

操控原子，“按需造物”的时代来了？

热点透视 redian toushi

在中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所的实验楼内，一条规模化的银色超高真空管道贯穿其间，将 50 余台大型科研设备连成整体。精密仪器星罗棋布，各种管线交错互联。这就是全球规模最大、性能最优、共享程度最高的真空互联综合实验装置——纳米真空互联实验站(NANO-X)。科研人员身着白大褂，专注操作设备系统。在这充满未来感的实验现场，他们正潜心探索着一项前沿技术——原子级制造。

如何让这一重大科学装置发挥最大效用？近日，物理、化学、材料、人工智能、精密仪器等领域专家汇聚苏州，召开题为“‘信息器件原子级制造实验装置’关键科学技术”的香山科学会议，探讨原子级制造关键科学问题与技术挑战。

“推动原子级制造领域的原始创新，具有重要意义。当前的一个探索方向是，如何在原子尺度实现信息器件的精准制造，并建设出一个既蕴含普遍科学意义，又提升国家竞争力的重大科学装置。”本次会议上，会议执行主席、中国科学院院士薛其坤表示，原子级制造涉及学科交叉，不仅体现共性科学问题的探索，也反映了实验技术的水平，需要科研人员的集体智慧。同时，必须紧密对接和凝练未来信息技术的实际需求，将前沿基础研究能力转化为产业优势，形成具有中国特色的技术路径和核心竞争力。

原子为“砖”建“房屋”

原子是构成物质世界的基本组成单元。原子级制造，顾名思义，就是通过对原子的规模化精准操控，以能量作用于原子或原子级基元，创制出具有特定功能的材料或器件。

传统材料如同乐高积木，只能按固定形状拼接；而原子级制造尺寸小、精度高，可以自由组合，按需垒砌，创造出性能逼近极限的“完美产品”甚至自然界没有的物质，被认为是制造技术的终极形态。

“这是一件非常美妙、神奇的事情。”



中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所纳米真空互联实验站 ■ 受访单位供图

NANO-X 主任张琰介绍，1989 年，国际商业机器公司 (IBM) 的科研人员利用扫描隧道显微镜操作原子，用 35 个氩原子在镍表面写出了“IBM”字样。我国科学家也于 1993 年操纵硅原子，写出了“中国”两个字。

以原子为“砖石”构筑理想物质世界，听起来很美，但要让原子“听话”地接受规模化操控和组装，挑战却很大。“我们不能像垒砖那样，用串联的方式去一个个搬原子，而是用并联的方式实现批量精准操控，这就要突破经典制造极限。”中国科学院院士、NANO-X 学术委员会主任任自力峰说。

“目前该领域研究已从单原子操控进一步提升到几十万原子的宏量操控。”张琰说，“原子级制造能创造前所未有的新物态、新

材料和新器件，并可以应用于集成电路、量子计算、人工智能、高温超导等诸多重要领域，已成为全球竞争的新科技制高点。因此，各国都非常重视，竞相制定相关战略计划。”当前，原子尺度的相关产品处于萌芽阶段，更多技术路线正在不断研发中。中国正在加速布局“未来域”，并将原子级制造纳入未来产业。

与会专家一致认为，原子级制造是一条全新赛道，国内外研究和布局基本上同时起步，基础相当；如果我国组织得当，统筹有力，有可能使其成为中国制造跃升发展的重要机遇。

通用大国重器呼之欲出

“从早期实验室里原子操控的科学研究到原子级器件产品的制造，还存在理论、关键技术、设备等方面的巨大鸿沟，需要一个综合性的大科学基础设施从根本上解决共性科学问题，从而提升原子级精度操控的规模和效率。”张琰说。

“原子级精度操控需要完全排除外界环境因素的干扰。”任自力峰说，大气环境是有杂质的，特别是氧、碳、水气分子等会对原子级材料和器件性能带来不利影响，这就需要防止原子分子级污染的超高真空环境，以抑制在制造过程中化学吸附和氧化反应等带来的材料和器件缺陷、位错等。

“国内外缺少针对原子级制造的系统性基础设施，难以体现核心优势。”会议执行主席、中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所所长王强斌介绍，研究所建设的真空互联综合实验装置集材料生长、器件加工、测试分析于一体，极大地提升了纳米级器件研发和制造的效率。

笔者了解到，该装置主要针对集成电路信息器件中的三个关键科学问题展开研究。

第一是原子级材料按需创制，就是让原子“听话组装”；第二是原子级器件精准加工，这好比对芯片等器件进行“原子微雕”；第三是原子级高时空分辨动态表征，就像是给制造过程“拍原子电影”。概括地讲，就是让原子级制造“造得准”“制得精”“看得清”。

