

Science & Technology Frontiers

科技前沿快报

国家高端智库
中国科学院

2019年6月5日

本期要目

美国空军拟投入3亿美元于四大基础方向研究

俄罗斯批准《2019-2027年联邦基因技术发展计划》

日本政府智库建议“推进数据整合和人类生物医学研究”

美国能源部密集出台先进煤电、水电和海洋能源部署

欧洲能源研究联盟发布核能材料战略研究议程

2019年

总第060期

第06期

目 录

深度关注

- 美国空军拟投入 3 亿美元于四大基础方向研究..... 1
- 俄罗斯批准《2019-2027 年联邦基因技术发展计划》 7

信息与制造

- 英国新建物联网系统网络安全国家卓越中心 10
- “制造业美国” MxD 研究所发布 2019 技术战略投资计划 11
- 美国 DARPA 第四期攻击性群体战术计划聚焦虚拟环境..... 12

生物与医药农业

- 日本政府智库建议“推进数据整合和人类生物医学研究” 13
- 澳大利亚政府宣布将资助未来食品系统合作研究中心 14
- 英国健康数据研究所发布一体化战略及 2019-2020 年度计划 16

能源与资源环境

- 美国能源部密集出台先进煤电、水电和海洋能源部署 16
- 欧洲能源研究联盟发布核能材料战略研究议程 21
- 欧洲能源研究联盟发布生物能源战略研究与创新议程 24
- 日本部署煤气化燃料电池联合循环发电示范工程实证研究 30

设施与综合

- 美国 DOE 9500 万美元资助小企业研发创新成果转化..... 31
- 英国资助建立新的国家级同位素设施 32

深度关注

美国空军拟投入 3 亿美元于四大基础方向研究

2019 年 4 月 11 日，美国空军科学研究办公室（AFOSR）面向学术界和产业界发布征询书（BAA FA9550-19-S-0003），预计将投入约 3 亿美元资助四大方向 34 个研究主题开展基础研究，每个项目每年投入 20 万~40 万美元，资助周期为 3~5 年¹。AFOSR 聚焦工程与复杂系统、信息技术与网络、物理学、化学与生物学四大方向中，能极大且全面提升美国作战和维和能力的研究主题。

此次征询书最大的变化在于新增了“冲刺（Sprints）”机会和商业拨款。“冲刺”是指展示项目研发活动所产生的基础研究影响的机会，这些项目必须是在美国空军研究实验室的现有实验和计划框架或国防部其他设施开展的项目。此外，根据全国性未来技术研究项目“科学与技术 2030”收到的反馈意见，AFOSR 为此次技术征询增设了商业拨款。

一、工程与复杂系统

该方向的主要目标是研究影响航空航天科学未来的关键基础科学和知识，并对其加以利用。研究主题包括：

1、动态材料及相互作用。旨在研发有助于理解复杂材料、异质材料及活性材料的动态变化所需的基础科学知识，推动弹药和推进等技术的变革。

2、吉赫兹（GHz）-太赫兹（THz）电子和材料。旨在寻求材料、异质结构和设备等领域的科学突破，从而在射频传感和放大、发射/接收功能、宽带操作和新颖功能等方面实现突破性进展。项目优先考虑资助 GHz 到 THz 频率范围的相关研究。

¹ Air Force Research Laboratory seeks basic research funding proposals through new announcement. <https://www.wpafb.af.mil/News/Article-Display/Article/1811947/air-force-research-laboratory-seeks-basic-research-funding-proposals-through-ne/>, <https://www.grants.gov/web/grants/view-opportunity.html?oppId=314753>

3、能源、燃烧和非平衡热力学。旨在解决空军航空航天系统的能源问题，满足其推进和非推进功能日益显著的能源需求。

4、非定常空气动力学和湍流。旨在支持对气动剪切流动力学和控制的基础研究，包括剪切流在运动过程中与刚性面和柔性面的相互作用。优先资助的研究内容包括内流和外流空气动力学研究，以及雷诺数大范围变化下的流动研究。

5、高速空气动力学。旨在发现、表征、预测和控制临界现象，加深对飞行器周围高速、高温、非平衡流动的理解，为推动变革性技术进步奠定基础。

6、低密度材料。旨在减轻航天器的重量，增强稳健性和可靠性，降低成本和排放，提高有效载荷能力和整体性能。主要研究内容包括：新材料研发、加工和表征；纳米技术；集成计算材料科学与工程；复合材料和混合材料加工；表面科学与界面科学。

7、多尺度结构力学与预测。旨在解决美国空军在以下应用领域的需求问题：新型与变革型飞机结构；多尺度建模和预测；非平稳条件和极端环境下的结构动力学；其他与美国空军相关的突破性和变革型的结构力学问题。

8、空间推进与动力。重点研发跨学科、多重物理量、多尺度解决复杂问题的方法。主要包括 4 项研究内容：耦合材料和非平衡等离子体过程；固体推进剂燃烧中的纳米含能材料；用于火箭发动机的高压燃烧反应动力学；结构电池。

9、测试与评估（T&E）的敏捷科学（Agile Science）。项目主要资助空军 T&E 相关革命性能力的基础研究发明和创新。主要包括 6 项研究内容：气动弹性力学和空气动力学、使能材料和加工、高超音速、信息管理和融合、传感器和电磁学、综合风险评估科学。

二、信息技术与网络

该方向旨在引领数学、信息和网络导向的科学的基础问题的发现和发展。信息技术方向的研究重点包括探索数学规律、基础科学原理以及新的、可靠的、稳健的算法，这些是实现智能、混合人机决策的基础。网络主题方向将解决一些关键问题，如大规模信息提供者和消费者之间的组织和交互，提高人们对复杂信息系统变化发展的理解。研究主题包括：

1、计算认知和机器学习。旨在资助对实现智能机器行为所需基本原理和方法的基础研究，尤其是对混合主体（即人机组合）系统的原理与方法研究。

2、计算数学。旨在研发创新型数学方法，以及快速、可靠和可扩展的算法，以推动计算科学和大规模工程和设计取得根本性进展。

3、动力与控制。强调动态系统和控制理论的相互作用，旨在为受控系统的设计和分析研发创新型协调策略，从而从根本上加强未来空军系统的性能和运作效率等能力。

4、动态数据和信息处理。旨在扩展动态数据驱动应用系统(DDDAS)框架，重点是数学概念的研究，这些概念把来自测量或模型的额外数据动态合并到执行的应用程序中；以及能够引导测量集合、模型改进和系统感知能力的研发。

5、信息保障和网络安全。将资助有望为现有或未来的问题提供绝无仅有的安全解决方案的新技术，旨在探索新颖的、前景广阔的概念和方法，从而为网络安全奠定坚实的科学基础，并有潜力解决网络安全技术障碍。

6、最优化和离散数学。旨在研发可用于优化大型和复杂模型的数学方法，以解决美国空军未来可能面临的决策问题。主要研究内容包括资源分配、规划、物流、工程设计和调度。

7、信任和影响(行动)。信任与影响是一个跨学科的基础组合研究，包括两个总体目标：推进对人类依赖关系和团队合作的理解，阐明人们

如何建立、维护和修复人类及机器代理之间的信任；在国家安全的背景下推进社会影响学的发展。

8、复杂网络。重点开发基础数学和算法技术，以研究、理解、分析和设计复杂网络，以及与网络特征相耦合的动态过程。

9、认知与计算神经科学。将资助高风险、高潜力的基础研究，利用系统神经科学、认知神经科学、计算/理论神经科学、认知科学和认知心理学的实验和计算建模技术，来理解负责感知、认知和行为的神经机制。还将资助类脑算法和硬件开发，这些算法与硬件应可用于测试神经科学理论，或可赋予计算、人工智能或自治系统以新的功能。

三、物理学

该方向的研究旨在将基础物理学的发现转化为空天和网络能力。物理学研究将能从感知、表征和管理作战环境，以及开发先进设备的角度，产生推进美国空军作战所需的基础知识。研究重点是提升对物理世界的基本认识，包括量子物质和设备，等离子体和高能密度物理学，光学、光子学和电磁学，航天材料。研究主题包括：

