

Science & Technology Frontiers

科技前沿快报

国家高端智库
中国科学院

2022年3月5日

本期要目

美国能源部第六轮能源前沿研究中心资助聚焦未来优先方向

欧盟发布《欧洲芯片法案》

美国 Next G 联盟发布 6G 路线图

美国 NSTC 更新《关键和新兴技术清单》

ESFRI 发布 2021 版科研基础设施路线图

2022年

总第 093 期

第 03 期

目 录

深度关注

美国能源部第六轮能源前沿研究中心资助聚焦未来优先方向 1

信息与材料制造

欧盟发布《欧洲芯片法案》 6

美国 Next G 联盟发布 6G 路线图 7

美国推动机器人技术在制造领域的应用 10

欧洲创新理事会资助转型项目推动突破性研究成果商业化 12

生物与医药农业

欧洲分子生物学实验室发布 2022~2026 年战略计划 13

欧盟创新健康计划发布《战略研究与创新议程》 15

加拿大政府资助基于 DNA 条形码的生物多样性项目 16

英国 BEIS 启动第二阶段生物质原料创新项目 16

能源与资源环境

美国能源部资助清洁制氢和波浪能前沿技术 18

日本 NEDO 资助低碳氢/氨技术 21

日本 NEDO 支持开发混凝土和水泥碳循环技术 23

澳大利亚可再生能源署资助开发超低成本光伏技术 24

英国 BEIS 支持生物质制氢技术 24

空间与海洋

美国 NASA 部署多项地球科学卫星发射任务 25

韩国海洋水产部公布“2022 年韩国海洋水产部工作计划” 27

设施与综合

美国 NSTC 更新《关键和新兴技术清单》 29

ESFRI 发布 2021 版科研基础设施路线图 31

欧洲核子研究中心发布加速器研发路线图 39

法国启动国家量子计算平台项目 42

巴西在亚马逊地区开展多项科技创新行动 43

深度关注

美国能源部第六轮能源前沿研究中心资助聚焦未来优先方向

1月13日，美国能源部（DOE）发布招标公告，将投入4.2亿美元对能源前沿研究中心（EFRCs）进行第六轮资助¹，旨在通过清洁能源技术、先进和低碳制造以及量子信息科学的早期研究推进气候解决方案，以实现到2050年净零排放目标。本次招标重点关注EFRCs是否在DOE多个研讨会和圆桌会议报告²中确定的优先研究方向和优先研究机会上作出贡献。

一、清洁能源科学

1、氢能

DOE基础能源科学圆桌会议《碳中和氢能技术的基础科学》报告提出4个优先研究机会：发现与控制材料和化学过程以彻底革新电解制氢系统；操控氢的相互作用机制以充分发挥氢作为燃料的潜力；阐明能源效率和原子效率相关的复杂界面结构、演化和化学问题；认识并缓解性能退化过程以提高氢能系统的耐用性。

2、液态太阳燃料

DOE基础能源科学圆桌会议《液态太阳燃料》报告提出4个优先研究机会：理解液态太阳燃料生产关键组件（如光吸收剂、催化剂、电解质等）的耐久性和性能机制；控制催化剂微环境以促进选择性和高效的燃料生产；光激发和化学催化转化的时间和长度尺度耦合；设计复杂现象的相互作用以实现集成多组分系统。

¹ DOE Announces \$420 Million to Advance Clean Energy Breakthroughs at Energy Research Centers Across America. <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-420-million-advance-clean-energy-breakthroughs-energy-research-centers>

² 参见资助机会公告：https://science.osti.gov/bes/-/media/grants/pdf/foas/2022/SC_FOA_0002653.pdf

3、核能

DOE 基础能源科学研讨会《未来核能基础研究需求》报告提出 5 个优先研究方向：熔盐冷却剂和液体燃料的变革性设计；复杂反应堆环境下的材料设计和合成；通过界面设计与控制降低极端核环境对长期性能和可靠性的影响；揭示耦合的极端环境下时空过程的多尺度演化；识别和控制来自罕见事件和级联过程的意外行为。

4、催化科学

DOE 基础能源科学研讨会《催化科学基础研究需求》报告提出 4 个优先研究方向：设计精确控制化学反应的催化剂结构；了解和控制催化剂的动态演化；在复杂环境中操纵反应以选择性地引导催化转化；设计用于高效电驱动化学转化的催化剂。

5、电力储能

DOE 基础能源科学研讨会《下一代电力储能基础研究需求》报告提出 5 个优先研究方向：材料和化学的功能调控以实现储能的整体设计；跨时空尺度的复杂电子、电化学和物理现象研究；控制和利用在动态界面处形成的复杂相间区域；通过创新的物质组合（电极材料、电解质化学物质等）彻底改变储能性能；促进自修复并消除有害化学物质以延长使用寿命并提高安全性。

6、能源和水

DOE 基础能源科学研讨会《能源和水基础研究需求》报告提出 4 个优先研究方向：多组分流体的静态和动态特性预测；复杂和极端环境中界面和输运的机械控制；利用特定材料-流体相互作用设计和发现创新的流体和材料；科学利用地下系统对水的存储和处理产生变革性影响。

7、地下技术和工程

DOE 基础能源科学圆桌会议《控制地下裂缝和流体流动：基础研

究议程》报告提出 3 个优先研究方向：断裂系统中的反应多相流；应力岩石中的化学-力学耦合；纳米多孔岩石结构、渗透性和反应性。

8、碳捕集

DOE 基础能源科学研讨会《碳捕集基础研究需求》报告提出了 8 个优先研究方向：界面过程和动力学；新型溶剂和化学成分；新型工艺概念；新型吸附剂材料架构的设计、合成和组装；低焓循环的协同过程；用于碳捕集的新型膜分层结构；高性能分子膜设计；碳捕集的替代驱动力和刺激响应材料。美国国家科学院《负排放技术和可靠封存：研究议程》进一步提出了直接空气碳捕集（DAC）技术的 7 个基础科学研究方向，包括：低成本、可扩展的固体吸附剂及接触器开发；减少 DAC 过程热需求的策略；可增强二氧化碳吸附能力以及反应和扩散动力学的新材料开发；液体溶剂和固体吸附剂的优化设计；识别由溶剂和固体吸附剂释放到环境中的潜在降解产物，尤其是固体胺基吸附剂；针对 DAC 的特定工艺开发；DAC 工艺的全生命周期分析。

9、太阳能利用

DOE 基础能源科学研讨会《太阳能利用基础研究需求》报告提出了 13 个优先研究方向：变革性光伏器件，光伏电池效率达到 50%；通过基于分子、聚合物或纳米颗粒结构的“塑料”太阳电池提供低成本太阳能发电系统；低成本高效纳米结构太阳电池；用于高效光电解的新型光电电极；利用光合作用可持续生产生物燃料；利用仿生智能矩阵优化太阳燃料生产；太阳能制燃料的高效催化剂；人工光合系统仿生分子组件；容错和自修复的太阳能转化系统；太阳能热化学燃料生产；新型实验和理论工具；太阳能转化材料的设计；太阳能转化装置复杂构造的组装。

二、先进制造科学

1、变革性制造

DOE 基础能源科学研讨会《变革性制造基础研究需求》报告提出了 5 个优先研究方向：组件和系统的原子级构件的精确、可扩展合成和加工；集成多尺度模型和工具以实现制造过程的自适应控制；通过工况表征的创新完全理解制造工艺；引导原子和能量流以实现可持续制造；通过材料、工艺和产品的协同设计革新制造过程。

2、聚合物化学升级再造

DOE 基础能源科学圆桌会议《聚合物化学升级再造》报告提出 4 个优先研究机会：掌握聚合物解构、重构和功能化的机理；理解和发现混合塑料升级再造的集成工艺；设计用于化学循环的下一代聚合物；开发新型工具以发现和控制大分子转化的化学机制。

3、微电子

DOE 基础能源科学研讨会《微电子基础研究需求》报告提出 5 个优先研究方向：定义由应用程序、算法和软件驱动的创新材料、设备和架构要求；彻底改变内存和数据存储；重新构想不受互联限制的信息流；利用未开发的物理现象重新定义计算；通过新材料、设备和架构重塑电网。

4、合成科学

DOE 基础能源科学研讨会《能源相关技术合成科学基础研究需求》报告提出 4 个优先研究方向：实现合成控制以获取新的物质状态；通过利用极端条件、复杂化学和分子以及界面系统来加速材料发现；利用分层物质的复杂功能；整合新兴理论、计算和原位表征工具，通过实时自适应控制实现定向合成。

三、其他优先领域

1、化学和材料科学的量子计算

DOE 基础能源科学圆桌会议《化学和材料科学的量子计算机会》报告提出 4 个优先研究机会：控制非平衡化学和材料系统的量子动力学；

揭示强相关电子系统的物理和化学；将量子硬件嵌入经典框架；利用量子算法改进经典计算。

2、下一代量子系统

DOE 基础能源科学圆桌会议《下一代量子系统基础研究机会》报告提出 4 个优先研究机会：通过人工量子相干系统实现量子信息系统的特定功能；增强量子系统中相干性的产生和控制；发现量子传输的新方法；量子方法用于先进传感和过程控制。

3、变革性实验工具的创新和发现

DOE 基础能源科学研讨会《变革性实验工具的创新与发现基础研究需求》报告提出 4 个优先研究方向：开发突破当前时间、空间和能量分辨率限制的创新表征和控制方法；开发创新实验方法以研究复杂的“现实世界”；开发和整合可在时间、长度和能量尺度同时表征复杂材料和化学系统多个关键特性的工具和实验方法；通过整合实验、理论和计算，推动仪器设计的新范式。

4、能源相关技术的量子材料

DOE 基础能源科学研讨会《能源相关技术量子材料基础研究需求》报告提出 4 个优先研究方向：控制和利用电子相互作用和量子涨落设计新功能材料；利用拓扑状态实现突破性的表面特性；驱动和操纵纳米结构中的量子效应（相干性、纠缠）以实现变革性技术；设计革命性工具以加速量子材料的发现和技术部署。

美国 DOE 于 2009 年建立了能源前沿研究中心这一创新机制，依托大学、国家实验室等挂牌建立大量的小型研究中心，汇集了跨领域（不同学科）、跨机构（大学、国家实验室、非营利研究组织）的研究人员和资源，联合开展能源基础前沿研究。迄今为止，DOE 已经资助 88 个能源前沿研究中心，其中 41 个处于执行阶段。 （岳芳 邢颖）

信息与材料制造

欧盟发布《欧洲芯片法案》

2月8日，欧盟委员会公布《欧洲芯片法案》³，强调加强半导体生态系统，提高供应弹性和安全，并减少外部依赖的紧迫性，重申其到2030年将全球半导体生产份额提高到20%的目标。

