

# Science & Technology Frontiers

# 科技前沿快报

国家高端智库  
中国科学院

2018年11月5日

## 本期要目

美国制造业前瞻联盟发布“高熵合金制造”分析报告

英国发布《英国生物科学前瞻》报告

特朗普签署首份《美国国家网络战略》

美国 NIH 启动人类生物分子图谱计划

美国国家科学院发布《系外行星科学战略》

美国布鲁金斯学会预测未来 20 年军事技术变革趋势

2018年

总第 053 期

第 11 期

# 目 录

## 深度关注

- 美国制造业前瞻联盟发布“高熵合金制造”分析报告 ..... 1
- 英国发布《英国生物科学前瞻》报告 ..... 8

## 基础前沿

- 美国 DOE 和 NSF 拨款 2.5 亿支持量子信息科学研究 ..... 10

## 信息与制造

- 特朗普签署首份《美国国家网络战略》 ..... 12
- 美国 DARPA 斥资 20 亿美元研发下一代人工智能技术 ..... 14
- 美国 DOE 资助先进车辆技术研发 ..... 14

## 生物与医药农业

- 美国 NIH 启动人类生物分子图谱计划 ..... 15
- 美国 NSF 宣布开发和部署多物种基因组工具新项目 ..... 17

## 能源与资源环境

- MITEI 发布《碳约束世界中核能的未来》报告 ..... 18
- 日本 NEDO 资助 23 亿日元推进生物质能技术开发 ..... 21
- 美国 ARPA-E 启动电网规模长时储能技术研发新项目 ..... 22
- 美国 DOE 资助生物能源研发项目 ..... 23

## 空间与海洋

- 美国国家科学院发布《系外行星科学战略》 ..... 24
- 美国 NASA 发布《国家空间探索行动报告》 ..... 29
- 美国 NSF 资助海洋、湖泊与人类健康关系的新研究 ..... 31

## 设施与综合

- 美国布鲁金斯学会预测未来 20 年军事技术变革趋势 ..... 33
- 欧洲 ESFRI 发布 2018 年科研基础设施路线图 ..... 38
- 美国 WHOI 获资助开发声学望远镜 ..... 43

## 深度关注

### 美国制造业前瞻联盟发布“高熵合金制造”分析报告

2018年9月，美国制造业前瞻联盟<sup>1</sup>（MFOresight）在国家标准与技术研究院（NIST）及国家科学基金会（NSF）支持下，与密歇根大学合作发布了前瞻性报告《高熵合金制造：通往产业竞争力之路》<sup>2</sup>。该报告探讨了美国高熵合金（HEA）面临的挑战和机遇，并提出了一套实现高熵合金预期前景的可行性发展建议，希望增强美国在高熵合金制造领域的竞争优势，确保技术领先。

高熵合金不同于传统合金，是由多种比例大致相等的金属形成的合金，其机械性能、耐腐蚀、耐磨损、磁学性能、抗辐照、低温性能等方面都很优异，广泛用于液化天然气处理，耐腐蚀热交换器、高性能航空航天材料和超硬弹道、坚固耐腐蚀的医疗设备和磁共振成像技术等领域。该报告认为对高熵合金的深入研究可以实现从“应用已有材料”到“按需设计材料”范式的转移，可使高性能制成品在国际市场上具有竞争力，也可为制造商提供新的选择，以生产稀有的、危险的、昂贵的或受限于国际相关贸易条例、具有利益冲突的材料的替代品，由此加速经济增长及提升国内竞争优势，并将有助于应对紧迫的社会挑战。

#### 一、美国高熵合金制造业发展面临的8个挑战

制造商和高熵合金专家认为美国在高熵合金的制造流程、测试、数据，以及获取必要的知识、工具和资源方面遇到了交叉障碍。主要表现为：

**1、工艺限制。**从温度到杂质再到氧化，高熵合金为制造带来了独有的工艺挑战，这些挑战在铸造、热机械加工、连接和增材制造等传统

---

<sup>1</sup> 制造业前瞻联盟受美国联邦政府资助，是一个独立、非营利性、专家驱动的组织，通过关于制造趋势和机遇的快速响应报告和重要情报，为政策制定者、企业领导者和研究人员提供支持

<sup>2</sup> Manufacturing HEAs: Pathway To Industrial Competitiveness. <http://mforesight.org/download-reports/>

工艺中尚未克服。

**2、合金识别。**为了快速、经济地生产出满足其需求的合金，研究人员需要利用合金识别、建模和设计的相关工具，但是目前的工具缺乏准确性、速度和可靠性。

**3、杂质。**目前的制造方法不能生产具有所需纯度的高熵合金。

**4、原料和原材料。**元素、纳米颗粒和母合金质量不高，研发人员及制造商开发和扩大高熵合金制造的成本太高。

**5、高通量实验表征。**实验表征对于合金的发现、深入研究再到放大的每个过程都至关重要，现有的实验设备要么不足，要么研究人员难以对高熵合金进行表征。

**6、建模和仿真数据。**数据对于能够了解高熵合金微观结构及优化制造过程的建模和模拟至关重要，但目前数据尚未集中，数据之间不一致且不能随时可用。

**7、中级规模示范。**虽然高熵合金制造业在生产小型合金样品方面取得了进展，但却非常缺乏制造工艺规模化所需的相关设备。

**8、与行业需求保持一致。**高熵合金制造企业之间缺乏合作，这使得高熵合金制造研究与行业需求很难保持一致，资源、工具和数据未在整个行业中正确共享和使用。

## 二、提出的 4 项可行性建议及相关注意事项

**1、对高熵合金制造中关键技术的转化研究进行投资。**需要一项多机构联合研究计划，以集中精力推进最有前途的新兴制造技术，并解决商业化生产和使用之间的障碍。应特别注意以下机遇和挑战：

(1)合金识别。需要更好的工具来探索高熵合金的广泛设计空间，以识别具有所需特性的可制造合金。具体的研究主题包括：多保真模型和具体实验相关的链接工具；简化工具以期发现性能优异的合金，连接

和集成原有孤立的建模工具和数据集；在考虑制造因素的同时实现材料成分和微观结构的探索；研制能够识别可以制造耐火合金的相关工具，以满足合金独特的性能要求和制造需求。

(2) 熔化。高熵合金的复杂化学成分对熔化提出了独特的挑战。具体的研究主题包括：扩展现有熔体工艺的能力，包括熔点高于 1500°C 的合金技术，间质合金及具有复杂成分的化学品的处理技术，以及可以提高电磁搅拌均匀性的相关技术；新颖的电磁和定向能量感应，以确保熔融合金具有均匀的化学成分及对不需要的相态进行控制；标准化、更为清洁的母合金，可简化熔化过程并减少杂质；可将熔体加工参数与杂质积累和夹杂物关联的分析工具。

(3) 铸造。将熔融合金铸造成最终形状或铸锭，以便后续加工。具体研究主题：扩展热顶铸造方法，以解决高熵合金铸造的独特凝固途径和动力学；进行流变铸造，在铸造中使用半固态合金，以实现铸造高熵合金的低孔隙率，低收缩率和良好的机械性能；在大温度范围内需要高精度冷却速率控制方法，以在高熵合金铸造和热处理过程中严格控制凝固路径，以减少孔隙率、偏析等。

(4) 热机械加工和连接。合金通常通过热处理和机械加工进行精炼，以获得所需的合金性能。具体的研究主题：高温热轧技术和模具材料，包括允许加工高温高熵合金的润滑剂；可增加高熵合金均匀性的热轧方法；用于高熵合金的可快速启动和停止“小型轧机”；理解从热机械和连接过程中微观结构的变化，包括焊接、轧制和成形对其产生的影响，以克服传统加工和连接方法的局限性。

(5) 基于粉末、线材和涂料的制造。除了解决熔铸工艺中的挑战外，还要集中精力研究以下主题：粉末和线材生产工艺的进一步优化，包括与高熵合金相关的粉末生产方面表现优异的新型非雾化粉末制造



工艺、表面钝化方法和雾化工艺等；耐火材料和活性颗粒的相关研究；粉末和涂层质量的模型化，包括制造工艺和合金性能之间关系的模拟；研究还应确定适用于增材制造工艺的合金组合；新颖的添加工艺，包括对传统粉末添加工艺的修改，以及高熵合金的热、冷喷涂、等离子涂层和机械合金化工艺的优化；能有效控制沉积速率和混合剂量的多种元素溅射喷涂技术。

(6)建模。高熵合金的复杂性需要改进现有模型并制定基准模型。具体的研究主题为：与高熵合金相关的制造工艺模型，包括高温下合金的粘度、扩散性、焊接和钎焊对微观结构、能量使用、成本和比例定律的影响；关键高熵合金特性和工艺的模型，包括相体和整体微观结构的稳定性、高温热力学、凝固路径、氧化物形成和 Hall-Petch 强化；研究其他结构和制造工艺，扩展现有模型；与制造、微观结构和性能相关的模型，包括动力学和微观结构之间的关系，以及所得微观结构如何改变延展性、断裂、韧性和蠕变等机械性能，而且缺陷和微观结构演变之间的关系以及由此产生的对机械性能的影响也需要模型；从制造经济学的角度来看，还需要模型来评估不同的原料杂质水平对合金性能和成本的影响程度；开发和扩展新颖的建模方法，包括改进在高熵合金中应用的 PHase Diagrams 计算方法和工具，提高准确性，评估不确定性和数据库响应能力；研究机器学习和深度学习在高熵合金行为建模方面的潜力；建立用于验证其他模型的准确性和范围的基准模型。

## 2、建立高熵合金国家测试中心，开发新型高通量测试方法，并进行合金发现和表征的高通量测试

高熵合金独特的成分复杂性使得难以使用诸如层析成像和 X 射线衍射这样的传统工具来评估和表征。目前还没有用于高通量机械测试的实用的、省时且成本划算的方法，其面临的挑战包括：

(1) 样品制造：高熵合金研究和制造的利益相关者一直在寻求可以消除样品测试不确定性的合适的测试方法。

(2) 尺寸规模：实验方法不能提供高通量实验所需的小尺寸测量，特别是拉伸强度和延展性等关键性能领域的测量。

(3) 复杂性测试：很难测试高温环境中合金的复杂载荷及与环境相互作用等性能。

(4) 高通量测试方法：已具备预测相平衡阶段和相图的高通量计算能力，但一些严重的材料缺陷仍然需要高通量实验来评估。

(5) 标准化：测试和结果数据不一致，缺乏共同的分类法、不同利益相关者之间通用的词汇、关于这些复杂合金的化学验证的可靠标准。

需要注意 9 个领域的发展：薄膜的高通量测量与块体材料特性的相关性；低温测试与高温测试的相关性，以此实现性能提升的同时降低成本；与实现批量生产性能相关的常见测试方法的不确定性分析；用于测试的通用分类法和词汇以及高熵合金的结果数据；高熵合金的化学验证标准；用于认证和验证高熵合金的无创评估结果的标准；建立原料（粉末和线材）的标准并明确其定义，以确定产品的关键参数；实现自动化的标准化测量；为高熵合金制造流程建立基准。

