

# Science & Technology Frontiers

# 科技前沿快报

国家高端智库  
中国科学院

2023年3月5日

## 本期要目

美国能源部推进 6 个技术领域的能源攻关计划

加拿大启动国家量子战略

美国 DARPA 启动微电子领域 JUMP 2.0 计划

诺贝尔奖得主展望 CRISPR 技术的未来十年

欧盟发布太阳能燃料和化学品战略研究与创新议程

2023年

总第 105 期

第 03 期

# 目 录

## 深度关注

美国能源部推进 6 个技术领域的能源攻关计划 .....	1
------------------------------	---

## 基础前沿

加拿大启动国家量子战略 .....	7
-------------------	---

## 信息与材料制造

美国 DARPA 启动微电子领域 JUMP 2.0 计划 .....	9
------------------------------------	---

美国国土安全部启动下一代网络安全分析生态系统项目 .....	10
--------------------------------	----

美国能源部资助材料研发推动清洁制造创新 .....	11
---------------------------	----

## 生物与医药农业

诺贝尔奖得主展望 CRISPR 技术的未来十年 .....	12
-------------------------------	----

美国 HHMI 启动新兴病原体研究计划 .....	14
---------------------------	----

## 能源与资源环境

欧盟发布太阳能燃料和化学品战略研究与创新议程 .....	16
------------------------------	----

美国能源部投入 2.96 亿美元支持生物能、氢能和 CCUS 技术 .....	20
---	----

欧盟资助 22.5 亿欧元支持低碳技术创新 .....	25
-----------------------------	----

德国澳大利亚联合资助绿氢供应链项目 .....	27
-------------------------	----

英国 BEIS 资助生物质制氢和核能技术 .....	28
----------------------------	----

美国能源部资助先进电动汽车电池研发 .....	30
-------------------------	----

## 空间与海洋

美国 NOAA 资助海洋和沿海资源管理 .....	31
---------------------------	----

## 深度关注

### 美国能源部推进 6 个技术领域的能源攻关计划

1 月 19 日，美国能源部（DOE）科学办公室宣布未来 4 年向能源攻关研究中心（EERC）<sup>1</sup>投入 2 亿美元<sup>2</sup>，旨在强化清洁能源技术基础研究以加速“能源攻关计划”（Energy Earthshots）的突破。迄今为止，DOE 已经启动了 6 个技术领域的能源攻关计划，包括：氢能、长时储能、负碳技术、增强型地热系统、浮动式海上风能、工业供热。此次资助的 2 亿美元将针对上述领域开展基础科学研究和技术创新。

#### 一、氢能

2021 年 6 月 7 日宣布的“氢能攻关计划”，目标是在未来十年实现清洁制氢成本 1 美元/千克，此次资助的技术主题包括：

**1、制氢基础科学。**该技术主题将推进制氢相关基础科学研究，包括：低温或高温电解制氢；与碳捕集和封存相结合的热化学制氢；太阳能热化学或光电化学水分解制氢；辐射辅助水、甲烷或其他化学品分解制氢。目标是深化对反应或降解机制的理解、缺陷化学和界面形成的认知，获得材料识别和开发的方法，以及系统在运行条件下的演变，提出实验表征技术和计算及数据科学方法。

**2、氢源及氢排放量化相关基础科学。**该技术主题将推进来自地质氢等氢源的氢排放量化或建模研究，以评估地质氢作为氢源的可行性。另外，还关注制氢的环境和安全评估研究，涉及小型加氢站、氢气输送

---

<sup>1</sup> 能源攻关研究中心（EERC）是 DOE “能源攻关计划”下的一种创新研究模式，针对该计划推出的 6 项技术领域攻关计划分别启动相应的能源攻关研究中心，由科学办公室领导，汇集多学科团队开展各领域基础研究。EERC 将与能源技术办公室合作，解决基础研究与应用研究和技术开发活动之间的关键挑战，以弥补研发差距，实现“能源攻关计划”目标

<sup>2</sup> Department of Energy Announces \$200 Million for Energy Earthshot Research Centers in support of the Energy Earthshots™. <https://www.energy.gov/science/articles/department-energy-announces-200-million-energy-earthshot-research-centers-support>

和存储设施、输氢管道等的氢气泄漏。

## 二、长时储能

2021年7月14日宣布的“长时储能攻关计划”，将在未来十年实现超过10小时时长的电网规模储能系统储能成本降低90%，此次资助的技术主题包括：

**1、电化学储能。**该技术主题将开发赝电容器、液流电池等电化学储能装置，但不会资助已经得到DOE广泛支持的锂离子电池技术改进以及锂金属负极电池。

**2、电热储能。**该技术主题将开发利用电力加热或制冷并加以存储，随后使用热机等设备再转化为电能的技术，关注的储热方式包括显热储热、潜热（相变）储热和/或热化学储热技术。

**3、基于载体的化学储能。**该技术主题将开发基于能量载体的通过电化学、电催化等过程将电能和化学势能相互转换的技术，其能量载体将与转换装置分开存储和运输，该主题下对于以氢为载体的储能技术研究侧重于氢的利用和/或存储。

**4、机械储能。**该技术主题关注使用机械方法转换和存储电能，包括但不限于抽水蓄能、压缩空气储能、飞轮储能和重力储能等。

## 三、负碳技术

2021年11月5日宣布的“负碳攻关计划”，旨在解决碳去除、分离和封存等技术大规模应用的基础科学挑战，此次资助的技术主题包括：

**1、二氧化碳生物封存。**该技术主题关注二氧化碳生物矿化和土壤封存技术相关基础科学研究，包括：更好地理解控制通过微生物生成和利用胞外有机物的遗传机制，以及土壤物理和化学条件对其的影响，并了解通过生物体代谢实现环境中的生物矿化的机理；在细胞和微生物群落层面识别和表征影响二氧化碳溶解度、过饱和度、碳酸盐成核和晶体

生长的潜在分子和基因特征；认识植物-微生物的种间相互作用，及其对非生物土壤成分的形成和相互作用的影响机理；确定可利用的植物代谢和遗传学原理，以增强与微生物的相互作用，从而增强土壤固碳能力；了解矿物风化作用或矿物增强的作用及其与影响土壤碳封存的生物过程的相互作用。

**2、二氧化碳非生物封存。**该技术主题关注将二氧化碳封存在无机物土壤和地质储层的技术，重点关注的基础研究包括：优化储层表征和模拟地下储层内的反应性多孔流动，利用现有模型和新的多尺度、多物理模型获得固体碳酸盐沉淀速率，或利用数字孪生开发不同情景下的预测模型；将人工智能/机器学习用于实时决策，以提高安全性，提高地下井作业速度，更好地优化储层的注入速率和封存效率，管理应力速率和井筒破坏，减轻与二氧化碳泄漏有关的风险；了解在土壤和地下环境中增强碳酸盐矿物矿化和风化作用的因素；更好地表征碳酸盐流体与储层岩石中不同矿物种类之间的化学反应，进行改善地下储层碳吸收率的基础研究，表征新的和目前尚未使用的储层岩石类型，包括地下盐水层。

**3、耦合实验和计算的二氧化碳碳化及反应性基础动力学研究。**该技术主题关注可推动从稀薄源直接捕集二氧化碳并永久封存的技术应用的基础科学研究，包括：发现、理解、设计和控制能量和质量传输机制，以驱动分离过程，如在广泛的环境条件下，捕集介质的再生或可影响碳捕集率和碳捕集/吸收速率的化学-材料过程；电化学、磁性、光诱导或反应性步骤的机理研究，以及这些步骤的协同作用；了解导致分离介质的化学、物理或结构变化以及性能和耐久性下降的基本材料和化学机制；将机理研究与设计和合成新型高性能捕集材料和化学过程相结合，实现选择性捕集二氧化碳，或高速捕集和转化二氧化碳，并通过非热、低能量过程实现以最小能量释放或转化为有用的材料、燃料或化学品；