1、具有极端属性的材料。旨在通过探索和表征，为实现未来技术突破提供所需基础知识。极端环境指热、压力、磁场、电场、微波和声场的组合环境。优先资助以下材料的研发：陶瓷、金属、包括无机复合材料（结构、功能和/或多功能性能等属性优异）的混合系统。

2、原子与分子物理学。包括基础实验和理论研究，研究重点包括冷量子气体和超冷量子气体、精密测量、物质波光学和非平衡量子动力学。这些研究支持美国空军感兴趣应用领域的技术进步，包括精确导航、计时、遥感、计量以及未来美国空军需求的新材料。

3、电磁学。支持线性/非线性电磁学基础研究（建模/仿真/实验），以及信号处理领域的研究。

4、激光和光物理。旨在推进激光器件、激光材料、激光与物质相互作用、非线性光学现象和设备、新型光源等研究。

5、光电子学和光子学。通过提高捕获、处理、存储、传输图像和数据的能力，推动其在监视、通信、计算、目标识别和虚拟导航等领域的应用，保证空军在信息领域占据优势地位。主要包括 5 项研究内容：集成光子学（包括硅光子学）；纳米光子学（包括等离子体、光子晶体、超材料、原光子学和新型传感）；可重构光子学（包括全光开关和逻辑，以及光电计算）；用于光子学的纳米制造、三维装配、建模和仿真工具；使用光学方法的量子计算。

6、等离子体和电能物理学。重点在于探索等离子体物理学和与电磁场、等离子体的产生和相互作用有关的基础科学之间的区别。主要包括紧凑型脉冲功率相关基本原理，以及对在广泛的时间和空间尺度上预测能量转移所需的科学知识的研究。

7、量子信息科学。包括量子信息科学领域的基础实验和理论研究。重点是理解、控制和利用非经典现象，为空军开发新的能力，包括但不限于网络和通信、信息处理和仿真等领域。主要研究内容包括：量子通信和量子网络，量子中继器，量子信息处理和量子模拟；支持这一研究领域的基础研究，如创建、操纵和表征量子纠缠的基础研究，高度纠缠态，耗散工程，量子控制技术，不同类型量子比特之间的相干态转移。

8、遥感。主要进行遥感的基础研究及其在空间态势感知和作战识别中的应用。研究内容包括电磁辐射传播的基础物理原理、辐射与物质的相互作用、成像、智能传感器任务、数据融合、远程监测和识别，以及大气或空间环境对传感系统的影响等。

9、空间科学。支持对日-地环境的基础研究，包括对太阳环境、地球磁层和辐射带，以及地球中间层和低温区域等的研究。基础研究的重

点是提高对地球空间环境中物理过程的理解，特别是提高对太阳活动、热层中性大气密度、电离层不规则体和大气闪烁的预报精度。

10、超短脉冲激光物质相互作用。旨在探索超短脉冲激光与物质的相互作用，探索 and 了解其促生的广泛物理现象，以解决提升美国空军能力，包括定向能、遥感、通信、诊断和材料加工等。重点研究超短脉冲激光的三个关键特征：高峰值功率、大光谱带宽和持续时间。

四、化学与生物学

该方向支持广泛的基础化学、生物学、力学和生物物理学的研究，这些研究将有助于激发革命性新技术，从根本上改变未来空军武器系统的设计和实施方式。主题包括：

1、生物物理学。包括基础实验和生物物理学的理论研究，重点是低于衍射极限的生物分子和原子成像、生物电、电磁刺激和量子生物学。这些研究有可能支持美国空军感兴趣的应用领域的技术进步，包括生物学启发的新型材料、自主性、人类性能、定向能以及增强计算开发。

2、人类性能和生物系统。美国空军希望通过开发先进的人机界面，采用增强人类性能的直接方法来提高人的能力。研究的主要目标是更好地了解生物物理、生物化学以及负责管理由各类扰动引起的行为、遗传、细胞、组织和系统变化的生理机制。

3、多功能材料力学和微系统。主要目标是：将新兴材料、纳米级设备和微系统整合到多功能结构中，集成各优点；研制更安全、更具机动性的航天器和平台，为空军提供卓越性能。

4、分子动力学和理论化学。分子动力学方面，将探寻在分子层面对与能量的有效存储和利用相关的反应机制和能量转移过程进行描述，重点支持催化反应和机制、新型高能材料概念、能量转移和传输动力学，以及极端环境中的化学研究。理论化学方面将支持研发新方法，以作为

设计新材料和改进美国空军重要流程的预测性工具。这些新方法可应用于分子系统的结构和稳定性研究（应用于先进推进剂）、分子反应动力学，以及纳米结构和界面的结构与性质。

5、天然材料、系统和极端环境微生物。以生物材料为中心，着眼于现有的生物材料和合成生物材料，但不包括模仿非生物材料中的生物材料特性，探索天然产物较人工技术的优越之处。聚焦 4 项研究内容：仿生学；生物材料（仅限非医学）；生物界面科学；极端环境微生物。

6、有机材料化学。旨在更好地了解聚合物、有机材料及其有机/无机杂化材料的化学、物理和工艺条件，并探索其更为新颖实用的属性和性能，以期为未来的美国空军应用开发先进的有机材料、混合材料和聚合物材料。

（徐婧）

俄罗斯批准《2019-2027 年联邦基因技术发展计划》

4 月 22 日，俄罗斯政府批准《2019-2027 年联邦基因技术发展计划》，旨在加速发展基因编辑技术在内的基因技术，为医学、农业和工业建立相关科技储备，完善生物领域紧急状况预警和监测系统²。计划主要包括 4 个实施方向：生物安全和保障技术独立、促进农业发展的基因技术、医学领域的基因技术和工业微生物学领域的基因技术。

一、生物安全和保障技术独立

目标是建立应对威胁的预测、预警和快速反应系统，以及对生物信息资源获取和军民两用基因技术转化进行合理监管。

具体方向包括：创建俄罗斯生物信息和基因数据库；针对致病生物制剂开发实验室和快速诊断方法；发展免疫生物学，研究预防传染病的方法；创建俄罗斯仪器设备基地，进行基于基因技术的研发活动；建立

² Утверждена Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на 2019–2027 годы. <http://government.ru/docs/36457/>

相关信息系统，有效评估和预测基因技术不可控的传播和使用风险；开发新的基因编辑工具；研究将基因编辑系统元件递送到靶细胞的新方法，并优化现有方法。

在该计划框架内，针对俄罗斯科技发展优先方向——对抗生物威胁和生物恐怖主义，计划：创建俄罗斯生物信息和基因数据库；创建对生物安全极为重要的病原微生物和生物毒素国家交互目录；开发用于鉴定环境中生物制剂的方法；发展用于基因技术研发的仪器设备；建立国家系统，用于流行病紧急状况和生物安全威胁的早期发现，并采取应对措施；建立相应措施体系，保障基因编辑技术的安全利用；建立对国外领先机构基因技术研发活动的监测和全面评估系统。

短期内（3~6年）拟取得以下成果：创建生物基因数据库，至少涵盖 2500 种生物的基因数据；至少开发 2 项用于快速诊断和早期发现目标基因结构的技术；基于基因工程方法，至少开发 5 种针对危险传染病的新疫苗；至少开发 4 种快速诊断危险致病生物制剂的方法；至少开发 2 种用于克服致病生物制剂耐药性的药物；开发高效基因测序装置样机。

二、促进农业发展的基因技术

目标是通过提高农工综合体的效率和俄罗斯农产品在全球市场的竞争力来加强俄罗斯的粮食安全。

具体方向包括：开发用于种植业的基因技术；开发用于畜牧业和水产养殖的基因技术；开发用于兽用疫苗生产的基因技术；通过有效利用农业微生物群落的基因资源，开发改善微生物、动植物之间相互作用的技术。