**3、为高熵合金数据建立中央数据库，以最大限度地减少重复工作，并加速美国研究人员和制造商的创新**

建立一个包括合金属性，制造工艺和参数以及模型理论和实验数据的高熵合金中央数据库。验证并组织从公共和私人利益相关者处收集得到的数据，然后将其提供给美国研究人员。该数据库可以发挥以下作用：①避免重复工作：避免每个研究小组为了解该领域的发展状况而进行冗余的文献综述；②扩展分析方法：增强使用高级分析（如机器学习）方法来提升高熵合金设计的能力；③改进复杂分析模型：只能从综合数据

分析中发现合金的物性变化趋势，强化机械建模功能对于相图的化学和热力学数据非常重要；④考虑不利的结果：不是总是公布不利的结果，但它们对于推进该领域发展和确保有效的资源分配至关重要；⑤促进领域发展：数据通常通过实验和设备（如同步加速器）以高速率生成，并且分析必须保持同步，得到的分析结果有利于促进该领域的发展。

建立数据库主要包括搜集数据、数据的验证、数据的组织及获取等 4 部分。

（1）搜集数据。数据的类型主要分为：①合金性能：主要包括成分、微观结构、弹性模量、扩散系数以及一系列其他标准物理和功能材料属性；②制造方法和参数：包括加工来源、供应、规模、炉膛尺寸、电极尺寸以及加工速度等加工信息和润滑剂；③模型和模拟：包括密度泛函理论数据库，定制热力学数据库以及热力学和其他模拟结果。在整个数据收集过程中需考虑以下因素：①延迟发布：在学术方面，应实施时间延迟，以使研究人员能够在通过数据库公布之前公布或申请结果，即使数据是在公布或专利申请之前提交的；②数据不可知：数据收集必须是不可知的，这样就可以避免数据库中包含的数据产生偏差；③确保共享所有数据：应鼓励共享不会产生有利结果的“不良”数据，因为这些数据对于加快进度和确保强大的数据集至关重要；④确定差距：应对数据进行系统概述，以确定所得信息的关键差距；⑤信息保护：行业保护其数据的需求应与提供全面和开放数据库的需求相平衡。

（2）数据的验证。可以用以下 5 种验证措施确保数据库中数据的准确性和完备性：①机器学习，已被证明是数据验证和管理中非常有用的工具，它可以快速识别可能的异常值以供专家审查；②专家、建模师和实验者在数据收集和鉴定方面的参与将为数据提交者创建反馈循环，从而提高整体数据质量；③数据谱系和出处的标准的创建/发展将促进



对现有数据的使用，并将提高对数据可靠性、普遍性和有效性的理解；④历史/档案数据完好无损的传递到现代数据库中确保数据生产环境和相关限制不会丢失或被误解；⑤用户对数据可信度的评级便于使用者对数据质量进行评估。

(3) 数据的组织。随着数据库的发展，必须将合金系列进行精确分类，以使特定合金系列之间的特性和挑战不会错误地转化为所有高熵合金的挑战；与医学数据非常相似，需要匿名化方法来保护某些数据的来源，特别是来自工业界的数据；可以处理结构化的数据，以便为模型预测的验证以及易处理的数据可视化提供基准。

(4) 数据的获取。对数据库的访问方法可以分为开放访问、付费访问、访问数据或混合方式访问。对数据库进行分区可能会增加行业访问量。通过这种方式，公司可以锁定新生成的数据，以保护知识产权，同时从数据库中受益。此外，数据库将从竞争前的开源数据政策中受益匪浅。

#### **4、增加联邦设施和专业知识的获取途径，建立跨学科协调机制并制定发展路线图**

(1) 增加与先进制造方法、表征工具和计算能力相关的现有联邦设施和专业知识的获取途径。此外，需要建立一个跨学科工作组，提供有关制造技术路线图、研究重点、标准、知识产权、技术转让和其他问题的实时信息，以促进领域发展。这些实验室的专家之间，从事高熵合金的工业界和学术研究人员合作将加速有前景的高熵合金转化为商业生产。

(2) 建立咨询组。建立咨询组是促进高熵合金在多个领域发展和商业化的理想方法。咨询组将协调资源分配，并提供一种机制来识别和关注共同的竞争前挑战。建议首先组建一个行业范围的专业咨询小组由来自行业（大型，小型和初创公司）、学术界、联邦实验室及相关联邦机构的成员组成。该小组的目标是在跟踪研究和开发进展的同时，识别

和确定技术挑战及市场机会。该小组的两项具体任务是制定路线图以指导短期、中期和长期的研发工作，并根据对一系列高价值应用、生产成本和竞争环境的有效分析，确定商业机会的优先顺序。

(3) 制定路线图。高熵合金涉及广泛的材料和应用，这使得在研究和资源分配上很难达成共识，指导投资的路线图对于推动该领域的发展既可行又必不可少。路线图至少应该解决以下任务：确定并评估最有前途和最先进（接近生产）的工艺技术，以实现不同类型高熵合金的可扩展性和适用性；将特定的新兴制造技术解决方案与具有国家优先权（如国防、能源和健康）的目标应用领域相匹配；制定协调资源和加速创新的长期战略。制定路线图后，咨询小组将跟踪实现路线图目标的进展情况，还将直接与相关研究人员和行业参与者合作，以确定行业参与早期研究的机会，并加速向美国公司的许可和技术转让。（张超星）

## 英国发布《英国生物科学前瞻》报告

9月27日，英国研究与创新管理机构（UKRI）下属生物技术与生物科学研究理事会（BBSRC）发布了《英国生物科学前瞻》报告<sup>3</sup>。该报告是英国发展生物科学和应对粮食安全、清洁增长和健康老龄化挑战的路线图，为即将在2019年春季发布的“BBSRC战略执行计划”奠定了基础，也为BBSRC未来几年的优先事项和行动计划提供了指导。《英国生物科学前瞻》围绕推进生物科学前沿发展、应对战略挑战和夯实基础三个主题提出了发展目标。

### 一、推进生物科学前沿发展

#### 1、探索生命法则/规律

鼓励创新和好奇心驱动的生命法则/规律研究发现；在资助决策方

---

<sup>3</sup> Forward Look for UK Bioscience. <https://bbsrc.ukri.org/news/policy/2018/180927-n-forward-look-for-uk-bioscience/>

面注重研究的卓越性和变革性，为生物科学前沿的蓬勃发展创造良好环境；保持英国在核心学科方面的优势，从分子到种群各层面，支持微生物、植物和动物研究；保障产业界、相关学科的研发人员等，可获取和利用生物科学前沿研究成果和知识；推动基础研究发展，将其作为英国生物科学发展的基本原则，保障基础研究的重要性获得广泛认可和重视。

## **2、推动技术变革**

加强学科融合，特别是物理与生命科学融合，从而支持新技术的发展和​​应用，促进生物科学研究发现；利用数学和计算机方法从大量、多样化的生物数据中发掘新的知识，包括跨尺度知识和数据整合、开发预测和动态模型；增强学术界和产业界识别和利用颠覆性技术的能力；针对活体生命系统，提高非侵入性分析测量技术的灵敏度、速度和分辨率，同时积极开发新的研究技术和途径；在动物研究中，开发新模型和方法，以减少动物在实验中的使用，为动物和人体生物学研究开发更有效的工具；通过新技术的早期应用推动生物科学研究。

## **二、应对战略挑战**

### **1、通过生物科学推进农业和食品可持续发展**

在农业生态系统中运用多学科、跨尺度和系统建模的方法，提高农业发展可持续性和复原力；开发预测、检测和管理动植物健康威胁的新型策略，提高动植物抗性，改善养殖动物福利；通过结合新型作物和营养研究，改善食品安全和营养，充分利用微生物学基础知识，减少食物中的病原体和毒素；研究和控制作物生理、成熟和采后腐败等基础生物过程，减少食物系统中的浪费；研究和利用基因组学和遗传多样性，开发下一代改良作物和养殖动物；将生物科学和新型工程技术结合，开发数字化和预测工具，支持精准农业和智能技术发展，改善农业决策。

### **2、通过生物科学推进可再生资源发展和清洁增长**

在酶通路等生物过程中，深入理解分子和细胞机制；开发和利用全细胞、酶系统和合成生物学方法，生产高价值化学品、生物药、抗菌化合物、工业化学品、燃料和平台化合物；提高工业生产中的大规模生物过程效率；开发和运用生物技术，将废物转化为有价值的化学品和材料，提高经济和环境效益；鼓励运用全系统方法，充分考虑生物技术的应用范围、效率和成本效益，推动生物制造的新型商业模式产生和发展。

### 3、通过生物科学改善人类和动物健康

促进“大健康（one health）”发展，将生物、兽医和医学研究结合起来，改善人类和动物健康及福祉；推进早期发育及整个生命周期内的生理学和稳态控制机制研究；整合营养、农业和食品加工研究，同时探索肠道和肠道微生物功能，促进饮食和健康关系研究；结合生物学科内外的相关知识，运用系统建模方法，探索身心健康相关的生物学机制；开发工具和干预手段，应对人畜共患病、媒介传播疾病以及抗菌化合物耐药性；运用生物学知识、模型、工具，扩展市场领域，如个体化健康、再生医学、健康和新疗法生物标志物、食品和促进健康的产品等。

### 三、夯实基础

在人力和人才方面，吸引和培养灵活、多样化的现代生物科学从业人员。在基础设施方面，保障突破性研究和成果转化所需的设施、资源和服务。在开展合作、建立伙伴关系和知识交流方面，积极推进跨学科、跨领域、跨国界合作。 (苏燕)

## 基础前沿

### 美国 DOE 和 NSF 拨款 2.5 亿支持量子信息科学研究

9月24日，在美国白宫量子信息科学峰会上，美国能源部（DOE）

宣布拨款 2.18 亿美元资助量子信息科学研究<sup>4</sup>，旨在为下一代计算与信息处理以及其他创新性技术奠定基础。同时，美国国家科学基金会 (NSF) 宣布拨款 3100 万美元资助基础量子科学研究<sup>5</sup>。9 月 13 日，美国众议院通过了“国家量子计划法案”，该法案授权 DOE、NSF 及国家标准与技术研究院 (NIST) 推进量子信息科学研究，并为其拨付相应的经费。DOE 和 NSF 此次的行动正是为了回应该法案。

