

Science & Technology Frontiers

科技前沿快报

国家高端智库 | 中国科学院 | 2021年11月5日

本期要目

美国国家纳米技术计划做出重要调整

美国 DARPA 发布天基自适应通信节点项目

俄罗斯政府扩大联邦农业发展科技计划

IEA 《全球氢能评估报告 2021》评估氢能技术发展现状

英国 NERC 资助环境与地球科学关键问题研究

2021年
总第 089 期 第 11 期

目 录

深度关注

美国国家纳米技术计划做出重要调整	1
------------------------	---

基础前沿

美国 NSF 成立生物传感和量子模拟的量子跃迁挑战研究所	4
美国 NSF 资助量子互联网研究	5
美国 DARPA 资助原子蒸汽科学项目	6

信息与材料制造

美国 DARPA 发布天基自适应通信节点项目	7
美国发布零信任网络安全指南草案	8
美国 NSF 建设数据利用新研究机构	10
美国 NSF 启动新一批未来制造业项目资助	11
美国国防部推动国防制造区域集群计划	12
美国能源部资助清洁能源关键材料利用技术	13

生物与医药农业

俄罗斯政府扩大联邦农业发展科技计划	14
美国农业部投资 1.46 亿美元支持可持续农业研究	16
美国国家癌症研究所发布 2023 财年计划与预算提案	18
美国 NASA 资助 10 个空间生物学研究项目	19

能源与资源环境

IEA 《全球氢能评估报告 2021》评估氢能技术发展现状	20
英国 NERC 资助环境与地球科学关键问题研究	23
德国氢能研究网络发布氢能研发需求专家建议报告	25
美国能源部资助开发生物燃料助力航空海运脱碳	30
美国能源部资助开发天然气发电和工业 CCS 技术	31
韩国遴选出 39 项碳中和研发投入重点技术	33
美国能源部资助储能电池技术研发	35
英国资助开发创新减排技术助力工业部门清洁低碳转型	36
英国 BEIS 宣布有史以来最大的可再生能源支持计划	37
英国 BEIS 资助生物质原料创新计划	38

空间与海洋

美国 NASA 资助 10 项深空探测技术研发青年项目	39
-----------------------------------	----

设施与综合

美国 NSF 成立新的科学技术中心以解决复杂社会问题	41
美国 NSF 投资 1.27 亿美元建设中型研究基础设施	42

深度关注

美国国家纳米技术计划做出重要调整

10月8日，美国国家纳米技术计划（NNI）发布《2021版战略规划》¹。不同于此前几版战略规划的一脉相承，2021版战略规划对NNI未来5年的发展做出重要调整，重新设定了发展愿景和发展目标，其核心思想是保持美国纳米技术世界领先，不仅要产出原始创新成果，而且要实现成果转化与社会经济效益。

一、出台背景

美国于2000年发布NNI，此后20年纳米技术在美国蓬勃发展，为其研发新冠疫苗、制造电子消费产品、应对气候变化挑战等奠定重要基础，其纳米技术水平也长期保持世界领先。在此背景下，NNI是否已完成其历史使命，是否应将资源投向其他新兴技术，成为美国政府需要考虑的问题。2020年，美国国家科学院（NAS）对NNI的评估报告回应了这一问题，认为医药、粮食、水、能源、微电子、通信、国防等领域的发展日益受纳米技术创新所驱动，因此有必要继续实施NNI。但评估报告也指出，迫切需要重新设计NNI以加快成果转化和应对国际竞争。

此后一年半时间，白宫科技政策办公室（OSTP）、国家科学技术委员会（NSTC）等NNI主管部门通过意见征集、研讨会等形式就研发支持政策、组织协调、研发优先领域等问题广泛征求纳米科技界的意见和建议，并认真研究，最终形成了指导未来5年发展的《2021版战略规划》。

二、重要调整

2004年12月，NNI发布第一份战略规划，提出了NNI的发展愿景和支撑实现愿景的四大发展目标及具体目标。此后，NNI分别在2007

¹ 2021 National Nanotechnology Initiative Strategic Plan. <https://www.nano.gov/2021strategicplan>

年、2011年、2014年和2016年更新了战略规划，愿景和四大目标保持稳定，仅略有调整。

不同于之前的微调，《2021年版战略规划》重新设定了发展愿景和发展目标（表1）。新的发展愿景是“通过在纳米尺度理解和控制物质，推动正在发生的技术和产业变革，造福社会”。与2016年版相比，新版发展愿景指出技术和产业变革“已经发生”，反映了美国科技界对科技革命态势的最新判断。

表1 2021年版和2016年版 NNI 战略规划对比

	2021年版	2016年版
发展愿景	通过在纳米尺度理解和控制物质，推动正在发生的技术和产业变革，造福社会	通过在纳米尺度理解和控制物质，引发技术和产业变革，造福社会
	确保美国纳米技术研发继续世界领先	推动世界级的纳米技术研发
	促进纳米技术商业化	促进新技术转化为产品，满足商业和公共利益
发展目标	提供基础设施，为纳米技术研究、开发和利用提供可持续的支持	发展并保持教育资源、熟练的劳动力、活跃的基础设施和工具组合以推动纳米技术的发展
	促进公众参与，增加纳米技术劳动力	支持负责任地发展纳米技术
	确保负责任地发展纳米技术	

在发展目标方面，NNI 继续坚持技术研发、商业化、基础设施、负责任地发展四大方向，同时将教育和劳动力方面的内容单列为一个方向，以增加支持力度，反映了 NNI 对教育、发展劳动力、公众参与对整个纳米技术事业重要性的最新认识。伴随着发展目标的调整，其下具体目标的内容全面更新，具体如表2所示。

表2 2021年版 NNI 战略规划具体目标

发展目标	具体目标
确保美国纳米技术研发继续世界领先	实现和推动世界级的纳米技术研发
	通过 NNI 参与机构针对性地合作，推动共同兴趣领域发展
	加强 NNI 与已有和新增联邦优先领域和计划的关联
	聚焦能解决全球重大挑战的纳米技术
促进纳米技术商业化	促进共同兴趣领域的国际合作和交流
	培训、加强和支持纳米技术创业人员
	参与并增强区域创新系统间的联系，以支持纳米技术在全国各地的商业化

美国国家纳米技术计划做出重要调整

	增进企业对支持技术后期开发的联邦行动的了解，并对联邦行动加以协调
	建立和扩大目标领域的政府与社会资本合作
	宣传纳米技术在生活中的重要性
提供基础设施， 为纳米技术研究、开发和利用 提供可持续的支持	协调联邦支持纳米技术研发基础设施的活动
	支持纳米技术关键基础设施的研发和购置
	提高纳米技术研发基础设施的可获得性
	提高数据库的互操作性，鼓励纳米技术数据共享
	增进研究人员对原型、测试、制造等技术后期开发资源的了解，并提高其可获得性
	开发目标技术领域的测试平台和原型制造设施
促进公众参与， 增加纳米技术 劳动力	利用纳米技术基础设施开展教育、培训和发展劳动力活动
	通过纳米技术科普活动，激发学生们学习科学、技术、工程、数学专业并从事相关职业
	培训教师，提供纳米技术教学资料
	增加学生获得科研、实习、交换、国际交流经历的机会
	利用纳米技术基础设施开展教育、培训和发展劳动力活动
	为纳米技术使能的新兴技术领域储备劳动力
确保负责任地 发展纳米技术	扩大纳米技术劳动力队伍
	让公众了解纳米技术研究进展、应用情况和可能影响
	协调与负责任地发展纳米技术相关的联邦活动
	增进对纳米技术环境、健康、安全问题的科学认识，并广为传播
	支持将负责任地发展原则纳入纳米技术研发和商业化过程
	鼓励将负责任地发展原则纳入教育和培训项目
	加强国际合作，以支持负责任地发展纳米技术

三、主要举措

基于 NNI 20 年的实施经验和纳米科技界的需求，《2021 版战略规划》提出以下重要举措。

1、组织研发

(1) 设立“国家纳米技术挑战”项目，以调动纳米科技界和其他各界的力量，合作应对全球性重大问题，如治疗流行疾病、应对全球气候变化、提供清洁水、提高粮食产量等，加快提供解决方案，造福社会。

(2) 采取“利益共同体”模式在优先领域组织跨机构合作。这种模式比较灵活，可以根据研究群体的兴趣变化，快速地建立或取消。目前已在传感器、水资源可持续利用、纳米塑料 3 个方向建立了利益共同体。

(3) 在国际共同关心的领域，继续采取“研究共同体”模式组织开展国际合作。

2、加强协调

(1) 建立与其他研究计划的“战略联络机制”，加强信息共享，形成研究合力。例如，NNI 与国家量子计划、网络和信息技术研发项目（NITRD）在国家科学技术委员会微电子领导力分委员会框架下，建立了战略联络机制。

(2) 继续在重要领域设置协调员，以加强跨机构协调和合作。除了已有的国际事务协调员和标准制定协调员，将在基础设施和教育与劳动力两个方面设立协调员。

3、促进纳米技术商业化

(1) 扩大纳米技术创业网络（NEN）。NEN 通过播客、研讨会等线上线下定期活动，分享纳米技术商业化实践案例和过程体会，为纳米技术创业者提供人脉和资源支持。

(2) 利用“产业与区域联络机制”，加强商业群体和区域创新系统的参与。例如，通过“制造业扩展合作关系项目”分布在全国的站点和“制造业美国”的 16 个研究所加快技术优先领域的商业化。

(3) 针对纳米技术研发所需的仪器、设施价格昂贵问题，加强物理基础设施和数字基础设施的建设和供给，特别是与私营部门合作研发并提供技术研发后期所需的原型制造设施。（边文越 张超星）

基础前沿

美国 NSF 成立生物传感和量子模拟的量子跃迁挑战研究所

9月2日，美国国家科学基金会（NSF）宣布继2020年建立三个“量子跃迁挑战”研究所之后，再建设两个新研究所，以推进量子生物传感

和量子模拟的研究²。NSF 未来几年将分别向每个研究所投资 2500 万美元。

目前，随着量子革命的推进，NSF 正在加大对量子信息科学领域的投资力度，以进一步加深对量子现象的理解，并将其作为转化为变革性技术的基础发现。两个新建研究所分别是：

1、稳健量子模拟量子跃迁挑战研究所。由马里兰大学帕克分校主导，以实现量子计算为目标，开发量子系统并为大规模量子模拟器开发方法和工具。该研究所将与摩根州立大学和北卡罗来纳中央大学建立合作伙伴关系。

2、生物物理学和生物工程中的量子传感量子跃迁挑战研究所 (QuBBE)。该研究所由芝加哥大学领衔，旨在识别新的生物量子传感系统并开发用于观测和发现的新一代工具。此外，该研究所还将与芝加哥公立学校合作建立量子学院计划，为高三年级 (K-12) 学生提供学习量子科学基础知识的机会。 (郑颖)

美国 NSF 资助量子互联网研究

9 月 16 日，美国 NSF 宣布向马里兰大学领导的多机构团队提供为期两年、共计 500 万美元的项目资助³，旨在开发量子互连的关键技术，并为量子互联网铺平道路。

