

材料月报

第 8 期

太原理工大学材料学院 主办

2018 年 12 月 20 日

要 目

P3 超高强度+高塑性合金

近日，由国际著名材料科学家香港城市大学刘锦川院士领衔的学术团队与香港理工大学、北京工业大学、中国科学院金属研究所和中南大学合作，报道了一种新型高强度高塑性的超合金，相关成果发表在《Science》上。

P4 复旦大学量子霍尔领域新发现

近日，复旦大学物理学系修发贤课题组首先在该领域实现重大突破，在拓扑半金属砷化镓纳米片中观测到了由外尔轨道形成的新型三维量子霍尔效应的直接证据，相关研究成果发表于《Nature》上。

P5 我国首次观测到“几何相位”效应

中国科学院大连化学物理研究所研究员孙志刚，中国科学院院士张东辉、杨学明等与中国科学技术大学教授王兴安等合作，利用自主发展的具有国际上最高分辨率的交叉分子束离子成像装置，结合高精度量子分子反应动力学理论分析，对 H+HD 反应中的“几何相位”效应展开深入研究并取得新进展。研究成果发表在《Science》上。

P6 新大陆！这项技术能把物体缩小 1000 倍

在刚刚披露的研究结果中，MIT 科学家们将此技术称为内爆制造。当前，可以实现原始体积千分之一地缩小。不限材料，不限形状，人类终于可以创造任何纳米级精度的 3D 物体。这项研究发表在《Science》上。

目 录

科研进展

- P1 OLED 领域取得重大突破
- P2 超显微镜观察到锂离子在双层石墨烯中迁移
- P3 超高强度+高塑性合金
- P4 我国首次观测到“几何相位”效应
- P5 复旦大学量子霍尔领域新发现
- P6 新大陆！这项技术能把物体缩小 1000 倍
- P8 综述：跨尺度的结构超滑和超低摩擦
- P10 非金属电催化剂设计和机理最新进展
- P11 塑性变形剪切带新认识
- P12 运动式“电绷带”有望加速伤口愈合
- P13 “水制氢”催化剂重要进展
- P14 一种拉伸不变细反而膨胀的新材料
- P15 二氧化铈异常相变
- P16 金属所发现一种新结构
- P17 综述：用于癌症治疗的智能纳米药物
- P18 一种全新三维光学超分辨显微镜
- P20 铂单晶界面 ORR 反应机理原位拉曼光谱研究取得重大突破

- P22 150 年谜题解开！黄金变成酒红色

材料动态

- P24 神奇的不锈钢冰块
- P25 日本微细加工技术：0.05mm 薄板焊接不变形
- P26 我国研制出石墨烯基铝燃料电池发电系统

高等教育

- P27 一流大学未必有一流教学

材料课堂

- P29 吃了纳米材料的混凝土，会变成什么样

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：乔琚威 程伟丽

责任编辑：贾 兰

出版日期：2018 年 12 月 20 日

（第 008 期）

仅供内部参阅，正式引用时请
自行核实

OLED 领域取得重大突破

(Efficient radical-based light-emitting diodes with doublet emission)

11月22日，吉林大学化学学院、超分子结构与材料国家重点实验室李峰教授研究团队和剑桥大学卡文迪许实验室 Richard H. Friend 教授研究团队合作论文，在有机发光二极管 (OLED) 研究领域取得重大突破，该研究发表在《Nature》上。

相比于传统发光二极管，基于有机发光材料的有机发光二极管 (OLED) 因具有对比度高、超薄以及可弯曲等优点，在显示与照明领域拥有巨大的市场价值与应用前景，并已部分应用于手机、手表、电视等设备的显示屏幕。由于 OLED 中生成比例达 75% 的三线态激子通常因跃迁禁阻而不发光，如何利用三线态激子实现 100% 的内量子效率 (IQE) 已成为 OLED 领域近 30 年来的研究热点和难点。

在前期研究的基础上，李峰教授研究团队以 TTM 自由基作为核心，以 PCz 和 NCz 两个咔唑衍生物作为给体 (Donor)，得到了两个高效的电荷转移态红光自由基 TTM-3NCz、TTM-3PCz (如图 1 所示)。这种 Donor-Radical 结构的分子设计大幅提高了发光自由基分子的稳定性以及发光效率，两个分子甲苯溶液中的光致发光效率分别达到 49% 和 46%，其掺杂薄膜的光致发光效率分别达到 90% 和 61%。通过与剑桥大学 Richard H. Friend 教授研究团队合作，以 TTM-3NCz、TTM-3PCz 掺杂薄膜为发光层制备的 OLED 最大 EQE 分别达到 27% 和 17% (如图 2 所示)，其中 27% 的 EQE 已接近 100% IQE 的理论极限值，是目前为止已报道的深红光/近红外光发光二极管 (LED) 中的最高值。同时，瞬态光谱和理论计算结果表明：器件的发光来自于自由基双线态激子 SOMO→HOMO 的跃迁。该研究成果展现了发光自由基在有机光电领域的应用前景。

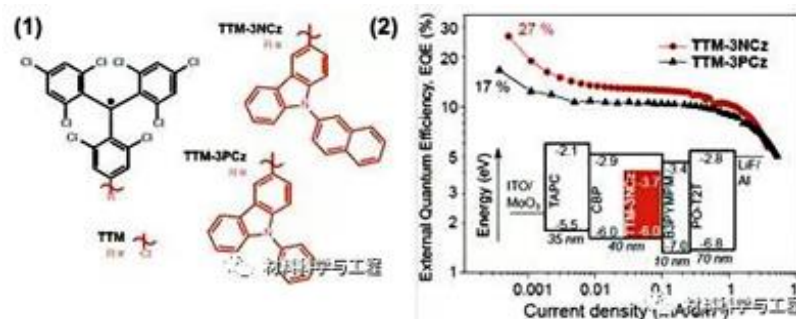


图 1 自由基 TTM、TTM-3NCz 和 TTM-3PCz 的分子结构。

图 2 基于 TTM-3NCz、TTM-3PCz 的 OLED 的能级结构以及 EQE 曲线

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-11-22

超显微镜观察到锂离子在双层石墨烯中迁移

据科技日报报道，德国斯图加特马普固态研究所和乌尔姆大学的科学家使用超显微镜（SALVE），观察到以原子分辨率显示的锂离子在电化学充放电过程中的表现，证明了在单个纳米电池中双层石墨烯发生的可逆锂离子吸收。研究成果发表在最新一期的《Nature》杂志上。

斯图加特马普固态研究所物理学家于尔根·斯迈特介绍说，研究显示“纯碳化合物最适合用于锂基电化学存储系统，在此系统中，锂暂时储存在碳主体中”。这一项目由巴符州基金会资助，目的是研究锂在二维碳化合物（如原子水平的石墨烯）中的储存和扩散。为此，斯迈特和他的博士生开发了一种由双层石墨烯组成的“微型电池”。

石墨烯属于二维材料，由单个碳原子层组成。在只有 0.3 纳米薄的细长电化学微电池的一端，研究人员在顶部施加了溶解有锂盐的电解质液滴。为使电解质不干扰电子显微照片，实验必须精确定位和机械稳定，他们采用了一种技巧，即添加了在紫外线下固化的聚合物，使液滴成为凝胶状固体留在原处。

实验显示，当电压施加到纳米电池时，锂离子从电解质液滴迁移到石墨烯双层的间隙中，并在那里积聚；去除电位差时，累积储存的锂又溶解并迁移回到电解质液滴中。在原子水平上，这种过程很难被“原位”观察。乌尔姆大学乌特·凯瑟教授领导的团队利用超显微镜首次证明了石墨烯在原子水平上的嵌入。

实验结果让研究人员感到吃惊，传统的石墨基电池只有少数紧密堆积的锂在两层碳层之间，而在石墨烯纳米电池里发现非常密集的锂层。凯瑟教授称，超显微镜为理解纳米电池提供了独特的途径，能在石墨烯夹层中观察锂等轻元素的扩散是一项巨大的科学挑战，传统的透射电子显微镜（TEM）做不到。

石墨烯是二维材料家族中最出名的。2004 年英国科学家制备出这种由单层碳原子构成的超薄片，后来获得 2010 年诺贝尔物理学奖。自那以后，二维材料迎来研发热潮，由单层原子构成的锡烯、二硫化钼和黑磷等不断被开发出来。令人称奇的是，同一种物质，从传统的三维世界进入二维国度后，便出现许多极为独特的物理、化学性质。期待二维材料能为新一代电子元器件和电池的开发带来新的可能。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-12-8

超高强度+高塑性合金

(Multicomponent intermetallic nanoparticles and superb mechanical behaviors of complex alloys)

近日，由国际著名材料科学家香港城市大学刘锦川院士领衔的学术团队与香港理工大学、北京工业大学、中国科学院金属研究所和中南大学合作，报道了一种新型高强度高塑性的超合金,相关成果发表在《Science》上。

由于强度和塑性的矛盾关系，开发具有高强度和高塑性的先进材料一直是一项富有挑战的研究。例如，近期北京科技大学新金属材料国家重点实验室吕昭平教授团队打破人们对传统间隙固溶强化的认知，发现间隙原子的添加不仅能提高合金的强度，也能大幅度提高合金的塑性，并提出了一种设计高强度高塑性金属材料的新的合金设计思路。

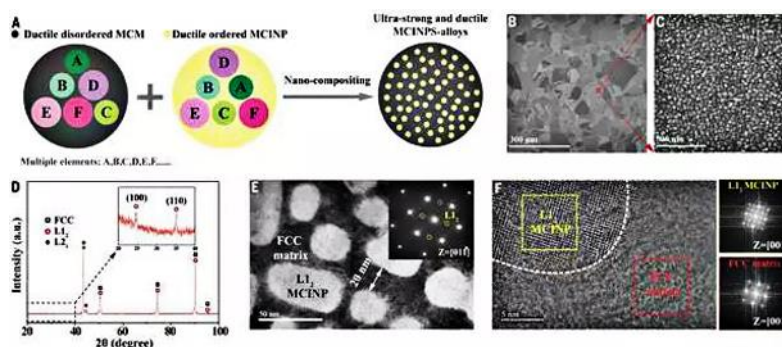


图 1 合金设计与微结构表征。

刘锦川团队以塑性无序多组分基体 FCC 型 Fe-Co-Ni 和塑性有序的多组分 Ti-Al 金属间化合物纳米颗粒进行复合，实现了强度与塑性的平衡。基于这一原理，研究团队设计了一系列超合金，其中 (FeCoNi)₈₆-Al₇Ti₇ (Al₇Ti₇) 合金室温拉伸断裂强度超过 1500MPa，延伸率仍高达 50%。这项研究为高强度和高塑性的高熵合金的设计和发展的，提供了新策略和新思路。

