

Science & Technology Frontiers

科技前沿快报

国家高端智库
中国科学院

2022年5月5日

本期要目

美英大力推动生物物理学发展

美国国家科学技术委员会发布量子传感战略报告

日本发布《超越5G白皮书》

欧盟人脑计划发布《未来10年的数字大脑研究》

欧盟发布《氢能战略研究与创新议程》

俄罗斯科学院主席团会议讨论空间科学发展

2022年
总第095期

第**05**期

目 录

深度关注

美英大力推动生物物理学发展	1
---------------------	---

基础前沿

美国国家科学技术委员会发布量子传感战略报告	6
-----------------------------	---

信息与材料制造

日本发布《超越 5G 白皮书》	7
美国 DARPA 启动探索太空制造研究	9
美国国会拟投上百亿美元加强国防信息技术	9
美国推动增材制造标准化与工业应用研究	10
欧盟石墨烯旗舰计划发文评论二维材料的应用领域及挑战	11

生物与医药农业

欧盟人脑计划发布《未来 10 年的数字大脑研究》	13
--------------------------------	----

能源与资源环境

欧盟发布《氢能战略研究与创新议程》	15
日本 NEDO 发布重型车辆燃料电池技术开发路线图	25
英国 BEIS 资助新型长时储能技术	27
美国能源部资助核废料安全处置技术研发	28
澳大利亚启动德澳氢能联合资助项目首轮招标	29
瑞士信贷提出可再生能源技术创新的关键方向	30
英国 UKRI 资助可持续塑料包装和废物管理创新项目	32

空间与海洋

俄罗斯科学院主席团会议讨论空间科学发展	34
---------------------------	----

设施与综合

美国国家纳米技术计划公布 2022 财年资助的重点方向	35
欧洲研究理事会发布解决社会重大挑战的巩固基金项目	39

深度关注

美英大力推动生物物理学发展

生物物理学是物理学与生物学相结合的一门交叉学科，已引起了欧美各国的广泛重视。3月23日，美国国家科学院发布了生物物理学的第一次十年调查报告《生物物理学》¹，阐述了美国联邦政府和大学等科研机构该如何加强该领域研究，并对未来发展、研究方向、资金投入、劳动力和教育等多个方面提出建议。2月17日，英国国家科研与创新署（UKRI）和维康基金会通过生命物理战略优先基金投资1800万英镑（约合1.497亿元人民币），支持利用物理方法来应对生物科学重大挑战的独特方法研究²。

一、美国国家科学院明确生物物理学已完全成为一个物理领域

美国国家科学院的《生物物理学》报告指出，生物物理学现在已经完全成为一个物理领域，与天体物理和宇宙学，原子、分子和光学，凝聚态物理学，核物理学，粒子物理学，等离子体物理学等传统物理领域并驾齐驱。针对这门新学科的出现，美国国家科学院对其开展了第一次十年期调查，旨在帮助美国政府、决策者和学术领导层了解生物物理学研究的重要性，并就资金、劳动力和研究方向做出明智的决策。

1、生物物理学的内涵

报告确定了生物物理学的概念：生物物理学采用物理学家理解无生命世界的方式来理解生命现象，聚焦于寻找生物世界中特有的新物理。生物物理学从物理学中汲取了思想和方法，同时也为物理学的新问题提供了灵感。生物物理学也与生物学和化学有着密切的联系，其研究成果

¹ Physics of Life. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/26403/physics-of-life>

² Using physics to transform our understanding of life. https://www.ukri.org/news/using-physics-to-transform-our-understanding-of-life/?_ga=2.11371572.1026987642.1646384257-1298256215.1609403235

已延伸到医学和其他技术领域。生物物理学为科学发现提供了新的工具，为医疗诊断提供了新的仪器，为系统生物学提供了新的思路，并应用于合成生物学、大脑探索的新方法和新理论以及人工智能的新算法等多个领域。生物物理学在全球抗击 COVID-19 大流行过程中也发挥了关键作用。

2、生物物理学重大科学问题

(1) 生物体需要解决哪些物理问题？为了在这个世界上生存，生物体必须将能量从一种形式转换为另一种形式，感知其生活的环境，并在世界各地移动。从光合作用中经典动力学和量子动力学的相互作用，到宏观动物行为动力学中隐藏的对称性，对这些功能的探索带来了新的物理学。生物物理学的核心问题之一是将生物功能的定性概念转化为新的、精确的物理概念。

(2) 生命系统如何表示和处理信息？生命不仅取决于能量，还取决于信息。有机体甚至单个细胞都需要有关其环境及自身内部状态的信息。因此，理解生命系统的物理学需要人们了解信息如何从单个分子到生物群的跨尺度流动；从利用能量耗散在分子尺度上实现更可靠的信息传输，到在大脑中使用的新的网络动力学作为神经代码，信息的物理实现在生命中有了意想不到的发现。

(3) 生命的宏观功能如何从微观成分之间的相互作用中产生？从折叠蛋白质的有序结构到鸟类成群的有序飞行路径，生命中很多事件都涉及多个较小单位的集体行为。理论和实验相结合，生物物理学展示了如何用统计物理学的语言描述这些集体行为，同时指出了在无生命世界中没有类似物的新秩序。生物物理学的许多核心问题都旨在理解这些现象。

(4) 生命系统如何确定参数空间？描述生命系统的参数的数量非常巨大，而且，描述生命机制的参数会在适应、学习和进化过程中随着时间推移而发生变化，生物物理学为解决这些问题带来了新的视角，从

各种可能性中设想生命的机制。从免疫系统中的一系列抗体到与大脑功能一致的突触连接，对这些系统的表征提出了新的物理问题。

3、生物物理学面临的挑战

主要包括 3 个方面的挑战：能否成功抓住生物物理学的智力机会，吸引有才华的年轻科学家进入该领域，取决于能否将生物物理学有效地融入物理教育，乃至更广泛的教育；生物物理学的智力活动与当前资助项目的结构之间存在严重的不匹配；是否能建立一个包容性的社区，欢迎和支持来自社会各阶层人士的广泛参与。

4、建议

(1) 联邦政府应为国家科学基金会 (NSF) 提供更多资源，以增加资助规模，同时开展一系列的研究。

(2) 国会应拓展能源部 (DOE) 的使命，与国立卫生研究院 (NIH) 和 NSF 合作，建设和管理用户设施及基础设施，以推进生物物理学的发展。

(3) NIH 应设立专门探索生物物理学的研究部门。

(4) 国防部 (DOD) 应支持生物物理学研究，旨在发现可应用于 DOD 任务相关工程系统中的广泛原理。

(5) 联邦资助机构应设立资助项目，为生物物理学研究生教育提供直接支持，并为生物物理学博士项目的国际学生提供支持。

二、英国把生物物理学列为战略优先基金的重点主题

1、生物物理学战略优先基金

战略优先基金是英国 UKRI 的重要举措之一，旨在推动高质量的多学科研究和创新。战略优先基金投资 8.3 亿英镑，用于 34 个主题的多学科研究³。生物物理学战略优先基金是其中的主题之一，计划投资 3120 万英镑，旨在转变对健康和疾病中生物功能的物理学理解，并提供对关

³ Strategic Priorities Fund. <https://www.ukri.org/what-we-offer/our-main-funds/strategic-priorities-fund/>

键挑战的新见解。截至目前，生物物理学战略优先基金已资助了两批项目，2019 年投入 1460 万英镑资助了 8 个项目，2022 年投入 1800 万英镑资助了 9 个项目。

2、获资助的具体项目

2019 年资助的第一批项目，研究人员利用物理学的新方法来解决关键的生命科学问题，包括细菌如何抵抗抗生素、空气污染如何影响人类肺部的细胞、植物如何知道何时开花是安全的、蛾类如何改变声波来伪装自己不受捕食者攻击等。8 个项目是：乳腺发育和乳腺癌形态发生过程中的随机波动，抗药性物理学，针对个人污染暴露及其缓解的跨生物长度尺度的健康评估，用于增强噪声控制技术的生物超材料，转录和核相变，用于跨生物尺度的百万像素时间分辨成像和控制的量子技术，表观遗传记忆和转录控制中蛋白质聚类的生物物理学，酶的分子力学。

2 月 17 日，UKRI 和维康基金会宣布第二批资助的 9 个项目，旨在回答以下问题：人类大脑是如何处理信息以及如何使人学习复杂任务？生物体发育时，组织和胚胎是如何形成的？单细胞藻类如何捕获地球上 30% 的二氧化碳排放量？具体内容如下。

(1) 逆向工程的形态发生。资助金额为 100 万英镑，旨在回答生物体发育时组织和胚胎是如何形成的。这个问题的答案对理解人类的身体是如何形成的，以及对再生医学和组织工程等改变生命的疗法有着深远的影响。研究人员将利用实验测试和计算机建模，确定在形态发生过程中，细胞如何编排它们的运动并选择它们的身份来塑造复杂组织。

(2) 早期胚胎作为一种主动自调谐软材料。资助金额为 170 万英镑，研究人员将使用成像和建模相结合的先进方法研究关键的生物物理机制，这些机制控制着成千上万的分裂和分化细胞自组织形成胚胎的方式。这将提高人们预防和治疗心脏缺陷和脊柱疾病等许多先天性疾病的能力。

(3) 了解自组织的组织的跨尺度模式。资助金额为 140 万英镑，研究人员将通过研究构成器官组成部分的分子（如蛋白质）间的相互作用，理解每个器官是如何控制它的形状和形态的。以此为依据，人们对疾病进行早期干预。研究人员将在果蝇翅膀上使用实验和建模技术来确定细胞的方向如何影响动物器官的形态和功能，这将可能为发现新的治疗和干预措施提供关键信息。

(4) 认知的统计物理学。资助金额为 210 万英镑，旨在对大脑如何运作产生新的见解，尤其是在各种疾病和健康状态下。通过对大脑神经元网络上的“雪崩”现象进行模拟和成像，研究人员将探明这一理论是否能解释人类大脑的运作方式。这可能会对阿尔茨海默症等神经系统疾病如何导致认知功能退化产生新的见解，并有助于开发未来的治疗方法。

