

材料月报

第 5 期

太原理工大学材料学院 主办

2018 年 9 月 20 日

要 目

P6 科学家创造出世界上最干净的水滴

如果纯净意味着神性，那这就是一滴神圣的水珠。奥地利维也纳科技大学的研究人员宣布，他们创造出了世界上最干净的水滴。该工作发表在《Science》上。

P8 西北工业大学等发现新型 X 射线闪烁体

西北工业大学黄维院士与新加坡国立大学刘小钢教授以及福州大学杨黄浩教授带领下的国际合作团队，发现了一类全无机钙钛矿纳米晶闪烁体，其在可见光区可调谐，实现了基于该型闪烁体的彩色辐射发光显示，集成了一种柔性和超高灵敏度的 X 射线探测器。该工作发表在《Nature》上。

P10 全球首创陶瓷 4D 打印

香港城市大学吕坚教授研究组全球首次实现了陶瓷的 4D 打印，在大尺寸陶瓷结构的形状复杂程度、机械强度、制造成本和适应复杂环境能力上实现了突破，相关研究工作发表在《Science Advances》上。

P12 金属所揭示钝化膜击破机制

中国科学院金属研究所研究员马秀良等人组成的介质条件下材料电子显微学研究小组，在原子尺度下直接获得金属表面超薄钝化膜的剖面显微图像，并揭示了氯离子击破钝化膜的作用机制。研究工作发表在《Nature Communications》上，美国《Science》周刊在相关专栏对该成果进行了推介。

目 录

前沿要闻

- P1 基于织物的光通信的二极管纤维
- P2 锂金属电池固液界面和枝晶的低温标测
- P3 磁畴图案的磁电反转
- P4 一种基于可逆四电子转化为氧化锂的高能量密度锂
氧电池
- P5 高性能钙钛矿/Cu(In,Ga)Se₂ 单片串联太阳能电池

科研进展

- P6 科学家创造出世界上最干净的水滴
- P8 西北工业大学等发现新型 X 射线闪烁体
- P10 全球首创陶瓷 4D 打印
- P12 金属所揭示钝化膜击破机制
- P14 综述：偶氮基光热能的设计、性能和应用
- P16 钾离子电池材料领域取得重要进展
- P18 水系碱性电池方面取得重大进展
- P19 史上最耐磨合金：高强度钢的 100 倍
- P20 一种具有高选择性的双层 COF-COF 气体分离膜
- P22 计算机辅助设计动态响应生物纳米复合材料

材料动态

- P24 我国研制出最薄镁合金箔材
- P25 稀土轴承钢研制成功，中国攻克高端轴承材料
- P26 中国最薄不锈钢山西问世，打破国外长期垄断

高等教育

- P27 “一流学科”建设都需要什么？院士们这样认为

材料课堂

- P29 很火的球差电镜是什么

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：2018 年 9 月 20 日

（第 005 期）

仅供内部参阅，正式引用时请
自行核实

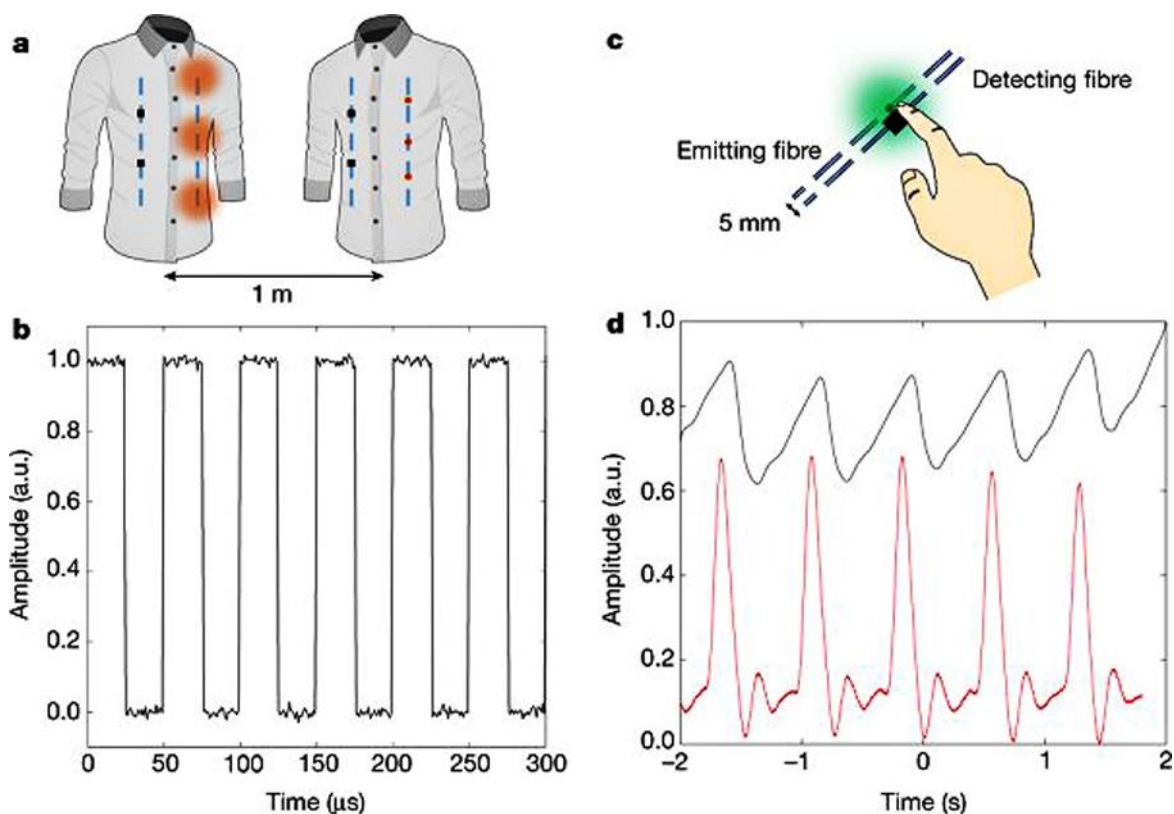
基于织物的光通信的二极管纤维

(Diode fibres for fabric-based optical communications)

材料名称：二极管纤维

研究团队：麻省理工学院的 Yoel Fink 研究组

研究团队提出了一种可扩大生产的热拉伸工艺（drawing process）用于制备电连接的二极管纤维。研究人员首先构建了离散的二极管预制品并将其内置到空腔边缘，接着铜线或者钨线可在空腔中进行连通操作（feed through），当这些预制品被加热拉伸时，这些金属导线就会逐渐靠近二极管直至形成电接触，最终可将数以百计的二极管平行连接到单根纤维中。利用这一新型加工工艺制造的纤维及其织物可以实现具备优异数据传输能力的光学通讯，也为在纤维中引入电子器件提供了新的策略。（Nature, 2018, DOI: 10.1038/s41586-018-0390-x）



—摘编自材料人公众号 2018-09-04

锂金属电池固液界面和枝晶的低温标测

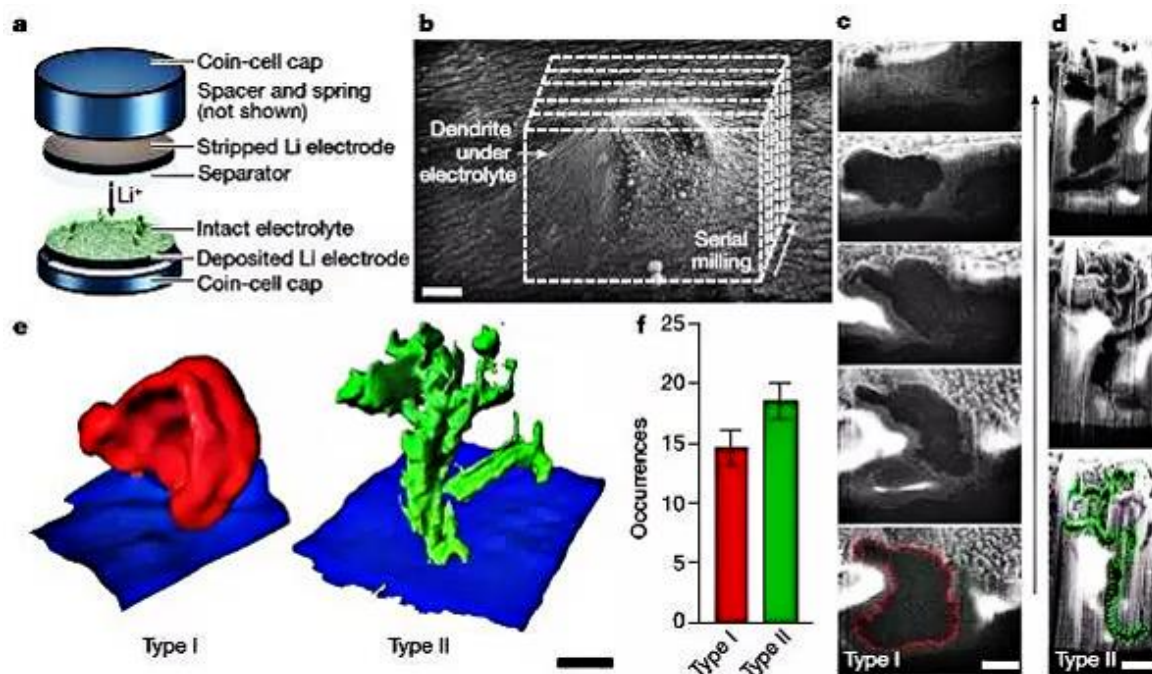
(Cryo-STEM mapping of solid-liquid interfaces and dendrites in lithium-metal batteries)

材料名称：锂金属电池中界面膜和枝晶

研究团队：康奈尔大学的 Lena F. Kourkoutis 研究组

课题组采用冷冻电镜技术观察到了锂金属电池中界面膜和枝晶的纳米级结构并以此全面深入地理解了发生在该界面的化学过程。该研究通过快速冷冻液体成分（玻璃化液体电解质），获得了自然状态下锂金属电池中的界面膜结构，之后再利用冷冻扫描透射电镜技术（cryo-STEM）可对这些界面进行结构和化学图谱（mapping）表征。实验表征结果发现，在锂金属电池负极共存着两种不同类型的枝状物，其中一种拥有外延的 SEI 层，而另一种枝状物则由锂的氢化物组成，这一不同枝状物的共存现象可能为电池容量减少的机理解释提供有力的证据支持。该文也阐明了冷冻电镜技术在探测功能器件界面过程的研究中具有潜在的应用价值。

(Nature, 2018, DOI: 10.1038/s41586-018-0397-3)



—摘编自材料人公众号 2018-09-04

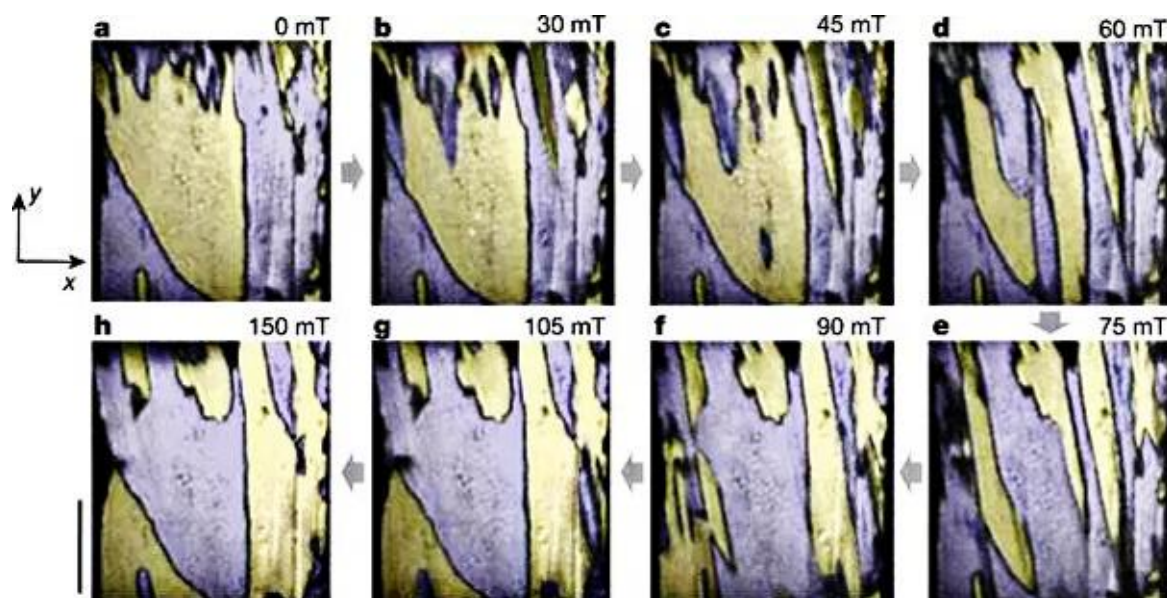
磁畴图案的磁电反转

(Magnetolectric inversion of domain patterns)