这个名为“量子网络连接技术”(QuaNeCQT)的团队一直在开发量子版的调制解调器和路由器，这些设备在标准或“经典”计算世界里很成熟，但要在基于量子原理的设备上使用，却是一个严峻挑战。该项目基于由马里兰大学开发的量子信息处理方法，使离子阱量子计算机通过量子路由器等设备连接，并能在以公里为单位的距离上进行量子信息

² NSF announces Quantum Leap Challenge Institutes for biological sensing and quantum simulation. https://www.nsf.gov/news/special_reports/announcements/090221.jsp

³ \$5M NSF Grant to Fund Research on Quantum Internet Foundations. <https://today.umd.edu/5m-nsf-grant-to-fund-research-on-quantum-internet-foundations>

的交流，最终使量子互联网得到发展。

在第一阶段的研究中，该团队开发了量子路由器和调制解调器的工作原型。调制解调器将来自量子计算机的信号转换为红外光子，通过光纤进行长距离传输。路由器基于硅光子芯片设计，该芯片使用量子传送技术操纵网络中的量子信号，允许量子状态在物理上分离的粒子之间转移。该团队已经在中大西洋地区量子互联网（MARQI）中部署了原型，并与网络的各个节点建立了直接联系。 (杨况骏瑜)

美国 DARPA 资助原子蒸汽科学项目

9月3日，美国国防高级研究计划局（DARPA）发布了“用于新技术的原子蒸汽科学”（SAVaNT）项目⁴，旨在研究室温下原子蒸汽的性能极限，实现新的室温传感功能和量子技术。

DARPA 宣布已选择 8 个研究团队来负责 SAVaNT 项目，这些研究团队将在满足国防部重大需求的前提下为新技术奠定基础，包括微尺寸、重量和功率（SWaP）、高灵敏度电场和磁场测量的应用技术，以及量子信息科学应用需要的强原子光耦合技术。该项目所有技术领域的共同科学挑战是提高室温下原子蒸汽的相干性。

该项目分为两个阶段，并根据原子蒸汽将产生最大影响的应用领域分为 3 个技术领域：里德堡静电测量、矢量磁力测量和蒸汽量子电动力学（vQED）。第一阶段将侧重于解决物理学上的技术挑战，第二阶段将开发一套综合物理台式设备，并确定性能交易空间的特征。研究团队将采用不同的方法在室温下保持量子相干性。

1、里德堡静电测量。 Quantum Valley Ideas 实验室领导的团队将寻求新颖的蒸汽池设计和读出方法，以开发用于高灵敏度里德堡静电测量

⁴ DARPA Announces Research Teams to Advance Fundamental Science of Atomic Vapors. <https://www.darpa.mil/news-events/2021-09-03>

的低 SWaP 设备；ColdQuanta 公司领导的团队将在蒸汽腔里德堡原子传感器中结合射频外差检测和新型场增强技术，以实现高灵敏度和窄瞬时带宽；Rydberg Technologies 公司领导的团队将通过开发新的蒸汽制备和读出方法以及激光稳定技术，来提高里德堡静电测量的灵敏度。

2、矢量磁力测量法。Twinleaf 公司领导的团队旨在开发一种新型的矢量磁场传感器，使用高碱密度的量子系统，并使用碱自旋保护涂层延长量子相干时间，以达到高精度和高灵敏度；科罗拉多大学领导的团队将在小型微机电系统蒸汽腔封装中开发一种新型矢量-标量原子磁力计，该磁力仪通过结合两种独立的测量协议和腔体增强，可以同时达到高精度和高灵敏度；威廉与玛丽学院领导的团队将使用一种新的矢量场提取方法，该方法基于对蒸汽腔中原子系综的全光激发和电磁感应透明（EIT）的检测，形成一个准确、稳定的单一传感单元。

3、蒸汽量子电动力学。佐治亚理工学院领导的团队将聚焦基于与芯片级纳米光子谐振器集成的新型槽结构的新型平台，以实现量子信息应用中原子-光耦合的数量级提升；马里兰大学领导的团队将通过集成原子蒸汽与利用慢光和局域化效应的新型芯片级高 Q 值⁵纳米光子腔，来证明强原子-光子耦合。（杨况骏瑜）

信息与材料制造

美国 DARPA 发布天基自适应通信节点项目

9月13日，美国国防高级研究计划局（DARPA）发布天基自适应通信节点（Space-BACN）项目⁶，旨在创建低成本、可重新配置的光通信终端，以适应大多数卫星间光学链路（OISL）标准。Space-BACN 将

⁵ Q 值是衡量光学谐振腔的质量的品质因数

⁶ Adaptable Optical Communications to Facilitate Future Low-Earth Orbit Networks. <https://www.darpa.mil/news-events/2021-09-13>

允许目前不能相互通话的各种卫星之间进行通信。

Space-BACN 设想了一个可适应的通信终端，它可在轨道上重新配置，并跨越不同的标准进行通话，这是对目前技术水平的一个飞跃。该项目的目标有 3 个：满足大多数光学标准的 100Gbps 带宽，100 瓦或更低功耗，低于 10 万美元的造价。为实现这些目标，Space-BACN 将专注于 3 个关键的技术领域：低成本、能耦合到单模光纤的光学孔径；可重新配置的调制解调器，能支持高达 100Gbps 的多种光学波形；新颖的跨卫星指挥和控制方法，以实现政府和商业卫星之间的自动化互动。除了技术上的挑战，该项目的一个关键驱动因素是降低成本和重量，以便于整合和使用。

由于 Space-BACN 专注于在低地轨道上运行，它将能够利用先进的低成本电子设备，在较低的辐射环境中可靠地运行，并更容易与其他的政府和商业低地轨道卫星群连接。此外，低地轨道卫星的预期寿命较短，通常为 3 至 5 年，与 Space-BACN 终端相结合，将有助于其快速更新换代和插入新技术。

（杨况骏瑜）

美国发布零信任网络安全指南草案

9 月 7 日，美国政府发布了多份零信任网络安全的指南，包括美国管理和预算办公室（OMB）的《推动美国政府实现零信任网络安全原则》草案，网络安全基础设施安全局（CISA）的《云安全技术参考架构》和《零信任成熟度模型》草案。这些草案遵循了 2021 年 5 月美国政府发布的加强网络安全的行政命令，旨在推动各机构采用零信任网络安全架构⁷。

当用户访问不同的网络地址时，零信任模型不仅会验证用户的身份，还会确认他们是否有权限访问这些应用程序和数据，成熟的零信任模型

⁷ Biden Administration Releases Draft Zero-Trust Guidance. <https://www.nextgov.com/cybersecurity/2021/09/biden-administration-releases-draft-zero-trust-guidance/185166/>

会定期执行检查。各机构被授权制定相应计划，实施零信任网络战略，以满足行政需求。

在新草案的指导下，OMB 要求机构将可交付的成果纳入这些计划中，预计在 2024 年 9 月底之前，将 5 个“特定的零信任安全目标”纳入实施的计划中，包括：

(1) 身份。机构工作人员使用企业的身份标识来访问他们在工作中的应用程序，防网络钓鱼的多因子认证（MFA）可保护他们访问时免受复杂的在线攻击。

(2) 设备。联邦政府拥有其运营和授权供政府使用的每台设备的完整清单，可以及时检测出这些设备上出现的问题，并做出响应。

(3) 网络。代理机构在环境中加密所有的域名系统请求和超文本传输协议（HTTP）流量，并根据应用程序对网络进行分段。联邦政府可以对传输中的电子邮件进行加密。

(4) 应用程序。机构默认所有应用程序均连接到互联网，定期对其进行严格测试，并接受外部漏洞报告。

(5) 数据。机构在深入保护数据分类方面有一条清晰、共享的路径，正在利用云安全服务来监测敏感数据，并已实施企业管理日志记录和信息共享。

CISA 公布了“零信任成熟度模型”（ZTMM），该模型于 6 月开始研发，与 OMB 备忘录中的 5 个目标保持一致，提供了有关完善零信任架构的工具和程序。ZTMM 代表了跨越身份、设备、网络、应用程序、数据 5 个不同支柱的实施梯度，其中每个支柱包括有关透明度和分析、自动化和编排、治理的信息，是 CISA 帮助政府向零信任过渡的工具之一。此外，CISA 还与美国数字服务局（USDS）和联邦风险授权管理项目（FedRAMP）合作，共同编写了云安全技术参考架构，指导机构的

工作向安全云迁移。

这些文件组成了各机构在 2024 财年结束前部署新型网络安全架构的路线图，并推动联邦政府向零信任网络安全迈进。（黄茹 唐川）

美国 NSF 建设数据利用新研究机构

9 月，美国国家科学基金会（NSF）宣布出资 7500 万美元，用于建设 5 家数据应用研究所⁸，支持科学与工程研究之间的汇聚，整合数据科学基础、系统、应用和网络基础设施等，通过协作、共同设计的项目来制定创新的数据密集型方法，以应对美国所面临的关键挑战。

1、生物信息新前沿研究所。俄亥俄州立大学领衔，由知识引导的机器学习提供技术支持，将建立一个新的图像组学领域，利用机器学习算法来分析大量的现有图像数据，这些数据主要是来自国家中心、野外台站、博物馆和实验室等的数字馆藏。

2、人工智能算法研究所。华盛顿大学领衔，旨在构建人工智能在 3 个科学领域实时应用所必需的知识：高能物理学、多信使天体物理学和系统神经科学。通过开发定制的人工智能解决方案来实时处理大型数据集，显著提升发现潜力。

3、极地数据与模型革命研究所。马里兰大学领衔，汇聚来自学术界、政府与私营部门的数据科学、北极和南极科学以及网络基础设施方面的专业力量，共同应对与气候变化、海平面上升和迅速变化的北极等相关的国家优先事项及挑战。

4、数据驱动动力学设计研究所。科罗拉多矿业学院领衔，解决材料动力学过程预测的挑战，包括超材料中的离子与分子传输、催化途径和相变，重点是发现全新的机制和途径。推动科学、技术、工程和数学

⁸ NSF establishes new institutes for harnessing the data revolution. https://www.nsf.gov/news/special_reports/announcements/092821.jsp

(STEM) 内外涉及复杂时间演化系统的领域，包括分子生物学、大气科学、地球物理学和物理宇宙学等。

5、地理空间研究所。伊利诺伊大学香槟分校领衔，创建一个综合地理空间发现环境，利用地理空间数据来理解不同社会经济环境系统之间的相互关联，从而增强社区韧性和环境可持续性。通过生成一套新的分析工具，更好地评估及预测风险，并预测灾害或气候变化的影响。(万勇)

美国 NSF 启动新一批未来制造业项目资助

9 月，美国国家科学基金会公布了一批未来制造业资助项目，总投资 3150 万美元⁹。目标是通过支持基础研究，推动全新或目前尚无法大规模推广的制造技术进入实用阶段。该项目重点是实现全新的、可能具有变革性的制造能力，不支持对现有先进制造技术进行渐进式改进的项目提案。

