



“于蘑菇”从泥土中“拱”出真问题

■本报记者 高雅丽

在贵州水城的群山与田垄之间，村民们总念叨着一个质朴又亲切的名字——“于蘑菇”。这不是哪位老者的绰号，而是曾在这里开展食用菌产业技术帮扶的中国科学院昆明植物研究所正高级工程师、中国西南野生生物种质资源库副主任于富强。

村民们经常在食用菌大棚里见到于富强。他总是蹲在菌棚里，脚上一双沾满泥点的“洞洞鞋”格外醒目。这双鞋陪他走遍了水城大大小小的乡镇，也让村民真切看到，科学家也是踩泥下地、卷袖刨土的。深耕西南高原山区二十余载，于富强与真菌为伴，在种质资源保护与产业富民之间架起桥梁，把论文写进泥土中，把科研做进农户的大棚里。

近年来，他研发的种质和技术覆盖我国西南 27 个县区，推广辐射至全国 14 个省份，带动企业和农户收入逾 10 亿元，帮助 1.2 万余农户致富增收，带动就业超 6.3 万人，让“小蘑菇”长成了“大产业”。近期，于富强获得了“中国科学院先进个人”称号。

一双“洞洞鞋” 踩出科技帮扶的致富路

2019 年夏天，贵州水城的一处食用菌基地里，一位穿着“洞洞鞋”、浅色 T 恤的中年人，正弯腰蹲在潮湿的田垄间。他双手熟练地扒开表层土壤，抓起一把混合着秸秆和菌丝的基质，凑近鼻子闻了闻，又轻轻捻开，仔细观察着菌丝的生长状况。身旁围着的农户们屏息凝神，等待他的“诊断”。

“这人是谁？县里的技术员？还是哪个合作社的？”有农户小声问。

“听说姓于，是中国科学院来的，专门教我们种蘑菇的。”

“中国科学院的？不像啊……”

这样的对话，在于富强初到水城开展科技帮扶时，时常发生。不知从何时起，“于蘑菇”这个绰号在水城的田间地头传开了。他第一次从帮扶队长夏勇口中听到这个称呼时，先是愣了一下，随即笑了。



于富强(中)在贵州水城为农户作现场讲解。受访者供图

“我挺喜欢这个名字。”于富强说。就像他的微信名叫“猪拱君”，取自西南地区对块菌(松露)的俗称“猪拱菌”，他认为这些接地气的称呼“简洁、直白、易上口”，很合他的性格。

“我出生在沂蒙山区的农村，当老百姓用朴实的方式称呼我时，我能真实感受到他们对科技工作者的信任、对致富的渴望、对美好生活的向往。”于富强表示。

于富强记得第一次来到水城时，正值脱贫攻坚的关键时期，当地政府经过考察论证，决定发展劳动密集、周期短、见效快的食用菌产业。

“从零起步，十分不容易。任务下来，心里有些惶恐。”于富强坦言。当时水城既无相关设施设备，也无生产技术和人才队伍，甚至连合适的种植场地都需要重新规划。

“别人把你当成科学家，觉得你是研究蘑菇的，这个领域所有问题你都应该能解决。”为了不让农户失望，于富强和团队不懂工厂设计，就请教国内同行；品种覆盖不全，就联合所内外同行和专家找资源。

3 年间，于富强往返昆明与水城数十趟，硬是帮着水城从零起步，建成了食用菌研究所、日产 50 万袋的菌种厂和冷链物流集散中心。

产业建起来了，但如何让技术真正被农户接受，是更大的挑战。于富强深知，坐在教室里讲理论收效甚微。“后来我们总结，在栽培和管理季节要多跑基地，现场讲，农户一下子就明白了。”

真诚的付出换来了深厚的信任。“水城很多农户都加了我的微信。”于富强笑着说。

俯下身，沉下心，“拱”出真问题

从泥土中“拱”出真问题，这是于富强 20 余年扎根田间最深刻的体会。正如他的微信名叫“猪拱君”，许多科研发现就像深埋地下的块菌，必须俯下身、沉下心，才能一点点“拱”出来。

正是这份“拱土”般的坚持，让他在走进大棚、蹲在田间时，捕捉到了实验室里难以触及的真问题。

2021 年，团队在海拔 1300 米以下

的地区示范推广大球盖菇，冬季出菇，产量稳定。但有合作企业在云南昭通、四川马尔康等海拔 2300 米甚至更高的地方试种后，有了意外收获。夏季出菇不仅填补了市场空缺，售价高出平常 3 倍以上，而且菇体矮胖结实，高等级菇比例大幅提升，整体收益激增。

