

Science & Technology Frontiers

科技前沿快报

国家高端智库
中国科学院

2021年3月5日

本期要目

美国 EBRC 发布工程生物学与材料科学研究路线图

法国发布量子技术国家战略

欧盟 JPND 资助神经退行性疾病早期诊治

美国能源部公布《太空能源战略》强化美国太空探索领导力

欧洲能源研究联盟发布能源数字化战略研究与创新议程

英国 UKRI 投资 2.13 亿英镑升级研究基础设施

2021年

总第 081 期

第 03 期

目 录

深度关注

美国 EBRC 发布工程生物学与材料科学研究路线图	1
---------------------------------	---

基础前沿

法国发布量子技术国家战略	9
美国 NSTC 发布《量子网络研究协同路径》报告	12

信息与材料制造

美国 NSF 发布新版材料设计研究计划	14
英国推动零排放飞机研发	15
美国能源部推动稀土和锂等关键原材料技术创新	16

生物与医药农业

欧盟 JPND 资助神经退行性疾病早期诊治	17
欧盟启动新项目以制定强调遗传资源的浆果育种新策略	18
欧洲创新理事会资助开发非接触式触觉技术	20
欧盟资助研发可监测环境的植物种子状机器人	20

能源与资源环境

美国能源部公布《太空能源战略》强化美国太空探索领导力	21
欧洲能源研究联盟发布能源数字化战略研究与创新议程	26
美国能源部 1.6 亿美元资助化石燃料制氢及其储运和利用技术	32
美国 ARPA-E 资助变革性能能源技术研发	33
欧盟十二国投入 29 亿欧元支持电池价值链研究创新项目	35
德国投入 7 亿欧元支持 3 个绿氢重点研究项目	36
2021 年值得关注的 6 个环境与可持续发展问题	37

空间与海洋

美国 NASA 遴选 4 项小型天体物理学任务概念	40
美国能源部投资开展海洋能源研发与基础设施测试研究	41
美国 NOAA 与 TOF 联合推进海洋科学发展	42

设施与综合

英国 UKRI 投资 2.13 亿英镑升级研究基础设施	43
英国地质调查局建立模拟火山灰的新平台	46
美国 NOAA 投资 1.78 亿美元新建两艘海洋科学船	47

深度关注

美国 EBRC 发布工程生物学与材料科学研究路线图

1月19日，美国工程生物学研究联盟（EBRC）发布了《工程生物学与材料科学：跨学科创新研究路线图》¹，评估了工程生物学和材料科学交叉领域的挑战和创新潜力。该路线图梳理了这两个领域的研究基础和技术进步，通过预测未来20年的技术突破能力和重大研究进展，明确了创造新的科学和工程的可能性。此外，该路线图还设想了创造性和雄心勃勃的材料解决方案，通过利用和整合工程生物学的机遇和优势，解决长期存在的社会挑战。路线图由合成、组成与结构、加工过程、性质与性能4个技术主题组成，并包含了实现未来工程生物学材料所需的工具和技术。

一、合成

该主题聚焦通过工程生物学合成材料成分，包括利用工程生物学来生产单体、聚合物、生物分子和大分子。合成主题面临的主要挑战包括：通过工程生物学高效生产基于蛋白质的天然材料，例如蜘蛛丝和弹性蛋白；替代性生物生产系统以及对天然和非天然核酸及氨基酸的利用；实现材料的重新合成或回收，以实现更大的可持续性。预期该主题的重点突破的技术能力及重大研究进展如下：

1、非天然或非生物化学单体（氨基酸除外）的生物合成和聚合。

2022年，发现和设计酶以识别和聚合常规化学单体，如丙烯酰胺等；开发代谢途径以产生适合于开环聚合的手性环状单体；通过活细胞催化的生物反应来示范聚合物支架的侧链修饰。2025年，通过设计用于原位聚合反应的代谢途径，实现乙烯基单体的生产；扩展可通过进化酶聚合

¹ Engineering Biology & Materials Science: A Research Roadmap for Interdisciplinary Innovation. https://roadmap.ebrc.org/wp-content/uploads/2021/01/Engineering-Biology-Materials-Science_30Jan2021.pdf

的化学单体库；设计复杂的正交翻译系统，包括工程化的正交核糖体，用于将新的（非氨基酸）化学物质定向结合到聚合物中。2030 年，利用酶系统实现复杂聚合物生产，如共聚合物、序列可控聚合物、拉丝聚合物等。

2、化学和生物混合合成方法。2025 年，表征和改进正交翻译系统的酶学，以将新化学物质定向结合到聚合物中。2030 年，实现混合流化学-生物催化合成系统；非均相催化和生物催化完全集成到模块化平台中，长期储存后稳定，便于产品转换。2040 年，实现具有所需特性（例如导热性或弹性）的材料的逆向生物合成。

二、组成与结构

该主题旨在通过工程来设计或控制材料成分及其占据的二维和三维空间，包括材料内部相互作用的工程设计，例如生物-非生物界面以及生物分子、酶和细胞的嵌入等；还包括材料的物理和体积特性的工程设计，如蛋白质等生物分子的结构和材料的三维结构。预期该主题的重点突破的技术能力及重大研究进展如下：

1、使生物材料可控。2022 年，聚合物支架的工程库，将活细胞或无细胞系统限制在材料中。2025 年，细胞材料内的定向分隔。2030 年，能模拟自然系统中自我控制的工程细胞感应能力，如边缘检测。2040 年，能生长或打印具有特定亚结构和功能的多功能、多组分生物材料。

2、在多细胞（混合、复合或活体）材料中实现所需的细胞外基质（ECM）。2022 年，在细胞-ECM 界面上识别适合于工程的生物受体、传感器和执行器。2025 年，再利用动态细胞骨架网络和非原生类似物作为具有动态组装/拆卸行为的 ECM 材料来编程细胞表型；获得对活细胞与非生物材料相互作用的分子理解；开发高灵敏度的方法来原位表征和定量分析 ECM 化学和结构，以确认所需 ECM 的实现。2030 年，将 ECM 和细胞以空间组织的方式整合到组织样构建物中。2040 年，按需

生产功能性的活体材料、混合材料和复合材料。

3、膜动力学的从头设计或预测。2022 年，开发计算方法，准确预测生物膜的物理特性以及整合跨膜蛋白作为膜组成功能的位置。2025 年，设计天然和非天然膜蛋白，将其分类和定位到细胞膜和合成膜的区域。2030 年，控制无细胞系统在人工膜内的位置和反应性，控制活细胞中正交 DNA/RNA/蛋白质合成机械的位置。2040 年，设计无细胞合成蛋白在合成膜中的运输。

4、生物/非生物界面工程。2022 年，设计细胞表面生物分子相互作用支架，以促进与非生物材料的联合，如粘附、结合等；开发具有可控拓扑、机械和功能特性的纳米结构和介观结构（生物）模板，如 DNA、病毒衣壳、蛋白质，以指导纳米材料的合成，并操纵与邻近生物系统（即细胞或组织）的界面相互作用。2025 年，实现生物结合方法，能把生物和非生物材料结合起来。2030 年，实现材料与活细胞之间分子界面的完整表征。

三、加工过程

该主题包含进行“单元操作”的生物工程进展，通过聚合和降解、模板化、图样化和打印来构建或破坏材料。这包括材料的生物挤出或分泌、材料沉积、自组装和拆卸。加工过程还包括基于生物学的工程技术、工具和系统（如无细胞系统），以制造、回收和纯化材料。预期该主题重点突破的技术能力及重大研究进展如下：

1、在不破坏细胞的情况下，实现单体或聚合物的分泌。2022 年，实现高效的蛋白质/多肽分泌，包括含有非标准氨基酸的蛋白质；推进发酵中使用的生物工艺技术，以分离分泌的疏水性物质。2025 年，一锅法（one-pot）发酵和共轭或大分子组装的流线型分离。2030 年，从发育生物学中获得灵感，设计和工程化真核生物底盘和分泌系统，以实

现合成途径的分室和定时。2040 年，纳入协调的生产底盘联合体，可以从不同的单元级材料中构建复杂的模式化材料，即硅藻沉积的二氧化硅与细菌蛋白功能化相结合。

2、能控制基于生物分子或嵌入材料的自组装和拆解。2022 年，开发材料设计方法，允许程序化控制自组装和拆卸。2025 年，了解细胞外基质的细胞重塑机制，以及细胞与模板材料之间的动态相互作用。2040 年，能控制和指导分层自组装，实现所需的材料结构、性能或功能。

3、能控制分子和大分子在生物和非生物表面的沉积、图形化和重塑。2022 年，提高在各种基质上沉积或塑造生物分子的能力；控制生物体外部的蛋白质与材料前体发生选择性反应，以产生尺寸和形状可控的材料。2025 年，能在生物系统和半导体/电子表面之间建立强大的接口，以感知和操纵生物过程；生产非典型生物形状或尺寸尺度的模板材料。2030 年，改造生物体，使其在对外部刺激的反应下改变其表面特性，以按需模板化所需材料。2040 年，可控地在生物体上按需形成具有所需特性的模板化宏观材料。

4、在不同的条件下实现生物分子和细胞的图形化和打印。2022 年，开发将单细胞以二维空间高分辨率放置在确定位置的技术，作为材料的生物模式；建立能生产生物（活体）复合材料的三维打印方法。2025 年，能在各种环境条件下，从二维图案中打印出微生物或生长出所需的三维群落。2030 年，能长期保持所需的微生物群落结构组织。2040 年，能在任何表面按需打印细胞结构。

5、改造细胞以在适合离体材料的最佳环境中生产材料。2022 年，为可在水环境或发酵环境中发生的非生物和非天然单体开发其他聚合策略，如过氧化物酶催化的、可逆或不可逆的共价偶联；设计用于生产和加工生物材料的最小细胞，如无染色体细菌细胞。2025 年，改造嗜

热微生物，以生产生物质或生物分子，以在较高温度下生产材料。2030 年，管理实验模型系统中的生物复杂性和相互作用，以确定产品的理想宿主物种；在无水的情况下生产和加工生物材料。

6、使用无细胞系统实现强大的材料加工能力。2022 年，将无细胞系统扩展到不同的细胞种类和哺乳动物细胞类型。2025 年，利用无细胞系统大规模生产复杂的生物制品，包括翻译后修饰的蛋白质。2030 年，建立无细胞“分布式加工”，实现原料的可持续利用；设计可用于按需、实时诊断的冷冻干燥的无细胞系统增强材料。2040 年，建立按需和个性化生物制造平台的无细胞系统；开发碳优化的无细胞生物转化技术，用于材料的工业规模生产。

7、通过工程生物学实现组件和材料的选择性降解。2022 年，识别和设计酶，以相互作用并降解具可调性能的聚合物基质；识别能与聚合物系统的硬链段和软链段相互作用并降解的酶；设计和改造细胞半衰期和图形，以保持材料的持久性。2025 年，设计能降解或逆转用于结合蛋白质和聚合物的点击化学反应的工程酶，同时保持聚合物和蛋白质的完整性；设计活细胞产生和分泌目标酶，用于原位调控聚合物支架；实现强制应用和特定的 ECM 结合以触发 ECM 降解；实现水性生物分子与现有不溶性聚合物能以高亲和力相互作用。2030 年，设计可以打破杂原子之间特定类别的化学键或可针对性破坏不饱和键的多特异性酶。

8、工业基础设施和加快含生物成分材料的下游加工。2022 年，通过采用工艺密集化原则的模块化单元设计，使系统能以半连续模式运行，加快运输和反应过程；建立 5 个以上生产生物分子和生物材料的中试规模设施（300~10000L），这些设施每个都需要实现发酵、下游加工和原料供应。2025 年，模块化和现场生物制造的过程监测和控制，结合领域专业知识；建立健全生物分子和生物材料生产的中试规模设施网络