二氧化碳输运机制表征。

**4、测量、监测和验证。**该技术主题关注通过基础研究推进开发二氧化碳量化工具、数据驱动模型以及碳去除技术评估方法，包括：测量点源碳封存和转化的新型二氧化碳量化工具，用于直接空气捕集、土壤和地质封存，以及用于提高量化准确性的动态方法；通过地球物理系统将点源测量与更大规模的测量相关联，特别是在环境或地质系统中；通过模拟方法整合测量技术和评估更大规模碳封存的潜力和影响，特别是在土壤和地质系统中。

#### 四、增强型地热系统

2021年9月8日宣布的“增强型地热系统攻关计划”，旨在实现在2035年将增强型地热系统(EGS)的成本降低90%至45美元/兆瓦时，此次资助的技术主题包括：

**1、EGS 环境中地下本构力学和流体注入响应的实验和计算研究。**该技术主题关注可加深对压裂-流体系统的特性、结构和动力学行为理解的基础科学研究，包括：地下应力成像；压裂系统中的反应性流动；应力岩石中的化学-机械耦合作用；非均质时变地质系统的超大规模计算方法，包括基于物理学的模型和人工智能/机器学习方法。

**2、EGS 数据收集和分析的创新方法。**该技术主题侧重于开发和能够整合多种数据集（地球物理、地球化学、地质）以改进地下流动路径监测和表征的方法，包括：创新数据分析方法（处理、还原、整理和智能分析），不确定性量化和验证技术，以及使用新型人工智能/机器学习工具集成海量和异构数据；创新的现场数据收集方法，包括地面或现场方法，用于高精度评估和监测井筒、井间、储层等的应力状态，使用新型计算工具分析结果（可能是实时的），以推断裂隙网络的演化；在水力压裂过程中对不同参数进行高分辨率跟踪的新方法，包括现场温

度和应力测量、裂缝测绘等。

**3、EGS 井筒环境中的材料行为和地球化学/地质力学过程研究。**该技术主题涉及了解和预测材料在高压和高温下的（生物）腐蚀热液环境中行为的基础科学，包括：高温电子元件；高温弹性体或可替代弹性体功能的材料；可长期耐受高温环境的井下组件（如电缆、套管等）涂层；可以通过减少和/或消除对井筒材料（如水泥）的需求来降低成本的材料或工艺；能够降低地热井生命周期成本的工艺或材料。

## 五、浮动式海上风电

2022 年 9 月 15 日宣布的“浮动式海上风电攻关计划”，旨在实现到 2035 年将深海区浮动式海上风电成本降低 70% 达到 45 美元/兆瓦时，此次资助的技术主题包括：

**1、浮动式风力发电机材料、建模和控制。**该技术主题关注适应海洋环境的材料以及风力涡轮机整体结构设计，包括：预测和了解结构部件、涡轮机叶片、磁铁、电力电子、电缆和导体的先进功能材料，提高性能，如增加弹性和寿命，更轻的机械强度，更低成本，更少维护，更高安全性等；浮动式海上风电组件材料开发，其具有更强的可持续性，原材料来源丰富，且能够支持大规模生产或循环利用的先进制造工艺；了解、预测和预防海水环境腐蚀和其他化学影响；了解限制叶片或其他部件使用寿命的因素，并预测耐风速和湍流、温度（结冰）和降水的材料；极端条件对风力涡轮机影响的模拟，包括对锚固部件、涡轮机叶片和涡轮运行的影响；开发自动修复或控制的新方法，以提高寿命或效率，包括使用人工智能和先进的计算方法；了解基本现象，以建立具有增强型传感器的控制系统，用于环境测量和组件监测，以适应运行和维护。

**2、风电场及周边环境的建模和测量。**该技术主题关注研究环境与风力涡轮机的相互作用，为浮动式海上风电场的选址和设计提供信息，

包括：改进多尺度大气-海洋耦合模型性能，用于从季节到数十年时间尺度描述与浮动式海上风电部署相关的大气、海洋和海岸过程；模拟风力涡轮机系统的相互作用，包括海洋环境下大型涡轮机的尾迹和空气动力学模型；浮动式海上风电场及周边环境的建模和测量耦合新技术。

**3、风电输电、热电联产和储能。**该技术主题关注与浮动式海上风电电力传输和储能相关的挑战，包括：开发新材料和组件、先进计算模型和算法和/或新型系统设计，包括海上储能，以实现海上风电的低成本输电，最大限度地减少输电过程中的能量损失，为陆上电网提供可靠的电力以满足需求，并解决与升级陆上联网和输电基础设施相关的挑战；了解和预测材料和/或开发适用于偏远海洋环境的电力电子技术，实现具有成本效益的输电，包括高压直流输电和海上输电设计；开发或改进技术，以对不断变化的能源系统、需求以及连接基础设施进行集成建模，改进气候等复杂因素影响下的系统弹性，实现在更广泛的能源系统转型背景下整合海上风力资源的能力；推进将联产系统部署在浮动式海上风电场的基础科学研究，如集成制氢/氨、碳捕集和燃料生产、海水淡化、储能等。

## 六、工业供热

2022年9月21日宣布的“工业供热攻关计划”，旨在通过开发具有成本竞争力的工业供热脱碳技术来减少能源密集型工业的供热过程排放，到2035年至少降低85%的温室气体排放，此次资助的技术主题包括：

**1、降低工业供热碳足迹。**该技术主题侧重于研究不燃烧化石燃料的供热技术的热量产生、交换及存储的基础科学问题，以促进向低排放供热转型。

**2、开发热工艺过程的替代技术，或减少热量需求。**该技术主题关注对新的化学过程、物理相互作用、材料和/或生物技术方法的基础科

学研究，为产品制造提供新策略，避免或大幅减少热量使用。

**3、热回收和利用。**该技术主题侧重于深化对材料和工艺的基本知识，更有效利用热量，降低热损失，以及从系统中回收、存储和使用热量，实现更循环和可持续的工业生产。 (岳芳)

## 基础前沿

### 加拿大启动国家量子战略

1月13日，加拿大创新、科学和经济发展部（ISED）宣布启动国家量子战略<sup>3</sup>，扩大其在量子研究方面的现有全球领先地位，塑造加拿大量子技术的未来，推动量子技术、企业和人才发展。该战略立足于量子技术领域的三大关键任务，包括：

**1、量子计算机软硬件。**目标是使加拿大在量子技术的持续开发、部署和使用方面处于世界领先地位，近期需要持续关注的领域包括：

(1) 混合计算能力：充分利用量子计算的优势需要量子计算机和经典计算机的互连系统，以在复杂计算中利用每种类型系统的最佳性能，并使用户易于访问和使用量子计算机。

(2) 量子模拟器：在“容错”量子计算机问世之前，需要拥有强大的模拟量子计算能力，以更好地理解这些系统所能解决的问题，并测试不同硬件方法的性能，而无需投资一系列原型系统。

(3) 量子计算机使用案例：除了开发量子计算硬件和软件之外，对现实世界问题的全部潜在应用仍然未知。确定一组公共和私营部门的使用案例，将有助于扩宽量子计算应用程序开发范围。

**2、量子通信。**目标是使加拿大具备国家安全量子通信网络和后量

---

<sup>3</sup> Government of Canada launches National Quantum Strategy to create jobs and advance quantum technologies. <https://www.canada.ca/en/innovation-science-economic-development/news/2023/01/government-of-canada-launches-national-quantum-strategy-to-create-jobs-and-advance-quantum-technologies.html>

子密码学能力。这需要投资后量子密码学，建设包括陆基和卫星基础设施等在内的国家安全量子网络，增强高度敏感信息、关键应用程序和基础设施的安全性。

**3、量子传感器。**目标是为加拿大开发人员和量子传感新技术的早期采用者提供支持。这需要克服当前的技术障碍，开发新型高灵敏度量子传感器。主要障碍包括：基础科学方面的差距，构建稳定且易于复制组件的挑战，缺乏标准、流程和设备来表征组件和系统等。

三大任务将主要通过以下 3 个方面的投资来推进：研究，投入 1.41 亿加元（约合 7.12 亿元人民币），支持基础研究和应用研究，实现创新解决方案；人才，投入 4500 万加元，在加拿大培养和留住量子人才，吸引国内外专家共建量子行业；商业化，投入 1.69 亿加元，将研究转化为可扩展的商业产品及服务，使加拿大民众、产业和世界受益。

