

先进制造与新材料 动态监测快报

2021年 第11期

总第369期

重点推荐

英启动国家循环经济研究计划

美 DOE 推动塑料废品回收再利用

报告显示疫情过后美国制造商回流意愿增强

联苯烯网络：石墨烯的同素异形体

目 录

项目资助

英启动国家循环经济研究计划	1
美 DOE 推动塑料废品回收再利用	2
英资助减塑包装对环境的影响研究	3
美 NSF 推动量子材料及系统教育与研发	4
美 CESMII 更新发展路线图	4

行业观察

美 DOE 报告分析 LED 及照明产品全球供应链情况	6
报告显示疫情过后美国制造商回流意愿增强	6

研究进展

利用建模分析稀土供应中断影响	7
联苯烯网络：石墨烯的同素异形体	8
首次室温制备磁性超导材料	9
3D 打印弹性体用于人体组织	9

英启动国家循环经济研究计划

5月27日，英国启动了一项名为“国家跨学科循环经济研究”（National Interdisciplinary Circular Economy Research, NICER）的大型研究计划，推动向循环经济转变，参与方包括34所大学和200个行业合作伙伴。英国研究与创新署（UKRI）的资助金额为3000万英镑，为确保研究成果助力政策落地，环境、食品和农村事务部（Department for Environment, Food and Rural Affairs, Defra）将参与该计划的实施。

该计划将通过使用更少的资源、重复使用和回收产品及材料，实现环境与经济效益双丰收。相关研究工作将由一个协调中心和五个国家研究中心共同完成，具体如下。

（1）国家跨学科循环经济中心

埃克塞特大学牵头，协调以下五个循环经济中心的活动，并共同努力建立科学证据、工具和方法，通过知识共享与合作来支持循环经济的实施。

（2）跨学科纺织品循环中心

皇家艺术学院牵头，将废旧纺织品、农作物残茬和家庭废弃物转化为可再生材料，并用于新纺织品，刺激经济增长的同时改变供应链。

（3）矿物基建筑材料跨学科循环经济中心

伦敦大学学院牵头，将专注于寻找减少建筑行业浪费、污染和环境影响的解决方案。

（4）循环化学经济跨学科中心

拉夫堡大学牵头，将英国化学工业的线性供应链模式转变为独立于化石燃料、对气候有利且环境友好的循环经济模式。

（5）技术金属跨学科循环经济中心

埃克塞特大学牵头，彻底改变钴、稀土和锂等关键技术金属在英国各地的清洁和数字技术中的提取、使用和再利用方式。

（6）循环金属跨学科中心

布鲁内尔大学牵头，将为英国金属行业打造循环经济。

万勇 编译自①[2021-05-28]②[2021-05-19]

①National circular economy research programme launches

<https://www.ukri.org/news/national-circular-economy-research-programme-launches/>

②Landmark circular economy programme to start UK 'resources revolution'

http://www.exeter.ac.uk/news/university/title_859125_en.html

美 DOE 推动塑料废品回收再利用

5月25日，美国能源部（DOE）宣布投入高达1450万美元的研发资金，以减少塑料袋、包装纸和薄膜等一次性塑料的浪费和能源消耗。这笔针对塑料回收技术的研发资金将推动美国能源部应对塑料废物回收挑战的工作，并支持拜登政府建立清洁能源经济，确保美国到2050年实现净零排放。

该资助公告征求的主题领域包括：

（1）回收和再利用薄膜的新方法

通过市政回收设施（municipal recycling facilities, MRFs）回收的薄膜通常质量较低，回收薄膜可能难以加工，限制了它们再制造或再加工成有价值产品的潜力。本主题寻求通过开发新型降解、回收和再利用方法，使聚合物薄膜的回收更加经济。申请人应提出从废薄膜到有价值产品的完整流程，包括对原料来源的描述以及如何满足产品加工要求，还应包括聚合过程的经济可行性。通过废物转移减少的温室气体排放和能源消耗应通过生命周期评价来衡量。具体领域包括：

