

Science & Technology Frontiers

# 科技前沿快报

国家高端智库  
中国科学院

2021年1月5日

## 本期要目

英国 BBSRC 发布《数据密集型生物科学综述》报告

美国发布《引领未来先进计算生态系统：战略规划》

德国投资 4 亿欧元资助微电子学研究框架计划

美国能源部发布《氢能计划发展规划》

日本 NEDO 资助高效率氢燃气轮机技术研发

欧盟创新理事会投资 1.91 亿欧元助力 58 项颠覆性技术

2021年

总第 079 期

第 01 期

# 目 录

## 深度关注

英国 BBSRC 发布《数据密集型生物科学综述》报告 .....	1
----------------------------------	---

## 基础前沿

加拿大和荷兰启动量子网络开发项目 .....	4
------------------------	---

## 信息与材料制造

美国发布《引领未来先进计算生态系统：战略计划》 .....	5
德国投资 4 亿欧元资助微电子学研究框架计划 .....	8
美国能源部推动先进化学科学软件开发 .....	10
英国建设五大跨学科材料循环中心 .....	11
英国资助可信赖自治系统节点项目 .....	12
美国国家纳米技术计划公布 2021 财年预算 .....	13
美国 ARPA-E 资助燃气轮机超高温材料研发 .....	14

## 生物与医药农业

美国 EBRC 发布微生物组工程研究路线图 .....	17
联合国发布《COVID-19 复苏研究路线图》 .....	18

## 能源与资源环境

美国能源部发布《氢能计划发展规划》 .....	20
日本 NEDO 资助高效率氢燃气轮机技术研发 .....	25
欧盟评估新兴交通技术发展趋势及研发布局 .....	26
美国能源部资助 1.3 亿美元推进先进太阳能技术研发 .....	32
英国 NERC 资助机载大气测量研究 .....	34
美国 OSTP 发布《地球系统可预测性研发战略框架和路线图》 .....	35

## 空间与海洋

加拿大政府资助认识与保护北极海洋生态系统研究 .....	38
联合国环境署报告评估沙尘暴对海洋的影响 .....	39

## 设施与综合

欧盟创新理事会投资 1.91 亿欧元助力 58 项颠覆性技术 .....	41
美国能源部资助生物成像仪器和方法研发新项目 .....	43
英国成功启动升级版兆安培球形托卡马克聚变装置 .....	44

## 深度关注

### 英国 BBSRC 发布《数据密集型生物科学综述》报告

2020年11月20日,英国生物技术与生物科学研究理事会(BBSRC)发表了《数据密集型生物科学综述》报告<sup>1</sup>。报告指出,过去十年间,生物科学在研究和创新领域所利用的数据,其规模和复杂性发生了巨大的变化。BBSRC通过“英国生物科学前瞻”(Forward Look for UK Bioscience)项目的研究,认识到创新的数据驱动方法是开启生物学新认知和将先进技术所产生的数据价值最大化的关键途径。这些数据正在为研究人员探索新的研究问题,在前沿知识发现方面取得进展,以及应对人类健康、繁荣和可持续未来等面临的关键挑战等多个方面带来巨大的机遇。

随着下一代测序和高分辨率成像等变革性技术的不断发展,生物数据的数量和复杂性不断增加。目前,生物科学研究人员经常利用计算机分析和建模方法来“规模化”处理数据,并越来越多地受益于数据的获取和重复使用,从而大大加速知识发现过程。认识到生物科学研究人员可获得的数据量不断增加所带来的机遇,英国国家科研与创新署生物技术与生物科学研究理事会(UKRI-BBSRC)于2019年联合启动了一项针对该领域的调查研究,以支持英国的长期科技战略。该报告是调研成果之一,为数据分析方法在当代生物科学研究中的快速普及找到了有力证据。

#### 一、关键建议

该报告的编写专家小组向UKRI-BBSRC提出了7项关键建议,以支持生物科学作为数据密集型科学的延续和扩展。

**①技能:** 应采取特别行动,提高英国在生物科学领域的数学和计算

---

<sup>1</sup> Review of Data-Intensive Bioscience. <https://www.ukri.org/wp-content/uploads/2020/11/BBSRC-201120-Review-OfDataIntensiveBioscience.pdf>

能力。②**专业化**：应激励和培养专业人才，以支撑独立研究机构的数据密集型研究。③**数字基础设施**：应在为生物学构建统一协调的数字基础设施方面发挥领导作用。④**软件工具与资源**：应大幅增加投资，为研究界提供高质量的软件和数据资源。⑤**数据共享**：应更新数据共享政策，以扩大其覆盖范围并改进其实施效果。⑥**研究共同体协调和能力建设**：应制定计划，通过在关键领域建立网络和战略投资来建设数据密集型生物科学研究能力。⑦**多学科**：应确保同行评审过程充分嵌入数据密集型研究，并形成一种工作模式。

## 二、数据密集型重点研究项目

报告还汇总了 UKRI-BBSRC 支持的 8 项数据密集型重点研究项目。

**1、改善发展中国家生计的农业系统研究。**该项目获得“全球挑战研究基金”（Global Challenges Research Fund）资助，将农业、社会和生态数据相结合，量化综合景观管理如何提高撒哈拉以南非洲热带景观农业的效益，并权衡土地损失和作物遭受虫害增多的可能性。该项目将有利于巩固英国与坦桑尼亚农村农民、农业综合企业、研究人员和政府的长期合作关系，并发现自然栖息地对生物多样性、土壤质量和作物产量带来好处的零散证据。

**2、深度学习对抗牛结核病。**深度学习是一种强有力的技术，可以从大规模数据中获取新知识。该项目将分析来自数千个牛群的数百万份牛奶的光谱数据，并将其与其他的牛结核病数据相结合，准确预测奶牛发生牛结核病的状况，为牛结核病的早期管理和诊断做出贡献。经估算，牛结核病每年会给英国乳业造成约 1.75 亿英镑（约合 15.40 亿元人民币）的损失。

**3、微生物组数据驱动建模。**厌氧消化是一种利用微生物群落将有机废物转化为甲烷的绿色能源技术。该项目使用数据驱动的方法来分析

和模拟这些微生物组的功能和动态，目标是更好地控制这些微生物群并提高它们的效率，加强生物经济中资源的利用。

**4、了解大脑的复杂性。**该项目名为“果蝇大脑观测站”，获得了 UKRI-BBSRC 和美国国家科学基金会（NSF）的联合资助，旨在研究生物基因、大脑结构、功能和行为之间的复杂关系。各种类型数据的集成和建模，正在成为理解大量生物数据的关键要求，激发了研究的新途径，并使人们能够更丰富和更全面地了解生物系统的功能。

**5、利用 DNA 测序技术的新软件。**DNA 测序技术的快速发展得到了新软件的支持，这些软件可有效地分析大量数据。该项目支持开发软件来分析最新的“长读”纳米孔测序技术产生的数据；也支持开发自适应采样技术，从更大的样本库中对单个分子进行测序，从而使研究人员能够快速方便地靶向定位较大基因组的单个区域。这将帮助研究人员制备更长更完整的基因组，并将其应用于生物学、环境科学和生物医学等领域的研究。

**6、描绘抗体类别转换机制和功能。**该项目旨在研究改变抗体结构恒定区的机制和后果，这对新药或疫苗的设计具有重要意义。免疫学家和计算生物学家之间的跨学科合作，对于解答在不同 B 细胞状态和相关抗体变化中起作用的分子机制存在巨大差异等问题至关重要。

**7、小麦基因组测序。**UKRI-BBSRC 支持的研究人员与国际科学家合作，在编辑和注释全球范围内具有重要农艺意义的小麦基因组方面发挥了重要作用。了解这些基因组的序列，使人们能够将小麦用作模型农作物物种，并改变其研究和育种的方式。重要性状的基因识别和网络控制可将农作物研究者与基础植物科学研究的庞大知识库联系起来。这些大量的数据集正在加速科学发现，并为研究人员提供工具，以满足全球对新的更高产、更可持续、抗病和更健康的小麦品种日益增长的需求。

**8、了解基因的集体行为。**在“后基因组学”时代，一个主要挑战是掌握如何协调哺乳动物所有基因的调控以产生特定的细胞类型的途径，这只能通过采用复杂的数据驱动方法才有可能实现。该项目支持血细胞分化研究，正在研究转录因子和染色质成分网络如何调节细胞命运，这对生物学和生物医学都将产生广泛而深远的影响。（郑颖）

## 基础前沿

### 加拿大和荷兰启动量子网络开发项目

2020年11月24日，加拿大 Xanadu 公司宣布与 MaRS 公司、创新颠覆实验室（Creative Destruction Lab, CDL）合作创建首个加拿大量子网络（CQN）<sup>2</sup>。此量子网络将以上述三家机构为节点，为合作伙伴提供量子测试平台，以开发量子密码、量子通信和量子计算领域的新应用，预计将于 2021 年投入使用。CQN 的长期愿景是构建加拿大全国量子互联网，潜在应用包括量子安全通信、量子传感和分布式量子计算，加强选举、金融交易等活动和政府、执法部门、军方的信息系统安全性。使用光量子计算的量子网络可以利用现有的光纤网络等基础设施，创造当今互联网无法达到的隐私性、高安全性和计算能力。

2020年11月25日，荷兰量子技术公司 QuTech 宣布与电信公司 KPN、荷兰信息通信技术研发组织 SURF 和 OPNT 公司合作，共同构建连接荷兰 Randstad 城市群的第一个量子网络<sup>3</sup>，通过量子网络连接相距甚远的量子处理器，进而利用高速光纤连接构建荷兰第一个全功能量子网络。量子通信网络预计将随着时间的推移向全球量子网络发展，实现安全通信、位置验证、时钟同步、远程量子计算等应用。此外，该项目

---

<sup>2</sup> Xanadu Announces Canada's First Quantum Network Designed for Innovation and Collaboration. <https://www.newswire.ca/news-releases/xanadu-announces-canada-s-first-quantum-network-designed-for-innovation-and-collaboration-878700962.html>

<sup>3</sup> QuTech, KPN, SURF and OPNT join forces to build a quantum network. <https://qutech.nl/2020/11/25/qutech-kpn-surf-and-opnt-join-forces-to-build-a-quantum-network/>

还将引入新技术、新见解和新标准，使量子网络更加紧密。最终，技术的进步将有助于创建一个可编程的量子网络，连接不同城市的量子处理器。

（王立娜 唐川）

## 信息与材料制造

### 美国发布《引领未来先进计算生态系统：战略计划》

2020年11月18日，美国白宫发布《引领未来先进计算生态系统：战略计划》报告<sup>4</sup>，设想了一个未来的先进计算生态系统，可为美国继续维持其在科学工程、经济竞争和国家安全方面的领先优势奠定基础。

该计划以2019年发布的《国家战略性计算计划更新版》的目标和建议为基础，提出了一种以政府、学术界、非营利组织、产业部门共同参与为主的举国方案，明确了4项战略目标和相关机构职责，并确立关键的执行和协调架构来支持和实施这些目标。

#### 1、战略目标

（1）作为国家战略资产的先进计算生态系统。未来的先进计算生态系统将代表跨越政府、学术界、非营利组织和产业界的国家战略资产，将为美国在科学工程包括未来产业前沿建立领导地位奠定基础。该生态系统将成为神经形态、生物启发、量子、模拟、混合和概率计算等新兴技术的试验场，帮助各机构通过协作评估新的技术理念，并促进这些理念的发展和最终转化为实践。