该战略下已开展的活动包括：为加强加拿大在量子科学方面的研究实力，并帮助开发人才管道，以支持强大的量子社区的发展，加拿大自然科学与工程研究委员会（NSERC）通过其联盟基金和合作研究与培训经验（CREATE）基金提供 1.379 亿加元的投资；信息技术与综合系统数学组织（Mitacs）将提供 4000 万加元，通过创新实习经验和专业技能开发，支持吸引、培训、留住和部署量子科技领域的高素质人才；由加拿大国家研究委员会（NRC）协调和管理 900 万加元的新项目“量子研究与发展计划”（QRDI），促进联邦量子研究与开发的合作，拟将政府提供的专业知识和基础设施以及学术和工业合作伙伴聚集在一起，在国家量子战略的 3 个任务下致力于推进量子技术；以及为帮助将量子科学和研究转化为产生经济效益的商业创新，并支持企业采用加拿大制造的解决方案，NRC 获得 5000 万加元资助，通过量子传感器挑战计划扩大物联网，并推出其应用量子计算挑战计划。 （王立娜 王建芳）

## 信息与材料制造

### 美国 DARPA 启动微电子领域 JUMP 2.0 计划

1月4日，美国国防高级研究计划局（DARPA）联合半导体研究联盟（SRC）以及产学研的利益相关方，启动了2.0版本的“联合大学微电子计划”（简称JUMP 2.0），致力于通过公私合作推动大学开展长期探索性研究，大幅提升各类商用和军用电子系统的性能与效率，从而实现微电子革命<sup>4</sup>。

JUMP 计划是 DARPA “电子复兴计划”（ERI）的重要组成部分。JUMP 2.0 将资助建立 7 家大型、多学科学术研究中心，每家中心获得最长 5 年、每年 500~700 万美元的资助。每家中心都将专注于一项微电子领域的关键技术研发，但将通过中期评审来调整研究方向。7 个具体研发领域及承担单位为：

（1）认知：下一代人工智能系统与架构。佐治亚理工学院，认知系统协同设计中心。

（2）通信与连接：用于 ICT 系统的高效通信技术。哥伦比亚大学，泛在连接中心。

（3）从智能传感到行动：以生成快速有效的行动为目的的传感能力和嵌入式智能。佐治亚理工学院，认知多光谱传感器中心。

（4）分布式计算系统与架构：高能效计算和加速器结构中的分布式计算系统与架构。伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校，面向下一代分布式计算机系统的可演化计算中心。

（5）智能内存与存储：用于智能存储系统的新兴存储设备和存储阵列。加利福尼亚大学圣迭戈分校，智能存储处理中心。

---

<sup>4</sup> DARPA Kicks Off JUMP 2.0 Consortium Aimed at Microelectronics Revolution. <https://www.darpa.mil/news-events/2023-01-04>

(6) 先进单片与异构集成：新型光电互连结构和先进封装。宾夕法尼亚州立大学，微电子系统异构集成中心。

(7) 面向数字和模拟应用的高性能、高能效设备：旨在实现下一代数字和模拟应用的新型材料、器件和互连技术。康奈尔大学，超高能效材料和器件中心。  
(张娟 万勇)

## 美国国土安全部启动下一代网络安全分析生态系统项目

1月，美国国土安全部（DHS）科技局联合网络安全和基础设施安全局（CISA）启动了下一代分析生态系统项目<sup>5</sup>，旨在应对不断变化的网络威胁，保护基础设施免受网络攻击。

科技局将牵头 CISA 机器学习高级分析平台项目（CAP-M）。该项目将为 CISA 用户提供多云协作研究环境，用于使用跨各种网络数据源的分析技术改善决策、提高态势感知，以支持网络和基础设施安全任务。两局希望该项目在数据分析和关联方面进行实验，促进对网络威胁的响应，并与政府、学术界和行业合作伙伴分享经验教训。CISA 发布了情况说明书《CAP-M: CISA 机器学习高级分析平台》，主要内容如下：

**1、方法：研究计划。** CAP-M 项目（原名 CyLab）被授权开发解决战略性和关键性网络安全问题的新一代分析生态系统，结合了本地及虚拟计算环境。该平台是一个安全的多云协作研究环境，将支持 CISA 用户在各种网络数据源中应用高级分析技术。它的功能将使以前遥不可及的用例和实验成为可能。它将主持数据分析、关联和丰富的实验，为应对威胁做好准备。该项目还将与政府、学术界和行业合作伙伴分享经验教训。研究计划考虑了隐私问题，包括：生态系统，使得多云“沙盒”环境原型化，这将是 CISA 最终用户的新一代训练环境，具有启用主动

---

<sup>5</sup> CAP-M:CISA Advanced Analytics Platform Machine Learning. [https://www.dhs.gov/sites/default/files/2023-01/23\\_0105\\_st\\_CISAAdvancedAnalyticsPlatformMachineLearning\\_December22\\_0.pdf](https://www.dhs.gov/sites/default/files/2023-01/23_0105_st_CISAAdvancedAnalyticsPlatformMachineLearning_December22_0.pdf)

实验的高级功能；工具和谍报技术，研究高级数据分析方法和工具，特别是人工智能/机器学习能力；机器学习循环的自动化，该项目将构建机器学习解决方案循环，并使其自动化，然后通过该循环自动化 workflows，例如导出、调整数据。

**2、未来：不止网络安全。**如果该项目完全实现，它将具有多云环境和多数据结构，是一个逻辑数据仓库，可促进跨 CISA 数据集的访问，提供对供应商解决方案进行实际测试的类似生产的环境。这一环境最初用于支持网络任务，但将变得灵活、可扩展，支持其他基础设施安全任务的数据集、工具和协作。

**3、影响：持续创新。**该项目旨在增强网络和基础设施安全任务的态势感知和决策能力。尽管威胁和危险不断演变，该项目将为 CISA 提供不断创新的能力，为威胁和危险做好准备、展开应对。（杨况骏瑜）

## 美国能源部资助材料研发推动清洁制造创新

1月4日，美国能源部（DOE）发布了一项5200万美元的资助机会公告，旨在加速美国制造业的研究、开发和示范，以加强美国的经济竞争力，推动美国在2050年实现净零经济。该公告主要关注3个领域，推动新一代材料和制造工艺的开发，以应对气候危机、保障国内供应链，并使美国成为全球清洁能源经济的领导者<sup>6</sup>。

**1、新一代材料与制造。**重点关注性价比高的制造工艺和具有高性能的新型材料，具体主题包括高导电性的金属基材料、适用于恶劣环境的材料以及应用于航空结构的人工智能/机器学习等。

**2、安全和可持续材料。**侧重于材料和产品设计、回收技术和逆向

---

<sup>6</sup> Department of Energy Announces \$52 Million to Fund Applied Research and Development for Materials and Technologies to Drive Innovation in Clean Manufacturing. <https://www.energy.gov/eere/amo/articles/department-energy-announces-52-million-fund-applied-research-and-development>

供应链物流的研发，以支持建立循环经济。关键研究方向之一是循环供应链的区域试点，其中包括创新材料回收、报废处理和回收等技术的开发等。

**3、能源技术制造。**重点关注清洁能源工艺创新，以提高性能并解决技术障碍。具体主题包括建筑物除湿技术规模化，以及电动汽车电池正极活性材料的开发和规模化等。 (董金鑫)

## 生物与医药农业

### 诺贝尔奖得主展望 CRISPR 技术的未来十年

1月20日，凭借 CRISPR 技术荣获 2020 年诺贝尔化学奖的加州大学伯克利分校教授 Jennifer Doudna 等人在《科学》杂志上发表综述文章《CRISPR 技术：过去十年的基因编辑只是一个开始》<sup>7</sup>，介绍了过去十年里 CRISPR 技术的重要进展，以及未来十年的挑战和前景。

**1、CRISPR 取得的进展。**CRISPR 全名为“成簇规则间隔短回文重复”，其研究始于 1987 年，2012 年 Jennifer Doudna 和 Emmanuelle Charpentier 等在《科学》上发表了使用 CRISPR 技术进行基因编辑的文章，引发了微生物学领域研究人员的深入探索。CRISPR 基因编辑技术快速发展，她们也因此获得了 2020 年诺贝尔化学奖。过去的十年里，世界各地的科学家迅速改造了 CRISPR 技术，使其能在动物、植物和人类中开展基础研究并广泛应用。CRISPR 技术的应用已为治疗镰状细胞病、 $\beta$ -地中海贫血、转甲状腺素淀粉样变性、先天性眼疾等疾病的临床试验奠定了基础，治疗其他罕见病（儿童早衰症、重症联合免疫缺陷、家族性高胆固醇血症）和常见病（癌症、艾滋病感染）的临床试验也在规划中。CRISPR 技术促进了农业的进步，帮助培育出更高营养的西红

---

<sup>7</sup> Joy Y. Wang, Jennifer A. Doudna, Science, 379 (6629): 251 (2023). CRISPR technology: A decade of genome editing is only the beginning.

