

◆科创达人秀◆

在1/8发丝粗细的光纤上“起舞”： “冰刻”技术展现中国制造未来

■中国科学报温才妃、冯怡

还记得儿时看过的冰雕展吗？美轮美奂的宫殿、动物、丛林，让人不得不赞叹匠人的鬼斧神工。

如果，这样的冰雕是发生在仅有头发1/8粗细的光纤末端，并且不止雕刻一件作品，而是同时雕刻百件以上，那又是怎样的风景？

过去两个月，西湖大学仇旻研究团队在《纳米快报》《纳米尺度》《应用表面科学》等期刊上连续发表一系列研究成果，雕刻小到微米甚至纳米级别的“冰雕”游刃有余，从精确定位到精准控制雕刻力度，再到以“冰雕”为模具制作结构、加工器件，一套以“wafer in, device out”（原料进，成品出）为目标的“冰刻2.0”三维微纳加工系统雏形初现。

“其实我们只是把传统电子束光刻技术中的‘光刻胶’换成了冰。”仇旻说。但这一换，却换出了一片全新的想象空间。

什么是“冰刻”

假设我们要在硅晶片上加工4个纳米尺度的金属字“西湖大学”，首先，需要将一种叫“光刻胶”的材料均匀地涂抹在晶片表面；用电子束（相当于肉眼看不见的“雕刻刀”）在真空环境中将“西湖大学”4个字写在光刻胶上，对应位置的光刻胶性质会发生变化；再用化学试剂洗去改性部分；最后再用化学试剂将所有光刻胶清洗干净，去除废料后只留下金属字。



从冰层沉积开始到吹除废料结束，加工全程不涉及化学溶剂。

光刻胶是微纳加工过程中非常关键的材料。有人说，中国要制造芯片，光有光刻机还不够，还得打破国外对“光刻胶”的垄断。

但这样的“光刻胶”有局限性。“在样品上涂抹光刻胶，这是传统光刻加工的第一步。这个动作有点像摊鸡蛋饼，如果铁板不平整，饼就摊不好。同时，被抹胶的地方，面积不能太小，否则胶不容易摊开摊匀；材质不能过脆，否则容易破裂。”仇旻实验室助理研究员赵鼎说。

那么，把光刻胶变成水冰呢？《孙子兵法》中说：“兵无常势，水无常形。”零下140摄氏度左右的真空环境，能让水蒸气凝结成无定形冰。“无常形”的水蒸气可以包裹任意形状的表面，哪怕是极小的样品

也没有问题；水蒸气轻若无物，使在脆弱材料上加工变成可能。对应“光刻胶”，他们给这层水冰起名“冰胶”，给冰胶参与电子束光刻技术起名“冰刻”。

实际上，一旦将光刻胶换成了冰胶，还能够极大地简化加工流程，规避洗胶带来的污染，以及难以洗净的光刻胶残留导致良品率低等问题。“冰刻”只需要让冰融化或升华成水蒸气即可，仿佛这层冰胶不曾存在过一样。

从原材料到成品一气呵成

2012年，仇旻从瑞典皇家理工大学回国任教后不久，就开启了“冰刻”研究计划。经过6年的努力，他和团队将“冰刻”从纸上谈兵变成现实，完成了国内首台“冰刻”系统的研发。

来到西湖大学后，仇旻全力研发功能更加强大的“冰刻系统2.0”。他们希望创造出一套全流程一体化、自动化的微纳加工系统——从冰胶形成开始，到模具加工、材料生长、器件性能表征，一气呵成。

研究团队已经从精准定位、雕刻力度等多个维度入手，不断提升“冰刻”技术。

仇旻实验室2019级博士研究生吴珊，找到了控制“雕刻力度”的方法。她通过实验发现，冰胶去除厚度与电子作用强度呈线性关系。也就是说，“刻刀”在冰上凿刻时，下刀的力越大，刻出的槽就越深，并且下刀的力度和槽的深度能直接按比例推算。

而使用光刻胶，电子与胶厚之间的关系要复杂得多，电子束“雕刻”时力道控制的精准性和灵活性就会受到约束。仇旻实验室访问学生洪宇和其他团队成员则发现，不费“吹灰之力”就可以清除加工废料。

