

# 先进制造与新材料 动态监测快报

2021年 第17期

总第375期

## 重点推荐

美 DOE 提升微电子技术能源效率

美 DOE 加速智能制造技术推广应用

美打造国家创新网络推动深层次技术市场化

澳发布《解决废塑料问题的先进回收技术》报告

科技进展：双层硼烯、高效蓝色室温磷光

## 目 录

### 项目资助

美 DOE 提升微电子技术能源效率 .....	1
美 DOE 加速智能制造技术推广应用 .....	2
美打造国家创新网络推动深层次技术市场化 .....	2

### 行业观察

澳发布《解决废塑料问题的先进回收技术》报告 .....	3
-----------------------------	---

### 研究进展

美学者首次制备出双层硼烯 .....	5
高效蓝色室温磷光 .....	5
最小生物超级电容器 .....	6
新型绝缘材料改善电力传输 .....	7
高迁移率的小型半导体电子器件 .....	8
新型防护纳米涂层增强织物防火防紫外线能力 .....	8

### 美 DOE 提升微电子技术能源效率

8月25日，美国能源部（DOE）宣布将出资5400万美元，资助由国家实验室牵头的微电子项目，以提高微电子设计与生产的能源效率，激发美国在该领域的创新，作为未来国内技术开发和制造的基础。同时，解决微电子技术与摩尔定律保持同步所面临的挑战，即微电子及处理设备不断小型化，而生产所需的能源并没有以同样的速度减少。

这些项目涉及材料、物理、架构及软件等多学科协作，将探索基于人脑设计的新计算架构，超低功耗电子器件，低温、纳米尺度和量子传感器等。主要围绕三个主题领域开展：①新材料、化学、合成和制造；②新的计算范式和架构；③集成传感、边缘计算和通信。具体参见下表。

	领衔机构	研究主题
1	阿贡国家实验室	超密集、近乎完美的原子和突触记忆
2	阿贡国家实验室	材料与计算机架构研究的变革性协同设计方法
3	费米国家加速器实验室	借助于新制造工艺，用于传感和边缘计算的混合低温探测器架构
4	劳伦斯伯克利国家实验室	CMOS 上纳米传感器的协同设计与集成
5	劳伦斯伯克利国家实验室	超越 CMOS 的微电子超低压协同设计
6	国家可再生能源实验室	用于抗辐射集成中子探测的氮化物材料与界面
7	橡树岭国家实验室	同时使用人工智能方法设计神经形态软硬件及应用程序
8	普林斯顿等离子体物理实验室	用于量子传感器的金刚石共掺杂
9	桑迪亚国家实验室	利用固有的物理随机性，开展神经基础的协同设计与改进
10	SLAC 国家加速器实验室	原子到系统的协同设计：变革数据流以加速科学发现

万 勇 编译自[2021-08-25]

*DOE Announces \$54 Million to Increase Energy Efficiency in Microelectronics Technologies*

<https://www.energy.gov/articles/doe-announces-54-million-increase-energy-efficiency-microelectronics-technologies>

## 美 DOE 加速智能制造技术推广应用

8月27日，美国能源部（DOE）与“制造业美国”网络中的清洁能源智能制造创新研究所（Clean Energy Smart Manufacturing Innovation Institute, CESMII）联合宣布将建设四个新的智能制造创新中心（Smart Manufacturing Innovation Centers, SMICs），总数达到八个<sup>1</sup>。通过专业培训和直接的行业参与，这些中心将助力美国制造商运用智能制造技术优化能源和材料的使用。

智能制造创新中心 依托机构	主要工作内容
1 凯斯西储大学	支持具有智能制造意识并准备实施的中小型制造商。
2 Feyen Zylstra	为中小型制造商的“公民技术专家”（参与技术项目的公民）和智能制造系统集成商提供智能制造培训，重点是汽车、食品和消费品等关键垂直行业。
3 普渡大学	为智能制造分发一系列人工智能/机器学习解决方案，帮助各行各业和中小型制造商实现新的效率、生产力、质量和性能水平，同时建立弹性供应链网络。
4 宾夕法尼亚州立大学新肯辛顿分校	提供细分的劳动力智能制造培训，助力制造商做好数字化转型准备，并启用新的数字制造中心。重点是机械加工、制造等关键垂直行业的中小型制造商。

万勇 编译自[2021-08-27]

*Department of Energy Announces Expansion of Smart Manufacturing Innovation Centers to Accelerate Adoption of Smart Manufacturing Technologies*