(25 个以上)。2030 年，实现均相生物催化、非均相催化和非均相生物催化与分离的单元操作的全面整合；开发生物分子和生物材料的需求点生产。2040 年，在需求点快速建立基础设施，用于大规模生产生物分子和生物材料。

四、性质与性能

该主题包含材料动态特性和活动的工程化，包括传感和响应、通信和计算，以及通过纳入或激活生物成分进行自修复。预期该主题的重点突破的技术能力及重大研究进展如下：

1、通过引入反馈回路以保持性能，适应波动的环境条件并展示失衡的行为，从而实现生物材料的自调节。2022 年，利用 DNA 和 RNA 纳米结构构建以依赖刺激的方式动态重组的成分和材料；实现将环境刺激与输出联系起来的遗传电路设计，例如确定细胞力学特性的细胞内蛋白质，或参与复合材料或细胞外基质的分泌蛋白质；能够在模型生物体中快速原型化反馈电路的新型组件，包括具有精确定义特征的传感器、逻辑门和执行器。2025 年，通过对细胞材料的蛋白质进行翻译后修饰，实现反馈电路的工程化以维持稳态；在各种生物中快速创建具有精确定义特征的新逻辑门；使细胞能对多个外部信号进行更复杂的逻辑门处理，并与生物学功能相联系；设计反馈机制，以响应计划操作中的不同刺激。2030 年，在细胞外基质材料中嵌入主动反应机制；在细胞中加入控制电路，抵消特定刺激的影响，限制或阻碍反应。

2、实现具有自修复能力的材料。2022 年，实现更多能天然自修复的生物分子，可用作包括蛋白质和氨基酸在内的材料生物成分；改进和优化生物合成材料的结构性能指标，如修复时间、强度、刺激范围等。2030 年，在细胞内设计电路，使其功能可适应不断变化的条件，从故障中恢复，并根据需要重新配置功能；模仿自然中的自修复，在非生物

材料和复合材料中实现自主和自驱动的自修复。2040 年，设计合成细胞系统，以创造出分层的自修复复合材料，该材料可在宽带频率下运行。

3、实现能感知、编码和存储多模态、多路复用环境信号的材料。

2022 年，使用 3D 打印或其他自上而下的方法组装定制的细胞传感器和执行器阵列和联盟；快速创建具有精确定义特性的新传感器；实现从生物传感器到机器可读形式的信息传输，反之亦然，从而可靠地解释生物信号；在刺激暴露后 2~3 分钟内实现细胞或无细胞系统反应。2025 年，将已进化出刺激反应功能的蛋白质改造成生物材料，以实现新的传感和信号传递特性；使用生物分子信号库（如 RNA 或蛋白质）记录多种类型的时间和空间域事件，存储不同类型的信号，以便通过高通量测序等方式读出；开发除了化学通信之外，通过可激发膜使用基于离子的通信的手段，以实现更快、更特定位置的通信；能设计新的表面受体，用于传感和细胞对细胞的信号传递；开发新的生物分子（如多肽）信号存储机制。2030 年，能设计新的异质复合物表面受体，用于多路复用传感和细胞到细胞的信号传递；通过细胞或无细胞电路对不同时间和空间尺度的信号进行定制集成，以处理输入并引导细胞响应。2040 年，设计具有哨兵传感器网络的材料，可以感知和集成众多信号；从生物系统中开发新的通信形式，如光或机械力的生产。

4、通过非生物材料实现生物控制。2022 年，开发能分泌分子信息的类细胞材料；应用刺激响应型蛋白质，如光响应型、pH 响应型、温度响应型、机械敏感型等，示范其在增强高分子材料性能方面的应用。2025 年，将各种能感知非生物刺激的天然蛋白质融入生物复合材料中，并示范组合感应；通过外部刺激或细胞感应到所要监测的环境条件不再存在时，设计出任务完成后阻止新陈代谢或程序性细胞死亡。2030 年，建立聚合物支架或类细胞材料的关键设计原则，以增强生物功能。2040

年，开发能够增强自然活细胞功能的聚合物支架或类细胞材料。

5、利用生物学来实现材料的化学、热、动力学及电储存和释放。

2022 年，设计更有效、可储存和释放能量的生物分子和应变底盘；开发生物结构以定位和动态释放非生物成分。2025 年，设计生物组分对环境刺激的能量储存和释放。2030 年，设计可使能源存储和释放到广泛的刺激需求的材料。2040 年，能在单一材料中结合多种储存释放机制。

6、表征材料生物组分动态的工具和技术。2022 年，开发自动化和其他高通量的方法，在一系列条件下，以及在悬浮液中的细胞时间变化下，测试细胞感官反应。2025 年，实现材料变形时活力、形态、运动等细胞行为的可视化；开发自动化和其他高通量方法，用于测试固体（生物或复合材料）材料中一系列动态条件下的细胞感官反应。2030 年，开发在非生物材料成分存在的情况下测量细胞特性和功能的技术；开发能在分子尺度上确定动态捕获的生物材料中的构象熵和构型熵的技术，设计和控制其功能和特性；开发可以在一系列实际应用环境中现场测试感官反应材料的高通量方法；发展表征方法，了解细胞在剪切应力下的行为，如运动、变形、活力等。

7、测量以生物通量和规模运行的材料特性和性能的工具和技术。

2025 年，为活细胞等材料开发合适的建模技术，这些技术与实验观察到的特性有良好的相关性；开发可以从用于测试材料性能的不同类别的实验中学习的模型；通过高通量筛选含有生物成分的材料，进行结构性能图谱的绘制；实现附着力、拉伸强度等物理性能表征的高通量方法。2030 年，开发高分辨率和三维成像方法，以捕捉材料内生物成分的细微差异。2040 年，对实时生产的材料进行体内表征；将二维测量方法扩展到大体积各向异性三维结构。 (郑颖)

基础前沿

法国发布量子技术国家战略

1月21日，法国总统马克龙发布《法国量子技术国家战略》²，计划5年内在量子技术领域投入18.15亿欧元，使法国跻身量子技术国际第一梯队，在研发投入上比肩美国和中国。其中，量子计算机是该战略的核心重点。

一、关键目标

掌握关键量子技术，如量子加速器、量子模拟器、量子计算机、量子计算软件、量子传感器、量子通信、后量子密码学等；到2023年，成为第一批开发通用量子计算机原型机的国家，成为全球规模化量子计算机竞赛的领头羊；掌握量子技术关键产业部门；成为第一个拥有硅-28（用于生产硅量子比特）工业生产线的国家；以优越的创新环境加强对国际人才的吸引力。

二、重点方向

为确保法国在量子技术及其工业应用上的独立性，法国量子技术国家战略支持全价值链的量子技术研发，确定六大技术方向和生态环境建设等7个优先发展重点。

1、量子模拟器和量子加速器（NISQ）。资助金额为3.52亿欧元，借助法国国家大型计算中心（GENCI）的高性能计算设施和法国原子能与可替代能源委员会（CEA）等力量，构建世界首个通用量子计算机基础设施，从软件和硬件角度将量子加速器集成到超级计算机系统，从而减少依赖单一技术带来的风险，发展软件、应用程序和用途的生态环境，加强法国在国际上的影响力。在适当时候，将支持量子加速器的工业化。

² Gouvernement. Stratégie nationale sur les technologies quantiques. https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/contenu/piece-jointe/2021/01/dossier_de_presse_quantique_vfinale.pdf

2、量子计算机 (LSQ)。资助金额为4.32亿欧元，在技术组件方面，探索多种解决方案，设计和制造可与微电子产业兼容的稳健量子比特和高性能逻辑门，在硅自旋量子比特、硅传输子 (transmon) 量子比特、猫量子比特 (cat-qubits)、拓扑量子比特、光子量子比特、飞行量子比特 (flying qubits) 中选择最有前景的候选量子比特，不同发展路径应本着NISQ和LSQ之间的连续性进行，并强调技术平台和工业化兼容；在系统架构方面，支持开发微型计算架构和领先的电子技术，以控制和纠正各种量子比特技术在走向规模化时出现的错误；在算法方面，开发可应对噪音的算法，并充分利用量子计算机进行扩展，以解决蛋白质折叠、二氧化碳封存、生物催化剂生产等复杂问题。

3、量子传感器。资助金额为2.58亿欧元，巩固法国在冷原子传感器技术上的地位，并开发下一代惯性传感器、磁传感器和原子钟。对于里德堡原子、超导体、金刚石中杂质引起的色心等最成熟的技术，主要支持将基本模块集成到系统环境中，在易腐蚀性约束下改善其特征，重新获得在量子传感器价值链上的主动权。在市场应用方面，提高这些技术的经济可行性，在军用之后扩张新的民用市场，包括纳米核磁共振成像、敌对环境中的工业控制、实地分析、化学和生物学分子分析、储能高压材料研究等。

4、后量子密码学。资助金额为1.56亿欧元，通过算法开发、硬件实现和实验验证等工作，逐步向后量子密码学过渡。过渡期间，后量子算法和当前机制共存。由于标准化算法比传统模拟算法更耗资源，因此将探索在有限资源的硬件设备中实施新算法的可能性。最后，在应用领域开发一些量子传感器，以在较短时间内实现新的加密分析和描述网络安全设备所受的物理攻击。

5、量子通信。资助金额为3.25亿欧元，提升开发量子光子元件的能力，使这些元件能集成到现有通信基础设施中。此外，试验和评估现有光纤通信网络原型中量子光子元件的部署，在尼斯和法兰西岛两个区域测试优化新的通信组件和协议，并继续参与欧洲量子通信基础设施计划。在算法方面，开发用于分布式量子计算和盲量子计算的新通信协议，开发用于地球和空间观测的远距离干涉测量协议，布局原子钟以及拓展量子通信的未来应用。最后，致力于识别和纠正量子通信系统的漏洞，增强量子通信设备抵御物理攻击的能力。

6、相关技术。资助金额为2.92亿欧元，开发低温技术，在量子比特的温度耐受性和工业低温技术性能之间找到最佳平衡点；开发用于冷却和操纵原子的新激光器；研究小型化、硬化等相关问题，使设备符合使用条件。

7、创新生态建设。一是技能培训和人才培养，预计至2030年创造1.6万个就业岗位，并开展不同级别的培训，在工程学院设置量子物理学、量子算法和工程学相结合的跨学科课程，在技术学院培养量子技术人员；二是基础设施建设，如用于开发功能性纳米材料的制造平台，和结合国家计量、测量设施的量子计量平台；三是加强创业和技术转让，设立两个量子创业投资基金，构建初创企业和大型企业、学界的关系网络。

三、优势机构

法国在量子技术上已有一定基础研究与技术研发储备。法国国家科研中心（CNRS）、法国国家信息与自动化研究所（INRIA）、法国原子能与可替代能源委员会、法国航空航天研究院（ONERA）等国立科研机构拥有物理学和计算机科学的基础研究优势；法国信息技术企业源讯公司（Atos）、意法半导体公司（STMicro）、法国液化空气集团（AirLiquide）、法国核能巨头欧安诺公司（Orano，原新阿海珐公司）

等大型企业以及初创企业在微电子、超级计算机及相关新技术上实力强劲。法国将依靠这些优势成为最早开发通用量子计算机的国家之一。

(陈晓怡)

美国 NSTC 发布《量子网络研究协同路径》报告

1月19日，美国国家科学与技术委员会（NSTC）发布特朗普政府在量子信息科技领域的最后一份战略文件——《量子网络研究协同路径》报告³。报告指出，美国必须继续投资基础研究以探索和利用量子网络，并适当平衡投资决策。该报告在《美国量子网络战略愿景》基础上，针对联邦机构可以共同采取的行动提出了4项技术建议和3项方案建议，便于加强美国在量子网络利用方面的知识基础和准备。

