

Science & Technology Frontiers

科技前沿快报

国家高端智库
中国科学院

2019年7月5日

本期要目

英国 STFC 发布《探测器和仪器：战略评估》报告

欧盟 5G-PPP 将向 7 个新项目投资 1 亿欧元

美国 NIBIB 发布《医学影像人工智能转化研究路线图》

欧盟 JRC 评估电解制氢在未来脱碳电力系统中的作用

NASA 公布“阿耳忒弥斯”载人月球探索计划战略规划

2019年

总第 061 期

第 07 期

目 录

深度关注

英国 STFC 发布《探测器和仪器：战略评估》报告	1
---------------------------------	---

信息与制造

欧盟 5G-PPP 将向 7 个新项目投资 1 亿欧元	6
美国 DOE 资助能源领域创新型制造技术研发	7
法拉第电池挑战赛资助电池材料与制造及下一代电池开发	8
美国 NETL 总结先进超超临界高温合金研发进展	9

生物与医药农业

美国 NIBIB 发布《医学影像人工智能转化研究路线图》	12
德国联邦教育和研究部资助未来数字农业研究项目	14
欧盟生物基产业联盟启动 18 个生物基研发新项目	15

能源与资源环境

欧盟 JRC 评估电解制氢在未来脱碳电力系统中的作用	17
美国 DOE 资助先进生物能源技术研发	19
美国 DOE 推进 CCUS 技术研发以加速其商业部署	20
美国 DOE 资助先进建筑节能技术研发项目	22
ARPA-E 资助 AI 和机器学习用于能源技术和系统的工程设计 ...	23
英国政府资助零排放交通创新项目	24
英国 NERC 联合资助项目促进拉美国家生物多样性的研究	27

空间与海洋

NASA 公布“阿耳忒弥斯”载人月球探索计划战略规划	28
北极多年冻土崩塌的影响及未来研究	29

深度关注

英国 STFC 发布《探测器和仪器：战略评估》报告

探测器和仪器是英国研究与创新机构（UKRI）众多研究计划的基础，对于英国科学与技术设施理事会（STFC）的粒子物理学、核物理学和天文学等方面的科学研究至关重要，同时也是重大科技基础设施的基础。为制定探测器发展战略计划¹，支持该领域的优先事项和投资重点，STFC 对探测器和仪器开展了现状和未来需求分析，并于近日发布了《探测器和仪器：战略评估》报告²。

一、探测器和仪器开发的最高优先事项

报告认为，STFC 的探测器和仪器投资优先事项应由自上而下的科技挑战需求驱动（表 1），而不应由特定探测器和仪器开发的自下而上的机会来设定。报告从人员和资助、系统工程、数据链、专用集成电路（ASIC）和现场可编程门阵列（FPGA）、互连技术、制造与测试、非硅材料、硅光电倍增管、互补金属氧化物半导体（CMOS）技术、超快探测器、量子探测器、超导探测器、时间投影室、引力波探测器等 13 个主题领域，提出探测器和仪器开发的若干建议。从是否对实现高优先级领域的重大科学成果至关重要，是否将为广泛的应用提供重要的新能力并使英国成为世界领先两个角度，确定了 5 项最高优先事项，分别是：建立灵活的探测器开发资助机制；开发用于高能和粒子物理、医学成像的抗辐射半导体器件；支持开发替代非硅材料和器件，特别是中子探测器；评估如何将量子探测器技术应用于地基的基础物理实验；评估为空间和地面实验建立量子系统探测器中心的益处。

¹ 计划于 2019 年夏季末发布

² Detectors and instrumentation: a strategic review. <https://stfc.ukri.org/files/corporate-publications/detectors-and-instrumentation-a-strategic-review/>

表 1 探测器在 STFC 各科学领域中的应用和需求

	探测器技术和性能需求	科技应用领域									
		粒子物理	粒子天体物理	核物理	中子/缪子	激光器	光源	天文学	空间科学		
传感器和探测器-类型/功能/材料	需求	太赫兹探测器					√	√	√	√	
		大面积光子探测器	√	√				√		√	
		能量分辨相机				√	√	√		√	
		高速	√		√	√	√		√	√	
		高空间分辨	√	√			√	√		√	
		低放射性		√							
		超低质量和低功率	√								
		成像				√	√				
	技术	CCD					√	√	√	√	
		闪烁探测器和多光谱闪烁体	√		√	√	√	√		√	
		微带气室	√			√					
		时间投影室	√	√							
		低温探测器		√							
		光电倍增管, 硅光电倍增管, 微通道板	√	√	√	√	√		√	√	
		CMOS 传感器	√		√	√		√	√		
		Si/SiLi	√		√						
		快速定时	√		√			√			
		多元素, Ge 和高 Z	√	√	√		√	√	√		
		碳化硅	√							√	
		金刚石材料	√			√	√				
	新兴技术	量子系统	√	√			√	√		√	
		超导探测器		√					√	√	
		替代材料和制造技术		√	√	√	√			√	
	数据获取和处理, 电子学和互连	需求	抗辐射设计	√			√	√	√		√
			波前传感					√		√	√
			模态降噪							√	
			先进互连和紧凑封装	√		√			√	√	√
技术		100 吉比特以太网链路	√		√				√		
		兆像素图像的 kHz 处理					√	√			
		高速串行链路建模和仿真	√		√			√			
		读数用于 X 射线衍射区域和荧光检测器						√			
		数据压缩和稀疏化	√			√				√	

	ASIC	√	√	√	√			√	√
	信号处理			√			√		
	高性能 ADC			√		√	√	√	√
	时间戳, 数据同步, 薄型单片有源像素传感器	√		√	√		√		

1、建立灵活的探测器开发资助机制。许多探测器开发活动都是在大型实验研究和设施开发计划中进行的,但这些科学计划的资助机制有时会限制替代技术和新技术的快速研究机遇,而这些技术有助于解决探测器问题。除了可以降低科学计划的风险之外,新的额外资助还有助于促进无法获得主要计划资助的先进技能的开发。因此,报告建议 STFC 建立一个现有机制之外的灵活的探测器开发资助机制,以便能够对可替代技术进行快速研究、对潜在的解决方案进行试验。

2、开发用于高能和粒子物理、医学成像的抗辐射半导体器件。锗探测器可用于离散读出电子设备的小型化、探测器数字处理链路的 ASIC 开发和安装,以及数字信号处理等。需要通过增强的制造、修复、表征和模拟技术等来实现,这些对于核物理、同步加速器科学、无中微子双 β 衰变和成像来说非常重要。

3、支持开发替代非硅材料和器件,特别是中子探测器,以降低风险。中子探测器对氦-3 气体 (^3He) 的有限接入是中子科学家面临的重要问题,有些仪器每台需要数千升 ^3He ,如飞行时间光谱仪。新型中子探测器如硼-10 薄膜气体探测器,已被选定用于未来欧洲散裂中子源 (ESS) 中的若干仪器,也将用于现有中子源仪器的升级。还要继续支持小型 ^3He 中子探测器的开发,因为目前没有替代技术。

4、评估如何将量子探测器技术应用到地基的基础物理实验中。虽然量子技术被证明在概念上有效,但将其缩放到物理探索所需的尺寸是一项挑战。例如,对于原子干涉仪传感器,主要挑战是证明该技术在

100 米范围内可以有效工作，并且最终在公里范围内甚至更远的网络探测器中有效。这就需要将原子干涉仪传感器从 1 米放大到 10 米、100 米，最终到千米级。

5、评估为空间和地面实验建立“量子系统探测器中心”的益处。空间有效载荷和地面实验所需的工程专业知识和能力可能发生重叠，应考虑建立单个量子系统探测器中心的益处，提高量子探测器技术的成熟度。

