

惊人能量收放自如 简单配方带来超级材料

■本报记者 张晴丹

漫画《海贼王》中,路飞的橡胶手臂能在拉伸后获得巨大能量,在回弹瞬间挥飞对手。

现在,漫画竟然变成了现实!科研人员已经创造出一种超材料,将其拉伸到一定程度时,会激活储存在材料里的能量,一松手,爆发力惊人。科研人员还可以对这种材料编程,从而按需设计和控制超材料。

这种超材料的创造者,是哈尔滨工业大学(深圳)副教授梁旭东及其合作团队。近日,相关成果发表在美国《国家科学院院刊》上。

论文评审专家认为,“这项工作的高质量,并对力学超材料领域发展作出了创新的贡献。”

超材料配方:磁铁+橡胶

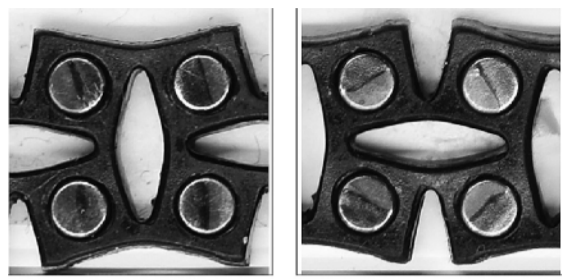
很多人小时候玩过橡皮筋,当用力拉伸橡皮筋并突然松开时,它会瞬间弹出去。想象一下,现在有种超级橡皮筋,当把它拉伸到某个节点再松手时,它会飞得超级远。

这个假想的超级橡皮筋是该团队正在创造的一种“磁-弹性力学超材料”。这个超材料有两个主角:磁铁和橡胶。

原本不相干的两种材料,结合到一起会产生怎样的“魔力”呢?

“我们用激光切割机把橡胶‘挖’出特定的孔洞结构,在孔洞里嵌入磁铁。当拉伸该材料时,利用一种称为‘相变’的物理特性,能吸收与释放巨大的能量。”论文第一作者兼通讯作者梁旭东告诉《中国科学报》。

当材料从一种状态转变到另外一种状态时,就会发生“相变”。比如固、液、气3种状态的变化就是非常典型的“相变”。当冰融化成水,或水变成水蒸气,就得吸收很多能量;而让水凝固成冰,则要释放很多能量。冰和水、水和水蒸气,都是一种物质的两种“相”。



张开的孔洞结构相(上图),闭合的孔洞结构相(下图)。

不过,上述这些“相变”一般发生在原子与分子尺度,想要捕捉和操控它们比较困难。

这项研究则在宏观层面进行,所选的材料并无过人之处。实验用的磁铁直径为3毫米,和橡胶一起,购买于普通商店。正所谓“平凡铸就伟大”,如此常见的材料,竟然创造出非凡的超能力。

“相变”正是超能力的核心,来自于两种能量的叠加效应。梁旭东解释,磁铁能相互吸引、排斥,嵌入橡胶后,相互吸引的磁铁会让孔洞闭合,相互排斥的磁铁则让孔洞打开,这是磁场的能量。用力拉伸橡胶时,橡胶本身会发生机械

变形,储存一些弹性。把这两种能量叠加,就会转变成超材料的动能,释放出更强的爆发力。

从大自然中获得灵感

“我们从一些能做出闪电般快速反应的生物中获得了灵感,比如捕蝇草能快速闭合,使飞虫根本来不及逃脱。”论文共同通讯作者、美国马萨诸塞大学阿默斯特分校高分子系教授 Alfred J. Crosby 说。

梁旭东用螳螂举例。“螳螂是一种非常神奇的生物,它的前肢能在水底环境大阻力下,仅用0.01秒就加速到每秒30米的速度,像锤子一样敲碎贝壳或击退捕食者。”

这种短时间非常高速的爆发运动,是研究团队基于软物质在高速变形条件下的力学研究想要达到的实验效果。

剖析实验原理是为了更好掌控它,为将来的应用奠定基础。经过反复实验,他们发现改变三个方面就能控制“相变”——磁场的排布和大小、橡胶材料的选择。

为此,他们专门开发了一种可以对材料进行编程的数学模型,从而按需设计和控制“相变”。“你可以制造想要的任何类型的‘相变’材料。”Crosby 说。

这大大拓宽了材料的应用前景,比如与软体机器人相结合。“我们取得的成果可以用来制作软体机器人的能量单元,通过储存能量和输出能量让软体机器人产生高速运动,就像螳螂的前肢一样秒发猛力,瞬间清除血栓。”梁旭东说。