柿和更高食用产量的鱼。CRISPR 技术促进了从分子生物学到细胞生物学等各个领域的研究，推动了数千篇研究文章的发表，并为许多聚焦治疗方法、农业和合成生物学的公司提供了技术基础。

**2、CRISPR 技术面临的挑战。**尽管取得了不错的进展，但 CRISPR 技术及其潜在影响仍处于早期阶段。未来十年，CRISPR 技术将面临一些关键挑战。

(1) 基因编辑的准确性（即目标位点的特异性）和精度（即产生确切的所需编辑结果）。为了减少 CRISPR-Cas 核酸酶因意外结合和切割而产生的脱靶效应，研究人员利用更合理的设计和选择，开发了高保真 Cas 酶变体并指导优化方法。同时，使用新方法将 Cas 编辑器递送到目标位点并优化现有编辑器也可尽量减少脱靶效应。提高编辑精度则需要更好地了解 DNA 修复过程以及将创新和工程相结合。

(2) 基因序列的插入。新兴技术正在扩展 CRISPR 工具的能力以实现精准的可编程基因序列插入，未来十年的重大挑战之一是完善和有效地实施这些技术以用于基因组工程应用。先导编辑代表着一种不需要引入 DNA 双链断裂就能插入和删除 DNA 序列的替代策略，未来十年，先导编辑的主要目标是在不影响编辑产品纯度的情况下提高效率，这一结果有可能使先导编辑成为最通用的精确编辑工具之一。对于大基因插入，CRISPR 基因组工程的一个新兴领域是 RNA 引导的 DNA 转位，这一领域仍处于研究的早期阶段，需要进一步的探索、测试和工程化。

(3) 体外和体内编辑器的递送。编辑器的递送仍是生物体基因组编辑的主要瓶颈，需要创新和工程来确保高递送效率、目标特异性和安全性。当前，基于 CRISPR 实现人类基因编辑以治疗疾病的策略分为两种：体外基因编辑和体内基因编辑。体外基因编辑通常用于编辑造血干细胞、祖细胞和白细胞，提供更高的细胞类型特异性和更严格的编辑质

量控制，但仅限于能够在培养物中存活和增殖并保持体内功能的细胞类型。体内基因编辑能将 CRISPR 编辑应用到体外基因编辑无法实现的细胞类型中，使 CRISPR 能用来治疗更多的遗传疾病，但 CRISPR 编辑器的体内递送仍是一个艰巨挑战，在递送载体中需要防止物质降解、调理和血管的吞噬作用，高效地通过细胞间质，以及在被细胞内吞时有效释放物质。人类 CRISPR 治疗的未来将在很大程度上取决于改进当前的递送策略，开发新的递送方式，以及发现和设计更紧凑的 CRISPR 编辑器。

**3、CRISPR 技术的未来应用。**未来十年，基因组编辑研究和应用将继续加速，并将与机器学习、活细胞成像和更快更便宜的 DNA 测序等技术日益交叉。在临床方面，将会看到更多的临床试验数量和类型，为指导下一代基因和细胞治疗提供数据。随着临床应用的扩大，CRISPR 可能会被用于保护健康。例如，随着疾病治疗的安全性和有效性的确立，基因组编辑可能成为预防神经退行性疾病或心血管疾病的手段。在农业方面，CRISPR 筛选将为在植物和动物中设计多基因性状的途径提供更多的见解。使用 CRISPR 生成的产品，无论是用于移植患者的猪器官、抗旱增产的水稻，还是使用 CRISPR 编辑进行健康微调的微生物群，都可能成为常规产品。 (郑颖)

## 美国 HHMI 启动新兴病原体研究计划

1 月 26 日，美国霍华德·休斯医学研究所 (HHMI) 投入 1 亿美元启动“新兴病原体计划” (EPI)<sup>8,9</sup>。该计划将持续 3 年，旨在加速针对可能威胁人类健康的新病原体的起源、进化和致病机制等基础研究，以防范未来新兴病原体对人类健康的威胁。

---

<sup>8</sup> HHMI's Emerging Pathogens Initiative Aims for Scientific Head Start on Future Epidemics. <https://www.hhmi.org/news/hhmis-emerging-pathogens-initiative-aims-scientific-head-start-future-epidemics>

<sup>9</sup> An HHMI competition to support the science of emerging pathogens. <https://www.hhmi.org/sites/default/files/hhmi-emerging-pathogens-initiative-program-announcement.pdf>

该计划主要关注 7 个研究方向：已知或新出现病原体的基础生物学研究；人类免疫系统应对病原体感染的基础机制研究；疫苗生物学的深入探索；未知的病毒蛋白的特征研究；生物工程免疫反应和宿主细胞抗性研究；细菌-噬菌体的对抗性共进化研究；微生物和病毒进化产生新病原体机制的深入探究，包括感染植物和昆虫的病原体。

该计划由 HHMI 研究员作为首席研究员提出提案、组建 13 个项目组（表 1）开展研究，共协调 29 个机构的 70 名科学家合作完成。

**表 1 13 个项目组聚焦的研究领域**

项目研究领域	首席研究员所属机构
将嗜粘蛋白-阿克曼氏菌开发为新兴病原体粘膜疫苗平台的研究	HHMI、加州大学伯克利分校
基于“零件清单”开发针对 RNA 病毒的模块化、多功能广谱抗病毒药物	HHMI、斯坦福大学
研发不直接靶向微生物的传染病疫苗	HHMI、耶鲁大学
研究疏螺旋体细胞膜的生物合成方法，以开发相关疾病的诊疗方法和疫苗	HHMI、斯坦福大学
疾病状态下的脑：非中枢神经系统感染后脑功能改变的相关细胞和回路解析	HHMI、斯坦福大学
解码 6 种病原原生动物的线粒体蛋白质组	HHMI、麻省总医院
探究人工设计多肽作用于肠道细菌病原体的关键表面可及性过程（surface-accessible processes）	HHMI、华盛顿大学
阐明细菌病原体快速进化的毒力因子及其功能	HHMI、德克萨斯大学西南医学中心
结合 RNA 生物技术与生物安全技术，开发新一代广谱抗 RNA 病毒治疗药物	HHMI、耶鲁大学
抗新兴病原体的天然产物发掘	HHMI、德克萨斯大学西南医学中心
研究并设计禽类和人类抗体，以应对新兴流感病毒	HHMI、伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校
利用昼夜节律抵抗病原体感染的研究	HHMI、加州大学伯克利分校
建立针对抗生素耐药性感染的个体化巨型噬菌体疗法工具箱	HHMI、加州大学圣地亚哥分校

（李伟）

## 能源与资源环境

### 欧盟发布太阳能燃料和化学品战略研究与创新议程

1月17日，欧盟太阳能制燃料与化学品研究和创新联盟 SUNERGY 发布《战略研究与创新议程》<sup>10</sup>，提出欧盟在太阳能制燃料和化学品技术领域的关键技术、阶段性发展目标及研发需求。SUNERGY 是欧盟在“地平线 2020”和“地平线欧洲”框架下持续资助的研究和创新公私合作平台，汇集了来自工业界、学术界的专家，重点关注将太阳能直接或间接转化为燃料和化学品的先进技术。

