

不仅能叠飞机 折纸还能搭桥

■本报记者 严涛

折纸作为一种有趣的手工，最早可追溯到汉代。折纸还是一门科学，名为“折纸几何学”，是从几何与数学的角度对折纸艺术进行研究的学问。此外，折纸在力学研究方面也有一席之地。可以说，折纸结构已不再局限于纸张，而泛指通过折叠变形将二维平面变换为三维空间结构，其突出的变形特性引起了科学界和工程界的广泛兴趣。

西安建筑科技大学教授孙博华团队将折纸结构的多稳态与充气结构的自主展开特性相结合，带领团队设计出一种由充气驱动的双稳态折纸梁，为紧急情况或大型商业活动临时桥梁的搭建提供了思路。相关研究日前发表于《工程结构》。

“最佳拍档”

“双稳态”顾名思义，是两种稳定状态，属于多稳态的一种。多稳态是折纸结构丰富的变形模式所带来的优异特性之一，代表结构在变形过程中存在两个或多个稳定平衡点，在平衡点上，结构不借助外力仍能保持稳定的几何形态。

既然有如此优异的特性，为何还要借助充气驱动？孙博华介绍：“尽管折纸结构具有优异的变形特性，但其变形过程需要外力驱动。充气结构具有可自主展开特性，在气泵安装后可实现一键展开，不需要其他的调整和帮助。”

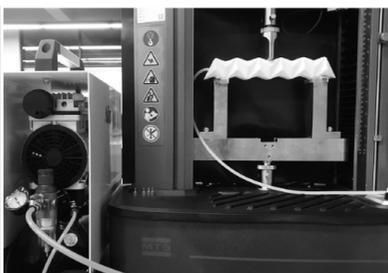
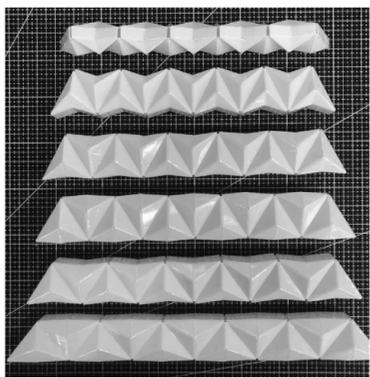
这样看来，折纸和充气岂不是一对“最佳拍档”？研究人员表示，理论上可以这样说。为了利用折纸结构的多稳态和充气结构的变形驱动收展优势，一个显而易见的设计就是把充气与折纸结合，构成充气折纸结构。充气驱动双稳态折纸梁结合了折纸结构的多稳态与充气结构的自主展开特性，使得结构具有展开和折叠两种稳定状态，两种状态间的过渡则可通过气压驱动实现。

“但在后续的实际应用中必然还要考虑很多因素，比如折纸梁的力学特性如何、结构的承载力和材料的选取能否进一步优化。”团队博士生赵良杰说。

两种稳态和三点弯曲

据介绍，双稳态折纸梁最重要的特点是具有折叠和展开两种稳定状态，该状态无须外力维持。这一特性来源于折纸结构的多稳态，可以用几何上的不兼容性来理解，即只有在这两种状态下板材自身才不变形，此时结构具有最小应变能。

“比如在一个拱板的跨中施加力，在变形的前半段力逐渐增大，随后发生跳跃，拱板变形至另一个凸起方向。拱板的两个凸起方向即对应着两种稳态。”孙博华解释道。



▲维持内部气压的三点弯曲力学试验。
◀不同几何参数梁。 课题组供图

双稳态折纸梁正是利用折纸结构的双稳态，在展开后无须维持梁内气压就可保持稳定状态。此时每一块板材自身均没有变形，在几何上兼容。这一点可以使用纸张制作折纸梁进行简单验证，其在折叠和展开过程中，无折痕区域的纸面也会发生变形，这正是几何的不兼容，此时面上存在应力，结构具有较大的应变能。

孙博华团队通过试验验证了这一点。孙博华说，在试验过程中，团队最初思考过用3D打印制造折纸梁，但3D打印在工程界，尤其是建筑工程领域并没有得到广泛的应用，同时此类方法不能体现折纸结构从二维到三维的成形过程，因此最终选择平面激光切割结合粘接的方式制造折纸梁。

团队选择了韧性和强度兼具的常见材料。他们首先用波纹纸板进行制造和试验，虽然该材料可以很好实现展开和折叠，但强度较低。随后团队又用聚丙烯板制造折纸梁并进行试验。此过程折痕的处理尤为关键，最初团队将山折痕(凸起折痕)和谷折痕(凹进折痕)都在板材的同一面进行切割，但谷折痕的折痕由于无法兼容板材厚度，会造成板断裂。

