



勤勤恳恳，我只赚辛苦钱

扬 勤 廉 正 气
创 美 好 生 活

探访“国之重器”纳米真空互联实验站——

漫步“太空环境”，纳米材料打开新世界

揭秘

□ 本报记者 蔡姝雯 张宣
实习生 孙广哲

纳米有多小？一根头发丝的直径约为5万纳米。随着科学技术的发展，纳米材料的应用越来越广泛，但传统的研究与制造技术在面向纳米材料与器件的时候遇到极大挑战，必须有一种变革性的技术路线来满足纳米材料与器件的制造。

我省尖端技术创新的重要源头——纳米真空互联实验站(Nano-X)由此应运而生。纳米真空互联实验站是世界首个集材料生长、器件加工、测试分析为一体的纳米科技真空互联综合实验装置，作为目前世界上最大的真空互联科研装置，它极大地提升了纳米级器件研发和制造的效率。

不久前，《科技周刊》记者走进中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所(以下简称“中科院苏州纳米所”)，现场探访纳米真空互联实验站，看看它是如何模拟“太空环境”，打开纳米材料新世界的。

真空+互联，材料“生长”有了新平台

走进纳米真空互联实验站，仿佛进入电影中的未来科技世界——总长203米的银色超高真空管道纵横交错，将40台大型设备连接起来，磁性传输小车载着样品以3.2米/分钟的速度驶过真空管道内的轨道，并由管道外履带上的磁铁“导航”至各个设备节点……

为什么要到真空中进行材料研究？“目前集成电路硅基工业主要是在超净间内控制微尘颗粒等环境因素，但新型纳米材料需要一个干扰更小的制造环境来保证其特征性质，我们探索的是未来纳米器件制造变革性技术路线。”纳米真空互联实验平台主任张珽研究员称，这就像模拟太空的环境，在没有空气的情况下制造纳米材料和器件。为了达到超高真空环境，操作人员用多级泵组一节一节抽取管道中的空气，从粗真空、低真空、高真空再到超高真空逐渐过渡。“这些纳米材料和器件的样品可以通过真空管道的互联互连到达任意一个设备节点检测性能，最大限度地排除大气环境对材料与器件界面的不利影响，保留实验材料和器件的‘原汁原味’。”

怎么在超高真空下传送和操作样品呢？纳米真空互联实验平台副主任李坊森研究员介绍，超高真空内主要借助磁力作用。样品通过机械手送入管道中，在超高真空的负压环境中巧妙地利用了磁力远程操作和运输。每段管道内有两辆带磁铁的小车，由智慧中控台自动化控制。用于检测材料性能的系统就“藏”在真空管道主轴旁立着的一只只黑箱子中。

“纳米真空互联实验站提供了一种变革性的技术路线，有利于突破阻碍纳米领域内基础研究和技术开发进一步发展的瓶



纳米真空互联实验站内景。(受访单位供图)

颈，提升我国重大仪器设备的研制水平。这是一次前所未有的探索。”张珽说，纳米真空互联实验站是按国家重大科技基础设施标准建设的集材料原位生长、器件加工、测试分析为一体的重大科学装置，拟建成国际上最先进的真空互联条件下材料、器件与装备原位综合研究平台。将依托行业大平台的创新和集成优势，实现跨行业、跨学科、跨要素的技术集成创新，缩短和简化从基础研究、战略核心技术到应用开发的过程。

“建设的主要难点就是怎样实现所有设备互联互通，利用超高真空管道将设备像珍珠一样一个个串起来。”张珽回忆，大部分设备不符合管道互联互通的需求，就要科研人员自己动手改造；改造途中，核心部件和转接系统的设计又提出了技术上的巨大挑战。

“2015年我刚来的时候，实验场地还没建好，这里还是个水塘。为了避免整栋大楼的低频震动给设备造成影响，我们就在水塘中挖了两个坑，放置水泥墩子来隔绝震动。”李坊森回忆，当时设备安装调试任务重，场地刚刚建成时还没有空调，同事们在严寒接近零摄氏度的时候通过设备安装调试。还有一次，管道始终无法抽成真空，大家排查各种技术原因后发现，原来是一只小蚊子在安装调试的时候通过玻璃窗爬进了真空腔。“其实我们在建设中还做了许多特殊设计来保证设备的正常使用，仪器的精密程度容不得一丝一毫的差错。我有幸见证了一片荒地水塘变成如今的高精尖实验站的全过程。”

