



2020

先进制造与新材料动态监测快报

第 17 期

总第 351 期

重 点 推 荐

美大力促进人工智能和量子信息科学研究

美 DOE 实验室开展稀土基础研究

日启动颠覆性创新项目助力循环经济

碳纳米管及其纤维性质研究取得新突破

目 录

战略规划

美大力促进人工智能和量子信息科学研究	1
--------------------------	---

项目资助

美 DOE 实验室开展稀土基础研究	3
美研究所开展循环再利用再制造项目	4
澳 1000 万澳元投入智能循环方案	4
日启动颠覆性创新项目助力循环经济	5
美 DOE 支持新能源飞机研发	5

研究进展

清华学者测试碳纳米管耐疲劳性能	6
最强最导电的碳纳米管纤维在美问世	7
铁基催化剂助力可再生燃料	8
美科学家用离子轰击薄膜材料大幅提高其储能密度	8
美国防部 CTMA 创建首个军用飞机整机数字孪生模型	9

美大力促进人工智能和量子信息科学研究

8月26日，美国白宫科学技术政策办公室、国家科学基金会（NSF）和能源部（DOE）联合宣布，将拨款超过10亿美元，在全国建立12个新的人工智能和量子信息科学（QIS）研究所——7个NSF牵头的人工智能研究机构和5个能源部量子信息科学研究中心。这12个多学科、多机构国家中心，针对关键新兴技术的研究和劳动力开发，将共同推动前沿创新，支持地区经济增长，并推动美国未来在这些关键行业中的领导地位。

（1）由NSF领导的人工智能研究机构

NSF和包括美国农业部在内的其他联邦合作伙伴将在五年内向7个人工智能研究所提供1.4亿美元，以促进人工智能研发领域的发展，如机器学习、合成制造、精准农业和预测预报等。这些人工智能研究所将由美国各地的大学主办，分别为：

气象、气候和海岸海洋学可信人工智能研究所。诺曼俄克拉荷马大学领衔，致力于开发用户驱动的可信人工智能技术，用于天气、气候及沿岸危险预测。

人工智能机器学习基础研究所。得克萨斯大学奥斯汀分校领衔，侧重于重大理论挑战研究，包括下一代深度学习算法、神经架构优化、高效鲁棒的统计学等。

学生人工智能团队人工智能研究所。科罗拉多大学博尔德分校领衔，致力于开发全新的人工智能技术来帮助学生与老师更加有效公平地工作和学习，从而帮助老师着重于他们最擅长的工作：激励和教导学生。

人工智能分子发现、合成策略和制造研究所。伊利诺伊大学香槟分校领衔，侧重研发新型人工智能使能工具来加快全自动化学合成，并作为培训基地以培养兼具化学合成和生物工程专业知识的下一代科学家。

人工智能与基础交互研究所。麻省理工学院领衔，将结合人才培养、数字化学习、外联和知识转移项目，促进物理知识发展并扩大人工智能研究创新的社会影响。

美国农业部国家食品与农业研究所下一代食品系统人工智能研究所。加州大学戴维斯分校领衔，将从粮食系统、人工智能和生物信息学三者结合的整体视角来理解生物数据和加工，研究分子育种、农业生产、食品加工和分销以及营养方面的问题。

美国农业部国家食品与农业研究所未来农业适应性、管理和可持续性人工智能研究所。伊利诺伊大学香槟分校领衔，致力于推动在计算机视觉、机器学习、软对象操控、直观人机互动等方面的进展，以解决农业方面的主要挑战。

（2）DOE量子信息科学研究中心

DOE将在五年内投资6.25亿美元建立量子信息科学研究中心，每个量子信息科

学研究中心都有一个跨多个科学和工程学科以及多个机构的协作研究团队。

量子信息科学研究中心已获得来自私营部门和学术界的 3.4 亿美元资金。各量子信息科学研究中心将专注于一系列关键的量子信息科学研究课题，包括量子网络、传感、计算和材料制造。新的研究中心包括：

