

Science & Technology Frontiers

科技前沿快报

国家高端智库
中国科学院

2023年4月5日

本期要目

日本 NEDO 发布车用和固定式燃料电池路线图

美国启动首个国家纳米技术挑战项目 Nano4EARTH

美国能源部资助生物防范研究虚拟环境计划

美国能源部资助推进增强型地热系统建设

欧盟“恢复我们的海洋和水域”使命资助 20 项新项目

美国能源部加速新兴技术创新

2023年

总第 106 期

第 04 期

目 录

深度关注

日本 NEDO 发布车用和固定式燃料电池路线图.....	1
------------------------------	---

基础前沿

美国 DARPA 启动公用事业规模量子计算系统计划.....	10
--------------------------------	----

信息与材料制造

美国启动首个国家纳米技术挑战项目 Nano4EARTH.....	11
美国国际空间站实验室发布先进材料和制造项目征集.....	12
美国能源部资助功率半导体技术研发提升电网韧性.....	14
美国能源部资助轻质材料研发以降低风机成本.....	13
美国支持循环经济技术与工具开发示范.....	15
美国国家纳米技术计划公布 2023 财年资助的优先重点方向.....	15

生物与医药农业

美国能源部资助生物防范研究虚拟环境计划.....	20
美国政府发布癌症登月计划新行动.....	21

能源与资源环境

美国能源部资助推进增强型地热系统建设.....	24
美国能源部投入 2.45 亿美元支持低碳能源及减排技术.....	25
英国资助超 2 亿英镑助力交通运输脱碳.....	30
欧盟宣布资助 25 亿欧元支持清洁能源技术示范应用.....	31
英国 BEIS 资助绿色节能新技术开发.....	32

空间与海洋

欧盟“恢复我们的海洋和水域”使命资助 20 项新项目.....	32
---------------------------------	----

设施与综合

美国能源部加速新兴技术创新.....	35
--------------------	----

深度关注

日本 NEDO 发布车用和固定式燃料电池路线图

2月9日，日本新能源产业技术综合开发机构（NEDO）发布《汽车和重型卡车用燃料电池路线图》和《固定式燃料电池路线图》¹，提出了到2040年燃料电池技术发展目标及技术开发路线。NEDO早在2005年就出台《燃料电池和氢能技术开发路线图》，旨在统筹产学研界基于一致目标立足长远进行氢能技术开发。NEDO基于政策变化、技术和市场发展情况对该路线图进行了4次修订，并在2022年发布了《重型车辆燃料电池路线图》以扩大燃料电池的应用领域，上述路线图确定了燃料电池在固定式发电和交通领域到2030年的技术开发目标。考虑到当前燃料电池技术已经受到世界各国的广泛重视，NEDO此次出台的路线图进一步确定了到2040年的目标，以抢占全球技术高点并助力实现碳中和目标。

一、车用燃料电池

1、分阶段目标

（1）重型卡车等应用。2030年以前，重点推进重型卡车用燃料电池技术开发，并验证卡车、铁路、船舶、液压挖掘机、叉车、农用拖拉机等多用途应用，到2030年实现25吨级燃料电池卡车的普及应用，开始向其他应用扩展；到2040年实现40吨级燃料电池卡车普及应用和其他场景的广泛应用，最终实现该领域的碳中和。具体性能目标包括：

2030年：燃料电池系统输出密度0.6千瓦/升；高压储氢密度10%（质量密度），28克/升。燃料电池电堆电流-电压特性初始0.77伏@1.63安/平方厘米，报废时0.72伏@1.76安/平方厘米；最高运行温度105℃；

¹ 燃料電池に関する二つのロードマップと水電解の技術課題を整理した文書を公開。 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101608.html

耐久性 5 万小时。燃料电池系统成本 0.9 万日元/千瓦（约合 464 元人民币/千瓦），电堆成本 0.45 万日元/千瓦，储氢系统成本 2~4 万日元/千克，铂含量 0.19 克/千瓦。

2040 年：燃料电池系统输出密度 0.8 千瓦/升；高压储氢密度 15%（质量密度），29 克/升以上；材料储氢密度在储氢压力 1 兆帕以下超过 8%（质量密度）、70 克/升。燃料电池电堆电流-电压特性为初始 0.86 伏@2.29 安/平方厘米，报废时 0.81 伏@2.44 安/平方厘米；最高运行温度 120℃；耐久性 5 万小时。燃料电池铂含量 0.07 克/千瓦。

（2）燃料电池越野车、面包车、皮卡等。2025 年前支持开发单一车型，2025 年以后开始投放市场，并扩展电堆、辅助设备制造产业；2030 年以后更多车型进入市场，扩大应用范围，加速成本下降；2040 年以后实现大规模普及应用。具体性能目标包括：

2030 年：车载高压储氢密度 10%（质量密度），28 克/升。燃料电池电堆电流-电压特性为初始 0.84 伏@0.2 安/平方厘米，报废时 0.66 伏@3.8 安/平方厘米；最高运行温度 105℃；耐久性 15 年以上；铂含量 0.05~0.1 克/千瓦。燃料电池系统成本 0.4 万日元/千瓦，电堆成本 0.2 万日元/千瓦，储氢系统成本 10~20 万日元/千克。

2040 年：与重型卡车燃料电池 2040 年目标相当。

2、技术开发路线

为实现上述目标，NEDO 提出了相应的技术开发路线，包括：

（1）燃料电池堆。为实现 2030 年目标，需开发：①膜电极，到 2025 年重点关注适应广泛温度条件（-30~120℃），性能和耐久性提升（铂含量在 0.24 毫克/平方厘米），离聚物形态控制和催化剂层结构优化；到 2030 年关注性能和耐久性的进一步提升。②电解质材料，到 2025 重点关注适应广泛温度条件（-30~120℃），提高膜耐久性，提高低温/

高湿~高温/低湿质子膜的传导性，提高离聚物的透氧性、缓解催化剂的特异性吸附；到 2030 年重点开发耐久性技术。③电极催化剂，到 2025 重点关注适应广泛温度条件（-30~120℃），降低贵金属用量，提高阴极催化剂活性、耐久性，抑制碳载体劣化，开发非碳载体材料，开发抑制过氧化氢生成、耐杂质的阳极催化剂；到 2030 年开发高耐久性技术和废旧电池贵金属循环再利用技术。④分离器、气体扩散层、密封件等，到 2025 年重点关注降低气体扩散阻力，和其他部件材料组合实现气体扩散层微孔层性能最优，开发高耐腐蚀、低接触电阻的分离器，开发适应广泛运行条件（-30~120℃、内部压力/湿度变化）的垫片、胶粘剂；到 2030 年开发高耐久性技术。⑤辅助系统，到 2030 年提高冷却性能，开发适应高温的空气压缩机、加湿器，降低辅机功耗。

为实现 2040 年目标，需开发：①材料技术，催化剂材料到 2030 年实现当前贵金属催化剂的性能极限，开发超低铂含量、非铂催化剂，到 2040 年通过计算设计、材料信息、自主实验等数字技术加速材料开发；电解质材料到 2030 年优化含水膜材料性能，开发无水膜，实现成膜技术的平台化，到 2040 年通过数字技术加速膜材料开发；催化剂和膜电极到 2030 年开发催化剂层、膜电极、气体扩散层、分离器设计，到 2040 年通过数字技术加速开发，并开发基于新材料的催化剂层、气体扩散层、分离器设计和膜电极制造工艺。②评估分析技术，到 2025 年开发自主实验技术，材料信息和数据库构建，工艺信息通用基础架构等，实现现有分析工具的平台化，基于计算科学进行电池性能/退化分析、催化剂层形成模拟、系统模拟器开发，通过机器学习等技术实现高速、大规模的模拟；到 2030 年建立自主实验装置，扩充材料信息数据库，验证基于工艺信息的材料制造工艺，开发利用软 X 射线的催化剂表面反应原位分析技术和利用硬 X 射线的自动分析技术，基于中子射线开发电堆

大面积/高分辨率成像技术，分析水、质子的输运现象，进一步探索计算筛选技术，验证基于计算科学的模型，探索电极反应、物质转移、催化剂层形成的原理；到 2040 年扩大材料探索，通过工艺信息技术确立膜电极等关键部件的工艺设计方法，扩展原位分析技术，扩展催化剂材料、催化剂层生成和性能表征的自动分析技术，扩展电解质材料生成和性能表征的自动分析技术，扩展跨尺度模拟技术，开发适合新材料的部件、电堆的最佳设计。

(2) 燃料电池生产。重点关注 6 个方面的生产技术：①高性能催化剂涂布和微孔层涂布制备工艺，到 2033 年开发催化剂调配、催化剂涂布和微孔层涂布干燥的实用技术，包括油墨调配工艺的最优化、涂布量产工艺及设备开发等；②膜电极和电池制造技术，重点关注相关密封技术，到 2031 年实现电极快速密封和电池快速生产工艺，开发可靠的电池间密封工艺，高精度定位、加压加热工艺，以及量产工艺和设备；③流道制造，重点开发高性能流道制造技术，到 2031 年开发高速、高精度冲压工艺和新型流道制造技术，并开发量产工艺和设备；④表面处理技术，重点关注低成本高耐久性表面处理技术，到 2031 年开发快速表面处理、高精度定位、表面缺陷检测技术，并开发新型表面处理工艺；⑤缓解老化工艺，到 2031 年开发催化剂清洗、电解质增湿等工艺，应用低污染胶粘剂和材料，降低检测装置成本；⑥质检技术，到 2031 年开发异物金属高速检测技术和高速泄漏检测技术，并开发相应的量产设备。

