先进制造与新材料动态

ADVANCED MANUFACTURING AND MATERIALS NEWSLETTER 监测快报

2024 第 24 期
(总第 454 期)

本期要目

- CSIRO 发布澳大利亚生物塑料现状报告
- 澳发布海上资源基础设施退役路线图
- 白宫发布信息征集激励政府承包商增加美国芯片使用
- 欧洲 30 亿欧元强化电池制造价值链
- 首个集成 2D 材料和铁电材料的非易失性存储器件问世
- 首款由逻辑量子比特提供支持的量子材料设计应用程序

中国科学院武汉文献情报中心

目　录

专　题

CSIRO发布澳大利亚生物塑料现状报告 …… 1

战略规划

澳发布海上资源基础设施退役路线图 …… 4
白宫发布信息征集激励政府承包商增加美国芯片使用 …… 5

项目资助

欧洲30亿欧元强化电池制造价值链 …… 6
美DOC投资2.25亿美元加速SiC半导体工厂建设 …… 7

研究进展

首个集成2D材料和铁电材料的非易失性存储器件问世 …… 8
利用机器学习发现高效电容器薄膜材料 …… 9
新工艺利用煤废料生产高品质石墨 …… 10
新型动态感应电流传感器提升单光子探测器读出效率 …… 11
首款由逻辑量子比特提供支持的量子材料设计应用程序 …… 12

专　题

CSIRO 发布澳大利亚生物塑料现状报告

编者按：当前，澳大利亚生物塑料种类和应用场景繁杂、相关术语混淆。生物塑料与其他材料之间缺乏明确的标准化标签，这给消费者带来了困惑，进而导致了回收和堆肥流的污染，并致使许多生物塑料最终作为废弃物被填埋。为此，12 月 5 日，澳大利亚联邦科学与工业研究组织（CSIRO）发布《澳大利亚生物塑料现状》（*State of Bioplastics in Australia*）报告，介绍了澳大利亚的生物塑料系统概况，分析了生物塑料现状、机遇和挑战[1]。本期专题对该报告的主要内容作了编译。

一、利用材料流动分析评估生物塑料现状

材料流动分析是一种从空间和时间层面定义系统内材料流动和存量的系统性评估方法。通过此分析方法，报告发现，聚乳酸在澳大利亚生物塑料市场占据主导地位，主要用于食品服务用品。因在回收或堆肥方面存在挑战，除南澳大利亚的一些堆肥活动外，大多数生物塑料最终以填埋的方式处理，这突出了改善废弃物管理和回收基础设施的必要性。

研究表明，用于制造生物塑料的原材料十分常见，例如聚乳酸、生物基聚乙烯和聚羟基脂肪酸酯常由甘蔗、玉米糖和淀粉等制造而成。然而，澳大利亚大部分生物塑料均源自进口，其中聚乳酸主要来源于泰国，生物基聚乙烯则大都来源于巴西。由于缺乏原料投入量等数据，难以量化原料到聚合物的转化率。

二、生物塑料面临的挑战

报告从以下几个方面阐述了生物塑料未来面临的关键挑战。

报废管理：用于生物塑料处理和回收的基础设施不足，使生物塑料报废面临巨大挑战。相关部门缺乏协调和合作，进一步加剧了此问题。

[1] CSIRO report reveals the state of bioplastics in Australia. https://www.csiro.au/en/news/All/News/2024/December/CSIRO-report-reveals-the-state-of-bioplastics-in-Australia

为应对这一问题，需要进行投资并采取协调策略，来对报废程序进行有效管理。

规范和认证：不规范的标准和具误导性的行为将给消费者带来困惑，有必要改进完善标签和认证，并加强监管和打击“漂绿”现象。

性质和性能：根据生物塑料的性质和性能，将各种塑料应用于适合的领域。需要通过整个行业的协作和决策，确定生物塑料堆肥性与功能性之间的平衡，以及在特定应用场景中的可行性。

知识、信任和意识：消费者对生物塑料的特性、用途和报废缺乏了解和信任，导致生物塑料无法得到有效使用。关注消费者教育、增加共享信息的透明度，以及确保标签的一致性，对于克服这一挑战至关重要。