1、未来制造业研究项目。主要面向制造领域的重大挑战，对经济、业界和整个社会具有巨大影响。已获批的项目包括：模块化可持续化学制造的范式转变；3D 打印土壤材料与结构的工艺-结构-属性关系；研发保护隐私的微型机器学习边缘分析，使人工智能技术能用于安全制造；可回收柔性电子器件的未来生态制造；利用直接喷墨打印技术和毛细上升渗透技术制造 3D 固态钠离子电池的可持续路径；固态储能固体钠电池干法制造；开发用于生物分子可编程分离和制造的 DNA 和 RNA 冷凝液滴；用于大规模生产高质量二维过渡金属碳化物、氮化物或碳氮化物和其他二维纳米材料的网络纳米制造平台；多段分布式未来制造系统的网络协同分析框架等。

2、未来制造业种子项目。旨在建立多学科研究团队，共同制定未来制造业新发展方向并证明其可行性。已获批的项目包括：干细胞衍生

⁹ NSF invests in future manufacturing projects that reimagine processes and protect the environment. https://www.nsf.gov/news/special_reports/announcements/093021.jsp

物的大规模生物制造；生物组织-电子和光子混合器件制造；快速生物制备基于植物叶绿体的 mRNA 疫苗；含 mRNA 生物材料的大规模分布式制造；通过机器人技术和微流控加工技术实现细胞疗法的端到端连续制造；面向未来网络制造的韧性、可靠的网络-物理-人-机团队；基于机器学习的宽禁带半导体器件网络化制造；基于波长选择性光聚合的快速、连续多材料制造的网络-物理框架和试验系统；生物启发的分层制造工艺；面向未来无处不在分布式增材制造的联合深度学习；环保型可生物降解的纸基柔性混合电子器件的多材料制造技术；通过大规模冷烧结制造技术实现高质量陶瓷和复合材料的集成和回收；面向可持续聚合物复合材料的团队建设、培训、高效制造和回收技术等。 (黄健)

美国国防部推动国防制造区域集群计划

9月22日，美国国防部（DoD）宣布将出资2500万美元资助“国防制造区域集群计划”（DMCSP）的5个集群建设¹⁰，加上非联邦筹资1170万美元，总资助额为3670万美元。该计划拟在关键技能、设施、劳动力发展、研发和小企业扶持方面进行长期投资，以加强国家安全创新基础，扩大国防制造业生态系统的能力。此次资助的5个集群包括：

集群 1：聚焦海事劳动力发展。招募、培训联邦海事工作人员并实现其现代化。目标是通过为技能工人和制造工程师创建跨区域的 K-12 到大学的培训渠道，提高海事工业基础的制造能力水平、韧性和多样性，支持海军持续保障和造船需求。

集群 2：聚焦智能织物与可穿戴设备。负责实施先进纺织品/自主可穿戴设备领域的项目，并实施一项战略，以应对企业从 COVID-19 大流

¹⁰ DoD Approves \$25 Million in Grants Under Defense Manufacturing Community Support Program. <https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/2785070/dod-approves-25-million-in-grants-under-defense-manufacturing-community-support/>

行期间的限制性运营过渡到长期运营时面临的即时需求激增。

集群 3：聚焦国际劳动力与供应链发展。向得克萨斯国防航空航天制造生态系统的制造业工具箱中注入相关的智能制造技能与技术，并在劳动力开发、结构化网络与供应链发展、政策与经济发展以及研究与基础设施等方面取得成效。

集群 4：聚焦先进机床。解决下一代机床与智能制造流程；建立教育与培训渠道，招募和培养操作这些新技术所需的未来劳动力；整合学术、政府和企业合作伙伴，将技术进步转化为行业领先地位和经济影响力。

集群 5：聚焦原型开发。把能力、流程、持续性保障规划、劳动力和工程能力等扩展到武器系统部件及组件的原型开发中。 (万勇)

美国能源部资助清洁能源关键材料利用技术

9月2日，美国能源部（DOE）宣布3年内向13个科研机构共资助3000万美元，开发对清洁能源至关重要的关键材料新技术，以确保供应链安全¹¹。该资助旨在增加稀土和铂族元素供应多样化，开发替代材料，并探究和优化对清洁能源和高科技至关重要的稀土和铂族元素循环再利用过程。关键材料主要包括用于电动汽车动力电池的钴、用于风机和电子产品的钛，以及用于排放控制和燃料生产技术的铂族材料。

1、开发稀土和铂族元素的替代品，增加供应多样化。主要包括6个项目：利用金属封装策略优化和减少铂族元素在多相催化中的使用，主要由斯坦福大学 Cargnello Matteo 课题组牵头；在稀土替代材料合成过程中，探究多种改性剂驱动稀土元素定向选择合成研究，主要由科罗拉多矿业大学 Jensen Mark 课题组牵头；在非临界条件下，开发稀土磁性材料生产工艺过程的高稳定催化剂，主要由美国东北大学 Lewis Laura

¹¹ DOE Awards \$30M to Secure Domestic Supply Chain of Critical Materials. <https://www.energy.gov/articles/doe-awards-30m-secure-domestic-supply-chain-critical-materials>

课题组牵头；利用原位表征与预测模型探究稀土元素在固态离子通道中选择性输运路径，主要由芝加哥大学 Liu Chong 课题组牵头；通过综合实验、计算和热力学建模方法探究铂族元素矿化的分子运动过程，主要由伊利诺伊大学 Lundstrom Craig 课题组牵头；通过对替代材料结构进行非均匀性设计以控制材料功能特性，主要由西北太平洋国家实验室 Sushko Peter 课题组牵头。

2、研究稀土和铂族元素的循环再利用方法。主要包括 7 个项目：探究地壳风化过程中稀土和铂族元素在地壳中迁移富集的地球化学机制，主要由华盛顿大学 Catalano Jeffrey 课题组牵头；探究高温高压超临界条件下，地质流体中稀土元素分子络合过程，主要由新墨西哥矿业技术学院 Gysi Alexander 课题组牵头；进行近红外条件下地球中富集的金属-有机配合物模拟计算，主要由北达科他州立大学 Kilina Svetlana 课题组牵头；研究稀土元素分离技术，主要由艾姆斯国家实验室 Prozorov Tanya 课题组牵头；探究铂族元素的利用价值，主要由佛罗里达州立大学 Schurko Robert 课题组牵头；探究液-液萃取反应中稀土元素相变和中尺度聚合现象机理，主要由阿贡国家实验室 Servis Michael 课题组牵头；利用多肽表面活性剂在空气-水界面上回收镧系元素的技术开发，主要由宾夕法尼亚大学 Stebe Kathleen 课题组牵头。 （汤匀 裴惠娟）

生物与医药农业

俄罗斯政府扩大联邦农业发展科技计划

9月3日，俄罗斯政府对2017年8月签署发布的《2025年前联邦农业发展科技计划》进行扩充，新增了4个分计划¹²，旨在消除对作物种业、

¹² Правительство расширило Федеральную научно-техническую программу развития сельского хозяйства.
<http://government.ru/docs/43241/>

畜牧业和饲料生产、农产品储存及加工等领域相关材料和技术的进口依赖，为俄罗斯市场提供高质量和有竞争力的国产农产品。

1、发展动物饲料和饲料添加剂。形成高品质饲料生产的现代化科技基础，满足畜牧业集约化发展和提高收益的需要；开发高能量、高蛋白质饲料作物新品种及其栽培技术；开发可提高饲料营养和耐藏性的技术，提高青贮和半干青贮饲料添加剂的产量，充分满足国内饲料生产商的需求；保障饲料作物选种和种子繁育中心的运行和发展；形成配方饲料成分和饲料添加剂生产的现代化科技基础；开发原料的二次利用技术；完善饲料行业人才培养和补充职业教育体系。

2、发展油料作物选种和育种。依靠基础和应用研究，形成油料作物选种和育种的现代化科技基础；保障选种和种子繁育中心的运行和发展；开发基于国内选种的油料作物新品种和杂交种，改良现有品种；改进现有农业技术，开发新的传统选种和基因组选种技术及基因编辑技术；针对有经济价值的油料作物新品种和杂交种，组织育种系统；开发油料作物病虫害防治新药物，开发油料作物病害诊断系统；保存、研究和补充油料作物品种、品系、杂交种、病害病原体及共生微生物；开发油料作物生产和储存现代化技术；提高基于国内选种的向日葵、大豆、油菜和亚麻种子产量；完善油料作物选种育种领域人才培养和补充职业教育体系，吸引青年专家。

3、提高肉用牛的遗传潜力。形成肉食畜牧业的现代化科技基础，在肉牛繁殖中基于基因组和后基因组技术实施快速选种方法，包括：利用基因分型方法和数据分析；建立肉牛参考数据库；使用针对肉牛经济价值特征的基因组评估系统；基于遗传物质鉴定和表型指标控制，在全生产周期引入肉牛质量控制系统；改进现有肉牛品种；保障选种和良种繁育中心的运行和发展；满足农产品生产者对肉牛改良的需求；完善行

业人才高等教育和补充职业教育，吸引青年专家。

4、发展葡萄种植业。完善立法规范，为葡萄种植业的发展创造有利条件；保障选种-苗圃栽培中心的运行和发展；开发抗生物和非生物胁迫的葡萄作物新品种和克隆品种；提高基于国内选种的葡萄栽培材料的产量；开发和改进葡萄种植技术，确保生产的稳定性、资源节约性和绿色无污染；完善葡萄种植业选种-苗圃栽培、科技人才培养和补充职业教育体系。

(贾晓琪)

美国农业部投资 1.46 亿美元支持可持续农业研究

10月6日，美国农业部（USDA）宣布投资 1.46 亿美元支持可持续农业研究项目¹³，以改进稳健、有弹性和气候智能型食品和农业系统。该项投资是国家食品与农业研究院（NIFA）可持续农业系统计划（旨在改善动植物生产和可持续性，以及人类和环境健康）第三期拨款的一部分，将在该计划下新支持 15 个项目。

1、在气候变化条件下维持美国西南部的地下水和灌溉农业。旨在通过制定气候变化适应管理策略，缓解美国西南部地下水过度开采和维持灌溉农业；开发综合的建模、数据和决策支持工具，用于评估地下水和灌溉农业的可持续性；开发地下水治理的社会经济学工具。

2、通过计量、管理和市场创新，确保农业和生态系统未来具有适应气候的水资源。将研发基于改进的水测量、管理和市场的数据驱动决策工具和制度设计建议，以实现水安全。

3、促进儿童健康生活食物系统的弹性。将综合运用系统动力学研究方法，开发儿童健康生活食物系统，开展模拟以确定和测试食品供应链中减少食品浪费、提高食品和营养安全、健康饮食模式和儿童健康体

¹³ USDA/NIFA announces more than \$146M investment in sustainable agricultural research. <https://www.usda.gov/media/press-releases/2021/10/06/usda-announces-more-146m-investment-sustainable-agricultural>

型的弹性驱动力,从而防止美国附属太平洋岛屿地区家庭和社区的慢性病。

4、为可持续强化食品和能源生产设计农业光伏。旨在提供跨学科的科学知识,进行可持续农业光伏技术的推广和教育,从而通过维持或提高粮食产量,同时增加美国不同生物物理环境中的可再生能源发电量,提高美国农民的经济福利和恢复力。