(5) 视觉采样的新视角：如何优化注视眼动？资助金额为 200 万英镑，该项目是第一个将理论物理学与神经科学和心理学相结合的项目，目的是确定人类的眼睛是如何持续工作以实现最佳性能，并最大限度地利用可用信息的原理。该项目的发现将有助于人们理解微小、持续的眼球运动对视力的影响，进而研发增强人类视觉的计算机模型，并提高人们对视觉障碍的理解，为人工视觉系统的设计提供有用信息。

(6) 优化光与组织的相互作用，以实现新皮质深处神经元动力学的多尺度成像。资助金额为 240 万英镑，将汇集物理学家、显微镜开发人员和神经科学家，开发新的方法来了解人类大脑的新皮质是如何运作的。

(7) 约克大学蛋白核物理学项目：纳米结构生物的液-液相分离：二氧化碳固定细胞器的下一层级复杂性物理学。资助金额为 190 万英镑，将了解从大气中捕获二氧化碳的新方法，并探索“藻蛋白核”的复杂结构是如何自发形成的。单细胞藻类中含有被称为蛋白核的微小“液滴”，它们具有显著的特性，例如能够根据需要形成和溶解。研究人员旨在获

得与碳捕集、生物组装和作物改良生物技术相关的新知识。

(8) 复杂物理环境中的感染：鼻窦中的生与死。资助金额为 210 万英镑，旨在通过在鼻窦腔模型中研究可能导致慢性鼻窦炎的细菌来加深对慢性鼻窦炎的理解。这将有助于改善慢性鼻窦炎及类似疾病的治疗方法，并提高人们对复杂生命系统，如肠道、肺或泌尿道等的认知。

(9) 整合跨尺度功能知识和结构知识，破译哺乳动物大脑中的信息处理。资助金额为 200 万英镑，将使用同步加速器 X 射线显微镜、电子显微镜和体内成像技术，确定大脑回路在实践中如何工作。这将促进对精神疾病等疾病的了解，有助于构建先进人工智能。(郑颖 黄龙光)

基础前沿

美国国家科学技术委员会发布量子传感战略报告

3 月 24 日，美国国家科学技术委员会（NSTC）量子信息科学分委员会（SCQIS）发布了战略报告《实现量子传感器》⁴，梳理了美国在量子传感器领域取得的成果和面临的挑战，并提出了政策建议。

报告指出量子传感技术已对社会产生巨大的益处，例如利用原子钟的全球定位系统（GPS）和利用核自旋控制进行医学成像的磁共振成像。新的量子传感器在近期也有机会成为可部署的技术，具有变革性影响。报告主要从原子钟、原子干涉仪、光学磁强计、原子电场传感器和利用量子光学效应的传感设备 5 个方面介绍了目前量子传感器技术的成果。然而，从基础研究到商业化产品，量子传感器需要政府长期持续的投入。为了持续刺激美国量子传感器的发展，报告提出了 4 项政策建议。

(1) 领导量子信息技术研发的机构应加速开发新的量子传感方法，

⁴ BRINGING QUANTUM SENSORS TO FRUITION. <https://www.quantum.gov/wp-content/uploads/2022/03/BringingQuantumSensortoFruition.pdf>

并优先考虑与最终用户建立适当的合作伙伴关系，以提高新量子传感器的技术准备程度。

(2) 使用传感器的机构应进行可行性研究，并与量子信息技术研发负责人共同测试量子原型，以确定有应用前景并能解决其机构任务的量子传感器技术。

(3) 支持工程研发的机构应开发广泛适用的组件和子系统，如紧凑型可靠激光器和集成光学器件，以促进量子技术的发展并实现成本降低。

(4) 各机构应简化技术转让和收购流程，以鼓励开发和尽早使用新的量子传感器技术。
(杨况骏瑜)

信息与材料制造

日本发布《超越 5G 白皮书》

3 月 18 日，由日本总务省、学术机构及松下、日本电器公司 (NEC) 和丰田等公司共同成立的“超越 5G 推广联盟”制定并发布了首份《超越 5G 白皮书》⁵，总结了各行业对超越 5G 时代的问题和期望、所需的能力以及技术发展趋势。其中，白皮书主要从系统平台和应用、可信度技术、网络能源效率提升、通过非地面网络 (NTN) 扩大网络覆盖范围、网络架构、无线和光学技术 6 个方面阐述了超越 5G 时代技术发展趋势。

1、系统平台和应用。超越 5G 被认为是推进实现社会 5.0 的一种方式。社会 5.0 通过构建网络空间 (虚拟空间) 和物理空间 (现实空间) 高度融合的系统，即网络物理系统，实现经济发展，解决社会问题。在社会 5.0 蓝图的基础上，不仅需要考虑与通信基础设施直接相关的技术，还需要考虑与之配套的平台和应用技术，包括机器人即服务 (RaaS)、移动即服务 (MaaS) 和 XR 服务 (如 VR、AR 等)。

⁵ Beyond 5G White Paper~Message to the 2030s~. https://b5g.jp/doc/whitepaper_en_1-0.pdf

2、可信技术。为应对超越 5G 时代用户的多样化需求，需要提供一个所有利益相关者都能安全使用的网络基础设施，包括网络的安全、隐私和恢复力。具体技术包括网络信任模型、基于安全和隐私的网络基础设施、硬件安全、保密计算等，还包括人工智能在网络实体中的可信技术。

3、网络能源效率提升。绿色和可持续发展是超越 5G 网络和终端设计的核心要求和最终目标。通过引入绿色设计理念和原生人工智能技术，超越 5G 将提高网络的整体能效，具体包括：设计和评估网络能源效率框架，提升功率放大器效率，根据时间和空间的动态变化提供网络服务，利用可再生能源以及采用无源传输，采取分布式网络以解决人工智能训练和推理的资源消耗问题。

4、通过非地面网络扩大网络覆盖范围。非地面网络增强了未来网络的覆盖范围，从地面到空中再到太空，实现广域通信，并创造新的应用，其中需要重点关注的技术包括：高吞吐量通信技术、低延迟技术、物联网的大规模连接技术、光学激光通信技术、最佳路由选择和多连接技术、量子加密通信技术、自主操作以及边缘计算技术。

5、网络架构。超越 5G 的网络架构应该在用户不了解基础设施、技术、通信质量和安全的情况下提供最佳网络功能。超越 5G 网络架构的具体需求包括：不仅能提供最佳的核心网络功能，还能为端到端通信提供整体服务；能考虑到端到端通信的性能和用户体验质量；能同时提供计算资源和网络资源，以充分利用智能传感和人工智能技术。

6、无线和光学技术。超越 5G 需要在以下领域进行研发：新的无线电网络拓扑结构，扩大带宽和提高频率利用率的技术，进一步推进空中接口技术发展，支持极端环境下可靠和低延迟的通信技术，提高能源效率和低能耗的技术，集成传感、通信以及高精度定位的技术，无线电接入/无线系统的管理技术，基于人工智能的原生通信技术等。(杨况骏瑜)

美国 DARPA 启动探索太空制造研究

3月23日，美国国防先进研究计划局（DARPA）宣布将由8个工业与大学研究团队承担“新型轨道与月球制造、材料和大质量高效设计”（NOM4D）项目，任务是提供材料科学、制造和设计技术方面的基本概念，从地球运送原材料并收集月球材料，实现未来空间结构的在轨制造，以免受火箭发射能力的限制，最终成果也将应用于轨道，而不在月球表面建造任何建筑。NOM4D项目于2021年2月启动招标，此次入围的团队将围绕以下两个领域开展相关研发工作⁶。

（1）空间材料与制造。主要将开发新的无模具制造工艺，在轨道上制造轨道机械元件和粘合结构；开发材料及相关工艺的预测模型，实现激光成型在轨应用；开发一种利用自激聚合的高精度空间复合材料成型工艺；开发用于大规模轨道应用的风化层衍生玻璃-陶瓷机械结构的制造等。此外，围绕控制热膨胀精密轨道结构的添加剂风化改性材料，还将建立全面的材料特性数据库。

（2）空间制造的高质量效率设计。主要是基于超材料和超阻尼概念，探索高质量效率、高精度、稳定和弹性空间结构的新设计方法；开发高质量效率的大型结构设计，优化弹性和流动性；设计具有高度各向异性机械响应的新型拉伸和弯曲混合结构部件等。（万勇 杨况骏瑜）

美国国会拟投上百亿美元加强国防信息技术

3月8日，美国参议院通过了1.5万亿美元《联邦国防财务支出法案》⁷，旨在加速国防能力增长，以实现军队的现代化，提高战备水平，确保美军一直是世界上训练最有素、准备最充分、装备最优良的部队。

⁶ DARPA Kicks Off Program to Explore Space-Based Manufacturing. <https://www.darpa.mil/news-events/2022-03-23>

⁷ FISCAL YEAR 2022 APPROPRIATIONS BILL, Department of Defense Appropriations Act, 2022. https://www.appropriations.senate.gov/imo/media/doc/FY22%20BILL%20HIGHLIGHTS_DEFENSE_final.pdf

法案强调，聚焦人工智能、导弹防御和网络安全等重要领域，加大在基础研究和未来技术方面的投入。

1、增加近 14 亿美元构建印太地区的关键能力。增拨 2.69 亿美元用于海军陆战队“2030 年部队设计”有关的未获资助的优先事项；增拨 5.5 亿美元用于加速印太司令部导弹跟踪卫星的演示项目；增拨 7500 万美元用于夏威夷的国土防御雷达，增拨 8000 万美元用于关岛防御系统；建立快速国防实验储备（RDER），加快创新技术的实战演示。

2、投入 5.8 亿美元提高军队对下一代信息技术的采用。增拨 2 亿美元增强人工智能在作战司令部中的应用，并增拨 5000 万美元用于国防部招聘和培养先进人工智能技术人才；增拨 6200 万美元用于加强国防部网络免受威胁，增拨 2300 万美元用于改善美国网络司令部的训练，增拨 7000 万美元用于加强 DARPA 在人工智能、网络和数据分析方面的研发；增拨 1 亿美元用于加速可信和可靠的微电子产品的设计，增拨 8000 万美元用于 DARPA 的“电子复兴计划 2.0”。