在该计划框架内，针对俄罗斯科技发展优先方向——向高产生态型农业和水产养殖业过渡，计划：开发植物新品系，提高对病虫害、除草剂和恶劣气候条件的抗性，提高食用价值，延长保质期；研发生长速度快的植物品系，将其作为生物技术工业的原料来源，获取生物燃料和纤

纤维素；研究对最常见疾病具有遗传抗性的家畜品种，提高产量和食用价值；开发用于预防和治疗家畜疾病的疫苗以及治疗系统。

短期内（3~6 年）拟取得以下成果：利用基因编辑开发至少 4 种作物品系，从俄罗斯主要农作物（小麦、马铃薯、甜菜、大麦等）清单中选取，并提高其经济价值；为种植业研究生长迅速的树木品系；研究抗病毒性疾病家畜品系；融合基因技术和胚胎技术用于生产和推广高产家畜，降低俄罗斯畜牧业对国外的依赖。

三、医学领域的基因技术

目标是开发基因技术，提高人口生活质量，减少疾病造成的损失。

具体方向包括：对决定病理过程的基因结构进行生物信息学分析，开发选择性激活、修改或敲除靶基因的编辑和传递系统；利用实验动物或细胞培养创建疾病模型；抵抗包括逆转录病毒在内的感染；对可导致遗传疾病的基因变异和基因缺陷进行编辑；在多基因和其他病理中修饰包括免疫系统细胞在内的各种细胞。

在该计划框架内，针对俄罗斯科技发展优先方向——保障向个性化医疗过渡，计划：开发面向实验室动物、组织和细胞培养研究的基因编辑技术；开发转基因动物和培养细胞，用于模拟人类疾病；利用细胞或组织工程方法，研究能够校正病理状况的方法；开发对抗病原体耐药性的新手段；对生物医学中基因技术的使用进行监管。

短期内（3~6 年）拟取得以下成果：开发基因编辑方法以增强免疫系统细胞对 HIV 病毒感染和病毒性肝炎的抗性；至少开发 3 种用于治疗遗传病的药物；构建人类疾病体外和体内模型；创建通用技术平台，以获取人类重组单克隆抗体，开发至少 5 种针对危险传染病和毒素的药物。

四、工业微生物学领域的基因技术

目标是开发生物技术产品和食品生产技术、提取不易获取的矿物质、

开发生物修复技术以及向生态和资源节约型能源过渡。

具体方向包括：开发用于工业生物技术生产菌种的基因技术；开发用于微生物群体分析和微生物群体工程的基因技术。

在该方向框架内，针对俄罗斯科技发展优先方向——向生态和资源节约型能源过渡，计划：建立国家生物资源中心和用于生物技术研究的微生物基因数据库；开发用于生产农业和化工业所需产品（饲料添加剂、抗生素、有机酸、单体、生物燃料）的微生物菌种；开发用于采矿业、废物处理和生物修复的生物技术，基于微生物管理创建植物-微生物共生系统。

短期内（3~6年）拟取得以下成果：创建工业微生物国家生物资源中心；为重要的工业微生物（棒状菌、杆菌和真菌）群落开发基因编辑系统；开发必需氨基酸生产菌种；开发饲料添加剂生产技术和废水深度处理技术，开发有色金属提取技术和采矿工业废物生物修复技术。（贾晓琪）

信息与制造

英国新建物联网系统网络安全国家卓越中心

3月28日，为更加有效应对网络威胁，并成为该项工作的全球领导者，英国启动了新国家中心的建设³，以开展与物联网网络安全相关研究。

英国工程与自然科学研究理事会（EPSRC）已向该中心提供近1400万英镑资助，作为“确保外围数字技术安全（SDTaP）”项目的一部分。新中心命名为“PETRAS⁴物联网系统网络安全国家卓越中心”，由伦敦大学学院领衔建设，其研究重点是当边缘计算被更广泛部署于经济和社会中时出现的机遇和威胁，即人工智能与机器学习技术从集中式系统转变为在互联网和本地物联网网络周边运行。新中心主要有五大研究领域。

³ UK launches National Centre of Excellence for IoT Systems Cybersecurity. <https://epsrc.ukri.org/newsevents/news/uk-launches-national-centre-of-excellence-for-iot-systems-cybersecurity/>

⁴ 取自隐私 privacy、道德 ethics、信任 trust、可靠性 reliability、可接受 acceptability 和安全性 security 的首字母。

(1) 采用与可接受性：随着物联网发展，系统设计须考虑社会和文化的可接受性。

(2) 经济价值：数据的长期价值体现在成长为可交易的商品。

(3) 隐私与信任：物联网正在创造前所未有的数据量，引发了关键的隐私、信任和道德问题。

(4) 安全性：从小型医疗植入式传感器到城市范围的传感基础设施，各种物联网系统都带有安全挑战。

(5) 标准、治理与政策：在物联网带来的重大机遇与其对隐私和安全的独特挑战之间取得平衡，是政府关注的一个主要问题。（万勇）

“制造业美国” M×D 研究所发布 2019 技术战略投资计划

4 月，美国制造业创新网络“制造业美国”框架下的数字制造研究所（M×D）发布《技术战略概览 2019》⁵。报告阐述了美国制造业的重要作用、相对优势以及存在的问题和威胁等。M×D 研究所执行委员会、技术咨询委员会以及美国国防部等利益相关方经过沟通交流，就研究所的工作重点达成共识，即集成多种技术与系统，以协同工作，提高系统生产力。报告从 4 个主题规划了 2019 年的技术投资计划。

1、工厂数字孪生。研究主题涉及：大批量、低成本物品序列化；人工智能应用于计算机视觉和过程元数据；预测性维护；人工 workflow 数字孪生；面向多品种、小批量应用的数字化工艺优化；面向加工数字化的数据采集等。

2、新的制造能力。研究主题涉及：激光引导的机器人制造；人工智能焊接商业化；机器人 G 代码自动生成等。

3、制造业网络安全。研究主题涉及：网络安全工具试点项目；网络安全架构等。

⁵ Strategic Investment Plan. <https://www.uilabs.org/innovation-platforms/manufacturing/strategic-investment-plan/>

4、**劳动力开发**。主要包括开展岗位分类、制定实习计划、召开数字能力研讨会以及开展工业物联网培训等。 (万勇)

美国 DARPA 第四期攻击性群体战术计划聚焦虚拟环境

4月1日，美国国防部高级研究计划局（DARPA）发布消息，正在为“攻击性群体战术（OFFSET）”计划征集第四期创意提案⁶。OFFSET希望通过超过250个自主系统的相互协作，在基本通信、传感、机动性和自主性受限的各种条件（如高层建筑、狭小空间和有限视线）下，为城市区域局部战斗提供关键作战能力。

OFFSET项目征集分为5个批次，分别聚焦群体战术、群体自主、人机协作、虚拟环境和物理测试平台等五大领域。第一批项目征集希望开发拥有开放架构的群体战术开发生态系统，包括实时监控和指挥数百个无人平台的操作界面、实时的现实镜像网络虚拟环境、开放的战术开发社区等；第二批项目利用现有或开发新的硬件组件、算法，提升空地无人作战平台的自主性；第三批项目希望通过设计、开发和演示新的框架系统，增强人类与自主群体的交互方式。本次项目征集将聚焦：

(1) 在虚拟环境中开发综合技术方案，包括利用分布式机载远距离射频成像传感器阵列进行战场扫描；新型无源通信技术，用于群组网络和室内/室外信息共享；增强传感器有效载荷和边缘计算架构，在昏暗杂乱的视觉环境中实现多光谱感知；协调的多源信号发生器，构建稳定、多视角战场感知；多平台模块化组合，增强与环境的交互（如自主空中单元为地面单元提供分布式升降服务等）；分布式动力学效应以支持群体行动（如协同进攻和烟幕遮蔽等）。

(2) 在虚拟环境下利用人工智能技术发现和学习新的群体战术，

⁶ OFFSET Seeks Proposals to Accelerate Swarm Tactics in Virtual Environments. <https://www.darpa.mil/news-events/2019-04-01>