刘锦川，中国工程院外籍院士、台湾中央研究院院士，香港城市大学先进结构材料研究中心大学杰出教授。在金属间化合物、贵金属合金设计和大块金属玻璃材料等领域均做出了开创性的贡献，是国际材料界具有重要影响的杰出科学家。近二十余年来，刘锦川博士致力于促成中美的技术合作，为中国科学家在相关领域的研究迅速进入国际先进水平做出了突出贡献。在他的努力下，中国在金属间化合物方面的研究已获得国际上的广泛认可。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-11-26

我国首次观测到“几何相位”效应

(Observation of the geometric phase effect in the $\text{H}+\text{HD}\rightarrow\text{H}_2+\text{D}$ reaction)

中国科学院大连化学物理研究所研究员孙志刚，中国科学院院士张东辉、杨学明等与中国科学技术大学教授王兴安等合作，利用自主发展的具有国际上最高分辨率的交叉分子束离子成像装置，结合高精度量子分子反应动力学理论分析，对 $\text{H}+\text{HD}$ 反应中的“几何相位”效应展开深入研究并取得新进展。研究成果于 12 月 14 日发表在国际期刊《Science》杂志上。

在实验上，王兴安和杨学明等自主研制了一台独特的结合阈值激光电离技术，以及离子速度成像技术的交叉分子束反应动力学研究装置，使得实验上获得的氢原子产物的散射角度分辨率达到了世界上同类仪器的最高水平。利用这一装置，研究小组成功地测得了 $\text{H}+\text{HD}\rightarrow\text{H}_2+\text{D}$ 反应的全量子态分辨产物速度影像，在实验上观测到了转动态分辨的 H_2 产物前向角分布快速振荡结构。

在理论计算上，孙志刚等发展了独特的描述化学反应中“几何相位”的动力学理论，并基于张东辉等发展的高精度的势能面，通过精确量子动力学分析发现，只有引入“几何相位”效应的理论计算才能正确地描述实验观测到的前向散射振荡结构。该进展是科学实验与理论计算的又一次“完美结合”，用交叉分子束和量子化学方法首次定量了化学反应中的“几何相位”作用，把化学动力学中的一个“不可能”变成了“可能”。

该项研究揭示了“几何相位”在化学反应中独特的作用以及“几何相位”效应的物理本质，对于研究广泛存在锥型交叉的量子体系具有重要意义。同时，通过这项研究，科学家们还在实验上发现和证实了这一重要反应体系在高能反应时一个全新的反应机理，这对于从根本上理解这一重要体系的高能反应动力学具有重要意义。

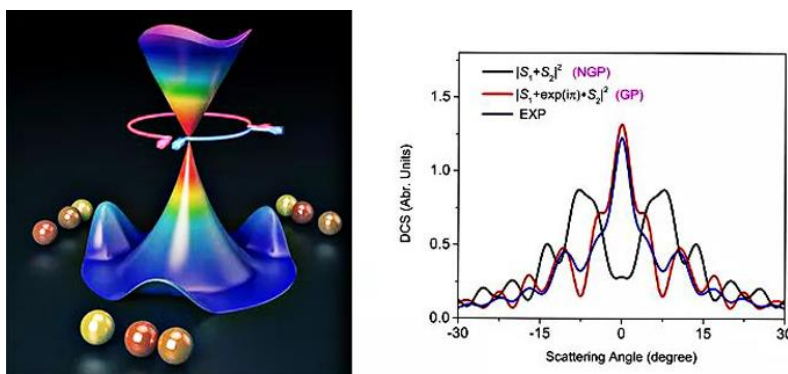


图 1 大连化物所首次观测到化学反应中的“几何相位”效应

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-12-19

复旦大学量子霍尔领域新发现

(Quantum Hall effect based on Weyl orbits in Cd_3As_2)

近日，复旦大学物理学系修发贤课题组首先在该领域实现重大突破，在拓扑半金属砷化镉纳米片中观测到了由外尔轨道形成的新型三维量子霍尔效应的直接证据，迈出了从二维到三维的关键一步。相关研究成果在线发表于《Nature》上。

量子霍尔效应是 20 世纪以来凝聚态物理领域最重要的科学发现之一，迄今已有四个诺贝尔奖与其直接相关。但一百多年来，科学家们对量子霍尔效应的研究仍停留于二维体系，从未涉足三维领域。

“我们在砷化镉纳米片中看到这一现象时，非常震惊，三维体系里边怎么会出现量子霍尔效应？”很快，他们的这一发现发表在了《自然·通讯》上。随后，在样品制备过程中借鉴了修发贤团队前期已发表的经验，日本和美国也有科学家在同样的体系中观测到了这一效应。但遗憾的是，基于当时的实验结果，实际的电子运动机制并不明确。

课题组提出了他们的猜想：一种可能的方式是从上表面到下表面的体态穿越，电子做了垂直运动；另一种可能是电子在上下两个表面，即在两个二维体系中，分别独立形成了量子霍尔效应。

课题组决定，打破砂锅问到底。但面对千分之一根头发丝大小的实验材料，快如闪电的电子运动速度，这实验该怎么做？起初，他们也不知该如何下手。

“我们把‘房子’放歪了！”实验材料虽小，灵感却可以从日常生活而来。修发贤课题组想了一个办法，他们创新性地利用楔形样品实现可控的厚度变化。“屋顶被倾斜了，房子内部上下表面的距离就会发生变化。”修发贤比划出一个“横倒的梯形”。

通过测量量子霍尔平台出现的磁场，可以用公式推算出量子霍尔台阶。实验发现，电子在其中的运动轨道能量直接受到样品厚度的影响。这说明，随着样品厚度的变化，电子的运动时间也在变。所以，电子在做与样品厚度相关的纵向运动，其隧穿行为被证明了。

“电子在上表面走一段四分之一圈，穿越到下表面，完成另外一个四分之一圈后，再穿越回上表面，形成半个闭环，这个隧穿行为也是无耗散的，所以可以保证电子在整个回旋运动中仍然是量子化的。”修发贤说，整个轨道就是三维的“外尔轨道”，是砷化镉纳米结构中量子霍尔效应的来源。至此，三维量子霍尔效应的奥秘终于被揭开了。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-12-19

新大陆！这项技术能把物体缩小 1000 倍

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

在刚刚披露的研究结果中，MIT 科学家们将此技术称为内爆制造（implosion fabrication）。当前，可以实现原始体积千分之一地缩小。不限材料，不限形状，人类终于可以创造任何纳米级精度的 3D 物体。这项研究发表在 12 月 13 日出版的《Science》杂志上。

科学加速，科幻成真也在加速。漫威世界中，蚁人是蚂蚁大小的超级英雄，靠一件“变身服”，人类就能在更微观的世界里大干一场。现在，类似的科幻想象，被 MIT 变成现实。但 MIT 的新研究，并不是靠一件神奇皮衣。而是更科学的方法，先造一个相对大的，然后再等比例缩小，直至纳米级精度，最后通过 3D 打印带到世间。而且，这种方法还适用于多种材料，比如金属、量子点、DNA 全都可以。要知道，以前要用 3D 打印分层制造纳米级结构，仅限于平面结构或者金字塔之类的简单几何形状，上图这样的形状，复杂度显然进入了另一个层次。

那这项技术背后究竟是什么样的原理？不妨看看 MIT 的庖丁解牛：按理说，打造一个很小的物体，最直接的方法是直接造。但目前用于创建纳米结构的技术面临很多局限。用光在表面上蚀刻图案可以产生 2D 纳米结构，但不适用于 3D 结构。可以通过逐层添加来制造 3D 纳米结构，但是这个过程太过缓慢，而且颇具挑战性。不仅如此，虽然现存的方法可直接进行纳米级物体的 3D 打印，但仅限于聚合物和塑料等专用材料，因而缺乏很多具体应用所需的功能特性。此外，这也只能制作自支撑结构。例如，该技术可以制作实心金字塔，但不能制作链条或空心球之类的。

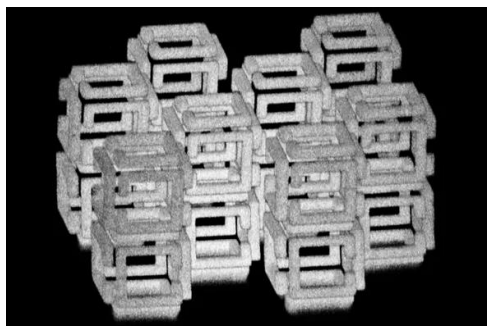


图 1 可以制造的纳米级精度 3D 结构示例

为了突破这些限制，Boyden 和他的学生决定采用他的实验室几年前开发的脑组织高分辨率成像技术。这种被称为扩增显微镜的技术需要将组织嵌入水凝胶中

然后使其膨胀，这样就能使用常规显微镜进行高分辨率成像。生物学和医学领域的数百个研究小组现在都在使用扩增显微镜，因为它可以用普通硬件实现细胞和组织的三维可视化。

通过逆转这一过程，研究人员发现他们可以制作大尺寸的物体，将其嵌入膨胀的水凝胶中，然后再缩小到纳米级别，这种方法称为“内爆制造”。与他们在扩增显微镜领域采取的措施相似，研究者使用了一种吸水性很强的材料用作纳米加工过程的支架—这种材料是由尿不湿中常见的聚丙烯酸酯制成的。将支架浸泡在含有荧光素分子的溶液中，被激光激活后，荧光素分子就会附着在支架上。双光子显微镜可以精确定位结构深处的点，研究人员借助这种设备将荧光素分子附着到凝胶内的特定位置。荧光素分子相当于锚，可以与研究人员添加的其他类型的分子固定在一起。

通过这种方式，内爆制造可以创造各种结构，包括渐变形态、无连接结构和多材料图案。一旦所需分子附着到正确的位置，研究人员就会通过添加酸来收缩整个结构。酸阻断聚丙烯酸酯凝胶中的负电荷，使它们不再相互排斥，导致凝胶收缩。使用这种技术，研究人员可以将物体的每个维度缩小 10 倍 — 整体体积就缩小到了原先的 1/1000。这种收缩能力不仅可以提高分辨率，还可以在低密度支架中组装材料。这样可以轻松进行修改。之后，材料在收缩时，就会变成致密的固体。目前，研究人员可以创建体积大约为 1 立方毫米的物体，图案分辨率为 50 纳米。尺寸大小和分辨率之间，相互影响。如果研究人员想要制作大约 1 立方厘米的较大物体，便可达到约 500 纳米的分辨率。不过他们也表示，分辨率还可以进一步在过程中被改进。