该法案指出，欧洲需注入前所未有的资金水平，尽可能整合人才，充分利用自身优势，并聚焦未来最有前景的技术。从市场增长和循环经济的需求来看，这些技术涉及低功耗组件、更强大且适应数据分析的新一代处理器、人工智能和边缘计算、用于太比特通信的射频和5G/6G组件，以及更集成的电力电子设备。同时还应聚焦专注于满足上述需求的技术，包括2纳米及以下的鳍式场效应晶体管（FinFET）和全环绕栅极晶体管、10纳米以下的全耗尽绝缘体上硅（FDSOI）、量子芯片、神经形态芯片以及极紫外（EUV）光刻技术。欧洲必须提高其在这些领域的的能力，以确保技术竞争力。为了实现这一愿景，该法案制定了5个战略目标。

1、设立“欧洲芯片计划”，加强欧洲研究和技术的领导地位。这既是维持欧洲在设备制造和先进材料等方面的优势所必要的，也是建立下一代生产设施所必需的。

2、建立并加强欧洲在设计、制造和封装先进、节能和安全芯片方面的创新能力，并将其转化为产品。这有利于保证芯片的长期供应，服务行业和公共部门的需求，并刺激创新。为此，有必要投资试点线，以及先进的设计、测试和实验设施和工具。

³ Digital sovereignty: Commission proposes Chips Act to confront semiconductor shortages and strengthen Europe's technological leadership. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_729, <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/83086>

3、建立合适的框架，以到 2030 年能大幅提高欧洲的生产能力。该框架不仅能在欧洲生产最先进的芯片，满足用户需求并多样化市场准入，同时也考虑了可能的环境足迹。同时应加强供应安全，特别是与公共安全相关的关键部门的供应安全。为此，欧洲需吸引对欧盟本土的生产设施投资，并为私人投资创造有利条件。

4、解决严重的技能短缺问题，吸引新的人才并培养熟练劳动力。目前的技能短缺限制了诸多旨在加强生态系统建设的努力。

5、深入了解全球半导体供应链，以监控其运作，了解其趋势，预测其可能受到的破坏，在更平衡的能力和共同利益的基础上建立国际伙伴关系，预防国际供应链崩溃，使欧盟在必要时采取适当的措施。

欧洲还制定了系列措施配合该法案，并通过大量的投资，以实现上述愿景和目标。为支持《欧盟芯片法案》，政策驱动的总投资估计将超过 430 亿欧元，这可能会吸引并进一步撬动规模相当的长期私人投资。其中，110 亿欧元将用于“欧洲芯片计划”，用于资助到 2030 年在研究、设计和制造能力方面的技术领先。此外，将通过“芯片基金”对早期阶段的初创企业、快速成长的初创企业和供应链上的其他企业提供股权支持，预计总投资至少为 20 亿欧元。 (谢黎)

美国 Next G 联盟发布 6G 路线图

1 月 27 日，美国电信行业解决方案联盟（ATIS）组建的 Next G 联盟发布了其首份 6G 报告⁴，即《6G 路线图：构建北美 6G 领导力基础》，提出了北美 6G 的六大愿景：信任、安全性和弹性；增强数字世界体验；具有成本效益的跨网络架构方案；分布式云和通讯系统；人工智能原生无线网络；能源效率和环境的可持续性。报告分别从国家要求、应用及

⁴ NGA Report: Roadmap to 6G. https://nextgalliance.org/wp-content/uploads/2022/01/NextG_FMG_Roadmap_Report_Summary_27Jan22.pdf

市场、技术发展三个层面对各个愿景展开描述，并规划了 6G 生命周期路线图和时间表。本文侧重介绍相关使能技术。

Next G 联盟评估了将影响市场的关键 6G 技术开发和研究领域，指出对 6G 技术的研究、系统工程和操作验证工作应集中在 5 个方面。

1、组件技术

(1) 半导体技术。硅和 III-V 族半导体作为候选技术，SiGe 和 InP 有望保证>1 太赫兹的性能。推动具有先进节点“绝缘衬底上的硅”(SOI) 和 CMOS 平台的太赫兹半导体（单片和异质）的集成创新。促进设备模型和仿真精度、设备技术协同优化和系统技术协同优化方面的进一步突破。

(2) 电路和子系统。研究新的收发器架构、电路拓扑以及 CMOS 和非 CMOS（如 III-V 族）技术的新设计方法，实现 6G 的高数据速率通信。

(3) 天线、封装和测试。研发对太赫兹友好的外壳材料以减少对信号传输特性的影响。解决电路和放大器效率的提高以及电路微型化带来的热挑战。为待交付原型机或批量产品提供验证、测试、校准的解决方案。

2、无线电技术

(1) 用于扩展频谱和提高效率的无线电技术。太赫兹/亚太赫兹、毫米波增强、频谱共享、先进多进多出技术、先进复用方案、波形、编码、调制和多址访问等技术的创新将大大改善 6G 系统关键性能指标。

(2) 用于人工智能和分布式云的无线电技术。预计人工智能原生空中接口、支持跨设备和网络的分布式计算和智能的空中接口等的实现将在 6G 通信系统中发挥关键作用。

(3) 用于绿色通信的无线电技术。节能通信是 6G 系统的一个关键目标，其特点是载波、天线、端口、致密化和用例的数量和排列程度较高，其他因素还包括绿色网络、设备节能、零能耗通信、超低分辨率通信系统。

(4) 用于先进拓扑结构和网络的无线电技术。研究网状网络、设

备对设备通信、合作通信、非地面通信和无线电极端网络等技术主题的新要求。研究以增强工业领域 6G 应用的无线电技术，并支持车载、体内和体内的无缝移动部署。

(5) 用于联合通信和传感 (JCS) 的无线电技术。JCS 技术可扩展与定位功能相关联的能力，用于 JCS 的无线电技术涉及多进多出传感、可重构智能曲面辅助传感、射频传感、以用户设备为中心的传感、以基站为中心的传感、协作传感、双工方案、新波形以及通信和传感之间的频谱共享。

3、系统和网络架构 (SNA)

(1) 网络拓扑。为保证多样技术的规模化互联，在距离、速度、频谱机制等方面需做出必要的妥协。允许 6G 用户设备在动态网络中有效运行，需要在侧链路和网状拓扑的网络支持方面取得进步。此外，通信通过网状节点时的隐私和资源使用也存在重大挑战。

(2) 网络适应性。借助系列措施来提高 6G 部署的灵活性：将功能拆解成小型开放组件的解决方案，允许设备维护服务和发现新服务的嵌入式子网络连接，新的开放网络框架和应用程序编程接口 (API) 等。

(3) 分布式云和计算。研究分布式云框架的 6G 系统体系结构和功能，在分布式云框架中，计算和数据资源/服务分布在设备、网络节点和数据中心。

(4) 网络和设备中的人工智能。人工智能/机器学习可增强和优化 6G 网络 and 设备的诸多功能，需研究如何应用人工智能，并考虑可解释性、可预测性和无偏见性等一般原则。

4、操作、管理、维护和服务支持

(1) 服务管理/编排框架、数据管理、基于人工智能/机器学习的自动化智能网络控制。将人工智能内置到网络本身的设计中，支持原生的

端到端人工智能。人工智能还可支持人工智能/机器学习生命周期管理。

(2) 突发和灾难情况下的公共安全。未来 6G 系统需提供安全的网络对等点、设施和客户端发现，确保代理服务的安全，实现安全可靠的地理定位，并确保体验质量。

(3) 商业服务融合使能技术。未来研究领域是安全通信和分布式云服务等公共服务的共享基础协调器技术，其应用包括用于检索的自然语言处理技术、自治系统、网络性能公开接口等。

(4) 节能绿色网络。借助零触控网络自动化、基于人工智能的节能网络运行解决方案等技术，监控能源消耗，降低整个网络能耗。

5、可信度

(1) 通信安全。物理层/介质访问控制层 (PHY/MAC) 技术可补充传统加密技术提供额外的安全和隐私级别，还能用以解决干扰和欺骗攻击。6G 系统的设计和部署必须做好后量子时代的安全准备，确保算法能够抵抗由量子计算机进行的密码分析。此外，量子密钥分发、量子密码学也能用来增强安全性。

(2) 系统可靠性。加强对异常事件的测度和识别研究，实现自动闭环安全要求。人工智能将在分析与应对威胁方面发挥关键作用。

(3) 数据和隐私保护。研究机密计算和存储技术，解决如何在分布式云和通信中访问和保护数据、算法和专有的人工智能模型的问题。使用区块链、信任链和安全环境等技术确保 6G 系统中数据和相关元数据的完整性。

(谢黎)

美国推动机器人技术在制造领域的应用

1 月，“制造业美国”框架中的先进机器人制造创新研究所 (ARM) 宣布向 8 个新的机器人技术项目资助 800 万美元，以应对美国制造业的

普遍需求，特别是国防部在制造领域的关键现代化优先事项。这批项目包括三种类型⁵。

1、基础研究。包括 1 个项目：“人工智能机器人辅助编程”项目将创建一个辅助系统，利用人工智能和机器学习方法，通过学习工业任务模型并使用语料库来辅助用户，提升编程能力。

2、工艺检测。包括 3 个项目：“视觉触觉机器人表面检测”项目将开发机器人视觉和视觉触觉检测系统，自动对航天器部件和飞机机身进行高分辨率表面缺陷检测；“用于跟踪复杂几何路径的机器人运动优化”项目将复杂几何路径分解为一系列机器人运动基元，在保证跟踪精度的前提下实现最小周期；“具有阶段内检测的工作机器人砂光”项目将基于先前有关路径规划、均匀光整和自动化检测等成果，开发有效的打磨和抛光技术。

3、材料制造。包括 4 个项目：“自动机器人金属成型”项目将设计一种人工智能机器人系统，能及时、高效、经济地实现各种几何形状金属部件的柔性制造；“高温材料的高精度自适应加工”项目拟开发一个集成传感器数据、自动调整刀具路径和工艺参数的开放式架构框架，实现高温材料复杂冷却回路的高精度自适应加工；“陶瓷基复合材料自动拾取、放置和成型”项目将开发织物预浸料成形的自动轨迹规划，对未压实区域进行自动过程检测，自动生成返工工具路径，以及除去预浸料背膜的自校正机器人；“含能材料的安全机器人处理”项目将演示验证安全系统、机器人操作策略和设计方案，可直接用于聚能装药制造，以及其他使用含能材料的设备与产品的生产。 (万勇 苟桂枝)

⁵ ARM Institute Announces Selection and Awarding of Eight New Technology Projects. <https://arminstitute.org/arm-institute-announces-selection-and-awarding-of-eight-new-technology-projects/>

