Science & Technology Frontiers

科技前沿快报

国家高端智库
中国科学院
2020年7月5日

本期要目

2020年
总第073期
第07期

目　录

深度关注

美国 NRC 发布《地球科学未来十年愿景（2020～2030）》

5 月 19 日，美国国家研究理事会（NRC）发布《美国国家科学基金会地球科学十年愿景（2020～2030）：时域地球》[1]，为未来美国地球科学研究优先事项、基础设施与设备，以及伙伴关系提供了重要指南。

一、优先科学问题

美国国家科学院召集并组成了专门委员会，通过网上社区调查问卷、委员会会议专家讨论、与地球科学研究界同仁的讨论，以及对科学文章和其他来源信息的全面综述，最终选择确定了未来 10 年内有可能取得重大进展的 12 个问题。这 12 个高度优先的研究问题反映了地质时间的重要性、地球表面和内部的联系、地质和生命的共同演化以及人类活动带来的影响。

1、地球内部磁场产生的机理。了解推动地球磁场产生以及控制地球磁场变化速度的机理，这对于理解从地球内部到大气层的相互作用，以及地磁场对人类活动的影响至关重要。

2、板块构造开始的时间、原因和方式。板块构造产生并改变了大陆、海洋和大气层，但人类对板块构造在地球上形成的时间、为什么地球上会发生、以及板块构造将随着时间如何推移发展，目前仍然缺乏了解。

3、关键元素在地球上的分布和循环。地质过程所必需的关键元素（critical elements）的循环为生命创造了适宜条件，并为现代文明所需的物质提供了组分，但这些元素如何在地球内部跨越时空进行运移，仍是一个需要研究的基本问题。

4、地震的本质及其驱动力。地震破裂是复杂的，地球以不同的速

[1] A Vision for NSF Earth Sciences 2020-2030: Earth in Time. https://www.nap.edu/catalog/25761/a-vision-for-nsf-earth-sciences-2020-2030-earth-in

度、不同的方式发生变形，因此，需重新考虑地震的本质及其驱动力。

5、火山活动的驱动力。火山喷发对人类、大气层、水圈和地球本身都有重大影响，因此迫切需要对岩浆在全球各地不同环境中的形成、上升和喷发的机理，以及火山喷发在整个地质时代如何发生等基础问题进行研究。

6、地形变化的原因和后果。从地质时间尺度到人类时间尺度测量地形变化的新技术，将有助于解决地球深部和地表相关的科学问题，以及与地质灾害、资源和气候变化有关的紧迫社会挑战。

7、关键带对气候的影响。陆地的反应性表层（reactive skin）影响着水分、地下水、能量，以及陆地和大气之间的气体交换，因此，它对气候的影响是理解地球系统的重要组成部分，也是陆地的反应性表层对全球变化已经和将要做出反应的重要组成部分。

8、地球历史揭示出来的气候系统动力学问题。地球历史上长期和快速环境变化的证据提供了与现代气候变化比较的关键基准，有助于阐明地球系统的动力学，提供气候变化的幅度和速度，并在预测未来气候变化方面发挥关键作用。

9、地球水循环的变化方式。要了解水循环目前和未来的变化，需要从根本上了解水-陆系统，以及了解水循环与其他物理、生物和化学过程发生相互作用的方式。

10、生物地球化学循环的演化。生物在岩石和矿物的形成与风化、碳循环，以及空气的成分中发挥了重要的作用，要量化生物的这些作用，需要对生物地球化学循环有更深入的了解。

11、地质过程对生物多样性的影响。地球生命的多样性是地球的一个主要特征，但人类还不完全了解它的形成过程。因此，需要理解多样性随着时间、环境和地理的变化而发生变化的方式和原因，包括像生物

灭绝这样的重大地质事件。

12、定量认识和预测地质灾害以降低风险和损失。对地质灾害的预测和定量认识对减少风险和影响、拯救生命和基础设施至关重要。

二、基础设施与设备

未来对地球及其组成物质的观测将比以往任何时候都更加依赖于将新兴技术、数据分析与研究力量的相互结合。因此，需要一系列的仪器和设备来充分解决未来10年的科学优先问题，主要包括4个方面的需求。

（1）地核和磁场、板块构造、关键元素、地震和火山的研究，需要改进用于观测和监测当前地质过程的仪器，应具有更精细的空间和时间分辨率。包括地震和大地测量设备、快速响应仪器、不受复杂环境影响的实验室设备以及获取火成岩、变质岩和构造过程记录的分析仪器。

（2）地形、关键带、气候、水循环和地质灾害研究，需要加强包括高分辨率和重复测量、材料特性、流域过程、降水和径流、水、固体通量及其驱动因素、湿度、大气、卫星、地质时间尺度的年代和速率量化、过去环境状态替代测量等领域的数据监测与采集。

（3）生物多样性和生物地球化学循环的研究，需要开展古生物学、地球化学、基因组学、地层学和沉积学的时空记录特征、精确的地质年代学以及面向过程的环境代用指标等领域的研究。

（4）所有以上科学问题，还都需要提升高性能计算、改进建模能力、强大的数据管理和标准化功能以及互连的网络基础架构，从而对多种类型记录进行观察。

为了对美国国家科学基金会（NSF）地球科学部（EAR）所支持的基础设施进行更透明的评估，委员会鼓励使用既定标准定期评估基础设施及其组合，以便优先考虑未来基础设施投资，并适应不断变化的科学重点。基于上述分析，委员会对基础设施与设备提出 7 个建议。

（1）EAR 应资助成立国家地质年代学联盟。改善对地质过程年代和变化速率研究的限制，这对地球科学当前和未来的研究至关重要。

（2）EAR 应资助建设超大型多砧压制设备。量化岩石、矿物和熔体的物理和力学性质是 EAR 研究的基石，目前，美国缺乏合成新样本、进行岩石和矿物关键物理性能和变形实验的能力。

（3）EAR 应资助建设近地表地球物理中心。近地表区域（从地表到数十至数百米的深度）的地球物理调查是许多地球科学领域的重要工具。

（4）EAR 应支持“俯冲带四维”（SZ4D）计划的持续发展，包括支持火山喷发响应学术共同体网络。该计划寻求对俯冲过程更深入的理解，这一过程驱动地球内部的演化并造成破坏性的地质灾害，如地震、海啸和火山爆发。

（5）EAR 应鼓励探索大陆关键带计划。该计划将对于了解水、碳和营养循环、景观演变和灾害预测、土地-气候相互作用，量化关键带区域整个深度的地球特征非常必要。

（6）EAR 应鼓励探索大陆科学钻井计划。不断改进机制，支持美国研究人员参与大陆钻探，将有助于收集解决许多优先问题所需的连续地质记录。

（7）EAR 应促进学术共同体工作组开发用于归档和整理当前和未来的物理样本，并加大对此类工作的投资力度。因为这些物理档案及其相关的元数据对科学家具有宝贵价值。

三、网络基础设施

网络基础设施由一系列软件工具组成，这些工具用于收集、分析、集成、建模和存档所得到的信息，以及来自相关元数据的上下文信息。网络基础设施还包括高性能计算数据。工具和计算方法的开发与维护主要由 EAR 的地学信息学和仪器设备项目、EarthCube 计划以及 NSF 支

持的持续科学创新项目支撑。

1、提供网络基础设施的多用户设施。EAR 目前通过多项计划支持 10 个多用户设施，每个设施平均每年得到 1070 万美元的资金资助。

（1）跨学科的地球数据联盟（IEDA）：当前最大的多用户网络基础设施，旨在收集全球地球化学和海洋地球科学研究的学术共同体数据，并支持保护、发现、检索和分析广泛的观测数据，并分析数据类型。

（2）水文科学发展大学联盟（CUAHSI）：任务是发展基础设施和服务，以促进水科学研究和教育。

（3）地球动力学计算基础设施（CIG）：是一个学术共同体驱动的组织，通过支持和维持地球物理及相关领域的网络基础设施和计算能力来推进地球科学研究。

（4）学术共同体表面动力学建模系统（CSDMS）：通过开发、支持和传播集成软件模块来促进地球表面过程的建模，这些模块可以预测景观及其沉积盆地中泥沙和溶质的流体运动和通量（生产、侵蚀、运输和沉积）。

（5）高分辨率数据和工具设施（OpenTopo）：提供由激光雷达和摄影测量等技术生成的高分辨率地形数据集和分析工具的网络访问，以支持地球科学的研究、培训和教育。

（6）基于磁力信息的地质可视化和数据分析设施（MagIC）：旨在为已发布的岩石和古地磁数据开发和维护开放的学术共同体数字数据存档，使研究人员和其他用户能够继续自由地获取、搜索、可视化操作和下载数据。

（7）新托马（Neotoma）古生态学数据库（NPDC）：管理、研究和教育过去 500 万年古环境数据的在线数据中心。

（8）开放的岩心数据库（OCD）：提供对来自大陆和海洋钻探项目的数据可发现、可访问、可互操作和可重用（即 FAIR 原则）。

（9）ALPHA-MELTS 系列软件：包括岩石学、地球化学和地球动力学、计算热力学的模型和算法，能够执行复杂地球科学计算场景的前向模型。所有软件免费提供给科学界使用。

（10）通用制图工具（GMT）：包含大约 90 个命令行工具的开放源码集合，具有过滤、趋势拟合、网格化、投影等功能，可以生成 3D 透视图和动画等。

2、未来网络基础设施构建面临的挑战及建议

（1）数据管理和归档。地球科学界产生了大量具有科学价值但格式不同的数据。未来需要：将遗留数据（legacy data）和元数据以数字化形式存储；制定数据和元数据的学术共同体标准；制定数据产生时的存档、整理、分析和可视化方法；对数据库提供可靠、持续的支持，确保它们不会在单一筹资周期后过时或无法使用。

（2）FAIR 标准。科学界越来越认识到开放科学原则和采用 FAIR 数据标准的重要性。建议 EAR 制定并实施一项战略，以支持在数据工作中的 FAIR 做法。

（3）改善计算需求。EAR 在试图跟进快速发展的计算环境（包括云、图形处理单元、边缘，可能还有量子计算）所面临的挑战。未来 10 年，地球科学和尖端计算工具集成需要推进这一领域研究。为了进行最优投资，建议 EAR 对研究人员的需求、网络基础设施的机会、不断变化的计算和建模能力进行定期指导。EAR 应建立基于学术共同体的常设委员会，就网络基础设施的需求和进展向 EAR 提供建议。

四、人力资源基础架构

地球科学作为一个学科，在发展和维持足够的能力、专业知识和多样性方面仍然面临许多挑战。委员会强调人力资源基础架构建设是未来 10 年地球科学的核心和持续性问题。针对人力资源基础架构建设，委员会提出了两项建议。

（1）EAR 促进小组应加强其领导力、资助和集中指导，以改善地球科学界的多样性、公平性和包容性。在研究和协作方面能更好地吸纳不同的观点，这不仅有利于团队创新、问题解决和效率提高，还可以增强地球科学与其他学科的联系。

（2）EAR 应对技术人员进行长期资助，以提高和维持其能力、稳定性和竞争力。在研究复杂地球系统问题时，需要高技能的技术人员进行分析和计算，并开发仪器设施。为使下一代地球科学家适应研究的日益技术化，应加强对技术人员的财政支持。

