

Science & Technology Frontiers

科技前沿快报

国家高端智库
中国科学院

2022年11月5日

本期要目

美英大力推进生物科技领域基础研究

美国商务部发布 500 亿美元芯片基金实施战略

美国推出国家生物技术和生物制造计划

美国 NASA 发布月球至火星载人深空探索战略目标

英国 STFC 公布 2022~2025 年战略执行计划

德国建立天体物理和化学转化两个大科学研究中心

2022年

总第 101 期

第 11 期

目 录

深度关注

美英大力推进生物科技领域基础研究	1
------------------------	---

基础前沿

美国能源部投入 4 亿美元支持能源科学前沿研究	7
美国能源部资助先进化学科学模拟软件开发	10

信息与材料制造

美国商务部发布 500 亿美元芯片基金实施战略	11
英国 UKRI 推动可持续智能工厂项目	13
美国国防部提升供应链韧性及传统制造	13
美国生物制造所推动生物工业制造技术创新	14

生物与医药农业

美国推出国家生物技术和生物制造计划	15
美国能源部宣布资助 1.78 亿美元研发生物能源技术	17
英国生物银行创建世界上最大的纵向影像数据集	18

能源与资源环境

美国能源部发布《工业脱碳路线图》	19
美国能源部部署地热、海上风能和工业供热三大攻关计划	24
美国能源部 71 亿美元支持清洁氢能技术发展	26
美国能源部推进电池回收和快速运行验证技术开发	29
美国能源部 5.4 亿美元推进清洁能源和低碳制造前沿研究	30
英国 UKRI 资助发展清洁交通	32
日本建立首个碳回收技术示范研究基地	33
英国 BEIS 资助下一代核技术开发	34
美国 EPA 发布 2023~2026 财年战略研究行动计划	34

空间与海洋

美国 NASA 发布月球至火星载人深空探索战略目标	37
---------------------------------	----

设施与综合

英国 STFC 公布 2022~2025 年战略执行计划	39
德国建立天体物理和化学转化两个大科学研究中心	43
美国能源部资助改进地球气候系统超级计算机模型	44

深度关注

美英大力推进生物科技领域基础研究

近年来，全球各国都十分重视生物科技的发展，大力投入以推进生物科技领域的基础研究。2022 年 9 月，美国国家科学基金会（NSF）和英国生物技术与生物科学研究理事会（BBSRC）分别资助 3000 万美元和 1900 万英镑，支持对生物科学基础问题的研究，从而驱动对基本生命规则的理解。

一、NSF 促进生物启发与生物工程系统的基础研究

9 月 19 日，NSF 宣布投资 3000 万美元，用于支持“新兴研究与创新前沿”（EFRI）计划中涉及工程类脑系统和创建安全与可持续工程生命系统的跨学科基础研究项目¹。共有 15 个项目分别获得 200 万美元为期 4 年的资助。

1、用于工程化节能电路和人工智能的脑启发动力学研究。15 个项目中，有 7 个属于该研究方向，它们将推动脑启发工程学习系统的发展，例如神经形态设备，可模拟生物智能的灵活性、稳健性和效率，并降低信息处理的能源成本。这些项目将促进对生物学习原理的理解，并有助于设计更好的算法、电路、网络和设备。研究主题包括理论神经科学、基于大脑的硬件设计和弹性自适应技术的算法学习。

（1）生物脑和人工脑中刺激序列的树突处理。斯坦福大学牵头，将利用来自大脑的灵感，包括使用神经科学家最近发现的树突学习，在神经科学理论和实验技术的指导下，对大脑的学习规则进行逆向工程。研究成果将用于 3D 打印的新型神经形态芯片中。

（2）学习电机动力学的神经启发、弹性闭环反馈控制。加州大学

¹ NSF invests in bio-inspired and bioengineered systems for artificial intelligence, infrastructure and health. <https://beta.nsf.gov/news/nsf-invests-bio-inspired-and-bioengineered-systems-artificial-intelligence-infrastructure-and>

圣地亚哥分校牵头，将解决脑机接口领域中一个尚未解决的关键挑战。其主要目标是应用最新的理论来理解生物运动控制，开发脑机接口解码策略以实现快速有效的持续学习，从而实现跨多种行为环境的稳定控制。

(3) 用于预测和自适应脑恢复与增强的光学神经协处理器。华盛顿大学牵头，旨在通过两个方面的创新来创造一个“大脑协处理器”：首先，根据从大脑收集的神经信号创建新算法，以提供更高的精度；其次，采用光学硬件，不仅可高速、低功耗地处理信息，还可通过利用大脑中的光控蛋白质直接与大脑交互。

(4) 人工智能中自适应和持续学习的睡眠依赖记忆巩固原理。加州大学圣地亚哥分校牵头，旨在将对睡眠的理解转化为对人工智能中持续学习、概括和知识转移所需的深度学习系统的改进。利用人工神经网络和蜜蜂大脑信息处理之间的结构相似性，该项目将在体内和生物物理硅模型中精细描述蜜蜂大脑的多相睡眠，以揭示睡眠在记忆巩固中作用的关键原则；应用这些结果来支持开发新的机器学习算法，以便在复杂和动态环境中进行适应性和持续的学习。

(5) 弹性自治系统中的快速上下文学习。康奈尔大学牵头，将从生物脑电路中提取的计算原则用于工作算法开发，并从这些算法中识别和分析核心计算主题，以便将来重新使用。该项目的总体目标是构建和部署具有高性能自主性的本地智能、节能和便携式边缘设备，即在次优和不可预测的现实条件下表现出有弹性和上下文感知的任务性能。

(6) 具有分层时间尺度和可塑性机制的无监督持续学习。西弗吉尼亚大学牵头，将研究在电鱼的小脑反馈通路中观察到的原理，这些原理是其神经网络不断塑造的驱动力，使其功能在不同的时间尺度上适应，并以多种速度学习和遗忘。这将实现持续学习新范式的转化发展，从而支持实时自主系统的弹性和终身学习达到新水平。

(7) 利用受皮层局部电路启发、基于原型的显著性，限制深度学习模型的假设空间。约翰霍普金斯大学牵头，将通过使用大脑的计算模型来帮助人工智能系统更有效地利用数据和电力，从而缩小自然智能和人工智能之间的差距。该项目的目标是创建一个混合架构，在此架构中，局部电路将执行一种注意力机制，为具有卷积架构的全局学习网络选择特征提供“门”或调制。

2、工程生活系统研究。有 8 个项目属于该研究，将着力研究提高安全性和可持续性的生命系统和技术，用以设计细胞、植物和其他生物。这些项目在自我复制、自我调节、自我修复和环境响应等新能力方面具有革命性的潜力。研究主题包括设计有弹性和可持续的建筑环境、为安全的建筑环境进行病原体监测，以及用于生态友好型供应和回收关键矿物、金属和元素的生物采矿。

(1) 用于建造和修复室外建筑环境的自主工程生活材料。华盛顿大学牵头，主要目标是开发能够自我强化/修复的低水化的工程生活系统 (ELiS)，创建具有生物维持功能和生物控制的水培 ELiS，以及使用增材制造技术来制造建筑环境的紧固件、接头和用于建筑环境的原型面板。该项目通过减少碳足迹（降低运输成本和绿色生产）和化学循环（蛋白质材料的化学回收）来实现更可持续建筑环境。

(2) 用于稀土元素生物开采的细菌-噬菌体混合系统。加州大学伯克利分校牵头，总体目标是探索综合生物采矿工艺的开发，以可持续地从国内矿石、矿藏和废料中提取、分离和浓缩稀土元素。研究的具体目标是：发现和设计可以键合和运输稀土元素的蛋白质；设计可键合稀土元素的噬菌体，用于选择性分离稀土元素；将工程菌种与噬菌体整合，构建混合稀土元素提取系统；调查上述稀土元素生物采矿新工艺的社会、经济、政治和环境影响。

(3) 生物膜功能化和维护的生活基础设施系统。蒙大拿州立大学牵头，通过使用被称为“生物膜”的固定微生物群落开发多功能且易于修复的基础设施材料。具体目标包括：结构优化基础设施材料，通过工程生命系统（即生物膜）实现功能化和按需修复；通过可更换的活体处理墨盒和将生物膜永久集成到基础设施中来提供功能上的灵活性；识别并解决可能阻碍采用工程化、生活化基础设施材料的文化、社会和经济挑战。

(4) 火星风化层微生物催化土壤形成的生物风化动力学和生态生理学。亚利桑那州立大学牵头，总体目标是探索微生物催化土壤生成过程的开发和实施，以从火星风化层中去除高氯酸盐，同时产生含有支持植物生长和栽培所需的有机碳和无机养分的土壤。为推进这一目标，项目团队将研究如何通过选定的微生物群落调整火星土壤模拟物的生物风化作用，以产生可支持火星上植物生长和作物种植的土壤。

(5) 开发益生菌干预措施以减少建筑环境中病原体的出现和持续存在。加州大学圣地亚哥分校牵头，目标是对芽孢杆菌菌株进行生存和病原体排除的工程设计，并将其部署到多孔建筑材料中。研究团队将部署一个迭代过程：在不同表面材料上对芽孢杆菌-病原体竞争进行生化建模；对枯草芽孢杆菌菌株进行基因操作以提高其活性和持久性；将菌株整合到复合材料中将有助于开发最佳菌株结构。

(6) 用于实时监测废水中病原体的活微生物传感器。莱斯大学牵头，目标是开发能够持续监测废水中是否存在 SARS-CoV-2 的活体传感器。具体包括：建立可以直接检测 SARS-CoV-2 刺突蛋白等大分子的工程微生物方法；开发可扩展的方法将工程微生物加工成功能性生物杂交材料；设计能够放大电活性微生物传递的电子信号的紧凑型低功耗设备。

(7) 机械自适应活结构材料。康奈尔大学牵头，提高可持续隔热材料的性能。具体包括：多尺度建模；使用现有的可持续建筑材料（大

麻混凝土) 制造机械敏感生物试验台; 分析活体建筑材料的法律影响。

(8) 用于可持续稀土金属回收的三维可打印生物反应器。德克萨斯大学奥斯汀分校牵头, 目标是创建封装的工程细菌的 3D 打印组件, 这些组件将能够以环保的方式从矿石和工业废品(如粉煤灰)中选择性地提取稀土元素。具体包括: 开发可产生生物分子的微生物培养物, 加强对稀土元素的提取和分离; 开发智能的生物液滴结构, 增强镧系元素的运输和浓度; 开发用于功能结构化、细菌包裹的液滴的高通量印刷方法; 将所需的生物反应器液滴结构整合到膜生物反应器中, 以实现可持续的稀土元素回收。

