

Science & Technology Frontiers

# 科技前沿快报

国家高端智库  
中国科学院

2022年8月5日

## 本期要目

美国能源部发布核物理和粒子物理科学设施的供应链风险

英国 UKRI 发布替代蛋白质发展战略报告

欧盟战略前瞻报告分析加速数字化和绿色转型的关键技术

“海洋十年”宣布一系列新行动

英国 NERC 发布《NERC 数字战略 2021~2030》

G7 国家科学院声明呼吁紧急应对四大全球挑战

2022年

总第 098 期

第 08 期

# 目 录

## 深度关注

美国能源部发布核物理和粒子物理科学设施的供应链风险 ..... 1

## 基础前沿

英国 UKRI 推动量子技术器件开发与应用 ..... 11

## 信息与材料制造

美国 DARPA 发布“有保障的神经符号学习和推理”项目 ..... 12

“制造业美国”新建研究所关注工业脱碳技术 ..... 13

## 生物与医药农业

英国 UKRI 发布替代蛋白质发展战略报告 ..... 14

癌症大挑战计划 1 亿美元资助 4 个跨国跨学科团队 ..... 17

欧盟 CBE JU 确定循环生物基研发优先事项 ..... 18

美国 FDA 发布罕见神经退行性疾病五年行动计划 ..... 20

## 能源与资源环境

欧盟战略前瞻报告分析加速数字化和绿色转型的关键技术 ..... 21

麻省理工学院发布《储能系统的未来》研究报告 ..... 23

美国能源部资助建筑碳封存、工业减排和清洁能源制造技术 ..... 27

日本 NEDO 支持开发电网稳定性和分布式能源控制技术 ..... 29

英国 BEIS 资助碳捕集和绿色能源技术创新开发 ..... 30

美国 NOAA 宣布实施濒危物种恢复计划 ..... 31

英国 NERC 资助开展环境研究 ..... 32

美国能源部发布《BETO 研发技术状况 2020》报告 ..... 33

## 空间与海洋

“海洋十年”宣布一系列新行动 ..... 34

美国 NASA 遴选出 3 项“核裂变星表电力系统”任务概念 ..... 37

## 设施与综合

英国 NERC 发布《NERC 数字战略 2021~2030》 ..... 37

G7 国家科学院声明呼吁紧急应对四大全球挑战 ..... 40

英国 4.81 亿英镑投向世界一流科研与创新基础设施 ..... 41

俄罗斯政府拨款 124 亿卢布建设同步加速器 ..... 47

## 深度关注

### 美国能源部发布核物理和粒子物理科学设施的供应链风险

5月，美国能源部（DOE）发布报告《科学设施和工具的供应链风险缓解》<sup>1</sup>，揭示了核物理和粒子物理领域科学设施和工具存在的供应链风险。这是2021年11月能源部科学办公室“科学设施和工具的供应链风险缓解”圆桌会议的总结报告。该圆桌会议汇集来自能源部国家实验室、行业、学术界和其他政府机构的技术、项目管理和采购专家，探讨了科学办公室特有或对其任务至关重要的关键技术领域面临的供应链挑战，以及加强关键技术国内供应链的机会、可能的伙伴关系和机制。报告从3个方面揭示科学设施关键技术的供应链风险：材料与加工、组件、系统。

#### 一、材料与加工

**1、铌。**铌用于超导技术，包括射频加速结构、磁体中的超导导线和探测器。能源部科学办公室任务所需的高纯度铌在美国国内没有生产。 $\text{Nb}_3\text{Sn}$  和  $\text{Nb-Ti}$  合金用于超导粒子加速器以及科学设施的超导圆导线，美国国内制造商包括 Bruker OST 公司、Luvata 公司和 3 家小型企业，但前两家公司分别是德国 Bruker EAS 公司和日本三菱综合材料株式会社的子公司。全球产能巨大的制造商包括：日本的 JASTEC 公司、日立公司、古河电气工业株式会社，中国西部超导材料科技股份有限公司，德国 Bruker EAS 公司，芬兰 Luvata 公司，俄罗斯 TVEL 燃料公司。

**2、高温超导体材料。**高温超导带材用于电力和一些磁体应用，特别是聚变以及 20K 或以上的应用，也适用于在 4K 低温下运行的超高场磁体。目前美国国内的高温超导带材供应能力有限，唯一一家生产商是 SuperPower 公司，但它是日本古河电气工业株式会社的子公司，而且没

---

<sup>1</sup> Supply Chain Risk Mitigation for Scientific Facilities and Tools. <https://science.osti.gov/-/media/hep/pdf/Reports/Supply-chain-risk-mitigation-for-scientific-facilities-and-tools.pdf>

有能力为建造大型设施供应足够数量的高温超导带材。除了选定的大学、国家高磁场实验室和联邦聚变系统之外，国内也没有能力在高磁场条件下对高温超导带材进行测试，之前的高场测试必须在新西兰罗杰斯研究所进行。已知的合格供应商包括美国 SuperPower 公司、俄罗斯 S-Innovations 公司/SuperOx 公司日本分公司、韩国 SuNAM 公司、中国上海超导科技股份有限公司。正在兴起的供应商包括日本藤仓公司，德国 THEVA 公司，美国 AMPeers 公司、美国超导公司。

**3、稀土元素。**适用于加速器的高性能、定制和永磁组件的永磁体和特种合金，是离子源、清洁磁体和波荡器的关键资源。十多年来，稀土元素的供应链一直是美国国家安全和经济安全的话题。在过去 25 年里，中国实现了供应主导地位。美国市场上的特种合金制造公司和高性能磁体公司都很有限，典型的供应商包括日本的日立金属新材料有限公司（前身为日本 NEOMAX 公司）、信越化学工业株式会社，芬兰尼欧联磁性材料公司和德国瓦克华公司。对于大多数定制的永磁结构，非美国公司处于市场领先地位，例如日立金属新材料有限公司、意大利 Kyma 公司、丹麦 Danfysik 公司、德国 Bilfinger Noell 公司。能源部已采取一系列行动来确保稀土元素的供应链，例如成立关键材料研究所、从煤炭和煤炭副产品中回收稀土元素的技术可行性研究等。

**4、高耐辐射材料：XM-19。**XM-19 是一种高合金奥氏体不锈钢，其现有市场涉及热交换器、泵、核裂变燃料容器和其他类似设备，并可能被用作高温超导磁体的主要结构材料。在聚变装置等应用中，可能需要开发和生产特定的合金。XM-19 有两个主要的美国供应商：AK 钢铁控股公司和 G.O.Carlson 公司。全球的领先供应商是英国的安赛乐米塔尔公司（ArcelorMittal）。

**5、高耐辐射材料：加速器靶和粒子束拦截材料。**这些特种材料的

当前供应链有 3 个已识别的漏洞：供应商或厂商单一或很少，某些材料没有国内来源，某些应用中可用材料的微结构和成分的一致性不足。具体为：细颗粒石墨，国内无厂商，微结构一致性不足；铍，一家供应商（美国 Materialon 公司），加工厂商稀缺，两用物项出口管制；钛合金，国内无重要供应商，炉次之间微结构一致性不足；钨，国内无重要供应商；铬镍铁合金，大流行导致供应链延迟；5000 系列到 6000 系列铝合金，大流行导致供应链延迟。未来潜在的加速器靶标材料包括：耐辐射和耐热冲击耐材料、定制石墨、纳米晶钛合金、高熵合金、玻璃碳等。

**6、特种半导体加工。**探测器系统的电子设备需要采用商业制造厂生产的专用集成电路，但新冠肺炎疫情导致了其产能下降。美国国内虽有一些集成电路制造厂，但大多数制造厂，包括最先进的制造厂，都在美国境外。此外，半导体材料也是重要一环。美国、日本和俄罗斯是高级砷化镓光电阴极的先驱，但美国直到 21 世纪初才开始将其商业化，随后开发出应变超晶格光电阴极，然而又由于需求不足，2005 年以后，这些光电阴极停售，导致一直无法在市场上买到。由于缺乏工业应用，很难将企业吸引到这个没有盈利的市场。

**7、中子设施和高功率靶系统的专用部件。**中子设施、高能靶设施和放射性离子束设施上的许多项目需要为特定应用定制技术，因此依赖于一小部分专业公司。在以下 4 类情况下，美国国内供应商很少或根本不存在：特种材料、特种制造工艺、特种专业知识、精密或复杂制造。

（1）特种材料包括镉、铍、硼-10、硼铝合金。其中，镉被列为《回收和保护法案》（RCRA）八种有害金属之一，限制了其应用；铍组件的唯一国内供应商是 Materialon 公司，唯一已知的其他供应商是哈萨克斯坦的乌尔巴冶金厂（ULBA）；硼-10 的唯一国内供应商是 3M 公司，但交付周期很长；硼铝合金没有已知的供应商。

(2) 特种制造工艺包括镉热喷涂涂层、镉加工、电子束焊接、铍加工、用于薄壁精密结构的大直径车削能力、大组分化学镀镍、搅拌摩擦焊、1米以上大直径陶瓷隔离环的制造，其中，镉加工、用于薄壁精密结构的大直径车削能力、1米以上大直径陶瓷隔离环的制造没有国内供应商；镉热喷涂涂层、大组分化学镀镍只有一家国内供应商；其他几种工艺的国内供应商也比较有限，存在交付周期长等问题。

(3) 精密或复杂制造包括水银靶和反射塞以及中子慢化剂，客户和供应商都需要大量的前期投资，从而造成成本高和交付周期长。

**8、特殊材料和加工。**需求可能来自大规模商业产品的应用导向型量身定制，且需求数量相对较少，从而形成了挑战。具体包括：

(1) 铜。在不锈钢上镀铜，A.J.Tuck 公司可提供适用于许多加速器应用的铜和电镀，但生产能力有限，SLAC 国家加速器实验室已经能生产高纯度铜涂层；无氧高导电铜，不在美国生产。

(2) 非蒸发吸气剂。这是一种小市场、高风险、低利润的应用，缺乏国内供应商，标准的非蒸发吸气剂涂层真空室可从德国 FMB 公司和意大利 SAES Getters 公司采购，特殊几何形状通常在国家实验室进行涂层，非蒸发吸气剂泵也是从 SAES Getters 公司采购。

(3) 特殊传感器材料。在晶体和闪烁体上，晶体生长已转移到海外，国内厂商所剩无几，中子闪烁材料有一家高素质厂商，但该组件的主要生产也已转移到海外；在闪烁晶体或化合物半导体传感器等特殊传感器材料上，由于缺乏商业驱动力，支持和维持这些活动的机会有限。