五、合作伙伴关系

地球科学的复杂性和跨学科性，促进了 EAR 与 NSF 和其他机构的合作伙伴关系的发展，增加了 EAR 资助研究的机会。为了满足跨学科工作持续增长的需求，在海岸线和人，食品、能源和水系统领域的创新等正在进行以及新的 NSF 跨部门活动中，EAR 扮演着积极的角色。

（1）与 NSF 的伙伴关系。随着越来越多的跨学科研究，EAR 应继续加强和扩大正式和非正式的合作。EAR 能够迅速地利用基础科学和跨学科研究中不断变化的前沿，继续更好地向决策者和公众阐明和宣传其研究优势。

（2）与联邦政府其他机构的合作伙伴关系。美国国家航空航天局（NASA）、美国能源部（DOE）和美国地质调查局（USGS）为 EAR 研究提供了重要的支持，并促使 EAR 继续和扩大与联邦其他机构的伙

伴关系。与 NASA 和 USGS 的合作可以包括：量化蓄水层和水库的储水量；了解影响海平面上升的过程；开展与火山、地震和山体滑坡有关的基础研究；研究生物地球化学过程的影响。

针对未来发展合作伙伴关系，报告提出了两项建议。

（1）EAR 应与 NSF 地球科学部其他部门和机构合作，资助更多跨领域的地球科学研究。NSF 的多个部门、学部、联邦机构和国际合作伙伴之间的基础研究和应用研究的交叉为其提供了合作机遇。抓住这些机遇不仅可以促进研究目标的推进，而且可以更有效地发挥相关基础设施的作用。

（2）EAR 应积极与 NSF 其他部门和联邦机构合作，推进新的地球学科相关前沿研究。当存在强烈的共同利益及强大的学科投入和参与时，跨部门协作和跨机构伙伴关系才能发挥最佳效果。其中确定开展哪些领域研究可能对 NSF 和其他机构之间的合作更具有价值也面临着更大挑战。

（赵纪东 刘学 刘文浩 王立伟）

信息与材料制造

欧盟将拨款资助 9 个数字安全创新项目

5 月 20 日，欧盟宣布将投入 4100 万欧元资助 9 个新的网络安全项目[2]，为公民、中小微企业提供网络安全和隐私解决方案，同时促进数据保护、医疗基础设施和交通系统等关键领域的技术创新。这 9 个项目都由欧盟“地平线 2020”计划提出的第七大社会挑战“安全社会”进行资助，其中 7 项为创新行动，2 项为研究与创新行动。项目预计将于 6～9 月间相继启动，为期 3 年。

[2] EU to dedicate nearly EUR 41 million to innovative projects on digital security. https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/eu-dedicate-nearly-eur-41-million-innovative-projects-digital-security

1、中小企业网络工具套件（CyberKit4SME）项目。该项目旨在普及一套网络安全工具和方法，包括：半自动威胁识别和风险缓解分析工具；加密和隔离工具；安全信息和事件管理工具，与供应链合作伙伴和计算机应急响应小组（CERTs）共享情报和事件报告。

2、网络安全盖革计数器（Geiger Cybersecurity Counter）项目。该项目旨在为欧洲中小微企业的网络安全、隐私和数据保护风险提供创新型解决方案，包含相关组件和教育生态系统。该项目解决方案将被用于评估、监控、预测以及缓解风险，利用精心设计的工具来提高中小微企业安全性，预计将在项目启动后的 2.5 年内提高超过 100 万家中小微企业的网络安全意识，从而产生可持续影响。

3、面向有弹性的中小微企业的实用自主网络健康（PALANTIR）项目。该项目旨在通过在异构生态系统中提供多层次、基础设施全覆盖的威胁监测、网络弹性和知识共享技术，并以“安全即服务”（SECaaS）的形式向第三方提供这些服务，以弥合大企业和中小微企业之间的差距。

4、基于区块链的威胁情报和安全即服务的成熟的安全信息和事件管理市场（PUZZLE）项目。该项目旨在提供一个高度可用的网络安全、隐私和数据保护管理市场，以便中小微企业通过有针对性的网络安全服务对其网络风险进行监控、预测、评估和管理，通过对异构信息的高效处理提高其网络安全意识，并与其他中小微企业建立知识共享、基于高级分析产生见解。

5、欧洲公民透明度、隐私和安全（TRAPEZE）项目。该项目将：向公民提供必要的安全和隐私工具及知识；加强公民数据使用政策的完整性和不可否认性，促进跨越不同数据源和控制方的数据处理；动态获取公民的授权意愿，并实时调整数据政策；保护公民的在线通讯；在大数据环境下向公民以及其他利益相关者（包括数据控制方、计算机应急

响应小组/计算机安全事件响应小组、数据保护当局）提供跨界数据传承和流动的情况概要，以及法律合规证明。

6、医疗保健信息基础设施的安全性和隐私威胁的动态、自组织群集人工智能解决方案（AI4HEALTHSEC）项目。大型医疗保健信息基础设施（HCIIs）被认为是关键敏感型基础设施，面临着安全和隐私挑战。该项目提出了一种先进的解决方案，可以改进对 HCIIs 的网络攻击和威胁的检测和分析，并加深对当前网络安全和隐私风险的了解。该项目还可以在数字医疗生态系统和相关医疗运营商之间建立风险意识，以增强他们对医疗信息与通信技术（ICT）基础设施的洞察力，并为其提供应对安全和隐私泄露的能力。

7、信息技术可靠的安全医疗保健环境（HEIR）项目。卫生部门正逐渐成为网络攻击的目标。针对本地（医院/医疗中心）和全球（包括不同利益相关者）两个层面，该项目旨在提供一个全面的威胁识别和网络安全知识库系统，包括以下重要功能：实时威胁搜索服务，识别电子医疗系统中最常见的威胁；通过 HEIR 隐私知情框架促进敏感数据可信共享；衡量各医疗设备的安全状况，并对医院和医疗中心的脆弱性评估；创建电子医疗设备安全性观察站，提高全球对电子医疗设备相关威胁的认识；建立广泛的欧洲网络，以便在所有监管框架中建立良好的安全实践。

8、城市级网络安全多式联运生态系统（CitySCAPE）项目。该项目将促进对信息和通信、电力和金融等相关部门中多式联运网络威胁的了解与认知；引入创新型软件工具来评估系统中的威胁传播。另外，该项目还将推出模块化的软件工具包，无缝集成到任何多式联运系统中，实现对可疑交通数据识别持续威胁；评估攻击的技术影响；提高零日攻击的可预测性；向计算机紧急响应小组传递信息、提供支持。

9、基于边缘技术的多式联运隐私和安全平台（E-CORRIDOR）项目。该项目旨在为多式联运系统搭建灵活、安全和隐私感知的架构，以便为乘客和运输商提供机密、分布式和基于边缘技术的安全服务，以及在多式联运系统中提供威胁分析和预防、隐私感知的无缝访问机制。（徐婧）

美国陆军研究实验室开展人机协作研究

4 月 20 日，美国陆军研究实验室宣布开展人机协作研究[3]，研究士兵如何与人工智能系统进行协作，如何作为团队的一部分协助决策和解决问题，最大限度地发挥单个团队成员的优势。人工智能可增强人类在战场上存储和分析数据的能力，进入人类无法进入的区域，以人类无法达到的速度做出反应。

1、通过集体知识、神经系统科学、控制论获取战术态势。该主题将开发算法和软件工具，收集和分析多模式生理、行为和环境数据；开发先进的深度学习模型，分离脑电数据中的瞬时宏观状态变化；开发并验证对不同距离、视角、杂乱场景中感兴趣对象进行定义的算法和方法；使用高保真模拟器及机器学习架构设计和开发多智能体强化学习环境，开发一套系统来测试和验证用于图像分类和目标识别的先进计算机视觉算法。

2、人机系统。该主题将改进现有软件在环（SIL）仿真环境，对地面车辆的多个智能组件进行有效建模；支持新型人机接口的开发、集成和测试，整合各种方法使团队成员之间能够互换角色，并将部分角色分配给人工智能系统；开发和测试支持多阶段任务预演的软件控制系统。

3、行为变化的监测与预测。该主题将开发人员数据采集架构和多维真实世界神经成像系统，支持新型传感器设备，实现数据缓冲，增强数据同步性和可用性；提高数据采集架构的可伸缩性，并提供长期数据

[3] Army Wants to Study How Humans Team With AI—And Vice Versa. https://www.nextgov.com/emerging-tech/2020/04/army-wants-study-how-humans-team-aiand-vice-versa/164770/

存储，同时保证按需访问所有存储数据以进行分析和处理；提供系统、用户、传感器和执行器状态的实时和历史交互式可视化，使执行器具有可控性；开发用于测试和评估人机协作的软件工具；开发协作游戏，通过合并人类数据来调节智能系统和人类的活动，并对其进行研究等。

（王立娜 唐川）

美国能源部资助开展关键材料加工技术创新研究

5 月 14 日，美国能源部（DOE）宣布提供投入 3000 万美元的研发资金，重点资助提取、分离和加工技术的现场验证和示范，以及下一代关键材料的提取、分离和处理技术两大主题[4]。此轮资助是继 4 月 14 日 DOE 宣布投资 1800 万美元基础研究资金，促进关键矿物和稀土元素供应链研发[5]的基础上的新一轮资助。通过这些投资，DOE 正在推进整个关键材料供应链的研究、开发和部署，以加强美国的国防工业基础。新一轮资助也是 DOE 跨部门行动计划的一部分，旨在降低美国对关键材料供应链中断的脆弱性，以支持政府的目标。

1、提取、分离和加工技术的现场验证和示范。本主题拟资助改进关键材料的上游提取、中游分离以及加工技术。拟议的项目可选择性地在运行环境中进行系统原型示范。此类项目应示范对当前工业过程的改进，并提高这些过程的成本竞争力，以提高能源和/或过程效率为目标，并增加生产能力。改进的例子包括模块化过程强化和转换过程，简化当前工业过程中的某些步骤。

（1）改进提取技术。资助的研究内容包括：改进工业提取稀土，改进镍或铜矿山和尾矿中钴（Co）的副生产或联合生产，以及从原材料硬

[4] Department of Energy Announces $30 Million for Innovation in Critical Materials Processing Technologies. https://www.energy.gov/articles/department-energy-announces-30-million-innovation-critical-materials-processing

[5] Department of Energy to Provide $18 Million for Research on Critical Materials. https://www.energy.gov/articles/department-energy-provide-18-million-research-critical-materials

矿石、卤水和尾矿中提高当前工业锂生产等。

（2）改良的选矿、分离或处理。资助的研究内容包括：改进稀土元素的工业选矿（泡沫浮选、磁分离或重力浮选）、分离（溶剂提取）和加工（熔盐电解和金属热还原），从包括矿山尾矿的原料来源改进电池级 Co 前体（硫酸钴、氢氧化钴等）的工业生产，从硬岩石矿物、卤水、地热卤水和矿山尾矿等原料来源改进锂（Li）前体（包括 Li_2CO_3 和 LiOH）的工业生产，从锰铁炉渣等来源改进电池级硫酸锰（$MnSO_4$）或电解锰的工业生产，以及从石油焦等来源改进用于电池阳极制造的合成石墨的工业生产。

