

# 材料月报

第 6 期

太原理工大学材料学院 主办

2018 年 10 月 20 日

## 要 目

### P3 钙钛矿电致发光领域取得重大研究进展

近日，华侨大学材料科学与工程学院魏展画教授团队提出了一种全新的薄膜制备策略并优化了 LED 器件结构，制备出了高亮度、高量子转换效率和较好稳定性的钙钛矿 LED 器件。其中，该钙钛矿 LED 器件的外量子效率高达 20.3%，刷新了世界纪录。该研究发表于《Nature》杂志。

### P4 血液检测原理重大突破

近日，瑞士洛桑联邦理工学院和马克斯-普朗克医学研究所的於邱黎阳博士，与导师 Kai Johnsson 教授等在《Science》杂志发表了一种由蛋白和有机分子构建成的传感器，有望成为未来血液检测小型化的有效工具。

### P5 多级次微纳米多孔聚合物涂层大显身手

美国哥伦比亚大学 N. Yu 和 Y. Yang 团队报道了一种操作简单、成本低廉、可规模化的多级次多孔聚合物涂层制备方法，实现了高效率的被动辐射冷却。相关结果发表在《Science》上。

### P7 匙锁互配—设计自修复材料的新思路

近日，美国克莱姆森大学 M.W. Urban 团队的科学家报道了可具有（本征）自修复能力的通用共聚高分子，其修复能力来自于分子链间的“匙锁互配”这一崭新机制，该研究结果发表在《Science》杂志上。

# 目 录

## 科研进展

---

- P1 纳米“积木块”搭建超结构“大厦”
- P2 钙钛矿太阳能电池产业化的挑战
- P3 钙钛矿电致发光领域取得重大研究进展
- P4 血液检测原理重大突破
- P5 多级次微纳米多孔聚合物涂层大显身手
- P7 匙锁互配—设计自修复材料的新思路
- P9 综述：废旧可充电电池可持续系统性回收利用
- P11 铝离子电池重要进展
- P12 耐候可折叠电池重要进展
- P13 纳米孪晶金刚石硬度机理研究取得重要进展
- P14 金属玻璃的力学行为与微观结构的内在关联
- P15 铁基金属玻璃中的再生催化性能
- P16 金属孪生行为重要进展
- P17 镁合金防腐蚀新技术
- P18 太阳能光解水制氢领域取得重要研究进展
- P19 LED 领域重大突破
- P21 黑磷单晶的高压研究重要进展

## 材料动态

---

- P23 中国发布全球首辆碳纤维地铁
- P24 填补国内空白，攀钢首次试制出这种棒材
- P25 福特利用石墨烯材料降低发动机噪音

## 高等教育

---

- P26 创业 or 学业？课堂教学仍是高等教育的核心

## 材料课堂

---

- P28 合金强化机制到底有哪些

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 10 月 20 日

（第 006 期）

仅供内部参阅，正式引用时请  
自行核实

# 纳米“积木块”搭建超结构“大厦”

(Superstructures generated from truncated tetrahedral quantum dots)

在美国普罗维登斯的布朗大学，美国布朗大学助理教授、中国科学家陈鸥把纳米颗粒当成“积木块”，搭建出百微米量级的超结构“大厦”，纳米组装技术研究迈出重要一步，相关研究发表在《Nature》杂志。

“就像用纳米颗粒搭积木似的，”美国布朗大学助理教授陈鸥通过微信告诉记者，“我们已经搭建出一维的手性螺旋线、二维的复杂超晶格和三维团簇超结构单晶，其中的三维结构是世界上目前使用纳米颗粒堆积出的最复杂的超结构。”这项研究使用的“积木块”是去顶四面体形状的纳米颗粒，很像去掉了尖顶的金字塔，大小在8纳米左右，也就是十亿分之一米量级。

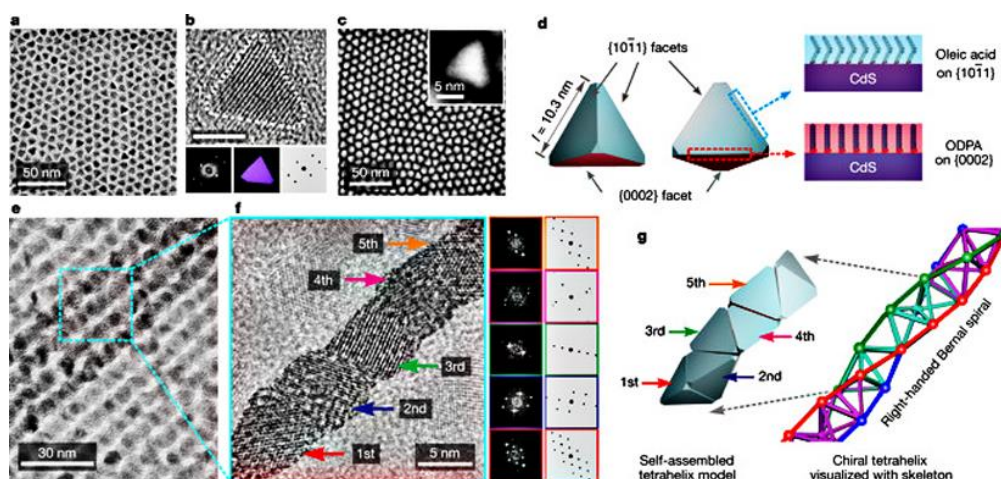


图 1 纳米颗粒及其自组装形成超结构

科研人员并不是一块一块地把纳米“积木块”堆起来，而是使用纳米颗粒自组装技术中的溶液蒸发固化法，让超结构“大厦”一次性成型。

首先是在合成纳米颗粒“积木块”的时候，控制反应温度、溶剂、反应时间和表面修饰的分子，这样得到的“积木块”之间可以相吸或相斥。接下来采用的溶液蒸发固化法就是让含有这些纳米颗粒的溶液在控温、控压下蒸发干燥，其中的纳米颗粒会根据设计吸附在一起，组成百微米量级的超结构。

“如果把我们使用的纳米颗粒按比例放大成普通红砖 50 毫米左右的高度，我们搭建的三维超结构就会成为 700 米高的大厦。”陈鸥说。此次研究成果刊登在最新一期英国《Nature》杂志上。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-09-27

# 钙钛矿太阳能电池产业化的挑战

(Challenges for commercializing perovskite solar cells)

近日，武汉光电国家研究中心传出喜讯，《Science》刊发了韩宏伟团队与加拿大多伦多大学、美国科罗拉多大学和韩国蔚山国立科技研究所合作论文“钙钛矿太阳能电池产业化的挑战”。

充分利用太阳能是解决目前人类面临的能源短缺和环境污染等问题的根本途径。作为新兴太阳能电池技术的杰出代表，钙钛矿太阳能电池自问世以来便备受各国科研工作者和业界的共同关注，然而稳定性和规模化制造一直是其高效率商业化面前的拦路虎。

在本次刊发的“钙钛矿太阳能电池产业化的挑战”一文中，详细阐述了过去几年里，钙钛矿太阳能电池发展出的多种器件结构和材料体系，其光电转换效率迅速提升，稳定性也获得很大改善。针对钙钛矿太阳能电池商业化的关键问题及所面临的挑战，对目前钙钛矿太阳能电池所获得的最新进展进行了总结，并从钙钛矿太阳能电池寿命评价标准、性能衰减机理、器件尺寸放大、环境影响等方面对其未来的发展及商业化进行了展望。

在光电转换效率方面，**目前获得第三方公证的钙钛矿太阳能电池的最高实验室光电转换效率已经达到 23.3%**，该数值已经超过市场上占主导地位的多晶硅太阳能电池、碲化镉薄膜太阳能电池和铜铟镓硒薄膜太阳能电池，充分展现了其良好的商业化前景和极大的潜在市场价值。在器件稳定性方面，目前已有大量钙钛矿太阳能电池在不同实验条件下的稳定性数据被报道，已测试 10000 小时标准模拟太阳光（不含紫外光）持续照射后，器件未出现明显衰减，该稳定性测试的太阳光辐照量相当于武汉或欧洲大部分地区 10 年的太阳光辐照量总和。

在未来钙钛矿太阳能电池研究工作中，**进一步探明器件性能衰减机理并提出有效的器件寿命评价标准将成研究重点**。与此同时，开发制备高性能大尺寸钙钛矿太阳能电池的技术和工艺也将备受关注。在此方面，我校团队所专注的可印刷钙钛矿太阳能电池，基于丝网印刷技术制备，采用廉价的碳材料替代传统的贵金属作为电极材料，因此具有易于扩大化生产及有望实现廉价太阳能发电的技术特点。湖北万度光能有限责任公司（鄂州）所建设的 110 平米可印刷钙钛矿太阳能电池示范系统充分展示出该项技术良好的应用前景。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-09-25

# 钙钛矿电致发光领域取得重大研究进展

(Perovskite Light-Emitting Diodes with External Quantum Efficiency Exceeding 20 percent)

近日，华侨大学材料科学与工程学院魏展画教授团队提出了一种全新的薄膜制备策略并优化了 LED 器件结构，制备出了高亮度、高量子转换效率和较好稳定性的钙钛矿 LED 器件。其中，该钙钛矿 LED 器件的外量子效率高达 20.3%，刷新了世界纪录。该研究发表于《Nature》杂志。

近几年来，钙钛矿材料在发光领域的潜在应用开始引起人们的广泛关注，但是，受限于钙钛矿薄膜较差的成膜特性以及相对较低的荧光量子效率，其在发光、显示以及激光领域的应用发展一直比较缓慢。

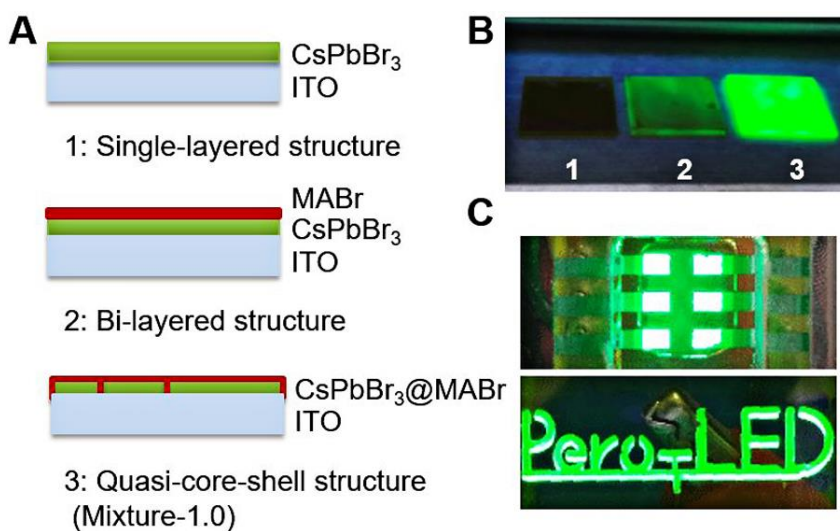


图 1 (A) 单层、叠层和半核壳式结构钙钛矿薄膜示意图，(B) 紫外灯下三种钙钛矿薄膜的荧光发光照片，(C) 钙钛矿 LED 器件实物图。

为了克服上述困难并提高器件电光转换效率，魏教授团队提出了一种全新的薄膜制备策略：组分空间分布管理，通过构建  $\text{CsPbBr}_3\text{@CH}_3\text{NH}_3\text{Br}$  半核壳结构，大幅减少了晶体内的非辐射复合缺陷，提高了钙钛矿薄膜的发光效率；另一方面，通过在发光层和电子传输层间插入 PMMA 阻挡层，有效地改善了器件内的电子和空穴的注入速度匹配情况。通过上述优化，得到的钙钛矿 LED 器件的外量子转换效率高、稳定性较好。该研究成果已申请了国家和国际 PCT 专利。