3、支持继续建设太空军并推进关键技术，以保持美国在竞争日益激烈的领域的优势。为太空军行动和采购计划提供 180 亿美元，比 2021 年度增长 17%（27 亿美元）；增拨 2.61 亿美元用于太空军缺乏资金支持的优先项目，其中包括 6100 万美元用于加速环月飞行实验，1.23 亿美元用于秘密优先项目，4400 万美元用于作战补强。（杨况骏瑜）

美国推动增材制造标准化与工业应用研究

3 月 25 日，美国材料与试验协会（ASTM International）宣布将资助增材制造领域研究，解决《增材制造标准化路线图》⁸中指出的一个

⁸ 该路线图由美国国家标准学会（ANSI）和“制造业美国”增材制造研究所（America Makes）于 2018 年 6 月联合发布，围绕设计、工艺与材料、资格与认证、无损检测、维护等 5 个主题领域，确定了 93 项标准差距及其优先等级

或多个差距，推动标准化与工业应用进程。此次资助主要围绕“工艺操作”和“测试测量方法”两个领域开展⁹。

1、工艺操作领域。将开发一种测量增材制造零件密度的标准化操作实践，特别关注增材制造工艺的特征缺陷；制定操作指南，以应对工艺中断的后继处置等。

2、测量测试方法领域。将主要围绕以下方向开展研究工作：粉末清洁度评估；材料挤压制造出的零部件的层间剪切性能；承载横截面机械性能；水分含量对制造工艺和打印部件性能的影响；材料挤出中使用的细丝的拉伸性能等。
(万勇)

欧盟石墨烯旗舰计划发文评论二维材料的应用领域及挑战

3月16日，欧盟石墨烯旗舰计划下“2D实验性试点生产线”(2D-EPL)项目研究人员在《自然-通讯》发表评论性文章《用于未来异质电子器件的二维材料》¹⁰，概述了二维材料最有前途的应用领域在高科技产品方面面临的挑战。2D-EPL项目旨在与欧洲石墨烯旗舰计划中欧洲领先的合作伙伴，一起创建验证生产线并实现基于石墨烯相关材料创新技术和传统半导体集成产品的小批量生产。

1、制造技术领域面临的挑战。目前尚未有将二维材料引入硅半导体工厂的可用制造解决方案；缺陷和污染的存在使得二维材料的沉积和生长技术尚未符合大规模生产规范的要求；晶圆键合技术可解决高质量材料制备所需要较高的工艺温度等问题，但其目前还未能达到制造水平；去除或蚀刻对底层具有高选择性的材料面临制造挑战；精确和长期稳定的控制“有效掺杂”以及经典掺杂都面临挑战。

⁹ ASTM International Supports Seven New Additive Manufacturing Projects. <https://newsroom.astm.org/astm-international-supports-seven-new-additive-manufacturing-projects>

¹⁰ 2D materials for next generation computing. <https://graphene-flagship.eu/graphene/news/2d-materials-for-next-generation-computing>

2、深度摩尔 (More Moore)。在器件层面，领先的半导体制造商正在从基于硅通道的鳍式场效应晶体管 (FinFET) 转向堆叠式纳米片场效应晶体管架构，以实现最先进的 CMOS 技术节点。二维半导体有可能实现多个技术节点的真正常规化。二维材料相关的基本技术和集成成为挑战，需要关注与二维集成相关的问题，其中确定合适的栅极氧化物堆栈和寻找低电阻触点尤为重要。

3、超越摩尔 (More than Moore)。二维材料由于其固有的高表面/体积比和多功能化特性，非常适合用于气体、化学和生物传感。基于 2D 膜的微纳机电系统可用于压力传感器、加速计、振荡器、共振质量传感器、气体传感器、霍尔效应传感器和测辐射热计。二维材料在硅基光电子和光子器件可处理的光谱范围之外的应用领域具有优势，即使在硅基器件的光谱区，具有直接带隙的半导体二维材料在发光方面也比硅有优势；石墨烯、二硒化铂或黑磷等半金属和小带隙材料可在红外发光区域与昂贵的 III-V 族半导体技术竞争。

4、光子集成电路。光子集成电路是计算机芯片上和芯片之间进行数据传输的终极性能推进器。基于二维材料的光子器件可以将有源器件组件与硅光子器件集成，也可以与无源非晶波导材料(如氮化硅)集成，为复杂的光子学应用在 CMOS 上提供了可能性。

5、神经形态计算。神经形态计算旨在为人工智能提供受大脑计算机制启发的计算设备和架构，以实现硬件的节能。二维忆阻器已经显示出了良好的性能，在传感器系统和边缘计算中获得了应用。此外，二维忆阻器还可以提供多种非计算功能，包括安全系统的物理不可关闭功能，以及通信系统的射频切换功能等。

6、量子技术。二维材料和范德华异质结构的各种特性使它们成为自旋电子学和未来量子技术中的可调谐量子材料。二维材料系统不仅能

够实现量子物质的人工状态，而且作为固态量子计算材料，可制备量子通信电路中的关键组件，以及用于量子传感。二维材料也是量子比特的固态平台，可用于拓扑量子计算元件和单光子发射器的相干源。（张超星）

生物与医药农业

欧盟人脑计划发布《未来 10 年的数字大脑研究》

3 月 11 日，欧盟人脑计划（HBP）科学和基础设施委员会发布《未来 10 年的数字大脑研究》报告¹¹，概述了未来十年神经科学与前沿技术、计算科学交叉下的发展愿景。报告提出未来十年数字大脑研究应系统整合分子、亚细胞、细胞和系统层面的多尺度研究，并强调大脑模型和数字孪生大脑是未来大脑研究的推动者，同时还呼吁建立相应的研究与创新伦理框架，以识别和解决相关研究可能引发的道德和社会问题。

报告指出，一个能承载数字孪生大脑的数字基础设施，可提供互操作性、信息安全性、多层次数据，获取高性能计算和其他相关技术等基于知识的计算资源，将可能促使对数字孪生大脑理解和完善。EBRAINS 正是这样的基础设施。报告绘制了 EBRAINS 研究基础设施的未来发展路线图，提出了其短期、中期和长期科学目标，为 EBRAINS 的当前及未来发展提供了科学框架。

1、短期规划。通过“自下而上”和“自上而下”两种模型的组合和映射，加速解析脊椎动物大脑中进行机械性信息处理的实现方式并形成理论；建立一套复杂的高分辨率脑区模型，并将其整合到现有认知架构中；利用 EBRAINS 已有专业知识，为鸟类等其他动物模型绘制最先进的大脑图谱；充分发挥新一代多尺度人脑图谱的应用潜力，开展神经

¹¹ The coming decade of digital brain research - A vision for neuroscience at the intersection of technology and computing. https://zenodo.org/record/6345821/files/The%20coming%20decade%20of%20digital%20brain%20research_V1.pdf?download=1

成像、建模和临床应用研究；利用生理和功能知识构建多尺度的人类大脑图谱；开发首个将神经数据与神经胶质细胞、分子和免疫信号通路信息整合起来的模型；基于癫痫领域和 EPINOV 试验（活体大脑试验）进展，利用个体大脑神经成像和生理数据，结合死亡大脑和活体大脑的图谱数据，构建脑疾病研究数字模型；构建涉及多个脑区或不同尺度的更复杂的大脑组合模型，以反映真实的生物脑回路，并将这些模型的模拟结果与经验数据进行比较；多尺度研究神经动力学，解释其与脑结构的关系；集成阿尔茨海默病关键区域——海马体的宏观、中观和微观尺度数据，建成最全面的海马体模型，获得啮齿动物海马体的数字孪生模型；首次将详细的解剖生理学模型应用于脑医学；列出当前探讨的大脑的热点理论及相应的实验策略。

2、中期规划。创建超高分辨率的大脑细胞和轴突结构的集成模型，并以此作为空间框架，进一步结合成像数据及蛋白质组学、基因组学、连接组学和分子信息，构建亚微米尺度的多水平大脑图谱；开发跨脑区或跨尺度的更复杂的大脑组合模型，并基于 EBRAINS 仿真平台预测大脑的结构和功能特征；采用多尺度因果（刺激和记录）推理方法，开展瞬时行为、信息和图论分析，并辅以全脑计算方法，诊断和治疗中风、意识障碍、神经退化和精神疾病；开发一套标准，以量化大规模脑模型的拟合优度和预测准确性；开发能反映睡眠-觉醒状态的全脑模型，并在诊断中使用数字孪生脑模型来监测意识；发现机器学习领域的新原理，并最大限度的提高对感知、记忆、认知、决策和运动控制的大脑机制的理解，以期对人工智能、机器人和神经形态技术产生重大影响；使用通用神经元功能模型研究物种差异。

3、长期规划。开发兼具感觉、认知、知觉和语言功能的大型脑模型；使用全脑模型，在机器人中模拟老鼠的基本行为和复杂的行为；评

估生物脑的学习和适应性模型，衡量其是否可促进机器学习和人工智能新算法开发，以及是否具有新应用潜力，如新材料、人工生命、替代/增强大脑功能；在群体和个体水平上研发数据驱动的脑发育、发展和衰老模型，提高儿童和青少年的脑疾病干预水平，并推动新型信息技术开发；推动更精确的脑解剖生理学模型在医学中的应用；将脑的真实孪生数据应用到脑医学中，并可在诊断、康复或手术等紧急情况下利用真实的传感器数据对其进行实时更新；进一步研发复杂的多器官数字模型，以反映器官及身体功能的神经系统调节机制，加速“数字孪生患者”模型的研制。（李伟）

能源与资源环境

欧盟发布《氢能战略研究与创新议程》

2月28日，欧盟清洁氢合作伙伴关系“清洁氢能联合行动计划”（Clean Hydrogen JU）¹²发布《2021~2027年氢能战略研究与创新议程》，提出了到2027年氢能研发重点领域和优先事项¹³。欧盟在“地平线欧洲”框架下向 Clean Hydrogen JU 投入 10 亿欧元用于资助氢能研发示范，此次出台的议程明确了 6 个研发重点领域的研发和创新活动。