<https://www.energy.gov/eere/articles/department-energy-announces-expansion-smart-manufacturing-innovation-centers>

## 美打造国家创新网络推动深层次技术市场化

8月25日，美国国家科学基金会（NSF）宣布启动五家“创新公司”（Innovation Corps, I-Corps）中心以建设美国国家创新网络骨干，该网络将由大学、NSF 资助的研究人员、企业家、地方和区域企业家社区以及其他联邦机构组成，帮助研究人员学习如何将基础研究成果推向市场。这五大中心将共同努力，在全美建立和维持多元化、包容性的创新生态系统。

本次成立的五大 I-Corps 中心是基于 2011 年由 NSF 推出的“创新公司”计划，

<sup>1</sup> 编者注：先前建立的四个智能制造创新中心分别位于北卡州立大学、伦斯勒理工学院、德州农工大学和加州大学洛杉矶分校。

该计划旨在为 NSF 受资助者提供各种资源，以帮助受资助者弥合在科学发现与技术创新之间的空档，推动深层次技术（deep technologies）的商业化。深层次技术是指 1~3 年内将走向大规模商业化和资本化的前沿技术，主要包括生命科学、人工智能、先进制造、新材料、新能源、机器人、出行升级、脑科学、太空创业等领域。每个 I-Corps 中心将由至少八所大学组成的区域联盟构成，在未来五年内获得 300 万美元/年的 NSF 公共资助。

I-Corps 中心的主要职责包括：创建和利用工具、资源和培训活动，以增强国家创新能力；识别、开发和支持有可能产生经济价值的研究；收集、分析、评估和利用 I-Corps 项目人员经验中的数据和见解；为不同的创新者群体提供机会；在全美范围内分享和利用有效的创新实践。

黄健 编译自[2021-08-25]

*NSF fosters the National Innovation Network through new I-Corps Hubs*

[https://www.nsf.gov/news/special\\_reports/announcements/082521.jsp](https://www.nsf.gov/news/special_reports/announcements/082521.jsp)

## 行业观察

### 澳发布《解决废塑料问题的先进回收技术》报告

8 月，澳大利亚联邦科学与工业研究组织（CSIRO）发布了题为《解决澳大利亚废塑料问题的先进回收技术》（*Advanced recycling technologies to address Australia's plastic waste*）的报告。报告首先总结了澳大利亚废塑料的来源及先进回收技术类别，并从政治、经济、社会、技术、法律与标准、环境（PESTLE）等角度分析了澳大利亚推广先进回收技术的影响因素，在此基础上提出了建立澳大利亚先进废塑料回收行业的行动建议。

报告指出，废塑料是澳大利亚废物管理和资源回收的关键问题。混合废塑料通常是复杂的，由多种不同成分的聚合物组成。原料的复杂性和可变性使得澳大利亚传统塑料回收技术及产业无法适应回收需求。过去这些废塑料都是通过出口并在国外进行回收加工处理，但是自 2021 年 7 月 1 日起，总共约 15 万吨混合废塑料无法出口且不太适合进行机械回收。如果没有额外的分拣和处理，这些废塑料将被送往填埋场填埋。

报告指出，不适合机械回收的废塑料可以采用先进回收（也称为化学或原料回收）技术进行处理，将是澳大利亚未来的重大经济机遇。先进回收技术不仅可以帮助澳大利亚实现到 2030 年平均回收 80% 塑料的国家目标，还可以形成废塑料回收产业，从而支持材料生产和消费的循环性和可持续性。报告总结了纯化、解聚和转化等主要的先进回收技术类型，并确定了这些产品的次级产品和市场途径。澳大利亚拥有独特的技术专长，适合启动先进的废塑料回收行业，利用现有基础设施（如炼油厂或蒸汽裂解厂）回收塑料废物。

报告认为，澳大利亚需要推动 PESTLE 框架评估，并鼓励企业积极参与，并采取以下行动打造澳大利亚先进废塑料回收产业：

- 推动先进废塑料回收利用的全国范围讨论，以提高公众对现有技术的认识，促进公众了解先进回收技术相较于废弃物资源化技术的优势及差异；
- 通过国家废塑料回收中心等方式支持废塑料回收试点、示范，并推动供应链合作，扩大创新网络规模；
- 协调政府法规、政策，以推广先进回收利用技术；
- 政府的支持和参与，这对于启动先进回收行业至关重要；
- 推动先进废塑料回收技术研发，经济指标全面超越废弃物资源化技术；
- 推动供应链全面合作，包括废弃物管理者、技术提供商、聚合物制造商、炼油厂运营商、塑料制造商/回收商和消费品牌制造商，以满足回收聚合物的需求和供应；
- 推动先进回收技术经济和生命周期评价研究，以进一步证明技术在商业上和环境中是无害的；
- 采用全球公认认证流程，为通过先进回收技术加工的回收聚合物和塑料提供监管认证和市场信心。