具体而言，需要：联合数据、软件、网络和安全等可作为国家战略资产共同使用的各种能力；满足新兴应用工作流的需求；促进国际硬件供应链中关键先进计算组件的可用性、完整性和安全性；加速获取创

---

<sup>4</sup> Pioneering the Future Advanced Computing Ecosystem: A Strategic Plan. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2020/11/Future-Advanced-Computing-Ecosystem-Strategic-Plan-Nov-2020.pdf>

新性计算范式、技术和能力；充分利用政府、学术界、非营利组织和产业界之间以及国际同行之间的交叉协同作用。

(2) 稳健、可持续的软件和数据生态系统。支持未来先进计算生态系统的软件必须在确保稳健性和正确性的同时，平衡以下属性：开发、调试和验证的效率；可用性、可重复性、可管理性、可延展性和可持续性；安全、隐私和信任；性能和可扩展性。软件必须能够以多种模式和高度并行的方式运行，对内存和输入/输出进行有效管理，同时还能支持工作流的可组合性和执行。新兴计算技术需要新的算法、计算模型、数据、编程环境和软件栈。

具体而言，需要：确立一个稳健、可持续的软件生态系统；满足新兴软件开发的需求；建立一个稳健的数据生态系统，包括能用于数据实时处理、管理、分析和共享，跨硬件平台和跨地域的数据管理平台；开发、部署、运营和促进可信服务与能力；探索创新的公私合作模式。

(3) 基础性、应用性和转化研究。先进计算生态系统的未来发展取决于大胆、紧急和有远见的行动，亟需应对三个关键趋势：一是摩尔定律的放缓，二是数据和人工智能海啸，三是从集中式先进计算资源（即“超级计算机”）向分布式边缘到云的联合计算和数据资源转变。这需要对从硬件设备到系统架构和软件栈的生态系统各层面，以及使它们相连的抽象和 workflows 进行全面和创新性探索。

具体而言，需要：确保后摩尔时代的硬件领导力；促进软件与软件-硬件研究；解决日益增长的数据带来的挑战与机遇，将数据成功转化为洞见；增强人工智能（AI）能力；扩展对试验台、原型和科研基础设施的获取与访问；研发能确保硬件供应链安全的技术。

(4) 培养一支多样化、有能力和灵活的专业人员队伍。有效利用先进计算生态系统需要培养能够开发工具、操作系统和支持广大用户的



熟练专业人员队伍。新一代计算专业人员必须能够快速应对随时变化的需求与挑战，帮助利益相关方和终端用户迁移到新的、敏捷的、更有效的环境中。随着技术、平台和应用的发展，开发和维持一支多样化、有能力和灵活的专业人员队伍既需要在教育机构内也需要在工作中进行培训。

具体而言，需要：创建能实现未来先进计算生态系统目标的多样化专业人员队伍；制定培训、技能提升和技能再培训策略；提供必要的激励机制、职业发展道路和回报机制以留住计算专业人才；建立政府、学术界、非营利组织和产业界之间的协同；以奖学金、学术项目、实习等形式，促进相关的以任务为重的在职培训。

## 2、执行与协调

(1) 领导机构。能源部 (DOE)、国防部 (DOD)、国家科学基金会 (NSF) 作为领导机构，将在各自的任务范围内，在与未来先进计算生态系统目标相关的领域开展相互支持的研发工作。它们将与部署机构和基础研发机构合作，加快系统部署和集成。它们将发展劳动力，以支持开拓未来先进计算生态系统，以及开发和交付下一代集成先进计算能力等战略规划的目标。

(2) 基础研发机构。国防高级研究计划局 (DARPA)、国家情报总监办公室 (ODNI) /情报高级研究计划局 (IARPA)、国家标准与技术研究院 (NIST) 作为基础研发机构，将推动基础科学发现和相关的工程进展，以支持未来先进计算生态系统战略规划的目标。基础研发机构将与产学研界协作进行研发，并与产业界和部署机构协作实现研究成果的有效商业化，以支持联邦政府的各种需求。

(3) 部署机构。国土安全部 (DHS)、联邦调查局 (FBI)、国家航空航天局 (NASA)、国立卫生研究院 (NIH)、国家海洋与大气管理局 (NOAA) 作为部署机构，将开发以任务为导向的先进计算需求，以影响

新的先进计算系统、软件和应用设计的早期阶段；与领导机构和基础研发机构合作，加速部署和集成。它们将整合各自任务的特殊需求，并与产学研合作，通过双边参与和信息请求来满足相应的针对性需求。（张娟）

## 德国投资 4 亿欧元资助微电子学研究框架计划

2020年11月11日，德国联邦政府通过了联邦教研部（BMBF）提交的《微电子学研究与创新框架计划2021~2024》<sup>5</sup>，旨在为德国和欧洲独立、可持续地实现数字化创造技术先决条件。到2024年，联邦政府将为该计划投入约4亿欧元。此次计划衔接了联邦政府在2016年颁布的《微电子学研究与创新框架计划2016~2020》。

### 一、微电子学新框架计划目标

①掌握技术主权，不对世界其他国家产生单方面依赖；②将德国和欧洲的电子器件质量提高到新的水平，使其成为自动驾驶、智能医疗和工业4.0等重要安全应用领域的的首选；③降低电子器件的功耗，为气候保护做出贡献；④为人口老龄化和健康等社会挑战提供技术解决方案。

### 二、微电子学新框架计划的主要技术研发方向

**1、电子设计自动化（EDA）。**行动领域包括：开发平台和生态系统；软硬件协同设计；EDA中的人工智能；复杂和高集成度芯片及系统的测试设计；高集成度芯片模拟部分设计。

**2、用于边缘计算、人工智能和高性能应用的特殊处理器。**行动领域包括：模块式组件；光电结合的处理器组件；带有新型特殊处理器的存储技术。

**3、新型智能联网传感器。**行动领域包括：新传感器原理；基于有机电子器件的传感器；芯片实验室；化学传感器和生物传感器；智能传感器系统；传感器自诊断和自校准；能源自给的传感器和系统。

---

<sup>5</sup> Mikroelektronik. Vertrauenswürdig und nachhaltig. Für Deutschland und Europa, <https://www.bmbf.de/de/karliczek-mit-vertrauenswuerdiger-und-nachhaltiger-elektronik-technologisch-souveraen-in-13051.html>

**4、用于未来无线电通信和雷达传感技术的高频电子元器件。**行动领域包括：未来雷达系统的系统集成；复合新式天线概念及设计；电磁兼容性；高频电子元器件与通讯光学间的转换；新基板与新材料。

**5、节能型智能电力电子。**行动领域包括：通过组装和连接技术、系统集成、平台和材料效率来降低成本；利用宽禁带半导体和新半导体材料来提高效率；提高电力电子的可持续性；智能电力电子系统；超低功耗电力电子；电磁兼容性和系统集成技术。

## **6、交叉技术**

①**系统集成技术。**行动领域包括：新式复杂系统的组装和连接技术；制造工艺；可测试性与可靠性设计。②**测试和验证。**行动领域包括：电子系统从模型、原型直至最终产品的测试设计；与技术发展保持同步的测试方法和设备；系统验证平台；测量技术及设备；标准化。③**新材料。**行动领域包括：新型微电子材料及与CMOS技术的结合；新电力电子材料；新传感器材料。

**7、微电子生产设备。**行动领域包括：半导体与电子元器件生产自动化解决方案；增材制造设备；检测技术。

**8、先进硅。**行动领域包括：新型结构与模块；计算能力。

## **三、微电子学未来应用领域**

①**人工智能。**在人工智能处理器领域，通过开放源码和模块化系统，为人工智能应用提供机遇。②**高性能计算。**利用新微电子提高高性能计算的效率和云服务器架构的安全。③**通信技术。**在通信和数据网络、边缘计算、无线传输和光纤等领域应用微电子学。④**智能健康。**在患者数据处理、移植物、生物工程、制药、医护人员日常任务中应用微电子学，确保医疗应用的可靠性，提高医疗产品创新水平。⑤**自动驾驶。**利用驾驶辅助系统中的电子元器件和传感器，降低事故风险，保护生命。⑥**工**

业4.0。使用最新的微电子技术、人工智能处理器和传感器，实现工业4.0。⑦**智能能源转换**。利用高效灵活的电力电子以及经济节能、甚至是能源自给的传感器，实现能源的智能转换、存储和运输。（葛春雷）

## 美国能源部推动先进化学科学软件开发

2020年11月2日，美国能源部（DOE）宣布将提供3200万美元的研究资金，用于推进复杂化学科学软件的开发<sup>6</sup>。其目的是利用美国能源部国家实验室快速发展的超级计算能力，包括每秒运算能力达百亿亿次的超级计算机系统，加速发现和开发化学领域各种潜在应用，提高对能源等领域化学过程的理解和控制。

该项目将开发基于社区的开源代码，这些代码可以部署在新兴百亿亿次和未来领先的超级计算机上，用于建模与基础能源科学任务相关的系统，特别是化学科学、地球科学和生物科学相关的领域。项目拟研究描述化学与分子过程的开源软件，合适的软件将解释耦合、激发态、输运、动力学或电子光学性质，或者将准确描述光、电荷或自旋的高保真分子量子信息系统行为。

具体而言，该项目拟资助的研究方向与方法理论包括：改进能源基础科学相关溶剂或溶剂-溶剂相互作用的量子力学方法；从根本上改进化学、电子、磁性和自旋过程的能量效率、现场驱动控制的预测方法；解释竞争性耗散机制或定量预测分子系统中非理想状态影响的方法；描述太阳能和人工光化学等能量转换和储存的多尺度方法；对自然和人工设计的分子，有预见性地创建发现新功能的基本方法；对无损光谱进行计算评估的方法，可以从外部控制分子功能或推断状态变化；建立由界面组成的膜和分子复合物模型的方法，这对能源和水应用的分离技术至

---

<sup>6</sup> Department of Energy to Provide \$32 Million to Develop Advanced Chemical Sciences Software. <https://www.energy.gov/articles/department-energy-provide-32-million-develop-advanced-chemical-sciences-software>

关重要；设计新的化学反应、催化剂和流程以实现化学产品的高效升级循环和计算建模方法；分子组装中未开发的物理现象的预测建模和控制方法等。

(冯瑞华)

## 英国建设五大跨学科材料循环中心

2020年11月11日，英国政府宣布将向5个跨学科材料循环中心投资2250万英镑<sup>7</sup>，推动英国在纺织、电子、金属、建筑和化工等行业循环利用废弃物，带动英国后新冠疫情时期的绿色经济发展。

**1、纺织物跨学科循环中心。**将由皇家艺术学院牵头，目标是通过将废旧纺织物、农作物废弃物以及家庭废弃物转变成可再生的纺织品材料，以减少对环境有影响的服装材料进口依赖。

**2、矿物基建筑材料跨学科循环经济中心。**将由伦敦大学学院牵头，目标是研究如何更好地设计和制造由矿物材料（如骨料、水泥、砖块）制成的产品和结构，以帮助英国的建筑业减少浪费、污染和成本。例如，利用粘土和冶金废料替代矿物基建筑材料，重新利用废旧建筑物材料以最大程度地降低成本和环境影响等。