一、可再生能源制氢

1、电解制氢

（1）早期研究活动。通过开发新材料/制造工艺/概念以降低不同电解技术的成本，并延长寿命。包括：开发新型电极和膜，在催化剂、膜电极中减少或不使用关键原材料以及全氟和多氟烷基物质；开发新型催

¹² Clean Hydrogen JU 是欧盟推进氢能研发创新的重要平台，是“燃料电池与氢能联合行动计划”（FCH-JU）及其二期计划的后续，成员包括欧盟委员会、“氢能欧洲”组织（Hydrogen Europe，代表欧洲工业界）和欧洲氢能研究协会（Hydrogen Europe Research，代表欧洲研究机构）

¹³ New research and innovation priorities for Europe's Clean Hydrogen Partnership. https://www.clean-hydrogen.europa.eu/media/news/research-and-innovation-priorities-clean-hydrogen-2022-02-28_en

化剂，如低/无铂族金属含量、仿生材料；开发最小化环境影响以及提升能源、资源/材料循环性的技术；降低质子交换膜电解槽催化剂中的贵金属含量并考虑回收利用，开发不含铂族金属的催化剂和先进的膜等。

(2) 技术开发活动。包括：通过改进热管理和流程管理以改进电池设计，实现高性能并提高电池/电堆的稳健性；为高功率系统开发可制造的更大面积电池/电堆组件；在与可再生能源发电集成时，通过创新系统设计和改进辅助系统组件，减少寄生损耗并降低成本；开发用于监测、诊断和控制电解槽系统的工具和方法；开发可逆燃料电池和共电解概念等。

(3) 示范活动。示范验证电解技术在大规模部署时的成本和性能，包括：验证新型集成概念、案例或商业模型；开发用于连续大批量生产电池/电堆组件的自动化和质量控制流程；示范兆瓦级规模新型电解技术；兆瓦级规模电解制氢直接与可再生能源发电的耦合示范等。

(4) 旗舰行动。支持开发和示范大型电解槽及其集成系统，实现数百兆瓦容量，用于并网或离网、陆上或海上，以进一步降低成本。

2、其他替代技术

(1) 早期研究活动。包括：生物质和生物废物气化制氢，如新型反应器设计、超临界水气化技术、集成碳捕集技术等；生物法制氢，如用于大中型工厂的高产率生物反应器概念、实现高稳定产氢的技术解决方案等；微生物电解制氢，如新型反应器设计，低成本、稳定、高效电极和膜材料等；直接太阳能制氢，如开发和测试光分解、光（电）催化和热化学循环制氢技术，集成集流器/反应器的新型架构和系统设计等。

(2) 技术开发活动。包括：沼气重整制氢的新型紧凑型节能反应器概念；扩大有前景的生物质和生物废物气化制氢技术，如混合系统、太阳能气化等；开发生物法制氢中型反应器；扩大有前景的太阳能制氢技术等。

(3) 示范活动。示范垃圾和生物质气化制氢工厂；示范利用沼气

生产可再生氢的工厂；示范全尺寸生物制氢反应器；示范中等规模（数百千瓦时）太阳能制氢技术。

（4）旗舰行动。支持大规模部署最具潜力的太阳能制氢技术。

二、储氢和氢气分配

1、储氢

（1）早期研究活动。开发可降低成本并提高储氢效率的新概念，包括使用低压容器与低成本氢化物或具有高可逆性（至少 1000 次循环后仍保持超过 90% 的原始储氢容量）的吸附储氢材料。

（2）技术开发活动。开发成熟的地上和地下储氢概念，并集成到能源系统中，包括：地下储氢和相关地上基础设施的可持续和安全设计；用于地下储氢井的长期低成本材料；研究不具备盐穴和多孔介质条件的地下衬砌洞穴储氢；地下储氢导致的微生物活动和影响；开发用于地上储罐的低成本材料和系统架构；使用固体纳米结构的吸附储氢等。

（3）示范活动。通过地上和地下储氢示范项目降低成本并提高效率，包括：验证和优化地上储氢方案的中等规模项目，如位于氢能示范住宅区、本地氢气分配中心、人口密集区加氢站、偏远地区（尤其是高比例可再生能源地区）的储氢设备；大规模地下储氢示范。

（4）旗舰行动。至少 25 万立方米的大规模地下储氢；关于能源或其他工业应用的大规模储氢需求的政策研究。

2、氢气用于天然气网络

（1）早期研究活动。开发测试技术以研究氢气对不同管道材料的影响；确定氢气对如下材料和组件的影响：管道及焊接接头、配送网中的金属材料、仪表设备中的弹性体材料等；精确模拟氢气的安全风险以更新设计和作业方法；深入了解现有输配网中的污染对氢气纯度影响。

（2）技术开发活动。开发利用内部涂层、套管、原位机器人等方

法减小氢气对现有输配网影响的方法；识别和开发优化氢气输送的新材料；开发用于混氢气体的计价仪表；开发泄漏监测/跟踪工具；开发紧凑型氢气注入装置等。

(3) 示范活动。开发将当前离网项目与天然气市场连接的方法；建设混氢和纯氢跨境管道示范项目。

(4) 旗舰行动。示范跨境输送项目，重点关注混氢技术，以及将氢气用于工业、交通和住宅等。

3、液态氢载体

(1) 早期研究活动。氢液化，包括下一代液化材料及技术，降低液化能耗、减少蒸发损失、提高效率和可靠性的创新技术；氢载体技术，包括开发新型催化剂和反应器技术，减少加氢/脱氢反应所需的昂贵原材料用量，减少供应链碳足迹，氢载体的电化学重整或合成等。

(2) 技术开发活动。氢液化，包括开发更高效和低成本的新型小规模液氢生产工艺，设计可响应氢需求及可再生能源输入波动的新工艺；氢载体技术，将最具应用潜力的概念推进至原型系统，将当前原型阶段技术扩大至大规模工厂，大容量加氢/脱氢装置的设计与优化。

(3) 示范活动。支持一个氢气液化示范项目；支持将已开发的最具前景概念部署在实际应用中。

(4) 旗舰行动。在技术就绪且成本够低的情况下，支持针对不同终端应用的不同氢气输运方案的旗舰项目。

4、改进现有氢气输运方式

(1) 早期研究活动。耐纯氢新型高强度轻质材料的早期开发；适用于纯氢的焊接工艺；氢脆/渗透研究；氢气加臭研究，开发最大限度降低对燃料电池负面影响的加臭剂。

(2) 技术开发活动。开发大容量高压长管拖车；优化液氢的道路

运输和存储以最大限度减少蒸发损失，包括改进绝缘技术以及部署制冷和存储集成系统；开发新的隔热概念并与储氢容器集成，以扩大液氢运输规模并降低成本；开发纯氢专用终端及液化天然气与氢气共存终端。

(3) 示范活动。比较不同氢气输运方式的技术经济性，并探索其整合和优化方法。

5、氢气压缩、净化

(1) 早期研究活动。氢气压缩，包括开发化学、电化学等新型压缩技术，在低、中、高温度和压力情况下测试电化学、热和混合压缩，新型低温压缩方法等；氢气净化和分离技术，包括开发低含量或无铂族金属的技术，开发将氢气纯度提高到 99.999% 的同时降低能耗的新概念，开发膜、电化学、热化学等新型净化/分离技术等。

(2) 技术开发活动。包括：更高性能的现场压缩装置的制造技术；开发将氢气注入天然气管道的大型压缩技术及其驱动装置；开发可降低氢气分离成本、提高抗氢中毒能力的技术；开发从天然气混合气中分离氢气的方法等。

(3) 示范活动。示范真实场景下的新型压缩概念，如规模大于 200 千克/天的加氢站、数十吨/天的管道注入；示范真实场景的新型氢气净化/分离概念；将新型测量、管道和仪表技术整合到氢能项目中。

6、加氢站

(1) 早期研究活动。优化加氢技术；更低入口压力的加氢技术；用于重型车辆加氢的喷嘴和柔性管、冷却器等特殊部件。

(2) 技术开发活动。降低加氢站碳足迹的方法；用于大型车辆的大规模加氢站；集成新型技术降低大容量加氢站的资本和运营成本；通过低入口压力和灵活运行技术促进对可再生氢的使用。

(3) 示范活动。包括：开发用于重型车辆的加氢站标准化和工业

化设备及组件；提高重型车辆加氢站设备和基础设施可靠性、安全性和可用性；为大型船舶、火车或公交、卡车等部署大规模加氢站；探索按需加氢、紧凑型移动加氢站等新型商业模式等。

（4）旗舰行动。支持加氢站运营商投资新技术，降低成本，以建立部署燃料电池汽车所需的初始网络。

三、氢能交通应用

1、模块化组件

（1）早期研究活动。燃料电池技术，包括开发颠覆性技术以改善面积和体积功率密度、提高可靠性、延长寿命，进行材料研究以减少或代替铂族金属，改进电堆及燃料电池关键组件性能；车载储氢技术，包括开发高压罐新材料以及快速加氢技术，开发固体储氢、低温液态储氢等新型储氢技术以提高储氢密度。

（2）技术开发活动。燃料电池堆技术，包括优化电堆寿命、可靠性等，开发关键组件新型设计、电堆和系统健康监测的新方法，开发低成本概念并改进制造和回收；燃料电池系统技术，包括简化燃料电池系统设计，开发标准组件、接口和系统配置以提高其可制造性等；车载储氢技术，包括开发和验证集成多种技术，通过改进设计、新型制造及质量控制技术提升安全性，集成用于健康监测和火灾探测的低成本可靠传感器。

2、重型车辆

（1）早期研究活动。改进或开发辅助系统组件，并设计用于低成本大规模制造的重型车辆系统；开发颠覆性概念以提高功率密度和能量密度，并提高重型车辆系统的耐用性；改进车载储氢技术并降低成本。

（2）技术开发活动。包括：建立燃料电池重型车辆规范以满足用户需求和法规限制；建模和优化设计，开发生命周期成本分析工具，同时考虑到与电池动力的混合集成、燃料电池回收潜力等；进行原型设计，