钙钛矿 LED 作为平面自发光器件，在屏幕显示（手机、电视、PC、VR 和车载设备等）和绿色健康灯光照明（无蓝光伤害）等方面具有广泛的应用前景。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-10-10

## 血液检测原理重大突破

(Selective functionalization of methane, ethane, and higher alkanes by cerium photocatalysis)

近日，瑞士洛桑联邦理工学院和马克斯-普朗克医学研究所的於邱黎阳博士，作为第一作者，与导师 Kai Johnsson 教授等在《Science》杂志发表了一种由蛋白和有机分子构建成的传感器。这种传感蛋白可以从一滴血中精确地定量出人体代谢产物的浓度。因其准确性和简单性，这种半合成传感蛋白有望成为未来血液检测小型化的有效工具。

目前很多血液检测小型化的思路侧重于缩小现有技术，而没有从分子层面创新血液检测的原理。於邱黎阳博士则致力于通过蛋白工程和有机合成设计全新的传感蛋白，希望从分子层面突破血检小型化的瓶颈。当人体出现疾病或损伤时，新陈代谢产物将在血液水平发生显著变化。例如，基因病苯丙酮尿症会使血液中的苯丙氨酸水平升高。因此，血液中苯丙氨酸浓度的即时监测至关重要。然而，这类测量目前需要依赖大型仪器，需要等待数天才能获取结果。如果能对患者的临床代谢物进行迅速检测，那么多种疾病的治疗和管理就能够得到明显的改善。

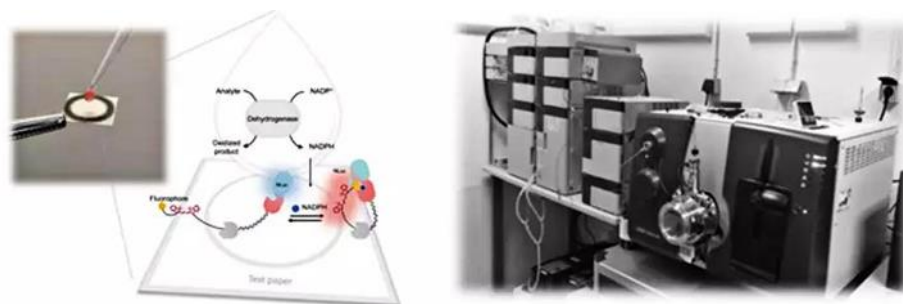


图 1 现行色谱-质谱方法 v.s. 半合成探针蛋白

於邱黎阳博士及其研究团队研发的半合成传感蛋白就能在几分钟内，通过少量血液测定代谢物的浓度。这种检测方法的实际操作也十分简便。例如在苯丙氨酸的检测中，我们首先从患者指尖无痛采取一滴血，将部分血样加入反应液中，而后将其滴加到含有传感蛋白的试纸上。特异的酶促反应会消耗苯丙氨酸并产生 NADPH。与此同时，生物传感器发出的光将会从蓝色变为红色，并且普通的数码相机或智能手机就能检测到这种明显的颜色变化。最后，我们通过颜色的变化便可以计算出苯丙氨酸的浓度。整个即时检测过程仅需 10-15 分钟，不仅快速，而且简便、准确。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-10-10

# 多级次微纳米多孔聚合物涂层大显身手

(Hierarchically porous polymer coating for highly efficient passive daytime radiative cooling)

美国哥伦比亚大学 N. Yu 和 Y. Yang 团队报道了一种操作简单、成本低廉、可规模化的多级次多孔聚合物涂层制备方法，实现了高效率的被动辐射冷却。相关结果发表在《Science》上。

辐射冷却是指物体通过反射太阳光和辐射散去热能的过程，不需要损耗电能就能实现环境的被动降温。问题在于，现有的辐射冷却技术要么效果不好，要么不实用。而辐射冷却技术的关键之一，在于表面涂层的性能。

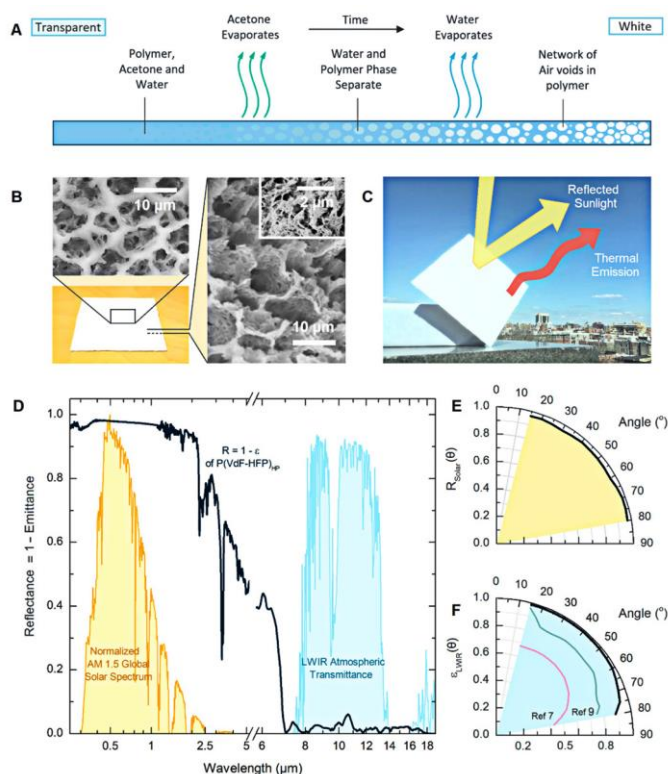


图 1. P(VdF-HFP)HP 薄膜的制备和光学性能

## 材料的选择：

P(VdF-HFP)具有优异的电磁性能，其作为被动辐射冷却涂层具有以下几个优势，从而确保了 P(VdF-HFP)可以在 LWIR 窗口有效辐射热量。

1) 在太阳光谱区域 ( $\lambda = 0.3\text{-}2.5 \mu\text{m}$ ) 具有可以忽略的消光系数，使太阳光加热降低到最小。

2) 分子结构中不同的振动模式，导致在热波长处具有多个消光峰。

3) 具有优异的抗老化、防污、防紫外线能力。多孔结构使得薄膜更具疏水性能。

**简便的涂层制备方法：**

研究人员以 P(VdF-HFP)、水和丙酮混合物作为前驱体溶液（水不是溶剂，丙酮是溶剂），采用相转化法制备得到多级次多孔聚合物膜，放置在于基底上然后在空气中干燥。丙酮的快速蒸发导致 P(VdF-HFP)从水中发生相分离，从而形成微纳米尺度的液滴。水蒸干之后，富含微纳米孔道结构的 P(VdF-HFP)<sub>HP</sub> 薄膜也就形成了。

值得一提的是，这种涂层可以通过类似刷墙的方式进行施工，对于实际应用极具吸引力。可以采用刷涂、浸涂、喷涂等各种工艺，也适用于金属、木材、塑料等多种基材。除此以外，P(VdF-HFP)<sub>HP</sub> 还可以做成稳固的科循环的片层材料。

**优异的辐射冷却性能：**

由于微纳米孔道结构的存在，薄膜具有极佳的反向散射太阳光和增强热辐射的能力。研究发现，厚度大于 300 μm，孔隙度超过 50% 的 P(VdF-HFP)<sub>HP</sub> 薄膜半球为 0.96，为 0.97。当厚度大于 500 μm 时，可以达到 0.98 以上。超高的值确保了对太阳光的有效反射，并避免了之前设计中广泛使用的银反光器。

在太阳光强度为 890 和 750 W m<sup>-2</sup> 条件下，涂层可将室温自然降低 6°C 左右，冷却功率为 96 W m<sup>-2</sup>。这一性能足以媲美目前最好的被动辐射冷却技术。

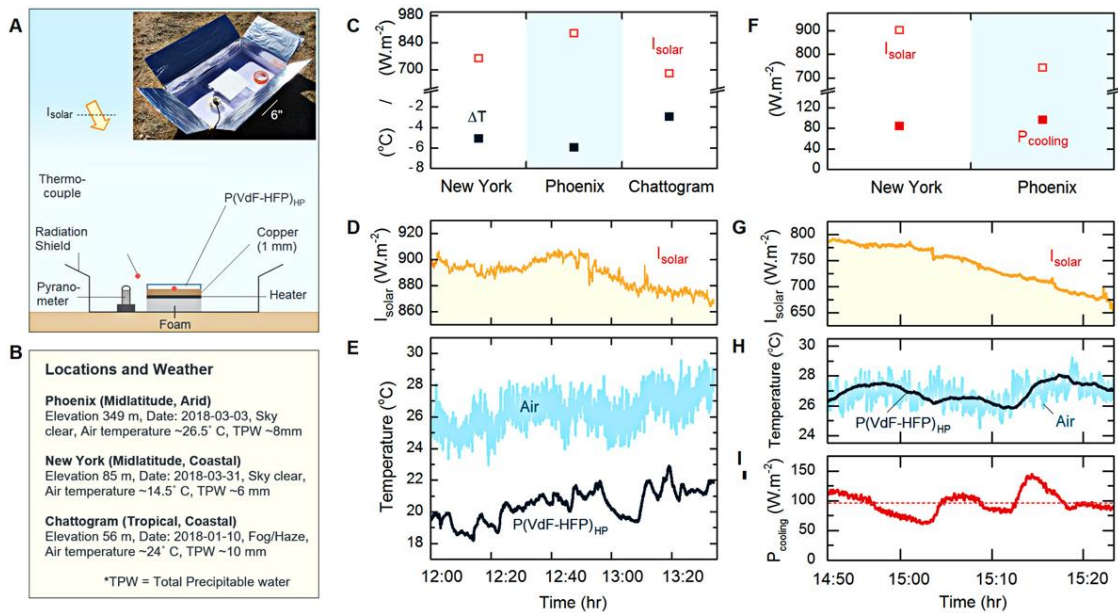


图 2. P(VdF-HFP)<sub>HP</sub> 辐射冷却性能

总之，这项研究利用相转化法开发了一种操作简单、成本低廉、可规模化的多级次多孔聚合物涂层制备方法，实现了高效率的被动辐射冷却性能，为更宜居的生活环境，更节能环保的空调系统的设计起到了重要推动作用！