二、探测器和仪器开发的 27 项建议

除上述 5 项最高优先事项外，报告还给出以下 27 项评估建议。这些建议有可能支持重大科学成果的产出，并将在有限应用领域显著提高能力，或为广泛的应用领域提供新能力。

1、人员和资助。建立专门针对探测器的工程和仪器研究活动的奖学金计划，可能包括技术人员；建立一个或多个探测器研究和开发的博士培训中心；开展针对学徒培训的探测器活动；建立增强认知的探测器研发网络；研究建立与探测器研发网络紧密联系的探测器中心的可能性，与工业界建立紧密联系。

2、系统工程。大型探测器和仪器开发项目应有资金来招聘系统工程师，为项目提供建议和帮助；制定标准明确何时必须应用正式的系统工程方法，何时可以遵循应用了系统工程概念的非正式良好实践。

3、ASICs。开发 ASIC 和 FPGA 设计、方法和专门知识的中央数据库，并为新的设计机会提供研究资金，建立更强大的数字电子能力。

4、互连技术。向国家实验室和大学团体的互连活动提供资金；为互联技术发展建立良好的工业伙伴关系。

5、制造与测试。建立探测器制造和测试设施目录，加强对探测器开发相关的现有设施的了解。

6、非硅材料。鼓励早期阶段的材料研发并配备资源，特别是与工

业界的合作，以确保以合理成本获得最优质的材料；开发速度更快、具有更高的光输出和改进的 γ -中子分离的闪烁材料，用于凝聚态物质科学和安全领域；鼓励探测器开发单元与材料科学研究单元之间加强合作，并对材料供应风险进行审核。

7、硅光电倍增管。支持克服硅光电倍增管性能限制的研发活动，包括暗计数率、真空紫外（175 纳米）中氩闪烁的灵敏度，以及增加探测器面积；监控硅光电倍增管的供应情况，并确保制造商了解不断发展的科学需求。

8、CMOS 技术。支持发展 CMOS 背面减薄能力，以探测可见区域外的辐射，这要求英国设施具备处理至少 8 英寸 CMOS 晶圆的的能力；支持开发用于高能物理应用的耗尽型单片式有源像素传感器（DMAPS），并加强 X 射线探测器的功能；支持根据不同应用需求定制 CMOS 探测器。

9、超快探测器。支持提高快速探测器辐射硬度的工作，可用于未来的粒子探测器；支持快速放大器和时间数字转换器的开发。

10、量子探测器。与“国家量子技术计划”建立紧密联系；继续发展专注于量子系统的空间工程能力。

11、超导探测器。支持超导研究团队为国际合作仪器做出贡献，以在合作中发挥主导作用；考虑在未来设施中使用超导探测器技术的潜在机遇。

12、时间投影室。维护和发展伯毕（Boulby）地下实验室的一流放射检测能力；开发氦检测和控制、清洁度检测和控制的新能力。

13、引力波探测器。现有技术已满足当前引力波研究仪器对传感器元件的需求，下一代引力波探测系统对探测器的需求可能会发生变化，未来的战略评估应关注该问题，包括先进的光学和工程系统等。

（王海霞）

信息与制造

欧盟 5G-PPP 将向 7 个新项目投资 1 亿欧元

第五代移动通信公私合作计划（5G-PPP）由欧盟委员会与欧洲信息通信技术（ICT）产业界联合发起，自 2018 年 6 月启动至今，5G-PPP 已迈入第三阶段。2019 年 5 月，欧盟委员会宣布，将在 5G-PPP 框架下向 7 个新的研究和创新项目拨款 1 亿欧元³。这些项目于 6 月正式启动，旨在探索 5G 技术在智能制造、医疗、能源、汽车、航空、铁路、物流、食品和农业、媒体和娱乐、公共安全、智慧城市和旅游业等各垂直领域的实际应用。此外，还将补充 3 个 5G 跨境走廊试验项目。整个 5G 试验项目组合将获得欧盟逾 3 亿欧元资助，并有望在 5G 垂直试验中带来超过 10 亿欧元的私有投资，从而巩固欧洲在该领域的领先地位。这 7 个项目分别是：

1、**5G SMART**：将探索把 5G 用于智能制造。项目试验将测试最先进的 5G 集成制造应用，例如工业机器人和基于机器视觉的远程操作，并将重点解决工厂环境中 5G 的频谱使用和电磁兼容性问题。

2、**5GDrones**：计划试用几种无人驾驶飞行器使用案例，包括增强型移动宽带、超可靠低延迟通信和大规模机器类通信，特别是用于公共安全监控和救灾行动。

3、**5G-HEART**：将专注于医疗保健、交通和水产养殖垂直使用案例。例如，将验证用于筛查结肠癌的自动检测摄影装置，还将验证诸如辅助驾驶和排队等广泛的汽车服务。

4、**5GROWTH**：旨在通过人工智能驱动的自动化 5G 端到端的解决

³ Europe advancing in 5G – new wave of projects launched to accelerate 5G take-up in vertical industries. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/europe-advancing-5g-new-wave-projects-launched-accelerate-5g-take-vertical-industries>

方案，为工业 4.0、交通和能源等垂直行业提供支持。

5、5G-SOLUTIONS: 旨在通过无处不在的广泛服务来验证 5G 突出的行业垂直供应。这将通过 5 个领域的实地试验来实现：未来工厂、智慧能源、智慧城市、智慧港口以及媒体与娱乐。

6、5G-TOURS: 将为 3 个城市的游客、市民和患者提供类似商业服务。该项目概念的基本特征是动态使用网络以无缝地提供不同类型的服务，如增强现实辅助手术和智能移动导航。

7、5G-VICTORI: 将进行高级垂直用例验证的大规模试验，重点关注交通、能源、媒体和未来工厂以及跨垂直使用案例。例如，为铁路系统提供关键任务服务，以及为高低压配电网提供能源计量服务。(田倩飞)

美国 DOE 资助能源领域创新型制造技术研发

5 月 7 日，美国能源部（DOE）部长 Rick Perry 宣布，将投资 8900 万美元用于支持创新型先进制造研发⁴。通过推动围绕关键能源技术制造的创新，降低工业过程能源强度。本次资助重点关注 3 个主题。

1、先进材料制造的创新。 专注于通过机器学习，开发更好性能的电池、用于加热与冷却的相变存储材料，以及将温差转换为电能的新型半导体等。重点是开发和规模化新的低成本制造工艺，促进用于车辆和固定桩的电池的国产化。

2、降低工业效率和生产率的热收支过程。 由于 70% 的过程能耗与加热相关，本主题关注对工业过程干燥技术的创新研究，以提高能效产量和产品质量。此外，还关注新的过程强化设计，以减少总热能。

3、互连、灵活、高效的制造设施和能源系统。 随着 DOE 资助的新型宽带隙半导体取得新的进展，本主题寻求利用更高效的工业电源转换

⁴ Department of Energy Announces \$89 Million for Innovative Manufacturing Technologies. <https://www.energy.gov/articles/department-energy-announces-89-million-innovative-manufacturing-technologies>

设备和新机遇，将过程能量转换为电能，并与电网更好地集成。此外，还关注热电联产新进展，以提高电效。 (万勇)

法拉第电池挑战赛资助电池材料与制造及下一代电池开发

作为英国工业战略挑战基金——法拉第电池挑战赛的一部分，法拉第研究院将向 4 个研究项目提供为期 4 年、每年 1200 万英镑的资助，旨在推动电池材料、制造及下一代电池等的开发⁵。