开发控制、诊断和预测程序，开发子系统接口，集成燃料电池系统和储氢系统，探索使用液氢，开发用于服务和维护的健康状态监测新概念等。

(3) 示范活动。在真实环境中验证可用性、寿命、效率等性能；收集和分析车辆性能及加氢基础设施相关数据；推进基于氢能的分布式可再生能源系统与交通运输部门的协同；测试最具应用潜力的重型车辆应用，解决大容量车载高压储氢相关的安全问题。

(4) 旗舰行动。开发和实施创新商业模式以降低风险、推进对供应链的开发，确保燃料电池重型车辆在运营生命周期得到充分支持。

3、船舶

(1) 早期研究活动。通过新型低成本规模化技术提升电堆功率密度，涉及低温和高温质子交换膜燃料电池、燃料灵活的固体氧化物燃料电池等；改进船载储氢技术，开发可更换储氢容器；改进氢载体的重整技术；通过规范和法规（协议和标准）提升安全性。

(2) 技术开发活动。进行集成设计以将燃料电池不同组合用于短途船运；开发短途海运船舶安全、高效存储和集成大量氢气及其衍生燃料的技术；确保在短途海运船舶设计中完全集成燃料电池；开发用于港口的新型大规模储氢和加氢解决方案，包括纯氢或氢载体形式。

(3) 示范活动。开发燃料电池和氢基燃料存储解决方案并部署到船舶上，在港口安装大容量加氢基础设施；验证新型燃料电池技术并确定大型船舶的首选燃料。

(4) 旗舰行动。开发和实施创新商业模式以适应当地管理风险和氢供应链发展，确保船舶在运营生命周期得到充分支持。

4、铁路

(1) 技术开发活动。设计低温压缩储氢或液态储氢等车载储氢概念；优化组件尺寸，开发列车专用燃料电池系统架构；开发新型双模式

系统架构，将燃料电池系统与新一代电力电子和电池技术相结合；确保大容量加氢站的性能可满足铁路运营和安全需求。

(2) 示范活动。示范不同类型氢能列车；验证氢能列车的商业可行性和环境性能；测试用于铁路的大容量加氢站；制定列车维护和支持策略。

(3) 旗舰行动。尽快在欧洲部署约 100 辆氢能列车，支持整个欧洲大陆的加氢基础设施整合。

5、航空

(1) 早期研究活动。开发航空燃料电池膜电极组件；开发氢能航空专用技术，如液氢罐、气氢压缩机、液氢泵、阀门和传感器。

(2) 技术开发活动。包括：开发 250 千瓦燃料电池堆可扩展的系统及组件技术，实现模块规模 1.5 兆瓦以上，然后进一步扩大系统规模至 5~6 兆瓦、10 兆瓦；开发高质量密度燃料电池辅助系统；开发容量达到 5 吨、质量分数为 35% 的液氢罐；液氢燃料处理技术；开发新型组件和系统控制技术；开发航空用低氮氧化物 (NO_x) 排放、高效氢燃烧室等。

(3) 示范活动。燃料电池、液氢系统的安全相关系统架构；燃料电池及液氢系统的航空集成示范；示范验证飞机加氢可行性，推进机场气氢基础设施，示范首个液氢基础设施。

四、氢能供热和供电

1、固定式燃料电池

(1) 早期研究活动。开发固定式燃料电池新型材料、电堆技术、组件及制造工艺，以改进系统灵活性、稳定性和寿命；基于离子导体和质子陶瓷导体开发先进可逆燃料电池概念。

(2) 技术开发活动。包括：支持推进辅助系统组件和运行过程的标准化并降低成本，开发燃料电池与（智能）电网、离网和分布式可再生能源集成的系统；开发可大规模生产并降低成本的新型制造方法；开

发来自欧洲供应商的商业/工业规模热电联产装置或主发电装置；开发 1、10 和 100 兆瓦规模燃料电池工业热电联产原型技术等。

(3) 示范活动。示范微型热电联产系统的技术及成本；示范来自欧洲供应商的下一代商业/工业规模热电联产装置和/或主发电装置；示范在食品、生物产业等特定工业环境的燃料电池热电联产技术；示范可逆燃料电池与现场可再生能源发电或沼气/合成气的集成；生产和下线测试期间的自动化生产、质量保证工具和技术。

(4) 旗舰行动。支持通过燃料电池热电联产满足工业和其他大规模应用的发电和中、低品位热需求。

2、氢燃气轮机、锅炉和燃烧器

(1) 早期研究活动。纯氢燃气轮机的燃烧物理、火焰稳定性和燃烧动力学研究，关注开发新型干式低排放燃烧技术。

(2) 技术开发活动。开发电厂集成概念、商业模式和相关价值链；安全概念、标准和规范；开发满足工业锅炉 NO_x 排放要求的纯氢燃烧器，包括火焰监测、产物形成、浮力效应影响、火焰稳定性和回火、减少排放等；研究氢气和更高供气压力对元件密封性和热老化行为的影响。

(3) 示范活动。示范在选定工业基地（规模从几十至数百兆瓦）使用先进燃气轮机供电和供热，包括升级现有工厂以安全使用氢气。

(4) 旗舰行动。支持通过燃料电池热电联产满足工业和其他大规模应用的发电和中、低品位热需求。

五、交叉领域

1、生命周期可持续性评估、回收和生态设计

(1) 早期研究活动。进一步优化质子交换膜燃料电池、固体氧化物燃料电池和电解工艺的回收技术，如回收贵金属和关键材料。

(2) 技术开发活动。开发质子交换膜电解槽、阴离子交换膜电解

槽、碱性电解槽、聚合物电解质燃料电池以及储氢材料的回收工艺。

(3) 协调和支持行动。生态设计/可持续设计准则；在燃料电池和氢基技术制造中考虑生态效率；制定产品环境足迹分类规则(PEFCR)；区域生命周期可持续性评估；供应链生命周期分析和生命周期成本核算；生命周期可持续性评估指标数据库。

六、氢谷

研发优先事项包括：在港口部署氢气生产、输运，并应用于船舶燃料、港口运营、进口或出口、港口工业腹地或物流枢纽；在机场部署氢能，用于航空燃料、机场运营、内部交通枢纽、物流枢纽、机场及周边建筑的供热和供电、机场附近工业应用；开发氢岛（区域氢能中心），结合氢气生产、分配和应用等。

七、供应链相关技术

(1) 早期研究活动。开发新的制造技术和生产工艺，包括用于设备自动和半自动生产以及实时质量控制的新型传感器和执行器；通过快速缺陷检测等提高生产速度、循环性、工艺能力和生产良品率。

(2) 技术开发活动。包括：对氢能供应链关键组件和子系统的供应、弱点和瓶颈进行持续监测和差距分析；改进制造方法以提高生产速度和循环性，降低劳动力成本；确定不同应用中与氢接触的材料；生产技能培训；探索使用人工智能和其他新兴数字技术改进燃料电池、电解槽组件或其他关键设备的制造或维护等。

(3) 示范活动。大中规模制造能力范围内的供应链创新方法与质量措施实施；基于供应链和价值链差距分析研究，开发泛欧技术(测试)平台。

(岳芳)

日本 NEDO 发布重型车辆燃料电池技术开发路线图

3月18日，日本新能源产业技术综合开发机构（NEDO）发布《重型车辆燃料电池技术开发路线图》¹⁴，提出了技术开发重点和技术、经济指标，以实现到2030年的普及。路线图明确了膜电极、电解质材料、电极催化剂等6个方面的研发路线。

1、膜电极

关键技术开发：未来5年，开发能够支持更宽运行温度（-30℃~120℃）的膜电极，载铂量为0.24毫克/平方厘米情况下提升性能和耐久性，离聚物覆层形态控制、催化剂层结构优化；未来6~10年，扩展膜电极运行温度至超过120℃，开发高电位高活性膜电极技术。

实用技术开发：未来6~10年，实现燃料电池堆更高性能和更高耐久性，开发更宽运行温度（-30℃~120℃）膜电极的低成本量产工艺；未来11~15年，进一步提升燃料电池堆性能，支持更宽运行温度条件，减少贵金属用量，降低成本。

基础技术开发（评估、分析技术等）：未来15年内，分析催化剂、电解质和膜电极内部的高耦合性和耐久性，探明膜电极中的水分、气体和质子传输现象，明确电极形成过程、相界面设计。

2、电解质材料

探索型研究/基础研究：未来5年，低温/高湿度~高温（120℃以上）/极低湿度材料开发，功能性增强层材料开发。

关键技术开发：未来5年，开发能够支持更宽运行温度（-30℃~120℃）的膜和离聚物技术，开发提高膜耐久性的技术（增强层、自由基清除剂、提高阻气性），提高低温/高湿度-高温/低湿度条件下的质子传导率，改

¹⁴ 大型・商用モビリティ（HDV）向け燃料電池の技術開発ロードマップを公開。 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101524.html

善离聚物的透氧性并减缓对催化剂的特定吸附；未来 6~10 年，开发能够支持更宽运行温度（-30℃~120℃以上）的质子膜和离聚物技术。

实用技术开发：未来 6~10 年，开发更宽运行温度（-30℃~120℃）质子膜量产工艺，开发高耐久性技术；未来 11~15 年，支持更宽运行温度，降低成本。

基础技术开发（评估、分析技术等）：未来 15 年内，探明质子膜中的水分、气体和质子传输现象，探明电解质膜老化机理。

3、电极催化剂

探索型研究/基础研究：未来 5 年，探索新型高电位、高活性阴极催化剂和非贵金属催化剂。

关键技术开发：未来 5 年，开发能够支持更宽运行温度（-30℃~120℃）的催化剂技术，减少贵金属使用量，开发提高空气极活性和耐久性的技术，抑制碳载体老化、开发非碳载体材料技术，开发抗氧化性、抑制过氧化氢生成、抗杂质的燃料极催化剂技术；未来 6~10 年，开发新型高电位、高活性阴极催化剂和非贵金属催化剂技术。