1、技术建议

(1) 继续研究量子网络应用场景。开发实用的量子网络应用将需要大量、持续的基础研究。目前只确定了少数预期的应用场景。更重要的是，这种量子网络在特定应用中的成本和复杂性目前尚不完全清楚，但预计会很高。应研究量子网络或特定的量子网络架构的基本局限性，以理解和精确指导实用性发展。要实现这一目标，需要结合算法和协议方面的实验和理论研究，并考虑可行的实现方案。美国必须继续投资于量子网络的潜在优势（和相关要求）研究，以证明未来发展的合理性。

(2) 优先考虑能产生多重效益的量子网络核心组件。量子网络需要源、检测器、存储器、中继器、换能器和互连组件等独特组件，其中许多处于早期发展阶段，需要材料科学、量子光学、电子工程、制造和量子控制等领域的持续研发。在早期阶段，为某一类组件选择单一研发途径或仅选择某一特定组件子集来研发是不切实际的，因为不同应用可

³ A Coordinated Approach to Quantum Networking Research. <https://www.quantum.gov/a-coordinated-approach-to-quantum-networking-research/>

能需要不同功能和规范。然而，由于部分组件对多个量子信息科学与工程（QISE）子领域甚至经典技术都颇具价值，因此应先关注能产生多重效益的模块化组件，随后再扩展到更专业的组件开发，应会产生最大效益。美国应优先提高量子网络所必需的核心组件的技术准备水平，并采取多部门协同研发的途径。

（3）提升现有技术能力以支持量子网络。量子网络需要通信、时间传输协议、光子学、电子学和软件等现有技术的成熟支持。现有技术组件和协议的进步可使量子网络研究以及更广泛的 QISE 研究受益。虽然支撑性的现有技术所需性能取决于要实施的特定量子协议和应用，但美国应继续资助支持量子网络运行所需的现有方法的集成。尤其应关注改善时间和频率信息、扩大量子网络通量和支持量子传感器网络的方法。

（4）利用“规模适中”的量子网络测试平台。量子网络测试平台、演示器和原型对于指导研发至关重要。随着该领域的发展，需要灵活、可重构和自适应的测试平台来探索量子网络行为和应用涉及的科学问题。这包括研究量子纠缠如何在多个异构节点之间生成、转换、存储和交换，以及如何用于特定应用。短程和远程纠缠分发带来了不同的挑战和机遇，都值得探索。为了避免过早投入成本高昂且适应性有限的努力，美国应建立“规模适中”的量子网络测试平台，以指导量子组件和实用性应用的开发。同时，应继续对包括卫星平台在内的远距离试验场进行可行性和探索性研究。持续的研究分析加上机构间协同，并通过向 QISE 和其他研究领域的广大用户提供访问的机会等措施，将降低过早进行设计选择的可能性并提升科学影响。

2、方案建议

（1）加强量子网络研发机构间的协同。量子网络研发的广泛性和复杂性要求各机构共同努力，使政府投资回报最大化。几个层面的协同

至关重要：共享研发组合和计划的信息；各机构投资的同步和互补；对项目的联合资助和管理。国家量子协调办公室（NQCO）将通过促进相关合作，确保尽早确定研究组合中的最佳做法和差距，并最终加速研发进展。

（2）针对量子网络研发基础设施制定时间表。应根据已公布的机构预算，针对投资和预期能力制定协同的机构间时间表，以支撑长期规划并避免不必要的拖延。规划将促进利益相关方参与长期研究议程，并强制将资源集中于最具前景、最相关的组件技术。了解实用的量子网络组件、测试平台和基础设施的触发器、附属组件和网关，将提升此类投资在 5 至 20 年内的影响。

（3）促进量子网络研发的国际合作。促进与坚持开放、互惠、透明和择优竞争等科研诚信基本原则的伙伴开展国际合作，有助于促进诚信合作、加速基础科学进展，尤其有利于量子网络研发。由于可能的技术范围很广，应用领域也未知，通过全球合作探索量子网络的潜力对美国有利。随着量子网络技术发展，美国也必须酌情参与制定与组件和协议相关的标准和指标。

（张娟）

信息与材料制造

美国 NSF 发布新版材料设计研究计划

1 月，美国国家科学基金会（NSF）发布 2021 版“通过材料设计以变革我们的未来”（DMREF）计划⁴，NSF 的数理科学、工程科学、计算机与信息科学及工程学等学部，以及空军研究实验室等联邦机构将开展跨领域、跨机构的合作，向 25 个研究项目资助 4000 万美元。

⁴ Designing Materials to Revolutionize and Engineer our Future (DMREF). <https://www.nsf.gov/pubs/2021/nsf21522/nsf21522.htm?org=NSF>

DMREF 将通过构建相关基础知识基地，支持可显著加速材料发现与开发的各类活动，这些基础知识是设计和开发具有所期望特性或功能的材料所需的。为此，将涉及以下方面的整合：通过测试方法推进材料设计的策略；理论、建模和仿真，以预测行为或协助分析多维数据输入；通过合成、生长、加工、表征或设备演示进行验证。

DMREF 将推动新工具、新基础架构的开发，以及计算、数据分析、人工智能、实验和理论的集成。包括：新的数据分析工具和统计算法；利用新设备功能对材料特性进行高级模拟；利用机器学习、人工智能、数据挖掘和稀疏近似等进行预测建模；可访问、可扩展和可持续的数据基础架构；开发、维护和推广用于下一代材料设计的可靠、可互操作且可重复使用的软件；用于管理大型、复杂、异构、分布式数据的新协作功能，从而支持材料设计、合成和纵向研究。DMREF 计划将尽量利用现有的网络基础设施，并提供全面数据管理计划，以确保透明、数据共享和开放源代码软件。计划还将考虑推广新材料的可行性，与新材料加工和制造相关的科学问题，以及振兴美国制造、促进国家繁荣和培养熟练人才所需的基础研究等。 (万勇)

英国推动零排放飞机研发

1 月，英国政府宣布将通过航空技术研究院（ATI）计划向三个绿色航空项目资助 4230 万英镑⁵，推动新一代零排放飞机使用氢能或电能以减少对化石燃料的依赖及对环境的污染。企业将匹配等量资金，使项目总额度高达 8460 万英镑，同时为英国创造近 5000 个相关设计、工程及制造工作岗位。

⁵ £84 million boost for technology to power a green aviation revolution. <https://www.gov.uk/government/news/84-million-boost-for-technology-to-power-a-green-aviation-revolution>

1、氢电混合框架项目 (H2GEAR)。由 GKN 航宇公司主导,将在未来 5 年获得 2720 万英镑的政府资助,目标是为支线飞机开发液态氢动力系统,大幅提升该系统性能使其能够应用于干线飞机等大型飞机并实现更长的航程。该项目首架氢动力飞机最早可在 2026 年开始服役。

2、HyFlyer 二期项目。由氢电飞机开发商 ZeroAvia 领衔,将在两年内获得 1230 万英镑的政府资助。项目一期在 2019 年启动,目标是研制零碳发动机,目前已在全球最大的氢电飞机上试飞成功。本期资助将着重提升发动机性能,使其能够应用于 19 座及以上飞机。项目将于 2023 年 1 月进行世界首例通勤类飞机长途零排放演示飞行,商业化产品将在 2023 年底交付使用。

3、电动飞机集成飞行控制、能量存储和推进技术项目(InCEPTion)。由无人驾驶技术企业蓝熊系统研究公司领衔,将获得 280 万英镑的政府资助,目标是为零排放飞机开发全电气化动力系统,能够为包括无人机和客机在内的各种飞机提供动力,在英国范围内提供从运输大宗货物到区域通勤的各种新型交通服务。 (黄健)

美国能源部推动稀土和锂等关键原材料技术创新

1 月,美国能源部(DOE)宣布资助 5000 万美元,围绕锂、稀土和石墨等关键材料的提取、分离和加工技术,开展现场验证与示范⁶,并开发下一代技术。其中,下一代技术方面有 3 个细分方向。

1、稀土元素的分离。研究内容包括:利用离子液体,通过气体辅助微流提取技术进行稀土元素分离;下一代稀土分离方法等。

2、转化为稀土金属。研究内容包括:利用微波等离子技术,从稀土氧化物生成稀土金属;用于稀土金属高能效、低成本生产的新型电解

⁶ Department of Energy Selects 15 Projects to Advance Critical Material Innovations. <https://www.energy.gov/ere/articles/department-energy-selects-15-projects-advance-critical-material-innovations>

冶金反应器；以用于磁体生产的稀土天然氧化物为来源，进行稀土中间合金的产业化规模开发等。

3、从非常规来源提取锂。研究内容包括：利用新型模拟移动床，开展先进矿物分离；基于微通道的来自非常规来源的锂的无膜萃取及稀土元素分离；利用磁性核壳纳米粒子，从非常规来源回收锂；超高吸附容量的纳米纤维垫，可从海水、地热盐水等回收锂；通过电磁控制的树枝状电沉积，将美国国内的盐水或采出水中的锂离子直接转化为锂金属；结晶离子交换剂：改进 λ - MnO_2 相，用于从地质流体中提取锂等。（万勇）

生物与医药农业

欧盟 JPND 资助神经退行性疾病早期诊治

1月4日，欧盟神经退行性疾病研究联合计划（JNPD）发布了一项1900万欧元的项目征集指南⁷，旨在检测、测量和理解与神经退行性疾病相关的早期疾病指标，开发新的诊断方法或干预措施。

该项目将面向22个国家，包括法国、德国等16个欧盟成员国以及澳大利亚、加拿大等6个其他国家，支持研究者针对阿尔茨海默症和其他痴呆症、帕金森及相关疾病、朊病毒病、运动神经元疾病、亨廷顿舞蹈症、脊髓小脑性共济失调和脊髓性肌萎缩等疾病开展跨学科创新研究。此次项目征集的研究内容主要聚焦5个方向。

（1）通过分析现有队列数据，验证早期神经退行性变化过程与生理指标之间的关联。

（2）应用最先进的方法或技术来改善神经退行性疾病早期症状的检测，例如发现新的生物标记物，提高诊断的敏感性、特异性和稳定性。

⁷ JPND launches a new call on linking pre-diagnosis disturbances of physiological systems to neurodegenerative diseases. <https://www.neurodegenerationresearch.eu/2021/01/jpnd-launches-a-new-call-on-linking-pre-diagnosis-disturbances-of-physiological-systems-to-neurodegenerative-diseases/>

(3) 利用人类或动物研究，揭示早期疾病特异性信号所预示的神经退行性变化过程，这些信号包括神经病理学、细胞、突触、代谢或炎症等多个水平。同时鼓励使用特征明确的人群队列数据开展相关研究。

(4) 利用数字化技术，结合临床、神经生理学、生化、影像学和心理学数据，将可识别的症状与神经退行性疾病生理变化进行关联。

(5) 使用家庭监测设备和可穿戴设备，将生理指标的实际测量结果与疾病预后进行关联。 (王玥)

欧盟启动新项目以制定强调遗传资源的浆果育种新策略

1月20日，来自芬兰、法国、德国、意大利、挪威、西班牙、土耳其、英国等8个国家的20个合作伙伴机构启动新研究项目“提高浆果适应性和附加值的前育种策略”(BreedingValue)⁸，旨在更好地理解改良草莓、覆盆子和蓝莓的遗传资源，以应对气候变化、环境保护，以及新种植系统和高质产品需求带来的挑战，从而在整个欧盟范围内实现浆果的可持续生产。该项目未来4年内将从欧盟“地平线2020”计划获得近700万欧元资助。