5、多样化玉米带:通过中西部农业的多样性强化弹性。核心目标是使玉米带的农场、景观和市场多样化。

6、通过宿根地被植物重建美国景观,以增强自然资源和公共产品。将开发和改进宿根地被植物方法,实现高产行作物生产,同时改善土壤和水质,大幅提高木质纤维原料的可用性,并保持或增加农场收入。

7、从海岸到奶牛再到消费者:海藻用于提高牛奶产量、减少温室气体排放和恢复营养。将通过提高牛奶生产和质量的效率,减少温室气体和氨的排放,通过藻类生产回收营养物质,并将食品安全风险降至最低,从而提高乳制品和藻类生产的盈利能力,刺激农村经济发展。

8、支持大西洋鲑鱼的可持续水产养殖系统。旨在建立有效的美国大西洋鲑鱼循环水产养殖系统(ASRAS)产业,该产业将改变美国的食品和水产养殖系统,并以可持续的方式确保和增加高质量、价格合理的海鲜生产。

9、用于增强美国农业食品系统可持续性、弹性和稳健性的综合方法。旨在开发新的技术经济可行的养殖肉类系统,并开发新的教育平台,培训未来的专业人员。

10、使用新型饲料添加剂(大麻)可持续养殖生产高 ω -3含量鱼类。将研究把大麻颗粒作为一种安全、环保的水产养殖饲料,以生产高价值、高营养的鱼类。

11、将大麻生物经济可持续地融入美国西部地区农村和部落保留地。将利用跨学科系统方法,确定具有全球竞争力的大麻供应链的要素,平

等地纳入美洲印第安部落和其他农村社区。

12、利用再生农业管理实践实现可持续农业集约化和改良。通过成功整合可再生农业实践，以环境可持续的方式加强农业生产，研究的重点是将牲畜放牧、覆盖种植和保护性耕作等可再生实践纳入棉花/小麦种植体系。

13、使用智能食物景观（foodscapes）增强西部牧场的可持续性。通过在景观中建立多功能多样性岛屿，提高美国西部牛肉生产系统的经济和环境可持续性。

14、优化人类健康和营养：从土壤到社会。通过临床和流行病学评估，研究新型生物强化作物品种和食品对人类健康的贡献，从而创造出更有营养、更实惠、更易获得的全谷类食品；开发和使用在可持续种植系统内种植的改良作物品种制成的营养食品。

15、综合各种多年生植物循环系统，促进景观的恢复力和生态系统服务。将确定和表征美国主要农业生态区的各种多年生循环系统；量化和比较这些系统提供的恢复力和生态系统服务；量化和分析增加采用多种多年生循环系统对经济、健康和社会的直接和间接影响。（袁建霞）

美国国家癌症研究所发布 2023 财年计划与预算提案

9月，美国国家癌症研究所（NCI）发布的“2023 财年计划和预算提案”¹⁴提出，NCI 将不断寻求潜在的科学研究新机遇，通过广泛投资基础科学和应用科学，支持癌症研究人员开展研究，并推动基础设施建设，促进癌症科学的进步。在本次财年计划和预算提案中，NCI 强调了 4 个重点发展方向。

1、扩大临床试验范围和受众群体。扩大远程医疗技术在临床试验中的应用；增加少数民族及医疗服务欠佳群体参与临床试验的机会；将

¹⁴ Annual Plan & Budget Proposal for Fiscal Year 2023 At a Glance. <https://www.cancer.gov/research/annual-plan>

现代数字技术融入到患者招募和数据收集等过程中，简化流程；加快确证新的干预措施是否对患者有益。

2、利用计算机设计癌症新药。利用计算机技术快速筛查大量分子的靶向作用，加速药物发现；改进计算技术，识别药物最有效靶点的结构，预测候选药物对靶点分子的作用，辅助设计能够精准靶向靶点的药物，以减少药物的毒副作用；改进计算方法，以辅助预测候选药物在体内的稳定性，并在未来辅助评估药物可能出现的副作用。

3、实现癌症的精准预防。深入开展癌症成因和癌症生物学研究，包括癌细胞遗传学和肿瘤微环境等；研究个体的免疫系统、代谢、体内微生态对癌症发生发展的影响；研究个体行为和环境对癌症发生的影响；支持开发新型计算方法、可穿戴数据收集设备、癌症成像与诊断平台、人体器官芯片等先进研究工具，提升癌症预防研究能力。

4、开展肿瘤动力学研究。使用计算机科学和人工智能研究肿瘤的发生发展过程；整合肿瘤异质性数据，开展多组学研究；研究肿瘤微环境对肿瘤生长、转移和耐药性等的影响。 (靳晨琦)

美国 NASA 资助 10 个空间生物学研究项目

9月10日，美国国家航空航天局（NASA）宣布资助10个新的空间生物学研究新项目，以促进 NASA 对生命系统如何响应和适应空间环境的理解，以增强人类太空探索的能力¹⁵。

获资助的项目包括在地面和空间站的研究，并将使用不同的模型系统来了解航天环境的多个变量如何影响植物和动物生物学/生理学的机理，以及其中一些模型与其各自微生物生态系统的关系。选定的研究目

¹⁵ NASA Selects 10 Space Biology Research Projects that will Enable Organisms to Thrive in Deep Space. <https://science.nasa.gov/science-news/biological-physical/nasa%3Dselects-10-space-biology-research-projects-that-will-enable-organisms-to-thrive-in-deep-space>

标包括：了解太空飞行中的植物/病原体的相互作用；确定在恶劣环境中种植植物的最佳条件，包括那些涉及低压和改变重力或辐射的环境；了解太空飞行环境如何影响动物肌肉生理学和能量代谢；深入了解太空旅行对动物宿主及其微生物群的影响，包括单独影响和共同影响。

获资助的 10 个项目包括：空间探索综合环境压力因素的多组学和物种研究；开发用于航天应用的植物病害快速诊断和植物微生物组监测系统；太空飞行对心脏和大脑影响的时空映射研究；果蝇和秀丽隐杆线虫的中枢神经系统和肌肉在重力连续体上的综合生理反应；太空探索中的低压植物生物学——拟南芥对低气压和航天器微重力综合影响的分子响应；微重力可能使寄主抗性降低，从而引发太空植物病害增多可能性的研究；在外太空和近地轨道上运行的巨核细胞研究；肠道微生物组对遗传多样性无脊椎动物综合生理学的影响；模拟绿叶蔬菜对光强度和连续收获的生理和生化反应；从南极到太空：苔藓对模拟深空宇宙电离辐射和航天微重力的分子反应和生理适应。 (郑颖)

能源与资源环境

IEA 《全球氢能评估报告 2021》评估氢能技术发展现状

10月4日，国际能源署（IEA）发布《全球氢能评估报告 2021》¹⁶指出，氢能将在全球能源转型中发挥关键作用。报告强调，氢能尤其在化工、钢铁、长途卡车运输、海运和航运等难减排行业具有重要应用潜力。报告评估了在制氢领域具有潜在应用前景的 4 项技术，以及氢能技术链各项技术的成熟度。

一、具有潜在应用前景的新兴制氢技术现状

1、固体氧化物电解槽（SOEC）制氢技术。SOEC 采用陶瓷作为电

¹⁶ Global Hydrogen Review 2021. <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2021>

解质，因此材料成本较低。在高温环境下，其工作效率高达 79%~84%，核能、太阳能热、地热以及工业余热都可作为 SOEC 的热源。目前，SOEC 仍处于大规模应用示范阶段，技术成熟度（TRL）为 6~7 级，通常应用于合成碳氢燃料。荷兰正在开发 2.6 兆瓦的 SOEC 制氢系统，丹麦计划在 2023 年前启动 500 兆瓦的 SOEC 制氢工厂。

2、甲烷热解制氢技术。甲烷热解（也称为甲烷裂解）制氢技术是将甲烷转化为气态氢和固态碳（如炭黑、石墨）的过程，此过程不会直接排放二氧化碳。甲烷热解每单位氢气耗电量比电解制氢减少 3~5 倍，但该方法与甲烷蒸汽重整制氢技术相比，需要消耗更多的天然气。甲烷热解制氢的转换效率为 40%~45%，但其副产物炭黑可用于制造橡胶、轮胎、打印油墨和塑料制品。目前，正在开发的甲烷热解制氢技术 TRL 为 3~6 级。2020 年，美国 Monolith 材料公司启动了利用等离子体高温加热甲烷热解制氢工厂，并计划建立一个商业化规模的氨生产工厂；澳大利亚 Hazer 集团正在建造催化辅助流化床反应器示范工厂，用于将沼气转化为氢气和石墨；俄罗斯天然气公司正开发一种基于等离子体的甲烷热解制氢工艺；美国 C-Zero 公司正开发一种用于甲烷热解的电加热金属熔融反应器。

3、阴离子交换膜电解制氢技术。阴离子交换膜电解槽结合了碱性水电解和质子交换膜电解槽的优点，仅使用过渡金属催化剂（ $\text{CeO}_2\text{-La}_2\text{O}_3$ ），并不需要铂金属。阴离子交换膜电解槽一个关键的优点是阴离子交换膜为固态电解质，避免了在碱性水电解中使用的腐蚀性电解质。目前，阴离子交换膜技术仍处于早期研发阶段，TRL 为 4~5 级，德国 Enapter 公司正在开发千瓦级 AEM 电解槽系统。

4、电气化甲烷蒸汽重整（ESMR）制氢技术。ESMR 制氢是一种利用电加热反应器代替燃气蒸汽重整反应器的工艺。目前，ESMR 技术仅在实验室规模进行了测试，TRL 为 4 级，一个正在部署的示范项目计划将

沼气作为ESMR原料生产氢气和一氧化碳，然后转化为甲醇用于工业生产。

二、制氢、储氢、运氢过程技术成熟度情况

1、低碳制氢过程。电解制氢：阴离子交换膜技术，TRL为4级；固体氧化物电解槽技术，TRL为7级；聚合物电解质膜技术，TRL为9级；碱性电解水制氢技术，TRL为9级。结合碳捕集、利用与封存(CCUS)的制氢技术：热解催化分解技术，TRL为3级；地下热化学循环分解水制氢技术，TRL为3级；吸附增强式水蒸气重整制氢技术，TRL为3级；煤气化制氢技术，TRL为5级；等离子体热解制氢技术，TRL为6级；自热转化-天然气热重整技术，TRL为7级；部分氧化法制氢技术，TRL为7级；自热转化制氢技术，TRL为8级。其他方式制氢：热化学循环分解水制氢技术，TRL为3级；光催化水分解制氢技术，TRL为3级；天然产氢技术，TRL为3级；生物质气化制氢技术，TRL为5级。

2、合成碳氢化合物过程。合成液态碳氢化合物技术，TRL为5级；合成甲烷技术，TRL为6级。

3、储氢和运氢过程。储氢过程：地下枯竭油气田和含水层储氢技术，TRL为2级；金属氢化物储氢技术，TRL为4级；盐穴储氢技术，TRL为9级；储罐装置，TRL为11级，技术已成熟。运氢过程：液态有机氢载体运输技术，TRL为5级；天然气网络掺氢运输技术，TRL为6级；液氢船舶运输技术，TRL为7级；卡车储罐运输，TRL为11级，技术已成熟；管道运输，TRL为11级，技术已成熟；氢液化运输，TRL为11级，技术已成熟；氨船舶运输技术，TRL为11级，技术已成熟。