### 1、DOE 的资助重点

获得 DOE 资助的项目共有 85 个，不同项目获得资助的年限从 2 年至 5 年不等。来自美国 28 所高校和 9 家能源部国家实验室的科学家将牵头开展多个相关方向的研究。例如，面向下一代量子计算机的软硬件开发、具备特定量子特性的新材料开发与表征、利用量子计算与信息处理研究和解释暗物质与黑洞等宇宙现象等。

DOE 的项目资助分别由其下属的先进科学计算研究 (ASCR) 办公室、基础能源科学 (BES) 办公室和高能物理 (HEP) 办公室负责，其侧重点分别如下：

(1) ASCR 办公室关注量子计算硬件的各种实现对科学应用的适用性，包括探索器件架构与应用性能之间的关系，以及开发有价值的指标用于评估量子计算硬件的适用性。其中，劳伦斯·伯克利国家实验室将获资 3000 万美元来构建和运行先进量子测试平台 (AQT)，探索超导量子处理器并评估应如何利用这些新兴量子器件促进科学研究。

(2) BES 办公室的关注点有二：一是面向量子信息科学材料与化学科学研究；二是量子信息科学与研究基础设施开发，包括测量、制造设施和原型开发，以便美国产学研界的新发现与创新能快速商业化。

(3) HEP 办公室关注由量子信息科学与技术驱动的高能物理发现

---

<sup>4</sup> Department of Energy Announces \$218 Million for Quantum Information Science. <https://www.energy.gov/articles/departement-energy-announces-218-million-quantum-information-science>

<sup>5</sup> NSF announces new awards for quantum research, technologies. [https://www.nsf.gov/news/news\\_summ.jsp?cntn\\_id=296699&WT.mc\\_id=USNSF\\_51&WT.mc\\_ev=click](https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=296699&WT.mc_id=USNSF_51&WT.mc_ev=click)



及相关跨学科研究。伯克利实验室将获资开发可通过新的方式探测暗物质粒子的量子传感器,以及开发可用于解释黑洞理论的量子算法与模拟等。

## 2、NSF 的资助重点

NSF 的职责包括促进安全量子通信必需的技术发展,开发首台实用量子计算机,汇集学术界和私营部门的导师以培养下一代量子科学家、工程师和企业家。NSF 的资助将通过以下两类项目开展:

(1) 2500 万美元用于探索性量子研究,作为跨学科科学与工程研究 (RAISE) -量子系统突破性进展 (TAQS) 项目的一部分。25 个项目将共享这笔资助,它们将专注于创新性方法、实验演示和变革性进展,帮助实现量子传感、量子通信、量子计算和量子模拟领域的系统开发与概念验证。

(2) 600 万美元用于量子研究与技术开发,作为 RAISE-面向量子通信的工程级量子集成平台 (EQuIP) 项目的一部分。8 个项目将共享这笔资助,它们将致力于促进量子信息科学与工程前沿研究,探索超越单个器件与组件开发的综合性方案,以实现可扩展的量子通信系统。

(张娟)

## 信息与制造

### 特朗普签署首份《美国国家网络战略》

9月20日,美国总统特朗普签署了首份《美国国家网络战略》<sup>6</sup>。该文件是美国15年来首次对网络战略的全面阐述,概述了美国将如何确保美国人民继续从反映美国原则、保护美国安全和促进美国繁荣的安全网络空间中受益。战略将俄罗斯、中国、伊朗和朝鲜列为网络空间领域的竞争者和对手,认为其伤害了美国和盟国的利益。战略指出,美国

---

<sup>6</sup> National Cyber Strategy. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/09/National-Cyber-Strategy.pdf>

政府对网络空间的态度是由美国价值观决定的，美国致力于建立一个开放、互操作、可靠和安全的互联网，以加强和扩大这种价值观，保护和确保美国劳动者和企业的经济安全。

这份战略提出了四大支柱、4 项目标、10 项措施及 42 项优先行动。

**支柱 1：保护美国人民、国土和美国生活方式。**这是该战略的核心，其目标是管理网络安全风险，提高国家信息和信息系统的安全和弹性。

在优先行动中，战略提出要利用 ICT 提供商推动网络安全，加强与这些企业之间的信息共享，包括涉密威胁和漏洞信息的共享。战略还提出要加强运输和海上网络安全，以及太空网络安全。

**支柱 2：促进美国繁荣。**目标是维持美国在科技生态系统与网络空间发展中的影响力，使其成为经济增长和创新的开放引擎。

在优先行动中，战略提出要优先创新，促进标准和最佳实践的 implementation 和不断更新，以遏制和预防网络生态系统中现有的和不断演变的威胁和危害；投资下一代 ICT 基础设施建设，促进 5G 安全技术发展，研究基于技术和频谱的解决方案，审视新兴技术（如人工智能和量子计算）的发展情况，解决这些技术在使用过程中自身存在的风险；推进全生命周期的网络安全，包括利用前沿行业的最佳实践，使用类似公开漏洞、众包测试和其他创新评估方法，提高网络弹性。

**支柱 3：以实力维护和平。**目标是识别、反击、破坏、降低和阻止网络空间中破坏稳定和违背国家利益的行为，同时保持美国在网络空间中的优势。

**支柱 4：增强美国影响力。**目标是维护互联网的长期开放性、互操作性、安全性和可靠性。

（徐婧）

## 美国 DARPA 斥资 20 亿美元研发下一代人工智能技术

9月7日，美国国防高级研究计划局（DARPA）宣布将投资20亿美元研发下一代人工智能（AI）技术<sup>7</sup>。由于目前处于主流的第二代人工智能技术依赖于大量高质量的训练数据，很难适应不断变化的外部条件，有较大的性能缺陷，且难以提供明确的结果解释，为突破现有人工智能技术的局限性，DARPA提出了“下一代人工智能”（AI Next）项目，促进第三代人工智能技术的研发。DARPA认为第三代人工智能技术应当像人类一样具有相互交流和进行推理的能力，同时能辨别新环境并进行相应调整。

DARPA需要探索的关键领域包括：①美国国防部（DOD）自动化业务流程，例如在一周内完成安全许可审查，或在一天内实现软件系统的部署；②提高AI系统的稳健性和可靠性；③增强机器学习和AI技术的安全性和弹性；④降低功耗，提高数据利用率和性能；⑤开创下一代AI算法和应用，提高结果的“可解释性”和AI技术的常识推理能力。

此外，DARPA在2018年7月启动的人工智能探索（AIE）计划也是“下一代人工智能”项目的关键组成部分。AIE计划旨在帮助新的AI理念落地到实际应用中，资助的是高风险、高回报的项目，获资助的研究人员须在18个月内确定新AI概念的可行性。（唐川）

## 美国 DOE 资助先进车辆技术研发

9月5日，美国能源部（DOE）宣布资助8000万美元用于支持先进车辆技术项目研发<sup>8</sup>，涵盖电池与电气化、汽车材料、先进技术集成、燃料与发动机协同优化，以及越野车辆动力系统等五大主题领域，旨在

---

<sup>7</sup> DARPA Announces \$2 Billion Campaign to Develop Next Wave of AI . <https://www.darpa.mil/news-events/2018-09-07>

<sup>8</sup> Department of Energy Announces \$80 Million Investment in Advanced Vehicle Technologies Research. <https://www.energy.gov/articles/department-energy-announces-80-million-investment-advanced-vehicle-technologies-research>

提升汽车能效和电气化水平，节约能源成本支出，减少交通运输系统的温室气体排放。本次资助项目具体内容参见下表。

表 1 先进车辆技术研发项目具体内容

技术主题	研究内容	资助金额 /万美元
电池与电气化	开发超高功率和快速充电功能的电动车充电技术	3190
	开发软件、硬件和控制技术，为电动车和充电基础设施提供物理和网络保护	
	针对下一代的车用动力锂离子电池开发正极材料，显著减少对钴的依赖，甚至不用钴材料，降低供应风险	
汽车材料	开发预测模型用于预测轻量化车辆车身多材料结合处的腐蚀情况和发动机材料在高温燃烧环境下的腐蚀老化情况，加速新材料的研发应用	840
先进技术集成	通过实际测试（评价评估）和验证，提供有关移动服务和解决方案影响的数据，为移动研究需求以及中长期交通规划提供重要信息，实现能源效率和可获得性最大化	2680
燃料与发动机协同优化	针对轻型车，开发多模式（火花点火、压缩点火）发动机，同时优化燃料效率	1010
	针对中型和重型车辆，开发用于柴油发动机的生物混合燃料，如生物燃油-柴油混合燃料、单醚-乙醇混合燃料等	
越野车辆动力系统	针对建筑、农业和采矿领域的商用越野车开发新型柴油发动机和排放控制技术、废热回收技术等	340

（郭楷模 万勇）

## 生物与医药农业

### 美国 NIH 启动人类生物分子图谱计划

9月26日，美国国立卫生研究院（NIH）发布了人类生物分子图谱计划（HuBMAP）的首批研究资助项目<sup>9</sup>，标志着该研究计划正式启动。HuBMAP计划是NIH共同基金支持的优先计划之一，旨在通过资助数据产出和新技术开发推动对人体组织内单个细胞的研究，探索细胞的组

<sup>9</sup> NIH to build a detailed map of cells within the human body. <https://www.nih.gov/news-events/news-releases/nih-build-detailed-map-cells-within-human-body>

织形式与细胞类型的多样性对组织功能、衰老过程、疾病发生的影响。该计划的总体目标是探究人体组织中多种生物分子的分布情况，在单细胞水平上构建人体组织功能图谱的框架，为绘制更完整的图谱奠定基础。该计划将通过建立共同协调框架，与人类细胞图谱计划（Human Cell Atlas）等类似计划协同推进。

HuBMAP 计划分启动阶段（2018 财年）、扩大阶段（2019-2021 财年）、产出阶段（2022-2024 财年）和转化阶段（2025 财年）4 个阶段实施，并重点围绕 4 个方向布局，将在不同阶段根据计划推进情况进行资助，未来 4 年计划投资 5400 万美元。

### 1、支持技术开发

（1）变革性技术开发。建立新技术的原理论证原型，并推出下一代工具、技术和方法，为绘制微米分辨率的人体地图奠定基础。

（2）技术快速整合。将有前景的成像技术和组学技术灵活地整合到 HuBMAP 计划中，以提高数据的收集和校验能力，扩大不同层面生物分子数据的产出量、多路复用，并提高对其的鉴别能力。