#### 一、优先发展的关键技术

**1、太阳能两步转化为燃料/化学品。**利用绿色电力生产燃料和化学品是一个多步骤方法，其将可再生电力与合成中间产品（如电解制氢）相结合，然后将中间产品作为富含能量的媒介，进一步生产可再生燃料和化学品。重点发展的技术包括：上游工艺，如电力合成燃料(E-fuels)、太阳能热化学制燃料/化学品、光伏驱动的微生物合成方法；下游工艺，如费托合成制 E-fuels、哈伯-博施制氨、生物途径气体发酵、替代原料制液体燃料。

**2、太阳能直接转化为燃料/化学品。**该技术以二氧化碳、氮气和水为原料，通过综合转换系统实现从太阳能到燃料/化学品的转换，重点探索两种技术：光（电）化学催化系统；生物和生物混合系统。

#### 3、关键使能技术

(1) 纳米到宏观尺度的能量转化。包括：材料创新，通过新概念开发具有高耐用性和能量转换效率的新型材料；通过多尺度计算模拟支持对新型材料和集成系统的性能表征，从而极大地加快创新进程；运用

---

<sup>10</sup> SUNERGY Strategic Research and Innovation Agenda. <https://www.eera-set.eu/news-resources/3919-sunergy-strategic-research-and-innovation-agenda.html>

统一的知识和方法，有效连接纳米到宏观尺度反应器和装置的设计和优化过程；通过新型概念设计改进催化材料性能，克服萨巴蒂尔原理限制，实现高效节能的高产率过程；开发人工光合作用新概念，以推进开发下一代分散式能量转换系统；开发先进的产品分离、净化和收集技术。

(2) 能源系统。包括：将新技术解决方案从实验室规模扩大至工业规模，需综合考虑总体可持续性、资源大规模可用性和经济性；开发稳健的能源方案，制定可行的基础设施投资计划，实现经济、安全的能源供应。

(3) 社会学相关研究。包括：生命周期、技术经济和社会影响分析，确保可行的商业模式及社会接纳，并最终建立一个可持续的碳循环经济；通过社会-技术驱动的发展和利益相关者的定期反馈，推动技术部署，形成有益的社会影响。

### 二、阶段性发展目标

到 2025 年，基于当前电化学工艺，开发出适应目前基础设施和商业模式的创新技术，包括生产氨、碳基燃料及化学品的绿色工艺。

到 2030 年，开发更颠覆性的方法，即光电化学、光化学、生物和生物混合系统，为减少损失提供技术基础，将太阳能直接转化为化学能，操作条件更温和，过程更简单，对特定产品有更好的选择性，并在许多情况下应用自更新/自修复催化剂。通过太阳能直接转化为燃料/化学品，实现燃料/化学品的集中生产过渡到部分采用分布式生产，并通过发展本地完整价值链促进循环经济。

2030 年以后，为负排放技术提供强大的科学和技术基础，实现利用太阳能将二氧化碳高效转化为长效材料，比生物技术使用更少的土地。

到 2050 年，通过发展太阳能燃料和化学品产业，助力建立碳中性循环经济和气候中性交通，大规模部署经济高效的负碳技术。

### 三、技术研发需求

#### 1、电力合成燃料：可再生能源电力转化为替代燃料和化学品

(1) 总体目标。中短期内（到 2030 年），将 E-fuels 技术推向市场，并实现经济可行和可持续，主要包括：示范和验证工业可行性和成本效益，在中试规模实现最大程度减排；建立本地价值链，确定适用于特定地区的技术和产品最佳组合，最大限度地减少长途运输和存储的成本及安全问题；明确不同 E-fuels 技术的转换路线基准，以帮助行业选择最佳技术并降低风险。

(2) 研发需求。包括 9 个方面：系统集成/工艺优化，以提高产量并最小化能源和资源需求；工艺放大，如对电催化装置进行快速放大和原型设计，并改进反应器的设计和工程，此外还需确定每种技术的正确应用规模；优化转化工艺和运行条件，如开发耐用材料以确保电解装置的长期稳定性，提高催化剂性能、优化运行条件和反应器设计以提升产品选择性，提高整个转换链的法拉第效率、材料效率和能源效率；改进可持续性，需开发不依赖关键材料的电极，或确保关键材料的可回收性；提高电力供应的灵活性，确定波动性可再生能源与传统化学转换过程的最佳组合，可通过非绝热材料和工艺改进热集成，确保在间歇供电条件下获得最佳性能，还结合经济可持续的储能设备（如储热系统）以减小电力供应波动；确保可持续的二氧化碳供应，短中期内将工业源作为碳捕集的主要碳源，长期内需要转向直接空气碳捕集（DAC）技术，需解决共同挑战是捕集的二氧化碳释放用于催化时导致的高成本，将二氧化碳捕集过程与电催化过程结合是有潜力的方案，即将用于碳捕集的溶剂同时用作电化学过程的电解质，而长期内可发展直接空气碳捕集与转化（DACC）技术，即将 DAC 与转化过程集成在一个装置中；利用可再生能源供热，如利用太阳能高温热取代一部分电力，典型技术包括高

温蒸汽电解、混合热化学循环等，以及太阳能热化学氧化还原循环等无需使用电力的过程；生物基原料电催化转化，开发从生物基分子直接合成复杂化学品的技术；复杂替代产品的直接合成，短中期内开发基于可再生能源生产简单基础化学品的替代工艺，长期内开发将生物基中间体直接转化为复杂产品的工艺，以避免多步骤方法，提升整体工艺效率。

## 2、通过太阳能直接转化方法实现燃料和化学品的分散式生产

(1) 总体目标。未来 5 年内，将该领域技术推进到试点水平；长期内（到 2050 年），将这些技术推向市场，并实现经济可行和可持续，以实现到本世纪下半叶建立一个可行的太阳能燃料产业。

(2) 研发需求。包括两个方面：①光化学和光电化学系统。该技术将各种功能集成在紧凑的装置中，具有在低工作温度下使用经济的薄膜和/或颗粒半导体材料实现高转换效率的潜力，未来 5 年将通过持续改进效率、耐用性和成本以达到试点水平，重点实现如下科学突破：通过强化光吸收和表面催化作用，实现高转换效率和产率；通过开发具有长载流子寿命的新型化学稳定半导体、开发基于资源富集材料的新型稳定催化剂、应用耐用的材料和表面保护涂层，实现长耐用性和寿命；新型电池设计，如电池的有效整合、方便和节能的产品回收、直接使用反应物而无需先进行浓缩和纯化等；通过电化学工程克服质量输运限制，从实验室装置（数十平方厘米）放大到更大面积的原型装置；通过节约材料（使用非稀缺材料）和简化材料加工，降低制造成本；引入认证实验室，采用已开发的标准化方法，检测类似于光伏的设备效率和稳定性。②生物和生物混合系统。该技术基于生物（光）催化剂，可在温和条件下运行，能够处理不同二氧化碳浓度的原料，在抗毒性和产品选择性方面具有优势，并可将合成智能材料与微生物结合以实现复杂的碳化学。重点实现如下突破：水和二氧化碳原料的多样化，开发水循环利用和使

用废水/咸水/海水的技术，探索利用生物催化剂实现对多种浓度二氧化碳原料的使用；显著提高太阳能转换效率和稳定性，通过改进光催化合成途径和酶提升转换效率，以实现工业规模应用。（岳芳）

## 美国能源部投入 2.96 亿美元支持生物能、氢能和 CCUS 技术

1 月，美国能源部（DOE）宣布多项资助，共投入 2.96 亿美元支持生物燃料、清洁氢能和碳捕集利用与封存（CCUS）技术研发。

### 一、生物燃料

1 月 26 日，DOE 宣布投入 1.18 亿美元支持 118 个项目<sup>11</sup>，以推进生物质精炼厂的发展，生产低排放可持续燃料。

**1、综合生物精炼厂的预试点项目。**共资助 9 个项目：藻类基喷气燃料和聚氨酯单体的中试生产，将开发精炼工艺，从生物质中提取粗制海藻油，利用差异化沉淀分离饱和及不饱和脂肪酸，进而生产可再生航空燃料和符合工业标准的聚氨酯产品；利用气态碳木废料（萜烯）生产可再生的可持续航空燃料；将林业残留物和其他木质纤维素生物质转化为可再生柴油、可持续航空燃料、汽油和船用燃料；将直接空气碳捕集系统获得的二氧化碳用于培养藻类，并将该技术扩大至英亩级流道中；开发和示范创新的微藻和生物燃料生产工艺，使用直接空气碳捕集和附着藻类流道（AAFW）技术；通过催化快速热解（CFP）、生物原油中间物提质技术将预处理玉米秸秆转化为可持续航空燃料；在混合催化生物精炼（HCB）架构中建立并示范规模化的共溶剂增强木质纤维素分馏（CELF）预处理和木质素分馏装置，生产用于合成可再生航空燃料和船舶燃料的高品质木质素中间体，并采集关键操作数据；在加压流化床气化炉中生物质生产合成气，通过合成气发酵生产可持续航空燃料，转