(3) 储氢。需进行 7 个方面的技术开发：①基础材料方面，到 2035 年实现 10 吉帕级低成本高强度新型碳纤维材料开发、低成本高强度碳纳米管等短纤维复合材料和罐体安装技术开发；到 2038 年开发材料循环利用或碳中和复合材料及制造工艺。②降低成本方面，到 2030 年提升现有高压气瓶缠绕结构和制造方法，如通过优化设计、使用热塑性

树脂、开发稳定的缠绕技术等，提升缠绕速度；开发最优的瓶体结构设计和衬里结构，到 2038 年验证无衬里气瓶；到 2030 年开发利用热塑性树脂的碳纤维增强塑料罐体成型技术以及冲压成型、拉拔成型等容器制造技术，验证衬里涂布成型的材料及生产技术。③提升便利性方面，开发标准化易装卸的辅助系统，以及可减缓充气过程升温的结构。④智能化方面，到 2030 年开发和应用高压容器无损监测方法，并实现标准化；到 2033 年开发结构健康监测技术；到 2036 年开发高压容器实时智能监测技术；到 2030 年完成 IV 型储氢瓶破前泄漏（LBB）结构开发及标准化；到 2040 年将可自修复、自检测的智能材料应用于储氢瓶。⑤经济性和生命周期评估方面，到 2036 年开发碳纤维可循环再利用的储氢瓶；到 2030 年研究高压容器的长寿命设计。⑥下一代工艺设计方面，到 2030 年利用数字技术完成瓶体设计和制造的技术验证，到 2036 年完成储氢瓶长期使用的数字监测技术验证，到 2040 年完成资源可循环的储氢瓶制造、运行监测等数字技术的验证。⑦提高储氢密度方面，到 2030 年完成液态储氢的分析模型开发、新型绝热材料和结构研究，开发车用储氢容器并减少气体蒸发；到 2025 年完成储氢材料相关高压设施建设，到 2030 年开发先进的自主实验、自动分析技术，建立氢化物储氢的数据库及材料信息库等，到 2040 年开发高压合成氢化物材料技术，使用材料信息和工艺信息等技术进行材料开发，提高储氢性能。

（4）数字化技术。需进行 5 个方面的技术开发：①基础技术方面，到 2031 年完成数据库构建和应用，实现研发的标准化，开发数据集成和数据库协同技术，建立系统化的数据平台，实现基于机器学习的数据驱动型技术开发标准化。②信息化方面，利用材料信息、工艺信息技术进行关键材料开发和制造工艺开发，利用测量信息技术促进各种材料结构数据或工艺数据的快速大量生成。③自主实验方面，到 2035 年通过

自主实验并结合测量分析技术加速关键材料、工艺的开发。④计算技术、模型开发等方面，到 2032 年通过开发材料特性计算技术实现材料筛选，到 2035 年通过跨尺度模拟进行材料及工艺设计，并研究使用新材料的燃料电池的性能和退化机理应用数字孪生技术进行建模模拟。⑤自然语言处理方面，到 2028 年通过从技术文献中自动抽取和处理信息，制定未来战略方案。

二、固定式燃料电池

1、分阶段目标

(1) 家用燃料电池。2025 年以前，推广普及家用燃料电池，到 2030 年应用规模达到 300 万台，2030 年以后推进下一代燃料电池的商业化，包括金属支撑固体氧化物燃料电池、质子陶瓷燃料电池。具体性能目标包括：

2025 年：燃料电池发电效率（低热值）达到 40%~55%，寿命超过 10 年。

2030 年：燃料电池发电效率（低热值）达到 40%~60%，寿命达到 15 年，系统价格低于 50 万日元。

2040 年：燃料电池发电效率（低热值）达到 45%~65%，质子陶瓷燃料电池、废气再循环型固体氧化物燃料电池等发电效率达到 70%，寿命超过 15 年。

(2) 商用、工业用燃料电池。2025 年前推进在家庭的有效利用；2030 年以前作为分布式电源进行推广普及，发展多样化燃料，发挥对可再生能源的调节能力；2040 年前推广普及使用绿氢的分布式能源系统，实现高效长寿命运行，可逆固体氧化物电池实现应用，开发 CO₂ 分离回收型燃料电池。具体性能目标包括：

2025 年：固体氧化物燃料电池效率超过 55%，寿命超过 10 年，系统价格不超过 100 万日元/千瓦（低压运行）、50 万日元/千瓦（高压运行）。燃气轮机燃料电池联合发电（GTFC）和整体煤气化燃料电池联

合发电 (IGFC) 进入初期导入, GTFC 寿命 10 年, IGFC 寿命 5 年 (2026 年), 数十兆瓦规模大容量系统价格数百万日元/千瓦。

2030 年: 纯氢聚合物电解质燃料电池量产, 发电效率达到 60%, 寿命 15 年。固体氧化物燃料电池效率超过 60%, 寿命 15 年, 系统价格不超过 50 万日元/千瓦 (低压运行)、30 万日元/千瓦 (高压运行)。中等容量 (数百千瓦至数兆瓦级) 联合发电系统开始推广普及, 效率超过 60%, 寿命达到 15 年, 系统价格低于 30 万日元/千瓦。GTFC 效率 63% (2031 年), 寿命达到 15 年。IGFC 效率 55% (2032 年), 寿命 15 年。

2040 年: 纯氢聚合物电解质燃料电池推广普及, 发电效率 65%, 寿命 15 年。固体氧化物燃料电池效率超过 70%, 寿命超过 15 年, 系统价格不超过 50 万日元/千瓦 (低压运行)、30 万日元/千瓦 (高压运行)。中等容量联合发电系统效率超过 75%。GTFC 和 IGFC 推广普及。

2、技术开发路线

为实现上述目标, NEDO 提出了相应的技术开发路线, 包括:

(1) 聚合物电解质燃料电池。重点关注的技术包括: ①膜电极, 2025 年前开发耐杂质、高温运行的膜电极; 2030 年前推进电堆性能和耐久性提升。②电解质材料, 2025 年前增强耐杂质、膜耐久性等性能, 开发高温工作的膜, 提高透氧性和质子传导性; 2030 年大幅提升膜的耐久性, 抑制反应气体的交叉泄漏。③电极催化剂, 2025 年前开发高温催化剂, 提升阴极催化剂活性和耐久性, 抑制碳载体劣化, 开发非碳载体材料, 开发抑制过氧化氢生成、耐杂质的阳极催化剂; 2030 年前提升阴极催化剂的高电位耐受性, 开发废弃电池贵金属回收技术。④分离器、气体扩散层、垫片等, 2025 年前开发低成本材料和零部件, 降低气体扩散阻力, 优化气体扩散层、多孔层性能, 开发耐腐蚀、降低接触电阻的分离器, 开发可高温工作的垫片和胶粘剂, 开发无需加热固化

的材料；2030 年开发高耐久性技术和快速粘合技术。⑤燃料系统，提高重整催化剂的杂质耐受性。⑥应用技术，2025 年以前开发电堆量产技术，电堆级辅助系统小型化；2030 年以前降低纯氢燃料电池成本，开发模块化零部件，延长辅助系统寿命并降低成本；2040 年前，应用基于绿氢的储氢燃料电池系统（发电效率超过 65%），开发高效的能量管理系统。⑦下一代材料，阴极催化剂方面，2030 年前最大限度提升现有贵金属催化剂的性能，2033 年前研究新型贵金属催化剂活性位点，2035 年前开发超低铂含量催化剂，2038 年前开发无铂催化剂；电解质材料方面，到 2025 年探索功能性增强层材料，到 2030 年开发高耐久、高性能电解质膜，催化剂层、膜电极等，到 2038 基于计算设计、材料信息、工艺信息、自主实验等加速材料开发，开发适用于新型材料的催化剂层，以及膜电极量产技术。⑧评估分析技术，与车用燃料电池堆的评估分析技术开发路线基本相同。

（2）聚合物电解质燃料电池生产。重点关注的生产技术包括：高性能催化剂涂布和微孔层涂布制备工艺；膜电极和电池制造技术；流道制造；缓解老化工艺；质检技术。与车用燃料电池生产技术开发路线基本相同。

（3）固体氧化物燃料电池。重点关注的技术包括：①电堆、模块，2025 年前提升耐久性、可靠性、效率等，改进电池设计，提高燃料利用率；2030 年前开发直接冷却等技术，提高电堆耐久性，降低电堆和模块的成本；2040 年前开发先进的电堆控制技术，优化电堆结构。②电解质、电极、连接件材料，2025 年前提高金属连接件材料耐久性，2030 年前降低电堆及部件材料成本，2035 年前提升材料对多种燃料的适应性。③制造工艺，2030 年前降低制造工艺成本，开发金属/陶瓷复合材料工艺，2040 年前开发批量生产工艺（3D 打印、卷对卷制造等），并开发新材料、电堆的制造工艺。④增强应用，提高对多种燃料的适应

