

材料月报

2019 年第三期（总 12 期）

太原理工大学材料学院 主办

2019 年 03 月 20 日

要 目

P2 深圳大学发表超材料相关最新成果

深圳大学项元江课题组与英国伯明翰大学和宾夕法尼亚州立大学合作，通过非均匀的调制理想外尔超材料中元胞内部结构的几何参数，首次在光学系统中观测到手性零级朗道能级，相关成果发表在《Science》上。

P4 拓扑新材料理论设计重要进展

在《Nature》正刊同期发表南京大学、中科院物理所、普林斯顿大学三个研究团队的相关工作，昭示出在拓扑新材料理论设计方面中国科研团队的优势地位。

P6 铝合金新型室温强化方式

日前，来自澳大利亚莫纳什大学和迪肯大学的科研人员在铝合金方面取得了一项重要成果，通过 2024、6061、7075 等常规铝合金发现了一种新型室温下的强化方式！相关论文 3 月 1 日发表在《Science》期刊。

P8 一种压电性强于锆钛酸铅的分子钙钛矿固溶体

熊仁根教授团队攻克世纪难题，发明了一种分子固溶体钙钛矿材料，具有与工业标准陶瓷锆钛酸铅相当的压电性能，将为压电材料在柔性可穿戴器件领域的应用拓展提供全新的思路，这是该课题组发表的第四篇《Science》。

目 录

科研进展

- P1 在非金属表面直接合成石墨烯
- P2 深圳大学发表超材料相关最新成果
- P4 拓扑新材料理论设计重要进展
- P6 铝合金新型室温强化方式
- P7 首例催化[6+4]环加成反应的酶
- P8 一种压电性强于锆钛酸铅的分子钙钛矿固溶体
- P9 七种元素把合金进行到底
- P10 三维石墨烯光电传感器重要进展
- P11 华科可见光驱动二氧化碳转化新进展
- P12 锌碘单液流电池能量密度大幅提高
- P13 石墨烯-碳纳米管复合支架可模拟脑神经网络
- P14 全新混合纤维，金属的强度、橡胶的弹性
- P15 高效率钙钛矿太阳能电池
- P16 钙钛矿太阳能电池研究获重要进展
- P17 石蜡助力石墨烯薄膜无损转移
- P18 高强韧室温自修复材料
- P19 纳米水处理技术及原理新进展
- P20 新型纳米机器人可进入活体癌细胞

- P21 新型超高导电材料，电导率是石墨烯 1000 倍
- P22 超柔性纳米发电复合材料

材料动态

- P23 超高强度碳纤维核心技术
- P24 智能化高铁要来了，还有机器人帮你运行李
- P25 大构件制造领域的一项变革性创新技术

高等教育

- P26 虚拟仿真实验教学创新联盟成立

材料课堂

- P28 涨知识：十大最具特色的材料（下）

主办：太原理工大学
材料科学与工程学院

主编：王晓敏

副主编：乔璐威 程伟丽

责任编辑：贾 兰

出版日期：2019 年 03 月 20 日

（第 012 期）

仅供内部参阅，正式引用时请
自行核实

在非金属表面直接合成石墨烯

(Fluorine-programmed nanozipping to tailored nanographenens on rutile TiO₂ surfaces)

近日，波兰雅盖隆大学和美国橡树岭国家实验室 M. Kolmer 教授和德国埃朗根-纽伦堡大学 K. Amsharov 团队的科研人员在《Science》上联合发表论文。研究人员发现 C（碳）-F（氟）的活化是一种可靠且通用的工具，能够直接在金属氧化物表面实现分子内芳基-芳基耦合。

通过在单晶金属表面辅助 C-C 键耦合而合成的碳基纳米结构，包括富勒烯和富勒烯片段的单体异构体、纯手性碳纳米管、原子精度的纳米石墨烯和边缘清晰的石墨烯纳米带。在大多数的实际应用中，碳基纳米结构都必须转移到绝缘或半导体表面上。然而长期以来，在非金属表面直接合成纳米石墨烯和碳纳米带一直是一项难以实现的技术。

由 C-F 键活化实现的多步转化导致了多米诺式的耦合，并直接在金红石型 TiO₂ 表面生成了定制的石墨烯。由于有效的区域选择性拉链，可以从柔性的多环芳烃前驱体中获得目标石墨烯。前驱体结构中 F 的位置决定了“拉链程序”的运行，从而导致了低聚亚苯基链的卷起。结果表明金红石型 TiO₂ 表面参与了前驱体的环脱氢氟化反应，并反映了环脱氢氟化在这一过程中的关键作用。

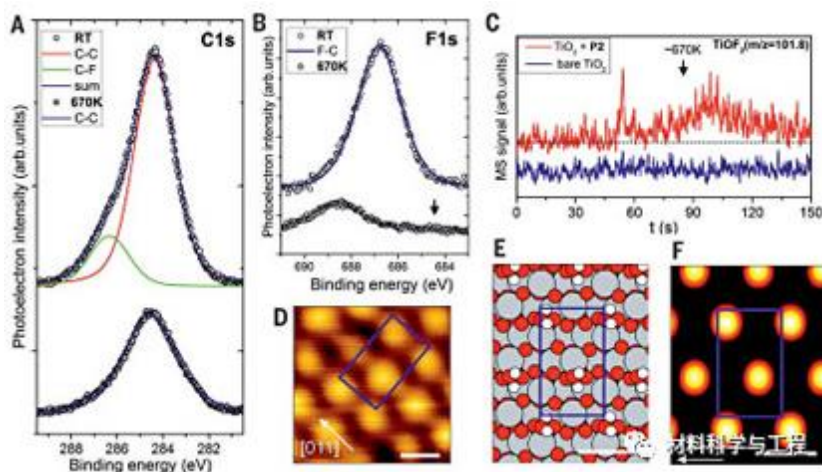


图 1 金红石型 TiO₂ 表面参与了前驱体的环脱氢氟化反应

这一高效率的 HF-拉链策略使在绝缘体及半导体表面直接合成石墨烯成为现实。该研究结果为在绝缘或半导体表面上，通过表面合成方法直接定制设计碳基纳米结构提供了重要途径。

—摘编自材料科学与工程公众号 2019-02-22

深圳大学发表超材料相关最新成果

(Observation of chiral zero mode in inhomogeneous three-dimensional Weyl metamaterials)

深圳大学项元江课题组、英国伯明翰大学张霜教授课题组和宾夕法尼亚州立大学刘超星教授课题组合作，通过非均匀的调制理想外尔超材料中元胞内部结构的几何参数，首次在光学系统中观测到手性零级朗道能级，相关成果发表在《Science》上。

在高能物理中，狄拉克或外尔无质量相对论粒子具有手性对称性，也就保证了其手性电流为守恒量。但是外界微扰的引入会破坏其手性对称性并导致手性电流不守恒，也就是手性异常。其中，外加磁场产生的零级手性朗道能级便是导致手性异常的最重要的方法。狄拉克和外尔准粒子在电子和光学系统中的发现为在这些系统中观测手性朗道能级提供了条件。然而，目前为止三维光学系统中手性朗道能级还没有得到观测。

以往的设计人工磁场的方法都是通过外加应力实现体系内部发生非周期改变，根据紧束缚近似理论，这种应力张量可以表示为矢量势，也就产生了人工磁场。这种方法广泛的应用于二维体系。但是在三维体系中，由于体系的伸缩性不明显，所以科学家只能理论上研究薄膜或者细线的几何体中的人工磁场。因此，目前为止，人工磁场只在二维体系中实验上实现。而三维外尔体系中的人工磁场会产生更加有趣的物理现象，比如外尔准粒子的手性传输。

研究团队首次通过调节外尔超材料中每个元胞内部结构，将整个外尔超材料做成非均匀体系，实现了三维光学外尔体系的人工磁场。他们抛弃了以往的通过紧束缚近似理论设计人工磁场的方法，从等效介质理论出发，对外尔超材料元胞内部结构进行非周期的调节，实现了体系结构中外尔点在 \mathbf{k} 空间的位置随实空间坐标的绝热演变，从而产生了等效的人工规范场，也就是人工磁场。该人工磁场产生能够产生手性朗道能级（如图 1A, B 所示），对于不同的外尔点群速度的方向不同（如图 1C 所示），也就是相反方向传输的体态在 \mathbf{k} 空间分离。因此在两个 1 级朗道能级能带区间，底面激发只能探测到向上传输的零级朗道能级（如图 1D, E1-E7），相反，顶面激发只能探测到向下传输的零级朗道能级（如图 1F, G1-G7）。这是光学系统中手性朗道能级的首次观测。