材料名称：磁电材料 Co_3TeO_6 和多铁材料 Mn_2GeO_4

研究团队：苏黎世联邦理工学院 M. Fiebig 研究组

在苏黎世联邦理工学院 M. Fiebig 教授（通讯作者）团队的带领下，与瑞士保罗谢尔研究所、德国波恩大学、瑞典斯德哥尔摩大学、法国皮卡第大学、日本高能加速器研究机构、日本东京大学、俄罗斯卡尔波夫物理化学研究所、奥地利维也纳工业大学和挪威科技大学合作，分别报告了磁电材料 Co_3TeO_6 和多铁材料 Mn_2GeO_4 中的整个铁磁和铁电畴图案的反转。在这些材料中，施加的磁场分别反转每个域的磁化或极化，但保留域图案完整。Landau 理论表明，这种类型的磁电反转在具有复杂排序的材料中是通用的，其中一个有序参数保持域结构的记忆，而另一个设置其整体符号。域模式反转只是多重铁氧体(multiferroics)等系统中以前未被注意到的效应的一个例子，其中多个有序参数可用于组合。因此，探索这些效应可以将多铁性推进到新的功能水平。（Nature, 2018, DOI: 10.1038/s41586-018-0432-4）



—摘编自材料人公众号 2018-09-04

一种基于可逆四电子转化为氧化锂的高能量密度锂氧电池

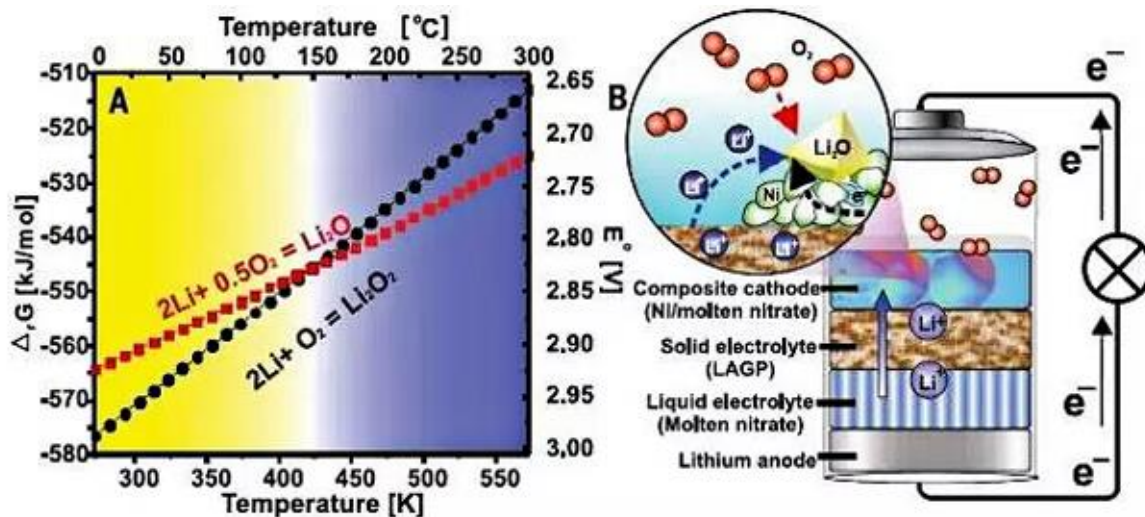
(A high-energy-density lithium-oxygen battery based on a reversible four-electron conversion to lithium oxide)

材料名称：锂-氧电池

研究团队：加拿大滑铁卢大学的 L. F. Nazar 研究组

课题组报道了一种可通过高度可逆的四电子氧化还原反应产生氧化锂的新型锂-氧电池。研究人员首先将操作温度提高到 150°C，在这一温度上热力学驱动力更倾向于形成氧化锂而非过氧化锂。而由镍纳米颗粒组成的非碳复合正极则能够原位形成锂镍氧化物 (Li_xNiO_2)，可以作为促使氧氧键可逆断裂-形成的高效电催化剂。这使得电池在放电时可以产生高达 11 mAh/cm² 的容量，而充电时氧气又可以在低过电势下进行反应。这一研究工作表明了锂-氧电化学可以突破现有电解质和超氧产物等产生的限制，实现接近 100% 的库伦效率。

(Science, 2018, DOI: 10.1126/science.aas9343)



—摘编自材料人公众号 2018-09-04

高性能钙钛矿/Cu(In,Ga)Se₂ 单片串联太阳能电池

(High-performance perovskite/Cu(In,Ga)Se₂ monolithic tandem solar cells)

材料名称：锂-氧电池

研究团队：加州大学洛杉矶分校的杨阳和 Qifeng Han 研究组

研究者通过改进叠层器件中的输运顶电极（transport top electrode）、ICL 以及空穴传输层（HTL）等结构，在无需调整 CIGS 器件结构的情况下成功地对叠层太阳能电池进行了性能优化。在这一电池中，研究人员对 CIGS 表面进行了纳米尺度的界面构建设计，并利用高度掺杂的 PTAA 作为子电池之间空穴传输层，以此来保留开路电压和增强填充因子以及短路电流。再将半透明且带隙宽度为 1.59eV 的钙钛矿和带隙宽度为 1.00 eV 的 CIGS 分别作为子电池，这一结构改进的叠层电池的能量转化效率可以达到 22.43%，并且工作 500 小时后的效率还能保持在初始效率 88% 左右。（Science, 2018, DOI: 10.1126/science.aat5055）

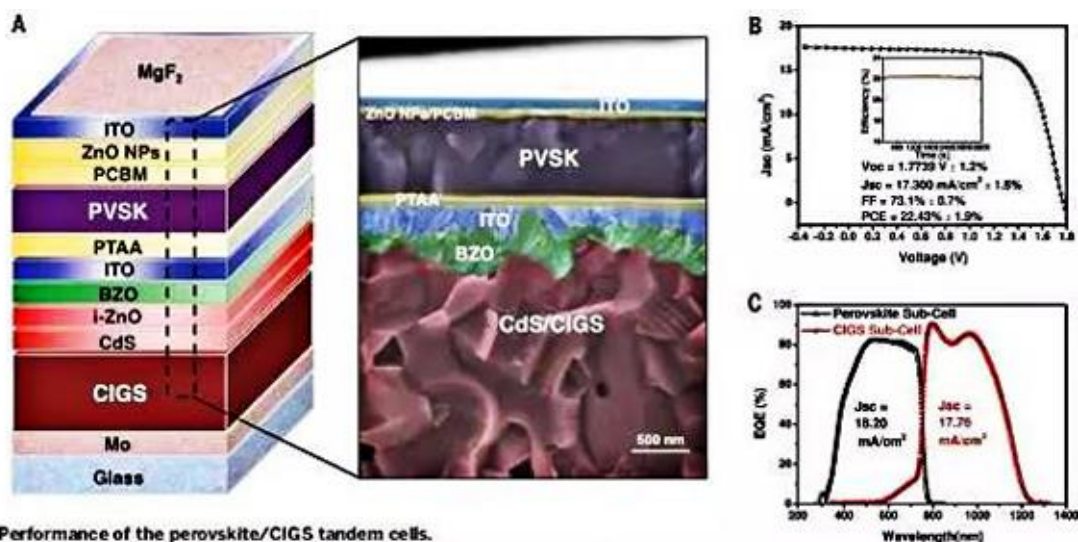
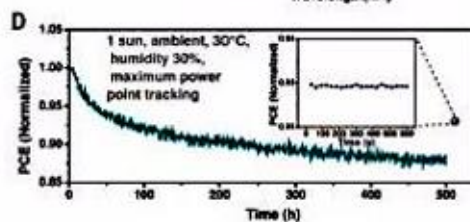


Fig. 3. Performance of the perovskite/CIGS tandem cells. (A) Schematic and cross-sectional SEM image of the monolithic perovskite/CIGS tandem solar cell. (B) J-V curve (NREL-certified; see fig. S8) and efficiency at the maximum power point (inset) of the champion tandem device. (C) EQE spectra for the subcells of the monolithic perovskite/CIGS tandem solar cell. (D) Stability test of the monolithic perovskite/CIGS tandem solar cell. The unencapsulation device maintained 88% of their initial PCE after 500 hours of aging under continuous 1-sun illumination and maximum power point tracking at 30°C ambient environment. The inset shows that the device can recover 93% of its initial performance after a 12-hour resting period without load and illumination.



—摘编自材料人公众号 2018-09-10

科学家创造出世界上最干净的水滴

(High-affinity adsorption leads to molecularly ordered interfaces on TiO₂ in air and solution)

如果纯净意味着神性，那这就是一滴神圣的水珠。奥地利维也纳科技大学的研究人员宣布，他们创造出了世界上最干净的水滴。研究人员将实验结果发表在 8 月 24 日的国际顶级期刊《Science》杂志上。

这种超级纯净的水可以帮助解释为什么自清洁表面（比如涂有二氧化钛的物体表面）在与空气和水接触时，会“蒙上”一层薄薄的神秘分子层。论文作者之一、维也纳科技大学的 chemist 乌尔里克·戴博德（Ulrike Diebold）说：“我们（在世界各地）有 4 个实验室在研究这一问题，并提出了 4 个不同的解释。”

戴博德表示，当二氧化钛表面暴露在紫外线下时，它们会“消耗掉”表面上的任何有机化合物。这为这些表面提供了许多有用的特性；例如，即使在潮湿的浴室中，水蒸气也不会凝结在具有二氧化钛涂层的镜子上。

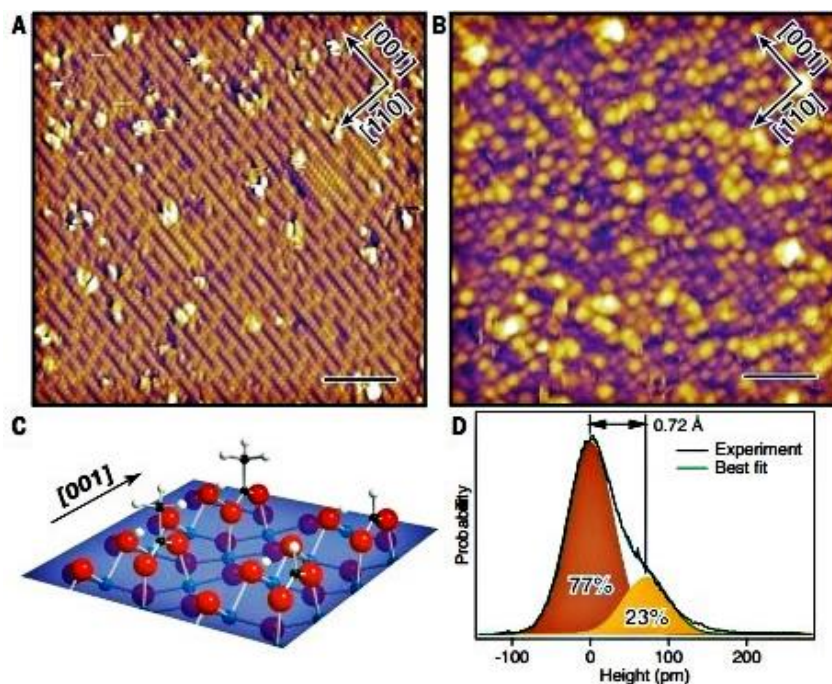


Fig. 2. Effect of air on the TiO₂(110) surface. STM images of TiO₂(110) after contact with an H₂O drop (A) in vacuo (+1.87 V, 112 pA) and (B) in air (+1.42 V, 41 pA). Scale bars, 3 nm. (C) DFT simulation of a formate/acetate monolayer. Ti, O, C, and H atoms are shown in blue, red, black, and white, respectively. (D) STM height distribution of TiO₂(110) after exposure to a H₂O drop in air and fit to equal-width Gaussians (brown and gold).