二、BBSRC 加强对基本生命规则的探索

9 月 22 日, 英国生物技术与生物科学研究理事会(BBSRC)宣布将为 5 个项目提供 1900 万英镑的资助², 以支持开展解决生物科学基础问题的研发工作。这次资助旨在: 确定专门的核糖体如何调节基因表达, 以深入了解某些癌症和其他核糖体相关疾病中的转译如何出错; 发现和改进新的塑料降解酶, 以提高回收塑料废物的能力; 了解细菌免疫系统的工作原理, 以揭示如何在对抗抗微生物耐药性的斗争中利用自然基因组防御系统的组合; 确定如何使用光来催化酶促反应, 酶促反应可用于合成热活化酶无法合成的新产品, 例如燃料和其他高价值化学品; 了解古老的通用膜修复系统如何运作, 以改进细菌在工业生物技术中的使用。

(1) 专门的核糖体。该项目将使用机器学习方法将比较基因组学、核糖体分析、结构质谱、冷冻电子显微镜、生物纳米技术等一系列尖端技术生成的数据, 整合到 4 个主要的真核生物模型(真菌、昆虫、植物和人类)中。这将使破译“核糖体代码”成为可能, 从而深入了解“核糖体病”和某些癌症的转译如何出错; 还可能揭示操纵蛋白质组的新途

² £19 million to investigate bold ideas in bioscience research. <https://www.ukri.org/news/19-million-to-investigate-bold-ideas-in-bioscience-research/>

径，从而扩展未来工程生物学方法的工具包。

(2) 酶促光催化。结合最先进的生物物理、计算和蛋白质工程方法，该项目将采用设计-构建-评估-学习的循环方法来发现光生物催化的通用原则。这将对现有光酶的功能提供新的基础知识，同时为开发全新的天然含黄素光催化剂开辟道路。从长远来看，这些工程光催化剂可用于合成热激活酶无法合成的新产品，例如燃料和其他高价值化学品。

(3) 多层细菌基因组防御。该项目旨在从分子到种群的范围，更广泛地理解多层细菌基因组防御系统。研究团队将使用生物信息学、生物物理和分子生物学方法，了解基因组防御系统之间的相互作用是如何保护细菌免受感染的，并将结合实验进化和数学建模来确定多层防御系统如何塑造细菌基因组和可移动遗传元件进化。该项目产生的知识有可能揭示出天然基因组防御系统的组合如何在抵御抗微生物耐药性（AMR）的过程中发挥作用。此外，这些组合可以在实验室中进一步完善，以生产新一代的基因组编辑工具，用于广泛的工程生物学应用。

(4) 新型塑料降解酶。目前已知的天然塑料降解酶非常少，而且这些酶的效率相对较低，不能降解所有类型的塑料污染物。该项目旨在通过采用计算和蛋白质工程相结合的方法，发现新的塑料降解酶并提高其催化能力来解决这些限制。在发现和定向进化新型酶的通用方法的同时，利用这些方法来生产改进的塑料降解酶。从长远来看，这些新型塑料降解酶可以提高回收塑料垃圾的能力，为英国的净零目标作出贡献。

(5) 了解古老的通用膜效应器。该项目旨在利用生物信息学、微生物遗传学和先进的生物物理学方法，对与临床和工业相关的微生物中的 IM30 系统进行功能表征。这将有助于确定 IM30 蛋白如何在进化趋异生物体中免受保护膜损伤，从而揭示强大细胞生命进化的早期步骤，以及对抗 AMR 方面的新途径。

(郑颖)

基础前沿

美国能源部投入 4 亿美元支持能源科学前沿研究

2022 年 10 月 4 日，美国能源部（DOE）宣布投入 4 亿美元基础研究经费³，以支持 DOE 清洁能源、经济发展和国家安全目标。该项资金将推进 DOE 科学办公室在基础能源科学、生物和环境研究、核物理等方面的科学研究。

1、先进科学计算研究。先进科学计算研究的任务是推动应用数学和计算机科学的发展；提供最复杂的计算科学应用；提升先进的网络和计算能力；与包括美国工业界在内的研究界合作开发用于科学和工程的下一代计算硬件和软件工具。优先研究事项包括：开发数学模型、方法和算法，以准确描述和预测涉及跨越不同时间或空间尺度过程的复杂系统的行为；完成超大规模计算系统的设计和开发及其在科研上的高效使用；将大量来自实验和模拟的数据转化为科研成果；开发和提供最前沿的计算、网络和协作工具与设施。涉及交叉研究领域包括应用数学、计算机科学、先进的计算技术。

2、基础能源科学。基础能源科学的任务是支持基础研究，了解、预测并最终在电子、原子和分子水平调控物质和能量。优先研究事项包括：在清洁能源的基础科学方面，加深对清洁能源的了解和强化科学基础，包括电能和热能储存、二氧化碳的直接空气捕集；氢气的生产、储存和使用；太阳能转化为电能和燃料；地下科学。在关键材料/矿物方面，了解稀土和铂族元素的基本特性，以改进分离和提取过程，设计开发关键材料的替代品。在制造领域基础科学方面，了解可循环、清洁和可扩展的合成、加工和制造的基础化学和材料工艺；推进表征与多尺度

³ DOE Announces \$400 Million in Research Funding to Advance Scientific Frontiers. <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-400-million-research-funding-advance-scientific-frontiers>

模型和工具开发；在设计材料、工艺和产品时考虑功能和用途。在人工智能和机器学习方面，推进数据科学与人工智能和机器学习的方法和使用以加速基础研究。在量子信息科学方面，推动对可用于量子信息科学系统中的量子现象的理解，同时推动量子计算在化学和材料科学研究中的应用。涉及交叉研究领域包括材料化学、生物分子材料、合成与加工科学、凝聚态物理、材料的物理行为、机械行为与辐射效应、X 射线散射、中子散射、电子和扫描探针显微镜、光学科学、气相物理化学、计算与理论化学、界面分子科学、催化科学、分离科学、地球科学、光合作用系统、物理生物科学、加速器和探测器研究。

3、生物和环境研究。生物与环境研究的任务是支持革命性科学和科学用户设施，以实现清洁和气候创新的复杂生物、地球和环境系统的预测性理解。涉及交叉研究领域包括生物系统科学、地球与环境系统科学。

4、聚变能源科学。聚变能源科学的任务是增加对极高温度和密度物质的基本理解，并建立开发聚变能源所需的科学基础。这是通过对等离子体、物质的第四态以及它如何与周围环境相互作用展开研究来实现的。优先研究事项包括：解决聚变试验工厂设计所需的科学和技术；支持专注于基础和低温等离子体科学（应用于微电子学）和实验室高能量密度等离子体前沿研究的等离子体科学；投资于包括人工智能和机器学习、改变先进制造业的基础科学和量子信息科学在内的转型技术。涉及交叉研究领域包括燃烧等离子体科学、先进托卡马克、球形托卡马克、长脉冲托卡马克、长脉冲材料、等离子体科学与技术、基础理论与模拟。

5、高能物理。高能物理的任务是通过发现物质和能量的基本成分，探索它们之间的相互作用，以及探索空间和时间的基本性质，理解宇宙在最基本层面上的内在运行。重点关注 3 个实验科学前沿：能量前沿，使用强大的加速器创造新粒子，揭示其相互作用，并研究基本力；强度

前沿，利用强粒子束和高灵敏度探测器寻找替代路径，通过研究自然界中很少发生的事件来研究基本力和粒子相互作用，并对这些现象进行精确测量；宇宙前沿，通过非加速器实验观察宇宙并探测宇宙粒子，对自然现象进行测量，可以提供关于宇宙加速本质的信息，包括暗能量和宇宙微波背景，寻找暗物质粒子，研究物质和能量对宇宙的影响。涉及交叉研究领域包括理论粒子物理学、高能物理理论研究、高能物理计算研究、加速器科学和技术的研究和开发、探测器研发、高能物理研究的量子信息科学。

6、核物理。核物理的任务是探索宇宙中的永恒谜团，即物质的本质：它的基本成分、它们如何相互作用形成元素和观察到的特性。尽管构成核物质的基本粒子——夸克和胶子目前已经可以很好地理解，但它们是如何相互作用和结合形成今天宇宙中所观察到的不同类型的物质，以及在宇宙演化过程中是如何形成的，在很大程度上仍然是未知。优先研究事项包括：探索质子的质量和自旋是如何在质子内部动态产生；探索夸克和胶子的约束机制；探寻新的奇异粒子和自然对称性破缺机制；了解核子（质子和中子）如何结合形成原子核，以及自然界中核存在的极限；自宇宙起源以来，重核是如何出现的，它们是如何在宇宙中形成的；研究多体系统中强大力量的本质；建立空间、能源和研究的高级核数据；寻找未发现的核物质形式；设计、建设和运行国家科学用户设施，开发新型探测器和加速器仪器。涉及交叉研究领域包括中能核物理学、重离子核物理学、核结构与核天体物理学、核数据管理、核物理学计算、核物理加速器研发、量子信息科学。

7、同位素研发和生产。同位素研发和生产的任务包括：生产或分配美国供应短缺或无法获得的稳定同位素和放射性同位素，并提供相关的同位素服务；保持特别研究团体对制造同位素所需的关键国家基础设施和核心能力的准备状态，并确保做好准备，应对国家紧急情况期间供

供应链的缺口；发展变革性同位素生产、分离和富集技术；培养独特的、具有世界领先核心竞争力的多元化、包容性的国内研究队伍；减少美国对外国同位素供应的依赖，构建强大的弹性供应链。涉及交叉研究领域包括同位素生产研究，同位素加工、提纯、分离和放射化学合成，生物示踪和成像，同位素浓缩技术，核与放射化学，核物理，加速器和反应堆科学，材料科学和工程，分离科学，核数据等。

8、加速器研发和生产。加速器研发和生产的任务是帮助协调科学加速器研发办公室，推动与 DOE、其他联邦机构和美国工业相关的加速器科学技术发展，促进加速器技术的应用，支持和发展一支技术熟练、多元化和包容性的劳动力队伍，并提供加速器设计和工程资源。优先研究事项包括：开发超导加速器系统：射频加速器和高磁场磁体，包括超导材料、工程和低温技术的研究；进行束物理和高保真计算机建模，以及先进的诊断和控制系统，包括理论和模拟，以精确建模下一代粒子加速器；能更好地诊断较复杂和自动化的控制系统；发展粒子对撞机束物理学，包括先进冷却技术等；开发更高亮度和更大电流的电子源、高强度的质子和离子源及更强大的兆瓦级目标，用于二次光束生产；开发高平均功率射频和超快激光源，包括功率处理设备的改进，如用于射频系统的波导窗和耦合器，以及用于激光系统的高功率光学和涂层；进行加速器科学技术的高风险高回报研究，包括新粒子源、先进束流动力学、新加速技术和下一代材料。 (汤匀)

美国能源部资助先进化学科学模拟软件开发

2022 年 7 月，美国能源部（DOE）宣布为 8 个研究项目提供 1830 万美元资助，推进化学科学复杂建模和模拟软件的开发。选定的项目将改善或替换现有的计算化学软件，使之与超大规模计算平台相匹配，从