---

<sup>11</sup> U.S. Department of Energy Awards \$118 Million to Accelerate Domestic Biofuel Production. <https://www.energy.gov/articles/us-department-energy-awards-118-million-accelerate-domestic-biofuel-production>

化率超过 50%，与石油基燃料相比减少 70% 的温室气体排放；基于藻类生产可持续航空燃料的试点前验证。

**2、综合生物质精炼厂的试点项目。**共资助 2 个项目：利用林业残留物分布式生产乙醇和可改良土壤的生物炭，包括一个低成本、易操作的鼓风式气化炉以及朗泽科技公司的第二代生物反应器；将水热液化与超临界水氧化技术结合，将城市污水污泥转化为生物原油，再提质为可持续的船舶柴油和航空燃料。

**3、综合生物炼油厂的示范性项目。**共资助 2 个项目：桉木生物原油制备可持续航空燃料，在美国东南部建立首个示范设施，其额定处理能力为每天处理 120 吨森林残留物，每年生产 300 万加仑液态烃类生物燃料；建设和运营一个利用生物质和纤维素生产可持续航空燃料和可再生柴油的集成示范工厂，并可生产第二代纤维素糖和纳米纤维素橡胶母料等副产品。

**4、第一代玉米乙醇减排项目。**共资助 4 个项目：生物炼制厂减排技术验证，包括可再生合成气的现场生产、风力和太阳能发电/利用、利用先进的作物管理制度和减少化肥使用来减少农场排放；评估使用酿酒残留物和玉米秸秆制备沼气（厌氧消化）技术的可行性，提供综合分析，以扩大沼气技术与玉米乙醇生产的规模；利用发酵二氧化碳气体合成乙醇，将在生物精炼厂调试和运营朗泽科技公司的撬装式气体发酵试验装置，利用二氧化碳和低碳氢气生产低碳乙醇；利用电化学工艺将生物乙醇生产中的废二氧化碳转化为增值塑料，并进行可行性研究。

## 二、清洁氢能

1 月 27 日，DOE 宣布投入 4700 万美元推进清洁氢能技术的研发和示范<sup>12</sup>，以降低氢能成本并改进技术性能，促进氢能基础设施部署，实现

---

<sup>12</sup> Biden-Harris Administration Announces \$47 Million to Develop Affordable Clean Hydrogen Technologies. <https://www.energy.gov/articles/biden-harris-administration-announces-47-million-develop-affordable-clean-hydrogen>

氢能在多个部门的应用。此次资助重点关注 4 个主题领域。

**1、氢载体开发。**关注新型氢载体和加氢/脱氢催化剂研发，需比传统压缩气体储氢或液氢存储具备更优异的成本和性能，且具备大规模应用潜力。该主题领域涉及所有类型的氢载体材料，尤为关注使用钙钛矿型材料作为加氢/脱氢反应催化剂或催化剂载体的技术。

**2、车载液氢存储系统。**关注开发液氢容器及其辅助系统，为中/重型卡车提供具有高比能量和能量密度的低成本车载储氢，克服系统各组件开发的挑战，包括隔热、罐体衬垫和外壳设计、辅助系统、安全装置等。该主题下的项目在执行期间需建造和示范一个液氢车载储氢原型以评估进展。

**3、液氢输送/加氢组件和系统。**关注开发高流量的液氢输送和加氢技术，以支持中/重型卡车和其他交通应用的部署，重点关注：高流量液氢软管、喷嘴和阀门；高流量液氢仪表；高流量、低损耗低温泵；减少或回收液氢加氢或输送期间由于管道、泵、运输拖车等的排气和净化造成的氢损失；减少或回收泵或其他加氢/输氢过程的氢蒸发；高流量输氢泵或方法；高流量输氢连接件，最好无需或仅需低要求的个人防护设备；从液氢直接进行气态加氢，大幅减少或无需现场气态储氢。

**4、中/重型燃料电池卡车的高性能耐用膜电极组件。**关注开发可降低中/重型卡车质子交换膜燃料电池堆成本并增强性能和寿命的膜电极组件，其铂族金属用量尽量控制在 0.3 毫克/平方厘米，并具备大批量生产潜力，将环境/毒性、排放和能源足迹降至最低。该主题重点关注膜电极组件的集成设计以及膜、催化剂的改进，同时还关注开发可方便拆卸和回收铂族金属及其他组件的方法，以及可取消其他子系统组件（如增湿器）和减少寄生损失的新型概念。

### 三、CCUS 技术

1 月 30 日，DOE 宣布投入 1.31 亿美元支持 33 个 CCUS 项目，旨在减少发电厂及工业设施碳排放，并推进碳封存技术的商业运营<sup>13</sup>。

**1、“碳管理”计划资助。**在“碳管理”计划资助框架下向 22 个项目投入 3800 万美元，开发从集中排放源或空气中捕集二氧化碳的技术，并将其永久封存或转化为高价值产品。具体包括：

(1) 碳转化技术。二氧化碳矿化技术的实验室规模测试，资助 799 万美元，包括：通过生物分子调节碳化将富钙碱性工业废物加工为辅助胶凝材料；开发创新碳化工艺的实验室规模原型系统，将二氧化碳和碱性固体废物转化为负碳水泥用于生产混凝土；开发二氧化碳矿化技术，利用烟气干法或湿法脱硫的副产品生产高价值碳酸盐和化肥产品；开发电化学二氧化碳矿化技术，利用天然盐水和废物生产负碳增值产品。

(2) 碳捕集技术。①结构材料系统的实验室规模测试或直接空气碳捕集组件设计，资助 583 万美元，包括：开发可大规模经济生产的吸附单元，提高直接空气碳捕集系统的二氧化碳捕集率；基于有机化学的低温、低成本直接空气碳捕集系统的实验室测试；开发新型的二氧化碳吸附剂接触器和直接空气碳捕集工艺，使用注入聚乙烯亚胺的膨胀聚四氟乙烯/二氧化硅层压板；开发离子液体催化的高容量结构化直接空气碳捕集吸附材料。②直接空气碳捕集集成工艺的实验室规模测试，资助 1500 万美元，包括：开发用于高性能直接空气碳捕集系统的 3D 打印结构化吸附单元；设计、建造和测试集成的实验室规模接触器，用于连续直接碳捕集；开发和测试集成的实验室规模直接空气碳捕集原型测试系统，使用新型的低成本结构化吸附剂；开发直接空气碳捕集和电解制氢联产系统，基于电化学再生氢氧化物溶剂捕集技术和光伏发电制氢技术；开发用于直接空气碳捕集的螺旋缠绕气凝胶吸附剂聚合物。③现有电厂

---

<sup>13</sup> DOE Invests More Than \$130 Million to Lower Nation's Carbon Pollution. <https://www.energy.gov/articles/doe-invests-more-130-million-lower-nations-carbon-pollution>

使用生物质发电的配套先进碳捕集系统的初步工程设计，资助 142 万美元，将改造现有发电厂使用 100% 生物质燃料，并使用燃烧后碳捕集系统，完成该系统的初步设计和成本计算。④ 现有石灰厂使用生物质燃料的配套先进碳捕集系统的初步工程设计，资助 150 万美元，将改造现有石灰厂使用生物质或生物质与天然气/煤混合燃料，完成商业规模先进碳捕集系统的初步设计。

