中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

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

扫二维码 看科学报　扫二维码 看科学网

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

总第 8442 期　2024 年 2 月 2 日　星期五　今日 4 版

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

时隔 6 年再发警报

自然资源部开展海冰联合调查

本报讯（记者廖洋　通讯员王琳琳）近期，受寒潮天气影响，渤黄海冰情迅速发展。自然资源部北海预报减灾中心连续 5 日发布海冰蓝色警报，这是自 2017/2018 年冬季以来时隔 6 年再次发布海冰警报。辽东湾浮冰外缘线离岸距离由 25 海里迅速发展至 60 海里，直至进一步发展至 70 海里，较近年同期明显偏重。

为准确研判冰情，自然资源部北海局首次牵头组织开展海冰联合调查。国家海洋环境预报中心、自然资源部海洋减灾中心、国家卫星海洋应用中心和北海区沿海地区主管部门及预报减灾机构共同开展立体化同步观测，深入一线收集灾情信息。

2024 年 1 月 22 日至 1 月 26 日，联合调查队赴严重冰区开展调查，共开展了 14 个架次的旋翼无人机航拍、两个架次的固定翼无人机正射影像监测、11 个站点的陆岸监测，巡视辽东湾岸段 400 公里，获取了冰温、冰厚、密集度、冰表面光谱等要素，开展了卫星遥感、船舶、雷达、海洋站、无人机、陆岸巡视、船舶观测等立体化监测。

2024 年 1 月 23 日和 1 月 25 日，自然资源部北海局组织开展了两次渤黄海沿岸 16 个重点岸段的同步观测，为海冰模式的检验和卫星反演提供观测数据支持。

调查队队员观测冰厚。　自然资源部北海局供图

美美迎新春！这项全球首次试验结果出炉

■本报记者 李思辉　实习生 田珺

新春走基层

陈卫忠在检查试验设备运行情况。　田珺 / 摄

“开始！”随着指令，研究团队成员果断按下鼠标，3 米开外的一个红蓝相间的庞然大物开始高速运转，并排的 4 台电脑控制屏上，一行行数据飞快跳跃。经过 100 多天的前期准备，1 月 30 日（农历腊月二十）下午 4 时许，“真三维断层错动下隧道响应及抗错断技术模型试验”正式开始。这项耗时数年的研究，成败在此一举。

承载这项试验的庞然大物是全球首台可模拟真三维地应力施加、隧道开挖支护、倾斜断层错动的大型试验装置。该装置由中国科学院武汉岩土力学研究所研究员陈卫忠团队和山东大学的研究人员自主设计研发。

记者跟着陈卫忠绕试验装置一周，只见这个巨大的四方体装置的外架由蓝色金属架支撑，内胆是一节节红色圆柱，里面堆填的是隧道岩土。据介绍，此次试验以新疆天山胜利隧道跨博阿活动断裂带为背景，模拟活断层错动的面有多大、错动的影响范围有多广，以及如何保证隧道跨越活断层段结构的安全运营。

一条公路要从山体、水底穿过，通向四面八方，往往离不开隧道挖掘。挖掘隧道最怕遇到地质结构不稳定的“断裂段”，世界上的许多隧道工程往往选择绕开“活动断裂段”，但在我国很多地方，断裂带绕不过去，比如正在建设的世界最长的高速公路隧道——新疆乌尉高速天山胜利隧道，全长 22.13 公里，在山体之下。因此，如何评估处于活动断裂带的隧道的抗震安全是一个重大工程技术难题。

陈卫忠团队凭借参与墨脱公路嘎隆拉隧道、巴基斯坦 SK 水电站、新疆 ABH 输水隧洞工程等重大工程建设的数十年经验，建立了一套隧道工程穿越活动断裂带的抗错断分析理论、抗减震材料与铰接设计方法，成果已在天山胜利隧道顺利应用。与此同时，他们还依托中交第二航务工程局有限公司试验基地，建设了中国科学院地下工程灾变与防护工程实验室，重点开展岩土及地下工程复杂条件下灾变机理与控制技术的研究。那台红蓝相间的庞然大物就是该团队设计定制的全球首个模拟断层错动下隧道结构响应平台。

“嗡嗡——”下午 4 时 22 分，试验设备开始发出低沉的轰鸣声，断层错动模拟进入关键阶段。仪器内部的岩层在外力作用下错动，在缓冲层的反作用下发生剧烈变化。

“外面看似波澜不惊，里面却波涛汹涌。”团队成员、博士研究生高厚聚精会神地盯着显示屏，看着一串串数据以更快的速度跳跃，期待着和团队小伙伴苦战许久的结果出炉。100 多天前，他们背着行李来到远离武汉主城区的武汉阳逻经济开发区，在这个连路灯都不太多的试验基地蹲守，每天调试设备、更新软件、填料堆料、完善数据、更新方案，为的就是这次的试验。