### 2、建设组织地图绘制中心

该中心将利用高内涵、高通量的成像技术和组学技术，开展大规模数据的构建、基准检测、标准化，以及数据的验证和产出，以构建具有高空间分辨率的 3D 组织地图，描绘特定组织中多类生物分子的三维空间分布。中心将从组织收集和保存、数据集成、分析和解释，进行全过程的一体化管理和优化。

### 3、搭建负责 HuBMAP 计划的数据集成、可视化和工作协调(HIVE)的综合实验室

建设多方合作的综合实验室，主要负责管理研究产生的数据；协调该计划的内部和外部活动；开发数据可视化、搜索和建模的新工具；进



一步整合 3D 组织地图，构建集合了功能、结构和生物分子数据的人体组织综合图谱。

#### 4、支持 HuBMAP 计划示范项目

计划实施中期将支持示范项目，以证明 HuBMAP 计划产生的资源可结合其他数据集或生物样本，进行统计、分析工具和模型的优化，以研究人体细胞的组织方式，以及物质和信息的沟通模式。（许丽）

### 美国 NSF 宣布开发和部署多物种基因组工具新项目

8 月 30 日，美国国家科学基金会（NSF）宣布了“通过基因组工具促进发现计划”（EDGE）的 11 个新研究项目<sup>10</sup>，将投入 1000 万美元开发基因组工具，帮助科研人员分析基因影响生物体的生理功能特性的机理。这项研究将有助于预测生物体可观察的特征或表型的规则集，支撑 NSF 提出的十大创新方向之一的“理解生命规则”的实现。

EDGE 计划的研究主体涵盖了从真菌到动植物等各类生物，有助于科学界克服包括生物结构、功能和其他特征等制约生物学发展的障碍。具体而言，EDGE 计划支持开发和部署可直接测试生物体内基因功能的新型功能基因组工具、方法和相关基础设施。

表 1 EDGE 计划多物种基因组工具新项目

项目名称	责任人	责任机构
用于研究田鼠基因功能的工具	Zoe Donaldson	科罗拉多大学博尔德分校
壶菌属真菌的遗传转化研究	Lillian Fritz-Laylin	马萨诸塞大学阿默斯特分校
研究螺旋藻（Spiralian）生长发育的工具	Jonathan Henry	伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校
在水螅（Hydra）中建立功能基因组学以研究干细胞和再生医学	Celina Juliano	加州大学戴维斯分校

<sup>10</sup> NSF awards \$10 million for development, dissemination of genomic tools in diverse species. [https://www.nsf.gov/news/news\\_summ.jsp?cntn\\_id=296455&WT.mc\\_id=USNSF\\_51&WT.mc\\_ev=click](https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=296455&WT.mc_id=USNSF_51&WT.mc_ev=click)

扩展功能遗传工具包以联系慈鲷鱼基因与表型	Scott Juntti	马里兰大学帕克分校
在带斑安乐蜥中建立基因组编辑和转基因工具	Douglas Menke	乔治亚大学
高效鉴定植物中同源重组产物检测基因功能的工具	Blake Meyers	唐纳德丹佛斯植物科学中心
开发联系基因型与两栖动物表型的技术	Lauren O'Connell	斯坦福大学
使用夏威夷短尾鱿鱼创建可遗传易处理的头足类动物模型	Joshua Rosenthal	伍斯霍尔海洋生物实验室
在猴子花 (Mimulus) 中启用功能基因组学	Andrea Sweigart	乔治亚大学
整合生物学中的模式系统—黄蜂的功能基因组学	Amy Toth	爱荷华州立大学

(郑颖)

## 能源与资源环境

### MITEI 发布《碳约束世界中核能的未来》报告

9月3日,麻省理工学院能源倡议(MITEI)<sup>11</sup>发布了《碳约束世界中核能的未来》报告<sup>12</sup>指出,核能是一种低排放、高效率的清洁能源,核能安全、高效的开发和利用不仅有利于应对全球气候变化问题,还能够解决日益严峻的能源需求挑战,保障能源安全。因此,在未来的低碳社会中,核能将与其他低碳能源技术一样发挥至关重要的作用。然而,当前由于众多国家对核能的投资减弱,导致全球核能发展处于停滞的状态,为此报告强调要制定相关的政策和措施以刺激更多的投资,加大核能的发展力度,以充分发挥核能促进低碳社会构建的潜能。报告关键点如下。

#### 1、成本高昂导致全球核能发展停滞不前

当前许多发达国家核能投资已经停滞,核能目前仅占全球一次能源

<sup>11</sup> MITEI 全称 MIT Energy Initiative (麻省理工能源倡议项目),自 2006 年发起,旨在研究能源解决方案,在满足全球用能的同时,最大限度地减少对环境的影响,大幅降低温室气体的排放,减缓全球气候变化。下设储能、太阳能、电力系统、先进材料等技术中心,GE、BP、Duke 等多家跨国公司都是其会员单位

<sup>12</sup> The Future of Nuclear Energy in a Carbon-Constrained World.

<http://energy.mit.edu/research/future-nuclear-energy-carbon-constrained-world/>

生产的 5%。出现这一问题的根本原因是成本。近几十年来，其他发电技术成本持续降低，而新建核电站成本过于高昂。

## **2、核能将在全球深度脱碳中发挥关键作用，将核能纳入低碳发电技术组合中有利于降低脱碳成本**

电力部门的深度脱碳是全球能源低碳转型的重点发展领域，虽然可采用多种低碳能源技术组合来实现低碳或零碳发电，但研究显示将核能纳入到低碳发电技术组合的成本更低，且总成本随核能成本下降而降低。

## **3、减少核电站建设成本的主要措施建议**

(1) 重视利用经过验证的项目/施工管理实践经验，以提高新核电厂的执行和交付成功率。最近美国和欧洲的核电基础设施项目的经验表明，由于缺乏项目的管理和经验导致很多建设项目无法在预定的时间和预算范围内完成交付。因此，需采取如下措施：①施工前要先整理出详细项目设计方案；②使用经过验证的供应链和熟练劳动力；③在设计过程的早期阶段将制造商和建造商纳入设计团队，以确保工厂系统、结构和部件的设计符合相关标准；④任命一名在管理多个独立分包商方面具有成熟专业知识的主要项目经理；⑤合同结构能够确保所有承包商对项目拥有既得利益；⑥创造灵活的监管环境以便及时应对设计和施工中可能出现的意外变化。

(2) 从高度依赖于场地的复杂现场建设转向标准化工厂制造。设定标准化的核电站建造流程可大幅降低资本成本和缩短新核电厂建设进度。美国和欧洲的核电厂建设效率一直很低，应扩大在工厂的生产，利用制造业的更高生产率以制造复杂的系统、结构和组件。使用一系列交叉技术，包括模块化工厂预制和现场模块化组装建设、先进的混凝土解决方案（例如钢板复合材料、高强度钢筋、超高性能混凝土等）、地震隔离技术和先进的电厂布局技术等，可降低核电厂的建设成本和缩减

建设进度。对于不太复杂的系统、结构和部件或在建设效率较高的地方（如亚洲），则可选择传统方法。应将以上建议用于所有反应堆概念和设计中，包括第三代轻水堆、小型模块化反应堆（SMR）和第四代反应堆等，通过设计标准化和建筑方法的创新，可使核电在成本上具备与其他发电技术相当的价格竞争力。

#### 4、针对核能安全问题的措施建议

（1）反应堆的固有和被动安全功能设计。开发具有高化学和物理稳定性、高热容、负反应性反馈和高裂变产物保留率的核材料，以及非能动安全系统。一些第三代轻水堆已经采用了此类设计，并已用于中国、俄罗斯和美国的新建核电站中。被动安全设计可以降低发生严重事故的几率，并在发生事故时减轻场外后果。此类设计使新核电站更易获得许可，并加速其在发达国家和发展中国家的部署。基于轻水反应堆的小型模块化反应堆（如美国 NuScale 核电公司的小型模块化反应堆）和成熟的第四代反应堆（如高温气冷堆、钠冷快堆）等先进反应堆也具有这些特征，可以用于商业部署。此外，对美国和国际监管环境的评估表明，目前的监管体系足够灵活，可以接受这些先进反应堆设计，对现行监管框架的修改可提高许可审查的效率和效力。

（2）为了充分利用核能提供的经济机会和低碳潜力，政府的作用至关重要，报告针对如何更好的发展核能为决策者提出了以下战略性建议。

**脱碳政策应创造一个公平竞争环境，使所有低碳发电技术能够凭借其自身优势进行良性竞争。**取消核能的政策阻碍了对核技术的投资，这可能会增加脱碳成本并减缓气候目标实现的进程。将二氧化碳排放成本计入电价可以更公平地认识到所有气候友好型能源技术的价值，现有和新建核电站都将从中受益。

**政府应建立反应堆试点，以进行针对监管许可的测试和运营。**这些

试点应支持企业进行新型反应堆原型测试，政府应提供适当的监督和支持，包括安全协议、基础设施、环境审批和燃料循环服务，并直接参与所有测试。

各国政府应从四个方面围绕先进反应堆设计、原型堆测试和商业部署建立资助计划：①分担监管许可费用的资金；②分担研发费用的资金；③为实现具体技术的里程碑式进展提供资金；④为核电企业提供专有的信贷资金以奖励企业在核电技术创新和成功示范。（岳芳 郭楷模）

## 日本 NEDO 资助 23 亿日元推进生物质能技术开发

8 月 2 日，日本新能源产业技术综合开发机构（NEDO）宣布在“区域性生物质利用系统实证研究计划”框架下资助 23 亿日元，用于支持新遴选的三大主题研究项目<sup>13</sup>，旨在针对拥有不同生物质资源（木质纤维素、高湿生物质、城市废弃物和干湿混合废弃物）的地区发展具有区域特色的生物质利用系统（如供热、发电、热电联产系统等），以扩大生物质能源在日本能源系统中的占比，应对气候和能源挑战，同时创造新的就业促进经济增长。本次资助的三大主题研究项目具体内容如下。

表 1 “区域性生物质利用系统实证研究计划”遴选的三大主题研发项目内容

主题	研究内容	承担机构
规划研究	依据地区生物质资源禀赋制定相应的生物质能源发展技术指南和规划	瑞穗信息综合研究院
生物质利用系统评估	废气生物质蒸汽锅炉项目可行性评估	智头石油公司
	区域木质生物质供热系统项目可行性评估	坂井森林公司
	畜禽粪便生物质厌氧消化甲烷发电系统评估	Interfarm 公司
	畜禽粪便生物质化化学转化高价值肥料系统评估	
实证项目	在北海道畜牧业地区开展利用畜禽粪便制备生物质的实证项目	阿寒畜牧场