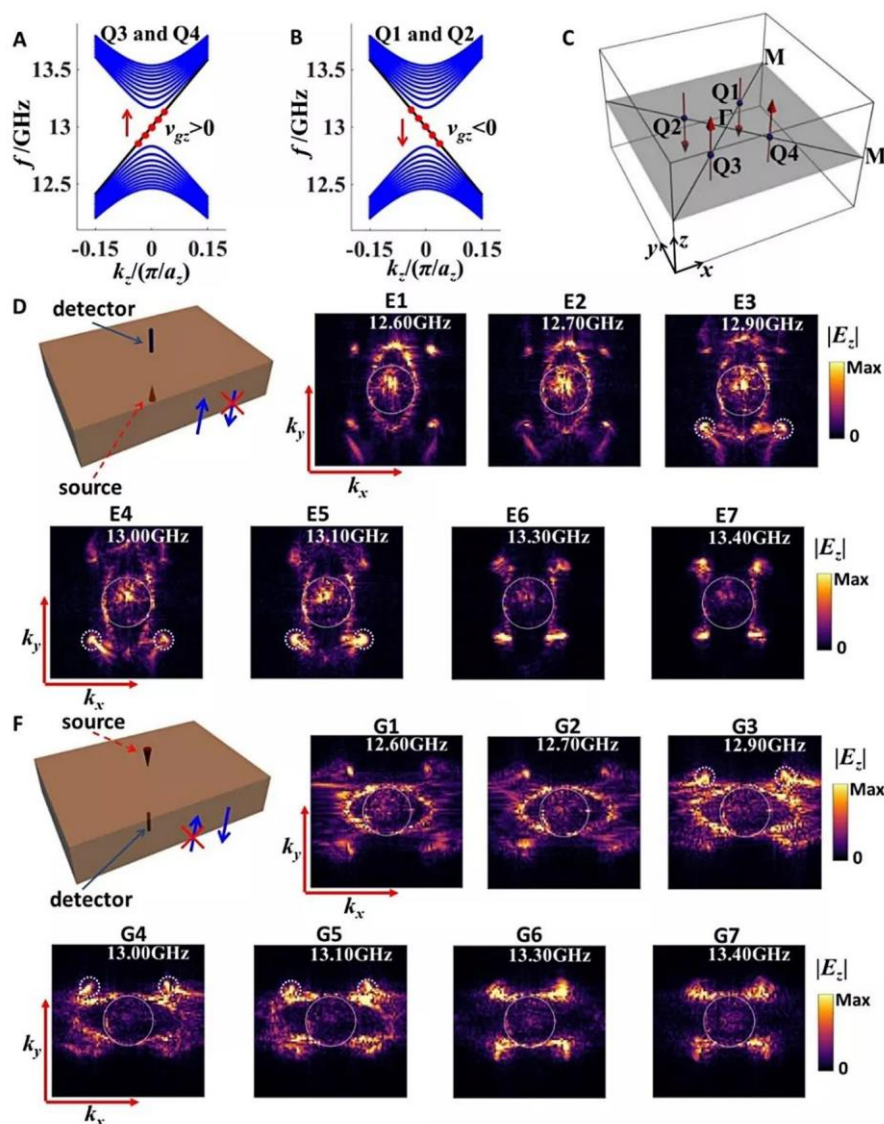


图 1 A: 外尔点 Q3 和 Q4 的朗道能级。零级模式的群速度向上。B: 外尔点 Q1 和 Q2 的朗道能级。零级模式的群速度向下。C: 四个外尔点的群速度分布的示意图。D, F: 实验测量的示意图。E1-E7: 不同频率的向上传播的朗道模式的测量结果。在 13G 赫兹附近 (E3-E5), 只测到 Q3 和 Q4 的朗道零级模式 (见虚线圆)。G1-G7: 不同频率的向下传播的朗道模式的测量结果。在 13G 赫兹附近 (E3-E5), 只测到 Q1 和 Q2 的朗道零级模式 (见虚线圆)。

这个工作首次在电磁学范畴实现了三维外尔系统的人工磁场，并观测到由人工磁场实现的手性朗道能级。此工作提供了一个很好的平台来研究三维经典系统内由强磁场导致的各种有趣的拓扑现象。观测到的手性零级朗道能级，由于其单向传播的性质，在实现新颖光学器件和系统方面有着潜在的应用。

—摘编自材料科学与工程公众号 2019-02-26

拓扑新材料理论设计重要进展

(A hydrated crystalline calcium carbonate phase: Calcium carbonate hemihydrate)

在《Nature》正刊同期发表南京大学、中科院物理所、普林斯顿大学三个研究团队的相关工作，昭示出在拓扑新材料理论设计方面中国科研团队的优势地位。同样是通过计算能带高对称点的对称性数据从而得到材料的拓扑性质，方法和物理所研究小组采用的方法一致，三个研究组得到的结果也彼此相洽、相互印证。

1、《Nature》正刊刊登南京大学万贤纲团队研究成果：“渔网式搜索”揭秘近万种拓扑材料

如何寻找一种拓扑材料？以前，在各类材料库的大海里，一种“鱼竿”只能“钓”出一种拓扑材料，“愿者上钩”；现在，“一张大渔网”就可以一网打尽，效率大大提高。2月28日，国际学术期刊《自然》正刊以《利用对称性指标进行拓扑材料全面搜索》为题，发表了这一重要研究—南京大学物理学院万贤纲教授的科研团队及其哈佛大学合作者，系统地大规模搜索了整个材料数据库，获得大量拓扑材料线索，并以此为基础设立了拓扑材料基因库。

近年来，拓扑量子态是物理学和材料科学领域的前沿热点。2016年诺贝尔物理学奖授予了三位科学家，以表彰他们发现物质拓扑相以及在拓扑相变方面作出的理论贡献。随着新的拓扑相出现，人们发现，拓扑材料具有常规材料没有的奇特物性，在电子、信息和半导体技术等方面有很大潜力。

目前，科学家主要通过计算拓扑不变量寻找各种拓扑相，这种方法效率较低，所以已知的拓扑材料数目十分有限。因而，发展新的理论方法，高效寻找理想的、有实用价值的拓扑材料体系有着重要的科学价值和广阔的应用前景。万贤纲教授团队埋首钻研，终于在搜索拓扑材料这个领域实现突破：基于对称指标理论，发展了一套新的高效寻找拓扑材料的理论方法。

万贤纲介绍，具体来说，就是发展了一套非常高效的预测拓扑材料的方案。中国科学院院士、南京大学教授邢定钰表示，“这样高效的方案，很适合对晶体库进行地毯式搜索，从而得到拓扑材料基因库。”他认为，拓扑材料基因库将在未来给实验物理学家带来极大便利，将来的研究可以专注于基因库中的材料，而不必像以前那样“大海捞针”。

2、中国科学院物理研究所开发出一种新方法快速计算晶体材料的拓扑性

近日，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心的研究组发展出

了一套自动计算材料拓扑性质的新方法，在近 4 万种材料中发现了 8 千余种拓扑材料，十几倍于过去十几年间人们找到的拓扑材料的总和，并据此建立了拓扑电子材料的在线数据库。国际学术刊物《自然》于 2 月 28 日在线发表了该成果。

认识到电子的波函数可能具有某种特殊的拓扑结构，固然是物理理论的一大进展，但是跟我们的实际生活有多大联系呢？一般认为，拓扑材料的边界态具有“背散射通道禁闭”等特点，可以用来制作超低能耗的电子元件；有人在利用拓扑材料边界态电子的“动量-自旋锁合”的特点设计自旋电子器件；还有人设想利用拓扑超导体边界的“马约拉那零模式”来设计量子比特等等……因此，研究拓扑材料，或者说具有非零的拓扑不变量的材料，具有基础科学和应用技术的双重意义。

根据新的理论设计一套全自动判别拓扑材料并计算拓扑不变量的算法，然后用它来以全自动的方式寻找新的拓扑材料。这是难得一见的、可以取得突破性进展的机会，物理所的研究人员不可能放过。研究小组扫描了共计约 40000 种无机晶体材料，并发现其中约 8000 种是拓扑材料。由于计算的所有材料都是曾经在实验上合成过的，这也就意味着世界上存在着起码 8000 余种具有拓扑性质的实际材料——这与之前人们认为拓扑材料是特殊的和稀有的直觉大相径庭。用全自动算法得到的这 8000 余种材料，不仅包括了几乎所有前人用老方法在十几年间找到的拓扑材料，还包括了大量的新拓扑材料，这些材料的拓扑性质之前从未被研究过。

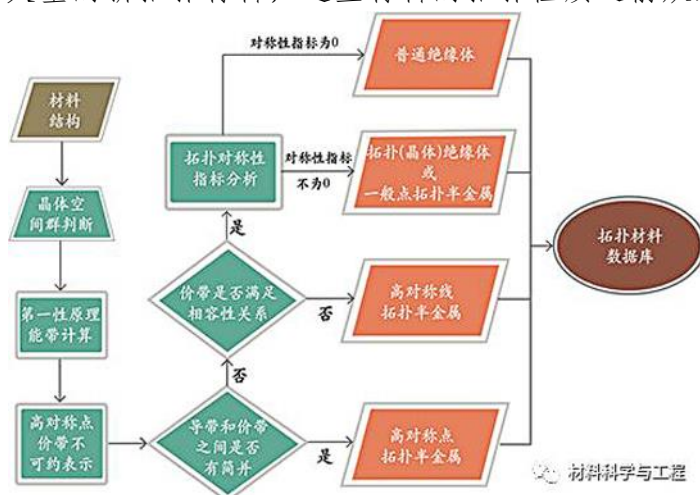


图 1 拓扑材料数据库建立示意图

“拓扑电子材料目录”的面世，代表了拓扑材料这一领域开始从“寻找新材料”转向“研究新材料”。这 8000 余种拓扑材料像是给物理学家、材料学家打开了无数的门，从每一扇门看过去，很多本以为熟悉的材料有了新的研究角度，而许多之前被忽视的材料也出现了新的闪光点。

—摘编自材料科学与工程 2019-02-28

铝合金新型室温强化方式

(Precipitation strengthening of aluminum alloys by room-temperature cyclic plasticity)

日前，来自澳大利亚莫纳什大学和迪肯大学的科研人员在铝合金方面取得了一项重要成果，通过 2024、6061、7075 等常规铝合金发现了一种新型室温下的强化方式！相关论文 3 月 1 日发表在《Science》期刊。

高强度铝合金对于汽车轻量化非常重要，越来越多地用于汽车中，同时也广泛用于飞机中。传统的高强度铝合金需要经过一系列高温“烘烤”（120° 至 200° C），通过固溶析出形成高密度的纳米粒子，阻碍位错的运动从而达到强化的目的。

本论文中研究人员提出了一种新的强化手段，称为循环强化（cyclic strengthening, CS）。通过控制铝合金的室温循环变形，可以充足连续地将空位引入材料中，并且调控超细（1 至 2 nm）溶质团的动态析出行为达到强化的目的。与传统的热处理相比，这种处理方式可以获得强度更高、塑性更好的铝合金材料，但是所需的时间更短！获得的微观组织也比传统热处理的更加均匀，并且没有发现无沉淀区。因此，这种铝合金抵抗破坏的能力极有可能更加优异。

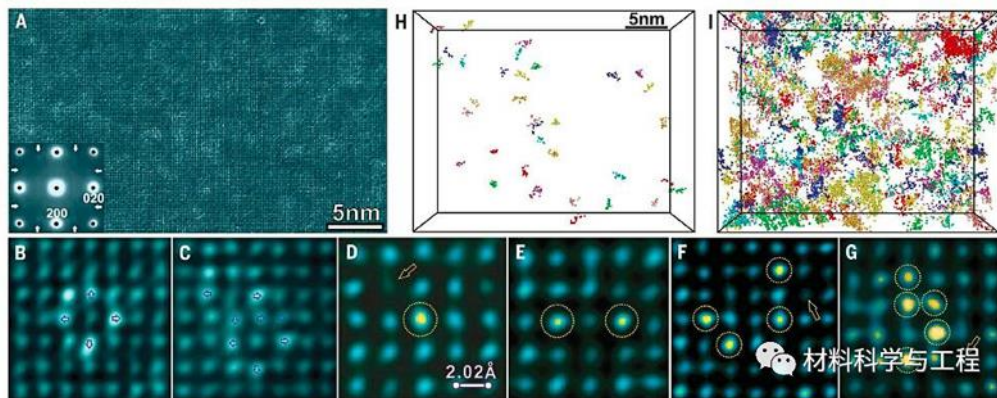


图 1 循环强化前后 AA2024 铝合金中的溶质团

研究人员选取 AA2024 铝合金分别做了低角度环形暗场透射（LAADF_STEM），如图 1 所示，可以从原子级尺度理解强化机理。图中的亮斑是由于原子数差异和应变共同导致的。组织中观察到了超细的原子团（1-2 nm），通过高角度环形暗场透射（HAADF_STEM）发现，这些超细原子团包含了 2 个或者 2 个以上的富 Cu 柱形物。通过原子探针重构发现随着循环强化的进行原子团明显增多，这种异构的溶质分布对位错运动有强烈的影响，可以大幅提高合金强度。