浆果在整个欧洲获得了广泛生产，其中草莓是最重要的农作物，覆盆子和蓝莓在欧洲农业中也起着重要作用。草莓的收获面积为10.6万公顷，总产量达128万吨，覆盆子为4.1万公顷和22.0万吨，蓝莓为1.5万公顷和9.6万吨。这些浆果在新兴市场和加工业中的高价值，为欧盟农村地区的发展和经济提供了强大的动力，随着市场需求的增长，种植面积也在不断扩大。但种植这些浆果需要高度专业的知识，如果仍然使用当前的种植系统，需要消耗大量的资源，而且当前的浆果品种对

⁸ Launch of new EU Research Project BreedingValue: Developing new breeding strategies for resilient and highly nutritious berries. <https://cordis.europa.eu/article/id/428881-launch-of-new-eu-research-project-breedingvalue-developing-new-breeding-strategies-for-resili/es>

环境的耐受性有限，需要开发并利用新的遗传资源来提高浆果的适应性和品质。为此，BreedingValue 项目设置了 7 个关键目标。

(1) 创新育种策略，为浆果生产商提供商业品种，确保其在广泛地理条件下的适应性及果实品质。

(2) 开发浆果种质资源，特别关注当代育种方面的挑战，以确保遗传多样性和整个欧洲浆果产业取得成功。

(3) 通过提供新的现代基因分型和表型分析工具，确定、共享和传播有关适应性、胁迫耐受性、产量稳定性和果实品质的研究成果，提高对浆果种质的表征和选择效率。

(4) 对欧洲不同地区的不同浆果品种进行具体说明，并交流感官品质因素和消费者品质偏好。为欧洲公共和私人浆果育种计划确定并引入优良种质，以确保在不同气候环境下通过可持续生产方法均可培育出高质高产品种。

(5) 在欧洲乃至更大范围开发概念和用户友好工具，以进行浆果种质的文献记录、交流和可视化，以降低保护风险并提高浆果遗传资源在育种计划中的利用率。

(6) 整合浆果遗传资源网络和欧洲育种界面，向遗传资源的管理者、育种者、育苗者、种植者、消费者和公民提供参与、培训和推广服务。

(7) 增强欧盟浆果产业能力，确保在国内和国际层面上保持较高的竞争力。

该项目由意大利马尔凯理工大学负责协调，联合 20 家公共和私营机构，建立了一个涉及保护、遗传学、基因组学、育种、生物技术、生物化学、植物病理学、生物信息学、统计和浆果生产领域的专家网络。多学科结构将促使项目获得并发展出新的见解、信息和概念等。(袁建霞)

欧洲创新理事会资助开发非接触式触觉技术

1 月，欧洲创新理事会（EIC）启动“利用神经认知人工智能开发的非接触式触觉体验”（TOUCHLESS）项目，将开发虚拟社交互动中使用的创新触觉技术，使人们在体验远程通信的同时享受身体接触⁹。项目资助金额为 133 万欧元，由英国伦敦大学学院（UCL）牵头。

为了防止新型冠状病毒的传播，许多国家都出台了社交距离规定，对人们的人际交往产生的影响越来越显著。TOUCHLESS 将开发一种独特的新技术丰富触觉信息渠道，以创新方式满足人们的社交互动需求，从根本上改善虚拟或合成空间中的用户体验。这将是一种超越现有功能性触觉（通过简单的触觉通知和反馈来区分对象）的新技术，可使计算机系统能智能地创建以前在虚拟过程中丢失的体验。

TOUCHLESS 将在神经认知模型和新颖的人工智能框架下开发下一代非接触式触觉技术。该技术不仅可引起用户的功能性反应（即受体反应），还会引起用户的体验式反应（即情感、社交和认知）的数字触摸感觉。研究人员将利用超声、热或静电刺激来开发新型空中接触模型，并更加深入地掌握如何在触摸互动中保持联系、感受依恋、参与其中的方法。研究人员还将开发神经认知模型来帮助人们创造空中无接触的体验，弥补缺失的触感。 （郑颖）

欧盟资助研发可监测环境的植物种子状机器人

1 月 18 日，欧盟委员会启动“基于类植物种子软机器人生态系统的分布式环境监测新前沿”（I-Seed）项目¹⁰，其目标是开发新一代可自

⁹ A new research fights against touch deprivation <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/news/new-research-fights-against-touch-deprivation>

¹⁰ Towards new frontiers for distributed environmental monitoring based on an ecosystem of plant seed-like soft robots. <https://cordis.europa.eu/project/id/101017940>, <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/news/could-seeds-teach-us-how-monitor-environmental-parameters>

我部署的可生物降解的微型软机器人，模拟植物种子的形态和分散能力，对环境中的关键参数进行低成本的现场检测。该项目资助金额为 400 万欧元，由意大利理工学院（IIT）牵头。

种子的扩散策略是由其组织在细胞壁肿胀或干燥后自发、可逆、各向异性的变形所驱动的，不需要任何控制或内部能量供应。科研人员通过生物启发的设计，使用多功能的可生物降解材料和种子的自然形态特征，使类种子机器人能执行种子扩散策略，从而赋予它们可在空中飞行和扩散的能力，以及对湿度变化做出反应，在地表移动和在表土中自我渗透等能力。

I-Seed 项目将生物启发的软机器人技术、材料科学、纳米复合材料技术和环境科学相结合，通过建立全新的动态场景来分析和监测空气、表土环境及其界面，从而扩展环境传感器网络并填补现有数据分析系统的空白。I-Seed 机器人的传感将基于扩散、吸收和机器人部件的结构变化，温度、湿度、二氧化碳和汞（ Hg^{2+} ）的记录将在空气-土壤界面上进行，I-Seed 机器人的部署和测量值的读取将通过无人机来执行。种子无人机的通信将依靠基于光检测和测距技术的光学信号和荧光，并使用光子“标签”来赋予不同类型的传感器和机器人独特的反应能力。项目还将开发算法，使无人机可以在空中和地面上绘制机器人地图。（郑颖）

能源与资源环境

美国能源部公布《太空能源战略》强化美国太空探索领导力

1 月 6 日，美国能源部（DOE）发布《太空能源战略：强化美国在太空探索领域的领导力》报告¹¹指出，随着越来越多的国家加入到太空

¹¹ Department of Energy Releases ‘Energy for Space’ Strategy. <https://www.energy.gov/articles/department-energy-releases-energy-space-strategy>

探索竞赛中，美国所面临的太空竞争（无论是太空商业应用还是军事应用）环境愈加激烈，必须要认真审视和应对。为此，战略围绕如何确保美国在未来十年（2021~2031年）内的太空探索和应用领先地位，提出了具体的发展目标、原则和实施方案。

一、发展目标

1、为太空探索提供能源动力。DOE 将为美国太空用户开发适用于太空探索的能源技术（包括核能和非核能源），探索能源管理系统以满足太空任务中潜在的应用需求，并推进应用于太空系统的先进能源生产、收集、储存、分配、使用、耗散和热管理技术。该目标包括 4 项子目标。

（1）针对太空探索任务开发和部署放射性同位素动力系统。DOE 将继续与美国国家航空航天局（NASA）、其他联邦机构和商业实体合作，开发和设计用于近期和远期太空探索任务的放射性同位素动力系统（RPS）。该系统利用放射性同位素自然衰变产生的热量带来的温差电流为运行的航天器系统和科学仪器提供动力。目前，DOE 与 NASA 合作重点开发基于钷-238 放射性同位素的 RPS，以满足 NASA 长期太空探索任务的动力需求。

（2）开发外星球用核电反应堆与核动力推进系统。由于太空探索任务执行时间和飞行距离不断增加，任务对登陆外星球可使用的核电系统和远程飞行核动力推进系统的需求日益强烈。DOE 将与 NASA 合作开发用于外星球登陆后供电的核裂变反应堆和用于航天器的核动力推进系统，前者提供稳定的基本负荷电力以满足漫游车等外星球表面设施的电力需求，后者主要用于满足长期星际飞行任务的航天器动力需求。

（3）开发应用太阳能和储能系统。太阳能发电还将继续服务于卫星和外星球表面设施（如漫游车）的电力需求。此外，还需要部署储能系统作为备用电源以应对在主要能源资源不足时的电力需求。DOE 将

致力于将其在太阳能发电、燃料电池、储能电池和微电网领域的技术研发成果应用于满足太空探索任务的能源需求。

(4) 研发热能管理和利用技术。由于太空环境的特殊性（极端环境），需要对设备进行热控制，以防止电子设备和系统遭受极端的高温或低温以及剧烈温度波动带来的潜在负面影响。因此 DOE 需要开发相关的热能管理技术，以及热利用技术对上述热能有效回收利用。

2、破解太空未解的科学之谜。 DOE 将联合各利益相关方通过空间科学研究创新和空间技术应用突破来破解太空之谜，充分利用其先进的实验室系统、设施、研究人员的专业科学能力和知识，推进太空科学研究的突破，促进对宇宙的基本理解，以及探明人类在宇宙中如何能更加安全、可靠、高效和高质量生活和工作。该目标包括 3 项子目标。

(1) 探索太空科学知识支持人类的太空探索任务。DOE 支持宇宙基础科学研究，以提高对发生在近地轨道及深空环境中的复杂物理过程的理解，这些知识对人类在太空中长期生活和执行科学任务具有重要的指导意义。

(2) 利用太空实验促进物理科学发展。太空探索任务涉及众多学科和技术，通过在太空探索和开展相关实验可以有力地推动 DOE 在粒子物理学、天文学、材料科学、化学、地球科学、合成生物学以及计算机等学科的发展。

(3) 发展应对太空极端环境研究能力和专业知识。由于太空探索处于极端环境（强辐射、剧烈的温度波动等），需要为此开展相关的科学研究。DOE 支持极端温度和辐射环境下材料核心专业知识研究和科学工具开发，有助于阐明极端环境条件下的材料降解、高温形变以及材料和微电子在辐照下的失效机制。

3、维护美国太空领域的安全利益。DOE 将支持太空环境感知技术研发、太空能源系统、多用途传感器和卫星开发/部署支持，将其应用于国家安全军用和民用太空项目。该目标包括 3 项子目标。

(1) 发展太空感知能力。DOE 的国家安全任务之一是提供太空探索需要的专业技术、设施和领域专家资源，如航天遥感、数据分析、计算机建模仿真、宇宙环境的独特理解等领域，以支持美国国防部(DOD)和其他政府机构安全进入太空。DOE 重点是构建太空空间感知能力，即通过上述技术和知识综合应用，有效监测太空环境，同时收集和分析太空数据并及时向地面传输。这些数据能够提供关于太空环境及其演变的知识，有助于研究人员进一步认识太空环境。

(2) 发展保护太空资产能力。美国几乎在生活的各个方面都依赖太空，包括通讯、天气监测、导航等。当前美国太空资产面临一系列威胁，如近地轨道上的大量太空碎片、小行星之类的近地天体，可能对太空资产构成碰撞威胁，也可能对地球造成撞击威胁；还有可能在未来发生太空战威胁，如敌对国家可能企图毁坏、干扰和致盲卫星。因此，必须设法遏制和消除太空领域中不利于美国及其盟国国家利益的威胁。DOE 重点是发展相关技术和能力提升太空能源基础设施对太空极端事件和其他破坏的抵御能力。

(3) 近地天体偏转和撞击研究。DOE 将与 NASA、美国国家核安全管理局(NNSA)等联邦机构合作，利用高性能计算机开展模拟研究，发展近地天体偏转和撞击模拟分析能力，以及开发用于研究近地天体偏转和扰动各种物理特性的技术，构建防御可能撞击地球的近地天体的能力。