实用技术开发：未来 6~10 年，开发更宽运行温度（-30℃~120℃）电极催化剂膜量产工艺，开发高耐久性技术，开发从报废燃料电池中回收贵金属的技术；未来 11~15 年，支持更宽运行温度，减少贵金属用量，降低成本。

基础技术开发（评估、分析技术等）：未来 15 年内，探明电极表面反应机理和电极催化剂退化机理。

4、隔板、气体扩散层、密封结构等

关键技术开发：未来 5 年，开发降低气体扩散阻力的技术，与其他组件结合优化气体扩散层和微孔层性能，开发具有高耐腐蚀性和降低接触电阻的隔板技术，开发更宽运行温度（-30℃~120℃）的垫片、粘合剂技术。

实用技术开发：未来 6~10 年，开发隔板、气体扩散层、垫片的量产技术（隔板生产速度<1 秒/张），开发快速粘合技术（循环时间<1 秒/单

池)，开发高耐久性技术；未来 11~15 年，支持更宽运行温度，降低成本。

5、实用技术/配套设备

关键技术开发：未来 5 年，开发膜电极、隔板的高速量产技术。

实用技术开发：未来 10 年，大幅提升冷却性能，开发支持高温运行的空压机和增湿器，开发燃料电池堆量产技术；未来 11~15 年，通过提高功率密度大幅减少材料使用量，简化系统、缩小电堆尺寸。

6、基础技术

实用技术开发：未来 10 年，性能、耐久性分析技术和电池评估技术在产业中的应用和示范；未来 11~15 年，开发检测/分析技术，以及基于现象和机理的燃料电池电堆设计技术。

基础技术开发（评估、分析技术等）：未来 15 年内，提升检测技术的时间、空间分辨率，提升计算科学技术的规模和精度，基于模型/数据驱动的材料设计，开发电堆/电池系统设计方法，使用人工智能/自主技术探索材料，在原子和分子水平上确立燃料电池材料设计方法和新材料探索方法。

（岳芳）

英国 BEIS 资助新型长时储能技术

2 月 23 日，英国商业、能源和工业战略部（BEIS）宣布“长时储能示范计划”（LODES）第一阶段招标结果，投入 670 万英镑（约合 5572 万元人民币）支持 24 个创新储能技术项目¹⁵，以促进风、光等波动性可再生能源消纳，助力英国能源系统向绿色转型。此次资助重点关注 3 个领域，后续将在第一阶段资助成果基础上，选择部分项目投入 6800 万英镑进行第二阶段资助。

1、储热技术。资助 6 个项目：热电池的可行性研究；36 兆瓦时超

¹⁵ £60 million boost for floating offshore wind. <https://www.gov.uk/government/news/60-million-boost-for-floating-offshore-wind>

高温储能系统测试；创新长时储热技术及相关智能控制系统开发；电网规模热泵储能系统可行性研究；基于相变复合材料的储热系统开发；Q-zeta 公司家用储热装置用于大容量、低成本长时储能的可行性研究。

2、Power-to-X 储能技术。资助 5 个项目：20 兆瓦无隔膜电解槽制氢项目，通过过剩风电制取的绿氢将存储在地下盐穴中；改进聚变能领域的金属氢化物存储氘和氚技术，用于大规模长时储氢；将金属氢化物储氢技术接入电网进行 Power-to-X 示范的可行性研究；制氢电解槽铂族金属替代材料开发；基于储氢介质 Carbon280 Hydriyte™的储氢系统长期示范。

3、电力存储技术。资助 13 个项目：重力储能示范系统设计，通过在垂直竖井中提升和下降重物来储放能量；海上长时储能技术开发，利用新型液压气动储能技术将加压海水和压缩空气相结合实现大规模储能；40 兆瓦时钒液流电池长时储能示范；先进压缩空气储能设施开发；用于电网的储热和压缩空气储能技术开发；兆瓦规模长寿命高能量密度锂硫基液流电池技术示范；可调度的电网低成本储能解决方案开发；锌基储能电池开发；新一代有机液流电池技术可行性研究；基于混凝土 3D 打印的船用抽水蓄能技术开发；用于海上大陆架的压缩空气储能技术开发；液流电池与光伏发电集成的可行性评估；铜/锌电池储能技术示范。（岳芳）

美国能源部资助核废料安全处置技术研发

3 月 10 日，美国能源部（DOE）先进能源研究计划署（ARPA-E）宣布在“优化反应堆核废料处置系统”主题计划框架下资助 3600 万美元支持高校和企业联合开展先进、安全可靠的核废料处置技术研发¹⁶，解决核能使用过程中的放射性核废料安全问题，以进一步扩大美国的核电部署规模，助力 2035 年零碳电力目标实现。

¹⁶ DOE Awards \$36 Million to Reduce Waste from Advanced Nuclear Reactors. <https://www.energy.gov/article/s/doe-awards-36-million-reduce-waste-advanced-nuclear-reactors>

本次重点资助 11 个研究项目，具体包括：发先进的核废料分离技术，提升分离效率，分离出各种有用的核元素（如铀、钚）进行循环利用，并且去除长寿命和不稳定的核元素，资助金额 90 万美元；利用人工智能和基于物理的仿真模拟来开发更加安全可靠的核废料处置或再利用技术，从而减少核废料处置库负担，资助金额 90 万美元；建立通用性能标准和核废料存储罐系统，以最大限度地降低乏燃料和核废料长期管理成本，资助金额 360 万美元；开发能在核燃料处理设施环境中稳定运行的计算系统，资助金额 450 万美元；开发基于现有商业热分离技术的金属燃料回收工艺，资助金额 207 万美元；开发下一代先进的乏燃料回收设施并开展技术-经济性评估，资助金额 400 万美元；开发先进处理系统，能够有效处理不同类型核废料处理设施产生的放射性废气、废液和固体废物，资助金额 225 万美元；开发能将乏燃料转化为高密度、高耐用性的金属陶瓷材料技术解决方案，资助金额 400 万美元；开发有效管理复杂的氟化盐废水的解决方案，以推进核燃料循环利用技术进步，资助金额 60 万美元；开发提高核燃料利用率和减少铀负载的技术，从而减少核废物产生，资助金额 340 万美元；利用高温下氯化铀盐的挥发性开发出从核废料中高效回收铀元素的工艺路线，以探索最佳的核燃料循环技术，资助金额 855 万美元。

（郭楷模）

澳大利亚启动德澳氢能联合资助项目首轮招标

3 月 8 日，澳大利亚可再生能源署（ARENA）宣布与德国联合资助的“德澳氢能创新和技术孵化器”（HyGATE）项目启动首轮招标¹⁷，旨在促进两国产业界和学术界合作开发创新绿氢技术，加快实现绿氢成本下降目标。HyGATE 项目是 2021 年德、澳政府签署氢能协议达成的

¹⁷ Australia-Germany HyGATE Initiative funding round now open. <https://arena.gov.au/news/australia-germany-hygate-initiative-funding-round-now-open/>

三项重要举措之一，澳大利亚将投入 5000 万澳元（约合 2.37 亿元人民币），德国将投入 5000 万欧元（约合 3.57 亿元人民币），支持在澳大利亚开展绿氢供应链相关技术的试点、试验和示范。本次招标涉及可再生氢的全价值链技术，将优先关注 7 个方面。

（1）可降低绿氢价值链的生产、输运和使用成本的技术，包括：可降低电解槽成本或提高电解槽效率的技术；降低氢气存储和处理成本的技术；降低氢气转化/再转化设施成本的技术；创新氢能利用解决方案。

（2）示范绿氢应用案例，以支持相关技术或商业模式的未来部署。

（3）太阳能或风能发电站内集成大型电解槽的规划和运营，包括运行管理、电解槽优化、系统设计等。

（4）支持降低澳大利亚向德国出口氢气成本的项目，如将氢转化为合成燃料或绿氨对于运输、存储和使用的影响。

（5）将可再生氢输运至德国的相关技术，重点关注氢气转化和再转化技术及工艺，以及相关存储技术。

（6）部署和使用基于绿氢的合成燃料和相关技术以促进澳大利亚矿业脱碳。

（7）使用绿氢可持续生产工业产品，如绿氨、绿色炼钢等。（岳芳）

瑞士信贷提出可再生能源技术创新的关键方向

3 月 2 日，瑞士信贷集团（Credit Suisse）发布题为《全球可再生能源行业：实现净零的颠覆性创新》¹⁸的报告，提出了可再生能源技术创新的关键方向，指出新一轮的颠覆性创新将显著加速向可再生能源转型。

报告指出，可再生能源技术创新有两个关键方向：一是提高能源转

¹⁸ Global Renewables Sector: Disruptive Innovations for Net Zero. <https://www.credit-suisse.com/media/assets/corporate/docs/news-and-expertise/articles/2022/02/renewables-innovation-accelerates-energy-transition-to-net-zero/global-renewables-sector.pdf>

瑞士信贷提出可再生能源技术创新的关键方向

换效率和功率输出；二是降低组件生产中的直接成本。最终目标是在不显著增加成本的情况下，将能源效率提高到尽可能高的水平，从而降低每瓦特或每千瓦时的可再生能源成本。下一代技术创新将更多地关注能源效率的提高，这些技术创新包括用于多晶硅的颗粒硅，大尺寸晶片和N型晶片，用于电池的带有本征薄层的异质结（HIT）和隧道氧化物钝化触点（TOPCon），用于模块的多主栅（MBB）、金属穿孔缠绕（MWT）和碲化镉薄膜，太阳能项目的跟踪系统、先进变频器和系统电气平衡（EBOS），风能中的碳纤维叶片、独立变桨系统、中压变换器垂直轴涡轮机（表1）。通过这些创新，到2025年，预计全球太阳能和风能成本再分别下降33%和25%，每年装机容量将从2021年的165吉瓦和67吉瓦上升到2025年的386吉瓦和112吉瓦。