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-09-28



# 匙锁互配—设计自修复材料的新思路

(Next-generation self-healing materials)

近日，美国克莱姆森大学 M.W. Urban 团队的科学家报道了可具有（本征）自修复能力的通用共聚高分子，其修复能力来自于分子链间的“匙锁互配”这一崭新机制，该研究结果发表在《Science》杂志上。

由于受加热、机械作用和化学反应等因素的影响，材料在应用过程中内部会产生微裂纹，从而影响其使用寿命和力学性能。受生物体自愈合现象的启发，自修复材料应运而生—在受到损害后，材料能自行发现裂纹，并通过一定机理将裂纹重新修补，自行愈合。

目前已被报道的高分子材料自修复策略包括：嵌入被封装起来的反应物流体，在材料损坏时填充和修复受损区域；引入动态共价键或超分子的动态化学交联，在受损后能够重新构筑高分子网络；在基体中物理分散纳米材料，使之在磁场或电磁场作用下诱导高分子网络结构的修复；引入软、硬链段的相分离材料，借助形状记忆功能闭合伤口；或加入能够修补损伤结构的生物体（如菌）。不过这些策略要么是通过加入额外的修复剂，通过改变或提供高分子链间的交联来实现修复，即所谓的“外援型自修复”，适用范围非常有限；要么是利用材料自身的化学结构特性，通过可逆共价键或非共价键的化学作用实现多次自修复，即所谓的“本征型自修复”，但非常依赖于高分子材料的特殊合成手段。因此，目前的一个重大的挑战在于是否能让应用非常广泛的通用高分子材料具有自修复性能。

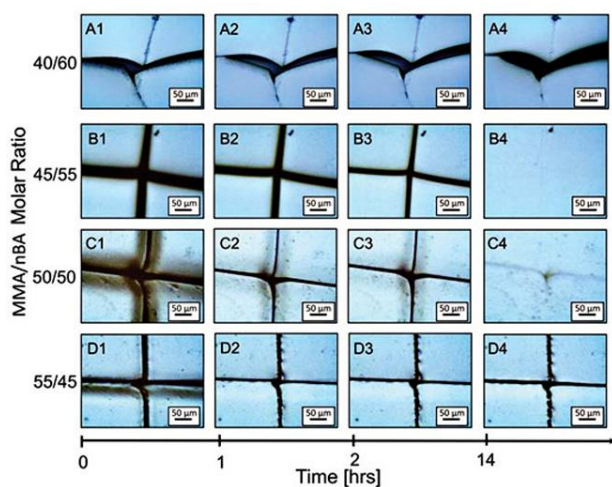


图 1

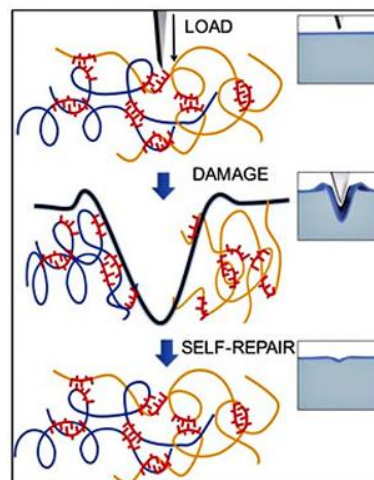


图 2

图 1 不同 MMA/nBA 摩尔比（40/60、45/55、50/50、55/45）条件下，p(MMA/nBA)共聚物材料的自修复行为比较。

图 2, 不同链段间的 MB 交替结构会通过这种“寄宿”方式互相交联起来, 像一把把 nBA “钥匙”插入由 nBA 构筑的“锁”中, 形成了“匙锁互配”结构, 提供了新的自修复机制。

美国克莱姆森大学 M.W. Urban 团队的科学家首先通过原子转移自由基聚合 (ATRP)、自由基聚合、胶体聚合等方法制备得到一系列共聚物, 将共聚物中甲基丙烯酸甲酯 (MMA) 和丙烯酸正丁酯 (nBA) 的摩尔比调控在 30/70 到 70/30 之间。如图 1 所示, 利用 ATRP 方法得到的摩尔比在 45/55 至 50/50 这一狭窄窗口内的共聚物材料具有很好的自修复能力, 能够恢复材料断裂强度达到原先的 90 至 100%; 在 45/55 这一比例下, 修复后的材料甚至还完美保持了原材料的断裂韧性。相反地, 在此摩尔比窗口之外, 材料的强度仅能恢复到 10 至 55 % 左右。

显而易见, 在特定的摩尔比条件下, MMA 和 nBA 两种共聚物单元的独特相邻及分布情况对自修复性能起到决定性作用。他们利用内反射红外光谱、质子核磁共振光谱、电子自旋共振以及拉伸模式动态力学分析等手段分析了修复前后共聚物的分子链结构变化。在材料的破坏—修复循环过程中, 分子链的堆积密度、自由基的浓度、分子链上被屏蔽以及去屏蔽甲基的分布情况均发生变化, 提供了分析共聚物分子结构的参考信息。而更重要的一个信息来自分子链缠结的结点密度: MMA 和 nBA 各自的均聚物中缠结结点密度分别为 93.1 和 60 mol/m<sup>3</sup>, 而具有自修复能力的共聚物中, 该密度达到了 123.6 mol/m<sup>3</sup>。

基于此, 他们利用分子动力学方法模拟了交替、无规、嵌段共聚物的链间结合强度, 比如, 用 M 和 B 分别表示 MMA 和 nBA 单体 (图 2), 所模拟的分子链包括了 BMBMB/BMBMB、BMBMB/BMBBM、BMBMB/BMMBB、BMBMB/MMBBB 等五单元配对结构。其中结合能 (CE<sub>p</sub>) 最高的配对是交替式的 BMBMB/BMBMB, CE<sub>p</sub> 达到了 313.6 kJ/mol, 而嵌段式 MMBBB/MMBBB 配对的 CE<sub>p</sub> 仅有 258.2kJ/mol。为了更进一步分析交替链结构对修复的重要作用, 他们进一步分析了具有更高结合能螺旋状的链构象结构, 依然发现自修复能力来自交替式结构的几率更高。

因此, 他们提出了一种新的自修复机理: 从分子角度看, 被一个 MMA 单体间隔开的两个相邻 nBA 单体间构筑了理想的“寄宿”空间, 可以完美容纳来自其它分子链的 nBA 单体; 从分子链角度看, 不同链段间的 MB 交替结构会通过这种“寄宿”方式互相交联起来, 像一把把 nBA “钥匙”插入由 nBA 构筑的“锁”中, 形成了“匙锁互配”结构, 如图 2 所示。

尽管目前能够实现自修复的 MMA 和 nBA 摩尔比窗口非常小——MMA 含量高会降低界面流动性而 nBA 含量高则导致链间范德华作用力下降, 这个新机制为设计更多自修复共聚物打开了思路。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-10-12

# 综述：废旧可充电电池可持续的系统性回收利用

(Toward sustainable and systematic recycling of spent rechargeable batteries)

北京理工大学吴锋院士、陈人杰教授等发表的综述文章，该文从可持续发展的角度系统性地概述了可充电电池的回收再利用。并以锂离子电池回收为例，介绍了电池回收最先进的基础研究与工业技术以及新的机遇、挑战和未来前景，并面向未来发展将 3R 策略重新诠释为：再设计（Redesign），再利用（Reuse）和再回收（Recycling），该综述发表于《*Chemical Society Reviews*》最新一期的封面文章。

## 废旧可充电电池的回收

随着全球日益增长的能源需求和对环境造成的破坏，迫使人们追求可持续性的能源和存储技术。可充电电池，包括铅酸电池、镍氢和镍镉电池、锂离子电池，作为极具吸引力的储能技术得到人们的广泛关注和快速发展。

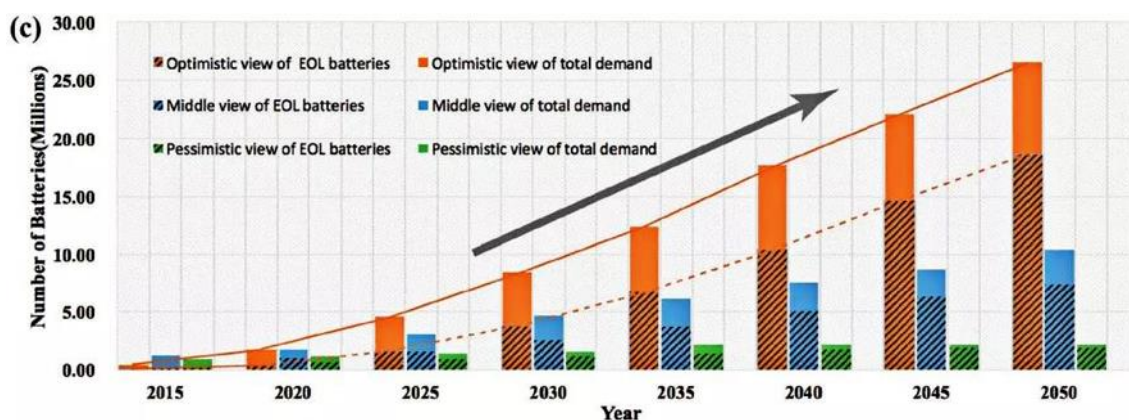


图 1 国际能源署（IEA）、工业预测和能源信息署（EIA）对于电池总体需求和能量耗尽锂离子电池的估量

可充电电池具有灵活的能量密度、功率特性、高能效、简单操作和环境适应性高等理想特征，特别是其中的锂离子电池成为了最受关注的能源存储技术，应用范围涵盖了消费类电子产品、新能源汽车和大规模储能等领域。预计到 2020 年，锂离子电池的全球市值将超过 320 亿美元，也将成为所有可充电电池中增长速度最快的类型。

电电池的巨大需求也意味着将产生大量的废旧电池。在蓬勃发展的新能源汽车行业的推动下，到 2050 年，废旧锂离子电池包的数量将呈现指数型增长。考虑到可充电电池中使用的稀缺资源和存在的部分环境有害材料，因此，从经济和环