“嘀嘀嘀——”下午 5 时 40 分，仪器读取数据的声音清脆悠长。团队成员、研究员谭贤君时而在设备外徘徊，时而钻进庞然大物的内部巷道中观察。他说，在实验室里模拟的断层错动场景，实际上与现场场景非常接近，只不过工程现场要比实验室危险得多。

那是 2006 年，谭贤君和陈卫忠一起来到西藏墨脱。墨脱县曾因没有公路被称为“高原孤岛”。墨脱公路于 1975 年动工，但多次被自然灾害破坏，直到挖通隧道才改建成功。墨脱公路嘎隆拉隧道是世界首条在现代冰川、跨越两个气候带地区修建的隧道，陈卫忠团队负责为其提供技术支撑。

“在墨脱待了两个多月，路边就是悬崖，我们的车比较宽，行驶时轮胎的一部分几乎是悬空的。有一次我们的车差点滑下悬崖，差点就见不到第二天的太阳了。现在回想起来还心有余悸。”谭贤君自嘲道。

正是在一批批科学家、工程师和建设者的共同努力下，目前墨脱县有了安全快速的高速公路和隧道，告别了“孤岛”的历史。陈卫忠团队在这条隧道修建中首次提出强震区泡沫混凝土吸能减震技术，于 2011 年获得湖北省科技进步奖一等奖，2014 年获得国家科技进步奖二等奖。

“今天的试验如果成功，将非常有助于揭示断层错动作用下隧道响应特征，确定隧道抗错断设防范围，检验抗错断措施效果，保证隧道跨活断层段的安全运营。”陈卫忠说。

“有结果了！成功了！”下午 6 时 50 分，试验结果出炉！一群身穿白大褂的研究人员激动地围在显示屏前，认真端详第一份试验结果。结果表明，随着错动量的增加，隧道变形、破坏越来越严重，衬砌经历了裂缝萌生、裂缝扩展、剥落等阶段；在断层错动下，隧道明显破坏段位于断裂带两侧范围，约为断裂带宽度的 1.5 倍；设置了减震层、铰接接头、减震缝的隧道衬砌被破坏程度远小于未设置抗错断措施隧道，证明上述设计具有良好的抗错断效果。

“全球首次！我国科学家成功模拟三维断层下的隧道工程动力响应特征，这是中国科学院地下工程灾变与防护工程实验室 2024 年的一个大好消息，也是国际隧道抗错断设防领域的一个重要消息。”高厚开心地告诉《中国科学报》，“我们在这里‘闭关’几个月，功夫总算没有白费！试验成功了，大家再用几天时间整理完数据，就可以美美地回家过年了。”

国际团体发起打击论文工厂行动

寰球眼

本报讯 据《自然》报道，一个由研究资助机构、学术出版商和研究机构组成的国际团体发起了一项名为“United2Act”的行动，旨在解决科研诚信中最棘手的一大问题——论文工厂，即大量生产低质量期刊论文或伪造期刊论文并出售的企业。

近日，上述团体发表了一份声明，概述了将如何通过深入研究论文工厂以及改进作者验证方法等措施解决论文工厂问题。

该声明是去年 5 月国际出版伦理委员会（COPE）与国际科学、技术和医学出版商协会（STM）召开的一次峰会的结果。研究人员、研究诚信分析师、出版商和资助机构代表参加了会议，他们提出需在 5 个方面采取行动：提高对相关问题的教育和认识；对论文工厂进行详细研究；改进出版后的更正流程；支持开发核实作者、编辑和审稿人身份的工具；确保出版流程中处理问题的小组间沟通顺畅。会议针对每一个方面的行动成立了对应的工作组。

该声明的签署机构为欧洲研究委员会、出版服务公司科睿唯安，以及包括爱思唯尔、威立和施普林格·自然在内的主要出版商。“实际上，这份声明只是我们下一步工作的基础。”COPE 理事会成员、制定这份声明的“United2Act”指导小组联席主席 Deborah Kahn 说，大多数工作组已经举行了第一次会议，其中一个工作组将开发揭露论文工厂及其运作方式的教育辅助工具。

德国柏林自由大学社会科学家、独立研究诚信分析师 Anna Abalkina 是 3 个工作组的成员。她表示，工作组将采用学术方法研究论文工厂，以填补有关其规模等方面的知识空白。Abalkina 希望发表两三篇与之相关的论文。