性，开发高性能隔热材料，系统简化、通用化、小型化，开发模块化零部件，开发循环再利用技术，提升辅助系统耐久性并降低成本。⑤下一代电池，2030 年前提高发电效率，开发耐化学毒性的燃料电池（用于煤气化气体），开发金属支撑固体氧化物燃料电池和可在 150~600℃ 运行的质子陶瓷燃料电池，增强其可靠性和耐久性，降低材料和制造成本，开发先进的固体氧化物电解池和可逆固体氧化物电池；2040 年前进行先进固体氧化物燃料电池的技术验证，促进燃料多样化、小型化燃料电池的广泛应用，开发批量生产技术以降低成本，进一步提高固体氧化物电解槽和可逆固体氧化物电池的性能并降低成本。⑥基础技术，2030 年前开发计算测量及模拟技术，大幅缩短电堆和模块性能、耐久性评估时间，进行电池材料、制造工艺设计，开发加速老化试验方法，建立系统诊断技术，利用机器学习和材料信息技术进行材料探索和系统开发；2040 年前推进计算测量和模拟方法向产业界发展，开发运行监控、故障诊断和预测工具，基于工艺信息技术开发批量生产工艺。⑦联合发电系统，对于中等容量（数百千瓦至数兆瓦级）系统，2025 年前提高系统操作性，扩大电堆和系统规模，2030 年前进一步提高系统可操作性、可靠性和耐久性；对于大容量系统（数十兆瓦级），2025 年前开发批量生产技术以降低成本，开发燃料多样化技术，2030 年前进一步降低成本，并在 2040 年前持续优化煤气化燃料电池系统。

（4）通用技术。重点关注的技术包括：①降低安装运维成本，2025 年前通过简化运行操作、远程运行等降低成本，开发一体化成套化和模块化技术，2030 年前提高主要部件和辅助系统的可靠性，实现系统 15 年免维护。②智慧社区应用，2030 年前开发和验证与可再生能源结合的智慧社区相关应用。③增强灵活性，在 2030 年前提升对可再生能源的调节能力，开发用于虚拟电厂、需求响应的技术。 （岳芳）

基础前沿

美国 DARPA 启动公用事业规模量子计算系统计划

1 月 31 日，美国国防高级研究计划局（DARPA）通过“公用事业规模量子计算系统”（US2QC）计划，选定 3 家公司探索可行的容错量子计算机新方法²。US2QC 计划旨在探索新的革命性方法，将量子计算应用至大规模公共事业领域的时间缩短至 10 年内。US2QC 计划为期 5 年，包括 4 个阶段。

（1）阶段 0：公用事业规模的量子计算机概念。定量描述一个完整的概念，包括所有组件和子系统、各种指标的预期性能，以及预期的技术风险和解决措施。

（2）阶段 1：容错原型设计。设计一个容错原型，让公用事业规模的量子计算机按照预期进行构建和运行，并确定所有必需的组件和子系统及其最低性能要求。

（3）阶段 2：组件研发。构建的公用事业规模量子计算机的组件和子系统，其规格和性能需超过现有技术水平。进入该阶段的项目团队将与政府团队合作，检测和验证所有必需组件的子系统是否实现阶段 1 所描述的目标，并将测量的组件和子系统性能规范纳入容错原型的最终设计中。

（4）潜在的附加阶段，根据需要支持验证和确认的其他工作，如额外的设计或子系统研发。

本次选定的 3 家公司与技术路线分别为：Atom Computing 公司将构建基于大型光学捕获原子阵列的高度可扩展量子计算机；微软公司将构建基于拓扑量子比特架构的工业规模量子系统，该系统将创建一个橱窗大小且在规定时间内控制约百万量子比特的新型量子计算机；

² DARPA Collaborates with Commercial Partners to Accelerate Quantum Computing. <https://www.darpa.mil/news-events/2023-01-31a>

PsiQuantum 公司将使用硅基光子学，创建基于光子量子比特的晶格状结构纠错量子计算机。 (唐衢)

信息与材料制造

美国启动首个国家纳米技术挑战项目 Nano4EARTH

1月24~25日，美国国家纳米技术协调办公室组织召开了Nano4EARTH项目启动研讨会³。作为首个“国家纳米技术挑战”项目，Nano4EARTH旨在利用纳米技术研究成果发展可应对气候变化的技术和产业。项目名称即已表明纳米技术已经和将要在评估、监测和探测气候变化的状况和趋势(Evaluate)，避免未来温室气体排放(Avert)，消除已有的温室气体(Remove)，培训和教育掌握纳米技术的高技能劳动力(Train)，发展更高的社会、经济复原力(Higher)等方面发挥重要作用。

超过400名具有不同专业背景和观点的各界人士参加研讨会。会议研判了未来4年可能对应对气候变化产生积极影响的纳米技术，分享了可用于解决创业和技术应用过程中遇到的障碍的资源，确定了项目的目标和考核指标，建立了包含联邦机构、非联邦组织、工业界在内的合作网络。会议讨论的科学问题包括：

(1) 随着电池技术在家用车辆和长期储能方案中得到越来越多地应用，锂离子电池以及新的化学电池方案显示出巨大和广泛的发展潜力。需要注意研究方向应与特定的应用场景相匹配。

(2) 基于最新纳米技术的催化剂可以降低工业排放的温室气体数量，最大程度地减少对稀土金属的需求，并用于开发绿色氢气、电燃料等替代能源。

³ Readout of Nano4EARTH Kick-off Workshop. <https://www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2023/01/26/readout-of-nano4earth-kick-off-workshop/>

(3) 新的涂层材料（如反射涂层、防腐涂层、计算中心的热管理材料、润滑剂、分离膜等）可提高几乎所有工业过程的整体效率，增强结构和设备的环境适应性，特别是在不断变化和恶劣的操作环境中。使用效果可在短期内实现。

(4) 在生产位点部署先进的材料和吸附剂（如金属有机框架）和模拟自然的过程（如人工光合过程）可有效捕获温室气体，但大规模部署面临重大挑战。近期需格外关注可再生能源的生产和高效传输。（边文越）

美国国际空间站国家实验室发布先进材料和制造项目征集

2月，美国国际空间站国家实验室征集先进材料和制造领域飞行研究项目，目的是利用国际空间站的微重力环境来开发和测试太空制造产品和工艺，促进太空商业发展。本次项目征集侧重于先进材料与制造领域的空间生产应用，以促进基于近地轨道的先进制造技术发展。本次征集主要涉及4个重点技术领域⁴。

1、先进工业材料。主要是用于高通量传感器、光学、激光、清洁/可持续材料技术、能量存储和其他高价值领域的先进工业材料。相关示例包括多相系统、多孔材料、聚合物和软质材料（如气凝胶、水凝胶）、液晶、纳米颗粒/纳米管组件和工业晶体等。

2、用于医疗技术、产品和设备的先进材料。包括用于预防、检测和治理人类疾病的诊断平台以及其他高价值应用。相关示例包括有机、无机、生物分子的晶体生长，合成生物学，聚合物支架的3D打印，以及用于药物输送或癌症治疗的纳米颗粒等。

3、用于半导体和微电子的先进材料。包括用于开发新型存储器和逻辑设备以及量子技术的高价值材料和制造方法。相关示例包括分子电

⁴ Space Station Research Announcement for Advanced Materials and Manufacturing Open Now. <https://www.isnationalelab.org/nlra-2023-6-inspa-adman-materials/>

子器件、金属有机界面、多晶材料、薄膜与涂层、先进的层沉积与生长方法和增材制造等。此外，还包括由于在微重力条件下沉降和对流减少而受益的材料，可制造具有更高晶体质量的更大晶体，用于半导体制造工艺和/或微电子制造，以显著改善特征尺寸和晶体管集成度。

4、先进制造技术。适用于拟议技术领域的先进制造方法，包括自动化技术、机器人技术、计算和人工智能技术（硬件/软件算法架构）、增材制造与 3D 自组装技术、可持续制造、智能制造、纳米制造，以及原位传感和表征等。（王冉 万勇）

美国能源部资助轻质材料研发以降低风机成本

2月10日，美国能源部（DOE）宣布将出资3000万美元，助力实现在美国国内生产具有成本效益的轻质复合材料及部件，推动风力涡轮机实现更有效地发电⁵。该资助旨在简化用于大型风力叶片的增材制造工艺，涉及快速原型、工具、制造和测试等环节；同时，实现将聚合物、金属、陶瓷和复合材料等的增材制造用于风力涡轮机非叶片组件，如传动系统组件、浮动海上风电平台组件。此轮资助关注3个主题领域。

1、大型风力叶片的增材制造。在现有的基于聚合物的增材制造研究的基础上，支持并推进更具成本效益的大型风力涡轮机叶片。一般而言，基于聚合物的增材制造支持快速原型制作、工具制作、制造和测试，进而实现新颖的设计和工艺配置。特别地，实现风机叶片可长达80米及以上（海上风机叶片100米及以上）。

2、风力涡轮机非叶片组件的增材制造。通过增材制造以及相关设计与工艺集成进行改进。例如，新型增材制造材料及其加工解决方案，

⁵ U.S. Department of Energy Announces \$30 Million for Materials and Manufacturing to Lower Costs of Large Wind Turbines. <https://www.energy.gov/articles/us-department-energy-announces-30-million-materials-and-manufacturing-lower-costs-large>