4、促进太空产业发展。DOE 将推动空间科学研究的创新，驱动美国未来的太空任务和太空商业应用的突破，促进和激励美国商业航天发展，以降低商业航天活动的成本和风险，强化美国在全球太空商业应用

领域的领导地位。该目标包括 2 项子目标。

(1) 将新兴技术应用于太空探索领域。DOE 将把人工智能、机器学习等新兴数字技术引入到太空探索研究任务中, 以实现海量实验数据的高效收集和处理, 如将其应用于储能系统高性能材料和化学品发现, 以提升实验效率、缩短实验周期。

(2) 鼓励在太空任务中使用 DOE 技术。DOE 在技术开发和商业化方面具有悠久的历史, 迄今为止发展了数百种能源技术以及众多的科研设施, 这些技术和设施在推动美国太空探索任务发展中发挥了关键作用。如 DOE 的国家同步加速器光源 II 已用于原位分析 NASA 从太空取回的样本, 橡树岭国家实验室的超算系统用于处理太空科学任务获得的海量数据, 劳伦斯伯克利国家实验室的回旋加速器使研究人员更好地了解辐射对材料和电子产品的影响等。因此, 在未来的太空任务中, 需要继续发挥 DOE 的关键作用, 广泛应用 DOE 发展的相关技术和设施。

二、战略执行原则

DOE 在执行战略时将以如下 3 项基本原则为基础:

1、DOE 在执行太空相关活动时需要同步发展 DOE 的科技人力资源; 创造机会保持和留住经验丰富的科学家、工程师和技术人员; 推进科学、技术、工程和数学 (STEM) 项目发展, 为 DOE 培育储备人才。

2、DOE 确保科学设施和基础设施发展受益于所承担的太空研究、实验和技术开发任务。

3、DOE 继续采取灵活资助合作模式, 如“联邦资助研发中心”(FFRDC) 资助模式, 以及与其他联邦机构、行业和大学的战略合作模式, 不仅有利于 DOE 有效开展支持太空探索的研究活动, 也为 DOE 提供了一套高效合同管理模式。

三、战略实施机制

DOE 将利用各种实施机制，如项目导向的资助、赞助的跨学科科技计划、战略伙伴关系项目、国家实验室导向的研发活动、技术转型和私营部门伙伴关系倡议（例如创新峰会、合作研发协议等），来推进战略的实施和目标的实现。（郭楷模）

欧洲能源研究联盟发布能源数字化战略研究与创新议程

1月13日，欧洲能源研究联盟（EERA）宣布新推出“能源数字化”（DfE）联合研究计划，旨在通过信息技术和能源数字化支持实现零碳欧洲目标¹²。EERA 是欧洲最大的低碳能源研究非营利性国际协会，是欧盟战略能源技术规划（SET-Plan）的研究支柱，此前共开展了 17 个低碳能源技术领域的联合研究计划，本次新增的 DfE 联合研究计划是在能源和数字技术交叉领域的研发部署，是 EERA 的首个跨领域联合研究计划。该计划发布了《能源数字化战略研究与创新议程》¹³，确定了到 2024 年能源数字化的研发目标和关键优先事项，重点关注 2 个特定领域：高性能计算，数据科学与人工智能；以及 4 个交叉领域：能源系统集成交叉领域技术，材料、工艺和设备多尺度建模，水电数字化技术，核材料物理模型、健康监测和无损显微结构检验。

一、高性能计算

1、目标及重点任务。该领域的目标是设计可利用百亿亿次超级计算机的软件、工具和服务，以解决能源领域新科学挑战。

（1）通过高性能计算实现变革性的能源科学发现。将重点完成如

¹² A new joint research programme consolidates EERA's efforts towards the digitalisation of energy. <https://www.eera-set.eu/news-resources/2529-a-new-joint-research-programme-consolidates-eera-s-efforts-towards-the-digitalisation-of-energy.html>

¹³ Strategic Research and Innovation Agenda of the transversal Joint Programme Digitalization for Energy. https://www.eera-set.eu/component/attachments/?task=download&id=478:Dow-JP-DfE_v16

下任务：利用百亿亿次超级计算机实现低碳能源科学的突破性进展，将识别 EERA 低碳能源技术领域的科学挑战，确定各领域最新技术、瓶颈、成本、领域间协同作用、差距分析，并设计开发领域适用软件；设计和开发最先进的计算方法和高性能计算软件，使数值模拟工具能用于百亿亿次超级计算机并可管理生成的数据。

(2) 推进百亿亿次超级计算机服务。将重点进行如下活动：促进协同设计软件开发方法并在能源业界中使用数值工具，将设计一个“软件即服务”（SaaS）门户，作为 EERA 高性能计算服务的主要入口。

2、研究主题及预期产出。本议程确定的至 2023 年的部分研究主题及预期产出包括：识别科学挑战，预期产出为评估相关低碳能源技术所需开展的计算活动，并确定其科学优先级和协同作用（到 2021 年）；识别技术挑战，预期产出为确定能源领域适用的高性能计算工具和服务（到 2021 年）；用于能源领域的高性能计算开发方案，预期产出为 EERA 和能源百亿亿次计算卓越中心（EoCoE-2）合作发布立场文件（到 2021 年）；开发 SaaS 门户，预期产出为设计和实施 SaaS 门户，包括服务和代码（到 2022 年）；建立能源高性能计算社区，预期产出为建立一个大型欧洲平台，以协调高性能计算在能源领域的部署，并实施具有挑战性的举措（到 2023 年）。

二、数据科学与人工智能

1、目标及重点任务。该领域目前处于启动阶段，主要包括 3 个子目标。

(1) 实施 FAIR¹⁴和开放原则，即基于 FAIR 和开放原则构建开发能力，同时考虑数据安全性、隐私和主权要求，以支持开发有价值的可利用数据治理基础架构。将重点完成如下任务：建立一个 EERA 跨联合研究计划论坛，讨论公平和开放的数据标准；为所有联合研究计划开展

¹⁴ FAIR 原则指可发现（Findable）、可访问（Accessible）、可互操作（Interoperable）和可重用（Reusable）

FAIR 相关活动和研讨，建立 FAIR 和开放能源数据的成熟标准，包括元数据标准；建立 EERA 以外的 FAIR 和开放能源数据社区，形成足够规模以开发和正式批准建立能源领域的 FAIR 和开放（元）数据标准；汇集用于 FAIR 和开放数据的平台服务，长期目标是使 EERA 成为欧洲能源研究人员和能源数据企业查找、访问和交换能源（元）数据的枢纽。

（2）开发人工智能方法。将重点进行如下活动：实现 FAIR 和开放数据服务与 AI 工具所需协议的数据格式，扩大服务过程的无缝连接；在能源系统管理中应用机器学习技术，如确定能源价格、需求和存储的最佳平衡方案，精准预测，智能电网，故障预防等；应用深度学习方法，如开发确定性和概率预测方法，以及利用深度神经网络处理大规模能源数据集的非线性复杂关系。

2、研究主题及预期产出。本议程确定的至 2024 年的部分研究主题及预期产出包括：识别技术挑战，预期产出为确定能源社区感兴趣的资源库和数据库（到 2021 年），确定 EERA 需要的 AI 工具和服务（到 2021 年），确定低碳能源社区的元数据标准（到 2021 年），确定将数据库无缝连接到 AI 工具和服务需实现的技术方法（到 2022 年）；实现 FAIR 数据论坛和平台服务，预期产出为网站、资料库等（到 2023 年）；正式批准 FAIR 和开放能源数据标准（到 2024 年）。

三、能源系统集成交叉领域技术

1、目标及重点任务。该领域的目标是收集、存储和处理来自各种数据源的数据和信息，并将各种方法和工具结合起来，以优化综合能源系统的设计和运营，提高系统效率、经济性和弹性，同时确保用户侧的易用性、隐私性和环境友好性。

（1）收集相关数据和信息，以对综合能源系统进行建模和仿真。将重点完成如下任务：确定建模和预测所需的最少数据和信息，该任务

将确定所需使用的传感器数量和理想的采样率；集成非传感器来源的数据和信息，此类信息可能来自能源系统中的服务及维护和/或组件升级，以及与发电和需求的潜在变化相关信息。

(2) 数据驱动的建模和预测相关混合工具和方法。将重点完成如下任务：开发并提供必要的专有知识和技术，以在所有时空尺度上进行汇总、预测、控制和优化。

(3) 建模和数据集成。将重点完成如下任务：采用考虑不同能源网络（电、气、石油、热力、交通）之间潜在协同作用的综合方法，开发一种新技术和解决方案，确保系统各参与者和组件之间的有效交互。

2、研究主题及预期产出。本议程确定的至 2023 年的部分研究主题及预期产出包括：确定建模和预测所需的最少数据和信息，预期产出为降低安装、运行/服务和维护成本（到 2021 年）；集成非传感器来源的数据和信息，预期产出为改善运行或预测可靠性以及能源系统可靠性（到 2022 年）；在不同时空尺度上对相关数据进行汇总、预测、控制和优化，预期产出为对本地和区域/国家级别的能源系统及其相互作用和关系进行建模（到 2023 年）。

四、材料、工艺和设备多尺度建模

1、目标及重点任务。该领域的目标是确定能源领域的材料、工艺和设备的多尺度建模和仿真面临的挑战和发展趋势，提出通用方法进行新型材料的原子和微观特征研究，确定通过百亿亿次高性能计算、机器学习和人工智能实现大规模计算（包括数据挖掘）的新方法，定义能源应用相关的介尺度模型以及能够耦合离散模型和连续模型的关键参数，集成多物理场建模和仿真以解决与能源领域设备和工艺相关的工程问题。将重点完成如下任务：开发材料微尺度（原子及分子）模型和工具；开发设备和工艺的介尺度及大尺度模型，如利用输运方程的蒙特卡

洛法、有限元法、有限体积法等，通过介尺度和大尺度建模研究材料结构中的缺陷、裂纹、晶界等，评估固体和流体能源材料的特定参数和行为，研究设备或工艺中的化学或物质运输过程，优化对最优材料的筛选过程等；开发集成仿真平台、模型降阶方法和应用工具；与高性能计算、数据科学和人工智能相关的新计算范式，包括材料模拟、数据库和材料筛选、机器学习和人工智能用于材料发现和加速计算、百亿亿次高性能计算用于材料设计等。

2、研究主题及预期产出。本议程确定的至 2023 年的部分研究主题及预期产出包括：电化学界面的多尺度建模，预期产出为批准该主题相关的大型欧洲资助计划，组织电化学界面多尺度建模相关的国际会议或座谈会（到 2023 年）；基于机器学习的新材料性能识别，预期产出为借助欧盟及成员国的高性能计算资源投入，资助该主题相关的大型欧洲计划（到 2023 年）。

五、水电数字化技术

1、目标及重点任务。水电行业正处于数字化转型的开始阶段，该领域第一阶段的目标是确定研究重点和主题，包括：确定该领域的最新技术及其发展水平；确定水电数字化的相关应用案例；总结水电数字化相关的国家级和国际研究计划；增进对水电站运行、负荷、老化和寿命之间关系的理解；通过更多基于数据的决策识别安全性等未来挑战；支持学术界和行业共同参与数字化计划和项目。将重点完成如下任务：设备级技术方面包括监控系统的安装和管理，数据的质量保证和统一，涡轮和发电机的数字孪生，关键设备的异常检测安装和管理；系统级技术方面包括支持辅助服务的虚拟电厂，网络攻击的安保和预防，大数据基准，与其他数字化活动的接口；经济方面包括经济高效的运行和维护，数字平台的新商业模式；环境方面包括根据新的可用数据改进水力模型，