（3）大型项目。将资助比（1）和（2）的范围和预算（最高为 3000 万美元）更大的操作环境中的示范项目。资助的研究内容包括：改进目前的工业过程或设施的技术；降低风险和精简过程以减少能源等费用；可轻易与现有设施结合；将关键材料的开采和提取与分离和加工协同进行。

2、下一代关键材料的提取、分离和处理技术。本主题拟资助早期到中期的研发项目，以创新可替代的、具有成本竞争力的技术，用于对能源技术至关重要的关键材料的上游提取、中游分离和加工。各项目应设法证明或促进能源效率高、成本有竞争力、又能维持环境管理的项目。

（1）稀土元素分离。将资助离子交换色谱、磁性纳米流体分离、或设计新的吸附剂等经济的下一代技术，以提高从浓缩原料中分离单种稀土氧化物（REO）的选择性。

（2）稀土金属的转化。将资助低温工艺等下一代技术，以经济地将稀土氧化物（REOs）转化为稀土金属（RE-metals）。

（3）从非常规资源中提取锂。将资助从地热卤水、海水或矿山尾矿等非常规来源提取锂的技术。

（4）锂前体提炼。将资助直接从原料来源生产 Li_2CO_3 或 LiOH 的

经济方法，或能经济地将 Li_2CO_3 转化为 LiOH 的技术。（刘文浩）

“制造业美国”建立新研究所聚焦网络安全

5 月 20 日，美国能源部（DOE）宣布，得克萨斯大学圣安东尼奥分校负责领衔“网络安全制造业创新研究所”（CyManII）的建设[6]。这是“制造业美国”网络自 2017 年特朗普总统上台以来成立的第一家研究所，新研究所的建立标志着“制造业美国”网络的研究所数量达到了 15 家。未来 5 年，网络安全制造业创新研究所将获得 7000 万美元的联邦资助，另有来自私营部门的资助逾 4000 万美元。

美国先进制造业正在通过新的传感器和控制技术来提高能源效率，但这也有可能引入网络漏洞。建立网络安全制造业创新研究所的目的就是应对这些网络漏洞，保护美国的制造业部门，提升节能制造的网络安全。该研究所将与来自业界、高校以及爱达荷、橡树岭和桑迪亚三个国家实验室的合作伙伴组成联盟，共同解决制造业的两个关键挑战：确保自动化和供应链网络。通过最前沿的研发，该研究所将深化对制造业网络安全威胁演变的了解，开发新的网络安全技术与方法，并与美国制造商共享信息与知识。该研究所还将满足先进制造和网络安全对教育、培训及劳动力培养方面的需求。（万勇）

生物与医药农业

美国 NIH 发布《2020～2030 年 NIH 营养研究战略计划》

5月27日，美国国立卫生研究院（NIH）发布《2020～2030年NIH营养研究战略计划》[7]，对2016年美国政府提出的《2016～2021年国家

[6] Department of Energy Selects the University of Texas – San Antonio to Lead Cybersecurity Manufacturing Innovation Institute. https://www.energy.gov/articles/department-energy-selects-university-texas-san-antonio-lead-cybersecurity-manufacturing

[7] NIH releases strategic plan to accelerate nutrition research over next 10 years. https://www.nih.gov/news-even

营养研究路线图》作出响应。围绕“精准营养研究”核心愿景，该战略计划提出了4个战略目标和5个与战略目标密切相关的交叉研究领域。

1、战略目标

（1）通过基础研究促进发现和创新——我们吃什么，对我们有什么影响？主要研究内容包括：开展生物信息学研究，提高对营养相关的基因和通路的认识；增强对感官营养（Sensory Nutrition）和饮食行为的理解；研究饮食与宿主微生物组相互关系；识别和明确食物经由微生物组和宿主的消化和代谢所产生的未知代谢产物及其影响；开发可应用于微生物组和精准营养研究的新工具，如可以进行采样的微型智能药丸或传感器等；开发、改进和整合获取饮食数据的方法。

（2）探索膳食模式和饮食行为对最佳健康状态的影响——我们应该吃什么，什么时候吃？主要研究内容包括：开发用于膳食模式分析的先进方法；探索个体对不同膳食结构的响应差异机制；在时间维度上研究膳食模式对健康的影响及其机制；发现并验证慢性病的预后生物标志物；开发并验证膳食结构的预测算法；利用行为和实施科学（Implementation Science）来激励和维持健康饮食习惯。

（3）确定营养在整个生命周期中的作用——我们吃什么，如何吃能提高整个生命周期的健康水平？主要研究内容包括：研究受孕前、孕早期和产前营养状况对发育和疾病的影响；提高对母乳成分及其作用的认识；评估饮食和营养状况对婴儿发育和健康的影响；开发表观遗传学预测工具；评估营养在促进健康老龄化中的作用。

（4）减轻疾病临床负担——如何提高食品的医用价值？主要研究内容包括：研究药物、疾病状态和营养之间的相互作用，改善临床护理、优化检测诊断策略，进而改善临床结局；优化对能量、蛋白质和微量营

ts/news-releases/nih-releases-strategic-plan-accelerate-nutrition-research-over-next-10-years

养素等营养不良的评估，改善临床结局；确定开始和停止患者医疗营养干预的临床标准。

2、交叉研究领域

主要包括5个方向：特定人群健康差异研究；女性健康研究；提高营养研究的严谨性和可再现性；数据科学、系统科学和人工智能研究；培养营养科学工作者。（苏燕）

麦肯锡提出对农业温室气体减排最重要的 25 项农业技术

5 月 6 日，麦肯锡公司发布了题为《农业与气候变化——通过改进农业实践减少农业排放》的报告，提出了对农业温室气体减排影响最大的 25 项农业技术，并指出实施这些技术或措施可能在 2050 年前减少 460 亿吨碳排放[8]。25 项技术措施包括减少燃料排放、改进农业生产技术、优化利用现有资源、改善土壤健康等若干方面。

表 1　减少农业温室气体排放的 25 项技术及其效果和成本

技术/措施	预计温室气体减排量/$MtCO_2e$（百万吨二氧化碳排放当量）	每吨二氧化碳排放当量成本/美元
农机装备零排放	537	-229
针对温室气体减排的育种与遗传选择	506	0
水稻改良施肥	449	3
改善动物健康监测和疫病预防	411	-5
动物饲料配比优化	370	131
增加动物饲料添加剂	299	88
改善稻田水分管理	296	-12
粪肥厌氧消化	260	92
可提高消化率的饲料粮加工	219	-3
水稻旱直播	217	-41
提高畜牧业生产效率的技术	180	119
改进稻草管理	148	-8

8 Agriculture and climate change——Reducing agriculture emissions through improved farming practices. https://www.mckinsey.com/industries/agriculture/our-insights/reducing-agriculture-emissions-through-improved-farming-practices

牧场氮抑制剂	123	15
少耕或免耕	119	-41
水稻品种优选	90	0
中国和印度的氮肥减量施用	88	-97
控释肥料和稳定性肥料	75	65
从洪水到滴灌或喷灌的转换	55	147
变量施肥	47	-176
家畜养分利用效率	47	0
改进施肥时机	45	40
特种作物营养改良剂	18	523
提高渔船燃油效率	17	-12
改进设备维护	16	-34
固氮轮作	14	0

注：成本为负值表明实施该项技术可以节约成本

此外，其他有潜力减少温室气体排放的新兴技术还包括：可抗病或提高固碳的基因编辑技术、植物和土壤微生物技术、好氧稻技术、直接从肉牛和奶牛身上捕获甲烷技术、多年生连作技术、利用疫苗和新型饲料添加剂抑制肠道发酵的技术。 （邢颖）

欧盟生物基产业联盟启动 22 个项目支持欧洲绿色发展

5 月 14 日，欧盟生物基产业联盟（BBI JU）根据 2019 年项目招标书确定了 22 个获资助的项目[9]。这些新项目将获得欧盟“地平线 2020”计划 1.06 亿欧元的经费资助，使 BBI JU 资助的项目总数达到 123 个。新项目将开发新的生物基产品和提高资源利用率，从而提升欧盟生物基产业部门的生产水平，并在未来几年支持欧洲经济的发展，创造更多的商业机会和就业机会。这些新项目也将有助于减少温室气体排放，从而为大环境的改善做出贡献。新项目呈现出两个特点：

[9] BBI JU LAUNCHES 22 PROJECTS TO SUPPORT GREEN RECOVERY OF EUROPE. https://www.bbi-europe.eu/news/bbi-ju-launches-22-projects-support-green-recovery-europe

1、支持从研究到产业的整个绿色经济。22 个项目可分为不同的行动类型，涵盖从实验室研究到完整生产线的研发。其中，研究与创新项目共 12 个，获得 5000 万欧元资助，用于开发新技术和填补价值链的空白；示范项目共 6 个，获得 3180 万欧元资助，用于在欧洲各地建立示范规模的生产设施；协调与支持行动项目共 3 个，获 450 万欧元资助，用于应对来自生物经济的各方面挑战，以加速生物基产品的市场接纳；旗舰行动项目 1 个，获得 1990 万欧元资助，用于在欧洲建设首批生物精炼厂。

2、增加产量和减少废弃物。本次资助大部分将用于支持生物基生产线的改进、降低成本，并向客户提供价格合理的绿色产品的研发项目，以及开发创新型生物基产品和塑料回收解决方案。本次资助主要涵盖了 4 个战略方向：

（1）生物精炼项目，获得近 2000 万欧元资助，将用于提高生物质的使用效率和降低生产成本；支持生产保健产品、药品和聚合物的生物基化学品的生物精炼技术的改良，建造生物精炼厂等项目。

（2）生物基农药项目，共 3 个项目，获得 1600 万欧元资金支持，将在保护环境的同时提高农业生产率。

（3）塑料废物生物降解方案项目，旨在应对塑料废料物对生态系统的重大威胁，共 3 个项目，获得 1130 万欧元资助。将致力于减少环境中丢弃的不可生物降解材料的数量，为生物基产业创造新的就业机会，还将为废物管理部门带来新的收入。

（4）提升适用于高端市场生物基化合物的生产工业化水平的两个新项目，获得 900 万欧元资助。（郑颖）

能源与资源环境

欧盟公布“绿色协议”研发资助主题草案

5 月 19 日，欧盟委员会公布了“地平线 2020”计划针对“绿色协议”将资助的研发创新主题草案，向公众征求意见以确定未来的关键研发事项[10]。为了推进实现“绿色协议”目标，“地平线 2020”计划将投入近 10 亿欧元支持相关领域的研发创新活动。本次公布了“绿色协议”8 个专题领域及 3 个交叉领域共 20 个主题的研发创新活动，经过公众咨询后将用于修订“地平线 2020”计划的 2018～2020 年工作方案，并发布正式招标。各领域资助主题的主要内容如下：

专题领域一：通过交叉领域解决方案提高气候目标并增强“绿色协议”影响

1、通过整合和示范创新方法以预防和扑灭极端森林火灾。该主题将研究、示范和部署适合应对极端野火的创新手段和方法，如预防、预测、监测和扑灭野火的更好技术、模型、解决方案等；主动治理，通过增强风险评估、认知和防范，发挥公民、地方社区和林业部门的核心作用。