包括通过神经进化、强化学习、迁移学习等方法推动群体战术发展；提高人工智能生成的群体战术的鲁棒性等。创意提案应与 OFFSET 虚拟环境(包括虚幻和 Unity3D 引擎)兼容。OFFSET 还将开发分析评估框架，对群体战术进行定量及比较评估。

(黄健)

生物与医药农业

日本政府智库建议“推进数据整合和人类生物医学研究”

4月3日，日本科学技术振兴机构(JST)研发战略中心(CRDS)提出“推进数据整合和人类生物医学研究”战略建议，旨在实现个体预防/预测医学新医疗模式⁷。针对科学研究、产品研发和基础设施建设，战略建议共提出了9个未来需要推进的主题方向。其中，3个主题为重点推进方向，具体如下：

1、建设“人类疾病研究综合创新基地”。计划建设“人类疾病研究综合创新基地”(暂定名)，并设立权威总部组织，以监督受基地保护的研究机构/医院以及公共基础设施。该基地计划开展的研究和支持活动具体包括：收集、结构化和利用健康和医疗数据，建立数据应用基础，加深对疾病的理解，促进跨领域研究平衡发展；推动医疗技术评估(推动监管科学)，支持临床研究和临床试验，积极开展医生发起的临床试验，加速产学研合作和国际合作，保护人体研究和数据研究中涉及的人类资源，促进流行病学研究，改善研究设备平台(核心设施)，开发和维持生物样本库，推进医学人文发展支持疾病控制基本法的改善以及公共参与型研发系统的研究等。

2、疾病和医学知识结构化/构建下一代电子病历系统。目前，日本数

⁷ Strategic Proposal Promoting “Integration of Bio-Medical Things (IoBMT)”. <http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2018/SP/CRDS-FY2018-SP-06.pdf>

据研究仅限于易于分析的数据格式，为了创造中长期新价值，必须进一步扩展分析数据范围，应对健康医疗数据中高质量信息难以分析的挑战。此外，在产生大量数据的临床领域，最小化医生记录病历的负担，最大化数据价值是十分重要的，有必要开发一个新系统，即“下一代电子病历系统”。

3、人体内所有细胞生命科学和医学科学研究。21 世纪以来，基因组研究相关技术有了新的发展，引领生命科学和临床医学研究。在单细胞水平分析体内所有细胞是未来发展方向。尽管目前该技术领域并不成熟，但未来将成为所有生命科学和临床医学研究人员日常研究中强有力的实验工具。日本在该领域的许多技术中具有优势，如成像技术，当务之急是建立和运用技术基础以更好地开展研究。

其他 6 个主题方向包括：跨尺度生命科学网络（分子-个体）、真正的分子细胞科学（细胞核结构、分子动力学、细胞拥挤环境）、多器官/组织联合控制代谢平衡和生物节律、4D 生物组织重塑（适应与修复科学）、人工细胞药物/下一代药物发现技术研究设备平台开发（核心设施）。

（施慧琳）

澳大利亚政府宣布将资助未来食品系统合作研究中心

3 月 27 日，澳大利亚工业、创新和科学部宣布，联邦政府的合作研究中心计划将资助建立未来食品系统合作研究中心（The Future Food Systems CRC）⁸，旨在通过在保护性耕作、先进制造、智能物流和食品科学领域开发新技术、产品和服务，帮助解决从农民到食品加工商整个食品供应链面临的主要经济、环境和社会挑战，以支持区域和城郊食品系统生产力的提升、支持新产品从原型向市场的推进，以及实施从农场到消费者供应链的快速源头保护。合作研究中心是一种以产业为主导、

⁸ Future Food Systems Cooperative Research Centre. <https://www.futurefoodsystems.com.au/about/>

政产学研合作的科研组织形式。未来食品系统合作研究中心基于新南威尔士大学建立，汇集了超过 60 家研究、产业和政府合作伙伴，未来 10 年内将获得政府资助 3500 万澳元，合作伙伴资助近 1.5 亿澳元⁹。该中心将致力于三方面的创新，即区域食品中心、高科技室内农业及农产品增值。

1、区域食品中心。向区域和城郊食品中心提供帮助，在分析当地所面临挑战的基础上，设计基于协作商业文化的综合解决方案，涉及农场、温室综合设施、食品工厂、货运代理商及通过智能物流相连的服务供应商。重点聚焦：制定区域食品计划，以流线型增值产品供应链为纽带，将种植者、制造商和服务提供商联系起来；总体规划，将面向出口的农业食品工业区与货运枢纽相连；缩短供应链、降低成本及提高质量；优化城市设计、交通规划和物流；开创新的跨部门业务模式；确定区域最佳种植作物和增值机遇；创新面向未来的技能和价值高的工作；创造独特的区域品牌等。

2、高科技室内农业。重点聚焦：控制环境条件，提高食品供应的一致性；优化能源、水和其他要素投入，整合水循环、可再生能源和废物管理；为城市农业和垂直农业开发集成自动化、信息学和设施设计的下一代解决方案；创新知识产权保护，降低对进口技术的依赖；增加对增值产品的专业投入。

3、农产品增值。重点聚焦：从农场到消费者的源头保护技术；产品质量和营养优化技术；智能包装、加工和食品安全技术；定制和个性化食品创新技术；新市场和无摩擦贸易系统。未来食品系统合作研究中心将与货运和规划制定的利益相关方合作，为优质食品设计高效的多式联运解决方案。澳大利亚还有可能建立基于数字平台（如区块链）的高效跨境食品贸易区。

（袁建霞）

⁹ Government injects \$35m into future food research centre. <https://newsroom.unsw.edu.au/news/general/government-injects-35m-future-food-research-centre>

英国健康数据研究所发布一体化战略及 2019-2020 年度计划

4月9日，英国健康数据研究所（HDR UK）发布《研究所一体化战略（2019-2020）》¹⁰，提出了基于大规模数据和先进分析方法，改善科研和临床现状及提升公共健康水平的未来20年愿景；同时从科学研究、人才培养、基础设施建设和社会参与4个方面制定了5年战略目标和2019~2020年度计划。在科学研究方面，共制定了6项优先行动计划（见表1）。

表1 优先行动计划研究内容

研究方向	优先行动计划		
	优先行动	2019~2020年度目标	长期目标
健康数据科学工具和技术研究	人类表型组计划	生成首个国家级人类表型组在线平台的早期原型	创建全球领先的人类表型组在线平台
	应用分析	提高人工智能和机器学习技术在医学研究中的可靠性和可重复性	大幅缩短使用先进分析统计方法准确判断健康状态的时间
	了解病因	创建英国“多组学和电子健康病例联盟”	加速发现复杂疾病的新成因
展示大规模健康数据应对重大卫生挑战的能力	更好、更快、更有效的临床试验	提供数字化试验可行性服务	利用常规电子健康数据，以更低的成本、更短的时间实现更大规模、更高质量的试验
	改善公共卫生状况	建立首个覆盖英国所有地区的人口队列（2000多万人口）	提高平均预期寿命
	数字医疗	推出研究所首个数字健康洞察应用组件	加快全英国学习健康系统（LHS）的发展

（姚驰远）

能源与资源环境

美国能源部密集出台先进煤电、水电和海洋能源部署

4月，美国能源部（DOE）先后宣布多项研发资助，部署先进煤电、

¹⁰ One Institute Strategy 2019/20. <https://www.hdruk.ac.uk/wp-content/uploads/2019/04/HDR-UK-One-Institute-Strategy-compressed-1.pdf>

水电和海洋能源技术研发。其中，向“煤炭优先”（Coal FIRST）计划投入 1 亿美元¹¹，开发未来先进煤电厂以提供安全、稳定、可靠的近零排放电力；资助 8730 万美元用于先进煤炭技术研发项目¹²；资助 2610 万美元用于先进水电和海洋能源技术资助计划¹³，旨在驱动产业导向的技术创新以促进美国海洋与水电技术产业发展并提升水电系统服务整个电力资源灵活配置的能力。