境的角度来看，对于废旧可充电电池的回收及资源化再利用具有重要意义，但同时也存在着很多挑战。

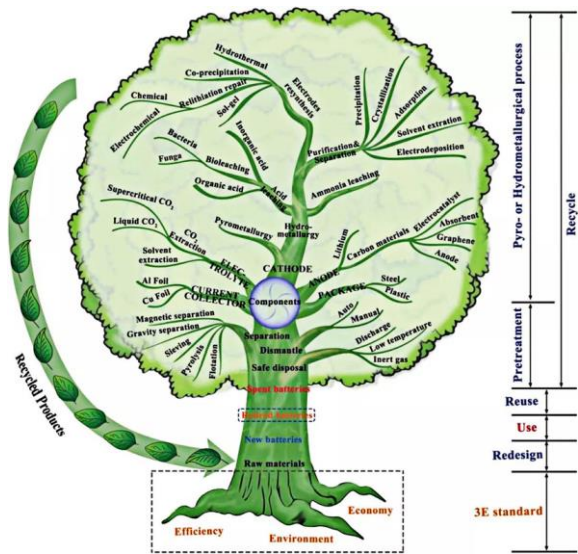


图 2 以锂离子电池为例的完整的回收流程图和所涉及的技术

### 本篇综述

在本篇综述中，作者首先介绍了四种最常见类型的可充电电池，以当前应用热点的锂离子电池回收技术为代表，详细讨论了近 20 年来电池回收研究领域的代表性研究成果和最新技术发展；通过对比铅酸电池、镍基电池和锂离子电池回收中的技术特点和代表性回收企业的工艺模式，对回收技术及相关工艺的经济效益进行了评估；从全生命周期评估的角度，论述了特定电池回收技术的整体可持续性发展；最后，通过对欧盟、美国和中国在电池回收方面法律法规的分析，探讨了新能源汽车用可充电电池实现再生利用的相关政策以及未来电池回收发展中存在的机遇与挑战。

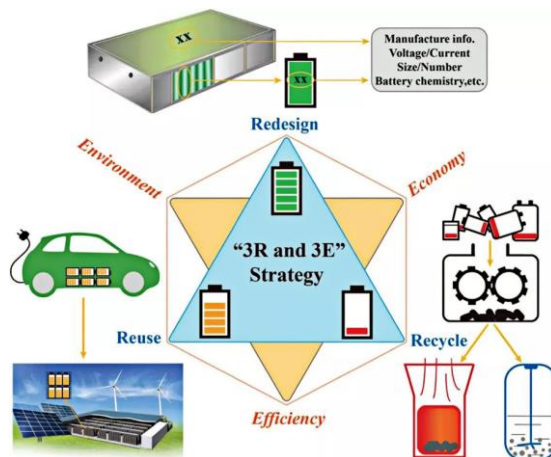


图 3 作者为今后的电池回收提出的 3E 和 3R 策略。

—摘编自 RSC 英国皇家化学会公众号 2018-10-17

## 铝离子电池重要进展

(Stable CoSe<sub>2</sub>/Carbon Nanodice@Reduced Graphene Oxide Composites for High-performance Rechargeable Aluminum-ion Batteries)

近日，中国石油大学（华东）重质油国家重点实验室阎子峰教授和邢伟教授团队与昆士兰大学纳米材料研究中心王连洲教授合作，在新型铝离子电池(AIB)研究中取得重要进展。研究成果发表在《Energy & Environmental Science》杂志上。

可再生能源发电具有分散性和间歇性的缺点，限制了其大规模应用，因此开发能量密度高、循环寿命长和成本低的新型电化学储能系统（EESS）迫在眉睫。由于多价金属离子在电荷转移过程中的高效性，基于多价金属离子(Mg<sup>2+</sup>、Zn<sup>2+</sup>和Al<sup>3+</sup>等)的 EESS 具有巨大的应用前景。其中，铝离子在充放电过程中可释放三个电子，金属铝的理论质量比容量为 2980 mAh g<sup>-1</sup>，仅次于锂（3870 mAh g<sup>-1</sup>）；铝的体积比容量高达 8050 mAh cm<sup>-3</sup>，是目前所有金属中最高的。因此可逆铝离子电池（RAIB）被认为是未来极具发展潜力的电能存储系统。

与石墨基正极材料相比，金属硫族化合物正极材料具有更大的初始放电容量。然而，金属硫族化合物的循环性能普遍较差，阻碍了高容量 RAIB 的进一步开发。因此，深入研究此类正极材料的能量储存和容量衰减机制十分必要。

在这项工作中，研究者首先制备了一种金属硫族化合物复合材料（CoSe<sub>2</sub>/Carbon Nanodice），并进行了详细的电化学测试和结构表征，以揭示其储能机理。研究表明，在放电过程中 Al<sup>3+</sup>可嵌入到 CoSe<sub>2</sub> 晶体，生成单质 Co 和 Al<sub>m</sub>Co<sub>n</sub>Se<sub>2</sub>（即 Al<sup>3+</sup>取代 CoSe<sub>2</sub> 中的部分 Co<sup>2+</sup>）。同时还发现，该电极材料的容量衰减可归因于充放电过程中**活性钴物种**的溶解流失，以及 CoSe<sub>2</sub> 复合材料的粉化。在此容量衰减机制的指导下，作者采用静电自组装法将 rGO 紧密包覆 CoSe<sub>2</sub>/Carbon Nanodice，得到新型 CoSe<sub>2</sub>/Carbon Nanodice@rGO 复合材料。

研究表明，**rGO 包覆**实现了抑制 Co 溶解、缓解 CoSe<sub>2</sub>/Carbon Nanodice 材料粉化以及增加导电性的三重目的，从而显著提高了电极材料的**循环性能**。该新型复合材料经过 **500** 次循环测试后放电容量仍然可达 **143 mAh g<sup>-1</sup>**，比此前报道的金属硫族化合物材料的循环性能有显著提高。兼顾**放电容量和循环寿命**这两项技术指标，CoSe<sub>2</sub>/Carbon Nanodice@rGO 复合材料的储电性能优于此前报道的所有正极材料。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-09-19

## 耐候可折叠电池重要进展

(Engineering the Surface/interface of Horizontally Oriented Carbon Nanotube Macrofilm for Foldable Lithium-ion Battery withstanding Variable Weather)

江西理工大学材料科学与工程学院碳纳米材料团队师生在国际顶级期刊 *Advanced Energy Materials* 发表论文，在可穿戴锂离子电池器件耐候方面取得重要进展。

锂离子电池 (LIBs) 是目前最常见的储能器件，随着可穿戴电子设备的兴起，电池的柔性化是实现设备可穿戴的基础，而柔性集流体是 LIBs 实现柔性的关键。当前 LIBs 集流体主要为铜箔和铝箔，限制了电池的可变形性；此外，电池会随着天气的变化出现电化学性能波动，如在寒冷的天气电池甚至停止工作，这是可穿戴电子器件在外表穿戴必须面临的一个现实问题，但却很少被关注。

该工作以纸为基质，通过表界面改性实现了定向碳纳米管膜 (HUCNMs) 规模化制备。所得 HUCNMs 面积达  $\sim 1800 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}$ ，将其用作 LIBs 正负极集流体，LIBs 展现出卓越的柔性、电化学稳定性和倍率性能；单层全电池容量高于  $700 \text{ mAh}$ ，比容量  $160 \text{ mAh/g}$ ，在模拟不同温度 ( $-40 \sim 70 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 及低压条件下，电池仍保持稳定的电化学性能，显示出优异的耐候性。

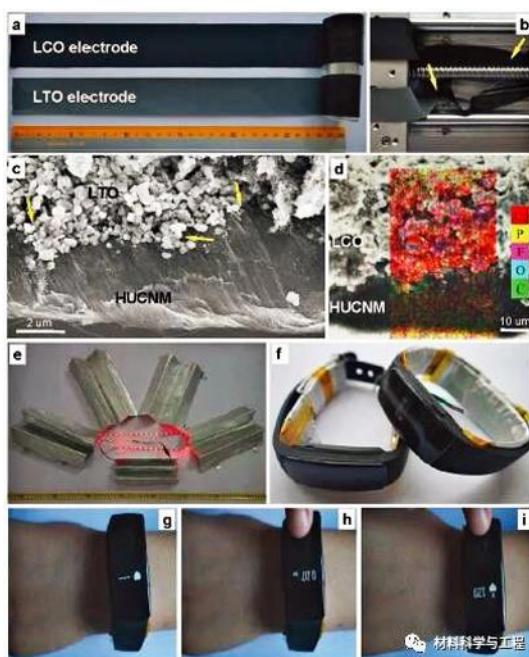


图 1 锂离子可穿戴器件在不同条件下的性能

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-09-21

# 纳米孪晶金刚石硬度机理研究取得重要进展

(Dislocation behaviors in nanotwinned diamond)

近日，燕山大学亚稳材料制备技术与科学国家重点实验室田永君教授课题组温斌教授与国内外科学家合作，在纳米孪晶金刚石硬度机理的研究中取得重要进展，研究成果发表在《Science Advances》上。

金刚石是自然界中最硬的材料，被广泛用于科学研究和工业等许多领域。2014年，田永君教授课题组通过压缩洋葱碳合成的纳米孪晶金刚石，其硬度是单晶金刚石硬度的两倍，创造了材料硬度新的世界纪录，但其硬化机理还不明确。如何理解纳米金刚石的超硬机理就成为当前超硬材料研究的一个主要课题。通过超硬机理的研究，不仅对硬度本质的理解具有重要的科学意义，而且可以为设计具有更高硬度的新材料提供新的策略。针对这一问题，研究者们首先通过分析纳米孪晶金刚石中位错性质，将位错的滑移划分为三种模式：塞积穿透模式、受限滑移模式及平行孪晶界滑移模式。然后，通过分子动力学方法，计算了三种位错滑移模式各自的临界分切应力。最后，根据 Sachs 模型，获得了不同孪晶厚度纳米孪晶金刚石的硬度，其计算值与实验结果很好的吻合(图 1)。该研究结果表明，纳米孪晶金刚石高的硬度主要取决于两个因素：一是金刚石高的晶格摩擦力，另外一个是由霍尔佩奇效应引起的高的非热激活应力。

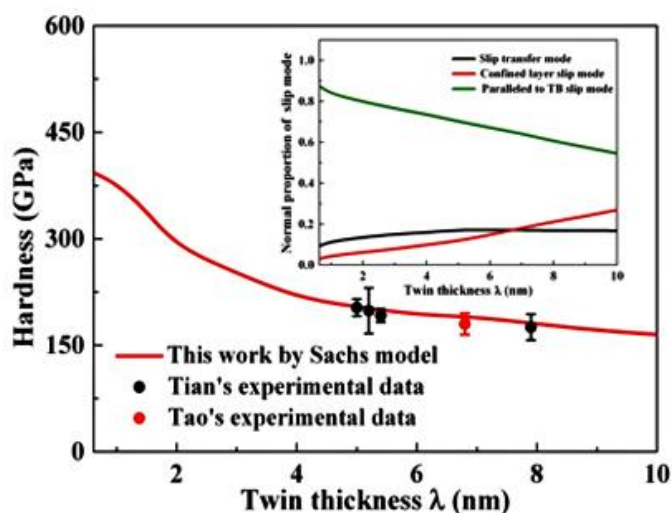


图 1 纳米孪晶金刚石硬度的计算值和实验值比较。

—摘编自新材料在线公众号 2018-09-25

# 金属玻璃的力学行为与微观结构的内在关联

(Spatial heterogeneity as the structure feature for structure-property relationship of metallic glasses)