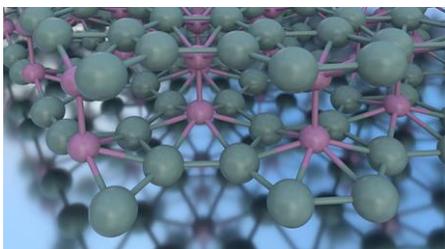
黄 健 编译自[2021-08-25]

*Advanced recycling turning plastic waste into resources*

<https://www.csiro.au/en/news/News-releases/2021/Advanced-recycling-turning-plastic-waste-into-resources>

urces

### 美学者首次制备出双层硼烯



所有原子均为硼，粉色硼原子参与层间键合

美国西北大学 Mark Hersam 教授和莱斯大学 Boris Yakobson 教授共同率领的研究团队首次创制出双层硼烯结构，突破了硼超出单原子厚度易于形成非平面团簇的自然倾向。

五年前，该联合研究团队与阿贡国家实验室合作，首次制备得到仅为单原子厚度的硼烯<sup>2</sup>。理论研究预测，双层硼烯也是可以制备的。由于块状硼不具备石墨的层状结构，单层以上的生长往往会形成团簇，因而控制团簇就成为制备多层硼烯的关键所在。

在该研究中，研究人员在平面的银衬底上制备硼烯，高温条件下，银在原子级台阶结构之间形成非常平坦的“梯田”，继续制备硼烯可形成第二层。这种双层结构既保持了硼烯的各种理想的电子性能，还具备新的特点，如双层之间的空隙可存储能量或化学物质。

相关研究工作发表在 *Nature Materials*（文章标题：Borophene synthesis beyond the single-atomic-layer limit）。

王 轩 编译自①[2021-08-26]②[2021-08-30]

① *Engineers create double layer of borophene for first time*

<https://news.northwestern.edu/stories/2021/08/engineers-create-double-layer-of-borophene-for-first-time/>

② *Bilayer borophene is a first*

<https://news.rice.edu/2021/08/30/bilayer-borophene-is-a-first/>

### 高效蓝色室温磷光

蓝光是固态照明和全彩显示的核心组分，同时在生物医学、光通信等领域具有广阔的应用前景。当前，各种蓝光材料受到广泛关注。其中，有机室温磷光材料是热门研究前沿之一，连续两年（2019、2020 年）被中科院与科睿唯安联合发布的《研究前沿》评选为化学与材料科学领域 TOP 10 热点前沿。

西北工业大学、南京工业大学和新加坡国立大学的一项联合研究利用简单分子实现了优异的磷光性能。

研究人员通过“发色团限域”策略，以均苯四甲酸（PMA）多羧酸化合物为研

<sup>2</sup> 2016 年第 19 期《先进制造与新材料动态监测快报》有相关报道。

究模型，合成出均苯四甲酸四钠盐（TSP）的高效蓝色室温磷光离子晶体材料。光激发后，该材料展示出持续时间 3 秒多的肉眼可见的明亮蓝色长余辉现象。其稳态光致发光光谱和磷光光谱几乎完全重叠，仅在 325 nm 处出现一个极小的荧光峰，磷光效率达 66.9%。

通过调整抗衡离子和发色团单元，研究团队设计合成出五种蓝色磷光材料、两种绿色磷光材料和五种黄色磷光材料，并都实现了长寿命、高效室温磷光。其中，蓝色室温磷光发光效率高达 96.5%，创造了新的记录。

相关研究工作发表在 *Nature Materials*（文章标题：Confining isolated chromophores for highly efficient blue phosphorescence）。

（王 轩 综合自《中国科学报》《光明日报》）

## 最小生物超级电容器

德国德累斯顿莱布尼兹固态和材料研究所 Oliver G. Schmidt 教授率领的研究团队研制出迄今为止最小的生物超级电容器，体积仅为 0.001 mm<sup>3</sup>，是此前能量储存设备的 1/3000，但仍能为血液中的微电子传感器提供高达 1.6 V 的电源电压，相当于 AAA 电池的电压。它还具有完全生物相容性，并可通过生物电化学反应补偿自放电行为。