**3、化工跨学科循环经济中心。**将由拉夫堡大学牵头，目标是研究以废弃物和二氧化碳为原料制备烯烃的方法以及商业解决方案，减少行业对环境的影响和对化石原料的依赖。

**4、高技术金属材料跨学科循环经济中心。**将由埃克塞特大学牵头，目标是研究钴、稀土和锂等高技术产品所依赖金属材料的循环再利用技术及解决方案，确保这些关键材料在英国经济中的安全和绿色流通。

**5、金属材料跨学科循环经济中心。**将由布鲁内尔大学牵头，目标是到2050年使英国成为全球首个金属全面流通的国家。此举将带来巨

---

<sup>7</sup> £22.5 million funding to turn industry waste into environmental wins. <https://www.gov.uk/government/news/22-5-million-funding-to-turn-industry-waste-into-environmental-wins>

大的环境效益,仅7种主要金属的循环利用即可减少全球15%能源需求和全球12%排放量。 (黄健)

## 英国资助可信赖自治系统节点项目

2020年11月,英国国家研究与创新署(UKRI)宣布,将在“可信赖的自治系统”(TAS)计划框架下投资1800万英镑<sup>8</sup>,支持安全、功能、弹性、信任、可验证、管理和规划等6个节点项目,确保得到社会的接受与信任。

**1、功能节点项目。**将开发自治系统自适应方法来响应系统性能或运行环境变化,使其能够根据环境变化来调整其功能。项目将建立利益相关方及合作伙伴网络,扩大团队测试范围,以及社会、道德影响范围。

**2、治理与法规节点项目。**将从结合技术、法律、社会和道德观念的全新跨学科视角,为可信赖的自治系统开发出认证、保证和合法性框架,并通过迭代开发更好的管理方法。

**3、韧性节点项目。**将开发韧性自治系统和工程设计系统的原理和系统方法,使其在尊重人类社会、法律、道德、文化及法规前提下,能够应对未知和意外情况,并实现自适应学习。

**4、信任节点项目。**将深化人与系统之间对任务和环境的相互理解,结合人类对自治系统的主观观点来建立、维护和修复信任,以全面推广自治系统,并最大程度地发挥其积极的社会和经济效益。

**5、安全节点项目。**将研究面向任务的自治系统自适应安全性基础,明确自治系统安全性基本原理,以及用户和系统预期的运行环境安全性,以应对开发安全自治系统以及人机交互的巨大挑战。

---

<sup>8</sup> New Trustworthy Autonomous Systems projects launched. <https://www.ukri.org/news/new-trustworthy-autonomous-systems-projects-launched/>

**6、可验证节点项目。**将组织人工智能、机器人技术、人机交互、系统和软件工程以及测试方面的专业人才，推动自治系统的可靠性和可信性测试，并建立测试框架，使其得到更广泛个人和社会信任。（黄健）

## 美国国家纳米技术计划公布 2021 财年预算

2020 年 10 月 27 日，美国国家纳米技术计划（NNI）公布了 2021 财年预算，向国会申请 17.23 亿美元<sup>9</sup>。与往年相比，本次预算申请报告反映了 5 个方面的重要内容。

**1、高度肯定纳米技术的重要作用。**一方面，过往对纳米技术的投资为在纳米尺度认识和应对新冠肺炎病毒奠定了重要基础。纳米技术被用于开发疫苗、检测设备、防护设备（口罩、过滤装置、抗菌涂层）等。2020 年，国家科学基金会根据《冠状病毒援助、救济和经济安全法案》（CARES Act）支出 1430 万美元用于抗击新冠肺炎疫情相关的纳米技术研发。另一方面，对纳米技术的持续投资是建立人工智能、量子信息、下一代无线通信、先进制造等未来产业的重要基础，也是在半导体和战略计算领域继续保持领先的重要基础。这些投资包括利用人工智能设计纳米材料，开发用于人工智能的纳米尺度计算硬件，使用具有原子精确性的方法制造量子器件，以及可持续的纳米制造等。

**2、回应美国国家科学院评估报告。**2020 年 4 月 7 日，美国国家科学院发布了 NNI 评估报告，在肯定成绩的同时，指出美国面临日益严峻的国际竞争形势，尤其是来自中国的压力。报告建议重新设计 NNI 及其协调机制。NNI 肯定了这份报告的结论，指出美国必须继续保持在纳米技术领域的全球领先地位，确保发现在美国、成果转化在美国。NNI 正在制定 2021 年战略规划，将在新规划中重新设计 NNI。

---

<sup>9</sup> NNI Supplement to the President's 2021 Budget. <https://www.nano.gov/2021budgetsupplement>

**3、项目调整。**纳米技术联合计划“纳米电子学 2020”项目和纳米技术引发的重大挑战计划“未来计算”项目在 2020 年底结束，相关研究将由新成立的“半导体领先研发工作组”继续组织实施。新的纳米技术联合计划项目正在酝酿中。国家癌症研究所“癌症纳米技术卓越中心”项目于 2020 年结束，但面向研究人员个人的“癌症纳米技术创新研究”项目继续。2020 年 2 月，国家癌症研究所新设立“癌症纳米技术转化”项目，旨在推动基于纳米技术的癌症疗法从实验室向临床应用转化，首批项目预计 2021 年 4 月开始。

**4、更新科研基础设施。**国家科学基金会计划未来 5 年投资 8400 万美元更新国家纳米技术协同基础设施（NNCI）。NNCI 由分布在 29 所大学的纳米技术研究基础设施组成，向产、学、研各界开放，提供尖端的研究工具，有力地支持了美国纳米技术创新。

**5、新兴研究主题。**塑料废弃物在环境中降解形成的纳米尺度塑料颗粒即纳米塑料，成为 NNI 关注的新兴研究主题之一。国家科学基金会、能源部、国家标准技术研究院、食品药品监督管理局（FDA）等 NNI 参与机构正从不同角度对其开展研究。NNI 也在该方向积极寻求国际合作。2019 年 9 月，美国和欧盟联合举办了以“纳米技术和纳米塑料”为主题的第九届“监管科学全球峰会”。来自 30 多个国家的参会者探讨了监管纳米技术和纳米塑料面临的技术挑战和研究优先领域。（边文越）

## 美国 ARPA-E 资助燃气轮机超高温材料研发

2020 年 11 月 18 日，美国能源部先进能源研究计划署（ARPA-E）宣布资助 1600 万美元，支持 17 个航空和发电用燃气轮机超高温材料项目，旨在通过开发可承受 1300℃ 高温以及经过涂层和冷却处理可在 1800℃ 环境下连续运行的超高温材料以及新的制造工艺，使涡轮机叶片



不仅能承受超高温，还可承受航空和发电行业中燃气轮机的常见极端运行环境，进而提升燃气轮机效率<sup>10</sup>。本次资助项目为“超高温防渗材料提高涡轮机效率”（ULTIMATE）计划第一阶段的部分项目，将通过建模和对基本性能的实验室拉伸测试来进行合金成分、涂层和制造工艺的概念验证。17个项目概述如下。

1、开发可在 1300°C 下运行的铌（Nb）基合金，并将开发新型抗氧化粘结涂层和高耐久性的隔热涂层，使合金可运行于 1700°C 高温环境，此外还将开发可扩大规模的制造工艺，该项目开发的技术应用于现有的联合循环燃气轮机可将热效率提高约 7%。

2、通过测试表征，提供 ULTIMATE 计划将开发的合金和涂层相关的技术性能目标数据，包括室温和 1300°C 下的合金及涂层机械性能，以及热膨胀和导热率等物理性能数据。

3、采用增材制造技术生产试样，并将使用增强型高熵合金结合氧化物弥散强化颗粒制造典型涡轮机叶片，可提高高温强度和抗蠕变性，从而能够在 1300°C 下运行，远超过当前的单晶镍超合金性能。

4、为难熔金属合金开发一种环保涂层系统，以从根本上改善在恶劣的燃气轮机运行环境中的使用寿命。

5、利用一种新发明的超快高温烧结法，快速合成适用于 1300°C 的耐高温合金用的新型环境热障涂层。

6、开发一种新型高温合金涂层，能够随合金一起膨胀，防止燃烧气体渗透到合金中，并具有超低导热率，以保护合金免受表面高温影响。

7、使用物理冶金原理和人工智能来识别新型铌（Nb）基耐火合金的化学性质，确保其具有出色的高温性能且不会在低温下变脆，以用来

---

<sup>10</sup> U.S. Department of Energy Announces \$16 Million in Funding for Phase 1 of Ultra-High Temperature Materials Program. <https://arpa-e.energy.gov/news-and-media/press-releases/us-department-energy-announces-16-million-funding-phase-1-ultra-high>

确定合适的合金成分和加工条件。

8、通过物理建模、机器学习和人工智能及高通量合成和表征平台，探索可经受燃气轮机极端环境、保持与涂层相容性并适合增材制造的耐火高熵合金成分。

9、开发新型超高温难熔复合材料浓缩合金复合材料，由难熔复合浓缩合金与难熔高熵硬质合金的纳米颗粒混合而成，可提高强度承受 1300°C 的极端条件，同时将开发特殊的 3D 金属打印工艺，用于生产测试试样。

10、将激光粉末床熔融增材制造和先进粉末冶金制造开发一系列难熔复合浓缩合金及其工艺参数，并针对涂料开发优化的中间层材料。

11、开发用于增材制造的轻质、高性价比、沉淀强化的耐火高熵合金，将通过高通量、多尺度计算机建模和机器学习识别合金成分。

12、开发适合难熔合金的新型增材制造方法，解决当前难熔合金制造过程中熔化温度较高对传统制造工艺的挑战。

13、使用计算建模工具和先进的特性来开发 Nb 基合金，使燃气轮机进口温度超过 1800°C。

14、开发具有双重功能的新热障涂层，可充当常规热障且具有改变燃气轮机热叶片表面辐射光的波长的能力，使燃气轮机输出提高 6%。

15、开发一种新型增材制造工艺，能够生产用于高温、抗氧化涡轮叶片的难熔复合材料。

16、开发用于设计和制造超高温耐火合金的计算和实验集成框架，将具备如下功能：通过高通量计算和机器学习模型生成合金性能数据；通过神经网络逆向设计方法设计超高温耐火合金；利用现场辅助烧结技术或增材制造方法制造合金；通过与行业合作进行系统表征来示范性能。

17、应用计算材料设计、增材制造、涂层技术以及涡轮机设计/制造技术，为能够在 1300°C 持续运行的下一代涡轮机叶片合金和涂层系

统开发一个全面的解决方案。设计一种 Nb 基多材料合金系统，由可延展、沉淀强化的抗蠕变合金制成。 (岳芳)

## 生物与医药农业

### 美国 EBRC 发布微生物组工程研究路线图

2020 年 10 月 19 日，美国工程生物学研究联盟（EBRC）发布《微生物组工程：下一代生物经济研究路线图》，对微生物组工程学的发展现状及未来 20 年的研究与开发领域进行评估，提出了工程生物学的 3 个技术主题，包括时空控制、功能生物多样性和分布式代谢，以及每个技术主题的未来发展目标、突破方向及在未来 2 年、5 年、10 年和 20 年发展的里程碑<sup>11</sup>，并评估了这 3 个技术主题在工业生物技术、健康与医学、食品与农业、环境生物技术和能源 5 个领域的应用和影响。3 个技术主题的未来发展目标具体如下：