原材料和自然相关风险：虽然生物塑料具有环保优势，但其在原材料来源和生产过程方面存在一些风险。在推广生物塑料作为更环保的替代品时，可持续的原材料采购、可靠的农业实践活动以及减轻环境影响将作为关键考量因素。

三、生物塑料的未来机遇

该报告还提出了澳大利亚生物塑料的未来机遇，主要包括以下几个方面。

利基行业应用：生物塑料在解决园艺、农业和生物医药等利基行业的环境问题方面独具潜力。生物塑料可以在这些领域取代传统塑料，在特定条件下实现生物降解，从而减少塑料废弃物的积累和对生态系统的危害。

应对食物浪费问题：将生物塑料垃圾袋纳入“食品有机物和花园有机物”（FOGO）系统，可望显著减少食物浪费。这些由可再生资源制成的垃圾袋有助于有效管理有机废弃物，减少垃圾填埋产生的温室气体排放，并肥沃土壤。

聚羟基脂肪酸酯的应用：聚羟基脂肪酸酯是一类具有高商业可行性的可生物降解聚合物，它能够在各种环境中分解，可用于一次性包装和

一次性产品。澳大利亚创新机构（如 Uluu 公司）正引领着聚羟基脂肪酸酯的应用潮流。

本土制造：关于生物塑料的本土制造，观点不一。利用农业和林业副产品或探索使用海藻等新兴产业进行生产具有一定的潜力，但国际对生物塑料制造的投资是一个重要考量因素。

化学回收：先进的化学回收技术能够为生物塑料的报废管理提供创新解决方案。APR Plastics 和 Licella 等公司使用相关技术，可以将生物塑料转化为有价值的生物燃料和生化制品，促进循环经济并减少浪费。

生物基和可再生包装材料：设定在包装材料中添加生物基和可再生材料的指标，可以激励对可持续资源的使用，减少对化石燃料塑料的依赖，并促进可持续包装材料的发展。

明确定义和标签：为生物塑料建立清晰的定义和标准化标签，对于有效沟通和教育至关重要。可生物降解的生物塑料应符合堆肥标准，并且只有经过认证的产品才能标记官方“幼苗”标识和“澳大利亚回收标签”。

工业 4.0 技术：通过集成物联网、人工智能和大数据分析等工业 4.0 技术，可望提高生物塑料行业的资源效率、减少浪费并改善报废流程。对整个供应链投入和材料情况的实时监控和跟踪、制造工艺的优化和数据驱动的见解可以推动生物塑料的更可持续发展。

（吴文涛）

澳发布海上资源基础设施退役路线图

12 月，澳大利亚政府发布“海上资源开采基础设施退役路线图”（*Offshore Resources Decommissioning Roadmap*），概述了澳大利亚推动海上资源基础设施退役的计划，将扩大澳大利亚工业回收能力，并将循环经济原则贯穿整个供应链[2]。

目前澳大利亚大约有 600 亿澳元海上基础设施（如天然气钻井平台等），将在未来几十年内到达其运营寿命的终点，需要以安全和可持续的方式进行拆除和回收。路线图预测，澳大利亚海上资源开采基础设施的退役将带来巨大的经济机遇，价值数十亿澳元的金属和塑料需要被带回岸上进行回收。

为了推动路线图的实施，澳大利亚政府已投资超过 3000 万澳元建立海上基础设施退役管理局，以协调和规划行业的退役活动；确保海上基础设施退役是资源型企业的责任，而非澳大利亚纳税人的责任；与英国政府签署谅解备忘录，支持两国在海上石油和天然气开采基础设施退役方面加强合作和投资；在联邦政府与西澳大利亚州政府间达成协议，简化海上基础设施退役法规，提升监管体系效率。

（黄 健）

[2] Albanese Government kickstarts $60 billion decommissioning industry supporting resource sector. https://www.minister.industry.gov.au/ministers/king/media-releases/albanese-government-kickstarts-60-billion-decommissioning-industry-supporting-resource-sector

白宫发布信息征集激励政府承包商增加美国芯片使用

12 月 10 日，美国白宫管理和预算办公室发布一份信息请求[3]，评估激励政府承包商（特别是商业 IT 产品和服务）的最佳方式，扩大其使用美国制造芯片的规模。管理和预算办公室希望了解联邦采购系统更好利用美国半导体资源的途径，确保美国政府采购的商业 IT 产品和服务的安全。