(4) X 射线衍射级金刚石晶体。用于 X 射线自由电子激光器和衍射极限存储环 X 射线源，其应用范围相对较窄，每年的市场价值为数百万美元，因此没有国内供应商，主要供应商是俄罗斯的两家公司，日本也有一家供应商，但产品质量较差。

(5)低背景材料。用于暗物质和无中微子双 $\beta$ 衰变探索的探测器，很多都是放射性材料，使用的3种高度专业化材料包括电铸铜、低放射性铅和低放射性地下氩，由于环境和健康问题以及相关的监管环境，这些材料的美国供应链已经缩小或完全消失。

## 二、组件

**1、铌腔。**纯铌的空腔是超导加速器的核心组件，目前，美国的需求为每年约100个腔。已加工、清洁并适合安装到能源部加速器中的成品铌腔，可从德国的RI公司和意大利Zanon公司购买。先进能源系统公司是美国的高质量腔体供应商，但已不再营业。C.F. Roark公司有能力制造空腔，但其空腔需要在国家实验室进行最终加工和清洁。关键的单个空腔制造步骤可在美国工业和能源部实验室获得，如Sciaky公司和杰斐逊实验室的电子束焊接和Stuecklen公司的液压成形。

**2、高性能超导磁体和组件。**高性能超导磁体和导体一直是并将继续是大型加速器项目的关键部件，主要由国家实验室或大学实验室通过与合作伙伴实验室合作建造。美国的标准产品供应商有限，而欧洲的磁铁行业更为活跃。此外，许多其他不显眼的材料和系统可能会构成供应链挑战，包括低钴不锈钢、耐辐射树脂和复合材料、低硫低磷切削液、>10 kA的大电流引线、驱动磁铁的高稳定性磁铁电源、大电流高电压电源。

**3、光学。**光学领域虽然即时供应链风险适中，但重大中断或外国供应主导市场的影响可能至关重要。能源部供应链有两个主要需求领域：公司生产的标准组件；更困难的专业化光学、激光和计量系统，以支持新的和现有能源部设施。由于廉价劳动力的可用性，国内供应链的材料和制造业正在缓慢向其他国家转移，主要风险是正向中国等高风险国家转移。目前，光子学拥有良好的供应链，主要是缺乏熟练劳动力，这导致能源部项目所需的大多数组件的成本上升、交付周期延长。

**4、X 射线光学。**该类别包括超抛光 X 射线镜、其他图形 X 射线镜、专用镜涂层、闪耀光栅、复合折射透镜、单色器晶体、波带片、X 射线自适应光学、多层劳厄透镜和 X 射线金刚石屏幕。这些领域已经出现为科研服务的少数供应商，但其制造由于需要大量投资而受到限制。而且，有限的市场规模和尖端制造的极端挑战成为新公司进入市场的重大障碍。

**5、专用激光系统和组件。**专用激光组件的市场缺口来自有限的供应商，主要依赖外国供应商，从而导致长时间的采购延迟。目前为实验室激光系统采购专用激光部件存在一系列困难，例如：

(1) 光参量啁啾脉冲放大器高平均功率激光器。这些尖端激光器基于全新的平台，因此只有为数不多的供应商，如德国 Class 5 公司、立陶宛 Light Conversion 公司、德国 AMPHOS 公司，美国一家都没有。

(2) 高能超快激光器和泵浦激光器。主要由国外厂商提供，如法国 Thales 公司和 Amplitude 公司，并已知存在硬件完整性问题，美国国内曾有这类公司，但或者已停止前沿系统的研制，或者被海外公司并购。

(3) 高性能可变形激光光学器件和脉冲整形器。只能由少数外国供应商提供，如法国的 Fastlite、Imagine optics 公司和 Phasics 公司。

(4) 用于超快激光器的单模光纤放大器。这些激光器由美国 Thorlabs 公司和其他供应商提供，但要满足高能超短脉冲激光系统的需求，新型放大器目前须在国家实验室定制。

(5) 大模面积光纤激光放大器模块。国外厂商丹麦 NKT Photonics 公司提供基于光子晶体光纤的低集成模块，国内供应商 Optical Engines 公司可以提供基于其他大模面积光纤的高集成模块，但单一供应商增加了产品性能和成本风险。

**6、专用中子仪器。**这些仪器非常专业化，因此厂商范围有限，而且主要在外国。例如：氦-3 中子探测器，只有美国 Reuter-Stokes 公司



这一家供应商；Heusler 分析仪、单色仪和晶体阵列，有两个国外供应商，法国的 CEA Saclay 和利昂-布里渊实验室，没有国内供应商；中子斩波器、斩波器盘和速度选择器，有两个国外供应商，法国空中客车防务及航天公司和匈牙利 Mirrotron 公司，没有国内供应商。

**7、成像传感器和电子设备。**相当多的传感器企业已经离开了美国，包括光电探测器、晶体生长器、用于跟踪和成像的气体探测器以及硅基 X 射线探测器。科学办公室很多科学项目的关键组件来自海外供应商，尽管其中许多技术是在美国发明的。宇宙学研究依赖于高质量的成像传感器，全球只有一家供应商。几乎所有的真空光电探测器制造都转移到了海外。基于半导体的光电探测器的供应商大多数是国外的，只有在超导光电探测器领域，美国才能保持优势，因为国家标准与技术研究院（NIST）是这项技术的世界领先者。

**8、高压部件。**高压电缆、铸造插座和高压电源的国内供应商有限。Dielectric Sciences 公司可提供电缆和插座，但由于需求量大且原材料供应不足，产品交货期很长。需要开发新的电缆和插座来推进>500 kV 的下一代高压光电枪，但由于缺乏足够的熟练劳动力，供应商无法参与。Glassman 公司制造高压电源并将开发新功能，但由于需要进行大量产品开发，交货时间较长。电子和离子源需要可靠且可重复的定制高压绝缘体，没有已知的美国供应商，法国 SCT 公司可定制，但交货时间很长。

**9、低温部件。**脉冲管低温冷却器已成为量子信息科学、量子传感等领域的毫开尔文制冷系统的标准冷却器，但只有一家美国厂商和一家外国厂商，交货时间很长。为量子传感和量子计算提供毫开尔文稀释制冷机的供应商数量有限，单一的海外厂商占据了大部分市场。大型氦制冷系统的关键部件，如涡轮膨胀机等，没有国内供应来源。

**10、电子设备。**科学办公室所需的重要电子设备可分为三大类：与

工业应用和科学设施相关的商用现成品（COTS）电子设备；为大型科学设施（小市场）需求量身定制的科学仪器；主要由内部开发且使用的定制解决方案，如支持科学数据采集和计时系统。三类电子设备的挑战主要在于涉及一定数量的外国制造。由于生产运行有限和供应商利润率小，这些电子设备会面临订单交付周期过长、价格大幅提高等挑战。

**11、软件。**软件方面关注两类：商用现成品以及定制科学软件。在商用现成品中，主要问题是出现垄断的成本，如美国红帽公司的 Linux 系统已成为行业标准，当在现代科学设施中部署数千台计算机主机以满足控制和数据采集与分析系统的需要时，此类软件的许可费成为一个重大负担。在定制科学软件方面，运营复杂科学设施的国内外实验室与私营公司合作，共同开发运营控制和数据处理框架以及数据分析软件框架，如 EPICS、BlueSky、PyDM 和 CS Studio。这些通常根据科学界和每个设施的需要，基于开源标准平台和图书馆量身定制，面临的主要挑战是缺乏持续资金来维护和扩展这些系统。

### 三、系统

**1、低温组件。**围绕高性能超导腔建造的完整低温组件安装在美国的国家实验室和大学。费米实验室和杰斐逊实验室拥有先进的低温组件组装生产能力，但美国没有生产完整低温组件的重要工业能力。

**2、传导射频技术。**该技术已成为医疗和工业辐射应用的驱动力。美国领先的医用直线加速器公司是西门子（前身为瓦里安公司），欧洲和亚洲也有许多其他具有类似能力的公司。虽然很多专业公司可以完成多数子流程，例如直线加速器设计和制造、射频结构制造以及铜结构的钎焊和组装，但行业中缺乏足够的全系统能力。

**3、高功率激光器。**高功率激光器是加速器注入器、冷却和先进加速器概念的重要驱动力，虽然美国保留了领先的实验室专业知识，但商

业供应商很少，供应商主要位于欧洲和亚洲。高重复率 (>1 kHz)、高功率激光器是从研究过渡到先进加速器技术和超快激光表面加工等其他应用的下一步，美国在高重复率系统中保持着重要的领导地位，但供应链并不发达。例如，在超快光纤激光器系统中，很少有供应商提供单模前置放大器或大模面积光纤放大器，其他先进激光技术中的掺铥氟化钪锂 (Tm:YLF) 晶体、掺镱钇铝石榴石 (Yb:YAG) 等高效材料以及用于这些材料的泵浦激光器，也面临同样的问题，欧洲和亚洲国家正在大力投资以开发和工业化这些技术，例如德国弗劳恩霍夫研究所。

**4、主动反馈控制、加速器仪表、低电平射频系统。**利用人工智能、机器学习和现场可编程门阵列的主动反馈控制、专用加速器仪器和低级射频系统，对改进加速器和激光控制以及扩展性能都很重要。这是一个新兴领域，集成系统的供应商很少，主要在欧洲。

**5、电子显微镜。**电子显微镜已成为每个研究实验室的主要设备，但供应商很少，美国 Nion 公司生产专用于超高真空下扫描透射电子显微镜的专用显微镜，大多数供应商在国外，如日本的日本电子株式会社和日立公司，荷兰 FEI 公司（现为美国赛默飞世尔科技公司一部分）。许多用户设施和实验室的显微镜通常从美国以外的供应商处购买。

**6、支持量子计算的仪器和系统。**量子技术的现有供应链严重依赖外国供应商和外国独家供应商，在某些情况下，没有国内供应商。

(1) 稀释制冷机。其厂商数量非常有限，大多数在海外，世界上大约 70%~80% 的稀释制冷机来自芬兰的 Bluefors 公司。此外，量子计算需要稀释制冷机，目前尚未开发出工业产品，当前的解决方案无法满足行业需求。

(2) 脉冲管低温冷却器。每个稀释制冷机都依赖于至少一个低温冷却器，较大的系统通常需要多个。目前只有一家美国供应商和一家外

国供应商，但这家美国供应商缺乏显著的开发能力。此外，脉冲管低温冷却器所需的稀土材料钬铜 2 ( $\text{HoCu}_2$ ) 主要来自中国和俄罗斯。日本有一家主要供应商，但有人认为它也在中国加工。美国的一家供应商试图进行  $\text{HoCu}_2$  的加工，但尚未达到足够的质量。