2、迈向气候中性的创新型城市。该主题将开发一站式平台，为城市制定和实施气候行动计划和相关社会创新行动计划提供必要的技术、法规、财务和社会经济专业知识及协助。

3、制定欧盟地区具有气候适应力的创新计划。该主题将识别和扩展促进欧洲地区和社区适应转型的跨部门解决方案，支持创新方案的设计、测试和规模扩大。

专题领域二：提供清洁、可负担和安全的能源

1、示范创新关键技术，以实现未来大规模部署海上可再生能源技

[10] European Green Deal call. https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/strategy/european-green-deal/call_en&pk_campaign=rtd_news#contact

术并集成至能源系统。该主题将示范海上可再生能源的关键创新技术，包括：创新海上可再生能源发电大规模集成系统；电网基础设施，如用于大型海上高压直流电网的直流、交直流混合创新技术，浮动式可再生能源发电设备，创新的设备间/阵列间动态电缆及其与海上变电站的连接；电力转换为其他能源载体（Power to X）以及海上储能系统，实现最大程度利用海上能源。

2、开发和示范 100 兆瓦电解槽，增加可再生能源在工业的应用。该主题将开发、安装和运行 100 兆瓦电解槽，通过可再生能源电力制氢高效使用电力，示范扩大可再生能源利用率的经济效益，解决并网运行以及孤岛模式运行中存在的削减发电问题，并示范电解槽在工业及港口真实环境下的运行，以探索该技术在未来的技术和经济可行性。

专题领域三：推动各个行业向清洁循环经济模式发展

1、实现工业碳循环以应对气候变化。该主题将开发和部署高度创新的催化材料，以促进工业 CO_2（包括 CO 和 H_2）烟气生产合成燃料和化学品，与目前最先进技术相比整体效率提高 50%；开发创新、可再生能源驱动的催化工艺，以大规模生产合成燃料和化学品，示范其成本效益；示范工业生产合成燃料和化学品的完整价值链，同时减少温室气体排放；解决财务、监管、环境、土地和原材料方面的限制，以及相关技术的公众认可问题。

2、示范用于循环经济区域部署的系统解决方案。该主题将至少针对三个区域集群中的循环经济（包括循环生物经济）部署实施开发系统解决方案，并进行示范。

专题领域四：发展高能效建筑

1、以高效利用能源和资源的方式进行建设和翻新。该主题将对技术方案进行真实环境的大规模示范，包括：绿色正能社区的可扩展性设

计；从设计到施工后监控的无缝高效工作流程；适应当地环境和气候的可持续高能效建筑设计；建筑和区域级别创新，波动性可再生能源发电与城市服务设施相结合，以及经济、高效、节能的波动性可再生能源供暖和制冷解决方案；不限制居住空间的储能系统；结合数字技术降低维护成本和提高长期性能，实现建筑高效节能运行和设备安全运行并为用户提供最佳舒适度；通过持续教育和培训提高公民意识，培养积极的行为/良好习惯，以实现资源有效利用并保护环境；通过持续教育和培训提高公民认知；协调建筑物和高压交流电技术的标准和法规。

专题领域五：加速向可持续智慧交通转变

1、绿色机场和港口成为可持续和智能出行枢纽。该主题将对绿色机场以及海洋和内陆绿色港口进行大规模、真实环境的高技术成熟度解决方案示范。

专题领域六：打造公平、健康和环保的食品系统

1、测试和示范从农场到餐桌的可持续食品系统创新。该主题将测试、试点和示范创新系统解决方案（技术成熟度 5～8 级），以实现通过减少温室气体排放和增加农场碳汇以及碳封存，实现气候中性农场；通过减轻气候变化、降低能耗并提高食品加工、分配、保存等过程的能效，实现气候中性食品；减少农药和抗生素依赖，减少肥料使用并提高效率，减少肥料中养分流失，实现零污染；减少食物损失和浪费，避免不可持续的包装；转向可持续健康饮食，确保所有公民都可获得。

专题领域七：保护生态系统和生物多样性

1、恢复生物多样性和生态系统。该主题将示范在严重丧失生物多样性的地区扩大生物多样性和恢复生态系统，进而带来社会和经济效益。可对解决方案进行试点，侧重于整个经济部门的恢复。

专题领域八：构建零污染的无害环境

1、创新的零污染系统解决方案，保护健康、环境和自然资源免受持久性、流动性化学品的侵害。该主题将示范创新的零污染系统解决方案，包括：研发土壤和水的恢复技术；开发新型低成本高分辨率方法，以测量和分离不同介质中的持久性和流动性化学品；持久性和流动性化学品的环境和人类（生物）监测；收集毒性和毒物动力学信息，以表征暴露在化学物质中对人体健康造成的所有风险，包括对免疫系统的影响；开发含有持久性和流动性化学物质的废弃物最佳管理方法；检测和识别特定的污染问题。

2、促进管理科学以解决化学和药物危害：从科学到循证政策。该主题将进行应用研究，示范监管科学如何基于最新科学证据，应用新工具和方法论，量化并防止工业化学品和药品的共同暴露危害。

交叉领域一：加强公众认知以支持绿色协议

1、欧洲研究基础设施应对欧洲“绿色协议”挑战的能力和服务。该主题将支持欧盟在清洁能源储能技术的领导地位；增强欧洲研究基础设施和监测网络，用于观测城市中的温室气体、空气质量和公民健康状况。

2、为所有利益相关者及公民开发产品和服务，以适应气候变化影响。该主题将使公民和决策者明确未来几十年气候变化的影响，确定适应方案，并说明在生产、消费、规划和生活方式以及行为因素等方面实现气候中性的途径。

3、开发海洋数字化模型。该主题将针对本地或区域海洋的具体案例，开发可互操作的数字化模型，并示范其在“绿色协议”优先领域的作用。将进行连续、实时、持久和自主监控，以识别和测试最有效的解决方案。

交叉领域二：促进公民参与以过渡到气候中性、可持续的欧洲

1、公民协商及参与“绿色协议”。该主题将建立包含专家、研究人员、从业人员和相关民间社会组织的跨国网络，研究欧洲的协商民主和公民参与。

2、“绿色协议”的行为、社会和文化变化。该主题将研究个人和集体（包括公共和私人组织）的行为变化，建立研究行为、社会和文化变化的跨国和跨学科网络，包括专家、研究人员、从业人员和民间社会组织，共同分析社会和行为的变化过程，分享良好的实践、工具和资源，并对优先事项进行实验，以实现“绿色协议”。

3、通过教育、公民科学、观察计划和公民参与，使公民能够对气候变化和环境保护采取行动。该主题将通过教育使公民对气候变化和可持续发展采取行动；通过更好地监测和观察环境及环境受到的影响，使公民能够对气候变化采取行动。

交叉领域三：与非洲合作加速清洁能源转型和获取

1、加速与非洲建立绿色转型和能源获取伙伴关系。该主题将在非洲示范创新的气候适应、减缓气候变化和可持续能源解决方案，以解决可再生能源及其与现有能源系统的集成、城市化背景下的能效、水-能源-粮食的关系等问题，确保可持续的能源获取或创造财富和就业。（岳芳）

美国能源部资助未来燃煤电厂概念研发

5 月 18 日，美国能源部（DOE）宣布在“煤炭优先”（Coal FIRST）计划下投入 8100 万美元[11]，支持未来先进燃煤电厂概念的设计开发和系统集成研究，以开发适用于未来能源系统的小型灵活先进燃煤电厂。本次资助将针对 4 类先进燃煤电厂概念进行设计开发、主场地评估和环境

[11] DOE Announces Intent to Commit $81 Million for Coal FIRST Design Development. https://www.energy.gov/fe/articles/doe-announces-intent-commit-81-million-coal-first-design-development

信息数据、投资案例分析，以及工程规模原型的系统集成设计。

1、灵活的超临界燃煤发电厂。此类燃煤电厂设计必须包含如下特征：①通过材料提高灵活性，在关键组件中使用高镍基合金，可在快速爬坡期间将这些限制机组寿命的组件热应力降至最低，从而实现发电灵活性；②空气质量控制系统的模块化组件，通过使用并行模块化组件，可关停单个设备以部分容量运行，以适应低负荷要求；③紧凑型锅炉布置，水平高温对流表面在前壁而非锅炉顶部布置过热器和再热器集箱出口，与典型布置相比，高温管道的运行时间缩短了25%～30%，缩小了锅炉占地面积。需进行的设计开发包括：

（1）超临界锅炉岛。重新设计锅炉概念以降低容量并支持灵活低负荷运行，并考虑集箱、管道、膜式水冷壁、过热器、再热器等的设计；使用先进合金材料以在650℃蒸汽循环条件下运行；结构材料需考虑在主蒸汽温度接近650℃下长期使用，尤其要注意温度最高的区域，如管道和集箱；650℃蒸汽条件下的阀门设计。

（2）集成与控制系统。集成与控制系统必须设计为集成所有系统和组件，以实现灵活运行。

（3）汽轮机。需重新设计汽轮机以适合650℃蒸汽循环条件，以及该概念对尺寸、灵活性和低负荷的要求。应考虑最佳的涡轮膨胀机设计、转子动力学、热膨胀、轴承、使用先进材料的小型阀门、叶片通流设计、先进密封件以及适应工作温度的构造材料。

（4）排放控制设备。排放控制设备应设计为灵活运行，包括在低负荷下运行，以满足该系统的排放要求。

（5）燃烧后碳捕集。燃烧后碳捕集系统应设计为灵活运行，包括在低负荷下运行，必须与电厂概念集成以达到系统性能和成本要求。

2、超临界蒸汽循环增压流化床发电厂。此类燃煤电厂设计必须包含如下特征：①增压流化床燃烧，由于反应物分压升高，可增强流化床中的燃烧和固硫反应，将配备返料系统，并可与天然气共燃以提高爬坡率；②使用模块化单元，可在部分负荷下运行部分模块单元，以提升运行灵活性和负荷跟踪能力。需进行的设计开发包括：

（1）增压流化床燃烧器系统。设计和优化增压流化床燃烧器系统，以与燃气/蒸汽循环共同运行，通过小型模块化系统实现灵活性和低负荷运行；返料系统针对储能进行设计和验证，以满足运行要求。

（2）蒸汽发电循环。需重新设计汽轮机以适合 24.13 兆帕、593℃的蒸汽循环条件，以及更小尺寸、更高灵活性和低负荷要求。

（3）集成与控制系统。集成与控制系统必须设计为集成所有系统和组件，以实现灵活运行。

（4）燃气轮机。需设计一种新的气体膨胀-压缩机组，以满足增压流化床燃烧器和碳捕集要求。

（5）排放控制设备。排放控制设备应设计为灵活运行，包括在低负荷下运行，以满足该系统的排放要求。

（6）燃烧后碳捕集。燃烧后碳捕集系统应设计为灵活运行，包括在低负荷下运行，必须与电厂概念集成以达到系统性能和成本要求。另外还需进行碳捕集上游的脱硫设计。

3、燃气轮机-超临界燃煤锅炉混合电厂。此类燃煤电厂设计必须包含如下特征：①独立的制煤和燃烧系统，将使煤粉制备和存储独立于锅炉/汽轮机系统，避免因磨煤机投用/停用而造成的爬坡限制；②纳入储能系统，在需求低于最低负荷的时段将多余的电量存储在储能系统中，有助于在需求增加的时段（例如早晚高峰）进行初始爬坡；③利用燃气轮机，燃气轮机将占直接功率输出近 1/4，并且具有快速启动和爬坡的