满足陆上和海上风力组件的严格应用需求；发电机和齿轮箱组件，实现性能提高和/或成本降低；对增材制造应用和设计概念进行小规模验证，减少海上风电的平准发电成本；利用混凝土、生物衍生材料等具有成本效益高的材料，对塔台、平台等大型组件开展增材制造；通过增材制造途径，实现先进功能，如热管理、防雷、其他非结构功能等。

3、大型风力叶片：推进制造、材料与可持续性。解决风力涡轮机制造面临的其他挑战，围绕自动化、数字化、风力叶片可持续性以及模块化叶片结构与连接等重点领域，在先前工作的基础上取得新的突破。（万勇）

美国能源部资助功率半导体技术研发提升电网韧性

2月24日，美国能源部（DOE）宣布向“通过功率半导体技术的更快驱动实现持久的变革韧性进展计划”（ULTRAFAST）投资4800万美元，旨在改善美国电网的控制和保护能力，加快国家电网基础设施现代化建设，使公用事业公司更有效地控制电网电流，以避免干扰并且快速隔离。该计划将支持开发更快、更强大的电力电子设备，以增强所有电网接口的弹性、可靠性和电力潮流控制⁶。该计划主要关注三类主题。

（1）半导体材料、器件及功率模块技术，通过以纳秒级反应时间和相应的转换速率，在尽可能低的集成水平下实现非常快速的旁路、分流或中断能力，实现高电流和电压水平下的保护功能。

（2）高开关频率设备与模块，实现高效、高功率、高速电力电子转换器。

（3）互补技术，如电压和电流的无线传感、集成无线致动器和设备/模块级保护的高密度封装、动力电池级电容器和电感器，以及支持前述两个主题的热管理策略。（董金鑫）

⁶ U.S. Department of Energy Announces \$48 Million to Improve Reliability and Resiliency of America's Power Grid. <https://arpa-e.energy.gov/news-and-media/press-releases/us-department-energy-announces-48-million-improve-reliability-and>

美国支持循环经济技术与工具开发示范

2月23日，“制造业美国”（Manufacturing USA）网络框架下的内涵能降低与减排研究所（REMADE）宣布将投入1000万美元启动新一轮项目资助，旨在开发和示范支持循环经济技术和工具，并大幅减少与工业规模材料生产和加工相关的能源及碳排放⁷。

此次资助主要包括4个主题：系统分析与集成，如材料流、生命周期分析、系统分析和技术经济分析模型、工具和数据等；制造材料优化，如制造工艺和鉴定方法，以更好地使用具有成本竞争力的二级原料，包括跨行业原料；再制造和寿命结束后的再利用，如用于拆卸、清洁、修复和状态评估的经济高效和节能技术，以提高产品寿命结束后的再制造和再利用；回收和循环，如快速高效收集、表征、分类、分离和净化回收废物流，并生产具有成本竞争力的二级原料（包括跨行业原料）的技术等。

（黄健）

美国国家纳米技术计划公布 2023 财年资助的优先重点方向

2月，美国国家纳米技术计划（NNI）公布了总额为19.9亿美元的2023财年预算⁸，这是自2001年NNI计划提出以来最大的一笔拨款。2001~2023年，NNI计划获得资助的总额超过了407亿美元。本文主要介绍2023年度的预算概况以及项目组成领域（PCA）中各机构的优先重点方向。

1、2023 财年预算概况

2023财年预算支持11个机构的纳米科学、工程和技术研发，其中获得资助最多的5个机构（占NNI总资助额度的96%）是：卫生与公

⁷ DOE's REMADE Institute Announces \$10 Million to Advance Circular Economy Technologies. <https://www.energy.gov/eere/amo/articles/does-remade-institute-announces-10-million-advance-circular-economy-technologies>

⁸ THE NATIONAL NANOTECHNOLOGY INITIATIVE SUPPLEMENT TO THE PRESIDENT'S 2023 BUDGET, https://www.nano.gov/sites/default/files/pub_resource/NNI-FY23-Budget-Supplement.pdf

众服务部（HHS）/美国国立卫生研究院（NIH），主要资助生命与物理交叉领域基于纳米技术的生物医学研究；国家科学基金会（NSF），资助所有科学和工程学科领域的基础研究和教育；能源部（DOE）资助可以提供新的能源技术的基础和应用研究；国防部（DOD）资助可以提升国防和军民两用能力的科学和工程研究；商务部（DOC）/国家标准技术研究院（NIST），致力于资助纳米技术在测量、工具制造、分析方法、计量学和标准等方面的基础研究和开发。

NNI 的 5 个项目组成领域中，基础研究（PCA 1）依然占最大的比重，为 45%，应用/器件/系统（PCA 2）占 35%，基础设施/仪器（PCA3）占 15%，负责任的发展（PCA 4）占 3%，教育和劳动力发展（PCA 5）占 1%。

2、优先重点方向

（1）基础研究。NIH 和 NSF 是基础研究领域的最大贡献者和承担者，其次是 DOE 和 DOD。NSF、DOD 和 DOE 分别将其获得资助总额的 60%、57% 和 48% 投资于基础研究。NNI 希望借助基础研究获得一些新发现，以推动未来创新。

NSF：资助方向主要包括生物技术、可持续纳米制造、纳米电子学（包括半导体和未来计算范式）、纳米传感器和水可持续性等方面的基础研究。重点关注：可以增进对构成细胞核和控制细胞功能的纳米机器的理解的研究，以进一步了解生命规则；提升 NSF 在与合成生物学和合成细胞相关的纳米生物技术能力；开发与数字化、生物技术、人工智能和认知科学融合的新纳米制造方法；发现和使用新颖的纳米制造工艺和创新概念生产新的材料、设备、系统和架构；使用纳米技术和纳米材料构建更灵敏、更具特异性和适应性的传感器，以及开发可以检测工程纳米材料整个生命周期性能指标的新型传感器，以评估其潜在影响；利用工程纳米材料和系统的独特特性增加水的可用性，提高供水效率，并

实现下一代水监测系统。

NIH: 基础研究主要致力于推动基于纳米技术的新医学诊断、治疗和疫苗的研发。国家癌症研究所 (NCI) 致力于理解纳米粒子设计规则及其在体内相互作用的机制, 以利用纳米技术解决与癌症相关的诊疗问题。国家过敏和传染病研究所 (NIAID) 支持使用纳米技术预防和治疗广泛的免疫和传染病的基础研究, 主要包括多项人类免疫缺陷病毒 (HIV) 疫苗基础研究和相关的纳米技术。国家牙科和颅面研究所 (NIDCR) 支持利用纳米技术作为工具来产生新的结构, 诱导生物组织的再生和修复, 利用可提前定义的动力学过程将生物分子输送到特定的生物组织, 控制其进一步的感染等。

DOD: 海军研究实验室 (NRL) 致力于结合纳米制造、生长以及定向的化学和生物组装技术开发新型纳米材料, 研究纳米结构的基本特性及其与环境的相互作用, 开发包括纠缠量子点、纳米光子系统、生物/无机人工酶等在内的纳米材料功能系统。海军研究办公室 (ONR) 支持生物纳米技术研究, 重点支持开发具有明确特性的分级生物材料制造技术, DNA 纳米技术及其在功能器件平台上的应用, 通过微生物实现材料的合成和图案化, 设计和制造生物启发的仿生材料和设备等。ONR 还利用纳米电子学计划促进并鼓励纳米科学领域的高风险创新研究, 使新电子设备能够通过合理的途径实现经典信息处理, 其尺寸/重量/功率或计算速度/算法优于最先进的技术, 或在固态电路中实现稳健的量子信息处理。2023 年, ONR 将推出“量子霸权计划: 随机二进制网络上的高效现实世界优化”计划, 重点关注使用硬件加速的真实随机比特生成的概率计算。陆军工程师研究与发展中心 (ERDC) 将调整量子材料的基础研究, 通过使用离子液体来实现门控量子自旋液体。国防高级研究计划局 (DARPA) 致力于支持对纳米界面形态和局部能量梯度在感知和恢

复形态和功能方面的作用研究，以调节自组装材料的形态，增强固态电池和腐蚀防护技术的持久性。

(2)应用/器件/系统。主要涉及纳米技术的相关设备和系统的研发，包括能解决传染病和其他健康需求的生物医学创新、基础材料、纳米级电子和光子设备、纳米制造、传感器，以及用于农业和太空探索的设备和系统等。其中 NIH 获得的资助最多，超过了 59%。

NIH: 致力于开发新的诊疗方法，主要包括诊疗的高灵敏度和多重检测能力，基于纳米技术的化学疗法及基因疗法和免疫疗法。国家过敏和传染病研究所致力于理解和关联亚单位疫苗上保守的冠状病毒表位的处理，以及设计的纳米颗粒与免疫原的关系；基于纳米技术的病毒和疾病的诊断、治疗和预防方法（疫苗）。国家牙科和颅面研究所致力于开发口腔生物装置技术，用于评估、监测和管理口腔健康；开发用于修复和更换牙科、口腔和颅面组织的高性能牙科材料；以及开发基于纳米技术的生物传感和基于牙科纳米材料的复合材料的临床相关标准。国家生物医学成像和生物工程研究所（NIBIB）致力于开发用于药物输送、成像、诊断和新型治疗的纳米颗粒，主要包括使用金属纳米粒子优化 X 射线荧光计算机断层扫描的灵敏度和图像分辨率；利用 3D 打印技术制备细胞水凝胶基质；开发超薄、轻型和可拉伸的生物相容纳米发电机，为植入式生物医学设备提供动力。