1、下一代锂离子正极材料。研究重点是基于过渡金属固体（非已有和近期化学计算得到的镍锰钴 NMC 复合物）的嵌入材料；研究方向包括但不限于 NMC 811 之外的高镍含量正极、富锂化层状材料、无序材料、梯度和核壳结构材料、高压尖晶石正极材料、富锰正极材料和其他新型过渡金属氧化物结构等，并通过协同电极和颗粒表面涂层研究来拓展核心材料化学的相关研究。

2、电极制造。了解当前最先进的复合电极结构（非材料）的局限性，通过建模实验来设计更好的智能电极结构；开发和应用新的制造方法，以实现新设计并探索性能提升；专注于具有成本效益的电极生产工艺，这些电极应具有智能结构，以实现更好性能。

3、下一代钠离子电池。了解控制固体电解质界面膜形成的电极/电解质界面反应，有效防止降解并确保良好循环寿命；负极（包括但不限于进一步优化硬碳或其他适当的负极材料）和正极材料（过渡金属氧化物）的开发及优化；电解质发现及优化；完整电池体系的性能示范。

4、锂离子电池以外的替代电池化学。显著改进能量密度、可循环性、功率密度和低成本等，锂硫/锂空等下一代技术有望实现性能提升；研究聚焦正极和电解质的挑战；对于可充电 O₂/空气正极，研究应包括

⁵ ISCF Faraday Battery Challenge: Faraday Institution - Phase Two Full Proposals. <https://epsrc.ukri.org/funding/calls/faradayinstitutionphase2full/>

对完整设备所需的空气处理和配套设施的知识掌握及开发。 (万勇)

美国 NETL 总结先进超超临界高温合金研发进展

美国国家能源技术实验室 (NETL) 3 月份发布报告⁶, 总结了研发团队 17 年来在先进超超临界 (A-USC) 高温合金技术和工艺方面的研发进展。先进超超临界燃煤电厂是主蒸汽条件处于超超临界的电厂, 能够提高发电效率并减少碳排放, 该条件下运行的锅炉和蒸汽轮机需要采用更高性能的高温合金材料。NETL 在美国能源部 (DOE) 的资助下, 与俄亥俄州能源工业公司 (EIO) 达成合作协议, 开发在 760°C 和 340 个标准大气压蒸汽条件下运行的先进超超临界锅炉和蒸汽轮机的先进材料, 推进其商业示范。2015 年, NETL 确定镍基高温合金 Inconel 740 和 Haynes H282 性能满足要求。该项目现阶段的研究任务是进行先进超超临界组件测试, 将采用镍合金和其他先进合金制造在 760°C 和 238 个标准大气压蒸汽条件下运行、可用于 800 兆瓦燃煤电厂的全尺寸先进超超临界组件, 主要包括过热器组件、大直径厚壁管、蒸汽轮机转子和蒸汽轮机喷嘴支撑组件, 以实现到 2021 年将先进超超临界材料应用于燃煤电厂的目标。报告主要内容如下。

一、NETL 在先进超超临界技术方面的研发成果

1、先进超超临界工厂设计与经济学分析

(1) 通过对多个先进超超临界锅炉设计方案的对比研究, 发现镍的价格对经济分析至关重要, 先进超超临界技术比其他减少碳排放的技术更经济高效。

(2) 富氧燃烧锅炉的尺寸与空气燃烧锅炉相似, 并且可以减少对流烟道的管道数量。

⁶ Progress on Advanced Ultrasupercritical Superalloy Technology and Process Builds on Nearly Two Decades of NETL-led R&D. <https://www.netl.doe.gov/node/8486>

(3) 通过改变当前先进超超临界锅炉的材料或设计，解决更高给水温度和膜式水冷壁温度问题。

(4) 通过锅炉动态建模，实现对先进超超临界锅炉循环的最大爬坡率和控制的定量分析。

2、锅炉机械性能

(1) 存在能够满足 760°C 和 340 个标准大气压要求的材料。

(2) 740/617/S304H/230 合金的长期蠕变试验（2 万~9.5 万小时失效）对于评估材料稳定性至关重要。

(3) 改进了锅炉和压力管道的美国机械工程师学会（ASME）标准规范。

(4) 开发了新的测试方法。

3、锅炉蒸汽侧氧化、剥落和露点腐蚀

(1) 没有发现压力对蒸汽侧氧化的影响。

(2) 1 万小时的大量实验室测试数据表明，镍基合金耐蒸汽氧化。

4、锅炉向火侧腐蚀

(1) 测试了超过 450 个实验室和现场样品以确定合适的材料。

(2) 保护层可为锅炉管提供向火侧腐蚀保护，防止高硫煤腐蚀。

(3) 进行了先进超超临界合金在商用燃煤锅炉（温度高于 760°C）的蒸汽回路测试，为下一阶段先进超超临界技术开发提供了重要数据参考。

5、锅炉焊接

(1) 超过 30 种材料、焊接金属和工艺组合是合格的。

(2) 解决了 Inconel 740 合金焊缝的早期开裂问题，得到优化的 740H 合金，能够可靠焊接的最大厚度达 3.5 英寸。

(3) 对于镍基高温合金焊接压力元件，焊接强度削减 30% 不会损害到焊接设计最大压力载荷。

6、锅炉制造

(1) 先进超超临界镍合金可以使用典型的锅炉制造工艺进行加工。

(2) 在成本较低合金的热侧上，具有高强度镍层的复合水冷壁管显著提高了 ASME 相应锅炉设计标准的最大许用压力。

7、汽轮机材料与制造

(1) 首次对 Haynes 282 进行了示范试验。

(2) 成功开发 Haynes 282 锻造工艺并锻造了 44 英寸直径的圆盘。

(3) 锻造圆盘的详细表征显示出优异的晶粒尺寸控制，与标准的 Haynes 282 产品相比，具有优异的疲劳、蠕变疲劳（保持时间疲劳）和拉伸性能。

(4) 开发焊接和焊接修复技术，用于汽轮机铸造及其与锅炉蒸汽管道的连接。

(5) 测试所有关键镍基超合金的长期性能和微观结构稳定性。

二、NETL 下阶段将进行的研究内容

1、建立先进超超临界组件的国内供应链，并最大限度地降低先进超超临界电厂开发的风险。

2、验证由镍基超合金和其他先进抗蠕变合金制成的先进超超临界组件在稳态和循环工况下的先进设计和寿命预测方法。

3、验证镍基超合金和其他先进超超临界组件的设计，使用寿命至少为 30 年。

4、通过设计和制造，验证先进超超临界组件在稳态和变负荷工况下运行的稳定性效果。

5、开发和验证制造、安装和维修方法，用于铸造和锻造镍基超合金先进超超临界组件及子组件。

(岳芳)

生物与医药农业

美国 NIBIB 发布《医学影像人工智能转化研究路线图》

5月28日，美国国立卫生研究院（NIH）下属美国国家生物医学影像与生物工程研究所（NIBIB）发布《医学影像人工智能转化研究路线图》报告⁷。该报告与4月16日发布的《医学影像人工智能基础研究路线图》都是NIH、美国放射学会（ACR）、北美放射学会（RSNA）和放射学与生物医学成像学院共同组织的2018年8月研讨会的结果。该报告侧重人工智能（AI）的临床转化，提出了促进人工智能在医学成像中应用的优先发展方向，旨在充分发挥大数据、云技术和机器学习的作用，提高临床医生规划和利用成像技术的能力，提高疾病诊断和治疗应答评估的水平。