通过河床扫描建立河流数字孪生，基于卫星流量监测的模型验证，识别鱼类行为和鱼梯影响的图像处理技术；社会方面包括促进对现有和新技术的接纳，减轻跨学科合作的复杂性，维护和运行方面的专有知识管理。

2、研究主题及预期产出。本议程确定的至 2023 年的部分研究主题及预期产出包括：水电应用案例，预期产出为水电数字化相关应用案例报告（到 2021 年）；水电数字化研究动态，预期产出为水电数字化国内外研究动态报告（到 2021 年）；水电站整修，预期产出为开发一种确定水电站最佳整修时间的工具（到 2023 年）。

六、核材料物理模型、健康监测和无损显微结构检验

1、目标及重点任务。该领域重点关注核材料的物理建模、健康监测和无损检验，以将材料微观结构、性能、加工参数、建模与核电厂组件的在役检查和状态检测联系起来。

(1)物理建模，开发模型以实现通过实验数据推断安全运行条件。该领域考虑的物理模型涵盖所有范围，从使用量子力学和物理数学进行电子结构计算，到使用有限元方法求解连续模型。将进行以建模为目的、使用几种先进材料表征技术的实验，在不同尺度下观察材料微观结构特征和变化，对暴露后的材料进行检查以研究物理机理及不同尺度变化之间的相关性。

(2)材料健康监测和结构无损检验，开发和优化智能无损检验技术。包括用于材料和组件表征以及结构监测的认知自适应传感器技术。将开发和优化用于材料健康监测和无损结构检验的机器学习和人工智能算法，处理和分析生命周期各阶段的材料健康监测和无损结构检验数据，并存储在核材料数据库的数字孪生文件中，开发和应用可预测材料特性的模型。

(3)与高性能计算、数据科学和人工智能相关的新范式。将采用

多种方法进行多尺度建模，包括量子力学、物理数学和有限元法等，通过大数据和人工智能来处理、选择和分析各种材料性能表征技术产生的大量数据。

2、研究主题及预期产出。本议程确定的至 2024 年的部分研究主题及预期产出包括：用于材料的机器学习和人工智能技术，预期产出为汇编欧洲最新技术、差距和需求（到 2021 年）；用于材料健康监测和无损结构检验的机器学习和人工智能技术，预期产出为开发和优化能够处理和分析相关数据的机器学习和人工智能算法（到 2022 年）；数字孪生数据库，预期产出为建立核材料全生命周期数字孪生数据库（到 2024 年）；用于材料性能预测的机器学习和人工智能技术，预期产出为开发和应用材料特性预测模型（到 2024 年）。 （岳芳）

美国能源部 1.6 亿美元资助化石燃料制氢及其储运和利用技术

1 月 15 日，美国能源部（DOE）宣布投入 1.6 亿美元¹⁵，改造美国化石燃料和发电基础设施以生产脱碳能源和产品，开发基于化石燃料的氢生产、运输、储存和应用相关技术以推进实现净零排放。DOE 对制氢成本的最新评估显示，化石燃料制氢为目前成本最低的制氢技术。因此 DOE 将支持开发先进新技术，提高化石燃料制氢及其储运和应用的性能、可靠性和灵活性，并结合碳捕集和封存（CCS）降低碳排放。本次资助将重点关注 7 个技术主题。

1、利用混合废物、生物质和传统原料通过模块化气化和共气化生产净零或负排放氢。将改进气化制氢技术的性能、可靠性和灵活性，并集成燃烧前碳捕集实现净零排放或负排放；还将实现利用低成本或负成

¹⁵ DOE Announces \$160 Million for Projects to Improve Fossil-Based Hydrogen Production, Transport, Storage, and Utilization. <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-160-million-projects-improve-fossil-based-hydrogen-production-transport>

本原材料和传统原料，生产低成本净零排放燃料和化学品。

2、开发固体氧化物电解槽（SOEC）。将开发用于 SOEC 的新材料或改性材料，并提高对 SOEC 老化机理的认识，从而实现经济高效制氢。

3、碳捕集。将完成对商业规模碳捕集、利用和封存（CCUS）系统的初步设计，该系统可从甲烷蒸汽重整或自热重整装置中每年分离和封存超过 10 万吨纯度为 95% 的 CO₂，碳捕集率超过 90%。

4、先进燃气轮机。将改进使用高纯氢气、氢气和天然气混合气以及其他碳中性燃料（如氨）的燃气轮机系统性能，此外还将在燃气轮机中示范燃氢旋转爆轰发动机。

5、天然气制氢技术。将开发变革性的天然气脱碳技术，生产零碳或负碳氢气，以满足未来氢气市场需求。

6、输氢管道基础设施。将开发先进技术以降低输氢管道和压缩站等基础设施的成本，提高设施的性能，如弹性、安全性、可靠性和完整性等。

7、地下储氢。将开发先进技术以提高地下储氢经济性和效率、安全性、完整性等性能。

（岳芳）

美国 ARPA-E 资助变革性能源技术研发

1 月 12 日，美国能源部先进能源研究计划署（ARPA-E）宣布在“有应用潜力的领先能源技术种子孵化”（SCALEUP）主题研发计划框架下资助 4700 万美元¹⁶，旨在支持具有潜在颠覆性影响的变革性能源技术研发，并协助相关研发机构将其取得实验室进展、具有应用潜力的技术推向商业化。本次资助研究项目主要涉及电池、数据中心、电网现代化、减排等主题。

¹⁶ DOE Announces an Additional \$47 Million in Funding for Commercial Scaling of Transformational Energy Technology Projects. <https://arpa-e.energy.gov/news-and-media/press-releases/doe-announces-additional-47-million-funding-commercial-scaling>

1、用于电动飞机的下一代锂金属电池。资助金额为 900 万美元，开发可用于电动飞机的下一代锂金属电池及年产能达到 1 兆瓦时的中试生产线，目标是将商业模块化生产线的电池成本降至低于 70 美元/千瓦时，功率密度超过 1.5 千瓦/千克，能量密度达到 450 瓦时/千克。

2、适用于高能效数据中心和 5G 网络的 8 英寸 3D 氮化镓 (GaN) 场效应晶体管制备技术。资助金额为 432 万美元，将已开发的一种 GaN 晶体管制备技术成果在美国一家 8 英寸硅片制造厂进行转化，并与外延晶片供应商、代工厂以及半导体芯片和模块制造商合作开发产品，以提高数据中心能效、减少温室气体排放。该项成果采用颠覆性 3D 打印方法制备晶体管，性能远超过传统技术制备的平面型 GaN 晶体管。

3、在电动汽车中加速规模化采用高容量的硅负极技术。资助金额为 1000 万美元，开发一种硅基复合负极材料，将车用锂离子电池能量密度提高 20% 以上，并实现快速充电，探索将上述硅负极应用于可穿戴设备、便携式电子设备和电动汽车。研究团队将通过更高效的材料筛选、在线诊断、改进前驱体利用率等提高开发效率，缩减开发周期，降低成本，进而降低电动汽车电池成本。

4、扩大具有成本效益的电网现代化技术。资助金额为 856 万美元，针对大型商业、工业客户以及电力公用事业单位，开发新一代配电自动化技术，该技术可经济高效地提高配电网的可靠性和弹性。该项目还将与相关合作伙伴开展技术验证试验，以消除商业化面临的潜在风险，推进新技术的市场化进程。

5、盆地规模的持续油气排放减排网络。资助金额为 500 万美元，构建一个石油和天然气行业最大的连续排放监测网络，能够在美国西南部 700 平方英里的 Permian 盆地实时定位监测天然气排放位置及规模，目标是覆盖盆地内 850 多个石油和天然气设施，使整个盆地范围内油气

生产相关甲烷排放减少 60%~80%。

6、适用于大规模储能和电动汽车的高度可扩展虚拟电厂平台。资助金额为 225 万美元，将开发一款电网灵活性管理和虚拟电厂软件平台，使公用事业和能源服务提供商能够聚合和优化分布式能源资源，实现利用时间套利（在电力成本低的时候购买和储存能源，在成本高的时候出售或使用储存的能源）、按需收费（在高峰需求期间确定收费）管理和电网服务，以实现能源资源价值的最大化。

7、聚合物电解质制造工艺。资助金额为 800 万美元，验证聚合物电解质的 3 个关键要素（包括大批量、商业化、高质量的聚合物电解质材料和组件的可制造性，高容量锂离子电池的安全性）以及电池性能是否达到商业规格，以消除商业化道路上的关键技术、制造和市场风险。开发新制造工艺，将聚合物电解质生产成本降低 15%，并争取获得超大容量车用固态锂离子电池的第三方生产资质。（郭楷模 刘文浩）

欧盟十二国投入 29 亿欧元支持电池价值链研究创新项目

1 月 26 日，欧盟委员会宣布批准第二个欧洲共同利益重要项目（IPCEI），即“欧洲电池创新”项目¹⁷，由奥地利、比利时、克罗地亚、芬兰、法国、德国、希腊、意大利、波兰、斯洛伐克、西班牙和瑞典等十二国共同投入 29 亿欧元，并将撬动 90 亿欧元的私人投资，旨在推进电池价值链的创新研发，建立泛欧电池生态系统。该项目将成为第一个 IPCEI 项目的重要补充，第一个 IPCEI 项目由欧盟委员会在 2019 年 12 月批准设立，7 个国家到 2031 年前将共同投入 32 亿欧元公共资金推进电池价值链的创新研发。

¹⁷ State aid: Commission approves €2.9 billion public support by twelve Member States for a second pan-European research and innovation project along the entire battery value chain. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_226

该项目将实施至 2028 年，有 42 个直接参与者（包括在欧盟国家开展活动的中小型企业和初创企业）和 150 多个外部合作伙伴（如欧洲各地的大学、研究机构和中小企业），计划将实施近 300 个合作课题。该项目将覆盖电池发展的全价值链，包括原材料提取、电池单元及组件的设计和制造，以及电池回收和处理，尤其注重可持续性。项目将支持开发一整套全新的超越现有技术和工艺的突破性电池技术，包括新型电池、生产工艺及电池价值链的其他创新技术，使电池性能、安全性及其对环境的影响得到显著改善。项目主要涉及的研究领域包括：原材料和先进材料；电池单元；电池系统；回收和循环经济。（岳芳）

德国投入 7 亿欧元支持 3 个绿氢重点研究项目

1 月 13 日，德国联邦教研部（BMBF）宣布投入 7 亿欧元支持 3 个绿氢旗舰项目¹⁸，以开发先进绿氢技术，推进国家氢能战略的实施。3 个旗舰项目的方案从 2020 年夏季创意竞赛的 32 个方案中选出，将从 2021 年开始持续实施 4 年，预计将有 200 多个合作伙伴参与开发未来绿氢技术，以消除绿氢大规模部署的障碍。

1、H₂Giga 项目。将开发大规模、高性能制氢电解槽，并实现批量生产。德国氢能战略目标是到 2030 年部署 5 吉瓦电解制氢设备，这需要开发高效、耐用、可靠、可扩展的低成本电解槽。尽管目前市场上已经有大型电解槽可长时间工作，但尚未实现批量生产，因此需开发可批量生产的模块化电解槽。该项目将开发质子交换膜电解槽、碱性电解槽和高温电解槽的批量生产技术，同时还将推进对阴离子交换膜电解槽的研究。

2、H₂Mare 项目。将开发直接利用海上风电生产氢气及副产品（甲烷、甲醇、氨、燃料等）的解决方案，无需连接电网，以最大限度降低

¹⁸ BMBF bringt Wasserstoff-Leitprojekte auf den Weg. <https://www.bmbf.de/de/bmbf-bringt-wasserstoff-leitprojekte-auf-den-weg-13530.html>

