

# Science & Technology Frontiers

# 科技前沿快报

国家高端智库  
中国科学院

2021年7月5日

## 本期要目

欧盟发布光伏战略研究与创新议程征求意见稿

美国 DARPA 发布“计算文化理解”计划

美国国家神经系统疾病与卒中研究所发布五年战略计划

“氢能欧洲”提出“三步走”氢经济发展路线图

美国能源部提出综合能源系统协同研究的机遇与挑战

欧洲空间局公布“月光”月球卫星星座计划

2021年  
总第 085 期

第 07 期

# 目 录

## 深度关注

欧盟发布光伏战略研究与创新议程征求意见稿 .....	1
----------------------------	---

## 基础前沿

德国发布支持量子计算计划 .....	12
--------------------	----

## 信息与材料制造

美国 DARPA 发布“计算文化理解”计划 .....	12
-----------------------------	----

美国 NSF 启动新兴量子材料与技术研究 .....	13
----------------------------	----

美国 BioFabUSA 发布大流行应对与恢复国家技术路线图 .....	13
--------------------------------------	----

## 生物与医药农业

美国国家神经系统疾病与卒中研究所发布五年战略计划 .....	14
--------------------------------	----

英国发布《英国基因组 2021~2022 年实施计划》 .....	15
-----------------------------------	----

欧盟生物基产业联盟投入 1 亿欧元资助循环生物项目 .....	16
---------------------------------	----

## 能源与资源环境

“氢能欧洲”提出“三步走”氢经济发展路线图 .....	17
-----------------------------	----

美国能源部提出综合能源系统协同研究的机遇与挑战 .....	19
-------------------------------	----

美国能源部投入 1 亿美元助力煤炭资源型地区转型 .....	23
--------------------------------	----

美国 ARPA-E 资助先进生物燃料技术研发 .....	24
------------------------------	----

日本 NEDO 推进燃煤电厂混氨燃烧技术 .....	27
----------------------------	----

英国 MAST-U 聚变装置成功验证全球首创排气系统概念 .....	27
------------------------------------	----

澳大利亚 2021~2022 年度预算资助气候变化应对等研究 .....	28
--------------------------------------	----

德国智库提出欧洲气候中和工业的突破性技术 .....	31
----------------------------	----

世界气候研究计划报告讨论 CORDEX 的未来科学挑战 .....	34
-----------------------------------	----

英国 BEIS 资助 1.66 亿英镑推动绿色工业技术发展 .....	37
-------------------------------------	----

澳大利亚 CSIRO 发布《关键能源矿产路线图》 .....	39
--------------------------------	----

## 空间与海洋

欧洲空间局公布“月光”月球卫星星座计划 .....	41
---------------------------	----

澳大利亚宣布提供 1 亿澳元的投资以保护海洋 .....	42
------------------------------	----

## 设施与综合

英国 STFC 将与美国费米实验室合作建造 PIP-II 加速器 .....	43
----------------------------------------	----

## 深度关注

### 欧盟发布光伏战略研究与创新议程征求意见稿

5月27日，欧洲光伏技术与创新平台（ETIP PV）发布《光伏战略研究与创新议程》向公众征求意见<sup>1</sup>，指出欧洲光伏技术已被证明具有经济和环境竞争力，但必须克服技术创新、装备制造、系统集成和材料循环利用过程中的一些障碍。该议程分析了光伏技术研究和创新面临的5个方面挑战，以及到2030年的技术目标和研发优先事项。

#### 一、提高性能和降低成本

##### 1、硅基光伏模块

（1）技术指标（到2030年，下同）。欧洲具备100吉瓦（GWp）硅基电池单体和模块的低碳制造能力；公用事业规模光伏的平准化发电成本（LCOE）达到0.025欧元/千瓦时，集成光伏系统的LCOE低于0.05欧元/千瓦时；欧洲成为高性能可持续硅基光伏技术的世界领先者，光伏模块转换效率达到25%，寿命达到50年，南欧地区的能源投资回报率（EROI）大于50。

（2）研发重点。技术成熟度（TRL）2~3级技术早期研发：2021~2026年，研发纳米光子结构使电池单体更薄；2022~2030年，通过上下转换太阳能电池、直接带隙薄膜等先进技术提高效率。TRL 3~5级技术开发：2021~2023年，开发用于G12及更大尺寸硅片的拉晶技术；2021~2025年，推进模块开发。TRL 5~7级技术示范：2021~2026年，外延晶片/替代品的工艺及设备；2021~2030年，更高性能可持续模块技术（无铅、无氟、寿命更长等）。TRL 7~8级技术旗舰项目：2022~2027年，部署

---

<sup>1</sup> ETIP PV has published “The European Strategic Research and Innovation Agenda for Photovoltaics” for Public Consultation. <https://etip-pv.eu/news/other-news/etip-pv-has-published-the-european-strategic-research-and-innovation-agenda-for-photovoltaics-for-public-consultation/>

先进同质结、异质结电池/模块的试点项目；2025~2030年，部署先进拉晶和外延晶片技术的试点项目。

## 2、钙钛矿基光伏模块

(1) 技术指标。钙钛矿光伏的 LCOE 不高于晶硅 (c-Si) 光伏；钙钛矿光伏的碳足迹低于晶硅光伏碳足迹的 80%，且其模块必须完全可回收；商业钙钛矿光伏模块效率高于 23%。

(2) 研发重点。TRL 2~3 级技术早期研发：2021~2025 年，研发无铅薄膜光伏吸收层；2021~2026 年，研发低成本高性能透明电极；2026~2030 年，研发钙钛矿光伏回收策略。TRL 3~5 级技术开发：2021~2026 年，开发模块制造技术。TRL 5~7 级技术示范：2021~2023 年，进行将钙钛矿光伏模块应用于玻璃和箔片的多种用途中试规模示范。TRL 7~8 级技术旗舰项目：2023~2029 年，在欧洲建立将钙钛矿光伏模块应用于玻璃和箔片的试产线。

## 3、薄膜（非钙钛矿）光伏模块

(1) 技术指标。薄膜光伏技术的 LCOE 不高于晶硅光伏；与 2020 年标准相比，薄膜光伏每瓦的镉或碲含量减少至 1/3，效率增加 20%；欧洲薄膜光伏的全球市场份额达到 10%。

(2) 研发重点。TRL 2~3 级技术早期研发：2021~2030 年，筛选用于单结和多结光伏的新型薄膜吸收层材料。TRL 3~5 级技术开发：2021~2026 年，开发用于特定集成应用的薄膜光伏；2023~2028 年，通过模块设计改进可持续性。TRL 5~7 级技术示范：2021~2028 年，大面积模块的生产，降低“从实验室到工厂” (lab-to-fab) 的损失；2023~2030 年，用于集成光伏系统的大规模定制生产流程。TRL 7~8 级技术旗舰项目：2021~2026 年，更大尺寸模块的下一代生产设备；2025~2030 年，建立大批量定制产品的试产线。

#### 4、串联光伏模块

(1) 技术指标。串联光伏的效率至少比相应的单结技术高 5%；串联光伏的寿命与单结技术相当；增加结的生产成本低于 8 欧元/平米。

(2) 研发重点。TRL 3~5 级技术开发：2021~2024 年，开发稳定的高质量复合层和电荷选择层；2022~2026 年，改进 3 结（3T）和 4 结（4T）串联模块概念。TRL 5~7 级技术示范：2021~2026 年，开发模块级的高产量生产工艺；2022~2028 年，开发双面多结器件。TRL 7~8 级技术旗舰项目：2023~2030 年，在欧洲建立不同串联技术及应用的试产线。

#### 5、辅助系统（BoS）及提高能量输出

(1) 技术指标。BoS 组件需确保完整光伏系统的运行寿命达到 50 年；BoS 组件将确保光伏具备竞争力，即光伏系统 LCOE 达到 0.025 欧元/千瓦时，集成光伏系统的 LCOE 达到 0.05 欧元/千瓦时。

(2) 研发重点。TRL 2~3 级技术早期研发：2022~2029 年，研发具有更高功率密度和可靠性的宽带隙逆变器。TRL 3~5 级技术开发：2022~2027 年，将传感器集成到光伏模块中；2024~2030 年，开发新型安装固定结构，其材料更少，灵活性更高。TRL 5~7 级技术示范：2021~2024 年，示范具有优化电网管理功能的逆变器；2026~2030 年，组件老化和能量输出的联合分析。

#### 6、光伏制造数字化

(1) 技术指标。评估和连接从组件生产到光伏电站建设运营的数据，使用基于人工智能（AI）的数据分析实现工厂自学习和自优化。

(2) 研发重点。TRL 2~3 级技术早期研发：2021~2027 年，研发基于 AI 的自学习数据分析软件；2022~2029 年，研发制造工艺和产品的多尺度模型。TRL 3~5 级技术开发：2022~2029 年，开发用于设备和生产数据的智能传感器。TRL 5~7 级技术示范：2021~2025 年，AI 支持

的预测性维护概念；2026~2030年，数字化方法的产业化。

## 7、光伏系统数字化

(1) 技术指标。开发新型数字光伏系统，将光伏与光子学、微电子和电力电子学、传感器、储能、无线通信和计算机科学结合。

(2) 研发重点。TRL 2~3 级技术早期研发：2021~2025 年，进行真实条件下的性能建模；2022~2029 年，研发光伏系统的无线通信和传输。TRL 3~5 级技术开发：2022~2030 年，通过 AI 和大数据分析改进能量输出、预测及预测性维护。TRL 5~7 级技术示范：2021~2025 年，建立光伏系统和电站的综合数据集；2025~2030 年，自动化和预测性光伏资产管理。TRL 7~8 级技术旗舰项目：2026~2030 年，光伏系统和电站的数字孪生。

## 二、提高寿命、可靠性和可持续性

### 1、低环境影响材料、产品和工艺

(1) 技术指标。生产冶金级硅 (MGS) 所需能量低于 20 千瓦时/千克 (目前为 32 千瓦时/千克)；串联光伏系统的碳足迹低于 40 克二氧化碳当量/千瓦时，薄膜单结光伏系统低于 20 克二氧化碳当量/千瓦时；增加从欧洲生产商购买光伏材料。

(2) 研发重点。TRL 2~3 级技术早期研发：2021~2025 年，光伏碳足迹评价；2022~2029 年，量化材料高价值回收的收益。TRL 3~5 级技术开发：2022~2029 年，开发低/零有害物质的高品质/可靠性晶硅模块。TRL 5~7 级技术示范：2021~2025 年，铜基连接系统；2026~2030 年，在模块组装中使用可回收聚合物。TRL 7~8 级技术旗舰项目：2024~2030 年，建立欧洲原材料弹性供应链。

### 2、设计、系统及运行维护以用于再利用

(1) 技术指标。对于运行寿命低于 15 年的光伏系统，确保报废时

在相关回收处理部门实施明确的分类协议，并确保维修/重复利用量增加 60%；重复利用的模块至少再运行 10 年，到 2030 年累积寿命达到 40 年以上水平。

(2) 研发重点。TRL 2~3 级技术早期研发：2021~2025 年，光伏系统的可逆材料和“材料护照”<sup>2</sup>；2022~2029 年，再利用和回收的系统/模块拆解技术。TRL 3~5 级技术开发：2022~2029 年，新一代光伏面板和背板材料及可重复使用的涂层。TRL 5~7 级技术示范：2021~2025 年，光伏模块维修技术；2025~2028 年，弹性和自修复互连技术；2026~2030 年，非破坏性光伏健康表征技术。TRL 7~8 级技术旗舰项目：2024~2030 年，下一代可重复使用面板和背板材料的质量和可靠性验证。