三、用氢领域技术成熟度情况

1、工业部门。钢铁制造领域：氢气等离子体还原技术，TRL为4级；基于纯氢的直接还原炼铁技术，TRL为5级；高炉富氢冶炼+CCUS技术，TRL为5级；高炉混氢冶炼技术，TRL为7级；基于混氢的直

接还原炼铁技术，TRL 为 7 级。化工领域：波动性可再生能源电力制甲醇，TRL 为 7 级；电力转化为甲醇然后制烯烃，TRL 为 7 级；波动性可再生能源电力制氨，TRL 为 8 级；电制氨，TRL 为 9 级。其他领域：水泥窑混氢技术，TRL 为 4 级；利用氢能进行高温加热技术，TRL 为 7 级。

2、交通运输部门。轻型汽车领域：氢内燃机汽车，TRL 为 6 级；氢燃料电池汽车，TRL 为 9 级；加氢站，TRL 为 9 级。重型汽车领域：70 兆帕高通量加氢站，TRL 为 3 级；氢内燃机汽车，TRL 为 6 级；氢燃料电池汽车，TRL 为 8 级；35 兆帕加氢站，TRL 为 9 级。航运领域：氢内燃机船舶/氨内燃机船舶，TRL 为 5 级；氨燃料电池船舶，TRL 为 6 级；氢燃料电池船舶，TRL 为 7 级。其他领域：中型飞机，TRL 为 3 级；小型飞机，TRL 为 6 级；铁路运输，TRL 为 8 级。

3、建筑部门。金属氢化物热泵技术，TRL 为 7 级；合成甲烷热泵技术，TRL 为 9 级；天然气掺氢热泵技术，TRL 为 9 级；燃氢锅炉，TRL 为 9 级；质子交换膜燃料电池热电联产技术，TRL 为 9 级；固体氧化物燃料电池热电联产技术，TRL 为 9 级。

4、发电部门。氨燃料燃气轮机技术，TRL 为 4 级；燃煤电厂混氢燃烧技术，TRL 为 5 级；燃料电池-燃气轮机复合发电技术，TRL 为 6 级；纯氢燃料燃气轮机技术，TRL 为 7 级；高温燃料电池技术，TRL 为 8 级；混氢燃料燃气轮机技术，TRL 为 9 级。 (汤匀)

英国 NERC 资助环境与地球科学关键问题研究

9 月 13 日，英国自然环境研究理事会（NERC）宣布投资 800 万欧元，为 5 项高风险和创新性的“推进科学前沿”计划提供资助。这是 NERC 首次推出此类计划，旨在促进真正具有冒险精神和雄心勃勃的科学研究，并开发新技术和方法。项目资助周期为 3~4 年，涉及领域主要

包括地球宜居性历史、表观遗传学的意义、钙化光合作用、海洋生态系统及碳排放、地核分层系统¹⁷。

1、热液喷口是否促成了早期地球的宜居性？由圣安德鲁斯大学牵头，将研究早期生命是如何维持的这一基本科学问题。一些证据表明，深海热液喷口提供的营养物质可能孕育了地球上最早的生命。为了验证这一假设，圣安德鲁斯大学研究人员将开发一种新的热液反应室，重现热液喷口的压力和温度条件，并引入不同的环境介质：气体（N₂、CO₂、CH₄）；液体（盐水、淡水）；不同磷酸盐相；催化矿物（磁铁矿、硫化物）。这将有助于理解火星和木卫二等其他行星上的火山活动在理论上是如何维持生命的。

2、表观遗传学在进化中的作用。由谢菲尔德大学牵头，将对表观遗传学进行首次全面研究，旨在揭示环境因素如何在改变生物的基因方面发挥作用。研究人员将追踪外赫布里底群岛圣基尔达赫塔岛的野生索艾羊的数量。野生索艾羊已在苏格兰的圣基达岛上与世隔绝、毫无拘束地生活了上千年的时间，处于这种环境下的索艾羊是研究自然进化的绝佳实验对象。该项目将调查表观遗传效应最常见的形式，即甲基化。

3、颗石藻钙化的光合基础。由牛津大学牵头，将开展两个方面的工作：将颗石藻化石所记录的其生理学特征与当前培养的细胞进行比较，以确定它们是如何适应数百年到数百万年的环境变化的；通过现代与过去的生物分子证据，研究颗石藻光合作用及其钙化间的直接联系、其基因的适应性以及化石的同位素组成。

4、海洋生态系统不稳定与碳输出（海洋前沿）。由东安格利亚大学牵头，旨在建立地球海洋生态系统稳定性的极限，以前所未有的规模开展建模研究。利用海洋浮游生物成像等新技术所产生的数据，研究人员

¹⁷ Ambitious research to study key environmental science questions. <https://www.ukri.org/news/ambitious-research-to-study-key-environmental-science-questions/>

将开发和使用一个全球生态系统模型，以更好地了解海洋生态系统是如何受到多种压力源的影响，包括：气候变化、海洋酸化、塑料微粒污染、人类渔业活动。这将测试生态系统在极端条件下的稳定性极限。

5、地核分层系统。由利兹大学牵头。确定地球磁场的起源对了解行星的宜居性及其演化至关重要，并被公认为地球科学的基本目标之一。由于缺乏基础物理学的支持，现行地核标准模型无法解释地震学和地磁的关键观测结果。研究人员认为，这些观测结果可以通过将地核看作一个耦合层系统来解释，每个层都有其独特的动力学。为了验证这一假设，研究人员将开发一种新的地核模型，该模型需要对现有计算机代码和算法进行重大改进。 (刘文浩)

德国氢能研究网络发布氢能研发需求专家建议报告

9月10日，德国氢能研究网络发布氢经济价值链研发需求的专家建议报告¹⁸，针对氢能价值链各环节提出了未来主要研发需求，包括如下领域：氢及氢基产品生产；基础设施和系统集成；氢能应用；氢能安全性、接受度和可持续的市场部署。德国氢能研究网络由联邦经济事务与能源部（BMW i）组建，是德国国家氢能战略提出的行动之一，涵盖了德国氢能价值链相关的学术界和产业界专家。具体研发需求如下：

一、氢及氢基产品生产

1、电解制绿氢。碱性电解槽（AEL）需研发适用于高压和高温的材料及组件并实现批量生产，以及改进电解槽设计；碱性膜电解槽（AEMEL）制氢需进一步开发膜、催化剂等组件，提高长期稳定性，并扩大电堆和系统规模；质子交换膜电解槽（PEMEL）需减少稀有金

¹⁸ Forschungsnetzwerk empfiehlt nächste Schritte für den schnellen Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2021/09/20210910-forschungsnetzwerk-empfehl-t-naechste-schritte-fuer-den-schnellen-aufbau-einer-wasserstoffwirtschaft.html>

属用量或开发替代材料，并解决工业生产和回收的问题；固体氧化物电解槽和质子陶瓷电解槽等高温电解槽需进一步研发可提高功率密度、耐久性和寿命的材料，扩大电堆规模并开发全自动生产工艺。

2、通过替代工艺制绿氢。光电化学、光催化、太阳能热化学、光生物等制氢方法尚处于低技术成熟度阶段，需进一步提高效率和长期稳定性，包括：开发高效和稳定的材料；开发低成本可扩展的电解槽和反应器概念；优化光电化学系统；优化太阳能热化学系统的集热器或热回收等。

3、生物质和生物残余物制绿氢。涉及生物质发酵、重整、气化和等离子体技术等，需开发低成本的原料来源，并与碳捕集、利用与封存（CCUS）系统相结合，研究将此类系统扩展到工业规模的方法以及氢气的高效分离和提取技术。

4、蓝氢和蓝绿氢生产。蓝氢由结合碳捕集与利用（CCU）的化石燃料制氢得到，蓝绿氢由天然气或生物基甲烷热解产生，所需能量由可再生能源提供。需通过研发将热解工艺扩大为示范规模，并开发 CCU 工艺和 CO₂ 永久安全封存的相关工艺。

5、氢基副产品生产。研发氢或合成气生产可持续合成原料及燃料的技术，包括甲烷、甲醇、氨、烯烃和醚等。需优化现有技术以实现大规模经济生产，开发新的颠覆性工艺，如甲烷、甲醇、氨和二甲醚的直接电化学合成、太阳能热合成、光化学合成和生化合成等。

二、基础设施和系统集成

1、公路、铁路和航运的氢能基础设施。开发经济、高效、环保的氢气运输技术，如液氢、压缩氢、合成燃料、液体有机氢载体（LOCH）、金属及其氢化物、氨等；进一步开发和优化移动式储氢、加氢技术/工艺；开发公路、铁路和航运的储氢压力容器安全评估的新方法；开发储氢罐无损检测方法（材料检测）及氢气质量保证方法。

2、管道分配网络。进行材料研究以确定和开发用于管道、配件和系统的氢气兼容材料,同时考虑主要负荷(压力和温度循环)和氢渗透;开发用于气体分离的材料和用于升级现有氢气管线的涂层工艺;开发从传统天然气网络到氢气网络的安全转化过程和策略,包括转化为纯氢网络和向天然气中掺入氢气;开发气体质量测量方法,用于监测管线中的气体混合比,并在可能发生泄漏时进行气体检测。

3、管道运输网络。进行材料研究以确定和开发用于管道、配件和系统的氢气兼容材料,同时考虑压力和温度循环参数以及氢渗透;进一步开发氢气压缩(机械和电学方法)、气体处理、传感器、测量技术;开发满足大流量氢气输送的氢气压缩及其驱动设备。

4、中大型储氢。开发地质储氢设施,考虑微生物学、适应性测试、气体净化等方面;开发和测试储氢系统的运行策略,以适应热力学特性等动态变化;进一步开发高压储氢、固体储氢、液体储氢、化学储氢技术以及多模式储氢方案,以实现规模化部署并降低成本。

5、整体系统建模与集成。开发集成系统的规划仿真工具,考虑供应安全、经济效率、可持续性和弹性等因素,并进行基础设施建模;开发将所有能源部门与氢能基础设施分散耦合的技术和概念,同时考虑分布式氢气转化利用方法,如氢能热电联产;氢输送和分配网络的开放科学建模,并优化电力、氢、绿色碳氢化合物、供热等各供能部门与交通、物流、工业、贸易、建筑等用能部门之间的耦合建模;制定转型战略以及考虑不同情景和市场发展的路线图。

三、氢能应用

1、用于工业原料,尤其是金属冶炼。用于生产还原过程所需的 NH_3 和合成气,以及用于捕集到的二氧化碳的利用;研究基于氢原料的生产中原材料对产品特性和工艺条件的影响;系统集成研究,包括过程模拟、

控制输出、氢气回收等。

2、提供工业过程热和蒸汽。系统部件和耐火材料研发；在高温工艺中使用氢气代替天然气/二次气体；产品质量、污染物排放、传热、效率、系统输出的影响研究。

3、固定式应用。商业和工业应用：优化氢气燃烧（尤其是纯氢）的运行管理，开发燃烧过程监控；燃料电池应用，需扩大至大规模工业化，开发运行状态监测、互操作系统技术等。家庭应用：开发供暖、通风和空调相关应用；进行真实条件下的现场测试。