**1、时空控制。**将专注于如何设计微生物组，以实现人工设计微生物组的精确时空定位，并可预测其时空位置，促进微生物组发挥相应的作用。其总体发展目标为：微生物组空间特征的工程化设计；控制人工设计微生物组的时间动态特征。

**2、功能生物多样性。**将讨论如何利用功能相似但分类不同的有机体来设计微生物组，从而提高人工设计微生物在不同环境中的互动。其总体发展目标为：在共位群（guild）水平上确定和操纵微生物组的功能组成，例如自上而下的工程；利用不同的微生物个体和物种种类，设计出适用于任何功能或环境的微生物组，例如自下而上的工程；工程化改造出对进化和环境压力具有适应性的微生物组。

---

<sup>11</sup> Microbiome Engineering: A Research Roadmap for the NextGeneration Bioeconomy. [https://roadmap.ebrc.org/wp-content/uploads/2020/10/EBRC-Microbiome-Engineering\\_Web19Oct2020.pdf](https://roadmap.ebrc.org/wp-content/uploads/2020/10/EBRC-Microbiome-Engineering_Web19Oct2020.pdf)

**3、分布式代谢。**将专注于设计出可利用单个微生物物种或类群的独特代谢能力，从而产生或降解特定化合物的微生物组。其总体发展目标为：使用多物种微生物组生产天然或非天然化合物；工程化改造微生物组，使其可以将难以控制的材料转化为可用产品；设计出有助于光合和化学合成过程中电子传递及固碳作用的微生物组。 (杨若南)

## 联合国发布《COVID-19 复苏研究路线图》

2020年11月17日，联合国发布《COVID-19 复苏研究路线图》，这是全球38个研究资助组织和270名专家合作的结果<sup>12</sup>。该路线图旨在搭建COVID-19复苏研究的框架，通过科学力量来支持社会经济的复苏，保障更加公平公正、更具弹性和可持续的未来。该路线图既是一项承诺也是一份指南，通过研究来确定如何有针对性地设计经济复苏工作。该路线图补充了联合国应对COVID-19的即时社会经济响应结构，确定了25个研究重点和关键科学战略，推动研究人员、研究资助机构、政府和民间团体采取行动，从而使全球人民受益。

**1、路线图的宗旨：**确保从COVID-19疫情中复苏得益于现有最好的研究；支持从早期应对工作中吸取经验教训，为以后的恢复工作提供信息；重新关注受COVID-19疾病流行和危机影响最严重的边缘化群体突出的系统性问题；通过统一的全球框架促进国际科学合作。

**2、研究重点。**该路线图确定了25个研究优先事项，这是针对2020年4月提出的联合国社会经济复苏框架5个支柱提出的。这5个支柱包括卫生系统和服务、社会保障和基础服务、经济反应和复苏计划、宏观经济政策和多边合作、社会凝聚力和社区应变能力。在每个支柱内，均列出了处理具体复苏的挑战问题以及一旦得到解答后将为长期系统性

---

<sup>12</sup> UN Research Roadmap for the COVID-19 Recovery. <https://www.un.org/en/node/112002>

变革提供的信息等问题。

**支柱 1：卫生系统及服务。** 重点问题包括：如何设计卫生系统，使其在需要时具有反应能力、适应性和可获得性？卫生系统如何消除在提供服务方面的歧视，并成为社会公平的推动力？如何动员政府各部门促进健康、预防疾病和为未来的卫生紧急情况做准备？如何改革全球治理，以支持采取更加协调一致的集体对策，应对这些超越国界范围的健康威胁？卫生系统如何使社区参与、建立信任和支持集体应对新出现的卫生威胁？

**支柱 2：社会保障与基础服务。** 重点问题包括：所有人在需要时如何获得必要的社会保护？如何实施社会保护措施以解决社会经济边缘化和不平等等根本原因？如何建立和维持环境，使所有人都能繁衍生息？在日益虚拟的世界中，如何防止数字鸿沟？社会保障和基础服务如何帮助促进人口心理健康？

**支柱 3：经济反应和复苏计划。** 重点问题包括：经济复苏政策如何保护员工，确保员工的福利，并使员工队伍保持弹性？如何为受 COVID-19 大流行影响最大的行业和企业提供支持，以更好地为未来冲击做好准备？人员、货物和资本不断流动的全球经济如何为所有人服务？政策解决方案如何促进非正规人员的福祉并确保其长期经济平等？最近的经济变化如何对妇女产生不成比例的影响，复苏战略如何具有包容性和性别变革性？

**支柱 4：宏观经济政策和多边合作。** 重点问题包括：宏观经济政策如何促进更具包容性和可持续性的复苏？如何消除发展机会的不平等？如何在 COVID-19 期间增加公共支出，同时确保所有国家的包容性和可持续性的恢复？最近的全球冲击如何影响国际机构的运作和合法性？如何在日益分化的世界中维持多边合作和实现可持续发展目标？

**支柱 5：社会凝聚力和社区应变能力。** 重点问题包括：如何在紧急

情况下使社区最佳地参与决策，以增强社会凝聚力？政府如何与当地社区有效沟通以建立信任，达成共识并促进合作以实现共同目标？如何在紧急情况下开展复苏工作以消除先前存在的社会不平等现象，以增强社区的适应力？社区空间如何增强社会适应力和凝聚力？如何在确保没有人被排斥的情况下利用数字技术提升社会凝聚力？（郑颖）

## 能源与资源环境

### 美国能源部发布《氢能计划发展规划》

2020年11月12日，美国能源部（DOE）发布《氢能计划发展规划》<sup>13</sup>，提出未来十年及更长时期氢能研究、开发和示范的总体战略框架。该方案更新了DOE早在2002年发布的《国家氢能路线图》以及2004年启动的“氢能行动计划”提出的氢能战略规划，综合考虑了DOE多个办公室先后发布的氢能相关计划和文件，如化石燃料办公室的氢能战略、能效和可再生能源办公室的氢能和燃料电池技术多年期研发计划、核能办公室的氢能相关计划、科学办公室的《氢经济基础研究需求》报告等，明确了氢能发展的核心技术领域、需求和挑战以及研发重点，并提出了氢能计划的主要技术经济目标。

#### 一、“氢能计划”使命及目标

DOE“氢能计划”使命为：研究、开发和验证氢能转化相关技术（包括燃料电池和燃气轮机），并解决机构和市场壁垒，最终实现跨应用领域的广泛部署。该计划将利用多样化的国内资源开发氢能，以确保丰富、可靠且可负担的清洁能源供应。

“氢能计划”设定了到2030年氢能发展的技术和经济指标，主要包括：①电解槽成本降至300美元/千瓦，运行寿命达到8万小时，系

---

<sup>13</sup> Energy Department Hydrogen Program Plan. <https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/hydrogen-program-plan-2020.pdf>

统转换效率达到 65%，工业和电力部门用氢价格降至 1 美元/千克，交通部门用氢价格降至 2 美元/千克；②早期市场中交通部门氢气输配成本降至 5 美元/千克，最终扩大的高价值产品市场中氢气输配成本降至 2 美元/千克；③车载储氢系统成本在能量密度 2.2 千瓦时/千克、1.7 千瓦时/升下达到 8 美元/千瓦时，便携式燃料电池电源系统储氢成本在能量密度 1 千瓦时/千克、1.3 千瓦时/升下达到 0.5 美元/千瓦时，储氢罐用高强度碳纤维成本达到 13 美元/千克；④用于长途重型卡车的质子交换膜燃料电池系统成本降至 80 美元/千瓦，运行寿命达到 2.5 万小时，用于固定式发电的固体氧化物燃料电池系统成本降至 900 美元/千瓦，运行寿命达到 4 万小时。

## 二、氢能系统的技术需求及挑战

**1、制氢。**该领域的技术需求和挑战为：开发成本更低、效率更高、更耐用的电解槽；重整、气化和热解制氢技术的先进设计；开发利用可再生能源、化石能源和核能的创新制氢技术，包括混合制氢系统以及原料灵活的方法；开发从水、化石燃料、生物质和废弃物中生产氢气的高效低成本技术；开发低成本和环境友好的碳捕集、利用和封存（CCUS）技术。

**2、输运氢。**该领域的技术需求和挑战为：开发成本更低、更可靠的氢气分配和输送系统；开发氢气分配的先进技术和概念，包括液化和化学氢载体；氢气输运的通行权和许可，以及降低部署输运氢基础设施的投资风险。

**3、储氢。**该领域的技术需求和挑战为：开发低成本储氢系统；开发更高储氢容量、重量和体积更小的储氢介质；开发大规模储氢设施，包括现场大量应急供应和地质储氢；优化储氢策略，将氢气存储设施布置于最终用途附近，以满足吞吐量和动态响应要求，并降低投资成本。

**4、氢转化。**该领域的技术开发需求和挑战为：开发可大规模生产

的低成本、更耐用、更可靠的燃料电池；开发以高浓度氢气或纯氢为燃料的涡轮机；开发和示范大规模混合系统。

**5、终端应用和综合能源系统。**该领域的技术需求和挑战为：系统集成、测试和验证，以识别和解决各应用的特有挑战；终端应用的示范，包括钢铁制造、氨生产以及利用氢气和二氧化碳生产合成燃料的技术；示范电网集成以验证氢用于储能和电网服务。

**6、制造和供应链。**该领域的技术需求和挑战为：标准化制造流程、质量控制和优化制造设计；增材制造和自动化制造工艺；可回收和减少废物的设计。

**7、安全、规范和标准。**该领域的技术需求和挑战为：适用、统一的规范和标准，用于所有终端应用，包括燃烧（如涡轮机）以及燃料电池（如卡车、船舶和铁路等需大规模加注氢气的重型应用）；改进安全信息、分享最佳做法和经验教训。

**8、教育和专业人员。**该领域的技术需求和挑战为：针对不同利益相关方的教育资源和培训计划，包括应急响应人员、标准规范人员和技术人员，如氢及相关技术的操作、维护和处理；获得关于氢能相关技术的准确、客观信息。

### 三、近、中、长期技术开发选项

DOE 基于近年来氢能关键技术的成熟度和预期需求，提出了近、中、长期的技术开发选项。

**1、近期技术开发选项。**①制氢：配备 CCUS 的煤炭、生物质和废弃物气化制氢技术；先进的化石燃料和生物质重整/转化技术；电解制氢技术（低温、高温）。②输运氢：现场制氢配送；气氢长管拖车；液氢槽车。③储氢：高压气态储氢；低温液态储氢。④氢转化：燃气轮机；燃料电池。⑤氢应用：氢制燃料；航空；便携式电源。



**2、中期技术开发选项。**①运输氢：化学氢载体。②储氢：地质储氢（如洞穴、枯竭油气藏）。③氢转化：先进燃烧；下一代燃料电池。④氢应用：注入天然气管道；分布式固定电源；交通运输；分布式燃料电池热电联产；工业和化学过程；国防、安全和后勤应用。

**3、长期技术开发选项。**①制氢：先进生物/微生物制氢；先进热/光电化学水解制氢。②运输氢：大规模管道运输和配送。③储氢：基于材料的储氢技术。④氢转化：燃料电池与燃烧混合系统；可逆燃料电池。⑤氢应用：公用事业系统；综合能源系统。

#### 四、关键技术领域研发及示范重点

**1、制氢。**该领域的研发和示范重点事项包括：开发减少铂系金属含量的新型催化剂和电催化剂；开发分布式和大容量电力系统的模块式气化和电解系统；开发低成本、耐用的膜和分离材料；开发新型、耐用、低成本的热化学和光电化学材料；加速应力试验并探索退化机制以提高耐久性；降低自热重整等重整技术的资金成本；改进辅助系统（BOP）组件和子系统，如电力电子、净化和热气体净化；通过组件设计和材料集成实现大规模生产和制造；包括电力和氢的多联产可逆燃料电池系统；系统设计、混合和优化，包括过程强化。