- 将传统废膜转化为更高价值的产品，并为产品确定合适的市场；
- 从传统多层包装中回收纯聚合物树脂的方法；
- 将传统的多层包装分解为有价值的化学品以进行升级回收或再利用的方法；
- 提高同周期传统薄膜经济性的方法，包括促进加工后保留聚合物特性的技术；
- 具有成本竞争力的传统薄膜可降解替代品。

所有技术都应考虑以下几点：

- 能够实现薄膜经济回收或再利用的技术；
- 解决一次性塑料的分布式特性和低密度问题的技术，包括在源头附近进行降解、致密化和升级回收的分布式制造工艺，以及能够将小批量塑料聚集形成大量高价值产品的回收和再利用方法；
- 薄膜的回收和再利用将导致原始聚合物产量减少，温室气体排放量减少以及价值链中隐含能源和碳的保留；
- 可扩展的回收和再利用解决方案。

（2）重新设计多层薄膜以实现本质上的可回收性或生物降解性

目前使用的大多数商品聚合物都是在50多年前开发的，在设计中没有考虑使用寿命。因此，聚合物会留在环境中并被填埋，远远超过其使用寿命，并且很难再加工、回收或降解。多层薄膜给回收带来了独特的挑战，超过了单层薄膜。将聚合物薄膜设计成本质上可回收或可生物降解的，可以显著减少被送往垃圾填埋场的薄膜，同时保留内含能量并减少薄膜的生命周期影响。多层包装通常由不同的薄膜通过粘合层相互贴合组成的。一个结合层可以只有三层，也有的多达12层，并且由不同的聚合物、纤维和金属箔组成。由于这些化学性质不同层的贴合，将多层薄膜回收成

纯净、可用的树脂非常具有挑战性，并且使用当前的回收技术是不可行的。因此需要通过重新设计多层材料使其本质上可回收或进一步减少多层材料的回收和分解。本主题旨在开发新型聚合物薄膜和薄膜设计解决方案，使它们在成本和性能方面与商用多层薄膜相比具有竞争力，并且本质上是可回收或可生物降解的。解决方案可能包括：

- 材料或制造开发，可以复制多层包装的所需特性，但又能使产品在很大程度上可回收或可降解；

- 可替代多层包装的可生物降解或可堆肥薄膜。

主题领域包括：

- 为可回收或生物降解而设计的新型替代多层材料；

- 可生物降解的替代材料，产生良性降解产物；

- 生物基塑料，可用于本质上可回收或可生物降解的多层包装应用。

提议的新材料必须：

- 通过文献或初步数据证明提议的材料具有可与现代多层包装相媲美的特性；

- 讨论拟议材料的生命周期终结处置，并量化该技术相对于填埋的寿命周期效益。如果材料发生降解，必须确定降解方法和降解产物；

- 包括对产品的可制造性和可加工性的评估，包括可能的加工方法和确保通过该方法进行加工所需的特性。

冯瑞华 编译自[2021-05-25]

DOE Announces \$14.5 Million to Combat Plastics Waste and Pollution

<https://www.energy.gov/articles/doe-announces-145-million-combat-plastics-waste-and-pollution>

英资助减塑包装对环境的影响研究

英国研究与创新署“智能可持续塑料包装”(Smart Sustainable Plastic Packaging, SSPP)挑战赛宣布开始一项新的 700 万英镑的竞赛，用于企业主导的研究和开发项目，重点是解决塑料包装的可持续性问题的，推动塑料包装从线性到循环经济解决方案的真正转变。

SSPP 资助的项目方向包括：(1) 最小化或减少塑料包装；(2) 适用于重复使用、重新填充和在线交付的包装；(3) 薄膜和柔性材料的可持续解决方案；(4) 食品级的再生聚丙烯和聚乙烯；(5) 减少包装废弃物或提高回收率的行为改变；(6) 解决英国塑料公约目标问题的解决方案，或不必要的一次性塑料包装物品等。