“这给我们提出了一些未曾深入思考过的问题。”于富强解释道。大球盖菇这种外形的变化，是低温还是昼夜温差的影响更大？低温下菌丝如何生长和积累养分？这如何影响子实体的发育和积累周期？一系列基础但重要的科学问题，从产业一线反馈回来，为后续的技术创新和理论研究打开了新的窗口。

科学与实践在于富强这里形成了良性闭环：产业需求催生科学问题，科研突破再反哺技术升级。

他研发构建的“农-林-牧循环”真菌菌种体系，通过珍稀食用菌生态栽培重塑土壤和作物微生物组，大幅提升作物产量和品质，使全部初级农产品平均增值 3.5 倍以上，最高可增值 7.4 倍，同时综合消减抗生素与抗性基因等新型生物污染物 80% 以上，为农牧业有机质高效利用和生物污染防治提供了新路径。

回望起点，2002 年硕士刚毕业的于富强，第一次参加科技帮扶项目。他跟随老师在云南澜沧县谦迈乡开展中药材种植、咖啡加工、特色菌类培育等工作。那是他第一次走出实验室，直面企业和农户对技术的渴望。

“当发现所学的知识用不上，或者并不能真正帮到别人时，是很尴尬的，对方也会失望。”于富强回忆道。正是这种“尴尬”和“失望”，触动了他内心深处对科研价值的重新思考：“科学发现固然重要，但更重要的是它能带来什么改变。”这段经历犹如一颗种子，在他心中悄然生根，也奠定了他日后坚持“把论文写在大地上”的实践导向。

(下转第 2 版)

我身边的双先

科学家在可扩展量子网络研究方面获重要突破

本报讯(记者陈欢欢)中国科学技术大学(以下简称中国科大)教授潘建伟团队及其合作者在国际上首次构建出可扩展量子中继的基本模块，首次使器件无关量子密钥分发的传输距离突破百公里，推进了该技术的实用化进程。相关成果 2 月 3 日和 6 日分别发表于《自然》《科学》。

量子信息科学的终极发展目标是构建高效、安全的量子网络。但目前的一大挑战是，光纤的固有损耗导致量子纠缠的传输效率随距离呈指数衰减，经过 1000 公里标准光纤直接传输后，光信号将衰减至原始强度的万亿亿分之一。为此，科学家提出量子中继方案，即每隔 100 公里设置一个中继站点，传输效率可提升 100 亿亿倍。但近 30 年来始终未能解决的一项重大技术难题是，纠缠的寿命远远短于产生纠缠所需的时间，以致在纠缠的存活时间内，与之相邻的纠缠难以确定性产生。

针对这一核心难题，中国科大研究团队与济南量子技术研究院、中国科学院上海微系统与信息技术研究所、香港大学、清华大学等机构的研究人员合作，通过发展长寿命囚禁离子量子存储器、高效率离子-光子通信接口及高保真度单光子纠缠协议，在国际上首次实现长寿命量子纠缠。纠缠寿命达到 550 毫秒，显著超过纠缠建立所需的 450 毫秒，从而成功构建了可扩展量子中继的基本模块，使得远距离量子网络成为现实可能。

在此基础上，他们又进行了“器件无关量子密钥分发”(DI-QKD)实

验。DI-QKD 方案无需对器件参数进行精确标定，只要通信双方能够建立起足够高品质的纠缠并验证无漏洞的贝尔不等式违背，就能严格保证密钥分发的安全。受限于长距离光纤损耗及系统噪声等不利因素，国际上此前相关实验大多局限于数米至数百米范围，与实际应用需求存在显著差距。

基于上述可扩展量子中继技术，中国科大研究团队与济南量子技术研究院、新加坡国立大学、加拿大滑铁卢大学等机构的研究人员合作，成功实现两个铷原子间的远距离高保真纠缠，在长达 100 公里的光纤链路上，原子节点间远程纠缠保真度仍保持在 90% 以上。团队首次在城域尺度光纤链路上实现了设备无关量子密钥分发，在 11 公里光纤链路上完成了基于有限数据量的安全性分析与严格证明，传输距离较以往最好结果提升约 3000 倍；在 100 公里光纤链路中演示了密钥生成的可行性，传输距离较此前国际最好水平提升两个数量级以上。

研究人员表示，上述突破是我国在量子通信与量子网络领域继“墨子号”量子卫星之后取得的又一里程碑式成果，标志着基于量子纠缠的光纤量子网络正在从理论构想走向现实可能。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10177-4>
<https://doi.org/10.1126/science.aec6243>