欧洲创新理事会资助转型项目推动突破性研究成果商业化

1月17日，欧洲创新理事会（EIC）宣布向42个突破性研究成果转化项目资助9900万欧元，单个项目将获得最高250万欧元的资助⁶。这是EIC的首次转型项目资助，转型项目由EIC和欧洲研究理事会（ERC）共同设计，目标是在现实世界环境中验证“EIC探路者试点”项目和“ERC概念验证”项目产出的突破性研究成果，并将其转化为商业上可行的项目。此次资助的项目主要涉及器件与设备、新材料与先进制造、生物学检测、疾病治疗和农业科技等领域方向。

1、器件与设备。包括基于激光数字转化二维材料的光子器件、能源自给的传感器阵列超构天线及能量收集/存储模块开发、智能可编程集成光子器件创新、用于工业和环境传感的纳米机电红外光源、量子技术用超导射频开关、在单个设备中实现可见光到近红外波段光谱的高通量超光谱成像、基于电动系绳技术的近地轨道脱离装置、硅铁合金潜热热光伏电池、分子存储系统：智能DNA数据存储、具有嵌入式短期储能功能的高效容错能源枢纽、用于放射治疗的超高能电子束、用于下一代胰岛素输送系统的微型机械泵、新型手持式超声医学成像探头：原型设计、初步验证和业务开发、利用计算全息显示技术开发白内障模拟诊断仪等。

2、新材料与先进制造技术。包括有机电子材料的数字开发平台、基于二维化学的超级电容器电极材料：从概念验证到应用、用于可持续产品的自愈柔性材料、可再生废物流中的生物基表面活性剂、基于光子芯片的高通量、多模、可扩展光学纳米拷贝平台、通过光刻技术实现更好的生物打印、基于色散扫描技术的单次超短激光脉测量、可视化机器人编程等。

3、生物学检测。包括全自动无细胞DNA提取和液体活组织定量

⁶ Commission selects first EIC Transition projects to take breakthrough technologies from the lab into the real world. https://eic.ec.europa.eu/news/commission-selects-first-eic-transition-projects-take-breakthrough-technologies-lab-real-world-2022-01-17_en

检查、基于同步多参数微电极阵列的检测平台，实现基于电生理学及活体细胞荧光成像的体外心脏毒性评估、下一代基于无创光声传感的血糖监测、基于相干拉曼成像的化学计量法组织病理学、液体活检应用中细胞外囊泡的自动在线分离和检测、虚拟活组织检查平台、前列腺癌的超声诊断、定位和表征、用于预测和指导治疗干预效果的非电离成像等。

4、疾病治疗。包括使蛋白质在诊断学和治疗学中得到广泛应用的关键技术、精确听力诊断和增强听力技术、针对康复系统的个性化健康认知辅助、遗传性肌萎缩侧索硬化症疫苗的临床应用、预测性试剂抗体替代技术、骨关节炎三效注射疗法、基于丝质支架生物反应器实现大规模体外血小板生产、肺腺癌靶向 Numb 基因选择性剪接的反义寡核苷酸、针对肿瘤干细胞途径的下一代药物发现平台、下一代心肌纤维化 RNA 疗法、治疗上下肢瘫痪的脑-脊椎接口等。

5、农业科技。包括植物三系育种技术等。 (黄健)

生物与医药农业

欧洲分子生物学实验室发布 2022~2026 年战略计划

1月19日，欧洲分子生物学实验室（EMBL）发布《2022~2026年战略计划：从分子到生态系统》⁷，旨在从分子水平理解生态系统，并在生态环境下研究生命，最终通过基础研究扩展我们对地球生命的认知，并为全球重大挑战提供潜在解决方案，例如生物多样性丧失、抗生素耐药性、环境污染、气候变化、粮食安全和新兴病原体等。该计划主要包括8个研究主题。

1、环境中的分子构建模块

深入研究细胞功能和亚细胞组成成分，以系统性地确定细胞对环境

⁷ A new era for European molecular biology. <https://www.embl.org/news/lab-matters/a-new-era-for-european-molecular-biology/>

变化产生应答的分子调控机制，旨在了解分子层面的应答如何使细胞、组织和机体适应不同环境。

2、生物细胞和多细胞动力学

揭示引起生命系统变化的遗传和环境因素，进而研究在多细胞环境下，生命系统中的细胞对这些因素产生应答的机制。

3、微生物生态系统

运用新型计算和实验方法了解单个微生物物种和菌株的功能多样性，以及人类宿主生态系统中肠道微生物群落的相互作用和特性，最终目标是通过合理调节这类微生物群落，改善人类和地球的健康水平。

4、感染生物学

整合多学科实验和计算方法，了解病原体与其宿主的相互作用，以此促进诊断和检测工具开发，防止抗生素耐药的发展和传播。

5、人类生态系统

探索环境如何影响人类，包括个体以及人类群体，核心问题是环境因素如何引起疾病，以及基因型和环境如何影响人类表型。

6、行星生物学

运用分子、结构、基因组、细胞和发育生物学工具，以及可视化和干扰技术，识别和理解自然环境引起的表型变化，在分子、细胞、个体和种群水平上了解微生物、藻类、植物和动物如何相互作用以及如何应对自然和人为环境变化。

7、数据科学

促进数据科学研究，包括推进人工智能算法开发、推动技术标准制定，以及向分子生物学界提供关键的公共数据资源，确保数据的专业化生成、整理、注释、管理、集成、可视化和共享，从而促进数据价值的最大化。

8、理论基础研究

旨在基于数学模型，建立首个概念理论方法，形成对生态系统复杂性的新认识。（靳晨琦）

欧盟创新健康计划发布《战略研究与创新议程》

欧盟创新健康计划（IHI）是由欧盟委员会和多个医疗保健行业协会联合资助的伙伴关系计划，2021 年开始启动，旨在将健康研究创新成果转化为患者和社会的切实利益，并确保欧洲始终处于跨学科、可持续、以患者为中心的健康研究的最前沿。1 月 21 日，IHI 管理委员会通过《战略研究与创新议程》⁸，明确了 IHI 的优先研究事项，提出了 5 个具体研究目标和方向。

（1）利用新型成像方法、机器人或人工智能工具识别影响健康状况和疾病发生发展的新机制，开发和验证新的生物标志物，阐明疗法发挥功效的潜在新机制。同时，推进医疗保健标准化发展，以促进新技术开发，优化疾病易感个体识别，提升疾病进展预测和监测能力，改善靶向治疗疗效评估水平。

（2）聚焦未满足的公共卫生需求，整合分散的研究，推动相关工具、数据、平台、技术和工艺的开发，进而改善疾病的预测、预防、诊断、治疗和管理，满足患者需求。

（3）开发统一的患者报告结局测量工具（PROMs）和患者报告就医体验测量工具（PREMs），并发展患者偏好识别方法和数字化工具，从而让患者参与到综合医疗保健解决方案的开发中，并进一步论证以人为中心的综合医疗保健解决方案的可行性。

（4）在医疗保健领域充分发挥数字化和数据交换的发展潜力，支持高质量、标准化、可互操作的数据的生成、汇集、整合和共享，以及

⁸ Strategic Research and Innovation Agenda The Innovative Health Initiative Joint Undertaking. https://www.ihie.europa.eu/sites/default/files/uploads/Documents/About/IHI_SRIA_ApprovedJan22.pdf

人工智能、建模和模拟/数字孪生技术等先进分析工具的使用，并为医疗保健专业人员开发更好的辅助系统，帮助其在疾病进程中能够及时做出治疗决策，从而改善患者的治疗效果。

(5) 支持开发新型和改进型方法与模型，以全面评估综合医疗保健解决方案的成本和疗效，以及其对医疗保健系统和社会发展的长期影响。

(施慧琳)

加拿大政府资助基于 DNA 条形码的生物多样性项目

1 月 13 日，加拿大政府宣布将向圭尔夫大学领导的生物多样性项目 BIOSCAN 投入 2400 万加元，以资助其在全球范围内开展 DNA 条形码研究⁹。该资助来自加拿大“研究基金的新前沿”（NFRF）计划，该计划主要资助可能实现持续变革的大规模、跨学科研究项目。

DNA 条形码研究是指对目标基因区域的序列多样性进行分析，使任何人都能够识别任何物种。BIOSCAN 项目将清点大量细胞物种，探索它们之间的相互作用及动态，有助于研究人员研发保护自然资源、生态系统和人类健康的新方法。主要研究内容包括：与哥斯达黎加的研究人员合作，研究有机菠萝种植对昆虫和鸟类的影响；与加纳研究人员合作，研究控制携带疟疾的蚊子繁殖的方法；与加拿大麦肯食品公司合作，开发能促进土壤生物多样性同时提高作物产量的耕作方式；对北极物种进行条形码编码，以帮助监测北方地区的生物多样性。

(郑颖)

英国 BEIS 启动第二阶段生物质原料创新项目

2021 年 12 月 20 日，英国商业、能源与产业战略部（BEIS）宣布启动“生物质原料创新”项目的第二阶段，总资助金额为 2600 万英镑，

⁹ Global biodiversity project in Guelph receives \$24 million in federal funding. <https://globalnews.ca/news/8508313/guelph-university-federal-funding-biodiversity/>

旨在促进草、大麻和海藻等可持续生物质原料的生产，从而提升英国的生物质生产能力¹⁰。“生物质原料创新”项目是 BEIS 10 亿英镑“净零创新投资组合”计划的一部分，该计划旨在加速生物燃料的商业化，促进电力、建筑和工业领域的低碳技术、系统和商业模式的开发和推广。

“生物质原料创新”项目第二阶段的资助将用于第一阶段已获资助的项目，以促使这些项目从设计阶段发展为全面示范项目，展示可用于生产低碳能源的生物质材料的新种植方法。第一阶段资助了 25 个项目，总资助金额为 400 万英镑。在第二阶段，这些项目将每个获得 400 万~500 万英镑的资助。

第一阶段获资助的 25 个项目¹¹包括：改善英国近海海藻生物质生产能力；微藻生物质的可持续性研究；开发威士忌副产品，以提高微藻生物质的产量并减少碳排放；通过二氧化碳封存实现微藻生物质一体化生产；创建藻类的商业种植系统；展示基因组选择在加速英国高产、抗逆芒草品种育种中的应用；移动造粒技术的创新；在恶劣环境中自动种植、除草和收获芒草，利用免费的微藻生产来增加收入；通过改进机械化和数据采集来优化芒草工厂，以满足净零目标的要求；促进英国工业大麻作为生物精炼作物的生产和利用的逐步变化；加速柳树的育种和部署；提升英国建立短期矮林轮作法（SRC）后柳树的种植和收获能力；用于快速生物能源原料生产的无土栽培；在田间验证低地压收割设备，以延长 SRC 柳树和杨树作物的收割季节；使用无人机辅助技术的边际土地生物质的收获与提取；蒂斯代尔高沼地生物质研究；收获农业树篱用于生物质生产；对产量不足的森林资源进行综合的整树提取和现场预处理；开发可生物降解的生物基树木庇护所，提高种植效率；利用地理空间数