下一代量子科学与工程中心。阿贡国家实验室领衔，专注于研究量子网络，计划建立量子标准，激励量子技术实际商业化。

量子优势联合设计中心。布鲁克海文国家实验室领衔，专注于克服嘈杂中尺度量子计算机系统的局限性，在五年内使软件优化、基础材料和设备性能以及量子误差校正方面的提升达到 10 倍，并确保这些改进相结合，使适当的计算指标达到 1000 倍的提升。

超导量子材料与系统中心。费米国家加速器实验室领衔，主要负责构建和部署用于计算和传感的高级量子系统。

量子系统加速器。劳伦斯伯克利国家实验室领衔，主要任务是协同设计在科学应用中提供认证量子优势所需的算法、量子设备和工程解决方案。

量子科学中心。橡树岭国家实验室领衔，致力于克服量子态弹性、可控性以及最终量子技术的可扩展性方面的关键障碍，通过创建丰富的职业发展环境以及与业界紧密协作，实现新的量子信息科学应用向私营部门的转化，以此培养下一代劳动力。

（姜 山 张 娟）

美 DOE 实验室开展稀土基础研究

8 月 25 日，美国能源部（DOE）宣布将在未来三年总计投入 2000 万美元用于稀土基础研究，确保美国稀土元素的稳定供应。研究将聚焦于提高稀土元素的使用效率，以及从地质和循环资源中的提取效率，并通过发现具有相似甚至增强性能的替代材料以减少对稀土元素的依赖。

该举措策应了美国商务部 2019 年提出的“确保关键矿物安全可靠供应的联邦战略”（*Federal Strategy to Ensure Secure and Reliable Supplies of Critical Minerals*），该战略呼吁美国“推进整个关键矿物供应链的转型研究、开发与部署”。

该研究由五个项目组成，分别由一家 DOE 国家实验室负责牵头，基本情况如下表所示。

	领衔机构	首席研究员	研究主题
1	阿贡国家实验室	Hla, Saw Wai	稀土基超分子纳米石墨烯和纳米带的设计、合成与原 子级表征
2	劳伦斯伯克利 国家实验室	Abergel, Rebecca	利用电子结构差异进行多尺度、多组分分离
3	洛斯阿拉莫斯 国家实验室	Goff, George	利用离子液体的研究新发现开展稀土分离
4	橡树岭国家实 验室	Jansone-Popova, Santa	利用精确控制来变革稀土分离
5	国家可再生能 源实验室	Ferguson, Andrew	通过光物理能量转移开展关键镧系元素的选择性分 离

（万 勇）

美研究所开展循环再利用再制造项目

8月17日，美国制造业创新网络 Manufacturing USA 框架下的“内含能降低与减排研究所”（REMADE）宣布出资约3500万美元支持研发活动，使美国制造商能够提高塑料、金属、电子垃圾和纤维等的回收、循环、再利用和再制造（Re-X）。拟资助的项目分为转型研究和传统研发两大类。

转型研究项目包括：

（1）塑料回收：提高美国国内已消费使用聚合物的回收和再利用的技术解决方案；

（2）回收与再制造：提高金属、纤维和电子废物回收及再循环的技术解决方案；

（3）提高主要制造业部门（如航空航天、重型越野设备、机动车辆设备、医疗设备和消费品等）耐用产品和组件的回收和再制造的技术解决方案。

传统研发项目包括：

（1）系统分析与集成：物料流、生命周期分析、系统分析以及技术经济分析等的模型、工具和数据；

（2）Re-X 设计：为企业开发工具，使其能够针对生命周期末端的 Re-X 进行收益与财务影响评估；

（3）制造材料优化：制造工艺与鉴定方法，可以更好地使用具有成本竞争力的二级原料，包括跨行业原料；

（4）再制造和报废的再利用：用于拆卸、清洁、修复和状态评估的经济高效的节能技术，可在报废时提升再制造和再利用；

（5）循环与回收：快速有效地收集、表征、分类和净化回收废物流，并生产具有成本竞争力的二级原料（包括跨行业原料）。

（万 勇）

澳 1000 万澳元投入智能循环方案

澳大利亚政府正在进一步投资智能循环解决方案研究，以改变澳大利亚的废物回收行业、改善环境、发展经济和创造新的就业机会。在最新一轮的合作研究中心项目（CRC-P）资助计划中，澳大利亚将提供 1000 万澳元用于研究为塑料、纸张、玻璃和轮胎的回收和再利用提供创新解决方案。这笔资金将有助于推进新的废物处理技术，并且更重要的是将其商业化。研究经费将在废物行业的转型中发挥关键作用，将为更清洁的环境和就业做出贡献。澳大利亚政府正在推动对废物回收基础设施的投资，为回收产品开辟新流程和新市场。