(3) 压缩机组件。每个低温冷却器都需要一个压缩机组件，目前只有一家日本供应商，美国的唯一供应商由于缺乏盈利能力而停止生产该产品。

(4) 低温电子设备。低噪声低温放大器、量子限制放大器、高密度低温信号传输和低温无源元件等产品是正在重新发明的电子设备，需要面向低温通过新的设计进行小型化，美国现有供应链和对这些组件的投资有限，而外国正大量投资这些领域，欧洲有许多低温电子硬件初创公司，美国几乎没有。

**7、高性能计算。**能源部是高性能计算领域的国际领导者，高性能计算的供应链问题主要由供应商供应链问题驱动，导致交付时间过长。供应商将各种组件集成到高性能计算系统中，并增加了独特、高度复杂的技术价值，如定制高速、低延迟网络互连，定制系统管理软件，自定义网络管理软件，自定义用户环境、编程工具和软件库等，国内供应商很少有能力和支持能够维持美国在该领域领导地位所需规模的系统，并且还存在着失去领导地位的风险。主要系统组件的供应商和竞争技术也有限，如高速网络主要有英特尔、Mellanox 公司等，高性能文件系统主要有 DDN 公司、IBM 公司、德国 ThinkParQ 公司等。此外，高性能计算还极易受微电子供应链问题的影响，包括材料、制造和交付问题。

最后，报告指出了降低供应链风险可能出现的机会。从整个供应链角度，应加强信息协调、支持战略研发、供应商培养以及劳动力发展。从实施层面，近期机会（2 年内）包括能源部实验室采购、合作和培训，建立供应商数据库，与供应商发展伙伴关系，为国家实验室的基本软件

开发提供充分支持；中期机会（2~5 年）包括建立卓越中心、建立库存管理系统共享库存、通过弹性评分调整政府采购决策、开展竞争力分析、进行跨实验室供应链预测、为科学组件和系统支持和扩展美国小企业生态系统；长期机会（5~10 年）包括关键组件研发的技术转让、能源部和行业合作共同开发、创建跨实验室采购协议、启动能源部实验室职业发展计划、与私人投资者合作开发新兴市场等。 （黄龙光）

## 基础前沿

### 英国 UKRI 推动量子技术器件开发与应用

6 月 15 日，英国国家研究与创新署（UKRI）宣布将向量子研发项目资助 600 万英镑（约合 4808.94 万元人民币），用于推动光子集成电路、激光器、单光子雪崩二极管和纠缠光源等量子技术在安全通信、新型成像方法、传感和计算等领域的应用。这些项目可分为器件开发与应用推广两类<sup>2</sup>。

**1、器件开发类项目。**技术方向包括：把所有重要组件集成到封装中，降低用于驱动磁光阱的光电模块的尺寸、重量、功率和成本；开发轻量紧凑、低功耗、强大和稳定可靠的新型激光器，使量子技术能够在恶劣和动态环境中部署；AlGaAsSb 红外单光子雪崩二极管项目将针对目前甲烷探测技术的不足，通过研制高性能单光子探测器，使量子气体传感摄像机的探测效率提高 4 倍；开发设计指南和封装流程，用于快速、低成本地封装量子光子集成电路；掺杂胶体量子点项目将量子软件和硬件结合起来，推动量子计算机纠错方面的进步；建立台式的纠缠光子源，并用于小型卫星平台；开发基于原子自旋陀螺仪的导航级技术；开发用

---

<sup>2</sup> Bringing quantum technologies into the real world. <https://www.ukri.org/news/bringing-quantum-technologies-in-to-the-real-world/>

于计算应用的集成量子光子技术并实现其商业化；论证利用里德堡态的超冷原子探测甚高频和超高频波段射频辐射的可行性；探究高性能、紧凑和可靠的纠缠光子对源等。

**2、应用推广类项目。**技术方向包括：开发用于各种应用的现场就绪型全套解决方案，以及用于小型卫星使用的纠缠光子光源；激光冷却光子量子存储系统项目将在商业可扩展的平台上展示最先进的激光冷却光子量子存储器寿命；利用商业工程技术将量子传感器带入日常生活，让没有经过高度专业训练的人也能用上相关技术与仪器；推动功能量子传感原型从实验室走向日常生活，并提供专业知识使传感器更接近市场应用；解决工业优化难题的量子计算项目将容错量子计算机的潜力，以解决与电信网络相关的长期优化问题；半导体自旋量子器件模拟器项目将开发基于真实机器学习的超快模拟器，并用于能够实时控制量子器件的软件，以实现自动量子比特调谐、优化和稳定等。 (黄健)

## 信息与材料制造

### 美国 DARPA 发布“有保障的神经符号学习和推理”项目

6月3日，美国国防高级研究计划局（DARPA）发布“有保障的神经符号学习和推理”（ANSR）项目征求建议书<sup>3</sup>，旨在推进混合人工智能算法，并开发基于证据的技术。

DARPA 认为，尽管最近在机器学习算法和保证技术方面有所改进，但高水平的自主性仍然难以实现，其原因有两个方面：数据驱动的机器学习缺乏透明度、可解释性和稳健性，并且有不可持续的计算和数据需求；依靠知识表征和符号推理方法构建的智能应用和自主系统无法完全解决现实世界中遇到的不确定性。ANSR 项目试图以新的、混合神经符

---

<sup>3</sup> DARPA's ANSR to Improving Trustworthy AI. <https://www.darpa.mil/news-events/2022-06-03>

号的人工智能算法来解决这些挑战，该算法将符号推理与数据驱动的深度学习融合，创建强大、有保障、值得信赖的人工智能系统。ANSR 项目将涉及 4 个技术领域，分别是算法和架构、规范和保证、平台和能力示范、保证测试和评估。

(1) 算法和架构：开发和模拟新的人工智能算法和架构，将符号推理技术与数据驱动的机器学习深度融合，并将探索和评估一系列适用于无辅助的情报、监视和侦察（ISR）任务的可能架构。

(2) 规范和保证：设计适用于混合人工智能算法的动态规范，能根据不同任务进行动态调整；同时研究量化特定任务风险的方法，共同保障新算法的正确性和安全性。

(3) 平台和能力示范：为混合人工智能算法开发工程应用用例和架构，示范和评估其性能。研究团队计划使用 ANSR 技术在高度密集的城市环境执行无辅助的 ISR 任务，考察其能否生成一个全面准确的城市共同作业图，并及时描述友好、敌对和中立实体等关键要素，进而演示和评估 ANSR 的性能。

(4) 保证测试和评估：开发包括对抗性人工智能在内的测试工具，并针对上述工程应用用例评估 ANSR 技术，说明其独特优势。(杨况骏瑜)

## “制造业美国”新建研究所关注工业脱碳技术

6 月 23 日，美国能源部（DOE）发布了 7000 万美元的资助机会公告，将建立“制造业美国”框架下的第 17 家研究所<sup>4</sup>，这也是能源部资助的第 7 家研究所。新研究所将重点推进工业脱碳技术，助力美国在 2050 年前实现净零排放，重点关注 3 个主题领域。

### 1、电气化加热技术的合作研究、开发和示范。通过开发和推广电

---

<sup>4</sup> DOE Announces 7th Clean Energy Manufacturing Institute. <https://www.manufacturingusa.com/news/doe-announces-7th-clean-energy-manufacturing-institute>

气化工业过程加热技术，可显著减少温室气体排放。电气化加热技术包括电阻加热、感应加热、电磁辐射加热、紫外线感应转变、红外线加热、电子束以及等离子体加热与转变等。这些技术可用于加热、熔化、成型、固化和干燥等多种制造过程，并应用于各行业。研究所将推动供应链各环节之间的协调，助力以具有成本效益的方式实现规模化新应用。

**2、过程建模与优化工具。**过程建模工具涉及：过程设计；优化过程以验证收益；将新技术整合到更广泛的制造过程中；确保电气化加热技术的安全性和可预测性等。传统加热过程已被纳入大多数过程模型当中，电工技术模型则较为少见，而且现有模型也不易于整合进整个工厂优化的完整工艺流程中。系统级的优化对加热过程很重要，需开发必要的工具来支持工艺设计、优化、系统集成和安全操作等，推动新技术的应用。同时，计算方法需将传统算法与机器学习、数字孪生建模和先进传感技术等新兴方法有效结合起来。

**3、技术、市场与影响分析。**将利用技术和市场分析以及利益相关者的意见来制定路线图，通过将资金引导到影响大、经济可行的领域来减轻投资负担，通过引导制造商采用最有可能实现预期影响的技术来加速部署。

(万勇)

## 生物与医药农业

### 英国 UKRI 发布替代蛋白质发展战略报告

6月14日，英国国家研究与创新署（UKRI）“转型食品挑战计划”（TFP）与 Growing Kent & Medway 公司合作，围绕替代蛋白质的研发、生产、消费的挑战与机遇发布前瞻战略报告<sup>5</sup>，介绍了英国替代蛋白质

---

<sup>5</sup> New report reveals next steps for the alternative protein industry. <https://www.ukri.org/news/new-report-reveals-next-steps-for-the-alternative-protein-industry/>



行业未来的路线图。报告强调需要进一步投资和发展 3 个重点领域，以及各领域中短期（5 年以内）和长期（5 年以上）的技术挑战与机会。

**1、植物蛋白质。**包括豆类和其他植物的提取物、农业食品生产的副产物等。

（1）中短期技术挑战包括：味道和功能需模仿动物源性蛋白质，需要更好更多样化的原材料；掩盖/消除异味及模仿动物蛋白来改善植物蛋白的成分和风味质量；植物蛋白加工设施规模小，加工能力多样性低；没有形成新的轮作模式，缺少植保化学品；确保植物蛋白来源能适应气候、促进饮食多样性和农业/生物多样性。中短期技术机会包括：开发作物种植副产品、减少废物和副产物，有机会利用其他食品加工过程的副产物或其他未充分利用的资源；开发改善营养或更好的功能等差异化特征增加植物蛋白的竞争优势；制定新的植保方法，将豆类作物整合到轮作中。

（2）长期技术挑战包括：研究替代蛋白质来源与动物源性蛋白质营养的等效性；蛋白质提取过程需要更可持续、更有效及低成本以实现规模化，提取过程需要融合能源、水和废物的利用；缺乏适合英国的商业化植物品种；需要提高产量稳定性。长期技术机会包括：通过豆科作物的基因编辑和基因组测序来加速培育蛋白质/营养强化品种、具有气候适应力或地点适应力的品种，以及可促进健康的品种；利用大麻、荞麦等更多不同的植物蛋白替代来源；开发环境影响较小、产量更高、成本更低的加工提取方法，研究加工过程与营养功能的关系。