经过反复研究、不断合作尝试，纳米真空互联实验站已成为目前世界上该领域规模最大、功能最全的研发平台。该技术路线已培育出第二代量子材料及器件、第三代半导体材料及器件等具有国际先进水平的核心技术成果。

释放“聚宝盆”效应，成为产业“播种机”

“全息显示芯片、柔性太阳能电池、超高灵敏的感知探测器件……不久的将来，这些东西将借助纳米材料出现在普通人的生活中。”张珽说，纳米凭借其优异的性能和效应，不仅渗透到能源电池、半导体材料、芯片、量子计算等领域，还将出现在人们衣食住行的方方面面。

科技基础设施是纳米科技创新的基石。2006年以来，中科院苏州纳米所着手建设了纳米真空互联实验站、纳米加工平台、测试分析平台、生化平台4个集科研攻关与公共服务于一体的公共技术平台，为纳米科技发展和相关领域产业发展提供强有力的支撑，成为苏州纳米产业的“播种机”。“作为江苏的经济强市，苏州当时也希望建设一个体系化大平台来吸引高端人才与优势产业，填补江苏在大科学装置方面的空白。”李坊森回忆。

在张珽看来，平台如今已经成为了“聚宝盆”，拥有对纳米领域高端企业与人才的集聚效应。纳米真空互联实验站不只是一个真空互联的平台，更是一个成果互联的平台。“纳米领域最前端的研究人才都聚到这个平台互相探讨课题，交流先进成果。装置也面向全球开放，许多企业慕名而来。”张珽介绍，平台会针对用户申请的课题组织论证，前沿基础领域的重大课题将被定义为A类课题，拥有较大用户的经费支持。目前平台约有220家用户，包括清华、北大、中科大学科研单位和一些行业头部企业。

外界许多人前来寻求合作，但许多初创企业缺乏足够资金批量制备纳米材料怎么办？“他们会先来这里摸索工艺，利用真空装置检验材料的本质性质，走通工艺路线再去融资。”张珽说，实验站相当于为这些初创企业提供了试验的机会，企业员工经培训后可以自己操作设备。而在深度合

作中，实验站的科研人员会与合作方共同开发产品并给出专业建议，共享合作成果与知识产权。“国内许多龙头企业都已经和我们进行研发合作，在实验站布局其未来关键研发技术。”张珽表示，这些龙头企业利用真空互联技术实现新工艺并缩短研发周期，既为产品的成功上市加快进程，又能促进江苏形成全球有影响的纳米技术创新和产业集群。

开辟纳米“新赛道”，仍需“脑洞大开”

穿行在纳米真空互联实验站里，记者发现现场的科研人员都非常年轻。据介绍，目前该平台有40多名专职科研人员，平均年龄30岁出头。加上共建团队的科研人员，这支队伍已经集聚了200多名高水平创新人才。

李坊森曾在英国伯明翰大学做联合博士后研究，又在清华大学薛其坤院士组做博士后研究工作，2015年来到纳米真空互联实验站任副研究员。从英国回来后，李坊森直观感受到我国的科研投入大、设备更新换代速度快，这些都让国外不少科研人员羡慕。值得一提的是，2020年美国国家科学院四年发布一次有关纳米技术、科学与商业应用的咨询报告中，详细介绍了纳米真空互联实验站，并称美国没有相媲美的工程。“有些硬性条件的差距和国外相比也在渐渐缩小。”李坊森举例，国内的设备类经费相比于英国较少，但他回国后发现，不少国内专家从最核心的扫描隧道显微镜开始自主研发，慢慢搭建出一整套设备。“从最基础的东西做起，这非常有利于培养科研人才。”李坊森说，搭建一套设备至少需要两三年以上的时间，这意味着科研人员拥有了可以“狠下功夫静下心来”的科研环境，不再有人急功近利追求时髦课题。“搞科研不需要发表期刊，还要拥有深厚的技术积累，这样才能推动科技进步。”