一、资助开发未来燃煤电厂

DOE 于 2018 年 11 月公布了“煤炭优先”计划¹⁴，目的是开发灵活、创新、弹性、小型、变革的适用于未来能源系统的先进燃煤电厂。此类电厂将具备如下特点：能够灵活运行以满足电网需求；使用创新、前沿的组件，提高效率，减少排放；为美国提供灵活的电力；比目前的传统公用事业规模燃煤电厂的规模小；改变煤电技术的设计和制造方式。

1、“煤炭优先”计划

“煤炭优先”计划开发超越当今最先进的新型煤炭发电技术，将把电厂关键组件的研发与现有技术整合到先进的系统中。通过技术创新和设计及制造方法的改进，开发超越目前公用事业规模发电厂性能的新型先进燃煤发电原型系统。“煤炭优先”计划所设想的未来先进煤电机组将具备如下特征：

（1）整体效率高，满负荷时为 40%（高热值）以上，在需求负荷内效率降低尽可能少。

（2）体积小（单位面积约为 50~350 兆瓦），可最大限度利用高

¹¹ Department of Energy Announces \$100M in Investments in Coal FIRST. <https://www.energy.gov/articles/department-energy-announces-100m-investments-coal-first>

¹² Department of Energy Announces \$87 Million for Coal Research and Development Projects. <https://www.energy.gov/articles/department-energy-announces-87-million-coal-research-and-development-projects>

¹³ DOE Announces Up to \$26.1 Million to Advance Hydropower and Marine Energy. <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-261-million-advance-hydropower-and-marine-energy>

¹⁴ Energy Department Announces Intent to Fund Research that Advances the Coal Plants of the Future. <https://www.energy.gov/fe/articles/energy-department-announces-intent-fund-research-advances-coal-plants-future>

质量、低成本的车间制造优势，降低现场施工成本，并缩短项目周期。

(3) 近零排放，可选择考虑不排放或少量排放二氧化碳的设计，使排放水平等于或低于天然气发电技术，或者在不进行重大电厂改造的情况下进行碳捕集改造。

(4) 高爬坡率和最小载荷，可适用于 2050 年高比例可再生能源发电的情况。

(5) 集成热量或其他能量存储技术，如化学品生产，以提高运行效率并降低设备损坏几率。

(6) 最大限度地减少用水量。

(7) 通过利用先进工艺和模块化设计的方法，缩短电厂设计、构造和调试时间。

(8) 增强维护功能，包括通过监控和诊断技术的进步减少维护，并最大限度地减少强制停机。

(9) 与煤炭提质或联合发电等技术整合。

(10) 可进行天然气混合燃烧。

基于上述目标，“煤炭优先”计划将重点关注 7 个关键领域：煤和天然气联合循环；间接超临界二氧化碳（SCO₂）循环；先进超超临界蒸汽发电；具有或不具有多联产（加压、氧吹和/或空气吹）的整体气化联合循环；富氧燃烧系统（加压、空气、流化床或悬浮床）；多联产概念；直接合成气/热解气 SCO₂ 循环。

2、本次资助情况

4 月 12 日，DOE 宣布向“煤炭优先”计划投入 1 亿美元。本次资助的目的是开发“煤炭优先”计划的未来燃煤电厂所需的关键组件，也可能包括开发相应的先进制造技术及工艺。

(1) 煤燃烧组件，如直喷式燃煤发动机、加压流化床燃烧、分级

模块燃烧、加压富氧燃烧、化学循环燃烧、先进超超临界锅炉和用于 SCO_2 动力循环的燃烧加热器。

(2) 用于燃煤、间接 SCO_2 动力循环的单轴轴流压缩机/膨胀机。

(3) 用于燃煤、直接 SCO_2 动力循环的集成燃烧器/膨胀机，带有内部叶片冷却。

(4) 气化炉、气化炉组件和/或空气分离单元。

(5) 10~50 千瓦合成气固体氧化物燃料电池 (SOFC) 模块。

(6) 其他组件，如传感器、控制器、储能装置、多联产装置、合成气发动机、先进底循环。

此外，DOE 还宣布已经在“煤炭优先”计划下选定了 13 个项目，总计资助 195 万美元进行未来燃煤电厂的概念设计，获得资助的机构为：8 Rivers Capital 公司、阿勒格尼科技公司、Barr 工程公司、CONSOL 宾夕法尼亚煤炭公司、Constantem 科技公司、Echogen 电力系统公司、美国电力研究院、Hydrogen Energy California 公司、Nexant 公司、华盛顿大学、Wormser Energy Solutions 公司。

二、资助先进煤炭技术研发

先进煤炭技术研发项目旨在使美国能够继续最大化利用国内能源资源，同时保持可靠和廉价的电力供应。资助的项目包括 5 个领域。

1、提高燃煤锅炉的蒸汽动力循环性能和新的汽轮机设计工程设计。 资助金额为 2200 万美元，旨在提高蒸汽动力循环的性能，从而降低电力成本，降低燃煤锅炉每兆瓦时的排放。此外项目还将设计用于 50~350 兆瓦范围的汽轮机概念工程，以支持“煤炭优先”计划。

2、用于监测深层地下的转换传感系统。 资助金额为 480 万美元，旨在减少不确定性，并推动与地下二氧化碳封存相关的实时决策。

3、燃煤电厂的跨领域研究。 资助金额为 1450 万美元，旨在开发创

新技术，提高现有和未来燃煤电厂的性能和经济效益，从而降低消费者的电力成本。

4、高效、灵活、可靠的燃煤电厂先进材料。资助金额为 2600 万美元，将降低成本，提高先进超超临界电厂材料的循环耐久性。这些先进的材料对于提高燃煤电厂的效率和可靠性至关重要。

5、提高从煤基资源中回收稀土元素和关键材料的效率。资助金额为 2000 万美元，通过新的和传统的萃取、分离和回收工艺，促进国内煤炭资源中稀土和关键材料回收技术的发展。

三、资助先进水电和海洋能源技术研发

先进水电和海洋能源技术资助计划旨在驱动产业导向的技术创新，以促进美国海洋与水电技术产业发展，并提升水电系统服务整个电力资源灵活配置的能力。按照计划，美国能源部水电技术办公室（DOE-WPTO）将负责相关项目的遴选，项目将聚焦能够促进水电及海洋能源经济性利用的技术及解决方案，提升美国在相关领域的制造业竞争力。

1、实现水电配置的灵活性。重点聚焦 2 个方向：水电配置灵活性的量化评估，将开发用于水电配置灵活性分类和计算的全面框架；旨在提升水电灵活性配置的战略举措，研究开发能够强化单一电厂或联合电厂提供灵活配电服务的战略措施。

2、低水头水电及水流动力技术。重点聚焦 2 个方向：低水头水电应用模块化技术，将主要关注低水头应用相关完整新标准的设计开发及模块化水电技术（水头高度 ≤ 30 英尺）；水流能源转换器（CEC）应用模块化技术，将关注新型 CEC 系统开发与测试，这些系统将能够被有效部署并恢复，无需配备大规模的港口或原位基础设施和专门船只。

3、先进波能设备设计。开放水域波能具有最大的能源捕获潜力和最低的单位成本，因此将重点关注开放水域的波能转换器（WEC）设

备性能改进测试。

4、海洋能源转换研究基础设施升级。将重点升级美国国家海洋可再生能源中心（NMRECs）现有相关基础设施，以扩大行业准入并减少技术壁垒，从而培育先进海洋与水力技术。（岳芳 裴惠娟 张树良）

欧洲能源研究联盟发布核能材料战略研究议程

3月22日，欧洲能源研究联盟（EERA）发布《可持续核能材料战略研究议程》¹⁵，确定了欧盟将要开展的核材料研究路线，以确保为欧盟第四代核反应堆的设计、许可、建设与安全长期运行提供合适的结构和材料，促进第四代核反应堆的商业部署。EERA是由欧洲进行低碳能源研究的科研机构 and 高校组成的最大的非营利性国际协会，是欧盟战略能源研究计划（SET-Plan）的研究支柱，目前共开展了17个低碳能源技术领域的联合计划，确定了各领域的关键优先事项。本议程提出重点开展结构材料和燃料材料研究两个主题。