<sup>13</sup> バイオマスエネルギーの地域での利用拡大を促進。 [http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101004.html](http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101004.html)



“区域性生物质能系统实证研究计划”由 NEDO 于 2014 年推出，为期 7 年（2014-2020 年），旨在因地制宜就日本拥有不同生物质资源的地区发展特色的生物质能源利用系统，扩大生物能源的部署规模，创造新经济产业，减少排放的同时保障能源安全。（郭楷模）

## 美国 ARPA-E 启动电网规模长时储能技术研发新项目

9 月 18 日，美国能源部先进能源研究计划署（ARPA-E）宣布在“电网规模长时储能（DAYS）”主题下资助 2800 万美元支持新遴选的研究课题<sup>14</sup>，旨在推进各类电力储能技术（如电化学储能、热储能等）的创新突破，研发可部署在几乎任何位置的电网规模新型长时电力储能系统，以提供 10 至 100 小时可靠存储电力，增强电网的韧性和稳定性，实现可再生能源电力更高比例的并网，满足美国电网现代化的发展需求。本次资助着重开展的研究内容如下。

表 1 电网规模长时储能项目具体研究内容

承担机构	研究内容	资助金额 /万美元
国家可再生能源实验室	基于高温（工作温度高于 1000℃）热交换器开发耐高温、低成本的热能存储系统，同时将其与闭式布雷顿循环涡轮机结合进行发电	280
密歇根州立大学	开发热能存储系统模块，将波动性的太阳能和风能有效存储，随后通过加入低成本的热电转换材料热锰镁氧化物颗粒，实现放电	200
布雷顿能源公司	针对采用布雷顿循环的燃气轮机开发高性能的热能存储系统	200
福尔姆能源公司	开发高效低成本的电网级别长时液流电池储能系统	400
城市能源公司	针对地热发电系统开发高效的抽水蓄能系统，以将水通过压力泵压入地下高温岩层，水在高温岩石层加热后通过管道加压被提取到地面并输入各热交换器中，热交换器推动汽轮发电机将热能转化成电能	330

<sup>14</sup> Department of Energy Announces New Projects to Extend Grid Energy Storage. <https://www.energy.gov/articles/department-energy-announces-new-projects-extend-grid-energy-storage>

## 美国 DOE 资助生物能源研发项目

普里莫斯电力公司	针对电网长时储能需求，开发新型无隔膜的锌溴液流电池技术	350
田纳西大学	针对电网长时储能需求，开发大容量、长时间充放电的燃料电池	150
Echogen 电力公司	开发低成本、长时充放电功能的 CO <sub>2</sub> 空气源热泵系统，该系统能够在用电负荷低谷时存储电能，用电负荷高峰时释放电能	300
联合研究中心	开发基于廉价的无机活性物质的液流电池以替换价格高昂的钒金属液流电池，以减低电池成本	300
安多拉能源公司	开发新型的低成本碳素晶体发热板储能系统，该系统能够在用电负荷低谷时将电能以热能形式存储起来，在用电负荷高峰时将其热量传递给光热电池板将热能转换回电能	300

(郭楷模)

## 美国 DOE 资助生物能源研发项目

8月28日，美国能源部（DOE）化石能源办公室（FE）宣布投资约8000万美元资助36个项目<sup>15</sup>开展生物能源的早期研发，促进有成本优势的、直接加入式的可再生烃燃料、生物基产品以及来自非食品生物质和废物原料的电力成为可能，以支持其到2022年将生物基燃料成本降低到3美元/加仑，并继续为消费者提供价格合理、可靠的运输能源选择的目标。项目的主要信息如下。

(1) 用于产品合成的生物能源工程。资助金额为2800万美元，通过改进催化剂和新的生物系统，确定更好地利用如CO<sub>2</sub>和生物固体流等废物的方法，创造能提高生物燃料生产经济可行性的高价值的副产品，最终研发高效率的转化工艺以提高来自生物质和废物原料的燃料的可负担性。该主题包含6个领域（共16个项目）：ChemCatBio 行业伙伴关系、Agile BioFoundry 行业伙伴关系倡议、性能优越的生物制品、利用湿式有机废弃物生产生物燃料和生物制品、重新架构碳利用，以及提

<sup>15</sup> Department of Energy Announces 36 Projects for Bioenergy Research and Development. <https://www.energy.gov/articles/department-energy-announces-36-projects-bioenergy-research-and-development>

高木质素的价值。

(2) 藻类系统中的高效碳利用。资助金额为 1500 万美元，通过提高对废弃 CO<sub>2</sub> 排放物(如来自发电厂或工业设施的废气)的吸收和转化，或者通过开发新的负担得起的技术，来提高藻类系统的碳利用效率和生产力，实现直接从周围空气捕捉 CO<sub>2</sub> 以促进藻类生长的目的。该主题包含 2 个领域(共 7 个项目)：促进 CO<sub>2</sub> 的利用，直接空气捕集系统。

(3) 先进生物燃料和生物动力的工艺开发。资助金额为 2200 万美元，研究综合的工艺，用于从生物固体和具有成本竞争力的可再生生物燃料以及来自国内的生物质原料和废物资源的生物产品中生产生物动力。该主题包含 3 个领域(10 个项目)：直接加入式可再生喷气燃料混合燃料、直接加入式可再生柴油混合燃料，以及利用生物质、生物固体和城市固体废弃物生产能源。

(4) 经济实惠和可持续的能源作物。资助金额为 1500 万美元(3 个项目)，针对价格合理且可持续的非食品用途能源作物的生产开展早期研发，这些作物可用作生产生物燃料、生物产品和生物动力的原料。

(裴惠娟)

## 空间与海洋

### 美国国家科学院发布《系外行星科学战略》

9 月 5 日，美国国家科学院(NAS)发布《系外行星科学战略》(以下简称《战略》)<sup>16,17</sup>，总结了未来系外行星研究的主要科学目标，并建议在未来开发系外行星直接成像能力，发挥地基望远镜的关键作用，提升径向速度法的观测精度，开展“宽视场红外巡天望远镜”(WFIRST)

---

<sup>16</sup> NASA Should Lead Large Direct Imaging Mission to Study Earth-Like Exoplanets. [http://www8.nationalacademies.org/onpinews/newsitem.aspx?RecordID=25187&\\_ga=2.47488033.789919103.1536198272-1269676993.1503305610](http://www8.nationalacademies.org/onpinews/newsitem.aspx?RecordID=25187&_ga=2.47488033.789919103.1536198272-1269676993.1503305610)

<sup>17</sup> Exoplanet Science Strategy. <https://www.nap.edu/catalog/25187/exoplanet-science-strategy>

和“詹姆斯·韦伯空间望远镜”（JWST）任务，扩大和保持人才队伍，鼓励跨学科、跨部门以及国际合作。

《NASA 2017 过渡授权法案》要求 NASA 与美国国家科学院(NAS)合作，制定系外行星研究和探索科学战略，为天文和天体物理学以及行星科学十年调查做准备并提供参考。随后 NASA 科学任务部（SMD）召集领域专家成立系外行星科学战略委员会，通过与系外行星研究相关各方的广泛对话，调研领域现状，概述了未来研究的关键科学问题，并确定了与国际、商业以及非营利伙伴的合作机会。《战略》的主要发现和对系外行星领域未来发展的主要建议集中在以下方面：

### 1、明确系外行星研究的主要科学目标

**目标一：理解作为恒星形成过程产物的行星系统的形成和演化，表征和解释由这些过程导致的行星系统结构、行星组成和行星环境多样性等。**

（1）当前对行星及其系统的了解不甚完整。加深对行星形成和演化的理解需要开展两项调查：首先，需要对了解最少的行星进行普查，其中也包括对太阳系大部分行星参数的研究；第二，需要对具有不同质量和轨道的各类行星开展研究，表征其大气和总体组成。

（2）为增进对行星形成的理解，需要对与多种类型行星-恒星分离相关的原行星盘、年轻行星和成熟行星系统进行普查。

（3）对不同类型母恒星周围具备不同物理和轨道参数的大量系外行星的质量、半径和大气进行表征，这将带来对行星形成和演化以及行星的物理和化学环境的新理解。

**目标二：充分了解系外行星的特性，以识别潜在宜居环境及其出现概率，并将宜居环境与所在的行星系统关联起来。此外，科学家需要区分生命和非生命过程特征，并在其他恒星系统中寻找生命特征。**

（1）“宜居带”概念提供了一种识别可能存在生命的系外行星的

技术。结合理论计算和天文观测开发研究系外行星宜居性的多参数整体方法，是选择目标系外行星并开展生物标志物搜索所必需的。

(2) 需要建立生物标志物综合评估框架，以实现基于生物标志物遥感来推断系外行星是否存在生命。这一框架需要综合考虑恒星和行星环境以及对假阴性、假阳性和其他观测判断结果的理解。

## 2、开发系外行星直接成像能力

开发系外行星直接成像能力需要大量、长期且稳定的投资才能看到成果，相关努力将促进相关科学团体的发展和技术能力的提升。为了对类似日-地系统的系外行星系统进行观测，《战略》建议使用日冕仪或遮星伞（starshade）等设备对系外行星进行直接成像。

(1) 基于日冕仪或遮星伞的直接成像任务是识别位于类太阳恒星宜居带中，大小接近地球的系外行星的唯一途径。

(2) 近期获得的对小尺寸行星出现频率的认识以及直接成像技术的进步，大大减少了大型直接成像任务的不确定性。

**建议：NASA 应领导一项大型战略性系外行星直接成像任务，对围绕类日恒星运行的温度适中的类地行星的反射光谱进行测量。**

## 3、发挥地基望远镜关键作用

两台美国主导的巨型拼合镜面地基望远镜也将在研究行星形成和搜寻潜在类地行星方面发挥关键作用。

(1) “巨型麦哲伦望远镜”(GMT)和拟建的“30 米望远镜”(TMT)将在各种类型行星系统成像以及行星光谱学观测方面取得重大进展，包括围绕 M 型核心运行的温度适中的地球大小的系外行星。

(2) 需要对可以促使 GMT 和 TMT 发挥其在系外行星研究中的全部科学潜能的技术路线图进行投资，同时还需撬动美国现有的各研究中心和实验室以及 8-10 米级观测设施的能力。