**2、发酵蛋白质。**包括来自发酵（如藻类、细菌、真菌或基于气体或能量的系统）的蛋白质，以及细胞培养技术，如实验室培养肉制品。

（1）中短期技术挑战包括：需要应用可扩展的生物反应器开发强大的生物过程；需要开发针对牲畜细胞进行优化的替代细胞培养基，并解决成本和可持续性问题的；实现与传统肉类的成本相当；提高发酵能力

和效率；解决生产优化问题，包括提高生产力、建立稳定的生产流程、解决特定的技术挑战等。中短期技术机会包括：对哺乳动物细胞行为进行大规模建模，并为新型生物反应器设计提供信息；开发新的细胞培养基配方，识别低价氨基酸和生长因子来源，绘制动物成肌细胞、脂肪细胞等的分泌组图等；建立细胞系储存库和标准化隔离协议，通过开放获取获得家畜物种细胞系；开发具有更高可持续性和低成本的替代碳水化合物；开发基于发酵的新功能蛋白质，竞争乳制品和鸡蛋蛋白市场；开发精准发酵技术，实现与动物蛋白相同的乳制品、鸡蛋和肉类蛋白质。

(2) 长期期技术挑战包括：用于藻类、真菌等的综合生物精炼厂，克服“死亡之谷”。长期技术机会包括：开发生物工艺，提高悬浮培养生长效率，开发养殖肉半连续生物工艺，开发灌注计算模型；提高加工废物的价值，利用农业废物作为碳源，减少对玉米、甜菜等的依赖；开发具有新功能的蛋白质。

### 3、新型蛋白质。包括新型水产蛋白和昆虫蛋白。

(1) 中短期技术挑战包括：缺乏昆虫育种专业知识；昆虫生产量低；降低生产成本、实现自动化、扩大生产规模、经济地利用副产品；生产设备自动化不足，缺乏可用、经过测试的机器；需扩大并多样化可以养殖的水产品种，并评估不同品种在产量和气候变化适应力的表现；需可生物降解和对海洋安全的聚丙烯替代品作为海藻载体。中短期技术机会包括：使用各种有机废物转化为昆虫生物质，使昆虫生产原料多样化；昆虫养殖场的全自动养殖；识别海藻中具有抗菌特性的化合物；研发可生物降解并对海洋安全的聚丙烯替代品。

(2) 长期期技术挑战包括：需扩大昆虫生产量；获得更便宜的原料，如肥料等。

(邢颖)

## 癌症大挑战计划 1 亿美元资助 4 个跨国跨学科团队

美国国家癌症研究所 (NCI) 与英国癌症研究中心 (Cancer Research UK) 于 2020 年合作启动了癌症大挑战 (CGC) 计划, 旨在资助全球的跨学科团队开展癌症研究, 进而改善癌症的治疗。6 月 16 日, 该计划宣布了新一轮的资助, 向 4 个跨学科团队资助 1 亿美元, 每个团队将在 5 年内各获得 2500 万美元<sup>6</sup>。获得资助的团队及其研究方向如下。

(1) 由美国罗格斯癌症研究所、美国威尔康奈尔医学院和美国冷泉港实验室领导, 美国和英国研究人员联合组成的 CANCAN 团队, 重点围绕癌症恶病质开展研究。恶病质是一种使人衰弱的肌肉消耗综合征, 严重影响许多晚期癌症患者的生活质量和生存期, 该团队将深入研究这种症状, 并开发治疗方法。

(2) 由美国斯坦福大学领导, 英国、美国和德国研究人员联合组成的 eDyNAmiC 团队。该团队将重点研究染色体外环状 DNA(ecDNA) 的产生及其在帮助肿瘤进化和逃避治疗中发挥的作用, 进而开发靶向这些机制的癌症治疗新方法。

(3) 由美国国家儿童医院和英国伦敦大学学院领导, 美国、英国和法国研究人员联合组成的 NexTGen 团队。该团队将致力于开发针对儿童癌症的工程化 T 细胞疗法, 并探索肿瘤微环境的改变是否有助于提升疗效。

(4) 由美国加州大学旧金山分校、国际癌症研究机构和西班牙巴塞罗那生物医学研究所领导, 美国、法国和西班牙研究人员联合组成的 PROMINENT 团队。该团对旨在发现诱发正常细胞癌变的因素, 包括致癌物和其他突变诱导因子, 从而为癌症预防提供依据。 (杨若南)

---

<sup>6</sup> Four multinational, interdisciplinary teams selected to address major challenges in cancer. <https://www.nih.gov/news-events/news-releases/four-multinational-interdisciplinary-teams-selected-address-major-challenges-cancer>

## 欧盟 CBE JU 确定循环生物基研发优先事项

6月3日，欧洲循环生物基产业联盟(CBE JU)发布年度工作计划，发布2022年项目提案征集信息<sup>7</sup>，将资助1.2亿欧元（约合8.35亿元人民币）用于12个主题，以驱动欧洲具有竞争力的循环生物基产业。

CBE JU是欧盟与生物基产业联盟(BIC)共同建立的价值20亿欧元的合作伙伴关系，将基于其前身欧盟生物基产业联盟(BBI JU)的成功经验，实现3个战略目标：加速生物基创新解决方案的创新进程和开发，加速现有成熟和创新的生物基解决方案的市场部署，确保生物基工业系统的高水平环保性能。

CBE JU将资助3种类型的行动：研究和创新行动，建立新知识，探索新技术，改进技术、产品、流程、服务，研究解决方案的可行性；创新行动，从原型放大到产品验证，以及市场复制行动；合作和支撑行动，构建利益相关者社区，支持技术愿景，拓展、传播和利用研究成果等。

**1、创新行动。**资助6个项目：用于循环生物基产品的生物碳捕获和利用(CCU)，资助1000万欧元，将支持研究人员升级生物气态碳捕获和利用的技术解决方案，并根据欧洲气候法的目标和欧盟委员会的“可持续碳循环”通讯，生产可持续的循环非化石产品；农村地区农业残留物、副产品和废物的可持续动员和增值的合作商业模式，资助1000万欧元，将通过促进初级生产者之间多种形式的合作来支持生物经济战略和协同农业政策，以在公平的生物基价值链中生产可持续的增值生物基产品；以生物基替代化石基化学构件的具有成本效益的生产路线，资助1200万欧元，开发具有改进的技术或环境性能的生物基的新型专用或嵌入式平台化学品，促进相关系统的循环性和碳中和；混合生物基废

---

<sup>7</sup> CBE JU work programme sets funding priorities for 2022. <https://www.cbe.europa.eu/news/cbe-ju-work-programme-sets-funding-priorities-2022>

物流的协同处理，资助 1200 万欧元，支持研发混合生物废物流的分离和转换技术，有助于实现欧洲关于生物废物的目标和资源的有效利用；在多产品、零浪费、零污染的生物精炼厂中最大限度地提高可持续采购的生物基原料的价值，资助 1400 万欧元，部署具有最高循环水平的解决方案，同时从生物基原料中获取最大价值，以生产生物基产品并防止和控制生物基产业的任何污染；高附加值食品或饲料原料的替代来源，资助 1400 万欧元，将根据公平、健康和环保食品系统的“从农场到餐桌”战略、生物多样性战略和欧洲绿色协议的优先事项，支持从替代可持续来源大规模生产高价值食品或饲料成分，且不会对当地的生物多样性和生态系统造成影响。

**2、研究和创新行动。** 资助 5 个项目：符合市场严格要求的高性能生物基聚合物，资助 900 万欧元，为电子、汽车、航空航天、建筑等要求严格的行业量身定制特殊的生物基聚合物；生物基涂料、阻隔层、粘合剂和粘合剂，资助 900 万欧元，将提供具有改进的环境和生产效率、更高的技术和应用性能，以及通过先进/新功能实现循环的解决方案；设计循环生物基材料，以改善复杂结构的循环性，资助 900 万欧元，将在循环生物基经济范围内研发创新、可持续的生物基材料，以提高当前使用的复杂结构的循环性和可回收性，例如多层或多材料结构，包括塑料和复合材料；替代和非常规来源的蛋白质，资助 900 万欧元，用于支持将蛋白质用于食品、饲料和非食品生物应用，使欧洲蛋白质来源多样化，减少对进口的依赖；可持续纤维生物精炼原料，资助 900 万欧元，通过欧洲绿色纤维作物的种植、开发和产业应用，促进欧洲纤维生物经济的发展。

**3、合作和支撑行动。** 资助 1 个项目，即开发和验证环境可持续性和循环性监测系统：收集最佳实践和基准，资助 300 万欧元，将支持生物基行业、贸易商和认证公司追踪工业生物基系统的环境影响和循环性，

以实现欧盟工业生物基系统的负责任生产，符合 2030 年气候目标计划和欧盟零污染行动计划。 (郑颖)

## 美国 FDA 发布罕见神经退行性疾病五年行动计划

6 月 23 日，美国食品与药品监督管理局（FDA）发布了包括肌萎缩性侧索硬化症（ALS）在内的“罕见神经退行性疾病行动计划”<sup>8</sup>。这是一项为期 5 年的战略，将推动安全有效医疗产品的开发，促进患者获得新的治疗方法，从而改善和延长罕见神经退行性疾病患者的生命。

该行动计划根据拜登总统于 2021 年 12 月 23 日签署的《加速获得 ALS 关键疗法法案》的规定而制定，具体行动包括监管科学倡议、加强现有计划和新的政策倡议等。

**1、重点活动。**5 年内将通过开展 4 项有针对性的活动，加强科学进步和促进罕见神经退行性疾病的创新，包括：建立 FDA 罕见神经退行性疾病工作组；建立罕见神经退行性疾病的公营部门与私营机构合作；制定针对具体疾病的科学战略；FDA 开展监管科学行动。

**2、ALS 科学战略的重点领域。**包括：更加深入了解疾病发病机制和发病史，包括量化疾病进展，预测生物标志物和预后生物标志物，基础科学发现的高效转化和实施；尽可能方便患者获得新药，并通过减少不同人群面临的障碍和负担来促进更多患者参与临床试验；利用数字健康技术和分散试验设计，确保扩大获取机制，并将之适当纳入开发计划；加强临床试验基础设施的灵活性，以便能及早选择有希望的治疗候选药物并进行进一步开发，优化临床试验设计，改善试验的可及性，简化临床试验操作，并减少药物开发的时间和成本。 (郑颖)

---

<sup>8</sup> FDA Releases Action Plan for Rare Neurodegenerative Diseases, Including ALS. <https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-releases-action-plan-rare-neurodegenerative-diseases-including-als>