表1 下一代可再生能源技术创新及估计的市场份额

部门	细分部分	关键技术创新	估计的市场份额
太阳 能	多晶硅	颗粒硅	2020年为0%；2021年为4%；2025年为25%
	晶片	大尺寸晶片	2020年为5%；2021年为50%；2025年为95%
		N型晶片	2020年为3%；2021年为10%；2025年为20%
	电池	带有本征薄层的异质结	2020年为1%；2021年为3%；2025年为19%
		隧道氧化物钝化触点	2020年为2%；2021年为6%；2025年为18%
	模块	多主栅/金属穿孔缠绕	2020年为10%；2021年为25%；2025年为48%
		碲化镉薄膜	2020年为4%；2023年为5%
	太阳能项目	跟踪系统	2020年为29%；2021年为34%；2025年为54%
		先进变频器	2020年为40%；2021年为50%；2025年为80%
		系统电气平衡	2020年为32%；2023年为60%
风能	叶片	碳纤维	2020年为7%；2021年为9%；2025年为20%

变桨控制	独立变桨系统	2020 年为 30%；2021 年为 40%；2025 年为 70%~80%
变换器	中压变换器	2020 年为 8%；2021 年为 10%；2025 年为 30%
涡轮机	垂直轴	2020年为0%；2021年为0%；2025年近海风为2%

(1) 太阳能创新的重点是转换效率。太阳能发电成本已大幅下降，从 2010 年的 0.38 美元/千瓦时下降到 2020 年的 0.06 美元/千瓦时。过去的技术创新主要集中在太阳能供应链的上游，以降低生产成本，未来的创新可能集中在提高转换效率和功率输出上。预计新一轮创新不仅将“电网平价”（当可再生能源的发电成本等于或低于常规能源的发电成本或价格时）推向新的水平（“太阳能+储能”电网平价），也将深刻改变整个太阳能供应链的竞争格局。

(2) 风能创新的重点是开发具有较低平准化能源成本（LCOE）的大型涡轮机。陆上和海上风电的 LCOE 在 2010~2020 年急剧下降。单位尺寸的快速增加可能会导致整个供应链以及新技术的中断。此外，进一步向近海地区扩张可能会扩大市场。（廖琴）

英国 UKRI 资助可持续塑料包装和废物管理创新项目

3 月 2 日，英国国家科研与创新署（UKRI）的“智能可持续塑料包装”（SSPP）挑战宣布资助 3000 万英镑支持 18 个开创性的合作项目，包括 5 个大型示范项目和 13 个企业主导的研发项目。这些项目通过循环经济商业模式、新型高分子材料以及新的回收技术，展示了其在解决英国零售和包装供应链转型需求以及支持开发更可持续的塑料包装使用方法方面的价值¹⁹。

1、大型示范项目。大型示范项目聚焦重复使用和再填充、食品级

¹⁹ Plastic packaging innovations receive £30 million boost from UKRI. <https://www.ukri.org/news/plastic-packaging-innovations-receive-30-million-boost-from-ukri/>

聚丙烯回收、薄膜和软包装回收等 3 个关键的包装挑战，资助的项目主要包括：重复使用包装项目，旨在通过具有开创性的多零售商、多地点示范试验，解决一次性塑料包装的挑战；再填充和重复使用项目，旨在对液体产品的预填充和可回收包装方案进行重大试验；洁净流技术项目，开发和示范世界上第一个经济可行的工艺，将消费后的非食品聚丙烯包装和接触食品聚丙烯包装分开；未捕获未回收塑料项目，将建立并运营一个商业规模的示范设施，用于从混合废物流中回收、分类和再利用消费后的塑料包装；冲击回收项目，将建立一个商业示范工厂，利用颠覆性的挡板振荡分离系统（BOSS）技术，分离多层和单层柔性材料，使单层柔性材料能回收到高质量的消费级塑料包装中。

2、企业主导的研发项目。主要包括：研发可用于活动、节日和快递的可重复使用的卫生塑料食品容器；研发用于食品接触应用的高阻隔单材料柔性薄膜；研发可回收多层阻隔膜；通过 COtooCLEAN 无水清洗工艺研发食品级回收聚烯烃；热填充回收聚对苯二甲酸乙二醇酯（rPET）的清除；捕获和处理可堆肥包装、行为改变干预措施和基础设施考虑；一种可行的塑料包装清洁中心解决方案，可集成到现有供应链，并重新定义可大规模重复使用的物体；建立塑料包装系统，一套基于人工智能的完整的识别和监控系统，融合了基于 RGB 色彩模式的计算机视觉和近红外光谱成像；研究超低成本的射频识别技术在跟踪可重复使用的食品级塑料包装、鼓励重复使用以及实现可扩展的重复使用基础设施方面的应用；自动检测、弹射和恢复；研发用于循环管理不可回收塑料包装废物的新型超临界水技术；研究塑料薄膜和软包装的微波辅助热解；开发基于植物的、可溶解的、可食用的、一次性的食品和饮料小袋，以取代一次性塑料包装。

（魏艳红）

空间与海洋

俄罗斯科学院主席团会议讨论空间科学发展

2月22日，俄罗斯科学院召开主席团会议，对俄罗斯天体物理学、空间科学和日地物理学发展现状和前景进行了讨论²⁰。

1、天体物理学稳步发展，目标明确。俄罗斯科学院副院长、俄罗斯科学院院士 Yury Balega 在“俄罗斯天体物理研究现状与未来发展”报告中指出，当前俄罗斯天体物理学的发展目标包括：解决欧洲南方天文台（ESO）会员国资格和伙伴关系问题；建设毫米波天文基础设施；利用本国光学器件加工能力，研制4米级光学望远镜；日地物理综合设施第一阶段投入使用；继续建设贝加尔湖深水中微子望远镜。他还提出了俄罗斯在天体物理学领域的优先研究领域和研究平台（表1）。

表1 俄罗斯天体物理学领域的优先研究领域和研究平台

优先研究领域	研究平台
早期宇宙	欧洲南方天文台、空间望远镜
星系核、类星体、星团	欧洲南方天文台、“光谱-RG”、中微子望远镜、毫米-厘米波望远镜
恒星、行星的诞生与消亡	欧洲南方天文台、“光谱-RG”、毫米-厘米波望远镜
相对论天体（中子星、黑洞等）	欧洲南方天文台、“光谱-RG”、中微子望远镜、毫米-厘米波望远镜
系外行星，系外生命	欧洲南方天文台、“光谱-UV”、俄罗斯6米望远镜（BTA）、小型望远镜
太阳及日地关系	射电望远镜、专用望远镜

2、空间科学卫星经费缩紧，进展缓慢。俄罗斯科学院空间委员会副主席、俄罗斯科学院院士 Lev Zeleny 在“俄罗斯空间科学的过去、现在和未来”报告中指出，《2016~2025年联邦航天计划》（以下简称《航天计划》）中基础空间探索领域的经费占总预算金额的8%，平均每年

²⁰ Презентации выступлений на президиуме РАН «Развитие астрофизических исследований в России: наземный и космический сегмент». <http://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=8b32068d-d90c-4d77-8341-bba399efa4fc#content>

80 亿卢布（约合 8.44 亿元人民币），是美国国家航空航天局（NASA）的 1/60。由于经费缩减，原定发射 14 颗空间科学卫星缩减为 5 颗，其余任务的发射时间推迟到 2024 年以后。《航天计划》主要计划开展 5 个方面的研究：月球、太阳系行星和小天体；空间天文学，宇宙射线；空间等离子体和日地物理；空间生物学和航天医学；（与联邦水文气象和环境监测局合作开展）气象、气候、地球遥感和海洋研究。

3、日地物理学基础研究和卫星任务均亟待发展。俄罗斯科学院空间研究所所长、俄罗斯科学院通讯院士 Anatoly Petrukovich 在“日地物理学战略”报告中指出，俄罗斯自 1994 年以来发射了 9 颗日地物理学卫星，最近的一颗是 2016 年发射的“罗蒙诺索夫”科学卫星（Lomonosov），而与此同时 NASA 拥有几十颗卫星，可以实现从光球层到地球电离层的综合协调观测。在《航天计划》的框架下，共有 12 颗日地物理学卫星处于规划中：4 颗“电离层”（Ionosfera）和 1 颗“探测器”（Zond）将监测电离层和太阳活动，4 颗“共振-MKA”（Resonance-MKA）和 1 颗“共振”（Resonance）将开展辐射带以及磁层与太阳风相互作用的基础性研究，ARKA 太阳观测台和“奔日探测”（Interhelio-Zond）将近距离开展日冕雨太阳精细结构研究。（范唯唯）

设施与综合

美国国家纳米技术计划公布 2022 财年资助的重点方向

3 月 31 日，美国国家纳米技术计划(NNI)公布了 2022 财年预算²¹，预算金额为 19.8 亿美元，比 2021 财年增长了 2.6 亿美元，支持 11 个机构的纳米科学、工程和技术研发。

²¹ The National Nanotechnology Initiative Supplement To The President's 2022 Budget. https://www.nano.gov/sites/default/files/pub_resource/NNI-FY22-Budget-Supplement.pdf

NNI 包括 5 个“项目领域构成”(PCA): 基础研究, 纳米技术使能的应用、器件和系统, 研究基础设施和仪器, 教育和劳动力发展, 负责任的发展。NNI 旨在实现 5 个目标: 确保美国纳米技术研发继续世界领先; 促进纳米技术商业化; 提供基础设施, 为纳米技术研究、开发和利用提供可持续的支持; 促进公众参与, 增加纳米技术劳动力; 确保负责任地发展纳米技术。下面重点介绍基础研究和纳米技术使能的应用、器件和系统两个 PCA 中各相关机构的支持方向。

1、基础研究。基础研究仍然是最大的资助领域, 占 2022 财年预算总额的 47%。国家科学基金会(NSF)、能源部(DOE)和国防部(DOD)在该领域的资助分别占其总资助的 65%、55%和 54%。

(1) NSF 支持物理、生物和工程科学中与纳米尺度上出现的新现象有关的基础研究。具体包括: 了解与纳米系统、结构、工艺和机制相关的科学和工程原理; 发现和合成新型纳米结构材料, 包括生物材料和模块化结构; 用于理解自然现象和界面现象的量子生物学; 理解可制备细胞核和控制细胞功能的纳米机器; 推进先进纳米电子学研发。2022 财年 NSF 将增加对合成生物学和合成细胞相关的纳米生物技术的资助, 以实现纳米制造的新应用。