而极大地提高化学系统和过程模拟能力。超大规模模拟计算软件将助力解决对清洁能源非常重要的科学难题，包括二氧化碳还原、催化、生化能源转换以及清洁和可持续制造等⁴。

资助的 8 个项目包括：针对生物分子系统中能量传导的多尺度仿真软件，芝加哥大学牵头；溶液和界面化学，普林斯顿大学牵头；面向聚合物循环催化的百亿亿次级多参数波函数理论方法，芝加哥大学牵头；用于催化和界面现象的百亿亿次级软件，艾姆斯实验室牵头；极端尺度下的量子模拟——基于第一原理的反应动力学，乔治亚技术研究公司牵头；分子极化系统的多体方法、光谱和动力学，西北太平洋国家实验室牵头；基于从头算计算密度矩阵动力学的自旋选择性光催化和量子输运，加利福尼亚大学牵头；复杂环境中的多尺度核电子轨道量子动力学，耶鲁大学牵头。

（王立娜）

信息与材料制造

美国商务部发布 500 亿美元芯片基金实施战略

美国《芯片与科学法案》提出通过商务部“美国芯片基金（CHIPS for America Fund）”投资 500 亿美元，振兴美国半导体产业，保护国家和经济安全，维护美国在未来行业中的领导地位。2022 年 9 月 6 日，美国商务部发布《美国芯片基金实施战略》⁵，提出了相应的战略目标、资助计划、项目申请原则。

1、战略目标。“美国芯片基金”具有四大战略目标，包括：在美国建立和扩大先进半导体生产，尤其是具有重要战略作用的先进半导体芯片；构建充足稳定的成熟节点半导体供应链，确保为国家和关键制

⁴ Department of Energy Announces \$18.3 Million for Research to Develop Advanced Chemical Sciences Simulation and Modeling Capabilities. <https://www.energy.gov/science/articles/department-energy-announces-183-million-research-develop-advanced-chemical>

⁵ A Strategy for the CHIPS for America Fund. <https://www.nist.gov/chips/implementation-strategy>

制造业提供充足、可持续和安全的芯片，保护美国国家和经济安全；加强半导体技术研发，推动下一代关键微电子技术、应用和行业发展，保持美国在未来行业中的领导地位；培养多样化的半导体人才队伍，建立强大的半导体行业社区。

2、资助计划。美国商务部计划通过在国家标准与技术研究院（NIST）新设立芯片计划办公室（CPO）和芯片研发办公室来实施芯片计划，主要资助三大研发计划。

（1）大力发展先进逻辑和内存芯片制造业。该计划资助额度预计约占美国芯片资金的四分之三，约 280 亿美元，主要用于建立需要当今最复杂工艺的先进逻辑和存储芯片生产能力，建造或扩建半导体制造设施，制造、包装、组装和测试关键逻辑和存储芯片，特别关注涉及多条高成本生产线和相关供应商生态系统的项目。

（2）扩大成熟和最新一代芯片、新技术和特殊技术、行业供应商的制造能力。该计划资助额度预计约占美国芯片资金的四分之一，约 100 亿美元，主要用于增加一系列工艺节点的半导体生产能力，包括用于汽车、信息和通信技术、医疗设备等国防和关键商业领域的芯片，主要资助方向包括：建造或扩建用于制造、封装、组装和测试成熟和最新一代半导体的设施，包括所有类型的逻辑、存储、分立、模拟和光电子芯片；生产新技术或特殊技术的设施，如先进模拟芯片、抗辐射芯片、复合半导体或新兴技术；制造半导体制造设备和材料的设施；助力生产效率提高的晶圆厂设备升级等。

（3）加强和提升美国研发领导力。该计划将投资 110 亿美元资助国家半导体技术中心（NSTC）、国家先进封装制造计划（NAPMP）、三家新的制造业美国（Manufacturing USA）研究所、NIST 计量研发项目，旨在为美国的半导体生态系统创建一个动态的创新网络。 （王立娜）

英国 UKRI 推动可持续智能工厂项目

2022 年 10 月 7 日，英国国家科研与创新署（UKRI）向“让制造更智能”的可持续智能工厂项目提供总计 1400 万英镑（约合 1.15 亿元人民币）资金⁶，旨在支持使用工业物联网、人工智能、机器学习等一系列数字创新技术，提高食品、航空航天、钢铁等多个行业制造过程的可持续性，优化能源和关键资源的消耗、效率、回收和再利用，减少废弃物产生，实现可持续发展目标。这些项目主要可分为两类。

1、提高工艺过程的资源效率。例如，GKN 航空服务公司通过使用制造数据，优化工艺、提高一次成品率以及提供可视化信息，从而提高资源利用率。PragmatIC 半导体公司开发新型人工智能数据模型，并在整个制造过程中使用传感器，以优化能源和关键资源的消耗、质量、回收和再循环，提高半导体制造的产量。

2、提升废弃物利用率。例如 Topolytics 公司结合地图和机器学习等技术，旨在将废弃物系统转变为“高效材料供应链”，以便更容易识别和回收工业副产品或废物和消费后材料。Batch.works 公司通过集成人工智能，降低 3D 打印的失败率并使其要素过程自动化，以增加回收材料的利用率、提高资源效率和新产品的生命周期循环性。（董金鑫）

美国国防部提升供应链韧性及传统制造

2022 年 9 月 23 日，美国国防部（DOD）向“国防制造业社区支持计划”拨款约 3000 万美元⁷，旨在加快关键矿物的开发、提升网络安全、支持储能技术及微电子、半导体工艺研发，从而提升美国国内供应链韧

⁶ £14 million funding for sustainable smart factory projects. <https://www.ukri.org/news/14-million-funding-for-sustainable-smart-factory-projects/>

⁷ Department of Defense Approves \$30 Million in Grants Under Defense Manufacturing Community Support Program. <https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/3168912/department-of-defense-approves-30-million-in-grants-under-defense-manufacturing/>

性，减少原材料的对外依赖，建立强大的制造业合作伙伴关系，促进创新与竞争。

1、供应链建设方面。将加速在造船业供应链中采用工业 4.0 技术，提升工人的安全性；开展自动化技术、机器人技术和网络韧性方面研究，解决海上国防工业基础薄弱的问题，提高国防部供应链供评估能力和供应商匹配能力；在美国国内关键矿物供应链韧性建设上，将提取钽并加入铝合金供应链中，通过铸造、焊接及增材制造等支持国内制造；加快先进微电子技术研究与商业化，为小企业和供应链发展提供新的集成和可持续的服务。

2、传统制造升级方面。将启动铸造、锻造与储能卓越中心，通过引入新的产品、综合解决方案、创新制造技术，确保铸造和锻造行业具有更高的生产力、创新性，满足国防部需求；为枪支与弹药联合卓越中心提供支持，满足关键的先进制造技术需求，并建设技术驱动的市场情报生态系统。

（万勇）

美国生物制造所推动生物工业制造技术创新

2022 年 9 月 14 日，作为对美国关于《推进生物技术和生物制造创新以实现可持续、安全和安全的美国生物经济》行政命令响应，“制造业美国”创新网络的生物工业制造与设计生态系统研究所（BioMADE）宣布出资 2060 万美元⁸，推动生物制造产品生产实践、疫苗生产、劳动力培养等。

主要研究工作包括：开发先进的发酵罐设计与放大方法，用于不同的微生物菌株和工艺；推进合成生物产品的基准化开发；优化 β -甲基戊内酯的发酵与下游加工，用于生物衍生弹性体、泡沫和粘合剂等；通过细胞回收，探究提高发酵过程产量和细菌生物催化效率等。此外，还将

⁸ Live from the White House: BioMADE Announces 9 New Projects, \$20.6 Million, to Advance Bioindustrial Manufacturing Innovation and Education. <https://www.biomade.org/news/nine-new-projects>

开发创新型生物制造平台与技术，在美国国内实现冠状病毒检测与治疗用抗原的分布式制造；开发疫苗佐剂，实现中试生产。 (万勇)

生物与医药农业

美国推出国家生物技术和生物制造计划

2022年9月12日，美国总统拜登签署了一项启动“国家生物技术和生物制造计划”的行政命令，以促进美国生物技术创新、提升生物制造能力。9月14日，白宫主办国家生物技术和生物制造峰会，各政府部门和机构宣布投入20余亿美元推进该计划⁹，以实现降低产品价格、创造就业机会、增强供应链韧性及改善国民健康状况等目标。其中，涉及生命和健康领域的具体举措包括：

(1) 利用生物技术增强供应链韧性。卫生与公众服务部（HHS）将投资4000万美元，提高活性药物成分、抗生素以及基本药物和应对流行病药物生产所需的关键原材料等方面的生物制造能力。

(2) 提高国内生物制造能力。国防部（DOD）将在5年内投资10亿美元建设国家生物工业制造基础设施，以激励公私部门合作提高关键化学品等重要产品的制造能力。国防部还将额外投资2亿美元，以加强该设施的生物安全和网络安全体系建设。

(3) 推动全美各区域创新。国家科学基金会（NSF）推出一项全美区域创新引擎计划，支持药物制造等有关国家利益和经济发展的关键领域；能源部投入1.78亿美元，推进生物技术、生物制品和生物材料领域的创新研究。此外，商务部（DOC）经济发展局将通过“重建更好区域”挑战赛拨款超过2亿美元，振兴美国生物经济。同时，在部分州

⁹ THE WHITE HOUSE. FACT SHEET: The United States Announces New Investments and Resources to Advance President Biden's National Biotechnology and Biomanufacturing Initiative. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/09/14/fact-sheet-the-united-states-announces-new-investments-and-resources-to-advance-president-bidens-national-biotechnology-and-biomanufacturing-initiative/>.