## 能源与资源环境

### 欧盟战略前瞻报告分析加速数字化和绿色转型的关键技术

6月29日，欧盟委员会发布《2022年战略前瞻报告：新的地缘政治背景下实现绿色和数字化转型》，强调实现2050年净零目标需要加速数字化和绿色双重转型<sup>9</sup>。报告指出，技术创新将在能源、交通、工业、建筑和农业等主要碳排放领域发挥关键作用，到2050年实现碳中和目标必须推进当前正处于实验、示范和原型阶段的新兴技术发展。加速实现数字化和绿色转型的关键技术包括：

**1、能源数字化。**乌克兰危机突出了地缘政治影响，必须加速清洁能源转型并建立更具弹性的能源系统。数字化和绿色双重转型将增加电力需求。数字化可加强欧盟能源安全，支持能源载体的更有效流动并增加市场之间的互联互通。主要包括：通过数字技术提供必要的数字数据，以更精细和近实时地匹配供需；通过数字技术、新型传感器、卫星数据和区块链改进能源生产和需求预测，使智能电网能够根据影响波动性可再生能源生产的天气条件调整需求，有效管理和分配可再生能源，促进跨境流动并防止供应中断；通过数字化使能源消费行为转向绿色能源，并影响能源交易，如通过“能源即服务”和数据驱动的创新能源服务改变能源供应商和消费者之间的交互；通过微电网和自组织电网实现自下而上的能源系统管理；需增强网络安全以及建立安全、自主的通信系统，以提高抵御多种网络安全威胁的能力。

**2、通过数字技术实现绿色交通。**人口增长和生活水平提高将使得交通需求持续增长，预计到2050年全球客运量将比2015年增长3倍。需从两个方面发展数字技术以推进绿色交通：数字技术与下一代电池技

---

<sup>9</sup> 2022 Strategic Foresight Report: twinning the green and digital transitions in the new geopolitical context. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_22\\_4004](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_4004)

术结合以推进交通可持续发展，包括数字技术与电动飞机结合以建立连接整个欧盟的小型区域机场网络，管理交通运输的电气化需求，在系统层面集成传感器、计算能力和先进软件，利用车辆和环境数据优化充电，利用“车辆到电网”技术为智能电网提供灵活性并最大限度集成可再生能源，通过联网自动（包括自主）船舶及车辆的数字化解决方案提高交通管理效率并降低能耗，在真实环境中测试交通解决方案，开发汽车“数字孪生”以提供关于实时性能、服务历史、配置、零件更换或保修的完整数据，开发新技术和基础设施以发展人工智能、云技术或半导体等智能交通相关数字技术，建立通用标准、基础设施、平台和治理框架；结合数字化和人工智能技术，开发更高效的多式联运解决方案，将所有模式集成在可互操作的单一平台中，实现“交通即服务”，从而提高公共交通的效率以及用户的可获得性和经济性，促进共享或拼车等方式的普及，促进使用新的低排放、数字和人工智能解决方案，实现数据共享。

**3、通过数字技术推进工业碳中和。**工业占全球终端能源消费的 37% 和温室气体排放量的 20%，其中钢铁、水泥、化工、造纸四大能源密集型行业占全球碳排放的 70%。数字技术可应用于多种燃料和原料的大型工业能源用户的供需管理，包括：通过智能电表提供能源消耗的实时信息并发送到能源管理工具中以提高能效；通过监测控制、大数据分析和数据采集系统提高工业流程和流程数据的效率，以实现更明智的决策；通过“数字孪生”改进系统设计、测试新产品、监测和确保预测性维护、评估产品生命周期并选择最佳材料；基于数据驱动的优化以改进现有材料、开发更环保的替代品并延长其使用寿命；监测和跟踪产品材料或零件信息，以改进维护并实现高质量闭环回收来提高循环性；制造、数字和其他先进技术的集成，如机器人或 3D 及 4D 打印。

**4、绿色建筑数字化。**人口趋势和城市化将推动建筑需求变化，到



2060 年全球建筑存量规模将翻一番。为推进建筑减排，到 2030 年须实现新建建筑零排放并改造 1/5 的现有建筑。数字技术将有助于建筑能源消费的绿色替代，并提高整体能效，主要包括：发展智能建筑和仪表；通过建筑信息模型提高建筑能效和用水效率，并为建筑设计提供数据依据；通过匿名数据、智能设备和消费者行为分析促进有针对性的建筑翻新；通过数字日志和生命周期分析支持对建筑全生命周期排放的评估、报告和跟踪，并有助于减少材料对环境的影响和防止使用有毒材料；通过数字孪生改变城市空间的使用规划、监测和管理，以减少城市排放，提高资源效率和生活质量，更好地利用建筑空间，并增强建筑抗风险能力。

**5、智慧和绿色农业。**如果不采取政策行动，到 2050 年全球农业排放将增加 15%~20%。数字技术将有助于实现智能和绿色农业，主要方向包括：通过现场数字传感以及原位和空间利用相关技术，减少水、杀虫剂、化肥和能源的使用；通过数字孪生提供数据以管理产品的多样化，并利用功能生物多样性来重新设计除害虫；将量子计算与生物信息学和植物基因组学相结合，促进对减少农药和化肥使用相关的生物和化学过程的理解；开发促进当地分销和避免食物浪费的数字平台，以促进当地生产并缩短消费路径；通过卫星数据、传感器、区块链和价值链相关数据，提高农产品的可追溯性和透明度；开发开放农业数字平台，提供安全可信的数据共享和数字服务（如精准农业），以创造高效的市场；开发支持更多样化农业模式的标准化流程数字解决方案。（岳芳）

## 麻省理工学院发布《储能系统的未来》研究报告

5 月 22 日，麻省理工学院发布《储能系统的未来》研究报告指出，到本世纪中叶，可再生能源发电有望取代化石燃料发电，部署不同的储能技术可以优化和利用不断增长的可再生能源发电量。报告研究和分析

了电化学储能、储热、化学储能和机械储能等储能技术的关键性能、应用领域和成本指标等，呼吁应积极支持长时储能技术、多类型电化学储能技术，以实现到 2050 年电网系统完全脱碳<sup>10</sup>。

**1、储能技术创新阶段比较。**能源相关的技术创新通常需要经过 5 个阶段：①概念提出，②技术研发，③一定规模的工程试验，④技术示范，⑤部署应用。表 1 涵盖了各种储能技术当前创新阶段。

表 1 特定储能技术当前创新阶段

储能相关技术	创新阶段				
锂离子电池		②		④	⑤
液流电池（无机电解质）		②		④	⑤
液流电池（有机电解质）	①	②	③		
钠硫电池				④	⑤
金属-空气电池		②	③		
关键材料供应（金属和稀土金属）	①	②	③		
电池回收	①	②	③	④	
电池二次利用	①	②			
抽水蓄能				④	⑤
储热		②	③	④	
氢气生产、运输、储存	①	②		④	
制氢（光电制氢、高温气冷堆制氢、电解水制氢）		②			

随着脱碳要求变得更为严格和对波动性可再生能源发电的依赖不断增加，长时储能技术具有更广泛的应用前景。例如在波动性可再生能源发电供应低谷期或由于极端天气导致异常高水平的电力需求，而此时电网运营商被禁止使用未装碳捕集装置的天然气发电时，长时储能技术至关重要。

**2、电化学储能。**电化学储能能量密度通常比机械储能和储热系统高，但比化学储能（氢储能）系统要低。电化学储能由于占地空间小，不受地理环境和资源的限制等特点成为一种通用且高度可扩展的技术，其应用领域涵盖发电厂到住宅等多种场景。其中，锂离子电池因具有高

<sup>10</sup> The Future of Energy Storage. <https://energy.mit.edu/wp-content/uploads/2022/05/The-Future-of-Energy-Storage.pdf>

能量密度、高功率密度和高往返效率，在电动汽车和短时电力系统储能领域广泛应用。用于电池制造的关键材料成本和可获取性决定了锂离子电池的应用成本，并可能限制其未来部署规模，而这一挑战将促使电化学储能从高性能锂离子电池的研发转向化学原料更为丰富的其他新型电化学储能技术。目前，锂离子电池正在朝向低成本和高性能方向发展。基于其自身储能容量成本的限制，锂离子电池不太可能大规模应用于长时（大于 12 小时）电力储能系统中。为实现更具经济效益的长时储能，美国能源部应支持该方向的技术研发和示范，以推进使用储量更为丰富的材料来替代锂离子电池技术。长时储能的成本、使用年限和制造规模使研究人员探索新型电化学储能技术，例如氧化还原液流电池、金属-空气电池，这类电池使用更为廉价的充放电材料，更具有长时储能的特点。虽然这几种新型电化学储能技术已展现其应用前景，但在关键科学、工程和制造方面仍存在短板，需要政府加大力度进行投资协调予以支持。其他国家，尤其是中国正在积极探索该类技术的创新突破。

**3、储热。**储热技术是利用低成本材料储存热量，是一种适合长时储能需求的技术，其主要挑战是如何高效且经济地将热量转化为电力。为解决这一挑战，目前有 3 种方法：将现有发电厂中的燃气轮机替代传统化石燃料锅炉，并在其旁配备储热设施，从而降低热能转化为电能的成本；开发动力循环替代系统，即闭式布雷顿循环，在中温（550~1000℃）下具有更高的热能转换效率；推进耐高温材料和高功率转换装置的研发，以达到更高的热能转换效率、延长高温材料使用寿命、降低电力成本。

**4、化学储能。**化学储能技术领域主要关注氢储能。氢储能作为一种电力系统储能形式，其发挥的作用取决于氢气在整个经济领域中的采用程度，以及未来氢气生产、运输和储存的成本。目前，制氢的主要方法依赖于化石燃料，而这一过程将产生大量的碳排放。利用低碳电力电解

水制氢将推动工业和交通运输等行业实现脱碳目标。通过电解水产生的氢气在波动性可再生能源发电量降低的时间段用作工业和发电的低碳燃料，将提高波动性可再生能源的利用率，降低电力系统脱碳成本。

**5、机械储能。**机械储能包括多种技术，其共同特点是它们的能量密度远低于化学储能或电化学储能的能量密度。因此，机械储能系统往往占地面积大，并需要一定的地势条件，不太适用于在小型设施中应用。抽水蓄能是一种成熟且已广泛部署的技术，占全球和美国现有的电网级储能装机规模 90% 以上，但自 20 世纪 90 年代以来在美国和其他许多国家部署进度显著放缓（特别是中国）。其初始成本较高，规模较大且选址要求较高，虽然不是严格意义上的利用电能或电能之间转换的储能技术，但现有的带有蓄水池的传统水电系统可以在平衡严重依赖波动性可再生能源发电的电力系统供需方面发挥更大的作用。压缩空气储能系统将压缩的空气储存在地下的洞穴或地上的储气罐中，一些压缩空气储能系统还存储压缩空气时产生的热量，被作为潜在的电网级大规模储能技术被广泛研究，尽管其成本估算受到多种不确定因素的影响，但该技术的能源成本通常高于未来可用的其他储能技术的成本。