—摘编自材料科学与工程公众号 2019-03-01

首例催化[6+4]环加成反应的酶

(Double-negative-index ceramic aerogels for thermal superinsulation)

南京大学戈惠明、谭仁祥和梁勇研究团队首次鉴定出能够催化[6+4]环加成反应的一类酶家族，相关成果3月13日在线发表在《Nature》杂志上。

早在1965年，Woodward和Hoffmann两位诺贝尔化学奖获得者就预测了[6+4]或其它高阶环加成反应可以发生，随后在有机合成中确实观察到了[6+4]反应，但自然界中是否存在着可催化[6+4]反应的酶仍然是个谜。

该团队在前期工作中，从海洋放线菌中发现了一个具有抗幽门螺旋杆菌活性的新颖大环内酯化合物命名为streptoseomycin，根据其结构推断，它在微生物体内的合成过程中可能涉及[4+2]环加成反应。为鉴定此过程，他们比较分析了streptoseomycin以及其结构类似物nargenicin的生物合成基因簇，推测一个未知功能的同源蛋白StmD、NgnD很有可能分别负责streptoseomycin和nargenicin中的环化反应。然而，敲除stmD基因并未得到预料中的环化产物前体3，而得到了线性化合物4和5，这很可能是化合物3环内双键较多，张力较大，自发水解开环所致。

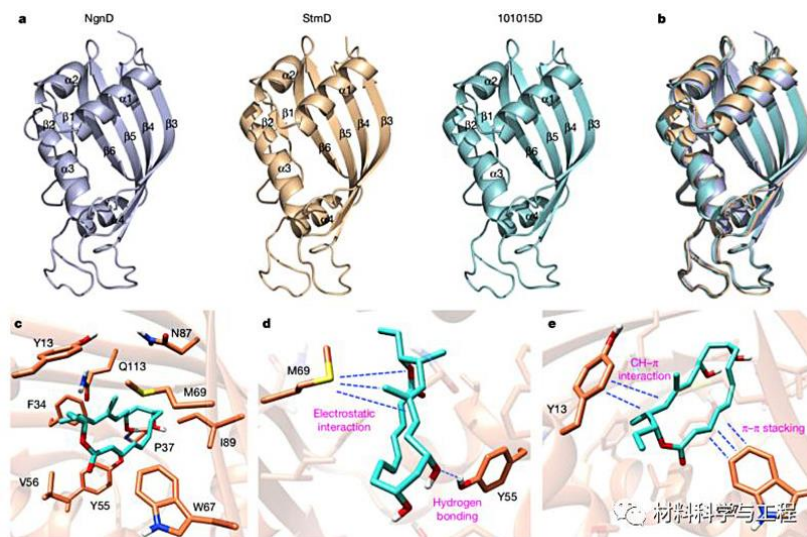


图1 StmD、NgnD和101015D三个蛋白的晶体研究反应催化机理的示意图

研究人员巧妙设计实验，通过体内敲除基因、体外酶催化反应、量子化学计算、分子动力学模拟以及蛋白晶体的研究等，表征了首例可催化[6+4]/[4+2]环加成反应的酶。这类酶的发现将进一步拓展人们对周环反应酶的认识，启发科学家们将来利用和改造周环反应酶来实现有价值的分子转化。

—摘编自材料科学与工程公众号 2019-03-15

一种压电性强于锆钛酸铅的分子 钙钛矿固溶体

(A molecular perovskite solid solution with piezoelectricity stronger than lead zirconate titanate)

熊仁根教授团队(南昌大学第一单位)发表第四篇《Science》, 攻克世纪难题, 发明了一种分子固溶体钙钛矿材料, 具有与工业标准陶瓷锆钛酸铅相当的压电性能。成功合成出了同时含有有机、无机成分的固溶体, 并且压电系数很高, 将为压电材料在柔性可穿戴器件领域的应用拓展提供全新的思路。

压电材料在应变时会产生电信号, 因此非常适合不同类型的传感应用。最有效的压电材料是陶瓷固溶体, 其中压电效应在所谓的准同型相界(MPB)中得到优化。虽然, 锆钛酸铅(PZT)这样的陶瓷材料是高性能的压电材料, 但是对材料的结构相变具有很强的依赖性。而铁电体属于压电体的一种, 分子铁电体具有独特的结构可调性、机械柔性和低声阻抗等特性, 以及具有环保加工、低成本和生物相容性的潜力。熊仁根团队 2017 年在 Science 报道的 TMCM-CdCl₃ 系列化合物中单组分有机-无机钙钛矿分子铁电体, 其 d₃₃ 高于钛酸钡, 但仍然远低于其他无机铁电固溶体。因此, 设计一种具有与工业标准陶瓷锆钛酸铅相当的压电性能 of 分子铁电体作为陶瓷固溶体, 将开辟新的应用领域, 解决一个世纪以来的难题。

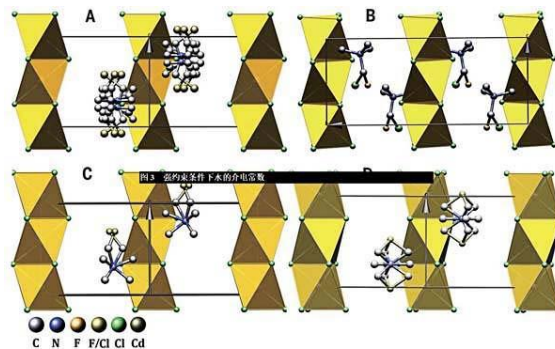


图 1 (TMFM)_x(TMCM)_{1-x}CdCl₃ 固溶体(0≤x≤1)不同相的晶体结构

研究团队通过没有高温烧结的室温溶液工艺, 合成分子钙钛矿 (TMFM)_x(TMCM)_{1-x}CdCl₃ (TMFM: 三甲基氟甲基铵; TMCM: 三甲基氯甲基铵, 0≤x≤1) 固溶体压电材料, 其中 MPB 存在于单斜相和六方相之间。团队发现了一种压电系数 d₃₃ 约为 1540 皮库伦/牛顿的组分, 该组分接近准同型相界(MPB), 比单分子压电材料(~220pC/N)高 7 倍, 是高端 PZT (200 至 750 pC/N) 的两倍, 所以可以与高性能压电陶瓷相媲美。该材料具有可穿戴压电器件的潜在应用前景。

—摘编自材料人公众号 2019-03-15

七种元素把合金进行到底

(Interface and heterostructure design in polyelemental nanoparticles)

美国西北大学 Chad A. Mirkin 团队报道了一种七元合金的相和界面的控制合成策略，揭示了表面和界面能量之间的平衡如何影响相和界面结构。研究成果发表在《Science》杂志上。

随着多相，多元纳米颗粒的发展趋向于更大的组成多样性和结构复杂性，理解如何在一个粒子中建立特定类型的界面，对于设计新型功能性纳米结构至关重要。目前，合成多元纳米异质结的策略很多，但是对于其中的热力学相仍然知之甚少，对于为什么形成特定结构，表面和界面能量在控制形成特定结构中所起的作用尚不明了。

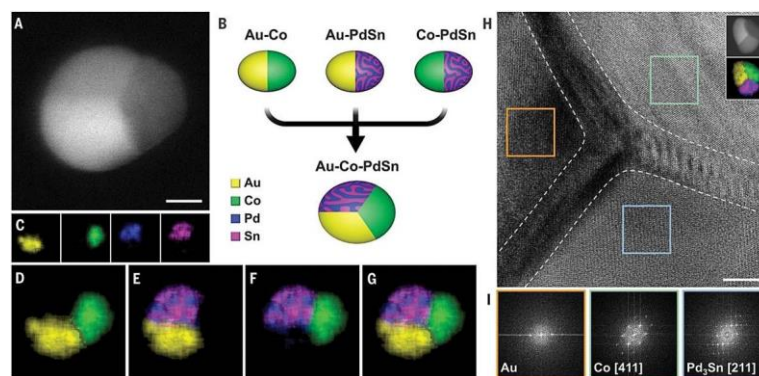


图 1 打印原理示意图

研究人员使用扫描探针嵌段共聚物光刻 (SPBCL) 技术，基于 Au、Ag、Cu、Co、Ni 五种元素，在纳米反应器中与 PdSn 合金系统性构建形成多元金属纳米颗粒数据库。研究表明，三相纳米粒子具有两个或三个界面结构，四相纳米粒子表现出多达六个界面。

结合实验工作和密度泛函理论计算，研究人员根据可识别 PdSn 合金与其他金属 (Au, Ag, Cu, Co 和 Ni) 之间的混溶间隙，深入了解表面和界面能之间的平衡，并基于此建立了一套合成热稳定多元异质结构的设计规则，最终形成了由 Au, Co, Pd, Sn 和 Ni 制成的具有六个相界的、前所未有的四相纳米颗粒。

总之，这项研究为多元异质结的构建提供了更系统的理论指导，为金属纳米异质结在催化、电子器件等领域的应用提供了更多借鉴。除此之外，美轮美奂的纳米合成艺术，让科研的世界变得更美好！

—摘编自纳米人公众号 2019-03-01

三维石墨烯光电传感器重要进展

(Three-Dimensional Graphene Field-Effect Transistors as High-Performance Photodetectors)

清华大学微纳电子所教授刘泽文、北京交通大学电子信息工程学院邓涛副教授联合团队在国际著名学术期刊《Nano Letters》上发表研究论文。该论文利用自卷曲方法制造了一种微管式三维石墨烯场效应管（3D GFET），可用作光电传感器，实现对紫外光、可见光、中红外光、太赫兹波的超高灵敏度、超快探测。