“因此我们将山折痕和谷折痕分别在板的两面进行切割，这就避免了折痕的板厚兼容问题。最终我们用聚丙烯板制作的折纸梁在具有可折展性的同时，也拥有比波纹纸板所制作结构更高的强度。”赵良杰说。

但新的困难随之而来。梁的可折展特性会削弱其结构强度，如何解决这一难题？孙博华介绍说：“我们通过三点弯曲试验对比了最初制造的折纸梁与相近尺寸不可折展矩形梁的强度，相比之下折纸梁的峰值荷载降低了约70%。这正是我们赋予梁体可折展特性时所付出的强度代价。”

随后团队分别进行了增加支座约束和增加

顶部平板的弯曲试验，制造了改变基本单元角度的折纸梁并进行试验。试验表明，这些措施最高可以使折纸梁峰值荷载提升1倍，较好地解决了折纸梁可折展特性削弱结构强度的问题。

轻便快速和荷载风险并存

孙博华开展这项研究，起初源于美国哈佛大学研究人员发表于《自然》的一篇文章。“他们提出了基于三角形单元的多稳态可充气折纸结构，并借此设计了可展开帐篷和拱，这引起了我的极大兴趣。由此，我联想到折纸在建筑上可能的应用，折纸结合充气特性后的轻质、稳定、快速折展正合乎对临时结构的应用要求。”孙博华说。

然而从理论到应用从来都没有那么简单。孙博华坦言，目前双稳态折纸梁真正走向应用仍有距离。研究只是提出一个初步的设计概念，并进行了模型试验。而真正落地应用的前提是有相应的规范出台，这意味着需要进行大量的足尺试验和现场试验。此外，相比金属可展开结构，折纸梁的强度还需要进一步提升，易破坏位置(如折痕区域)需要进一步加固，同时可以尝试寻找更适合的材料。

固定方式在应用中也是需要考虑的，折纸梁的轻便只是其优点，但也意味着易受风荷载的影响。目前来看，折纸梁在应急抢险和大型商业活动中具有应用前景，但还有很多问题需要解决。

孙博华团队计划下一步制造可充气的多稳态折纸拱和折纸板，以便和当前研究的双稳态折纸梁组合应用。“我们还将探索折纸结构的更多应用，如可折展的建筑外立面、可控折纸机器人臂、可调刚度的折纸超材料等。”

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2023.117207>

发现·进展

中国农业科学院麻类研究所

褪黑素对实验动物具有减肥作用

本报讯(记者王昊 通讯员黎育颖)中国农业科学院麻类研究所南方功能饲料开发与利用创新团队通过 Meta 和机器学习系统研究发现，外源添加褪黑素能显著降低体重，其脂质代谢的改善与褪黑素剂量、初始体重以及治疗时间等因素相关。相关研究近日发表于《肥胖评论》。

过量的能量摄入会导致白色脂肪沉积、体重增加，以及肥胖和相关代谢疾病的发生。摄入高脂肪或高糖等高热量饮食以及昼夜节律紊乱等不良生活方式会导致生物节律和代谢紊乱。因此，通过减少高热量饮食的摄入，以及利用褪黑素等来调节脂肪和葡萄糖的昼夜节律和代

谢，成为缓解和治疗肥胖的思路。

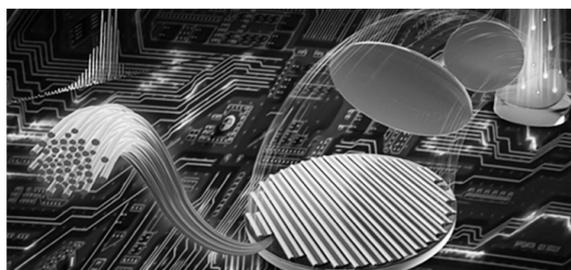
研究团队通过 Meta 分析和机器学习研究，评估褪黑素对肥胖小鼠或大鼠的减肥作用，发现褪黑素显著降低了肥胖小鼠或大鼠的体重、血清葡萄糖、甘油三酯、低密度脂蛋白和胆固醇水平。Meta 回归分析和机器学习表明，褪黑素剂量是影响体重主要因素，褪黑素剂量越高，减肥效果越强。当在夜间通过注射补充 10~30 毫克/千克剂量的褪黑素 5 至 8 周后，雄性肥胖小鼠和大鼠减肥效果非常明显。该研究为肥胖治疗提供了新思路。

