放（每年 390 万吨）以及大气中经化学反应生成的亚胺类化合物（每年 220 万吨）。非海洋来源，包括山火和人为活动，每年为 890 万吨，占海洋表面总有机氮沉降量的 70%。

论文共同通讯作者傅宗玫表示，该研究揭示了大气有机氮在海洋营养供应中扮演关键角色，为了解全球氮循环及其对海洋生态系统和气候的影响提供了新的科学依据。

相关论文信息：*https://doi.org/10.1126/science.aeg4265*

第二十八届高交会开幕

11 月 26 日，第二十八届中国国际高新技术成果交易会（以下简称高交会）在深圳拉开帷幕。本届展会以“创新引领变革·合作链接全球”为主题，综合总面积 40 万平方米，全球 120 余个国家和地区的 5000 余个科创主体齐聚一堂。

本届高交会旨在打破产业边界，重点呈现技术交叉催生的新业态、新场景，以前沿技术迭代带来全新应用场景，以多赛道融合聚合产业动能，以高密度对接畅通成果转化链路，为粤港澳大湾区培育新质生产力、推动科创产业高质量发展注入强劲动能。

图为深圳理工大学的工作人员展示促神经再生脑损伤治疗仪。

中新社记者陈楚红／摄
图片来源：视觉中国



欧洲押注下一代天文望远镜

寰球眼

本报讯 在智利阿塔卡马沙漠的一座山顶上，一座闪闪发光的 80 米高铝制穹顶，把一台将于 2030 年启用的世界最大光学望远镜罩了起来。技术人员正加紧将数百块六边形镜片拼接成一个 39 米口径的镜面。尽管这台极大望远镜（ELT）尚未完工，其建设者欧洲南方天文台（ESO）近日就已开始为下一代仪器征集方案了。

据《科学》报道，这些提案可能包括一台能够同时分辨数万个光源的大型望远镜；由 100 台望远镜组成的阵列，用于研究快速变化的天体；一个将相距甚远的望远镜发出的光进行组合，以获得超高分辨率的项目，它足以看清遥远系外行星上的大陆和海洋。ESO 理事会最终将从中选出一项方案。

ESO 由 16 个成员国组成，年度预算为 2.85 亿欧元。自 20 世纪 60 年代以来，它一直在智利建造光学望远镜。已运行 25 年的甚大望远镜（VLT）由 4 台 8.2 米口径的望远镜组成，在科学产出方面仅次于哈勃空间望远镜。接下来就是耗资 15 亿欧元的 ELT。

2025 年，ESO 要求天文学家提出 21 世纪 40 年代需要解答的科学问题。ESO 科学主任 Jarle Brinchmann 说，在提交的 204 份白皮书中，超过一半要求配备特定仪器。

广视场光谱望远镜（WST）是目前领先的一项提案。这台 12 米口径反射望远镜旨在同时解析数万个天体的光谱。WST 还将配备能够测定星系化学成分分布并追踪气体如何围绕超大质量黑洞旋转的仪器。

另一项提案则计划利用光谱学研究快速变化的天体。薇拉·C·鲁宾天文台和南希·格雷斯·罗曼空间望远镜等巡天设施会反复扫描同一片天区，每晚探测数百万个亮度变化的天体。这些瞬变天体可能是爆发的恒星、并合的中子星或是撕裂恒星的黑洞，但天文学家目前缺少能研究这些事件的仪器和望远镜。

英国杜伦大学的 Simone Scaringi 和同事提出建造“时域望远镜”，即由 100 台 2 米口径的光谱望远镜组成的阵列。这些望远镜可以独立转动，既能同时从 100 个不同天体获取光谱，也能聚焦于单个微弱天体。