光电传感器是光通信、成像、传感等许多领域的核心元件。石墨烯具有独特的零带隙结构、超快的载流子迁移率等优点，是制造高性能光电传感器的理想材料。传统的石墨烯光电传感器多采用平面二维（2D）GFET 结构，具有超宽的带宽和超快的响应速度。但是，由于单层石墨烯对光的吸收率只有 2.3%，导致 2DGFET 光电传感器的响应度很低（~6.3 mA/W）。虽然将石墨烯与光敏物质相结合可以大幅度提高光电传感器的响应度，但是带宽和响应速度会严重受损。

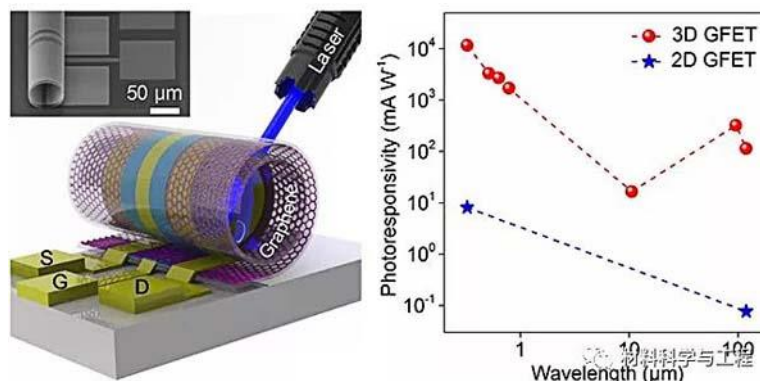


图 1 基于三维石墨烯场效应管的高性能光电传感器示意图

该研究提出了一种利用氮化硅应力层驱动 2D GFET 自卷曲为微管式 3D GFET 结构的方法，首次制造出了卷曲层数（1-5）和半径（30 μm-65 μm）精确可控的 3D GFET 器件阵列。工作波长范围从紫外光（325 nm）区域一直延伸至太赫兹（119μm）区域，为已经报道的基于石墨烯材料的光电传感器带宽之最。

同时，这种 3DGFET 兼具超高的响应度和超快的响应速度，在紫外光至可见光区域的响应度可达 1 A/W 以上，在太赫兹区域的响应度高达 0.23 A/W，响应时间快至 265 ns。该研究所提出的制造方法不仅为 3D 石墨烯光电器件与系统的实现铺平了道路，还可以推广至二硫化钼、黑磷等其他类石墨烯 2D 晶体材料。审稿人高度评价该研究成果，认为该研究对整个二维材料研究领域具有重要意义。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2019-02-21

华科可见光驱动二氧化碳转化新进展

(Porous Hypercrosslinked polymer-TiO₂-graphene composite photocatalysts for visible-light-driven CO₂ conversion)

华中科技大学化学与化工学院谭必恩教授、王靖宇副教授提出半导体光催化材料表面原位编织有机多孔聚合物材料的新思路。研究成果发表在《Nature Communicaitons》杂志上。

在实际应用中，半导体光催化剂自身比表面积较低、缺少与 CO₂ 吸附相匹配的孔隙导致催化剂 CO₂ 吸附性能较弱，这极大限制了材料 CO₂ 还原效率的提高。因此，为了使光催化剂达到更高的光还原 CO₂ 活性，需要材料具有更高的 CO₂ 吸附量和较短的吸附位点至催化位点扩散距离。

谭必恩教授与王靖宇副教授提出半导体光催化材料表面原位编织有机多孔聚合物材料的新思路，以常见的光催化材料 TiO₂-石墨烯作为研究模型，在功能化石墨烯表面原位生长出一层厚度为 3-8 nm 的多孔超交联聚合物层（图 1），所得多孔超交联聚合物-TiO₂-石墨烯（HCP-TiO₂-FG）新型光催化材料的比表面积高达 988 m²g⁻¹，具有较高的 CO₂ 吸附量和吸附位点至催化位点的较短扩散距离，从而有利于 CO₂ 分子吸附并富集在聚合物网络内的 TiO₂ 光催化剂表面以进行催化转化。

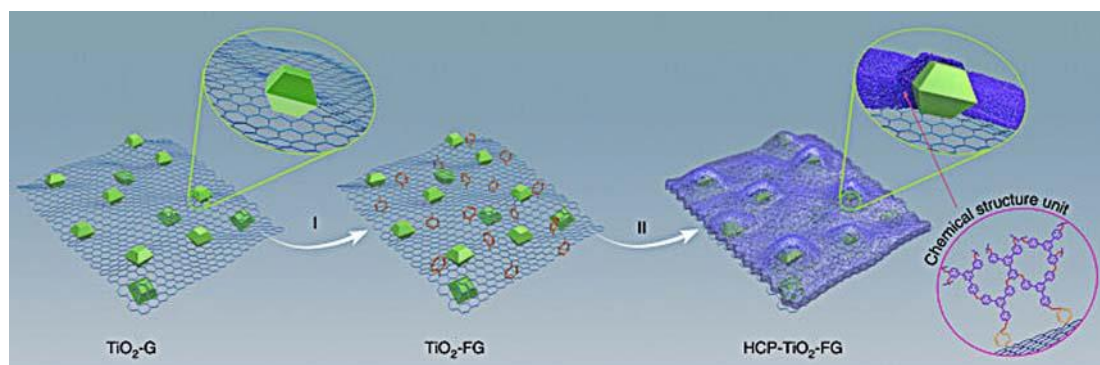


图 1. 多孔超交联聚合物-TiO₂-石墨烯（HCP-TiO₂-FG）复合光催化材料的构筑策略示意图。

此外，多孔超交联聚合物层具有宽光吸收范围促进复合材料的光吸收范围扩展至可见光范围。这些因素促使 HCP-TiO₂-FG 催化剂在没有金属助催化剂和牺牲剂存在下实现了气-固相体系高效催化 CO₂ 还原，还原产物 CH₄ 产率为 27.62 μmol g⁻¹h⁻¹、CO 的产率为 21.63 μmol g⁻¹h⁻¹；催化剂消耗电子数为 264 μmol g⁻¹h⁻¹，CH₄ 的电子选择性高达 83.7%。该研究的光催化 CO₂ 转化效率是近年来类似反应条件测试结果的最高值。

—摘编自材料科学与工程公众号 2019-02-21

锌碘单液流电池能量密度大幅提高

(Highly Stable zinc-iodine single flow batteries with super high energy density for stationary energy storage)

日前，中科院大连化物所李先锋研究员、张华民研究员领导的研究团队在高能量密度、长寿命锌碘单液流电池研究方面取得新进展。研究成果在线发表于《Energy & Environmental Science》上。

大规模储能技术是实现可再生能源大规模利用的关键技术，液流电池具有安全性高、循环寿命长，效率高等特点，是大规模储能的首选技术之一。锌碘液流电池由于其具有能量密度高（I⁻浓度可达 8M），环境友好等优势受到了越来越多的关注。但是锌碘液流电池还存在电池功率密度较低、循环寿命短、以及活性物质利用率相对较低等问题。

本工作中，该团队创新性的提出了锌碘单液流电池的概念。与传统锌碘液流电池不同，锌碘单液流电池只有负极一侧具有流动循环系统，正极电解质溶液固定在正极腔体中。该电池正极碘离子浓度完全可以满足负极锌沉积的容量需求。由于不存在电解液管路与泵的阻塞问题，I⁻可以充电到固态的 I₂，电解质的利用率接近 100%，大大提高了电池的能量密度。

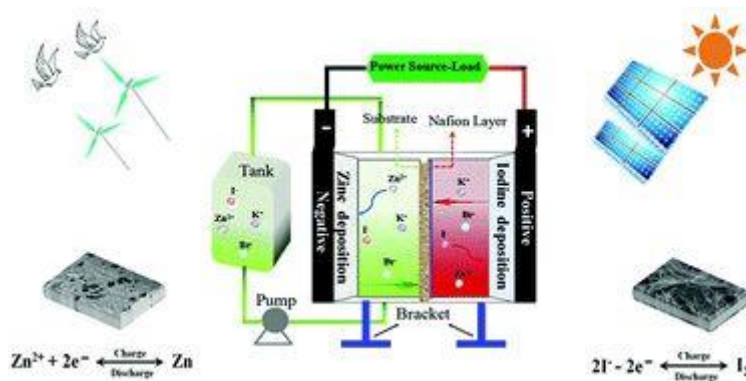


图 1 锌碘单液流电池示意图

同时，科研人员采用多孔的碳毡作为电极，碳毡的三维导电网络提高了单液流电池的功率密度。实验结果表明：该单液流电池可以在 80mA/cm² 下稳定运行超过 500 次循环以上，性能没有明显衰减。上述工作为高能量密度液流电池新体系的开发提供了很好的借鉴。

—摘编自材料科学与工程公众号 2019-02-27

石墨烯-碳纳米管复合支架可模拟脑神经网络

(A fully 3D interconnected graphene-carbon nanotube web allows the study of glioma infiltration in bioengineered 3D cortex-like networks)

近日，由中国、意大利、美国学者组成的研究团队，最新研发出一种三维石墨烯—碳纳米管复合网络支架。这种生物支架能很好地模拟大脑神经网络结构，未来，将可用于药物筛选或植入大脑帮助治疗脑部疾病。相关研究成果已发表在国际权威刊物《Advanced Materials》上。

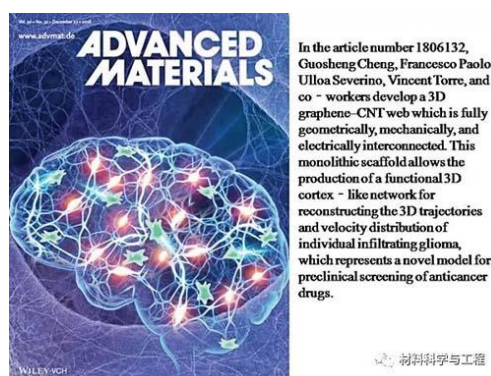


图 1 Advanced Materials 杂志内封面介绍文字及配图

科学家用石墨烯模拟大脑内部四通八达的三维框架，把体内正常的神经干细胞移植到细小的碳纳米管中，增殖和定向分化神经元细胞，从而构建出一个“互联互通”的人造神经网络。科研人员发现，三维支架更接近脑部实际环境，碳神经支架最大的优势在于导电性，可通过电刺激实现神经干细胞的定向分化，分化效率可提高 20% 左右。将脑胶质瘤细胞“种植”在构建的大脑皮层模型中，结合先进的成像和分析技术，就能清晰看到肿瘤细胞的发展进程。此外，他们还构建了药物模型，以观察不同抗癌药物对肿瘤的抑制效果。