### 3、回收技术

(1) 技术指标。从切割硅锭的废料中回收 40% 的纯硅；从光伏组件废料中回收 90% 以上的乙烯-醋酸乙烯共聚物（EVA）、聚氟乙烯（PVF）、聚偏氟乙烯（PVDF）和聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）；报废回收率（EOL-RR）达到硅 90%、镉 30%、银 70%。

(2) 研发重点。TRL 2~3 级技术早期研发：2021~2025 年，研究光伏材料的环境、社会和治理影响；2022~2029 年，开发车辆/建筑集成光伏的回收工艺。TRL 3~5 级技术开发：2022~2029 年，开发特定材料高价值回收工艺。TRL 5~7 级技术示范：2021~2024 年，聚合物材料回收工艺；2025~2030 年，报废光伏中硅的高价值回收。TRL 7~8 级技术旗舰项目：2024~2030 年，从工业及用户报废光伏中回收玻璃用于新光伏产品。

### 4、生态标签和能源标签

(1) 技术指标。每年更新生命周期清单（LCI）数据库。

(2) 研发重点。TRL 5~7 级技术示范：2022~2026 年，通过生态

---

<sup>2</sup> 材料护照（material passport），记录了材料的生产、组成、使用等信息，为材料报废和再利用提供相关信息，用于材料的循环经济

设计加强光伏逆变器的可修复性；可持续性的整体评估。TRL 7~8 级技术旗舰项目：2022~2030 年，进一步升级动态数据库，大规模实施生态标签。

### 5、质量保证以提高使用寿命和可靠性

(1) 技术指标。提高新技术（例如双面光伏）和新系统设计（例如浮动式光伏）的优良率评估准确性，不确定性小于 5%（典型值为 5%~10%）；经扩展测试验证的光伏组件使用寿命达到 40 年；在欧洲建立组合或顺序压力测试能力。

(2) 研发重点。TRL 3~5 级技术开发：2022~2028 年，开发预测光伏组件及系统的数据驱动和/或物理模型；2022~2026 年，开发确定长期退化的方法；2022~2024 年，开发创新方法降低干热气候下的模块环境温度，以增加能量输出。TRL 5~7 级技术示范：2021~2030 年，示范涵盖新技术和系统设计的更准确优良率评估方法；2024~2027 年，开发与天气或环境条件相关的材料和组件选择数据/设计工具。TRL 7~8 级技术旗舰项目：2022~2026 年，建立组合或顺序压力测试设施；2025~2030 年，确立光伏模块取证方法；2026~2030 年，通过虚拟原型工具预测热-机械失效可能性。

### 6、提高现场性能和可靠性

(1) 技术指标。到 2030 年，确保在 40 年内系统能量输出至少维持在初始水平的 80%；成本降低 15%，到 2025 年光伏性能数据库中 50 吉瓦机组平均运行时间至少达到 3 年，到 2030 年 100 吉瓦机组运行时间至少达到 7 年。

(2) 研发重点。TRL 3~5 级技术开发：2021~2030 年，开发预测性维护算法；开发嵌入式传感器，使用现场自主无人机。TRL 5~7 级技术示范：2022~2028 年，工程总包和运行维护友好型光伏组件及系统设计，开发复合或集成监控诊断图像解决方案；2022~2026 年，运维优化

指标的大规模有效使用，开发完全诊断方法。TRL 7~8 级技术旗舰项目：2024~2030 年，开发数据驱动模型、物理模型或可靠性模型，建立光伏电站性能的大规模数据库。

## 7、可融资性、保证和合同条款

(1) 技术指标。与基准水平相比，公用事业规模光伏的典型加权资本成本降低 1%；确定具有相关风险的模块、逆变器和支撑结构的保修级别。

(2) 研发重点。TRL 3~5 级技术开发：2021~2025 年，基于统计分析得出产品保证。TRL 5~7 级技术示范：2021~2025 年，新的运行维护策略；2025~2030 年，通过工程总承包合同提供具有不同成本的多种保修选项。TRL 7~8 级技术旗舰项目：2021~2025 年，开发去风险平台；2023~2030 年，开发渐进式重新授权方案。

## 三、多样化的应用和集成

### 1、建筑光伏

(1) 技术指标。建筑能源覆盖：需求覆盖率>50%，能源自给率>30%，电力自消费>80%；建筑光伏成本比 2020 年水平降低 50% 以上；产品运行寿命超过 35 年；与 2020 年水平相比，产品可回收性提高 50%，并符合建筑行业标准。

(2) 研发重点。TRL 2~3 级技术早期研发：2021~2026 年，研发超长寿命产品及组件，形成可定制的工业产品，成为建筑行业价值链的一部分。TRL 3~5 级技术开发：2021~2027 年，开发具有不同尺寸、抗脱落、美观的光伏模块互连技术。TRL 5~7 级技术示范：2022~2028 年，用于智能光伏及双面光伏的透明和不透明围护部件。TRL 7~8 级技术旗舰项目：2024~2030 年，建立可批量生产的定制建筑光伏生产线。

## 2、车辆集成光伏

(1) 技术指标。开发不同的电池、互连以及封装技术和材料；车辆能源覆盖：平均续航里程增加 40%，充电次数减少 50%；支持欧洲光伏价值链深度融入汽车行业；根据欧盟道路和车辆要求以及安全/维修/维护标准，在安全性、电磁兼容性、可回收性等方面调整光伏性能；产品外观和美学符合汽车行业标准。

(2) 研发重点。TRL 2~3 级技术早期研发：2021~2026 年，超快最大功率点追踪技术和耐部分遮挡性能。TRL 3~5 级技术开发：2022~2027 年，产品适合车辆安全和回收标准，开发与寿命、外观和维修相关的互连和封装。TRL 5~7 级技术示范：2023~2028 年，车辆集成光伏的试生产线。TRL 7~8 级技术旗舰项目：2025~2030 年，示范集成光伏产品的汽车生产线。

## 3、农业光伏和景观集成

(1) 技术指标。通过生命周期分析，到 2025 年确定最具协同作用的电厂-光伏技术-农业布局，2027 年进一步评估，2030 年在公用事业规模发电厂部署，将实现：正协同平衡，即能源和作物的综合产出超过任何单一产出；通过区域内不同作物-能源的组合优化使产品多样化；通过光伏电池板优化收集来改善用水。

(2) 研发重点。TRL 2~3 级技术早期研发：2021~2026 年，光伏生产适应优化作物的透明条件。TRL 3~5 级技术开发：2022~2027 年，开发适合景观集成以及公众接受的光伏产品。TRL 5~7 级技术示范：2023~2028 年，中试规模农业-光伏电站的区域多样化示范。TRL 7~8 级技术旗舰项目：2025~2030 年，优化作物-能源的实际规模示范。

## 4、浮动式光伏

(1) 技术指标。与 2020 年相比，浮动式光伏成本降低 50% 以上；

发挥浮动式光伏的固有优势，如冷却、跟踪等；延长浮动式光伏的使用寿命，使其接近或与陆上光伏相当（大于 35 年）；与 2020 年相比，可回收性提高 50% 以上。

（2）研发重点。TRL 2~3 级技术早期研发：2021~2026 年，改进模块及 BoS 组件的寿命。TRL 3~5 级技术开发：2022~2027 年，开发浮动式光伏的能量输出性能预测技术，示范浮动式光伏的中性或正生态影响。TRL 5~7 级技术示范：2023~2028 年，中等波浪高度浮动式光伏试点电站的示范，浮动式光伏结合风能或氢能的试点示范。TRL 7~8 级技术旗舰项目：2025~2030 年，海上浮动式光伏示范。

## 5、基础设施集成光伏

（1）技术指标。与 2020 年相比，将基础设施集成光伏成本降低 50% 以上，同时维持基础设施的主要功能；将基础设施集成光伏运行寿命提高 80% 以上；可回收性提高 50% 以上。

（2）研发重点。TRL 2~3 级技术早期研发：2021~2026 年，开发特定应用的包装/封装/连接器，改进在交通繁忙路段集成光伏的耐磨性。TRL 3~5 级技术开发：2022~2027 年，测试防撞栏集成光伏的安装。TRL 5~7 级技术示范：2022~2028 年，示范隔音屏集成光伏。

## 6、低功率能量收集光伏

（1）技术指标。在 200~500 勒克斯白光照明范围内，将光伏模块的低光照光转换效率提高 25%；与 2020 年水平相比，成本降低 50% 以上；运行寿命延长 5 年以上；与 2020 年水平相比，可回收性提高 50% 以上，并符合室内或消费品标准。

（2）研发重点。TRL 2~3 级技术早期研发：2021~2026 年，开发高效的低光照光伏，采用替代材料基板（如塑料、纸张）。TRL 3~5 级技术开发：2022~2028 年，将光伏与储能元件集成。TRL 5~7 级技术示

范：2024~2028 年，集成完全能量自主设备。TRL 7~8 级技术旗舰项目：  
2025~2030 年，将能量自主设备用于信息和通信领域。

## 四、智慧能源系统集成

### 1、分布式智能控制

(1) 技术指标。开发支持储能的光伏准确预测工具；通过智能逆变器支持系统频率控制；智能逆变器的并网能力。

(2) 研发重点。TRL 5~8 级技术开发、示范及旗舰项目：2021~2026 年，智能逆变器并网能力的开发及示范。TRL 6~8 级技术示范及旗舰项目：2021~2025 年，精确预测工具；2022~2025 年，智能逆变器支持系统频率的示范。

### 2、光伏集成到直流网以提高效率

(1) 技术指标。直流供电系统直接用于供应供热、制冷和供应热水；建筑物混合交/直流系统标准化；通过混合交/直流能源社区系统实现效率提高 30%。

(2) 研发重点。TRL 6~8 级技术示范及旗舰项目：2021~2025 年，建筑物混合交/直流系统标准化，通过混合交/直流能源社区系统实现效率提高 30%。

### 3、复合系统（包括需求灵活性）

(1) 技术指标。开发复合可再生能源解决方案以发挥低成本光伏的益处；开发复合可再生能源解决方案以利用储能系统的附加优势；开发复合可再生能源解决方案以发挥负荷灵活性益处。

(2) 研发重点。TRL 6~8 级技术示范及旗舰项目：2021~2025 年，将光伏与其他发电技术结合以发挥低成本光伏的益处；2022~2027 年，开发包含储能的复合可再生能源系统；2022~2030 年，开发灵活性负荷的复合可再生能源系统。

#### **4、聚合能源和虚拟电厂**

(1) 技术指标。为系统提供聚合服务的工具组合；能源社区标准化运行模式；集成电网分级控制的标准化。

(2) 研发重点。TRL 6~8 级技术示范及旗舰项目：2021~2025 年，开发为系统提供聚合服务的工具组合；2022~2027 年，开发能源社区的标准化运行模式；2022~2030 年，实现集成电网分级控制标准化。

#### **5、可再生能源智能电网通信和运行的互操作性**

(1) 技术指标。基于逆变器的互操作控制系统；系统通信协议连通性；完全互操作的先进（远程可控）逆变器服务。

(2) 研发重点。TRL 6~8 级技术示范及旗舰项目：2021~2025 年，开发基于逆变器的互操作控制系统；2022~2027 年，开发系统通信协议连通性技术；2022~2030 年，开发先进的逆变器服务。