**2、运输氢。**该领域的研发和示范重点事项包括：材料在高压或低温下与氢的相容性；氢液化的创新技术；用于氢气储存、运输和释放的载体材料和催化剂；用于氢气低成本分配的创新组件，如压缩机、储氢罐、加氢机、喷嘴等。

**3、储氢。**该领域的研发和示范重点事项包括：降低材料、组件和系统成本；开发用于高压罐的低成本高强度碳纤维；开发与氢气相容的耐久、安全性好的材料；低温液态储氢和冷/低温压缩储氢的研究、开发和示范；发现和优化储氢材料，以满足重量、体积、动力学和其他性

能要求；利用化学氢载体优化储氢效率；以化学载体形式储氢用于氢燃气轮机；地质储氢的识别、评估和论证；氢和氢载体出口的系统分析；研究可广泛部署的储氢技术和终端用途的优化目标；研发用于安全、高效和稳定储氢的传感器和其他技术。

**4、氢转化。**①氢燃烧方面重点关注：在简单循环和组合循环中实现燃料中更高的氢浓度（最高达 100%）；研究燃烧行为并优化低 NO<sub>x</sub> 燃烧的组件设计；应用和开发先进计算流体动力学；开发先进的燃烧室制造技术；开发新材料、涂层和冷却方案；优化转换效率；提高耐用性和寿命，降低成本，包括运维成本；开发系统优化和控制方案；评估和缓解水分对传热和陶瓷退化的影响；开发和测试氢燃烧改装组件；实现碳中性燃料（氨气、乙醇蒸汽）的燃烧。②质子交换膜燃料电池方面重点关注：通过材料研发，降低铂族金属催化剂的负载量；开发耐高温、低成本、耐用膜材料；改进组件设计和材料集成，以优化可制造和可扩展的膜电极组件的电极结构；开发自供燃料的燃料电池所用碳中性燃料的内部重整技术；加速压力测试，探索老化机理以及缓解方法；改进 BOP 组件，包括压缩机和电力电子设备；开发适用于多种重型车辆的标准化、模块化堆栈和系统；改进混合和优化系统的设计。③固体氧化物燃料电池方面重点关注：研发材料以降低成本并解决高温运行相关问题；管理燃料电池电堆中的热量和气体流量；解决堆栈和 BOP 系统的集成、控制和优化，以实现负荷跟踪和模块化应用；改进 BOP 组件，包括压缩机和电力电子设备；开发标准化、模块化堆栈；进一步研究杂质对材料和性能的影响；系统设计、混合和优化，包括可逆燃料电池。

**5、终端应用。**该领域的研发和示范重点事项包括：为氢能的特定用途制定严格的目标；解决各终端应用中的材料兼容性问题；降低成本，提高工业规模电解槽、燃料电池系统、燃气轮机和发动机以及混合动力

系统的耐用性和效率；组件和系统级的集成和优化，包括 BOP 系统和组件；集成系统的优化控制，包括网络安全；制造和规模扩大，包括过程强化；协调规范和标准，包括氢气加注协议；开发新的氢能应用的容量扩展模型，以确定其经济性。 (岳芳 王立伟)

## 日本 NEDO 资助高效率氢燃气轮机技术研发

2020 年 9 月 28 日，日本新能源产业技术综合开发机构（NEDO）宣布于 2020~2022 年间开展“超越传统技术的高效氢能发电技术研发”研究课题<sup>14</sup>，旨在开发发电效率高达 68% 的 1400℃ 级氢燃气轮机发电系统以及闭式热力循环的通用基础技术，以期在 2040 年后实现新技术商用和社会普及，实现氢能的规模化利用，助力氢能社会构建。本课题重点关注三大主题领域。

**1、开展闭式热力循环的通用基础技术研究。**针对闭式循环系统开展一系列的基础性研究包括利用仿真模拟技术来解决热电联产时发电波动性问题；耐高温高压密封技术；耐高温高压水蒸气材料以及冷却技术。

**2、开发能够稳定进行氢氧燃烧的高温高压燃烧设备。**通过控制燃烧器的形状、结构、材料和燃烧过程来开发能够稳定进行氢氧燃烧的高温高压燃烧设备原型以验证技术材料性能。

**3、制定技术普及的规划。**围绕 2040 年实现商用和社会普及目标，对基于上述基础技术的超高效氢燃气轮机发电技术社会需求和进行系统调研，优化产品规格，提出具体的应用部署方案。

“超越传统技术的高效氢能发电技术研发”研究课题隶属于 NEDO 于 2014 年启动的“先进的氢能利用技术研发项目”，该项目致力于可再生能源的高效率低成本制氢技术、长距离运氢技术、便于可再生

---

<sup>14</sup> 高効率な水素発電を支える基盤技術開発に着手. [https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101359.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101359.html)

能源长期存储的能源载体技术以及大规模氢利用技术等研究，并在 2040 年左右实现各项技术的商用，以助力氢能社会构建目标的实现。（郭楷模）

## 欧盟评估新兴交通技术发展趋势及研发布局

2020 年 9 月 16 日，欧盟联合研究中心（JRC）发布《欧盟研究和创新项目中的新兴交通技术及趋势》报告<sup>15</sup>，对欧盟研究与创新项目中的 20 项新兴交通技术进行了全面评估。报告按照航空、铁路运输、公路运输、航运等领域对 20 项技术进行了分类，分析总结了欧盟在各项技术的项目研发布局情况，评估了各项技术的发展现状、潜在应用和影响，并进行了相关专利和文献的计量分析。20 项新兴技术具体如下：

### 一、航空

**1、用于自诊断的智能传感器和智能传动装置组件。**欧盟在该技术上投入了 9836 万欧元支持 4 个相关项目，目前处于研究阶段。此类传感系统包含一个内部电路，能够显示读数是否正确或传感器是否存在故障。当集成在飞机上时，还可用于远程识别机械问题，并将信号传送至地面的机械师。在飞机构造中引入智能传感器有助于提高飞行效率和安全性，同时也可用于火车。

**2、超高涵道比和压力比发动机。**欧盟在该技术上投入了 1.76 亿欧元支持 23 个相关项目，目前处于验证阶段。超高涵道比和压力比发动机包括 3 项独立的技术：超高压比稀薄燃烧技术、超高涵道比直喷发动机技术、超高压比压缩机技术。超高涵道比是指发动机涵道比超过 12，超高压比则指发动机压力比大于 60。通过此类技术，可降低飞机的噪音、二氧化碳和 NO<sub>x</sub> 排放量，达到未来飞机的性能目标。超高涵道比

---

<sup>15</sup> New and Emerging Transport Technologies and Trends in European Research and Innovation Projects. <https://op.europa.eu/o/opportal-service/download-handler?identifier=738cba8e-f7c2-11ea-991b-01aa75ed71a1&format=pdf&language=en&productionSystem=cellar&part=>

发动机还可大幅降低飞机的燃料消耗，预期降低 50%。

**3、混合层流控制（HLFC）。**欧盟在该技术上投入了 4960 万欧元支持 1 个相关项目，目前处于验证阶段。HLFC 通过减少湍流区域来减少飞机的飞行阻力，从而提高效率并减少燃料消耗。通过减少飞机机翼周围的湍流，可减少飞机飞行时的阻力并增加稳定性。一旦经过适当的测试和标准化，该技术可以应用于任何尺寸的飞机，以及所有关键飞机结构，如机翼和尾翼。

**4、复合材料结构失效的预测虚拟测试。**欧盟在该技术上投入了 3255 万欧元支持 1 个相关项目，目前处于研究阶段。复合结构由于具有多种材料的特性，可在达到相同性能的情况下更为坚固和轻质，用料更少，还可以实现某些大型零件的一次生产，无需通过多个小型零件组装。但当前复合材料结构的生产过程通常通过物理方式测试，耗时较长且成本较高。该项技术通过仿真设计，为飞机复合结构（如机身）的生产提供了快捷、低成本的方式，而且适用于当前已在飞机中广泛使用的所有复合结构，因而可使整个飞机行业从中受益。如果成功应用，将使机身组装时间缩短 50%，制造和组装成本降低 10%，飞机重量降低 10%。

**5、通过自动飞行数据分析改进安全和维护。**欧盟在该技术上投入了 3052 万欧元支持 6 个相关项目，目前处于研究阶段。该项技术可通过自动智能飞行数据监测来增强飞行安全性和智能维护。运营商可使用能处理大量数据的标准化自动飞行数据管理系统来改进飞行数据分析。使用通用的飞行数据方法简化分析过程，可使来自不同机型和运营商的分析具备可比性。原则上，只要能够访问足够数据，该技术可立刻实施。

**6、防撞系统。**欧盟在该技术上投入了 2574 万欧元支持 6 个相关项目，目前处于研究阶段。防撞系统是一种通过防止或降低碰撞严重性来提高安全性的工具，包括向驾驶员发出警告信号到无需驾驶员操作即可

自动避免碰撞，汽车领域通常使用雷达、激光、相机来检测碰撞，还可通过 GPS 传感器从已知数据库中获取障碍物分布。航空领域可以通过使用传感器探测其他飞机以避免碰撞，还可在恶劣天气条件下为飞行员提供视觉信息，以安全地起落飞机。

**7、用于结构健康监测系统的纳米材料。** 欧盟在该技术上投入了 2536 万欧元支持 1 个相关项目，目前处于研究阶段。结构健康监测系统通过构建在结构内部的损伤检测系统，将信息传递给用户以识别损伤并评估其严重程度，识别的损伤包括结构几何形状的物理变化或构成结构的材料内部变化。纳米材料具有更好的强度或更高的电导率，将其用于结构健康监测系统能够制造可产生空气动力学变形的机翼，如通过健康监测传感器提供机翼形状信息以确保飞行稳定和故障承受能力，以及在飞行过程中改变机翼形状以优化飞行效率并进行空气动力学控制。

## 二、铁路运输

**1、欧洲列车控制系统（ETCS）的车载测试系统。** 欧盟在该技术上投入了 4084 万欧元支持 2 个相关项目，目前处于研究阶段。ETCS 是欧洲铁路交通管理系统的信号和控制部分，后者为欧盟制定的铁路信号管理和互操作标准系统。ETCS 主要用来计算每列火车安全行驶的最大速度，其包含的车载测试系统结合无线数据传输技术，可用来监控铁路网沿线列车之间的间距，从而无需使用轨道旁信号。

## 三、公路运输

**1、压缩天然气（CNG）的移动加注。** 欧盟在该技术上投入了 5811 万欧元支持 1 个相关项目，目前处于研究阶段。CNG 加气站可以沿现有天然气管道布置，但受到压力变化限制。移动式 CNG 加气站可布置在天然气管道无法到达的关键位置，进而扩展 CNG 网络，增加覆盖范围。该项技术将有助于可持续替代运输燃料的推广和应用。尽管 CNG

加气站不是一项新技术，但移动式 CNG 加气站仍处于初期发展阶段。

**2、交通服务的开放平台概念。**欧盟在该技术上投入了 3763 万欧元支持 5 个相关项目，目前处于验证阶段。该项技术涉及一个集成的开放数据平台，可收集所有运输方式的信息并提供给用户。该平台包含多模式出行方案，并将提供交通服务实时数据，使得用户输入出发地和目的地后能实时获取一系列出行方案。该项技术的主要目的是便捷提供最合适特定行程的一种或多种方式，也将促进公共交通的利用并减少私家车的使用。