这项新竞赛正在寻找资助那些已经发展成熟，但尚未达到大型商业示范规模的研究和开发项目，鼓励从事塑料包装减少、再利用、再填充和行为改变的创新想法的企业申请资金。

创新的解决方案是实现循环经济和到 2025 年大幅减少进入环境的塑料垃圾数量的关键。根据本竞赛的规则，最高可获得 400 万英镑的资助。SSPP 旨在使英国成为消费产品智能和可持续塑料包装的领先创新者，由产业战略挑战基金（ISCF）提供 6000 万英镑的资金，并由工业界提供 1.49 亿英镑作为补充。这项挑战将实现整个供应链的清洁增长，并在 2025 年前大幅减少进入环境的塑料废物。

冯瑞华 编译自[2021-05-21]

New funding to reduce plastic packaging's environmental impact

<https://www.ukri.org/news/new-funding-to-reduce-plastic-packagings-environmental-impact/>

美 NSF 推动量子材料及系统教育与研发

在美国国家科学基金会（NSF）的资助下，内布拉斯加州多所高校将牵头打造跨学科、跨部门、多校区的新兴量子材料与技术（Emergent Quantum Materials and Technologies, EQUATE）研发及教育社区，通过整合内布拉斯加州量子科学和技术教育及研发力量，建立理论与实验之间的协作和反馈以推动量子材料及系统的发展。

为推动内布拉斯加州成为量子科学发现与创新前沿，NSF 将在未来五年内投入 2000 万美元，资助领域主要包括大规模量子材料设计、合成、生长和应用以及量子传感、计量、通信和信息处理系统等。

具体而言，该项目包含三大研究方向：（1）重点研究各种量子拓扑材料和拓扑和自旋轨道耦合之间复杂相互作用所驱动的新型科学现象；（2）通过探索用于量子传感和计量的固态自旋量子位以及超快、紧凑和低功率量子通信纳米器件中的光量子来解决当前量子技术的发展瓶颈；（3）利用玻色-爱因斯坦凝聚体实现量子仿真和量子计算。项目还将把 K-12 学生以及高校教职工等不同层次参与者引入新兴的量子科学世界，在整个内布拉斯加州范围内培训下一代量子科学家和工程师。

黄健 编译自[2021-03-31]

RII Track-1: Emergent Quantum Materials and Technologies (EQUATE)