### **五、转型的社会经济效益**

#### **1、太阳能光伏部署的广泛社会参与**

(1) 主要目标。可再生能源/光伏合作社；可再生能源/光伏能源社区。

(2) 重点举措。利益相关者：2021~2030 年，简化监管；2023~2030 年，为个人或集体的光伏部署提供机会。研究：2021~2030 年，加强实施吸引力的因素研究；2022~2030 年，简化实施流程。

#### **2、促进在城市的部署**

重点举措。城市、区域、能源社区：2021~2030 年，设计监管和行政环境的举措。居民和供电者：2022~2029 年，科学界和市政利益相关者之间的协作；2023~2030 年，融资和众筹解决方案的可行性。国家监管机构：2023~2030 年，确保光伏行业和建筑业光伏的发展空间。（岳芳）

## 基础前沿

### 德国发布支持量子计算计划

5月，德国经济部和科学部共同宣布斥资20亿欧元支持量子计算的相关研发，旨在为德国制定量子技术发展路线图，增强德国量子技术主权，并在5年内制造出具有竞争力的量子计算机<sup>3</sup>。

该计划预计投入20亿欧元，其中德国科学部出资11亿欧元，经济部出资8.78亿欧元。德国航空航天中心（DLR）将获得最大份额的资金，共计7.2亿欧元的资金将帮助其与工业界合作建立量子计算联盟。该计划还受到了商业界和科学界的16位专家指导，他们制定了量子计算路线图，以及开发竞争性量子计算机的步骤。该计划将在量子计算领域建立公司网络，从而开发尖端应用程序。（杨况骏瑜）

## 信息与材料制造

### 美国 DARPA 发布“计算文化理解”计划

5月3日，美国国防部高级研究计划局（DARPA）发布“计算文化理解”计划（CCU）<sup>4</sup>，旨在利用人工智能开发一种可以跨文化交流的自然语言处理技术，以协助国防部的海外行动。

为协助国防部谈判和支持关键的互动，CCU将创建一个跨文化的语言理解服务，识别、适应并建议如何在不同社会、语言和文化规范中进行操作，从而提高国防部操作人员的情景意识和与不同国际受众有效互动的能力。CCU包括两个主要研究领域：

- （1）侧重于研究和开发工作，主要是解决限制当前人类语言和交

---

<sup>3</sup> Germany to invest €2bn in building first quantum computer. <https://eandt.theiet.org/content/articles/2021/05/germany-to-invest-2bn-in-building-first-quantum-computer/>

<sup>4</sup> Creating AI-Enabled Cultural Interpreters to Aid Defense Operations. <https://www.darpa.mil/news-events/2021-05-03a>

流技术应用的一系列具体挑战。包括，社会文化规范的发现；作为社会文化规范功能的情感识别；社会文化规范和情感的变化检测等。

(2) 专注于开发对话协助服务。目标是自动检测社会文化背景，包括与身份和群体亲和力有关的方面，跟踪并实时检测对话中的误解，同时向操作员提供对话援助，防止通信出错并提供补救支持。(杨况骏瑜)

### 美国 NSF 启动新兴量子材料与技术研究

6月1日，美国国家科学基金会（NSF）启动名为“新兴量子材料与技术”（EQUATE）的五年期研究计划<sup>5</sup>，资助额度为2000万美元。相关研究由内布拉斯加大学牵头，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，推动量子材料及系统的发展。

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，包含3个主要研究方向：重点研究各种量子材料和拓扑材料中，拓扑与自旋轨道耦合之间复杂相互作用所驱动的新型科学现象；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，解决当前量子技术的发展瓶颈；利用玻色-爱因斯坦凝聚体实现量子仿真和量子计算等。

(黄健)

### 美国 BioFabUSA 发布大流行应对与恢复国家技术路线图

3月底，“制造业美国”成员机构之一的生物制造创新研究所（BioFabUSA）发布了《大流行应对与恢复国家技术路线图》<sup>6</sup>，围绕

---

<sup>5</sup> RII Track-1: Emergent Quantum Materials and Technologies (EQUATE). [https://www.nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD\\_ID=2044049&HistoricalAwards=false](https://www.nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD_ID=2044049&HistoricalAwards=false)

<sup>6</sup> New National Technology Roadmap for Pandemic Response and Recovery. <https://www.manufacturingusa.com/news/new-national-technology-roadmap-pandemic-response-and-recovery>

快速响应并从新冠疫情和未来大流行病中恢复所需的技术、平台及基础设施等做了阐述。

路线图通过总结美国从新冠疫情中得到的经验教训，聚焦 6 个关键技术领域：供应链，确保获取制造所需的所有原材料和组件；制造技术，快速、灵活地满足对个人防护设备、医疗设备、治疗和疫苗等的需求；调度与获取，确保在最需要的时间和地点提供产品和支持；数据基础设施，帮助告知公共卫生应对决策；预测能力，早期发现、追踪并预测新疾病爆发，预断病情、药物开发和疫苗设计；监管流程，促进对安全有效的医疗产品的加速批准。

针对每个技术领域，该路线图提出了可立即实施以响应新冠疫情的特定技术开发和商业化工作，以及为提高未来流行病的准备水平而需要长期研究与开发的优先事项。

（万勇 李晓红）

## 生物与医药农业

### 美国国家神经系统疾病与卒中研究所发布五年战略计划

5 月，美国国立卫生研究院（NIH）下属国家神经系统疾病与卒中研究所（NINDS）发布新版五年战略计划《2021~2026 战略计划：未来神经科学资助方向》<sup>7</sup>，旨在通过研究大脑、脊髓、周围神经和神经肌肉系统的结构和功能机制，推动神经系统疾病的预防、诊断和治疗。该战略设置了 6 个主要科学目标，并列出了其发展方向。

（1）理解大脑、脊髓、周围神经和神经肌肉系统。从分子、细胞、神经环路及整个器官系统角度理解神经系统功能的调控机制。

（2）探索神经系统疾病的基本机制。探索神经系统疾病的致病因

---

<sup>7</sup> 2021-2026 NINDS Strategic Plan: Investing in the Future. <https://www.ninds.nih.gov/News-Events/Directors-Messages/All-Directors-Messages/NINDS-Releases-New-Five-Year-Strategic-Plan>

素；从遗传、分子、细胞和系统层面，研究影响疾病症状和进程，以及患者的康复和恢复能力的机制。

(3) 通过生物标志物和结局指标 (outcome measures)，更准确的了解神经系统疾病。开发并验证神经系统疾病相关生物标志物和结局指标，以促进疗法开发并提高患者护理水平。

(4) 改善神经系统疾病的治疗。研究包括：加快开发神经系统疾病治疗方法，实现精确靶向疾病生物学特征，并提高治疗的个性化水平和对治疗最佳时机的把握能力，从而提高患者生活质量，并与私营部门的研发形成互补；支持小分子药物、生物制剂和器械疗法的临床前开发，探索其最佳应用方式、治疗时机、适用场所和患者类型；支持临床研究，围绕创新治疗方法、现有干预措施的新用途、治疗方案的有效性比较、预防性干预措施、康复策略、临床试验准备方案等进行探索。

(5) 预防神经系统疾病。开展癫痫、创伤性脑损伤、神经退行性疾病、慢性疼痛、神经发育和其他神经系统疾病的基础研究，促进脑卒中及其他神经系统疾病预防策略的持续开发，提高相关疾病的预防效果。

(6) 推进健康公平。以 NINDS 现行健康公平规划中的建议为指导，在所有年龄、种族、民族、性别、性取向、性别认同、残疾、社会经济群体和地理区域的人群中推进健康公平。 (许丽)

## 英国发布《英国基因组 2021~2022 年实施计划》

5 月 19 日，英国商业、能源与产业战略部 (BEIS)、卫生和社会保障部 (DHSC) 与生命科学办公室联合发布《英国基因组 2021~2022 年实施计划》<sup>8</sup>。该实施计划是推进 2020 年发布的《英国基因组：医疗保健的未来》战略规划愿景实现的第一步，提出了 5 项优先行动。

---

<sup>8</sup> Genome UK: 2021 to 2022 implementation plan. <https://www.gov.uk/government/publications/genome-uk-2021-to-2022-implementation-plan/genome-uk-2021-to-2022-implementation-plan>

(1) 通过加强社会参与以及开发新型测序和分析工具，提高基因组数据的多样性，解决数据中少数民族人群数据代表性不足的问题。

(2) 对疑似罕见病和癌症患者进行全基因组测序，支持英国百万人基因组测序目标的实现。

(3) 整合多源数据和新技术，支持更快更全面的癌症基因组检测。

(4) 启动“我们的未来健康”（Our Future Health）研究计划，推动下一代诊断和临床研究工具的开发，包括多基因风险评分系统、药物发现方法和智能临床试验平台。

(5) 制定共享基因组和相关健康数据的全球标准和政策。（施慧琳）

## 欧盟生物基产业联盟投入 1 亿欧元资助循环生物项目

5 月 18 日，欧盟生物基产业联盟（BBI JU）宣布投入 1.05 亿欧元资助 18 个新项目<sup>9</sup>。这些新项目将提高资源效率，开发新的生物基产品；创造绿色就业机会，支持欧洲经济；提升竞争力，增加商业机会，在欧洲建立循环和可持续的生物产业。这些新项目具有以下特点。

**1、从研究到产业引领绿色复苏。**新项目分为 4 种不同类型的行动，涵盖了从接近市场的生产线到协调和支持行动：3 项旗舰行动获得 4520 万欧元，用于在欧洲建造首个生物精炼厂；4 项示范行动获得近 2400 万欧元，将在欧洲建立示范规模的生产设施；7 项研究与创新行动获得 3040 万欧元，用于开发新技术和缩小价值链内的差距；4 项协调和支持行动，获得近 500 万欧元，将解决生物经济中的挑战，以加速生物基产品被市场接纳。

**2、从建造新的生物精炼厂到减少浪费和增强数字可访问性。**3 个旗舰项目将支持欧洲生物经济的发展，并在整个欧盟创造绿色就业机会：

---

<sup>9</sup> BBI JU TO INVEST €104.5 MILLION INTO CIRCULAR BIO-BASED PROJECTS. <https://www.bbi.europa.eu/news/call-2020-new-projects-green-recovery>

“可持续粘合剂”（VIOBOND）项目将建立盈利型工厂，以工业规模生产生物基树脂，并在胶合板和砂纸等产品中取代化石基化学品；“利用微藻提供生物活性物质以培育蓝色未来”（SCALE）项目将建立生物精炼厂，利用从微藻中提取的成分来生产高营养成分和化妆品的材料；“将复杂有机城市废物流中的碳转化为增值产品”（CIRCULAR BIOCARBON）项目将把城市废物的有机部分转化为生物基肥料和生物塑料。