(3) 配备高分辨率可见和红外光谱仪的 GMT 和 TMT 将成为研究系外行星大气的有力工具, 并有可能探测到最近和最小的温度适中的类地行星大气中的氧分子。

(4) 凭借 GMT 和 TMT 的高空间分辨率, 研究人员将能够对正在形成中的行星系统的内部进行研究。

**建议:** 美国国家科学基金会 (NSF) 应投资 GMT 和 TMT 以及与之相关的系外行星观测设施, 以便为美国研究团体提供全天候服务。

#### **4、开展 WFIRST 任务**

对系外行星的统计普查是理解系外行星形成的前提。虽然基于径向速度法和掩星法, 如革命性的开普勒任务, 已表征了大量靠近其母恒星的系外行星, 但人类对距离母恒星较远的系外行星的了解还相当有限。2010 年发布的十年调查也意识到这一点, 因此强烈建议开展 WFIRST 任务。

(1) 微透镜巡天将通过搜索距离母恒星超过 1 天文单位和质量大于地球的系外行星, 对利用径向速度法和掩星法的系外行星巡天结果进行补充。需要开展一项宽视场、近红外波段的天基任务, 以取得可与开普勒任务相媲美的丰硕成果。

(2) 开展一系列地基和天基前期观测, 提高 WFIRST 微透镜巡天的科学产出。

(3) 在 WFIRST 上搭载高性能日冕仪, 将显著降低未来日冕任务的风险并推动技术进步。与地面测试相比, 日冕仪的最大价值来自对实际系外行星的观测和分析, 其灵活的架构可用于测试新开发的算法和方法。

(4) WFIRST 搭载的日冕仪将对围绕太阳系周边恒星的黄道尘云开展高精度观测, 其灵敏度高于任何现有或将于近期投入运行的设施。

**建议:** NASA 应发射 WFIRST 任务, 对遥远行星开展微透镜巡天, 并验证针对系外行星目标的日冕仪光谱观测技术。

## 5. 提高径向速度法的观测精度

质量是行星最基本的属性，对行星质量和半径的观测对理解行星的整体组成和解释行星的大气光谱特征至关重要。如果试图研究围绕类太阳恒星运行的类地行星，就需要提高质量观测的灵敏度。

(1) 径向速度法将继续提供必要的质量、轨道等普查信息，以便在可预见的未来支持基于掩星法和直接成像法的系外行星研究。

(2) 目前，径向速度法受限于恒星光球变化、仪器稳定性和校准以及碲线造成的光谱污染。要取得新的进展，需要在大型望远镜上安装新仪器，分配大量观测时间，通过理论建模提供分析数据的先进统计方法，并加强观察人员、仪器制造方、天体物理学家、太阳物理学家和统计学家之间的合作。

**建议：NASA 和 NSF 应建立面向极高精度径向速度法（EPRV）的战略计划，以开发用于观测围绕类太阳恒星运行的温度适中的类地行星的方法和设施。**

## 6、实施 JWST 任务

JWST 任务首次将系外行星大气表征工作从有限观测提升到高精度光谱研究。整个系外行星研究界都将受益于 JWST 对系外行星大气的战略性和系统性研究，有望指导未来数年甚至数十年的观测战略。

(1) 基于掩星法搜寻系外行星的“凌日系外行星勘测卫星”（TESS）与基于径向速度法测量系外行星质量和大气特征的 JWST 任务相结合，将为理解系外行星的性质和起源带来颠覆性影响。与 JWST 相比，未来的空间任务将具有更宽的波长覆盖范围，更大的收集区域以及更低的仪器噪声，因此可以更容易地发现可能宜居的行星。

**建议：NASA 应该在 JWST 任务早期建立一个由研究团体驱动的系外行星大气观测巡天机制。**

此外《战略》还建议系外行星研究领域应制定稳定的人才队伍发展和支持政策，同时还鼓励相关领域研究团体的广泛参与以及跨学科、跨部门和国际合作。

(王海名)

## 美国 NASA 发布《国家空间探索行动报告》

9月27日，美国 NASA 发布《国家空间探索行动报告》<sup>18,19</sup>（以下简称《报告》），在美国总统特朗普 2017 年 12 月签署的《空间政策一号令》的指导下，系统阐述了美国“国家空间探索行动”的五大战略目标以及在近地轨道空间、月球轨道和月表、火星及以远的任务部署情况。

《报告》明确了美国“国家空间探索行动”的五大战略目标：①将美国近地轨道载人航天活动过渡给商业运作，支持 NASA 以及新兴私营部门市场的需求；②领导部署支持月表运行并推进地月空间以远任务的能力；③通过一系列无人任务，促进科学发现和月球资源表征；④使美国航天员重返月表，开展持续性的探索和利用活动；⑤验证载人探索火星和其他目的地所需的能力。

在近地轨道活动方面，NASA 计划将近地轨道载人航天活动转变为政府仅作为商业服务客户的模式。NASA 将吸收各方意见并制定方案，在 2025 年前将近地轨道活动由政府直接资助的模式过渡为商业服务和合作伙伴关系，或新兴的独立的商业化平台，或不再由 NASA 运行的某种形式的国际空间站或部分组件。此外，NASA 将扩大公私合作伙伴关系，开发和验证相关技术和能力，打造新的商业航天产品和服务。国际空间站作为长期载人空间飞行的核心平台将至少运行至 2024 年，一方面可继续了解如何使航天员在深空任务中保持身体健康、工作高效，

---

<sup>18</sup> National Space Exploration Campaign Report. <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nationalspaceexplorationcampaign.pdf>

<sup>19</sup> NASA Unveils Sustainable Campaign to Return to Moon, on to Mars. <https://www.nasa.gov/feature/nasa-unveils-sustainable-campaign-to-return-to-moon-on-to-mars>

测试支持深空任务的各项技术，并推动先进机器人、通信、医学、农业、环境科学等领域的发现和发展，另一方面也有助于促进近地轨道商业活动发展。NASA 近期向工业界授予 12 份合同，研究国际空间站的利用方法，推动美国工业界在近地轨道发挥主导作用。

在月球探索和利用方面，NASA 正在制定计划，实现 2023 年载人绕月飞行，本世纪 20 年代末期载人登月，并建立“门户”（Gateway）月球轨道平台。基于“门户”平台，美国及其合作伙伴将筹备利用深空环境，测试新技术和系统，支持月表任务，并为划时代的火星任务做准备。NASA 还将利用“门户”平台研究深空环境对生物的影响，作为测试平台组装载荷和系统，用于月球附近和月表探索的可重复使用指令模块，以及燃料补给站、服务平台和采样返回设施的开发平台。NASA 将利用“空间发射系统”（SLS）、“猎户座”（Orion）飞船和商业火箭在轨增量式建造“门户”平台。NASA 的多个领域中心已经在开发“门户”平台的部分组件。首个组件——动力和推进模块计划于 2022 年发射。月表将作为筹备未来载人登陆火星和其他目的地的重要的训练场和技术演示测试基地。通过创新性地组合商业和国际合作伙伴参与的任务，将最早在 2020 年启动无人月表探测，重点关注月球资源的科学探索，并为载人驻月做准备。到本世纪 20 年代末期，有能力运送航天员和货物的月球着陆器将到达月表。这些工作和“门户”平台将推动可持续、长期的月表活动随着时间推移进一步拓展和多样化，充分利用月球及其临近空间开展科学探索。

在火星探索方面，“国家空间探索行动”所涵盖的关键组成部分都在推进之中，包括在国际空间站上开展长期载人飞行活动，开发先进生命保障系统，以及引领世界深空科学任务发展。总体来说，“国家空间探索行动”着重于采用变革性方法，包括开发各类技术和系统，实现可拓展

至火星的系列载人和无人月球任务。NASA 继续在火星无人探索领域保持领导地位。旨在研究火星内部的“洞察”号 (InSight) 将于 2018 年 11 月登陆火星。下一个火星车——“火星 2020” (Mars 2020) 计划于 2020 年 7 月发射，将搜寻火星古代生命，验证燃料和其他资源生产技术，为随后的火星无人往返任务和采样返回任务做准备，并将作为关键的先导任务开启本世纪 30 年代的系列载人火星任务，基于未来数年载人月球任务的经验，最终实现载人登陆火星。

表 1 “国家空间探索行动” 2019-2024 年关键活动计划

时间/年	关键活动
2019	商业运送航天员至国际空间站
	发射“商业月球载荷服务”(CLPS) 小型载荷至月表
2020	发射“探索任务-1”(EM-1)
	发射 Mars 2020, 测试火星原位资源利用
2022	发射“探索任务-2”(EM-2) 载人任务
	发射“门户”平台动力和推进模块
	发射中型月球着陆器, 测试月球精准着陆
2024	发射“探索任务-3”(EM-3) 载人任务, 到达“门户”平台
	发射载人级下降模块, 测试月球低温流体管理
	发射“门户”平台后勤舱, 测试深空补给

(韩淋)

## 美国 NSF 资助海洋、湖泊与人类健康关系的新研究

9 月 13 日, 美国国家科学基金会 (NSF) 宣布其将和美国环境健康科学院 (NIEHS) 共同资助 3000 万美元用于海洋和湖泊与人类健康之间联系的新研究<sup>20</sup>, 以更好地理解海洋、湖泊和人类健康之间的关系, 防范其对人类的威胁。资助的项目包括:

(1) 海洋有机卤素生物累积和神经毒害机制, 该项目由斯克里普

<sup>20</sup> NSF, NIEHS award \$30 million for new research on links among oceans, lakes and human health. [https://www.nsf.gov/news/news\\_summ.jsp?cntn\\_id=296579&org=ERE&from=news](https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=296579&org=ERE&from=news)



斯海洋学研究所承担。项目研究自然和人为的有机卤素化合物（包括有毒化合物）如何在海洋食物网和鱼类及其他物种中积累，更好地了解食用海鲜的相对风险和益处。

（2）软骨藻酸对高龄慢性病的风险研究，该项目由华盛顿大学负责。软骨藻酸是一种在一些有害藻华中产生的毒素。软骨藻酸在海产品中积聚，可能会伤害海洋哺乳动物和食用受污染贝类的人类。当积累浓度够大时，软骨藻酸将导致神经毒性疾病，即遗忘性贝类中毒，症状包括癫痫、失忆、昏迷和死亡等。衰老是多种慢性疾病最大的风险因素，包括影响大脑、心脏和肾功能的疾病，这些疾病也是软骨藻酸中毒的目标。本研究将探讨软骨藻酸对人类年龄和慢性病的影响。