总之，这种三维碳复合材料成功克服了传统三维石墨烯泡沫空隙过大的缺点，同时真正意义上实现了碳纳米管三维空间网络的构建。碳纳米管在石墨烯表面的原位生长，使得复合支架具有优异的导电性和机械稳定性，实现了碳纳米管和石墨烯的三维几何、机械和电学互联互通。利用这种复合支架培养原代大脑皮层神经元，其能更好地模拟大脑皮层的复杂性。将脑胶质瘤细胞种植在构建的大脑皮层模型中，利用先进的成像和分析技术，系统研究了单胶质瘤细胞在三维空间上的速度分步，成功构建了脑胶质瘤的运动模型。对于新型药物的筛选以及进一步的精准医疗具有重要意义。

—摘编自材料科学与工程公众号 2019-02-28

全新混合纤维，金属的强度、橡胶的弹性

(Toughening stretchable fibers via serial fracturing of a metallic core)

金属纤维很坚固，但其弹性不够好。橡胶纤维有弹性，但它们通常不是很结实。然而现在北卡罗来纳州立大学研究团队已将这两种材料的卖点合并为一种混合纤维。这种纤维可用于软体机器人、包装材料或高科技纺织品等领域。这项研究论文最近在《Science Advances》杂志上发表。

这种新型纤维具有镓金属芯 - 换言之，是一种由苯乙烯-乙烯/丁烯-苯乙烯三嵌段共聚物(SEBS)弹性聚合物护套包围的金属丝。当受到机械应力时，纤维最初具有芯的强度。一旦金属芯断裂，该聚合物仍然存在拉伸，防止纤维整体断裂。

“每次金属芯断裂都会耗散能量，使纤维在伸长时继续吸收能量，”首席科学家 Michael Dickey 教授表示。“在拉伸时，它可以伸展到原来的长度的七倍，而不会在两次拉伸之前卡住，而在整个过程中会导致许多额外的断裂。”

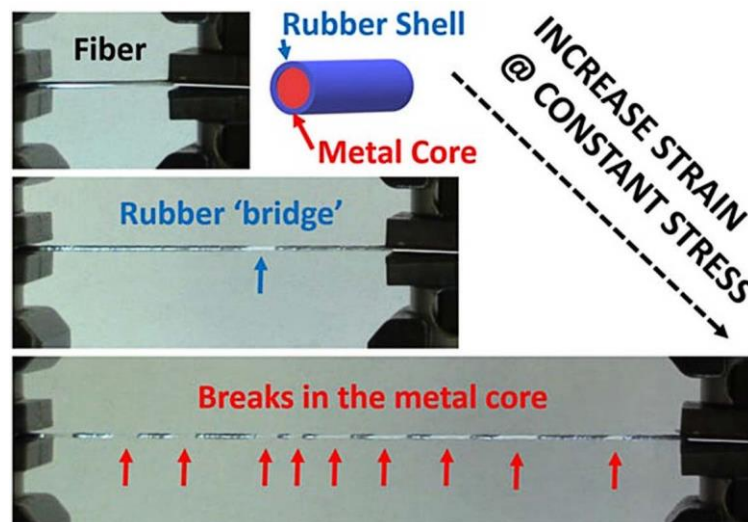


图 1 混合纤维拉伸形变图

作为额外的好处，在它断裂之前，金属芯能够承载电流。当断裂已经发生后，镓可以熔化，形成一个连续完整的核心。而该聚合物确实具有比镓更高的熔点。

“橡胶可以拉伸很远，但拉伸这种纤维不需要太大的力，” Dickey 表示。“金属线需要很大的力才能拉伸，但它不会带来太大的压力 - 它会在你将它伸展到很远之前断裂。我们的纤维能把两者的优势发挥到最大。”科学家们现在计划用其他材料进行试验。

—摘编自材料科学与工程公众号 2019-03-08

高效率钙钛矿太阳能电池

(In Situ Back-Contact Passivation Improve Photovoltage and Fill Factor in Perovskite Solar Cells)

2月10日,南京大学谭海仁教授课题组与多伦多大学 Edward Sargent 教授课题组共同发表了钙钛矿太阳能电池的最新研究成果。研究揭示,原位背接触钝化对钙钛矿太阳能电池光电性能有显著的提升,以该技术制备的平面型钙钛矿太阳能电池稳态效率达到 21.6%。该成果发表在《Advanced Materials》上。

钙钛矿太阳能光伏电池作为一种低成本光伏技术,其光电转化效率的认证纪录已经达到了 23.7%。钙钛矿太阳能电池效率的快速提升主要归功于三个方面的研究:组分工程、结晶过程调控和电荷传输层改性。

太阳能电池的性能依赖于在界面处有效电荷载流子提取,电子传输层(ETL)和空穴传输层(HTL)通常是重掺杂的,以确保足够的导电性;然而,这种重掺杂也会提高钙钛矿/ETL(HTL)界面的复合损失。在钙钛矿吸收层(图 1a)顶部,即在 n-i-p 器件中的钙钛矿/HTL 界面处的接触钝化,需要更精细的化学处理以确保钙钛矿薄膜不被破坏。在 n-i-p 结构太阳能电池中的钙钛矿/HTL 界面处实施接触钝化并降低界面复合损失,同时能够有效地提取空穴。

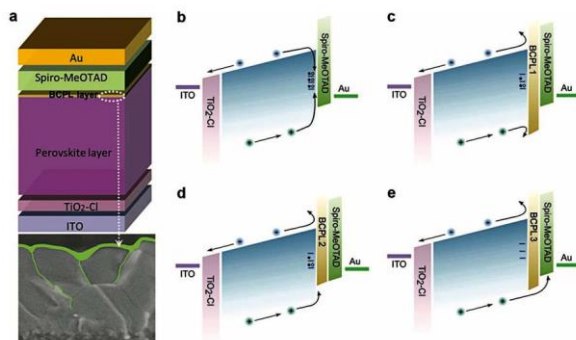


图 1 含原位背接触钝化的钙钛矿太阳能电池器件结构。

本研究提供了一种新型的原位背接触钝化策略。受晶体硅电池中本征非晶硅实现接触钝化的启发,本研究使用一种本征(未掺杂)的半导体聚合物薄膜对钙钛矿电池实现原位背接触钝化。研究发现,聚合物的半导体特性以及他们与钙钛矿的能带匹配对实现高开压和高填充因子起到了关键作用。通过应用原位背接触钝化策略,在 1.53 eV 带隙的平面钙钛矿电池中实现了 1.15 V 的开路电压和 83% 的填充因子以及 21.6% 的稳态效率,这是平面器件中报道的最高效率之一。

—摘编自材料科学与工程公众号 2019-03-10

钙钛矿太阳能电池研究获重要进展

(Impacts of alkaline on the defects property and crystallization kinetics in perovskite solar cells)

3月7日，北京大学工学院周欢萍团队与合作者在碱性调控钙钛矿太阳能电池缺陷性质和结晶动力学的研究中取得重要进展，相关工作发表在《Nature Communications》上。

不同于传统的硅材料，有机-无机杂化钙钛矿通常被认为是一种较软的离子晶体，在其多晶薄膜中容易形成各种各样的点缺陷（如空位、间隙离子、反位取代等），它们往往作为非辐射复合中心，影响薄膜的光致发光的量子效率，降低太阳能器件的光伏性能。目前对于如何大幅度消除各类碘基有机-无机杂化钙钛矿中的深能级缺陷，如间隙碘，还缺少普适可靠的手段。

针对这一问题，周欢萍课题组及合作者，通过在前驱液中引入碱性物种，促使单质碘杂质在不同的碱性环境下发生歧化反应，有效的抑制和消除了前驱液中的单质碘杂质。同时，碱性的引入进一步地影响了钙钛矿薄膜的结晶动力学和缺陷性质，大幅度提升了相应的钙钛矿光伏器件的开路电压和光电转化效率。该工作深入系统地研究了不同碱性强弱对前驱液中碘单质的歧化反应、成膜过程中黄相黑相的结晶动力学（弱碱性介质有利于光活性相黑相的形成，而强碱性介质则抑制光活性相黑相形成）、钙钛矿薄膜中缺陷态密度的影响。

同时，以乙酸甲脒作为一种“无残留”的弱碱性物质为例，可以有效地调控混卤钙钛矿(FA,MA,Cs)Pb(I,Br)₃前驱体中阳离子的化学计量比，同时通过消除前驱液中的碘单质，大幅降低其薄膜中深层缺陷的密度。据此，该课题组成功制备了经美国 Newport 认证的 20.87% 效率的混卤钙钛矿太阳能电池，同时，开路电压损失也降低至 413 mV，为平面钙钛矿太阳能电池中认证值电压损失最小的器件之一。

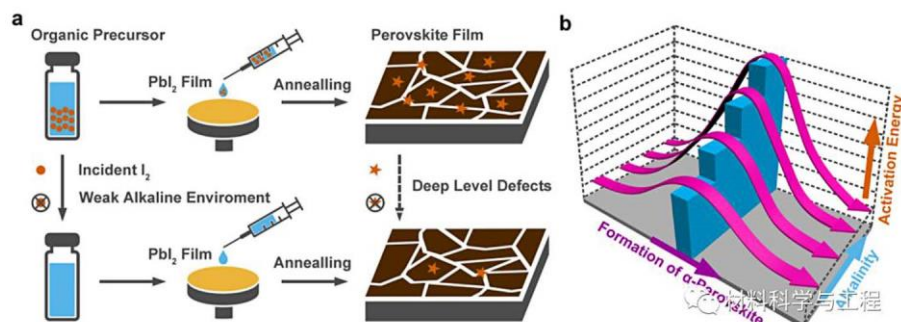


图 1 a) 弱碱性消除钙钛矿薄膜深能级缺陷示意图；b) 碱性影响钙钛矿薄膜结晶动力学示意图

—摘编自材料科学与工程公众号 2019-03-10

石蜡助力石墨烯薄膜无损转移

(Paraffin-enabled graphene transfer)

近日，麻省理工学院的研究人员利用日常材料蜡来保护石墨烯免受褶皱和污染物带来的性能损害。众所周知，从已经生长的基板上去除石墨烯并将石墨烯转移到新的基板上是非常具有挑战性的。传统方法是将石墨烯包裹在聚合物中，该聚合物可防止石墨烯破损，但也会在石墨烯表面引入缺陷和杂质，这些会严重影响石墨烯的各种性能。研究成果发表在近期的《Nature communications》上。