氢气生产成本。海上风力涡轮机发电能力高于陆上风力涡轮机，两者的平均额定容量分别为 5 兆瓦和 3.5 兆瓦。该项目将研究把电解制氢设备集成到海上风力涡轮机的方案，以直接利用海上风电制氢及副产品，最大化利用海上风电潜力，显著降低制氢成本。另外，电解装置无需与电网连接，能够降低电网负荷。同时，项目还将进一步探索利用海上风电制取的绿氢直接生产副产品，如生产甲醇、氨等，以及开发海上的“Power-to-X”（电力转换为其他能源载体）技术，深入推进蒸汽电解、海水电解等新型技术。

3、TransHyDE 项目。将开发并测试短、中、长距离运输氢气的解决方案，以促进建立高效氢经济。项目将评估和示范多种氢气运输技术，以确定最佳解决方案，建立经济高效的氢基础设施。德国未来的氢需求将大部分由本国生产满足，小部分采用进口方式，因此需开发相应的氢气输送方案。某些情况下，可使用现有天然气网络和天然气存储基础设施，但还需要开发全新的氢输运技术。该项目将在 4 个示范课题中分别测试和升级一种技术，包括利用高压容器储运氢、液氢运输、利用现有和新的管道运输、以氨为载体的运输。（岳芳 葛春雷）

2021 年值得关注的 6 个环境与可持续发展问题

1 月 15 日，世界资源研究所（WRI）发布题为《重大调整：2021 年值得关注的 6 个环境与可持续发展问题》的报道¹⁹。COVID-19 后疫情时代，世界将如何调整是 2021 年的主要议题。围绕这一议题，报道概述了 2021 年需要关注的 6 个环境与可持续发展问题。

1、有史以来最大的绿色经济刺激。各国已经拨款 13 万亿美元重振经济，并可能在未来增加数万亿美元的支出。这些资金是支持投资清洁

¹⁹ The Great Reset: 7 Environment and Sustainability Stories to Watch in 2021. <https://www.wri.org/blog/2021/01/top-stories-to-watch-2021-environment-sustainability>

的低碳项目，还是投资化石燃料基础设施？它们会促进更大的公平还是继续加剧社会差距？已有研究表明，绿色刺激具有重要的经济意义。欧盟凭借其具有里程碑意义的《欧洲绿色协议》，推动欧盟绿色发展，推出“公平过渡机制”，进行气候友好投资，成为全球领导者。美国总统拜登承诺支持绿色、公平增长。其他国家，包括大型经济体和发展中国家以及其他国际发展机构，是否都将采用这种措施以确保 COVID-19 后疫情时代的世界变得更具弹性值得关注。

2、拜登政府领导下的美国气候行动。美国总统拜登承诺通过投资 2 万亿美元用于基础设施和清洁能源，以实现到 2035 年 100% 的清洁电力，并将 40% 的清洁能源资金用于贫困社区。问题是，这些承诺是否会兑现？使用什么工具兑现？从长远来看，美国需要加强其国家气候计划，到 2030 年，温室气体排放量比 2005 年减少 45%~50%，同时加强其适应措施。在国际上需要促进气候外交，例如，与印度达成气候协议、与中国合作以及与加拿大和墨西哥恢复关系，这些对于确保其全球气候领导地位也很重要。美国政府对气候和种族公正问题做出了明确承诺，兑现这一承诺对于确保政府成功促进公平和包容至关重要。

3、2021 年中国的优先事项。2020 年，在 G20 国家中，中国是唯一一个经济正增长的国家，预计到 2021 年 GDP 将增长 8.2%。2020 年末，中国宣布了重要的新气候目标，其中包括到 2060 年实现碳中和承诺。然而，中国仍然是世界上最大的温室气体排放国和最大的煤炭投资国，近期需要采取行动走上净零排放道路。因此，2021 年中国在以下几个方面具有重要的机遇和挑战：中国的“十四五”规划于 2021 年 3 月开始实施，新的国家气候计划发出关于中国发展方向的重要信号；中国新的碳市场将于 2021 年 2 月开始交易，重点是电力行业；2021 年，《生物多样性公约》第十五次缔约方大会 (COP15) 将在中国昆明举行，

中国是否会利用这个机会促进供应链绿化值得期待；中国是否为其“一带一路”倡议制定更严格的环境标准？

4、2021 年是否为大自然突破年。人们越来越认识到自然景观对于减少排放、保护生物多样性、养活日益增长的人口和确保经济增长的重要性。2021 年将迎来几个重要时刻，比如，9 月将举办联合国粮食系统峰会，10 月将举办 G20 会议，11 月将举办第 26 届联合国气候变化峰会（COP26）。这与以下 4 个实现大自然价值的战略相一致：①农产品。欧盟今年将实施一项新的从农场到餐桌的战略，这可能会激励其他国家。观察拜登政府如何将自然纳入其即将出台的农业计划，以及各国如何在新的国家自主贡献（NDC）中考虑农业。②生态保护。将在中国昆明举办的联合国生物多样性大会上，各国是否做出在 2030 年前保护 30% 的世界陆地和海洋的关键决定。③减少食物浪费。丹麦和挪威已经朝着减少 50% 食物浪费的目标前进了一半。中国新的“光盘行动”如果可以成功，那么节约的食物将养活 6000 万人。其他国家、城市和公司是否会发起类似的倡议？④土地恢复。各国在“波恩挑战”中承诺恢复 2 亿多公顷退化土地，其中 1400 万公顷已经在恢复中。监控技术的新进展，比如世界资源研究所即将推出的恢复观测，会刺激更多的行动和投资吗？

5、COVID-19 疫情后的公共交通。COVID-19 疫情期间，公共交通出行急剧下降，现在，许多运输系统都濒临崩溃。由于 2020 年乘客减少，欧盟面临 500 亿美元的公共交通资金缺口，而印度的公交收入损失了 70 亿美元。扩大公共交通系统对于应对气候变化和改善公平至关重要，例如，在美国，黑人家庭缺少车辆的可能性是白人家庭的 3 倍。随着城市 COVID-19 疫情的好转，各国会优先考虑公共交通吗？比如，伦敦已经宣布 2021 年鼓励公共交通的计划。COVID-19 疫情以来已有

200 多个城市投资修建了自行车道和人行道，中国拥有全球 95% 的电动公交车，其他城市和国家也会同样推进绿色交通吗？

6、国际气候行动与格拉斯哥之路。过去几年，气候行动取得值得称赞的成就，61 个国家承诺实现净零排放，超过 1000 多家公司设定了基于科学的减排目标，并且有 1 万多个城市加入了《气候与能源市长全球契约》。问题是这些行动还没有取得足够的进展。如果各国抓住以下 4 个关键领域的机遇，今年可能是全球气候行动的转折点：①所有国家都应在 11 月举办的 COP26 气候峰会之前发布新的 NDC。到目前为止，已经提交了 71 份新的 NDC，但只有 43 份比 2015 年的计划更加雄心勃勃。其中，欧盟国家、英国、哥伦比亚以及一些较小的发展中国家和岛国走在前列。是否有更多的国家（尤其是美国和中国）加强减排承诺是关键。②参加 COP26 气候峰会的谈判者必须最终确定《巴黎气候协定》的重要规则，包括碳市场、NDC、全球评估和融资等。③科学家认为，金融业是否会进一步与温升限制在 1.5°C 的全球目标保持一致，这对于避免气候变化的最严重影响至关重要，包括发达国家兑现每年提供 1000 亿美元的气候融资、增加适应融资和其他融资承诺。④是否会看到一场“向零的竞赛”？在这场竞赛中，各国会有特定部门取得突破性进展以快速实现脱碳。淘汰内燃机、实现零碳航运和零碳建筑的计划也尤为重要。（刘莉娜）

空间与海洋

美国 NASA 遴选 4 项小型天体物理学任务概念

1 月 8 日，美国国家航空航天局（NASA）为新设立的“先驱者”（Pioneers）计划遴选了 4 个小型天体物理学任务概念²⁰，利用小卫星和

²⁰ NASA Selects 4 Concepts for Small Missions to Study Universe's Secrets. <https://www.nasa.gov/feature/nasa-selects-4-concepts-for-small-missions-to-study-universe-s-secrets>

科学气球研究银河系演化、系外行星、高能中微子和中子星合并等宇宙现象。每个“先驱者”任务成本上限为 2000 万美元，研究人员可以购买商用现货航天器或使用其他政府机构开发的望远镜。这些任务概念旨在少量预算条件下开展高影响力天体物理学实验，达成 NASA 望远镜无法实现的目标，填补对宇宙理解方面的空白。

(1) **Aspera** 小卫星旨在紫外波段观察星系间介质中的热气体以及星系气体的流入和流出情况。首席研究员是亚利桑那大学的 **Carlos Vargas**。

(2) **Pandora** 小卫星旨在可见光和红外波段下研究 20 颗恒星和 39 颗系外行星，厘清恒星和行星大气的信号。首席研究员是 NASA 戈达德航天飞行中心的 **Elisa Quintana**。

(3) **StarBurst** 小卫星旨在探测中子星合并事件中的高能伽马射线，每年最多可发现 10 次中子星合并事件。首席研究员是 NASA 马歇尔空间飞行中心的 **Daniel Kocevski**。

(4) **PUEO** 南极气球任务旨在探测超高能中微子信号，将是迄今为止宇宙超高能中微子探测灵敏度最高的任务。首席研究员是芝加哥大学的 **Abigail Vieregg**。 (范唯唯)

美国能源部投资开展海洋能源研发与基础设施测试研究

2020 年 12 月 22 日，美国能源部 (DOE) 的水利电力技术办公室 (WPTO) 宣布向 10 个项目资助 2200 万美元，用于支持海洋能源研发和测试基础设施²¹。其中，7 个项目将利用大学等非联邦研究机构的专业知识和智力资本，支持基础研究，以补充能源部国家实验室的研究。

随着海洋能源工业的成长和成熟，需要在技术发展的所有阶段持续进行测试，以推动海洋能源技术走向商业化。DOE 在美国大西洋地区

²¹ Energy Department Invests \$22M in Marine Energy Foundational R&D and Testing Infrastructure. <https://www.energy.gov/eere/articles/energy-department-invests-22m-marine-energy-foundational-rd-and-testing-infrastructure>

增加第 4 个国家海洋可再生能源中心(NMREC),以补充和扩大 NMREC 的现有能力;资助了一个能填补目前能源转换器测试能力的特定空白的基础设施项目,这种能力对于推进潮汐和洋流能量转换器非常重要;支持建立基础研究网络促进者,以促进合作,帮助大学和其他研究实体、开发人员和潜在的最终用户密切协调和优先考虑研究,以最大限度地发挥研发影响并满足行业需求。此次资助的 10 个项目详见表 1。

表 1 WPTO 资助项目清单

项目名称	主持机构
开放波浪-能量控制系统开发平台	蒙特利湾水族馆研究所
用于自主水下机器人对接和充电的海洋能量转换器的联合设计	俄勒冈州立大学
优化电网整合和蓝色经济发展的波浪能源技术评估	塔夫茨大学
将海洋能源整合到微电网的建模	阿拉斯加费尔班克斯大学
用于在高湍流中工作的海洋能量转换器的新叶片材料	伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校
海洋能源系统增材制造技术的研究与开发	缅因大学
波浪能转换器的建模、控制和优化的统一多物理方法	华盛顿大学
大西洋海洋能源中心 (AMEC),以推动海洋可再生能源产业,为蓝色经济提供动力	新罕布什尔大学
基础研究网络促进者 (FRNF) :海洋能源知识中心	太平洋能源信托基金
电流能量转换器移动测试船	IDOM 公司