美国政府已开展了多项举措，支持美国制造业和增加美国国内供应链韧性，包括提高透明度和外联以减少购买外国制造商品的需求，提高美国国内含量要求以获得《购买美国法案》下的优惠，改进关键项目的需求信号以及使用现有购买策略等。

（董金鑫）

[3] Biden-Harris Administration Seeks Input on Strengthening Domestic Supply Chains for American-Made Semiconductors through Federal Procurement. https://www.whitehouse.gov/omb/briefing-room/2024/12/10/biden-harris-administration-seeks-input-on-strengthening-domestic-supply-chains-for-american-made-semiconductors-through-federal-procurement/

欧洲 30 亿欧元强化电池制造价值链

12 月 3 日，欧盟委员会与欧洲投资银行（EIB）建立了合作伙伴关系，双边将分别提供 12 亿、18 亿欧元资金，支持欧洲打造更广泛的电池价值链。欧盟委员会与欧洲投资银行的新合作伙伴关系强调了欧盟实施循环经济和降低电池环境影响的承诺。加强欧洲电池价值链、制造能力和回收过程将有助于实现欧盟绿色协议、欧盟电池法规和净零产业法案的既定目标[4]。

欧盟委员会将从欧盟创新基金向“投资欧洲（Invest EU）”计划额外提供 2 亿欧元补充资金（贷款担保），用于支持欧洲电池制造价值链创新项目，以解决融资挑战，包括帮助企业跨越研发阶段与大规模商业部署之间的差距、减少市场失灵、利用公共投资撬动私营部门投资、支持建立创新且韧性的能源存储供应链。

欧盟委员会还将向创新基金提供额外 10 亿欧元，以支持电动汽车电池单元制造项目。欧盟创新基金主要用于资助创新低碳技术示范项目，到 2030 年预计支出约为 400 亿欧元，支持欧洲向碳中和转型，资金主要来自欧盟碳排放交易体系的收入。

欧洲投资银行计划向欧洲电池价值链进一步追加 18 亿欧元投资，强化包括原材料、研究、生产、充电基础设施和回收等价值链环节。在过去六年中，该行已提供了超过 60 亿欧元的资金。

（黄 健）

[4] Commission and EIB announce new partnership to support investments in the European battery manufacturing value chain.
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/statement_24_6201

美 DOC 投资 2.25 亿美元加速 SiC 半导体工厂建设

12 月 13 日，美国商务部（DOC）与博世公司宣布签署初步条款备忘录，将提供高达 2.25 亿美元的拟议直接资金[5]，以支持其在加州的 19 亿美元制造设施转型计划。这一投资将助力博世在全球范围内建立最大的碳化硅（SiC）半导体工厂，加强美国供应链安全。

博世作为一级汽车供应商和 SiC 半导体供应商，其在加州生产的 SiC 设备对于提升电动汽车的驾驶和充电效率至关重要。博世计划于 2026 年在加州工厂开始生产 200 毫米晶圆的芯片，工厂将同时进行前端器件制造和后端测试、分选及切割过程。全面投产后，该项目产能预计将达到美国 SiC 制造产能的 40%。

（董金鑫）

[5] Biden-Harris Administration Announces Preliminary Terms with Bosch to Advance U.S. Supply Chain Resiliency of Crucial Semiconductor Manufacturing Components. https://www.nist.gov/news-events/news/2024/12/biden-harris-administration-announces-preliminary-terms-bosch-advance-us

首个集成 2D 材料和铁电材料的非易失性存储器件问世

韩国材料科学研究所 Yong-Hun Kim、浦项科技大学 Hyun-Sang Hwang 等合作开发出一种新的异质结技术，将二维材料二硫化钨（WS_2）与铁电材料铪锆氧化物（HZO）相结合，克服了界面稳定性和结晶度的挑战[6]。

WS_2是一种具有超薄原子层结构的二维材料，适用于半导体和存储器件。HZO 是一种铁电材料，表现出自发极化特性，对于非易失性存储设备至关重要。研究团队在电极和 HZO 铁电材料之间引入了 WS_2层，克服了基于 HZO 的铁电器件技术中的两个重大挑战，不仅确保了界面稳定性，还提高了 HZO 的结晶度。通过最大限度地减少化学反应和控制高温过程中的氧迁移来提高界面稳定性，保留了材料的固有特性，并最大限度地提高了 HZO 的铁电性能。研究人员利用 WS_2和 HZO 之间的晶格相容性，使材料具有卓越的结晶度，并通过调整材料域显著提高了器件性能的均匀性和可靠性。