麻省理工学院的团队现在正在探索这项技术的潜在应用，他们预计一些最早的应用可能来自光学领域—例如，可以制作用于研究光的基本属性的专用镜头。研究人员表示，这项技术还可以为手机摄像头、显微镜或内窥镜等应用制造更小、更好的镜头。他们也认为，这种方法在更远的未来还可用于构建纳米级电子设备或机器人。

对于这项新技术，《科学》杂志也给出了评价，他们认为，虽然现在通过增材制造技术可以装配各种材料，但这通常涉及组装一系列堆叠层，也就限制了 3D 几何形状。MIT 的新方法能在凝胶支架内打印各种材料，金属、半导体都包含在内。水凝胶脱水之后，它们就会缩小 10 倍，将特征尺寸推向了纳米级。即便离“变大变小”的原子战衣幻想还非常遥远，但人类又在微观科学世界中，迈出了一大步。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-12-16

综述：跨尺度的结构超滑和超低摩擦

(Structural superlubricity and ultralow friction across the length scales)

清华大学工程力学系、微纳米力学与多学科交叉研究中心暨摩擦学国家重点实验室的郑泉水教授作为两位通信作者之一，和三位国外合作者在国际顶级期刊《Nature》上发表了展望综述。

摩擦、磨损对人类社会影响深远。据统计，全球约 1/4 的一次性能源因摩擦而损耗，约 80% 的器件失效由磨损而引起。带来巨额经济损失的同时，还造成环境污染和无法挽回的资源浪费。进一步，摩擦、磨损的存在，使得许多关键技术（从航天器、高铁、计算机存储、到微机电系统等）遇到发展瓶颈；不少精妙的设计，仅能存在于人们的图纸或科幻小说之中。那么，有没有根本性的解决方案呢？

两个固体表面直接接触并相对滑移运动，摩擦磨损主要源于表面本身的粗糙性、表面之间的夹杂物和化学键等。早在 1983 年佩拉尔(M. Peyrard)和奥布里(S. Aubry)就利用一个十分简单、只含两个弹簧系数的 Frenkel-Kontorova 模型(简称 FK 模型)，从理论上预测了两个原子级光滑且非公度接触的范德华固体表面（如石墨烯、二硫化钼等二维材料表面）之间存在几乎为零(简称“零”)摩擦、磨损的可能。近十年后平野(M. Hirano)等人通过 FK 模型的计算，再次提出了类似的预测，将其命名为超润滑(Superlubricity)，并作了多次实验尝试。此后，马丁(J.M. Martin)等于 1993 年实验观察到了摩擦系数低至 10^{-3} 量级的超低摩擦现象。由于长期没有证实佩拉尔等预测的超润滑概念，人们渐渐地将超低摩擦现象称作为超润滑，而将前者改称为结构润滑(Structural Lubricity)。人类历史上第一次观察到结构超滑(Structural Superlubricity)是在 2004 年，由荷兰科学院院士弗伦肯(J. Frenken)领衔的团队在纳米尺度、超高真空、低速(微米/秒)的条件下观察到石墨-石墨烯界面超滑。由于实验条件过于苛刻，无法投入实用。并且，包括弗伦肯本人在内的许多科学家都不认为，而且从理论上“证明”纳米以上尺度结构超滑难以实现。

2008 年，郑泉水团队在世界上首次实验实现了微米尺度结构超滑。2012 年，郑泉水团队证实了这是结构超滑，从而颠覆了人们的有关认识。弗伦肯(J. Frenken)等在《化学世界》(Chemistry World)(2012)上评价：“这是一个聪明的、经过仔细设计且极具勇气的实验。该现象发生在介观尺度，立刻将这个现象的研究从学术兴趣转化到实际应用(“immediately brings it from academic to practical interest”)。此后，全球性的结构超滑和极低摩擦研究都进入了一个加速增长期，研究者们不同的系

统中都观测到了结构润滑现象（图 1）。清华大学除了以郑泉水教授为代表的研究团队在结构超滑领域处于国际领先地位之外，以锥建斌院士为代表的研究团队在固-液界面极低摩擦研究领域同样处于国际领先地位。

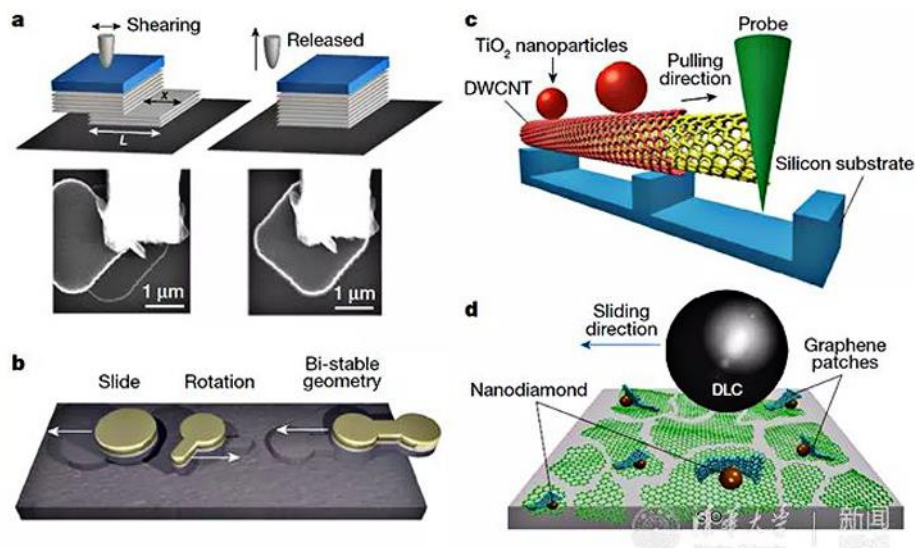


图 1. (a) 微米尺度 (1-10 μm) 和 (b) 亚微米尺度 ($\sim 200\text{ nm}$) 石墨岛的结构超滑。(c) 厘米长双壁碳管的结构超滑。(d) 类金刚石球、金刚石颗粒以及片状石墨烯形成的宏观极低摩擦界面

2016 年郑泉水团队在《科技导报》撰写中文综述“超润滑：“零”摩擦的世界”，介绍结构超滑进展。在此基础上，此篇在《自然》上的展望综述更新了上述进展，并阐述了结构超滑未来的发展趋势和主要面临的挑战。自 2008 年以来，经过十年契而不舍探索和研究，结构超滑很可能正处于产生颠覆性关键技术和源头创新技术的前夜。这些技术的产生和应用将为人类更美好的未来做出历史性贡献。

鉴于这种前瞻性认识，在清华大学和深圳市政府的支持下，2018 年 9 月深圳清华大学研究院设立了超滑技术研究所，由郑泉水教授担任所长。其发展战略是充分整合郑泉水教授在结构超滑基础研究、清华大学在多个技术学科（高端制造、信息技术、空天技术等）、深圳市在实体产业、深圳清华研究院在技术孵化方面等的独特优势，致力于结构超滑颠覆性关键技术和源头创新技术的研发。

本文另外一位通讯作者为以色列特拉维夫大学化学学院奥德·霍德（Oded Hod）教授，三位国外合作者分别为以色列特拉维夫大学化学学院院长迈可·乌尔巴赫（Michael Urbakh）教授和奥德·霍德教授，以及瑞士巴塞尔大学物理系的厄恩斯特·迈耶（Ernst Meyer）教授。他们三位分别采用理论模型、分子动力学/第一原理计算、和实验方法研究纳米尺度结构超滑。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-11-26

非金属电催化剂设计和机理最新进展

(Defect-rich and ultrathin N doped carbon nanosheets as advanced trifunctional metal-free electrocatalysts for ORR, OER and HER)

近日，能源领域国际顶级期刊《Energy & Environmental Science》在线发表了中南大学化学化工学院李洁教授和李文章副教授团队在非金属电催化剂设计和机理研究领域的最新进展。

燃料电池、金属空气电池和电解水等能源存储与转换技术由于高容量、低成本和绿色环保等优点在能源与环境领域具有广阔的应用前景，是目前的研究热点之一。氧还原反应（ORR）、析氧反应（OER）和析氢反应（HER）过程是开发和商业化应用上述能源存储与转换系统的关键技术之一。开发低成本、高活性、长寿命的非贵金属基催化剂尤为迫切，但仍然面临许多重要挑战。

鉴于此，李洁教授团队采用自发气泡发泡策略合成了一种氮掺杂的超薄碳纳米片。这种具有超薄片状结构、超高比表面积（ $1793 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ ）和丰富边缘缺陷的碳纳米片在 ORR、OER 和 HER 过程均展现出优异的催化性能和长期稳定性。同步辐射 X 射线吸收精细结构谱（NEXAFS）等实验结果和密度泛函理论计算揭示，位于 Armchair 型石墨烯结构边缘缺陷处且与石墨 N 相邻的碳原子（A-1 构型）为 ORR、OER 和 HER 的活性位点。组装成可充放电锌-空气电池后，该种超薄碳纳米片催化剂展现出高的能量密度（ 806 Wh kg^{-1} ）、低的充/放电压平台差（ 0.77 V ）和超长的循环寿命（ $>330 \text{ h}$ ）。该研究为制备具有独特结构和高比表面积的高级碳材料提供了一种通用方法，也为设计和开发与能源相关的电化学反应多功能催化材料提供了新思路。

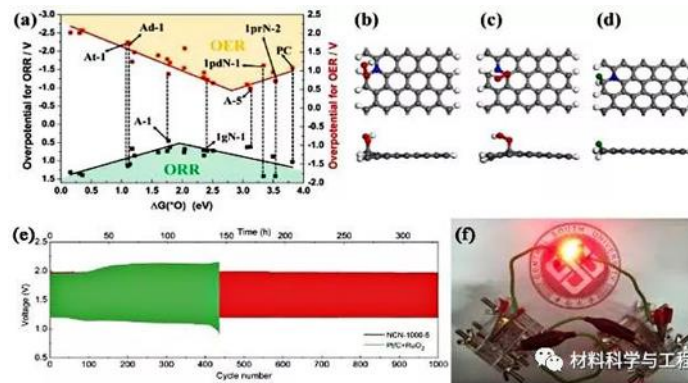


图 1 图为密度泛函理论计算相关结果及组装的锌-空气电池恒电流充放电曲线

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-11-30

塑性变形剪切带新认识

(Ceramic phases with one-dimensional long-range order)