功能。需进行的设计开发包括：

（1）超临界锅炉岛。将燃气轮机与锅炉集成，需进行燃烧和流动的建模/模拟及测试，以评估设计以及火焰稳定性，还需重新优化风机、燃烧器、燃尽风系统以确保完全燃烧；烟气/空气再热器重新设计，以解决烟气和助燃空气的流量平衡问题；设计和优化传热表面，以在较高的超临界燃烧温度下运行，同时需考虑材料选择、系统温度以及最佳的清洁策略，以去除表面积灰结渣，还需评估锅炉整体传热特性，重新设计集箱、水冷壁和过热器等锅炉组件以实现灵活的低负荷运行。

（2）汽轮机。需重新设计汽轮机，以满足该概念对更小尺寸、低负载和灵活性要求。

（3）集成与控制系统。集成与控制系统必须设计为集成所有系统和组件，以实现灵活运行。

（4）排放控制设备。排放控制设备应设计为灵活运行，包括在低负荷下运行，以满足该系统的排放要求。

（5）电池储能系统。基于现有电池技术，开发新型设计以集成至汽轮机/锅炉系统中，需要进行研发以减少资本和运维成本并提高效率和寿命。

（6）燃烧后碳捕集。燃烧后碳捕集系统应设计为灵活运行，包括在低负荷下运行，必须与电厂概念集成以达到系统性能和成本要求。

4、灵活的煤-生物质气化，用于发电和生产无碳氢气。该系统将煤、生物质和其他原料气化，用于发电或生产近零/零碳排放的副产品，如氢气、氨或其他燃料及化学品。此类设计必须包含如下特征：①灵活的煤气化炉，能够与生物质共燃，以实现净负碳排放，还将（可选地）设计为利用其他原料，如石油基合成材料（如塑料）产生的废物等；②合成气处理和碳捕集系统，此类系统必须与煤气化炉合成气中的成分兼容。需进行的设计开发包括：

（1）灵活的煤气化炉。煤气化炉将设计为与生物质共燃，需确保整体负碳排放，可能还需要引入其他原料。

（2）合成气处理和碳捕集系统。在系统设计时需评估生物质和/或其他原料导致合成气成分对环境和过程的影响。

（3）集成与控制系统。集成与控制系统必须设计为集成所有系统和组件，以实现灵活运行。（岳芳）

欧盟发布 2021～2024 年综合能源系统研发实施计划

5 月 14 日，欧洲能源转型智能网络技术与创新平台（ETIP SNET）发布《2021～2024 年综合能源系统研发实施计划》[12]，明确了未来 4 年将实施的关键研究创新优先事项及相应预算（约 9.55 亿欧元）。此次实施计划主要基于 2 月份发布的《综合能源系统 2020～2030 研发路线图》[13]框架提出的 6 个研究领域，即消费者、产消合一者和公民能源社区（Citizen Energy Community）；系统经济性；数字化；系统设计和规划；灵活性技术和系统灵活性；系统运行，确定了 24 个研发示范主题。

一、消费者、产消合一者和公民能源社区

主题 1：能源基础设施的社会接纳和环境可持续性。将投入 360 万欧元用于研发，投入 1140 万欧元用于示范，主要任务包括：开发利益相关方参与的有效方法和工具，以提高公众对新建输电线路、变电站、储能设施、发电站、天然气基础设施的接受度；提高消费者对新型电力/能源系统的理解和认识，尤其是作为消费者/产消合一者积极参与电网运营，研究公民参与能源社区的社会和经济影响，包括提高系统灵活性和可持续性；减少或消除能源基础设施对环境的影响，如水电站（水力

[12] ETIP SNET R&I Implementation Plan 2021 – 2024. https://www.etip-snet.eu/wp-content/uploads/2020/05/Implementation-Plan-2021-2024_WEB_Single-Page.pdf
[13] ETIP SNET R&I Roadmap 2020-2030. https://www.etip-snet.eu/wp-content/uploads/2020/02/ETIP-SNET-RI-Roadmap-2020-2030_WEB.pdf

调峰、沉积物管理、鱼类迁徙和保护、水质保护）、变压器和输电线路噪声、更美观输电线路塔架设计等。

主题 2：调节消费者/用户行为，包括公民能源社区。将投入 2900 万欧元用于示范，主要任务包括：开发用于消费者和产消合一者调整能源行为的方法和工具，包括在线测量用电量和发电量、动态分时电价和全环境效益（包括舒适性和安全性等）的行为研究；开发方法和工具以支持提升行业能源消费适应性的活动。

主题 3：消费者和产消合一者设备控制。将投入 3300 万欧元用于示范，主要任务包括：智能手机等低成本技术实现对产消合一者电力消费/生产的直接无线控制；通过用于智能家电的家用信息通信技术（ICT）实现对消费者需求的直接控制。

二、系统经济性

主题 1：商业模式。将投入 2200 万欧元用于研发，主要任务包括：产消合一者提供辅助服务的商业模式；零售商和聚合商、能源服务公司和能源社区的商业模式；能源数据分析服务供应商的商业模式；电动交通网络储能商业模式；利用天然气/生物质热电联产在低剩余负荷时供热、高剩余负荷或储热时发电的商业模式。

主题 2：市场设计与治理，包括零售、批发、跨境、辅助服务、灵活性等市场。将投入 4560 万欧元用于研发，投入 1840 万欧元用于示范，主要任务包括：泛欧市场设计，促进大规模波动性可再生能源、储能、需求响应、电动汽车等集成；跨境输电系统运营商市场设计（涉及多个配电系统运营商、聚合商和运行区域），跨境辅助服务市场设计（包括储备联合采购，储备共享，针对频率响应、惯性响应、无功功率、电压控制和潮流控制的快速爬坡服务）；集中式储能和虚拟电厂提供辅助服务的市场规则和协调机制，包括可再生能源、灵活热力发电（小型和微

型热电联产）、热泵、电动汽车等；协调通信、智能电表和平台并考虑物理电网约束，进行输配电系统运营商辅助服务的市场设计和成本效益分析；本地能源市场设计，开发本地能源社区的零售（点对点）市场，具有电力平衡和低压/中压电网控制能力；大规模需求响应市场设计，通过智能电表等技术获得需求负荷价格敏感特性的市场模型；针对储能设备所有者和运营商（包括电动汽车）的市场设计，以及储热市场设计；在低剩余负荷或负荷不足情况下，通过天然气网提供系统服务（平衡）的市场规则；水循环管理运营商系统服务（平衡）市场设计。

三、数字化

主题 1：协议、标准化和互操作性。将投入 6100 万欧元用于研发，主要任务包括：数据交换协议/接口，开发基于随机模型的不同时间尺度市场运行处理协议，以及加密和认证市场订单的通用标准化模型；开发设备和电网间以及设备和远程管理平台间的标准化通信协议和 ICT 基础设施；开发智能变电站通信接口；开发支持输/配电系统运营商信息交换的通用设备接口和协议。

主题 2：数据通信。将投入 2370 万欧元用于研发，投入 1130 万欧元用于示范，主要任务包括：支持需求聚合与控制的通信基础设施，通过机器到机器（M2M）或人工智能到人工智能为能源网络服务提供电信解决方案，包括用于设备、多址边缘计算或云级决策的人工智能算法；用于监测和控制分布式发电的 ICT 基础设施，包括标准和协议；智能电表数据通信基础设施，可进行近实时监测，包括用于时间同步和时间戳的非全球导航卫星系统，考虑端到端通信的延迟、数据包丢失和抖动；优化 ICT 基础设施安装，包括成本、准确性、冗余性等，以用于针对性风险维护的数据采集和处理。

主题 3：数据和信息管理。将投入 6600 万欧元用于研发，主要任务包括：不同来源数据的大数据管理，包括：智能仪表、智能传感器、社交媒体、管理工具、市场平台、数据分析支持的数据驱动工具、人工智能和数字孪生；调查物联网技术在输/配电系统运营商规划、资产管理、运营和市场活动中的使用情况。

主题 4：网络安全与隐私。将投入 2400 万欧元用于研发，主要任务包括：电网基础设施网络安全保护的方法和工具，可避免通过物理安装（如主变电站和辅助变电站、中压和低压线路、输/配电系统运营商的网络安全策略）注入虚假数据；分布式能源管理的数据保护，包括分散式存储；研究并行使用传统数据采集与监视控制系统作为远程监控手段的风险和漏洞；研究使用公共 ICT 和无线基础设施实现智能电网的风险和漏洞，如与智能电表等相连。

主题 5：端到端架构。将投入 3530 万欧元用于研发，投入 1970 万欧元用于示范，主要任务包括：输配电网数字化，创建互操作电网和通信网络的数字化模型；增强架构设计，在不同电压水平、不同时间段进行数据交换，具有增强的输/配电系统运营商通信接口；在新的软硬件架构方案上应用基于 ICT 的先进方法（物联网、边缘计算、云计算、网络安全、区块链等）进行数据存储和计算。

四、系统设计和规划

主题 1：综合能源系统架构。将投入 3450 万欧元用于研发，投入 3750 万欧元用于示范，主要任务包括：开发包括所有主要能源载体的能源系统模型，涵盖产消合一者、公民能源社区、电动交通、输配电网（低、中、高压）、国家/区域电力和天然气交换的整个能源链；协调高压（超高压）和中压配电系统，开发包括储能基础设施以及天然气和供热基础设施的输电系统；开发公民能源社区，具有用于本地多能流运

行的能源管理系统，包括储电、电力转换为其他能源载体（P2X）的发电和存储，以及其他能源载体转换为电力（X2P），包括基于氢能和燃料电池的热电联产；多载体复合储能系统研究，包括与单独储能设备的经济效益比较、通过电制热平衡供需和储能、热力和电力之间的动态交互、建筑应用、考虑热负荷惯性的耦合能源系统动力学；在电力系统不同电压水平下，优化协调电力存储的位置和规模，用于快速和慢速功率响应，以及未来储能设施辅助补充服务；优化协调抽水蓄能、天然气、热化学和化学储能的分布及规模，以满足季节性需求；利用所有能源载体系统的灵活性，用于实时电压和频率控制（包括交流、交流/直流混合和直流微电网、本地存储、智能变压器）的分布式模块化控制结构微元网；交直流综合配电网，包括大规模供暖、家用和商用热泵、电动汽车充电站等，通过交流配电系统、智能变压器、中/低压直流、交直流混合电网、直流微电网及本地储能等提供灵活性；开发基于不同优化准则的高压直流电网设计优化算法，以及在同一塔架或平行线路上使用现有基础设施的直流和交流线路的并行布线。

主题 2：长期规划（系统开发）。将投入 2320 万欧元用于研发，投入 2480 万欧元用于示范，主要任务包括：综合能源系统规划，包括热、冷、气、电网络，并扩展至城市废水、饮用水和公共交通网络；进行欧盟层面的低成本可再生能源投资规划，并考虑替代市场设计影响和基础设施发展要求以及所有灵活性手段；电力系统灵活性规划，包括电网设计，应对自然灾害和人为攻击的储能和需求灵活性，基于随机方法的灵活运行规划；开发分布式能源以处理规划中的网络约束，进行高、中、低压电网加固和低、中压电网扩建规划，并使用智能仪表、各级监控系统、故障检测等的数据；考虑分布式能源随机性的概率规划，包括可再生能源、需求响应、储能、供暖/制冷以及移动需求的不确定性；