新异质结技术有望在开发下一代非易失性存储器件方面发挥关键作用，尤其是先进半导体应用所需的非易失性存储器件。研究人员将优化低温工艺（低于 400 ℃）技术，使其适合集成到半导体行业的后端生产线制造中。

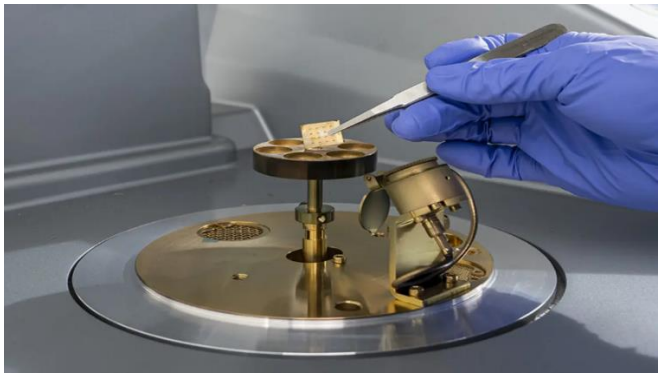
（冯瑞华）

[6] KIMS-POSTECH Developed World's First Non-Volatile Memory Device Integrating 2D Materials and Ferroelectrics. https://www.kims.re.kr/v17/bbx/board.php?bx_table=en_04_02&wr_id=211

利用机器学习发现高效电容器薄膜材料

美国能源部劳伦斯伯克国家利实验室 Yi Liu 领导的多机构研究团队利用机器学习技术发现了高效薄膜电容器材料，而薄膜电容器是电气化和可再生能源技术的关键组成部分[7]。

为了加速材料发现，研究团队开发并训练了一组基于前馈神经网络的机器学习模型，筛选了近 50000 种聚合物，以获得最佳性能组合，包括耐高温和强电场的能力、高储能密度和易合成性。机器学习模型确定了三种特别有前景的聚合物。研究人员利用高效、模块化的氟化硫交换点击化学（click chemistry）技术成功合成和验证了这三种候选聚合物，该点击化学技术可以快速有效地将分子构建单元连接在一起，形成高质量的产品。研究人员用这些聚合物制造了薄膜电容器，表征结果显示，聚合物及其制成的薄膜电容器呈现出优良的电气和热性能。其中，一种具有 9,9-二（萘）-芴重复单元的多硫酸盐表现出卓越的热弹性，并在 200 ℃时实现了超高的放电能量密度，效率超过 90%，其优异的循环稳定性使其有望应用于苛刻的电气化环境。



薄膜电容器放入离子溅射机中进行评估

上述研究工作发表在 ***Nature Energy***（文章标题：Machine learning-accelerated discovery of heat-resistant polysulfates for electrostatic energy storage）。

（冯瑞华）

[7] A Film Capacitor That Can Take the Heat.
https://newscenter.lbl.gov/2024/12/05/a-film-capacitor-that-can-take-the-heat/

新工艺利用煤废料生产高品质石墨

石墨被美国列为关键矿物之一。全球石墨市场中，大约 1/3 是天然石墨，2/3 是合成石墨。这些石墨的生产大多集中在中国，中国生产了世界上 2/3 以上的天然石墨（2019 年占全球产量的 71%）和一半以上的合成石墨（2019 年全球合成石墨产量 207 万吨，中国占比逾 58%）。自 20 世纪 90 年代以来，美国就没开采过天然石墨，而合成石墨的产量在不断增长。

美国国家能源技术实验室（NETL）开发出一项低温合成工艺，可以将煤炭废料加工为石墨。这项工艺不仅可以保护环境，也可以满足日益增长的美国工业制造的需求，并进一步降低对美国国外供应链的依赖[8]。