通过推进区域生物技术和生物制造计划助力该区域生物经济发展。

(4) 助推生物制品的市场转化。美国生物制造创新研究所 (BioFabUSA)、生物工业制造与设计生态体系 (BioMADE) 和国家生物制药制造创新机构 (NIIMBL) 将扩大行业合作, 以加速再生医学、工业生物制造和生物制药的商业化。如 NIIMBL 将启动一项生物制造计划, 通过加强合作促进基因疗法等相关生物制造技术的转化; BioMADE 将支持建设区域公平发展枢纽, 在全国创造就业机会; BioFabUSA 正在建立美国首家将生物学与工程、自动化和计算相结合的工厂——BioFab 铸造厂, 用于制造临床前和早期临床产品。

(5) 培训下一代生物技术专家。国立卫生研究院 (NIH) 持续扩大 I-Corps 计划, 为生物技术领域研究人员提供创业培训; NIIMBL 与全国黑人工程师协会 (National Society for Black Engineers) 合作, 继续通过暑期沉浸式项目 (NIIMBL eXperience) 增加代表性不足学生与生物制药公司的联系, 并协助其打通生物技术领域职业发展通道。

(6) 推动监管创新, 以提高生物技术产品可及性。食品和药品监督管理局 (FDA) 率先通过改革监管科学、技术指南, 以及增加与新兴技术行业的沟通, 支持创新医疗产品等先进制造业的发展。NIH 的加速药物合作伙伴关系®定制基因治疗联盟将支持六项针对罕见病的新临床试验, 以简化其制造和相关监管框架。

(7) 推动生物经济的测量技术和标准开发。商务部计划 2023 年向国家标准与技术研究院 (NIST) 投资 1400 万美元, 开发生物经济相关的测量技术、测量标准和参考数据。

(8) 通过支持生物安全创新降低风险。能源部的国家核安全管理局计划投入 2000 万美元启动一项生物保障计划, 以提高美国预测、评估、识别及降低生物技术和生物制造风险的能力, 强调生物技术与生物

安全发展并重。

(9) 促进数据共享以推动生物经济。NIH 正通过“癌症登月计划”扩大其癌症研究数据生态系统，作为一项国家数据基础设施，旨在通过鼓励数据共享推动新疗法开发、实现癌症个体化治疗；农业部（USDA）与 NIH 合作，以实现贫困数据与癌症监测数据的结合；NSF 投入 2000 万美元推出生物科学数据中心新项目，支持针对较小尺度生命系统的研究，以开发新技术，生产农业、医学和健康等领域的产品以及相关原材料。

（许丽）

美国能源部宣布资助 1.78 亿美元研发生物能源技术

2022 年 9 月 13 日，美国能源部（DOE）宣布将拨款 1.78 亿美元用于生物能源研究，以推进可持续技术的突破，从而改善公众健康、助力应对气候变化，改善粮食和农业生产，并创建更具弹性的供应链¹⁰。这笔资金将用于支持生物能源作物、工业微生物和微生物组等尖端生物技术的研发。资助对象包括 37 个新技术项目，持续时间长达 5 年。其中 4700 万美元用于 2022 财年，其余几年的经费则取决于国会拨款。目标是将植物和微生物转化为生物能源并改善碳的储存，在拜登政府 2050 年碳净零经济目标中发挥关键作用。获得资助的生物技术领域有：

(1) 研究可再生生物能源和生物材料生产，以开发新的生物生产平台，包括系统生物学和合成生物学的研究，生物能源作物、工业微生物和藻类以及微生物群落的计算建模。资助金额为 9970 万美元。

(2) 用于生物能源的量子生物成像和传感，以开发最先进的仪器和生物传感器，推进与生物能源和环境研究相关的植物和微生物系统的研究。资助金额为 1800 万美元。

¹⁰ DOE Announces \$178 Million to Advance Bioenergy Technology. <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-178-million-advance-bioenergy-technology>

(3) 研究表征生物能源作物植物中的基因功能，以促进具有为生物能源和生物产品开发量身定制性状的新生物能源原料的开发。资助金额为 2740 万美元。

(4) 从基于陆地土壤和湿地的基因组学与系统生物学研究中的元素出发，了解微生物组在这些元素的生物地球化学循环中的作用。资助金额为 3300 万美元。

(郑颖 王立伟)

英国生物银行创建世界上最大的纵向影像数据集

2022 年 9 月 21 日，英国生物银行（UK Biobank）宣布了一个雄心勃勃的项目，将创建世界上最大的纵向成像数据集来评估疾病进展¹¹。该项目由英国医学研究理事会（MRC）、Calico 生命科学组织、陈·扎克伯格计划（CZI）共同资助，资助金额为 3000 万英镑（约合 2.46 亿元人民币）。

英国生物银行成像研究的第一阶段启始于 2014 年，已经从 5 万多名参与者中获取了磁共振成像数据，包括大脑、心脏和腹部的磁共振图像，以及骨密度和颈动脉超声扫描。这次资助的项目属于第二阶段的研究。该项目将对 6 万名英国生物样本库参与者进行一系列重复的成像扫描，为研究人员提供一套独特的纵向测量研究资源，以了解疾病中晚期的决定因素和进展。具体而言，是将从这一大群参与者中重复获取一组高解析的多器官图像，使研究人员能够评估随时间变化的生理学。

成像数据可以与英国生物样本库数据库中已提供给研究人员的大量表型和遗传数据相结合，促进他们对中晚期慢性疾病进展的理解，包括心血管和神经退行性疾病。重复成像对于研究痴呆等疾病特别有价值，它将有助于研究大脑结构和功能随时间的早期（包括症状前）变化与痴

¹¹ Creating the world's largest longitudinal medical imaging dataset. <https://www.ukri.org/news/creating-the-worlds-largest-longitudinal-medical-imaging-dataset/>

呆风险的关系。研究成果可以改善在症状出现之前的诊断，并使潜在疗法的早期干预成为可能。 (郑颖)

能源与资源环境

美国能源部发布《工业脱碳路线图》

2022年9月7日，美国能源部(DOE)发布《工业脱碳路线图》¹²，确定了减少美国制造业工业排放的4个关键途径及其研发和示范需求，针对5个碳密集型重点行业(钢铁、化工、食品、炼油和水泥)提出了到2050年实现净零排放的关键要点以及研发和示范行动计划，并为研发示范资助和政府及行业行动提出了6项行动建议。根据该路线图，DOE在同日发布了10.5亿美元的资助公告以支持工业减排技术研发，重点关注6个领域：化工脱碳；钢铁脱碳；粮食和饮料产品脱碳；水泥和混凝土脱碳；造纸与林木产品脱碳；交叉领域脱碳技术。

1、工业脱碳的4个关键路径

(1) 提高能效。该途径为短期脱碳解决方案的实施提供了最好的机遇，无需对工业过程进行重大改变，能够立即减少排放。关键目标包括：提高系统效率、工艺产量和热能回收；扩大能源管理；加大部署智能制造以降低能耗。

(2) 工业电气化。制造业用能中超过50%用于热处理，而其中只有不到5%实现了电气化。工业电气化包括过程热电气化或过程用氢电气化，关键目标包括：提高现有电气技术或混合系统的能源效率；创新的电气系统或混合系统；克服在基于化石燃料的现有工艺系统中实施电气化技术的经济障碍和技术障碍。

(3) 低碳燃料、原料和能源替代。该途径主要包括灵活燃料工艺、

¹² DOE Industrial Decarbonization Roadmap. <https://www.energy.gov/eere/doe-industrial-decarbonization-roadmap>

清洁氢燃料和原料、生物燃料和生物原料、核能、聚光太阳热能和地热能。

(4) 碳捕集、利用和封存 (CCUS)。前三个关键途径可先于 CCUS 部署，三者共可贡献约 40% 的目标碳减排。CCUS 可作为实现长期减排的最有力途径，其重点在于提高效率、经济可行性和安全性，催化剂和工艺设计改进对于提高效率、降低成本和减少材料消耗或废物产量至关重要。

通过上述关键途径，到 2050 年可使 5 个重点行业的碳排放减少 87%。要实现净零排放还需使用替代方法及负排放技术，主要包括：土地利用生态系统管理活动，如造林/再造林、使用生物炭、进行土壤碳管理等；结合碳捕集和封存的生物能源技术 (BECCS)、从空气中捕集二氧化碳 (直接空气碳捕集) 等。

2、重要行业实现净零排放的研发与示范行动计划

路线图提出了钢铁、化工、食品、炼油和水泥等 5 个碳密集型行业到 2050 年实现净零排放的研发与示范行动计划。

(1) 钢铁行业

短期 (2020~2025 年, 下同): 支持资金成本相对较低的解决方案, 如能效、能量管理和减少余热/余热回收解决方案; 实现向低碳燃料和工艺热解决方案的转型, 如再热炉和下游炉电气化、清洁氢用于工艺供热、生物燃料; 继续推进 CCUS 与难以减排的来源整合。

中期 (2025~2030 年, 下同): 探索继续提高材料效率和灵活性的途径, 包括再利用、回收利用和翻新; 投资低碳工艺改造路线, 如熔融氧化物电解、扩大感应电炉规模、清洁氢直接还原铁电弧炉; 扩展基础设施和整合能力及知识, 尽可能以最高效率和最佳经济效益捕集难减碳源的二氧化碳; 探索使用低碳、净零碳或负碳方法生产碳还原剂的创新途径, 例如使用清洁电力共电解二氧化碳和水生成合成气用于直接还原铁。

长期 (2030~2050 年, 下同): 推进模块化制造方法, 扩大市场规

模和占比；降低变革性炼钢方法的技术和经济挑战，加快开发进度；开发在现场或附近设施利用废气（氢气、一氧化碳、二氧化碳等）的其他途径，提高气体分离效率，显著降低其能源和资源需求，降低部署门槛。

（2）化工行业

短期：推动低成本解决方案的研发与验证，如能源/材料/系统效率、分离和干燥技术创新、传热效率、高碳能源向低碳能源转换、智能制造、低温工艺电气化；推进工艺用热脱碳，低温推进到中温，在适当的情况下以高温过程热为目标；研究行业如何与合作伙伴一同更有效地利用波动性能源和储能，开发和部署路线，实施能源转换和混合能源解决方案；开发更有效的制氢电解槽、化学过程、新型能量传输、创新分离技术；在有利的地点（如产业集群）进行试验，降低应用门槛；研究工艺整合，降低 CCUS 实施成本；推进低碳解决方案有效性、生命周期评估、系统效率和其他分析相关数据的存储、编目和可达性，以支持评估技术在减少能源使用、温室气体排放和产品碳含量方面的有效性；进行碳基化学品的生物制造，使用生物催化剂以显著减少工艺用热需求，并开发多种化学转化的集成工艺以减少反应容器；使用生物质和废物原料生产碳基化学品，降低石油投入，生产净排放或负排放化学品。

中期：支持使用低碳氢（如电解）生产氨、甲醇和塑料的研发与示范；支持利用电气化和低碳能源进行工艺和原料改造以及二氧化碳利用技术的研发与示范；启动示范与投资，支持变革性工艺技术，如复合膜；开发通过氢燃烧提供高温过程热的技术；研究快速扩大变革性技术规模的改进途径；支持研发与验证，持续推动提高工艺能源效率、消除浪费并降低产品碳含量；开发新型途径和反应器设计，扩展能够利用生物途径生产化学品的种类。

长期：支持研发与示范，发现能够实现变革性化学工艺的基础科学；

研究变革性技术的连接策略，以便与未来的基础设施无缝连接；预测前体、原料和材料的市场可用性；加深对快速扩展技术关键因素的理解，在其他方案不可行的情况下提高改进效率；研究具有性能优势的生物产品，其性能优于石油基产品，可减少材料总用量，大幅减少温室气体排放；开发更高效和强化的生物制造工艺设计，包括无细胞生物制品生产，实现连续生物化学生产工艺。

（3）食品饮料行业

短期：如有可能，开发电热烘箱、炸炉、锅炉等其他技术，尤其是在电价下降时；通过生命周期评估确定的方法和制造商之间的合作，减少整个供应链中食品浪费，如废物流再利用、源头减量、供应链可见性、加工和包装的改进等；投资智能制造战略，如系统优化、热系统整合和制冷优化；支持将低碳燃料和生物燃料用于食品制造原料的研发与示范，以减少排放；研发和示范将二氧化碳作为原料的技术，减少燃料燃烧和发酵过程中的排放，进一步挖掘 CCUS 的应用潜力。