国家超算互联网核心节点上线试运行

本报讯(记者赵广立)近日，国家超算互联网应用技术大会暨核心节点上线试运行仪式在郑州举行，宣告国家超算互联网核心节点(郑州节点)正式上线试运行。

此次上线试运行的算力资源由曙光 scaleX 万卡超集群系统提供支撑，可对外提供超 3 万卡的国产人工智能(AI)算力，是国家超算互联网平台上线以来接入的全国最大单体国产 AI 算力资源池，可为万亿参数模型训练、高通量推理、科学智能(AI for Science)等大规模 AI 计算场景提供高效算力服务。

该节点采用的曙光 scaleX 万卡超集群基于 AI 计算开放架构，可全面兼容主流软件生态，支持多品牌国产加速卡混合部署，可向十卡、百万卡规模灵活扩展，目前已完成 400 多个主流大模型、世界模型的适配优化。依托国家超算互联网实现一体化算力调度，可接入上千款应用，从而为全球用户提供好用易用的中国 AI 算力。

“国家超算互联网平台为各类前沿应用场景带来普惠的计算服务，让算力像水电一样自由流通、高效易用。”国家高性能计算机工程技术研究中心副主任曹振南详细介绍了国家超算互联网平台应用价值。超算互联网正在成为一个类京东、淘宝模式的算力应用商城。截至 2025 年底，平台已服务 100 多万用户，应用商品超 7300 个，单日处理作业峰值 103 万个，迄今已累计支撑运行 1.96 亿次作业，大幅降低了算力成本和使用门槛，赋能 AI 创新提速。

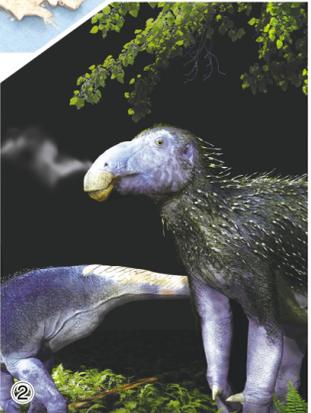
我国算力基础设施建设正迈向“建用并重、以用促建”的新阶段。随着“十五五”开局，全国一体化算力网建设步伐加快。超算互联网核心节点上线，成为全国最大算力调度枢纽，有效联动中国乃至全球算力资源与应用需求。同时，依托规模优势，超算互联网核心节点也将带来人才、数据、应用场景等产业集聚效应，助力区域高质量发展。



恐龙新成员 皮肤不一般

本报讯(记者陈欢欢)安徽省地质博物馆研究人员领衔的中外研究团队，在辽宁建昌早白垩世地层中发现一种新的恐龙类群——董氏豪龙(Haolong dongi)。这一发现不仅为恐龙家族增添新成员，还首次在非鸟恐龙中找到细胞级保存的皮肤刺状物，为破解恐龙皮肤演化谜题提供了突破性证据。相关成果 2 月 6 日发表于《自然-生态与进化》。

董氏豪龙生活在 1.25 亿年前的热河生物群。此次发现的化石为幼年个体，全长仅 2.45 米，皮肤组织保存极为完好，展现出远超传统认知的复杂结构。与多数鸟臀目恐龙仅靠单一鳞片覆盖不同，它的体表有 3 类独特皮肤衍生物：尾部覆盖着类似古代铠甲的菱形盾状鳞片，颈部、胸部和臀部是镶嵌排列的圆



①研究团队复原化石。 ②董氏豪龙生态复原图。 课题组供图

形或多边形瘤状基底鳞片，而鳞片间隙还散布着尖端朝后的皮肤刺，每平方米达 3-5 根，形成一套动态防御阵列。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41559-025-02960-9>

他们让无人机“大脑”“小脑”不分家

■本报记者 杨晨



2 月 3 日，已进入假期的西南科技大学校园趋于安静，但特殊环境机器人技术四川省重点实验室运转如常。下午 2 点，下设的动捕实验室里，搭载“异构飞控航控系统”的四旋翼无人机又开始了新一轮自主飞行测试。