材料科学与工程

图 1 空气在 TiO₂ 表面的效应

然而，如果将二氧化钛表面放在黑暗中太长时间，就会形成神秘的污垢。

对此大多数解释认为，这涉及到某种与环境中水蒸气的化学反应，而戴博德及其同事将超级纯净的水滴应用在这些物体表面，显示单单水本身并不会导致分子薄膜的出现。

创造这种超级纯净的水滴充满挑战。此前有报道指出，水非常容易受到痕量杂质的污染，而完全纯净的水是不存在的。戴博德表示，为了尽可能获得最纯净的水，她的团队需要设计出一个专门的工具，将水推向极限——在真空中制造出未与空气接触过的最纯净水滴。



图 2 研究人员将一股细微的纯化水蒸气样品从相邻隔室释放到真空室中，于是就在“手指”末端形成了一根小冰柱。右图是冰柱融化后的水滴。

他们开发的装置中，有一个真空室，其顶部悬挂着一根冷却至摄氏零下 140 度的“手指”；研究人员将一股细微的纯化水蒸气样品从相邻隔室释放到真空室中，于是就在“手指”末端形成了一根小冰柱。研究人员加热冰柱，使其融化成水滴，并在蒸发之前滴落在下方的一块二氧化钛表面上。由于水在真空中蒸发速度非常快，因此这一实验充满挑战。之后的观察显示，二氧化钛表面并没有形成分子膜，从而否定了一些研究者提出的神秘分子层与水有关的推测。

“关键在于，水和二氧化钛此前都没有暴露在空气中，”戴博德说道。接下来，研究人员用显微镜和分光镜对二氧化钛进行了扫描，发现分子薄层根本不是由水或与水有关的化合物组成的。相反，乙酸（使醋呈现酸味的物质）和甲酸出现在了二氧化钛表面上。二者都是植物生长的副产物，并且在空气中仅以微量存在。不过，很显然，只要二氧化钛等自清洁表面与空气接触，那这些物质的量已经足以形成一层很薄的分子膜。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-08-28

西北工业大学等发现新型 X 射线闪烁体

(All-inorganic perovskite nanocrystal scintillators)

西北工业大学黄维院士与新加坡国立大学刘小钢教授以及福州大学杨黄浩教授带领下的国际合作团队，发现了一类全无机钙钛矿纳米晶闪烁体，其在可见光区可调谐。较之于传统闪烁体，基于该类纳米晶制备而成的闪烁体对 X 射线具有高效的辐射发光响应。该工作不仅实现了基于该型闪烁体的彩色辐射发光显示，还集成了一种柔性和超高灵敏度的 X 射线探测器，探索了 X 射线探测器的结果可视化以及在电子电路领域的应用。这些原创性成果于 8 月 27 日在《Nature》杂志上在线发表。

闪烁体是一类吸收高能粒子或射线后能够发光的材料，可用于辐射探测和安全防护，通常在应用中将其加工成晶体，称为闪烁晶体。在医学上，闪烁体是核医学影像设备比如 X 光、CT 等检查设备的核心部件。同时，在行李安检、集装箱检查、大型工业设备无损探伤、石油测井、放射性探测、环境监测等领域，闪烁体都发挥着不可替代的作用。

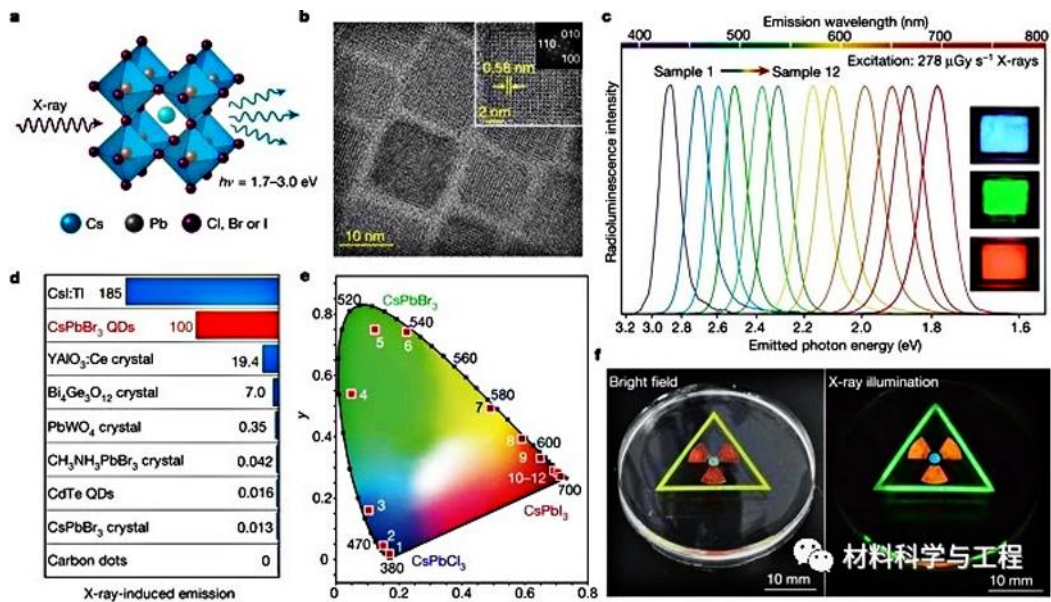


图 1 有机太阳能电池的柔性特征和本工作主要结果。

以往常规闪烁体一般是在高温条件下煅烧合成，不仅价格昂贵，而且对 X 射线光子能量的转化效率有限，其辐射发光性能很难在可见光区调谐。有鉴于此，黄维院士团队在研究中发现了一种含有铯和铅重原子成分的钙钛矿纳米晶闪烁

体，具有较强的 X 射线吸收能力、高效的三重态发光特征、可调控的电子能级结构以及较快的辐射发光速率。和其他无机闪烁体不一样的是，这些钙钛矿纳米晶是通过溶液制得，合成温度相对较低，因此可以产生 X 射线诱导的激发，通过对合成前驱体中阴离子的改变就可实现在可见光区的可调谐。

研究人员利用钙钛矿纳米晶闪烁体特征制造出的柔性和高灵敏的 X-射线探测器，探测极限最低可达到 13 nGy s^{-1} ，是普通医学成像辐射剂量的 1/400。也就是说，医院拍片后对人体辐射剂量的 1/400，都可以被这个探测器探测到。

这种辐射发光颜色可调的钙钛矿纳米晶闪烁体，为 X 射线的可视化探测提供了更为简便的方法，只需要通过数码相机记录相关图片即可。除此之外，还可以和商业平板成像仪集成，用于检测电子电路板的低剂量 X-射线辐射。

此外，该类钙钛矿纳米晶闪烁体的发现为制备大面积柔性闪烁体膜提供了可能性，可极大地提高 X 射线检测与成像灵敏度，降低 X 射线在医学诊断和 X 光机安全检查等方面的辐射使用剂量，使得基于 X 光的应用更加安全。

该研究成果为实现闪烁体材料的性能调控提供了全新思路和途径。这类钙钛矿纳米晶闪烁体的出现，不仅能够大大促进 X 射线检测技术与成像原理在医学成像、国防科技、安全检查和高能物理研究等众多传统领域的进一步发展，同时也将推动纳米发光材料新兴领域在国计民生中的应用。

相关研究工作于 **Nature** 杂志在线发表，黄维为该论文的共同通讯作者。该研究工作得到了国家重大科学研究（973）计划（2015CB932200 钙钛矿型太阳能电池的基础研究）和国家自然科学基金（21635002, 21471109, 21210001、21405143）的支持。

据悉，2014 年以来，黄维院士领衔的创新团队已相继在《自然》（**Nature**）《自然·材料》（**Nature Materials**）《自然·纳米技术》（**Nature Nanotechnology**）《自然·光子学》（**Nature Photonics**）和《自然·通讯》（**Nature Communications**）等国际顶尖学术期刊上发表一系列重要学术成果。此次发现的全无机钙钛矿纳米晶闪烁体实现多彩辐射发光和超灵敏 X 射线检测，是该团队取得的又一重大科研成果。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-08-30

全球首创陶瓷 4D 打印

(Origami and 4D printing of elastomer-derived ceramics)

香港城市大学吕坚教授研究组全球首次实现了陶瓷的 4D 打印。相关研究工作发表在 Science Advances 上。这种 4D 打印结合了 3D 打印，自变形组装和弹性体衍生陶瓷，在大尺寸陶瓷结构的形状复杂程度，机械强度，制造成本，和适应复杂环境能力上实现了突破，有望广泛应用在太空探索，3C 电子产品，航空发动机，防弹军事装备，和高温微机电系统等领域中。

4D 打印一般是指在 3D 打印的基础上增加一个时间维度，使得在一定刺激（譬如热，水，磁场，电流，紫外线等）下，3D 打印物体的形状和功能随着时间发生可编程变化。4D 打印技术之前大都应用在聚合物材料中，之前报道的可以 3D 打印的陶瓷前驱体材料通常较难发生自变形，限制了陶瓷 4D 打印的发展。有鉴于此，吕坚教授研究组从材料出发，开发了不同系统的硅胶基质纳米复合弹性体材料作为陶瓷前驱体。这些弹性体材料的特性使其可以完成从 3D 打印到变形的过程，并且最终转变为陶瓷结构，从而逐步实现打印陶瓷折纸结构 (Printed ceramic origami) 和 4D 打印陶瓷 (4D printing of ceramics)。

在此次研究中，他们先实现了 3D 打印陶瓷。他们采用了墨水直写打印这种成本较为低廉的打印方式，构建弹性体 3D 结构，然后在氩气或真空中进行热处理，得到一级陶瓷，然后在空气中进行热处理，进而得到二级陶瓷。开发这两级陶瓷可以丰富材料的外观，譬如这里一级陶瓷是黑色的，而二级陶瓷是白色的。3D 打印出的陶瓷前驱体不仅是软的，而且具有弹性，可以拉伸至超过 3 倍于材料本身的长度，这为 4D 打印提供了自变形组装的可能。



图 1 3D 打印陶瓷的过程示意图

然后他们实现了陶瓷折纸结构。3D 打印的弹性体结构可以在金属丝的辅助下折叠变形，经过热处理弹性体转化为陶瓷，然后金属丝可以被硝酸销蚀掉，最后只剩下陶瓷结构。他们由此构建了复杂陶瓷折纸结构，包括蝴蝶、悉尼歌剧院、玫瑰、和裙子。