除了能量释放方面的应用,其也能在防护材料领域大有作为。

汽车制造商非常重视汽车防撞结构的制作,当汽车发生猛烈碰撞时,也可以通过超材料的“相变”原理来减缓冲击,吸收能量,化解大部分冲击能量,从而达到保护车内乘客的目的。

这项“本领”还能用于制作新型安全头盔,甚至航母的阻拦索工具。

学科交叉的“狂欢”

梁旭东2010年毕业于中山大学理论与应用力学专业,随后保送到清华大学攻读力学专业硕士研究生,2013年取得硕士学位。

随后,他赴美国加利福尼亚大学圣地亚哥分校求学,所学专业为机械工程。这时的梁旭东更多专注于固体力学,并未涉足在高速变形下的力学超材料研究。直到在美国马萨诸塞大学阿默斯特分校进行博士后研究,他的研究视界一下子打开了。

评审专家在对比了前人利用磁铁调控力学性能的工作后表示,“之前的研究并没有呈现类似这篇文章的系统理论分析的深度”。

谈及这项研究成功的“秘密”,梁旭东认为是学科交叉。从求学经历来看,一路走来,梁旭东的所学专业一直在发生变化。他逐渐意识到,只有打破学科间的桎梏,形成知识的汇聚,才能拓宽眼界与视野。

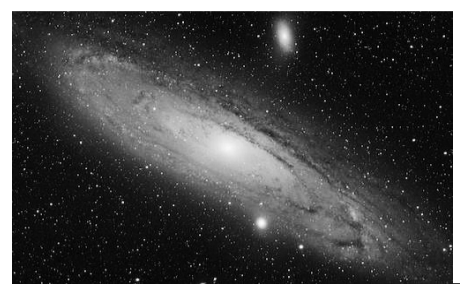
“学科交叉是科研工作中非常幸运的一件事。”梁旭东说,“不同学科、不同领域、不同思想碰撞出的火花,才是最绚烂的。学科交叉的‘狂欢’也是我做科研的启发和驱动力。”

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1073/pnas.2118161119>

发现·进展

中科院国家天文台等

提出新方法 搜寻仙女星系星团



仙女星系 图片来源: NASA

本报讯(记者沈春蕾)记者日前从中科院国家天文台获悉,一支天文领域的联合研究团队基于郭守敬望远镜(LAMOST)数据,构建了搜寻仙女星系(M31)星团的新方法。近日,相关成果发表于《天文与天体物理学》。

M31是距离银河系最近的一个大型旋涡星系,也是天文学家研究星系形成与演化的理想天体物理实验室。星团包括年轻的疏散星团、年老的球状星团以及年轻的大质量星团。它们广泛分布在星系的各区域,记录了星系早期形成与演化的历史过程,是揭示星系集成历史的绝佳工具。

近年来的大视场测光与大规模光谱巡天为科研人员提供了一支联合攻关团队,他们从LAMOST DR6数据中挑选出M31中346个星团、银河系前景天体和背景星系,结合文献中给出的M31星团与非星团样本,构造了一类双通道深度卷积神经网络模型,该模型在测试样本中达到了99%的准确率。

为此,中科院国家天文台博士王守成、研究员马骏、云南大学副教授陈丙秋、中科院云南天文台研究员龙晋等人组成了一支联合攻关团队,他们从LAMOST DR6数据中挑选出M31中346个星团、银河系前景天体和背景星系,结合文献中给出的M31星团与非星团样本,构造了一类双通道深度卷积神经网络模型,该模型在测试样本中达到了99%的准确率。

利用上述模型,研究人员从M31全景考古巡天测光数据获得的2100多万幅图像中,证认出117个高置信度的M31星团候选体,其中109个为M31星系盘中年轻的星团。另外8个位于离M31中心超过8.15万光年的遥远晕中,它们是年老的球状星团。

之前,天文学家利用哈勃望远镜观测数据在M31的特定区域内发现了大量的星团候选体。而这支联合研究团队在没有哈勃数据的区域,利用新方法在搜寻M31中年轻星团方面取得了新突破,体现了LAMOST等大口径地面光谱巡天望远镜与空间望远镜的互补优势。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202142169>

中科院深圳先进技术研究院等

实现背景噪声抑制的肿瘤靶向光声成像

本报讯(记者刁雯蕙)中科院深圳先进技术研究院刘成波团队、严飞团队、陆军团队与美国得克萨斯大学奥斯汀分校Jonathan Sessler团队合作,实现了活体深层组织肿瘤靶向背景噪声抑制的光声成像。相关成果近日发表于美国《国家科学院院刊》。