（3）海洋卤化污染物的自然来源与微生物转化研究，该项目由斯克里普斯海洋研究所承担。人为卤化持久性有机污染物广泛分布在整个海洋食物链中，并在人们食用的海产品中积累。该项目旨在促进此类海洋污染物的生物学和化学研究，改善有关鱼类消费和人类健康的指导方针和政策。

（4）气候变化对切萨皮克湾临床上重要弧菌的流行性和环境的影响，该项目由马里兰大学负责。弧菌感染是人类生活在沿海地区的威胁之一，极端天气可能会影响弧菌的生态学致病性。预测弧菌存在的情况，为决策者提供保护公共卫生的最佳政策。研究人员将评估极端天气事件对切萨皮克湾弧菌和其他病原体流行性的影响。

NSF 和 NIEHS 还将资助设立 3 个海洋、湖泊与人类健康研究中心。

（1）伍兹霍尔海洋和人类健康中心设立在伍兹霍尔海洋研究所，主要通过研究海洋和环境过程对毒藻类物种的影响来保护公众健康，并识别这些物种强大的神经毒素对人类的风险。

（2）伊利湖淡水和人类健康中心设立在鲍灵格林州立大学，其研

究人员将调查影响伊利湖有害藻华的生长和毒性的环境因素。

(3) 大加勒比毒素研究中心设立在佛罗里达海湾海岸大学，其生物学家将研究毒素以及影响其发生的环境因素。参与研究的机构还有斯克里普斯海洋学研究所、马里兰大学帕克分校和华盛顿大学。(牛艺博)

## 设施与综合

### 美国布鲁金斯学会预测未来 20 年军事技术变革趋势

9月，美国布鲁金斯学会发布题为《预测2020-2040年军事技术变化》的报告<sup>21</sup>，针对传感器、计算机和通信系统、主要武器平台和关键使能技术、其他新型武器系统和技术等4个方面，对未来20年的军事技术变革趋势进行了预测。

#### 一、主要军事技术的变革趋势

2020-2040年，军事创新相关创新技术的变革可能会比过去20年更快，且影响更大。计算机领域的持续快速创新完全有可能在未来20年更具革命性；机器人技术和网络安全技术加速发展，可能会被军事组织更充分地利用，并扩展到人工智能领域；其他领域的一些技术，包括最具代表性的能量系统、高超音速导弹和某些类型的先进材料也将推动军事技术在未来20年发生变革性的进步。

表1 2020-2040年关键技术领域的进展预测

技术领域	适度变化	重大变化	革命性变化
<b>传感器</b>			
化学传感器		√	
生物传感器		√	
光学、红外和紫外传感器	√		
雷达和无线电传感器	√		
声音、声呐和运动传感器	√		

<sup>21</sup> Forecasting change in military technology, 2020-2040. <https://www.brookings.edu/research/forecasting-change-in-military-technology-2020-2040/>

## 科技前沿快报

磁检测	√	
粒子束（作为传感器）	√	
<b>计算机和通信系统</b>		
计算机硬件		√
计算机软件		√
攻击性网络操作		√
系统/物联网系统		√
无线电通信	√	
激光通信		√
人工智能/大数据		√
量子计算		√
<b>弹射武器、推进系统及平台</b>		
机器人和自动系统		√
导弹	√	
炸药		√
燃料	√	
喷气发动机	√	
内燃机	√	
电池供电的发动机		√
火箭		√
船舶	√	
盔甲		√
隐形技术		√
卫星		√
<b>其他武器和关键技术</b>		
射频武器	√	
非致命武器		√
生物武器		√
化学武器		√
其他大规模杀伤性武器	√	
粒子束（作为武器）	√	
电磁炮、轨道炮		√
激光器		√
纳米材料		√
3D打印/增材制造		√
人体增强装置和物质		√

## 1、传感器

未来20年传感器的进展将是渐进性的。

(1) 生物武器传感器正在改进，可能会出现更快的方法，通过更快地“看到”病原体的DNA来识别目标，计算机可以带来巨大的力量并大大加速识别过程。

(2) 核材料的检测正在通过一系列复杂的化学和计算方法得到改善，这些方法可以通过改进传感器中使用的材料来更容易地确定裂变材料或核废物的来源。

(3) 通过更好的信号处理能力以及通过扩展机器人技术，声呐正在逐步改进。

(4) 利用电磁频谱收集信息的类型广泛的传感器包括可见光传感器，如激光器，以及在光谱的近可见部分的紫外和红外传感器，无线电和雷达，及磁检测方法。

(5) 红外技术和激光传感器技术将继续变得更小、更便宜，因此更容易在战场上的多个战术系统中使用。

(6) 磁性探测器正在改进，出现许多新应用如在小型设备中用作罗盘或其他功能。

(7) 多光谱雷达以及作为传感器的各种粒子束也都正在改进。

## 2、计算机和通信系统

未来一些新的令人兴奋的技术可能会进一步改善战术、战区及战略通信。计算机技术可能会继续快速发展，计算机性能和速度将继续提升，利用已有的计算能力的各种各样的方法将继续被发明出来，为许多领域带来巨大的潜力。如改进的计算能力可以允许多个卫星和其他传感器通过各种算法和人工智能自动合成数据。

(1) 由于计算机技术的革命性进展，机器人技术将继续发生显著

改进。一些自动驾驶车辆可能很快就会用于特定的军事目的，如战场上的战术补给。具有更多特定功能的机器人确定将会被制造出来，包括通常部署成网络的先进传感器系统。例如，在空中，未来的机器人技术可以包括具有长航程的隐形无人驾驶飞行器；在海上，可能包括用于情报搜集、扫雷及作为防御快速攻击的本地防御点的无人水面舰艇。作战机器人方面，未来还有可能开发出具有一定自主决定权实施攻击的成群使用的小型机器人，通过相互沟通、实时处理有关敌人的信息来集中攻击防御最薄弱的地方，或者攻击停放的飞机，使机翼或发动机失效或产生次级和更大的爆炸。具有人工智能的机器人技术还可以与真人一起部署在战场上。

(2) 随着计算机的进步，网络漏洞也越来越大。各国的网络漏洞可能因军事系统中使用的软件类型不同以及各自应对网络攻击的能力而异。网络漏洞和安全的总体情况是令人担忧的。计算机技术和电子设备不断发展带来的一个问题是国内基础设施和军事武器易受高空核爆炸产生的电磁脉冲的影响。通信系统也极易受到复杂电子战技术的干扰。数字电子技术正在放大并加速这些挑战。

### 3、主要武器平台和关键使能技术

(1) 运输机技术可能会有适度而渐进的改善，就各种关键指标而言，机身和机翼结构材料以及发动机技术等领域的各种创新可能可以将性能提高10%~25%。

(2) 导弹在未来将很有可能实现超音速飞行，可能会采用超燃冲压发动机和/或助推滑翔技术，进行长距离甚至是全球性打击。

(3) 将双模式冲压喷气发动机或超燃冲压发动机与传统涡轮发动机结合的飞机原型正在开发。未来20年，速度达到6马赫的高超音速飞机可能问世。



(4) 汽车和轻型卡车发动机的十几个主要性能指标都会有2%~5%的进展。新的装甲创新技术及在军用车辆中更广泛地采用最新的装甲创新也将取得进展,创新步伐可能大致与用于攻击装甲的军械的进展相匹配。

(5) 火箭技术更大的进步可能会出现,因为可重复使用的火箭通过SpaceX和Blue等公司的努力显示了新的希望,未来火箭的净成本可能降低25%。

(6) 空间技术的重大进展、卫星小型化使军队受益匪浅。如军队可创建更具弹性、不易受到针对大型平台的反卫星武器攻击的通信网络,或利用分散的小型地球观测卫星连续跟踪地球上的较大物体。

(7) 导弹防御也在逐步改善。中段导弹防御似乎可能在未来几十年内实现相当好的抵御性能。

(8) 通过隔离机械的经典方法、在其表面使用消声材料、使用低磁钢等方法,潜艇在静音方面极大改善。飞机隐身的一些重要的新概念和方法正在进行之中。

#### **4、其他新型武器系统和技术**

(1) 电磁轨道炮正在取得相当大的进展,将很快取代某些主要舰船上的传统枪支,可将直接射击范围的舰载武器扩展到100英里或更长。

(2) 到2040年,各种类型的人体增强技术将确定会得到改善。外骨骼都能够增加特定肢体或关节的力量,或者减少25%的所需代谢能量消耗。莫达非尼等相对安全的药物可以使人保持长达两天的清醒或保持高水平的表现。生物武器将带来更激进的变化和更严重的危险。

(3) 增材制造或3D打印可能会使供应需求减少10%~20%,当与电池、燃料电池和太阳能系统的改进相结合时,战场后勤足迹的显著减少将成为可能。纳米材料可能提高炸药的威力、材料的强度和电池的储存容量,使爆炸物、防弹衣、高性能电池的性能提高50%~100%。

## 二、结论

2000-2020年，革命性的技术变化可能只发生在计算机和机器人的部分领域。今后20年，这些领域仍会保持高速发展。在人工智能和大数据的推动下，这些领域会相互交叉协同发展。可用作传感器和武器的机器人系统的战场应用可能迈入成熟。激光武器、可重复使用的火箭、高超音速导弹、轨道炮、无人潜艇、生物病原体和纳米材料也可能会飞速发展，虽然可能不至于形成一场革命，但其潜力也不容小觑。（邢颖）

### 欧洲 ESFRI 发布 2018 年科研基础设施路线图

9月11日，欧洲科研基础设施战略论坛（ESFRI）发布2018年战略报告和科研基础设施路线图<sup>22</sup>。ESFRI根据欧盟竞争力委员会的要求，定期更新科研基础设施路线图，提供连续的战略愿景，确保欧洲在所有科学和创新领域拥有卓越的科研基础设施。此次发布的2018路线图是对2016年路线图的更新。

新路线图涵盖了能源、环境、健康与食品、物理与工程、社会与文化创新、数字化等六大领域的37个达到实施阶段的ESFRI地标（Landmarks）设施，以及18个具有较高成熟度的ESFRI项目（Projects）设施，包括新增的6个涉及聚变能研究、环境监测、自然历史收集、工业生物技术、食品计量和大屠杀相关资源的新项目。此外，报告还讨论了科研基础设施的可持续性发展，对创新的影响，开放科学的构建，以及开放式数据管理等问题。向欧洲所有科学家开放获取科学资源和服务是ESFRI路线图中所有基础设施的总体目标。

#### 一、进入准备阶段的 ESFRI 项目设施

2018路线图中包括18个ESFRI项目，6个来自2010年路线图、6

---

<sup>22</sup> Roadmap 2018: Strategy report on research infrastructures. <http://roadmap2018.esfri.eu/media/1060/esfri-roadmap-2018.pdf>