4、移动式应用。乘用车应用：开发氢气燃烧过程的仿真模型；燃料电池堆、储氢罐系统和组件的工业化；膜电极组件中稀有金属的替代研究；运营策略、混合动力系统设计、系统结构、总拥有成本研究。卡车应用：整体传动系统及车辆的优化，包括运行/混合动力策略、冷却系统等；储氢及加氢技术；开发（近）零排放内燃机概念；效率优化研究，包括内燃机的摩擦学、废热、直喷、燃烧过程研究，以及燃料电池组件优化。铁路运输应用：研究与氢能经济相关的铁路特定要求；改装现有列车以及新列车装备氢动力系统的方法和技术；列车动力系统、冷却系统和混合能量管理的仿真方法。航运应用：不同动力系统的比较研究；氢动力船舶示范；活塞发动机燃烧氢燃料研究，以及在船上制氢用于燃料电池；氢与其他燃料混合使用。航空应用：提升燃料电池及其系统的功率/能量密度；航空航天专用零部件研发；热力系统的开发和管理，包括液氢罐；飞行可靠性、使用寿命和可验证性研究；氢气、电力转换燃料等燃料的供应、加注技术和基础设施研究。

四、氢能安全性、接受度和可持续的市场部署

1、氢能安全性。泄漏监测研究，区域监测的创新方法开发（包括使用人工智能技术），传感器的选择、组合和分布；保护概念研究，制

定特定保护措施和保护区域指南（尤其针对液氢），开发定量风险评估工具；事故研究，增强对事故场景的理解，开发各种保护措施的风险降低潜力模型；材料适用性和兼容性研究，制定安全选择合适材料的指南，开发氢气适用性和早期损坏检测的测试流程，开发新材料概念，扩展现有或开发新的测试概念和测试基础设施，以表征高温下（氢气燃烧、氢气压缩、高温燃料电池、高温电解槽等）的变形和损坏，开发材料模型预测与氢气接触部件的使用寿命；将增材制造技术用于组件生产。

2、标准化。制定标准化路线图，确定在国际竞争中的行动框架，并为未来技术创造有利于创新的条件；产品的认证和批准，为产品的认证、验收和批准制定技术和监管框架，审议风险评估方法，并将测试与模拟相结合。

3、接受度。专业人员的基础和高级培训，对氢能安全知识进行社会宣传，制定教育战略，设计验收标准；为氢能相关负面舆情个案制定沟通策略；目标群体的接受度研究，考虑生态和地缘政治问题，以及市场增长而引起的接受度变化；建立风险模型以分析风险的可接受标准；氢能用于能源和交通的转型研究。

4、可持续性。通过生命周期分析进行可持续性评估；所有制氢路径的温室气体排放和其他环境影响研究；进一步制定社会标准并创建统一数据集以对技术进行评估；经济可持续性研究；绿氢采购意愿研究。

5、商业模式。确定在环境标准和资源方面考虑整个价值链的项目模式；将循环经济整合到商业模式概念中；加强非技术领域的跨学科研究方法，如教育学家的参与；技术工人的基础和高级培训；公民参与和继续教育；开发利益相关者可访问的开放数据库。 （岳芳）

美国能源部资助开发生物燃料助力航空海运脱碳

9月9日，美国能源部（DOE）宣布向5个领域22个项目共资助6470万美元用于生物燃料创新研发，助力飞机和船舶等重型运输部门脱碳¹⁹。该项目计划利用农作物废弃物、食物残渣和藻类等有机材料催化转化生产生物燃料，作为一种低碳燃料取代目前重型运输部门所使用的石油燃料，将加速美国到2050年实现净零排放目标。

领域一：生物技术开发和推广。投入3300万美元支持11个项目，包括：由Alder能源公司承担，开发利用再生农作物生产无碳可持续航空燃料技术；由美国燃气技术研究院承担，开发利用二氧化碳或沼气生产生物燃料的新型装置；由美国燃气技术研究院承担，进行气化炉（R-GAS）生物燃料先进气化项目示范；由全球Algae创新公司承担，研发藻类栽培过程直接空气碳捕集技术；由Lanza科技公司承担，研发利用二氧化碳低成本生产可持续航空燃料技术；由MicroBio工程公司承担，研发利用废水生产清洁水、可持续航空燃料和可再生柴油技术；由德州农工大学农业生命研究院承担，开发生物可降解塑料产品，研发具有经济效益的可再生航空燃料技术；由马里兰大学帕克分校承担，研发生物燃料液化和萃取的近临界流体处理技术；由D3Max公司承担，利用国家可再生能源实验室（NREL）的生物脱酰技术和精炼技术，研发玉米秸秆生产可持续航空燃料技术；由SkyNRG美洲公司承担，进行垃圾填埋场废气转化为超低碳强度可持续航空燃料项目示范；由T2C能源公司承担，进行沼气转化为可再生燃料项目示范及推广。

领域二：开发具有经济效益和高产量的纤维素清洁糖化技术。投入560万美元支持2个项目，包括：由AVAPCO公司承担，开发糖为原

¹⁹ DOE Announces Nearly \$65 Million for Biofuels Research to Reduce Airplane and Ship Emissions. <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-nearly-65-million-biofuels-research-reduce-airplane-and-ship-emissions>

材料制备生物燃料的糖化技术；由国家可再生能源实验室承担，研发玉米秸秆纤维原料低成本、高转化效率的脱酰、精炼制备生物燃料技术。

领域三：研发生物质转化与分离技术。投入约 1240 万美元支持 4 个项目，包括：由 Quasar 能源集团承担，研发高固相原位回收技术以及下一代生物质厌氧消化技术；由阿彻丹尼尔斯米德兰公司承担，研发利用膜萃取技术进行生物丁醇连续发酵反应；由 Lignolix 公司承担，研发木质素的液相色谱法定量表征技术；由 RAPID 制造研究所承担，进行有机酸分离生物处理技术的物理性质数据和模型构建。

领域四：木质建筑先进节能供热技术。投入 410 万美元支持 2 个项目，包括：由俄勒冈州立大学承担，开发带有自动控制的空气强制燃烧系统，以减少木质建筑加热装置的碳排放；由阿拉巴马大学承担，在整个供热周期内，进行清洁燃烧技术研发，并开发高效和全自动木质建筑加热装置。

领域五：进行可再生天然气研发和示范。投入 960 万美元支持 3 个项目，包括：由弗吉尼亚大学承担，利用先进的镍基催化剂，研发将沼气转化为可再生天然气的低温二氧化碳甲烷化技术；由华盛顿大学承担，研发在厌氧消化池中通过二氧化碳原位转化生物甲烷技术；由 Summit 公共事业公司承担，开发可再生发电制沼气（PtG）技术，以及对生物甲烷化技术进行可行性分析和市场论证。（汤匀）

美国能源部资助开发天然气发电和工业 CCS 技术

10 月 6 日，美国能源部（DOE）宣布投入 4500 万美元支持 12 个碳捕集和封存（CCS）项目²⁰，助力天然气发电和水泥、钢铁生产等碳排放源的脱碳，实现美国 2050 年碳中和目标。本次资助聚焦 3 个主题领域。

²⁰ DOE Invests \$45 Million to Decarbonize the Natural Gas Power and Industrial Sectors Using Carbon Capture and Storage. <https://www.energy.gov/articles/doe-invests-45-million-decarbonize-natural-gas-power-and-industrial-sectors-using-carbon>

1、碳捕集技术研发

(1) 天然气联合循环 (NGCC) 电厂高效部件和工艺的实验室规模测试。投入 300 万美元支持 2 个项目, 包括: 为 NGCC 电厂开发用于碳捕集的吸附剂涂层热集成接触器, 示范接触器与金属/共价有机骨架吸附剂的集成系统, 实现从烟气中捕集 95% 的二氧化碳, 并减少 15% 的电力成本; 设计、制造和测试一种高效的 NGCC 碳捕集系统再生模块, 该模块能够以 95% 或更高效率从稀释源中捕集二氧化碳, 与目前采用碳捕集技术的 NGCC 电厂相比, 捕集成本降低 20%。

(2) NGCC 电厂高效碳捕集集成工艺的实验室规模测试。投入 745 万美元支持 3 个项目, 包括: 开发、优化和小规模测试一种新型、低成本的碳捕集集成工艺, 通过整体式胺接触器捕集 NGCC 电厂烟气中的, 然后进行蒸汽介导的热解吸和二氧化碳收集, 该过程发生在多床循环过程单元中, 不需要真空, 可增强大型 NGCC 电厂的可扩展性; 设计和制造一种新型的 NGCC 电厂燃烧后碳捕集吸附工艺, 将吸附剂模块与微波加热器集成, 并在模拟烟气环境下进行评估, 验证在 30 分钟内实现吸附和解吸的快速循环, 同时满足 DOE 的碳捕集目标; 开发双回路碳捕集方案, 解决 NGCC 烟气的低二氧化碳浓度 (约 4%) 和高氧气浓度 (约 12%) 技术挑战, 实现超过 95% 的碳捕集率, 可将资本成本降低 50%, 并通过负碳排放和氢气生产抵消运营成本。

2、用于工业的燃烧后碳捕集技术的工程规模测试

投入 1500 万美元支持 3 个项目, 包括: 设计、建造、调试和运行工程规模的水泥厂低温碳捕集工艺, 首次将该碳捕集系统规模扩大到 30 吨二氧化碳/天, 并示范从烟气中捕集超过 95% 的二氧化碳, 纯度超过 95%; 验证使用 4 种协同变革性新技术的创新碳捕集系统, 在 Nucor Steel Gallatin 工厂的现有系统 (二氧化碳浓度为 1.5% 的气流中捕集 3

吨二氧化碳/天) 进行台架规模验证, 处理电弧炉产生的气体。

3、碳捕集系统工程设计研究

(1) 现有(改造)工业设施碳捕集系统的前端工程设计(FEED)研究。投入 800 万美元支持 2 个项目, 包括: Genevieve 水泥工厂碳捕集改造的前端工程设计研究, 将采用液化空气公司的 Cryocap™ FG 系统, 将变压吸附以预浓缩二氧化碳, 并与低温制冷技术相结合, 净化和压缩二氧化碳产品, 从而实现高二氧化碳捕集率和高二氧化碳纯度; 壳牌化工综合体碳捕集 FEED 研究, 使用壳牌公司的 CANSOLV 技术(基于胺的燃烧后捕集技术), 从德克萨斯州迪尔帕克的几家壳牌烯烃工厂、芳烃工厂和一个热电联产工厂中每年分离和捕集超过 95 万吨二氧化碳。

(2) 现有(改造)NGCC 发电厂碳捕集系统的 FEED 研究。投入 1638 万美元支持 3 个项目, 包括: 商业规模(年捕集 500 万吨二氧化碳)模块化第二代 CCS 系统的 FEED1 研究, 用于捕集 NGCC 发电厂 95%的碳排放, 将使用壳牌 CANSOLV 碳捕集技术, 该技术利用具有低能耗、快速动力学和极低挥发性的可再生胺, 并已在商业规模的煤烟气中进行了 8 年的捕集测试; Calpine 公司 Delta 能源中心 857 兆瓦 NGCC 发电站 CCS 改造的 FEED 研究, 该设计将利用 ION 清洁能源公司的 ICE-21 溶剂, 比一般商业溶剂碳捕集系统体积更小、能耗更低、降解溶剂更少、成本更低, 并将捕集 95%的二氧化碳进行地质封存; F 级 NGCC 电厂集成 CCS 商业系统(碳捕集率 95%)的 FEED 研究, 将研究先进的技术和控制概念, 以将联合循环发电厂与第二代碳捕集技术相结合。 (岳芳)