近日，上海交通大学材料科学与工程学院的陈明伟教授团队结合球差矫正透射电镜和纳米压痕等研究手段系统分析了空间非均匀性对力学性能的影响，该研究工作发表在《Nature Communications》上。

自然界中的金属材料通常都是以结构长程有序的晶体形态存在的，其力学行为主要由晶体中的缺陷，如固溶原子、位错、孪晶和晶界等控制。通过快速冷凝等手段，金属熔体的无序结构可以被保留下来形成非晶形态的金属玻璃。由于金属玻璃结构的无序性，决定其力学行为的微观结构一直没有得到揭示。

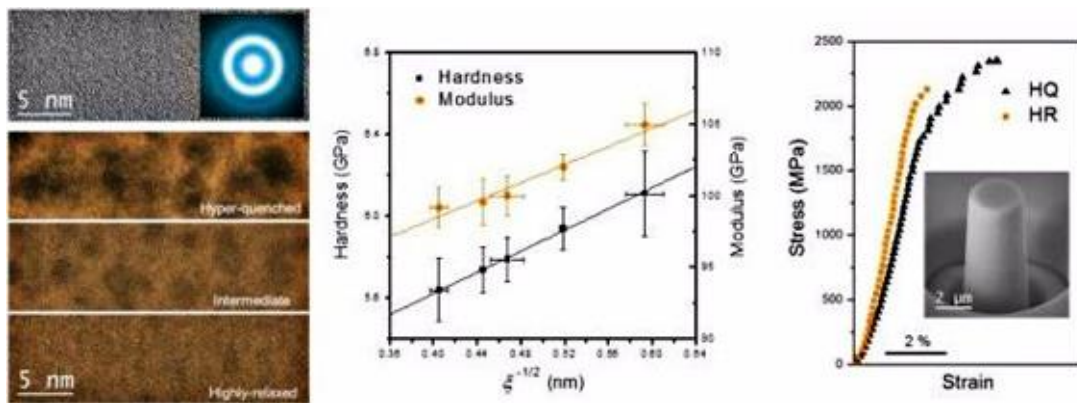


图 1. 金属玻璃在不同热力学状态下的空间非均匀性与力学性能的关联

陈明伟团队结合球差矫正透射电镜和纳米压痕等研究手段系统分析了空间非均匀性对力学性能的影响。他们发现空间非均匀性的减小导致了金属玻璃强度的提高和形变的局域化。力学性能与空间非均匀性的特征长度之间存在内在关联性，符合 Hall-Petch 关系(图 1)。同时他们还发现金属玻璃的应变弛豫与空间非均匀性的原子构型相关。基于不同原子构型的有效维度推导出的混合模型与实验数据极度吻合，揭示了空间非均匀性与力学行为之间关联的结构起源。该研究加深了对非晶体系力学行为的认识，为人类正确认识非晶体系提供了关键性指导，同时也为揭示玻璃转变等核心科学问题提供了重要的科学启示。

—摘编自非晶合金公众号 2018-09-28



## 铁基金属玻璃中的再生催化性能

(Spatial heterogeneity as the structure feature for structure-property relationship of metallic glasses)

近日，澳大利亚埃迪斯科文大学张来昌教授、山东大学王伟民教授等研究发现铁基 MG 中的优异催化性能在煅烧过程中首先受到了部分结晶的不利影响，但在完全结晶后催化性能得到恢复再生，该研究工作发表在《Advanced Material》上。

不同于具有高度长程有序原子堆积结构的晶体合金，金属玻璃 (MGs) 或非晶合金中的原子排列形式目前尚不明确。最近，MGs 在催化科学领域的应用已经取得了明显的进展，催化效率高于结晶催化剂。值得注意的是，目前尚无文献报道向 MG 中引入晶体并对其催化行为进行研究，这一思路通常被视为阻碍其催化性能的提高。然而，MGs 的松弛行为和进一步结晶的产物尚未得到系统研究，其机理仍不清楚。

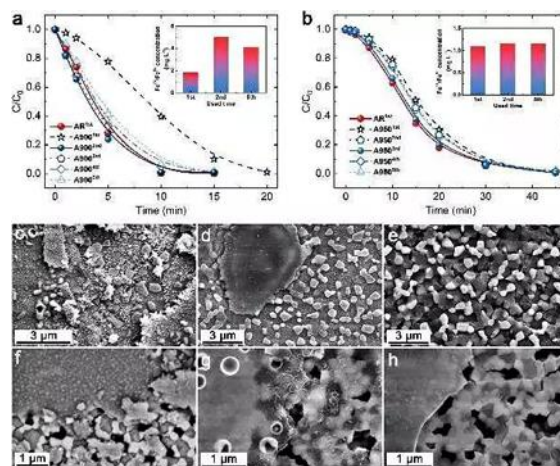


图 1 a) Fe-A900 带五次循环与 Fe-AR 带的比较； b) FeCu-A950 带五次循环与 FeCu-AR 带的比较；首次、第二次和第五次降解 MB 后 c-e) Fe-A900 带 f-h) FeCu-A950 带的 SEM 图像；

作者通过对退火处理后可比较的两种铁基金属玻璃 ( $\text{Fe}_{78}\text{Si}_9\text{B}_{13}$  和  $\text{Fe}_{73.5}\text{Si}_{13.5}\text{B}_9\text{Cu}_1\text{Nb}_3$ ) 的结构和表面产生的系统研究，发现金属间化合物形成自发原电池是完全结晶 MGs 带中催化行为再生的重要原因。进一步的研究表明，伴随晶界大幅减少的晶粒生长决定了快速的电子转移，从而加快  $\text{H}_2\text{O}_2$  的活化速率，在其他铁基金属玻璃中也发现了相关现象。这一发现证明了 MG 与完全晶化的对应物之间的独特催化机制。由于并非所有材料存在非晶态，因此通过控制晶粒尺寸、晶界和电位差相可作为一种开发新型晶化催化剂的有效方法。

—摘编自非晶合金公众号 2018-10-11

## 金属孪生行为重要进展

(Evolution of twinning systems and variants during sequential twinning in cryo-rolled titanium)

近日，南京理工在纯钛金属孪生行为研究上取得重要进展，发现了纯钛高次孪生的主要影响因素，相关实验和理论模型为设计和制备高性能密排六方金属提供了一定的指导意义。该研究成果发表在《International Journal of Plasticity》上。

一直以来，为了增强钛的强度，科研人员多用挤压、冷轧、旋锻等变形方式，通过细化纯钛晶粒的方法来实现。近年来，研究者发现密排六方金属的孪生行为是一种重要的变形方式，也是改善材料性能的重要途径，从而成为金属塑性加工领域的一大研究热点。但孪生行为的诱发机制，特别是多种竞争机制耦合对高次孪生现象的影响尚缺少深入研究。

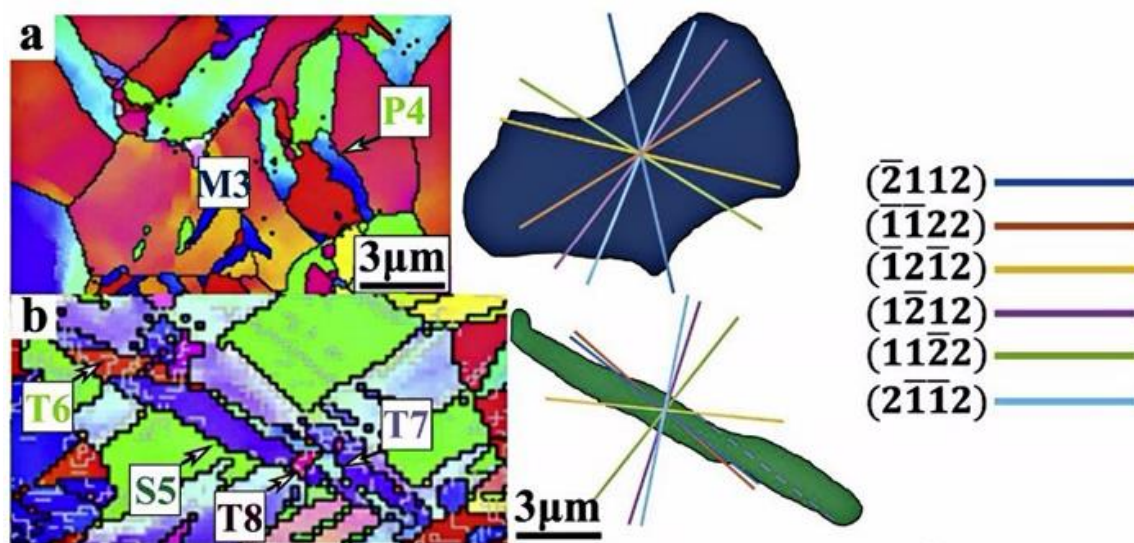


图1 背景散射电子衍射技术分析

南京理工这项研究成果设计并制备具备特定初始织构及宏观应力状态的工业纯钛，运用背散射电子衍射技术进行系统性研究分析，提出了晶体取向与受力方向是高次孪生现象中孪晶系选择的主要影响因素，发现施密特定律对于预测高次孪生现象中孪晶变体的选择有重要作用。论文建立的局部应力模型成功地模拟了材料在变形过程中晶体的局部应力状态。该论文的发表，对于理解金属孪生行为具有重要意义。。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-10-14

## 镁合金防腐蚀新技术

(Evolution of twinning systems and variants during sequential twinning in cryo-rolled titanium)

近日，西安交通大学微纳米尺度材料行为研究中心和陕西省镁基新材料工程研究中心成功地在微纳尺度镁合金表面制备出致密、强韧和牢固的纳米级保护层，为研制新型高强韧耐蚀镁合金提供了全新的技术思路。该研究工作发表在《Nature Communications》上。

“腐蚀防护是镁合金行业的核心课题之一。尽管现有技术可以制备出抗蚀性良好的防护膜层，但这类膜层往往比较脆，容易在服役过程中破碎和脱落。”研究团队负责人单智伟教授说，“这个项目的目标就是从化学反应的基本原理出发，研发可在镁合金表面长出致密、强韧和牢固的防腐层的新技术。”