“我们现在要做的就是把制造路线往顶端再推一推。”张珽感叹，真空互联的器件化仍然是难点。超高真空环境怕水，在实验站大厅，可以看到设备外包着许多导热铝箔，隔段时间就会将设备通过烘烤除湿。此外，真空中不能使用寻常的“湿法”刻蚀，比如利用酒精或丙酮清洗光刻胶。“这时必须要开发‘干法’刻蚀或利用其他气体做出芯片的图形化。”张珽说，目前全世界从事该领域研究的并不多，这得益于开辟了一个新赛道，“攻克该难点需要国家的大力支持，大家脑洞大开去突破一个世界难题，将真空互联制造路线作为未来纳米器件发展的主导路线。”

“目前二期建设已基本完成。未来，装置三期将加强多功能性和不可替代性，力争列入国家重大科技基础设施。”张珽表示，纳米真空互联实验站最终将建成国际上最先进的纳米器件与材料综合研究系统和公共实验平台，它不仅是江苏省重大科技基础设施的核心单元，也将为我国在纳米材料、关键器件和核心装备领域形成自主创新、不可替代的核心竞争力，提升基础设施保障能力，成为引领纳米科技的重要基地！

快讯

《中国湖泊生态环境研究报告》发布 水质向好！我国七成大中型湖泊透明度增加

本报讯(记者 蔡姝雯)日前，由中国科学院南京地理与湖泊研究所编制的《中国湖泊生态环境研究报告》正式发布，这是我国首次系统阐述全国和典型湖泊生态环境状况及长期变化趋势。该报告覆盖五大湖区，基于野外长期定位观测、遥感监测、集成中科院先导科技专项及国家重大科技任务研究成果，聚焦区域社会经济发展和国家生态安全中发挥关键作用的13个典型湖库，充分揭示我国湖泊生态环境长期变化特征及驱动机制，提出针对性的对策建议，为国家或政府有关部门在湖泊保护、生态修复和资源利用等方面提供决策参考。

报告显示，我国湖泊富营养化趋势得到明显遏制，水质总体状况趋好。近十年来，我国70%大中型湖泊透明度增加，湖泊整体变清，水质呈现稳中向好态势。研究表明，典型湖泊中，太湖总氮下降24%，连续十年实现“两个确保”目标；巢湖总氮下降14%，水质由劣V类好转为IV类至III类；滇池总氮下降40%，水质实现“脱劣”，达到IV类。

此外，报告还显示，我国干旱半干旱区湖泊水量显著增加，湖泊咸化明显改善；重要湖泊生物多样性水平稳步提升；湖库对饮用水安全保障的作用更加凸显。

绿色家居材料研究制造获重要进展 竹子“变身”新型高透光电磁屏蔽材料

本报讯(记者 郑焱)南京林业大学家居与工业设计学院绿色家居材料制造团队近日取得重要研究进展，此项研究通过一种简单高效的处理方式，可以在保留原竹天然形状和纤维素骨架结构的基础上，将其转化为具有良好光学性能的纤维素复合材料。

竹材是一种常见的生物质材料，被广泛应用于家具及家居装饰用材领域。随着人们对家居环境个性化装饰需求的日益增多，将木材、竹材等环保材料转化为新型材料的研究越来越多，但鲜有研究尝试直接将原竹加工成具有理想光学性能的纤维素复合材料加以利用。

南林大团队利用简单的化学预处理脱除原竹中的木质素，它的去除意味着“黏合剂”(连接纤维素和半纤维素)的消失，导致更多孔隙的出现，有利于折射率指数与竹纤维模板相匹配的树脂填充。经过快速固化工艺，一款具有优异光学传输性能、抗拉伸性能、表面装饰性和美学价值的透光竹材新材料应运而生。

研究证实，将此透光原竹与透明竹片、电磁屏蔽膜组成一款复合器件，整体结构类似于常见的蜂窝板。其中，透光原竹充当核心骨架，透明竹片为面板，掺掺杂氧化银薄膜为功能层。此款复合器件可表现出显著的隔热、保温性能以及电磁屏蔽性能，在家居与建筑装饰材料领域具有广阔前景。