韩国遴选出 39 项碳中和研发投入重点技术

8 月 31 日, 韩国国家科学技术咨询会议审议接收碳中和技术特别

委员会提交的《碳中和重点技术》议案²¹，遴选出 39 项碳中和重点技术，建立碳中和技术分类体系。

今年 3 月起，由产学研各领域专家 50 人组成的能源、产业（包括 CCUS）、运输交通、建筑城市与信息通信技术、环境等 5 个技术分委员会，开展技术分类、重点技术优先级评价，综合考虑碳减排贡献度、碳减排费用效果、实现可能性和各类别碳排放量等因素，遴选出重点技术，包括：能源转型类 11 项、产业类 12 项、运输交通类 6 项、建筑城市与信息通信类 4 项、环境类 3 项、CCUS 类 3 项。

1、能源转型类重点技术。太阳能、风能、氢能生产存储传输、发电用燃料电池、电力存储、电力网、生物能源、综合能源系统、氢氢能发电、热能生产转换系统、清洁火力发电。

2、产业类重点技术。钢铁产业的氢还原炼铁、资源循环型超高速电力、钢铁副产品产业循环、高炉-转炉工艺；石油化学炼油产业的石油化学工艺电气化、生物制品原料与产品生产、废旧塑料产业原料化；水泥产业的水泥混合再利用、石灰石原料替代；通用产业的燃料替代使用；半导体产业的原料工艺替代、工艺能源高效化。

3、运输交通类重点技术。电动汽车用二次电池、氢能汽车用燃料电池、电动汽车能源高效化、电动汽车用充电、氢电动汽车用氢储存设备与供应、无碳船舶。

4、建筑城市与信息通信类重点技术。替代化石燃料的建筑能源材料、高性能多功能外层、环保高效能源材料、新再生建筑能源设备优化。

5、环境类重点技术。资源循环型创新材料、自然界吸收增强、可用资源回收。

6、CCUS 类重点技术。碳捕集、利用与封存技术。

²¹ 제 17 회 심의회의 결과 (21.08.31). https://www.pacst.go.kr/jsp/council/councilPostView.jsp?post_id=2137&etc_cd1=COUN01&board_id=11#this

此外，韩国政府计划在 2021 年末开展这 39 项重点技术及其产业市场分析，推动制定碳中和技术路线图，将涵盖技术开发与商用化途径、政府与民间作用、自主开发和国际技术合作等方面内容。（叶京）

美国能源部资助储能电池技术研发

9 月 23 日，美国能源部（DOE）宣布在“储能大挑战”计划框架下向 4 个液流电池技术研发和部署项目资助 1790 万美元，以扩大液流电池和长时储能系统的制造规模²²，对实现十年内电网规模储能成本降低 90%的目标至关重要。此外，DOE 电力储能项目办公室启动了一项 900 万美元的新计划，即“储能促进社会公平”计划²³，以帮助社区更好利用储能技术，提高能源弹性、降低用能成本。

1、开发液流电池长时储能技术（资助总金额 1790 万美元）

（1）开发和部署液流电池高效生产工艺。项目资助金额为 419 万美元，由 Largo 清洁能源及其合作伙伴共同承担。

（2）开发与制造金属电极和双极板卷对卷（R2R）技术。项目资助金额为 499 万美元，由 Tread Stone 技术公司及其合作伙伴共同承担。

（3）开发金属螯合物液流电池系统，提升现有液流电池技术性能和可扩展性，并降低成本。项目资助金额为 414 万美元，由 OTORO 能源公司及其合作伙伴承担。

（4）开发可扩展、具有成本效益、有机液流电池连续生产工艺，以强化美国国内液流电池制造生态系统建设。项目资助金额为 458 万美元，由 Quino 能源公司及其合作伙伴共同承担。

2、储能促进社会公平（ES4SE）计划（资助总金额 900 万美元）

²² Department of Energy Invests \$17.9 Million in Long-Duration Energy Storage Technologies. <https://www.energy.gov/eere/articles/department-energy-invests-179-million-long-duration-energy-storage-technologies>

²³ Energy Storage for Social Equity Initiative. <https://www.pnnl.gov/projects/energy-storage-social-equity-initiative>

该计划由西北太平洋国家实验室（PNNL）和桑迪亚国家实验室共同发起，旨在使城市、农村和部落中的社区能够将储能技术作为实现社区繁荣的可行途径。符合条件的社区将获得技术援助，并作为新的储能项目开发 and 部署的潜在发展地区。（汤匀）

英国资助开发创新减排技术助力工业部门清洁低碳转型

9月，英国政府相继启动两项资助计划，通过开发、应用减排创新技术，加速推进工业部门清洁低碳转型。

1、资助 2.2 亿英镑促进碳密集型行业清洁低碳转型。9月22日，英国政府宣布将资助 2.2 亿英镑促进污染最严重的碳密集型行业清洁低碳转型²⁴，该项措施将支持开发绿色减排创新技术，包括碳捕集和热回收技术的部署，以帮助相关企业降低用能成本，加速工业部门减排，实现 2050 年净零排放目标。该项资助计划将帮助英格兰、威尔士和北爱尔兰的制药、钢铁、造纸、食品和饮料行业的相关企业简化工业生产流程，提高能源效率，减少碳排放。这些企业将采取一系列广泛的减排措施，包括：安装更高效节能的锅炉、电机和热泵，以取代其燃气锅炉和蒸汽轮机；开发工业碳捕集、燃料转换和废热回收再利用技术，实现工业部门减排可持续发展目标。

2、投入 5500 万英镑支持工业低碳替代燃料技术。9月28日，英国商业、能源和产业战略部（BEIS）启动第 2 期工业燃料转换竞赛（IFS2），投入 5500 万英镑支持开发工业低碳燃料技术²⁵，实现英国净零排放目标。英国于 2018 年推出第 1 期工业燃料转换竞赛，在水泥、炼油、玻璃和石灰等行业的技术创新已发展至示范项目阶段。此次启动的 IFS2 将继续推进氢

²⁴ £220 million to help big-emitting industries become cleaner and greener. <https://www.gov.uk/government/news/220-million-to-help-big-emitting-industries-become-cleaner-and-greener>

²⁵ Industrial Fuel Switching competition: scope of competition. <https://www.gov.uk/government/publications/industrial-fuel-switching-competition/industrial-fuel-switching-competition-scope-of-competition>

能、电气化和生物能源在工业领域的应用。

(1) 氢能。重点关注：试验氢气替代高碳燃料（如天然气）的应用；开发和测试工业氢设备，如氢燃料锅炉或熔炉；氢直接还原炼铁；开发和测试工业场所现场储氢方案。

(2) 生物能源、废物和其他净零燃料。重点关注：使用固体生物质/废物材料直接减少排放；可持续来源的生物质或废物燃烧技术。

(3) 工业电气化技术。重点关注：开发和测试工业电器，如电锅炉、电窑炉、电熔炉等；开发和测试微波、红外或感应加热系统；开发可再生能源电力存储系统；开发和试验工业电热泵。 （汤匀 岳芳）

英国 BEIS 宣布有史以来最大的可再生能源支持计划

9 月 13 日，英国 BEIS 宣布了有史以来规模最大的可再生能源支持计划，将资助 2.65 亿英镑用于支持可再生能源技术²⁶。

英国政府主要通过差价合约（CfD）计划来鼓励投资低碳电力。对于面临着高昂前期成本和较长生命周期的项目开发商，CfD 计划使其免受批发价格波动的影响，从而激励可再生能源投资，并确保消费者不用支付额外的电价成本。CfD 计划从 2014 年启动第 1 轮资助，此次是第 4 轮资助，每年将向企业提供 2.65 亿英镑，资助周期为 4 年，旨在使第 3 轮资助所获得的可再生电力容量翻番，发电量超过前三轮的总和。

其中，2 亿英镑用于支持海上风电项目，以确保英国到 2030 年装机容量达到 40 吉瓦；5500 万英镑用于支持新兴的可再生能源技术，包括浮动海上风电、潮汐流、地热和波浪；1000 万英镑用于陆上风电、太阳能和水电等成熟技术，总装机容量上限为 5 吉瓦，陆上风电和太阳能光伏的装机容量上限为 3.5 吉瓦。 （刘燕飞）

²⁶ Biggest Ever Renewable Energy Support Scheme Backed by Additional £265 Million. <https://www.gov.uk/government/news/biggest-ever-renewable-energy-support-scheme-backed-by-additional-265-million>

英国 BEIS 资助生物质原料创新计划

8月25日，英国 BEIS 宣布投入 400 万英镑资金用于“生物质原料创新计划”²⁷，资助 24 个项目，通过有机能源材料的育种、种植、培育和收获，提高英国用于绿色能源的生物质产量。资助项目主要包括 8 类。

1、藻类。共有 5 个项目：近海海藻生物质生产转型，将海藻生产方面的经验应用于近海养殖机械化，设计一个海上播种和收获原型系统，确定其可行性、优化部署速度、产量并提高运营效率；微藻生物质可持续性项目，使用啤酒厂和乳制品行业废水，将微藻与细菌共同培养，以提高微藻生物质生产力；“金色-绿色-金色”项目，利用威士忌制造中的副产品提高微藻生物质的产量并减少碳排放；利用二氧化碳封存实现微藻生物质的一体化生产，评估微藻在封存二氧化碳和生物质生产方面的重要设计标准、技术可行性和经济可行性；建立商业化藻类种植系统，利用现有农田和棕地进行生物质种植，用废弃矿场中的地热为生物质提供生长条件。

2、芒草。共有 4 个项目：芒草加速项目，示范基因组选择技术在加速高产、有韧性的芒草品种育种中的应用；移动造粒技术创新项目，将移动造粒机技术应用于能源作物；恶劣环境中自动种植、除草和收获芒草项目，使用无人机、车辆、传感器和通信系统等精准农业系统将芒草种植扩大到恶劣环境；通过改进机械化和数据采集，优化芒草种植，以实现净零目标。

3、大麻。有 1 个项目：HEMP-30 项目，主要目标是在 21 世纪 20 年代和 30 年代加速工业大麻的育种、种植、收获和利用的扩展。

4、短轮作林（柳树）。共有 4 个项目：加速柳树育种和部署，制定加速柳树生物质育种的计划，利用基因组选择技术改进柳树育种；提升英

²⁷ £4 Million Funding to Boost UK Biomass Production. <https://www.gov.uk/government/news/4-million-funding-to-boost-uk-biomass-production>

国短轮作柳树的种植和收获能力项目，提高短轮作林供应链的规模化潜力，来改善多年生能源作物部门；将无土栽培用于快速生物能源原料生产，为专用生物能源原料开发快速替代培养系统；通过标准机械收割和种植技术创新，延长短轮作柳树和杨树木材作物的收获季节，提高生物质原料产量。