DOD: 海军研究实验室致力于开发用于超低功耗、超高速神经形态计算的光子耦合量子点激光器，连接和控制生物系统的新方法，开发具有特定尺寸的生物催化剂和化学催化剂的多尺度结构。2023 年将通过“电力电子项目”研究纳米粘土绝缘材料及其制造工艺、用于高频变压器的超顺磁纳米复合材料、新型铁氧体软纳米复合磁性材料和新型增材制造方法。陆军工程师研究与发展中心（ERDC）支持开发用于合理

设计高熵合金纳米材料的计算框架，以及通过热退火方式控制纳米材料微观结构的相关研究；向建筑材料中添加纳米材料并对纳米材料进行改性，以提高建筑材料的机械性能和耐久性；将 2D 打印纳米传感器集成到 3D 打印部件（包括无人机）中的新方法，以低成本检测环境条件（温度、湿度）和远程位置的气体检测，并研究石墨烯在水处理、多功能材料和传感器以及耐用涂层系统中的应用。

DOE: 节能与可再生能源办公室（EERE）致力于支持节能超精密微电子设备和系统的研发；利用纳米碳和纳米加工技术增强材料的导电性；苛刻的使用条件下材料的研发、演示和部署。化石能源和碳管理办公室（FECM）致力于开发高价值、煤衍生的固体碳产品/材料；纳米技术传感器和控制器，以开发自动化感知技术、数据集成工具和区块链技术。

美国国家航空航天局（NASA）: 致力于利用原子模拟和机器学习方法来设计、制造、测试用于高压输电的纳米材料及轻质的纳米复合电绝缘体，以实现月球上的高压电力传输；深空生物制造，并在恶劣的行星环境中整合资源进行回收；为电气化飞机设计和测试未来兆瓦级、高功率密度电机的各种系统级纳米技术组件。

美国农业部（USDA）国家粮食与农业研究院: 支持利用纳米技术解决农业和食品系统面临的一系列问题，如开发用于食品安全和智能精准农业的纳米技术传感器，提高农业水资源的质量和数量，延长食品保质期以最大限度地减少食品浪费和环境足迹，调查食品营养素对肠道微生物群的影响以改善健康。

NIST: 支持量子材料的设计和表征；研发可推进新量子材料发现的全新中子测量仪；利用激光快速测量单个分子的热力学性质，以了解生物分子和其他聚合物系统进行纳米孔生物检测的分子机制；开发纳米粒子跟踪方法和微流体测量设备，以表征复杂的脂质体产品、纳米塑料

和潜在的环境污染物；开发超分辨率光学显微镜的标准并对其进行校准，以提供定位测量的准确性；开发可以模拟人体的单器官和多器官微物理系统，以评估新药的疗效和毒性，改善临床结果的预测，并减少新疗法进入临床试验所需的动物实验数量；开发互补金属氧化物半导体生物电子设备，以实现不同空间尺度上生物标志物的多重测量。

应用/器件/系统的资助还包括与可持续纳米制造、纳米电子学（半导体和未来计算）、纳米传感器和水可持续性相关的应用、器件或系统研究。可持续制造支持在遵守安全性、可持续性和可扩展性的总体约束性原则的前提下，对产品、工具和工艺设计进行研究，以经济和可持续的方式将纳米级构建模块集成到复杂大型系统中的制造技术，将持续关注高性能碳基纳米材料、纤维素纳米材料、纳米生物制造和纳米模块系统及制造过程的建模和仿真。半导体领域将继续支持相关的项目，如“半导体合成生物学电路和信息存储通信”（SemiSynBio-III）及专注于芯片设计的人工智能的“实时机器学习”项目等，与开发硬件的相关机构合作，致力于“超越摩尔”的系统架构和相应的设备制造，开发人工智能相关软件等。在传感器和水领域，NSF 支持能为生物、化学和纳米级材料提供新型传感机制的材料和技术研究，包括用于纳米技术相关环境、健康和安全的传感器及高性能水处理系统。（张超星）

生物与医药农业

美国能源部资助生物防范研究虚拟环境计划

1月25日，美国能源部（DOE）宣布向生物防范研究提供1.05亿美元经费，支持加速“生物防范研究虚拟环境”（BRaVE）计划的研究。BRaVE计划将利用能源部在物理、计算和生命科学方面的独特能力和设施，支持美国的生物防范建设，以及应对未来大流行病和其他生物威

胁⁹。BRaVE 计划将聚焦 5 个重点领域，为能源部的生物防范和响应战略提供基础科学知识的支持。

1、实时破译病原体的出现、进化和宿主-病原体动力学。发现新的原理与现象，以支持开发了解复杂生物系统相互作用的新分析方法，这些相互作用对定义病原体-环境、病原体进化和宿主-病原体相互作用至关重要。

2、揭示跨生物尺度的分子相互作用，设计靶向干预措施。通过表征细胞内的分子并揭示其与细胞状态、宿主生理和环境因素的相互作用来了解复杂的生物网络，从而能快速设计出新的高效药物、疫苗和诊断模型。

3、阐明多尺度生态系统的复杂性，以建立稳健的流行病学模型。开发跨空间、时间和学科的高度集成方法，在经过验证的模型框架内捕获复杂和动态的生态系统相互作用，以及吸收实时异构数据流，用以了解和量化其对疾病的影响。

4、利用生物-非生物界面加速生物防范材料的设计、发现和制造。提高理解、预测和控制生物-非生物界面的能力，以开发新的生物防范技术，例如抗菌/抗病毒材料、用于实时病原体检测的可穿戴传感器和下一代个人防护装备等。

5、通过集成实验、计算和全球分布式数据来加强生物防范。通过将复杂的异构数据与自主实验、实时模拟相结合，开发用于模型开发的新计算框架，并设计用于保护和整理高质量数据和元数据的方法。（郑颖）

美国政府发布癌症登月计划新行动

美国总统拜登于 2022 年重新启动了“癌症登月计划”，并设置了目标：在未来 25 年内将癌症死亡率至少降低 50%，改善癌症患者及其

⁹ Department of Energy Announces \$105 Million for Research to Support the Biopreparedness Research Virtual Environment (BRaVE) Initiative. <https://www.energy.gov/science/articles/department-energy-announces-105-million-research-support-biopreparedness-research>

家庭的生活质量，最终终结我们目前已知的癌症。2月2日，美国政府再次发布了该计划的新行动¹⁰。

1、癌症内阁开展的新行动

(1) 美国国家癌症研究所 (NCI) 正在启动一项全新的公私伙伴关系计划“儿童癌症——研究、教育、护理和临床试验的数据集成 (CC-DIRECT)”，旨在为患有癌症的儿童、青少年和青年提供支持；为寻求信息和最佳护理的家庭提供“患者导航”支持；促进这些癌症患者参与研究；建立可移动使用、可共享和标准化的癌症健康记录。

(2) 美国卫生与公众服务部 (HHS) 下属的卫生资源和服务管理局将拨款 1000 万美元，在社区卫生中心与 NCI 指定的癌症中心之间建立联系，提高癌症筛查和早期检测在医疗服务不足社区中的可获得性。

(3) 美国 HHS 正在启动一个公私合作伙伴关系计划——国家创新加速器计划 CancerX，旨在促进抗击癌症过程中的创新。该计划将推进一系列工具的开发，如用于改善癌症患者护理协调和沟通的数字解决方案，帮助社区机构对接癌症患者的新软件技术，以及支持患者治疗后护理的新平台。

2、公共和私营部门开展的新行动

(1) 促进癌症预防。①国家少数民族质量论坛 (NMQF) 正在开展地方社区活动，包括发布新的在线网站，旨在提高对癌症差异的认识、促进癌症早期检测和治疗创新并增加面向患者和临床医生的资源，从而缩小在提供癌症护理方面的差距。NMQF 还提出了“癌症阶段转移倡议”，将癌症的诊断和治疗从晚期提前至早期，改善癌症护理并减少癌症死亡。②Supergoop 公司承诺向全美的学校和社区捐赠 SPF 级防晒霜，

¹⁰ FACT SHEET: On One Year Anniversary of Reignited Cancer Moonshot, Biden-Harris Administration Announces New Actions to End Cancer as We Know It. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/02/02/fact-sheet-on-one-year-anniversary-of-reignited-cancer-moonshot-biden-harris-administration-announces-new-actions-to-end-cancer-as-we-know-it/>

鼓励孩子们从小就开始保护皮肤。

(2) 为癌症患者和护理人员提供支持。①美国癌症协会和 Richard M. Schulze 家族基金会发起 1000 万美元的竞争性项目基金，以支持 5 个“美国癌症协会希望小屋”设施的维护、运营和建造。②“结直肠癌联盟”正在推出一个首创的综合支持中心 BlueHQ，为癌症患者、幸存者和护理人员提供应对结直肠癌的支持，包括提供与患者个人情况相匹配的信息和资源建议；帮助患者与有类似经历的病友建立联系；将可与护理人员和医疗保健提供者共享的预约信息、笔记或日志条目进行安全可靠地存储。③建立一个新联盟，开展全国宣传活动，将不同公私合作伙伴联合起来，以提高其对癌症的认识，并鼓励其采取行动，以解决农村患者社区获得医疗服务的障碍。