**3、卡车列队行驶技术。**欧盟在该技术上投入了 3309 万欧元支持 3 个相关项目，目前处于验证阶段。卡车列队行驶技术属于协作、互连和自动运输领域，欧盟尤其关注在高速路行驶的重型卡车。队列中领头车辆负责控制速度、加速和刹车，其他车辆通过无线连接到领头车辆自动跟随其行为。目前卡车列队行驶技术已得到一定发展，并在整个欧洲进行了试验。

**4、电池管理系统（BMS）模块。**欧盟在该技术上投入了 2871 万欧元支持 8 个相关项目，目前处于研究阶段。BMS 模块是一种电子设备，用于监测电动汽车电池组的充电状态、温度（防止过热）并控制单个电池。该项技术将在制造阶段就集成到车辆中，可以有效监控和管理电池的健康状况，从而延长电池使用寿命。

**5、电动汽车组件建模工具。**欧盟在该技术上投入了 2812 万欧元支持 5 个相关项目，目前处于研究阶段。该项技术能够在设计阶段对所有类型电动汽车及其组件进行虚拟和现实测试，对各种电动汽车组件进行复杂、精确的仿真，在某些情况下将虚拟测试代替真实测试。该技术还可为多种电动汽车组件提供标准化模型，从而可广泛开发和应用建模工具。

**6、储氢系统。**欧盟在该技术上投入了 2260 万欧元支持 7 个相关项目，目前处于研究阶段。常见储氢技术为液态储氢或压缩气态储氢，需要极低温度或极高压力，目前正探索新型储氢技术，如基于储氢材料的

技术，包括液体有机氢载体（LOHC）等，此类技术更易于存储和运输。先进储氢系统技术将直接应用于车辆和加氢站，有助于提高氢燃料汽车的安全性和行驶里程，并增加加氢站的容量。

**7、车辆能量管理系统。**欧盟在该技术上投入了 2191 万欧元支持 7 个相关项目，目前处于验证阶段。由于纯电动汽车没有内燃机，因此在寒冷的天气里没有余热可用于车辆的供暖，其供暖和制冷能量消耗直接由电池供应。由于电池的能量储存有限，供暖、制冷和通风可能导致车辆行驶里程减少 50%，因此需要车辆能量管理系统能有效地管理和最大化电动汽车的行驶里程。车辆能量管理系统可以管理多种制冷和供暖技术。例如，将导电纤维和非导电纤维组成的材料集成在车辆结构中，可以在冬季直接和快速提供热量；使用热泵进行高校供暖；通过蒸气压缩循环在夏季进行制冷和除湿，该项技术是目前可直接用于电动汽车的技术。

#### 四、航运

**1、整体生命周期性能评估方法。**欧盟在该技术上投入了 3198 万欧元支持 2 个相关项目，目前处于研究阶段。该技术涉及车辆生命周期每一个阶段的排放，从原材料开采到车辆最终的故障、报废或回收再利用，可以通过几种不同的方式实现。迄今为止，该技术的研究主要集中于船舶的应用，但其基本可应用于任何行业。易操作且透明的软件工具可以在设计的早期阶段比较各种创新方案，此外应在车辆制造过程中综合考虑全链条的环境、安全和社会影响。该工具还应具备比较多种车辆性能的能力，并能考虑未来的经济和环境气候变化。

**2、船舶电力推进系统。**欧盟在该技术上投入了 2807 万欧元支持 3 个相关项目，目前处于验证阶段。船舶电力推进系统使用电力驱动螺旋桨，适用于各种规模的船舶，可在岸上充电或是在行驶过程中通过电缆供电。将电池与发电相结合也可为船舶提供动力，如通过自发电螺旋桨



在行进时利用从风力推动中获得的能量，或将电池系统与水力发电相结合。

**3、计算机仿真模拟气候对北极海洋运输的影响。**欧盟在该技术上投入了 2157 万欧元支持 2 个相关项目，目前处于研究阶段。该技术将使用计算机模拟气候变化对北极海上运输的影响。北极气候的短期（每年）和长期（几十年）预测较为准确，但中级尺度的预测则较差。冰块、海洋和大气的不同影响使得气候变化高度非线性，预测更为困难。北极气候的演变将对其海洋生态系统和人类活动产生关键影响，该技术将利用对渔业、海洋运输、海洋哺乳动物和化石燃料开采的影响来评估跨部门影响，并形成气候变化对社会经济影响的最终统一评估。该技术还将结合下述方法来重点研究北极航运的安全性：增强现实技术，以提高态势感知和决策能力；利用实时气象和海洋数据以优化航线安全；专门设计适用于北极条件的航船及其燃料供应方式。

**4、电动渡轮。**欧盟在该技术上投入了 2130 万欧元支持 1 个相关项目，目前处于验证阶段。该技术旨在示范 100% 电力驱动、无排放渡轮的可行性。此类渡轮将为中等规模大小，能够在岛屿社区、沿海地区和内陆水域运送乘客、汽车、卡车和货物，其行驶距离将比目前的电动渡轮大得多，后者两次充电的行驶距离不到 5 海里。该技术两次充电之间可航行 22 海里，并可进行快速充电，因而可应用于当前的许多航线，丹麦已经开始试点实施。同时，该技术还将专注于通过设计优化船体形状，以及使用碳复合材料和轻型设备进一步提高效率。

**5、疏散模型验证数据集。**欧盟在该技术上投入了 4960 万欧元支持 1 个相关项目。疏散模型验证数据集将提供一个系统，可监控船上人员的位置提供实时数据，并引导乘客和船员前往最佳疏散路线。除确保人员安全外，还可结合国际海事组织(IMO)批准的甚高频数据交换系统，告知陆地操作员，缩短救援响应时间。该项技术可用于大型客船，也有

可能用于其他大型交通工具的疏散规划，因为其传感器和系统可能极为相似，例如飞机可以使用这种技术将乘客带到更安全的出口。（岳芳）

## 美国能源部资助 1.3 亿美元推进先进太阳能技术研发

2020 年 11 月 12 日，美国能源部（DOE）宣布在“太阳能技术办公室 2020 财年资助计划”（SETO FY2020）框架下提供 1.3 亿美元资助先进太阳能技术研发<sup>16</sup>，旨在推进先进太阳能技术的早期研发和突破，提升太阳能发电的经济性、可靠性和安全性，以实现“太阳能攻关计划”（SunShot）的 2030 年目标，同时增强美国制造业的竞争力。本次资助关注光伏（PV）、聚光太阳能热发电（CSP）、太阳能知识发展和传播、人工智能技术在太阳能领域应用、创新制造技术和先进太阳能系统集成等领域。

**1、光伏器件研究和开发。**资助金额为 1400 万美元，主要研究内容包括：利用先进表征技术探明硅基太阳电池器件的性能衰减机制进而开发相关技术以缓解衰退问题；利用先进表征技术探明碲化镉电池器件的性能衰减机制进而开发相关技术以缓解衰退问题；开发太阳电池模型来加速研发进程；提升太阳电池器件的使用寿命；开发新架构来提升钙钛矿太阳电池稳定性。

**2、聚光太阳能热发电。**资助金额为 3900 万美元，主要研究内容包括：开发、建造和运行一个集成储热设施的超临界二氧化碳（sCO<sub>2</sub>）动力循环示范电站。

**3、太阳能系统集成技术。**资助金额为 3400 万美元，主要研究内容包括：自适应配电保护，可动态响应电气系统干扰的硬件和软件；太阳能和其他分布式能源混合的发电技术；先进光伏网络安全技术；增强太阳能电网应对灾害的恢复能力。

---

<sup>16</sup> Energy Department Announces \$130 Million in Solar Technology Projects. <https://www.energy.gov/articles/energy-department-announces-130-million-solar-technology-projects>

**4、人工智能在太阳能领域的应用。**资助金额为 730 万美元，主要研究内容包括：使用人工智能和机器学习技术优化太阳能发电站运营和太阳能预测精度，提高配电系统和用户侧的态势感知并实现更多太阳能发电资源的集成；利用人工智能技术为太阳能产业价值链开发颠覆性技术方案，如无人工厂。

**5、创新制造技术。**资助金额为 1400 万美元，主要研究内容包括：开发降低太阳能发电成本、太阳能产业制造成本并具备商业化潜力的创新制造技术，并消除新技术市场化应用的风险，刺激私人投资，加快技术的行业应用。

**6、太阳能知识发展和传播。**资助金额为 970 万美元，主要研究内容包括：将不断发展的太阳能相关知识打造成知识流体系，及时向太阳能产业的各利益相关方传播，以提升其决策速度和准确度。

**7、太阳能在农业中的应用。**资助金额为 700 万美元，主要研究内容包括：将太阳能电池板引入到农场、牧场用于供电；系统研究评估商业农场的各种太阳能电池阵列设计项目对农作物产量、土壤健康、微气候条件、牧场生态环境等的影响。

**8、小规模创新技术研发。**资助金额为 500 万美元，主要研究内容包括：开发多组分气凝胶的高温线性集热器；通过气相渗透方法制备有机无机杂化钙钛矿增强薄膜稳定性；利用机器学习技术缩短钙钛矿研发周期和电池制造周期；钝化接触硅基太阳电池性能衰减机理研究；开发新型聚光太阳能热接收器制备工艺使其能够承受 700℃ 高温环境；太阳能槽式抛物线型集热器运行维护优化技术；使用最先进的非介入式光学测量工具开发用于商业规模定日镜场的跟踪校正算法；利用 3D 打印技术制备聚光太阳能发电站的集热器。

(郭楷模)

## 英国 NERC 资助机载大气测量研究

2020 年 11 月 20 日，英国自然环境研究理事会（NERC）宣布向英国机载大气测量设施组（FAAM）资助 6100 万英镑，支持开展气候变化、空气污染和恶劣天气研究<sup>17</sup>。该资助将在未来 10 年内，支持 FAAM 机载实验室开展高空环境研究，从全球偏远地区收集有关排放和污染水平的数据。FAAM 机载实验室将开展 3 个方面的研究。

**1、测量大西洋上空的船舶废气排放。**船舶排放物是空气污染的重要来源，除了影响空气质量和气候，还可能导致云层亮度降低，并进一步导致全球温度升高。FAAM 机载实验室科学家通过收集观测数据，有助于量化旨在限制船舶最大排放量的法规带来的影响。

**2、探究北极甲烷上升的原因。**FAAM 机载实验室在北极湿地上方观测甲烷浓度，以更好地了解大气中甲烷升高的原因和来源。通过研究不同区域的大气成分，科学家可以更好地计算甲烷的来源。该飞行计划作为长期大气甲烷研究项目“甲烷观测和年度评估”（MOYA）的一部分，将开展一系列年度常规观测。

**3、监测火山气体浓度水平，发现火山爆发的潜在警告信号。**利用研究飞机上搭载的科学仪器，在 2~6 公里不同高度上对火山烟羽进行采样，并利用一系列计算机模型，跟踪火山烟羽的扩散，跟踪来自源头的大气污染物轨迹。实验室通过监测火山上的气体水平，提供的信息有助于预示未来可能发生的火山喷发。

（刘燕飞）

---

<sup>17</sup> £61 Million Boost for Europe's Largest 'Flying Lab' to Tackle Climate Change from the Skies. <https://www.gov.uk/government/news/61-million-boost-for-europes-largest-flying-lab-to-tackle-climate-change-from-the-skies>