研究人员利用地球上丰富的催化剂材料（例如铁）来促进高结晶石墨的生产。不同等级的煤炭、煤废料、煤焦、生物炭和塑料废料都可以作为该工艺的原料。研究发现，新型催化剂的制造过程不仅比传统催化过程更快，而且所需能耗更少，用户操作成本也更低。工艺温度从 3000 ℃降至 1500 ℃以下，工艺时间也从几周缩短至几个小时。此外，催化剂可以无限期地回收、循环和再利用，提高了石墨生产的整体经济性。研究结果表明，利用该工艺生产的石墨电池阳极的性能可与商用石墨阳极相媲美。

（尹 伟）

[8] New NETL Catalytic Process Makes High-Quality Graphite from Coal Waste Products. https://netl.doe.gov/node/14384

新型动态感应电流传感器提升单光子探测器读出效率

可见光单个光子探测器是暗淡星系成像、量子计算和 DNA 测序等领域的关键设备。美国国家标准与技术研究院（NIST）、科罗拉多大学博尔德分校、意大利米兰比可卡大学等开发了一种新型的读出系统——动态感应电流传感器（kinetic inductance current sensor，KICS），用于替代传统的超导量子干涉装置（SQUID），提高可见光单光子探测器的读出效率[9]。

这里的可见光单光子探测器是指由 NIST 开发的转变边缘传感器（transition edge sensors，TES）。TES 本质是一层保持在超导（电流零阻力）与正常电阻转变边缘温度下的微小金属膜。一旦被光子击中，单个 TES 探测器的温度提高、电阻增加，表现为电流的微小变化。研究人员通常会使用 SQUID 将微小的电流变化进一步转换为放大的磁信号。

KICS 新型读出系统通过改变共振频率可快速响应 TES 的电流脉冲，能够同时读取数千个可见光 TES 像素的信号，而 SQUID 则因运行速度慢而无法实现此功能。同时，由于能够永久保留偏置电流，减少杂散电子信号，KICS 还极大地减少了电子噪声。此外，SQUID 的尺寸相对较大，而 KICS 的紧凑设计使其更适合于新兴应用中紧密排列的 TES 像素阵列。预计未来 KICS 将在提高单光子探测器的性能方面发挥关键作用，特别是在需要处理大量数据和高灵敏度检测的领域。

上述研究工作发表在 ***Communications Engineering***（文章标题：Kinetic inductance current sensor for visible to near-infrared wavelength transition-edge sensor readout）。

（蒿巧利）

[9] NIST Team Builds New Readout System for Single-photon Detectors. https://www.nist.gov/news-events/news/2024/12/just-kics

首款由逻辑量子比特提供支持的量子材料设计应用程序

中性原子量子公司 Infleqtion 宣布了全球首个由逻辑量子比特提供支持的材料科学应用程序。基于 NVIDIA 的 CUDA-Q 平台，Infleqtion 与芝加哥大学和威斯康星大学合作进行演示，将材料科学应用程序的计算精度提升了 6 倍。这一突破标志着量子计算在解决复杂计算问题方面的重要进步，有望推动更高效电池和高温超导体等下一代材料的开发[10]。

应用程序是 Infleqtion 基于中性原子的量子硬件与 NVIDIA 的 CUDA-Q 平台等先进软件工具的结合。Infleqtion 基于对物理量子比特精心编码的逻辑量子比特，可以减少计算错误，提高量子计算机的实用性。NVIDIA 的 CUDA-Q 及其图形处理器（GPU）能够在 Infleqtion 的中性原子量子计算机上模拟和端到端执行逻辑量子比特实验。整个应用程序将硬件和软件集成，为研究和应用打造了一个无缝的生态系统。到 2028 年，Infleqtion 将拥有超过 100 个逻辑量子比特的硬件系统，这将为材料科学、医疗保健等领域带来前所未有的机遇。

（蒿巧利）

[10] Infleqtion Delivers First Quantum Material Design Application Powered by Logical Qubits and NVIDIA CUDA-Q. https://www.infleqtion.com/news/infleqtion-delivers-first-quantum-material-design-application-powered-by-logical-qubits-and-nvidia-cuda-q

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

微信扫一扫，关注我们

编 辑： 中国科学院武汉文献情报中心战略情报部

地 址： 湖北省武汉市武昌区小洪山西 25 号

电 话： 027-8719 9180

传 真： 027-8719 9202

邮 箱： amto *at* whlib.ac.cn