最近,中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心极端条件物理重点实验室汪卫华研究组,以磁性铁基非晶合金为模型体系,通过对起源于磁弹性耦合的磁畴测量直观地揭示出非晶合金的剪切带影响区,并通过对磁畴结构的分析,对剪切带的结构、扩展和相互作用等前沿问题进行了系统研究,得到关于剪切带的全新认识,可以用磁畴作为反映非晶合金塑性形变后局域变形的“显微镜”。相关研究结果发表在《Nature Communications》上。

通过使用纳米尺度分辨率的磁力显微镜对多种剪切带位置处磁畴测量分析表明,剪切带两侧普遍存在微米尺度的磁畴分布,说明塑性变形形成剪切带时总伴随着微米尺度的剪切带影响区,围绕着剪切带形成应变梯度场;多重剪切带间关联分布的磁畴结构表明多重剪切带通过有效变形区的交叠而相互作用;另外,围绕着剪切带长程扩展的渐变磁畴分布表明剪切带周围也可以存在延伸几百微米的应力渐变长程弹性区(图1)。

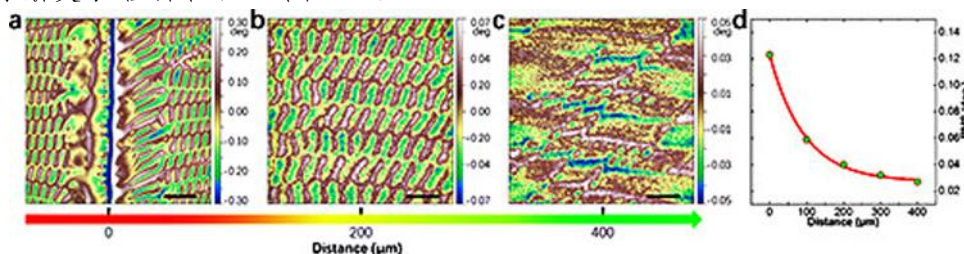


图1 沿剪切带长程延伸的磁畴演化

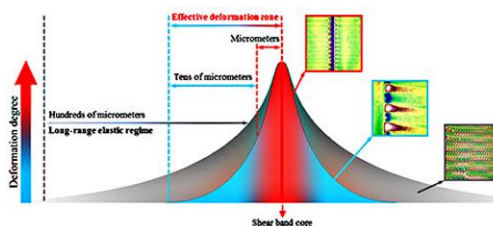


图2.剪切带影响区多重结构图

结合实验结果,他们给出了剪切带结构的完整物理图像(图2),基于此图像和结果能很好地解释之前研究报道的非晶材料中相关物理、力学现象,比如形变后非晶合金能量状态的额外增加,结构弛豫增强等。以上研究结果为全面理解非晶体系剪切带及塑性变形机制提供重要依据。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-11-29

运动式“电绷带”有望加速伤口愈合

(Effective Wound Healing Enabled by Discrete Alternative Electric Fields from Wearable Nanogenerators)

威斯康星大学麦迪逊分校的一支研究团队，提出了一种新的运动式“电绷带”。其通过硬连接的方式，与患者躯干紧密接触。其内置了被称作“纳米发电机”的电子元件，通过佩戴者的呼吸运动（胸腔膨胀/收缩）获取能量。有关这项研究的详情发表在近日出版的《ACS Nano》期刊上。

绷带内的电极，可与受伤的组织接触，向其施加低强度的电脉冲。大鼠实验表明，该技术能够在三天内治愈全层皮肤伤口，较常规的 12 天大幅缩减。此外，与某些发送较高强度电流的装置不同，这款绷带施加的脉冲，不会造成组织损伤的风险。温和的电流，能够让皮肤纤维细胞更好地排列生长。期间产生的促进组织生长的生物物质，是伤口愈合过程的关键一步。



图 1. 教授 (Xudong Wang) 在研究生 (Yin Long) 手腕上演示这款绷带

科学家们正在进一步研究电脉冲是如何帮助伤口愈合的，打算在猪身上测试这项技术，微调纳米发电机从运动中获取的能量，因皮肤抽搐如心跳一样微妙。这款电绷带的成品，应该会相当便宜，因为纳米发电机由相对常见的材料制成，且绷带非常易于制造。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-12-02

“水制氢” 催化剂重要进展

(A Janus Nickel Cobalt Phosphide Catalyst for High-Efficiency Neutral-pH Water Splitting)

近日，中国科学技术大学俞书宏教授团队和高敏锐教授课题组采用简单的电化沉积和固相磷化两步反应，设计并成功制备了镍掺杂的磷化钴（Ni_{0.1}Co_{0.9}P）三元纳米片电催化剂。实验人员将这种三元材料作为中性水全分解电解池的阴极和阳极，发现其性能优于以商业贵金属材料作为电极制备的电解池。研究成果发表在《Angew. Chem. Int. Ed》杂志上，并被选为 Hot Paper 和内封底封面。

研究人员制备的 Ni_{0.1}Co_{0.9}P 三元纳米催化剂具有多孔结构，有利于电化学反应中的传质过程。在中性电解液中，其水还原电流密度达到 10 mA/cm² 时所需电势为 125 mV，而其水氧化反应在电流密度达到 10 mA/cm² 时所需电势为 1.79 V，展现与商业 Pt/C 和 Ir/C 电催化相媲美的催化性能。机理研究表明，这种新型 Ni_{0.1}Co_{0.9}P 三元纳米片相比于纯的 CoP 结构，Ni 原子的掺杂导致其晶胞发生收缩，从而压缩 Co-P 键的键长，引起局域 Co 氧化态的升高。理论计算结果证实，这种 Ni 掺杂引起的电子态变化会降低催化剂在中性水氧化和还原反应过程中活性位点与中间产物的吸附自由能，赋予催化剂优异的催化性能。

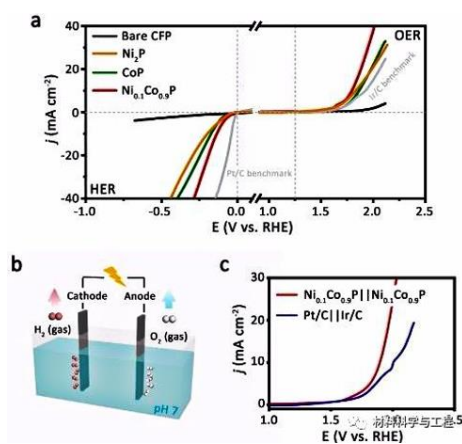


图 1 (a-c) Ni_{0.1}Co_{0.9}P 三元纳米电催化剂的水氧化和水还原催化活性及其器件性能评估

研究人员进一步将制备的 Ni_{0.1}Co_{0.9}P 三元纳米催化剂作为双电极构筑了水全分解电解池。实验结果显示，在中性水电解质中，该器件性能优于以商业 Pt/C||Ir/C 为电极材料构筑的电解池，展现了工业级电解水制氢的潜能。这项作为发展廉价三元过渡金属磷化物作为电极用以中性水电解制氢提供了新的研究思路，展现了其潜在的商业应用前景。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-12-08

一种拉伸不变细反而膨胀的新材料

(Coincident molecular auxeticity and negative order parameter in a liquid crystal elastomer)

材料在拉伸时变薄、变细，是一个被人们普遍接受的共识。但是利兹大学的研究团队，刚刚颠覆了我们的现有认识。由 Devesh Mistry 博士带领的该团队，刚刚发明了一种新型合成材料——当被拉伸的时候，它竟然会变得更厚！《Nature Communnicaiton》上发表的论文指出，这是少数表现出“拉胀”特性的材料之一。

研究人员将这种奇特的材料，称作“无孔型液晶弹性体”。挡在水平面上拉伸时，它可以变得更厚。与橡胶、甚至钢材等传统材料不同，它不会因为拉伸而变弱，所以非常擅长吸收能量。

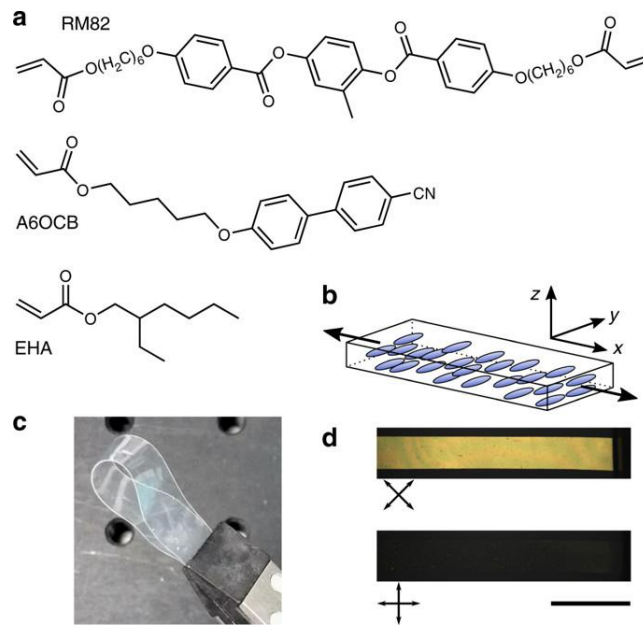


图 1 其被称作“液晶弹性体”

Mistry 博士称：“拉胀材料在能量吸收和抗断裂方面表现出众，其有许多潜在的应用，包括防弹衣、建筑、医疗设备等。我们已经提交了一项专利，并正与业界讨论下一步运用”。

尽管尚未对新材料命名，但其前景已经相当令人兴奋。此前，拉胀材料的生产难度和制造成本一直居高不下，但这种新型 LCE 材料更易于生产、且比工程材料更加可靠。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-12-08

二氧化铈异常相变

(Charge transfer drives anomalous phase transition in ceria)

8月3日，北京科技大学邢献然团队在顶刊《Science》报道了一种可简单实现应变工程的新方法——“相界面应变”。近日，11月29日《Nature Communications》在线发表了邢献然教授团队的又一最新研究成果：二氧化铈相变。