中期：研发并示范更好地共享和存储低品位余热的方式，加强废物流再利用，包括废热；增强研发和示范自动化和模块化技术；增强对热泵的研发与示范，以回收和供应食品饮料制造过程中的工艺用热；通过替代包装和减少塑料废物等方法，促进回收和材料效率；推进对深冷分离、防结冰先进涂层、高级酶、低产乙醇酵母等潜在变革性技术的研发与示范；支持研发和示范可再生天然气、利用核能生产合成天然气以及将清洁氢用于中温工艺热。

长期：开发将清洁氢用于食品制造过程的技术；加深对快速推进变革性技术所需条件的理解；大规模整合新工艺、新燃料和新技术。

（4）炼油行业

短期：推动低成本解决方案的研发与验证，如能源/材料/系统效率、

蒸馏和分离技术创新、传热效率、高碳能源向低碳能源转换、低温过程电气化；通过进一步开发供应链数据、支持技术研发和示范部署、开发温室气体核算机制以提高低碳解决方案和供应链系统效率等方式，推进采用低温温室气体排放的替代燃料；研发和示范吸附剂、氧化脱硫和电化学脱硫，以推进零氢脱硫工艺；将无组织甲烷排放量降至近零水平；研究行业如何与合作伙伴一同更有效地利用波动性能源和储能，开发和部署路线，实施能源转换和混合能源解决方案；开发更有效的制氢电解槽、化学过程、新型能量传输、创新分离技术；在有利的地点（如产业集群）进行试验，降低应用门槛；开发热集成技术，降低 CCUS 实施成本。

中期：支持研发和示范电气化和低碳能源技术，以实现工艺和原料转化；支持研发和示范可再生能源和核能制氢工艺，以及用于液体燃料原料的碳捕集技术；开发使用氢燃烧提供高温工艺热的技术；研究快速扩展变革性技术的改进路线；支持研发和示范提高工艺能源效率、消除浪费和降低产品碳含量的技术。

长期：支持研发与示范，以实现到 2050 年用新的低碳方式生产液态烃燃料、润滑剂和其他炼油产品，从而实现炼油行业转型，如：以高效和高成本效益的方式将二氧化碳还原为可行的原料，以转化为符合现有基础设施和最终产品用途的烃类燃料和产品；应用先进核反应堆产生的高品位热能；研究与未来基础设施相符的变革性技术的连接策略，包括现有碳氢化合物管道、未来二氧化碳管道、脱碳电网和清洁氢的可用性；预测前体、原料和材料的市场可用性；加深对快速扩展技术关键因素的理解，在其他方案不可行的情况下提高效率。

（5）水泥行业

短期：支持利用低成本解决方案，如能效、能量管理和减少余热或余热回收技术；实现向低碳燃料和工艺热的转型，如使用清洁氢、生物

燃料；继续推进在难减排碳源整合 CCUS 技术，如在水泥厂进行燃烧后碳捕集的试点。

中期：探索继续提高材料效率和灵活性的途径，包括再利用、回收利用和翻新；投资低碳工艺改造和路线，如预热煅烧炉电气化、太阳能或核能供热，以及大规模使用氢作为燃料；扩大基础设施、集成能力和知识，以尽可能捕集、运输和再利用二氧化碳。

长期：开发减少浪费的方法，包括混凝土施工中使用循环经济方法、开发低碳胶结材料和天然辅助胶凝材料；干燥装置全面电气化，使用 100% 清洁能源，或大规模使用清洁氢作为替代燃料；开发利用二氧化碳的其他途径，包括全面部署新型碳捕集技术。（岳芳 裴惠娟）

美国能源部部署地热、海上风能和工业供热三大攻关计划

2022 年 9 月，美国能源部（DOE）在“能源攻关计划”¹³框架下相继部署三项领域攻关计划，加速推进地热能、海上风能和工业供热领域的清洁转型，助力实现净零目标。

1、增强型地热攻关计划。9 月 8 日，DOE 宣布推出“增强型地热攻关计划”（Enhanced Geothermal Shot）¹⁴，旨在到 2035 年将增强型地热（EGS）技术成本大幅降低 90% 至 45 美元/兆瓦时，使 EGS 成为美国广泛使用的可再生能源。该计划将加速 EGS 的研发和示范，包括推进当前在犹他州的旗舰示范项目“地热能研究前沿观测站”（FORGE），重点关注：降低钻井、水泥、套管和其他材料和设备的成本；开发先进工程技术，以加快钻井速度，加大井筒尺寸，并确保可在各区域钻探更

¹³ DOE 于 2021 年 6 月发起“能源攻关计划”（Energy Earthshots Initiative），旨在未来十年加速低成本可靠的清洁能源技术突破，随后陆续推出了氢能（本刊 2021 年第 7 期报道）、长时储能（本刊 2021 年第 9 期报道）和负碳（本刊 2021 年第 12 期报道）三个领域的攻关计划

¹⁴ DOE Launches New Energy Earthshot to Slash the Cost of Geothermal Power. <https://www.energy.gov/articles/doe-launches-new-energy-earthshot-slash-cost-geothermal-power>

多地热井；收集更多数据，以更好地了解地下情况，更准确地预测地热钻探的最佳位置；确保新储层和所有地热流体都处在特定地下区域。

2、浮动式海上风能攻关计划。9月15日，DOE宣布启动“浮动式海上风能攻关计划”（Floating Offshore Wind Shot）¹⁵，旨在通过推动美国在浮动式海上风电设计、开发和制造方面的领导地位，到2035年将海上风电成本降低70%以上，达到45美元/兆瓦时。具体包括六大关键行动：开发具有成本效益的浮动式海上风电技术，以利用美国深海资源；支持供应链发展，包括发展港口基础设施，以支持浮动式海上风电的建设和部署；扩大风电关键设施国内制造能力，特别是涡轮机平台和组件，同时关注劳动力、原材料和基础设施的需求；设计并优化电力传输网络和传输配置，实现从海上风能资源到负荷中心高效传输；解决能源争议，尽量减少对海洋使用者和海洋野生动物的影响，减少美国能源系统对气候、健康和环境的影响；推进促进经济范围内的脱碳行动，包括浮动式海上风能存储和清洁燃料生产。

3、工业供热攻关计划。9月21日，DOE宣布推出“工业供热攻关计划”（Industrial Heat Shot），旨在推进开发具有成本竞争力的工业供热解决方案¹⁶，到2035年实现将工业供热的温室气体排放降低85%。重点聚焦3个关键途径：电加热工艺，包括使用电设备，使用清洁电力，以及通过电阻加热、热泵和微波系统等技术提高能效；整合低排放热源，包括过渡到地热能、聚光太阳能或核能等低排放热源，以及增加使用储热；开发创新低热或无热加工技术，包括开发新的化学工艺和新兴生物技术工艺，以减少热需求，如生物基制造、电解、紫外线固化、先进分离技术等。

（岳芳 汤匀 秦冰雪）

¹⁵ Floating Offshore Wind Shot. <https://www.energy.gov/eere/wind/floating-offshore-wind-shot>

¹⁶ DOE Launches New Energy Earthshot To Cut Industrial Heating Emissions By 85 Percent. <https://www.energy.gov/articles/doe-launches-new-energy-earthshot-cut-industrial-heating-emissions-85-percent>

美国能源部 71 亿美元支持清洁氢能技术发展

美国能源部（DOE）宣布多项信息，共计投入 71.2 亿美元，推进研发清洁制氢及储运、应用技术并建设区域氢能中心，促进氢能快速发展。

1、支持清洁氢能技术。2022 年 8 月 23 日，DOE 为推动清洁氢能技术开发与部署提供 4000 万美元资金支持¹⁷，推进实施“氢能攻关”和“H2@Scale”计划，以降低制氢成本，促进清洁氢的生产、输运、存储和利用，关注主题领域包括：

（1）光电化学和太阳能热化学制太阳燃料。重点关注如下技术：光电化学水解，开发高效、耐用的光电化学水解材料，包括带隙创新、功能界面、稳定的表面催化和保护涂层；太阳能热化学制氢，开发创新的多步骤和混合工艺，可在低于 550°C 或高达 800°C 条件运行。

（2）开发和验证用于监测和测量氢损失的传感器技术。开发具有环境监测能力的商业可行的氢传感器技术，尤其关注需要在室外现场监测极低浓度氢的高分辨率传感器和量化技术。

（3）材料储氢技术示范。将示范基于新材料的氢运输和存储技术，关注包括吸附剂、金属氢化物 and 富氢液体，鼓励除氨以外的液体载体。

（4）开发用于中/重型燃料电池汽车的高性能、耐用、低铂族金属含量催化剂和膜电极组件。将开发集成至膜电极组件的新型低铂族金属含量催化剂，以降低成本，提高质子交换膜燃料电池的耐用性和性能，满足重型车辆的性能要求。

2、支持清洁制氢及储运氢技术。8 月 26 日，DOE 宣布共投入 6100 万美元支持清洁制氢和氢气储运技术¹⁸。

（1）支持低成本清洁制氢。为 15 个项目资助 2890 万美元。

¹⁷ DOE Announces \$60 Million to Advance Clean Hydrogen Technologies and Decarbonize Grid. <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-60-million-advance-clean-hydrogen-technologies-and-decarbonize-grid>

¹⁸ DOE Awards \$29 Million to Advance Clean Hydrogen Production. <https://www.energy.gov/articles/doe-award-s-29-million-advance-clean-hydrogen-production>

通过改进工艺及模块化技术降低清洁制氢成本。包括如下项目：开发选择性膜辅助水煤气变换反应器，以利用生物质气化生产低成本清洁氢；示范基于碳分子筛中空纤维膜的催化膜反应器的模块化制氢系统，从废弃生物质生产低成本清洁氢；开发并示范一种创新的模块化电化学氢净化/压缩工艺，显著降低小型（5~50 兆瓦）生物质气化制氢系统成本；示范吸附增强的生物质气化制富氢合成气；开发与固体吸附燃烧前碳捕集系统结合的模块化气化反应器，以生产清洁氢。

利用废料和生物质生产清洁氢。包括如下项目：开发和示范二氧化碳辅助吹氧气化的模块化废物制氢新工艺，利用废煤、森林残渣和城市固废混合物生产清洁氢；开发小型模块化流化床气化炉，利用低成本生物质和废物原料生产清洁氢；测试模块化移动床气化炉利用生物质、废煤、废塑料等生产清洁氢的性能数据；对 5~50 兆瓦的模块化气化制氢概念进行技术经济性评估，该技术可利用大量有机建筑和拆除废物生产氢气；示范利用生物质和废物混合物制氢的气流床气化炉。

废塑料共气化制氢及碳捕集过程中的传感器及控制。包括如下项目：将激光诱导击穿光谱（LIBS）与机器学习相结合用于废塑料/生物质/废煤气化制氢中的原料实时监测；开发用于废塑料气化制氢的分布式传感器。

甲烷蒸汽重整制氢装置碳捕集系统的前端工程设计研究。包括如下项目：对美国墨西哥湾沿岸甲烷蒸汽重整制氢工厂碳捕集系统的设计和实现进行前端工程设计，以实现大幅减少碳排放；对加利福尼亚州北部甲烷蒸汽重整制氢工厂的碳捕集系统设计和实现进行前端工程设计，以实现 DOE 的碳捕集目标。