相关论文信息：

<http://doi.org/10.1111/obr.13701>

中国科学院上海微系统与信息技术研究所

八英寸SOI/ 砷酸锂异质集成技术取得进展



“离子刀”异质集成技术实现大尺寸晶圆级砷酸锂异质集成材料与芯片制备示意图。

中国科学院上海微系统与信息技术研究所供图

本报讯(见习记者江庆龄)近日，中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究员蔡艳、欧欣合作，利用上海微技术工业研究院标准 180 纳米硅光工艺在八英寸绝缘体上硅(SOI)上制备了硅光芯片，再基于“离子刀”异质集成技术，通过直接键合的方式实现砷酸锂(LN)与 SOI 晶圆的异质集成，并通过干法刻蚀技术实现了硅光芯片波导与砷酸锂电光调制器的单片式混合集成，制备出通信波段马赫-曾德尔干涉仪型砷酸锂高速电光调制器。相关研究成果将在 2024 年美国激光及光电子学会议(CLEO)上作口头报告。

得益于优良的材料质量和器件制备技术，器件在 10Hz 至 1MHz 频率范围内的三

角波电压信号下的调制效率稳定，在测量频率范围内器件保持稳定的半波电压-长度积(VpiL)值。同时，器件具备较好的低直流漂移特性，证明薄膜砷酸锂材料和氧化硅包层的沉积质量较好、缺陷较少。调制器的光眼图测试结果显示，在非归零调制信号下传输速率达到 88 Gbit/s，四电平脉冲幅度调制(PAM-4)信号下传输速率达到 176 Gbit/s。

据了解，研究团队通过“万能离子刀”技术，在国际上率先实现砷酸锂单晶薄膜与八英寸硅光芯片异质集成，两者结合展现出优良的电光调制性能。中国科学院上海微系统与信息技术研究所异质集成晶圆团队目前已验证该工艺路线进一步扩展至八英寸的可行性，未来可实现大规模的商业化制备。

中国科学院大连化学物理研究所

新型无液氦式绝热量热仪研制成功

本报讯(见习记者孙丹宁)中国科学院大连化学物理研究所研究员史全团队在低温量热仪器研制方面取得新进展，研制了一台 Gifford-MacMahon (G-M) 式制冷绝热量热仪，实现了无液氦环境下 4~100K 温区凝聚态物质热容精密测量。相关成果近日发表于《科学仪器》。

热容是与物质状态和能量性质紧密相关的基础热力学参数。通过热容测定，能够获得焓、熵、吉布斯自由能等热力学函数，还能在液氦温区探究超导、磁性、相变等具有理论研究与应用价值的科学现象，为相关热力学问题研究提供指导依据。

据介绍，绝热量热法是测量凝聚态物质热容最准确、可靠的方法。此前，团队先后在

4.2~600K 温区建立了一系列精密绝热量热仪器。然而，这些仪器需使用液氮或液氩以获得低温测量环境，实验成本高且操作烦琐，成为绝热量热技术发展及低温热容研究的瓶颈之一。

针对上述问题，研究团队利用无液氦闭循环 G-M 制冷机获取液氮温度，研制出了一台无液氦式低温热容绝热量热仪，实现了无液氦环境下液氦温区凝聚态物质热容精密测量。经标准物质热容测量验证，量热仪在 4~100K 温区热容测量精度±0.8%、准确度±1.5%，为液氦温区热容测量与相关热力学问题研究提供了经济、便捷、可靠的量热实验手段。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1063/5.0159807>

智能机器人采茶忙

近日，随着清明节临近，浙江理工大学农业机器人与装备创新团队研制的多具具备 AI 视觉识别、机械臂采摘等功能的智能采茶机器人开始“上班”，采摘西湖龙井茶。今年，它们已经升级到第六代了。据介绍，目前实验结果显示，第六代智能采茶机器人的工作效率比第五代提高了 50%，一天可采摘干茶 1.5 斤，预计一台机器人能代替 1.5 个人工。

图为智能采茶机器人采摘西湖龙井茶。图片来源：视觉中国



今年是初洋创立丁香医生品牌的第十年。都说十年磨一剑，初洋这把“剑”，直指全民健康。

10 年前，他离开奋战了 11 年的临床一线，“摇身一变”成为互联网医疗行业媒体人。回头看，那一年，互联网走向成熟，成为通用技术，拥有 6 亿用户和 580 万公众账号的微信成为国内最大的移动社交应用。

初洋坦言，彼时互联网快速发展的浪潮对他产生了巨大的吸引力。“我意识到一个医生能帮助的个体总是有限的，但借助互联网，我能帮助成千上万的人。”

于是，丁香医生应运而生，而那一年也被称为“互联网医疗元年”。

做靠谱优质的医疗科普

“一开始并不顺利。”初洋告诉记者，丁香医生创立初期直面三大挑战。

第一是对用户需求理解的偏差。“医生可能更关注前沿话题，而老百姓则关注生活化的、养生类的常识。”

第二是从“讲天书”到“说人话”的转换。“很多公众没有接受过医学教育，如何把高深、艰涩的医学知识通过喜闻乐见的传播形式转化为通俗易懂的语言，需要我们扮演好‘翻译官’的角色。”