二氧化铈是类重要的稀土功能材料，由于其丰富的贮/释放氧能力、电荷迁移属性和高的热稳定性，在能源、催化、机械、电子、环境等领域应用广泛，长期以来二氧化铈一直被认为是稳定的立方相存在（空间群 $Fm-3m$ ），随着温度的升高体积膨胀（正膨胀材料）。新近，邢献然教授团队朱贺博士及相关合作者，在将二氧化铈纳米化时发现，尺寸减至 5 nm 时发现反常的负热膨胀现象，实验表明在负热膨胀出现的温区发生了相变（ $-25^{\circ}\text{C} - 75^{\circ}\text{C}$ ），温度的升高使氧空位的束缚电荷转移到 $\text{Ce}4f$ 轨道，导致相变的发生（图 1 所示）。

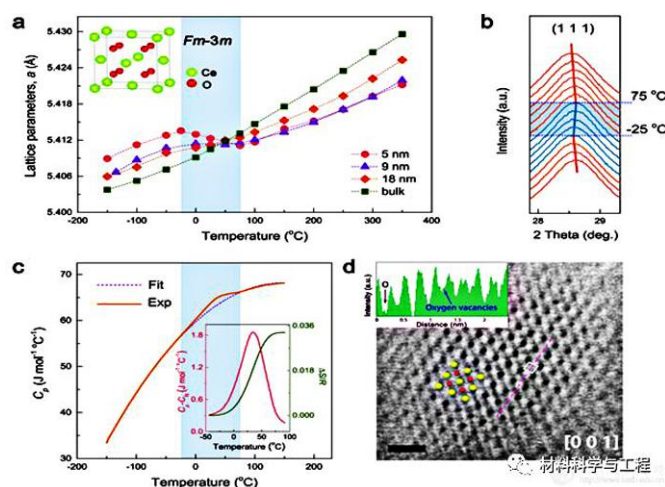


图 1. 二氧化铈的负热膨胀和相变

固体的局域结构研究——中子全散射技术 PDF 测试结果揭示出最近邻 O-O 原子对随温度升高出现收缩，发生四方到立方相的转变，低温二氧化铈相的结构为四方相，空间群 $P42/nmc$ 。Raman 光谱实验和声子谱计算证实这一可逆相变过程为四方（ $P42/nmc$ ）—立方（ $Fm-3m$ ）。

二氧化铈可逆相变的发现，以及固体局域结构的研究为二氧化铈材料在电子、催化、能源等领域的应用提供了理论基础。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-12-08

金属所发现一种新结构

(Ceramic phases with one-dimensional long-range order)

中国科学院金属研究所研究员陈春林与日本东京大学教授 Yuichi Ikuhara、重庆大学副教授尹德强等人合作，在陶瓷材料中发现了区别于晶体、准晶体和非晶体的固态物质新结构一维有序结构（或称为一维有序晶体），相关成果于 12 月 10 日在《Nature Materials》上在线发表。

固态物质按其微观结构的对称性可分为三大类：晶体、准晶体和非晶体。晶体具有旋转对称性和平移对称性，其原子有规则地在三维空间呈周期性重复排列。准晶体具有旋转对称性，但不具有平移对称性。准晶体的原子排列具有长程有序，但不具有三维平移周期性。非晶体不具有旋转对称性和平移对称性，其原子排列不具有长程有序。以上是发现准晶体以后，人们对固态物质结构的普遍认识。

陈春林等人利用扫描透射电子显微术与第一性原理理论计算相结合的方法，在 MgO 和 Nd₂O₃ 薄膜材料中发现了一维有序晶体，更新了人们对固态物质结构的认识。该结构仅在一个方向上保留了晶体的平移对称性和周期性，在其他方向上其原子呈现无序排列，形成了具有一维平移周期性的长程有序结构。构成一维有序晶体的结构单元的原子排列与重位点阵倾转晶界的结构单元非常类似。。

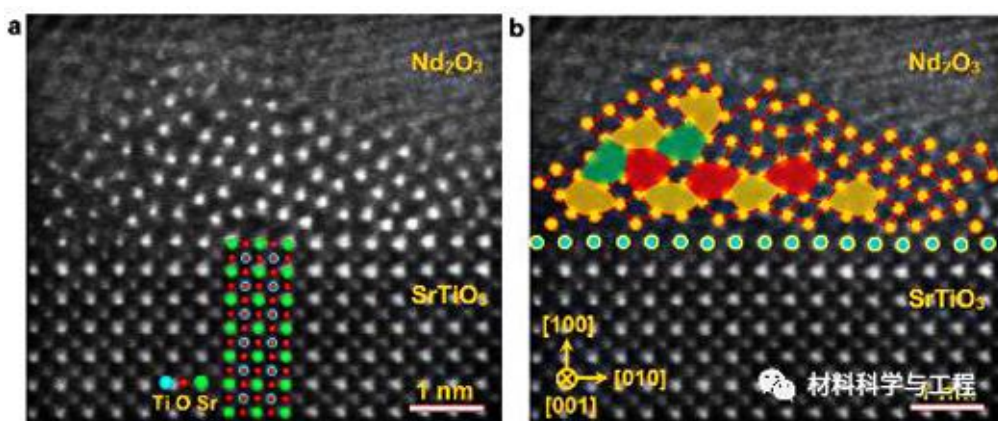


图 1 Nd₂O₃ 薄膜材料中的一维有序晶体。Nd₂O₃ 一维有序晶体由许多六边形结构单元构成（彩色阴影所示）；

研究表明，尽管 MgO 晶体是能隙为 7.4 eV 的绝缘体，MgO 一维有序晶体则是能隙为 3.2eV 的宽带半导体。一维有序晶体的发现表明固态物质结构的种类比人们已有认知更加丰富，并且新结构的物理性质与相应常见结构类型具有显著差异。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-12-13

综述：用于癌症治疗的智能纳米药物

(Precise Nanomedicine for intelligent therapy for cancer)

近期，赵宇亮院士、谭蔚泓院士、顾问编委张希院士以及陈华兵、谷战军、陈春英、陈学思、陈小元、丁宝全、蒋锡群、刘刚、刘庄、聂广军、庞代文、申有青、田华雨、王浩、许华平、杨祥良、张先正教授等共同撰写了综述文章，详细总结了肿瘤纳米药物，特别是精准癌症治疗纳米药物领域的最新研究进展，并对未来的发展趋势进行了展望，发表于 *Sci. China Chem.* 第 12 期。

癌症已成为全球范围导致死亡的首要因素，据估计，到 2030 年全球约有 2100 多万人罹患癌症。目前，大量的人力和物力已被投入到癌症诊断和治疗的研究中。化疗、分子靶向治疗、基因治疗、放疗、免疫治疗、光治疗、栓塞治疗等多种方法已被广泛应用于癌症的临床治疗。白蛋白结合型紫杉醇（药品名，Abraxane）等药物的临床应用证明了纳米医学作为新兴的诊断和治疗机制，可实现癌症更为高效的治疗，能提高临床效果，减少不良反应。利用有机化合物、蛋白质、脂质、聚合物、无机纳米材料等不同生物相容性材料可制备和灵活设计出多功能高性能的纳米粒，从而满足肿瘤特异性成像和靶向给药要求。

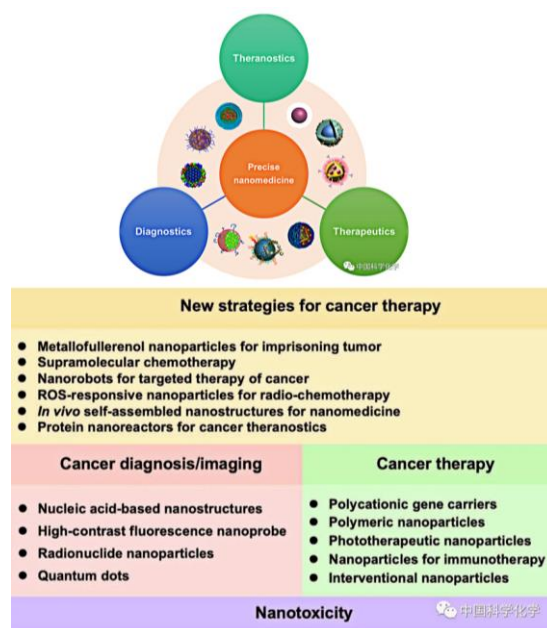


图 1 智能纳米药物的诊断与治疗应用。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-12-08

一种全新三维光学超分辨显微镜

(Multi-color live-cell super-resolution volume imaging with multi-angle interference microscopy)

近日，浙江大学光电科学与工程学院刘旭教授和匡翠方教授课题组提出了一种新颖的光学成像技术——多角度干涉显微镜（MAIM），实现了对生物体内活细胞的多色、长时程、高速和三维超分辨成像，为微管、内质网、线粒体和细胞膜等亚细胞器的生物动力学分析提供了有力的研究工具。这项研究发表在知名期刊《Nature Communication》上。

沈复在《浮生六记》中曾写道，余忆童稚时，能张目对日，明察秋毫，见藐小之物必细察其纹理，故时有物外之趣。到了现代社会，要看清楚微观世界，人们研究出了显微镜。

2014 年的诺贝尔化学奖颁发给了超分辨荧光显微技术的发明者，这一技术利用特定的荧光染料实现光学的超分辨，突破衍射极限，到达 200 nm 以下的尺度。科学家们可以通过光学显微镜，看到细胞的精细结构。然而，这项技术也有自己的弊端，比如对荧光染料有特殊的擦除或者开关效应要求，或需要获取成百上千张原始图像以重构超分辨图像，因此成像时间较长。短则十几秒，长则几十分钟才能获得一张超分辨图像，对于捕捉活细胞的运动瞬间仍旧困难重重。

与此同时，现有超分辨显微还有一个较大的瓶颈是，在大多数情况下，成像需要很强的激发光，这对细胞，尤其是活细胞来说很不友好，常常会将细胞杀死。而且强光照射也会导致荧光分子被快速漂白，无法对活细胞进行长时程成像。因此，如何规避现有的瓶颈，捕捉到活体状态下亚细胞、蛋白的运动，成为了课题组要攻克的难题。

课题组提出了一种基于非共轴干涉系统的新型光学成像技术（系统图如图 1 所示）。该方法结合了结构光照明显微技术和多角度全内反射照明显微技术，适用于任何荧光染料标记下的超分辨成像。

常规光学显微镜的分辨率具有极限，在可见光照明区域，横向极限分辨率是成像光波长的一半（250-300 nm），轴向上 500-600 nm。而结构光照明显微技术只将横向和轴向分辨率上提升了一倍。课题组巧妙地把多角度全内反射照明引入到结构光照明显微技术中，实现了**横向分辨率~100 nm，轴向分辨率~40 nm**的三维超分辨成像。