（2）支持氢气制备及储运技术。资助 3200 万美元支持 4 个技术领域：开发可促进从生物质、城市固废、废煤和废塑料可持续生产清洁氢

的技术；进一步开发现有天然气制氢工艺，使其更接近商业化；氢气管道和运输基础设施泄漏检测的性能改进；长期、安全的地下储氢技术。

3、70 亿美元启动区域清洁氢能中心计划。9 月 22 日，DOE 宣布根据《两党基础设施法案》拨款，投入 70 亿美元启动区域清洁氢能中心计划资助公告¹⁹，支持建立 6~10 个清洁氢能中心，推动氢能发展以实现净零排放目标。此次资助的清洁氢能中心需尽可能利用区域内普遍存在的能源资源，使用现有设施进行氢的生产、存储、运输和终端应用。清洁氢能中心的建设将重点资助 3 个领域：

(1) 氢气生产。该领域技术需实现 50~100 吨/天的清洁氢产量，重点关注：清洁能源电解制氢；热转换方法，如化石燃料、生物质和废物整合碳捕集技术通过重整或气化制氢，甲烷热解制氢并产生碳副产品；副产氢技术，如工业过程或多联产。

(2) 氢气输运和存储基础设施。包括：开发新管道或利用（包括改造）现有管道；新建加氢站或加氢网络，以及配套的输送和分配基础设施；与终端应用相匹配的氢气压缩和/或液化技术；储氢系统，包括液氢、气氢及材料储氢技术、地质储氢；相关碳捕集和封存基础设施。

(3) 终端用氢。包括：发电，如电网储能、备用电源、分布式发电、热电联产、氢气混燃发电；工业，如炼铁/炼钢、氨生产、合成燃料生产、化学工艺、燃料精炼、生物精炼、过程热、混氢；住宅和商业供暖，如区域供暖、掺混氢网络；交通，如燃料电池动力的汽车、船舶、铁路、航空、货物处理等。

（岳芳 刘学）

¹⁹ Biden-Harris Administration Announces Historic \$7 Billion Funding Opportunity to Jump-Start America's Clean Hydrogen Economy. <https://www.energy.gov/articles/biden-harris-administration-announces-historic-7-billion-funding-opportunity-jump-start>

美国能源部推进电池回收和快速运行验证技术开发

美国能源部（DOE）宣布多项信息，旨在推进电池回收和电池快速运行验证技术发展。

1、支持锂离子电池回收技术。2022年8月29日，DOE发布项目信息意见征集²⁰，旨在指导实施《两党基础设施法案》提出的锂离子电池回收计划，以强化国内电池回收利用，建立更可持续的电池供应链。该计划2022~2026年预算共计3.35亿美元，包括：“电池回收研究、开发和示范拨款”预算6000万美元；“州和地方计划”预算5000万美元；“零售商作为回收点”预算1500万美元；“电动汽车回收和二次使用计划”预算2亿美元。DOE重点针对如下领域进行公众咨询：锂离子电池和制造废料的收集；锂离子电池和制造废料的运输；回收流中锂离子电池的分类；锂离子电池和制造废料的处理；制造/加工设施许可；锂离子电池的二次使用；锂离子电池的州和地方收集计划；锂离子电池零售收集计划；扩大工会参与；公平、环境和能源正义优先事项。

2、液流电池快速运行验证。9月1日，DOE国家能源技术实验室发布一项招标²¹，通过启动“快速运行验证计划”（ROVI）加速对液流电池等新型储能电池的测试和验证，解决技术开发中的关键数据需求。该计划将建立数据收集和分析框架，以确定不同长时储能技术的基本数据需求，然后开发协议以确保可以以标准化格式收集和存储数据。此外，ROVI将为项目执行者提供平台，从真实系统收集数据并利用人工智能和机器学习等方法获得预测性能。该计划的目标是利用数据驱动方法开发新技术加速测试和验证方法，实现仅需1年甚至更少时间的测试数据能够预测超过15年的技术性能。 (岳芳)

²⁰ Biden-Harris Administration Establishes Bipartisan Infrastructure Law's \$335 Million Battery Recycling Programs. <https://www.energy.gov/articles/biden-harris-administration-establishes-bipartisan-infrastructure-laws-335-million-battery>

²¹ Department of Energy Opportunity: Rapid Operational Validation Initiative for Flow Batteries. <https://www.energy.gov/oe/articles/us-department-energy-opportunity-rapid-operational-validation-initiative-flow-batteries>

美国能源部 5.4 亿美元推进清洁能源和低碳制造前沿研究

2022 年 8 月 25 日，美国能源部（DOE）宣布为 54 所大学和 11 个国家实验室投入超过 5.4 亿美元²²，支持清洁能源技术和低碳制造研究。

1、支持能源前沿研究中心。投入超过 4 亿美元用于新建和延续 43 个能源前沿研究中心，研究涵盖清洁能源科学、先进制造、量子科学等，以应对阻碍能源技术进步的科学技术挑战。

2、支持化学和材料科学基础研究项目。投入 1.4 亿美元支持 53 个化学和材料科学基础研究项目，推进清洁能源技术和低碳制造，包括：

（1）储能技术。共资助 9 个项目：使用资源丰富材料的电网级电池；利用糖类回收锂离子电池关键金属；固态电解质中钠离子传导的动态原子过程；用于长期储能的低成本和低温固态电池的液态金属电极；使用阴离子作为电荷载体的高能电池界面；金属氧化物直接还原成金属用于储能；水性锌硫电池的钼硫族化合物催化剂开发；了解缺陷对加速 Wadsley-Roth 型铈酸盐长期储能的作用；储能合成科学研究。

（2）氢能技术。共资助 7 个项目：使用基于石墨烯的碳-硼-氮材料实现可逆储氢和运输；甲基环己烷脱氢双金属催化剂设计；经济高效的金属氮化物电解制氢催化剂开发；硫化钼团簇制氢的表面固定化与水溶性、组成-功能的关系以及机理研究；双电极析氢的电化学辅助脱氢反应；可编程非平衡化学合成氨以高效储氢；先进氢氧化物交换膜电解槽的催化位点和催化剂/膜集成基础研究。

（3）能源材料。共资助 11 个项目：铁磁性氮化物的设计、发现和化学合成；能源材料结晶和位错动力学的声学改性以降低碳强度；用于高能量密度液体复杂化学转化的多点催化剂；稀土混合价态与磁各向异

²² DOE Announces \$540 Million for Technologies to Transform Energy Production and Cut Emissions. <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-540-million-technologies-transform-energy-production-and-cut-emissions>

性的相互作用；控制镁铁质和超镁铁质矿物碳化过程中关键元素的地球化学过程；通过金属-氧簇化学转化分离关键材料；仿生人工水通道中的运输和分子识别用于分离镧系元素；金属氧化物中的氢活化和转移；电场调节多电子/多质子氧化还原反应催化剂的热化学性质；二维过渡金属碳（氮）化物中精细调谐氢相互作用控制的分子研究；用于清洁能源的氟元素选择性分离的自主发现。

(4) 太阳能技术。共资助 9 个项目：太阳能制氢生物纳米系统；胶体组件可编程集成式太阳能燃料生产的可调平台；界面光谱显微镜研究光阳极水氧化过程；具有高载流子寿命的磷化物太阳能吸收器设计；太阳能制氢和氮还原的界面现象；用于太阳能转换的多金属簇合物；太阳能光化学的界面电子动力学研究；全色铜光敏剂中的长寿命电荷分离；跨时空协同的光控多电子催化。

(5) CCUS 技术。共资助 6 个项目：二氧化碳长期生物封存技术；超氧化物铈酰基催化剂直接分离空气中的二氧化碳；离子液体复合材料的二氧化碳捕集机理；带电聚合物中湿驱动直接空气碳捕集的分子机制；矿物循环提高碳捕集效率的基本驱动机制；用于直接空气碳捕集电场控制固体吸附剂。

(6) 碳转化技术。共资助 4 个项目：乙烯直接转化为丙烯的多相催化剂；塑料循环的自氧化机制和方法；用于 C-H 键功能化的新型生物杂化二铁催化剂；二氧化碳和乙烯偶联制丙烯酸衍生物多相催化剂的计算设计。

(7) 核能技术。共资助 2 个项目：核能材料中晶界缺陷产生和传输现象研究；了解和预测高温熔融盐中辐射诱导的碘形态、化学和迁移。

(8) 制造技术。共资助 5 个项目：电场驱动精密材料合成；定向、可扩展合成多维大分子以改进增材制造；精密合成可持续催化剂材料的

综合电化学方法；基本化学构件的低温电催化制造；新型制造中的膜催化剂协同设计。 (岳芳)

英国 UKRI 资助发展清洁交通

2022 年 9~10 月，英国国家科研与创新署 (UKRI) 先后宣布投入 8000 万英镑 (约合 6.56 亿元人民币)，支持发展清洁航运和氢能交通枢纽。

1、清洁航运技术。9 月 29 日，UKRI 宣布启动“清洁航运示范竞赛” (CMDIC) 第三轮资助²³，投入 6000 万英镑支持开发和示范先进清洁燃料、船舶和基础设施技术及系统。重点关注如下主题：国内绿色航运走廊示范；船舶低排放和零排放技术，包括氢/氨/甲醇等替代燃料动力、风力推进、低碳储能与管理、与岸上电力或替代燃料的连接设施、使能技术；港口和岸边设施，包括岸边低碳/零碳燃料供应、充电基础设施和管理、低排放和零排放岸上电力解决方案、与岸上电力或替代燃料的连接设施、港口岸上可再生能源发电供应船舶、船舶零排放岸电供电、低碳燃料生产、零排放基础设施。

2、氢能交通。10 月 7 日，UKRI 宣布投入 2000 万英镑支持在真实环境中示范氢能交通枢纽²⁴，以测试氢能交通的商业模式和用户运营需求，到 2025 年实现商业运营。此次资助将解决如下挑战：大规模加氢；确保公共汽车和长途汽车可以在公共交通生态系统中使用氢能；确定使用氢燃料重型卡车促进供应链脱碳的方式。重点将示范如下技术：任何规模和类型的氢燃料电池汽车；氢内燃机汽车；公路、海运、铁路、航空运输；叉车、工程机械等非道路交通工具；农林拖拉机；应急和快速反应车辆；特殊用途车辆。 (岳芳)

²³ UK Research and Innovation. Government launches £60m for clean shipping on World Maritime Day. <https://www.ukri.org/news/government-launches-60m-for-clean-shipping-on-world-maritime-day/>

²⁴ Tees Valley Hydrogen Transport Hub boosted by £20m competition. <https://www.ukri.org/news/tees-valley-hydrogen-transport-hub-boosted-by-20m-competition/>