此外，这些项目还将鼓励在生产中广泛应用生物基材料，例如化妆品、农业和葡萄酒的生产；将支持实现数字连通的项目，以改善资源管理和生物质的供应。例如，“提高葡萄酒的气态和液态残渣增加微藻生物物质原料”（REDWine）项目获得近 570 万欧元，将捕获葡萄酒发酵产生的生物二氧化碳，并开发生产微藻生物质的创新工艺；“用于优化生物加工用优质生物质的农业食品价值链过程和供应的数字孪生”（BBTWINS）项目获得 400 多万欧元，以帮助农业食品生产的数字化，为生物基应用提供高质量的生物质；“用于木材和装饰的高性能生物基功能涂料”（PERFECOAT）和“基于木质素树脂和生物添加剂的可持续涂料”（LIGNICOAT）两个项目获得近 900 万欧元，通过促进生物基涂料和装饰材料的开发与应用，减少空气污染；“生物废物利用相关技术的动态数据库”（Tech4BioWaste）项目获得 100 万欧元，将创建一个数据库，方便将食品和花园废物转化为增值材料。 （郑颖）

## 能源与资源环境

### “氢能欧洲”提出“三步走”氢经济发展路线图

4 月 7 日，“氢能欧洲”组织（Hydrogen Europe）发布《氢能法案：创造欧洲氢经济》报告，提出了氢能立法的总体框架构想，作为推动《欧盟氢能战略》实施的愿景文件，旨在协调和整合所有氢能相关行动和立

法以充分发挥氢能潜力<sup>10</sup>。

该报告从氢能基础设施和市场两方面，提出了建立氢经济的三阶段发展路线图：启动阶段、提升阶段和市场增长阶段。

**1、启动阶段（2021~2025 年）。**启动阶段将奠定欧洲氢能经济的基础。启动阶段结束时，欧盟的清洁氢产量将达到 100 万吨/年，并且将安装至少 6 吉瓦电解槽。欧盟目前缺少明确、统一的氢能框架，并且在主要应用领域缺乏竞争力，因此必须采用快速方法来实现目标。重点将放在氢能可扩展性项目以及足够成熟项目的示范，如欧洲清洁氢能联盟项目、欧洲共同利益重要项目（IPCEI）、氢谷项目、混合氢项目、输氢管道以及储氢试点项目。还应优先考虑支持商业化、规模化和提高欧洲竞争力的研究、开发和示范项目。此外，符合国家能源和气候计划（NECP）并在复苏基金（RRF）计划下提交的项目将有助于大幅增加氢气生产和需求。为了增加项目数量、缩小初始成本差距，在这一阶段应放宽国家援助规则，允许欧盟委员会和成员国提供高达 100% 的支持。应为这些特别支持措施提出一项适当的日落条款，并鼓励立即采取紧急行动。此外，在启动阶段，当务之急是确保相关欧盟立法能够适用，以认识并提高氢的重要作用，同时消除部署氢能的障碍。

**2、提升阶段（2025~2035 年）。**在提升阶段，支持框架旨在促进欧洲氢经济的关键要素，并最终实现氢能的商业竞争力。将建设大规模氢气储存和氢能基础设施主干，氢能专用解决方案和氢谷也将得到实现，并将采取适当措施来刺激供应和需求。对于大多数氢能应用，将需要某种监管措施来支持，包括关税、拍卖/招标、配额、投资支持、税收减免，由来源保证（GO）支持。大多数氢能生产和应用将在提升阶段结束时实现商业竞争力。GO 将成为一种可交易的商品，类似于当前的绿

---

<sup>10</sup> Hydrogen Act Towards the creation of the European hydrogen Economy. [https://www.hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2021/04/2021.04\\_HE\\_Hydrogen-Act\\_Final.pdf](https://www.hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2021/04/2021.04_HE_Hydrogen-Act_Final.pdf)

色电力 GO。GO 可以证明生产氢能的电力或气体是由特定来源产生，不仅是可再生能源生产，还应考虑生命周期的温室气体排放评估。建议 GO 系统满足以下 5 个要求：可追踪、可溯源、可交易、透明、可信赖。

**3、市场增长阶段（2035~2050 年）。**在氢能具备商业竞争力后，前期阶段的许多支持框架将不再适用。将继续推进天然气管道向运氢管道转变，并进一步整合欧洲氢能系统来替代化石燃料。氢能市场将是透明和流动的，价格将主要由供求机制来决定。随着网络集成的深化，需要对市场进行监管。例如，确保互操作性和市场规则能够避免垄断行为。

（岳芳）

## 美国能源部提出综合能源系统协同研究的机遇与挑战

4 月 29 日，美国能源部（DOE）发布《综合能源系统：协同研究机遇》<sup>11</sup>报告指出，与传统独立能源系统相比，综合能源系统（HES）通过总体控制或物理方式集成多种能源生产、存储/转换技术，以实现节约成本、增强能效和环境效益。综合能源系统对美国经济脱碳、生产氢气等高价值产品、提高电网灵活性，以及扩大可再生能源技术的部署将发挥重要作用。但综合能源系统作为全新的能源系统形态，也为电力市场的设计、运营和监管，国家监管以及能源政策的设计和 implement 带来了挑战。报告系统探讨了综合能源系统技术研究开发的机遇和挑战。

**1、综合能源系统技术研发。**HES 技术研发涵盖了从硬件、软件到组件、系统层面等多个主题。对于硬件，最常研究的是控制组件。其中“光伏+储能电池”HES 控制组件的研究最为广泛，而在分布式能源中兼容风力涡轮机和柴油发动机组件在 HES 中也较为常见，该组合通常用于微电网和偏远地区电力部署。DOE 还资助了一系列 HES 的集成和

---

<sup>11</sup> Energy Department Unlocks Innovative Opportunities for Coordinated Research on Hybrid Energy Systems. <https://www.energy.gov/index.php/eere/articles/energy-department-unlocks-innovative-opportunities-coordinated-research-hybrid-energy>

测试研究，包括燃料电池、电解槽、供电、供热以及一系列储能技术（如储热、电化学储能等）。此外，还包括制氢和制化学品的一体化监管系统。除了控制系统，DOE 还注重对传感器和遥感探测技术、网络安全以及循环测试技术的资助研究，并努力解决 HES 技术开发研究领域存在的各种问题。例如，通过将光伏系统与散热片集成，将系统产热合理扩散，解决光伏系统中的热量累积问题；通过将储能电池与超级电容器集成，构建具备高功率高比能量和持续放电特性的综合发电系统等。总之，HES 技术研发主要集中在“化石燃料+储能”以及“光伏+储能”这些综合能源系统类型。

**2、综合能源系统技术的关键挑战。**当前和新兴的 HES 发展面临的最突出技术挑战是确保高经济性的 HES 技术解决方案。同时，需要与遥感测量、计量和其他通讯设备进行关联，以促进电网响应和市场信号的多个子部件的安全协调运行。此外，HES 可能涉及热、氢和化学物质的非电组件的集成，因此弹性集成组件（如热载体和耐腐蚀管道）以及耦合控件亟待开发。表 1 列举了综合能源系统目前面临的关键技术挑战。

表 1 HES 面临的关键技术挑战

挑战	描述	综合类型
特定技术的 HES 控件所支持的服务和产品的限制	实现 HES 中多个子系统高效协同运行，需要工厂级的操控来协调控制多个子组件。需要有效的控制理论、模型和控制器架构演示来大规模部署公用事业规模的 HES，以最优化控制和运行 HES，提供广泛的服务和产品	虚拟发电厂；综合系统
确保与多个组件之间信息的快速、安全传输	协调多个子组件的运行需要子组件和 HES 之间的信息快速传输。考虑到多个节点和路径，必须尽量减少设备中的延迟，以确保网络信号快速响应。HES 不一定会带来新的网络安全威胁，但合并多个子组件会导致攻击面增加，旧设备与新设备互操作性问题，以及可能使用缺乏安全供应链的第三方组件	虚拟发电厂；综合系统
对组件进行额外测试和验证	在 DOE 实验室和工业测试平台上进行广泛的测试和验证，以實現硬件组件（如电力电子、逆变器和热交换器）高效集成耦合	虚拟发电厂；综合系统
消除技术壁垒	当作为独立系统运行时，当前的发电、储能和能源转换技术受到不同的应用场景的要求，影响技术使用标准。因此要创建这	虚拟发电厂；综合系统

	些技术的耦合集成解决方案，必须要解决不同技术之间的技术壁垒，以实现不同技术的兼容性、互操作性	统
首台套系统相关的风险管控	要克服首台套 HES 部署时面临的风险，需要对新技术进行多次大规模的测试验证，包括完整的 HES 项目和单个组件（如硬件和控件）测试	虚拟发电厂；综合系统
对电网和终端用户的技术要求了解不全面	对于电网和终端用户的技术要求了解不足，缺乏基础数据。而这些基础信息有助于科研人员开展 HES 技术开发，因此需要加强相关数据的收集和分析	资源分配；虚拟发电厂；综合系统
单个子组件局限性	单个子组件的局限性会影响 HES 的性能和成本。例如，解决锂离子电池的易燃性和温度稳定性问题，以及实现对波动性可再生能源资源的高精度预测，这是 HES 能否成功的关键因素之一	资源分配；全综合系统
兼容性和互操作性	子组件系统通常都是为特定的应用程序定制的，这使得组件集成耦合存在一定的壁垒（如技术、标准协议等），需要标准化的设计和系统架构来支持子组件和控件的互操作性和兼容性	综合系统

### 3、综合能源系统技术协同的研究机遇

HES 需要在不同的时间尺度上将不同的波动性可再生能源和传统的燃煤发电、储能和能源转换技术集成到能源系统和电力管理系统中。如何将 HES 组件有效的耦合集成并与能源系统（如电网）有效连接是 HES 发展面临的一个重大挑战。针对这一挑战，HES 的技术研发在控件开发和测试、工厂级设计优化、HES 组件的开发和测试、项目示范以及优化的集成耦合策略等领域存在发展的可能机遇。

（1）控件的开发和测试。HES 大规模市场化应用的关键在于为每种技术组合开发稳定且高效的控制解决方案。未来发展机遇包括：利用先进计算方法进行控件研究，实现对 HES 海量数据高效解析；优化电力输配网络的利用率；开展高精度的可再生能源资源预测技术研究；建立微电网控制器标准，弥补尚未建立 HES 控制标准的空缺，实现灵活和模块化微电网控制模型的构建。

（2）HES 工厂级设计优化。设计 HES 是一个复杂的过程，涉及大量的设计参数，优化 HES 子组件的规模、互联和运行以最大化整合系统性能是一项数据密集型和计算密集型工作。未来发展机遇包括：利用

先进计算技术进行 HES 设计，将机器学习方法引入到 HES 设计中，实现组件尺寸优化、系统性能提升、系统寿命延长；在动态模型中进行 HES 设计，为综合电力系统开发计算机模型，开展系统运行模拟研究，以确保综合电力系统稳定运行。

(3) HES 组件的开发和测试。HES 组件开发和测试的研究核心是将新开发的硬件组件与之前硬件组件高效兼容，以实现成本的降低和系统效率的提升。此外，未来 HES 研发需在不同时间尺度下，提供大规模电力电子、电力/能源设备和通信的多种技术，以确保其在实际应用中的运营安全。未来发展机遇包括：开发高效、经济、可兼容的硬件组件；通过大规模仿真技术进行组件测试，了解他们是否能够兼容 HES 相关的其他子组件。

(4) 项目示范。技术示范有助于证明技术可行性，从而降低应用风险，是获得行业认同、加速市场采用的关键一环。未来发展机遇包括：将终端用户的需求映射到示范的 HES 功能上，终端用户需求高度多样化，其需求可以通过优化 HES 设计和配置得以满足；通过大规模项目部署和示范降低技术风险，为确保效率和避免重复工作，可以由 DOE 国家实验室主持具有特定风险的示范项目，此外，各州能源办公室可以在支持示范项目方面发挥关键作用。