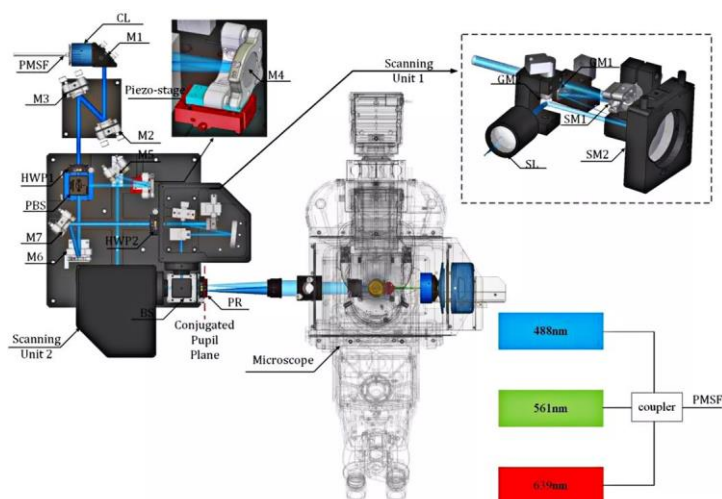


图 1 MAIM 系统示意图，该系统主要由两套扫描振镜构成，用于控制照明光束的入射角和方位角，实现变角度倏逝场照明下的结构光成像。

在成像速度提升方面，课题组通过利用变角度倏逝场照明下的结构光成像，并结合计算成像模型，使得三维成像速度大大提升。同时由于所需光剂量低，成像速度快，减少了荧光漂白，有利于长时程观测。对活细胞内线粒体和微管的成像结果如图 2 所示，揭示了它们的三维动态变化。

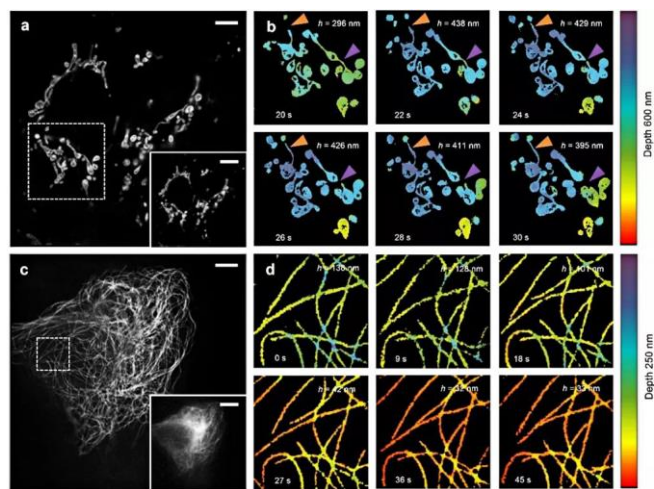


图 2 活细胞内线粒体 (a, b) 和微管 (c, d) 实验结果。(a, c) 横向超分辨和衍射受限的低分辨成像结果；(b, d) 三维超分辨动态成像结果（颜色代表轴向信息）。

负责人刘旭教授介绍，对细胞膜附近的细胞器进行三维快速超分辨成像，可以为亚细胞研究提供可能，揭示生命内在规律。对此，刘旭教授举了如下例子：过去进行药物效果实验，大多只能通过整体的结果研究来了解药物疗效，而无法研究药物是如何穿透细胞膜，如何运动以及如何相互作用的。未来就可通过 MAIM 显微镜，了解这些动态过程，从而大大提高各种研究的效率。这一新颖的成像技术已经研制成仪器，正在产业化。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-12-10

铂单晶界面 ORR 反应机理原位拉曼光谱研究 取得重大突破

(In situ Raman spectroscopic evidence for oxygen reduction reaction intermediates at platinum single crystal surfaces)

厦门大学化学化工学院李剑锋教授课题组在铂单晶界面 ORR 反应机理原位拉曼光谱研究方面取得重大突破。相关研究成果发表于《Nature Energy》杂志。

铂基催化剂表面的氧还原反应（ORR）是燃料电池最重要的阴极反应。虽然经过几十年的研究，ORR 的具体反应路径并没有真正解析清楚。人们一般认为铂表面的 ORR 过程可分为两类：一类是氧分子经过 4 电子的还原过程最终生成水或 OH；另一类则是氧分子经过 2 电子的还原过程，生成过氧化物。

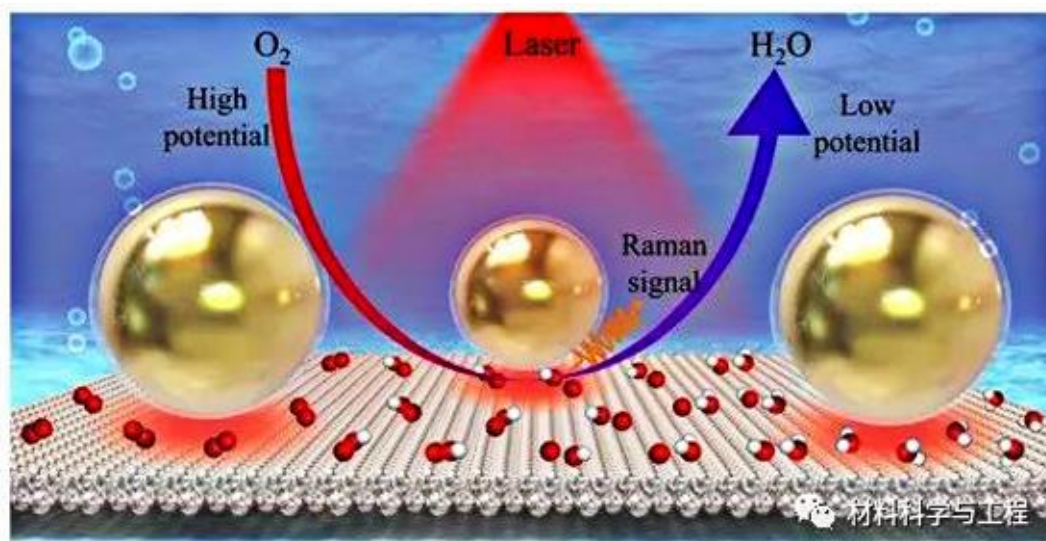


图 1. 铂基催化剂表面的氧还原反应

但 ORR 过程在实际铂基催化剂表面的反应路径并未形成共识，因为该过程牵涉到众多痕量、短寿命的中间物种，难以被有效地捕获。同时复杂电化学环境也给 ORR 反应路径和机理的研究带来挑战。虽然原子级平滑的单晶表面具有确定的表面原子排布结构以及表面能级，是关联实验和理论的理想模型体系。然而原子级光滑的单晶表面难以获得增强的拉曼信号，无法获得直接的光谱证据，限制了人们对 ORR 反应过程的理解并用其指导高活性催化剂的制备。

在本研究中，李剑锋教授课题组首次利用其发展的电化学壳层隔绝纳米粒子增强拉曼光谱（SHINERS）技术原位研究了 Pt(hkl)单晶表面的 ORR 反应过程，成

功捕获到在 1150 cm^{-1} 、 1080 cm^{-1} 和 732 cm^{-1} 区域 O^{2-} 、 OH^* 和 HO_2^* 等重要反应中间物种的直接拉曼光谱证据，并通过相应的同位素取代实验（氘和 O-18 同位素实验）及 DFT 理论模拟确认了中间物种的谱峰归属和吸附构型。

并提出在酸性条件下，**Pt(hkl)**单晶表面的 **ORR** 反应机理为： O_2 分子先吸附到 **Pt(hkl)**单晶电极上形成吸附态的 O_2^* 后，经过质子电子转移步骤后形成 HO_2^* 物种。而后 O-O 键断裂并在邻近铂原子上形成一对吸附态的 O^* 和 OH^* ，最后 OH^* 通过质子电子转移形成 H_2O 。由于相同中间物种在不同晶面上的 Gibbs 自由能和活化能不同，导致其存在状态和后续 **ORR** 反应的难易有别，因此不同 **Pt(hkl)**单晶表面上的 **ORR** 活性有明显的差异。

总的来说，该项研究首次在 **Pt(hkl)**单晶表面原位获得 **ORR** 反应重要中间物种的直接拉曼光谱证据，提出合理的 **ORR** 反应路径，加深了人们对 **ORR** 反应机理的认识，也为其他界面催化反应机理的研究提供了一条可行的研究思路。

该研究工作由校内外多个课题组共同努力完成，厦门大学化学化工学院李剑锋教授课题组负责相关电化学原位拉曼光谱实验，Alicante 大学 Juan Feliu 教授课题组负责单晶电化学实验，化学化工学院吴德印教授课题组负责 DFT 理论模拟，物理系杨志林教授课题组负责 3D-FDTD 的理论模拟。该研究工作的第一作者董金超和第二作者张霞光分别为化学化工学院 2014 级博士生（已毕业）和 2015 级博士生。

该研究工作得到国家自然科学基金委（21522508、21427813、21521004、21533006、21621091 和 21775127）的大力资助和支持。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-12-15

150 年谜题解开！黄金变成酒红色

(Unraveling the long-pursued Au₁₄₄ structure by X-ray crystallography)

近期，中国科学院合肥物质科学研究院固体物理研究所研究员伍志鲲课题组与美国卡耐基梅隆大学教授金荣超合作，通过精选配体，构筑适当的团簇间/内弱相互作用力，生长出高质量的单晶，成功解析出 Au₁₄₄(SR)₆₀ 团簇的结构。相关成果发表在《Science Advances》上。

众所周知，金子在通常情况下是黄色的，但在 150 多年前（1857 年），英国著名科学家法拉第却合成了鲜艳的酒红色金溶胶（显色的物质实际上是与块体金中原子堆积方式一样的金纳米粒子，也称为金纳米晶）。这种酒红色的金激起了人们的兴趣，也开启了纳米粒子研究的时代。为什么金溶胶是红色的？在溶液中单个金原子如何堆叠生长成金纳米晶？从单个金原子到金纳米晶结构和性能如何衍变？这些问题激发了人们的研究热情，但也长期困扰着人们。介于金原子与金纳米晶间的金纳米团簇为理解这些问题提供了理想材料，特别是处于从纳米团簇向纳米晶转变“临界尺寸”附近的纳米团簇(纳米晶)，更受到了特别青睐。然而，对其结构的解析却是极具挑战性的课题。。