报告总结了目前医学影像人工智能临床转化4个优先发展方向的现状、存在的知识和基础设施缺陷，以及未来的改进举措建议。

1、AI 软件用例

目前，AI算法是建立在单一机构、单一开发人员开发的用例基础上，这限制了其在向临床实践转化时的多样性和通用性。存在的知识和基础设施缺陷包括：很少有结构性AI用例可用于AI开发；在类似的用例之间，算法的输入与输出也非标准化；缺乏可用于结构性AI用例开发的公共数据元注册体系。改进举措建议是：充分发挥放射学专家和放射学专业协会的价值，开发可广泛获取的结构性AI用例，促进AI在医疗实践中的应用；开发公共数据元，并促进其在报告软件和AI开发中的应用。

2、数据可获取性

⁷ NIH and radiology societies map path for translational research on AI in medical imaging. <https://www.nih.gov/news-events/news-releases/nih-radiology-societies-map-path-translational-research-ai-medical-imaging>

目前正在开发的算法大多基于单机构数据，同时也没有证据证明算法的输出能够推广到常规的临床实践中且不存在偏见。需要对基础设施进行改进，以实现分散数据集的使用，优化对 AI 算法的训练、测试和验证。改进举措建议是：基于结构化用例，建立用于 AI 训练和测试的数据集，从而能够在多个机构中建立类似的数据集，同时实现集中使用或在不同场所使用；确保地理、技术和患者类型的多样性；开发注释数据集目录，促进 AI 开发人员的使用；为数据存储协议建立标准，以促进组织间的数据共享。

3、确保算法应用于临床实践的安全性和有效性

目前很难获取训练数据之外的数据集对算法进行验证，缺乏/缺失监测 AI 临床实践性能的途径。存在的知识和基础设施缺陷包括：在获得美国食品药品监督管理局（FDA）许可之前，应该开发具有真值的数据集，对算法进行验证和评估；应该建立算法性能监测的注册体系。改进举措建议是：开发用于 AI 算法验证的有效途径，促进 FDA 的上市前评审；建立健全的注册表，以监控临床实践中的算法性能，并能够收集与检测相关的技术和人口统计元数据。

4、AI 算法临床集成标准

已有一系列数据迁移和归档的标准，不再需要额外的标准，然而对于人工智能算法集成的互操作性，目前还没有确定最佳标准。存在的知识和基础设施缺陷包括：还无法实现识别和使用适当的标准提高 AI 的互操作性；没有标准的应用程序编程接口可用于将 AI 的输出数据整合入现有的健康医疗信息化资源中，如医学影像信息系统和电子化人力资源管理。改进举措建议是：为识别 AI 互操作性适当标准提出建议；为研究和开发人员开发 API，促进其将 AI 算法输出整合入临床实践。

（王玥）

德国联邦教育和研究部资助未来数字农业研究项目

4 月，德国联邦教研部（BMBF）资助莱布尼兹农业景观研究中心（ZALF）与其他 9 个研究机构合作开展的项目“未来农业系统：数字农业知识与信息系统（DAKIS）”正式启动⁸。该项目将致力于未来数字农业愿景，开发一种实用的数字信息与决策支持系统，开展机器人、传感器和计算机模型研究，并把生产优化与环境和自然保护相结合，以使作物种植系统更加经济有效，同时更具环境可持续性和更能适应气候变化。BMBF 将在 5 年内提供 740 万欧元的资助。项目研究内容主要包括以下几个方面。

1、试验区农业生态系统服务与需求

项目将在分别位于德国南部和北部的两个截然不同的农业试验区开发和测试 DAKIS 系统。首先，研究明确两个地区的现状，包括农业目前提供哪些服务，即为人类和动物生产多少粮食，生产多少可再生原料；有哪些监管服务，例如洪泛平原、二氧化碳排放和储存能力及作物的授粉性能等；该地区有哪些动植物物种，且它们在什么条件下生活；以及文化方面，如娱乐功能、环境教育和农业景观旅游等。此外，要特别考虑耕种措施对物种多样性和上述生态系统服务的影响。其次，研究人员将确定社会对这些生态系统服务的区域需求。然后，根据研究结果，推导出中央管理和信息系统如何将这种需求转化为具体的土地利用战略和农业行动建议。

2、基于传感器技术和实时监控构建网络农业景观

在两个试验区同时建立包含静态传感器和部分自主机器人的无线传感器网络。该系统将连续记录重要的景观参数，包括土壤成分、植物

⁸ Launch of research project: The future of agriculture is digital. https://www.seedquest.com/news.php?type=news&id_article=106617&id_region=&id_category=&id_crop

种群及气象数据等，并将这些参数与卫星观测联系起来。通过这种方式，可以持续监控景观的变化并将其反馈到决策系统中。

3、通过计算机模型和实地种植建立理想农场

借助上述工作获得的数据及基于社会对农业的需求，利用计算机模型计算适合该地区的“理想农场”，完美地平衡生产最大化、生态系统服务和技术可行性之间的关系。系统将支持长期投资规划，如购买灌溉系统或农业机械。同时，还将结合天气条件等分析种植系统的经济效率，最大程度减少水、肥料和农药等资源的使用。该系统还会进行小规模实地种植。随着种植系统从种植单一和使用重型农业机械的大块田地耕作转向更多样化的小田块种植，可以有效解决两个问题，一是防止农业景观生物多样性的降低，二是阻止某些作物的灭绝。此外，利用 DAKIS 进行农业跨农场网络化也将为合作和分工创造新机会。最终，该系统应能够实时模拟农业产量和生态系统服务。

4、DAKIS 系统的数据整合与实践应用

来自监测系统和模拟的结果会在 DAKIS 界面中与法律、政治和社会参数相关联。农业知识也会被作为 DAKIS 决策支持系统的构建模块进行存储。所有数据流都将集成在一个直观的用户界面上，浓缩为行动建议，并以易于理解的方式实现可视化。然后将在两个测试区域进行测试和进一步开发，重点关注草地和耕地这两种典型的使用类型。此外，研究人员还将研究如何使用创新技术（如机器人技术）实施这些措施，以及如何在实践中克服潜在的接受障碍。

（袁建霞）

欧盟生物基产业联盟启动 18 个生物基研发新项目

5 月 10 日，欧盟生物基产业联盟（BBIJU）计划征集的 18 个新项目承诺拨款协议现已签署，这使 BBIJU 资助的项目总数达到了 100 个。

BBI JU 于 2014 年启动，旨在针对生物产业实行联合技术行动。新签署的项目将着力解决如挖掘生物降解包装的潜力和使用面粉虫生产动物饲料等系列问题。BBI JU 资助的项目分为创新行动-旗舰行动、创新行动-示范行动、研究与创新行动、合作与支撑行动四类。其中，研究与创新行动的主要目标是解决原料供应、加工和产品战略路线等技术问题，并通过示范和旗舰行动使技术更加接近市场规模。这 18 个新项目中包含了 9 个研究与创新行动项目、3 个合作与支撑行动项目、5 个示范行动项目和 1 个旗舰行动项目，将向来自 27 个国家的 224 名项目负责人提供约 8594 万欧元的资助⁹。这 18 个新项目如下。