人们在夜晚能欣赏繁星点点、月光皎洁的美丽夜空,白天,月亮和星星就看不见了。这并不是因为它们消失了,而是白天太阳光强烈,致使月亮和星星淹没在强烈的阳光背景中。

生物成像也是同样道理。在光声成像中,体内血红蛋白分子产生强烈的背景信号,导致其他分子成像的灵敏度和特异性受到很大限制,这些分子淹没在血液的强背景中。具有光开关特性的基因编码蛋白,为解决该问题提供了一种思路。这种蛋白能在开、关两种状态成像,通过差分有效去除血液背景。但该方法至今无法实际应用,只在概念层面实现了差分成像效果。

该研究中,科研人员提出了一种GPS(G代表基因编码开关蛋白,P代表光声成像,S代表合成生物学)策略,为基因编码开关蛋白真正走向活体应用提供了思路。研究人员设计合成出F469W基因编码蛋白,利用遗传编码规则,将该蛋白基因质粒转染到大肠杆菌中,利用后者对肿瘤缺氧微环境的靶向特性,将开关蛋白基因靶向递送至肿瘤区域,通过基于光开关的光声成像方法抑制血液背景噪声,实现肿瘤内细菌的精准定位与光声成像。

相关论文信息:<https://doi.org/10.1073/pnas.2121982119>

东华大学

开发纳米纤维气凝胶 可吸收交通噪声

本报讯(记者郑金武)近日,东华大学纺织科技创新中心印震、邢阳、丁彬联合团队开发了一种分层结构的弹性陶瓷电纺纳米纤维气凝胶,可有效吸收交通噪声等低频噪声,助力解决噪声污染问题。近日,相关成果发表在《纳米快报》上。

交通噪声对人类的生理和心理造成严重危害。为解决交通噪声等噪声污染问题,人们普遍采用纤维吸声材料。但常用的纤维吸声材料密度大,低频吸声能力差,耐火性能也不理想。

在该研究中,联合团队开发了一种分层结构的弹性陶瓷电纺纳米纤维气凝胶,这种材料具有轻质特性,密度仅为每立方厘米13.29毫克,此外,该材料还具有优异的低频吸声能力,吸声系数为0.59。

研究发现,该陶瓷电纺纳米纤维气凝胶暴露于火中时不易燃,可被压缩并快速恢复到其原始形态而不会造成任何可见损伤。此外,该气凝胶可方便、高效地大规模制造成预先设计的形状,展示其工业化潜力。

联合团队表示,这种陶瓷基块体材料的成功设计,可为下一代高效吸声产品的进一步开发提供新思路。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.1c04532>

间充质干细胞开辟疾病诊疗新“航道”

■本报记者 张思玮

“随着间充质干细胞技术在临床上的应用与推广,现在治不好的疾病,或许今后就‘迎刃而解’。”近日,广州医科大学附属第三医院产科主任、广州妇产科研究所所长陈敦金教授在接受《中国科学报》采访时连用两个“真的想不到”形容干细胞发展速度之快。

干细胞是机体的起源细胞,也是形成人体各种组织器官的始祖细胞。间充质干细胞属于中胚层的一类多能干细胞,具有强大的增殖能力和多向分化潜能,是干细胞的一个重要研究分支。根据Clinical Trials的登记,目前全球间充质干细胞临床研究数量已近1万项。

各司其职展优势

谈到干细胞,人们首先想到的就是脐带血干细胞,其主要利用脐带血中的造血干细胞治疗血液类疾病以及免疫系统疾病,比如白血病患者进行骨髓移植,就是临床上干细胞成功应用的典型。

“但需要注意的是,造血干细胞的移植需要严格的配型,有可能产生移植排斥反应,也就是排异反应。”陈敦金说,间充质干细胞多被用于调节移植免疫反应,降低移植造血干细胞时发生的排异反应。

在陈敦金看来,间充质干细胞和造血干细胞属于两个“工种”,它们“各司其职”,不

分伯仲。间充质干细胞来源广泛、易于获得,在特定条件下可分化为多种组织谱系的细胞,还具有归巢现象,可在体内损伤组织微环境的作用下,迁移定位并分化为相应的组织细胞。并且,因其属于未成熟的成体干细胞,自身免疫原性低,同种异体移植后无排斥反应或反应较弱。

此外,间充质干细胞还可以分泌多种细胞因子和生长因子,促进周围细胞的存活,发挥旁分泌作用,进而通过调节免疫,促进周围细胞的增殖,抑制凋亡以及促血管生成。

“现在,很多人乐于将脐带血干细胞和胎盘干细胞放在一起比较,并且误认为干细胞只来源于脐带血。”陈敦金说,“其实这是两种不同的干细胞,各有各的作用。”目前,我国有牌照的脐带血库有7个,均为公共库;而胎盘干细胞库在国内则以博雅干细胞库等为代表,多为私立运营。