配电系统规划和资产管理，以适应电动汽车与快充、超快充和感应充电的大规模集成；低、中压直流工业和住宅电网规划，降低辅助系统成本并提升家庭供电安全。

主题 3：资产管理与维护。将投入 1790 万欧元用于研发，投入 1110 万欧元用于示范，主要任务包括：开发老化和故障模型用于低/中压电网维护规划，考虑极端事件、电力系统部件的不同时间阶段、ICT 基础设施和智能电表；开发输电系统部件状况健康状态评估模型，如与部件磨损、变压器油池油位、开关柜六氟化硫液位和故障概率有关的健康状况，研究影响高压输电系统元件寿命的参数；基于模型的组件故障检测和状态监测，开发适用于高压系统有害环境作业的机器人、现场维护无人机，改善由于环境（树木生长、风力）和运营影响资产寿命的高压系统部件维护；通过数字通信和监控设备进行远程低/中压维护操作；高、中压资产管理，考虑对自然灾害、恐怖主义、网络攻击等罕见、严重事件的恢复能力；培训维修操作员适应数字环境（即人机界面）和新机器人解决方案，优化用于收集和处理数据的 ICT 基础设施的维护成本；优化储能系统寿命和失效模式，包括随机循环曲线、资本支出、运营成本、效率；优化水电和抽水蓄能机组维护的智能传感器及在线监测与诊断系统；利用快速循环能力和燃料灵活性提高火电机组寿命。

主题 4：系统稳定性分析。将投入 1060 万欧元用于研发，投入 2740 万欧元用于示范，主要任务包括：通过分布式发电、储能和需求灵活性以及配电网连接的微电网和纳米电网支持电网稳定，以稳定和控制大容量输电网；开发电力电子变换器提供合成惯性控制以及附加振荡阻尼控制等概念；孤岛模式下交直流混合微电网的稳定性与控制；开发基于换流器的稳定性模型和工具；高比例波动性可再生能源输电系统转子角、电压和频率稳定性模型和技术；开发和验证不同环境下多种技术和能源

载体组成的综合网络和系统组件的等效模型，保证能源系统的稳定性；大规模区域间振荡的分析方法和工具，研究具有多控制系统电网的动态稳定性。

五、灵活性技术和系统灵活性

主题 1：需求灵活性。将投入 950 万欧元用于研发，投入 1850 万欧元用于示范，主要任务包括：优化输配电系统运营商对需求侧响应的利用；与电信运营商紧密合作进行直接负荷控制；将主动需求管理纳入输电系统运营商的规划和运营中，以满足最终用户和聚合商的需求，并推迟电网投资；综合能源密集型产业（如钢铁生产）和大容量储能的需求灵活性模型。

主题 2：发电灵活性。将投入 3970 万欧元用于研发，投入 1330 万欧元用于示范，主要任务包括：开发用于风力涡轮机和太阳能光伏最大功率点追踪的有效控件，以考虑灵活性和储备共享；增加水力发电和抽水蓄能电站运行灵活性，减少突然断电对寿命和安全的负面影响；提高火电灵活性，在不影响废热回收情况下提高效率并降低温室气体排放；使用碳中性燃料（氢、生物燃料）提高火电燃料灵活性；开发和测试集成灵活中小型火电、供热和制冷、储能的解决方案，并进行影响研究和示范；开发各种规模的高效集成热电联产机组，并以氢、生物燃料为动力，将供热和发电分开使用；建立基于水力发电数据的水电系统模型，开发基于最新气候模拟的水库和河流来水量数据集。

主题 3：储能灵活性及能量转换灵活性。将投入 4000 万欧元用于研发，主要任务包括：电网（包括微电网）运行的储能灵活性；集成储能系统与常规发电机（例如热电联产、水电和火电），以提高灵活性并改善运行；利用储能灵活性为家庭/建筑物/工业级集中供热（和制冷）系统提供平衡服务；电力转化为天然气的大规模应用；由可再生能源发

电、部门融合和储能组成的独立建筑、居住区以及中小型企业和工业电力系统，涉及电力与氢气、燃料、天然气、热量、化学品之间的转换。

主题 4：网络灵活性。将投入 2400 万欧元用于研发，主要任务包括：通过灵活的交流输电系统、移相变压器和高压直流输电、智能变压器、柔性软开关点、灵活的交流配电系统和故障限流器，提高输配电网灵活性；配电网重构的灵活性；标准化高压直流多终端网络，协调不同地区之间的电力流，并连接海上和陆上风电厂；用于输配电网容量计算的动态线路容量解决方案。

主题 5：交通灵活性。将投入 1800 万欧元用于研发，主要任务包括：开发集中和分布式算法以有效管理电动汽车充电；交通运输供电网的能源管理，通过公共连接点变电站的储能设施向配电系统运营商提供辅助服务；交通电气化提供灵活性服务，尤其是在配电网运营中应用电网到车辆（G2V）和车辆到电网（V2G）技术，提供负荷平抑、系统平衡和电压支持等服务。

六、系统运行

主题 1：状态评估和监控。将投 1920 万欧元用于研发，投入 680 万欧元用于示范，主要任务包括：智能监控设备进行输电系统的稳态和动态状态评估；智能电表用户数据增强低中压配电系统的可观察性和状态评估；通过算法和工具提升可再生能源资源的实时可观察性，并改进预测用于运行规划。

主题 2：短期控制。将投入 600 万欧元用于研发，投入 1400 万欧元用于示范，主要任务包括：优化负荷频率控制，考虑电信基础设施、延迟和可靠性要求；研究可再生能源对电网初级电压和频率控制的作用，重点针对孤岛等系统；通过分布式能源、本地储能和负荷以及虚拟电厂，以极低或无惯性控制配电网（互连或孤岛）的初级电压和频率控制。

主题 3：中长期控制。将投入 810 万欧元用于研发，投入 2890 万欧元用于示范，主要任务包括：先进的可再生能源预测，考虑天气预测、历史数据和在线测量等；基于天气、降水模型和实时传感器的水电预测；通过发电量和负荷短期预测，并利用用户行为和灵活负荷免受电网的位置约束；优化高度不确定条件下的发电机组调度、储备分配和最优潮流；优化配电网配置，包括增强配电监控能力、自动中低压系统拓扑识别以及日前预测；控制技术在二次变电站中的大量使用。

主题 4：预防性控制/恢复。将投入 2260 万欧元用于研发，投入 3140 万欧元用于示范，主要任务包括：通过以电力电子为接口的分布式能源的高渗透率，保护具有低故障电流的配电网络；直流电网保护，继电器和断路器保护，兼顾互操作性和标准化的多供应商解决方案；配电网运营措施，如拓扑优化和分布式能源运营规划，以提高抵御自然灾害、恐怖主义和网络攻击的能力；通过分布式能源和储能实现自下而上的恢复，包括通过微电网和微元网的计划性孤岛技术；电力系统自动恢复的配电层故障自动清除自愈技术；考虑无功功率和电压控制的高效减负荷技术和工具；配电网中多能源载体的安全支持；基于联络线和/或黑启动装置协调的泛欧或多区域系统恢复。

主题 5：控制中心技术。将投入 3290 万欧元用于研发，投入 3110 万欧元用于示范，主要任务包括：输电系统的广域监控架构，高性能和高速通信基础架构，结合传感技术、自动化和控制方法；输电系统运营商能源管理平台以及相关监控系统，能够与本地市场互动，并具有故障管理自愈功能等；配电系统运营商能源管理平台，使用户能够主动参与能源市场和电网运行优化，与其他参与者（零售商、聚合商、输电系统运营商）进行互操作，以实现电网状态和数据以及智能电表数据处理；分布式网络控制的控制中心体系结构；防孤岛保护，计划性孤岛的控制；

为适应新的网络能源管理平台（包括多能源载体系统），通过数字化模型为配输电系统运营商开发先进培训模拟器；能源管理系统控制室的先进人机接口，协助运营商的预防和纠正决策。（岳芳）

美国能源部资助 2.3 亿美元启动先进反应堆示范计划

5 月 14 日，美国能源部宣布启动“先进反应堆示范计划（ARDP）”并在 2020 财年资助 2.3 亿美元[14]，旨在依托“国家反应堆创新中心”促进美国核能企业的下一代先进核反应堆技术研发和示范工作，加速技术商业应用进程，维持和强化美国在该领域的全球领先地位。本次资助计划确定了三大主题技术，将建造两座可在未来 5～7 年内投入运行的先进反应堆，并开展新概念反应堆研发。

1、先进反应堆示范。确保开展的先进反应堆原型示范项目必须满足美国核能监管委员会（NRC）的设计、选址、许可等标准，并确保新型反应堆能够在签署合作协议之日起的未来 5～7 年完成 NRC 的认证、许可审查和监管活动，制定完善的运营程序和完整的操作员培训、完成反应堆建造和示范工作，以确保先进的反应堆能按计划实现最终商业运营。

2、未来示范工作的风险管控。解决新型先进反应堆商用面临的风险挑战，将着重关注先进反应堆的技术、运营和监管风险，开展研究活动包括：建立反应堆设计开发、许可和商业化时间表；开发热液环境模拟试验装置，并进行试验；开展仿真和模拟研究，以解决运营安全问题；开发新的核电站安全控制系统；制定和提交设计认证申请、施工许可证申请；反应堆主要零部件或系统原型制造、设计和运行试验；反应堆原型示范；制定核电站布局示意图；建造全球首个基于同类别技术核电站；制订核电站的运营及维修计划；完成核电站成本估算。

[14] U.S. Department of Energy Launches $230 Million Advanced Reactor Demonstration Program. https://www.energy.gov/ne/articles/us-department-energy-launches-230-million-advanced-reactor-demonstration-program.