(5) 优化集成耦合策略。未来 HES 相关的研发需要将 HES 集成耦合策略优化工作贯穿于技术研发活动始终。未来发展机遇包括：HES 中各组件紧密耦合集成；下一代先进电力转换技术，将发展更高效的热电转换技术以利用和回收余热，如超临界二氧化碳闭式布雷顿循环技术，将开发新的热交换器技术以便构建更高效的热存储系统，还将推进动力循环过程中产生的废热用于工业过程加热或其他应用，如脱盐和水处理。

(汤匀 郭楷模)

## 美国能源部投入 1 亿美元助力煤炭资源型地区转型

4 月 23 日,美国能源部宣布投入 1.1 亿美元支持创新能源技术项目,以促进煤炭开采和发电地区的经济转型,旨在通过这些地区投资创新能源技术开发以培育发展下一代产业,创造新的就业机会<sup>12</sup>。此次资助重点关注 3 个技术领域。

**1、碳捕集技术。**将资助 7500 万美元支持开发用于天然气联合循环(NGCC)发电厂和工业过程的低成本、高效、可扩展的碳捕集技术。

(1) NGCC 电厂碳捕集装置高效部件和工艺的台架试验。将开发和测试用于 NGCC (不包括简单循环)的变革性燃烧后碳捕集技术,其碳捕集率将超过 95%,还将示范能够降低 20%碳捕集成本的重要工艺。该主题包括两个子领域:①NGCC 电厂碳捕集装置高效部件的台架级测试,尤其关注:提高材料对氧化和水热降解的稳定性;通过新型设备和/或组件设计来减少所需的辅助电源,采用新型解吸方式来减少热量和电力需求;最大限度地提高组件的碳捕集容积生产率,以减少 NGCC 碳捕集系统的资本支出。②NGCC 电厂碳捕集装置高效集成工艺的台架级测试,尤其关注:基于新型溶剂的工作溶液、结构化吸附剂、包含吸附剂的结构化材料系统、在 NGCC 烟气环境下具有长期稳定性的新型概念或复合系统;提高材料对氧化和水热降解的稳定性;通过使用新型设备和/或组件设计来减少所需的辅助电源;最大限度地提高组件的碳捕集容积生产率,以减少 NGCC 碳捕集系统的资本支出;能够整合两个或多个单元的工艺或运行过程,以降低碳捕集成本,提高碳捕集效率。

(2) 用于工业过程的变革性燃烧后碳捕集的工程规模测试。该主题将设计、构建和测试变革性的燃烧后溶剂、吸附剂或膜捕集系统,以

---

<sup>12</sup> DOE Announces \$109.5 Million to Support Jobs and Economic Growth in Coal and Power Plant Communities. <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-1095-million-support-jobs-and-economic-growth-coal-and-power-plant>

及新概念系统或复合系统，上述技术将在工业设施真实烟气条件下验证，捕集率和二氧化碳纯度均需超过 95%。其应用的工业部门包括炼油、化工生产（氨和石化）、矿物生产（水泥和石灰）、天然气加工和钢铁生产。

（3）碳捕集系统前端工程设计。该主题领域将为商业规模碳捕集项目完成前端工程设计研究，这些项目将捕集工业设施或 NGCC 电厂碳排放总量的 95%。先进的碳捕集系统（技术成熟度达到 6 级或以上）需具备从工业设施中每年分离超过 10 万吨二氧化碳，或从 NGCC 发电厂每年分离超过 50 万吨二氧化碳，并用于地质封存。该主题包括两个子领域：现有（改造）工业设施碳捕集系统前端工程设计研究；现有（改造）NGCC 电厂碳捕集系统前端工程设计研究。

**2、从煤炭和相关废物流中提取关键矿物。**将资助 1950 万美元支持从煤矿和煤电厂的废物中提取关键矿物的技术，用于生产电池、磁铁及其他重要部件，以应用于电动汽车及其他清洁能源技术。

**3、西弗吉尼亚大学和桑迪亚国家实验室地热能研究项目。**将资助 1500 万美元支持两个地热能研究项目，以降低开发地热资源用于发电、供热/制冷的成本和风险。西弗吉尼亚大学将探索在校园中全年深度利用地热能直接供暖和制冷。桑迪亚国家实验室将使用创新方法进行电磁勘测，以完善地热勘探方法，并应用于美国西部地热勘探时的钻井作业，为石油和天然气行业下岗工人创造就业机会。（岳芳）

## 美国 ARPA-E 资助先进生物燃料技术研发

5 月 14 日，美国能源部先进能源研究计划署（ARPA-E）宣布在“生物燃料低碳化”（ECOSynBio）主题计划框架下资助 3500 万美元支持 15 个研究项目，旨在整合高校、企业和国家实验室的研究力量联合开发先进的生物质转化燃料技术，以实现整个转化过程的去碳化（即把生

物质转化燃料过程中产生的碳也重新利用),同时实现产量的最大化<sup>13</sup>。

(1) 负碳化学品生产平台。资助金额为 416 万美元,开发变革性技术,使经济合理、可再生的氢气与被捕集的二氧化碳反应,从而实现将二氧化碳直接转化为乙醇或者高价值化学品,实现碳资源的 100% 转化利用。

(2) 利用发酵技术制备甲酸。资助金额为 283 万美元,开发一种新型的生物精炼技术,可以将电化学生成的甲酸酯和糖作为原料进行发酵,实现在不释放二氧化碳的情况下合成脂肪酸甲酯 (FAME),用于进一步生产可持续航空燃料。

(3) 利用乙酸盐制备燃料和化学品。资助金额为 342 万美元,开发一种新技术,可以利用二氧化碳和氢气生产醋酸盐,随后以醋酸盐为原料转化为燃料或高价值化学品,实现生物质制氢过程中的二氧化碳循环利用,避免排放。

(4) 革命性的生物质制化学品技术。资助金额为 258 万美元,探寻创新工艺来取代传统的发酵方法,用于生物基化学品制备。这种新工艺能够以大气中的二氧化碳和玉米淀粉中获得的葡萄糖为原料制备可再生燃料和化学品,实现二氧化碳有效利用,避免排放到大气中。

(5) 生物能源。资助金额为 275 万美元,开发一种基于梭状芽孢杆菌分解合成技术,快速高效地将可再生碳水化合物(包括葡萄糖底物、二氧化碳)转化为生物燃料,如异丙醇、正丁醇等。

(6) 生物代谢制备生物燃料。资助金额为 157 万美元,将设计一种新的微生物菌群方法,该方法将使用一种异养菌株,通过合成代谢将糖底物转化为生物燃料,并与一种自养菌株共培养,以实现糖发酵过程中释放的二氧化碳有效循环利用。

(7) 通过合成生物化学生产碳负化学品。资助金额为 166 万美元,

---

<sup>13</sup> DOE Invests \$35 Million to Dramatically Reduce Carbon Footprint of Biofuel Production. <https://www.energy.gov/articles/doe-invests-35-million-dramatically-reduce-carbon-footprint-biofuel-production>

依托碳中性的二氧化碳利用技术，开发并示范一种生物催化平台，实现以碳中性方式合成制备高价值化学品，且该技术具备良好的成本竞争力。

(8) 二氧化碳羧酸化转化为生物燃料和化学品。资助金额为 184 万美元，开发一种基于生物酶催化技术，将二氧化碳转化为化学品，即各种功能化羧酸和衍生物；随后以羧酸及其衍生物作为原料进一步转化为生物燃料和化学品。

(9) 二氧化碳工业循环利用。资助金额为 298 万美元，通过基因工程和改进的发酵技术，提高改性微生物的能力，实现将工业排放的二氧化碳转化为生物燃料和化学品。

(10) 生物电催化制备碳基燃料或化学品。资助金额为 111 万美元，设计一种生物催化系统，结合可再生能源电力和碳捕集系统，将二氧化碳有效电催化转化为甲酸。

(11) 零碳生物燃料。资助金额为 210 万美元，设计一种油脂酵母 *Yarrowia lipolytica* 来生产生物柴油类脂质和烷烃，减少或消除脂质/烷烃生产过程中的二氧化碳。

(12) 木质素糖转化为丁醇。资助金额为 161 万美元，设计、模拟和构建由 3 种细菌组成的合成微生物菌群，将木质纤维素糖 100% 转化为丁醇，同时实现二氧化碳零排放。

(13) 生物电催化和发酵混合技术。资助金额为 105 万美元，开发一种生物电催化和发酵混合技术，通过生物催化将二氧化碳转化为甲酸；再利用微生物发酵将甲酸转化为高价值化学品。

(14) 规模化生物转化。资助金额为 166 万美元，开发一种多功能多酶系统，以实现二氧化碳到工业化学品苹果酸盐的经济高效规模转化。

(15) 保碳生物合成体系开发。资助金额为 318 万美元，开发新型的生物催化剂，将甲醇等 C1 原料和生物质衍生底物（如糖）共同转化

为燃料或化学品中间体。

(郭楷模 孙裕彤)

## 日本 NEDO 推进燃煤电厂混氨燃烧技术

5月24日，日本新能源产业技术综合开发机构（NEDO）宣布将在“碳回收和下一代火力发电等技术开发”计划框架下新增两个研发主题，支持燃煤电厂混氨燃烧发电技术研发和示范，以推进用氨燃料代替化石燃料，为2050碳中和目标做出贡献<sup>14</sup>。

根据日本政府2020年底推出的《绿色增长战略》，日本将推进氨燃料产业的绿色发展，其中包括推进氨燃料与煤的混燃技术，到2030年将实现在火力发电厂掺混20%氨燃烧，随后成套实用化部署氨混燃与氮氧化物减排装置。为此，NEDO新设立两个研发主题，即“火力发电厂推广使用无二氧化碳排放氨燃料技术研发”和“1000兆瓦燃煤电厂20%氨混燃示范研究”，以减少燃煤电厂碳排放。项目执行期为2021~2024年，总预算为110亿日元（约合6460万元人民币）。前者将在现有燃煤发电设施中引入氨燃烧器来开发与煤的混燃技术，并研究以稳定和低成本方式采购氨作为燃料的可行性；后者将在1000兆瓦级商用燃煤发电设施中进行20%氨燃料混燃器的示范运行。（岳芳）

## 英国 MAST-U 聚变装置成功验证全球首创排气系统概念

5月26日，英国原子能管理局（UKAEA）宣布其升级版兆安培球形托卡马克（MAST-U）装置的初步实验结果<sup>15</sup>，成功测试了一种能承受核聚变高温的排气系统概念，为实现聚变能发电消除了一个重要障碍。

英国将其MAST装置升级为MAST-U装置，用于测试其核聚变发

---

<sup>14</sup> アンモニア混焼技術の実用化へ向けた技術開発を加速。 [https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101432.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101432.html)

<sup>15</sup> First experiment results point to fusion energy solution. <https://www.ukri.org/news/first-experiment-results-point-to-fusion-energy-solution/>