为确保后续行动的顺利开展，Kahn 要求每个工作组在 6 月前报告进展情况，届时她将在希腊雅典向世界研究诚信大会与会者通报最新进展情况。

数据科学家 Adam Day 没有参与制定这份声明，但他对此表示欢迎。他希望看到工作组工作计划的更多细节，以便将其落实到实际工作中。

“论文工厂会预料到我们要做什么，因此会改变做法。”Kahn 说，解决论文工厂问题，需要持续努力。　（文乐乐）

科学家“打印”出人工微血管网络

本报讯（记者王敏）中国科学技术大学副教授李家文课题组提出适用于三维毛细血管支架高效构建的飞秒激光动态全息加工方法，可用于产生三维毛细血管网络。相关研究作为封面文章日前发表于《先进功能材料》，相关技术获专利授权。

组织工程的目的是构建具有生理功能的组织和器官，用于修复人体缺损和治疗疾病。由于体外构建的组织缺乏与之相适应的血液供应系统，只有皮肤、软骨和骨组织工程产品应用于临床。科学家已经成功打印出人工心脏、肝脏、肺、肾等组织器官，但人工微血管网络尤其是毛细血管网络打印始终是组织工程中的难题和瓶颈。

飞秒激光双光子聚合具有纳米级加工分辨率和三维制造能力，但是传统加工策略打印微血管网络效率低。课题组在前期工作的基础上，提出基于局部相位调制的方法，在环形贝塞尔光束的基础上生成了环形缺口光场，利用快速变化的缺口环形光在光刻胶内曝光，实现了复杂形貌分叉微管网络和仿生多孔微管的高效加工，加工速度比传统的逐点加工方法提高 30 倍以上。

课题组以多孔微管网络为支架引导内皮细胞贴壁生长，实现了形貌可定义的复杂微血管网络的构建。研究人员介绍，该工作将为组织工程、药物筛选和血管生理学等领域的研究提供平台。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1002/adfm.202470005

新材料广谱高效制备自支撑氧化物薄膜

本报讯（记者严涛、王敏）中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心教授吴文彬、王凌飞团队与西北大学教授司良团队合作，发现一种广谱高效的新型超四方相水溶性牺牲层材料 $Sr_4Al_2O_7$。该高性能氧化物材料可用于制备多种高完整性高质量自支撑氧化物薄膜。相关研究成果近日发表于《科学》。

多年来，自支撑氧化物薄膜的主流制备方法是基于水溶性牺牲层的薄膜生长、剥离和转移技术。然而，国际上普遍使用的 Sr−Al−O 基水溶性牺牲层与目标氧化物薄膜之间会形成高密度界面缺陷，导致水辅助剥离和转移过程中自支撑氧化物薄膜产生高密度裂纹，显著影响结晶性和完整性。因此，如何抑制缺陷形成，获得大面积、高结晶性、高性能的自支撑薄膜是关键科学问题。

研发团队深入探索了 Sr−Al−O 基水溶性薄膜的激光分子束外延生长窗口，利用精细的薄膜生长控制技术发现了一种新型水溶性牺牲层材料——$Sr_4Al_2O_7$。

系统性实验表征和第一性原理材料模拟计算发现，双轴应变下的 $Sr_4Al_2O_7$ 薄膜具有四方结构对称性，与多数 ABO_3 钙钛矿材料可以形成高质量共格外延生长，抑制了界面处缺陷的形成和水辅助剥离过程中裂纹的产生，显著提升了自支撑氧化物薄膜的结晶性和完整性。研究团队发现从 $Sr_4Al_2O_7$ 上剥离的自支撑薄膜中无裂纹区域可以扩展到毫米级，比目前已报道的同类自支撑薄膜样品在尺寸上高 1~3 个数量级，且其结晶性和功能性可以与单晶衬底上生长的外延薄膜媲美。

$Sr_4Al_2O_7$ 薄膜具有宽且稳定的激光分子束外延生长窗口，与多数钙钛矿氧化物薄膜的生长兼容，制备工艺具有普适性。研究团队进一步发现 $Sr_4Al_2O_7$ 独特的化学组分和晶体结构导致其具有极高的水溶性，可以将水辅助剥离时间缩短近一个数量级，显著提升自支撑氧化物薄膜的制备效率，有助于大规模高性能氧化物薄膜的制备。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1126/science.adi6620

细如发丝，半导体纤维能“织”布

■本报记者 沈春蕾

长 13.5 米、宽 0.6 米、厚 1 毫米的光电传感布。　受访者供图

在一片绿草如茵的空地上，新加坡南洋理工大学的两位研究人员展示了一块长 13.5 米、宽 0.6 米、厚 1 毫米的雪白布料。这块看起来平平无奇的布，实际上并不普通。它是一块光电传感布，由一根根细如发丝的纤维材料“编织”而成。用该布料做成的帽子、衣服，有望替代手机、平板电脑、智能手表等智能设备。