¹⁰ UK biomass innovation projects invited to bid for GBP 26m of further support. <https://renewablesnow.com/news/uk-biomass-innovation-projects-invited-to-bid-for-gbp-26m-of-further-support-766250/>

¹¹ Biomass Feedstocks Innovation Programme Phase 1: successful projects. <https://www.gov.uk/government/publications/apply-for-the-biomass-feedstocks-innovation-programme/biomass-feedstocks-innovation-programme-successful-projects>

据科学来确定林业生物质生产的最佳种植地点；加强无性繁殖与新品种引进相结合，扩大能源作物产量；研发多年生能源作物决策支持系统；**BIOFIND**：生物质原料创新示范平台的开发；英国国家农业植物学研究所多站点能源作物示范项目；**PromoBio**：英国生物质原料创新项目研究所需的工具和资源。 (郑颖)

能源与资源环境

美国能源部资助清洁制氢和波浪能前沿技术

1~2 月，美国能源部（DOE）先后宣布共投入 5300 万美元支持下一代清洁制氢技术和波浪能研发，以推进电力和工业等部门脱碳，助力实现碳中和目标。

一、低成本下一代清洁制氢技术

2 月 7 日，DOE 宣布投入 2800 万美元用于清洁氢能的研究和前端工程设计（FEED）项目¹²，旨在开发创新的下一代制氢技术，利用城市固废、残留煤炭废物、废塑料和生物质原料低成本生产清洁氢，推进实现 DOE “氢能攻关” 计划将清洁氢成本在 10 年内降低 80% 至 1 美元/千克的目标。此次资助由《两党基础设施法案》提供资金，重点关注：

1、通过工艺优化和模块化技术减少清洁氢生产成本

该主题关注通过优化工艺中的关键参数或将多单元组合为可同时完成多个任务的子系统，以开发更高效和紧凑的系统，提高能效和降低制氢成本，此外还关注将废物混合至生物质中制氢的方法。重点技术包括：从各种气化单元作业中选择性提取氢气，以缩小设备尺寸、改变反应平衡，并通过密度变化影响气流速度；将碳去除技术与气化系统运行

¹² U.S. Department of Energy Announces \$28 Million to Develop Clean Hydrogen. <https://www.energy.gov/fecm/articles/us-department-energy-announces-28-million-develop-clean-hydrogen>

相结合，以提高资本成本效率；将多个单元（如合成气净化系统、水煤气变换等）组合为一个单元。

2、利用废物和生物质大规模生产氢气

该主题关注将废物和生物质混合用于气化制氢的相关技术，将推进创新和灵活的模块化气化技术（5~50 兆瓦规模）和工艺，使用生物质与传统废煤、废塑料、城市固体废物或其他废物混合原料，生产纯度超过 99% 的氢气。

3、废塑料共气化结合碳捕集制氢中的传感器和控制技术

该主题关注通过先进传感技术优化生物质和混合废物（包括废塑料）的共气化过程，对进入气化炉的原料流和气化过程中运行条件的实时信息进行监测和传感，包括有利于形成有害污染物及相关前驱体的环境。

4、天然气制氢装置部署碳捕集系统的 FEED 研究

该主题重点关注甲烷蒸汽重整（SMR）和甲烷自热重整（ATR）制氢装置，部署商业规模先进碳捕集系统的 FEED 研究，选取美国现有或在建甲烷蒸汽重整制氢装置，以及现有或计划将于 2023 年以内开始建设的甲烷自热重整制氢装置进行研究，拟部署的碳捕集技术成熟度须达到 6 级以上，可实现以 95% 的二氧化碳纯度捕集 95% 的排放量，并提出二氧化碳运输、长期封存或转化为其他产品（如合成骨料、混凝土、生物炭、耐用碳产品等）的可行技术。

二、波浪能前沿技术

1 月 25 日，DOE 宣布投入 2500 万美元支持 8 个创新波浪能的项目¹³，旨在推进对波浪能技术的研究、开发和示范以加快其大规模部署。该资助公告于 2021 年 7 月发布，此次公布的具体资助项目将在俄勒冈州海岸附近的 PacWave 测试场进行水域测试，重点关注 3 个主题领域。

¹³ DOE Announces \$25 Million for Cutting-Edge Wave Energy Research. <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-25-million-cutting-edge-wave-energy-research>

1、波浪能转换器测试

重点关注在 PacWave 设施中测试用于远程和微电网的波浪能转换器系统设计，以及产生公开可用数据和知识的波浪能转换器系统。本次将资助 2 个项目：在 PacWave 场地部署和测试 50 千瓦规模波浪能转换器设备，以提高效率并降低成本；将 SeaRAY k2 自主海上电力系统推进到商业准备阶段，该系统由 SeaRAY k2 波浪能转换器组成，完全集成了位置保持、收集和发送数据、存储能量等功能，可支持无人海上活动和设备，包括海底车辆、传感器包和操作设备。

2、先进波浪能转换器设计

设计稳健的波浪能转换器系统以产生离网或并网电力。本次将资助 2 个项目：改进以往项目中开发的 Triton 波浪能转换器的性能，并为在 PacWave 设施中测试进行系统设计；设计点吸收式波浪能转换器 Centipod 1P6，使用小型可控电力输出系统，并使用可显著降低成本的充气浮子。

3、波浪能技术研发

直接利用 PacWave 测试设施进行有潜力的波浪能技术研发以推动海洋能行业的发展，涉及波浪能转换器系统及组件、环境监测技术、仪器仪表和健康监测系统、波浪测量系统和其他支持技术。本次将资助 4 个项目：部署 NeuralWEC 设备，以示范真实海况中使用基于传感器和人工智能的监测控制技术，可使波浪能转换器的成本效率翻倍；测试和验证一种新型的电磁谐振取力器波浪能转换器组件技术，能够以 3:1 的低峰均功率比¹⁴发电；在 PacWave 进行声学测量，建立声学事件库，检测、定位、识别波浪能转换器发出的噪声；开发和示范环境数据集成评估工具，以支持海洋能项目的有效环境监测和适应性管理框架，该工具将作为 PacWave 收集的所有环境数据的中央存储库。 (岳芳)

¹⁴ 较低的峰均功率比表明设计与预期的波强度非常匹配

日本 NEDO 资助低碳氢/氨技术

1月7日，日本新能源产业技术综合开发机构（NEDO）在“绿色创新基金”框架下启动两个新项目，支持低碳氢/氨产业发展，助力实现2050年碳中和目标。

一、炼钢过程中的氢利用项目

该项目预算为1935亿日元（约合100.9亿元人民币），实施期为2021~2030年，目的是到2030年将炼钢过程碳排放减少50%以上¹⁵。研发主题包括：

1、高炉氢还原技术

资助2个课题：利用现场氢气的氢还原技术，将对实际高炉（5000立方米级）进行改造，并进行常温氢气喷吹冶炼试验，验证因规模扩大导致的反应条件变化和碳减排效果，并开发引入国内钢铁厂的技术，目标是到2030年通过利用现场氢气进行高炉氢还原和二氧化碳分离，使炼钢过程排放量减少30%以上；开发利用外部供氢和高炉废气二氧化碳的还原技术，将通过数学模型和中试规模试验验证，开发高炉炼钢低碳技术，目标是到2030年减少50%以上的过程碳排放。利用外部供氢和高炉废气二氧化碳的还原技术主要包括氢气直接喷吹和间接喷吹，前者向高炉大量注入氢气直接还原炼钢并配备碳捕集、利用与封存（CCUS）设备进一步减排，将进行关键技术开发和小规模试验（氢气喷吹量为12立方米，高炉规模为150立方米）；后者将利用氢气将高炉废气中的二氧化碳转化为甲烷后用作高炉还原剂，并可使用生物质和还原铁作为部分原料，将进行中试高炉（500立方米以上规模）的示范。

¹⁵ グリーンイノベーション基金事業、製鉄プロセスでの水素活用プロジェクトに着手. https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101503.html

2、氢直接还原低品位铁矿石技术

资助 2 个课题：氢直接还原技术，将使用氢气替代天然气进行低品位铁矿石的高炉还原，进行小试（实际高炉规模的 1/250~1/150）、中试（实际高炉规模的 1/25~1/5）验证，实现到 2030 年中试规模技术比现有方法减排 50% 以上；低品位铁矿石电炉除杂技术，将在氢直接还原低品位铁矿石过程中集成大规模电炉除杂工艺，实现该技术对高品质钢的量产，到 2030 年示范处理量达到 300 吨的电炉工艺，将钢水中的磷含量降至 150 ppm 以下、氮含量降至 40 ppm 以下。

二、氨燃料供应链建设项目

该项目预算为 598 亿日元，实施期为 2021~2030 年，旨在到 2030 年将氨供应成本降低至 10 日元/标准立方米（约合 0.525 元人民币/标准立方米），并通过开发氨燃烧发电技术实现到 2050 年部署 10~20 台纯氨燃烧发电设备、20~40 台高氨燃料发电设备¹⁶。研发主题包括：

1、低成本绿色制氨技术

资助 2 个课题：新型制氨催化剂开发与示范，将开发可降低生产成本的新型制氨催化剂，开发低温、低压工艺，结合商用设备进行试验和中试，并进行技术示范；绿氨电解合成技术，将开发常温常压下水和氮气为原料的绿氨合成技术，并进行试验验证。

2、燃煤电厂混氨/纯氨发电技术

资助 2 个课题：燃煤锅炉混氨/纯氨燃烧技术开发及示范，将研发新型高混氨煤粉燃烧器并在商业电厂进行示范，还将研发纯氨燃烧器，并与传统煤粉燃烧器结合进行混氨 50% 的示范运行；纯氨燃料燃气轮机技术开发与示范，将研发 2 兆瓦级燃气轮机纯液氨燃烧技术，并通过示范测试验证安全措施。

（岳芳）

¹⁶ グリーンイノベーション基金事業「燃料アンモニアのサプライチェーン構築」に着手. https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101502.html