第三是如何抓住时机及时科普。“比如某一个公众人物因病去世了，这时候输出与之相关的疾病科普知识，大家就会比较关心。”

初洋表示，这三大挑战，归根结底是一个问题——用户信任。“过去，中国民众在互联网上很难接触到靠谱的医疗健康信息。很多撰稿人没有医学背景，有意无意中传播了谣言，使用了不恰当的表达，反而误导了公众。”

为此，在丁香医生平台上发布的科普文章，不仅会标注作者的医生身份、列举出参考文献，在文末还能看到“本文由×××审核”的字样。初洋介绍，“这是我们引入的同行审议机制，一般选取两个及以上所在领域的权威专家参与评审。只有他们为文章的专业性‘盖章’，我们才会传递给公众。”

于是，3 个月后，丁香医生迎来了第一篇 10 万+ 的爆款文章。“看着我们的用户数、阅读量像滚雪球一样增加，媒体转载和朋友圈分享也愈加频繁，我们意识到这件事情做对了，我们的选择是符合市场需求的，是被用户认可的。”初洋回忆说。

初洋：十年磨一剑，“剑”指全民健康

■本报记者 陈玮琪

开辟母婴健康“蓝海”

2015 年，初洋将视野投向母婴知识服务领域，以丁香医生的儿科和妇产科子频道为雏形，孵化出了丁香妈妈品牌。

之所以作出这样的决定，初洋坦言是因为他看到了生命的脆弱和这类人群的特殊。“现在卫生条件落后，新生儿夭折是常有的事。在经济不发达地区，养一个小孩，不仅要身体健康，还要心理健康。但一个女性从女孩到妈妈的角色转型，这个过程就像突然多了一份此前毫无相关经验的工作，她们急需了解如何科学养育，而丁香妈妈的存在就是为了满足这些需求。”

作为这一领域第一个真正意义上的入局者，丁香妈妈经历了三个阶段的进化。第一个阶段，以生命初始 1000 天为周期，通过新媒体平台输出母婴健康碎片化知识；第二个阶段，尝试知识付费，制作母婴付费课程；第三个阶段，创立“丁香妈妈大学”——一个此前市场中从未出现过的“体系化母婴知识学校”。

“一个新手妈妈，从一无所知成长为样

精通，碎片化、粗泛化的知识肯定无法满足她们的需求，于是我们组织了 1000 多位医生，将育儿过程中遇到的多场景高频问题进行了体系化、个性化整合，以帮助新手妈妈消除焦虑、轻松育儿。”初洋说。

让中国人更健康

目前，丁香妈妈新媒体矩阵粉丝数已破千万，付费用户超过 80 万。丁香医生全网粉丝规模超 5000 万，常在各大平台健康榜“独占鳌头”。“后来我们发现，当我们专注于讲 why(为什么)的时候，用户更多的需求是 how(怎么办)，他们更希望知道，哪一个产品可以吃、哪一个产品值得用。”初洋坦言。

为了不让商业性搅动品牌在用户心中的认可度和专业性，初洋成立了专门的科学审核团队，并建立红黄蓝三色灯审核体系，红灯即否决，绿灯即通过，黄灯即有效性和安全性尚可，但缺乏相关的循证依据，补齐后可转为绿灯。该团队独立向初洋汇报，而无需向商业化

部门汇报。“这样做是基于两个初衷：第一，不希望用户交智商税，尤其是在刚需方面；第二，确保产品不会损害用户健康。”

初洋介绍，目前丁香家在商城上线的所有产品均符合科学审核的标准。“我们的标准很多时候是高于国家标准的，所以刚开始通过率很低，可能不足 50%，但这反而帮我们筛选出了一批认可我们的价值观和审核机制，同时产品也成熟可靠的合作对象，此外对行业也起到了一个反向的促进作用。”

10 年过去，无论是丁香医生还是丁香妈妈，品牌的塑造无疑都是成功的。问及心得，初洋表示这其中坚守，也有创新。“坚守的是用户导向。我们已经积累了 10 年用户的需求，但这个事情做不完。人群在变，观念在变，时代在变，我们需要保持敏锐的用户需求洞察力。创新的是传播工具。如今，图文之外，短视频、直播等传播形式异军突起，用户耐心断崖式下降，我们也要顺应形势，在这些领域积极布局，继续产出优质的医学科普。”

作为国内最大的医生社区，丁香园聚集了全国 71% 的专业医生资源，涵盖内容输出、线上问诊、线下诊所、大健康消费等多个产品线，在互联网+医疗健康赛道“独领风骚”。但初洋说，“我们乐于有更多的人加入这条赛道，乐于有更多的人竞争对手，正如丁香园的愿景——健康更多、生活更好，我们希望中国人更健康。”