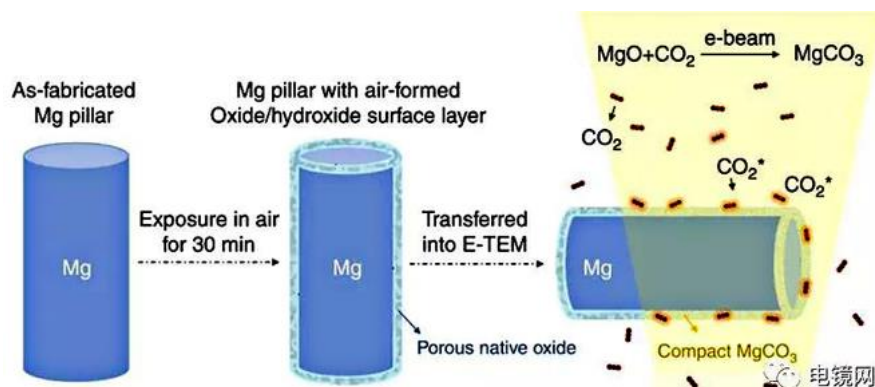


图 1 在镁合金表面制备纳米级碳酸镁防护层的基本原理

三年前，研究团队去榆林市考察镁的生产工艺时，了解到用来生产金属镁的原材料矿石——碳酸镁本身就是一种高强度、耐腐蚀的物质。在返程的飞机上，单智伟教授提出了在镁合金表面制备纳米级碳酸镁膜来实现腐蚀防护的想法。问题的关键是找到活化二氧化碳的办法，使其更容易与氧化镁发生化学反应。

他们利用电子束辐照技术，成功地让二氧化碳在室温下与镁合金表面的原生氧化层或腐蚀产物发生反应，生成一层致密、牢固的纳米级碳酸镁层。实验测试表明，这种纳米膜可使测试样品的腐蚀电流降低约三个数量级，自腐蚀电位降低约一倍。与此同时，长有这种纳米膜的微纳尺度样品的屈服强度提升了近两倍，连续变形能力提升了近五倍，抗氧化温度提升了 200℃。这种方法简单易行、绿色环保，为新型耐腐蚀镁合金的研制提供了全新的技术思路。

—摘编自电镜网 2018-10-10

## 太阳能光解水制氢领域取得重要研究进展

(Molecular Engineering of Donor-Acceptor Conjugated Polymer/g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> Heterostructures for Significantly Enhanced Hydrogen Evolution under Visible - light Irradiation)

近日，国际著名学术期刊《Advanced Functional Materials》以研究论文形式在线报道了华东理工大学化学与分子工程学院田禾院士和花建丽教授团队在太阳能光解水制氢领域上的重要研究进展。

太阳能驱动半导体光催化制氢被视为解决清洁能源制备和环境问题的理想途径之一。传统的光催化材料存在可见光响应弱、制备条件苛刻及资源短缺等问题。相对于无机半导体光催化剂，有机半导体光催化剂具有合成方法多样、易功能化修饰、能带结构和电子易调控等诸多优势，使其在光催化制氢领域具有巨大的应用潜力。尤其是近几年发展起来的有机共轭聚合物材料，由于其合成方法的多样性和单体选择的广泛性，赋予了有机共轭聚合物化学结构和电子性能的易调控特性，成为一类新型的有机光催化材料，吸引了众多的研究关注。此外，石墨相氮化碳(g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)作为一种新兴的有机半导体，有着优异的光电化学性能，被广泛应用于光催化制氢，但其对可见光的捕获能力较弱以及表面电子-空穴容易复合的缺点，大大限制了其制氢性能。因此，在 g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 光催化界面中如何有效地吸收光能并实现高效的光生载流子的分离与利用是光电界面化学研究领域的重要挑战之一。

花建丽教授课题组在前期通过染料敏化半导体改善光催化剂光捕获能力和电子-空穴分离效率，提高制氢性能的研究基础上，进一步提出了**有机共轭聚合物/g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 异质结的分子工程策略提高光解水制氢性能**。在该项工作中，研究者设计合成了三个具有不同电子供体和苯并噻二唑受体结构单元的有机共轭聚合物半导体光催化剂，通过改变共轭骨架中电子供体基团，实现有机共轭聚合物带隙的调控，从而提高有机聚合物/g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 异质结光催化活性。研究表明，在聚合物共轭骨架中引入强的电子供体（N-杂茛基团）可大大降低聚合物的能隙带宽，提高聚合物异质结光催化剂对可见光的有效吸收，同时构成的 Type II 型异质结进一步促进了电子-空穴的分离，使其表观量子产率（AQY）在 520 nm 处高达 27.32%，取得有机聚合物/g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 异质结光催化剂制氢最高 AQY。此工作为有效提高有机共轭聚合物的光催化性能提供了潜力巨大的设计空间与制备策略，并为其它类型的高效稳定聚合物半导体光催化剂（如：MOFs、COFs 和 CTFs 等）的开发提供了新思路。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-10-18

# LED 领域重大突破

(perovskite light-emitting diodes based on spontaneously formed submicrometre-scale structure)

近日，由西北工业大学黄维院士与来自南京工业大学王建浦教授带领的团队在钙钛矿发光二极管（LED）领域再次取得重大突破。首次通过自发形成的具有亚微米尺度的离散型钙钛矿，使 LED 的光提取效率得到大幅度提升，在低成本、高亮度、大面积 LED 领域展现出独特的应用潜力，相关成果发表在《Nature》上。

LED 能够将电能转成光能，被称为第四代照明光源或绿色光源，在显示与照明领域应用广泛，具有广阔的市场前景以及巨大的市场价值。但是，目前平面结构的 LED、尤其是有机发光二极管（OLED）的发光效率还比较低，原因在于除了约 20%-30% 的光子能通过折射离开器件外，其他光子都被限制在器件中，因此科学家们通常采用光提取技术来提高 LED 的出光效率，然而该方法需要增加图案化光栅等特殊结构，并且成本高、制备工艺复杂，往往还会造成 LED 发光光谱和出光方向的改变，从而影响发光效率。

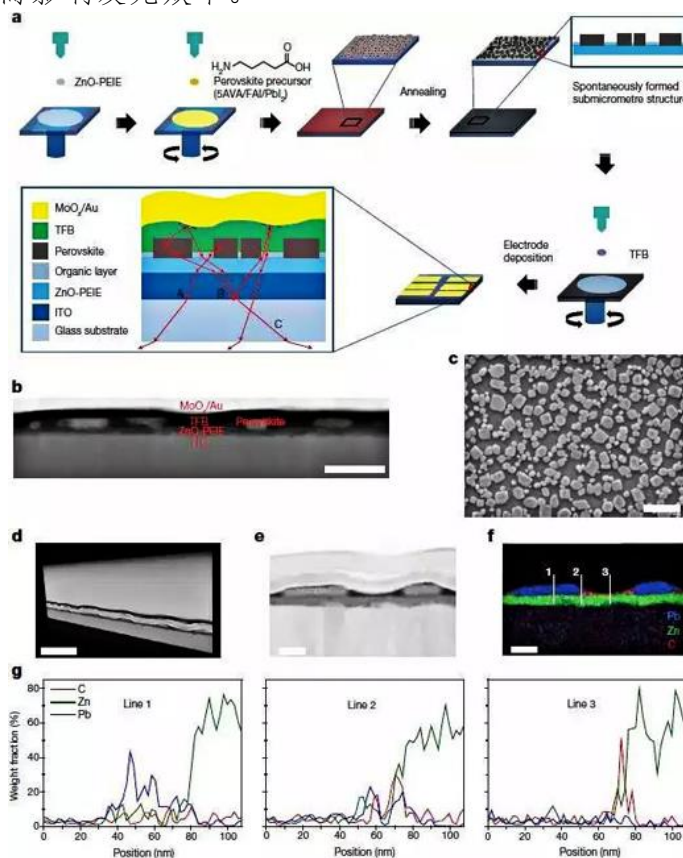


图 1. 钙钛矿 LED 的制备与亚微米结构表征

针对这一世界性的重大科学难题，黄维院士以及王建浦教授所带领的团队，通过一种简单的低温溶液法，实现了由一层非连续、不规则分布的钙钛矿晶粒和嵌入在钙钛矿晶粒之间的低折射率有机绝缘层组成的发光层，进而大幅度地提高了 LED 的光提取效率。据南工 IAM 团队学术带头人、该研究主要负责人、南工先进材料研究院常务副院长王建浦教授介绍，使用该方法制备的 LED 器件外量子效率达到 20.7%，在  $100 \text{ mA cm}^{-2}$  的电流密度下能量转化效率达到 12%。此外，通过与浙江大学田鹤教授、戴道铎教授团队之间的合作，他们发现该方法形成的非周期性结构可以将 LED 光提取效率提高 10 个百分点。

黄维院士告诉记者，IFE 与 IAM 团队作为国际上钙钛矿发光领域的开拓者之一，致力于解决钙钛矿发光器件中存在的效率和稳定性问题，继开展“钙钛矿维度调控实现高效发光”研究以来，此项研究成果再次实现了钙钛矿 LED 发光领域的重大突破，与目前市场上的 OLED 相比，所获得的器件效率大体一致，甚至在高亮度条件下的能量转化效率优于 OLED，从而展现出非常广阔的应用前景。

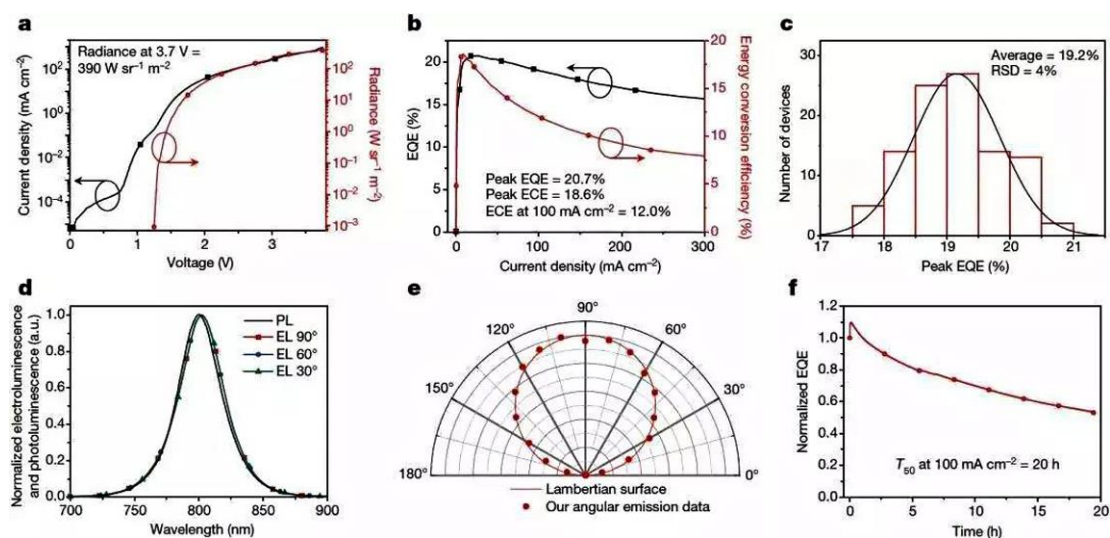


图 2 钙钛矿 LED 的光电特性

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。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-10-13

## 黑磷单晶的高压研究重要进展

(Pressure-induced phase transitions and superconductivity in a black phosphorus single crystal)