## 美国 OSTP 发布《地球系统可预测性研发战略框架和路线图》

2020 年 10 月，美国白宫科技政策办公室（OSTP）发布《地球系统可预测性研发战略框架和路线图》报告<sup>18</sup>指出，从单个雷暴的预测到长期的全球变化，增强地球系统预测对于告知社会对极端事件（如干旱和洪水、热浪、野火和沿海洪水）的恢复力至关重要。对地球系统可预测性（ESP）的更好理解有助于联邦政府将投资目标对准改善预测和增加公众利益。

**1、国家战略框架。**战略框架的总体目标是通过实施国家战略，将利益相关者驱动的可预测性理论与观察、过程研究、建模技术联系起来，从而提高对 ESP 的理解。具体由 3 个主要目标和 4 个跨领域目标支撑。

### （1）主要目标

**目标 1：提高对地球系统实际效用可预测性知识的基本理解和理论。**具体目标包括：扩展专门的基础知识和理论，综合理解地球系统相关过程和现象；追求新兴的技术和方法来识别那些对可预测性至关重要的过程；增强对地球系统前兆条件的理解，有助于实现不同的可预测性。

**目标 2：减少对理解和使用地球系统可预测性至关重要的条件、过程和现象与基于观测描述方面的差距。**具体目标包括：利用新的传感器技术，包括部署非传统的、成本效益高的适应性观测，其能够描述地球系统变化条件和关键过程，以支撑可预测性；优化观测和系统设计，以填补对可预测性重要过程和敏感区域表征方面的空白；加强观测数据存档、访问和传播的基础设施，以最大限度地利用研发中的观测数据，改善可预测性来源的特征。

**目标 3：通过高级建模，加速探索和有效利用地球系统固有的可预**

---

<sup>18</sup> Earth System Predictability Research and Development Strategic Framework and Roadmap. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2020/11/Earth-System-Predictability-Research-and-Development-Strategic-Framwork-and-Roadmap.pdf>

**测性。**具体目标包括：整合新的观测过程和了解新兴技术，以减少模型偏差；开发 ESP 广泛探索的建模框架，包括高分辨率、集成的多尺度/无缝地球系统建模工具；开发和应用模型数据同化的高级方法，以提高对固有可预测性的使用；在目标实验和诊断中使用模型可提高模型保真度和探测可预测性的前沿；共享和扩展社区对计算基础架构的访问，以进行模型数据集成、模型比较以及对可预测性的模型探索。

## **(2) 跨领域目标**

**跨领域目标 1：利用新兴的新硬件和软件技术进行地球系统的可预测性研发。**具体目标包括：开发一个利用机器学习/人工智能的混合预测建模框架，以加快对 ESP 的探索 and 有效利用；制定用于高级比例感知建模，适合机器学习/人工智能以及必要的计算和软件基础结构的策略，以实现高分辨率的多模型集合；提高模型的计算效率和模型数据输入/输出的有效性，并充分利用新的计算机体系结构。

**跨领域目标 2：优化资源协调以及机构和部门之间的协作以加快预测进度。**具体目标包括：促进围绕《战略框架》的机构间协作与协调，以最大限度地提高与相关常设协调机构协同实施的有效性和效率；增加激励机制，以增强跨机构和部门的研发合作与协调，实现共同目标。

**跨领域目标 3：扩大各学科之间以及与联邦政府外部实体之间的合作伙伴关系。**具体目标包括：加强与私营和非营利部门的协调和伙伴关系，以提高涉及 ESP 企业各个组成部分的各种能力；增加激励措施并减少促进跨学科交流与合作的障碍；发展和维持合作伙伴关系，对不断告知的可预测性研发需求进行预测；寻求与非美国研究组织、网络和中心的有针对性的合作，以最大限度地利用资源。

**跨领域目标 4：激励和培养下一代跨学科科学家，以提高专业知识在地球系统可预测性中的利用。**具体目标包括：促进加强学术部门之间

的协调与合作；增加教育机会、专业途径和奖励制度，增加地球系统研发领域的岗位；为促进专业成长的跨学科、跨组织和多样化的研究合作创造机会；创造机会，提高 ESP 研究中代表性不足群体的参与度并促进其职业发展。

**2、推进高优先级研发的国家路线图。**为了实现战略框架中描述的目标和具体目标，美国快速跟踪行动委员会（FTAC）制定了一份国家路线图，确定了研发机会的五个领域，重点关注地球水循环和极端降水的可预测性，以及相关的生物圈和人类相互作用。其目标成果是：提高对高影响水循环事件的高分辨率综合预测，这些事件对整个地球系统的连锁影响，以及它们与人类、生态和生物地球化学系统的耦合。5 个研发机会领域包括：

**领域 1：扩展地球系统可预测性的理论基础。**目前还没有一个全面的理论来描述地球系统的可预测性。目前对 ESP 的理解还不足以让人们了解如何在空间和时间尺度上快速准确和可靠地预测地球系统。跨学科跨部门研究的重点可能是带动理论框架的发展，以更准确和全面地了解地球系统现象的可预测性限制。

**领域 2：填补对可预测性至关重要过程的知识空白。**尽管最近几十年取得了重大进展，但对在极端事件的可预测性方面发挥关键作用的过程和现象的知识仍然严重缺乏。为了提高跨尺度水循环极端的可预测性，最关键的挑战是提高我们对降水和生物地球化学过程的理解和建模。

**领域 3：利用未充分利用的观测数据，以使用先进技术检查可预测性的来源。**充分利用所有平台得到的观测数据，以了解 ESP 并加速预测和预测的进展之间存在差距。研发工作可以提供更有效的观测数据分析和再分析数据，以及结合各种类型数据的诊断方法，以潜在地揭示可预测性来源的新见解。

**领域 4：观测网络和先进技术旨在预测。**研究人员可以利用这些资源与新兴的机器学习/人工智能方法和百亿亿级计算，以及模拟实验和过程研究，更审慎地设计、部署和利用一个观察系统，该系统优化地集成了新的观测和更传统的持续观测，以促进对 ESP 的理解和利用。

**领域 5：先进的建模技术和增强的合作。**地球系统模型是探索可预测性的关键工具，也是利用观测数据进行更稳健和准确地球系统预测的独特平台。目前的缺陷包括长期存在的模型偏差、地球系统过程表示法的缺失或过度简化，空间分辨率不足。 (王立伟)

## 空间与海洋

### 加拿大政府资助认识与保护北极海洋生态系统研究

2020 年 11 月 5 日，加拿大北方事务部部长代表加拿大渔业及海洋部 (FOC) 宣布<sup>19</sup>，加拿大政府将通过“海洋保护计划”（资助额为 15 亿加元，约合 76.28 亿元人民币）下的“海岸环境基线计划”，为努勒维特伊魁特的两个海洋环境数据采集项目提供 55 万加元的资助。

早在 2017 年 9 月，加拿大政府宣布了价值 5080 万加元的“海岸环境基线计划”，该计划支持在以下 6 个目前或将来船舶交通密集且海岸线开发程度较高的海洋生态系统收集广泛的科学基线数据：哥伦比亚省温哥华港、哥伦比亚省鲁珀特王子港、魁北克省圣劳伦斯河下游河口、新布伦瑞克省圣约翰港、纽芬兰与拉布拉多省布雷森莎湾和努勒维特伊魁特。

目前，新资助的两个研究项目正处于广泛收集数据的阶段，从而更深入地认识加拿大的海岸环境以及保护手段。这两个项目均由 Arctic UAV 公司牵头，其中一个主要通过使用远程遥控深潜器采集海岸环境

---

<sup>19</sup> Government of Canada invests in science to better understand and protect marine ecosystems in the Arctic. <https://www.canada.ca/en/fisheries-oceans/news/2020/11/government-of-canada-invests-in-science-to-better-understand-and-protect-marine-ecosystems-in-the-arctic.html>



基线数据。该项目正在通过视频记录弗罗比舍湾的栖息地、底质类型以及底栖物种信息。这些数据将对伊魁特地区其他正在开展的基线数据采集项目起到补充作用。另一个项目正在捕捉弗罗比舍湾内部潮间带的航拍地理参考图。该项目通过利用无人机获取伊魁特市附近潮间带地区，包括海岸开发活动较为活跃地区的高分辨率图像。

这两个项目将提供有助于加深对努勒维特伊魁特地区以及人类活动对其敏感生态系统潜在影响认识的重要信息。通过与土著伙伴、努勒维特社区、非政府组织、学术界和其他研究伙伴开展密切合作，加拿大海洋与渔业局将进一步提升对海岸物种与栖息地的保护能力。（薛明媚）

## 联合国环境规划署报告评估沙尘暴对海洋的影响

随着沙尘暴对社会造成的危害及其对实现联合国若干可持续发展目标（SDG）的威胁逐渐加剧，沙尘暴已成为各国政府和国际社会日益关注的问题。2020年11月6日，联合国环境规划署（UNEP）发布《沙尘暴对海洋的影响：供决策者参考的科学环境评估》<sup>20</sup>，从全球生物地球化学循环角度评估了沙尘暴对海洋生态系统的影响，并为国际社会制定适当政策提出了建议。

### 1、沙尘暴对海洋生态系统影响的主要结论

（1）沙尘暴产生的沙尘进入大气，可以通过长距离输送对海洋生态系统产生广泛的影响。

（2）在不同时空范围内沙尘暴的频率和强度各不相同，这与季节性气候变化、干旱期、厄尔尼诺-南方涛动、北大西洋涛动等因素有关。

（3）北半球（北非、中东、西南亚、中亚和东北亚）是大规模沙尘暴的主要来源，而规模较小的沙尘暴来源于北美洲、南美洲、南非、

---

<sup>20</sup> Impacts of Sand and Dust Storms on Oceans: A Scientific Environmental Assessment for Policy Makers. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34300/SDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

澳大利亚和冰岛。

(4) 撒哈拉沙漠是世界上最大的沙尘来源，其产生了全球约 55% 的沙尘排放，对北大西洋、加勒比海、地中海和红海产生了显著的影响。

(5) 目前，自然因素和人为因素（农业管理不善、过度用水等）对沙尘暴的影响机理尚不清楚。

(6) 沙尘暴平均每年向海洋输送 5 亿吨矿物质、营养素、有机物和无机物，对海洋生物多样性产生了深远的影响。

(7) 沙尘为海洋提供了铁、锰、钛、铝等微量元素，这些元素对海洋微生物以及所有的生命体都是必不可少的，决定着海洋的初级生产力。

(8) 落入海洋的沙尘驱动着海洋生物的新陈代谢过程，推动着海洋中的生物地球化学循环，包括碳、氮、硫、磷和硅的循环。

(9) 沙尘的施肥效应被认为对藻华，尤其是对马尾藻有影响，可能会对人体健康和海洋经济产生不利影响。

(10) 沙尘沉积降低了珊瑚礁系统的抵抗力，许多珊瑚疾病与沙尘携带的微生物有关。

(11) 以硝酸盐含量高、叶绿素浓度低为特征，初级生产力受到铁缺乏限制的南大洋对沙尘和铁的输出特别敏感。

(12) 海洋生物碳泵导致大气中的碳被封存到海洋中，从而对气候产生反馈效应。这一过程通过将二氧化碳和营养物质转化为有机碳实现，最终，有机碳沉入深海，并被掩埋在沉积物中。