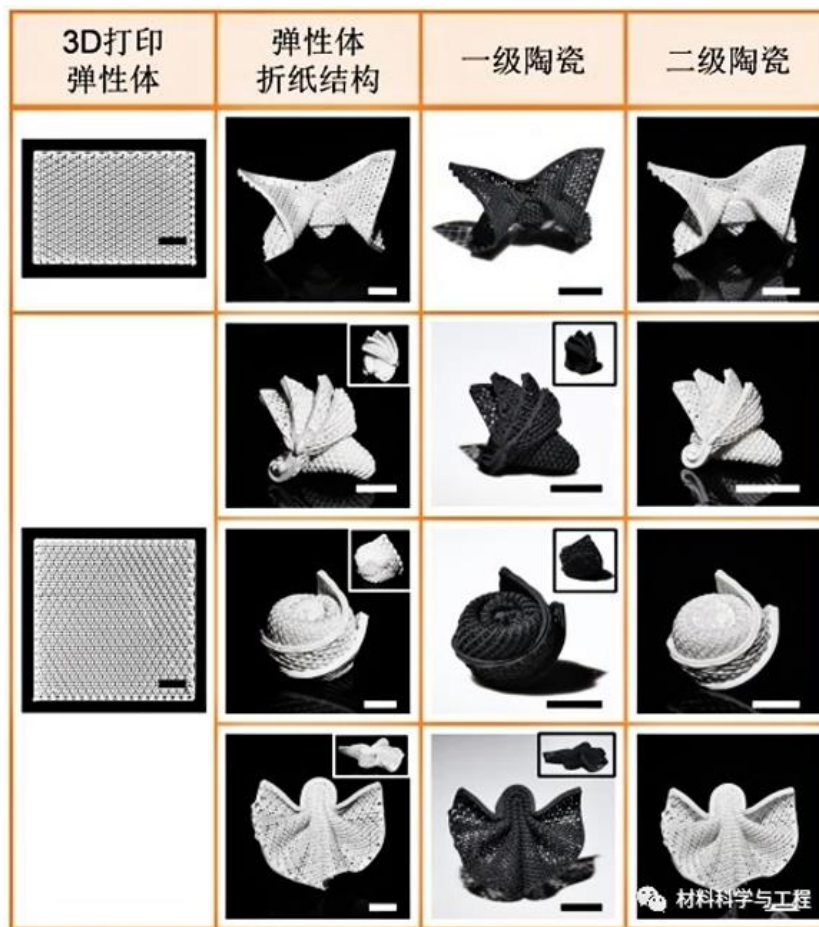


图 2 陶瓷折纸结构

在此次研究中提出的“3D 打印弹性体-自变形-陶瓷化”的 4D 打印陶瓷概念里，用于陶瓷前驱体的硅胶基质纳米复合材料可以进一步推广到其他两相或多相材料系统中，这种方法开辟了做复杂形状的高温合金和陶瓷等高温难熔材料的一个新工艺，有望用在航空发动机上。3D 打印方式也可以根据材料特性推广到墨水直写以外的打印技术中，变形过程可以推广到形状记忆变形，多材料打印的热膨胀变形等方式中，热处理工艺上也有相当的优化和拓展空间。总之，这个工作在研发复杂形状的轻质高强大尺度的结构陶瓷上取得了一定突破，其在高温材料相关领域的广泛应用值得期待。

此项研究获国家自然科学基金委员会重大项目、香港大学教育资助会的协作研究金和主题研究计划、香港创新科技署（通过国家贵金属材料工程技术研究中心香港分中心）、广东省科学技术厅、和深圳市科技创新委员会等单位的支持。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-08-19

金属所揭示钝化膜击破机制

(Unmasking chloride attack on the passive film of metals)

中国科学院金属研究所固体原子像研究部研究员马秀良、副研究员张波和博士王静等人组成的介质条件下材料电子显微学研究小组在原子尺度下直接获得金属表面超薄钝化膜的剖面显微图像，并揭示了氯离子击破钝化膜的作用机制。英国《Nature Communications》在线发表了该项研究成果。9月7日，美国《Science》周刊在相关专栏以 Tracking corroding chloride 为题对该成果进行了推介，认为“利用透射电子显微技术对氯离子传输的直接观测加深了对金属腐蚀过程的理解”。

金属表面几个纳米厚的钝化膜赋予其优良的抗均匀腐蚀能力，然而，在抗均匀腐蚀的同时，金属的局部点状腐蚀（即“点蚀”）却难以避免。点蚀的发生起始于材料表面，最终向材料表面以下的纵深方向迅速扩展。因此，点蚀破坏具有极大的隐蔽性和突发性，特别是在石油、化工、核电等领域，点蚀容易造成金属管壁穿孔，使大量油、气泄漏，甚至造成火灾、爆炸等灾难性事故。

点蚀的发生起始于钝化膜的局部破损，是材料科学与工程领域中的经典问题之一。由于钝化膜非常薄（3~5nm），对其结构的直接观测极具挑战性，探究氯离子导致的结构演变则更为困难。自上世纪六十年代开始至今，材料科学家普遍采用表面谱学等间接的实验手段研究氯离子击破钝化膜的机制，并因此提出了多种模型和假说，但尚无定论。其争论的核心问题是氯离子在钝化膜中的存在位置及作用方式。

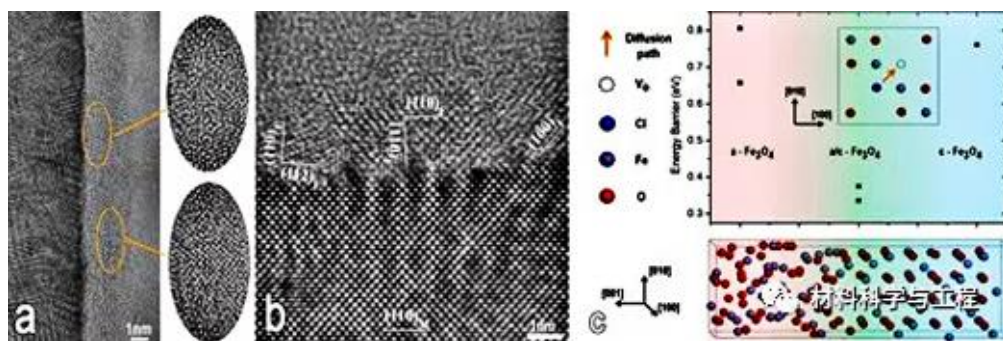


图1 钝化膜中晶体/非晶界面作为氯离子在膜中的传输通道。a)沿基体[001]晶带轴的 TEM 高分辨像显示钝化膜主要为非晶态，其中包含有一些纳米晶;b)界面处 TEM 高分辨像的局部放大图;c) 氯离子在钝化膜中的晶体、非晶及二者界面处进行扩散所需能量的第一原理计算。

金属所固体原子像研究部界面结构研究团队长期致力于材料基础科学问题的电

子显微学研究，经过多年的学术积累，在解决上述基础科学难题方面近来取得突破。他们利用像差校正透射电子显微技术证实，钝化膜由极其微小的具有尖晶石结构的纳米晶和非晶组成；基于定量电子显微学分析并结合相应的理论计算，发现氯离子沿着纳米晶和非晶之间的特殊“晶界”并以贯穿通道为路径，传输至钝化膜与金属之间的界面。到达界面处的氯离子造成基体一侧的晶格膨胀、界面的起伏以及膜一侧的疏松化，并在界面处引入了拉应力。起伏界面的凸起在应力的作用下最终成为钝化膜发生破裂的起始位置。

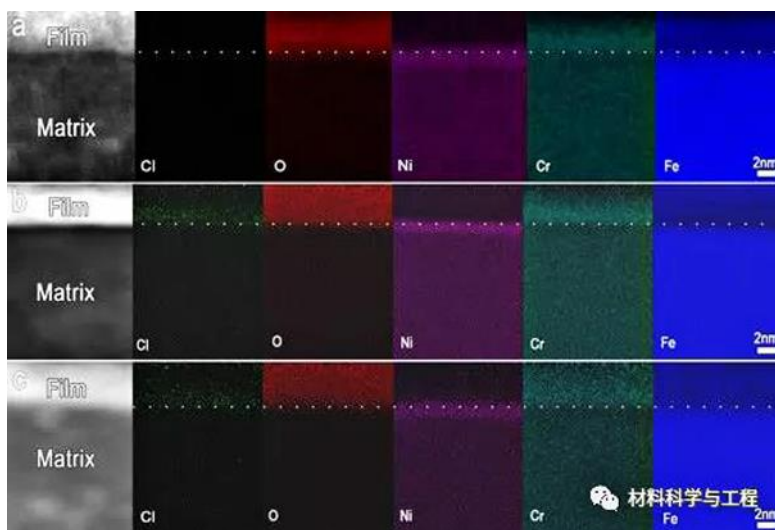


图 2. 氯离子进入并穿透钝化膜，富集在钝化膜/基体界面处。不同形成条件下钝化膜的元素面分布分析

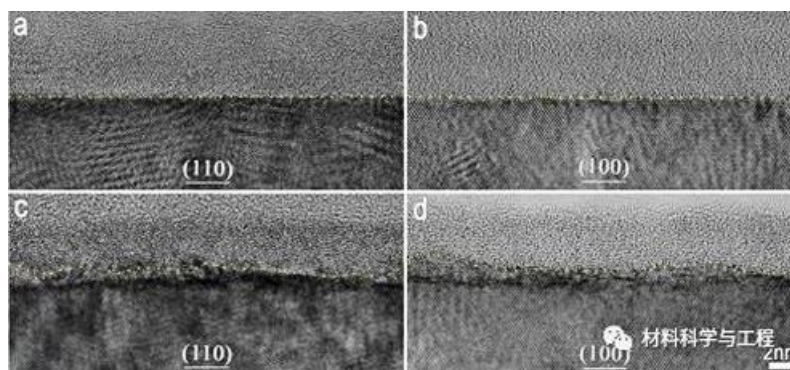


图 3 氯离子作用于界面导致基体/钝化膜界面的起伏。

这一研究成果为揭示氯离子与金属钝化膜的交互作用机制提供了直接的实验证据，为修正和完善数十年来基于模型和假说所建立起来的钝化膜击穿理论提供了原子尺度的结构信息。该项研究得到国家自然科学基金、中科院前沿科学重点研究项目以及金属所创新基金重点项目等资助。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-09-10

综述：偶氮基光热能的设计、性能和应用

(Azobenzene-based solar thermal fuels: design, properties, and applications)

近日，天津大学封伟教授团队在英国皇家化学会综述类旗舰刊物 *Chemical Society Reviews* 上发表综述文章，详细介绍了偶氮苯在光热燃料领域的最新研究进展，对不同偶氮苯材料的设计、性能及应用进行了系统总结，并对其未来的应用范围、所面临的机遇和挑战提出了新的观点。作者们期望通过本篇综述文章为偶氮苯光热材料今后在俘获、转化和存储光能领域的发展和應用指明方向。

全球气候变暖以及能源危机使世界能源前景令人不安，急需开发可再生和可持续能源技术和发展战略，以减少目前全球经济主要推动力对传统化石燃料的依赖。而太阳能可以说是最为丰富的、取之不尽的自然资源。因此，发展对太阳能进行俘获、转换、储存的创新技术显得尤为重要。现如今，已经有多种技术手段对太阳能加以利用，比如：光伏技术、太阳热收集装置、人工光合作用以及太阳能热燃料。其中，太阳能热燃料（Solar Thermal Fuels）可以通过光开关分子的结构转换和键的重排对来自太阳辐射的能量进行储存，然后以热的形式释放能量。这种封闭循环能够在单一材料系统内实现可逆的太阳能转换和能量存储，具有零排放、易于运输、可循环、可再生性、以及以热量形式按需释放等优点。

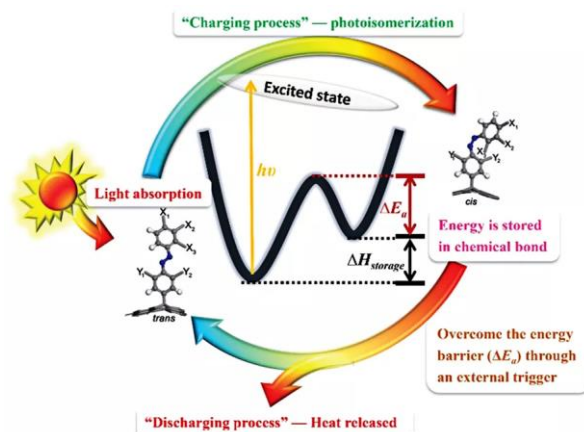


图 1 偶氮苯分子进行太阳能热转化和储存的机理示意图

偶氮苯因具有独特的光诱导可逆结构转变特性，目前已成为实现光—热存储与可控释放的重要潜在材料，受到了科研工作者的关注。偶氮苯光热存储与释放循环体系主要依赖具有光诱导可逆构型转变的 N=N 分子结构。其基本过程为：处于低能态的偶氮苯分子 (*trans*-Azo)，吸收特定波长的光子，克服双键/单键结构发生异构