电站原型反应堆系统，包括解决紧凑型聚变发电站的排气问题。MAST-U 装置于 2020 年 10 月启动运行，经历 7 个月的测试取得初步成功。本次实验中测试的 Super-X 偏滤器为全球首创，可将高温等离子体废气从聚变设施中排出，使托卡马克装置反应堆内壁的废热负荷降至原来的 1/10，从而延长材料使用时间，大幅提升其可用性的同时降低聚变发电的成本。通过 Super-X 偏滤器系统可实现在聚变发电站运行寿命内，相关材料仅更换一次。英国政府计划在 2040 年代早期将紧凑型核聚变发电站并入电网。 (岳芳)

## 澳大利亚 2021~2022 年度预算资助气候变化应对等研究

5 月 11 日，澳大利亚联邦政府发布《2021~2022 年度预算》<sup>16</sup>，旨在通过创造就业机会、保障基本服务以及建设一个更安全更具恢复力的澳大利亚，确保该国从 COVID-19 的影响中顺利复苏。其中，该预算将大力资助气候变化应对以及多个资源环境相关科学目标。

### 一、气候变化应对

《2021~2022 年度预算》将在能源和减少排放方面投资超过 18 亿澳元（约合 86 亿元人民币），其中，16 亿澳元用于应对气候变化。

**1、减少排放。**预算指出，政府将通过技术而非税收来实现澳大利亚的减排目标。政府投资的 16 亿澳元将主要用于支持《技术投资路线图》中优先考虑的新兴低排放技术研发，开展国际合作，以实现技术突破、降低能源成本并创造 6000 多个工作岗位。

(1) 投资于优先技术和国际伙伴关系。将在未来 10 年提供 12 亿澳元，用于优先技术和国际伙伴关系，使澳大利亚处于低排放技术创新和商业化的前沿。包括：5.7 亿澳元用于在实际低排放项目上建立国际

---

<sup>16</sup> Budget 2021-22. <https://budget.gov.au>

伙伴关系；2.8 亿澳元用于加速发展 4 个清洁氢中心，使政府对澳大利亚氢产业发展的承诺增加到 8.5 亿澳元以上；在 2020~2021 财年预算提供 5000 万澳元的基础上，投资 2.6 亿澳元用于支持碳捕集技术和中心的发展；5960 万澳元用于支持国家土壤碳创新挑战和试验新的农业饲料技术，以减少牲畜排放。

(2) 支持澳大利亚企业降低能源成本和减少排放。将提供 3.2 亿澳元，帮助工商界减少能源使用和排放，同时提高生产力和国际竞争力。包括：2.8 亿澳元用于建立低于基准的信贷机制，以支持大型工业设施减少排放；2640 万澳元用于帮助澳大利亚企业和供应链通过更节能的工业设备和商业实践降低能源成本；1040 万澳元用于扩大政府“气候积极”项目提供的认证范围，确保其仍是寻求自愿减排企业的最佳实践标准和认证计划。

## 2、确保安全和可负担的能源

(1) 确保电力供应并降低电价。将提供 2.2 亿澳元，支持对新的可调度发电的投资，并为全国电力市场的消费者提供负担得起的可靠电力。包括：7690 万澳元用于波特兰铝冶炼厂参与“可靠性和紧急储备贸易商”机制；3430 万澳元用于实施政府以消费者为中心的改革议程，并扩大澳大利亚能源基础设施专员（以前是国家风电场专员）的作用；3000 万澳元用于凯瑟琳-达尔文互联系统大型电池项目和在北领地推出微电网；3000 万澳元用于澳大利亚工业电力公司在其肯布拉港电站的早期工程；2490 万澳元用于支持氢气发电基础设施建设；1930 万澳元用于支持在昆士兰州北部的丹特里社区部署含氢的可再生能源微电网。

(2) 支持天然气基础设施建设。将提供 5860 万澳元，支持天然气基础设施重要项目，开启新的天然气供应。包括：3870 万澳元用于支持关键的天然气基础设施项目，以缓解澳大利亚东海岸潜在的天然气短

缺；620 万澳元用于加快沃伦比拉天然气中心的发展；560 万澳元用于资助《2022 年国家天然气基础设施计划》的制定；460 万澳元用于制定措施，使依赖天然气的企业能够在其天然气供应协议中就竞争性结果进行谈判；350 万澳元用于设计和实施一个框架，以促进联邦政府对关键天然气基础设施项目的投资，确保澳大利亚未来的天然气供应。

(3) 加强燃料安全。将制定进一步加强澳大利亚长期燃料安全的措施。包括：5070 万澳元用于建立新的燃料安全框架，确保行业遵守；引入生产支付，以支持澳大利亚国内的炼油厂；在与行业协商的前提下，支持炼油厂进行基础设施升级。

## 二、资源环境相关科学目标<sup>17</sup>

### 1、资源开发领域

(1) 1 亿澳元用于将初级矿产勘探激励计划从 2021 年 7 月 1 日起延长 4 年，以鼓励新矿床的勘探和开发，并确保澳大利亚拥有强大的开发投资渠道。

(2) 在两年内提供 2010 万澳元的全球资源战略，使澳大利亚主要出口市场更加多样化，并减少贸易中断的风险。

(3) 为北领地拉姆章格尔修复项目提供资金，在 11 年的时间里支持大约 61 个全职直接工作岗位，并创造大量的间接就业和当地供应机会，包括培训、就业和当地传统业主的其他参与机会。

(4) 用于实施政府战略盆地计划的新资金，包括 1570 万澳元用于支持 North Bowen 和 Galilee 盆地的气田试点，以及为北方土地委员会提供 220 万澳元用于帮助为 Betaloo 盆地的传统业主提供更好的服务。

**2、油田退役税。**该领域 2021~2022 年度预算资助任务包括：对海上石油生产征收临时税，为 Laminaria-Corallina 油田的停产和修复工程

---

<sup>17</sup> Boosting jobs and maximising growth to secure Australia's recovery. <https://www.minister.industry.gov.au/ministers/pitt/media-releases/boosting-jobs-and-maximising-growth-secure-australias-recovery>

及相关基础设施提供资金。这项征税是一项重要措施，以确保纳税人不为帝汶海达尔文西北部油田的退役和修复埋单。

**3、水资源。**资助任务集中在 3 个关键领域：与各州合作，向遭受干旱的农民提供实际支持，改善他们的农场用水基础设施；改革水市场，确保水用户对其完整性和运作有信心；改进默里-达令流域模型，建立政府、用水者和社区对不确定未来规划的信心。其中，农场紧急供水基础设施补贴计划延长至 2022 年 6 月，以确保受干旱影响的农民能够获得 2020~2021 年预算中的 5000 万澳元补贴资金；1.3 亿澳元用于推进 2020 年宣布的默里-达令社区投资计划；超过 13 亿澳元用于非农业水资源效率项目，非农业用水回收意味着可以推进河流健康目标，而且与农业项目不同的是，不会减少消耗池的可用水量。

**4、放射性废物管理。**将通过扩大社区福利计划向南澳大利亚州的金巴社区额外投资 200 万澳元，以在“国家放射性废物管理设施”选址过程中进一步支持金巴地区的社会凝聚力 and 经济发展。

**5、数字地图集。**作为政府数字经济战略的一部分，将投资 4020 万澳元，加强澳大利亚基于位置信息的数据基础设施，创建一个安全、动态和三维的澳大利亚数字地图集。该地图集将是一个免费的互动平台，能够访问有关澳大利亚地理、人员、经济、就业、基础设施、卫生、土地和环境的权威国家数据集。新平台将嵌入分析工具，使任何人都能够探索、绘制、分析和比较满足其邻里和全国各地需求的信息。这将有助于政府、企业和社区组织更好地做出决策，以应对地方和国家层面的需求和挑战。

（廖琴 刘文浩）

## 德国智库提出欧洲气候中和工业的突破性技术

4 月 21 日，德国智库 Agora 能源转型论坛（Agora Energiewende）

发布题为《欧洲气候中和工业的突破性战略》<sup>18</sup>的报告，提出了欧洲工业到 2050 年实现气候中和需要快速引入的关键突破性技术。

**1、工业行业实现气候中和目标的机遇。**根据欧盟 2030 年气候目标计划，欧盟到 2030 年的温室气体减排目标将从 40% 提高到至少 55%（相对于 1990 年的水平）。为了实现 2030 年减排目标和 2050 年气候中和目标，欧盟需要在工业脱碳和能源方面做出额外的努力，确定工业转型路径，包括钢铁、化学和水泥等难减排的基础材料行业。欧盟大部分基础材料行业正处于紧要关口。到 2030 年，大约 48% 的钢铁产能、53% 的化学产能和 30% 的水泥产能将需要置换。基础材料行业转型的主要机遇包括：促进公正转型，确保未来的工作；更高效的资源效率和循环经济；发展重要基础设施是实现工业转型和提高竞争力的关键；技术领先是未来市场的关键；推动关键技术在欧洲大规模部署的政策制定，可以为世界其他地区建立可遵循的技术和政策路径；对进口绿色能源的需求不断增长，可以促使能源出口国转型。

**2、气候中和的技术解决方案。**利用技术解决方案可以使能源密集型基础材料工业实现气候中和，一些解决方案，如利用可再生能源生产绿色氢气，已经接近市场，并将在未来几年扩大规模。关键低碳技术的其他例子包括：钢铁工业中用天然气或氢气直接还原铁矿石，塑料的化学回收，水泥排放的碳捕集和储存。表 1 描述了可显著减少钢铁、化工和水泥行业温室气体排放的 13 项关键技术。其他有前景的关键低碳技术，如水泥回收的智能粉碎、再碳化、循环经济和材料效率措施，在减少工业温室气体排放方面也有很大潜力。目前，关键低碳技术的成本仍然明显高于常规的传统技术。

---

<sup>18</sup> Breakthrough Strategies for Climate-Neutral Industry in Europe. <https://www.agora-energiawende.de/en/publications/breakthrough-strategies-for-climate-neutral-industry-in-europe-study/>

表 1 基础材料行业实现碳中和的可能关键技术概述

行业	关键技术	相对于传统技术的 CO <sub>2</sub> 减少量	可能的可用性
钢铁	氢气直接还原和电弧炉熔炼	97%	2025 年之前 (最初用天然气)
	碱性铁电解	87%	2040~2045
	与 CO <sub>2</sub> 捕集和封存相结合的熔融还原过程	86%	2030~2035
	集成高炉废气的 CO <sub>2</sub> 捕集和利用	63%	2025~2030
化学 品	热电联产产生的热量和蒸汽	100%	2020 年开始
	热电联产工厂的 CO <sub>2</sub> 捕集	90%	2030~2035
	来自可再生能源的绿氢	100%	2020~2030
	甲醇制烯烃/芳烃路线	100%	2025~2030
	化学回收：废弃塑料的热解或气化	93%	2025~2030 (取决于过程)
水泥	电动蒸汽装置	100%	2030~2040
	氧化燃料过程的 CO <sub>2</sub> 捕集	90%	2025~2030
	CO <sub>2</sub> 捕集与煅烧炉中高温热的电气化相结合	77%~80%	2025~2030
	替代粘合剂	50%	2020~2030 (取决于产品)

### 3、气候中和工业的突破性技术路径

(1) 炼钢关键低碳技术。主要包括：直接还原铁用作一次炼钢技术，利用清洁氢能的直接还原铁是唯一接近市场成熟的关键低碳技术，可显著降低一次炼钢的排放，相对于高炉炼铁路线，可降低 97% 的排放。该技术足够成熟，可在 21 世纪 20 年代部署，满足欧盟钢铁行业的再投资要求；用于二次炼钢的电弧炉，增加二次钢的份额是钢铁行业低碳转型的另一项策略，用煤基高炉取代一次炼钢。