他们利用冰刻技术，不仅在光纤端面（光纤“头部”的横截面），而且在光纤曲面（光纤“身体”表面）上加工制作出各种精巧的微纳结构。

尤其在最后清除废料环节，他们发现样品在真空中从低温升温回室温后，多余的金属材料自然卷曲并与样品分离，可被轻易地吹除。

除此之外，利用冰在电子作用下与材料发生的独特反应，“我们可以将只有一个原子层厚度的二维材料‘冰刻’成任意形状，通过人工构造的方式使材料产生奇特的性质”。仇旻实验室2019级博士研究生姚光南目前正在开展这方面的研究。

寂寞的冰上舞者

这是一群寂寞的冰上舞者。仇旻团队已在“冰刻”这块试验田深耕了8年。

最初，他了解到哈佛大学的一支研究团队演示了面向生命科学领域的“冰刻”加工雏形，这给了他灵感，让他看到了这项技术在微纳加工领域的巨大潜力。这是一个无人区。仇旻用梦想的力量，吸引了他回国后招收的第一批博士研究生之一赵鼎。

“冰刻”原理简单明了，但是仪器的实现则异常艰辛。团队需要对原有的电子束光刻设备进行大量改造。赵鼎为之奋斗了5年。赵鼎毕业之后，师弟洪宇接力，为冰刻系统的研发绘制了几十篇设计图纸。因为没有现成的可以购买，多数情况下必须自己动手，他恶补了很多真空技术和热学方面的知识。

而今，在国外完成两年博士后研究之后，赵鼎又回到仇旻实验室，继续这场“冰刻”长跑。

事实上，全世界做冰刻的实验室，目前满打满算只有两个，一个在中国，一个在丹麦。显然，这不是一个热门的研究方向，且研发周期很长，想在这个课题上很快发文章并获得高引用很难。“但这是一项令人激动的新技术，对以微纳加工为代表的超精密加工的探索和创新，正是中国制造指向的未来。”仇旻说。

受益于水这种物质得天独厚的生物相容性，在生物样本上“冰刻”光子波导或电子电路有望得以实现。

而这将史无前例地提高人为干预生物样本的能力，同时开辟出全新的学科交叉和研究方向。

◆科学眼◆

送首位女性上月球

贝索斯发布登月引擎测试视频

近日，美国亚马逊公司首席执行官杰夫·贝索斯（Jeff Bezos）发布了旗下“蓝色起源”（Blue Origin）公司研制的月球着陆器引擎BE-7测试情况的视频，并配文称，这台引擎将送首位女性登上月球。

据报道，日前，贝索斯在社交媒体上发布了一段在亚拉巴马州亨兹市（Huntsville）NASA马歇尔太空飞行中心，进行的引擎测试视频，并配文称，“这台（BE-7）引擎将送首位女性到月球表面”。

此前，美国国家航空航天局（NASA）曾表示，计划在2024年将一名女性送上月球。4月，NASA宣布与“蓝色起源”公司、Dynetics公司和太空探索技术公司（SpaceX）这三家太空公司签订了价值数亿美元的合同，设计载人着陆系统。

NASA称，“其中一家公司研制出的着陆系统会在2024年将第一位女性和一位男性宇航员送到月球表面。”

此外，根据NASA的“阿尔忒弥斯”（Artemis）登月计划的安排，2024年将宇航员送上月球，分三步走，整个任务将耗资280亿美元，其中160亿美元用于研制登月舱。

第一次飞行——“阿尔忒弥斯1”任务将于2021年11月开展，这是一次无人飞行。2023年，“阿尔忒弥斯2”将携带宇航员绕月飞行，但不会在月球上着陆。2024年，“阿尔忒弥斯3”将与1969年升空的阿波罗11号一样，在月球上着陆，只不过其停留时间更长——一周，而且还将进行2~5次“舱外活动”。

据《中国新闻网》

我国研发出24亿年

不差一秒的 车载光频标

■元斌

中国科学院精密测量科学与技术创新研究院成功研发24亿年不差一秒的车载光频标。

该院高克林研究员团队经过10多年努力，突破一系列关键技术，研制出24亿年不差一秒的超高精度车载光频标。该车载光频标经过1200多公里长途搬运后，完成了16位有效数字的钙离子光频标钟跃迁绝对频率测量。