在这项新技术中，研究人员首先将小块石蜡在烤箱中融化。然后，使用旋涂机，使用离心力将材料均匀地散布在基板上的微加工机器，将石蜡溶液滴在生长在铜箔上的石墨烯片上。这将石蜡扩散到石墨烯上的约 20 微米厚的保护层中。

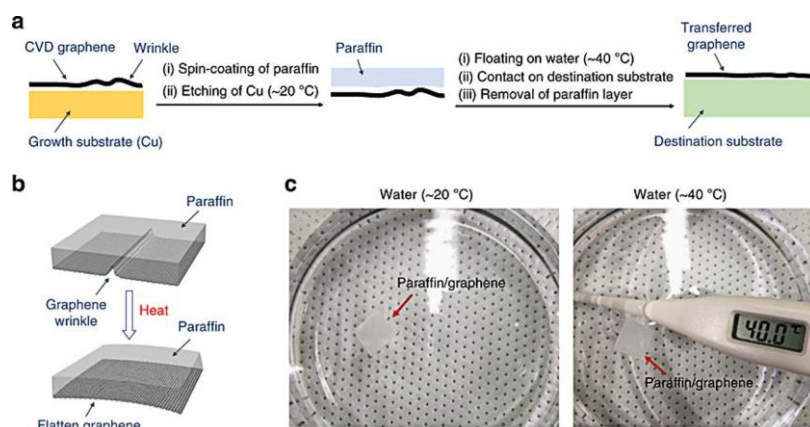


图 1 将石蜡包覆的石墨烯转移到去除铜箔溶液过程示意图

研究人员将石蜡包覆的石墨烯转移到去除铜箔的溶液中。然后将涂覆的石墨烯重新定位到水桶中，将其加热至约 40 摄氏度。他们使用硅目标基板从下面舀取石墨烯，并在设置为相同温度的烘箱中烘烤。

由于石蜡具有高的热膨胀系数，因此在加热时它会膨胀很多。在这种热量增加下，石蜡扩张并拉伸下面附着的石墨烯，有效减少皱纹。最后，研究人员使用不同的解决方案来洗去石蜡，在目标基板上留下单层石墨烯。在他们的论文中，研究人员展示了一小块石蜡涂层和 PMMA 涂层石墨烯的显微图像。石蜡包覆的石墨烯几乎完全没有缺陷，而 PMMA 涂层的石墨烯看起来非常破损。接下来，研究人员的目标是进一步减少留在石墨烯上的皱纹和污染物，并将系统扩大到更大的石墨烯片。他们还致力于将转移技术应用于其他二维材料的制造工艺。

—摘编自材料科学与工程公众号 2019-03-12

高强韧室温自修复材料

(Thermodynamically stable whilst kinetically labile coordination bonds lead to strong and tough self-healing polymers)

南京大学化学化工学院、配位化学国家重点实验室李承辉副教授和左景林教授等与美国斯坦福大学鲍哲南教授合作在高强度自修复材料的研究中取得了系列进展。近期的研究成果发表在《Nature Communication》上。

研究团队通过在分子链中引入热力学稳定而动力学活泼的配位键，实现了高韧性材料的室温自修复。通过分子设计，他们合成了一类基于双亚胺键的变齿配体。该配体可以提供两个配位等价的亚胺-N 配位点，但是由于空间位阻作用，这两个 N 原子无法同时和同一金属离子进行配位，因此这两个 N 原子的配位作用可以发生等价替换，发生分子内和分子间的交换作用，因此在动力学上是活泼的。同时，所制备的配合物有着较大的结合常数，因此在热力学上是稳定的。通过将这一特殊配位作用引入到高分子中，制得了高韧性的室温自修复材料，材料呈现出非常优秀的机械性质，其断裂韧度达 29.3 MJ m^{-3} （为目前所报道的室温自修复材料的最高值），同时可以在室温下 24 小时后实现完全自修复。

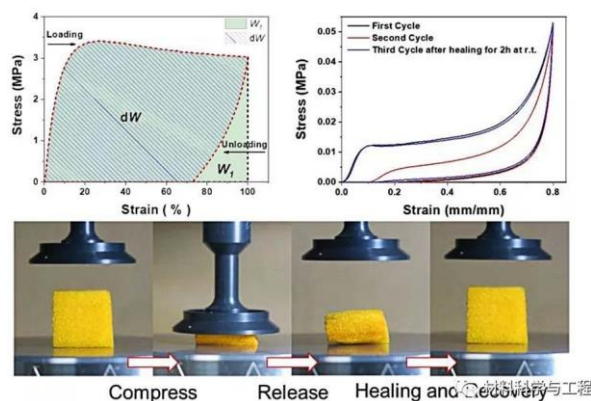


图 1 室温自修复材料的测试结果

循环应力-应变测试结果显示，该材料的能量吸收效率高达 90%，在现有吸能材料中实属罕见。该材料呈现出优异的成膜性，可涂覆在大部分物质的表面。通过“浸渍和干燥”的方法，将该聚合物涂覆于海绵泡沫的表面，制得了兼具弹性和粘性性能的复合吸能海绵，其吸能效率为常规海绵的 4 倍。得益于聚合物优异的室温修复性能，该复合海绵的能量吸收能力可在 2 小时内恢复。该材料在车辆碰撞保护、运动服装和头盔、防震垫和装甲服等领域有着良好的应用前景。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2019-03-12

纳米水处理技术及原理新进展

(Singlet Oxygen Mediated Iron-based Fenton-like Catalysis under Nanoconfinement)

南京大学潘丙才教授课题组研究限域条件下纳米材料对污染物的去除转化机制的研究成果在 3 月 14 日在线发表于《Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America》。

通过将纳米材料固定化制备具有有限域结构的复合材料是克服其易团聚失活、难操作、潜在环境风险等规模化水处理应用瓶颈最为有效的策略之一，研究限域条件下纳米材料对污染物的去除转化机制对于推动纳米水处理化学与技术的发展具有重要意义，但目前这一方向的研究还未得到充分关注。

课题组以经典的类 Fenton 催化体系为研究对象，选用多壁碳纳米管(CNT，内径~7 nm)为 Fe₂O₃ (~2 nm)的模板载体，分别制备出管内与管外负载 Fe₂O₃ 的复合催化剂 Fe₂O₃@CNT 与 Fe₂O₃/CNT, 比较研究了两种催化剂介导的类 Fenton 反应降解有机污染物的性能与机制。研究发现，Fe₂O₃/CNT-H₂O₂ 类芬顿体系降解有机污染物的活性物种为经典的羟基自由基(.OH)，而 Fe₂O₃@CNT-H₂O₂ 产生的活性物种仅为单线态氧(¹O₂)，且相同条件下后者对亚甲基蓝的降解速率是前者的 22.5 倍。不仅如此，在 pH 值 5-9 的范围内，Fe₂O₃@CNT-H₂O₂ 均可保持高效稳定的污染物降解性能，这有望拓展类芬顿催化剂在碱性条件下的应用；另外，限域催化体系可选择性氧化易被吸附的有机污染物，氧化速率与吸附亲和力成线性关系。作者推测，碳纳米管的限域结构从动力学与热力学两方面影响了 Fenton 催化的反应路径。这项工作有望为限域条件下环境纳米新技术的发展提供重要参考。

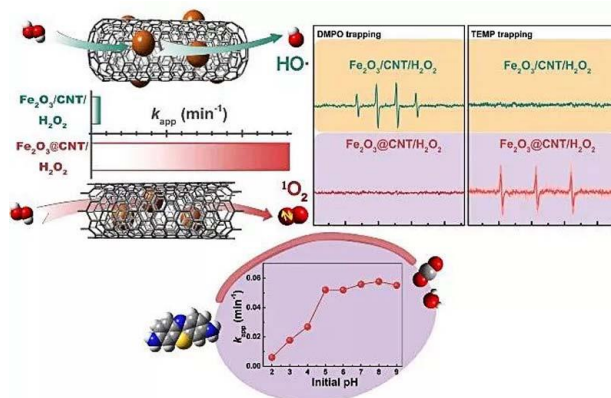


图 1 纳米限域条件下单线态氧介导的类芬顿反应降解有机污染物示意图

—摘编自材料科学与工程公众号 2019-03-16

新型纳米机器人可进入活体癌细胞

(Intracellular manipulation and measurement with multipole magnetic tweezers)

加拿大多伦多大学研究人员最新开发出一种纳米机器人。它可在磁性“镊子”的操控下，在活体癌细胞中精准活动，未来有望用于癌症诊断和治疗。研究成果发表在《Science Robotics》上。

加拿大多伦多大学研究人员最新开发出一种纳米机器人。它可在磁性“镊子”的操控下，在活体癌细胞中精准活动，未来有望用于癌症诊断和治疗。

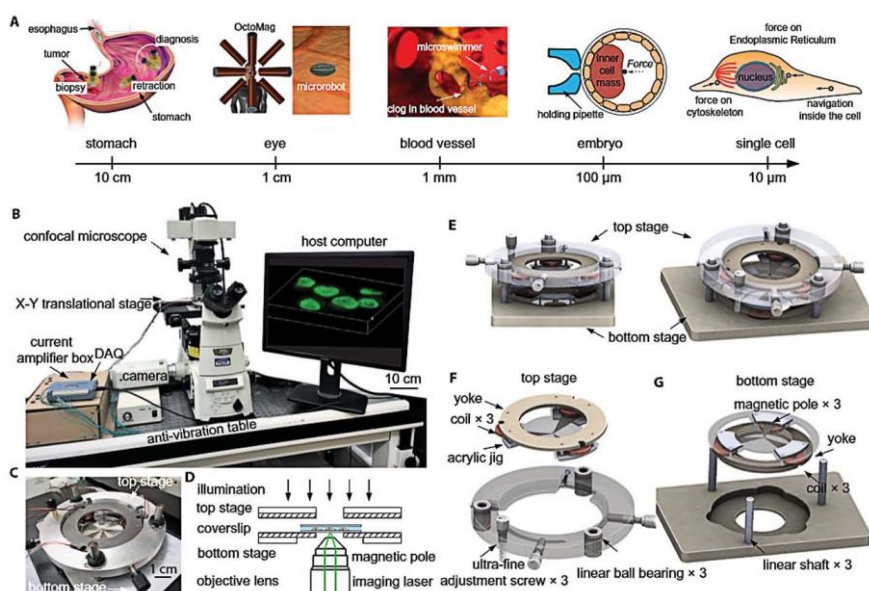


图 1 纳米机器人诊断与治疗示意图

此前研究人员使用激光来驱动珠子探测活细胞，但激光能量不足就驱动不了珠子运动，增加激光能量又可能破坏细胞内结构，因此其使用受限，而新方法可施加的力量比激光高了一个数量级。