(3) 将癌症筛查推广到更多社区。①美国癌症预防基金会发起“早期检测=更好的结果”运动，以提高公众对癌症相关知识的了解，并完成推荐的癌症筛查。②西门子医疗致力于解决医疗服务不足地区癌症筛查缺乏的问题，计划通过提供乳腺 X 射线移动筛查卡车、配备负责操作筛查设备的专业技术人员以及辅助阅读 3D 检查结果的人工智能技术，来提高乳腺筛查的能力和覆盖度。

(4) 通过数据共享和扩大临床试验规模，推动癌症研究。①美国临床肿瘤学会的健康信息技术平台 CancerLinQ[®]与法国-美国 AI 生物技术公司 Owkin 联合发起了一项旨在改善转移性非小细胞肺癌 (NSCLC) 患者预后的倡议，计划利用 CancerLinQ[®]存储的癌症和血液疾病患者的电子健康记录 (EHR)，确定 NSCLC 患者对免疫治疗反应不佳的可能因素，从而实现为 NSCLC 患者定制医疗方案。②美国现代公司下设的“希望之轮”组织计划资助近 1500 万美元，以加速儿童癌症的研究和治疗。③Susan G. Komen 承诺提供经费资助，以改善乳腺癌患者的预后，

并扩大筛查和诊断服务，目前美国 26 家著名学术医疗机构的 48 个新研究项目已获得了 Komen 提供的 2170 万美元的资助。 (杨若南)

能源与资源环境

美国能源部资助推进增强型地热系统建设

2 月 8 日，美国能源部（DOE）宣布将提供 7400 万美元的资金用于测试增强型地热系统（EGS）的有效性和可扩展性的示范项目¹¹。DOE 希望通过该项投资的研究和开发结果将证明地热能的增长和最终潜力，为美国数千万家庭提供可靠、全天候的电力。这是 DOE 自“增强型地热系统攻关计划”启动以来首次为地热能提供的资助机会。该计划是 DOE “能源攻关计划”的一部分，旨在到 2035 年将地热能的成本降低 90%¹²，从而使地热能成为美国清洁、经济的能源选择之一，支持美国到 2035 年实现 100% 清洁电力和到 2050 年实现净零排放经济的目标。

此次资助的目标是在各种地质地层和地下条件下确定和开发 EGS 试点示范项目，聚焦 4 个研究主题。

1、EGS 近端。EGS 示范项目利用现有地热/热液开发附近的现有基础设施，展示具有立即发电的潜力。EGS 近端示范项目将表明，使用 EGS 增产方法可以将现有热液区或附近的低渗透或产量不足的井转变为高产、经济效益好的资产，目标是可持续地将现有储层的单井产量提高至少 5 兆瓦。

2、EGS 绿地模式。在没有现有地热开发但具有近期发电潜力的地点，可以开发沉积岩、火成岩或混合变质岩 EGS。EGS 绿地模式示范项目将针对目前没有地热开发但具有发电潜力的低渗透地热异常，选定

¹¹ Funding Notice: Enhanced Geothermal Systems (EGS) Pilot Demonstrations. <https://www.energy.gov/eere/geothermal/funding-notice-enhanced-geothermal-systems-egs-pilot-demonstrations>

¹² Biden-Harris Administration Announces \$74 Million to Advance Enhanced Geothermal Systems. <https://www.energy.gov/articles/biden-harris-administration-announces-74-million-advance-enhanced-geothermal-systems>

的项目将继续在层间隔离和增产方面深入了解，以扩大 EGS 的规模，并确保其在整个美国的可行性。

3、超热/超临界 EGS。超热/超临界 EGS 示范项目位于特征良好的现有井和近期的电力生产潜力地区。超热/超临界示范项目将针对具有发电潜力的低渗透、超热/超临界 EGS 资源（375 °C），选定的项目将有助于加深对超高温环境下裂缝生成和可持续性控制机制的理解，并阐明储层渗透率、流体化学、温度和压力之间的关系。

4、美国东部地区 EGS。EGS 增产示范项目位于美国东部具有明确特征的现有井和近期具有电力和产热潜力的区域。美国东部的示范项目将针对美国东部具有发电和产热潜力的低渗透、高温地热异常，选定的项目将进一步了解 EGS 在美国东部地区的可行性，特别是在增产技术/方法方面。

（王立伟）

美国能源部投入 2.45 亿美元支持低碳能源及减排技术

近期，美国能源部（DOE）宣布多项资助信息，共计投入 2.452 亿美元，支持电池储能、生物能、化石燃料废物转化、碳捕集利用和封存（CCUS）等技术。

一、下一代储能。1 月 26 日，DOE 科学办公室宣布在“电池和储能能源创新中心”计划框架下投入 1.25 亿美元支持下一代电池储能技术基础研究¹³，以加速在交通和电力部门部署变革性储能技术。此次资助旨在开发超越当前商业电池（如锂离子或铅酸电池）的下一代电池，通过开展全球领先的科学研究解决该领域的科学优先事项。拟资助的项目应结合实验和理论，阐明将电能可逆电化学转化为化学能的科学原理。重点关注 DOE 基础能源科学研讨会《下一代电化学储能基础研究需求》

¹³ Department of Energy Announces \$125 Million for Research to Enable Next-Generation Batteries and Energy Storage. <https://www.energy.gov/science/articles/department-energy-announces-125-million-research-enable-next-generation-batteries>

报告¹⁴中提出的 5 个优先研究方向，包括：材料和化学的功能调控以实现储能的整体设计；跨时空尺度的复杂电子、电化学和物理现象研究；控制和利用在动态界面处形成的复杂相间区域；通过创新的物质组合（电极材料、电解质化学物质等）彻底改变储能性能；促进自修复并消除有害化学物质以延长使用寿命并提高安全性。

二、生物燃料和生物产品。2月8日，DOE 生物能源技术办公室宣布在“降低农业碳强度和保护藻类作物”资助框架下拨款 2550 万美元¹⁵，用于可持续利用国内生物质和废物资源，如农业残留物和藻类，以生产低碳生物燃料和生物制品。“降低农业碳强度和保护藻类作物”将资助两个主题领域改善可持续生物质原料的生产，主要包括：

1、低碳强度原料的气候智能型农业。将投入 1550 万美元支持 3~4 个项目，关注技术主题包括：

(1) 利用农业废弃物生产低氯原料的气候智能型农业。该子主题领域的重点是评估气候智能型农业在降低用于生物燃料生产的碳强度方面的效力，项目侧重于优化农业残留物的数量或质量，预期技术包括：实施气候智能型农业，提高农业残留物的收获、收集和储存效率，与传统方法相比，降低原料生产周期的碳强度；开发模型用于评估收获和收集农业残留物的气候智能型农业的效益，为保持土壤碳水平和尽量减少温室气体排放（包括一氧化二氮）提供框架；从土壤碳水平和温室气体的角度阐释使用土壤改良剂对农业残留物数量和质量的影响。

(2) 提高土壤固碳水平和能源作物农业效益的生物炭策略。该子主题领域致力于开发新的工具、技术、模型和策略，以确定生物炭应用产生的农业效益。重点关注的技术方法包括：在多个地点进行研究，了

¹⁴ Basic Research Needs for Next Generation Electrical Energy Storage. https://science.osti.gov/-/media/bes/pdf/reports/2017/BRN_NGEES_rpt.pdf

¹⁵ DOE Announces \$25.5 Million to Improve Biofuels and Bioproducts. <https://www.energy.gov/eere/bioenergy/articles/doe-announces-255-million-improve-biofuels-and-bioproducts>

解不同类型的生物炭在不同土壤和环境中的农业和土壤碳效益；展示和部署多种工具（包括模型）和方法，以量化不同生物炭施用制度下的土壤固碳量；对这些项目中使用各种材料（如木质生物质、污泥、草本生物质、城市固体废物流）生产的生物炭进行特性描述，以确定能够在不同土壤类型中长期封存碳的关键特性。

2、藻类作物保护。将投入 1000 万美元支持 4~5 个项目，着重开发农作物保护藻类培养系统的方法和策略。开发藻类作物保护策略的潜在方法包括：通过定向进化、基因改造或者育种开发抗虫害菌株；确定感染的遗传标记，并将其作为成功缓解虫害战略的目标；改变池塘培养基的组成、减少培养时间或者使用添加剂等来减轻虫害；开发机械方法来保护作物，如清除或有选择地消灭害虫等；合理配置混养系统，提高藻类养殖的稳定性、适应性和效益；水/介质的回收/再利用以及与作物保护有关的回收策略；将多种作物保护方法整合成一个成功的栽培策略，类似农业中的综合虫害管理。

三、化石燃料废水再利用和煤基材料开发

1、化石燃料生产废水再利用。2月10日，DOE 宣布投入 1800 万美元¹⁶，支持开发油气生产相关废水的性能表征、处理和管理技术，以及燃煤发电设施相关的废水管理技术，实现废水的有效再利用，如用于灌溉非食用作物、制氢、含水层补充和恢复等，同时回收稀土元素等关键矿物资源。此次资助还涉及基础设施开发，以有效运输和处理废水，减少环境影响。