早在 1996 年，美国的 Whetten 教授等人便报道了处于临界尺寸的一个团簇 Au₁₄₄，由于当时合成技术和表征条件的限制，未能确定该团簇的精确组成结构。经过十多年的努力，2009 年金荣超小组确定该团簇由 144 个金原子（Au）和 60 个保护性巯基配体（SR）构成。同年芬兰的 Lopez-Acevedo 等人在参照金属原子数目相近的 Pd（钯）145 结构基础上，提出了 Au₁₄₄(SR)₆₀ 的多层核壳结构模型，可是这一模型一直没有被实验证实。甚至有研究表明，Au₁₄₄(SR)₆₀ 的晶体由多种晶型混合而成，不可能通过 X-射线衍射得到单晶结构。因而 Au₁₄₄(SR)₆₀ 的结构似乎成为一个不解之谜。

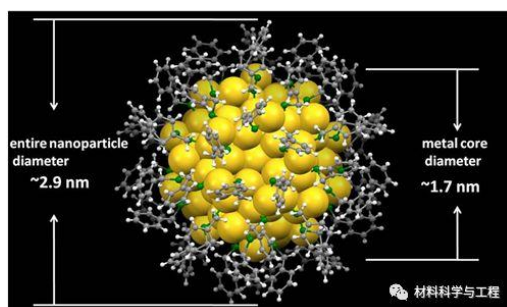


图 1 Au₁₄₄(SR)₆₀ 纳米团簇的整体结构

（黄色：金原子；绿色：硫原子；灰色：碳原子；白色：氢原子）。

近日，固体所研究人员利用单晶 X-射线衍射解出了 Au₁₄₄(SR)₆₀ 的结构（图 1），证实了该团簇由三壳层(Au₁₂-Au₄₂-Au₆₀)的金属内核和表面 30 个 SR-Au-SR 的“订书钉”结构单元构成（图 1），并揭示出团簇间/内存在弱相互作用力，为他们提出的团簇间/内弱相互作用力在晶体生长过程中起重要作用的观点提供了有力证据，也为后续高难度的金属纳米团簇/纳米晶的单晶生长提供了借鉴和参考。

此外，研究人员还通过变温单晶 X-射线衍射发现，Au₁₄₄(SR)₆₀ 团簇中不同长度的金-金键具有不同的变温伸缩性，其中键长为 2.88 埃的金-金键（与块体金中键长类似）相对于其它键长的金-金键来说，具有更好的热延展性，从化学键角度解释了金属相对于其他常见固体具有更好热延展性的原因。

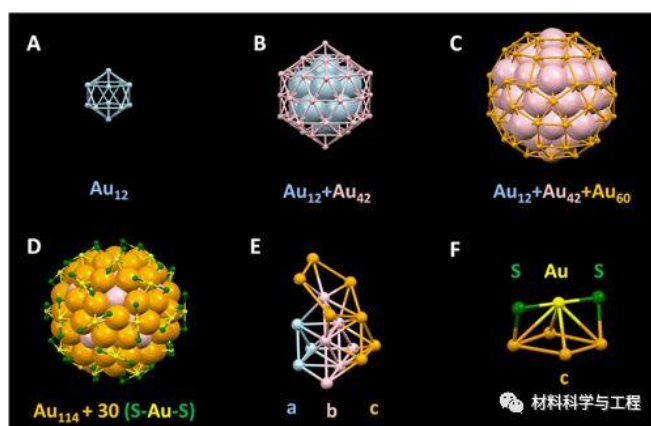


图 1. Au₁₄₄(SR)₆₀ 纳米团簇的结构分析：（A）Au₁₂ 内核（浅蓝色），（B）Au₄₂ 中间层（粉色），（C）Au₆₀ 外层（橙色），（D）最外层 30 个 S-Au-S，组成“订书钉”（黄色：金原子；绿色：硫原子），（E）三层 Au₁₁₄ 核的解剖结构，（F）表面单个 S-Au-S “订书钉”排列方式。

概括起来，这项工作具有以下重要意义：一是解析出 Au₁₄₄(SR)₆₀ 的结构，解决了一个富有挑战性并长期困扰科学界的难题；二是揭示团簇间/内的弱相互作用在团簇单晶生长中起重要作用，为后续富有挑战性的单晶生长提供了参考；三是为金属相对于其它常见固体具有较好的热延展性提供了微观解释；四是理解 Au₁₄₄ 结构与性能的关联提供了基础条件。

Au₁₄₄(SR)₆₀ 结构的成功解析归功于以下多个原因：“动力学控制和热力学选择”策略的提出（*J. Am. Chem. Soc.*, 2011, 133, 9670）、后续合成经验的积累，促成了 Au₁₄₄(SR)₆₀ 的高质量合成；“制备薄层色谱”分离技术（*Nat. Commun.*, 2015, 6, 9667 等）的引入，为 Au₁₄₄(SR)₆₀ 的提纯提供了高效、廉价的手段；课题组近年来在团簇结构研究方面开展了系列工作（*Nat. Commun.*, 2017, 8, 14739 等），对单晶的生长规律有了新的认识并积累了单晶生长的经验。最后由闫楠获得高质量单晶并成功解析。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-12-12

神奇的不锈钢冰块

大家都知道，小米现在除了手机还有很多其它的生态链产品，在众多生态链产品中还有一些神奇的小物件，比如小米有品最新上架的不锈钢冰块。

它叫做 Circle Joy 不锈钢冰块，采用 304 不锈钢打造，和传统冰块一样，它也拥有迅速降温的作用，一杯 120ml 的水，放入四颗左右，3 分钟就可降温到 10° C 左右。而且它不是一次性的，它能够在清洁之后循环使用，十分环保和方便。与传统冰块相比，不锈钢冰块不会因为融化影响饮料的味道，还可以重复使用。



图 1 不锈钢冰块

外观设计方面，这个不锈钢冰块也做得十分有趣，采用了仿生鸽子蛋造型，十分小巧，而且精致有趣。无论你是威士忌，红酒还是可乐和其它果汁饮料，它都可以胜任制冷需求。这种 304 不锈钢十分容易清洗，而且是安全无毒的，除了四颗不锈钢冰块之外，还附赠了一个冰块夹子，十分贴心和方便。

—摘编自 中国特钢企业协会不锈钢分会公众号 2018-12-13

日本微细加工技术：0.05mm 薄板焊接不变形

日本一项对 0.05 mm 板厚进行微焊接，还能做到不变形的黑科技。总部位于静冈县富士市的日本松田公司，利用光纤激光焊机，实现了不会变形的 0.05mm 极薄板厚的微焊接。

0.05mm 被精密界的朋友亲切地称为：**【5 个丝】** 1 mm 分 100 丝，头发有 7 到 8 丝，那么，5 个丝就比一根头发还细。要知道，在一般用于微焊接的 YAG(钕铝石榴石)激光焊机中，要想不变形，极限厚度范围为 0.5~0.8 mm。而这次，0.05 mm，还能做到**【不变形】**，可以说是厉害到爆表的技术了。

那么，松田为啥要搞出这么一个技术呢？

原来，以往技术开发者有两个共同的烦恼：

第一，好不容易设计出来了，但是变形到拿不出手：焊接是接合金属的施工方法，但是**【变形】**的问题常常困扰操作人员。金属加热溶解结合，这一道下来，无论如何都会产生高温引起的变形。材料的厚度越薄，问题就越明显。

第二，成本高昂，无法做到产品化：焊道熔填金属成本的估算由于变数多，工作较复杂。随着人员工资以及作业成本的升高，相对的也必须考虑选择如何使焊件获得最好作业效率的焊接方法。通常人工与销管成本，大约估占整个焊接成本的 85%。而日本松田的新型微焊接技术，则解决了以上难题。

最后，来看松田新型微焊接技术的 3 个案例：



图 1 01：板厚 0.25 mm 2.0mm 微细焊接管；02 板厚 0.1mm SUS304 微细电装品；
03 板厚 0.1 mm 2mm 见方微细骰子

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-12-10

我国研制出石墨烯基铝燃料电池发电系统

中国科学院宁波材料技术与工程研究所动力锂电池工程实验室的研究团队始终秉持把科技变成生产力的理念，历时近五年时间，在电池设计及系统集成技术方面进行了深入研究。

一直以来，铝燃料电池面临诸多技术瓶颈，如锰氧化物催化剂活性不高、空气阴极极化电阻较大、阳极铝析氢自腐蚀严重、热控制难及难以二次启动等，使得铝燃料电池产业化应用进展缓慢。

该研究团队 2015 年成功研制出能量密度 400Wh/kg、容量 3kWh、输出功率 300W 的镁燃料电池发电系统。2017 年开发出高性能石墨烯基铝燃料电池核心部件，并成功研制出能量密度 510Wh/kg、容量 20kWh、输出功率 1000W 的基于石墨烯空气阴极的铝燃料电池发电系统。

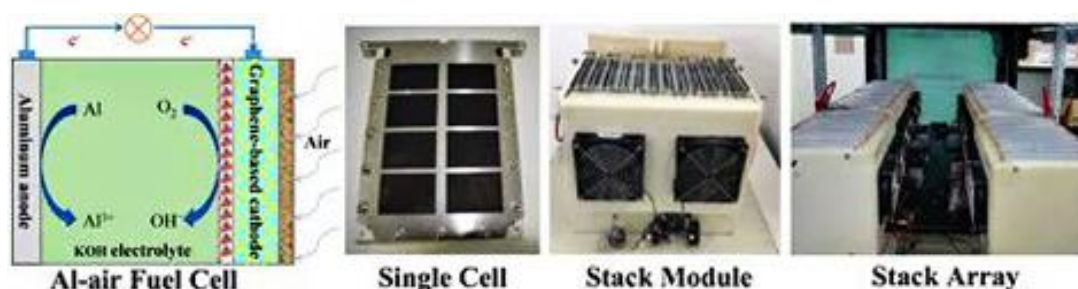


图 1 石墨烯基铝燃料电池结构示意图和核心部件

近期，该研究团队联合浙江省石墨烯制造业创新中心研发团队大力推进铝燃料电池的工艺开发和工程样机研制，成功研制出能量密度高达 545Wh/kg、容量达 130kWh 的石墨烯基铝燃料电池发电系统。该系统由 6 个 10 单元电池串联电池堆的阵列组成。测试结果表明，50A 电流放电功率可达到 3000W，峰值功率预计可高达 4800W，该电池系统有望应用于电动汽车等的动力电源或备用电源。为了展示该电池系统的使用效果，他们开展了对独栋建筑照明供电和石墨烯远红外能量房供电的演示。