(1) BIONTOP 项目：基于生物基共聚物和涂料，开发使用寿命和性能可以定制的新型包装薄膜和纺织品。

(2) B-FERST 项目：开发可用于可持续性农业管理最佳实践的生物基肥料产品。

(3) CELEBio 项目：成为欧洲中部生物经济网络的领导者。

(4) CelluWiz 项目：开发可回收和可堆肥的全纤维素多层材料包装的制作工艺。

(5) DEEP PURPLE 项目：将稀释后的城市生物废物混合物转化为可弯曲的紫色薄膜等可持续材料和产品。

(6) ECOAT 项目：研发性能增强和寿命终结可选择的绿色多功能生物基涂料。

(7) FARMYNG 项目：以黄粉虫为原料工业化生产营养原料，用于发展新一代生物经济。

(8) GRETE 项目：开发从木材到纺织品价值链中的绿色化学品技术。

(9) INGREEN 项目：运用食品、饲料、制药和化妆品生产中的可

⁹ BBI JU LAUNCHES 18 NEW PROJECTS, CELEBRATES ITS 100TH PROJECT. <https://www.bbi-europe.eu/news/bbi-ju-launches-18-new-projects-celebrates-its-100th-project>

持续和高效的定制生物技术工艺，从造纸和农业副产品中获得功能性创新成分。

(10) LIFT 项目：释放合作支撑项目的潜力，为推动欧洲生物基工业可持续发展和进一步提升其竞争力做出贡献。

(11) MANDALA 项目：通过开发创新性功能性粘合剂，将食品和药品等领域的多层/多聚物包装转变为更具可持续性的多层/单一聚合物产品。

(12) SElectiveLi 项目：基于电化学新工艺，开展使用木质素磺酸盐生产生物基单体和聚合物的概念研究。

(13) SMARTBOX 项目：研究通过生物催化氧化选择性修饰芳烃。

(14) UrBIOfuture 项目：促进欧洲生物产业的未来职业、教育和研究活动。

(15) USABLE PACKAGING 项目：释放可持续生物降解包装的潜能。

(16) VAMOS 项目：研发来自有机废糖的增值材料。

(17) VEHICLE 项目：将从木质纤维素生物质获得的半纤维素和纤维素糖转化为高附加值终端产品。

(18) WASEABI 项目：通过设计新的整体生产线更好地利用海鲜食品的副产品。

(郑颖)

能源与资源环境

欧盟 JRC 评估电解制氢在未来脱碳电力系统中的作用

欧盟联合研究中心 (JRC) 3 月 30 日发布《氢气生产在未来可持续电力系统中的作用》报告¹⁰，探讨了电解制氢在未来脱碳电力系统中的

¹⁰ The potential role of H2 production in a sustainable future power system. <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC115958/kjna29695enn.pdf>

作用。将氢气作为一种能源载体引入电力系统将使跨部门的系统集成成为可能。氢气主要通过电解获取，因此报告认为电解槽将成为电力系统向稳定、可持续和全可再生能源系统转型的重要组成部分。报告主要内容如下。

1、电解槽将成为未来电力系统的重要组成部分

报告假设碳捕集与封存技术并未广泛部署，电解是制氢的主要工艺。到 2050 年，要最大限度地利用可再生能源发电满足制氢需求，太阳能和风能装机容量将比 2030 年增加 10 倍。电解制氢将首先利用波动性可再生能源的过剩电力，当“电力转化为其他能源载体”（Power-to-X）技术被广泛应用于生产合成液体燃料时，电解技术将成为电价的决定因素，电解槽电力需求将占总负荷的大部分，可起到目前传统集中式调度发电的作用。

2、未来电力系统的负荷方与发电方将角色互换

未来电力系统及市场将使各方受益，由于可再生能源的波动性及电解槽的可调度性，电力需求方和供应方将发生角色转换：以电解槽为主的需求方将提供能源并平衡系统，以可再生能源为主的发电方则将成为非弹性部分。

3、未来电力系统中电解槽制氢的定量分析结果

（1）由于电价较低，电解槽 60 欧元/千瓦时的投标价格转化为大多数国家的平均电力价格为 27~35 欧元/千瓦时。

（2）由此推算的氢气生产成本约为 3 欧元/千克。

（3）电解槽的工作时间在 2000~7500 小时之间，超过 4500 小时的国家需具有以下条件：总发电量至少为净电力需求的 2.5 倍，意味着至少 60% 的电力需求来自电解槽；风能为主要的波动性可再生能源，风能与太阳能发电量之比至少为 2.5；电解槽装机规模为波动性可再生能

源装机容量的 16%~24%。

4、电解槽可能是向全可再生能源电力系统过渡的关键

除了提供氢气，电解槽还可能起到三大功能：增强电力系统稳定性；平衡电力市场价格；通过燃料电池转换到发电模式，替代传统燃气发电机。因此，电解槽不仅可以平衡电力系统，还可平衡目前的电力交易市场。此外，电解制氢比带有碳捕集系统的甲烷蒸汽重整制氢更有成本竞争力。在大多数国家，陆上风电、海上风电和太阳能发电都可从当前电力市场中收回全部或大部分投资成本。（岳芳）

美国 DOE 资助先进生物能源技术研发

5月3日，美国能源部（DOE）宣布将投入 7900 万美元支持生物能源研究项目，推进生物燃料、生物基产品和生物发电站的技术突破，从而为美国消费者和企业提供经济、可靠和安全的能源服务，帮助能源部生物能源技术办公室（BETO）达成降低生物燃料价格、减少生物能源成本以及从生物质或废料资源中获取高价值产品的目标¹¹。此次资助项目的主题领域包括：

（1）藻类培育过程的改良：开发室外培育藻类的系统技术，提高藻类的产量和质量，降低生产成本。

（2）生物质成分变化和原料转化界面：研究降低生物质处理和预处理成本，并提高其可靠性的方法。

（3）高效的木材加热器：开发新技术提高住宅供暖的木材加热器效率，并降低温室气体的排放。

（4）碳氢化合物生物燃料技术的系统研究：在实验原型系统中集成新技术和新工艺，改善和验证嵌入式生物燃料的实际性能并降低成本。

¹¹ DOE Announces \$79 Million for Bioenergy Research and Development. <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-79-million-bioenergy-research-and-development>

(5) 生物质衍生喷气燃料混合物的优化：识别并开发具有成本竞争力的嵌入式可再生喷气燃料，同时提高其能量密度，并降低颗粒物排放。

(6) 利用城市和郊区废物获得可再生能源：支持学术研究和教育计划，将城市和郊区废物原料生产生物能源和生物产品作为战略重点。

(7) 先进的生物工艺和灵活的生物铸造厂（BioFoundry）：通过使用合成生物学、低资本密集度方法和连续生产系统，减少生物燃料及产品的加工时间和开发成本。

(8) 循环碳经济中的塑料：开发性能和可回收性得以改善的生物基塑料，并通过增强降解来降低回收现有塑料的成本和能源的消耗。

(9) 厌氧发酵技术的改进：开发厌氧过程或替代策略，以提高碳转化效率和降低小规模湿废料系统的成本。

(10) 减少生物能源中的水、能源和排放：辨识相对于现有常规燃料或产品，在减少水及能源消耗或排放方面最具潜力的生物燃料或生物产品技术。

（郑颖 郭楷模 裴惠娟）

美国 DOE 推进 CCUS 技术研发以加速其商业部署

美国能源部（DOE）4 月份在“碳捕集计划”框架下共计投入 5000 万美元，推进碳捕集、利用与封存（CCUS）技术研发，以加快商业部署。其中，3000 万美元用于推进碳捕集系统的前端工程设计（FEED）研究¹²，以降低 CCUS 系统的部署成本；2000 万美元用于支持 CCUS 技术研发突破¹³，以确定和解决 CCUS 技术发展面临的区域封存和运输挑战。

¹² U.S. Department of Energy Announces \$30 Million for Front-End Engineering Design Studies for Carbon Capture Systems. <https://www.energy.gov/articles/us-department-energy-announces-30-million-front-end-engineering-design-studies-carbon>