最近，中科院物理所/北京凝聚态物理国家研究中心极端条件物理重点实验室，联合美国德克萨斯大学奥斯汀分校、日本东京大学教授等合作者，采用六面砧大腔体高压低温物性测量装置，在 15GPa 静水压、1.5 K 最低温和 9T 磁场的综合极端环境下，对高质量的黑磷单晶开展了细致的高压下磁电输运性质测量，重现了黑磷丰富的高压相和电子物态，并详细表征了它们的磁电输运行为，为全面理解黑磷高压相的物理性质提供了重要信息。相关成果近日发表在《PNAS》上。

黑磷是磷的一种同素异形体，常压下具有二维层状结构，是直接带隙半导体。自从 2014 年复旦大学教授张远波和中国科学技术大学教授陈仙辉等发现二维黑磷场效应晶体管表现出很高的载流子迁移率和良好的 I-V 特性，其作为新型的带隙可调的二维电子材料受到了广泛关注(黑磷或将成“第二个石墨烯”)。同时，也激发了人们对黑磷单晶重新研究的兴趣，中国科学院物理研究所的多个课题组分别从不同角度对其开展了实验和理论的研究。

早期的高压研究显示，黑磷在常压下具有正交结构 (A17 相)，高压下会经历两个结构相变，分别在约 5GPa 和 10GPa 依次转变为菱方结构 (A7 相) 和简单立方结构 (SC)，而且这两个高压相在低温下都出现超导电性。最近，人们利用活塞-圆筒压腔在 2.5GPa 的静水压范围内对黑磷单晶开展了详细研究，发现其在约 1GPa 还会发生 Lifshitz 转变，从半导体转变为具有非平庸贝里相位的拓扑半金属，磁电阻和霍尔电阻均表现出明显的量子振荡以及具有手性反常的负磁阻行为。然而，由于高压技术的限制，人们对 A7 和 SC 这两个高压相的磁电阻行为，尤其是在较好静水压下的内禀性质还缺乏系统的研究。

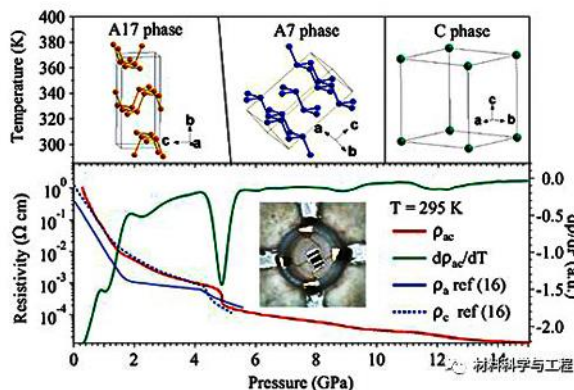


图 1. 黑磷单晶的结构相变与电阻的压力依赖关系。

他们首先利用六面砧装置测试了黑磷单晶的室温电阻率随压力的依赖关系，如图 1 所示，电阻率在~1GPa、5GPa 和 10GPa 表现出明显的反常，分别对应 A17 相的 Lifshitz 转变、A17-A7 和 A7-SC 结构相变，与之前的高压研究结果吻合。

然后，他们对不同的高压电子相开展了详细的磁电输运性质测量，当黑磷在 A17 相内经历 Lifshitz 转变后，零场电阻率表现为金属行为，且电阻率值随压力升高逐渐降低，当施加 8.5T 磁场后，低温电阻率呈半导体特征，在很大温区表现出巨大的正磁阻效应，在 2GPa、1.5K、8.5T 时 MR 高达  $4 \times 105\%$ ，此外低温下还伴有明显的 SdH 量子振荡，但是没有超导电性；然而，当黑磷在 5GPa 以上进入 A7 相之后，零场电阻率在低温 3-5K 出现超导电性（图 2），同时仍然表现出很大的正磁阻效应，在 5.5GPa、1.5K、8.5T 时 MR 达到了  $\sim 2 \times 103\%$ ，具有如此大正磁阻的超导体是很少见的，非常值得深入研究；

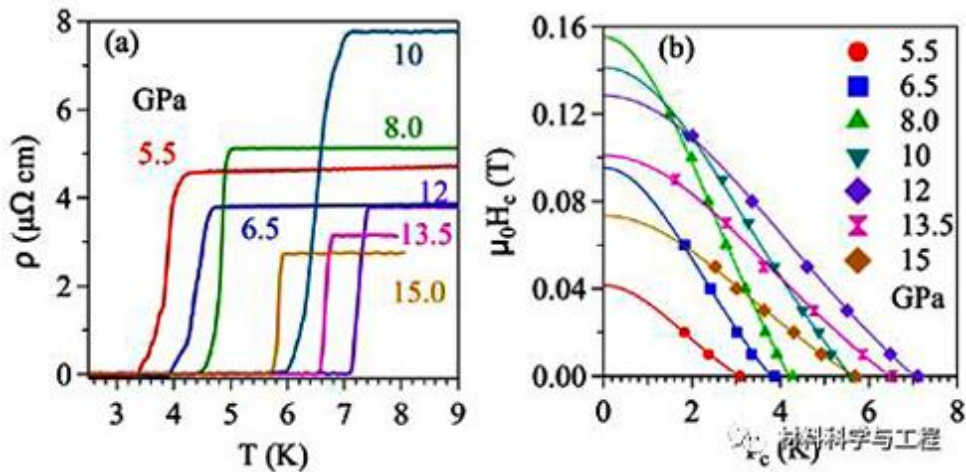


图 2. (a)黑磷单晶的超导转变随压力的演化关系；(b)超导转变临界场随压力的变化关系。

当黑磷在 10GPa 以上进入 SC 相以后，其电阻率表现出简单金属行为，超导转变温度逐渐升高，12GPa 时达到最高的 7.5K，然后随压力升高又逐渐降低，15GPa 时降至 5.8K（图 5），正常态的正磁阻值也急剧减小到典型金属范围，1.5K、8.5T 时 MR  $\sim 20\%$ 。通过修正的 Kohler 模型对磁电阻数据进行拟合，发现 A17 相的载流子迁移率非常高 ( $\sim 104 \text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{S}^{-1}$ )，这可能是其具有巨大正磁阻的起源，在经历 A7 和 SC 相转变后迁移率逐步减小，同时对霍尔电阻率分析显示，有效载流子浓度逐步得到提升，但在 A17 和 A7 相中霍尔电阻随磁场均出现正负号变化（图 4），表明黑磷在这两个相都具有补偿半金属特征。

此外，通过第一性原理计算，他们还利用 McMillian - Allen - Dynes 公式很好地重现了简单立方相的超导转变温度。以上研究结果对全面理解黑磷单晶不同高压相的电子行为提供了重要参考信息。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-10-10



## 中国发布全球首辆碳纤维地铁

当地时间 9 月 18 日下午，在德国举行的柏林国际轨道交通技术展（InnoTrans 2018）上，中车四方股份公司正式发布新一代碳纤维地铁车辆“CETROVO”。

相较传统地铁，新一代地铁车辆最大的特点是**更轻、更节能**。新一代地铁车辆采用**先进的碳纤维技术**，车体、转向架构架、司机室、设备舱及设备机体等均使用碳纤维复合材料制造，与采用钢、铝合金等传统金属材料相比，新一代碳纤维地铁车辆的车体、司机室、设备舱分别减重 30% 以上，转向架构架减重 40%，**整车减重 13%**。

与传统地铁相比，新一代地铁车辆拥有**更强的适用性**，在运营组织上更加灵活，并能适应更复杂的运行环境。目前，我国的地铁车辆都是固定编组，车厢的节数是不可变的。新一代地铁车辆首次开发了**“灵活编组”**功能，列车以 2 节为最小的编组单元，能够根据运营需求实现**“2+N”**节灵活编组，**在 2 节至 12 节范围内任意搭配车厢**，并且完成“变身”只需不到 5 分钟。

新一代地铁车辆采用先进的减振降噪技术，**乘坐更舒适**。新一代地铁车辆首次采用**全主动悬挂技术**，在行驶途中，当车厢产生振动时，能够立刻探测到，并对悬挂系统的阻尼进行动态调整，使悬挂系统时刻处在最佳的减振状态，从而使地铁车辆**“跑得更稳”**，车厢内也更安静。

应用现代智能化技术，新一代地铁车辆还是高度智能的**“智慧列车”**。车厢进入**“触控”**时代。车窗变身为一个触控显示屏，成为能传达各种图文视频信息的**“魔窗”**。相当于一个超大版的**“Pad”**，乘客只需用手指触摸车窗，就能在车窗上看新闻、浏览网页、购票、刷视频、观看电视直播等，便捷地获取各种服务。车辆建立了强大的**智能化感知系统**，设有 1100 多个监测点，实时感知列车**“健康”**状态，使列车的运行更加安全可靠。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-09-22

## 填补国内空白，攀钢首次试制出这种棒材

日前，在鞍钢集团支持攀长特发展工作组指导推动下，攀长特首次成功试制出供出口的直径 810 毫米超大截面 D2 棒材，各项检验指标均符合用户要求，填补了国内大截面 D2 棒材生产空白。

D2 棒材生产用钢属于高碳莱氏体钢，因合金含量高、偏析严重、塑性差等特点，国内用于生产棒材的规格均小于直径 500 毫米。超过直径 500 毫米，均需采用大型锭，存在偏析更严重、锻造过程易开裂等一系列问题。

为解决大截面 D2 棒材的偏析及开裂问题，攀长特采取精选返回料及合金料进行冶炼，并在冶炼过程中对钢的纯净度等参数进行严格控制，对浇注温度等进行优化，制造出纯净度较高的优质钢锭。在锻造环节，组织专业人员进行技术研讨，确定出最佳的保温时间、终锻温度及锻造方法，严格控制各个道次的锻造变形量，保证了锻造棒材外观及探伤质量。

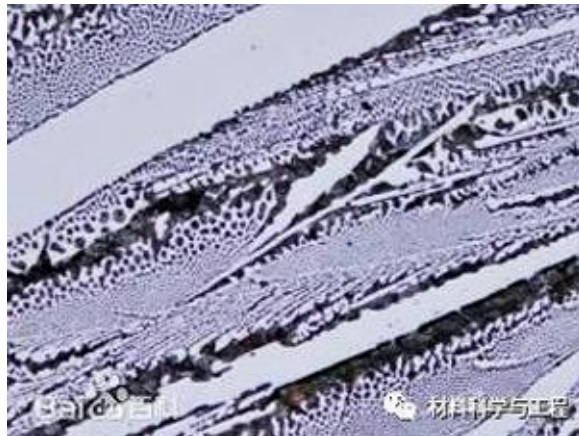


图 1 D2 棒材的室温组织

该公司科研人员与相关专业厂及辅助车间共同努力，在一个月內完成了超大截面 D2 棒材从炼钢到成品的各项任务。经检验，产品各项指标均合格，为生产更大规格的 D2 棒材，进一步扩大市场份额奠定了坚实基础。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-10-18