澳大利亚政府承诺与各州/地区建立时间表，以禁止塑料、纸张、玻璃和轮胎出口，该禁令将从 2021 年 1 月 1 日开始逐步实施。CRC-P 项目可以运行三年，经费上限为 300 万澳元，但必须至少有两个澳大利亚行业合作伙伴，包括一个中小型企业。

(冯瑞华)

日启动颠覆性创新项目助力循环经济

8 月，日本新能源产业技术综合开发机构（NEDO）在“登月研究开发计划”（Moonshot）框架下启动了 13 个研发项目，以“实现可持续资源流通，在 2050 年前恢复全球环境”的目标。登月研发计划旨在基于超越现有技术范围的大胆构想，推动颠覆性创新活动，日本内阁科学、技术和创新委员会共确定了六大目标，上述目标是其中之一。

（1）回收温室气体并将其转化为有价值的材料

该主题下共八个项目：利用固碳细菌和气相反应系统来回收大气中 CO₂ 的生物技术；高效的直接空气捕获和碳回收技术；可大规模地将 CO₂ 转化为化学原料的集成电化学系统；建筑用碳酸钙循环系统研发项目；利用冷能的直接空气捕获技术；针对低 CO₂ 浓度气体的碳捕获与转化联合开发模块；开发实现“零排放”的全球 CO₂ 回收技术；通过优化氮、碳循环减少农业土地温室气体排放等。

（2）开发回收氮化合物并将其转化为无害或有用材料的技术

该主题下共两个项目：有害氮化合物的创新循环技术；开发稀释活性氮的回收、去除和利用技术，实现氮循环社会等。

（3）可控制降解时间和速度的海洋生物降解塑料

该主题下共三个项目：利用非食用生物质开发可在海洋中降解的生物聚合物；具备“降解启动开关”且可在海洋中生物降解的塑料；具备可食用性的光响应海洋降解塑料等。

(黄 健)

美 DOE 支持新能源飞机研发

8 月 26 日，美国能源部（DOE）宣布，将向航空级集成驱动协同冷却电动机（ASCEND）、低碳高效电动飞机增程发动机（REEACH）两大方向投入 3300 万美元以支持 17 个项目的研发工作，具体参见下表。ASCEND 将支持开发轻量级和超高效的集成电动机、驱动器和热管理系统，促进零碳净排放；REEACH 将开发可利用高能量密集碳中性燃料的飞机动力系统。

表 美 DOE 新能源飞机项目简表（单位：万美元）

	牵头单位	研究内容	资助额
ASCEND	雷声技术研究中心	改善电动传动系统，并进行基于涡轮电动分布式推进系统的可行性研究	233
	马凯特大学	高功率密度电机组传动系统	160
	通用电气	2MW 完全集成的全电动飞机动力总成，并展示 350 kW 原型	230
	霍尼韦尔	高效高功率密度 500 kW 先进电力推进系统	180
	加州大学圣克鲁兹分校	基于磁通量开关机的全电动动力总成	85
	德州农工大学	下一代轴向电动机的多物理场协同设计	130
	Hyper Tech Research	高功率密度电机和驱动器的低温热管理	291
	莱特电气	大型电动飞机推进系统用第二代电动机	65
	Advanced Magnet Lab	带集成冷却和驱动器的高功率密度双转子永磁电动机	66
REEACH	雷声技术研究中心	废热回收优化的紧凑型推进发动机	282
	雷声技术研究中心	零碳氨动力涡轮发电（ZAPTurbo）推进系统	265
	通用电气	燃料电池嵌入式引擎	253
	马里兰大学	混合固体氧化物燃料电池涡轮发电机	280
	路易斯安那大学拉菲特分校	商飞增程发动机用高效固体氧化物燃料电池	226
	加州大学圣迭戈分校	电动飞机高效低碳储能及发电系统	213
	Fuceltech	基于超轻型燃料电池的商飞电源系统	166
	Precision Combustion	先进的储能和发电机设计，以满足全电动窄体商飞特定功率和能量目标。	175