化所需的标准自由能，跃迁至具有较高能量的亚稳态结构 (*cis*-Azo)，从而将光能存储于化学键中（高能态与低能态之间的能级差为“ ΔH ”）；由于高能态构型的偶氮苯分子热力学不稳定性，在光/热/力等外界能量刺激下，亚稳态偶氮苯分子会克服能垒（ ΔE_a ）回复到低能态构型，并伴随着将存储的能量“ ΔH ”以热的形式释放，从而实现光—热的可逆存储与释放循环。

在设计基于太阳能-热响应的储热材料时，通常情况应满足如下要求：(i) 太阳光谱匹配：低能异构体的吸收波长应与太阳辐射的最强区域重叠。(ii) 大储能能力：低能态和高能态异构体之间的能量差应尽可能大。(iii) 高量子产率：光诱导由低能态向高能态异构体的转化应该高效进行。(iv) 没有光子竞争：应避免两种异构体的光子竞争，因为大多数光活性分子中的光致异构化和反转化过程都可以被光激活。(v) 长期稳定性：由高能态向低能态反向转换的势垒屏障应足够大，以便能够长期储存，同时材料应具有较强的循环性能。(vi) 低价：原材料的成本以及合成和整合应具有竞争力。

在本篇综述中，作者总结了基于各种偶氮苯及其衍生物的光热燃料的最新进展，如基于纯偶氮苯衍生物的光热燃料、基于纳米碳模板化偶氮苯的光热燃料和基于聚合物模板化偶氮苯的光热燃料。探讨了这些先进的太阳能存储材料的基本设计概念，并重点介绍了基于这些光热材料的应用。毫无疑问，分子的设计和微观结构的优化调控对于实现具有高储存能量的偶氮苯光热材料是至关重要的。然而同时提高这种材料的储能密度、储存周期和光吸收效率仍然是一项具有挑战性的任务。不论是在基础理论还是实际应用方面，都有很大的提升空间。可以预见，基于偶氮苯的光热材料作为一种新的俘获、转化、储存太阳能的手段将会成为来自不同技术背景的科学家和工程师的热门话题。本篇综述被选为 *Chemical Society Reviews* 封底文章，天津大学封伟教授课题组博士研究生董立奇为本文第一作者。



图 2 *Chemical Society Reviews* 封底

—摘编自 RSC 英国皇家化学会公众号 2018-09-11

钾离子电池材料领域取得重要进展

(Zero-strain $K_{0.6}Mn_{1.7}F_{2.7}$ hollow nanocubes for ultrastable potassium ion storage)

近日，北京科技大学新材料技术研究院曲选辉团队在 *Energy & Environmental Science* 上发表论文，该工作报道了一种合成均匀中空 $KMnF$ -NCs 的新方法，并通过控制刻蚀反应时间在晶体结构中创造缺陷与空位。

由于 K 和 F 空位的存在，这个特殊结构可以容纳由于钾离子插入引起的体积膨胀，进而提高 KIBs 的容量、倍率性能和循环稳定性。同时，该研究表明 $KMnF$ -NCs 的晶体结构缺陷对刻蚀反应具有重要影响。在可逆充放电过程中，该片层结构包裹的空心纳米块可以提供较大的比表面积并具有赝电容特性，进而使材料具有展现出高容量、高稳定性和优秀的倍率性能。

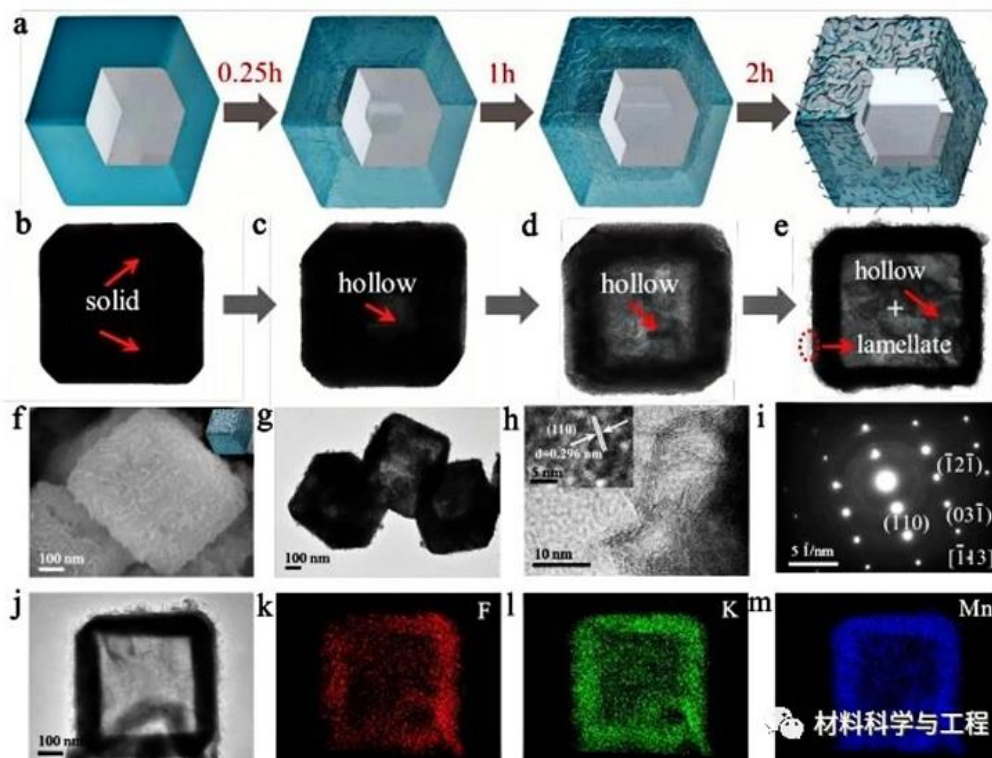


图 1. $KMnF$ -NC 结构的合成示意图及微观结构表征

在 400 mA g^{-1} 的大电流密度下循环 10000 次仍可保持 110 mAh g^{-1} 的容量，容量保持率高达 99%。除此之外，该工作通过原位 XRD 和 DFT 计算，证明了该材料在脱嵌 K 离子过程中的体积变化基本可以忽略，表明刻蚀后的 $KMnF$ -NCs 可以作为一类新的具有良好循环稳定性的零应变 KIBs 负极材料。

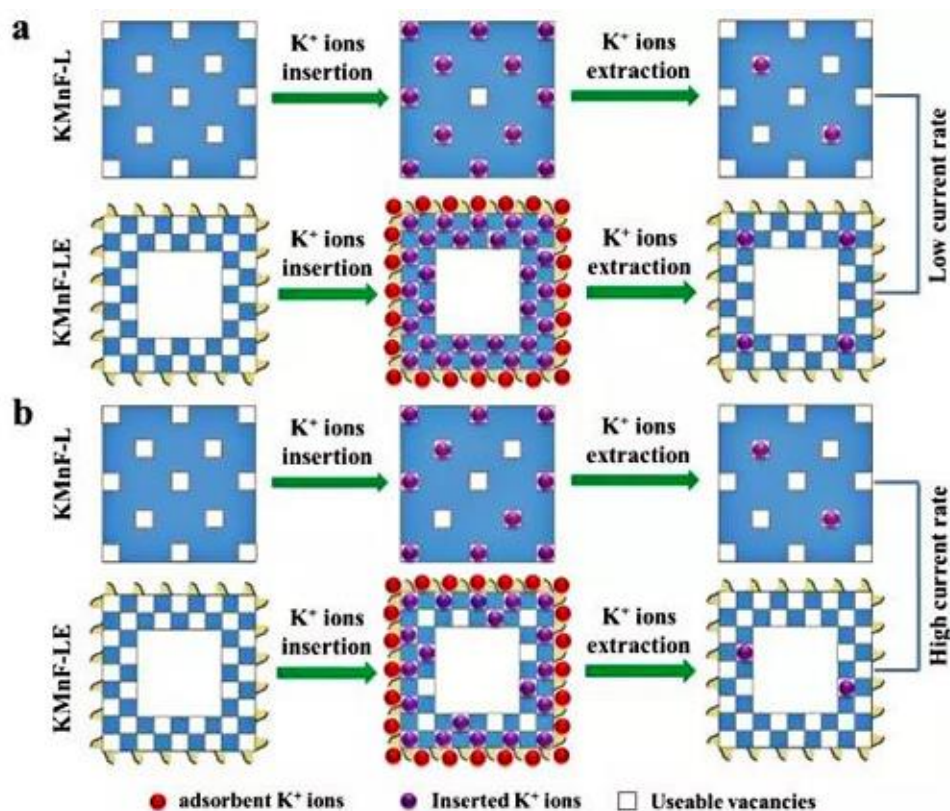


Fig. 4. The insertion/extraction of potassium ions into KMnF-L and KMnF-LE. (a) Low and (b) high current rates. 材料科学与工程

图 2. KMnF-L/KMnF-LE 的钾离子嵌入/脱嵌示意图

曲选辉教授团队长期从事特种粉体材料制备、粉末冶金近终形成形技术的研究。近年来，该团队在曲选辉、秦明礼和李平教授的领导下，致力于将新型粉体材料技术应用于难熔金属、软磁合金、高导热氮化铝、锂离子和钾离子电极材料及燃料电池催化剂等新材料中。研制的近球形微细（纳米）钨粉、铁粉和氮化铝陶瓷粉满足了粉末注射成形技术的需要，实现了这类难加工材料制品的近终形精密制造。相关产品已在国防和民用领域获得应用，曾获国家发明专利 40 余项，教育部技术发明一等奖 1 项（2011 年度）、中国有色金属工业科学技术奖（技术发明）一等奖 2 项（2016、2017 年度）。

2016 年以来，该团队设计合成了一系列新型的电极材料，显著提高锂离子和钾离子电池循环容量与稳定性。同时，为了降低贵金属催化剂在催化领域的用量，提出了贵金属催化剂纳米晶在碳与非贵金属催化剂表面固定的概念。基于这些新材料，该团队探索了其在电容器，电解水析氢、析氧以及吸波材料等领域的应用。该系列创新性成果均发表在国际知名期刊上。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-08-21

水系碱性电池方面取得重大进展

近日，哈工大深圳校区柔性印刷电子技术研究中心、材料科学与工程学院教授黄燕在水系碱性电池循环稳定性和自愈合特性上取得重大进展。研究成果分别发表于国际著名期刊《Advanced Energy Materials》和《Angewante Chemie International Edition》上。

水系电池采用水作为电解质溶剂，解决了易燃有机电解质引起的安全问题，在柔性可穿戴电子领域受到研究者的重视。但是，水系电池存在一定的弊端。一方面，其凝胶电解质在电池充放电过程中易失水，使得离子导电率下降，电解质成分偏析，容量剧减，最终导致电池循环稳定性差；另一方面，在日常使用过程中，它们总是不可避免地受到各种变形和局部应力的影响，严重限制电池的寿命和可靠性，最终导致电子系统的故障。

针对上述问题，校区黄燕教授合成出新型聚丙烯酸钠基水凝胶电解质。采用该电解质制备的柔性镍锌和锌空气电池都展现出了最长循环稳定性能，循环次数/时间比目前所有文献报道的结果高出 8-40 倍。