随后，研究人员又与美国和加拿大的医院合作，利用这种机器人系统精准测量出早期和晚期的膀胱癌细胞的细胞核在反复戳刺后核硬化的程度。他们发现，晚期癌细胞和早期癌细胞在形态上相似，但晚期癌细胞的硬化反应不那么强烈，由此可将两者区分开来，这有望成为癌症诊断的一种新方法。

研究人员还设想，用这种纳米机器人可以阻塞肿瘤血管，从而“饿死”癌细胞或直接破坏癌细胞，未来有望为化疗、放疗和免疫疗法无效的癌症患者提供一种新疗法。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2019-03-16

新型超高导电材料，电导率是石墨烯 1000 倍

(Ultrahigh conductivity in Weyl semimetal NbAs nanobelts)

复旦大学修发贤团队新研制的砷化铌纳米带材料，电导率是铜薄膜的一百倍，石墨烯的一千倍。研究成果发表于《Nature Materials》杂志。

导电材料是电子工业的基础，现在最主要的材料是铜，已大规模用于晶体管的互连导线。信息时代，计算机和智能设备体积越来越小，信号传输量爆炸式增长，芯片中上千万细如发丝的晶体管互连导线“运送压力”随之加大。而当铜变得很薄，进入二维尺度时，电阻变大，导电性迅速变差，功耗大幅度增加。这也是制约芯片等集成电路技术进一步发展的重要瓶颈。修发贤团队新研制的砷化铌纳米带材料，电导率是铜薄膜的一百倍，石墨烯的一千倍。

研究团队利用了氯化铌、砷还有氢气三种元素，把它们放在一起进行化学反应来制备这种砷化铌纳米带，这种材料它表面有一个表面态，这个表面态就允许电子在上面快速地通行，可以说是创造了一个绿色的通道，这样的话，在低维尺度下，就可以让电子快速通过而降低能耗。

同时，区别于超导材料只能在零下几十度超低温下应用，新材料砷化铌的高电导机制即使在室温下仍然有效。这一发现也为材料科学寻找高性能导体提供了一个可行思路，在降低电子器件能耗等方面有重大价值。

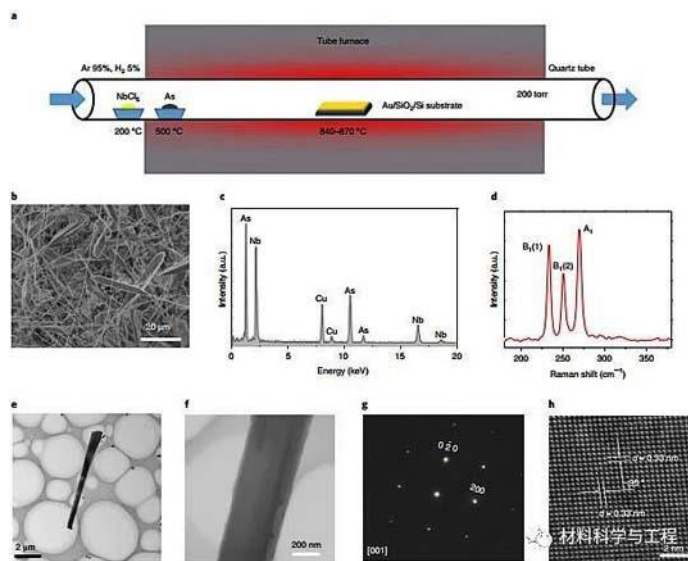


图 1. 砷化铌纳米带材料导电原理示意图与表征结果

—摘编自材料科学与工程公众号 2019-03-19

超柔性纳米发电复合材料

(Piezoelectric thin film on glass fiber fabric with structural hierarchy: An approach to high-performance, superflexible, cost-effective, and large-scale nanogenerators)

近日，上海交大金属基复合材料国家重点实验室的郭益平教授和刘河洲教授课题组在超柔性纳米发电复合材料领域取得的重要进展，发表在国际著名学术期刊《Nano Energy》上。

本研究提出利用具有层次结构的电子级玻璃纤维布材料体系为基底，通过浸渍的方法在其上沉积具有层次结构的纳米压电发电材料。在所制备的压电纤维布复合材料中，每根纤维表面都包裹了一层纳米级厚度的 PZT 材料，每根纤维之间的 PZT 之间互相连接，形成了一种类似于玻璃纤维布的多层次结构。电子级玻璃纤维布本身所具有的宏观超柔性和微观刚性给予了这种压电纤维布具有高效的能量传递、转换以及超柔性。而且这种压电纤维布可以实现插指电极掩膜设计和上下柔性电极贴合封装设计。比如，一块 $3.5\text{cm} \times 1.5\text{cm}$ 大小的纳米压电纤维布利用插指电极在标准测试下能够产生 $\sim 60\text{ V}$ 和 $\sim 500\text{ nA}$ 的输出。一个 $8\text{cm} \times 8\text{cm}$ 大小的纳米压电纤维布利用超柔性的导电聚乙烯碳膜作为上下电极在模拟人体运动的情况下能够轻易点亮 20 个商用绿色 LED 灯。

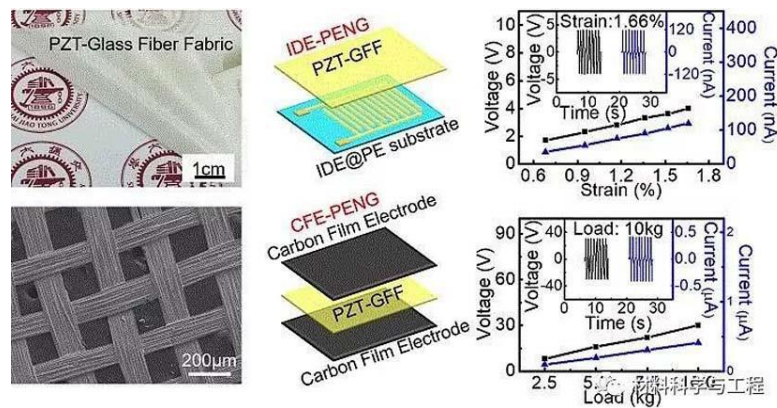


图 1. 纳米压电发光材料

同时，利用玻璃纤维布的微观刚性，首次发现压电纳米发电机的形变与信号输出之间呈线性关系，可望在柔性传感领域获得重要应用。另外在这种多层次结构的玻璃纤维布基底上沉积宽光谱吸收高压电活性压电材料还有望能够同时收集光能、热能和机械能。这项工作为制造高性能，超柔性，低成本的纳米发电机及柔性传感器提供了新的视角，可望在柔性可穿戴设备领域获得应用。

—摘编自材料科学与工程公众号 2019-03-19

超高强度碳纤维核心技术

近日，中国科学院山西煤炭化学研究所科研团队围绕 T-1000 级超高强度碳纤维制备，承担的中国科学院重点部署项目所制备的聚丙烯腈基超高强度碳纤维，顺利通过验收，并成功开发聚丙烯腈基新型中空碳纤维。经第三方专业机构检测，性能指标达到业内先进水平。

聚丙烯腈基碳纤维具有优异的综合性能，是航空航天、国防和民用高科技领域不可或缺的关键战略材料。为推动碳纤维产业发展，《中国制造 2025》和《新材料产业“十三五”发展规划》将碳纤维列为重点支持的战略新兴产业之一。聚丙烯腈基碳纤维的生产技术主要有湿纺与干喷湿纺两种技术路线，其中干喷湿纺技术具有生产效率高、碳纤维品质好、生产成本低等优点，世界上高端牌号碳纤维主要采用干喷湿纺技术生产，然而这些技术长期被日本和美国公司垄断，特别是 T-1000 及其以上级别的超高强度碳纤维更是高端产品，是对我国封锁的重中之重。

该团队深入分析碳纤维结构与性能关联性，开展了前驱体链结构优化设计、纺丝液流变性调控、纤维微纳米结构控制及关键装备技术研究，实现了干喷湿纺制备 T-1000 级超高强度碳纤维的核心技术的突破。所制备的聚丙烯腈基超高强度碳纤维具有高拉伸强度和高弹性模量特点。

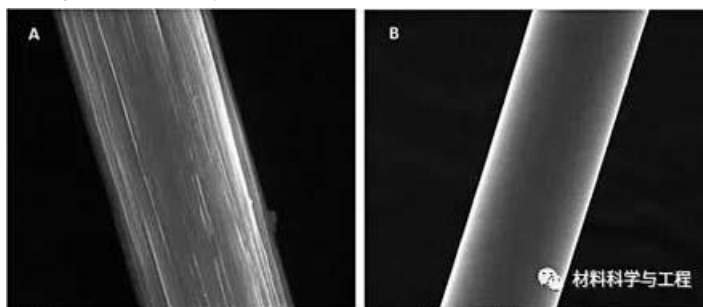


图 1 单根纤维表面结构 (A) 湿纺纤维 SEM 照片; (B) 干喷湿纺纤维 SEM 照片

张寿春团队用了 2 年时间，成功开发了聚丙烯腈基新型中空碳纤维。聚丙烯腈基中空碳纤维技术难度大，目前仅有德国巴斯夫公司和日本东丽公司掌握。新型中空碳纤维不同于普通的中空碳膜材料，其连续长丝具有细旦化和高强度的特点，可编织性和缠绕性良好；也不同于传统的实芯碳纤维，其芯部具有连续规整的中空结构。因此，高强度中空聚丙烯腈基碳纤维既满足结构增强又具有隔热、填充改性等特殊功能，是一种结构功能一体化的新型碳纤维。

—摘编自 材料科学与工程公众号 2019-02-21

智能化高铁要来了，还有机器人帮你运行李

京张铁路是我国八纵八横高铁网的重要组成部分，也是 2022 年北京冬奥会重要交通保障设施，京张高铁建成后，将成为世界上第一条时速 350 公里的智能化高速铁路。



即将用于京张高铁的智能化动车组去年就开始在京沈高铁试验运行，它首次采用我国自主研发的北斗卫星导航系统，将在世界上首次实现时速 350 公里的自动驾驶。

根据已经公布的京张高铁智能列车设计方案，列车车头分别模拟鹰隼和旗鱼，具有优越的空气动力学性能和漂亮的外观；车身安装有数千个传感器，随时自动体检，保障运行安全；列车内饰专门设计了滑雪板存放处、轮椅固定装置和移动的新闻中心，旅客坐在列车上就能随时看奥运直播。沿线高铁站内将配备各种智能机器人，既能帮助运行李，还能自助导航。