一、反应堆结构材料研究

1、材料的性能机理研究

（1）金属材料的高温力学行为和性能衰退研究：实验和模拟结合研究金属材料（奥氏体钢、马氏体铁素体双相钢、镍基合金等）的高温蠕变特性，分析材料的蠕变机制，金属材料的循环塑性和疲劳测试研究，并收集相关实验数据；开展金属材料的蠕变-疲劳损伤及断裂机制分析；金属材料高温强度研究。

（2）冷却剂和结构材料的环境匹配性研究：针对液态金属（如奥氏体钢）冷却，开展液态金属的腐蚀核防护技术研究；液态金属脆裂失效机制研究。

¹⁵ EERA JP Nuclear Materials publishes its Strategic Research Agenda. <https://www.eera-set.eu/press-release-eer-a-jp-nuclear-materials-publishes-its-strategic-research-agenda/>

(3) 结构材料辐射效应：针对结构材料的辐射损伤问题如辐照肿胀与蠕变现象、辐照硬化与脆化、辐照疲劳与蠕变相互作用等，开展系统研究，以研究出相关的防护技术提升材料的使用寿命。

(4) 焊接件质量评估：研究焊接件在反应堆的温度、压力和强辐照条件下的稳定性和相容性问题，提升焊接工艺，改进焊接质量。

2、先进结构材料的模型和表征

(1) 结构材料的微结构和微化学演变研究：对高温高压高辐射环境下材料的微观组织、结构变化过程进行表征和研究，如辐射硬化和脆化、辐射诱导的材料组分分离和沉积等。

(2) 辐照后的材料机械行为研究：利用高能离子束模拟研究、了解和预测辐射损伤诱发的结构材料的物理机械性能下降的复杂机械行为，如循环塑性和疲劳、蠕变-疲劳损伤相互作用。

(3) 材料断裂机理研究：开发计算机模型，动态图拟合出材料断裂整个过程，探究材料起裂、裂缝传播作用机理。

(4) 陶瓷/复合材料性能研究：利用先进的成像和计算机模拟技术对反应堆使用的陶瓷材料/复合材料的耐高温、耐腐蚀、耐辐射的物理化学特性进行测试研究。

3、先进结构材料研发

(1) 结构材料制备工艺：开发更加高效、简洁、经济的结构材料制备工艺，如可以引入 3D 打印技术，减少材料的制造周期和成本。

(2) 奥氏体钢性能改善：通过添加少量的添加剂，减少点缺陷，开发出辐照肿胀和热膨胀系数更低的奥氏体钢材，降低材料的抗辐照肿胀性。

(3) 马氏体铁素体双相钢 (F/M 钢)：开发新的制备工艺，制造出具备耐高温、良好的抗辐照肿胀性的氧化物弥散强化 F/M 钢；开发新的氧化物弥散强化 F/M 钢焊接工艺；研发新的防氙渗透耐蚀绝缘涂层材料。

(4) **SiC 核包壳材料的开发和性能分析**：开发高性能的 SiC 核包壳材料，发展标准化的测试手段（如利用扫描电镜、透射电镜、热导率表征手段等）来研究中子辐照 SiC 核包壳材料缺陷分析；探究材料的抗高温氧化性能和抗腐蚀性。

(5) **耐火合金材料**：研发新的 Mo 元素掺杂的 V-Cr-Ti 合金熔炼制备技术，提升材料的高温强度（耐火性）、抗中子辐照肿胀、耐腐蚀特性等。

(6) **新型核结构材料**：研发能够抵抗更高温度和更大辐照剂量的新型多元高熵合金材料，探索不同元素组合对材料性能的影响；通过对材料组分和材料微结构的调控，改善新型 MAX 相结构材料（即新型的三元陶瓷材料）的耐腐蚀、抗辐照和耐高温性能。

二、反应堆燃料材料研究

1、材料性能机理研究

(1) **高熔点核燃料材料**：开发熔点更高、物理化学性质稳定的新型燃料棒材料，提升安全裕度。

(2) **原子输运和微结构演化研究**：探究辐照环境下，核燃料点缺陷的形成、扩散行为机理研究；探究在核反应堆环境中材料微结构的演变规律，及其对结构稳定性、力学性能特性影响。

(3) **裂变产物研究**：针对反应堆本体一回路裂变产物（如氦、氩、氙等放射性气体以及其他放射性微粒等）开展产物的微观行为的多尺度研究，探明裂变产物的微观行为机制。

(4) **核燃料包壳相互作用研究**：由于包壳面临核燃料芯体外部形成氧化层，包壳内壁受到裂变气体压力、腐蚀和燃料肿胀等包壳与芯块的相互作用等危害，任其发展可导致包壳破损，引起安全问题，因此需要开展相关研究，探索解决方案。

2、核燃料材料的模型和表征

(1) 核燃料熔点研究：利用激光加热手段来研究不同组分对核燃料熔点的影响；用量热法研究各种非化学计量比的燃料样品的熔点；利用仿真模拟方法从原子尺度计算不同组分对材料熔点的影响。

(2) 辐射缺陷和原子输运：综合利用各类表征手段，如量热法、电导率测试、拉曼光谱等，研究各种非化学计量比核燃料材料辐照点缺陷形成和扩散机理研究；利用仿真模拟方法从原子尺度计算不同组分对材料辐射缺陷形成的影响。通过热量测试，研究辐照增强扩散效应的研究。

(3) 裂变产物研究：通过热量测试，对不同组分核燃料裂变产物的辐照增强扩散行为进行研究；开发相关的仿真模型研究裂变产物的热力学行为。

(4) 机械特性研究：开发相关仿真模型，从原子尺度研究辐照肿胀和蠕变对材料机械性能的影响，并开展相关的实验研究。

3、先进核燃料材料开发

(1) 氧化物核燃料：开发新工艺，通过组分调控优化进而实现对微结构的调控，制备高性能的钆铀混合氧化物核燃料，提高资源的利用率，解决核燃料资源不足的问题。

(2) 新型燃料开发：开发新型的氮化、碳化铀系核燃料，并通过完整的物理、化学、机械等测试手段对新材料性能进行全面的表征。研究新燃料与包壳和冷却剂之间的相互作用。开发热化学模型，研究核燃料氧化机制。关注盐融反应堆，开发新型的熔盐以更有效地加载核燃料和发挥冷却效果。

(郭楷模)

欧洲能源研究联盟发布生物能源战略研究与创新议程

3月21日，欧洲能源研究联盟（EERA）发布《生物能源战略研究与创新议程》，确定了2030年及以后的欧洲生物能源研究创新的优先事项，旨在最大程度发挥生物能源在能源脱碳中的作用，加速推进战略

能源技术规划（SET-Plan）实施，促进能源系统转型¹⁶。本议程共提出5个优先开展的研究领域子计划：生物质可持续生产；生物质热化学转化制备生物燃料和生物基产品；生物质生化转化制备生物燃料和生物基产品；固定式生物能源利用；生物能源的可持续性、技术经济分析和公众生物能源知识普及。在本次发布的议程中仅介绍了前4个子计划，第5个子计划将在之后发布的版本中阐述。前4个子计划的具体内容如下。

一、生物质可持续生产

本领域的研究重点是最大限度扩大生物质转化工厂生物质资源来源，提供安全和灵活的供应，提升原料质量，降低环境影响和原料成本。

1、林业生物质

（1）提高林业生物质产量：培育多样性树木和新型物种；扩展知识并使用新的管理实践和策略；改进采伐和运输技术；开发林业可持续管理方法。

（2）开发支持生物质市场供应的工具：分析供需因素以及其相互关系；运输和物流数字化转型以提高林业生物质生产的经济效应。

（3）通过经济、人文和社会科学推动林业部门的发展：调整激励措施和法规；欧洲林业系统的案例研究及利用。

2、农业生物质

（1）提高对农业生物质的了解：增加对粮食作物和残留物利用的认识；增加对木质纤维素作物的认识；增加对生物精炼系统中使用豆类作物的知识；设计和优化结合不同作物的创新系统。