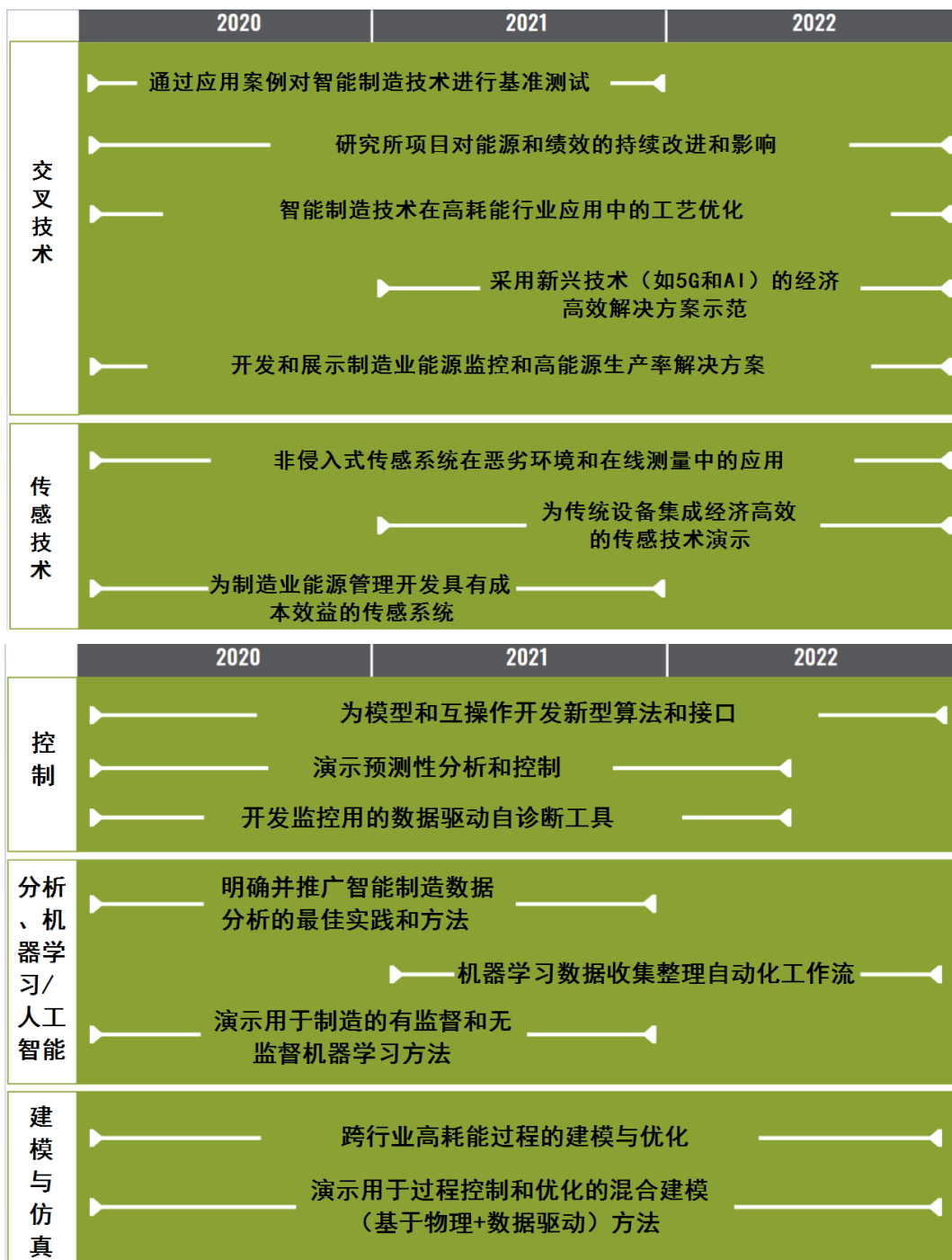
https://www.nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD_ID=2044049&HistoricalAwards=false

美 CESMII 更新发展路线图

5 月，“制造业美国”框架下的清洁能源智能制造创新研究所（CESMII）对其发展路线图进行了更新。该所第一个路线图于 2017 年发布，本次更新是对最初路线图的第一次更新，以确定 2020 年、2021 年和 2022 年的发展战略和发展目标。

路线图包含了智能制造生态系统集成、使能技术、创新平台以及使能技术等四个部分。其中使能技术部分的发展战略目标包括：促进模块化、价格合理、易于配置、安全和可重用的网络物理系统（CPS）及集成的开发、演示和应用；开发先进的

有线和无线传感器系统，以实现经济、可靠、安全、易于配置的数据通信；推动新一代数据分析和建模的开发和推广；将先进智能制造传感器、控制装置、平台和建模方法、工具和实践经验引入更广泛的社区；确定数据建模、工具和共享信息的模式，以确保应用程序和操作的可重用性。具体发展路线图参见下图。



黄 健 编译自[2021-05-21]

CESMII-Roadmap

<https://www.cesmii.org/cesmii-roadmap/>

美 DOE 报告分析 LED 及照明产品全球供应链情况

3 月，美国能源部（DOE）发布了一份题为《2020 年 LED 制造供应链》（*2020 LED Manufacturing Supply Chain*）的报告，围绕 LED 及照明产品的全球制造供应链，调查分析了相关供应链对美国的影响。该报告详细介绍了典型 LED 产品的制造过程，确定了美国 and 全球其他国家制造和组装的 LED 产品比例，并分析了在美国制造的典型 LED 灯具与国际制造的附加值。该报告还研究了最近影响 LED 产品全球供应链的宏观经济事件，包括贸易战和 COVID-19 疫情等。