据团队专家介绍，光频标是一套超高精度仪器设备，用于实现超高精度的时

间测量。近期该院两台光频标的频率比对结果进一步验证了该院研制的光频标具有20亿分之一秒的时间测量分辨能力，是国际上继德国联邦物理技术研究院研制的镱离子光频标后，第二种达到该分辨能力的离子光频标。

据介绍，时间的超高精度测量是科技创新和国民经济建设的重要技术支撑，也是国际上竞争激烈的关键科技领域。作为超高精度仪器设备，实现光频标的应用首要是做到“可搬运”，因此研发车载光频标具有重大现实意义。

“老人专窗”

专为服务老年人使用智能化

■杨振华、王辉

近期，为切实解决老年人运用智能技术困难，金华市人社局聚焦人社公共服务领域涉及老年人的高频事项和服务场景，坚持传统服务方式与智能化服务创新并行，针对性出台了系列举措。

在金华市行政服务中心三楼，老年人走进人社服务大厅，就会有工作人员热情主动上前引导。老年人无需排队叫号，在“老年专窗”即来即办。金华市人社局相关负责人介绍，金华市、县两级人社服务大厅，都设置了老年人爱心专窗，

接下来还将在部分有条件的人社基层网点、社银合作网点开通老年人爱心服务站，开辟绿色通道，确保快速、优质办理好老年人业务。

设置老年人爱心专窗的同时，人社服务大厅推行“六个不得”服务，其中包括：一律不得以格式条款等方式拒收现金，不得强制老年人必须线上办理，不得以资料不齐全为由拒绝办理，不得以法律法规限制为由简单说不能办理，不得以不了解情况和不属于受理范围等为借口推诿塞责，不得服务冷漠和态度粗暴等。

目前，“六个不得”制度已在市、县两级人社服务大厅上墙公示。

服务大厅还开通了老年服务专线，为老年人提供人社咨询、预约服务。对于行动不便、长期卧床等老年人，社保、就业经办机构会定期筛选出有人社业务办理需求的对象，组织志愿服务队员上门开展“一对一”服务。

金华市全市人社领域将确保年底前全面实施“退休一件事”“零跑直享”改革，通过部门协同等措施，破解老年人退休办理多头跑部门等问题，实现退休人员“一次不用跑”，到龄直接享受养老等退休待遇。

“免费”共享充电宝

可能盗取个人隐私

■温婧

日前，公安部网安局官方公号提示，免费赠送或试用的充电宝其中或隐藏木马程序，一旦插入手机，会盗取用户的个人信息。

商场里可租赁的移动电源、火车站叫卖的满电充电宝和扫码免费送的充电宝……这些充电宝不仅可能存在质量安全隐患，还可能被不法分子植入木马程序，导致手机里的文本信息和照片、视频等隐私数据泄露。网警提示，不要随意购买和扫描来历不明的充电宝，如有需要，请选择正规产品，或扫描正规公司的可租赁

移动电源。当手机连接充电电源并询问“是否信任”时，需要提高警惕。

此前央视3·15晚会就曾公开揭秘，当一个正常的充电宝拆开后，如果有不法分子对其进行改造，就很有可能在内部加上芯片，当用户租借到被动过手脚的充电宝，其信息就会分分钟被窃取。包括手机唯一标识码、通讯录、照片甚至是手机应用的账号密码……即使拔掉充电宝，手机依然处于被控制状态。因此，尽量不使用小品牌的共享充电宝和陌生人提供的充电宝，也不使用有破坏痕迹的充电宝。

原来塑料袋、旧报纸 穿上可以这么美

日前，宁波镇海区九龙湖中心学校的体育馆内热闹非凡，伴随着动感的音乐节拍，垃圾分类小达人挑战赛暨科技节闭幕式在一场创意十足的环保时装秀中拉开帷幕。

现场，各个年级的“小模特”身着用塑料袋、旧报纸、旧光盘等废旧物品制作而成的“环保时装”，踩着节拍，自豪地走在小小的舞台上，充分彰显环保理念，博得了观众们一阵又一阵热烈的掌声。其中，四年级的邱慧仪全身上下的装扮均由黑色塑料袋加以塑料宝