## 2、建议

(1) 量化沙尘暴的来源，包括评估自然因素和人为因素的相对重要性。

(2) 跨越不同海域构建研究网络，对海洋与大气中的沙尘进行长期监测。

(3) 鼓励开发全球和区域尺度的沙尘循环模型，以更好地模拟沙尘的排放、迁移和沉积过程。

- (4) 启动生态系统恢复项目，通过退化土地恢复减少沙尘。
- (5) 研究天然沙尘的成分与人为沙尘相关毒素之间的相互作用，并理解其对海洋生态系统的影响机理。
- (6) 研究沉积在海洋中的沙尘成分对人类健康的间接影响。
- (7) 研究沙尘中磷和铁的生物可用性，并评估其对生态系统的综合影响。
- (8) 开展实地试验，监测大气和海洋中的沙尘，理解铁和磷施肥在海洋生物地球化学循环和气候变化中的作用。
- (9) 评估沙尘带来的经济损失，为政策制定和减灾工作奠定基础。
- (10) 增强科学研究对决策的支撑作用，支持《荒漠化公约》缔约方会议、联合国环境大会和其他相关多边环境会议，以推动可持续发展目标 14（水下生物）和可持续发展目标 15（陆地生物）的实现。（董利苹）

## 设施与综合

### 欧盟创新理事会投资 1.91 亿欧元助力 58 项颠覆性技术

2020 年 11 月 9 日，欧盟创新理事会（EIC）宣布资助 1.91 亿欧元（约合 15.15 亿元人民币）支持 58 项颠覆性技术和 902 项应用<sup>21</sup>，将高风险、高影响力的研究理念转化为新技术。EIC 于 2018 年 6 月根据“地平线欧洲”计划提案成立，旨在识别并扩大突破性和颠覆性创新，使欧洲成为创造市场的创新领跑者。

EIC 通过两种资助工具以自下而上的方式支持高风险突破性创新：一是“探路者计划”，提供从概念验证、技术验证的早期技术阶段到早期商业阶段的支持；二是“加速器计划”，用于产品开发和市场部署阶段，包括示范、用户测试、商业前生产、规模扩大等。此次获得支持的

---

<sup>21</sup> European Innovation Council invests €191 million in 58 game-changing technologies. <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/news/european-innovation-council-invests-%E2%82%AC191-million-58-game-changing-technologies-0>

58 项颠覆性技术由“探路者计划”资助，较多的技术方向集中在生物医学领域，3D 打印生物组织器官更为突出，详见表 1。

表 1 获资助的 58 项颠覆性技术

技术名称	资助/万欧元	技术名称	资助/万欧元
重新定义质谱——实时无创呼吸分析的突破性平台，单离子检测完整的病毒和细菌以及事后分析分子特征	398	实时可视化和模拟活体类器官基本过程的技术，以期对特定器官的健康、疾病和康复有新的认识	369
用于抗真菌的协调和分配的统计技术	276	蛋白质间的长程电动力学维度的相互作用	309
超生物加速矿物风化：一种新的气候风险对冲反应器技术	347	细胞外囊泡模拟纳米颗粒的合理设计关键要素	290
无线人机接口	459	用于大规模节能的具有红外辐射冷却能力的超材料混凝土	319
用于单细胞水平多重细胞蛋白质表型分析的超灵敏生物传感平台	358	生物电子学用共轭聚合物中离子和电子的混合输运	318
天然生物高聚物的生物催化改性	299	中子俘获强化治疗神经毒性淀粉样聚集体	329
人源化肾小管间质微物理模型的芯片生物打印	299	用于机器学习处理神经网络芯片的大脑皮层诱导多能干细胞神经网络	346
面包烘焙启发的原位纤维素制备多孔材料	300	mRNA 合成生物学	300
人类主观时间经验的调谐	299	下一代制冷的光学方法	302
面向 2030 年新的胶体控制论系统	334	硅芯片光通信	375
光子晶体中的原子-光晶体	359	用于快速信息处理的门控接口	319
破译肿瘤新抗原免疫原性的革命性平台——未来根除癌症免疫疗法的最终目标	300	一种用于感知和治疗神经退行性疾病的个性化活细胞合成计算电路	440
DNA 折纸的团簇修饰识别元素增强拉曼光谱检测方法	300	蛋白质鉴定和测序的超快拉曼技术	299
人工智能使能的 RNA 纳米技术输送系统，用于传递信息到细胞	338	重建过去：人工智能和机器人技术与文化遗产	352
DNA 快速光驱动的多路光编码和读出数据技术	312	电脉冲生物复合移植修复脊髓损伤	300
“护理箱中的眼睛”：从复苏的尸体眼睛再生人类视网膜	355	机器人人为人畜做食物的新科学和技术	341
生态建筑围护结构：城市再生生态系统的一种颠覆性设计方法	300	通过增加生物生态系统来优化产量的机器人复制品	327
利用纳米多孔电极通过润湿/干燥循环	300	嗅觉缺陷中气味检测与识别的恢复	300

## 美国能源部资助生物成像仪器和方法研发新项目

环获取能量			
实现光和合成生物学驱动的人体功能组织的立体生物打印	359	混合有机界面选择性激活信息技术	333
认知人工智能	302	超快全光时空电子调制器：开辟电子显微学的新领域	304
生物电子学用工程化导电蛋白	310	高效节能 AEM 水电解用自旋极化催化剂	336
飞秒激光芯片	342	新鲜组织切片的连续二维拉伸监测	382
未来的分子成像	337	门可调谐超导量子电子学	306
耳聋患者的光生皮质植入物研究	300	基于非线性光拓扑态工程的光学器件软物质平台	310
基于人工智能技术的 6G 频段及以上的高效率无线 CMOS 收发器	327	用荧光发射电极评价神经元和心肌细胞的毒性	304
视觉混合突触	294	利用纳米流体通道回收废热：热能转化为电能的进展	343
蛋白质组在纳米尺度上的成像	370	反铁电体中的拓扑孤子	326
活体生物工程芯片作为生物材料新验证方案的智能体内多光子成像窗口	344	膀胱生物打印在全自体移植中的应用	306
肿瘤免疫治疗增强的免疫生态位	400	极紫外到软 X 射线光子集成电路	308

(张超星)

## 美国能源部资助生物成像仪器和方法研发新项目

2020 年 11 月 16 日，美国能源部（DOE）宣布将资助 1500 万美元用于生物成像研究<sup>22</sup>，以开发新型或改进的仪器和方法来可视化活细胞中的代谢过程。将细胞发生在体内的过程可视化，对加深了解生物过程至关重要。这些技术将提供测量细胞过程所需的新方法和新信息，对于了解、预测和最终设计有益的新生物过程非常关键。

该项目旨在创建一个多功能的“工具箱”，将活体植物和微生物的细胞内和细胞间发生的生物过程可视化。为实现此目标，需要新的成像仪器来应对三维动态成像发生在密集的活植物组织内部和根际群落之间的代谢过程的重大挑战，以实时分析具有高时空分辨率的细胞结构和

<sup>22</sup> DOE to Provide \$15 Million for New Bioimaging Instrumentation and Approaches. <https://www.energy.gov/articles/doe-provide-15-million-new-bioimaging-instrumentation-and-approaches>

功能，并克服光损伤和光漂白等影响活细胞成像技术应用的制约因素。

该项目将聚焦两个主要领域：开发创新或有显著改进的仪器；示范改进的观测技术。该项目将致力于增进对复杂细胞过程的了解，包含将植物生物质转化为生物燃料和生物产品、植物与微生物的相互作用以及微生物和植物对土壤中碳的固定等过程。DOE 计划从 2021 财年开始的 3 年间，每年向该项研究资助 500 万美元。（郑颖）

## 英国成功启动升级版兆安培球形托卡马克聚变装置

2020 年 10 月 29 日，英国政府宣布耗资 5500 万英镑建设的“升级版兆安培球形托卡马克”（MAST-U）装置在一次测试中成功产生了等离子体<sup>23</sup>，标志着英国的核聚变研究取得了重要进展。

MAST-U 装置是在兆安培球形托卡马克装置基础上升级而来，可用于测试核聚变发电站原型的反应堆系统。MAST-U 装置的成功启动将有力推进英国正在进行的“用于能源生产的球形托卡马克”（STEP）计划，该计划的目标是在 2040 年前建设一个紧凑型核聚变发电站。STEP 计划初期投入了 2.2 亿英镑，计划在 2024 年前基于 MAST-U 装置进行球形托卡马克发电站的概念设计，以探索小型核聚变发电站的可行路径。英国将在 MAST-U 装置中测试名为“Super-X 偏滤器”的新型排气系统，该系统目的是在足够低的温度下将等离子体从设施中导出，降低热功率负载以达到材料可承受的温度，进而延长组件的使用时间。利用该系统可使到达聚变堆设施内表面的热量降至原来的 1/10，因此可能会改变未来核聚变发电站的长期运行能力。除此以外，MAST-U 装置还将支持国际热核聚变实验堆（ITER）的研究工作。（岳芳）

---

<sup>23</sup> All systems go for UK's £55M fusion energy experiment. <https://www.gov.uk/government/news/all-systems-go-for-uks-55m-fusion-energy-experiment>

# 中国科学院科技战略咨询研究院

## 科技动态类产品系列简介

### 《科技前沿快报》：

聚焦国内外基础学科与前沿交叉综合、能源资源、环境生态、信息网络、新材料与先进制造、生命科学与生物技术、现代农业、空间与海洋等战略必争领域，以科技创新价值链为主线，监测分析这些领域的发展态势、前瞻预见、战略布局、行动举措等重要科技动态，研判其中的新思想、新方向、新热点、新问题、新布局，凝练识别新的重大科技问题、前沿技术和创新路径，为科技与创新决策服务。

### 《科技政策与咨询快报》：

监测分析国内外科技发展的新战略、新思想、新政策、新举措，洞察科技与经济、社会、文化、可持续发展互动的趋势、新规律，研究识别科技创新活动与管理的新特点、新机制，揭示解读科技体制机制、科技投入、科技评价、创新人才等现代科研管理的制度变革，简述中国科学院学部就重大问题组织开展的咨询建议，研判智库的重要咨询报告，剖析智库的决策咨询运行机制与决策影响途径，追踪国内外科学院、智库的咨询活动与研究方法等，为科技决策者、科技管理者、战略科学家等提供决策参考。

《科技前沿快报》和《科技政策与咨询快报》内容供个人研究、学习使用，请勿公开发布或整期转载。如有其它需要，请与我们联系。

# 科技前沿快报

主 办：中国科学院发展规划局  
中国科学院科技战略咨询研究院

## 专家组（按姓氏笔画排序）

于贵瑞 于海斌 马延和 王天然 王 赤 王志峰 王启明 王跃飞 王 琛  
甘为群 石晶林 卢 柯 包信和 巩馥洲 吕才典 朱日祥 朱永官 朱 江  
朱道本 向 涛 刘春杰 许洪华 孙 松 严陆光 李国杰 李家洋 李 寅  
杨 乐 肖 灵 吴 季 吴家睿 何天白 沈竞康 张双南 张志强 张建国  
张 偲 张德清 陈和生 武向平 林其谁 罗宏杰 罗晓容 周其凤 郑厚植  
赵 刚 赵红卫 赵其国 赵忠贤 赵黛青 胡敦欣 南 凯 段子渊 段恩奎  
姜晓明 骆永明 袁亚湘 顾逸东 徐志伟 郭光灿 郭 莉 郭 雷 席南华  
黄晨光 康 乐

## 编辑部

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