（黄 健）

研究进展

清华学者测试碳纳米管耐疲劳性能

作为典型的一维纳米材料，碳纳米管的宏观强度和韧性均比当前广泛使用的碳纤维和芳纶等高出一个数量级以上。然而，受制于小尺寸特性和难以被测试的特点，单根碳纳米管的疲劳行为以及疲劳破坏机理研究是有待解决的科学挑战。

清华大学魏飞教授和张如范副教授率领的研究团队首次以实验形式测试了厘米

级长度碳纳米管的超耐疲劳性能。研究人员设计并搭建了一个非接触式声学共振测试系统（noncontact acoustic resonance test system），该系统与基于电子显微镜的纳米材料测试系统相比，不仅可避免电子束导致的样品损伤，还使得厘米级一维材料的疲劳测试成为可能，并解决了小尺寸样品夹持和高周次循环载荷的施加问题。

研究表明，碳纳米管具有超强的超耐疲劳特性。大应变循环拉伸测试结果显示，单根碳纳米管在被连续拉伸上亿次之后不会断裂，在去掉载荷后，仍能保持初始的超高抗拉强度，耐疲劳性能由于当前各种工程纤维材料。与一般材料的疲劳损伤累积机理不同，碳纳米管的疲劳损坏呈整体破坏性，无损伤累积过程，初始缺陷的生成对其疲劳寿命起主导作用。也就是说，一旦缺陷出现，随后的裂纹扩展是瞬时发生的。研究结果还显示，随着温度的升高，碳纳米管的耐疲劳性呈降低趋势。

相关研究工作发表在 *Science*（文章标题：Super-durable Ultralong Carbon Nanotubes）。

（王 轩）

最强最导电的碳纳米管纤维在美问世

美国莱斯大学 Matteo Pasquali 教授率领的研究团队利用湿法纺丝方法，制备得到了质量高、长度长的碳纳米管，并将其进一步加工成了具有优异力学和电气性能的碳纳米管纤维。在该工艺中，研究团队所使用的酸性溶液有助于减少可能干扰纤维强度的杂质，并通过残留掺杂增强碳纳米管的金属性能。研究结果显示，该碳纳米管纤维的导电性约为铜的 80%，达到 10.9 MS/m，这是碳纳米管纤维首次突破十兆西门子阈值；抗拉强度达到 4.2 GPa，而杜邦公司芳纶纤维产品“凯夫拉”为 3.6 GPa。这是迄今为止具有最强和最导电的碳纳米管纤维。

相关研究工作发表在 *Carbon*（文章标题：Improved Properties, Increased Production, and the Path to Broad Adoption of Carbon Nanotube Fiber）。

（王 轩）

【快报延伸】

碳纳米管纤维要想成为聚合物纤维和金属材料的替代品，仍面临着挑战：生产速率需要提升、成本需要降低。截至 2019 年，纤维级碳纳米管的产量为 100 吨，售价 2 千~10 万美元/kg。这代表了大约两个数量级的产能增长和两个数量级的价格下降。当前，尚未发现有其他材料兼具碳纳米管纤维所具有的强度、导热性、导电性和灵活性的多重结合。

铁基催化剂助力可再生燃料

华盛顿州立大学的研究人员在将植物原料经济地转化为燃料方面迈出了关键的第一步。研究人员一直尝试寻找更有效的方法，以可再生植物（如藻类、农作物废物或森林残留物）为基础资源生产燃料和化学品。但是，这些生物基燃料往往比化石燃料更昂贵，能量密度也更小，且使用植物原料作为燃料的一大障碍是必须先除去其中的氧气。