日本 NEDO 支持开发混凝土和水泥碳循环技术

1月28日，日本新能源产业技术综合开发机构（NEDO）在“绿色创新基金”框架下，投入550亿日元启动“使用二氧化碳的混凝土制造技术开发项目”¹⁷，旨在开发减少混凝土生产碳排放的工艺以及水泥生产过程中的高效二氧化碳分离/回收技术，以推进该行业大规模固碳技术的早期部署，助力实现碳中和目标。该项目的实施期为2021~2030年，目前已确定资助4个主题。

1、创新负碳混凝土材料/施工技术及质量评估技术开发

资助2个课题：减少碳排放并最大化固碳效果的混凝土技术开发，包括固碳材料、制造系统、大型预制件、现场施工安装等技术；混凝土质量管理及定量评估相关方法开发，包括固碳定量评估、混凝土质量管理/监控系统等。

2、高二氧化碳利用率的混凝土开发及其在路面和建筑物的应用

资助2个课题：将水泥烧制过程中产生的二氧化碳固定在工业废物中生产混凝土材料，并确保其可加工性和耐久性，可用于路面、建筑和土木工程结构中；构建生命周期碳排放、生命周期评估、生命周期成本的综合评价体系，以推进碳定价及 EGS（环境、社会、治理）投资等的推广。

3、混凝土固碳评估的标准化研究与开发

资助1个课题：基于实验事实和科学依据开发固碳定量评估方法和质量控制方法，包括混凝土材料二氧化碳固定量评估、建筑物混凝土固碳定量评估、固碳过程的质量控制方法，并将实施标准化开发相关活动。

4、二氧化碳回收型水泥制造工艺的开发

资助2个课题：水泥制造过程碳捕集系统开发，在确保传统悬浮预

¹⁷ グリーンイノベーション基金事業で、コンクリートやセメント分野のカーボンリサイクル技術の開発に着手。 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101510.html

热器预分解窑的热交换性能的同时，使用氧气代替空气进行水泥烧制以产生二氧化碳，并开发相应的碳捕集系统；开发使用各种钙源生产水泥的技术，将从废混凝土、焚烧灰渣等含钙废物中提取氧化钙，生产人造石灰石，以此为原料生产再生水泥，以实现水泥行业的碳中和。（岳芳）

澳大利亚可再生能源署资助开发超低成本光伏技术

1月10日，澳大利亚可再生能源署（ARENA）宣布将投入4000万澳元，支持研发超低成本太阳能光伏技术¹⁸，以实现政府设定的“太阳能30-30-30”目标，即到2030年光伏组件效率达到30%，且公用事业规模光伏装机成本达到30澳分/瓦。此次资助重点关注两大技术领域。

1、电池和组件

投入2000万澳元，支持通过太阳电池和组件的前沿研发和创新以提高效率、延长寿命并实现大规模可持续制造，实现降低成本的目的。

2、降低系统平衡部件及运维成本

投入2000万澳元，支持通过创新的工厂设计和配置、先进的自动化组装和施工技术大幅降低公用事业规模光伏的建设成本，以及通过自动维护技术和智能监控系统等降低运行成本。（岳芳）

英国 BEIS 支持生物质制氢技术

1月12日，英国商业、能源与产业战略部（BEIS）投入500万英镑资助一个新项目¹⁹，支持以生物质和废弃物为原料生产氢气的创新技术。

该项目将支持英国的低碳氢产业计划，加速创新清洁能源技术商业化，创造绿色就业机会，支持英国实现净零目标。该项目支持使用具有

¹⁸ Ultra Low Cost Solar PV Research and Development Round. <https://arena.gov.au/funding/ultra-low-cost-solar-pv-research-and-development-round/>

¹⁹ Government Launches New Scheme for Technologies Producing Hydrogen from Biomass. <https://www.gov.uk/government/news/government-launches-new-scheme-for-technologies-producing-hydrogen-from-biomass>

碳捕集与封存功能的生物能（BECCS）技术实现氢气生产，因此名为“氢 BECCS 创新项目”，将支持 3 类技术解决方案。

（1）原料预处理：突破气化技术，优化生物质和废弃物原料，实现能源和材料的低成本高效处理。

（2）先进的气化技术及其组件研发：研发气化技术组件，将生物质和废弃物转化为航空燃料、柴油、氢气、甲烷和其他碳氢化合物。

（3）新型生物氢技术：开发可与碳捕集相结合的新型生物氢技术，例如暗发酵、厌氧消化、废水处理等。

氢 BECCS 创新项目将分可行性研究和示范两阶段进行：第一阶段将面向小型企业、大型公司、研究机构 and 高校征集创新项目，每个项目最多可获得 2.5 万英镑资助，总预算为 500 万英镑；第二阶段将为最有前途的项目提供进一步的资金，支持项目示范。（董利苹）

空间与海洋

美国 NASA 部署多项地球科学卫星发射任务

2021 年 12 月 14 日，美国国家航空航天局（NASA）发布消息称，将于 2022 年实施 4 项地球科学卫星发射任务²⁰，以增强对不断变化的地球的监测能力。这些任务涉及热带气旋、矿物粉尘、极端风暴、地表水和海洋地形等多个领域。

1、热带气旋测量任务

“基于小卫星星座的降水结构和风暴强度的时间分辨观测”（TROPICS）任务旨在改善对热带气旋的观测。6 颗 TROPICS 卫星将协同工作，以每 50 分钟提供一次风暴的降水、温度和湿度的微波观测。

²⁰ NASA To Launch 4 Earth Science Missions in 2022. <https://www.nasa.gov/feature/esnt/2021/nasa-to-launch-4-earth-science-missions-in-2022>

科学家们希望这些数据能帮助其了解热带气旋增强的因素，并有助于建立天气预报模型。热带卫星将分两次或三次发射进行成对部署，预计将于 2022 年 7 月 31 日完成。每颗卫星大约有一块面包那么大，并携带一个微型微波辐射计仪器。它们将在 3 个不同的轨道上成对运行，比目前进行类似测量的气象卫星更频繁地观测地球表面，将大大增加近实时天气预报的可用数据。

2、矿物粉尘监测任务

“地球表面矿物粉尘源调查”（EMIT）卫星的目标是绘制尘埃起源地并估计其成分，以便科学家们更好地了解它如何影响地球。EMIT 计划于 2022 年发射，任务周期为一年，并将被部署在国际空间站上。EMIT 将使用成像光谱仪测量从下方表面反射的可见光和红外光，这些数据可以揭示粉尘中矿物质的独特吸光特征，有助于确定其成分。研究人员表示，EMIT 将填补对地球干旱地区知识的空白，并回答有关矿物粉尘如何与地球系统相互作用的关键问题。

3、地球风暴观测任务

提前多天预测极端风暴需要准确测量大气中的温度和湿度，以及海洋表面温度。美国国家大气海洋局（NOAA）与美国国家航空航天局（NASA）的“联合极地卫星系统卫星”（JPSS）将提供这些关键数据，供预报员和急救人员使用。卫星还将监测有关洪水、野火、火山、烟雾、沙尘暴和海冰的信息。JPSS 卫星是全球数值天气预报骨干系统的重要组成部分，将实现卫星在从北极到南极环绕地球飞行过程中对关键数据和图像的采集，其全球观测频率为每天至少 2 次。JPSS 包括五颗极轨卫星：Suomi-NPP（国家极地轨道伙伴关系卫星）、NOAA-20（以前称为 JPSS-1）、JPSS-2、JPSS-3 和 JPSS-4。JPSS-2 计划于 2022 年发射，JPSS-3 和 JPSS-4 预计分别于 2028 年和 2032 年发射。

4、地球地表水和海洋监测任务

“地表水和海洋地形”（SWOT）卫星将帮助研究人员确定地表海洋、湖泊和河流的含水量，有助于科学家了解气候变化对淡水水体的影响以及海洋吸收多余热量和二氧化碳等温室气体的能力。SWOT 卫星计划于 2022 年 11 月发射，将使用 Ka 波段雷达干涉仪测量水位，这些数据将有助于完成诸如跟踪海平面区域变化、监测河流流量变化和湖泊蓄水量，以及确定全球社区可用淡水量等任务。（刘文浩）

韩国海洋水产部公布“2022年韩国海洋水产部工作计划”

2021 年 12 月 28 日，韩国海洋水产部（MOF）公布了对过去 4 年半（2017~2021 年）韩国海洋和水产政策的工作评估结果，并制定了“2022 年韩国海洋水产部工作计划”，以推进 2022 年的核心举措²¹。

1、过去 4 年半的亮点工作

（1）“重建航运业 5 年计划”取得切实成效。“重建航运业 5 年计划”的实施（2018 年 4 月），为韩国在韩进海运公司破产后重建其在航运业的竞争力、成为国际航运业领先国家奠定了基础。2021 年 6 月出台的“成为全球航运领导者战略”对该计划起到了补充作用，并提出引进环保和智能技术。

（2）创新渔业水平得到提升。渔业生产力和出口竞争力随着生态系统的恢复而提升，通过发展生态友好型和高附加值渔业，基于可捕获总量(TAC)的资源管理手段得到改善。通过推进“渔村新政 300”（2019 年）、实施直接补贴计划（2021 年）、激活海洋旅游业和港口改造活动，为振兴渔业和沿海经济做出了贡献。

（3）海洋环境和空间可持续管理的基础得到巩固。通过提供环保

²¹ Policy Action Performance and Public Responses over the Past 4.5 Years. <https://www.mof.go.kr/en/board.do?menuIdx=1491&bbsIdx=78668>

浮标（累计供应 2130 万个）以及制定海洋废弃物总体规划（2021 年 5 月）减少海洋塑料污染，为海洋和渔业到 2050 年实现碳中和奠定基础。建立“海洋空间先规划后使用”框架，例如与海洋空间规划和管理相关的立法（2018 年），以及扩充北极活动的基础，包括决定建造下一代破冰船（2021 年）。

（4）改进海洋安全管理。海洋安全管理的改进为海洋和渔业应对新冠肺炎疫情做出了贡献。通过加强安全管理，将海上事故数量减少了 48%（过去 4 年与 2014~2017 年的数据相比），并为包括电子航运在内的数字海上安全管理奠定了基础。通过检疫管理和业务支持将新冠肺炎疫情对海洋和渔业的影响降至最低程度，并为后疫情时代的绿色海洋和渔业数字化及其转型奠定基础。