分析显示，LED 芯片和封装制造集中在亚洲，而 LED 灯的制造则由中国主导，LED 灯具的制造在全球范围内进行。该报告分析了 LED 供应链在过去十年中的变化，并试图从经济和可行性的角度，寻找在美国国内进行本土制造的机会。报告认为，LED 供应任何环节的本土制造都将促进基础设施的发展，并提供长期的制造业岗位。

报告认为，从以下五个关键方面入手，能够提升美国在 LED 照明供应链中的影响力：高端 LED 灯具，通常在设计、功能和定制方面具有很大的可变性；需要快速交货，同时保持较低库存的 LED 灯具；利基市场 LED 照明产品，例如紫外 LED 和以人为本的照明产品；增材制造和 3D 打印技术的利用、工具和模具的开发、建筑灯具的设计，以及以更少的工艺步骤或更多的自动化进行灯具组件制造。

姜山 编译自[2021-05-18]

2020 LED Manufacturing Supply Chain

<https://www.energy.gov/eere/ssl/articles/2020-led-manufacturing-supply-chain>

报告显示疫情过后美国制造商回流意愿增强

6 月，美国供应商和采购在线平台 Thomasnet 发布《2021 年北美制造业状况年度报告》（*2021 State of North American Manufacturing Annual Report*）。报告揭示了美国国内采购趋势和供应链需求的多重变化。报告的一个关键结论是，在新冠疫情后，美国制造商越来越重视制造业务回流美国。调查显示，83% 的北美制造商可能或极有可能重新回归，比例高于 2020 年 3 月的 54%。如果这些计划重新回流的制造商只与一家美国本土供应商签订合同，也将推高美国经济价值高达 4430 亿美元。

汽车、石油和天然气行业最可能实施向美国和加拿大回流，这些行业最有动力将北美供应商添加到其供应链中。参与调查者表示，由于海外供应商障碍，例如技术支持的可用性和时区差异，他们对回流兴趣浓厚。虽然接受调查的从事采购的专业人士确实认为，在本地采购材料存在挑战，包括价格障碍（40% 的受访者）和速度

障碍（23%的受访者），但绝大多数受访者仍计划重新支持回流。

此外，硅谷初创企业 Fictiv 在《2021 年制造业状况报告》（*2021 State of Manufacturing Report*）中也表示，新冠疫情迫使制造业企业重新考虑其全球供应链的可行性和弹性。68%的受访者将“提高供应链弹性和敏捷性”作为 2021 年最重要的业务优先事项。此外，62%的受访者表示他们计划实施回流战略。这在医疗器械行业最为明显，80%的受访者将在 2021 年实施在岸战略，其次是机器人技术，67%的受访者表示他们制定了 2021 年的在岸战略。但对于希望重新回流的公司来说，对美国本土制造存在一些担忧，即缺乏技术技能、能力和技术优势，55%的人表示他们担心劳动力缺乏最新制造技术相关培训，44%的受访者表示难以招聘具有所需数字专业知识的制造人才。Fictiv 认为，美国制造商必须继续拥抱数字化转型，以重新夺回其作为全球制造业领导者的地位。

此外，该报告还揭示了一些其他关键点，包括 95%的行业领导者表示新冠疫情对公司业务产生了长期影响，同样 95%的受访者赞同数字化转型对其公司未来的成功至关重要。

姜山 编译自①[2021-06-02]②[2021-05-18]

①NEW REPORT: Reshoring Could Drive \$443 Billion in U.S. Economic Value Over Next 12 Months

<https://www.businesswire.com/news/home/20210602005529/en/NEW-REPORT-Reshoring-Could-Drive-443-Billion-in-U.S.-Economic-Value-Over-Next-12-Months>

②The 2021 State of Manufacturing Report: Swift Moves to a Digital Future

<https://www.designnews.com/automation/2021-state-manufacturing-report-swift-moves-digital-future>