5、半野生作物。共有 3 个项目：利用无人机辅助技术收获和提取边际土地生物质，指导采伐作业；沼泽地生物质项目，利用天然沼泽作物石南花收获商业上可行的生物质产品；收获用于生物质生产的农业树篱。

6、林业。共有 3 个项目：低产林业资源综合提取和现场预处理；开发可生物降解的生物基树棚，提高种植效率；使用地理空间数据科学确定用于生物质生产的林业的最佳种植地点。

7、能源作物。共有 2 个项目：加强营养繁殖，结合新品种引进，扩大能源作物生产；多年生能源作物决策支持系统。

8、多站点示范。共有 3 个项目：生物质原料创新示范平台，为生物质原料生产设计和规划英国范围内的多站点示范平台；国家农业植物学研究所（NIAB）多站点能源作物示范平台，评估和比较与第二代能源作物相关的创新；“促进生物”项目，提供一个地理开发实验室，确保英国的生物质原料项目能够获得其需要的工具和资源。 （刘燕飞）

空间与海洋

美国 NASA 资助 10 项深空探测技术研发青年项目

9 月 17 日，美国国家航空航天局（NASA）遴选出 10 项由青年科学家主持的两年期项目²⁸，以支持开发载人深空探索新能力，应对将人类送往月球和火星的挑战。

²⁸ NASA Empowers Workforce to Advance Deep Space Technologies. <https://www.nasa.gov/feature/nasa-empowers-workforce-to-advance-deep-space-technologies>

入选的项目由 NASA 新设的“北极星项目”提供资助，旨在填补“阿尔忒弥斯”计划等深空任务中高优先级的能力差距，并将创新技术引入载人探索飞行计划。该项目将为 NASA 各中心的青年科学家创造研究机会，在获得建造和测试飞行硬件经验的同时降低未来载人探索任务的开发风险。入选的项目涉及 NASA 的 8 个研究中心，由 NASA 总部载人探索和运行任务部（HEOMD）先进探索系统（AES）处负责项目管理。

1、暴露和长期空间飞行期间的辐射评估。由 NASA 艾姆斯研究中心（ARC）牵头，开发快速、易于使用的端到端辐射生物剂量测量技术。与目前国际空间站上使用的传统聚合酶链式反应（PCR）方法相比，该技术对太阳粒子事件的预期水平敏感，可从全血测量转化为定量、个性化的检测，节约航天员培训和工作时长。

2、激光加工冷凝式热交换器的全尺寸制造。由 NASA 格林研究中心（GRC）牵头，开发一种新型冷凝式热交换器电镀工艺，有望将制造工期缩短 18 个月，成本降低 100 万美元。项目的可交付成果包括全尺寸电镀包、微生物测试结果和详细制造计划。

3、用于环境监测的多功能纳米传感器平台。由 NASA 戈达德航天飞行中心（GSFC）牵头，开发一种用于环境监测的小型、轻质、低功率的片上仪器，配备采用自动微纳印刷技术制造的特殊印刷元件。该系统能够对空间居住舱和加压漫游车的封闭区域和外部空间进行实时环境监测，以确保航天员的安全和空间资产的正常运行。

4、用于航天服显示和控制部件的联合增强现实视觉信息系统。由 NASA 约翰逊航天中心（JSC）牵头，为航天服的信息显示和控制部分开发头戴式显示系统，帮助航天员收集任务的关键信息，最大限度地降低舱外活动成本和进度影响。项目还有望开发出基于增强现实显示的新型辐射缓解和光学元件。

5、用于长期月球航天器任务的显示器。由 NASA 约翰逊航天中心牵头，为近地轨道以远的长期载人空间飞行任务研发耐辐射显示器。相关成果将成为航天员与航天器系统接口的核心，提供对关键任务数据、机器人、应急响应工具以及其他重要资产的访问功能。

6、用于空间飞行环境的自主多代微生物测序仪。由 NASA 肯尼迪航天中心（KSC）牵头，开发并测试新型自主多代微生物测序仪，以监测与植物生产和水净化过程有关的微生物；助力空间飞行条件下的原位资源利用，在未来深空任务中提供生命支持。

7、月球环境下自组装桁架。由 NASA 兰利研究中心（LaRC）牵头，验证固定月球基础设施的自主架设，并基于此创建本地 WiFi 网络以实现数据传输，同时还可以作为稳定平台为用于着陆点勘查的有效载荷提供电源和数据路由。

8、微重力环境下生物膜和水处理器的生物修复。由 NASA 马歇尔空间飞行中心（MSFC）牵头，开发用于先进生命支持系统的生物膜和水处理器的修复技术，以减缓微生物在水下表面的积累和堵塞问题。

9、数据规划和控制工具。由 NASA 马歇尔空间飞行中心牵头，开发集成管理工具，将遥测、飞行控制和程序集成到统一界面中，帮助任务运行人员实现自动化规划，同时还可以减少工作量，降低人为失误的风险。

10、用于弹性应用的自主卫星技术。由 NASA 斯坦尼斯空间中心（SSC）牵头，为卫星安装自主运行软件，通过监测卫星系统的在轨行为和开展压力测试实验，验证该自主运行软件在空间中的性能。（王海名）

设施与综合

美国 NSF 成立新的科学技术中心以解决复杂社会问题

9月9日，美国国家科学基金会（NSF）宣布成立6个新的科学技

术中心，推进力学生物学、粒子物理学、气候变化等领域的复杂研究。NSF 于 1987 年设立了科学技术中心计划，其目的是在基础研究的重要领域发起一场创新、跨学科的运动。新成立的 6 个科学技术中心²⁹包括：

1、微生物化学中心。伍兹霍尔海洋研究所领衔，将利用分析和数据科学的最新进展，结合新的海洋取样技术和开放的科学框架，让教育工作者和决策者参与，促进对海洋生态系统和其他影响日常生活的微生物群所依赖的化学物质和化学过程的深入理解。

2、现代光电材料按需集成中心。华盛顿大学领衔，将开发新型的光电材料、器件和系统，用于产生、感知和控制光。

3、人工智能与物理地球学习中心。哥伦比亚大学领衔，将融合气候科学和数据科学，缩小气候建模中的不确定性范围，提供更精确和可操作的气候预测。

4、最古老的冰探索中心。俄勒冈州立大学领衔，旨在通过发现和恢复地球上一些最古老的冰，来改变目前对地球气候系统的理解。

5、磷可持续发展科学技术中心。北卡罗来纳州立大学领衔，将加速基础科学发现和开发新的可持续技术和实践，以控制、回收、再利用和管理磷。

6、可编程工厂系统研究中心。康奈尔大学领衔，将产生基础性发现和原型解决方案，以提高基于作物的农业和人类赖以生存的植物系统的可持续性、生产力和盈利能力。

(刘燕飞 黄龙光)

美国 NSF 投资 1.27 亿美元建设中型研究基础设施

9 月 27 日，美国国家科学基金会（NSF）宣布投入 1.27 亿美元资

²⁹ New Science and Technology Centers to address vexing societal problems. https://www.nsf.gov/news/special_reports/announcements/090921.jsp

助 10 个中型研究基础设施³⁰，包括设计下一代雷达、超导磁体、海底地震仪和互联网安全等。NSF 指出，科学和工程研究越来越依赖于尖端基础设施，通过对中型研究基础设施（项目成本在 600 万~2000 万美元之间）的资助，NSF 可以为中型的实验研究能力提供资金，对整个科学研究基础设施生态系统的成功至关重要。资助内容包括：与中型研究基础设施相关的设备、仪器、网络基础设施、大规模数据集、项目所需的调试和人员培训，以及设施的设计工作。

1、超导磁体设计项目。由佛罗里达州立大学牵头，资助金额为 1582 万美元，旨在研制出 40 特斯拉的超导磁体。该磁体将推进量子物质的研究前沿，包括高温超导性、伊辛超导性、重入超导性、激子凝聚、非阿贝尔准粒子和各种形式的拓扑物质。

2、网络安全基础设施设计项目。由加利福尼亚大学圣地亚哥分校牵头，资助金额为 787 万美元，旨在设计一个经过验证的变革性基础设施，以支持数据的收集、整理、归档和扩大共享，从而推动互联网基础设施的安全性、稳定性和恢复力相关的科学研究。

3、海底地震仪设计和建造项目。由伍兹霍尔海洋研究所牵头，资助金额为 650 万美元，旨在满足美国地震学界对现代化、统一、高性能的海底地震仪器的需求，从而产生更高质量的数据、更低的实验成本以及更低的维护和运营成本。

4、下一代遗产科学的基础设施项目。由肯塔基大学牵头，资助金额为 1400 万美元，将创建一个以数据为中心的遗产科学仪器平台 EduceLab，形成一个独特的整体生态系统，包括：材料表征；先进的多模态成像（断层扫描、摄影、摄影测量）；用于捕获、构建和处理大规模数据集的网络基础设施和方法；用于现场数据采集和初步评估的可移

³⁰ Announcement: NSF invests in mid-scale research infrastructure. https://www.nsf.gov/news/special_reports/announcements/092721.jsp

动和灵活部署的仪器。

5、在线人类和平台行为观察站项目。由东北大学牵头，资助金额为 1572 万美元，将建设一个安全、隐私保护、道德稳健、科学有效的在线行为研究观察站。

6、压缩环境下开放研究设施项目。由亚利桑那州立大学牵头，资助金额为 1371 万美元，将创建压缩环境下开放研究设施，用于研究压缩和应力条件下超高压和高温下的物质。该设施将扩大现有的压力范围，以研究地球下地幔和太阳系内外其他行星内部的高压物质的较大样本。

7、国家碳化硅研究制造设施项目。由阿肯色大学牵头，资助金额为 1787 万美元，旨在建立一个国家多用户碳化硅制造设施，以推动碳化硅集成电路和设备的开发。拟建的碳化硅研究生产线包括半导体加工设备，如氧化、退火、蚀刻、金属化和相关计量工具。

8、大气科学和化学测量网络项目。由佐治亚理工学院牵头，资助金额为 1214 万美元，将在美国各地建立一个由 12 个站点组成的大气科学和化学测量网络，配备用于表征气溶胶特性的最先进仪器，将对气溶胶化学成分和物理性质提供全面、高时间分辨率、长期的表征。

9、深土壤生态设施项目。由爱达荷大学牵头，资助金额为 1895 万美元，将部署的深土壤生态设施由 24 个高度仪器化的生态单元组成，可对深度达 3 米的土壤剖面进行重复采样和连续监测。该设施将加速对深层土壤及其在更广泛生物圈中所起作用的研究，并促进可评估地下结构和功能的新技术的开发。

10、下一代雷达设计项目。由联合大学公司牵头，资助金额为 445 万美元，将开展集成技术设计，以实现美国重要的新科学能力和空间领域感知雷达能力。将为绿岸射电天文望远镜（GBT）的高功率高频相控阵雷达发射机，以及为下一代甚大阵射电望远镜（VLA）和具有雷达功

能的设施的中功率相控阵模块化发射机系统，开发详细的概念设计。

(李宏 丁上于)

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 翟立新

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