3、新概念先进反应堆。支持目前处于低技术成熟度、但有望在 2035 年左右实现商用的各类先进概念反应堆技术研究开发，推动先进反应堆技术创新和多样化发展。将开展的研究活动包括：先进反应堆概念设计；开展建模和仿真研究；选择和评估测试潜在的反应堆材料和燃料形式；工程规模的实验设计和执行；制定早期许可流程，应对新概念反应堆的许可、申请和监管问题。（郭楷模）

英国资助气候恢复力项目以增强风险评估与适应管理能力

5 月 18 日，英国国家科研与创新署（UKRI）宣布资助 350 万英镑用于 3 个战略重点基金（SPF）英国气候恢复力项目，以增强气候风险评估能力和气候适应管理能力[15]。

（1）开放气候影响模拟框架项目（OpenCLIM），旨在开发一个开放、创新和灵活的气候影响与适应综合评估平台，为英国制定下一次《气候变化风险评估》报告和《国家适应计划》提供支持。该平台将考虑洪水、热胁迫以及温度和降水变化的影响，评估全国范围内生物多样性、农业、基础设施、城市地区的气候影响与适应。项目将在格拉斯哥和克莱德两个地区进行详细的案例研究，并对诺福克山脉的农村地区进行分析。该项目的资助金额为 180 万英镑，由东英吉利大学主持，参与机构包括布里斯托大学、纽卡斯尔大学、英国生态水文中心、英国科学与技术设施理事会（STFC）的实验室。

（2）医疗环境的气候适应管理项目（ClimaCare），旨在收集医疗场所中的温度和湿度数据，以量化全国医疗环境中与气候相关的热风险，并加深对人类行为、组织和管理能力的了解，使英国的医疗环境能够适应气候变化背景下日益加剧的热胁迫。该项目将建立英国首个医疗服务

[15] UKRI Projects Worth £3.5m Announced for SPF UK Climate Resilience Programme. https://www.ukclimateresilience.org/news-events/ukri-projects-worth-3-5m-announced-for-spf-uk-climate-resilience-programme/

的建筑模型，预测在未来多种气候变化情景下医疗环境中的热风险。项目的资助金额为 75 万英镑，由伦敦大学学院主持，参与机构包括英国医疗质量委员会（Care Quality Commission），英国住房、社区和地方政府事务部（MHCLG），特许建造服务工程师学会（CIBSE），大伦敦市政府（GLA）和英国气象局（Met Office）等。

（3）合作开展基础设施管理项目（MAGIC），通过在赫尔河（Hull）周围的洪灾脆弱地区进行案例研究，示范和评估当地社区减少洪灾风险的方法，改善城市居民的健康和福祉。该项目将启用赫尔河作为“第三水库”，即将包括来自家庭雨水收集箱、雨水花园与沼泽的水添加到现有的供水系统（第一水库）和蓄洪泻湖（第二水库）中。项目的资助金额为 75 万英镑，由谢菲尔德大学主持，参与机构包括赫尔大学和玛丽皇后大学。（刘燕飞）

美国能源部资助储能技术研发

5 月 11 日，美国能源部（DOE）化石能源办公室宣布投资 600 万美元，用于研究开发化石能源发电储能技术[16]。该项资助旨在研发各种技术方法，将化石资产与热能、化学和潜在的能量存储与应用相集成。

项目资助目标包括 3 个方面：推进短期的、系统集成的能源存储解决方案，以实现化石能源的商业部署；研发成熟的、有发展前景的中级技术成熟度（TRL）、组件级能源存储解决方案，最终实现与化石资产的系统集成；开发低级 TRL 的创新概念和技术，为化石资产带来改变规则的收益。选定的项目将支持化石能源办公室的先进能源储存计划，该计划的重点是进行研究和开发，以推进能源储存技术，并将其与化石资产相结合，以减少广泛部署的障碍。国家能源技术实验室（NETL）

[16] U.S. Department of Energy to Provide $6M for Research to Develop Energy Storage Technologies. https://www.energy.gov/fe/articles/us-department-energy-provide-6m-research-develop-energy-storage-technologies

负责管理此轮资助，主要关注以下 3 个方向。

1、工程规模原型的设计研究。支持可行性研究和前端工程设计的发展，为后续特定地点的项目奠定基础，将相对成熟的储能技术与化石燃料资产相结合。

2、组件级的研究和开发。提高储能技术的技术准备水平，提供相对短期的部署前景，但需要在组件级别进行额外的工作以降低风险。

3、创新的概念和技术。支持处于相对早期发展阶段的储能技术的研究，包括支持通过建模验证论文研究，共享现有/合作伙伴提供的数据集以及开展小型实验。（刘文浩）

空间与海洋

美国 NASA 公布创新先进概念计划 2020 年资助项目名单

4 月 8 日，美国国家航空航天局（NASA）公布“创新先进概念”（NIAC）计划 2020 年资助的项目名单[17]，其中 16 个项目获得第一阶段资助，6 个项目获得第二阶段资助，1 个项目获得第三阶段资助，具体情况详见表 1。

“创新先进概念”计划成立于 1998 年，旨在从 NASA 之外征求建立在合理科学原理基础之上、在 10～40 年的时间框架内有望实现、能延伸想象力的前瞻性理念，进而丰富 NASA 未来计划的可选方案，推动 NASA 探索和创新工作。计划第一阶段项目资助金额约 12.5 万美元，将在 9 个月内探索潜在突破性概念的基本可行性和特性。通过评审进入为期两年、金额为 50 万美元第二阶段项目资助，以进一步发展第一阶段概念研究中最成功的项目，并分析它们在新任务中或在工业界的潜在

[17] NIAC 2020 Phase I, Phase II and Phase III Selections. https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/niac/2020_Phase_I_Phase_II/

应用前景。目前，计划资助的企业、机构遍及全美国，涉及领域包括空间飞行、材料、制造、机器人、仪器和信息技术等。

表 1　NASA NIAC 计划 2020 年资助项目

第一阶段项目

主题	机构	研究内容
月背环形山射电望远镜	NASA 喷气推进实验室（JPL）	在月背直径 3～5 千米的环形山内利用机器人布置直径 1 千米的金属球形反射镜，在 6～30 兆赫兹波段观测早期宇宙
StarNAV：利用星光相对论微扰实现航天器自主导航	伦斯勒理工大学	通过测量恒星像差引起的星间角变化计算航天器速度，用于航天器自主导航
用于突破性空间探索的极端超材料太阳帆	加州大学洛杉矶分校	开发适用于低成本和高速任务的太阳帆，可在与低质量航天器耦合时可获得大于 60 天文单位/年的加速度
为载人火星任务提供燃料	佐治亚理工学院研究公司	基于大气原位资源利用技术开发可在火星上使用的可再生、储存稳定的液体火箭推进剂
渐进式自组装空间系统的扁平制造	奥本大学	研究将天线阵列整合到形状记忆聚合物总线上的可行性，使总线在太阳辐射下自我折叠，最终形成千米级天线阵列
重力爆破者：用于太阳系小天体内部测绘的跳跃式探测器	NASA 喷气推进实验室	开发可部署在小天体表面、发生周期性爆炸的小型、极简爆震器，母航天器通过跟踪大量爆震器可精确获得小天体内部质量的分布情况
脉冲等离子体火箭	Howe 工业有限公司	开发一种更小、更经济的脉冲等离子体火箭，可产生 10 万千克/平方米推力，比冲高达 5000 秒
高辐照度珀耳帖钨外反射镜	Howe 工业有限公司	开发可在高辐照度下运行的珀耳帖钨外反射器防护罩，通过反射和热管理保护水星探测器
基于反物质的星际航天器减速	Hbar 技术有限公司	未提出具体技术细节，仅概述了任务构架：具有强大推进力的十千克级航天器将执行同样强大且迅速的科学任务
用于“阿尔忒弥斯”登月任务的即时着陆垫	Masten 空间系统公司	通过在着陆器下降到月面前在其下方创建一个着陆垫以减轻着陆羽流对航天器的影响，最终改变在天体表面着陆的方法
与星际天体交会的动态轨道	麻省理工学院	开发一种卫星，可以利用太阳帆不断修正其轨道，一旦确定需要与之交会的星际天体，可以

弹弓		快速释放立方体卫星对星际天体开展观测
超低能耗月球水提取技术	中佛罗里达大学	开发超低能耗的从月表固态物质中分离冰的技术
先进航空捕获系统，以实现更快更大的行星科学和载人探索任务	NASA 兰利研究中心（LRC）	通过在航天器头部安装磁铁增加弓形激波的隔离距离，从而大幅减少驻点热流并大大降低任务的热防护系统要求，助力冰月、气态巨行星等探索任务
用于金星低空和表面探测的热交换驱动飞机	行星科学研究所	开发固定翼飞机平台，利用金星大气的热量提供推力，可以在靠近金星表面的多个地点上空飞行
海洋世界的磁感应通信	NASA 格林研究中心（GRC）	开发基于超高灵敏度超导量子干涉仪接收器和准静态磁场发射器的磁感应通信系统，可用于海洋世界的探索任务
宇宙药房	NASA 艾姆斯研究中心（ARC）	在空间中通过预先编程的细胞定制药物，起始阶段将用于生产非糖基化生物制剂

第二阶段项目

主题	机构	研究内容
开发用于航天员的创新卸载技术实现更高效探索	马里兰大学帕克分校	开发机器人自主系统，使之能够像航天员一样穿越相同的地形，通过脐带缆为航天员提供必要的生命保障
用于极端环境探测和移动的轻型多功能行星探测器	纽约州立大学	开发新概念轻型漫游器，解决金星极端环境下的进入、下降、着陆和移动问题
用于深空探测的超轻型核电推进探测器	Howe 工业有限公司	开发使用新型轻质反应堆减速剂和先进热电发电机的航天器，从而大幅降低重量和功率需求，实现小型、廉价的核电推进探测器
土卫二喷口探测器	NASA 喷气推进实验室	开发由地面模块和下降模块组成的土卫二喷口探测器，收集可能含有完整生物（如细胞）的海水样本
月球极地采矿前哨站	宇宙航行公司	基于轻型反射器提供的永久光照开采月表的冰；采用射频、微波和红外辐射相结合的方式，从月表提取大量挥发性物质
太阳系引力观测与暗能量探测器	NASA 喷气推进实验室	通过长基线原子干涉仪引力梯度仪星座，测量太阳系中引力场梯度张量，探测暗能量方向

第三阶段项目

主题	机构	研究内容
基于太阳引力透镜任务的系外行星直接多像素成像和光谱分析	NASA 喷气推进实验室	携带一台米级望远镜和一台太阳日冕仪前往太阳引力透镜强干扰区，实现对类地系外行星的直接高分辨率成像和光谱学观测

（王海名）

印度发布可持续载人航天和空间探索技术开发机会公告

4 月 17 日，印度空间研究组织（ISRO）发布印度持续载人航天和空间探索计划的技术开发机会公告，面向国立科研机构公开征集提案，旨在开发经济可负担的本土尖端技术，保障在近地轨道及以远的载人空间生存能力[18]。

提案提交截止日期为 7 月 15 日，ISRO 将成立遴选委员会，从科学价值、关联性、技术内容和可行性等方面对提案进行审查。

机会公告暂定 18 个技术开发方向，包括：辐射危害表征与缓解技术、航天食品及相关技术、充气式居住舱技术、人机界面、热保护系统、环境控制与生命保障系统、绿色推进、先进材料、碎片管理与缓解、能源利用与储存、空间原位 3D 打印技术、流体技术与管理、空间生物工程、生物航天学（Bio-Astronautics）、重力模拟技术、执行长期任务的心理学、航天医学与诊断以及其他载人航天计划相关技术。（范唯唯）

加拿大航天局授出月球探索加速器计划合同

加拿大航天局（CSA）网站 2 月 25 日报道，加拿大航天局“空间技术发展计划”（STDP）向 7 家机构授出“月球探索加速器计划”（LEAP）合同，总金额约 436 万美元，用于开展月球自主科学载荷概

[18] Announcement of Opportunity (AO) - Development of Technologies for sustained Indian Human Space Programand Space Exploration . https://www.isro.gov.in/update/17-apr-2020/announcement-of-opportunity-ao-development-of-technologies-sustained-indian-human

念研究和技术开发[19]。“月球探索加速器计划”旨在为在月球轨道、月表及更大范畴内的科学技术活动提供广泛机会，促进人工智能、机器人技术、科学和健康等加拿大优势领域的创新，帮助加拿大航天界与公司、高校和研究机构等开展合作，在月球长期探索中发挥潜在作用。