2、煤基高价值产品技术。2月16日，DOE 宣布将在“碳矿石加工计划”框架下，投入 600 万美元支持 6 个将煤转化为高价值石墨和碳金

¹⁶ DOE Announces Over \$18 Million Available to Treat Wastewater for Valued Uses and Recover Critical Minerals Needed for a Clean Energy Economy. <https://www.energy.gov/fecm/articles/doe-announces-over-18-million-available-treat-wastewater-valued-uses-and-recover>

属复合材料的项目¹⁷，以开发煤炭及其废料的创新用途。具体资助包括：用于储能的煤基超级电容器材料，将在实验室规模将煤转化为高性能超级电容器材料，并与商业材料比较以量化其性能；煤电化学转化制二维材料，将利用煤及煤废料开发石墨烯和碳量子点材料，并进一步开发利用纳米碳材料的储能装置，与商业超级电容器进行性能比较；煤制碳金属复合材料，将利用煤基纳米石墨或石墨烯制备用于电动机的碳金属复合材料，显著提高电动机效率；煤基石墨烯-铜纳米复合材料的喷雾沉积，将优化喷雾沉积技术以合成均匀分布石墨烯颗粒的高性能铜基纳米复合材料，有望提供更强的电/热传导性、强度和耐温性能；用于高性能散热器的煤基碳金属复合材料的实验室规模增材制造，将开发一种实验室规模的增材制造工艺，以生产具有高散热率和低热应力的碳-铜复合材料，并示范在电气应用中按需制造高性能热管理设备的潜力；用于工业应用的煤制石墨烯材料，利用次烟煤制备石墨烯和石墨烯纳米片，用于锂离子电池负极和混凝土添加剂。

四、CCUS 技术。2月21日，DOE宣布投入270万美元支持5个项目¹⁸，以加快部署碳捕集和封存（CCS）技术。

1、碳封存技术。将资助3个项目：为海中玄武岩碳封存的储层选择、二氧化碳输送、注入和监测提供详细的解决方案；开发一个低成本监测系统，包括地球物理监测和自动一致性评估；将利用先进技术和创新的技术工作流程，为枯竭气藏制定二氧化碳注入计划。

2、碳转化技术。将资助2个项目：利用3D打印技术生产水泥建筑材料，最大限度将二氧化碳扩散到结构中，并优化材料化学，在不影

¹⁷ DOE Invests \$6 Million to Develop Useful Products from Coal and Coal Wastes in Support of a Clean Energy Economy. <https://www.energy.gov/fecm/articles/doe-invests-6-million-develop-useful-products-coal-and-coal-wastes-support-clean>

¹⁸ DOE Invests \$2.7 Million in Carbon Capture and Storage Technologies, Working Alongside International Partners to Reduce Global Greenhouse Gas Emissions. <https://www.energy.gov/fecm/articles/doe-invests-27-million-carbon-capture-and-storage-technologies-working-alongside>

响混凝土强度和耐久性的情况下最大限度地提高碳封存能力；在二氧化碳排放源直接将二氧化碳转化为产品，如燃料、化学品、建筑材料。

五、小企业研发减排技术。2月22日，DOE宣布投入6800万美元支持54个小企业研发创新项目¹⁹，旨在开发气候研究工具和清洁能源转型相关先进材料和技术。

(1) 资助7个先进科学计算研究项目，包括2个主题：加快先进软件技术的部署；促进使用量子计算硬件的技术。

(2) 资助28个基础能源科学研究项目，包括10个主题：开发工具以整合和利用化学科学、地球科学和生物科学的复杂数据；用于测试超导波荡器磁体的低温箱；用于超导-射频和多束X射线自由电子激光器的高重复率样品输送系统；时间分辨圆二色超快光谱；高级电子显微镜的精确控制；脉冲和连续中子源散射测量技术改进；用于核应用的高性能材料；先进的地下能源技术，如地热能、二氧化碳地质封存、生物炭等；先进化石能源和碳管理技术；基础能源科学的技术转化。

(3) 资助12个生物与环境研究项目，包括5个主题：城市测量技术；系统生物学和生物能源的先进数据分析技术；生物能源相关微生物和植物系统的结构生物学工具；生物系统的生物成像技术；用于合成聚合物回收的生物方法和技术。

(4) 资助7个核物理项目，包括3个主题：核物理电子设计和制造；核物理加速器技术；核物理仪器、探测系统和技术。（岳芳 朱丹晨 郑颖）

¹⁹ U.S. Department of Energy Announces \$68 Million For Small Businesses Developing Technologies to Cut Emissions and Study Climate. <https://www.energy.gov/articles/us-department-energy-announces-68-million-small-businesses-developing-technologies-cut>

英国资助超 2 亿英镑助力交通运输脱碳

2 月,英国宣布为多个项目投入超 2 亿英镑以实现交通运输业减排。

1、建立净零交通研究中心。2 月 2 日,英国国家科研与创新署(UKRI)宣布提供 1000 万英镑(约合 8555 万元人民币)建立净零交通研究中心²⁰,该中心将重点关注:

(1) 构建交通基础设施韧性解决方案:重新思考现有的交通基础设施,以减少排放并提高抵御能力;发展新的低碳、韧性交通基础设施。

(2) 改变城市交通基础设施面貌:增强安全性;减少浪费;提高回收利用率;增加使用率;改善空气质量;保护生物多样性;实现经济增长;实现环境净收益。

(3) 研究气候变化对交通系统的影响:模拟当地气候和温度变化、海平面上升和极端天气事件对交通系统的影响,并提出有效缓解方案。

(4) 研究交通系统、基础设施、基础研究和政策扶持之间的相关性。

2、支持海事部门脱碳减排。2 月 6 日,英国交通部(DfT)宣布分别为零排放船舶的开发和清洁海事研究中心的成立提供 7700 万英镑和 740 万英镑,支持海事部门脱碳减排²¹。

(1) 开发零排放轮渡、邮轮和货船:开发电池动力船舶;开发使用氢或氨等低碳燃料的船舶;开发风力辅助渡轮等。

(2) 成立清洁海事研究中心:由英国各地的大学联合建立清洁海事研究中心,为清洁海事技术应用提供基础科学研究,支撑整个行业发展。

3、支持航空航天部门净零排放。2 月 7 日,英国商业、能源与产业战略部(BEIS)宣布资助 1.13 亿英镑用于开发电动飞机和氢动力飞

²⁰ Hub to prepare UK transport systems for low carbon future. <https://www.ukri.org/news/hub-to-prepare-uk-transport-systems-for-low-carbon-future/>

²¹ Major milestone in UK's race to net zero maritime with £77 million boost. <https://www.gov.uk/government/news/major-milestone-in-uks-race-to-net-zero-maritime-with-77-million-boost>

机等尖端新技术，支持航空业净零排放²²。

(1) 增强型电池系统：用于小型飞机的下一代先进轻量级电池；用于航空航天领域的动力电池系统原型；开发航空航天电动垂直起降系统等。

(2) 零排放液氢燃烧喷气发动机：开发氢发动机动力系统技术；开发液氢燃气轮机燃烧室元件和子系统架构；开发液氢燃气轮机关键技术和集成动力装置架构；开发液氢燃料供应系统等。 (汤匀)

欧盟宣布资助 25 亿欧元支持清洁能源技术示范应用

2 月，欧盟宣布资助 25.09 亿欧元（约合 188.49 亿元人民币）支持法国、丹麦和罗马尼亚清洁能源技术示范应用。

1、海上风电技术。2 月 13 日，欧盟宣布资助 20.8 亿欧元支持法国海上风电技术²³，到 2028 年在法国南部沿海建成该国首个漂浮式海上风电场。该风电场装机容量预计达到 230~270 兆瓦，风力发电产能将达到 1 太瓦时/年，每年将减少 43 万吨二氧化碳减排量。

2、制氢技术。2 月 15 日，欧盟宣布 1.7 亿欧元资助丹麦制氢技术²⁴，支持可再生能源电解制氢及其衍生物（如氨、甲醇等）技术。该计划将建造装机容量为 100~200 兆瓦的电解槽，实现在工业、交通和能源领域每年减少约 7 万吨二氧化碳减排量。

3、光伏技术。2 月 15 日，欧盟宣布资助 2.59 亿欧元支持罗马尼亚光伏技术²⁵，具体包括电池单元、光伏电池和电池面板的生产、组装和回收技术。 (汤匀)

²² Over £110 million to unlock zero emission guilt-free flights. <https://www.gov.uk/government/news/over-110-million-to-unlock-zero-emission-guilt-free-flights>

²³ State aid: Commission approves €2.08 billion French measure to support offshore wind energy generation. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_284

²⁴ State aid: Commission approves €170 million Danish scheme to support renewable hydrogen production. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_323

²⁵ State aid: Commission approves €259 million Romanian scheme under Recovery and Resilience Facility to support investments in batteries, photovoltaic cells and panels. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_23_902

英国 BEIS 资助绿色节能新技术开发

2月8日，英国商业、能源与产业战略部（BEIS）为下一代能源创新者提供了2400万英镑（约合2.05亿元人民币）资助²⁶，以推动英国实现净零排放。该资助将支持下一代能源创新者开发新技术，使英国工业脱碳，建立本土能源供应，并帮助英国为净零未来做好准备。