(2) 化工行业关键低碳技术。主要包括：热电联产，将主要在可再生能源廉价且充足的时候运行，从而其温室气体减排量会更高；化工行业中的氢使用，到 2030 年，欧盟化工行业将成为清洁氢气的最大用户之一；化学回收，通过废弃塑料热解以及在传统蒸汽裂解炉中使用热解油进行化学回收，将使每吨高附加值化学品的温室气体排放量减少

3.1 吨二氧化碳，相对于现状减少 69%。

(3) 水泥行业关键低碳技术。主要包括氧化燃料过程的二氧化碳捕集，到 2030 年，该项技术总共可减少 900 万吨二氧化碳的排放。与生物能碳捕集与封存 (BECCS) 相结合，可达到更好的效果。 (廖琴)

## 世界气候研究计划报告讨论 CORDEX 的未来科学挑战

5 月 18 日，世界气候研究计划 (WCRP) 发布题为《联合区域气候降尺度试验的未来科学挑战》<sup>19</sup> 的白皮书，针对“联合区域气候降尺度试验” (CORDEX) 计划的 5 个关键方向，总结了各方向面临的挑战和问题，并提出相关建议。动力降尺度是获取区域尺度气候变化信息的重要途径，CORDEX 计划旨在利用区域气候模式通过降尺度方法获得针对全球不同地区的高分辨率区域气候变化信息。

### 1、更高分辨率和更小区域

面临的挑战：在比当前 CORDEX 区域更小的区域上（如 4 千米或更高分辨率）进行模拟（称为“对流可解析区域模拟”）存在一定压力，需要更高的分辨率来提高对局地尺度（例如城市、内陆水域和小岛屿）信号的理解，为决策提供更优的气候数据；局地的变化信号是由大尺度变化、全球排放浓度变化、土地利用/土地覆盖变化 (LULCC) 等因素驱动的，了解局地 and 区域正在发生的变化、原因及其不确定性也充满挑战；CORDEX 面临的一个关键挑战是协调模拟。

面临的问题：如何设定一种通用配置，以确保模式集合模拟是对流可解析区域模拟？对于只有少数几个对流可解析区域模拟，如何保证模拟的可靠性？常见的科学挑战是什么？

建议：CORDEX 将为对流可解析区域提出一种通用配置，将采用

---

<sup>19</sup> The Future Scientific Challenges for CORDEX. <https://CORDEX.org/wp-content/uploads/2021/05/The-future-of-CORDEX-MAY-17-2021.pdf>

RCM 集合模拟方法来解决 CORDEX 面临的科学挑战，CORDEX 通用的 25 千米分辨率模拟将是进一步降尺度的基础，此外还将提出一种可伸缩的嵌套方法；对区域的选择将以客观标准为指导，包括是否有高分辨率观测数据，在 CORDEX 科学挑战的背景下是否具有科学意义，该区域的一系列模拟能否解决 CORDEX 的科学挑战等；格式协调是一个关键问题，将采用包括有关大气环流模式（GCMs）敏感性、共享经济路径（SSPs）、典型浓度路径（RCPs）和其他区域驱动因素的多维方法。

## 2、日益增加的复杂性

面临的挑战：随着区域气候模式向地球系统模式（ESM）发展，两者将双向耦合过程集成在一起，包括动态植被（碳循环）、海洋（海冰）、复杂降水过程、气溶胶、湖泊、冰川等，这导致计算时间增加，并且必须在分辨率和区域大小之间做出妥协；新出现的一些情景框架，包括 SSP-RCP 组合，应该在新的 CORDEX 模拟中加以实施；区域地球系统模式（RESMs）还需要解决区域气候适应战略的反馈问题，如 LULCC、生物能源碳捕集与封存（BECCS）等减缓技术、城市增长以及对区域和偏远地区气候的影响。

面临的问题：能否为区域地球系统模式找到一个折衷的解决方案，使其仍可在标准 CORDEX 区域上进行耦合模拟；针对区域地球系统模式的子区域，基于更高的分辨率，研究区域内更受关注的过程；在包括温室气体浓度变化和 LULCC 在内的未来情景下，如何调整区域气候变化信号。

建议：启动关于区域地球系统模式的模式比较计划 CORDEX-MIP，探索区域响应，包括区域协调机制的各种耦合组件。这些模拟可在 50 千米或 25 千米分辨率的 CORDEX 通用区域上进行，并可以对 CORDEX 业务数据集做出贡献。

### 3、不断提高的空间分辨率

面临的挑战：大气环流模式在高分辨率模式比较计划（HighResMIP）使用的分辨率为 25 千米~50 千米，达到区域气候模式的尺度。这一分辨率可能成为耦合模式比较计划第七阶段（CMIP7）的标准。部分测试以 1 千米分辨率在全球模式上运行几个月时间。

面临的问题：预计大气环流模式在未来 5~10 年将采用什么分辨率；区域气候模式的目标是什么；如何促进模拟团队之间的互动、学习和合作。

建议：当不再需要使用对流参数化时，模式的分辨率会发生变化，这意味着目标分辨率不超过 4 千米。需要考虑支撑其他参数化（例如边界层、辐射、微物理）的假设在该分辨率下是否仍然有效，需要做哪些开发工作来提高在这种分辨率下的模式性能，对流要在多大尺度上才能完全解析，未来是否还需要 100 米分辨率的边界层参数化，模式行为是否发生了根本性变化；总体上看，区域气候模式将在对流可解析尺度上主导全球多个区域的模拟，而大气环流模式将提高分辨率并可作为对流可解析区域气候模式的模式驱动。

### 4、百亿亿次计算

挑战：新一代高性能计算机正在采用图形处理器、专用处理器等，总趋势是增加处理器或处理单元的数量，而不是增加单个处理单元的计算能力，模式代码需要适应这种新的计算体系结构，并进行新的评估；机器学习策略也被用于降尺度和参数化，应考虑各种新兴技术和策略，使区域气候模式适应这些前沿工具。

问题：区域气候模式是否为新一代高性能计算机做好了准备；如何调整模式；如何以灵活、通用、独立于硬件的方式进行调整；④机器学习如何进行区域气候模式的参数化。

建议：CORDEX 应促进将模式向新一代高性能计算技术转型的信

息交流。

## 5、数据和基础设施

**挑战：**随着新的模拟和更高的分辨率，预计数据的存储容量将迅速增加，维护数据集的需求将成为一项具有挑战性的工作。因此，迫切需要外部资金来支持储存能力的维持和提高。需要确保地球系统网格联盟 (ESGF) 的模拟得以发布，从而极大地方便最终用户的科学分析和利用。

**问题：**是否仍然需要 ESGF 存放标准 CORDEX 预测数据；CORDEX 旗舰试验研究 (FPSs) 的数据将如何存储及如何访问；当数据不断扩展时，需要哪些新工具来分析数据。

**建议：**CORDEX 应简化数据访问和促进数据分析工具，为了提高模拟社区的效率，这些工具应该能够开放获取，其开发、使用和改进过程能够得到共享；需要建立综合的集合模拟，扩大多维矩阵，即考虑多个区域气候模式、大气环流模式、共享经济路径和典型浓度路径等，以便于为决策者和最终用户提供有用的信息。 (刘燕飞)

## 英国 BEIS 资助 1.66 亿英镑推动绿色工业技术发展

5 月 24 日，英国商业、能源与产业战略部 (BEIS) 宣布资助 1.66 亿英镑 (约合 14.7 亿元人民币)，用于推动绿色工业革命关键技术的发展<sup>20</sup>。该资助计划将开发碳捕集、温室气体去除和氢能等技术，探索英国污染行业脱碳的解决方案，包括制造业、钢铁、能源和废物处理行业，帮助英国实现其 2050 年净零排放目标和 2035 年减排目标。

**1、低碳氢能。**6000 万英镑用于支持英国低碳氢能的开发，确定和扩大更有效的电解生成清洁氢能的解决方案。资助将包括 2 个阶段：第一阶段将支持解决方案的开发，帮助增加市场竞争力，资助方向包括低

---

<sup>20</sup> £166 Million Cash Injection for Green Technology and 60,000 UK Jobs. <https://www.gov.uk/government/news/166-million-cash-injection-for-green-technology-and-60000-uk-jobs>

碳氢生产、零碳氢生产、氢储存与分配和零碳氢供应解决方案。第二阶段将支持更多的开发项目，帮助确保英国氢供应解决方案保持竞争力。

**2、温室气体去除。**3750 万英镑用于资助政府最大的温室气体去除计划。其中，英格兰和威尔士的 24 个项目将分别获得 25 万英镑的资助用于创新设计，开发从大气中清除温室气体并安全存储的新方法。另外 5 个跨学科项目将分别获得 450 万英镑的研究资金，调查大规模温室气体去除的可行性，具体包括：泥炭地管理，以最大限度地提高温室气体去除潜力；增强岩石风化，在农田试验现场粉碎硅酸盐岩石并散布颗粒；利用生物炭作为固碳方法，在耕地、草地、污水处理场、矿场和铁路路堤进行测试；大规模植树造林，以评估英国最有效的固碳物种和地点；快速扩大种植多年生生物能源作物，如禾本科植物和短轮伐期柳树。

**3、碳捕集、利用和封存（CCUS）。**2000 万英镑用于支持下一代 CCUS 技术的开发，以便在 2030 年之前进行大规模部署。首次资助将支持：5 万英镑用于对工业、废物或电力行业的企业就最适合其场地或行业的下一代碳捕集技术进行分析；100 万英镑用于中期技术的开发和试点项目；500 万英镑用于后期技术的中等规模原位示范项目。通过资助创新技术，将 CCUS 的适用性扩展到工业化学品和水泥等用途，降低部署 CCUS 的成本，并帮助工业废物或电力部门企业从源头进行碳捕集和封存。

**4、能源密集型行业脱碳。**2000 万英镑用于建立一个新的“虚拟工业脱碳研究与创新中心”，将通过开发和部署低碳技术，加速关键能源密集型行业的脱碳。该中心由爱丁堡赫瑞瓦特大学运营，将与 140 多个合作伙伴建立联系，为英国工业脱碳社区提供支持。

**5、工业能源转型。**通过工业能源转型基金（IETF）向 14 个项目提供 1650 万英镑，用于开发能源密集型行业减排和降低能源成本的新技术与新工艺。资助内容包括：糖厂深度脱碳处理，减少多达 90% 的排放；

排气窑热转换和烘干砖瓦研究；预制混凝土制造脱碳；提高玻璃熔炉效率；熔炉废气废热回收；炼油厂燃烧加热器的燃料转换；造纸厂先进废热回收；先进的低温碳捕集技术等。

**6、低碳创新。**800 万英镑用于开发创新项目，包括：开发由回收废料制造的瓷砖釉料；创造具有成本效益的低碳混凝土制造解决方案；开发全球首个可与燃烧化石燃料进行商业竞争的高温热泵等。

**7、工业转型研究与创新。**470 万英镑将建立一个新的“转型基金会工业研究与创新中心”，由克兰菲尔德大学领导，帮助金属、玻璃、水泥、造纸和玻璃等行业加快新技术和商业模式的开发与采用，创建新的智能材料和工艺，以实现更便宜、更低能耗和更低碳的产品。(刘燕飞)