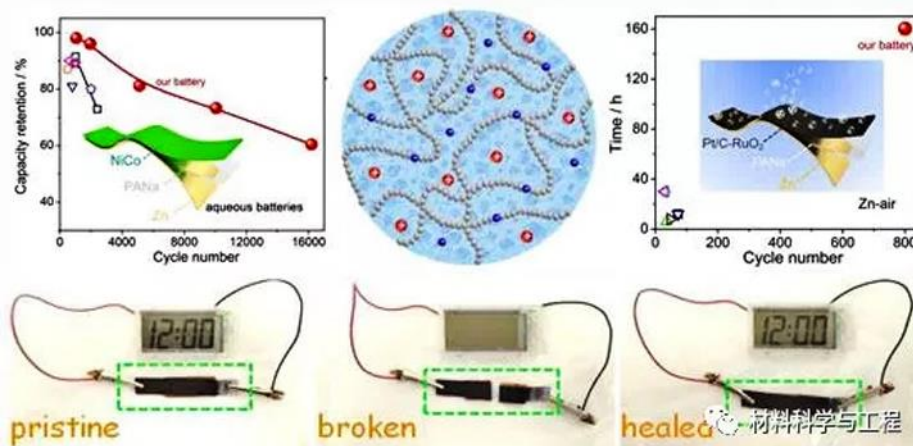


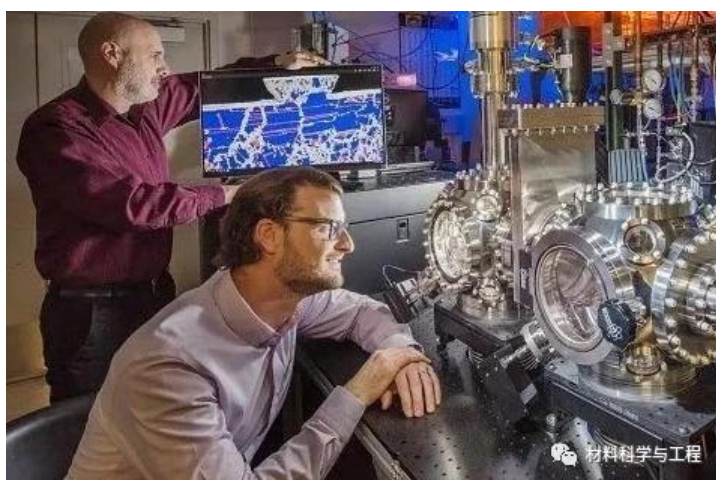
图 1 上栏：聚丙烯酸钠水凝胶电解质示意图及柔性碱性镍锌（左）和锌空气电池（右）的循环稳定性比较；下栏：本征自愈合碱性镍锌电池愈合前后图；

此外，聚丙烯酸钠水凝胶分子链通过铁离子交联以促进整体网络的动态重建。这些非共价交联在水凝胶被切断时重新连接受损表面，为电池实现固有的自我恢复能力提供最终解决方案。因此，使用该水凝胶电解质的镍锌电池可自主自愈，在 4 次断裂/愈合循环后保留超过 87% 的容量。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-09-15

史上最耐磨合金：高强度钢的 100 倍

美国桑迪亚国家实验室（SNL）刚刚宣布，他们已经研制出了迄今为止最耐磨的铂金合金，耐久度是高强度钢材的 100 倍，与大自然中的钻石、蓝宝石等材料处于同一级别。最近发表于《Advance Material》期刊上的文章，介绍了研究团队的这一发现。论文合著者、材料科学家 Nic Argibay 称：“这表明，我们可以对某些合金进行根本上的转变，让它在广泛的层面上实现金属性能的巨大提升”。



虽然金属通常被认为很强硬，但当它们与其它金属反复摩擦（比如发动机），就会出现磨损、变形和腐蚀，除非考虑在机械润滑油中混入保护性质的添加剂。

在电子学中，电子迁移会对金属触点（通常为黄金或其它贵金属）的外层造成影响。长期‘疲劳’之下（年复一年、日复一日的挤压和滑动），连接点越小、初始材料越少，其承受的磨损就越严重。

有意思的是，桑迪亚国家实验室新研制的铂金涂层，可以在假想的轮胎上运行 1 英里，但只损失一个原子层的厚度。Argibay 表示：超耐用涂料每年可为电子行业节省超过 1 亿美元的材料费——在持久可靠的前提下，还能让各种尺寸、跨行业的电子产品更具成本效益。从航空系统、到风力涡轮机；从手机微电子，到雷达系统。

未参与这项研究的桑迪亚工程师 Chris Nordquist 表示：这些耐磨材料的探索，为一系列设备提供了可靠性优势。整合和改进的机会，取决于具体的器件。但这种材料将为解决金属微电子元件当前的可靠性限制，提供了另一种工具。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-08-22

一种具有高选择性的双层 COF-COF 气体分离膜

(Covalent Organic Framework–Covalent Organic Framework Bilayer Membranes for Highly Selective Gas Separation)

近日，北京化工大学化学工程学院孟洪教授、博士后范红玮与德国汉诺威大学 Jürgen Caro 教授合作，在 2D-COF 膜的设计合成及其分离性能研究方面取得重要进展，发表在国际著名学术刊物 Journal of the American Chemical Society 上并被选为刊物封面。

这一创新性工作，设计构筑了一种具有高选择性的双层 COF-COF 气体分离膜，其技术策略是根据 COF 材料之合成条件的差异性，采用变温溶剂热法调控不同 COF 的合成顺序，先在低温 (RT, 72h) 下合成脲键 COF-LZU1，之后升高温度 (120 °C, 72 h) 合成连氮 ACOF-1，进而将其先后沉积到双氨基改性的陶瓷片基底上，最终得到具有相互交错孔结构的 COF-LZU1-ACOF-1 双层膜。这种新型的 COF-COF 双层膜，对混合气体 H₂/CO₂、H₂/N₂ 及 H₂/CH₄ 的分离具有良好的分子筛分性能，气体选择性分别可达到 24.2、84.0 和 100.2，膜的综合性能超过了 2008 年“Robeson upper bounds”。这一工作创制了一种新型的气体分离膜材料，亦为 COFs 功能材料的孔设计和改性提供了新途径。

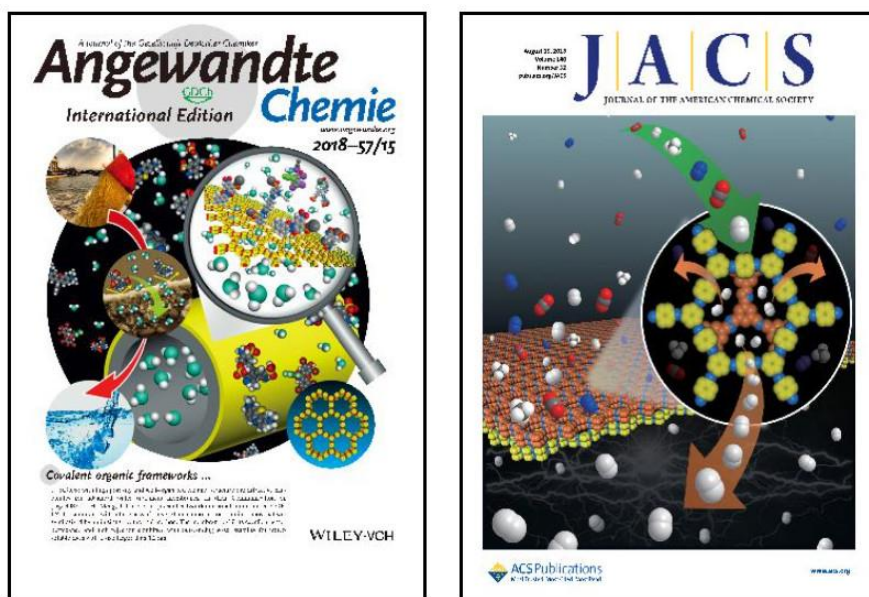


图 1 Angewandte Chemie 与 Journal of the American Chemical Society 刊物封面

范红玮博士等进而采用原位溶剂热法，在醛基改性的管式陶瓷基底上合成了厚度约为 400 nm 的胺键 COF-LZU1 膜，所制备的 COF 膜对多种尺寸大于 1.2 nm 的水溶性染料均有很好的截留性能 (>90%)，水的透过通量可达 700 L m⁻² h⁻¹ MPa⁻¹，此类 COF-LZU1 膜同时具有较强的耐污染性和使役稳定性，在水质净化和废水处理等方面具有潜在的应用前景。这一工作发表在国际著名学术刊物 *Angewandte Chemie*, <https://doi.org/10.1002/anie.201712816>，被选为“VIP paper”和封面，亦被 *Chemical & Engineering News* 作为化工技术领域的研究亮点进行了报道。

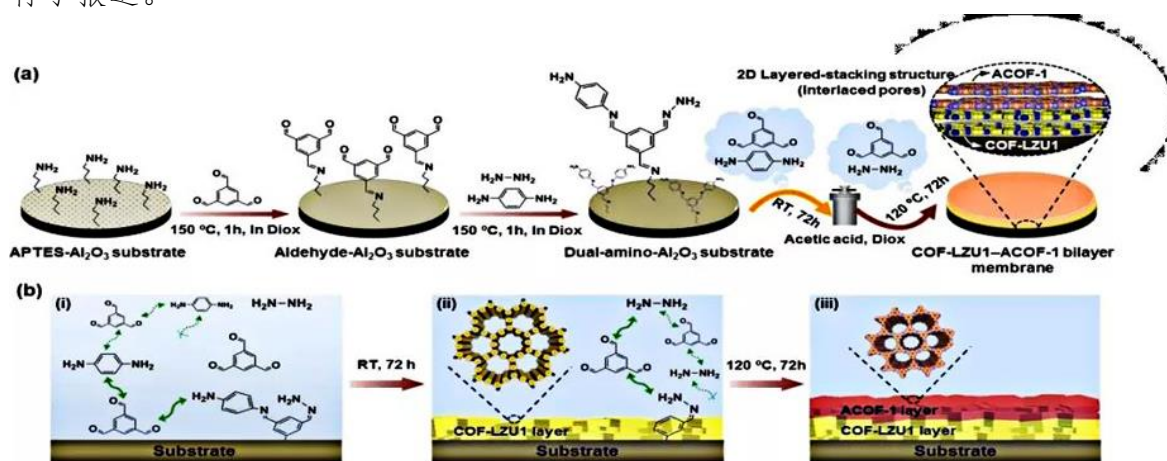


图 2 石墨烯上少层石墨双炔薄膜的高分辨透射电镜表征结果

研究团队中的范红玮博士是化工学院孟洪教授和德国汉诺威大学 Jürgen Caro 教授合作指导的优秀博士后，已连续在 *JACS*、*Angewante Chemie*、*Journal of Materials Chemistry A*、*ACS Applied Materials & Interfaces*、*Journal of Membrane Science* 等一流刊物上发表了多篇高水平论文。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-09-10

计算机辅助设计动态响应生物纳米复合材料

(Combining In Silico Design and Biomimetic Assembly: A New Approach for Developing High - Performance Dynamic Responsive Bio-Nanomaterials)

最近，上海科技大学物质科学与技术学院的凌盛杰教授与美国麻省理工学院及塔夫茨大学的合作者们，结合计算机模拟设计与仿生制备，构建了具有优异机械性能的动力学仿生复合材料。该研究发表在《Advance Material》上。

自然界中，生物体能利用极其有限的组成成分，创造出性能卓越的复合材料。其关键原因在于生物体对材料在多尺度上的精心构造。例如珍珠，就是由生物高分子和文石头构成。其通过微观尺度上的多层级砖-石结构，优化各组成成分间的相互作用并将优势逐级扩大；并最终获得宏观尺度上的优异力学性能。研究人员从未停止过对生物体中高级层次结构的模仿，用以构筑高性能人工合成材料。然而，现有手段多需要繁琐的工序及较高的能耗；相关材料领域仍存在许多技术壁垒。