个来自 2016 年路线图，另有 6 个是新增项目。这些设施是根据其科学案例和成熟度而选择的，预期将在未来 10 年内进入实施阶段。相关信息详见表 1。

表 1 18 个 ESFRI 项目设施基本情况

领域	设施名称	中文名	类型	路线图 规划时 间	运行起 始年	建设成 本/百 万欧元	运行成 本/百万 欧元/年
能源	EU-SOLARIS	欧洲太阳能科研基础设施	分布	2010	2020*	6	0.2
	IFMIF-DONES	国际聚变材料辐照设施-演示中子源	单点	2018	2029*	420	50
	MYRRHA	多功能混合高技术应用研究反应堆	单点	2010	2027*	1.352	74
	WindScanner	欧洲风能科研基础设施	分布	2010	2021*	6.1	2
环境	ACTRIS	气溶胶、云、痕量气体科研基础设施	分布	2016	2025*	190	50
	DANUBIUS-R I	河海系统国际先进研究中心	分布	2016	2022*	222	28
	DiSSCo	分布式科学馆藏系统	分布	2018	2025*	69.4	12.1
	eLTER	欧洲长期生态系统研究	分布	2018	2026*	94	35
健康 与食 品	AnaEE	生态系统分析和实验设施	分布	2010	2019*	1.1	0.8
	EMPHASIS	多尺度植物表型组学和模拟欧洲设施	分布	2016	2021*	73	3.6
	EU-IBISBA	工业生物技术创新和合成生物学加速器	分布	2018	2025*	11	65.1
	ISBE	系统生物学欧洲设施	分布	2010	2019*	10	5.2
	METROFOOD -RI	促进食品和营养计量的基础设施	分布	2018	2019*	78.8	31
	MIRRI	微生物资源科研基础	分布	2010	2021*	0.8	0.7

		设施					
物理 与工 程	EST	欧洲太阳望远镜	单点	2016	2029*	200	12
	KM3NeT 2.0	KM3 中微子望远镜 2.0	分布	2016	2020*	151	3
社会 与文 化创 新	E-RIHS	欧洲遗产科学科研基 础设施	分布	2016	2025*	20	5
	EHRI	欧洲大屠杀科研基础 设施	分布	2018	2022*	0.8	2

注：\* 为预计时间

## 二、2018 路线图中新增的 6 个 ESFRI 项目简介

1、国际聚变材料辐照设施-演示中子源（IFMIF-DONES）将在能源领域发挥战略性作用，研究核聚变解决方案以实现能源的大规模生产，是欧洲核聚变技术发展的积极参与者。IFMIF-DONES 技术设计的整合将在准备阶段进行，项目的潜在国际化将在全球聚变技术的研究中发挥重要作用。

2、分布式科学馆藏系统（DiSSCo）将在环境领域发挥战略性作用，项目将统一欧洲的自然科学馆藏，有效地把目前分散的资源获取转变为综合的数据驱动的泛欧洲科研基础设施。

3、欧洲长期生态系统研究（eLTER）填补了环境领域的主要空白，整合了单独提供和管理的时间序列观测的观测站，为生态实验站点提供物理访问。

4、工业生物技术创新和合成生物学加速器（EU-IBISBA）将在健康与食品领域发挥战略作用，支持以下生物经济领域的研究：能源（液体生物燃料），化学品（有机酸），材料（生物塑料），食品、饲料、化妆品和制药行业的配料（酶、抗氧化剂、抗生素）。

5、促进食品和营养计量的基础设施（METROFOOD-RI）通过提供高质量的计量服务，填补健康与食品领域的空白。它包括了整个食品价

价值链中高度跨学科和相互关联领域的重要交叉，包括农业食品、可持续发展、食品安全/质量/可追溯性/真实性，以及环境安全和人口健康。

6、欧洲大屠杀科研基础设施（EHRI）将在社会与文化创新领域发挥战略作用，代表了大屠杀研究的历史文献和人力资源的独特接入点。该项目将成为国际研究的独特资产。

### 三、进入运行阶段的 ESFRI 地标设施

ESFRI 地标设施是指经过 10 年孵化，成功达到运行阶段或在建设方面取得重要进展，具有明确的、即将开始的运行阶段计划，并在各自领域内代表了全球最先进水平，可全面加强欧洲研究竞争力。在 2008 年路线图中提出的 9 个 ESFRI 项目设施，除 EMFL 已在 2016 年的 ESFRI 路线图中进入 ESFRI 地标行列之外，其余 8 个设施均在此版路线图中被列入地标设施，使 ESFRI 地标设施总数达到 37 个。相关信息详见表 2。

表 2 37 个 ESFRI 地标设施基本情况

领域	设施名称	中文名	类型	路线图 规划时 间	运行起 始年	建设成 本/百 万欧元	运行成 本/百万 欧元/年
能源	ECCSEL ERIC	欧洲二氧化碳捕集和 存储实验设施	分布	2008	2016	1.000	0.85
	JHR	朱尔斯-霍洛维茨反 应堆	单点	2006	2020*	1800	NA
环境	EISCAT_3D	下一代欧洲非相干散 射雷达系统	单点	2008	2022*	123	5.1
	EMSO ERIC	欧洲多学科海底和水 柱观测站	分布	2006	2016	100	20
	EPOS	欧洲板块观测系统	分布	2008	2020*	500	18
	EURO-AGRO ERIC	国际 AGRO 计划欧洲 贡献	分布	2006	2014	10	8
	IAGOS	全球观测系统的在役 飞机	分布	2006	2014	9.2	7



	ICOS ERIC	碳监测综合系统	分布	2006	2016	116	24.2
	LifeWatch ERIC	生物多样性和生态系统研究信息化设施	分布	2006	2017	150	12
	BBMRI ERIC	生物银行和生物分子资源科研基础设施	分布	2006	2014	195	3.5
	EATRIS ERIC	欧洲先进转化医学科研基础设施	分布	2006	2013	500	2.5
	ECRIN ERIC	欧洲临床科研基础设施网络	分布	2006	2014	5	5
	ELIXIR	欧洲生物信息分布式网络	分布	2006	2014	125	95
	EMBRC ERIC	欧洲海洋生物资源中心	分布	2008	2017	164.4	11.2
健康与食品	ERINHA	欧洲高致病因子科研基础设施	分布	2008	2018	5.8	0.7
	EU-OPENSCREEN ERIC	欧洲化学生物学开放筛选平台基础设施	分布	2008	2019*	82.3	1.2
	Euro-BioImaging	欧洲生物学和生物医学成像技术科研基础设施	分布	2008	2016	90	1.6
	INFRAFRONTIER	用于小鼠疾病模型的生成、表型分型、归档和分发的欧洲科研基础设施	分布	2006	2013	180	80
	INSTRUCT ERIC	结构生物学综合设施	分布	2006	2017	400	30
物理与工程	CTA	切伦科夫望远镜阵列	单点	2008	2024*	400	20
	ELI	强激光基础设施	分布	2006	2018	850	80
	ELT	欧洲超大望远镜	单点	2006	2024*	1.12	45
	EMFL	欧洲强磁场实验室	分布	2008	2014	170	20
	ESRF EBS	欧洲同步辐射设施超亮光源	单点	2016	2023*	128	82
	European Spallation	欧洲散裂中子源	单点	2006	2025*	1.843	140

## 美国 WHOI 获资助开发声学望远镜

Source ERIC							
European XFEL	欧洲 X-射线自由电子激光	单点	2006	2017	1.49	118	
FAIR	反质子和离子科研基础设施	单点	2006	2025*	NA	234	
HL-LHC	高亮度 LHC	单点	2016	2026*	1.408	136	
ILL	劳厄-郎之万研究所	单点	2006	2020*	188	97	
SKA	平方公里阵列	单点	2006	2027*	1	77	
SPIRAL2	放射性粒子加速器	单点	2006	2019*	281	6	
CESSDA	欧洲社会科学数据存档协会	分布	2006	2013	117	39	
CLARIN ERIC	标准语言资源与技术基础社会	分布	2006	2012	NA	14	
DARIAH ERIC	人文与艺术数字资源科研基础设施	分布	2006	2019*	NA	0.7	
ESS ERIC	欧洲社会调查	分布	2006	2013	NA	2.5	
SHARE ERIC	欧洲健康、老龄化及退休调查	分布	2006	2011	250	18	
PRACE	欧洲先进计算伙伴关系	分布	2006	2010	500	60	

注：\* 为预计时间， NA 指无法获取实际数据

(王海霞)

## 美国 WHOI 获资助开发声学望远镜

8月28日，伍兹霍尔海洋研究所（WHOI）官方网站发布消息称该研究所正在开发一种由其首创的声学望远镜，用以研究并绘制水下音景。该项目获得了由凯克基金会（WM Keck Foundation）提供的100万美元的资助<sup>23</sup>。该声学望远镜建成后，将会被部署在美国东北海岸外的大陆架边缘，用以观测大西洋盆地。

<sup>23</sup> \$1 Million Grant to Build the WHOI-Keck Real Time 3-D Acoustic Telescope. <http://www.whoi.edu/news-release/whoi-awarded-1-million-3d-acoustic-telescope>

海水可以迅速吸收光、电磁波以及其他形式的电磁辐射或使其发生散射，从而导致传统望远镜在水下无法发挥效用。但是声音在水中传播的距离却很远，比如很多的海洋动物就是使用声音进行交流、寻找食物以及在水下游走，科学家甚至发现它们还可以使用声音来观察和探测海水深度。声学望远镜就是借助这一特征，使科学家能够捕捉到远距离发出的各种声音，并从明显的声学特征中直接观察到波浪、降雨以及地震等现象。此外，由于声学望远镜对不同的频率反应灵敏，有助于鉴别海洋中各种复杂的声音，因此能帮助科学家更加细致地观察自然和人类产生的水下音景。声学望远镜的使用将会改变海洋对人类几乎不透明的现状，加深人类对海洋环境的了解。

这项跨学科的项目将由 WHOI 声学科学家和来自各个学科的科学  
家、工程师和技术人员的共同参与。该项目将会改变研究人员在深海环  
境中的收听方式，并对嵌入在水下声场中的信息进行解码，通过整合对  
生物、地球物理、气象等的观测，从而绘制出完整的海洋声学图像。

（刘文浩）

# 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 枢 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 康 乐

## 编辑部

主 任：冷伏海

副主任：冯 霞 陶 诚 杨 帆 徐 萍 安培浚 陈 方 马廷灿

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