日本建立首个碳回收技术示范研究基地

2022年9月14日，日本新能源产业技术综合开发机构（NEDO）宣布在发电厂附近建立首个碳回收技术示范研究基地²⁵，旨在将二氧化碳利用技术早日投入实际应用。该研究基地包括3个研究区域：示范研究区、基础研究区和藻类研究区，总占地1.43万平方米。该计划将通过建立高效、集中的示范研究中心开发各类碳回收技术。

1、示范研究区。共3个：由日本中国电力株式会社、鹿岛株式会社、三菱集团承接，进行有效利用二氧化碳制混凝土技术研发；由川崎重工株式会社和大阪大学承接，进行以碳循环利用为目标的化工产品合成技术研发；由广岛大学和中国电力株式会社承接，进行二氧化碳制脂质生物工艺技术研发。

2、基础研究区。共6个：由庆应义塾大学、东京理科大学、煤炭前沿科学组织承接，使用石墨电极从燃煤电厂废气中的二氧化碳生产关键矿物；由东海国立大学、岐阜大学和川田工业株式会社承接，进行常压等离子体的新型二氧化碳分解/还原工艺的研发；由新日本制铁株式会社承接，开发能够高效利用二氧化碳的藻类生物质生产和利用技术；由日本东北大学承接，进行以二氧化碳为碳源合成碳化硅材料；由ENEOS株式会社、新日本制铁株式会社、富山大学承接，进行碳循环液化石油气制造技术及工艺研发；由Algal Bio公司、关西电力株式会社承接，开发微藻固定二氧化碳和将其制成化学品的技术。

3、藻类研究区。由日本微藻技术协会承接，进行微藻衍生的生物喷气燃料生产工艺研发，并建立提高二氧化碳利用效率的研究基地。

（汤匀）

²⁵ カーボンリサイクル技術の確立に向けた実証研究拠点が完成. https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101568.html

英国 BEIS 资助下一代核技术开发

2022 年 9 月 2 日，英国商业、能源与产业战略部（BEIS）宣布通过“先进模块化反应堆研究、开发和示范”（AMR RD&D）计划提供 330 万英镑的资金支持，以推动先进模块化反应堆的研发²⁶。

1、支持先进模块化反应堆的开发。资助 250 万英镑支持 6 个项目的早期创新，以创造新的高技能的绿色就业岗位。具体包括：研究确定适合在英国示范的蓄电池先进模块反应堆的最佳尺寸、类型、成本和交付方法；满足终端用户的要求，确定 21 世纪 30 年代最适合于高温气体反应堆（HTGR）示范的设计特征；以英国超安全核能公司（USNC）现有的微模块反应堆（MMR）设计为基础，开发并示范最适合英国工业当前和未来工艺热需求的 MMR+设计，包括氢气和可持续航空燃料生产的示范；利用日本已验证的 HTGR 基线，采用创新的方法开展它的设计、建设、施工和运营；支持可能在英国出现的一系列潜在的 HTGR 技术；实现 HTGR 示范的国内商业燃料供应，从首次燃料装载开始。

2、支持监管方法创新。政府将向核管理办公室和环境局提供 83 万英镑，用于其能力建设和 HTGR 创新监管方法。（刘燕飞）

美国 EPA 发布 2023~2026 财年战略研究行动计划

2022 年 10 月，美国环境保护署（EPA）围绕 6 个环境领域发布了最新的 4 年期（2023~2026 年）国家战略研究行动计划²⁷。该计划根据内外部合作伙伴和利益相关方的意见确定了最紧迫的环境和公共卫生研究需求。下文摘译了每个环境领域研究计划的战略研究方向和具体研究主题。

²⁶ £3.3 Million Boost for Next Generation Nuclear Technology. <https://www.gov.uk/government/news/33-million-boost-for-next-generation-nuclear-technology>

²⁷ Strategic Research Action Plans Fiscal Years 2023-2026. <https://www.epa.gov/research/strategic-research-action-plans-fiscal-years-2023-2026>

1、空气、气候和能源

(1) 了解空气污染和气候变化及其对人类健康和生态系统的影响。研究主题包括：空气污染和气候强迫因子（温室气体和颗粒物）的源和汇及其未来变化；空气污染物浓度和暴露特征测量；空气污染物浓度和暴露特征建模；空气污染和气候变化对人体健康的影响；空气污染和气候变化对生态系统的影响。

(2) 制定和评估减少空气污染、暴露及健康和生态系统影响的战略和方法应对环境风险。研究主题包括：对气候变化和空气质量解决方案提供科学支持，评估战略、提供信息并量化收益的数据、模型和工具；改善公共和生态系统健康、制定和评估社区和个人可用的策略及措施；应对火灾、洪水和其他极端事件的风险、提高恢复力的干预措施；能源系统应对气候变化的技术、行动及自然解决方案的优缺点评估，生物燃料的环境影响评估。

2、可持续化学品安全

(1) 化学品和新材料风险评估。研究主题包括：高通量毒理学；化学品暴露及暴露剂量的快速评估；新材料和技术的安全性评估。

(2) 生物、化学和毒理学复杂系统科学。研究主题包括：不良环境后果的毒理学机制解析；生物系统虚拟和复杂组织建模；生态毒理学评估和建模。

(3) 用于化学品安全决策的知识交付和方案转化。研究主题包括：化学品结构和特性表征及信息学；化学品信息集成、翻译和知识传递。

3、健康与环境风险评估

(1) 科学评估及评估结果的应用转化。研究主题包括：支持 EPA 法规和政策的科学评估产品开发；科学评估结果的转化应用研究。

(2) 风险评估的科学与实践。研究主题包括：新型及创新的风险

评估方法；工具、模型和数据库等基本风险评估和基础施工具。

4、国土安全

(1) 污染物表征和风险评估。研究主题包括：采用可广泛使用的方法进行环境采样、样品处理和分析，开发可靠及可现场使用的方法和策略。

(2) 环境事件的污染清理和基础设施修复。研究主题包括：大面积国土污染修复；水体污染事件响应技术支持；溢油事件应急响应技术支持；灾害或事故废弃物管理。

(3) 应对环境事件的社区参与和系统工具支持。研究主题包括：基于数据系统的环境事件分析、模拟、补救及决策；社区环境事件的复原和修复跨学科研究。

5、安全可持续的水资源

(1) 流域。研究主题包括：流域水生资源监测与评估；建立有恢复力的流域生态系统和社区的工具方法；环境水质改善的先进方法。

(2) 水体营养物质和有害藻华。研究主题包括：有害藻华的评估与管理；营养物质环境流失管理。

(3) 水处理技术和基础设施。研究主题包括：气候变化条件下干旱地区蓄水、水资源再利用及替代水源等的技术；饮用水污染测量、表征、处理及饮用水配送技术；全氟和多氟烷基物质相关研究；废水污染物检测、抗菌素耐药性评估及处理技术；雨水流量控制、水质管理及相关绿色设施管理；社区水资源管理技术支持。

6、健康的可持续社区

(1) 污染场地修复和恢复。研究主题包括：污染场地修复最新的方法、技术和解决方案支持；污染场地特征、调查和修复；识别、监测及控制地下污染物形成的上溢污染气体；地下储罐泄露的跟踪监控；新型污染物和紧迫污染物相关研究。

(2) 可持续材料管理及废弃物再利用。研究主题包括：垃圾填埋场的性能、健康和环境影响及管理；废弃物物质流及生命周期分析；废弃物回收与材料利用。

(3) 健康及有恢复力的综合系统方法。研究主题包括环境修复的有效性和社会收益评估；污染、气候变化等环境压力的环境和健康累积影响及风险；环境保护和评估指标的完善和更新。 (邢颖)

空间与海洋

美国 NASA 发布月球至火星载人深空探索战略目标

2022 年 9 月 20 日，美国国家航空航天局 (NASA) 发布《月球至火星目标》报告²⁸，确定了科学、基础设施、运输和居住、运行四大领域的共 63 个战略目标，以及 9 个跨领域长期原则，为开展可持续的载人深空探索活动制定了以目标为牵引的发展蓝图。

1、科学。科学目标共 26 个，包括月球、行星、日球层物理目标 8 个，人体、生物、物理、物质目标 5 个，科学使能、应用科学目标 13 个。

(1) 月球、行星、日球层物理科学方面。月球和行星科学总体目标是：解决最适合在月球和火星上及其附近，由人类探索者在行星表面和轨道无人系统的帮助下解答的高优先级行星科学问题；日球层物理科学总体目标是：解决最适合在月球、火星和深空中，由人类探索者和无人系统合作解答的高优先级日球层物理学和空间天气问题。

(2) 人体、生物、物理、物质方面。人体和生物科学总体目标是：进一步了解生物对月球、火星和深空环境的反应，增进基础认知，支持安全、高效的载人空间任务，并降低未来探索的风险；物理和物质科学总体目标是：解决最适合利用月球独特环境解答的高优先级物理学和自

²⁸ Moon to Mars Objectives. <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/m2m-objectives-exec-summary.pdf>

然科学问题。

(3) 科学使能、应用科学方面。科学使能总体目标是：开发人机协同方法和先进技术，在月球和火星周围及表面解决高优先级科学问题；应用科学总体目标是：利用人机协同方法和先进技术，在月球表面、地月空间、火星周围和火星表面开展科学活动，为探索系统的设计和开发以及实现安全运行提供信息。

2、基础设施。基础设施目标共 13 个，包括月球基础设施目标 9 个，火星基础设施目标 4 个。

(1) 月球基础设施总体目标是：建立一个可互操作的全月球应用基础设施，使美国工业界和国际合作伙伴能够在月球表面实现机器人和载人持续驻留，以发展强大的月球经济，而不需要 NASA 作为唯一的用户，同时完成科学目标和面向火星探索的测试工作。

(2) 火星基础设施总体目标是：建设基本的基础设施以支持初期载人火星探索活动。

3、运输和居住。运输和居住目标共 12 个，总体目标是：开发并验证多系统综合体系，开展月球和火星载人探索任务，在月球和火星表面生活和工作，并安全返回地球。

4、运行。运行目标共 12 个，总体目标是：首先在月球表面和附近开展载人任务，然后开展火星任务。通过渐进式方法，验证在地球以外的行星表面生活和工作，并在完成任务后安全返回地球所需的技术和运行。

此外，报告提出月球至火星载人深空探索的 9 个跨领域长期原则，分别是：国际合作、产业合作、乘员安全返回、乘员科研时间最大化、可维护性和重复使用、负责任地利用、互操作性、利用近地轨道、商业和空间开发。

(韩淋)

设施与综合

英国 STFC 公布 2022~2025 年战略执行计划

2022 年 9 月 2 日，英国科学技术基础设施理事会（STFC）公布《2022~2025 年的战略执行计划》²⁹。未来 3 年，英国拟投入约 27.4 亿英镑（约合 236.4 亿元人民币）用于相关基础设施建设以及研究与创新工作。其中，16.5 亿英镑用于核心研究与创新，8.5 亿英镑用于科研基础设施建设，1.5 亿英镑用于现有的有时限承诺的研究与创新，0.84 亿英镑用于现有 UKRI 跨部门战略项目等。战略执行计划从世界一流的人才、场所、思想、创新、影响和组织等 6 个方面，提出战略目标和具体发展举措。