表 1　加拿大航天局授出的“月球探索加速器计划”合同信息

研究机构	金额/万美元	项目名称	研究内容
加拿大航空航天公司	59.9	小型漫游器概念研究和纳米漫游器样机	开发两种可在月球南极附近降落的小型漫游器，旨在表征极区挥发物和开展月表地质调查
	50	小型漫游器概念研究和微型漫游器样机	
任务控制航天服务公司	57.4	自主土壤评估系统：利用机器人探测岩石、异常现象和地形	为拓展自主土壤评估系统而开发，旨在发展成完全基于自主和人工智能的科学工具，可作为漫游器的有效载荷，根据预设地质类别将月球地形分类，并检测新的地质特征，以便未来自动识别、排序和选择探测目标
ABB 公司	69.3	自主月球探测红外光谱仪	项目包括概念研究和样机研发，在较远距离绘制月表矿物分布图，与以往任务相比具有更宽的光谱范围和更高的空间分辨率，支持“门户”（Gateway）计划，评估月球原位资源
麦哲伦航空	60.7	自主月球撞击器	月球撞击器概念研究，以低成本方式探测月球风化层和开展原位资源利用研究
Bubble 技术工业公司	69.8	自主月球氢元素中子谱仪	开发安装在微型漫游器上的自主月球氢元素中子谱仪，旨在自动搜索月表附近的氢元素（水和冰）
韦仕敦大学	69	表征月球表面的集成视觉系统概念研究	开发月球车用集成视觉系统，包括一个多波长激光雷达和多光谱成像仪，旨在收集月球车或着陆平台周围 360°环境数据，表征月表环境，并支持采样返回

（范唯唯）

19 Contracts awarded: Concept studies and technology development for lunar autonomous science payloads. https://www.asc-csa.gc.ca/eng/funding-programs/programs/stdp/contracts-awarded-concept-studies-lunar-payloads.asp

欧洲海洋局发布《海洋科学中的大数据》报告

4 月 5 日，欧洲海洋局（EMB）发布《海洋科学中的大数据》报告，概述了大数据支持海洋科学的最新进展、挑战和机遇[20]。该报告制定了增加数字化和在海洋科学中应用大数据的发展目标，提出为气候科学和海洋生物地球化学、海洋保护绘制生境图、海洋生物观测和水产养殖部门的病虫害控制等面临的挑战与对策建议。

一、气候与海洋生物地球化学面临的挑战及建议

了解海洋中的物理、生物地球化学和生物过程将如何应对和影响未来的气候变化，是当前社会面临的最紧迫的重大挑战之一。大数据对于理解海洋生物地球化学在气候中的作用是非常重要的。目前相关数据分析模型正变得越来越复杂，应对海洋模型输出的多样性和复杂性是大数据研究的一项关键挑战。另一个挑战是数据采集。数据采集受到区域限制，未经允许，船上的科学家在进入国家专属经济区时必须关掉他们的仪器。国际层面正努力将海洋生物地球化学观测结果纳入区域和全球数据产品，并纳入国际气候谈判进程。然而，一个关键的瓶颈是由于数据格式不同、数据准确性以及科学家对数据共享背后的伦理原因缺乏了解，导致许多海洋气候观测尚未进入数据储存库并能够广泛获得。许多机构已经制定了数据采集、管理和存储的最佳做法，但这些做法尚未把数据全部集中管理起来。

为了更好地理解大数据在气候变化与海洋生物地球化学中的价值，报告建议：采用基于公平原则的全球运行数据标准；采用最佳做法协调和集中海洋观测；鼓励数据发起者和资助机构使用现有海洋数据基础设施，使所有海洋气候观测易于获取和互操作；加强海洋数据管理基础结

[20] Big Data in Marine Science. https://www.marineboard.eu/sites/marineboard.eu/files/public/publication/EMB_FSB6_BigData_Web_0.pdf

构和电子基础结构之间的合作，以提供可视化和综合分析各种数据的无缝工具；采用新的分析工作流程，如“零下载”范式，科学家使用云计算处理和分析他们的数据；为继续提供准确的原位生物地球化学观测，并将其纳入气候研究和国际气候谈判提供长期资金；实施一项高水平的地表海洋二氧化碳测量协议，增加时空分辨率，以及在国家专属经济区的测量；在海洋科学家和工业界之间建立正式的伙伴关系，例如在政府支持下使用仪器和传感器，为高质量数据采集做出商业船只长期使用承诺；加强跨学科合作，例如海洋生态学家、生物地球化学和物理海洋学家、气候科学家、统计学家、社会经济学家、数据管理者和计算机科学家之间的合作。

二、海洋保护生境制图的挑战及建议

随着海洋观测站的发展和数据呈指数增长，大数据已成为海洋保护和人类活动管理不可缺少的信息。气候变化、不可持续的捕鱼、航运和污染的负面影响正在迅速增加，迫切需要保护沿海和近岸环境以及近海和深海地区的海洋生态系统，建议在广阔的深海空间范围内建立海洋保护区（MPA）的生态连贯网络。在绘制高分辨率的栖息地地图时，大数据将发挥重要的作用，这些地图可以将测深数据与其他多学科、大规模的栖息地数据结合起来。合并和集中大量的多样性数据是一个关键的挑战。机器学习有可能用真正自主的传感器取代一些海洋学设备，这些传感器能实时提取信息，但也会对人工因素导致的对水深和其他特征误判。

为增加使用大数据绘制局地尺度的海洋保护生境地图，报告建议：使用公平原则管理数据生命周期；基于研究对象的数据集成与分析；越来越多地采用机器学习进行数据处理、分析和建模，以减少人为干预；在每个潜在 MPA 站点设计网络和更大规模地集成数据采集和分析；继续开发新技术，包括卫星和宽带网络连接，以提高数据传输效率和实时

或接近实时的数据传输；确保数据的完整性和准确性，并指导人们使用机器学习来最小化风险。

三、海洋生物观测的挑战及建议

实现广泛、协调和标准化的全球生物观测网络是未来10年海洋研究的一个关键目标，它将使与基本生物多样性变量和基本海洋变量相关的科学可行的数据产品成为可能，为海洋战略框架实施和其他海洋生物多样性管理立法提供关键数据。海洋生物学研究向大数据驱动学科的转变，需要建立真正的大数据集。处理复杂数据对海洋生物学家来说是一个突出的挑战。将大数据方法应用于生物数据具有许多优点，例如易于按比例放大采集仪器产生的数据，可减少数据采集和分析中的人为偏差。但也存在相当大的挑战，例如缺乏标准化的数据管理和存档实践，缺乏对数据机器学习算法及其结果分类的专业知识。

为将海洋生物研究转变为大数据驱动的学科，并改进海洋生物观测，报告建议：以标准化方式存储和保存生物数据；在现有生物研究基础设施和科学网络的基础上，建立可持续、全球连接的长期生物观测站网络；促进开放科学，建立研究人员之间信任的国际方案新倡议，并支持欧洲数据倡议，例如，地球观测生物多样性观测网络和基因组标准联盟的海洋生物多样性观测网络；提高现有海洋数据基础设施的技术和语义互操作性；加强海洋科学研究与欧洲开放科学的合作，通过探索更多的大数据应用案例，实现更大规模、跨学科的分析和社会相关的数据产品；仔细检查新生物数据源的准确性，包括图像、水声学和基因序列，并培训分类学专家，以确保高质量的数据注入到大数据应用中。

四、海洋与海洋提供食物的挑战及建议

渔业和水产养殖是快速增长的部门，需要进行可持续管理，以尽量减少环境影响，并实现零饥饿和水下生活的可持续发展目标。在水产养

殖和野生捕获渔业的一系列应用中，大数据方法已显现出在可持续海产品生产的潜力。要在水产养殖中实现更大的数据应用，需要克服商业竞争者之间共享关键业务数据与提高预测模型的数据质量的关键问题。

针对海虱子暴发的预测和管理，报告建议：开发智能传感器，例如基于照相机的海虱计数器、自动鱼类监测系统和改进的自动环境监测系统，以提高生物和环境数据的时间分辨率，从而改进预测算法；改善传感器连通性和数据传输，以便更好地提取数据；在整个海洋数据价值链上使用基于公平原则的数据标准；让数字公司参与跨行业协作和技术交叉应用；在政府、行业、大学和数字部门之间开展有效合作，提供实时数据分析，预测海虱疫情；开发可行、可持续的商业模式，维护和扩大监控网络。

针对养殖鲑鱼逃逸自动监控，报告建议：使用基于公平的原则开发来自许多地点的自动数据采集、存储和处理设备；通过使用云计算资源获得数据并集中分析；利用深度学习算法保证获得高质量的图像；使用越来越多的结构化数据来训练算法并迭代改进分析；通过关键利益相关者的参与，将数据管理、云计算和机器学习整合到水产养殖监控和管理价值链中；制定专门的人员培训方案，支持跨学科项目，以发展和维持监测基础设施。（吴秀平）

英国南极调查局应对 COVID-19 的短期计划及优先事项

5 月 1 日，英国南极地质调查局（BAS）宣布，计划在新冠肺炎（COVID-19）带来的全球挑战期间，继续向英国和国际极地研究界提供业务支持，并提出了短期的应对计划和优先事项[21]。

英国在南极的科研以及观测站点哈雷站（Halley）和西格尼岛（Signy）

[21] Update: British Antarctic Survey response to COVID-19 and planning for next season. https://www.bas.ac.uk/media-post/update-british-antarctic-survey-response-to-covid-19-and-planning-for-next-season/

已于 4 月关闭。罗瑟拉、伯德岛和爱德华角国王研究站的冬季作业已经开始，在詹姆斯•克拉克•罗斯号和一艘租船上约有 100 名研究、支撑和施工人员于 5 月底抵达英国。COVID-19 给 BAS 的 2020/2021 年度的运行带来了诸多特殊挑战，包括：确保在部署前为新的夏季小组制定严格的健康筛查方案，以避免在夏季小组到达驻地时使越冬工作人员接触病毒；世界各地的旅行限制可能会继续保持，商业航空旅行和调查局飞机难以通过“门户”目的地过境到南极洲；如果只能通过船只进入南极洲进行研究，那么可以部署的人员数量就会受到限制；与其他国家南极计划之间的合作会变得很困难；招聘工作将在中短期内中断，可能需要一段时间才能解决；供应链的潜在中断和必需品的采购可能会影响工作站进行重要的夏季科研活动。

因此，BAS 制定了 2020/2021 南极季节计划的优先级事项。

优先事项 1：确保所有过冬人员的安全并确保南极站的连续运行；确保 BAS 拥有有效的物流和运营系统，以在 2020～2021 年南极夏季和 2021 年冬季进行补给；评估维护南极支持系统，使 BAS 世界领先的科学计划能够继续超越 COVID-19 影响的时间表。

优先事项 2：除了优先级 1 行动外，BAS 还将审查并尽可能减少对科学、建筑和未来运营的负面影响，尤其要避免对科学或运营基础架构造成不可逆转的损害。

优先事项 3：除上述内容外，BAS 还将评估计划于 2020～2021 年夏季进行的某些科学研究计划运营支持的可行性。此外，还将与英国大学和国际机构内的研究团队合作，讨论各种选择和缓解潜在延期的影响。

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

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

科技前沿快报

主　办：中国科学院发展规划局
中国科学院科技战略咨询研究院

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