(3) 碳封存技术。投入 663 万美元支持 7 个项目，包括：探索将亚利桑那州 4 个火山区的地表镁铁质岩作为碳封存库，建立镁铁质材料资源库，将现有岩石物理、化学和水文数据与地质测绘以及新生火山渣锥和熔岩流的样本收集相结合；识别和评估新墨西哥州潜在的二氧化碳矿化封存资源；基于再生混凝土碳化反应的碳封存资源评估；美国中大西洋地区地质构造和矿山废弃物的二氧化碳矿化资源评估；水泥窑灰、煤灰、硫洗涤器残余物、生物质加工残余物、再生混凝土残余物、钢铁渣和铜渣等工业废弃物的二氧化碳矿化资源评估；夏威夷地下玄武岩的二氧化碳矿化资源评估；美国地下镁铁质岩和超镁铁质岩的二氧化碳矿化资源评估。

**2、“碳安全”计划资助。**在“碳安全第二阶段：碳封存综合设施可行性”计划资助框架下向 11 个项目投入 9200 万美元，支持评估商业规模碳封存综合设施的封存地点，以开发具有 5000 万吨以上封存潜力的地质封存场地，包括：

(1) 图莱里县碳封存可行性评估，将为开发商业规模二氧化碳地质封存综合体建立技术和经济基础；

(2) 密歇根盆地东南部地区开发商业规模碳封存综合体的可行性评估，将汇编和分析现有数据，钻探地层测试井并确定其特征，识别和评估潜在的技术和非技术风险；

(3) 印第安纳州米切尔市水泥厂下寒武纪地层中的潜在二氧化碳储层的地质特征描述；

(4) 萨克拉门托盆地中部地质封存可行性评估，将钻探一口地层测试井收集地质特征数据，以更好地了解封存库和密封层特性；

(5) 在德克萨斯州海湾沿岸港口自有资产下部署碳捕集设施并进行地址封存的技术和经济可行性评估；

(6) 评估和确定德克萨斯州海湾沿岸近海水域碳封存潜力及地点；

(7) 阿拉巴马州谢尔比县商业规模碳封存综合设施的可行性评估，评估地层包括深部白云岩、次生多孔碳酸盐岩和其他低渗透性沉积岩；

(8) 路易斯安那州海岸碳封存综合设施可行性评估；

(9) 北达科他州西北部碳封存中心方案的可行性评估，该中心将从天然气加工厂及液化厂捕集二氧化碳并注入地质封存库；

(10) 通过社会分析、地质特征数据、技术分析、经济评估和环境分析，确定在犹他州盆地进行商业规模碳封存的可行性；

(11) 在俄勒冈州赫米斯顿附近的一个二氧化碳封存综合体中加速扩大和部署商业规模玄武岩碳封存设施。 (岳芳 朱丹晨)

## 欧盟资助 22.5 亿欧元支持低碳技术创新

1 月，欧盟陆续宣布投入共计 22.5 亿欧元（约合 165.38 亿元人民币）支持海洋经济转型绿色技术及其他绿色低碳技术创新。

### 一、绿氢及合成燃料技术

1 月 19 日，欧盟宣布将从创新基金中拨款 18 亿欧元<sup>14</sup>，投资 16 个大规模创新项目，涵盖绿氢及其衍生物、合成可持续燃料等技术，以实

---

<sup>14</sup> Innovation Fund: grant agreements signed with further 16 innovative large-scale projects. [https://climate.ec.europa.eu/news-your-voice/news/innovation-fund-grant-agreements-signed-further-16-innovative-large-scale-projects-2023-01-19\\_en](https://climate.ec.europa.eu/news-your-voice/news/innovation-fund-grant-agreements-signed-further-16-innovative-large-scale-projects-2023-01-19_en)

现在未来十年内将二氧化碳排放量降低 1.25 亿吨。

**1、碳捕集、利用和封存技术。**具体资助：将碳捕集装置与化工、水泥、石灰生产装置相集成，并将捕集的二氧化碳输送到沿海枢纽进行地质封存；创新碳捕集、利用与封存（CCUS）价值链，将建造东欧首个 CCUS 集群；建造世界首个二氧化碳矿化封存基地。

**2、氢能技术。**具体资助：建造 400 兆瓦级电解水制氢装置，利用海上风电生产绿色氢气；研发固体废弃物转化为氢气技术。

**3、储能技术。**具体资助：创新固定式储能技术研发；创新锂离子电池回收技术，实现年回收 5 万吨报废锂电池。

**4、风电技术。**具体资助：建造装机容量为 450 兆瓦的海上风电场。

**5、可持续燃料生产装置技术。**具体资助：建造世界首个商业规模即时生物燃料生产设备；建造大规模合成可持续航空燃料生产装置。

**6、其他低碳循环技术。**具体资助：利用地下水循环，开发地下散热装置；开发废弃塑料液化处理技术。

## 二、海洋经济转型技术

1 月 25 日，欧盟研究与创新总局宣布在未来 7 年内通过“可持续蓝色伙伴关系”，资助 4.5 亿欧元促进到 2030 年欧盟海洋经济向气候中和、可持续和高效转型，并为实现可持续发展目标做出贡献<sup>15</sup>。此次启动的第一轮资助重点围绕如下领域：

**1、对海底盆地进行规模化海洋数字孪生技术开发。**开发和验证海洋资产、流程和系统的数字孪生技术，为用户提供有关海洋发展的解决方案，包括区域到地方尺度的海洋空间规划和数字规划技术开发。

**2、海洋经济创新应用。**在运输、能源和食品等关键部门的多个海

---

<sup>15</sup> Kicking-off the European Partnership for a climate neutral, sustainable and productive Blue Economy, with about a half billion euro. [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/kicking-european-partnership-climate-neutral-sustainable-and-productive-blue-economy-about-half-2023-01-25\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/kicking-european-partnership-climate-neutral-sustainable-and-productive-blue-economy-about-half-2023-01-25_en)

上行业发展多用途应用，以创造协同效益并支持欧盟的多元化能源战略。

**3、规划和管理海洋用途。**通过集成基于人工智能的海洋空间规划、海上监视和 4D 海底工具和方法，创新海洋用途管理。

**4、开发健康的“蓝色食品”。**通过综合、统一和遵循自然的方法，促进海洋生物资源和粮食生产能力的可持续管理，造福人类、动植物和生态系统。

**5、实现“蓝色食品”生产的绿色转型。**探索数字、智能和循环解决方案技术，使蓝色食品生产加工行业向可持续、高效、具有竞争力和气候中和转型。 (汤匀)

## 德国与澳大利亚联合资助绿氢供应链项目

1 月 27 日，德国联邦教研部（BMBF）部长 Bettina Stark-Watzinger 与澳大利亚气候变化和能源部长 Chris Bowen 宣布在“德澳氢能创新和技术孵化器”（HyGATE）联合资助计划框架下，由德国出资 3960 万欧元（约合 2.91 亿元人民币）、澳大利亚出资 5000 万澳元（约合 2.30 亿元人民币）支持 4 个清洁氢能项目<sup>16</sup>，以加速推进共同建立完整的绿氢供应链。

1、Edify Energy 公司和西门子能源公司将在澳大利亚的生态工业园建造并投运 17.6 兆瓦绿氢生产示范工厂，该工厂将集成 21 兆瓦光伏发电设施。该项目是规划建设的 1 吉瓦绿氢工厂的第一阶段。

2、制定并实施一项利用创新材料的可扩展电解槽生产绿氢的战略，建立从澳大利亚新南威尔士州到德国的氢气出口价值链。该项目将开发创新电解技术，评估氢价值链的可行性，并对地质储氢进行调查，为将

---

<sup>16</sup> Stark-Watzinger: Wir sind der Umsetzung einer Wasserstoff-Lieferkette von Australien nach Deutschland einen großen Schritt nähergekommen. <https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/pressemitteilungen/de/2023/01/270123-HyGate.html#searchFacets>

可再生氢从澳大利亚运往德国做准备。项目的成果将在加拿大 ATCO 公司承担的澳大利亚资助项目中验证，该项目将示范 10 兆瓦电解系统。

3、开发新型毛细管诱导供水电解槽的制造工艺并扩大规模。该电解槽是一种新型的碱性电解槽，电池单元层面的制氢电耗仅为 41 千瓦时/千克，比最佳的商用电解槽（50 千瓦时/千克）低近 20%。