(2) NIH 支持多个研究所的纳米科学基础研究。支持国家人类基因组研究所(NHGRI)对直接单分子 RNA 和 DNA 测序的纳米技术研究, 重点了解纳米尺度上实现单分子测序的基本过程, 以改进核酸测序技术; 支持国家过敏和传染病研究所(NIAID)在纳米颗粒技术方面的研究, 重点支持用于人类免疫缺陷病毒(HIV)疫苗的蛋白质纳米颗粒和信使 RNA(mRNA)研究; 支持国家癌症研究所(NCI)对癌症纳米技术的基础、应用和转化研究; 支持国家牙科和颅面研究所(NIDCR)对牙齿、口腔和颅面组织的再生和重建研究, 重点推进口腔环境中基于

纳米材料的复合材料和基于纳米技术的生物传感测量。

(3) DOD 支持能提升国防和军民双方能力的纳米科学和工程研究。支持士兵纳米技术研究所 (ISN) 探索纳米尺度上的新现象, 主要资助士兵保护、战场护理和感知, 增强态势感知, 变革性的纳米光电士兵能力等 3 个战略研究领域; 支持海军研究办公室 (ONR) 在生物纳米技术领域的研究, 重点支持分层生物材料的制造技术, DNA 纳米技术和应用, 微生物材料的合成和图案化, 生物启发和仿生材料和器件, 纳米电子学领域的纳米科学研究等。支持海军研究实验室 (NRL) 在材料/组装、相互作用和纳米系统等 3 个领域的研究。

(4) NIST 支持开发前沿方法, 以设计和准确测量各种环境中纳米颗粒、纳米薄膜和纳米复合材料的尺寸、形状、数量和复杂的物理化学性质。

(5) NASA 支持纳米技术研发, 以推进太空探索和航空研究。目前正在研究纳米材料在极端环境下的耐久性和系统性能增强, 以及使用计算驱动的方法开发用于太空探索的超高强度轻质碳纳米管结构材料。

(6) 国家食品与农业研究所 (NIFA) 支持尖端纳米科学和工程的基础研究, 以解决重大的农业和食品系统挑战。主要包括发现和表征与农业和食品相关且重要的新型纳米级现象、过程和特性; 研发新应用的新平台; 开发新的生物纳米界面; 合成生物学; 以及增材制造技术。

(7) DOE 基础能源科学办公室 (BES) 支持材料科学、化学科学、地球科学和生物科学领域的基础纳米科学研究, 目标是在电子、原子和分子水平上理解、预测并最终控制物质和能量, 重点支持清洁能源技术的基础研究。

2、纳米技术使能的应用、器件和系统。支持纳米技术驱动器件和系统的研发, 包括解决 COVID-19 大流行和其他健康需求的生物医学创新、纳米电子和光子设备以及纳米制造等。该领域的预算占 NNI 2022 财年总预

算的近三分之一,NIH 在该领域的资助占其总资助的份额最大,约为 59%。

(1) NIH 重点资助技术研发,以继续抗击 COVID-19 大流行。例如,支持 NIAID 研究自组装 SARS-CoV-2 铁蛋白纳米颗粒疫苗,开发基于超有效结构的纳米颗粒疫苗平台;支持 NIDCR 研发新的生物传感技术以从皮肤和口腔中筛查、诊断和监测 SARS-CoV-2 病毒。NIH 的其他资助包括:支持 NIAID 将纳米技术应用于诊断、疫苗、治疗等领域以及提高对 HIV、肝炎、结核病、RSV 和流感的结构生物学理解,开发基于纳米颗粒的通用流感候选疫苗;支持国家生物医学影像与生物工程研究所(NIBIB)使用金属纳米颗粒优化 x 射线荧光计算机断层扫描的灵敏度和图像分辨率;支持 NCI 开发新的和改进的诊断和治疗方案;支持 NIDCR 利用纳米技术来制备可促进生物组织的再生和修复的新结构等。

(2) NSF 支持纳米材料和纳米器件的新原理、设计方法和建设性解决方案的开发,重点支持智能、自主的纳米设备和系统的开发。支持将纳米构件集成到复杂、大规模系统中的制造技术;纳米制造和跨尺度制造;纳米工程生物学;制造过程的建模和仿真;纳米机器人和纳米生物结构的制造、细胞的纳米生物制造、原子精密制造以及量子器件和传感器的纳米制造等探索性研究;用于信息存储和检索的半导体合成生物学、人工智能芯片设计、复杂系统和网络、未来计算等纳米电子学研究。

(3) DOD 的资助包括:支持 AIM 光子学制造研究所的硅上异质外延激光集成项目;支持海军研究实验室(NRL)开发用于超低功率、超高速神经形态计算的光耦合量子点激光器,开发生物催化剂和具有多尺度结构的化学催化剂等;支持陆军工程师研发中心(ERDC)使用纳米石墨烯、碳纳米纤维和其他添加剂对复合材料中的树脂进行改性,使用纳米陶瓷添加剂对金属进行硬化,以及对沥青和混凝土材料进行纳米改性。

(4) DOE 的资助包括:支持能源效率和可再生能源办公室(EERE)

的脱碳/电气化和工业温室气体减排研究；支持先进制造办公室(AMO)的超节能微电子研究，以加强美国微电子和半导体制造业竞争力；支持核能办公室(NE)研究在各种类型的辐照和其他条件下纳米结构或纳米改性的核能相关材料的行为和性能；支持化石能源和碳管理办公室(FECM)开展先进传感器和分离膜等领域的纳米材料、建模和制造等研究，以推动高价值、煤制固体碳产品/材料的开发。

(5) NASA 的资助包括：纳米等离子体光学传感器的开发，成本高效、紧凑、低质量的量子点光谱仪，氮化硼电绝缘材料，铜碳纳米管复合导体，碳纳米管轻质结构组件等。

(6) 农业部(USDA)/食品药品监督管理局(FDA)的资助包括：支持可确保食品安全和生物安全的快速检测和有效干预技术，改善动物健康的治疗方法，自然资源、环境和农业生产生态系统的利用和保护；NIFA 支持开发用于食品污染物检测和智能精准农业等应用的纳米技术传感器，纳米技术在改善农业水资源质量和数量方面的应用研究等。

(7) NIST 的资助包括：启动表征复杂材料的物理性质及其在纳米尺度上的相互作用的新研究项目，以支持未来微电子的稳健可靠制造；支持从微电子到涂料和医药产品等各种应用领域的纳米级设备和系统的研究；探索光学超表面技术，以实现超薄且易于制造光学元件的控制；开发超分辨率光学显微镜的标准和校准、超分辨率光学显微镜和纳米粒子跟踪方法、纳米颗粒追踪方法和微流控测量设备等。 (张超星)

欧洲研究理事会发布解决社会重大挑战的巩固基金项目

3月17日，欧洲研究理事会发布313项解决社会重大挑战的巩固基金项目。这些项目获得的总资助金额为6.32亿欧元²²，主要用于支持

²² 313 NEW ERC CONSOLIDATOR GRANTS TO TACKLE BIG SCIENTIFIC QUESTIONS. <https://erc.europa.eu/news/erc-2021-consolidator-grants-results>

职业生涯中期人员在其感兴趣的主题和研究方法上进行创新性研究，并帮助其巩固研究团队。这是欧盟吸引和留住科学人才的重要措施，旨在为欧盟能源、健康或数字技术领域的挑战找到新的解决方案。

1、物理科学和工程领域。获得资助的项目为 129 项，主要包括地质学、生物化学、化学、物理学、数学、天体物理学、人工智能、材料学、高能物理学等研究方向。具体资助的项目包括：量子统计力学中的控制与复杂性，利用代谢组学技术解读乳腺癌暴露组学，暗物质的新发现，用于自然现象模拟和动画展示的计算发现中的数值计算，分子筛传感器的动力学选择性，优化主要基团化合物的反应性以捕获和激活甲烷和双氮化合物，变革三维集成光子学的深度学习，解决组合优化问题的多面体组合学，通过对白垩纪温室的重新构建以精确确定地球系统缺氧阈值等。

2、生命科学领域。获得资助的项目为 95 项，主要涉及生态学、植物学和医学等领域，包括肠道微生物、神经系统疾病、癌症治疗、医学成像、流行病学、胚胎发育、心脏病等创新型研究。具体资助的项目包括：植物与微生物相互作用过程中细胞壁的动态重塑，全球变化对蓝藻水华毒性的影响，肠道微生物群对宿主细胞能量代谢的影响，利用细菌的细胞外纳米囊泡调节癌症治疗效果，用于在资源有限的环境中实现无障碍医疗成像的包容性人工智能，心脏再生过程中细胞状态转变的机制和效果等。

3、社会和人文领域。获得资助的项目为 88 项，包括社会认知发展，银行业与气候变化，实践中的网络认识论，基于出生和死亡轨迹的跨学科人口学理论，市场准入和经济发展等。

（张超星）

中国科学院科技战略咨询研究院

科技动态类产品系列简介

《科技前沿快报》：

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

《科技政策与咨询快报》：

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

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

科技前沿快报

主 办：中国科学院发展规划局
中国科学院科技战略咨询研究院

专家组（按姓氏笔画排序）

于贵瑞 于海斌 马延和 王天然 王 赤 王志峰 王启明 王跃飞 王 琛
甘为群 石晶林 卢 柯 包信和 巩馥洲 吕才典 朱日祥 朱永官 朱 江
朱道本 向 涛 许洪华 孙 松 严陆光 李国杰 李家洋 李 寅 杨 乐
肖 灵 吴 季 吴家睿 何天白 沈竞康 张双南 张建国 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：陶 诚 李鹏飞 朱 涛 杨 帆 徐 萍 安培浚 陈 方 马廷灿 黄龙光 王海霞
地 址：北京市中关村北四环西路 33 号，100190
电 话：（010）62538705
邮 箱：lengfuhai@casisd.cn, publications@casisd.cn