研究人员通过折纸技术，将电容器所需的材料置于晶圆表面高机械张力下，利用受控方式，从表面分离出材料层，由于张力能量的释放，材料层会缠绕形成紧凑的、高精度和 95% 高成品率的三维组件。实验显示，使用 16 小时后，该电容器仍可保持 70% 的初始容量。天然存在于血液中的氧化还原酶和活细胞能将组件的性能提高 40%。研究人员表示，该储能系统为下一代生物医学的血管内植入物和微型机器人系统在人体小空间中的运行开辟了可能性。

相关研究工作发表在 *Nature Communications*（文章标题：Nano-biosupercapacitors enable autarkic sensor operation in blood）。

王 轩 编译自[2021-08-23]

*World First: Smaller than a speck of dust, voltage like a AAA battery - Smallest biosupercapacitor provides energy for biomedical applications*

<https://www.tu-chemnitz.de/tu/pressestelle/aktuell/10848/en>

## 新型绝缘材料改善电力传输

带有绝缘层的高压直流（high voltage direct current, HVDC）电缆可以埋入地下或铺设在海床上，从而大幅拓展输电网络。由于可再生能源的供应存在一定的波动，因此，通过长距离网络进行电力传输是确保输配电稳定可靠的必要条件。在长距离输电网络中，高效且安全的 HVDC 电缆是必不可少的组成部分，并发挥着至关重要的作用。

瑞典查尔姆斯理工大学 Christian Müller 教授率领的研究团队开发出一种新绝缘材料，其绝缘性可提升三倍，从而显著改善 HVDC 电缆的性能。

研究人员提出了一种提高绝缘材料绝缘性能的新方法。他们以聚乙烯为基础材料，通过添加非常少量（百万分之五）的聚（3-己基噻吩）共轭聚合物（P3HT），将电导率降低了三倍。而以往用于降低电导率的物质是各种金属氧化物和其他聚烯烃的纳米颗粒，但这些需要更高的添加量。

P3HT 共轭聚合物过去用于设计柔性和印刷电子产品，这是第一次被用作添加剂来测试改变塑料的特性。这项研究能够真正开辟一个新的研究领域，激励其他研究人员研究设计和优化具有先进电性能的塑料，用于能量传输和存储应用。

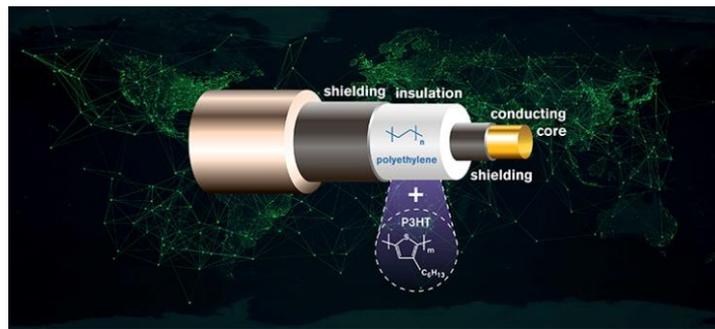


图 新绝缘材料的绝缘性提升了三倍

相关研究工作发表在 *Advanced Materials*（文章标题：Repurposing Poly (3-hexylthiophene) as a Conductivity-Reducing Additive for Polyethylene-Based High-Voltage Insulation）。

冯瑞华 编译自[2021-08-30]

*New Insulation Material Enables More Efficient Electricity Distribution*

<https://www.chalmers.se/en/departments/chem/news/Pages/New%20insulation%20material%20improves%20electricity%20transport.aspx>

## 高迁移率的小型半导体电子器件

当前，芯片器件的尺寸已缩小至纳米级，晶体管中的沟道设备表面之间的距离极小，设备表面不可避免的氧化现象和其他污染物往往会引起流经沟道的电子发生不必要的散射，并导致不稳定性和产生噪声，这对于量子器件来说是一个较为严重的问题。

澳大利亚新南威尔士大学 Alex Hamilton 教授率领的研究团队研制出高迁移率半导体电子器件，它是高频、超小型电子设备、量子点以及量子位应用的理想选择。

研究人员在晶体管上生长了一个超薄金属栅极，防止与半导体表面氧化相关的问题。这种新设计极大地减少了表面缺陷带来的不良影响，纳米级量子点接触的噪声明显低于使用传统方法制造的器件。这种全新的全单晶设计非常适合制造超小型电子设备、量子点和量子位应用。