(刘文浩)

美国 NOAA 与 TOF 联合推进海洋科学发展

1 月 5 日,美国国家海洋与大气管理局 (NOAA) 宣布与国际海洋基金会 (TOF) 建立合作关系²²,以开展国际和国家层面的科学合作,从而促进人类对全球海洋的研究、保护和认知。

TOF 是一个位于华盛顿特区的非盈利性国际社区基金会,致力于支持、加强和促进旨在扭转世界各地海洋环境破坏趋势的行动,在地方、

²² NOAA, The Ocean Foundation team up to advance ocean science. <https://www.noaa.gov/media-release/noaa-ocean-foundation-team-up-to-advance-ocean-science>

区域、国家和全球层面关注健康海洋的发展，制定海洋保护解决方案。2020 年 12 月初，NOAA 与 TOF 已就海洋科学研究签署建立伙伴关系备忘录，此次合作旨在扩大发展中国家研究、监测和应对海洋酸化挑战的科学能力，强调了在以下 5 个方面的优先合作：了解气候变化和海洋酸化及其对海洋和海岸的影响；提高沿海复原力，加强适应和减缓气候和酸化的能力；保护和管理特殊海洋地区的自然和文化遗产，包括国家海洋保护区系统和国家海洋遗迹；推进国家河口研究储备体系建设；促进美国海洋水产养殖的可持续发展，以支持健康、富有生产力的沿海生态系统和地方经济。

（吴秀平）

设施与综合

英国 UKRI 投资 2.13 亿英镑升级研究基础设施

1 月 6 日，英国国家研究与创新署（UKRI）发布消息称，将投资 2.13 亿英镑用于扩展和升级现有的研究基础设施²³，使科研人员能够利用先进的设备、设施和技术应对各种挑战，如 COVID-19 研究和健康恢复、实现碳中和目标等。这是英国商务部长 Alok Sharma 于 2020 年 7 月做出的 3 亿英镑投资承诺的第二部分，资金来自英国政府的“世界一流实验室”资助计划。第一部分的 8800 万英镑投资已于 2020 年 10 月宣布，主要用于支持建设世界一流的科学实验室。

一、跨学科投资的主要内容

此次投资涵盖了从物理科学到艺术和人文科学等所有学科，包括：支持先进显微镜等科学设备开发，以促进病毒研究并替换 COVID-19 大流行期间已在病毒研究中大量使用的仪器；进行软硬件升级，利用先进

²³ £213m to upgrade the UK's world-class research infrastructure. <https://www.ukri.org/news/ukri-invests-to-upgrade-uks-world-class-research-infrastructure/>

的分析能力揭示 COVID-19 如何影响城市交通、社会和经济活动，扩展家庭调查以了解 COVID-19 大流行如何影响英国家庭的居家学习和家庭关系等；支持普利茅斯大学的浮动式海上风力涡轮机设施，使其可以同时进行风、浪和洋流实验；科研场所、环境研究中心、船舶、飞机和实验室的可再生能源现代化，履行英国对环境可持续性的承诺；升级研究基础设施，解决英国各地区的科研能力差异问题，从而支持地区经济增长；改造研究基础设施以确保研究人员能够安全应对 COVID-19，包括改变设施的布局和增加设备以便将工作站进一步分隔，改善空气处理和过滤系统等；对画廊、图书馆、档案馆和博物馆进行现代化改造，为子孙后代服务。

二、主要投资清单

1、设施和设备，1.14 亿英镑

(1) 加快战略设备的部署，2500 万英镑。将支持英国 5 所大学的最新设备，包括普利茅斯大学的浮动式海上风力涡轮机设施；谢菲尔德大学的实验室，提升防范爆炸威胁的能力；利物浦大学多学科 X 射线断层扫描设施中的新设备；伦敦帝国理工学院的低温多显微镜实验室；牛津大学的 600MHz 核磁共振系统。

(2) 提升核心设备的维护能力，2900 万英镑。核心设备对于研究人员进行突破性研究和开发新技术至关重要。其中的 2780 万英镑将用于医学研究理事会（MRC）的 43 个研究所、单元和中心购买和升级先进的设备和强大的计算能力，支持全英近 500 个研究计划，以应对从痴呆和癌症研究到传染病和公共卫生的各种健康挑战。120 万英镑将支持 COVID-19 基因组学联盟（COG-UK）中“CLIMB”项目的超高性能计算能力建设，用于 COVID-19 大流行的全球预测和基因组分析。

(3) 自然环境研究理事会 (NERC) 共同体资金补助, 1250 万英镑。用于新建或升级环境研究设备和实验室设施, 建立专业设备和设施库, 使英国科学家能够进行世界一流的环境研究。

(4) UKRI-NERC 环境遥感基础设施, 1030 万英镑。投资先进的跟踪设备, 监测地球生态系统的变化以应对气候变化。设备包括: 监控英国南部海洋健康的自动驾驶海上航行工具或机器人, 观察温室气体排放的机载传感器, 以及新的世界一流的气象雷达系统。

(5) 科学与技术设施理事会 (STFC) 实验室升级, 1000 万英镑。主要支持卢瑟福·阿普尔顿实验室 (RAL)、达斯伯里 (Daresbury) 实验室、伯毕 (Boulby) 地下实验室和爱丁堡天文技术中心皇家天文台的科学计划, 包括超冷原子的量子物理学、寻找暗物质、人工智能和发射前的卫星测试。

此外, 还包括: 馆藏能力基金 (CapCo), 1500 万英镑; 约翰·英尼斯中心大楼园艺重新配置/改善计划, 520 万英镑; 昆德拉姆生物技术研究所疾病建模单元的高压灭菌器更换及相关建筑工程, 300 万英镑; 19ALERT: 资助先进的研究设备, 900 万英镑; ISIS 中子和渺子源的运营成本额外资金, 200 万英镑。

2、数据和数字化研究基础设施, 3400 万英镑

(1) 提升用于机器学习技术的 2 级高性能计算能力, 400 万英镑。将支持两种新的高性能计算服务, 一是由伯明翰大学领导的 Baskerville, 推动罗莎琳德·富兰克林研究所、艾伦·图灵研究所和钻石光源在开发下一代航空航天先进材料、研究蛋白质结构等方面的合作。二是由 Midlands 大学联盟牵头的集成计算服务 Sulis, 这是一种可以模拟所有可能模型以做出更准确预测的新方法, 如预测聚变能的稳定性, 以及与治疗多种疾病有关的细菌运动等。

(2) 高性能计算投资，2300 万英镑。为 DiRAC 高性能计算设备的升级提供 2000 万英镑，支持研究人员使用更强大的工具了解宇宙。还为数字化基础设施伙伴关系 IRIS 分配 300 万英镑。

(3) 大数据中心：移动性、城市规划和弹性，106.7 万英镑。用于升级格拉斯哥的城市大数据中心的软硬件，以及利物浦/牛津的消费者数据研究中心的下一代雷达传感器，以揭示 COVID-19 如何影响城市交通、社会和经济活动。

此外，还包括：英国家庭纵向调查 (UKHLS)，29.5 万英镑；加强社会科学数据的访问和发现功能，66.8 万英镑；世界一流实验室建设的额外资金，2040 万英镑；JASMIN 数据分析设施的额外资金，300 万英镑。

3、固定资产维护及其他，3630 万英镑

主要用于 NERC 的房产维护、绿化和生态基础设施建设，以及 IT 硬件升级；改善 STFC 现有设施房产的功能，提高效率，如使用可再生能源等；国家海洋学中心的额外资金等。 (王海霞)

英国地质调查局建立模拟火山灰的新平台

2020 年 12 月 16 日，英国地质调查局 (BGS) 报道，在该局创新灵活基金 (Innovation Flexible Fund) 的支持下，Fabio Dioguardi 团队开发出模拟火山灰 (直径 < 2 毫米) 的新平台²⁴，即英国地质调查局灰分自动分散模拟平台 (BGS-AADM)，用于研究火山喷发时产生的火山灰云，以及火山动荡和喷发期间的实时应用。它还将被用作进一步的信息源，支持英国地质调查局应对冰岛火山的喷发，更好地评估喷发源参数和离散模型产出的不确定性。

²⁴ A new BGS platform to model volcanic ash in the atmosphere. <https://www.bgs.ac.uk/news/a-new-bgs-platform-to-model-volcanic-ash-in-the-atmosphere/>

爆烈式火山喷发期间在大气层和地面产生的火山灰会对人类健康和公共设施构成威胁，可能会严重扰乱经济和商业领域内多个部门。例如，大气层中的火山灰可能严重损坏飞机。类似于 2010 年冰岛埃亚菲亚德拉火山爆发事件，在火山爆发期间采取关闭空域的预防措施。为减轻这些自然事件的潜在影响，火山观测站、火山灰咨询中心（VAAC）和相关研究人员正在使用模拟工具来预测火山灰在大气中的平流运动和沉积过程。

BGS-AADM 平台将简化火山灰模拟工作流程并用于实时和重新分析（即过去的喷发）的应用程序，主要功能包括：

（1）自动下载和处理美国国家海洋和大气管理局全球天气预报系统（NOAA-GFS）的数字天气预测模型数据；

（2）量化埃特纳火山过去喷发试验的震源参数，特别是顶部羽流高度和大规模喷发速率；

（3）使用 HYSPLIT 模型和 FALL 3D 模型进行分散模拟；

（4）利用新的 Python 软件包自动生成分散模拟结果的等高线图，图形输出包括大气中总柱质量负荷图，即从地面到火山云顶部的火山灰总质量、不同海拔的火山灰浓度和地面上的火山灰总沉积量（质量负荷）。

（王立伟）

美国 NOAA 投资 1.78 亿美元新建两艘海洋科学船

2020 年 12 月 31 日，美国国家海洋和大气管理局（NOAA）发布消息称，美国海军向托马海洋建筑公司委托了一份价值约 1.78 亿美元的合同，通过建造两艘新的海洋研究船来调整 NOAA 老化的研究船舰队²⁵。

²⁵ Contract awarded to Thoma-Sea Marine Constructors LLC to build two new oceanographic ships for NOAA. <https://www.noaa.gov/media-release/contract-awarded-to-thoma-sea-marine-constructors-llc-to-build-two-new-oceanographic>

被命名为“海洋学家”号 (Oceanographer) 的科学船将停靠在檀香山，被命名为“发现者”号 (Discoverer) 的科学船将停靠在一个母港。两艘船都延续了其同名遗产。第一艘“海洋学家”号于 1966~1996 年在 NOAA 舰队服役，“发现者”号于 1967~1996 年服役。

两艘新船将支持广泛的任务，从一般的海洋研究和探索到海洋生物、气候和海洋生态系统研究，主要任务还包括浅海岸、大陆架和全球的海洋调查和数据收集。作为单壳船，两艘船都将按照商业标准建造。它们将采用最新技术，包括高效、环保的 EPA Tier IV 柴油发动机、废气排放控制、监测船上系统的新信息技术工具以及水下科学研究和测量设备。两艘船还将装备用于发射工作船、维护浮标和系泊系统、部署科学仪器收集天气和水柱数据以及进行海底测绘。每艘船将有 20 名船员，最多可容纳 28 名科学家。

(刘文浩)

中国科学院科技战略咨询研究院

科技动态类产品系列简介

《科技前沿快报》：

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

《科技政策与咨询快报》：

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

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

科技前沿快报

主 办：中国科学院发展规划局
中国科学院科技战略咨询研究院

专家组（按姓氏笔画排序）

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

编辑部

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