（2）优化原料供应系统和物流链：改善作物光合作用；设计合适的植物特性和环境性能；开发生物能源种植系统模型；优化供应链和物流。

（3）评估生物质农业生产系统和公共政策的影响：生物能源生产整个价值链的生命周期分析(LCA)；分析认证计划和政策框架的影响；

¹⁶ Strategic Research and Innovation Agenda. <http://www.eera-bioenergy.eu/wp-content/uploads/pdf/EERABioenergySRIA2020.pdf>

生物能源系统部署方案和案例研究分析。

3、藻类生物质

(1) 菌株（生物多样性筛选或菌株基因工程）：选择和优化能够提高总体过程效率的菌株；用于工业生产的高产量菌株的选择和优化；用于工业户外生产的抗污染菌株的选择和优化。

(2) 微藻照明和收获过程的创新：低成本和低能耗收获；开发用于大规模生产的强化光生物反应器；开发从气体和液体排放物中生产微藻。

(3) 海藻种植创新：开发先进培养基材；开发自动化收获系统；开发稳定的存储和物流链。

(4) 系统集成：开发从气体和液体排放物中生产微藻；有价值副产品的联合回收；开发流程模型，与整个生产链的经济和 LCA 模型相结合。

4、生物质废弃物

(1) 增加从生物质废弃物获取能源的可能性：改进废弃物原料准备；扩大废弃物原料的使用；项目规划和工程。

(2) 反应机理及相关环境影响研究：生物、化学和物理机理及其相互作用研究；计量需求及新型数字工具开发；废弃物转化对气候、水、空气质量、气味、土壤的正面及负面影响研究。

(3) 开展废弃物使用验收的组织研究：经济风险和新型商业模式分析；实施废弃物转化技术的社会障碍和激励措施研究。

二、生物质热化学转化制备生物燃料和生物基产品

本领域研究重点是提高效率、降低温室气体排放和成本，重点关注开发一次热化学转化工艺、下游加工工艺以及先进生物燃料和中间体价值链。

1、生物质热化学工艺开发

(1) 生物质气化：改善气化炉性能；提高原料灵活性；优化产品气体成分用于下游加工；开发创新气化工艺。

(2) 生物质热解：改进工艺性能以提高生物质原油质量；扩展原材料来源，开发更廉价的低质量原材料；开发新模型以促进工艺机理研究。

(3) 生物质碳化：提高固体生物能源载体质量；扩展原材料来源，处理低质量原料；采用热/蒸汽处理工艺开发新的高附加值产品。

(4) 生物质水热处理：基本机理研究；优化反应器和工艺，扩大规模；开发水热工艺的通用/标准数据分析报告方法。

2、下游产品加工

(1) 气体净化：优化单个气体净化工艺；开发集成气体净化系统；改进取样、测量和控制技术。

(2) 气体调节和提纯及产品回收：生物质调节/提纯工艺的改进，或开发更耐污染物的替代工艺；改进催化剂/吸附剂再生过程，开发废催化剂/吸附剂利用和再循环；开发产品分离方法。

(3) 生物质原油净化、调节和升级：生物质原油净化与调节；开发和测试高效液体提纯催化剂；开发废水处理和利用技术，包括副产品回收。

(4) 固体产品调节和提纯：生物焦的分离/纯化和表征；生物焦提纯（如活化、致密化等）和利用的评估。

3、先进生物燃料和中间体价值链

(1) 基于气化的先进生物燃料生产：优化基于气化的生物燃料生产系统；开发商业生物燃料化学品/材料联合生产技术；利用可再生氢气和生物质碳捕集开发基于气化的集成生物燃料生产技术。

(2) 基于热解的生物油和先进生物燃料生产：整体系统优化和验证；燃料和化学品联合生产；集成优化。

(3) 基于热/蒸汽处理的固体生物能载体生产：开发集成非能源联产品的智能系统设计；通过集成优化系统设计。

三、生物质生化转化制备生物燃料和生物基产品

本领域研究重点是生产先进生物燃料的生化及化学工艺和技术，以及从木质纤维素生物质中生产沼气、合成气、氢气等生物基产品。

1、细胞工厂和酶

(1) 新型酶和酶性能: 开发用于生物基化学合成和生物燃料合成的酶; 生物木质素解聚; 提高用于木质纤维素生物质预处理的半纤维素酶的效率。

(2) 提高微生物和藻类细胞工厂现有生化途径的效率: 非偶联生长和发酵; 提高辅助代谢途径的通量; 开发用于将合成气转化为液体生物燃料和其他生物基产品的工程微生物菌株; 研究用于人工光合作用的微生物和酶。

(3) 通过新的途径开发新型微生物系统, 包括联合生物加工微生物和混合培养物的设计: 木质纤维素水解发酵制备燃料; 作为新型生物燃料平台的乙醇的联合生物加工生产; 用非常规酵母提高替代柴油和喷气燃料的长链脂肪酸的生产过程的碳转化效率。

2、原料制备、解构和分馏

(1) 提高现有生物质分馏技术的效率: 提高当前生物燃料工厂的转化率和能源效率, 最大限度地减少木质纤维素生物质预处理对环境的影响; 藻类分馏。

(2) 开发新型分馏技术, 包括合成气及其他气体的净化: 开发生物质分馏的新破坏性方法; 开发用于沼气净化和提纯的固体材料。

3、生物化学和/或化学转化制备先进生物燃料和生物产品

(1) 提高乙醇、高级醇、脂肪酸、碳氢化合物和氢气的生物过程效率: 提高工业酵母和细菌对木质纤维素水解液中抑制物的耐受性; 生物过程集约化。

(2) 提高(生物)催化剂将生物产品提纯为先进生物燃料的效率: 生物质水解产物的直接催化提纯以生产烃类生物燃料; 从发酵液中催化提纯制备生物制品。

(3) 提高从合成气、 H_2 和/或 CO_2 发酵到生物燃料和/或生物能载体生产的碳转化效率：用于气体发酵的新型生物反应器；提高原料合成气下氢和 CO 发酵细菌的发酵速率和耐受性；藻类或细菌生产生物氢或生物甲烷。

(4) 侧流回收：通过生物和/或化学转化回收生物燃料植物中的半纤维素；通过生物和/或化学转化回收生物燃料植物中的木质素；其他生物精炼侧流回收。

(5) 基于生物化学的生物精炼集成：开发原位产品回收 (ISPR) 技术；开发生物化学生物炼油厂 LCA 子模型；将侧流与先进的生物燃料工厂整合或改造现有的能源和/或工业工厂。

四、固定式生物能源利用

本领域研究重点是开发高效、灵活、可负担、环保的热、电、冷联产系统，涵盖从小型住宅到大型电厂所有规模。

1、住宅/家庭供暖和制冷，包括微型热电联产 (CHP)

(1) 住宅可再生供暖和制冷：用户/客户行为及需求；开发家用木材加热器；集成生物能的综合能源系统。

(2) 生物质微型 CHP：定制燃料；零排放建筑的 CHP 技术；新型集成/混合/联合能源系统，如智能热电网中的多燃料生物 CHP。

(3) 生物质冷热电联产 (CCHP)：采用低成本载体提高经济效益；低成本废热发电和制冷的新技术路线；为住宅建筑提供经济有效的供暖和制冷分配。

(4) 排放：开发新的或优化现有 CCHP 降低排放的主要和次要措施，以减少 NO_x 、 SO_x 和颗粒物；开发经济有效的测量和诊断技术。

2、中大型热电冷联产 (CHCP)