图 1 仿生材料的设计合成流程。

复合材料的设计中，原材料的选择极其重要。在团队之前的研究中发现，蛋白纳米微纤和钙基矿物晶体分散后可相互穿插形成多层级结构。因此，选用蚕丝纳米微纤 (SNF) 和羟基磷灰石 (HAP) 作为起始材料，建立了两者的全原子分子动力学模型，并从原子尺度上预测复合材料的“结构-性能”关系。分子动力学模拟揭示 SNF/HAP 两相复合材料的脆性特征。但当在两组分体系中再引入甲壳素纳米微纤 (CNF) 后，模拟发现，三元复合体系的综合力学性能将大大提高。

依据分子动力学模拟结果，研究者以丝纳米微纤，羟基磷灰石和甲壳素纳米微纤为原料，建立了“自组装-仿生矿化-选择性沉积”的路径合成三元复合材料体系。在该路径中，丝纳米微纤用作羟基磷灰石纳米晶体生长的模板，并起到稳定羟基磷

灰石纳米晶体的作用。所合成的羟基磷灰石纳米晶体具有类似于骨骼中羟基磷灰石的纳米结构。最后在混合体系中引入甲壳素纳米微纤，通过真空抽滤获得三元复合膜。

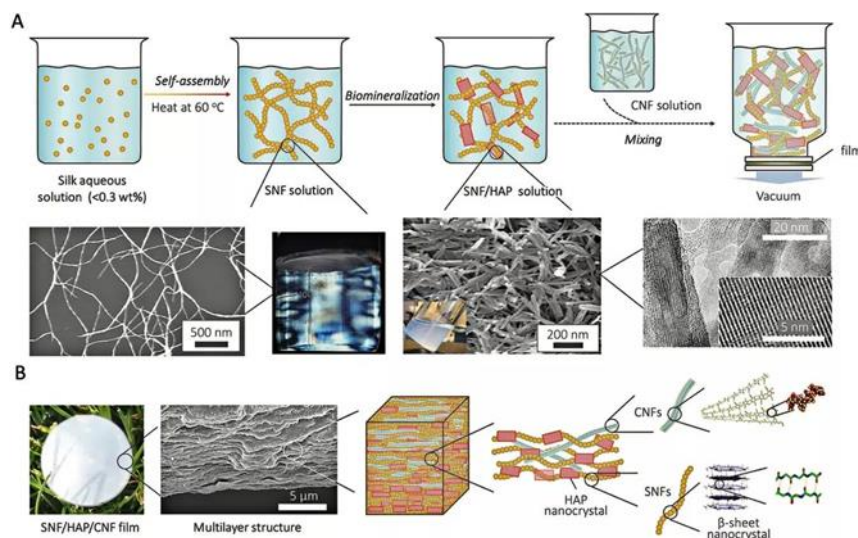


图 2 SNF/HAP:CNF 复合膜制备路线图，及中间产物形貌

有意思的是，三元复合物体系所展现出的机械性能指标均高于其单一组分或任意两两组合所构成的二元复合体系。例如，丝纳米微纤/羟基磷灰石的拉伸强度和韧性分别只有 $96 \pm 4 \text{ MPa}$ 和 $2 \pm 1 \text{ MJ m}^{-3}$ ；而丝纳米微纤/羟基磷灰石/甲壳素纳米微纤复合体系的拉伸强度和韧性分别为 $281 \pm 14 \text{ MPa}$ 和 $22 \pm 2 \text{ MJ m}^{-3}$ ，其拉伸强度是珍珠和骨骼的 2-3 倍，韧性超过珍珠的 12 倍、骨骼的 18 倍。通过逐步增加三元复合物中甲壳素纳米微纤的比例，复合膜的韧性可从 4 ± 1 增加至 $24 \pm 6 \text{ MJ m}^{-3}$ ，与之相对的拉伸强度则从 $113 \pm 7 \text{ MPa}$ 增加至 $270 \pm 35 \text{ MPa}$ 。

通过观察所制备的三元复合膜截面，可以发现不同组分在其中呈梯度分布。由于各组分硬度、密度及相互间作用力的差异，大部分丝纳米微纤/羟基磷灰石分布于材料底部，而甲壳素纳米微纤更倾向于分布在顶部。自然界中，如豆荚等，可以通过梯度分布可引发动力学形变。受此启发，研究者开发了基于丝纳米微纤/羟基磷灰石/甲壳素纳米微纤复合体系的湿度动态响应器件。

该研究的意义在于，通过计算机模拟来预测仿生材料机械性能，从而指导仿生材料结构组成的设计及优化，大量节约了时间及实验成本。根据模拟结果，通过仿生自组装的方式制备了具有优异机械性能的复合材料。随后，进一步通过计算机模拟辅助计算，利用复合膜中组成成分梯度分布的特性，制备出可程序化设计的具有水驱动响应性的仿生器件。该工作通过理论模拟和实验结合，指导新型仿生材料的合成，并启发了相关材料功能拓展。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-09-14

我国研制出最薄镁合金箔材

近日，郑州轻研合金科技有限公司采用卷式法成功制备出厚度仅为 0.014mm 的超轻镁锂合金箔卷材，这也是国内乃至世界上首次制备出这么薄的镁合金箔材。

镁锂合金作为世界上最轻的金属结构材料，相比其他铝合金和镁合金，具有超低密度、高比强度、高比刚度、以及突出的减震性能和优异的电磁屏蔽性能等诸多独特的优势，是航空航天及武器装备上理想的减重材料，同时具备减震降噪，屏蔽电磁干扰等作用，使航天器、武器装备的机动性、准确性以及安全性和舒适性得到大幅度提高。

在声学领域，镁锂合金箔材更具有得天独厚的优势。凭借其低密度（比 Mg 低 20%）、高比阻尼系数（比纯镁高 5 倍）、高比刚度、高比强度，以及良好的加工性能，对降低声学设备功率，提高设备稳定性，提高声学灵敏度，实现音质的高保真度传输等方面有着突出的表现。

目前，郑州轻研合金科技有限公司通过优化镁锂合金成分设计，控制镁锂合金的密度并改善其加工性能，采用卷式法研制出的镁锂合金箔材，已经成功通过国内权威声学厂家的声学测试、可靠性测试以及初步量产测试，为镁锂合金箔材的推广打下了坚实的基础。

在航空航天领域，郑州轻研合金科技有限公司研制的超轻镁锂合金箔材凭借其基材自身优异的导磁、导电性能，在一定频率段内对电磁信号的屏蔽远远高于铜箔、铝箔，成为航空航天电器灵敏信号传输线磁屏蔽箔的新选择。镁锂合金屏蔽箔可以大幅度提高信号传输的安全性，防止电磁信号泄露带来的风险性，信号传输的准确度也大幅度提高。镁锂合金屏蔽箔在为飞机，导弹以及卫星等带来减重的同时，提高了航空航天设备的安全可靠性。

作为国内最大的镁锂合金生产企业，主要致力于镁锂合金熔铸，塑性加工，机加工，热处理及表面处理技术的开发与研究，建有国内第一条镁锂合金产业化生产线，积累了大量的专有技术，生产装备、技术水平不断提升，已具备年产 200 吨镁锂合金铸锭的能力，为中国电子科技集团、中国航天科工集团、中国兵器装备集团公司等多家航空军工单位提供镁锂合金零部件的生产、加工及表面处理服务，建立了良好的合作关系，为航空航天、国防军工等领域减重作出了重要贡献。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-08-22

稀土轴承钢研制成功，中国攻克高端轴承材料

提到轴承，这也是中国人心中的痛，之前看过中国产与德国产轴承的对比，中国产的轴承轻轻一转，在数秒内就停下来了，德国产的轴承用同样的力度，但是却能转几分钟，探究其最主要原因，还是材料。近日，西王特钢传来捷报，他们生产出来制造高端轴承所需要的钢。

稀土被称为“工业维生素”，稀土钢是指含有一定量稀土的钢。上世纪 80 年代，我国曾掀起稀土钢的研发和应用高潮，科学家们普遍认为，炼钢过程中加入稀土是解决高端轴承用钢的技术方向，但是在钢中加入稀土后，钢的性能变得时好时坏，在大规模生产过程中也极易堵塞浇口，虽经多年攻关仍未能突破技术瓶颈，这也导致稀土在钢铁行业应用中由热变冷。如同一盆水中滴入一滴墨水，1 吨钢加入多少微量稀土比较合适？怎么加？

7 月 8 日，西王特钢首批高端稀土轴承钢顺利生产下线，技术性能达到了国际先进水平，产品品质超过了美国、欧洲相关标准。西王特钢与中科院金属所合力打造的高端稀土轴承钢可谓解决了高端轴承钢技术的“卡脖子”难题。

通过 10 余年的技术研究攻关，中科院金属所掌握了这一核心技术——稀土炼钢新技术，突破了稀土在钢中进行工业化应用的技术瓶颈。为了实现高端轴承钢的产业化，中科院与西王特钢共同组建了产业化攻关小组，联合打造高端国产化稀土轴承钢中试和产业化基地。

6 月 6 日，西王特钢和中科院共同召开了高端国产化稀土轴承钢产业化启动会，对高端国产化稀土轴承钢产业化推进工作做具体部署：中科院负责冶炼技术、模铸技术、连铸技术、热处理技术、热模拟技术等的一名博士进驻西王特钢开展工作，西王特钢成立了推进领导小组，并在技术中心特别组建了轴承钢研究室，快速承接和转化中科院的高端国产化稀土轴承钢创新技术。短短一个月时间，首批高端稀土轴承钢便顺利生产下线。

在这期间，西王特钢和中科院金属所与稀土轴承钢国产化下游高端客户还在西王特钢召开了稀土轴承钢国产化合作推进会，确定了稀土轴承钢国产化研发方向，并建立了供需合作关系，共同开展高端国产化稀土轴承钢生产线建设。目前，首批下线的高端国产化稀土轴承钢完全满足了高端客户的质量要求，已按照技术协议开始供货。

—摘编自电镜网 2018-09-02

中国最薄不锈钢山西问世，打破国外长期垄断

9日，一车600公斤、厚度仅为0.02毫米的不锈钢从山西太原运往德国，这是目前中国最薄的不锈钢。

这个厚度为0.02毫米，宽度达600毫米的不锈钢也叫“手撕钢”。记者在太钢精密带钢公司看到，仅有A4纸四分之一厚度的“手撕钢”，在工作人员的手中被轻而易举地撕碎。

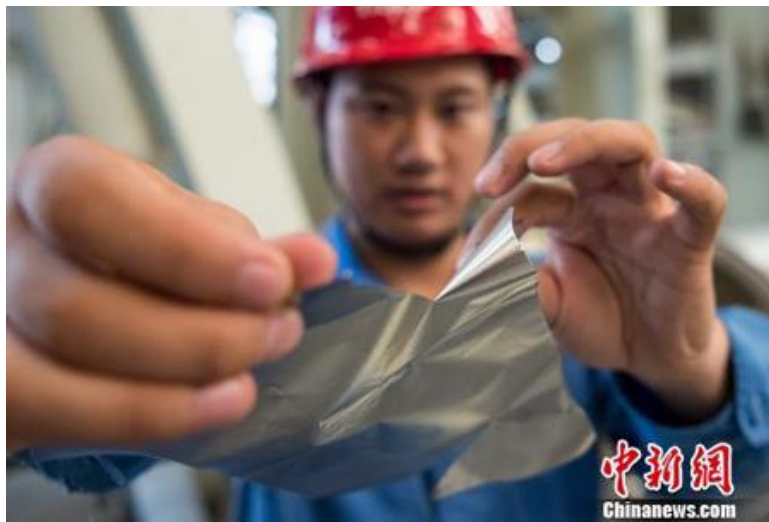


图1“手撕钢”照片

这是太钢集团继2017年的“笔尖钢”之后，又一项自主研发的、可替代进口的产品。据太钢精密带钢公司党委书记、经理王天翔介绍，纵观中国的大型钢企，太钢所研发的0.02毫米“手撕钢”是目前中国最薄的不锈钢，在此之前，该产品因工艺控制难度大，长期被日本、德国等国家垄断。