## 福特利用石墨烯材料降低发动机噪音

与 Eagle Industries 和 XG Sciences 合作，福特提出一种方法，将在燃油导轨盖、泵盖和前发动机盖等十多个发动机舱部件中采用石墨烯材料。石墨烯非常薄，但是非常柔韧，且具有非常强的隔音性能，其将与泡沫材料混合，形成在强度和降噪方面都非常优异的新部件。。



图 1 福特汽车

测试显示，与没有任何石墨烯含量的相同泡沫材料相比，福特的含石墨烯泡沫材料可将噪音降低 17%，机械性能提高 20%，耐热性能提高 30%，而且最重要的是，含石墨烯的材料并没有增加部件重量。。

虽然部件添加盖子通常会增加重量，从而损害汽车的燃油经济性，但是石墨烯具轻质特性，实际上，其会降低整体部件的重量。福特可持续发展和新兴材料高级技术负责人 Debbie Mielewski 表示：“我们取得的突破不在于材料本身，而在于我们如何使用该材料。我们使用非常小的量，不到 0.5% 的石墨烯就可显著提升部件耐用性、降噪性并且减轻重量。”

福特表示，今年年底，该新石墨烯材料将用于福特 F-150 和福特野马车型发动机舱部件的生产，之后再将其扩展用于福特乘用车阵容中的其他车型。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-10-10

## 创业 or 学业？课堂教学仍是高等教育的核心

对目下的大学而言，课堂教学的确需要认真而合理地改进和调整。但这种改进和调整不能以资金大投入的砸钱方式轰轰烈烈地进行，特别是不应该在重要性上说得无限美好，在操作上仍采取行政式的“抓重点”、标准化以及应试教育的陈旧方法。这种让少数人继续中饱私囊的方法，只能让更多的一线教师失去教学的热情和动力。

近日，一段浙江某高职学校创业学院副院长的讲话视频引起了网友的热议。热议的内容主要与这位副院长所举的例子有关。大意是他们学院的一名学生 7 门课挂科，但学院有感于他的“创业精神”，不仅让他如期毕业，还推荐其为浙江省优秀毕业生。

在中国似乎有一个特点，有一些事情非要做到极端，才会引起人们的注意，而等到让人注意到时，已经是正误立判了。因此，这个高职学校创业学院的做法引发网友的批评也是必然的。

有意思的是，面对网友的批评，这位副院长回应说：“在创业学院，我们认为学业好当然是好学生，但是他（她）创业好，我们认为是更好的学生。”

其实，所谓“创业好”本身就是一个模糊的说法。因为创业是一个长期的过程，初期的状态好，不见得后来会成大器；同理，初期的状态不算好，度过了艰难期，很有可能会生机盎然。可见，“创业好”不是一个明确的可以在短期内进行评价的标准。如果按照这个标准，或仅意味着浙江这所高职学校可以给任何一位创业成功人士发文凭，只要他们前来注册。而其后果，则是促使国内大学的文凭彻底的商品化。

在网友的评论中，说得最多的是“学生以学业为主”，这听上去像毕业鉴定里的老生常谈，却触及到了大学教育的核心。需要补充说明的是，这里的“学业”并非抽象的，或者是一个综合的概念，它主要体现在课堂教学中。也就是说，大学教育的核心以前是课堂教学，以后也仍然是。

在大学中，学业与创业并非截然对立，但它们总有一个主次之分。在社会的创业浪潮中，“双一流”大学还凭着自身的底气，没有盲目跟风，但一些三本以下的高职院校就无法淡定，上面提到的浙江某高职学校不过是跟风的典型而已。

这些学校最常见的做法是以创业实绩抵换学分，最高的抵换额达到了 50 个学分。如果以一门课 2 个学分计算，要少上 25 门课，以每门课 3 个学分算，也要少上 17

门课。减去以往的社会实践课程的学分，一名创业的学生至少可以少上 10 门课左右。这还不包括一些高职院校实行的“土政策”——“谈生意可以请假不上课”。

课堂教学关乎知识的积累，没有一定量的知识积累，不仅在知识的全面性上有所欠缺，在整体素养上也必然有所差异。经历正规的全日制大学课堂教学过程的学生，哪怕是时而走神，或并非全力以赴，其审美、气质和行为方式与培训机构或电视大学出身的毕业生也有着明显的区别，就是一个例证。

这一差异来自课堂教学形成的氛围。虽然这几年“慕课”的片面提倡和电化教学手段的过度使用，正在削弱课堂教学中“人”的因素的伸张，冲淡这个氛围，但它的问题出现在管理方式和操作手段上，与氛围本身无关，更不能成为学校任意减课、学生随意翘课的借口。

学生如果执着于创业，完全可以用保留学籍的方式暂时休学，边创业、边读书也应该以遵守基本的教学规范和秩序为原则。7 门课挂科还可以正常毕业，甚至被推荐为省级优秀毕业生，等于是变相地鼓励不重学业者，对于学业成绩优异者则是明显的不公。

以创业抵换学分的政策，其实仍停留在“快乐的大学”的阶段。任何不合理的减量都是退而求其次的，现在它可以减少课堂教学的量来换取一种创业的积极性，以后，随着社会的变化和政策的调整，还可以另外的理由来减少课堂教学的数量。这样无休止地减下去，大学的核心就会被一点一点地瓦解。

对目下的大学而言，课堂教学的确需要认真而合理地改进和调整。但这种改进和调整不能以资金大投入的砸钱方式轰轰烈烈地进行，特别是不应该在重要性上说得无限美好，在操作上仍采取行政式的“抓重点”、标准化以及应试教育的陈旧方法。这种让少数人继续中饱私囊的方法，只能让更多的一线教师失去教学的热情和动力。

而有关创业，比在课堂教学上减量更合理的方式是增量，即在保证原有的教学时数的基础上，另外开设有关创业的选修课程，让能者多劳，感兴趣者进趋。既不影响原有的课堂教学，又给创业者提供相应的知识支撑，这才是一举两得之策。

—摘编自悉尼协议研究院公众号 2018-04-09

## 合金强化机制到底有哪些

合金强化是一个比较大而广泛的概念，大致上可理解为在金属中加入合金元素，并提高合金的强度；具体说是提高金属抵抗范性形变能力的有效和常用方法。合金元素可以以多种形式存在于基体中：作为溶质原子在固溶体中无序分布，与溶剂原子组成有序结构，形成在结构与成分上与基体不同的弥散质点，并形成尺寸相当的复相混合物等；它们对位错运动的不同程度的阻碍作用是使合金获得高强度的直接原因。合金元素通过改变基体点阵类型，也能使基体晶粒细化，增大基体的淬透性，间接地提高合金的强度。

不同种类的合金强化过程，有不同形式的强化机制。

### 固溶强化

溶解在固溶体中的合金元素引起的强化称为固溶强化。最基本的情况是合金元素的原子无序地分布在基体中，构成均匀的单相固溶体。由于合金原子与位错之间存在着力学的、化学的以及电学的相互作用，而相互作用能又是位错与溶质原子相对位置的函数，因此滑移面上的位错就如同处在混乱分布的大大小的能峰与能谷之间，构成了位错滑移的障碍，全部相互作用的统计效果决定着驱使位错运动所必须的应力。碳在钢的马氏体中的作用可以作为这种机制的一个例子。

### 第二相质点强化

在合金中常常用弥散的第二相质点来提高强度，最高强度对应于第二相质点尺寸不大，且呈高度弥散分布的状态，这些第二相往往是金属化合物或氧化物，比基体硬得多。

如第二相质点是利用固溶体脱溶沉淀产生的，称沉淀强化。在高强度铝合金、钢、镍基高温合金中广泛地应用着这种强化方法。

### 有序合金的强化

由于同类原子和异类原子的键合能不同，固溶体中原子分布也不是完全杂乱的，可能存在异类原子在点阵中局部地或整体地有规则排列的结构超结构即短程序或长程序(见有序-无序相变)，由这种有序结构而引起的强化称有序合金强化。

对于以尺寸相当的两相或多相混合物组成的合金，除在每一相中上述强化机制仍起作用之外，还要计入相界面对强度的贡献。在特殊情况下，合金元素引起固溶体屈服强度降低，例如某些硅合金以及在低温下的某些铁合金，称为固溶软化效应。

## 铝合金强化机制有哪些？

### 1. 固溶强化

纯铝中加入合金元素，形成铝基固溶体，造成晶格畸变，阻碍了位错的运动，起到固溶强化的作用，可使其强度提高。根据合金化的一般规律，形成无限固溶体或高浓度的固溶体型合金时，不仅能获得高的强度，而且还能获得优良的塑性与良好的压力加工性能。Al—Cu、Al—Mg、Al—Si、Al—Zn、Al—Mn 等二元合金一般都能形成有限固溶体，并且均有较大的极限溶解度，因此具有较大的固溶强化效果。

### 2. 时效强化

合金元素对铝的另一种强化作用是通过热处理实现的。但由于铝没有同素异构转变，所以其热处理相变与钢不同。铝合金的热处理强化，主要是由于合金元素在铝合金中有较大的固溶度，且随温度的降低而急剧减小。所以铝合金经加热到某一温度淬火后，可以得到过饱和的铝基固溶体。这种过饱和铝基固溶体放置在室温或加热到某一温度时，其强度和硬度随时间的延长而增高，但塑性、韧性则降低，这个过程称为时效。在室温下进行的时效称为自然时效，在加热条件下进行的时效称为人工时效。时效过程中使铝合金的强度、硬度增高的现象称为时效强化或时效硬化。其强化效果是依靠时效过程中所产生的时效硬化现象来实现的。

### 3. 过剩相强化

如果铝中加入合金元素的数量超过了极限溶解度，则在固溶处理加热时，就有一部分不能溶入固溶体的第二相出现，称为过剩相。在铝合金中，这些过剩相通常是硬而脆的金属间化合物。它们在合金中阻碍位错运动，使合金强化，这称为过剩相强化。在生产中常常采用这种方式来强化铸造铝合金和耐热铝合金。过剩相数量越多，分布越弥散，则强化效果越大。但过剩相太多，则会使强度和塑性都降低。过剩相成分结构越复杂，熔点越高，则高温热稳定性越好。

### 4. 细化组织强化

许多铝合金组织都是由  $\alpha$  固溶体和过剩相组成的。若能细化铝合金的组织，包括细化  $\alpha$  固溶体或细化过剩相，就可使合金得到强化。

由于铸造铝合金组织比较粗大，所以实际生产中常常利用变质处理的方法来细化合金组织。变质处理是在浇注前在熔融的铝合金中加入占合金重量 2~3% 的变质剂（常用钠盐混合物： $2/3\text{NaF}+1/3\text{NaCl}$ ），以增加结晶核心，使组织细化。经过变质处理的铝合金可得到细小均匀的共晶体加初生  $\alpha$  固溶体组织，从而显著地提高铝合金的强度及塑性。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-09-30