“我们通过构建信息材料与器件原子级操控新机理，发展出一条集成电路信息器件原子级加工制造路线。”张琰说，“这是变革性的，将实现信息器件极限性能。”

AI 赋能“制造”变“智造”

在中国科学技术大学化学与材料科学学院教授罗毅看来，原子级制造的诸多技术挑战中，超大规模材料结构、组分精准构筑与功能优化将成为新材料创制的关键瓶颈，而人工智能机器学习专家系统可为此提供数据比特驱动的解决方案。

那么，在原子级制造中，AI 如何赋能新材料创制和器件模拟？

“我们可以通过标准化的数据收集，建立全世界最大最领先的开源单原子催化剂数据库及谱构效智能模型，助力我国在原子比特智造领域领跑。”罗毅说。

中国人民大学物理学院教授季威认为，就近期实践而言，基于人工设计思路或融合生成模型的高通量计算仍是发现和创制新材料的主要驱动力，再辅以实验结果的主动学习，有望系统回答特性新材料创制中“为何选”“如何制”“有何用”这三个核心问题。

因此，NANO-X 除了原子级材料创制平台、原子级器件加工平台和原子级高分辨分析检测平台之外，还将搭建原子级制造数据与智能化平台。“我们目前已经积累了很多高质量的可靠数据，未来将打造数据库，再结合专用大模型实现新材料创制、器件模拟以及标准测试等工作。”张琰透露。 陈磊



科研人员在中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所纳米真空互联实验站分析数据 ■ 受访单位供图

蔡司骆安：掌舵大中华区光学业务 以光学技术赋能中国产业与消费升级

2025 年 10 月 13 日，vivo X300 系列正式发布，其搭载的蔡司 2 亿 APO 超级长焦系统成为行业焦点，这一合作成果背后，离不开卡尔蔡司集团光子学与光学事业部大中华区总负责人骆安及其团队的深耕布局。作为蔡司全球 M2 领导层中的中国面孔，骆安正带领团队将德国精密光学技术与中国市场需求深度融合，在推动事业部实现营收与 EBIT 双位数复合年增长的的同时，也见证着中国成为蔡司全球第一大市场的发展历程。

拥有复旦大学通信工程本科及硕士学位，以及上海交大高金融工程硕士及 MBA 学位的骆安，其职业轨迹贯穿了全球产业升级的关键阶段。早年在爱立信期间，他专注于通信技术落地与推广，积累了扎实的产业连接经验；随后转战施耐德电气，主导 IT 基础设施领域的战略布局，深入理解工业场景的质控逻辑；在飞利浦任职期间，他进一步掌舵照明及耐用消费品业务，对消费需求市场形成了敏锐洞察。“跨行业经验让我看清光学是连接多产业的核心枢纽”，骆安在接受行业访谈时曾表示。2019 年 1 月加入蔡司后，他凭借多元领域的积累迅速成长，逐步跻身核心管理层，2024 年 11 月起正式执掌卡尔蔡司集团光子学与光学事业部大中华区（含港澳台）业务，同时兼任东亚区移动影像事业部及自然观测与狩猎事业部负责人，成为蔡司全球光子学与光学事业部团队中关键的东方决策者。

蔡司光子学与光学事业部以“超越现有业务板块的专业业务新家园”为定位，覆盖

消费与工业双赛道，核心业务单元包括狩猎与自然观察、手机影像、电影镜头、微光学、光谱学等。骆安结合中国市场特点，将跨行业经验融入战略规划，推动形成了差异化发展路径。消费端，他主导深化与本土手机厂商的合作，从联合调校迈向联合研发，此次 vivo X300 Pro 搭载的 85mm 蔡司 2 亿 APO 超级长焦，正是双方技术协同的典型成果，通过非球面镜片群组与算法优化，显著提升了移动摄影的成像质量。在自然观测领域，他推动渠道本土化改革，针对户外爱好者需求优化产品供给，逐步填补高端市场空白。工业端，借鉴施耐德时期的工业经验，骆安瞄准新能源汽车产业与机器视觉产业两大风口，推动蔡司高性能光学技术与工业需求深度融合：针对新能源汽车产业，重点落地“电池质量检测”与“车身光学测量”两大解决方案。针对机器视觉产业，他带领团队开发适配中国工业场景的“定制化光学组件”，助力提升电子元件检测效率与精度。