(1) 通过灵活性促进能源系统脱碳：改进 CHCP 性能提高灵活性；灵活的 CHCP 用于发电、供热和制冷；生物质燃烧混合系统和生物碳捕

集、利用与封存。

(2) 数字化和先进运行：中型 CHCP（1~20 兆瓦）的智能运行和全自动控制；将供热厂升级为热电联产；先进的排放和空气污染控制。

(3) 低质燃料和循环经济：灵活的固体和液体生物燃料处理、储存和供料；循环经济和固体残留物管理。

3、大型化石燃料电厂和生物炼制能源岛的转型

(1) 大型化石燃料电厂转型：发电厂全面改造；灵活高效运营。

(2) 用于加热和发电的生物精炼厂残渣加工：将生物精炼厂残留物提纯为能源载体以及用于加热和发电；通过一次生物精炼工艺改善残留物质量。

(3) 生物炼制能源岛的系统 and 工厂设计：将现有的发电厂和 CHP 整合到生物精炼和更大的工业环境中；通过一次生物精炼工艺改善残留物质量。
(岳芳)

日本部署煤气化燃料电池联合循环发电示范工程实证研究

4 月 17 日，日本新能源产业技术综合开发机构（NEDO）宣布到 2022 财年将累计资助 73.3 亿日元用于开展“煤气化燃料电池联合循环发电（IGFC）实证项目”第三阶段研究工作，开展全球首个 IGFC 示范工程实证研究¹⁷。NEDO“煤气化燃料电池联合循环发电实证项目”于 2012 年启动，分为三个阶段：

第一阶段：吹氧整体煤气化联合循环发电（IGCC）示范系统设计、建设和实证研究。于 2012 年启动，在大崎电站内建设了向煤气化炉供应氧气，实施燃气轮机与蒸汽涡轮联合发电的吹氧 IGCC 验证试验设施，发电规模达 170 兆瓦。设施于 2015 年度开始试运行，2018 年完成实证研究实验。

第二阶段：配备碳捕集的 IGCC 示范系统设计、建设和实证研究。

¹⁷ 世界初、石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）の実証事業に着手。 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101103.html

于 2016 年开始，将从煤炭发电系统的性能、可用性、可靠性和经济效益几个方面对增加配备 CO₂ 捕集设备的吹氧 IGCC 进行验证。旨在将 CO₂ 捕集率提高到 90%，大幅降低煤炭火力发电 CO₂ 排放量。

第三阶段：配备碳捕集的 IGFC 发电系统设计、建设和实证研究。于 2018 年启动，增加燃料电池联合发电单元，旨在 2025 年左右开发大型商业化 IGFC 技术，目标是使净热效率达到 55%，单位 CO₂ 排放量减少到 590 克/千瓦时左右。

本次资助的第三阶段示范工程项目将从煤炭气化气体对燃料电池的适用性、发电系统的性能、可用性、可靠性和经济效益几个方面对配备碳捕集系统的 IGFC 发电示范系统进行验证，目标是在项目完成时，开发出商用 500 兆瓦的配备碳捕集系统的 IGFC 系统，并且在该商用 IGFC 系统中的 CO₂ 捕集率要达到 90%，大幅降低煤炭火力发电 CO₂ 排放量，同时净热效率要达到 47%。（郭楷模）

设施与综合

美国 DOE 9500 万美元资助小企业研发创新成果转化

4 月 15 日，美国能源部（DOE）宣布在“小企业创新研究与技术转移（SBIR/STTR）”计划框架下启动 2019 财年的第二阶段第一批研发资助¹⁸，即向全美 21 个州遴选出的 74 个中小企业资助 9500 万美元开展高性能计算、基础能源科学、生物与环境研究、核物理等 4 个主题领域的第二阶段研发创新工作，以开发经第一阶段验证的技术原型和工艺，促进创新和技术成果转化，创造新的就业机会，增强经济竞争力。本次资助的具体内容如下：

¹⁸ Department of Energy Announces \$95 Million for Small Business Research and Development Grants. <https://www.energy.gov/articles/department-energy-announces-95-million-small-business-research-and-development-grants-0>

1、资助 1663 万美元用于高性能计算。主要包括：光子存储子系统输入/输出接口；网络测量和拥塞分析；用于物联网的无缝跨技术通信平台。

2、资助 4674 万美元用于基础能源科学。主要包括：原子级光滑表面作为先进中子超镜的基板；超快电子显微镜聚焦系统的优化；用于暖通与空调的高性能膜式换热器。

3、资助 1769 万美元用于生物与环境研究。主要包括：基于光热调制的先进红外显微镜，用于细胞内的代谢和化学过程的亚细微表征；高速纳米级二次离子质谱；用于大气和云研究的机载微波辐射计分析。

4、资助 1404 万美元用于核物理研究。主要包括：辐射强化红外焦平面阵列；用于极化电子束产生的精确和超稳定激光偏振控制；用于核物理的低成本数据采集同步。 (岳芳)

英国资助建立新的国家级同位素设施

英国地质调查局 (BGS) 近日发布消息称，将投资 1500 万英镑建立新的国家级同位素设施 (NEIF)¹⁹。该设施致力于推动地球和环境科学的进步，打造最先进的同位素地球化学分析专业综合平台。研究目标范围跨越地球系统 46 亿年的整个演化过程，研究领域包括火山灾害、地震、生态系统功能、人类进化、气候变化、地球、月球和太阳系演变等一系列与同位素科学相关的科学领域。

NEIF 将由英国的 5 所领先研究机构联合承建，包括英国地质调查局 (BGS)、苏格兰大学环境研究中心 (SUERC)、布里斯托大学、牛津大学和英国生态与水文研究中心 (CEH)。 (刘文浩)

¹⁹ New £15 million national isotope facility for earth and environmental science. <http://tetrapods.co.uk/news/docs/NEIFPressReleaseApril2019.pdf>

中国科学院科技战略咨询研究院

科技动态类产品系列简介

《科技前沿快报》：

聚焦国内外基础学科与前沿交叉综合、能源资源、环境生态、信息网络、新材料与先进制造、生命科学与生物技术、现代农业、空间与海洋等战略必争领域，以科技创新价值链为主线，监测分析这些领域的发展态势、前瞻预见、战略布局、行动举措等重要科技动态，研判其中的新思想、新方向、新热点、新问题、新布局，凝练识别新的重大科技问题、前沿技术和创新路径，为科技与创新决策服务。

《科技政策与咨询快报》：

监测分析国内外科技发展的新战略、新思想、新政策、新举措，洞察科技与经济、社会、文化、可持续发展互动的趋势、新规律，研究识别科技创新活动与管理的新特点、新机制，揭示解读科技体制机制、科技投入、科技评价、创新人才等现代科研管理的制度变革，简述中国科学院学部就重大问题组织开展的咨询建议，研判智库的重要咨询报告，剖析智库的决策咨询运行机制与决策影响途径，追踪国内外科学院、智库的咨询活动与研究方法等，为科技决策者、科技管理者、战略科学家等提供决策参考。

《科技前沿快报》和《科技政策与咨询快报》内容供个人研究、学习使用，请勿公开发布或整期转载。如有其它需要，请与我们联系。

科技前沿快报

主 办：中国科学院发展规划局
中国科学院科技战略咨询研究院

专家组（按姓氏笔画排序）

于贵瑞 于海斌 马廷和 王天然 王 赤 王志峰 王启明 王跃飞 王 琛
甘为群 石晶林 卢 柯 包信和 巩馥洲 吕才典 朱日祥 朱永官 朱 江
朱道本 向 涛 刘春杰 许洪华 孙 枢 孙 松 严陆光 李国杰 李家洋
李 寅 杨 乐 肖 灵 吴 季 吴家睿 何天白 沈竞康 张双南 张志强
张建国 张 偲 张德清 陈和生 武向平 林其谁 罗宏杰 罗晓容 周其凤
郑厚植 赵 刚 赵红卫 赵其国 赵忠贤 赵黛青 胡敦欣 南 凯 段子渊
段恩奎 姜晓明 骆永明 袁亚湘 顾逸东 徐志伟 郭光灿 郭 莉 郭 雷
席南华 黄晨光 康 乐

编辑部

主 任：冷伏海
副 主 任：陶 诚 蒋 芳 冯 霞 杨 帆 徐 萍 安培浚 陈 方 马廷灿 黄龙光 王海霞
地 址：北京市中关村北四环西路 33 号，100190
电 话：（010）62538705
邮 箱：lengfuhai@casisd.cn， publications@casisd.cn