2 月 1 日，南洋理工大学教授魏磊牵头的国际联合团队在《自然》发表论文，介绍了这块用超长连续高质量硅锗纤维材料“编织”的布料是如何问世的。

寻找“能屈能伸”的材料

让脆性材料变得柔软，甚至能够编织衣物，是魏磊团队的研究方向之一。

“如今的手机、电脑、智能手表等设备的芯片制造都离不开硅材料，在硅材料获得青睐之前，锗是用于制作历史上第一根晶体管的经典材料。”论文共同第一作者、在南洋理工大学从事博士后研究的汪志勋介绍，这两种材料自然储量丰富，电气性能优良，但它们是“宁为玉碎，不为瓦全”的脆性材料，用其制作的芯片非常容易断裂。

已有研究发现，虽然以硅和锗为代表的无机半导体材料已成为芯片制造不可或缺的关键材料，但在电子产业拥抱柔性化的新趋势下，这些半导体的本征脆性给材料科学家带来了挑战。

为了让这些半导体材料“能屈能伸，柔软好用”，近年来，国际学术界提出了一些降低维度的解决方案。

参与该研究的吉林大学教授王哲解释说，降低维度是指采用三维尺寸极小，可以认为是零维形态的硅“点”（零维纳米硅），以阵列形式分布在柔性基底上，形成一个软硬交联的网络以实现脆硬材料的柔性化；或者是减少晶圆的厚度并钝化机械损伤，从而得到一张平面（二维纳米硅）形态可以弯曲的硅薄膜。

“当前，学术界对一维（一维纳米硅）形态的半导体纤维研究相对较少，主要原因是制备极其困难。”魏磊表示，如何大规模高产量地连续制造具有相当长度的无裂纹半导体纤维是关键挑战。

可编织光电传感布问世

尽管目前科学家已经研究发现了微下拉法等从熔体出发的晶体生长法，但半导体纤维制备仍然面临一些重大难题。

汪志勋介绍，熔芯热拉法是将生产玻璃光纤的方法稍加改动，用于制造多材料纤维的一种方法。该方法具有低成本、高速度、长纤维等特点，其纤维拉制速度可以达到每分钟数十米甚至上百米，并且单根纤维的拉制长度可以达到公里级。但是，熔芯热拉法制造出的半导体纤维往往有形状不均匀、纤芯断裂多发等缺陷，限制了其实际应用。

“要解决半导体纤维的生产难题，熔芯热拉法是一个有潜力的办法，但需要从根本上弄清楚缺陷发生机制，从源头解决问题。”参与该研究的中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所研究员张其冲告诉《中国科学报》，团队成员结合各自背景优势，突破传统思维，从基础科学出发并结合实验验证，分阶段归纳总结熔芯热拉法中不同的物理和化学过程，明确了纤维制备中关键的流体和固体力学问题。

从理论模型的建立到半导体纤维的成功拉制，这支国际联合团队验证了熔芯热拉法的系统规律，并基于半导体纤维展示了可编织光电传感布的日常应用。“这种传感布可以被缝成一顶帽子、一件衣服，或是以单根纤维（一维纳米硅）的形式贴附在复杂形状的表面，以实现环境光连续监测、室内光通信、健康管理甚至深海无线通信等极端环境中的多种实际应用。”参与该研究的中国科学院深圳先进技术研究院副研究员陈明说。

一根根“发丝”大有可为

硅、锗是电子产业中成熟的广为应用的代表性材料，用它们做成的半导体纤维有一个重要优势——可以与现有技术工艺兼容。

张其冲表示，光电传感只是这款硅锗纤维材料应用的一小部分，该材料还有更广阔的应用前景。未来，太阳能电池、温度压力及其他信号的传感、数据储存，甚至集成电路和微处理器都有可能集于这一根根“发丝”上，被编织进日常衣物中，提升人们的生活品质。

“如今，我们已经在实验室实现了高质量硅、锗半导体纤维材料的规模化生产，但要实现更广泛的应用还面临挑战。”魏磊介绍，从纤维形态来看，目前形状单一，实际应用中不同器件可能需要不同形状或是具有某种内部结构的纤维；从材料本身来看，需要进一步探索第三代及第四代半导体材料的纤维化制备。

张其冲透露，未来联合研究团队将进一步研究多功能纤维材料，共同解决生产制备中的问题，让人们像穿贴身衣物一样携带智能设备。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41586-023-06946-0