¹³ DOE Announces \$20 Million for a Regional Initiative to Accelerate Carbon Capture, Utilization, and Storage. <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-20-million-regional-initiative-accelerate-carbon-capture-utilization-and>

1、燃煤和天然气发电厂碳捕集系统 FEED 研究

(1) 现有碳捕集燃煤电厂改造的 FEED 研究。基于技术成熟度(TRL) 超过 6 级的碳捕集系统技术, 改造现有 150 兆瓦以上的燃煤电厂碳捕集系统的 FEED 研究, 包括: 烟气预处理系统、吸收装置、压缩系统及其他需集成的设备。

(2) 新建或现有(改造) 燃气电厂、新建燃煤电厂的商业规模碳捕集装置的 FEED 研究。基于 TRL 超过 6 级的碳捕集系统技术, 在新建燃煤电厂(150 兆瓦以上) 或新建/现有(改造) 天然气发电厂(375 兆瓦以上) 安装碳捕集系统的 FEED 研究, 包括: 烟气预处理系统、吸收装置、压缩系统及其他需集成的设备。

(3) 二氧化碳净化和压缩系统的 FEED 研究。包括: 二氧化碳净化系统、压缩系统及其他需集成的设备。

2、确定和解决 CCUS 部署的区域封存和运输挑战

(1) 解决关键技术挑战。包括: 扩展对封存库(盐水强化采油) 的特征描述, 以减少储层和盖层特性以及地质结构的不确定性; 整合和验证优化封存并提高羽流位置、压力前沿范围、羽流稳定性预测准确性的关键技术; 与工业伙伴合作在强化采油作业中封存二氧化碳, 在盐土层或其他类型储层中进行封存, 检测羽流运动和验证地质储层中的二氧化碳封存; 开发和验证商业规模封存场所的风险评估、风险管理和缓解策略。

(2) 促进数据收集、共享和分析。包括: 与国家实验室合作, 通过数据共享和协作加速关键技术开发; 对国家风险评估伙伴关系(NRAP) 工具包进行现场验证; 参与 DOE 的机器学习(ML) 新计划。

(3) 评估区域基础设施。包括: 评估当前的二氧化碳区域运输和分配基础设施, 并对基础设施建设方案进行技术经济分析, 以确定最佳/可行的分配网络; 确定扩大区域基础设施规模所需解决的关键问题;

评估 CCUS 项目的社会经济影响；建立社会和行业支持，完善区域运输及分配网络，确定商业可行的 CCUS 新项目。

（4）促进区域技术转让。包括：解决许可和基础设施发展战略等非技术挑战；促进区域技术转让，普及通过区域碳封存合作伙伴关系（RCSP）及其他国际项目获得的知识，在全球部署 CCUS 方面发挥领导作用；通过在盐水储层以及强化采油作业的相关储层中封存二氧化碳的商业案例，支持新的税收政策；为 DOE 提供一般性支持，如提供项目交流材料、参加研讨会等，以缩小 CCUS 技术发展存在的知识差距。

（岳芳）

美国 DOE 资助先进建筑节能技术研发项目

5 月 3 日，美国能源部（DOE）宣布资助 3350 万美元支持先进建筑节能技术研发项目¹⁴，旨在对现有老旧建筑能源设施进行改造升级，并开发新型建筑节能技术，解决包括建筑围护结构、供暖、制冷、热水供应和暖通等一系列能源消耗相关问题，提升建筑能效。本次资助着重关注三大技术主题。

1、建筑综合改造技术。针对现有老旧建筑物的主要用能负荷，如空间供暖和制冷、热水供应、暖通等系统进行深度的改造升级，如开发轻型和耐用的隔热保温节能墙板、建筑蒸发冷却与太阳能采暖系统组合加热和冷却系统等。

2、新建筑技术。围绕建筑技术本身（从建筑设计到施工、安装的全流程）进行改进升级，如引入建筑机器人、自动化控制系统、建筑建模等技术，以实现建筑技术的智能化和绿色化发展，减少建筑能耗。

3、新技术验证评估。就满足区域建筑节能相关需求的新技术（如

¹⁴ DOE Announces \$33.5 Million for Energy Efficient, Advanced Building Construction Technologies & Practices. <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-335-million-energy-efficient-advanced-building-construction-technologies>

绿色建筑技术、施工技术、绿色建材技术、墙体保温技术等)开展现场实地验证,评估新技术的节能水平。(郭楷模)

ARPA-E 资助 AI 和机器学习用于能源技术和系统的工程设计

美国能源部先进能源研究计划署 (ARPA-E) 4 月份宣布在“利用人工智能和机器学习增强能源创新”(DIFFERENTIATE) 主题研究计划下投入 2000 万美元,支持人工智能 (AI) 和机器学习技术用于能源技术和系统的工程设计¹⁵,以减少设计的成本、时间和风险,增强能源系统性能、提升能源效率,促进能源系统现代化发展,保障能源网络安全。此次资助将通过机器学习增强设计过程的三个方面:生成学习算法、评估假设函数和反向传播算法。

1、生成学习算法。利用生成学习算法帮助开发新概念机器学习工具,考虑更多样化的设计,增强概念设计能力。该阶段的许多设计问题可以表征为混合整数非线性优化问题。具体包括热力学循环/化学过程(如气体分离)、电路、材料或分子设计。

2、评估假设函数。通过加速对概念的高精度分析和优化,提高精度评估过程的效率。该阶段的许多设计问题可以表征为非线性约束优化问题。具体包括燃料/电解槽、气体压缩机、太阳能电池设计。

3、反向传播算法。利用反向传播算法开发“反演设计”能力,减少设计的迭代次数,产品设计可被有效表征为显函数。具体包括空气动力学表面、光学设备设计。(岳芳)

¹⁵ ARPA-E Looks to Accelerate Incorporation of Artificial Intelligence and Machine Learning into Energy Technology. <https://www.energy.gov/articles/department-energy-announces-20-million-develop-artificial-intelligence-and-machine-learning>

英国政府资助零排放交通创新项目

5月15日，英国政府宣布拨款2500万英镑，用于资助零排放交通创新项目¹⁶。这些创新项目是实现政府《产业战略》(Industrial Strategy)和《零碳道路战略》(Road to Zero Strategy)的关键。两项战略的目标是使英国在零排放汽车的设计和制造方面走在世界前列，所有新的汽车和货车将在2040年前实现零排放。此次资助的项目共计22个。

(1) 自动化城市的零排放准备 (ZERAUD): ZERAUD项目将为传统的柴油动力卡车增加一个电动驱动桥，创建一个混合动力发动机，用于储存和重复使用拖车上的电能。项目获资8.5万英镑。

(2) 高度集成驱动器的先进材料: 该项目正在研究开发一种新型的高度集成电力驱动装置，这将提高运营效率，并有助于实现零排放。项目获资17.9万英镑。

(3) 将航空中的再生碳纤维用于开发散装模塑化合物: 利用航空航天生产废料中的可回收碳纤维研究和开发一系列复合材料(称为散装模塑化合物, BMC)。这种材料将适用于大规模生产轻型汽车零部件，使用的材料目前被送往垃圾填埋场或焚烧。项目获资14.4万英镑。

(4) 超低成本电动汽车平台: 了解通用底盘的技术和商业可行性，允许安装可配置的上部，以满足各种电动汽车的设计。项目获资19.4万英镑。

(5) 英力士硬核 (INEOS Grenadier): 该项目将评估由4×4氢燃料电池发电的可行性和生产，包括车辆要求，系统设计和元件供应。项目获资12.4万英镑。