记者注意到,胎盘、脐带等围产期间充质干细胞的商业化存储日渐受到更多家庭青睐,这可以被看作社会关注和重视间充质干细胞临床前景的表现。

疗效已初步显现

通过分析Clinical Trials的数据可以看到,间充质干细胞主要被应用于呼吸系统疾

病、内分泌系统疾病、神经系统疾病、运动系统疾病、免疫系统疾病、生殖系统疾病、循环系统疾病以及消化系统疾病等。

据了解,目前国际上已经有20余款干细胞药物获批上市,其中绝大多数属于间充质干细胞,适应症包括移植物抗宿主病、克罗恩病、急性心肌梗死、肌萎缩、严重下肢缺血、阿尔茨海默氏症等。

“在此次新冠疫情期期间,胎盘/脐带等围产组织来源间充质干细胞多被应用于新冠临床治疗试验。”陈敦金向记者提到,去年6月,一项来自土耳其的临床试验结果发现,在210名危重症新冠患者中,间充质干细胞治疗成功挽救了138人的生命。

此外,间充质干细胞还提高了新冠肺炎患者的存活率。2021年6月《干细胞转化医学》发表的一项双盲、多中心、随机对照临床试验显示,接受脐带间充质干细胞治疗的试验组的存活率是对照组的2.5倍,在合并疾病的患者中,脐带间充质干细胞治疗使存活率比对照组提高了4.5倍。

凭特性引领行业发展

“未来,间充质干细胞将引领干细胞领域的发展,并在组织工程、组织器官移植、基因治疗、免疫治疗中发挥越来越重要的作

北京2025年轨道交通将达1000公里

本报讯(记者郑金武)日前,记者从《北京市“十四五”时期重大基础设施发展规划》新闻发布会上获悉,北京将继续推进城市轨道交通网建设,到2025年城市轨道交通运营总里程力争达到1000公里。

据了解,“十四五”时期,北京交通将重点从加强京津冀交通互联互通、打造便捷高效的公共交通体系、强化对重点区域发展支撑保障和推动交通绿色发展等方面持续完善交通基础设施。

围绕京津冀交通的互联互通,北京将完善综合交通枢纽空间布局,逐步实现高铁、城际铁路、市郊铁路与城市轨道交通在重要枢纽节点的同站换乘;完善便捷畅通的高速公路网,到2025年高速公路总里程达到1300公里。

为打造便捷高效的公共交通体系,北京将充分利用既有铁路资源,合理规划新建线路,加快建成市郊铁路主骨架,到2025年市郊铁路运营里程力争达到600公里。北京还将继续推进城市轨道交通网建设,到2025年城市轨道交通运营总里程力争达到1000公里。同时,全面提升地面公交服务水平,围绕轨道交通优化地面公交线网。

在强化对重点区域发展支撑保障方面,北京将在首都功能核心区打造高效便捷的出行环境,大力推进微循环建设,制定差异化停车政策,推动绿色便利出行。在城市副中心加快推进轨道交通线路建设,沿河、沿绿、沿路建设连续贯通的慢行网络。在5个平原新城加强对外公共交通联系,打造各新城与中心城区“半小时轨道交通圈”。

北京还将从优化出行结构、运输结构、车辆能源结构三个方面,推动北京交通绿色低碳可持续发展。

依兰陨石坑进入世界陨石坑版图



依兰陨石坑星球撞击遗迹

课题组供图

本报讯(记者朱汉斌 通讯员邓士连)记者日前从中科院广州地球化学研究所获悉,由该所研究员陈鸣课题组发现的我国依兰陨石坑以其奇特的形态、美丽的自然景观和十分年轻的撞击坑等特点,引起了国际科学界和广大民众的高度关注。这是继辽宁省鞍山市的岫岩陨石坑后,我国目前发现并得到国际学术界承认的第二个陨石坑。

近日,美国宇航局的地球资源卫星

图像库、地球观察站和地球天文台分别发布了Landsat-8卫星2021年10月8日获取的依兰陨石坑高分辨彩色卫星图像,并同时发表题为“在依兰发现的年轻撞击坑”的署名文章,对依兰陨石坑的发现和主要特点进行了展示与评述。

“这表明依兰陨石坑已经得到国际科学界的承认,进入了世界陨石坑版图。”陈鸣对《中国科学报》表示,依兰陨

石坑位于我国黑龙江省依兰县,坐落在小兴安岭南边缘地带。其形成在地球造山带(地壳强烈活动区),直径1850米,深度150米。

依兰陨石坑是一个星球撞击遗迹,其形态十分奇特,呈现为月牙形环形山,坑缘比坑底高出150米。整个陨石坑坐落在早侏罗纪花岗岩体上。北部坑缘保存状态较好,但南部1/3坑缘缺失。陨石坑被茂密树林覆盖。