研究进展

利用建模分析稀土供应中断影响

美国阿贡国家实验室 Matthew Riddle 率领的研究团队利用全球关键材料(Global Critical Materials, GCMat)工具，分析了三种供应中断情景对 10 种稀土元素以及相关化合物的潜在市场影响。

GCMat 工具是基于因素 (Agent) 的模型，用于模拟给定系统中不同实体之间交互的计算框架。通过对单个采矿项目、生产商、消费者可能做出的决策进行建模，可预测稀土市场动态。根据市场价格和供应情况，这些因素不断更新其产品价格、供应采购、产量和产能计划等。相比其他类型建模，采用基于因素的建模以更高的保真度，更详尽地捕捉市场动态变化。

研究团队利用高性能计算 **Bebop** 集群来校准模型，并评估多种不同市场情境下的不确定性。研究表明，由于供应中断，用于永磁体、特种合金等的氧化镨价格上涨幅度最大，镨钕氧化物也容易出现价格飙升；在临时情况下，一年的出口中断和两年的矿山关闭，对价格的影响会延续数年，超过供应中断期，对生产、产能和需求的影响也可能持续更长时间；在中国以外，为应对稀土供应中断而开矿，在初始供应恢复后，可能无法继续运营。

相关研究工作发表在 **Resources, Conservation and Recycling**（文章标题：Agent-based modeling of supply disruptions in the global rare earths market）。

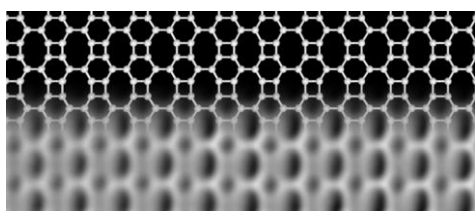
苟桂枝 编译自[2021-05-20]

Rare earth supply disruptions have long-range impacts, computer model shows

<https://www.anl.gov/article/rare-earth-supply-disruptions-have-longrange-impacts-computer-model-sh>

ows

联苯烯网络：石墨烯的同素异形体



联苯烯网络的结构模型（上半部分）
和高分辨显微成像（下半部分）

德国马尔堡大学 Michael Gottfried 教授和芬兰阿尔托大学 Peter Liljeroth 教授率领的联合研究团队通过层级表面反应方法，制备出石墨烯的新型同素异形体：联苯烯网络（biphenylene network）。该联苯烯网络具有类似石墨烯的单原子层结构，不同之处在于，其碳原子由四边形、六边形和八边形碳环组成，形成有序的晶格，而不是石墨烯的六元环。

研究人员在金表面上组装含碳分子制得该联苯烯网络。首先，在 Au(111)表面过脱溴偶联实现 4,4'-二溴-2,2',2'',5,5',5''-六氟-1,1':4',1''-三苯（DHTP）单体聚合，诱导形成排列整齐的聚（2,5-二氟对亚苯基）链；然后，这些链通过脱氢氟化作用（即“HF 拉链”：HF-zipping）进行 C-C 偶联，形成联苯烯网络。

通过扫描隧道光谱和密度泛函理论计算，研究发现该网络呈金属性，表现出与半金属态的石墨烯截然不同的电学特性。如若作为锂离子电池中的阳极材料，将具有更大的存储容量。

相关研究工作发表在 **Science**（文章标题：Biphenylene Network: A Nonbenzenoid Carbon Allotrope）。

王 轩 编译自[2021-05-20]

A new form of carbon

<https://www.aalto.fi/en/news/a-new-form-of-carbon>

【快报延伸】

碳具有 sp^3 、 sp^2 和 sp 三种杂化态，可形成多种碳的同素异形体。例如，通过 sp^3 杂化形成金刚石，通过 sp^3 与 sp^2 杂化则形成碳纳米管、富勒烯和石墨烯等。近些年以来，世界各国的研究人员致力于利用新方法合成得到新的碳同素异形体，并成为研究前沿和热点。2014 年，乌克兰国立 Bohdan Khmelnytsky 大学在 *Chemical Physics Letters* 上发文¹，预测了一种新的平面且稳定的类石墨烯同素异形体，其碳原子可形成四元、六元和八元拓扑结构。此次德国和芬兰学者的联合研究可视为是对该工作的实验验证。