**6、不同储能技术成本。**通过平准化储能成本（LCOS）数值来评价各种储能技术的成本，根据单位放电功率和储能容量成本可将储能技术分为三大类：一是储能容量成本低、功率容量成本高的技术最适合长时储能应用和不太频繁的充放电循环，包括储热、氢储能、金属-空气电池和抽水蓄能技术等；二是功率容量成本低、储能容量成本高的技术更适合短时储能或频繁的充放电循环，包括锂离子电池技术；三是这两项指标较为平衡的技术，包括液流电池技术。然而真正的高效储能系统通常是不同持续时间的储能技术的结合使用。 (汤匀)

## 美国能源部资助建筑碳封存、工业减排和清洁能源制造技术

6月，美国能源部（DOE）先后宣布两项资助，共计投入9690万美元支持开发建筑碳封存、工业减排及清洁能源制造技术，助力实现2050年净零排放目标。

**1、支持利用建筑实现碳封存技术研发。**6月13日，先进能源研究计划署（ARPA-E）宣布投入3900万美元设立“将大气中的排放用于建筑结构”（HESTIA）主题研发计划，用于支持18个研发项目<sup>11</sup>，以开发和示范利用建筑材料及建筑设计实现碳封存的前沿技术，包括：利用生物燃料生产中的低价值副产品制造高性能负碳混凝土；利用汉麻混凝土3D打印建筑，实现可持续性和可恢复性；利用光合途径生产负碳石灰石硅酸盐水泥；生物基绝缘板的模块化设计和增材制造；采用3D打印碳吸收缆索系统的高性能建筑结构；用于负碳排放建筑/构造的纤维素-菌丝体复合材料；净负碳排放、可重复使用住宅的开发与示范；用于住宅和商业建筑的纤维素-水泥复合材料；用于定向刨花板和其他工程木材的可再生负碳粘合剂；基于直接空气碳捕集技术的预拌负碳混凝土建筑构造；交叉层压木材-钢复合结构建筑的碳封存技术；能消耗二氧化碳的坚固“活”木建筑；用于高性能绝缘的木质素碳封存泡沫塑料；适应未来需求，为报废拆除/重建/施工而设计的负碳全木地板系统；高性能负碳隔热建筑；新一代负碳排放竹框架材料；将二氧化碳、碳纤维废物和生物材料回收至复合板中，以制造低碳建筑材料；负碳生物混凝土单元生产概念。

**2、支持工业减排和清洁能源制造技术研发。**6月16日，先进制造办公室投入5700万美元支持30个研发项目，支持开发工业减排和清洁

---

<sup>11</sup> U.S. Department of Energy Announces \$39 Million for Research and Development to Turn Buildings Into Carbon Storage Structures. <https://arpa-e.energy.gov/news-and-media/press-releases/us-department-energy-announces-39-million-research-development>

能源制造技术，此次资助重点关注 3 个技术主题<sup>12</sup>。

(1) 制造工艺创新。投入 2585 万美元支持 10 个项目，包括：利用二氧化碳生产聚氨酯泡沫和纺织品原料，以制造零碳汽车；丙酮的可持续性供应链；可实现高效被动和主动对流干燥的蒸汽选择性膜热交换器循环技术；利用热响应型聚合物对多孔材料进行非蒸发干燥；通过智能干燥剂辅助热泵系统加热的创新技术，实现优质木材的高效干燥过程；利用复合环烯烃树脂通过增材制造实现汽车轻量化；开发逆向设计方法，用于轻型汽车部件制造的低成本敏捷工具；开发改进模具材料的粉末加工技术，用于制造轻型汽车车身板材；丙烯腈的可持续制造；可感知、可管理、适应性强、可重复使用的工具，实现轻量化复合材料汽车零部件制造。

(2) 先进材料制造。投入 2460 万美元支持 14 个项目，包括：新一代超高温换热器材料；能源系统中高分辨率碳化硅纤维复合材料构件的增材制造；应用于恶劣环境下的涂层-合金材料的开发；混氢天然气输送/分配和工业终端应用中的耐氢多层复合涂层材料；应用于航空航天领域高疲劳和断裂强度的 Al-Ce 和 Al-Ce-Mg/Zn 合金材料；用于高温航空航天结构的耐用铝铈合金材料固态增材制造工艺；在航空航天中使用节能的混合稀土金属代替铸造铝合金中的铈；使用新型 Al-Ce-Ni 基合金材料通过增材制造生产轻量化航空航天部件；通过改性处理新型前驱体材料制造高效的碳化硅纤维；适用于恶劣工况的先进轴承材料；用于轴承和齿轮的金属氧化物涂层，可在恶劣环境下快速高效地沉积；通过掺杂氧化物的激光定向能量沉积制备适用于恶劣环境的大规模网状氧化物弥散强化钢组件；通过机器学习改进氢燃气轮机热障涂层耐久性和工艺；开发保护氢燃气轮机发电系统关键部件的高熵合金涂层。

(3) 锂离子电池创新制造工艺。投入 748 万美元支持 6 个项目，

---

<sup>12</sup> DOE Awards \$57.9 Million to Reduce Industrial Emissions and Manufacture Clean Energy Technologies. <https://www.energy.gov/articles/doe-awards-579-million-reduce-industrial-emissions-and-manufacture-clean-energy>

包括：高能快充锂离子电池的 CoEx 电极结构；锂离子电池硅负极结构的高通量等离子体沉积；激光粉末床熔合技术应用于正极制造；锂离子电池电极声场辅助增材制造工艺的可靠性表征和规模扩大；固态锂电池的可扩展、高通量等离子体喷涂制造技术；锂离子电池结构的墨水直写 3D 打印技术。

（岳芳 董金鑫 刘莉娜）

## 日本 NEDO 支持开发电网稳定性和分布式能源控制技术

6 月，日本新能源产业技术综合开发机构（NEDO）先后宣布两项资助，支持开发下一代电网稳定性技术以及分布式能源控制技术，以稳定电网供应、促进可再生能源消纳，实现到 2030 年可再生能源占比达到 36%~38% 的目标。

**1、下一代电网稳定性技术。**6 月 20 日，NEDO 宣布投入 15.4 亿日元（约合 7691 万元人民币）启动“可再生能源发电下一代电网稳定性技术开发”项目<sup>13</sup>，以开发下一代电力系统所需的基本稳定性技术。该项目实施期为 2022~2036 年，目前已确定资助 2 个主题，包括：

（1）提供虚拟惯性的储能变流器（PCS）应用技术开发。针对以配电系统为主要对象的电流控制方式和电压控制方式的虚拟惯性储能变流器，开发兼具惯性功能和独立运行检测功能的设备。考虑到其事故电流比旋转发电机小，需开发事故电流供给功能。此外，验证已开发的虚拟惯性储能变流器在小规模系统中的稳定运行，并获取系统互连规则相关数据。

（2）将电动机和发电机组组合的应用技术开发。开发连接可再生能源和储能电池的电动机-发电机装置，可在系统发生事故时保证电力系统的稳定供应。当可再生能源输出急剧下降或者电池高速充放电时，验证系统不会因电动机侧的过压、过流等原因而停机。此外，通过有效利

---

<sup>13</sup> 再エネの主力電源化に向け、次々世代の電力ネットワーク安定化技術の開発に着手。 [https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101550.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101550.html)

用电池，还将验证现有同步发电机不具备的系统稳定控制，例如在主系统发生故障时迅速调节电池电力。

**2、缓解电力系统拥堵的分布式能源控制技术。**6月23日，NEDO宣布启动“缓解电力系统拥堵的分布式能源控制技术开发”项目<sup>14</sup>，旨在掌握电网拥堵状况和分布式能源运行状况，开发增强分布式能源系统灵活性的技术。该项目实施期为2022~2024年，将参照在海外开发的平台构建分布式能源灵活系统。项目将开发一个控制平台，将分布式能源资源聚合器、可再生能源发电和输配电网连接起来，准确掌握和分析运行状态，改善电力拥堵，增强可再生能源并网能力。具体而言，当输电线路由于可再生能源输出而拥堵时，通过聚合器调整分布式能源的运行而减少流入输电系统的电量，进而避免电网拥堵。（岳芳）

## 英国 BEIS 资助碳捕集和绿色能源技术创新开发

5月31日，英国商业、能源与产业战略部（BEIS）宣布资助超过3100万英镑（约合2.5亿元人民币）支持碳捕集和绿色能源技术开发<sup>15</sup>，包括红色柴油替代、工业燃料转换和碳捕集、利用与封存（CCUS），以减少英国工业对化石燃料的依赖，帮助工业削减排放和能源成本。

（1）红色柴油替代。提供670万英镑资金支持“红色柴油替代竞赛”第1阶段的17个项目，项目涉及微管固体氧化物燃料电池、便携式氢燃料电池发电机、混合燃料发动机、氢回收分流循环发动机、加油站贮氢配氢高压混合泵系统、高功率电动飞轮储能系统和电池储能系统等技术的开发与应用。

（2）工业燃料转换。提供550万英镑资金支持“工业燃料转换计

---

<sup>14</sup> 電力系統の混雑緩和のための分散型エネルギーリソース制御技術開発に着手. [https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101552.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101552.html)

<sup>15</sup> Government Invests over £31 Million to Help Industry Slash Emissions and Energy Costs. <https://www.gov.uk/government/news/government-invests-over-31-million-to-help-industry-slash-emissions-and-energy-costs>



划”第 1 阶段的 21 个项目，用于开发支持减少工业高碳燃料并转向清洁能源的技术，项目涉及陶瓷行业氢燃烧试验评估、天然气/氢气管道完整性智能系统开发、食品和饮料生产加热设备向氢气转换、模块化零排放工业蒸汽解决方案、工业燃料向氢气转换的下一代复合管道技术、实时天然气/氢传感器研发、拖车制冷装置辅助电源电气化等。

(3) CCUS。提供 1200 万资金支持“CCUS 创新 2.0 竞赛”第 1 阶段的 8 个项目，并为第 2 阶段竞赛资助 730 万英镑。项目涉及电气化海底二氧化碳存储系统技术研发、旋转填充床工艺设备技术和非水溶剂技术在点源工业碳捕集中的应用、难减排行业部署碳捕集技术可行性研究、废弃二氧化碳转化为表面活性剂创新方案、地下碳封存存储层的精确模拟等。