2、2022 年海洋和渔业部重点倡议战略

（1）成为航运业世界领导者。具体举措包括：确保航运领域的竞争力；抢占开发和获取未来港口基础设施的先机，简化运营流程；支持进出口物流与相关产业协同发展。

（2）积极应对渔村减少，激活沿海经济。具体举措包括：加快渔业群体振兴；支持渔业的可持续创新和增长；夯实海洋旅游业基础，推进港口改造。

（3）实现零碳排放和无灾害的海洋和渔业。具体举措包括：到 2050 年将海洋和渔业部门的温室气体排放量减少 729.8 万吨；到 2030 年将包括 58 艘公共船只在内的 528 艘船只改装为低碳船只；到 2050 年扩大蓝碳来源，包括滩涂和海洋森林，推进 30 平方公里滩涂的恢复和 5.4 万公顷海洋森林的建设工作，并开发新的碳吸收核算方法，以增加新的碳汇来源；实现潮汐和波浪能在内的海洋能的商业化，开发潮汐发电设施，进行现场验证，在济州岛开展 30 千瓦的波浪能发电试点作业，并研究扩

大始华湖潮汐发电设施能力的可行性；到 2024 年完成向生态友好型浮标的转型（2022 年提供 1100 万套环保浮标）；到 2050 年实现零海洋塑料废弃物的目标；构建可信赖的海洋渔业安全管理体系。（薛明媚 王金平）

设施与综合

美国 NSTC 更新《关键和新兴技术清单》

2 月 7 日，美国国家科学技术委员会（NSTC）发布新版《关键和新兴技术清单》²²，这是自 2020 年 10 月白宫发布《关键技术和新兴技术的国家战略》以来的首次更新。

新清单列出的 19 项关键和新兴技术包括：先进计算、先进工程材料、先进燃气轮发动机技术、先进制造、先进与网络传感和签名管理、先进核能技术、人工智能、自主系统和机器人、生物技术、通信和网络技术、定向能技术、金融科技、人机界面、高超音速、联网传感器和传感技术、量子信息技术、可再生能源发电和储存技术、半导体和微电子、空间技术。除联网传感器和传感技术外，新清单对其中 18 个技术领域做出了详细说明。

（1）先进计算。包括超级计算、边缘计算、云计算、数据存储、计算架构、数据处理和分析技术等。

（2）先进工程材料。包括设计材料和材料基因组学、具有新特性的材料、对现有性能进行重大改进的材料、材料性能表征和生命周期评估。

（3）先进燃气轮发动机技术。包括航空航天与海事和工业开发与生产技术、全权限数字发动机控制、热段制造和相关技术。

（4）先进制造。包括增材制造、清洁可持续制造、智能制造、纳

²² Critical and Emerging Technologies List Update. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/02/02-2022-Critical-and-Emerging-Technologies-List-Update.pdf>

米制造。

(5) 先进与网络传感和签名管理。包括有效载荷、传感器和仪器，传感器处理和数据融合，自适应光学，地球遥感，签名管理，核材料检测和表征，化学武器检测和特征表征，生物武器检测和特征表征，新出现的病原体检测和表征，交通传感，安全感应，卫生感知，能源传感，建筑传感，环境感应。

(6) 先进核能技术。包括核能系统、聚变能、空间核动力与推进系统。

(7) 人工智能。包括机器学习，深度学习，增强学习，感觉知觉与识别，下一代人工智能，规划、推理和决策，人工智能安全和安心。

(8) 自主系统与机器人。包括表面、空中、海底与太空自主系统与机器人。

(9) 生物技术。包括核酸和蛋白质合成，包括设计工具在内的基因组和蛋白质工程，多组学和其他生物计量学、生物信息学、预测建模和功能表型分析工具，多细胞系统工程，病毒和病毒传递系统的工程设计，生物制造和生物加工技术。

(10) 通信和网络技术。包括射频和混合信号电路、天线、滤波器和组件，频谱管理技术，5G 和 6G 等下一代无线网络，光纤链路和光纤技术，陆地/海底电缆，卫星通信，硬件、固件和软件，通信和网络安全，网状网络/独立于基础设施的通信技术。

(11) 定向能。包括激光、高功率微波、粒子束。

(12) 金融技术。包括分布式账本技术、数字资产、数字支付技术、数字身份基础设施。

(13) 人机界面。包括增强现实、虚拟现实、脑机接口、人机协同。

(14) 超高音速。包括推动力，空气动力学和控制，材料，检测、跟踪和表征，防御。

(15) 量子信息技术。包括量子计算，量子器件的材料、同位素和制造技术，后量子加密，量子传感，量子网络。

(16) 可再生能源发电和储存技术。包括可再生能源发电，可再生和可持续燃料，储能，电动和混合动力发动机，电池，电网集成技术，能源效率技术。

(17) 半导体和微电子。包括设计和电子设计自动化工具，制造工艺技术和制造设备，超越互补金属氧化物半导体（CMOS）技术，异构集成和高级封装，用于人工智能、自然和恶劣辐射环境、射频和光学组件，大功率设备和其他关键应用的专用/定制硬件组件，先进微电子的新型材料，用于电源管理、配电和传输的宽带隙和超宽带隙技术。

(18) 空间技术。包括在轨服务、组装和制造，商品化卫星巴士，低成本运载火箭，用于局部和广域成像的传感器，太空推进，弹性定位、导航和授时，低温流体管理，进入、下降和着陆。

新清单技术领域数量由此前 20 项减至 19 项，增加了先进核能技术、可再生能源技术、高超音速技术；删除医疗和公共卫生技术、农业技术；先进常规武器技术、化学生物辐射与核技术、数据科学及存储技术等融入其他技术领域。

(张秋菊 杨况骏瑜 丁上于 李宏)

ESFRI 发布 2021 版科研基础设施路线图

2021 年 12 月，欧洲科研基础设施战略论坛（ESFRI）发布《科研基础设施战略报告》²³，即 2021 版 ESFRI 路线图（以下简称“2021 版路线图”）。报告从数据、计算与数字化科研基础设施、能源、环境、健康与食品、物理科学与工程、社会与文化创新这 6 个新确定的科学领域，介绍了 22 个处于准备阶段的 ESFRI 项目设施和 41 个已经实施或

²³ Strategy Report on Research Infrastructures Roadmap 2021. <https://roadmap2021.esfri.eu/>

达到高级实施阶段的 ESFRI 地标设施。其中，有 11 个项目设施新写入路线图，还有 4 个地标设施由前两版路线图中的项目设施升级而来。此外，报告还概述了欧洲科研基础设施的发展愿景，分析和总结了这些设施与科学需求的差距、面临的挑战，以及未来需求等。

一、2021 版路线图的变化

ESFRI 科研基础设施是一系列具有独特性质的设施、资源或服务，用于开展或支持顶级科研活动。它们包括：主要科学设备或成套仪器；馆藏、档案和科学数据等知识资源；数据、计算系统和通信网络等信息化基础设施；以及其他实现卓越的科研与创新的必要工具。

ESFRI 项目设施是指处于筹备阶段的科研基础设施，根据其科学案例和成熟度而被选中，预期 10 年内进入运行期。将项目设施列入路线图是为了强调其对欧洲研究区（ERA）的战略重要性，并推动它们及时投入运行。

ESFRI 地标设施是指已投入运行的科研基础设施。它们已达到高级实施阶段，并且是代表 ERA 竞争力的主要元素。它们可能已开始为用户提供科学服务，也可能已处于建设高级阶段并确定了运行开始日期。

1、2010 年和 2016 年写入路线图的设施评估结果

(1) 2010 年写入路线图的 6 个项目。系统生物学欧洲设施 (ISBE) 和欧洲风能科研基础设施 (WindScanner) 退出了 ESFRI 路线图；多功能混合高技术应用研究反应堆 (MYRRHA) 项目继续保留在项目设施中；生态系统分析和实验设施 (AnaEE)、欧洲太阳能科研基础设施 (EU-SOLARIS)、微生物资源科研基础设施 (MIRRI) 等 3 个项目，与 2016 年写入路线图的气溶胶、云、痕量气体科研基础设施 (ACTRIS)，因足够成熟被指定为 2021 版路线图的地标设施。

(2) 2016 年写入路线图的 6 个项目。除了 ACTRIS 外，其他 5 个项目，即河海系统国际先进研究中心 (DANUBIUS-RI)、多尺度植物表型组学和模拟欧洲设施 (EMPHASIS)、欧洲遗产科学科研基础设施 (E-RIHS)、欧洲太阳望远镜 (EST) 和 KM3 中微子望远镜 2.0 (KM3NeT 2.0) 继续保留在项目设施中。

2、2021 年新提案设施评估结果

根据 ESFRI 的提案规则，各成员国、相关国和欧洲政府间研究组织论坛 (EIROforum) 成员均可提交提案。各方提交的 18 个提案中，有 11 个新项目被列入 2021 版路线图。

(1) 欧洲脑研究基础设施 (EBRAINS)。可提供最全面的大脑数据集，以及一系列工具，可用于分享、分析、储存数据和开展虚拟实验。它的另一特点是能为脑研究提供高性能计算机，并通过菲尼克斯 (Fenix) 网络和欧洲高级计算合作伙伴计划 (PRACE) 网络，使数据与计算密集型研究得以顺利开展。

(2) 用于计算/通信实验研究的大型科研基础设施 (SLICES)。作为开展大规模科学和技术实验的可信平台，有可能促进颠覆性创新，为欧洲研究能力带来独特且深远的影响。

(3) 欧洲社会挖掘和大数据分析综合基础设施 (SoBigData⁺⁺)。将数据驱动与模型驱动相结合，研究复杂社会现象的各个侧面，以此满足日益增长的跨学科研究与创新需求；还将回应日益重要的道德伦理问题，强调数据科学家是值得信赖的大数据和分析技术的使用者，他们应承担起责任。

(4) 海上可再生能源研究基础设施 (MARINERG-i)。促进国内外合作，创造对海洋可再生能源工业的可持续发展必不可少的重要知识、技术和资源集合。此设施能提供最高质量的监测设施，并设有统一研究

议程，专注于创新的、可投资的海洋可再生能源技术发展。

(5) 欧洲环境暴露评估研究基础设施 (EIRENE RI)。在填补空白的同时将健康和食品、环境和社会领域的研究联系起来，以开发必要的工具和服务，加速欧盟的人类暴露组研究。该设施具有独特的实验能力和计算能力，可被用于评估暴露于含有毒素混合物的环境中会对人造成什么样的影响。这也是科研界目前致力于解决的问题。

(6) 爱因斯坦望远镜 (ET)。响应大部分学者观测来自浩瀚宇宙的信号，并借此了解宇宙起源的愿望。虽然人类已经在探索距离方面取得了进步，但激光干涉引力波天文台 (LIGO) 和欧洲“室女座”天文台 (Virgo) 等第二代天文台的覆盖范围还局限于一个区域内，人类宇宙探索在宇宙尺度上还停留在离地球很近的地方。科学家们好奇心也尚未完全得到满足。