石点缀制成，获得一致好评，她说，在我的眼中，环保才是真的时尚。

然而，此次活动仅仅是为九龙湖黄背包志愿者协会开展“社会组织+学校+社区”青少年垃圾分类教育推广模式以来的一次总结。

小手拉大手，小家传大家。如今，九龙湖镇已开始全域全员推进垃圾分类，连续多次达到各片区分类检查合格率100%；农村垃圾分类打了翻身仗，自11月份开始，分类质量稳居镇海区各镇街道首位。

通讯员王姿添 摄影报道



◆实证科普◆

“网红”自热火锅安全吗？

■陈文青

天气越来越冷，吃火锅成了不少人驱寒的好办法。特别是，有时候一个人宅在家时，既懒得出门，又不想点外卖，自热火锅就成了吃货们的首选。

确实，自热火锅使用起来非常方便，不用火、不用电，在专用的塑料包装内放入加热包，再加上一瓶水，10至15分钟左右，一“锅”香喷喷的火锅就出炉了。但近日，一段“网红”自热火锅爆炸的视频引发热议。那么，市面上的自热火锅安全性高吗？自热火锅在使用时到底要注意些什么呢？针对这一情况，义乌市消防救援支队进行一组实验，科普自热火锅的正确操作方式。

实验开始前，消防员准备好3个自热火锅，1瓶380毫升的矿泉水，穿戴好防护服。

实验一：自热火锅的加热孔请勿堵塞

消防员将自热火锅内密封的

加热包拆出，按照使用说明加入200毫升的冷水，然后盖上盖子，等待加热包起效。为演示错误操作带来的严重后果，消防员注水盖上盖子后，又用胶带纸将透气孔直接封住了。15秒后加热反应开始，自热火锅里开始发出“噗噗”的声音。大量的水蒸气从盖上边冒了出来。注水半分钟后，自热火锅的外盒开始膨胀，有白色蒸汽溢出。2分钟后，自热火锅的盖子“啪”的一声，突然裂开，大量蒸汽喷出。此时，消防员用热成像仪测试，发现自热火锅的表面温度达到了87摄氏度。8分钟后，消防员打开盖子，发现自热火锅里面的水已经全部被蒸发掉了，原本干瘪的白色发热包变得鼓鼓的。

实验小结：堵住透气孔时，里面的水会一直沸腾成水蒸气，这就增大了火锅内气体的压强。压强越大，水的沸点就越高，就像高压锅一样。当内外压差大于自热火锅盒子的承受能力时，

它就会爆开，喷出里面的液体和气体。

大家吃泡面的时候会习惯性地把透气孔拿东西盖住，因为这样热得更快。但如果把自热火锅当微波炉来加热那就错了。自热火锅出气孔一旦被堵，内部的蒸汽无法排出，温度持续上升，气体受热膨胀，外盒就会因不断受到内部压力而炸裂，发生轻微爆炸。使用自热火锅时要检查加热包的包装是否破损，如有破损就不可使用，同时还要检查出气孔是否被堵。

日常生活中，一些“自作聪明”的吃货朋友们，为了让自热火锅加热更快，会选择直接让加热粉末与水反应。一旦粉末直接反应又遇到封闭的环境，后果不堪设想。

实验二：自热火锅的加热包请勿拆开使用

消防员将白色粉包拆开倒入火锅盒子内，按照注水线要求倒入

相应的水。开着盖子，查看情况。白色粉末和水刚开始接触的时候，有少量气泡冒出。4分钟后，开始有大量的白色蒸汽冒出。此时，自热火锅的表面温度升到80摄氏度以上。8分钟后，消防员发现，火锅盒子内的水已经蒸发完，白色的粉末开始凝固。

实验小结：自热火锅内部的水温最高可达100摄氏度，而蒸汽温度可以达到200摄氏度左右，足以造成严重烫伤。使用时一定要按照自热食品的说明书来使用加热包，严格按照提示内容操作，切勿拆开加热包倒出粉包加热，以防意外。自热食品包装底部温度高，最好在桌面上加一层隔热垫，以防自热食品持续发热造成玻璃碎裂。自热类食品不能放入微波炉、烤箱等加热。

实验三：切勿在狭小密闭空间使用自热火锅

消防员将加热包拆开，把里面的白色粉末倒入装了200毫升