“德国研发中心是技术源头，但中国市场要长出自己的‘根’”，这是骆安在团队管理中反复强调的理念。他主导构建的大中华区组织架构，成为蔡司本地化战略的重要实践：核心管理层涵盖业务统筹、品牌合作、新业务探索等关键领域，针对“狩猎与自然观察”“手机影像”“电影镜头”等核心 BU 制定本地化落地策略，同时单独设立品牌合作（大中华及东南亚）与新业务板块，挖掘区域市场增量。在资源布局上，他推动微光学（MO China）业务在中国大陆专门落地，适

配消费电子小型化趋势，与蔡司在上海、苏州的生产基地形成协同——上海基地生产的先进制造检测设备供应亚太市场，苏州基地生产的显微镜远销全球，这种“本地研发+全球输出”的模式，让中国成为蔡司全球创新网络的重要节点。

当前全球光学市场呈现技术迭代加速、需求多元化的特点，消费电子升级、车载光学普及、AR/VR 兴起等趋势带来新机遇，同时也面临竞争加剧的挑战。骆安带领团队从三方面应对：技术层面，深化与德国耶拿、奥伯科研发中心的协同，将光谱学检测精度提升至行业先进水平，同步推动上海 X 射线解决方案创新中心建设，聚焦动力电池等应用领域；市场层面，以大中华区为样板，向东南亚市场复制“消费+工业”双轨模式，依托蔡司全球业务站点网络辐射新兴市场；人才层面，联合高校设立光学奖学金，在上海、广州等科创中心培育本土研发力量，强化人才储备。

作为蔡司中国业务持续增长的见证者与推动者，骆安所主导的光子学与光学事业部大中华区业务，与集团整体发展态势高度契合。蔡司中国自 2019-2020 财年超越美、德成为全球第一大市场后，连续多年保持两位数增长，2022 财年营收达 92 亿元，2024 年光学业务在中国区销售额逆势增长 10%。这些数据背后，是骆安这样的管理者对“全球技术+本地创新”模式的持续探索。“蔡司的镜头见证过科技发展的诸多里程碑，现在正深度参与中国智造的崛起进程”，骆安表



骆安 ■ 受访者供图

示，未来将继续推动光学技术在更多场景落地，让高性能光学解决方案服务于产业升级与消费升级的双重需求。

从通信工程师到光学巨头的区域掌舵人，骆安不仅展现了强大的个人能力，更折射出中国市场在全球产业链中地位的提升——从技术输入到创新输出，从市场受体到战略核心，蔡司在中国的发展轨迹，与骆安所推动的业务布局形成了生动的相互印证。在光学技术赋能千行百业的今天，这位兼具技术背景与商业视野的管理者，正以精准的战略判断与务实的落地举措，书写着跨国企业本地化发展的鲜活样本。

关筱筱

创新杂谈 chuangxin zatan

智能人形机器人叩响古乐，醒狮在 AIGC(人工智能生成内容)里“蹦迪”，英歌锣鼓“撞”上全息投影，龙舟通过 AR(增强现实)技术“划”入观众席……在近日举行的第十五届全国运动会开幕式上，科技与文化激情碰撞，惊艳四座。

这场独特的视听盛宴，让人们沉浸式体验到传统文化的浪漫与温情，也真切触碰到科技创新的强劲脉搏，更深切感受到中华文明从传统走向创新的强大生命力。开幕式上多个精彩视频片段在网络上热传，网友们在评论区留下“太燃了”“堪称完美”等称赞。

其实，从精彩绝伦的北京冬奥会开闭幕式，到有智能机器人登场“扭秧歌”的蛇年春晚，再到壮观特效加持下诠释“中国式浪漫”的电影《哪吒之魔童闹海》，我们已不止一次领略过“科技+文化”的非凡魅力。这次十五运会开幕式依旧收获如潮的关注，不仅说明两者融合创新之路无止境，也说明人们对领略中华优秀传统文化、感悟中国故事之美有着旺盛需求与强烈期待。

如果要问这些创新探索做对了什么，那么最核心的答案就是：做到了科技与文化的的水乳交融。这不是传统文化符号的简单拼接与堆砌，而是对中华优秀传统文化意蕴与价值的深度挖掘，并在科技的助力下进行让人耳目一新的表达。经科技的“点亮”，传统元素“变身”为多种形态，其中蕴含的人文精神与价值理念也被更多看见，强大的感染力被激发出来。当更多的心理被叩响，一颗颗守护传统文化的种子便得以广泛播撒，并蓄积起赓续传承的澎湃力量。