研究人员在从生长室中取出晶圆之前，可以通过生长外延铝栅极来消除与表面电荷相关的问题。通过对比在结构及生长条件几乎相同的晶圆上制造的两个浅层高电子迁移率晶体管（一个具有外延铝栅极，另一个具有沉积在氧化铝电介质上的异位金属栅极），研究发现，外延栅极设计大大减少了表面电荷散射，电导率增加了 2.5 倍。研究人员进而对外延铝栅极进行图案化制造纳米结构，制造出的量子点显示出稳健且可重复的一维电导量子化和极低电荷噪声。

相关研究工作发表在 *Applied Physics Letters*（文章标题：High electron mobility and low noise quantum point contacts in an ultra-shallow all-epitaxial metal gate GaAs / Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As heterostructure）。

冯瑞华 编译自[2021-08-19]

*Home-grown semiconductors for faster, smaller electronics*

<http://www.fleet.org.au/blog/home-grown-semiconductors-for-faster-smaller-electronics/>

## 新型防护纳米涂层增强织物防火防紫外线能力

军装制服由多种纺织品制成，如棉、羊毛和合成混纺等。如果通过处理提高棉花的阻燃性能，棉花纤维本身会发生变化，导致棉花变硬；同样地，经过传统阻燃处理的尼龙，其强度也会变弱，并改变这类纺织品舒适、结实的本质。

美国得克萨斯农工大学 Jaime Grunlan 教授率领的研究团队开发出水性纳米涂层，可为军队制服提升防火、防紫外线以及化学识别能力。

研究人员开发了一种水性无毒解决方案，可以在不改变服装固有结构的情况下提升其性能。通过将衣物浸入特殊配置的带正电荷的溶液中，取出后再放入带负电荷的溶液中，相反电荷的吸引力将化学物质结合在一起，形成微小的纳米涂层附着在衣物表面。这种技术通常被称为浸轧处理，可以用各种溶液进行重复操作，每次

浸轧都可以形成多个涂层。每种溶液都经过专门定制，能够为织物增加不同品质。

为了防紫外线，研究人员向织物中添加了氧化锌或二氧化钛。通过混合正确的配比，可以优化服装的适用性，创造出既具有阻燃性又可以抵御紫外线光的材料。该设计的另一个独特功能是能够进行化学识别，如果纳米涂层暴露于有害物质中，衣物会改变颜色。

研究人员所使用的溶液其水基成分不会改变纤维结构，可保持纺织品的原形，并不受纳米涂层的影响。研究人员希望将这项技术从军装扩展到其他防护服领域，如儿童睡衣或油田制服，并创造出可以抵御化学物质的技术。

冯瑞华 编译自[2021-08-27]

*Grunlan enhances military clothing with newly developed protective nanocoatings*

<https://engineering.tamu.edu/news/2021/08/meen-grunlan-enhances-military-clothing-with-newly-developed-protective-nanocoatings.html>

# 中国科学院武汉文献情报中心      先进制造与新材料情报研究

跟踪和研究本领域国际重大的科技战略与规划、科技计划与预算、研发热点与应用动态以及重要科研评估等；围绕材料、制造、化工等领域的前沿科技问题及热点方向进行态势调研分析；开展本领域知识资源组织体系研究，构建重要情报资源组织加工服务平台等。我们竭诚为院内外机构提供具有参考价值的情报信息服务。

研 究 内 容		代 表 产 品
<b>战略 规划 研究</b>	开展科技政策与科研管理、发展战略与规划研究等相关服务，为科技决策机构和管理部门提供信息支撑。	宁波新材料科技城产业发展战略规划（中国工程院咨询项目） 中国科学院稀土政策与规划战略研究 国家能源材料发展指南（国家能源局项目） 发达国家/地区重大研究计划调研
<b>领域 态势 分析</b>	开展材料、制造、化工等领域或专题的发展动态调研与跟踪、发展趋势研究和分析，提供情报支撑。	稀土功能材料    微机电系统    微纳制造 高性能碳纤维    高性能钢铁    计算材料与工程 仿生机器人    海洋涂料    二维半导体材料 石墨烯防腐涂料    轴承钢    人机协作机器人等 国际发展态势分析 （与其他工作集结公开出版历年《国际科学技术前沿报告》）
<b>科学 计量 研究</b>	开展材料、制造、化工等领域专利、文献等的计量研究，分析相关行业的现状及发展趋势，为部门决策与企业发展提供参考。	服务机器人专利分析 石墨烯知识产权态势分析 临时键合材料专利分析 超导材料专利分析报告

地      址：湖北省武汉市武昌区小洪山西 25 号（430071）

联 系 人： 黄 健 万 勇

电      话： 027-8719 9180

传      真： 027-8719 9202