太钢精密带钢公司检验主管廖席对记者介绍说，不锈钢精密带钢的尺寸范围一般在0.05至0.5毫米之间，0.05毫米以下则称为不锈钢箔。目前，市场上多为0.05毫米的软态不锈钢，此次研发的0.02毫米不锈钢属高于行业标准的前沿产品，这种超薄的不锈钢主要应用在航空航天、石油化工、汽车、电子、家电、计算机等领域。

早在2008年太钢精密带钢公司成立之初，就把生产最薄不锈钢视为研发目标。经过无数失败，于2017年研制出少量0.02毫米不锈钢材，不久前达到量产水准。

—摘编自中国新闻网 2018-08-09

“一流学科”建设都需要什么？院士们这样认为

对于很多国内高校而言，2017年9月21日是一个特殊的日子。这一天，教育部、财政部、国家发展改革委正式公布“双一流”建设高校名单，很多高校的发展道路由此改写——一个巨大的机遇摆在了它们面前，与此同时，与机遇相伴的挑战也成为了它们必须面对的课题。

近日，作为“一流学科”建设高校的天津工业大学迎来了建校60周年。在一片喜庆的气氛中，一场由多位高教界院士参加、以“双一流”建设为主题的论坛，在天津工大的校庆期间举行。面对“双一流”，尤其是在其中起到基础作用的“一流学科”建设，这些身在高校的院士们，有着怎样的真知灼见？

■ 俞建勇，中国工程院院士、东华大学教授

明确一流学科建设总布局

在俞建勇看来，一流学科的建设首先需要思考并明确的是，我们究竟要建成一个怎样的一流学科。在这其中，“怎样”是高校需要聚焦、思考的关键词。“所谓‘一流学科’，首先要能够起到引领支撑作用，要引领国际相关学科发展，进而支撑我们国家的战略需求。”

除此之外，俞建勇表示，一流学科还应该具备三个要点，即注重个人能力的培养，培养高质量一流人才；基于雄厚学科体系产出重大知识产品，为我国社会发展做出重大贡献；以及争取成为国际一流学科，成为国际教育、科技充分交汇的学术平台。

■ 刘吉臻，中国工程院院士、华北电力大学原校长

一流学科建设需要群体发力

在发言中，刘吉臻表示，学科建设，特别是一流学科建设是高校整体发展建设的关键环节。一所学校不可能把所有学科都办成一流学科，但如果条件允许，高校就要高度重视、齐心协力建设一流学科。

在刘吉臻看来，在高校中，一流学科应该是一个相对高层次、师资汇聚的基地。高校围绕着一个点，从国内外汇聚高端人才。

同时，一流学科也应该成为高层次、高水平学术研究的平台，成为重大研究成果产出的基地，以及相关领域领军人才培养的摇篮。这其中，既要包括学生群体，

也应该包括老师群体。最后，一流学科还应该成为先进的办学思想、理念和制度的创新源泉。

■ 陈军，中国科学院院士、南开大学化学学院院长 两个抓手抓起一流学科

针对一流学科建设的问题，身为一院之长的陈军根据自己的工作经验，总结出了一流学科建设的两大主抓手——人才培养和科学研究。

“国家发展进步的核心是人才培养，教育的目的是‘教人不惑，教人不忧，教人不惧’。”陈军解释道，所谓不惑，要求教师教好学生的基本知识。不忧是指要满足人才基本的物质需求。而不惧则是要求科研者无惧于权威，有自己的独立思想和自由精神。毕竟在世界科学研究的进程中，一些基本理论和重大突破往往在刚开始时，是不为人所知的。

针对一流学科建设的第二个抓手——科学研究，陈军表示，研究者首先要瞄准国际学术前沿。因为知识是在不断发展和变化的，每门学科虽然有其基本的知识体系，但与此同时，各学科在新的时代又以新的方式在发展。“没有一门学科是一成不变的，它们永远都在发展，推陈出新。”

除学科本身的发展外，陈军表示，研究者还要注重学科的交叉融合，尤其是在学科交叉融合变得十分重要的今天，学科交叉对于学科的发展具有极其重要的作用。

■ 王玉明，中国工程院院士、清华大学教授 研究者应具包容性和人文情怀

在“双一流”建设中，科学研究的重要性无需赘言，而作为科学研究的主体，广大科研工作者应该具有怎样的情怀和素质呢？在发言中，王玉明从我国的优秀传统文化出发，表示科研工作者应该具有一定的包容性和人文情怀。

“中国传统文化提倡包容，而不是全面否定，即便对西方文化也是如此。”王玉明说，不论是从事科学研究还是人文社会学研究，都应有包容性的宽阔胸怀，践行自由、平等、民主的理念。对科学与技术探索中的挫折与失败，更应多多体谅宽容，从而建立一种文明和谐的学术环境。

与此同时，王玉明强调，学校是培养具有独立思想，自由而全面发展的人，仅用专业知识教育人是不够的，我们的学生不能成为“有用的机器”。

“在教育中，我们要强调厚德载物、诚信友善，任何时候都不能丧失人格，甚至丧失人性。要坚守做人的底线不动摇。”他说，在这一方面，既要强调思想品质教育，还要注重体育和美育，培养全面发展、和谐发展的新人。

如此，我们的学生才能真正为国家富强、人民幸福贡献自己的聪明才智。

—摘编自科学网 2018-09-11

很火的球差电镜是什么

100 kV 的电子束的波长为 0.037 埃，而普通 TEM 的点分辨率仅为 0.8 纳米。这主要是由 TEM 中磁透镜的像差造成的。球差即为球面像差，是透镜像差中的一种。其他的三种主要像差为：像散、彗形像差和色差。透镜系统，无论是光学透镜还是电磁透镜，都无法做到绝对完美。对于凸透镜，透镜边缘的会聚能力比透镜中心更强，从而导致所有的光线（电子）无法会聚到一个焦点从而影响成像能力。在光学镜组中，凸透镜和凹透镜的组合能有效减少球差，然而电磁透镜却只有凸透镜而没有凹透镜，因此球差成为影响 TEM 分辨率最主要和最难校正的因素。此外，色差是由于能量不均一的电子束经过磁透镜后无法聚焦在同一个焦点而造成的，它是仅次于球差的影响 TEM 分辨率的因素。

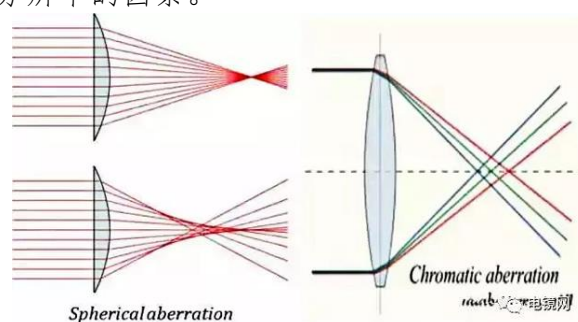


图 1 球差和色差示意图

自 TEM 发明后，科学家一直致力于提高其分辨率。1992 年德国的三名科学家 Harald Rose (Ulm)、Knut Urban (FZJ) 以及 Maximilian Haider (EMBL) 研发使用多极子校正装置调节和控制电磁透镜的聚焦中心从而实现对球差的校正 (图 2)，最终实现了亚埃级的分辨率。被称为 ACTEM 三巨头的他们也获得了 2011 年的沃尔夫奖。多极子校正装置通过多组可调节磁场的磁镜组对电子束的洛伦茨力作用逐步调节 TEM 的球差，从而实现亚埃级的分辨率。。

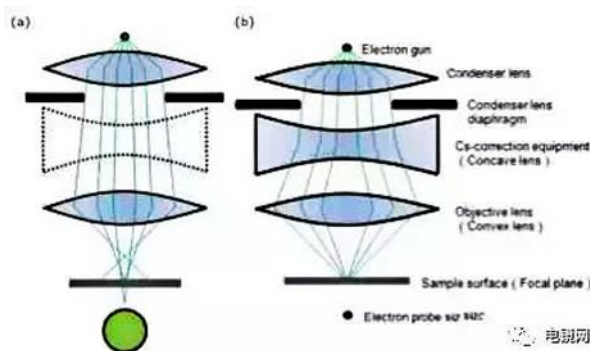


图 2 球差校正光路示意图

TEM 中包含多个磁透镜：聚光镜、物镜、中间镜和投影镜等。球差是由于磁镜的构造不完美造成的，那么这些磁镜组都会产生球差。当矫正不同的磁透镜就有了不同种类的 ACTEM。当使用 STEM 模式时，聚光镜会聚电子束扫描样品成像，此时聚光镜球差是影响分辨率的主要原因。因此，以做 STEM 为主的 TEM，球差校正装置会安装在聚光镜位置，即为 AC-STEM。而当我们使用 image 模式时，影响成像分辨率的主要是物镜的球差，此种校正器安装在物镜位置的即为 AC-TEM。当然也有在一台 TEM 上安装两个校正器的，就是所谓的双球差校正 TEM。此外，由于校正器有电压限制，因此不同的型号的 ACTEM 有其对应的加速电压，如 FEI TITAN 80-300 就是在 80-300 kV 电压下运行，也有专门为低电压配置的低压 ACTEM。

ACTEM 或者 ACSTEM 的最大优势在于球差校正削减了像差，从而提高了分辨率。传统的 TEM 或者 STEM 的分辨率在纳米级、亚纳米级，而 ACTEM 的分辨率能达到埃级，甚至亚埃级别。分辨率的提高意味着能够更“深入”的了解材料。例如：最近单原子催化很火，我们公众号也介绍了大量相关工作。为什么单原子能火，一个很大的原因是电镜分辨率的提高，使得对单原子的观察成为可能。浏览这些单原子催化相关文献，几乎无一例外都用到了 ACTEM 或者 ACSTEM。这些文献所谓的“单原子催化剂”，可能早就有人发现，但是因为受限于当时电镜分辨率不够，所以没能发现关键的催化活性中心。正是因为球差校正的引入，提高了分辨率，才真正揭示了这一系列催化剂的活性中心。

球差校正器经过多年的发展，在最新的五重球差校正器的帮助下，人类成功地将球差对分辨率的影响校正到小于色差。只有校正色差才能进一步提高分辨率，于是球差色差校正透射电镜就诞生了。我们欣赏一下放置在德国 Ernst Ruska-Centre 的 Titan G3 50-300 PICO 双球差物镜色差校正 TEM（300 kV 分辨小于 0.5 埃）以及德国乌尔姆大学的 TitanG3 20-80 SALVE 低电压物镜球差色差校正 TEM（20 kV 分辨率小于 1.4 埃）。

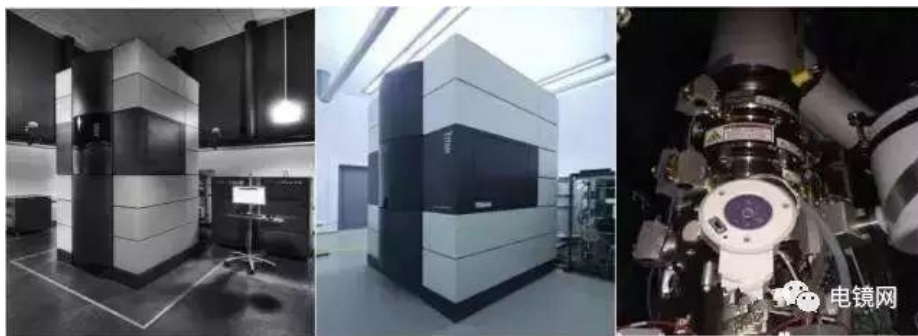


图 3 Titan G3 50-300 PICO、TitanG3 20-80 SALVE 及其矫正器

—摘编自电镜网 2018-08-24