其他提案则聚焦毫米波天文学。ESO 通过与智利阿塔卡马大型毫米／亚毫米波阵列（ALMA）合作而进入该领域。但许多天文学家认为，已运行 15 年的 ALMA 需要升级。ALMA 2040 提案拟为 ALMA 增加数百面新天线，这将使该阵列能够研究靠近恒星盘中心的行星形成过程。阿塔卡马大孔径毫米波望远镜（AtLAST）提案则计划建造 50 米口径碟形天线，以进行亚毫米波观测，追踪为星系提供能量的冷气体流、连接星系形成宇宙网的大型气体纤维状结构，以及被尘埃遮蔽的星系。　**（李木子）**



ELT 是一座位于智利的 39 米口径天文台，预计将于 2030 年启用。
图片来源：ESO

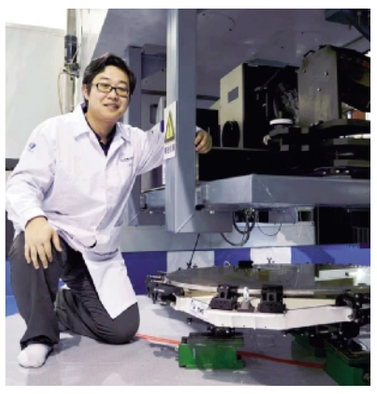
仰望星空，脚踏实地

—— 一名“90 后”研究员的追光路

■本报记者 沈春蕾

从合肥到长春，从中国科学技术大学（以下简称中国科大）到中国科学院长春光学精密机械与物理研究所（以下简称长春光机所），从儿时梦想成为科学家到获共青团中央、全国青联颁授的 2026 年度新时代青年先锋奖……

胡海翔作为“90 后”研究员、长春光机所极端制造研究室主任，一直瞄准国家在高端光学系统方面的重大急需和紧迫任务，围绕大口径和超精密两个制高点开展攻关，产出了一批创新成果，为解“燃眉之急”、除“心腹之患”贡献力量。



胡海翔在实验室。　**长春光机所供图**

距离梦想最近的研究方向

胡海翔出生于安徽淮南，从小就对星空充满好奇，小学时参加航模赛的经历使他更加渴望探索星空的奥秘。

高考前，胡海翔被保送到位于安徽合肥的中国科大读本科。大四那年，他前往长春光机所开展本科毕业设计，师从中国工程院院士张学军，开展大口径平面镜 R－C 检测技术研究。

“2012 年，我参与了中美合作的 30 米望远镜（TMT）三镜平面镜的瑞奇－康芒检测技术研究，要用小口径干涉仪检测 3.5 米尺寸的大口径平面镜。”胡海翔告诉《中国科学报》，“那是我第一次真正接触‘超大口径光学元件’这一概念，也是第一次感受到当时我国在先进光学制造领域与世界水平的差距。”

那种“人有我无”的现场受挫感，使胡海翔决定留在长春光机所研究先进光学制造技术。

从江淮到东北，这条科研之路看似遥远，但用胡海翔的话来说：“这更像科研血脉的自然延续，中国科大和长春光机所同属中国科学院。”

中国科大的校训是“红专并进，理实交融”，这八个字对胡海翔的影响很深。“校训要求我们打好坚实的理论基础，更要投身于解决国家实际需求的工程实践。”胡海翔说。

为了更好地仰望星空，胡海翔选择脚踏实地研究先进光学制造技术。这也是距离儿时观测宇宙这个梦想最近的研究方向。

近年来，我国先进光学制造技术飞速进步，尤其是在超大口径非球面加工方面，已跻身国际先进行列。胡海翔说：“与国际顶尖水平相比，我们在基础工艺数据库的积累、超精密制造装备的产业化配套，以及部分技术指标的一致性和长期稳定性上仍需持续追赶。”

助力大国重器打磨“精密之瞳”

“先进光学制造就像给大国重器打磨眼角膜，缺少精密的光学制造技术，天文学家就无法看清宇宙。”在长春光机所从读博到工作，胡海翔把对天文的兴趣转化成了对打磨“精密之瞳”的执着。　**（下转第 2 版）**

科苑星光　青春之歌