铁基催化剂除去氧气是一个很好的选择，但植物材料中含有氧气，因此铁在反应过程中会氧化或生锈，然后反应停止。研究人员将铁催化剂固定在碳结构上，该结构经过修饰后可以掺入氮。该结构改变了铁的特性，因此在继续进行从植物材料中去除氧气所需的工作时，它与氧气的相互作用较小。研究人员使用氮气作为一种控制盘来调节铁与氧气的相互作用。

研究人员另一篇论文发现了一种耐用的铁基催化剂，周围有一层薄的石墨烯层。石墨烯层保护了铁，而铈离子使研究人员可以针对所需的反应定制其电子性质。通过保护铁并调整铁的性能，降低了氧气反应的效率，为高成本效益的铁作为生物质转化的催化剂提供了科学依据。

研究人员正在努力更好地理解反应的化学性质，进一步提高铁催化剂的反应性。他们还需要采用真实的原料代替本研究中使用的模型化合物作为催化剂，并将催化剂整合到转化过程中的一系列步骤中。这项工作得到了美国国家科学基金会和能源部的资助。

相关研究工作发表在 *ACS Catalysis* 和 *Chemical Science*（文章标题：Controlling the Oxidation State of Fe-Based Catalysts through Nitrogen Doping toward the Hydrodeoxygenation of m-Cresol; Surface engineering of earth-abundant Fe catalysts for selective hydrodeoxygenation of phenolics in liquid phase）。

（冯瑞华）

美科学家用离子轰击薄膜材料大幅提高其储能密度

电容器是现代电子和电力系统中的关键组件，与电池或燃料电池等其他储能系统相比，电容它能够快速存储和释放电能，但储能密度较低。美国能源部劳伦斯伯克利国家实验室的研究人员通过简单的后处理步骤，在某种市售薄膜材料中引入了孤立缺陷，将普通材料变为同时具备快速存储和放电能力，储能密度又高的高性能材料。

劳伦斯伯克利实验室开发的高性能电容是基于弛豫铁电体陶瓷材料制造，其研究的核心问题是优化材料寿命，使其能够经受数十亿次的高压充电和快速放电而不

被损坏。研究人员通过引入局部缺陷，使这种材料能够承受更大电压。

研究人员利用了之前开发的一种方法，他们用氦离子轰击铌镁铅-钛酸铅弛豫铁电薄膜材料，通过敲除原目标点位离子引入孤立缺陷，这些缺陷会俘获材料电子，阻止电子运动，从而使薄膜材料电导率降低几个数量级。测量结果表明，经过离子轰击的薄膜材料的储能密度是此前的两倍以上。

相关研究工作发表在 **Science**（文章标题：Ultrahigh capacitive energy density in ion-bombarded relaxor ferroelectric films）。

（姜 山）

美国防部 CTMA 创建首个军用飞机整机数字孪生模型

美国国防部“用于维护活动的民用技术计划”（Commercial Technologies for Maintenance Activities, CTMA）正在为一架 1985 年开始服役的 B-1B “枪骑兵”战略轰炸机创建一个整机数字孪生模型。这是首次为整个军用飞机创建数字孪生模型，包括飞机上的螺母、螺栓等。

B-1B “枪骑兵”战略轰炸机绰号“骨头”（The Bone），是一种多功能、多任务的超音速常规轰炸机，携带空军库存中最大的常规制导和非制导武器有效载荷。B-1B “枪骑兵”机身重 40.8 吨，将其从戴维斯-蒙坦空军基地转移到美国国家航空研究院（National Institute for Aviation Research, NAIR）耗时 6 个月。目前，正在对机翼进行数字化，之后将对尾部、机舱和机身进行数字化。

对一架服役 35 年且所有规范都是纸质记录的飞机进行数字化，这一项目主要有三个目标：一是更易于采购备件，数字蓝图可在创建新模具或增材制造技术数据包之前用于原型制作和测试零件；二是使维修人员使用虚拟现实和光学设备进行检验、培训和维护活动；三是采用数字孪生模型进行飞机性能等的预测。美国空军旨在利用数字孪生技术实时诊断飞机结构健康状况，实现 B-1 “枪骑兵”战略轰炸机服役到 2040 年的目标。

（苟桂枝）

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