拿十五运会开幕式来说，虚拟技术助力打造文化体验场景，智能人形机器人成为“古今对话”的参与者，这些表达方式无疑是充满新奇感和未来感的，也更能拉近公众与文化的距离，产生强烈的情感共鸣和精神共振。在十五运会开幕式鲜活的叙事下，人们读懂了醒狮背后的驱邪祈祷，整鱼背后“独占鳌头”的祝福以及英歌所传递的勇猛仁义。借由这些共通且可感知的文化表达，人们都读出了其中蕴含的身份归属感与民族自豪感，读出了对美好生活的共同期待。而这，不正是对开幕式“圆梦未来”主题最生动的诠释吗？

科技对文化表达的赋能不断突破我们的想象，并制造出更多惊喜。如何提高传统文化叙事中的科技含量，让科技不仅是创新表达的一种工具，而且是涌动创意的一泓清泉，是值得我們思考和探索的课题。科技创新的脚步一刻不停，创新应用也在加速迭代。作为文艺创作者，唯有不断加强学习，锐意创新，提高驾驭科技的能力与水平，方能推出更多“叫好又叫座”的精品。

开创文化创新新局面，自然要拥抱科技浪潮。但也别忘了，内容是永远的灵魂。激发传统文化活力，创作者应保持更深沉的文化定力，不急躁不盲从，舍得下功夫深探中华优秀传统文化的丰厚意蕴，持续开掘其中的现实价值。在此基础上的科技与文化深度融合，才能真正激活历史、对话未来。

全链条创新打造绿色能源装备

富二氧化碳合成气绿色甲醇合成试验装置，每天生产甲醇 120 千克；每小时 50 标准立方米的多功能电解水制氢测试平台，可直接将海水制成氢气，解决海上平台等特定场景绿色碳源需求……笔者近日走进上海电气旗下上海锅炉厂有限公司（以下简称“上海锅炉厂”）零碳未来装备试验及示范中心，了解零碳未来装备与绿色燃料合成技术新发展。

富二氧化碳合成气绿色甲醇合成技术，是上海锅炉厂“全球首套加压流化床生物质纯氧气化技术”的配套技术。它可以通过选择性中和生物质气化过程产生的二氧化碳，大幅度提升生物碳资源的利用率，并适应由绿电波动造成的绿氢供应不稳定，实现真正的绿色甲醇柔性合成。

上海锅炉厂化工与高端装备部研发工程师黄成介绍：“试验装置已经完成 72 小时甲醇合成试验，并取得良好实验结果，为上海电气投资建设的洮南市风电耦合生物质绿色甲醇一体化示范项目提供了有力数据支撑。”该项目是国内首个规模化生物质绿色甲醇项目，填补了国内绿色甲醇领域规模化、连续化生产的技术空白。项目首期年产约 5 万吨绿色甲醇，预计全年可带动利用秸秆等生物质资源约 18 万吨，消纳绿电约 2.2 亿千瓦时，直接减少碳排放约 6.5 万吨。

电解水是制备氢气的主要路径，海水直接耦合制氢技术是一项中国首创的前沿技术。上海锅炉厂的全资子公司——上海氢器时代科技有限公司已研发多类型电解水制氢装备。该公司总工程师吴亮介绍：“公司的碱性电槽，产氢量达每小时 2000 标准立方米，按每年运行 8000 个小时计算，大概能生产超过 1400 吨绿氢。我们首先布局研发中心先行突破关键技术，再通过项目示范完成装备验证与工艺迭代，为新技术落地提供了‘研发—验证—应用’闭环路径。”

走进光储研发试验中心，9 套 25.6 平方米的定日镜格外吸睛。该中心采用全世界最前沿、最先进、最高效且经过多个国际大型工程项目验证的聚光集热无线控制技术建成。目前，这套技术已成功应用于迪拜 100 兆瓦塔式光热电站。

“该技术实现了大规模镜场控制的高可靠性、高安全性和高效率，解决了数万面镜子同步精准追踪太阳的技术难题。通过该项目，我们对光热关键技术进行了消化吸收再创新，实现了从‘中国制造’到‘中国创造’的转变。”上海锅炉厂“新能源部技术处处长助理徐明说。

近年来，上海锅炉厂作为上海电气的核心制造基地之一，通过高效清洁煤电、氢能装备、碳捕集等技术协同发展，形成“绿电、绿氢、绿色化工”全链条创新示范，推动中国绿色能源装备从“产品输出”向“技术标准输出”“产业生态输出”升级。 王春

『科技+文化』点亮全运会

■ 王丹