首次室温制备磁性超导材料

近年来，磁性超导材料相关研究集中在磁性与超导性相互作用、两者共存可能性等方面。这类材料可用于加速大型强子对撞机中的粒子，以及建造磁悬浮交通工具等。当前，需使用复杂且昂贵的冷却设备是这类超导材料开发和批量生产所面临的主要问题。

俄罗斯量子中心 Yury Bunkov 研究员率领的研究团队首次在室温下获得了磁性超导材料。

研究人员在钇铁石榴石单晶膜上进行开展了相关实验。在某些温度下，钇铁石榴石具有自发磁化作用，准粒子可以更长久地保留其量子特性。即使较高温度，在这种晶体中也可以观察到磁性超导材料的量子效应。该发现使得不使用昂贵笨重的冷却系统即可应用量子现象成为可能。

相关研究工作发表在 *Scientific Reports*（文章标题：Quantum paradigm of the foldover magnetic resonance）。

（王 轩）

3D 打印弹性体用于人体组织

弗吉尼亚大学材料科学家团队开发出一种软性材料，有望在未来进行新的治疗。这种新型软性材料被称为弹性体，具有很强的伸展性，比传统橡胶软 1 万倍，与声带的机械性能相匹配。这种弹性体可以被 3D 打印出来，可用于人体组织。

研究团队开发了一种新策略来制造这种可 3D 打印的软质弹性体，使用了一种新型的聚合物，其特殊的结构让人联想到用于清洁小玻璃器皿的瓶刷，但这个瓶刷属于分子尺度。该类瓶刷状聚合物连接起来形成一个网络，可以模仿生物组织的极软材料。

¹ Nataliya N. Karaush, Gleb V. Baryshnikov, Boris F. Minaev. DFT characterization of a new possible graphene allotrope. *Chemical Physics Letters*, 2014, 612: 229-233.

团队开发出一种新的方法，使用强大的关联来交联类瓶刷状聚合物以形成一种橡胶。利用化学合成法，在类瓶刷状聚合物的两端各添加一种玻璃状聚合物。这种玻璃状聚合物自发地自我组织，形成纳米级的球体。它们在室温下是刚性的，但在高温下会融化；这一点可以被用来 3D 打印软性结构。这种材料的弹性可以在材料所能承受的压力范围内从大约 100~10000 Pa 进行微调。下限大约 100 Pa，比塑料软一百万倍，比传统的可 3D 打印的弹性体软一万倍。此外，它们可以被拉伸到 600%。极端柔软性、伸展性和热稳定性预示着未来的应用。

研究团队开发了合成具有精确控制结构的类瓶刷状聚合物的化学方法，以规定弹性体的柔软度和拉伸性。弹性体可用作 3D 打印机中的墨水，以创建具有橡胶品质的几何形状。弹性体的关键是能够在每一滴沉积时自组织和组装，且 100% 可再加工和可回收。为了研究材料分子的互连方式，研究团队与布鲁克海文国家实验室合作利用精密 X-射线工具进行了实验，以在不损坏样品的情况下揭示打印材料的内部构成。

相关研究工作发表在 *Chemistry of Materials* 和 *Advanced Materials*（文章标题：Three-Dimensional Printable, Extremely Soft, Stretchable, and Reversible Elastomers from Molecular Architecture-Directed Assembly; Soft Poly(dimethylsiloxane) Elastomers from Architecture-Driven Entanglement Free Design）。

冯瑞华 编译自[2021-05-18]

Innovation Opens New Possibilities for 3D-Printing Human Tissue

<https://engineering.virginia.edu/news/2021/05/research-team-develops-new-class-soft-materials>

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
战略 规划 研究	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
领域 态势 分析	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》）
科学 计量 研究	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