1、**世界一流的场所**。战略目标是：开发和部署世界一流的国家多学科设施，引领英国参与国际基础设施建设，并为哈维尔和达斯伯里科技园区内的学术和工业用户与合作伙伴创造繁荣的生态系统。

（1）国际科研基础设施。加强英国与全球的科学联系，初始目标是与印度、日本和美国进行新的科学合作，包括资助日本的超级神冈中微子实验和美国西蒙斯天文台；作为前沿研究项目的一部分，向重大项目交付技术贡献，投资超过 4000 万英镑，包括欧洲核子研究中心（CERN）的 ATLAS 和 CMS 升级以及费米实验室的质子改进计划-II（PIP-II）加速器；在 3 年内投资 9000 万英镑用于平方公里阵列天文台（SKAO）的建设；在 STFC 资助的国际设施治理结构中体现英国的领导力；与商业、能源与产业战略部（BEIS）合作发布英国与 CERN 合作的新战略，重点是最大限度地谋求 CERN 成员利益，并与欧洲主要科学国家建立

²⁹ STFC strategic delivery plan 2022 to 2025. <https://www.ukri.org/publications/stfc-strategic-delivery-plan/>

密切的部门间和机构间伙伴关系；制定对德国的欧洲 X 射线电子自由激光（EuXFEL）增加投资的计划。

（2）将国家实验室和大型设施作为英才中心：向总额为 5 亿英镑的“钻石”同步辐射光源 II（Diamond II）升级项目进行投资，未来 3 年投资 8150 万英镑；向总额为 7350 万英镑的 ISIS 奋进项目进行投资，前 3 年投资 340 万英镑；开始建造耗资 5970 万英镑的“Vulcan 2020”20 拍瓦激光器，前 3 年投资 1980 万英镑；为卢瑟福·阿普尔顿实验室（RAL）提供新能力，包括国家量子计算中心、在新的极端光子学应用中心安装激光系统（战略重点基金提供 3580 万英镑）；完成紧凑型直线加速器项目，并将其确定为 250 MeV 电子束的科学和工业用户设施；与工程与自然科学研究理事会（EPSRC）、利物浦大学和罗莎琳德·富兰克林研究所合作，由 UKRI 科研基础设施基金向相对论超快电子衍射和成像中心的技术设计和商业案例投资 260 万英镑；完成东北部大幅扩建的地下科学设施的设计研究，该设施有可能成为主要的国际科学基础设施，例如下一代暗物质实验（基础设施基金提供 280 万英镑）。

（3）下一代国家大型设施的世界一流能力：投资 320 万英镑，用于第二代 X 射线自由电子激光器的概念设计和科学论证；投资 500 万英镑，用于散裂中子源设施 ISIS-2 升级的概念设计。

2、世界一流的思想。战略目标是：捍卫英国在科学研究方面的领导地位，了解宇宙及其基本成分和相互作用，并开发下一代技术。

（1）利用国际投资。继续管理和资助对前沿研究项目的现有承诺，在 3 年内提供 2.26 亿英镑，并在目前由 STFC 拨款支持的 390 名全职研究人员的基础上继续增加；未来 3 年内对 STFC 前沿研究项目的投资增加 1900 万英镑；正式建立与美国领导的智利鲁宾天文台的合作伙伴关系，在英国运营先进的数据处理和分析中心；以最具成本效益的方式满

足 CERN 的 LHC 实验对计算的需求，为一级“粒子物理网格”和 SwiftHEP 软件优化项目提供 2200 万英镑资金；计划向 CERN 为期 10 年的 LHCb 2030+ 项目投资 4940 万英镑，启动第一笔 110 万英镑的资金；向美国的先进激光干涉仪引力波天文台升级提供 900 万英镑的捐款；完成 STFC 的粒子物理战略审查并制定 10 年计划。

(2) 对科学领域进行战略投资。通过英国天文技术中心 (ATC) 在詹姆斯·韦布太空望远镜 (JWST) 的中红外仪器 (MIRI) 校准和操作中发挥的核心作用，在 JWST 给英国带来的科学回报方面发挥国家层面的领导作用；向与 STFC 的科学项目相关的蓝天研发提供新的资金，到 2024 年增加到每年 250 万英镑；利用 UKRI 基础设施和 STFC 资金为西蒙斯天文台投资 1260 万英镑；在英国建立 SKA 区域中心，开发先进数据处理和分析工具；向甚大望远镜 (VLT) 交付新的多目标光学和近红外光谱仪；完成艾萨克·牛顿望远镜组的新仪器，为威廉·赫歇尔望远镜调试新的增强型区域速度探测器；通过 UKRI 基础设施基金向美国布鲁克海文电子离子对撞机的早期探测器开发投资 230 万英镑；投资 1500 万英镑，与 EPSRC 合作完成基础物理项目量子技术的第一阶段，并计划下一阶段任务；开始全面生产数据采集系统，用于向美国深部地下中微子实验 (DUNE) 提供 2500 万英镑的捐款；与达勒姆大学粒子物理现象学研究所保持战略合作伙伴关系。

3、世界一流的创新。 战略目标是：通过访问科技园区和集群内的尖端设施和实验室，以及专家、公司和私人合作网络，加速端到端创新并刺激商业增长。

到 2024 年，将以学术为重点的商业计划简化为每年 250 万英镑的单一计划；在 STFC 的技术部门内投资 600 万英镑，针对科学计划、空间部门和多学科设施的应用，开发新的新型探测器系统；投资 300 万英

镑用于 STFC 内部计划的概念验证, 刺激 STFC 国家实验室的知识产权, 为工业界提供许可创新渠道, 并衍生新企业; 充分利用对哈特里国家数字创新中心 (HNCDI) 的 1.32 亿英镑投资, 在国内建立至少 3 个区域中小企业中心, 与英国公司和政府部门合作提供至少 100 个探索性技术示范项目, 为 150 多家中小企业提供重点支持和技能开发, 使其在高性能计算支持下的人工智能领域获得最合适的新兴技术和工具。

4、世界一流的影响。战略目标是: 针对空间、量子、净零、计算、数字和安全方面的国家优先事项, 利用高技术专长开发变革性技术, 创造工业、社会和经济影响。

(1) 空间战略。投资 400 万英镑用于在哈维尔调试新的国家卫星测试设施; 投资 960 万英镑用于实施空间天气 (SWIMMR) 计划, 以及英国对量子密钥分发立方体卫星 (SPEQTRE) 任务的贡献。

(2) 重视促进跨学科和跨行业的变革性技术的开发。推动最终用户采用量子计算并实现商业化; 开发和实施资源充足的量子准备计划; 在科学计算部门内投资 750 万英镑用于“人工智能促进科学”计划; 创建一个数字科研基础设施, 以支持更广泛的 UKRI 计划, 并可供其他政府和公共部门访问; 与生物技术与生物科学研究理事会 (BBSRC)、医学研究理事会 (MRC) 等 UKRI 机构合作, 提出先进成像的基础设施建议, 从而解析生物样品的分子细节。

(3) 建设安全和有弹性的世界。与国防部合作制定一项新的协调计划, 以支持英国在一系列领域的关键“安全和弹性”议程, 包括激光技术、空间、量子技术和计算流体动力学。

5、世界一流的人才和职业。战略目标是: 培训熟练的工程师、技术人员和科学家, 满足科研界和工业界日益增长的需求, 并激励下一代从事研究和创新工作。

6、世界一流的组织。战略目标是：运营一个现代化、可持续和有效的组织，支持各类员工的发展、安全和福祉，从管理工作到建设和运行具有生物、化学、电气和辐射危害的大型复杂机械等。（王海霞）

德国建立天体物理和化学转化两个大科学研究中心

2022年9月22日，德国联邦政府、萨克森州和萨克森-安哈尔特州在“知识创造地区前景”竞赛下批准建立德国天体物理中心（DZA）和化学转化中心（CTC）两个新的大科学研究中心³⁰，以促进德国老旧煤炭工业地区的结构转型。到2038年，两个大科学中心将分别获得联邦政府11亿欧元（约合79.83亿元人民币）的资助，以及各自所在州配套的约10亿欧元资金。后续两个新中心将被纳入亥姆霍兹联合会，每年获得联邦政府90%的资金资助。

1、德国天体物理学中心（DZA）。目标是开展最高水平天体物理学研究，通过将信息技术、传感技术和材料研究的研究和开发相结合，促进资源节约型数字化。DZA使用多信使方法，将来自空间的不同类型信号组合在一起，从而进行新的评估。新的数据中心将汇集世界各地大型望远镜的数据流并进行整合处理。新的技术中心将开发观测站的控制技术。此外，DZA将在花岗岩体上建立“低地震实验室”，由于特殊的地质环境、实验室的特殊构造和对残余地震活动的测量，在实验过程中，地震干扰可以减少到几乎为零，因此可以用作天体物理学和商业技术开​​发的研究和制造实验。

2、化学转化中心（CTC）。目标是将化学工业转变为循环经济，这种循环经济以可再生原材料或回收材料为基础，其产品可被回收利用。CTC将为各种产品和卫生、交通、能源、农业和消费品等重要行业探

³⁰ Entscheidung zur Gründung von zwei Großforschungszentren in der Lausitz und im mitteldeutschen Pevier gefallen, <https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/pressemitteilungen/de/2022/09/290922-GFZ.html>

索广泛的原材料来源。为了建立可持续的化学工业，CTC 将采用跨学科方法，以 MIT 技术转化模式为样板，将突破性基础研究、应用导向研究以及与产业界的合作进行交融。 (葛春雷)

美国能源部资助改进地球气候系统超级计算机模型

2022 年 8 月 30 日，美国能源部(DOE)宣布将为 7 个项目投资 7000 万美元，用于改善气候预测并协助应对气候变化³¹。这些研究将加速 DOE 百亿亿次地球系统模型 (E3SM) 的开发，通过气候科学家、计算机科学家和应用数学家之间的合作推动科学发现。E3SM 的数据将增强科学家对气候变化的理解，并有助于推动美国政府落实其应对国内外气候危机承诺。

资助的 7 个项目中，有 3 个项目由洛斯阿拉莫斯国家实验室牵头，包括：通过高级模拟改进大西洋经向翻转环流 (AMOC) 及其崩溃的预测；通过替代加速参数优化和垂直网格修改来改善准两年期振荡；E3SM 南极系统科学框架。3 个由西北太平洋国家实验室牵头，包括：海洋分量模式 MPAS-O/区域海洋模式 (ROMS) 的比较、嵌套和耦合，以改进 E3SM 中沿海和亚中尺度海洋过程的表示和参数化；E3SM 中复合洪水的动力学捕获；跨尺度的物理、准确和有效的大气和地面耦合。1 个项目由新墨西哥大学牵头，通过增强的海冰力学改进 E3SM 中的耦合气候模拟。

(刘文浩)

³¹ DOE Announces \$70 Million to Improve Supercomputer Model of Earth's Climate System. <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-70-million-improve-supercomputer-model-earths-climate-system>

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、可持续发展互动的新趋势、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