其中，1900万英镑用于资助英国企业家开发绿色节能新技术，共有37家中小企业和创业公司获得了资助。获得资助的项目包括：海上风力机器人检查员，将开发创新型高频无线充电器，为漂浮的海上风力自主“机器人”提供动力，支持其检查和维护海上风力场；太阳能建筑，将开发一种名为“太阳能方砖”的低成本建筑玻璃砖，使建筑物能够进行太阳能发电；海上风电通信，将开发5G浮动网络，实现海上高速、可靠的远程通信，帮助安装风电场；油井退役，将设计一种用于封堵油井的热管铣刀工具，以保障油气井可持续退役。

余下的500万英镑资助将于今年夏天启动，以帮助工业企业制定脱碳计划。（董利苹）

空间与海洋

欧盟“恢复我们的海洋和水域”使命资助20项新项目

2月17日，欧盟宣布为20项跨国项目提供1.17亿欧元（约合8.79亿元人民币）资助，以推动欧盟“恢复我们的海洋和水域”使命，助力实现其提出的保护和恢复生物多样性、减少污染，支持可持续蓝色经济的目标²⁷。这些项目由“地平线欧洲”计划资助，按领域可划分为7类。

²⁶ Next Generation Innovators Powering UK Towards Net Zero to Get £24 Million Cash Boost. <https://www.gov.uk/government/news/next-generation-innovators-powering-uk-towards-net-zero-to-get-24-million-cash-boost>

²⁷ EU Mission 'Restore our Ocean and Waters': 20 new projects to restore our blue Planet by 2030. https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/news/eu-mission-restore-our-ocean-and-waters-20-new-projects-restore-our-blue-planet-2030-2023-02-17_en

1、保护和恢复海洋与水域。①2 个项目的重点是改善海洋生态系统的环境状况：“共同打造有效且具有韧性的海洋保护区网络蓝图示范”（BLUE4ALL）项目将通过在 25 个地点和实验室实施有针对性的行动，实现对海洋保护区和海洋保护区网络有效且具有韧性的管理；“海洋森林沿海恢复：水下种植社会生态”（OCEAN CITIZEN）项目测试以强有力的生态和社会联系为基础的先进恢复项目，将为“海洋园丁”奠定基础，其专业知识将应用于渔业和水产养殖业的生态工程方法，并加强海洋生境的碳封存。②部分项目针对具体的海洋盆地：“恢复多瑙河盆地水域，造福山地和沿海生态系统及其人口”（DANUBE4all）项目将测试和展示基于自然的解决方案，以提高河流和洪泛平原的自由流动状态，减少洪水和干旱风险，并支持生境的连续性；“多瑙河地区水域灯塔行动”（DALIA）计划将提供一项有助于支撑决策过程的工具，以推动淡水生态系统保护和生态系统连通性，并根据《水框架指令》的实施情况加强对当地社会和生态系统的保护，使其免受极端事件和污染的威胁；“用于北极大西洋盆地的沿海气候韧性和海洋恢复工具”（CLIMAREST）项目将开发基于自然的恢复场景，覆盖范围从北部的北极斯瓦尔巴群岛（北纬 79°）延伸至南部的马德拉群岛（北纬 33°）；“通过变革性创新恢复海洋和沿海生态系统并提高气候适应力的大西洋-北极跨部门合作蓝图”（A-AAGORA）项目侧重于基于自然的解决方案，以提高对气候变化的抵御能力，并减轻其在沿海地区的影响。

2、防治污染。“通过部署塑料垃圾鉴别和预防途径，为海洋的未来共同创造强有力的补救措施”（REMEDIES）项目将通过绘制 170 平方千米的塑料垃圾分布图，监测、采集和鉴别塑料垃圾，防止不可降解塑料的分布；“地中海地区可扩展的全周期海洋垃圾治理：机器人和参与式解决方案”（SEACLEAR2.0）项目涉及海洋垃圾的整个循环周期，将

机器人和公民参与手段相结合。

3、支持可持续蓝色经济。“多用途场景实现中的近海低营养水产养殖”（OLAMUR）和“风电场和海洋空间恢复中的可循环低营养近海水产养殖”（ULTFARMS）项目在波罗的海和北海开发了数个试点项目，以测试低影响海洋水产养殖和海洋空间多重用途的解决方案。

4、开发欧洲数字孪生海洋。数字孪生海洋通过提供大量数据、模型和人工智能，可复制海洋系统的特征和行为，包括洋流与海浪、海洋生物与人类活动，将帮助科学家和决策者测试不同的情景，设计最有效的方式恢复海洋和沿海生境，支持可持续蓝色经济并适应不断变化的气候。“欧洲数字孪生海洋的底层模型-EDITO 模型实验室”（EDITO-Model Lab）和“用于欧洲数字孪生海洋的欧盟公共基础设施”（EDITO-INFRA）项目将开发欧盟数字孪生的公共基础设施，将哥白尼海洋服务和欧洲海洋观测数据网络等关键服务合并，整合为可扩展的数字框架，为下一代欧盟数字海洋模型奠定基础。

5、支持公民和重要伙伴参与。“海洋和水域中的未来生活”（FLOW）项目将帮助年轻一代共同拥有、共同实施和共同承担恢复海洋和水域的行动；“通过扩大公民科学实现水资源管理的社会转型”（OTTERS）项目将促进并扩大海洋和淡水领域的公民科学倡议；“加强塑料海盗公民科学倡议”（Plastic Pirate）旨在向欧盟成员国和“地平线欧洲”相关国家推广成功的公民科学倡议“塑料海盗-欧洲加油”（Plastic Pirates – Go Europe!），从而提高公民认识。

6、为大型创新项目“灯塔”提供支撑。“利用多瑙河灯塔实验室开展基于生态系统的治理以推动可持续创新进程”（EcoDaLLi）旨在对多瑙河治理结构中的创新型解决方案进行整合，以推动多瑙河盆地及其三角洲的生态恢复和保护；“设立协调中心以支持在大西洋和北极盆地实

施“恢复我们的海洋和水域”使命”（BlueMissionAA）将注重海洋和沿海生态系统恢复和气候韧性；“关于协调并支持创新型生态系统，以实现一个健康无污染的地中海的灯塔项目”（BlueMissionMed）旨在部署变革性创新技术、社会、商业和治理解决方案，以确保到 2030 年将盆地水圈的污染减少 30%~50%；“为波罗的海和北海盆地实施‘到 2030 年恢复我们的海洋和水域’使命提供支撑”（BlueMissionBANOS）旨在通过 5 项创新和示范循环加快解决方案的部署，并制定一项连贯的监测框架评估“到 2030 年恢复我们的海洋和水域”使命。

7、为“恢复我们的海洋和水域”使命整体提供支撑。“为‘到 2030 年恢复我们的海洋和水域’使命提供研究和创新支撑”（PREP4BLUE）旨在推动“到 2030 年恢复我们的海洋和水域”使命第一阶段（2022~2025）的成功实施，通过制定协作式研发模式实现任务目标，并为激励和吸引公民和利益相关者参与奠定基础。（薛明媚 吴秀平）

设施与综合

美国能源部加速新兴技术创新

2 月 17 日，美国能源部（DOE）宣布拨款 8000 万美元用于“加速新兴技术创新研究计划”（Accelerate）²⁸。该计划将推动整个创新过程中的科学发现，将新颖的概念和方法整合到基础研究中，加速研究的创新过程，大幅缩短从发现到产品的时间，跨越新发现和应用研究与开发之间的“死亡之谷”，支持美国未来的经济和科学领导地位。该计划主要包括 4 个关键技术领域。

1、**计算与数据**。包括高性能计算、数据存储/管理/通信、人工智能

²⁸ Department of Energy Announces \$80 Million for Research to Accelerate Innovations in Emerging Technologies. <https://www.energy.gov/science/articles/department-energy-announces-80-million-research-accelerate-innovations-emerging>

和机器学习等。例如：基于计算建模、数据科学更好地理解和控制操作条件下的动态特性、行为和过程，加速向应用过渡；实现具有 6G 无线通信数据传输的下一代人工智能芯片处理器；对加速器和反应器进行多尺度/多物理学模拟，解决技术瓶颈问题等。

2、物质与工程。包括先进制造/机器人、微电子、传感器等。例如：实现下一代微电子技术，将新兴量子材料应用于计算和量子技术；实现科学基础设施的边缘计算或操作控制；实现在极端环境下对核聚变装置进行远程处理和操纵的下一代材料和传感器等。

3、生物学。包括生物技术、仿生工艺等。例如：加速生物仿生技术和能源等领域科学进步的成功转型；利用基于 DNA 或蛋白质的生物分子方法加速向纳米电子学转化等。

4、材料与化学。包括用于能源生产、存储、转换的材料以及化学工艺等。例如：加速有机和无机材料的商业化进程；解决燃料、工业化学品和材料产业化生产中的障碍，推动循环经济发展；新化学工艺用于远程处理、操纵和放大放射性同位素生产；促进聚变能源和等离子体所需的加热和电流驱动技术应用，加速实现下一代等离子体执行器；为基于高温超导体的聚变能源提供下一代磁体；实现下一代基于等离子体的半导体纳米加工技术等。

(冯瑞华)

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