此类将原竹直接加工成纤维素模板再合成透光材料的方法，将大大减少前期原料机械加工和后期原料成型的步骤，不仅减少了能耗，也减少对石化资源的浪费。同时，该方法还可以扩展至处理其他高密度、低孔隙率的生物质材料中。该成果得到了国家自然科学基金和江苏省“青蓝工程”等项目的资助。

提高温室大棚积温促生长 稀土发光材料使草莓产量翻倍

本报讯(记者 张宣 程晓琳)“用稀土制造的塑料大棚膜，促进草莓生长发育，不仅亩产增加了，草莓品质也提升了。”近日，由江苏产研院“长三角科创中心分子工程研究所集萃研究员卫慧波研发的稀土配合物发光材料为冬季草莓“加持”了产量。据介绍，这种材料具有“点土成金”的力量，成为稀土元素全球竞争的“兵家必争之地”。

稀土珍稀在何处？卫慧波介绍，稀土发光色彩鲜艳，且效率高，与高分子相结合，可以大大拓展稀土应用范围。“数十年来，围绕石油展开的争夺可谓紧张激烈，现如今清洁能源的过渡正在引发另一种自然资源——稀土元素的全球竞争。”

光质对植物的生长发育和果实品质改善具有重要影响作用，但在太阳光到达地球的波长中，真正能被植物吸收利用的仅占很小比例。这时，利用稀土元素制造的透光膜就起到了“聚光”的作用，它通过添加不同的稀土元素来改善光的透过率和转化光波长，从而提高植物对光的利用效率。

卫慧波和研究团队发现，透光膜对温室草莓的生长具有极大促进作用。他们以草莓品种红颜为试材，研究结果显示，与普通膜相比，透光膜可使棚内日平均温度提高0.39℃，生育期积温增加75.0℃。并且，通过透光膜处理的草莓可提前10天成熟，每667平方米增产219.9千克，草莓果实的VC(维他命C)含量也有所提升。

“导师常说，科技工作者要做有价值的事，要么‘上书架’，要么‘上货架’。”卫慧波所说的“上书架”是指做有用的基础研究，“上货架”则是将科研成果转化为生产力。“将自己的科研成果变成生产力，制造出更多性能优越的新材料应用于生产生活。”

“还可以利用稀土元素制作透明发光膜，应用在汽车、办公室或商场的窗户和玻璃上，实现透明基底显示。”后来，江苏产研院给卫慧波团队带来了又一个好消息：有企业想要联合开发透明显示技术，希望团队能将这个产业化项目继续推进下去。随后双方一拍即合，技术需求与产业化合作的高效对接为团队持续发展提供源源不断的动力。

2022年，卫慧波团队成立的孵化公司完成了天使轮融资，全年销售收入近700万元。对于未来发展，卫慧波信心十足：“接下来，我们将继续专注稀土、聚集稀土，把我们项目和公司打造成稀土发光材料领域的王牌，让稀土产业真正走上高附加值道路。”

第二届网络空间内生安全发展大会亮点抢先看

聚焦网络内生安全，提供创新方案

新锐

□ 本报记者 张宣 程晓琳

聚焦新形势下网络安全新理念，探索网络安全产业发展新趋势，备受瞩目的第二届网络空间内生安全发展大会将于1月12日—13日线上召开。本届大会将以内生安全赋能网络弹性为主要研讨内容，按照“一会、一展、一赛、一发布”特色活动”的主线举办丰富多彩的活动。20余位知名院士、200余位行业领袖、100余位演讲嘉宾、500余位专家学者将出席大会，共同探讨新理论、发布新成果、交流新经验，充分凝聚学术界、科技界、产业界共识，为全球网络空间内生安全发展开辟新范式新生态。

内生安全作为全新的网络安全发展范式，通过网络系统内部架构的创新，使得系统具备多重安全防护能力。作为网络内生安全发展大会的前身，早在2020年10月，在南京举行的网络空间内生安全技术与产业联盟成立大会上，由紫金山实验室打造的首创内生安全云平台“莲花吧”正式发布，这是在我国科学家独创的网络空间内生安全新理