4、在南澳大利亚建造利用聚光太阳能热发电和供热的甲醇工厂，年产量达到 7500 吨。该项目将利用新型聚光式太阳能发电技术，可确保全天供热和供电，使得 10 兆瓦级甲醇生产设施能够可持续运行。（岳芳）

## 英国 BEIS 资助生物质制氢和核能技术

1 月，英国商业、能源与产业战略部（BEIS）宣布共投入 8500 万英镑（约合 7.03 亿元人民币），支持生物质制氢和核能技术创新。

### 一、生物质制氢

1 月 20 日，BEIS 宣布投入 3000 万英镑支持具有碳捕集与封存功能的生物能源（BECCS）制氢技术创新<sup>17</sup>。

**1、原料预处理：**研发低成本、节能和高效的原材料预处理技术，优化生物质和废弃物原料，适用于先进气化技术。具体创新技术包括造粒技术、机械分拣技术、热处理煅烧技术等。

**2、先进的气化技术及其组件研发：**研发先进的气化技术和组件，重点提高合成气质量，提升生物质制氢效率。具体创新技术包括实时监测技术、物理清除技术、化学清除技术、催化和热去除焦油技术、合成气变压吸附技术、气化炉集成技术等。

**3、新型生物质制氢技术：**重点开发可与碳捕集相结合的新型生物质制氢技术。具体创新技术包括厌氧发酵制氢技术、光发酵制氢技术、

---

<sup>17</sup> Hydrogen BECCS Innovation Programme: Phase 2. <https://www.gov.uk/government/publications/hydrogen-beccs-innovation-programme>

废水处理技术、甲烷重整制氢技术、热解技术等。

## 二、高温气冷堆

1 月 27 日，BEIS 宣布投入 5500 万英镑支持英国先进模块化高温气冷堆（HTGR）技术研发和示范<sup>18</sup>。

1、基于 HTGR 系统开发特定应用（如制氢、合成燃料、合成氨等）的前端工程设计（FEED）。

2、研究不同类型三元结构各向同性（TRISO）燃料的影响（包括物理和化学形式、高能耗或最高能耗目标等）。

3、研究 HTGR 反应堆材料和系统工程基础设施的完整性。包括：研究材料降解机制相关问题（如材料损伤、蠕变、热老化、环境作用等）；研究化学失效机制（如主冷却剂相互作用、蒸汽侧氧化等）；研究石墨在反应堆中的性能和废物管理退役问题；研究先进制造、数字化和建筑设计的影响。

4、制定规范、标准和评估方法，特别是针对 HTGR 反应堆机械组件。

5、开发并验证反应堆在正常和非正常运行条件下的建模和仿真技术，包括对腐蚀和热工水力学必要的测试。

6、进行 HTGR 机械、仪表与控制系统和组件在正常运行和事故条件下运行的资格认证。

7、开发和验证新材料和/或组件，实现商业 HTGR 反应堆能在更高温度下正常运行。

8、验证 HTGR 反应堆燃料路线设计，包括自动系统和故障分析的现代分析监测方法。

（汤匀）

---

<sup>18</sup> Advanced Modular Reactor (AMR) Research, Development and Demonstration Programme: Phase B competition. <https://www.gov.uk/government/publications/advanced-modular-reactor-amr-research-development-and-demonstration-programme-phase-b-competition#full-publication-update-history>

## 美国能源部资助先进电动汽车电池研发

1月10日，美国能源部（DOE）宣布将为12个项目拨款4200万美元<sup>19</sup>，用于开发使用寿命更久、充电速度更快、续航里程更长、在冰冻环境下仍能高效运行的电动汽车电池，进一步推进国内电动汽车电池供应链发展。12个项目包括：

（1）24M Technologies 公司将开发低温性能良好、充电迅速的钠金属电池，电池内部由无钴、无镍钠正极活性材料以及钠超级离子导体结合机器学习和自动高通量筛选技术构成。

（2）Ampcera 公司将采用“热调制电池技术”研发一种在零下 20℃、1 分钟以内启动车辆的固态快充电池，电池材料包含高容量硅阳极、高压富镍锂镍锰钴氧化物阴极、高离子导电固态电解质。

（3）国家可再生能源实验室将评估代表下一代电池风险的数据和参数，以降低下一代电池商业应用风险。

（4）俄亥俄州立大学将扩展其原型高功率电池技术。

（5）K 项目（Project K）正在研发和商业化一种钾离子电池。

（6）桑迪亚国家实验室将开发新的预测模拟/建模和测试框架，用于在早期阶段评估电池材料和电池安全性。

（7）Solid Power Operation 公司将开发具有 3D 结构的锂金属阳极和新型硫复合阴极。

（8）South 8 Technologies 公司将利用新型液化气体电解质技术研发具有快充能力的大功率锂离子电池。

（9）Tyfast Energy 公司将结合电极材料和电解质化学，研发高能量密度、超快充电池。

---

<sup>19</sup> DOE Announces \$42 Million to Develop More Affordable and Efficient Advanced Electric Vehicle Batteries in America. <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-42-million-develop-more-affordable-and-efficient-advanced-electric-vehicle>

(10) 马里兰大学将提高固态锂金属电池的充/放电能力、能量密度和工作温度窗口。

(12) 弗吉尼亚理工大学将开发具有无钴和无镍阴极、高容量阳极、全天候电解质的煤基快充电动汽车电池。

(13) Zeta Energy 公司将制造具有高锂含量、易获取材料、快速充电的新阳极。 (秦冰雪)

## 空间与海洋

### 美国 NOAA 资助海洋和沿海资源管理

1月17日，美国国家海洋与大气管理局（NOAA）宣布向13个项目提供2050万美元资助<sup>20</sup>，旨在对美国的海洋和沿海资源进行协同管理。此次资助是在《两党基础设施建设法案》下的首个同类资助，面向部落和合作伙伴，将显著加强各州、部落政府和联邦政府之间的现有合作，并提供必要的的能力推进其工作。

此次资助将支持有助于促进区域海洋伙伴关系和海洋用户数据共享的计划，包括受联邦认可的部落与现有区域海洋伙伴关系之间的合作。具体包括：

(1) 为4个现有的区域海洋伙伴关系提供1570万美元资助，包括墨西哥湾联盟、东北区域海洋委员会、中大西洋海洋区域委员会和西海岸海洋联盟，以解决日益加剧的海洋利用问题、支持可持续发展、追踪气候对不断变化的生态系统的影响并加强区域共享以及整合联邦和非联邦海洋和沿海数据的能力。

(2) 为4个受联邦承认的部落或部落组织提供110万美元资助，

---

<sup>20</sup> NOAA awards \$20.5 million for ocean and coastal resource management. <https://www.noaa.gov/news-release/noaa-awards-205-million-for-ocean-and-coastal-resource-management>

包括马卡印第安部落、昆诺特印第安民族、哥伦比亚河跨部落鱼类委员会和奎鲁特部落，以支持与区域海洋和沿海优先事项有关的部落行动。

(3) 为 5 个美国综合海洋观测系统 (IOOS) 区域协会提供 370 万美元资助，包括阿拉斯加海洋观测系统、太平洋岛屿海洋观测系统、东南沿海海洋观测区域协会、五大湖观测系统、加勒比沿海海洋观测系统，以加强区域数据共享能力，在缺乏区域海洋伙伴关系的地区更好地将联邦和非联邦数据纳入其中。

此外，该资助还有助于建立新的信息门户，以推动数据获取并提供有助于支持区域沿海、海洋和五大湖管理优先事项的数据产品。

(薛明媚 王金平)

# 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 马延和 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 许洪华 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 康 乐

## 编辑部

主 任：冷伏海  
副 主 任：陶 诚 李鹏飞 朱 涛 杨 帆 徐 萍 安培浚 陈 方 马廷灿 黄龙光 王海霞  
地 址：北京市海淀区中关村北一条 15 号，100190  
电 话：（010）62538705  
邮 箱：lengfuhai@casisd.cn