## 澳大利亚 CSIRO 发布《关键能源矿产路线图》

5 月 19 日，澳大利亚联邦科学与工业研究组织（CSIRO）发布《关键能源矿产路线图》<sup>21</sup>。该路线图由 CSIRO 和澳大利亚工业、科学、能源与资源部（DISER）的关键矿产促进办公室共同资助，研究了未来几十年可能加速增长的可再生能源技术（太阳能光伏、风能、聚光太阳能发电、电池和氢能等），并评估了澳大利亚从供应这些技术所需的关键矿产资源（锂、铝、硅等）中获得价值的潜力，确定了实现这些机遇所需的商业、监管和研发相关的优先投资事项。

**1、特定优先投资事项。**路线图总结了太阳能光伏、风能、聚光太阳能发电、电池和氢能等领域关键矿产的特定优先投资事项，其中研发与示范方面的优先事项包括：

(1) 太阳能光伏。增加多晶硅生产过程中的研发与示范，减少能

---

<sup>21</sup> Critical Energy Minerals Roadmap. [https://www.csiro.au/-/media/Do-Business/Files/Futures/Critical-energy-minerals-roadmap/21-00041\\_MR\\_REPORT\\_CriticalEnergyMineralsRoadmap\\_WEB\\_210420.pdf](https://www.csiro.au/-/media/Do-Business/Files/Futures/Critical-energy-minerals-roadmap/21-00041_MR_REPORT_CriticalEnergyMineralsRoadmap_WEB_210420.pdf)

源和环境足迹；增加电池制造及高效电池和组件的研发与示范，如钙钛矿电池和双面太阳能电池；开发高效的封装分离方法。

(2) 风能。提高浮选（如泡沫浮选）等冶金方法的研究与示范，以降低稀土提取和分离的成本；增加替代溶剂的研究与示范，将稀土加工对环境的影响降至最低；提升创新的火法冶金技术和电沉积技术的研究与示范，以改善永磁体的回收；增加碳复合材料叶片的研究与示范，从而实现更有效的回收利用。

(3) 聚光太阳能发电。提高通过改善导热系数以提升热能相变材料的研究与示范；促进聚光太阳能发电开发人员和冶金研究人员之间的合作，开发下一代合金；增加太阳能接收器等 3D 打印高温合金组件的研究与示范；继续将聚光太阳能发电整合到高温加工中。

(4) 电池。增加直接从矿物到前驱体过程中的研究与示范；对下一代电池研究进行进一步的战略投资，使其与澳大利亚的特定优势保持一致，例如锂金属的生产；扩大回收处理研究范围，涵盖替代电池化学方法，例如石墨阳极；继续研发电解液的回收和再利用；改进分类和预处理等预回收过程。

(5) 氢能。探求连续加工和增材制造的发展，降低钛金属生产和多孔传输层 3D 打印的成本；增加铂催化剂替代品的研究与示范；增加通过电解直接合成氨的研究与示范，支持氢能出口。

**2、常规优先投资事项。**路线图按照 3 个主要的价值链步骤，即开采与加工、制造、回收，总结了相关关键矿产的常规优先投资事项，其中研发与示范方面的优先事项包括：

(1) 开采与加工。增加新兴的光谱矿石分选技术的研究与示范，以实现快速的现场测试和多矿物表征；提高“基于传感器”的矿石分选技术（例如磁共振）的研究与示范；提高关键矿产原位开采和生物浸出

方法的研发与示范；开发区块链和地球化学示踪技术；采用冶金方法（如浸出和浮选）以加工在尾矿中高价值矿物；通过聚光太阳能发电、氢能和生物质继续开发高温可再生热。

（2）制造。跟特定优先投资事项一致。

（3）回收。增加冶金加工技术中适用于复杂废物流的研发与示范；开发整个系统的“库存和流程”模型，以知悉关键矿产的回收和使用的最佳结果。

（刘学）

## 空间与海洋

### 欧洲空间局公布“月光”月球卫星星座计划

5月19日，欧洲空间局（ESA）宣布计划启动专门用于为国际月球探索活动提供通信和导航服务的“月光”（Moonlight）卫星星座计划，并资助两个企业团队开展相关概念研究<sup>22</sup>。

当前，国际上正在迎来新一轮月球探索高潮，数十个机构和商业团队正在规划月球探索任务，并设想未来实现航天员长期驻月。ESA计划借助企业联盟打造环绕月球的卫星星座，为月球探索任务提供通信和导航信号，为地面控制团队和科学家提供充分的定位服务和持续的连接<sup>23</sup>。可共享的通信和导航服务可以降低未来单项探月任务的设计复杂性，减轻航天器的质量，为科学仪器和其他货物腾出更多空间，从而提升单项任务的成本效益。

由于月球被地球潮汐锁定，在月球绕地旋转一圈的同时完成一圈自转，因此月球始终以其正面朝向地球。利用月球卫星星座，探月任务即使位于月球背面也可以与地球保持联络，在无法直视地球的情况下仍可

---

<sup>22</sup> ESA to unveil its plans for lunar satellites. [https://www.esa.int/About\\_Us/Corporate\\_news/ESA\\_to\\_unveil\\_its\\_plans\\_for\\_lunar\\_satellites](https://www.esa.int/About_Us/Corporate_news/ESA_to_unveil_its_plans_for_lunar_satellites)

<sup>23</sup> Lunar satellites. [https://www.esa.int/Applications/Telecommunications\\_Integrated\\_Applications/Lunar\\_satellites](https://www.esa.int/Applications/Telecommunications_Integrated_Applications/Lunar_satellites)

在月球上开展导航，支持科学设备在月球上的偏僻位置精确着陆，在月球极区探索任务与地球及月球基地之间保持联络。月球卫星星座还可降低月球探索的成本，为更多国家开展月球探索任务提供可能。

此次，ESA 将“月光”计划概念研究合同分别授予由萨里卫星技术公司和 Telespazio 公司牵头的两个企业团队，研究结果将提交 2022 年底举行的 ESA 部长级会议审议。“月光”计划最早有望在 2023 年全面启动，在 4~5 年内投入运行<sup>24</sup>。（韩淋）

## 澳大利亚宣布提供 1 亿澳元的投资以保护海洋

4 月 23 日，澳大利亚政府宣布将提供 1 亿澳元（约合 4.75 亿元人民币）的投资<sup>25</sup>，用于继续引领全球和澳大利亚的海洋栖息地与沿海环境管理，并推动全球减排任务的实施。该投资计划将以包括海草和红树林在内的“蓝碳”生态系统为目标，这一生态系统在吸收大气中的碳方面发挥了关键作用。该计划将在澳大利亚海洋管理的 4 个关键领域展开。

**1、支持澳大利亚海洋公园。**资助金额为 3990 万澳元，用于巩固澳大利亚作为世界海洋公园管理引领国的地位，包括：通过两轮“我们的海洋公园基金”计划的实施提供 1940 万澳元，为行业、社区组织和土著社区创造机会，从而进一步与“澳大利亚海洋公园”管理部门建立联系并合作。其中 1500 万澳元用于海洋探索和修复项目，从而加深对海洋公园的认识；540 万澳元用于支持澳大利亚境内印度洋附近原始水域的健康与可持续发展行动。

**2、将土著保护区纳入“海洋国家”（Sea Country）计划。**资助金额为 1160 万澳元，用于在两年内将 9 个地区的土著保护区纳入“海洋

---

<sup>24</sup> ESA awards study contracts for lunar communications and navigation systems. <https://spacenews.com/esa-awards-study-contracts-for-lunar-communications-and-navigation-systems/>

<sup>25</sup> AUSTRALIA ANNOUNCES \$100 MILLION INITIATIVE TO PROTECT OUR OCEANS. <https://www.pm.gov.au/media/australia-announces-100-million-initiative-protect-our-oceans>

国家”计划，并为土著社区提供经济和就业机会。

**3、恢复蓝碳生态系统。**资助金额为 3060 万澳元，用于恢复和核算蓝碳生态系统，以改善澳大利亚及其附近地区沿海环境的健康状况，并传播澳大利亚国际公认的海洋核算专业能力，同时促进地区就业，并将这些栖息地的价值作为蓝碳纳入其中。其中近 1900 万澳元用于 4 个重大的地面项目，将在全国范围内恢复沿海生态系统，包括潮汐沼泽、红树林和海草；1000 万澳元用于提供 3 个重大的地面项目，以帮助发展中国家恢复和保护其蓝碳生态系统；100 多万澳元用于巩固澳大利亚在海洋和自然资本核算援助方面的领导地位。

**4、保护标志性海洋物种。**资助金额为 1800 万澳元，用于采取实际行动保护标志性海洋物种，通过减少误捕鱼量和刺激对海洋的投资改善渔业的可持续性。其中 1000 万澳元用于开展至少 25 个有针对性的项目实现海洋健康，恢复并保护濒临灭绝的海洋物种，消除岛屿上的入侵物种并恢复沿海生境；500 万澳元用于资助新的创新举措以支持海洋环境和可持续渔业，从而避免对受威胁物种的误捕；300 万澳元用于支持在全国范围内的海洋核算推广。

（薛明媚 王金平）

## 设施与综合

### 英国 STFC 将与美国费米实验室合作建造 PIP-II 加速器

5 月 12 日，英国科学与技术设施理事会（STFC）和美国费米国家加速器实验室（Fermilab，以下简称“费米实验室”）签署协议，将合作建造质子改进计划-II（PIP-II）加速器<sup>26</sup>。

PIP-II 加速器是对费米实验室加速器综合体的重要升级，将为中微

---

<sup>26</sup> UK plays vital role in creating world's most powerful neutrino beam. <https://www.ukri.org/news/uk-plays-vital-role-in-creating-worlds-most-powerful-neutrino-beam/>

子束从美国伊利诺伊州到达 1300 公里外的南达科他州的深地下中微子实验 (DUNE) 提供动力, 推动未来 50 年的全球中微子研究。法国、印度、意大利、波兰和英国正在与美国合作打造 PIP-II 加速器。PIP-II 利用超导射频技术的最新进展来提供强大的质子束, 质子束以接近光速的速度传播, 可以为各种实验量身定制。加速结构冷却至 2K (绝对零值以上 2 度), 可提供高效、高功率的加速。

STFC 将为 DUNE 实验、长基线中微子设施 (LBNF) 和 PIP-II 加速器投资 7900 万英镑。STFC 的达斯伯里实验室正在开发该粒子加速器的重要元件——超导低温模块。该模块工作在  $-271^{\circ}\text{C}$  下, 将仪器放在其超导射频腔内可进行低温冷却。达斯伯里实验室将与剑桥焊接研究所合作建造 3 个低温模块, 每个模块包含 6 个超导射频腔。在安装到低温模块内之前, 每个空腔都将在达斯伯里实验室的超导射频实验室 (SuRFLab) 设施内进行测试。该项目已经进行了 18 个月, 目前有重大进展, 包括完成低温模块运输系统设计。剑桥焊接研究所曾建造出英国第一台能够在真空中焊接高纯度铌空腔的电子束焊机。 (王海霞)

# 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 刘春杰 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 冯 霞 朱 涛 杨 帆 徐 萍 安培浚 陈 方 马廷灿 黄龙光 王海霞  
地 址：北京市中关村北四环西路 33 号，100190  
电 话：（010）62538705  
邮 箱：lengfuhai@casisd.cn, publications@casisd.cn