论指导下产生的最新成果。此举标志着我国开辟的网络空间内生安全新领域，已从理论创新、技术创新、典型设备研制阶段迈向了普适应用创新的新阶段。

2022年4月，首届网络空间内生安全发展大会期间，鄂江兴等20余位两院院士，国内著名高校、科研院所、企业厂商的专家及知名人士莅临大会，站在学术、技术最前沿，围绕世界最新锐的网络空间内生安全技术趋势与课题方向，针对内生安全赋能网络弹性开展有高度、有深度、有宽度、立体化的精彩演讲，让听众对网络空间内生安全的发展前景有更多了解。

首届大会上，紫金山实验室携手国家数字交换系统工程技术研究中心联合发布了三项重大创新成果：5G内生安全通信系统，将面向工业制造等5G重要垂直行业开展高等级安全应用，实现对5G网络的全面安全防护；工业互联网拟态边缘网关，有效解决了工业互联网数据传输和控制指令不可信的问题，实现了对网关设备自身和工控网络的全面防护，为工业互联网应对未知安全威胁提供了重要解决方案；自动驾驶内生安全原理验证系统，提供了一体化实时解决自动驾驶系统功能安全与网络安全问题的新路径，可毫秒级启动安全措施，为智能汽车开启广义鲁棒控制的坚强保护，推动开启更加安全、智能与美好的出行新时代。

本次大会作为“升级版”，以“网络安全新范式新生态”为主题，聚焦新形势下网络安全新理念，探索网络安全产业发展新趋势，构建“创新引领、融合发展、协同共治”的网络安全新生态，以内生安全技术赋能网络弹性为目标，用“新安全”赋能“新基建”，从根本上提升我国网络安全保障水平。

据介绍，大会将包含1场高峰论坛、10场主题论坛、2场闭门会议、内生安全创新成果展以及内生安全领先创新科技成果发布等活动。此外，本次大会深度融合虚拟现实、虚拟仿真、5G、AI等高新技术，让观众感知数字世界的变化。

在本次大会开幕式和高峰论坛上，紫金山实验室将重磅发布网络空间内生安全试验场 NEST2.0、国内首款内生安全200G DPU芯片、智能网联汽车内生安全网联系统 T-BOX 三项重大成果，发布《基于系统架构评估的网络弹性度量技术》和《6G内生安全可信技术》两本白皮书，多位院士专家将带来别开生面的网络空间内生安全知识的饕餮盛宴。

本次大会将举办网络弹性论坛、内生安全融合产业生态论坛、网络安全产教融合发展论坛、数字安全与治理论坛、工控安全论坛、能源内生安全论坛、集成电路内生安全论坛、人工智能内生安全论坛、数字化靶场论坛、无线内生安全通信论坛等10场主题论坛，从不同

维度探讨教育产业融合、数字安全与治理、工控安全、网络靶场等热点议题。

其中，网络弹性论坛邀请国内较早从事网络弹性研究的专家学者，采用专题报告加圆桌讨论的形式，围绕网络弹性的基本内涵、构建技术、评估方法等展开交流探讨，分享最新研究进展，探索未来发展方向；内生安全融合产业生态论坛研讨交流内生安全钢筋骨架发展趋势，研讨交流态势感知、防火墙、沙箱、蜜罐等防御技术发展现状，探索内生安全构造融合各类防御技术成果的发展路径；数字安全与治理论坛，聚焦数字安全与治理国家政策导向、技术前沿发展趋势、市场创新实践典型案例，研讨新时代下高效数据安全治理体系，探索未来3—5年数据安全治理中国特色发展路径，为我国数字经济健康发展保驾护航。

近年来，紫金山实验室在首席科学家鄂江兴院士带领下，在网络空间内生安全领域取得了一系列全球首创的科技成果，创建了首个面向全球开放的内生安全试验场，创办了具有国际影响力的“强网”拟态防御国际精英挑战赛，成立了中国网络空间内生安全技术与产业联盟，20余款谱系化产品已经进入试点应用，理论、技术和产品的有效性、可靠性得到充分验证，规模化应用和产业化步伐正在提速。