(6) 紧凑的城市交通工具 (CURVE): CURVE将评估倾斜电动车

¹⁶ Government Awards £25 Million to Fund Zero-emission Transport Innovations. <https://www.gov.uk/government/news/government-awards-25-million-to-fund-zero-emission-transport-innovations>

辆的可行性，该电动车辆可增加车辆的倾斜角度以提高速度，同时保持完全倾斜的悬架，这提高了性能和舒适度。项目获资 17.5 万英镑。

(7) 电池-电力技术与迪尔曼系统的结合 (CBDS): 该项目旨在评估新型电池-电力运输货车制冷装置的可行性。项目获资 17.5 万英镑。

(8) 高速、无磁铁牵引电机和驱动器: 这项可行性研究着眼于一种不同类型的电机，即开关磁阻电机，它不含磁铁，结构简单。电机运行速度快，重量与永磁电机相同，无阻力扭矩，在恶劣的汽车环境下使用寿命更长。项目获资 19.7 万英镑。

(9) 零排放快速反应行动救护车 (ZERRO): 该项目将为约克郡救护车服务提供可运行的示范性零排放救护车。示范救护车将在谢菲尔德地区进行测试，在那里氢气将在该地区公共可用的站点获得。项目获资 189.8 万英镑。

(10) 增强功率密度电机的增材制造 (AMPERE): 该项目旨在利用增材制造 (通过添加一层一层的材料来构建 3D 对象) 来解决当前电机设计中的关键问题，从而实现功率密度的阶跃变化。项目获资 133.2 万英镑。

(11) 先进的碳化硅变频技术 (ASIT): 采用最新一代的碳化硅技术与医疗保健领域的先进层压封装技术相结合，设计出一种功率变换器，其体积足够小，可直接安装在电机外面或里面，与传统产品相比，该产品重量轻并且节省空间。项目获资 73.8 万英镑。

(12) 高性能电动压缩机 (HiComp2): 该项目将开发一种新型高速双涡轮压缩机，以生产更高效、更轻、成本更低的压缩机。项目获资 175.9 万英镑。

(13) 100 千伏安/升功率密度电机控制器: 一种用于制造印刷电路板的制造技术将应用于大功率电机，这允许部件与冷却系统紧密集成，

从而提高功率密度。项目获资 100.7 万英镑。

(14) 氮化镓沟道场效应晶体管在汽车动力领域的应用(GaNNTT): 该项目将推动基于氮化镓(GaN)的新型工艺平台开发,以用于汽车动力电子领域。项目获资 88.8 万英镑。

(15) TIGER 摩托车: TIGER 将采用创新的电池、电机、电力电子和车辆控制系统的集成解决方案,开发一款电动摩托车。项目获资 249.1 万英镑。

(16) 先进多速动力换挡 48 伏特牵引驱动(AMP-48V): 合作伙伴将为城市汽车开发一种 48 伏特无离合器四速动力换挡电子轴,并在实体演示电动汽车上验证其性能。项目获资 40.5 万英镑。

(17) 使用回收铝技术的轻量化创新电池外壳(LIBERATE): 该项目将为汽车电池外壳设计和开发可回收的铝密集型组件。项目获资 203.7 万英镑。

(18) 用于电子设备的稀土回收(RaRE): RaRE 将为回收的稀土发动机建立一个端到端的供应链。项目获资 190.1 万英镑。

(19) 高扭矩电动汽车电机(HiTEV): 该项目将为电动汽车开发和提供高扭矩电机和驱动系统。项目获资 101.4 万英镑。

(20) Si-SiC 混合模块的集成逆变-换流系统: 集成逆变-换流系统(ICS)技术将减少电动汽车动力系统的体积,同时解决可靠性和故障保护的问题。项目获资 131.8 万英镑。

(21) ElecTra: ElecTra 汇集了电机设计和车辆控制单元开发的研究,以及机械动力系统设计和集成技术,为农业车辆领域的电气化带来突破。项目获资 272.0 万英镑。

(22) 针对集成超高速电机解决方案的优化组件、测试和仿真工具包(OCTOPUS): 该项目将把领先的电机技术集成到电子轴中,包括所

有电力电子、传输、材料、仿真、测试和制造。项目获资 374.4 万英镑。

(廖琴)

英国 NERC 联合资助项目促进拉美国国家生物多样性的研究

5 月 17 日，英国自然环境研究理事会（NERC）宣布与拉丁美洲国家（包括阿根廷、巴西、智利与秘鲁）合作投资 500 万英镑¹⁷，研究拉丁美洲生物多样性的社会和经济作用，以及如何更可持续地管理生物多样性。NERC 之外的资助者包括：阿根廷国家科学与技术研究理事会（CONICET）、巴西圣保罗研究基金会（FAPESP）、智利国家科学与技术研究委员会（CONICYT）和秘鲁科技创新委员会（CONCYTEC）。本次资助的 4 个研究项目分别是：

（1）在不断变化的世界中保护传粉服务：理论到实践（SURPASS2）。传粉者的不断减少威胁着拉丁美洲的重要经济作物及生物多样性。SURPASS2 项目将调研拉丁美洲的传粉者种群和多样性及其提供的服务，研究土地管理和入侵物种等因素如何影响传粉者群落，并利用实验、卫星图像和建模来预测因传粉水平不足而面临作物歉收的高风险地区。该项目由英国国家生态水文中心（CEH）牵头。

（2）理解拉丁美洲森林生物多样性和恢复力的基本特征（ARBOLES）。该项目将研究森林植物如何应对综合压力，以及拉丁美洲森林中植物物种组成随时间的变化特征，从而为整个区域的管理战略提供信息。研究范围横跨亚马逊热带雨林到智利和阿根廷的温带森林。项目由英国利兹大学牵头。

（3）研究开发后的海草林生态系统的结构、连通性和恢复力，实现基于可持续生态系统的渔业管理。海草林为智利沿海的许多人提供生

¹⁷ Collaborative projects to advance understanding of biodiversity in Latin America. <https://nerc.ukri.org/press/releases/2019/17-biodiversity/>

计和资源，但易受过度开发的影响。该项目将研究包括自然环境变化、气候变化和区域管理实践在内的因素如何影响海草林的耐受力 and 从开发中恢复的能力，并与当地社区合作探索利用传统知识和自下而上的方法支持可持续渔业管理。该项目由英国阿伯里斯特威斯大学牵头。

(4) 利用适应性管理，优化影响生物多样性和农村经济的入侵物种的长期管理。大量入侵物种已经威胁到拉丁美洲的环境和经济。该项目将使用复杂模型，应用有关物种生态学、扩散动力学、干预措施的成本效益知识，为物种管理制定干预策略。旨在建立一个新的决策管理框架，帮助政府和组织管理入侵的非本地物种，并确定需要哪些新的数据来指导最佳的行动方针。该项目由英国阿伯丁大学牵头。（裴惠娟）

空间与海洋

NASA 公布“阿耳忒弥斯”载人月球探索计划战略规划

5月23日，NASA发布《前往月球：NASA月球探索战略规划》报告，披露了NASA目前制定的“阿耳忒弥斯”（Artemis，意为“月神”）载人月球探索计划框架及主要内容¹⁸。规划指出，美国载人探月计划旨在确立美国的领导地位和战略价值，验证将人类送往火星的技术和能力，激励并鼓励下一代投身科学、技术、工程和数学事业，引领文明变革科学与技术，扩大美国对全球经济的影响力，拓展美国在深空领域的产业实力和国际合作伙伴关系。