正在建设的京张高铁与百年京张铁路交叉并行，未来不仅是联动 2022 年冬奥会北京、延庆、张家口三赛区的有力交通工具，还将和张呼高铁相连通，使呼和浩特至北京的列车运行时间将由目前最快 9 小时缩短到 3 小时以内。

京张高铁、张呼高铁以及规划建设的包头至银川高速铁路，作为国家铁路中长期规划“八纵八横”——京兰大通道的重要组成部分，建成后将形成西北连通京津冀地区的重要高铁通道。

—摘编自材料科学与工程公众号 2019-03-12

大构件制造领域的一项变革性创新技术

中科院金属所在国际上率先提出一种全新的材料加工技术：金属构筑成形技术，这项技术是将多块均质化基材经表面处理、堆垛组坯、真空封装后，在高温下实施大变形，充分愈合并消除界面，实现“无痕连接”。其核心思想是“基元构筑，以小制大”，这是在国际上尚未见报道的大构件制造领域原始创新。通过5年来的基础与工程化研究，目前金属构筑成形技术已在水电工程转轮主轴、特高压输电塔环等产品上应用，并正在承担一些国家重大科技项目，有望解决舰船、快堆、燃机、航天等战略性装备核心部件制造的卡脖子难题。

大型锻件是当前我国能源电力、交通运输、航空航天、武器装备领域的核心部件，其制造能力是衡量一个国家工业水平的重要标志之一。锻件尺寸越大，内部的组织和缺陷问题越严重，均质化程度越低。因此，迫切需要开发变革性技术，解决大锻件宏观偏析等缺陷，实现均质化制备。

3月12日，利用**金属构筑成形技术**世界上最大的无焊缝整体不锈钢环形锻件顺利轧制成功。该技术被多位院士专家评价为**大构件制造领域的一项变革性创新**，已在水电、风电、核电等领域应用，对于推动我国高端装备的快速发展，保障重大装备核心材料的自主可控发挥了重要作用。



图1 大型整锻式不锈钢环形件

该环件直径达15.6米，重达150吨，首次实现了百吨级金属坯分级构筑成形，这也是目前世界上直径最大、重量最大的整锻式不锈钢环形件。其特点是**整体无焊缝**，均质化程度高，组织均匀性好。该巨型环件将应用于我国第四代核电机组，其成功研制将有力地保障我国核工业领域重大装备的实施。原创的金属构筑成形技术彻底消除了多层金属间的界面，使支承环锻件构筑界面位置与基体金属在成分、组织、性能上完全一致。

—摘编自材料科学与工程公众号 2019-03-12

虚拟仿真实验教学创新联盟成立

国家虚拟仿真实验教学项目作为人才培养领域推进“智能+教育”的积极探索，正在点燃“智能+教育”的星星之火，中国微实（中国虚拟仿真实验：China Virtual Simulation Experiment, VSE）正在走向世界。

1月27日，“虚拟仿真实验教学创新联盟”在清华大学正式成立。联盟旨在推进现代信息技术与实验教学项目深度融合，拓展实验教学内容广度和深度、延伸实验教学时间和空间、提升实验教学质量和水平；推动形成专业布局合理、教学效果优良、开放共享有效的高等教育信息化实验教学项目新体系；促进实现学校教学、行业应用与技术创新的融合发展。联盟是开放型组织，实行单位会员制，第一届理事长单位为清华大学。



图1 虚拟仿真实验教学创新联在清华大学正式成立

联盟理事长、清华大学常务副校长王希勤在成立大会上致辞。王希勤副校长指出，建设虚拟实验环境，加强实践教学环节，补充原有的由于硬件设施不足而引起的问题是非常必要的，建议各学校应加大对实验教学的投入，解决理论教学和实践教学的矛盾；联盟的成立打开了虚拟环境下学生培养的实践和研究空间，同时也带来了一定的挑战，希望与各成员单位共同做好这项事业。

教育部高教司一级巡视员宋毅到会向联盟的成立表示祝贺，向为推动虚拟仿真实验教学工作付出辛勤劳动的广大教师和专家们表示敬意，同时对联盟发展提出了三点希望：

一要推进共同研究。加强信息技术与实验教学深度融合的规律研究，加强虚拟仿真实验教学的规律研究，加强虚拟仿真技术的前瞻性研究，加强虚拟仿真实验教学体系的研究，尽快研究推出覆盖 13 个学科门类、92 个专业类、630 个专业的虚拟仿真实验教学项目体系。

二要推进共同应用。要将已有的国家虚拟仿真实验教学项目建设成果向西部高校、地方应用型高校、一带一路高校进行推广。要注重教师培训，不断提高各级各类高校、各个专业教师使用虚拟仿真技术、人工智能技术开展实验教学的能力。要注重资源集成，做好虚拟仿真实验教学项目体系的分工、协作、集成工作，保护所有开发者、参与者的权益，提高资源的整体建设水平和利用效率。

三要推进共同宣传。在过去一年多的时间中，虚拟仿真实验教学项目的顶层设计基本完成，并形成一定影响。截至目前，1000 多个虚拟仿真实验教学项目的在线应用已经初具规模，还需要持续发力、久久为功，不断提高项目的知名度、美誉度和忠诚度，为打造“智能+教育”示范平台奠定坚实基础。

到会祝贺的还有教育部教学信息化教指委副主任、天津大学副校长王树新，教育部实验室建设与实验教学教指委秘书长、东南大学实验室与设备处处长熊宏齐。联盟副理事长、高等教育出版社副总编辑林金安代表联盟企业会员发言，表示将通过深度参与联盟工作，与各会员单位一起为助力高等教育强国建设做出新的更大的贡献。

联盟成立后将围绕国家虚拟仿真实验教学项目的整体架构、技术体系、共享应用、综合评价等事关项目全局发展的重点难点问题，引导联盟成员跨界合作、协同创新，形成建设、共享、应用有序的生态体系。联盟将秉承开放发展的理念，积极对接国内外相关产业，汇聚全球智慧，助力高等教育变轨超车。

—摘编自 中国教育新闻网 2019-01-28

涨知识：十大最具特色的材料（下）

NO.6 最轻的材料

姓名：气凝胶

特性：低导热、低密度、高空隙、气体以及油污的过滤、光线分散。

分类：SiO₂ 气凝胶、碳气凝胶、金属氧化物气凝胶。

来源：最早是在 1931 年，由 S.Kistler 采用超临界干燥方法成功制备出 SiO₂ 气凝胶。是一种固体物质形态，密度为 3KG/m³。

应用领域：工业、建筑、交通运输、家用保温和冷链物流、功能性装备等领域。

入选理由：凭得是身材，身轻赛飞燕。

NO.7 最隐忍的材料

姓名：无声金属

特性：金属或者合金的制品在跌落、碰撞、摩擦等几乎不发出声音或者声音及其微弱。

组成：锰~铜-铝-铁-镍合金来源：在 20 世纪中叶，英国研究团队在研究合金时，无意将含有锰-铜合金铸块掉在地上，获得了具有减振特性的锰~铜-铝-铁-镍合金。

来源：利用转基因植物或者动物，产出比蜘蛛更多的蜘蛛丝。

应用领域：航空航天、汽车制造、土木建筑、机械制造、火车车轮、家用电器等方面运用。

入选理由：我们多少次被金属跌落的声音惊醒，金属像个淘气的小朋友，抡起巴掌打下去，哭声震耳，总感觉不能安静得承受外来得打击。这种金属战胜本能，用实际行动证明什么样叫打不还手，骂不还口，三脚踹不出个声响来。

NO.8 水量最好的材料

姓名：高吸水树脂

特性：具有亲水基团、能大量吸收水分而溶胀又能保持住水分不外流的合成树脂。

组成：含有亲水基团和交联结构。

来源：最早由 Fanta 等采用淀粉接枝聚丙烯腈再经皂化制得。

应用领域：医疗卫生、农业和园林、工业、食品工业用吸水剂，水果和蔬菜的保鲜剂等。

入选理由：目测酒量应该也不错。

NO.9 性格最怪的材料

姓名：超材料

特性：具有新奇人工结构的复合材料、具有常规(或传统)材料不具备的超常物理性质。

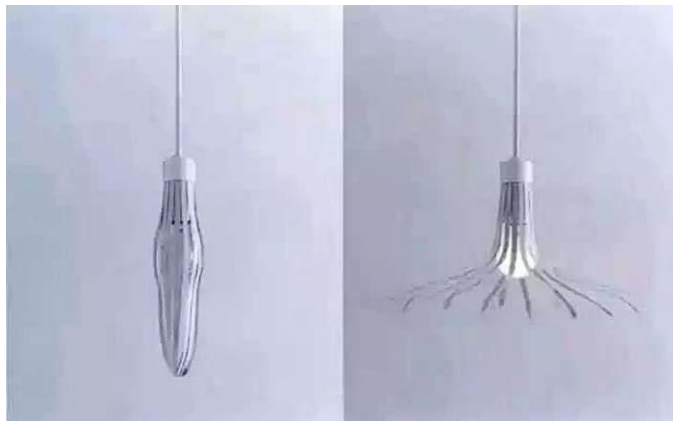
分类：自我修复材料——仿生塑料、热电材料、钙钛矿、光操纵材料等。

来源：科学家沿着菲斯拉格的理论，依靠一些间隔仅有 1 毫米的几千分之一的人工结构，将材料的单元结构(人工原子和人工分子)集合，通过不同的结合结构和排列设计制造出各种超材料。

应用领域：高速列车、新型地面行进装备、航空航天、国防科技、地面智能机器人等领域。

入选理由：性格和遗传以及成长环境有关，超材料出身决定了他们不正常的性格和不平凡的未来。(曾经以为，有了隐身衣，就可以瞒着爸妈偷偷吃零食，后来发现，躲在被子里也是一样的效果)。

NO.10 记性最好的材料



姓名：形状记忆合金

特性：在加热升温后能完全消除其在较低的温度下发生的变形，恢复其变形前原始形状的记忆合金。

来源：1932 年，瑞典人奥兰德在金镉合金中首次观察到“记忆”效应，即合金的形状被改变之后，一旦加热到一定的跃变温度时，它又可以魔术般地变回到原来的形状。

应用领域：航空航天、机械电子、生物医疗、桥梁建筑、汽车工业及日常生活等多个领域。

入选理由：千锤百炼，煎炒烹炸后大部分材料已经忘了自己的“材”样，只有这位仍不忘初心，回复原形。

—摘编自材料科学与工程公众号 2019-02-17