(刘燕飞)

## 美国 NOAA 宣布实施濒危物种恢复计划

4 月 29 日，美国国家海洋与大气管理局（NOAA）发布消息称，NOAA 渔业部门提出了 12 项针对濒危物种恢复的新计划<sup>16</sup>，并在“物种恢复资助计划”的框架内继续实施 13 项多年计划，资助金额为 620 万美元。其中，360 万美元将用于阿拉斯加、加利福尼亚、特拉华州、乔治亚州、夏威夷州、佛罗里达州、马里兰州、俄勒冈州、波多黎各和马考部落的物种恢复计划，260 万美元用于继续支持先前已通过的 13 项现有计划。

获资助的计划将支持管理、研究、监测和宣传活动，进而直接推动濒危物种保护，包括：评估和监测濒危及受威胁物种，包括评估丰度、产卵和觅食行为；采集种群数量和遗传学信息，以更深入认识种群分布、生境使用和人类威胁的影响；评估气候变化对物种捕食者-食饵系统相

---

<sup>16</sup> NOAA announces \$6.2 million in endangered species recovery grants. <https://www.noaa.gov/news-release/noaa-announces-62-million-in-endangered-species-recovery-grants>

互作用、种群分布、丰度和恢复的影响；改善濒危物种的繁殖、健康和生存水平；协助动物搁浅反应；评估特定捕食动物对濒危物种摄食的威胁；鼓励公众参与《濒危物种法案》清单物种的保护工作。（吴秀平）

## 英国 NERC 资助开展环境研究

为应对英国面临的沿海洪水、温室气体排放、生物多样性的变化等重大环境挑战，6月27日，英国自然环境研究理事会（NERC）宣布通过其“国家能力多中心科学计划”资助 NERC 研究中心与主要国家和国际研究所合作<sup>17</sup>，开展地球、生态、海洋、极地和大气科学领域的研究。资助的主要研究方向包括：

（1）变化的极地系统中生物地球化学过程和生态系统功能。资助 900 万英镑，了解极地地区的海冰流失和冰川融化如何影响海洋的化学平衡，以及它们吸收碳和支持海洋生产力和鱼类资源的能力。

（2）北极-北大西洋地区的气候变化及其对英国的影响。资助 1200 万英镑，加深对北极和北大西洋气候变化将如何影响极端天气及其对英国的影响的理解。

（3）沿海洪水和侵蚀的多灾害控制。资助 270 万英镑，研究天气相关的导致沿海洪水和侵蚀的综合威胁，帮助英国更好地预测和减轻风暴对沿海社区的影响。

（4）迈向可持续的气候中性农业系统。资助 1280 万英镑，为研究人员和利益相关者提供来自国家传感器网络、卫星、商业研究农场和研究集水区网络的数据，支持英国农业向净零排放过渡并提高可持续性。

（5）海上能源转型的环境可持续性管理。资助 260 万英镑，评估海上风电、蓝色或绿色制氢、地质储碳的环境、社会和经济可持续性，制

---

<sup>17</sup> £47m to address critical environmental challenges facing the UK. <https://www.ukri.org/news/47m-to-address-critical-environmental-challenges-facing-the-uk/>

定海上风电技术和基础设施的规划方案，评估公众对技术的理解和接受度。

(6) 评估气候变化的影响和减缓行动策略。资助 950 万英镑，研究并评估减缓气候变化的策略，包括造林、自然恢复、甲烷减排、净零路径等；评估环境、经济和社会影响；评估协同收益，如空气质量的改善情况。 (邢颖)

## 美国能源部发布《BETO 研发技术状况 2020》报告

5 月，美国能源部生物能源技术办公室 (BETO) 发布报告《BETO 研发技术状况 2020》<sup>18</sup>，总结该办公室的研发工作，评估实现其目标的进展情况，并讨论了生物能源行业面临的技术挑战和障碍。

该报告按研发工作使用的主要原料类别 (干法或湿法) 以及采用的转化工艺类型 (高温或低温)，讨论了具体的技术途径。

1、使用干原料的技术途径。干原料指的是可以经济地将生物质预处理为水分含量满足 50% 或更低的转化规范的原料。干原料被归类为木质、草本能源作物或干废弃物。对于干原料，“原料技术研发计划”的重点是提供满足近期目标所需转化规格的原料，使生物精炼厂每干吨的原料成本控制在 89 美元或更低。使用干原料的途径包括两类。一是通过高温和升级转化的干原料。其中，通过直接液化和升级途径转化的干原料研究将了解与耦合高温解构过程相关的挑战，包括催化剂污染和失活、分离所需的中间体以及脱氧等各种问题；通过间接液化和升级转化为烃类燃料的干原料研究将有助于解决升级生物质合成气和其他更短碳链中间体等多重挑战。二是通过低温和升级转化的干原料，包括通过 2,3-丁二醇 (BDO) 中间体进行生化转化、通过混合酸中间体进行生化转化。该研究将有助于确定关键挑战和研发优先事项，包括木质纤维素

---

<sup>18</sup> Bioenergy Technologies Office R&D State of Technology 2020. [https://bioenergykdf.net/sites/default/files/2022-05/BETO-2020-SOT\\_FINAL\\_5-11-22.pdf](https://bioenergykdf.net/sites/default/files/2022-05/BETO-2020-SOT_FINAL_5-11-22.pdf)

生物质的解析、混合（结合生化和催化）转化方法、所需中间体的分离和木质素的升级。

2、使用湿原料的技术途径。湿原料包括藻类原料和湿原料废物/生物固体，可用于需要经预处理生物质后水分含量高于 50% 的原料的转化过程。与湿废物相比，使用藻类原料的途径需要大力降低原料的生产成本，而湿废物则不需要降低原料成本即可达到预测的最终最低燃料销售价格。使用湿原料的途径包括两类：包括通过 2,3-丁二醇或羧酸的中间体进行组合藻类处理；通过高温和升级转化的湿原料，包括藻类水热液化、湿废物水热液化。

生物能源行业面临的技术挑战和障碍包括 3 个方面：优质原料的可用性，需要对现有的农业和林业实践进行重大改变，并为其他可再生碳流部署新的供应链；生产成本，需要进行大量研发，以开发高效、稳健的原料处理、预处理和转化工艺，与传统石油燃料竞争；为大型生物精炼厂融资的风险，获得传统融资对新的创新生物能源技术是一个挑战，大多数先驱的商业规模设施需要 2 亿美元或更多的股权融资。（郑颖）

## 空间与海洋

### “海洋十年”宣布一系列新行动

6 月 8 日，联合国教科文组织（UNESCO）宣布在联合国“海洋科学促进可持续发展十年”（以下简称“海洋十年”）的框架内批准 63 项新行动<sup>19</sup>，包括 4 项变革性项目和数十个项目，涉及海洋污染、生态系统复原力、海洋与气候的关系、实物和财政捐助。这些行动增加了全球范围内围绕“振兴：为海洋采取集体行动”这一主题开展的世界海洋日

---

<sup>19</sup> Ocean Decade unveils new set of endorsed Actions on all continents. <https://www.oceandecade.org/news/ocean-decade-unveils-new-set-of-endorsed-actions-on-all-continents/>

活动。这次“海洋十年”的项目主要围绕3个方面部署。

**1、海洋健康和气候变化减缓、适应和复原行动。**包括4个具有代表性的“海洋十年”项目，将有助于通过协作创造新知识和解决方案，以应对气候变化和其他压力源对海洋的影响，同时弥合科学和政策之间的差距。其中2个项目由中国机构牵头。

(1) 全球海洋负排放。由厦门大学牵头，其总体目标是开展并推动评估和实施生态技术干预手段所需的科学活动，包括从古海洋碳过程中学习如何预测未来、恢复受影响的海洋生态系统、开发基于自然的陆地-海洋综合管理系统、上升流处理、微生物驱动的全面碳封存、营养物质的调整、溶解氧和酸碱值。该项目将开发一个国际原位观测站和研究设施网络，协同设计跨学科联合研究，制定减缓和适应方法的评价框架，协调能力建设，促进公平的政策、管理和社会认知。

(2) 海洋与气候无缝预报系统。由中国自然资源部第一海洋研究所牵头，其总体目标是：加强对海洋与气候联系的科学理解，进一步厘清海洋在气候系统中的控制性作用；基于海洋卫星和北斗卫星观测以及理论技术的突破，大幅提升海洋的观测能力；在预报理论与技术突破的基础上，实现观测数据与先进模式之间的结合与同化，跨越预报“盲区”，实质性提升预报能力；建设海洋与气候多灾种预警系统，为国际社会提供高质量公共服务产品，以科技为支撑深度参与全球海洋治理；面向青年一代，特别针对小岛屿发展中国家、最不发达国家以及内陆发展中国家的青年科技骨干开展能力建设，培养世界青年学者在海洋科技与海洋治理领域的先进知识与理念。

(3) 全球“海洋十年”蓝碳项目。由英国圣安德鲁大学牵头，总体目标是加强对海洋与气候关系的理解，并提出新的知识和解决方案，以减缓气候变化的影响。该项目认识到了蓝碳生态系统在减缓气候变化

以外的多重作用，包括适应和抵御气候变化影响，因此能够以全面的手段应对气候变化，同时支持人类和生物多样性。

(4) 健康的河流，健康的海洋。由全球水伙伴关系组织-瑞典牵头，总体目标是应对流域、沿海和海洋地区政策制定和执行方面的脱节和系统性差距，同时在区域、国家和次国家层面加快从源头到海洋的行动。

**2、创造“我们想要的海洋”的集体行动。**这方面的资助包括了 38 个重点更突出的项目、4 个捐助项目、安盛集团研究基金 (AXA Research Fund) 牵头的 8 项计划等。其中，安盛集团研究基金牵头的 8 项计划旨在实现更具复原力的沿海生计，壮大海洋行动集体网络，推进与重要沿海生计保护和复原力风险相关的科学，具体包括：通过加强复合型洪水风险的预测能力提升沿海社区的复原力；通过加强对红树林保护和恢复的社区林业实现更具复原力的沿海生计；克服沿海生计适应力中的社会障碍；海洋社会生态系统中适应气候变化的跨领域治理；脆弱海岸线一带的妇女生计；将水产养殖与捕捞渔业相结合，以避免非洲沿海社区的饥饿；通过增强海啸预警导航卫星系统减轻海啸对沿海社区的威胁和破坏性影响；开发地中海海洋保护区手工渔业复原力的气候智能战略。