“阿耳忒弥斯”计划将在2024年前将美国航天员送至月表，踏足迄今无人造访的月球南极，终极目标是将人类送往火星。计划将分两个阶段实施。

¹⁸ NASA. Forward to the Moon: NASA's Strategic Plan for Lunar Exploration. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/america_to_the_moon_2024_artemis_20190523.pdf

第一阶段（2024 年前）：登陆月球南极。主要工作包括：利用“空间发射系统”（SLS）和“猎户座”（Orion）飞船执行 3 次“阿耳忒弥斯”任务，即 2020 年的“阿耳忒弥斯-1”无人飞行测试、2022 年的“阿耳忒弥斯-2”载人飞行测试和 2024 年的“阿耳忒弥斯-3”载人登月任务，利用商业火箭陆续发射月球“门户”（Gateway）空间站的动力和推进模块、迷你居住舱等组件，载人月球着陆系统的转移飞船、上升模块和下降模块等，以及多项“商业月球载荷服务”（CLPS）小型着陆器机会任务等。

第二阶段（2025 年一）：可持续探索月球并筹备前往火星。在 2025～2028 年间的主要工作包括执行 5 次“阿耳忒弥斯”任务，完成“门户”空间站组建，实施多次载人登月，以及开展“商业月球载荷服务”任务等。

（韩淋）

北极多年冻土崩塌的影响及未来研究

北极多年冻土区作为全球碳库的重要组成部分，是全球气候变化最敏感的区域之一。北极地区变暖的速度是全球平均速度的两倍，引发北极多年冻土的快速变化。因此，北极多年冻土对气候变化的响应和反馈受到众多学者的关注。许多国际重大科学研究和观测计划都将冻土作为重点研究对象之一。4 月 23 日，《自然-通讯》期刊发表题为《北极多年冻土和其他冰冻圈要素非线性退化的气候政策影响》的文章¹⁹，研究了北极多年冻土解冻对全球经济的影响，指出北极多年冻土层的不断减少将加速气候变化，对全球经济的影响可能高达 70 万亿美元。4 月 30 日，《自然》期刊发表题为《多年冻土的崩塌正在加速碳的释放》的评论性文章²⁰，讨论了北极多年冻土突然解冻对于碳排放估算和气候政策的重

¹⁹ Climate Policy Implications of Nonlinear Decline of Arctic Land Permafrost and Other Cryosphere Elements. <https://www.nature.com/articles/s41467-019-09863-x>

²⁰ Permafrost Collapse is Accelerating Carbon Release. <https://www.nature.com/articles/d41586-019-01313-4>

要性，指出北极多年冻土的突然解冻可能使冻土带释放的温室气体造成的全球变暖增加 1 倍。文章还指出目前有关北极多年冻土研究存在知识缺口，并提出了未来的研究建议。本文对两篇文章的核心观点进行了整理，以供参考。

1、多年冻土解冻的影响

多年冻土由土壤、岩石或沉积物组成，通常与大块的冰混合在一起。北半球约 1/4 的土地以这种方式冻结。由于死去的植物、动物和微生物的有机物质没有分解，碳已经在这些冻土中积累了数千年。过去的研究认为，在正常变暖的情景下，缓慢而稳定的解冻将在未来 300 年内释放约 2000 亿吨碳，相当于目前北部冻土中所有碳储量的 15% 左右。但这可能被严重低估，因为大约 20% 的冻土具有突然解冻的可能性。到 2300 年，低地湖泊和湿地以及高地丘陵的冻土突然解冻可能会额外释放 600~1000 亿吨碳。从目前的模型来看，冻土融化对地球气候的影响可能是预期的 2 倍。

英国兰卡斯特大学联合美国科罗拉多大学等机构的研究人员量化了北极多年冻土碳反馈的强度及其对全球气候和经济的影响。研究发现，北极多年冻土碳反馈通过多年冻土融化释放的碳，以及海面反照率降低（海冰和陆地积雪的减少）带来更高的太阳能吸收，进而加速气候变化。在温暖的气候条件下，多年冻土层的碳反馈越来越积极，而反照率的反馈随着冰雪融化而减弱。综合起来，这两个因素将导致气候变化的长期经济影响显著增加：在 1.5℃ 背景下增加 24.8 万亿美元；在 2℃ 背景下增加 33.8 万亿美元；在当前国家承诺的减排水平下增加 66.9 万亿美元。

2、目前的研究缺口

(1) 找出甲烷和二氧化碳的最大排放来源。虽然对当前融化的湖泊和湿地的数量有了很好的了解，但气候和土壤科学家需要能够预测新

融化的湖泊，还需要知道随着气候变暖，它们会以多快的速度流失。

(2) 对山坡上融化土壤的侵蚀知之甚少。研究人员需要确定有多少多年冻土碳被置换，以及解冻后会发生什么。例如，人们不知道有多少碳会留在地下，有多少碳会作为温室气体进入大气层，如果流入河流和湖泊，会发生什么。

(3) 确定植物生长将在多大程度上抵消多年冻土释放的碳。研究人员需要监测解冻的生态系统如何演变、植被稳定的速度以及这些植物如何积累生物量。随着多年冻土景观的变化，建模者需要预测生态群落和地貌之间的反馈变化。

(4) 地下冰的分布。地下冰的分布是影响多年冻土碳命运的主要因素。目前，对地下冰的观测很少。更广泛的地球物理测量可以绘制出地表以下的冰，揭示其聚集的位置以及融化的速度。甚至可以开发机器学习技术，通过分析表面的土壤和地形来预测大多数冰的埋藏位置。

3、下一步研究方向

(1) 扩展测量技术。应该更好地追踪整个北极地区的多年冻土和碳，特别是在经历突然解冻的地区。建立多年冻土和生态系统变化的基线非常重要，以便对未来的措施进行比较。未来需要开展机载激光雷达、无人机调查和更好的图像分析算法。

(2) 投资监测站点。河流化学组成可能是突然解冻的敏感指标，但许多监测站点正在被废弃。各国和国际社会应该增加对长期站点的投资，将陆基观测与水生和海洋测量联系起来。更好地记录河流中的有机物和养分，将有助于了解多年冻土植物与微生物群落对突然解冻及逐渐融化的响应。

(3) 收集更多数据。容易突然解冻的地区需要更多的钻孔、长期观测和实验。当冻土受到干扰和恢复时，实地测量应该量化有多少二氧化碳

和甲烷被释放到大气中。重要的是，多年冻土研究人员和行业团体必须将所有地下冰数据存放在公共档案中。

(4) 建立整体模型。地球系统模型应该包括影响多年冻土碳释放的关键过程。由于突然解冻发生在精细的空间尺度上，这些动力学的详细过程模型可能无法直接在地球系统模型中运行。必须开发框架来理解和量化这些精细过程在全球层面的影响。

(5) 改进报告。政策制定者需要对突然解冻对气候变化的影响做出最佳估计。正如政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 在《全球升温 1.5°C 特别报告》中对逐渐解冻所做的估计那样，需要在未解决的气候反馈中加以考虑。多年冻土碳网络 (Permafrost Carbon Network) 正在用于支持这些工作，例如，将在 IPCC《气候变化中的海洋和冰冻圈特别报告》中确定突然解冻的特征。

(廖琴)

中国科学院科技战略咨询研究院

科技动态类产品系列简介

《科技前沿快报》：

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

《科技政策与咨询快报》：

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

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

科技前沿快报

主 办：中国科学院发展规划局
中国科学院科技战略咨询研究院

专家组（按姓氏笔画排序）

于贵瑞 于海斌 马廷和 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 黄晨光 康 乐

编辑部

主 任：冷伏海
副 主 任：陶 诚 蒋 芳 冯 霞 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