特种机器人技术与数智系统创新团队成员张平点击一键启动指令后，雷达驱动、定位算法、规划与控制算法等模块被加载。

“数据正常，定位稳定。”他确认道。与此同时，侧方的投影墙上，由无人机实时构建的三维环境图变得清晰，蓝色光点勾勒出实验室的轮廓和场地中央障碍物的结构。

一旁，团队成员彭靖楠手持安全遥控器，拇指向前轻推解锁杆。随即，无人机的 4 片桨叶同步开始旋转，低沉的嗡嗡声瞬间充满整个房间。

此次测试的对象是团队正在攻关的第四代异构飞控航控系统。该系统旨在赋予无人机在未知环境中实时建图、自主规划与避障的“思考”与“执行”能力。

目前，该团队自主研发的异构飞控航控系统已迭代至第三代，并成功应用于工厂巡检、海关查验等实际场景。而此刻实验室里的忙碌，是为了保障无人机更智能、更可靠地飞行。

“思考”与“执行”的测试

升空后，无人机按照自主规划的航线平稳飞行，在接近障碍物时灵活侧身绕行，最终精准抵达目标落点。侧

方的投影屏幕上，一道清晰的红色轨迹被实时记录在三维环境中。

安全始终被置于首位。彭靖楠手持遥控器，视线紧跟着无人机。其角色是最高权限管制员，一旦系统出现任何无法处理的危险，他将立刻手动接管无人机。

特种机器人技术与数智系统创新团队致力于特种机器人及数智化系统研发，其中张平与彭靖楠所在研究小组聚焦无人机运动规划与控制方向，重点开展飞行控制系统开发及相关算法研究。简而言之，就是让无人机拥有高度智能的“大脑”与协调敏捷的“小脑”。

每一次测试，都是在反复验证这对核心单元的配合是否足够默契、可靠。小组负责人霍建文解释，无人机通过激光雷达感知环境并构建地图，这是“大脑”在观察和认识世界。“接收到目标点后，算法实时规划出最优避障路径，这是‘大脑’在进行思考和决策。而飞控系统精准控制电机与姿态，令其稳定沿轨迹飞行，则是‘小脑’在执行命令，确保每一个动作的平衡与精准。”

顺利、可靠的自主飞行背后是一次次“失败”后的打磨。实验室天花板上，四道放射状的痕迹依然清晰，那是一次“炸机”事故中桨叶留下的印记。

“那天的问题出在振动上。”张平回忆，起初他们仅用两根支撑柱固定顶部的激光雷达，但在飞行中，这两点支撑结构产生了难以预料的高频振动，严重干扰了雷达数据。无人机因接收到错误的“里程计”信息而开始疯狂抖动，最终失控撞上天花板。

后续，团队不仅将支撑柱增加至 4 根，更换了损坏的零部件并重新进行焊接、组装和调试，还对传感器数据的算法和逻辑进行了增强，下了不少功夫。



团队成员开展自主飞行测试。 杨晨/摄

打造会思考的“大脑” 和保稳定的“小脑”

在实验室进行测试的同时，一架搭载第三代异构飞控航控系统的无人机，正在河北秦皇岛一家企业的生产车间里沿生产线自主巡航。

在系统支持下，无人机能够精准定位、自主导航与实时避障，像一位不知疲倦的巡检员。至于线上产品的具体识别与判断，则由搭载的视觉算法来完成。

想要从实验室走向真实的应用场景，无人机必须适应强干扰、高动态的极端环境。而市面上常见的消费级或传统工业级飞控，往往难以满足严苛的可靠性、实时性与智能性要求。这正是团队要攻克的核心难题。

“可以理解为传统方案将‘大脑’和‘小脑’分家。”霍建文解释，传统设计多采用算力有限的单核处理器，或者将负责智能计算的“大脑”与负责实时控制的“小脑”分开布局，再用物理线路连接，导致延迟高、稳定性差、算力浪费。

团队的工作，就是把“大脑”和“小脑”融合在一起。他们的核心创新，在于采用了一枚集成双核 ARM(高级精简指令集机器)与 FPGA(现场可编程阵

列)的异构 SoC 芯片(系统级芯片)。FPGA 如同高效的预处理中心，并行处理传感器数据、通信协议等底层任务，从而解放 ARM 核，使其专注于高级的导航、规划与决策算法。这种芯片级的高度集成，不仅显著提升了算力与能效，也带来了更强的物理可靠性和抗风险能力。

“就像建房子，我们从打地基开始介入，并陆续完成了搭框架到砌砖以及装窗户，全链条自主可控。”团队成员孙俊表示，正是这种从底层硬件设计、系统架构到上层算法的全面把握，使该飞控平台尺寸更小、集成度更高、拓展性更强。

孙俊向记者展示了一块绿色的电路板——团队自主研发的飞控核心。板面紧凑，元器件排列整齐，却只有一个巴掌大小。“在这个尺寸下，它已经做到了高度集成，和市面上同性能的飞控相比，体积上很有优势。”

但团队深知，这并不是终点。随着飞控系统走向更广阔的市场，支持更多机型、提升导航精度、构建更丰富的算法生态，是第四代系统明确的升级方向。

霍建文计划在春节前完成飞控系统针对丘陵山区复杂地形的适应性调试工作，以更快速实现多架农业无人机的稳定协同作业。