目前，该项目已经具备铝燃料电池关键材料与部件、单体电池、1kW 模块化电池堆的小批量制备能力。正在积极寻找合适的合作伙伴，旨在加快推进产业化。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-12-12

一流大学未必有一流教学

大学的中心任务是培养人才。所以，大学越好教学越好，进而，一流大学必有一流教学，似乎理所当然。然而，官方评估和学者研究均表明，一流大学未必有一流教学。

英国政府于 2016 年推出了旨在提高其大学本科教学质量的教学卓越框架，并于 2017 年公布了评级结果，130 多所大学的教学质量获颁金、银或铜牌。结果表明，并非所有的罗素集团（由英国最顶尖的 24 所世界一流研究型大学组成的名校联盟）大学都被评为“金”，而一部分“92 后”大学（英国政府 1992 年以后给予大学地位的前职业技术学院等机构）反而荣获“金”。

最近，美国哥伦比亚大学坎贝尔（Corbin Campbell）等人在《高等教育》杂志发表一项研究，结论是：美国最负盛名的大学的教学水平低于不怎么知名的大学。这项研究中，60 位高等教育专家被派去考察了美国 9 所大学的 587 门课程，这 9 所大学在《美国新闻与世界报道》大学排行榜中的排名分别居前、中、后位置。

尽管名牌大学拥有杰出的师资和庞大的预算，但评估发现，在排名较低的院校，教学质量实际上更好。

为什么人们会有一流大学必有一流教学的错觉？

一流大学的老师对自己学校的教学有自知之明，他们往往没有这种错觉；有这种错觉的，基本上是一流大学之外的公众。正如坎贝尔所说：“有趣的是，当我谈到我的发现时，公众都很惊讶，但是当我告诉那些在著名大学任教的老师们时，他们根本不感到惊讶。”公众之所以相信一流大学必有一流教学，可能主要源于他们对大学职能认识的偏差。

首先，公众可能根据教学或知识的传播（例如中学和职业教育）而不是创造新知识来认识大学，因而认为教学质量就像是创建最好中学一样是创建一流大学的最主要因素。

其次，公众难免把人才质量等价于教学质量，或者说把一流人才等价于一流教学。显然，一流大学相对来说吸纳了更多一流学生，但教育不是掐尖，而是帮助每个学生发挥其潜能，所以，把平庸学生培养成高级工程师，与把顶尖学生培养成诺贝尔奖得主一样重要，而前者的教学质量不见得比后者差。公众很难认识到这点。

一流大学未必有一流教学原因种种，但根本上，只要看一流大学主要凭什么成为一流大学就一清二楚了。世界一流大学无一例外都是研究型大学，意味着大学主

要凭研究跻身一流行列。看各种大学排行榜，大学要保持排名靠前或奋起直追，靠教学无济于事，即使有些微作用，也见效太慢，远远赶不上年度甚至月度更新研究成果。大学的追求自然要转化为其教师的追求。

一流大学的教师如果不保持持续产出研究成果，就很难继续在一流大学待下去，因为一流大学从入职、晋升到长聘等关口，科研都是最重甚至一票过关“砝码”。诚然，一流大学并非对教师只留华山一条路，许多一流大学对科研不达标的老师给了另一出路：转到教学岗，一心一意搞教学。教学本来是一项很崇高的事业，但沦为对科研不咋样的惩罚时，转到教学岗就成了一件不光彩的事情，这又倒逼老师们拼老命也要全身心搞科研。

一所金牌教学的二流大学和一所铜牌教学的一流大学，谁对优秀学生更有吸引力？实践证明是后者。尽管今天的学生花钱上大学希望“物有所值”，但他们希望的“物”不只是教学，他们更在意的是大学的牌子或标签，因为这在更大程度上决定了他们离开大学后的未来。

从另一角度看，教学不等于教育，如果仅仅看教学，特别是只看知识和技能传授，许多大学可能连一些培训机构都拼不过。一流大学即使没有一流教学，优秀学生仍然前赴后继争着上，这是一流大学不在意是否有一流教学的底气所在，也是非一流大学企图靠一流教学跻身一流大学行列实现“咸鱼翻身”的最大障碍所在。

如何才能使一流大学有与“一流”牌子相称的一流教学？

唯一办法是把教学质量纳入“一流”牌子评价体系并加大权重。

现有的一流大学评价体系和各种大学排行榜，过分看重研究指标，扭曲了人们对高等教育质量理解的方式。大学里的一切工作，一评则灵，你评价什么就得到什么，你想得到什么就可评价什么。

英国伦敦国王学院教务长 Evelyn Welch 说，如果重新创造一个排名系统，根据大学校园方圆 15 英里内的人均收入对所有大学排名，大学也将会迅速行动。然而，正如德国哲学家胡塞尔指出的，自从科学革命以来，人们一直倾向于认为只有那些可以衡量的东西才真正存在。

教学如何衡量呢？这一直是个令人头疼的问题，至今无解。没法衡量的东西就像不存在的东西，即使以再大的权重被纳入评价体系，也是一笔糊涂账。因为让大学像追求一流科研那样追求一流教学，的确不是一件容易的事。

—摘编自中国科学报 2018-11-16

吃了纳米材料的混凝土，会变成什么样

随着工程结构各方面的发展因素和混凝土材料界的迅速扩大，人们对混凝土结构材料的要求在不断地提高。具有诸多独特效应的纳米材料掺入混凝土中可改善混凝土的力学韧性、智能传感、抗渗耐久等性能。纳米技术将打破了传统混凝土的局限，给混凝土材料带来了崭新的生命力。

1 纳米金属（氧化物）在水泥混凝土中的应用

拥有巨大的比表面积及界面结构的纳米金属（氧化物）对外界环境十分敏感。这些特性使纳米金属（氧化物）能成为应用于传感、电化学、气体吸附、光催化等方面的填充涂层材料，进而应用于某些特殊工程以及有特殊要求的混凝土工程，譬如智能混凝土和环保混凝土等。

纳米 TiO_2 具有良好的半导体及光催化特性，可喷涂在混凝土路面表层，进而可吸收空气中的氮氧化物 NO_x 、硫化物；涂覆在混凝土墙面，降解墙壁室内有机涂料中的甲醛。事实上，拥有光催化相应的半导体材料很多，但是从产品成本、光催化效率和健康环保等角度考虑，目前最佳的还是锐钛矿型纳米 TiO_2 。纳米 TiO_2 除了使混凝土拥有光催化功能，还能对混凝土的微观结构、抗渗耐久性、耐磨耗等物理性能产生积极的影响。

纳米 Al_2O_3 作为活性填料填充到水泥混凝土中时，能充当水泥水化模板，有效参与水泥的水化过程，使水泥混凝土结构更加紧凑，进而不仅可有效减少有害硬化混凝土孔隙结构，最终提升相应混凝土的机械力学性能。同时作为多孔性耐热材料，有效改善铝酸盐水泥基体的体积热容、热导率和热膨胀系数等储热性能，进而可有效用于太阳能热发电系统中的储热环节。不过以现在的制备工艺制得的纳米 Al_2O_3 的价格昂贵，纳米 Al_2O_3 在混凝土中的研究还是相对较少，只能用在有特殊要求的建筑设施中。

2 碳质纳米材料在混凝土中的应用研究

作为准一维拥有独特的结构特征纳米材料，碳纳米管（CNT）具有奇异的力学、电学、介电/电磁学、热学等诸多性能。国内外诸多学者尝试了多种分散制备工艺，将 CNT 用作结构增强及功能增强组分引入到传统的水泥混凝土基体材料中，最终制备出一种 CNT 改性的纳米混凝土。由于 CNT 是中空的管状一维纳米材料，与水泥水化产物 C-S-H 处于相近量级，同时超高的长径比、超高比表面积及超强的力学

韧性，在很少 CNT 掺量时就可有效弥补水泥混凝土材料多孔性收缩以及本征脆性缺陷。

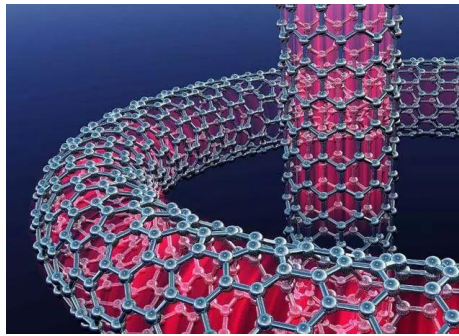


图 1 碳纳米管

3 无机非金属纳米材料在混凝土中的应用研究

纳米 SiO_2 又称为超细硅灰，它能很好地改善水泥混凝土各项性能。纳米 SiO_2 能促进水泥颗粒的水化，将水泥水化早期产物 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 转变成 C-S-H 凝胶，火山灰活性远超过普通硅灰，进而使硬化水泥混凝土界面过渡区 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 晶体尺寸有效减小，相应微观形貌变得紧密，力学强度和抗渗耐久性得到有效改善。由于纳米 SiO_2 的表面能较高及网状结构成核效应，能有效加速混凝土早期水化，还能与水泥石中的水化产物 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 形成化合键，实现二次水化，形成新的 C-S-H 凝胶，所以当纳米 SiO_2 作为矿物掺合料掺加到水工混凝土中后，可有效提升水工混凝土的微观密实度，进而早期力学性能、弹性模量及抗渗耐久性也得到有效提升。

处于纳米尺度的纳米 CaCO_3 由于自身惰性，基本不会与混凝土体系发生化学反应，但能极大地提升掺有纳米 CaCO_3 混凝土拌合物诸如黏聚性和保水性等和易性，而且纳米 CaCO_3 来源广泛，价格低廉，因此，纳米 CaCO_3 有可能成为在混凝土建筑中大量应用的纳米材料，基于纳米 CaCO_3 的纳米混凝土也得到有效推广。

纳米材料的掺入一方面能提高水泥混凝土材料的机械性能，降低相应混凝土内部变形及裂缝的开展；另一方面可显著增强水泥混凝土材料的物理性能，譬如耐磨耗性、导电性、导热性、压阻智能性、阻尼自增强性等，使水泥混凝土基材料向高性能和多功能方向发展。然而，还有很多纳米材料在混凝土中的性能还尚未开发，且多种纳米材料在混凝土中复掺方法及效能的相关研究还很少。不难预计，随着纳米材料科技的飞速发展，纳米材料及纳米混凝土的研究将持续成为国内外混凝土材料研究领域的热点，从而使混凝土行业得到更好的发展。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-12-02