(7) 具有卓越应用的欧洲等离子体研究加速器 (EuPRAXIA)。为满足欧洲日益增加的对自由电子激光器 (FEL) 设施的需求，将在研究时间分辨率、探测技术能力、X 射线成像空间分辨率和材料分析渗透度等问题上提供独特的功能。该设施将成为世界上第一个基于新概念 (目前仅在实验中使用过) 成功建造加速器设施的项目，也为欧洲研究区和其他地区的创新科技教育与培训提供独特机会。

(8) 世代和性别计划 (GGP)。主要关注青年阶段和抚育后代阶段，致力于应对人口和家庭动力学方面的社会挑战，填补生命历程研究的空白。它与以下两个项目互为补充：欧洲健康、老龄化及退休调查 (SHARE ERIC)，研究健康和衰老问题，主要关注老年阶段；在数字欧洲中成长：EuroCohort，分析新生队列，主要关注童年和青少年阶段。

(9) 在数字欧洲中成长：EuroCohort (GUIDE)。研究人的早期经验如何对其后期生活产生明确的影响。该设施将选用适合目标群体的数

据采集方法和内容，与 GGP 和 SHARE ERIC 一同描绘欧洲人从幼年到晚年的全面生命图景。

(10) 在欧洲研究区的社会科学和人文科学研究中开放学术交流 (OPERAS)。填补欧洲通用电子基础设施与科研基础设施 (存储专用于特定学科或主题的研究数据) 之间联系的空白。该设施将处理在科研生命周期中忽视的部分问题，包括科研成果的产出和使用权，并支持使用安全外壳协议 (SSH) 进行多语言学术交流。

(11) 宗教研究基础设施：工具、创新、专家、联系和中心 (RESILIENCE)。用于应对欧洲在社会景观、邻国对话中面临的挑战。通过以下行动填补科研基础设施布局中的空白：提供访问实体与重要电子宗教研究档案资料的权限，这类宗教资料因历史或地理等原因暂时不属于欧洲研究区；促进灭亡语言和稀有语言相关手写或印刷档案的电子化；提供领域本体论；为研究者、社会行动者和决策制定者提供成熟的沟通对话平台。

二、2021 版路线图涵盖的所有设施基本情况

2021 版路线图涵盖了 22 个 ESFRI 项目设施 (表 1) 和 41 个 ESFRI 地标设施 (表 2)，各设施的主要信息详见表格。

表 1 22 个 ESFRI 项目设施基本情况

领域	设施名称	设施中文名	类型	路线图规划年	运行开始时间	建设成本/百万欧元	运行成本/百万欧元/年
数字化	EBRAINS	欧洲脑研究基础设施	分布	2021	2026*	323.8	19.8
	SLICES	用于计算/通信实验研究的大型科研基础设施	分布	2021	2024*	137.7	6.5
	SoBigData ⁺⁺	欧洲社会挖掘和大数据分析综合基础设施	分布	2021	2030*	130.5	5.0
能	IFMIF-DONES	演示中子源	单点	2018	2024*	884.0	56.0

源	MARINERG-i	海上可再生能源研究基础设施	分布	2021	2030*	8.9	0.9
环境	DANUBIUS-RI	河海系统国际先进研究中心	分布	2016	2024*	202.5	23.9
	DiSSCo	分布式科学馆藏系统	分布	2018	2025*	420.3	12.1
	eLTER RI	欧洲长期生态系统、临界区和社会生态系统综合研究基础设施	分布	2018	2026*	150.0	50.0
健康与食品	EIRENE RI	欧洲环境暴露评估研究基础设施	分布	2021	2031*	202.0	52.2
	EMPHASIS	多尺度植物表型组学和模拟欧洲设施	分布	2016	2021	160.0	3.6
	EU-IBISBA	工业生物技术创新和合成生物学加速器	分布	2018	2025*	52.6	65.1
	METROFOOD-RI	促进食品和营养计量的基础设施	分布	2018	2020	102.4	31.0
物理与工程	EST	欧洲太阳望远镜	单点	2016	2029*	200.0	12.0
	ET	爱因斯坦望远镜	单点	2021	2035*	1912.0	37.0
	EuPRAXIA	具有卓越应用的欧洲等离子体研究加速器	分布	2021	2028*	569.0	30.0
	KM3NeT 2.0	KM3 中微子望远镜 2.0	分布	2016	2020	196.0	3.0
社会与文化创新	E-RIHS	欧洲遗产科学科研基础设施	分布	2016	2025*	54.0	5.0
	EHRI	欧洲大屠杀科研基础设施	分布	2018	2025*	15.0	2.0
	GGP	世代和性别计划	分布	2021	2028*	18.2	1.1
	GUIDE	在数字欧洲中成长：EuroCohort	分布	2021	2032*	580.6	17.8
	OPERAS	在欧洲研究区的社会科学和人文科学研究中开放学术交流	分布	2021	2029*	15.0	0.9
	RESILIENCE	宗教研究基础设施：工具、创新、专家、联系和中心	分布	2021	2034*	318.4	9.5

注：* 为预计时间

ESFRI 发布 2021 版科研基础设施路线图

表 2 41 个 ESFRI 地标设施基本情况

领域	设施名称	设施中文名	类型	路线图 规划年	运行开 始时间	建设成 本/百万 欧元	运行成 本/百万 欧元/年
数字化	PRACE	欧洲先进计算伙伴关系	分布	2006	2010	712.8	NA
能源	ECCSEL ERIC	欧洲二氧化碳捕集和存储实验设施	分布	2008	2016	1000.0	0.9
	EU-SOLARIS	欧洲太阳能科研基础设施	分布	2010	2022*	7.0	0.1
	JHR	朱尔斯-霍洛维茨反应堆	单点	2006	2030*	1800.0	NA
环境	ACTRIS	气溶胶、云、痕量气体科研基础设施	分布	2016	2025*	698.0	93.0
	EISCAT-3D	下一代欧洲非相干散射雷达系统	单点	2008	2023*	79.3	4.9
	EMSO ERIC	欧洲多学科海底和水柱观测站	分布	2006	2016	100.0	20.0
	EPOS ERIC	欧洲板块观测系统	分布	2008	2023*	500.0	18.0
	EURO-ARGO ERIC	国际 AGRO 计划欧洲贡献	分布	2006	2014	10.0	8.0
	IAGOS	全球观测系统的在役飞机	分布	2006	2014	9.2	7.0
	ICOS ERIC	碳监测综合系统	分布	2006	2016	116.0	24.2
	LifeWatch ERIC	生物多样性和生态系统研究信息化设施	分布	2006	2017	150.0	12.0
健康与食品	AnaEE	生态系统分析和实验设施	分布	2010	2021	41.9	1.1
	BBMRI ERIC	生物银行和生物分子资源科研基础设施	分布	2006	2014	NA	NA
	EATRIS ERIC	欧洲先进转化医学科研基础设施	分布	2006	2013	500.0	2.5
	ECRIN ERIC	欧洲临床科研基础设施网络	分布	2006	2014	5.0	5.0
	ELIXIR	欧洲生物信息分布式网络	分布	2006	2014	47.6	5.4
	EMBRC ERIC	欧洲海洋生物资源中心	分布	2008	2017	164.4	11.2

	ERINHA	欧洲高致病因子科研基础设施	分布	2008	2018	5.5	0.7
	EU-OPENSORE EN ERIC	欧洲化学生物学开放筛选平台基础设施	分布	2008	2021	82.3	1.2
	Euro-Biolmaging ERIC	欧洲生物学和生物医学成像技术科研基础设施	分布	2008	2016	270.0	1.6
	INFRAFRONTIER	用于小鼠疾病模型的生成、表型分型、归档和分发的欧洲科研基础设施	分布	2006	2013	180.0	80.0
	INSTRUCT ERIC	结构生物学综合设施	分布	2006	2017	450.0	30.0
	MIRRI	强激光基础设施	分布	2010	2021	NA	0.7
物理与工程	CTA	切伦科夫望远镜阵列	单点	2008	2024*	400.0	20.0
	ELI ERIC	强激光基础设施	单点	2006	2018	850.0	80.0
	ELT	欧洲超大望远镜	单点	2006	2027*	1390.0	48.0
	EMFL	欧洲强磁场实验室	分布	2008	2014	170.0	20.0
	ESRF EBS	欧洲同步辐射设施超亮光源	单点	2016	2020	128.0	82.0
	European Spallation Source ERIC	欧洲散裂中子源	单点	2006	2026*	3099.0	140.0
	European XFEL	欧洲 X-射线自由电子激光	单点	2006	2017	1540.0	137.0
	FAIR	反质子和离子科研基础设施	单点	2006	2025-	NA	NA
	HL-LHC	高亮度 LHC	单点	2016	2027*	1408.0	136.0
	ILL	劳厄-郎之万研究所	单点	2006	2012	188.0	100.0
	SKAO	平方公里阵列天文台	单点	2006	2027*	1986.0	77.0
	SPIRAL2	第二代在线放射性离子生产系统	单点	2006	2019	307.3	5.2
社会与文化创新	CESSDA ERIC	欧洲社会科学数据存档协会	分布	2006	2013	117.0	39.0
	CLARIN ERIC	标准语言资源与技术基础社会	分布	2006	2012	NA	14.0
	DARIAH ERIC	人文与艺术数字资源科研基础设施	分布	2006	2019	NA	0.7
	ESS ERIC	欧洲社会调查	分布	2006	2013	117.5	6.4

欧洲核子研究中心发布加速器研发路线图

SHARE ERIC	欧洲健康、老龄化及退休调查	分布	2006	2011	NA	17.0
------------	---------------	----	------	------	----	------

注：*为预计时间，NA 指无法获取实际数据

(王海霞)

欧洲核子研究中心发布加速器研发路线图

1 月，欧洲核子研究中心（CERN）发布了《欧洲粒子物理战略：加速器研发路线图》²⁴，提出了未来 5~10 年欧洲加速器研发的路线图，涵盖了《2020 年欧洲粒子物理战略更新》中确定的五大领域：高场超导磁体、射频加速系统、激光/等离子体加速、能量回收直线加速器、 μ 介子束和 μ 子对撞机。

1、高场超导磁体技术的进一步发展

高场磁体（HFM）是在能源前沿寻找新物理的关键技术之一。已获批的高亮度大型强子对撞机（HL-LHC），以及质子-质子未来环形对撞机（FCC hh）、超级质子-质子对撞机（SppC）等潜在的未来环形装置，需要开发超导磁体。已提出的研发计划有两个主要目标。一是示范用于大规模部署的 Nb_3Sn 磁体技术，包括将其在最终性能方面推向实用极限（达到 FCC hh 要求的 16 特斯拉的目标），并通过稳健的设计、工业制造工艺和降低成本，以 HL-LHC 磁体（即 12 特斯拉）为参考，实现生产规模化。二是验证高温超导体（HTS）在加速器磁体应用中的适用性，为超过 Nb_3Sn 范围、目标超过 20 特斯拉的高温超导体磁体技术提供原理证明。为了实现这些目标，该计划提出了基于 3 个主要发展轴的战略，研究重点是： Nb_3Sn 和 HTS 导体； Nb_3Sn 磁体；高温超导磁体。跨领域的支持活动包括：材料、低温和建模；供电和保护；以及基础设施和仪器。

²⁴ European Strategy for Particle Physics – Accelerator R&D Roadmap. <https://cerncourier.com/a/roadmaps-set-a-path-to-post-lhc-facilities/>, <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2201/2201.07895.pdf>

2、超导和正常导电射频加速结构的先进技术

射频系统是大多数粒子加速器的主力，可实现高水平的性能和可靠性。下一代粒子加速器可能仍将基于射频技术，但需要超过最先进水平的运行参数，需要先进的研发计划。研发重点包括超导射频、正常传导射频（NCRF）以及射频源、耦合器、调谐器、控制系统等辅助系统。超导射频的研发聚焦在块体铌和薄膜（包括高临界温度）超导体，正常传导射频的研发聚焦在 S、C 和 X 波段（分别为 3、6 和 12GHz）直线加速器的工业化和成本降低以及提高性能的新型研发。

3、激光/等离子体加速技术的开发和利用

新型高梯度加速器已经验证了对电子和正电子的加速大约是基于射频的加速器的 10~1000 倍，具有克服与射频腔相关的限制的潜力。基于等离子体的加速器能产生多个 GeV 束，其参数接近适用于线性对撞机的参数。因此，未来加速器的尺寸和成本将有可能大幅降低。然而，本报告预计基于等离子体的对撞机只能用于 2050 年以后的粒子物理实验，同时，基于等离子体加速器方案的对撞机的可行性仍有待证明。因此，本报告提出了等离子体和激光加速器研发路线图，将以三大支柱的方式来实施和实现：可行性和概念设计报告前研究（pre-CDR），将研究等离子体和激光加速器在粒子物理中的潜力和性能范围，并进行现实的成本-规模-效益分析；技术验证，证明等离子体和激光加速器适用于粒子物理；集成与拓展，将新型加速器的工作与其他科学领域和其他应用联系起来。

4、未来明亮 μ 子束和 μ 子对撞机的研发

实现高能、高亮度轻子碰撞的唯一成熟技术是线性电子-正电子对撞机，这类对撞机的最高能量是概念设计中存在的紧凑型线性对撞机（CLIC）的 3TeV。 μ 子对撞机技术必须克服几个重大挑战才能达到类

似的成熟度，如果技术挑战能够被克服， μ 子对撞机有望为高能、高亮度轻子对撞提供另一条途径，超出线性对撞机的预期范围。本报告提出了一个工作方案，将开发 10 TeV 的 μ 子对撞机概念，并探索 3 TeV 的分段目标，以缓解技术和操作挑战。3TeV 的 μ 子对撞机有望在 2045 年前交付。 μ 介子冷却示范设施将是这一概念设计报告计划中最大的单一部件，此外，明亮的 μ 子束也是“从存储的 μ 子里产生中微子”（NuSTORM）设施、“来自 Kaon 介子的增强中微子束”（ENUBET）设施等中微子物理设施的基础， μ 介子冷却示范设施可能与这些设施共享从质子源到靶的大部分基础设施。

5、能量回收直线加速器（ERL）技术的进步与开发

ERL 的基本原理现已在全球成功示范。超导直线加速器腔中的能量回收技术有望使物理应用中的亮度增加一个或多个数量级，其功耗与经典的低亮度解决方案相当。这是朝着高能物理未来可持续性迈出的必要一步，对于开辟核光子学或奇异核的光谱学等低能物理的新领域也至关重要。ERL 也有望用于光刻、自由电子激光器、反向光子散射等工业和科学应用。以能量前沿的电子-强子、电子-正电子和电子-光子对撞机以及其他应用为目标的新型高能 ERL 概念，需要开发高亮度电子枪和专用超导射频技术作为主要研发目标，并需要一个同时包含所有基本特征的设备：大电流、多道次、优化的腔体和低温组件，以及用于最终实验的物理质量束。本报告提出了 ERL 路线图，基于 3 个相互关联的要素：现有设施，包括德国达姆施塔特大学的 S-DALINAC、德国美因茨大学的 MESA、美国康奈尔大学和布鲁克海文国家实验室的 CBETA、日本高能加速器研究机构（KEK）的 cERL 和俄罗斯布德科尔核物理研究所（BINP）的正常传导低频回热器设施，以及关键技术开发和运营经验；聚焦大电流电子源和大功率超导射频（SRF）技术的关键技术研发计划；

新的 ERL 设施，为在 21 世纪 20 年代中期以最低功耗达到更高的电流和电子束能量做准备。 (黄龙光)

法国启动国家量子计算平台项目

1 月 4 日，在“量子技术国家战略”的布局下，法国宣布推出“国家量子计算平台”项目²⁵。此次国家量子计算平台初始投资额为 7000 万欧元，总投资额为 1.7 亿欧元，主要用于创建将经典系统和量子计算机互连的混合计算平台。该平台由法国国家信息与自动化研究所（INRIA）、法国原子能和替代能源委员会（CEA）和法国国家大型计算中心（GENCI）建立，并与法国国家科学研究中心（CNRS）密切合作，将托管在位于 CEA 的超大型计算中心（TGCC）。

据法国政府预测，该计算平台可提供超传统计算技术 10 亿倍的计算速度，并能在未来 20 年里促进多种民用技术进步，应用于观测地球、预测自然灾害、对传染病菌建模以及帮助科学家理解光合作用等领域。

根据法国“量子技术国家战略”的规划，在 2025 年前，法国将投入至少 18 亿欧元开发量子计算相关技术，其中政府划拨 10 亿欧元，其余资金由行业自筹、欧盟资助或风险投资等形式筹集。法国政府表示，到 2030 年量子计算领域能提供 1.6 万个就业机会。法国政府还表示，量子技术拥有广阔的军事应用前景。借助国家量子计算平台，法国国防机构能进一步解决复杂的国防计算问题，提升在精细建模、精确模拟物理现象和大规模处理数据等方面的能力，从而使法国军队在未来战斗中获得优势。这一混合计算平台的推出是法国巩固量子生态系统和发挥其在该领域优势的关键一步。 (杨况骏瑜)

²⁵ France 2030 | Stratégie quantique : lancement d'une plateforme nationale de calcul quantique. <https://www.gouvernement.fr/france-2030-strategie-quantique-lancement-d-une-plateforme-nationale-de-calcul-quantique>

巴西在亚马逊地区开展多项科技创新行动

2月4~6日，巴西联邦政府接连发布多项针对亚马逊州的科技创新行动²⁶。

1、亚马逊 ATTO 高塔项目。2月4日，巴西国家科技发展委员会（CNPq/MCTI）启动了 ATTO 高塔国际合作项目的公开征集，总资助金额 92.7 万雷亚尔（约合 126.2 万元人民币），将资助 6 个以该设施为基础的国际合作研究。ATTO 高塔是最大的热带森林观测和研究塔，高 325 米，其建设全部应用巴西自主技术。ATTO 高塔合作项目是巴西和德国政府间合作项目，由巴西科技与创新部（MCTI）下属科研机构国家亚马逊研究所（INPA）和德国马普学会实际运行，该项目配备了大气研究领域的尖端技术和设施，使科学家能够监测和研究 1000 多平方公里的大气情况，从而对亚马逊生态系统进行深入分析，并生成涉及亚马逊森林的气候模型数据，从而产生关于亚马逊生态系统在气候变化中的影响作用的相关研究结果，这是 INPA 近 70 年来的研究重点之一。同时，巴西国家科技发展基金会（FNDCT FINEP/MCTI）宣布投资 800 万雷亚尔用于亚马逊 ATTO 高塔的基础设施建设和维护。

2、亚马逊生物经济和数字化转型计划。2月4日，MCTI 部长通过巴西国家科技发展基金会发布了“亚马逊生物经济和数字化转型计划”的公告。该计划将提供 3000 万雷亚尔，促进北部地区的企业开展生物经济和数字化转型活动。在生物经济方面，将资助农产工业、生物能源、生物材料、卫生、香水和化妆品、化学和健康（药物、植物疗法和保健品）等主题领域利用生物多样性的项目。在数字化转型方面，将资助农产工业、教育、工业、环境监测、健康、物流、环境卫生和公共安全等

²⁶ Amazônia: Governo Federal realiza seis entregas em três dias. <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2022/02/amazonia-governo-federal-realiza-seis-entregas-em-tres-dias>

主题领域应用区块链、人工智能、物联网、增材制造和先进机器人技术等相关使能技术的项目。

3、Vitória Régia 浮动实验室和普罗维登斯系统。2月5日，亚马逊州特非市 Mamirauá 可持续发展保护区落成并启动了 Vitória Régia 浮动实验室，同时启动了世界上第一个森林保护区自动化实时监测系统——普罗维登斯系统。普罗维登斯系统由 MCTI 下属研究单位 Mamirauá 可持续发展研究所与西班牙加泰罗尼亚理工大学合作开发，通过隐藏在 Mamirauá 保护区内的摄像头和麦克风网络，自动监测巴西动物群并自行识别物种，该保护区面积超过 110 万公顷。普罗维登斯设备可以倾听、识别、理解和分类物种，它还会对图像进行分类排序，通过 20 个全自动模块执行分析并将信息实时发送到卫星基地，从而让人们更加了解亚马逊的生物多样性。未来，这项技术将扩展到整个亚马逊和巴西其他保护区。

4、“海牛”实验室。2月6日，位于亚马逊州乌里尼市 Amanã 保护区的“海牛”丛林实验室落成并启动，这是“亚马逊卫星实验室系统”计划的第一个丛林实验室。在“海牛”实验室中，研究人员将开展旨在保护亚马逊地区海牛的研究。此外，该实验室还将开展丛林猫科动物的科研与保护工作。“海牛”实验室也将由 Mamirauá 研究所管理。

Vitória Régia 浮动实验室和“海牛”丛林实验室均属于巴西“亚马逊卫星实验室系统”计划（SALAS/MCTI）的组成部分。预计 MCTI 将在亚马逊地区建立 50 个实验室，总投入 8000 万雷亚尔。SALAS 实验室计划是 MCTI 生物多样性和可持续性计划的一部分，其成员实验室每年将进行公开项目征集，召集来自巴西和国外的研究人员前往 SALAS 实验室开展与生态保护和可持续性相关的合作研究。（刘澌）

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