**3、“海洋十年”全球网络扩展。**包括两个新设立的“海洋十年”合作中心，将为“海洋十年”协调小组提供有针对性的支持。它们分别为海洋愿景-“海洋十年”气候解决方案合作中心，以及东北太平洋“海洋十年”合作中心。这些合作中心将协调国家、区域和全球倡议，分享知识和工具成果，在潜在的“海洋十年”伙伴之间建立联系，并监测和报告“海洋十年”的影响。

(薛明媚 王金平)

## 美国 NASA 遴选出 3 项“核裂变星表电力系统”任务概念

6 月 21 日，美国国家航空航天局（NASA）与美国能源部（DOE）联合遴选出 3 项“核裂变星表电力系统”（FSP）任务概念，旨在通过开发核裂变能助力“阿尔忒弥斯”计划的相关探索活动，并在 21 世纪 20 年代末在月表进行验证<sup>20</sup>。

FSP 系统由铀燃料反应堆堆芯、功率转换系统、热管理系统、功率管理和分配系统组成，将实现一系列的目标：可在月球环境中以 40 千瓦级的电力至少持续运行 10 年；能承受月球环境条件下的结构荷载；离系统 1 千米处的辐射暴露应限制在每年 5 雷姆的基线值。

入选的 3 项任务概念分别获得美国能源部爱达荷国家实验室的 500 万美元资助，期限为 1 年，获得者分别为：洛克希德·马丁公司，其将与 BWXT 公司和 Creare 公司合作；西屋电气公司，将与洛克达因公司合作；IX 公司，将与 Maxar 公司和波音公司合作。

相比其他电力系统，裂变系统体积小、质量轻、性能可靠，并且在不同位置、光照等自然环境条件下都可以实现持续供电。在月球上验证该系统将为月球和火星上的长期任务铺平道路，为推动人类在其他世界的长期存在奠定基础。

（王海名）

## 设施与综合

### 英国 NERC 发布《NERC 数字战略 2021~2030》

5 月 17 日，英国自然环境研究理事会（NERC）发布《NERC 数字战略 2021~2030》<sup>21</sup>，该战略是 NERC 的第一个数字战略，旨在营造一

---

<sup>20</sup> NASA Announces Artemis Concept Awards for Nuclear Power on Moon. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-announces-artemis-concept-awards-for-nuclear-power-on-moon>

<sup>21</sup> NERC Digital Strategy 2021-2030. <https://www.ukri.org/wp-content/uploads/2022/05/NERC-170522-NERCDigitalStrategy-FINAL-WEB.pdf>

种数字文化，将数据和数字技术作为当前和未来英国环境科学研究的核心，并提出了数字生态系统的方法，以确保环境科学的所有领域都能充分利用数据和数字技术的变革潜力。该战略为 NERC 未来十年的数字环境科学设定了 7 个愿景。

**1、创建下一代环境传感系统。**该愿景的目标是：确保环境数据集易于获取，并可与一系列数字和数据科学工具一起使用，以理解、解决和转变环境科学和政策方面的关键挑战和问题。NERC 将支持基于系统的新环境传感技术的开发，支持数据采集的综合方法，并确保数据得到优化和可获取，用于应对重大的环境挑战。具体措施包括：支持针对用户需求设计的下一代环境传感和测量系统的开发，在数据采集和使用之间提供有效的连接和反馈；支持数字基础设施生态系统的开发，包括传感器网络、数据捕获和传输、大数据技术、建模和可视化；促进当代数据采集工具和技术的发展和部署，以解决环境科学问题。

**2、改善数据服务。**该愿景的目标是：不断提高现有的服务，并提供新的数据和数字服务，利用并实现开创性的技术，实现多学科，并支持整个 NERC 社区和利益相关者，以最大限度地利用数据进行新发现。具体措施为：确保 NERC 的数据能力和服务能被有效地访问和使用，并且它们是安全、可访问、互操作和用户友好的；支持未来环境科学前沿数据服务和能力的开发和使用；使研究人员和利益相关者可跨越环境科学社区访问，并从 NERC 数据资源中获得价值。

**3、为环境科学提供计算资源支持。**该愿景的目标是：NERC 社区能获得为其需求优化的计算资源，并能满足环境科学发展的要求。具体措施为：建立并保持对未来十年环境科学可能的计算能力需求的前瞻性观点，并支持必要的的能力发展；确保高性能计算的提供仍然适合 NERC 社区的目的，并保持英国的全球竞争力，与 JASMIN 数据分析设施、国



家研究与创新署（UKRI）以及英国气象局等关键合作伙伴合作；确保硬件和软件基础设施能跟上环境科学对近实时计算能力日益提升的需求。

**4、成为计算科学的引领者。**该愿景的目标是：扩展环境模拟和建模的可能边界，这将要求 NERC 与计算科学家和更广泛的高性能计算社区合作，为环境科学社区提供下一代计算能力支持。具体措施为：确保 NERC 在百亿亿次计算等未来计算技术的开发中发挥有效的协作和领导作用，以及国家级的伙伴关系作用；建立新的和发展现有的伙伴关系，为 NERC 社区提供关键的计算能力；监测和横向扫描环境科学和 UKRI 组合，以识别新兴的计算需求和计算技术。

**5、激发数据科学工具和技术潜能。**该愿景的目标是：实现人工智能、机器学习和数字孪生等技术潜力，通过支持查询数据集的新方法的开发，并利用其发展新的科学见解、理解和方法，推动世界领先的环境科学。具体措施为：在领先的数据科学工具和技术的支持下，推动环境科学的新变革；领导开发和培养数字孪生等新范式，以认识和理解环境科学的复杂性；支持与创新数字工具的开发和使用直接相关的跨学科合作，以应对环境科学挑战，以及其他科学领域及社会挑战。

**6、开发人才及其技能。**该愿景的目标是：推动英国环境科学界数字技能的发展，以最大限度地利用新的数字技术，并支持熟练的研究人员、软件工程师、数据科学家和其他研发技术专业人员。具体措施为：支持研发技术专业人员的职业发展道路，与 UKRI 的人员、数字中心和更广泛的研究领域合作；在吸引和支持多样化、包容性的数字意识环境科学家方面发挥主导作用；与数据和计算科学界合作，支持环境科学家发展数字技能，使其能探索和使用新的数据科学和数字技术。

**7、促进建立数字研究中的信心和信任。**该愿景的目标是：促进对数字研究的信心和信任，并确保 NERC 的数据资产能被来自环境科学

界内外、其他学科和跨部门的人员充分使用和重复利用。具体措施为：确保 NERC 的数据政策和治理框架符合目的，考虑到道德、透明度、稳健性、FAIR 原则（可查找、可访问、可互操作、可重用）、TRUST 原则（透明度、责任、用户焦点、可持续性、技术）的挑战；支持环境科学领域建模、软件开发和数据科学方法的开发和使用最佳实践方法；在创建环境科学开放科学和开放数据文化方面发挥领导作用。（刘文浩）

## G7 国家科学院声明呼吁紧急应对四大全球挑战

5 月 31 日，G7 国家的科学院发表声明，敦促其政府对四大全球挑战采取紧急行动，包括开发抗病毒药物以应对未来的流行病、采取紧急国际行动加快脱碳进程及保护海洋和海冰、实施“全健康”（One Health）方法应对人畜共患病和抗生素耐药性<sup>22</sup>。声明提出的研究行动建议包括：

**1、研发应对下一次大流行的抗病毒药物。**促进特异性和广谱抗病毒药物的发现和开发，加强抗病毒药物的基础研究；为有效的临床研究建设充足的基础设施，完善临床试验医护人员和患者网络，协调临床数据的收集，加快临床研究的监管审查；促进防范传染病大流行的国际协调与合作，建立识别病毒和监测风险的国际网络等。

**2、加快脱碳进程。**建立碳中和及有弹性的能源系统，加速电力系统完全脱碳，通过提高能源效率、材料利用效率或循环利用材料、使用替代燃料等方法减少难减排行业的排放，加速交通运输部门及基础设施的电力化，部署并发展负碳技术和基于自然的解决方案，开发电力调度技术解决可再生能源的不稳定问题，减少电力供应中断或使电力供应多样化以提高能源系统的弹性；促进研发以及技术和社会创新以实现气候

---

<sup>22</sup> Science Academies Call on G-7 Governments to Take Urgent Action to Accelerate Decarbonization, Develop Antiviral Drugs to Increase Pandemic Preparedness, Address Other Global Challenges. <https://www.nationalacademies.org/news/2022/05/science-academies-call-on-g-7-governments-to-take-urgent-action-to-accelerate-decarbonization-develop-antiviral-drugs-to-increase-pandemic-preparedness-address-other-global-challenges>

中和的目标，投资基础研究并加强国际合作以应对气候科学和产业转型带来的研发挑战，提高气候中和技术的规模化，提供透明和近实时的能源和排放数据，进一步开发温室气体源和汇核算方法并使其标准化，扩大对基于自然的解决方案的研究，促进社会和行为科学研究以支持变革性的社会创新。

**3、保护海洋和海冰。**通过紧急行动减少温室气体排放来保护海洋和冰冻圈；加强海洋生物圈研究，恢复海洋生态系统，大幅减少海洋排放、污染和过度利用，建立海洋保护区系统；开展包容性、国际性和跨学科的研究工作，研究海洋和冰冻圈的状况、恢复方法及适应其变化的方法；加强地球观测和预报系统的系统性方法，确保对海洋和冰冻圈的持续高效观测，加强国际科学合作和数据共享，通过超级计算建立地球观测系统并推进气候模型。

**4、采用“全健康”方法应对人畜共患病和抗生素耐药性。**在全球、区域、国家和地方各级实施“全健康”方法；利用数字技术和人工智能技术防治人畜共患病和抗生素耐药性；促进以“全健康”方法为重点的研发，提高对病原体从动物传播到人类或从人类传播到动物的机制和流行潜力的理解，促进人畜共患病的诊断技术研发及动物和人类宿主的抗菌疗法和疫苗开发，开发抗微生物药物和替代疗法，研究气候变化、生物多样性丧失、粮食系统、贫困以及人畜共患病和抗生素耐药性之间的关系。  
(邢颖)

## 英国 4.81 亿英镑投向世界一流科研与创新基础设施

6月15日，英国国家研究与创新署（UKRI）宣布将在2022~2025年间通过“基础设施基金”（Infrastructure Fund）向23个重大科研基础设施项目和14个范围界定研究项目投入4.81亿英镑（约合38.47亿

元人民币)，用于提供尖端的设备设施，保持英国作为科研与创新的超级大国地位<sup>23</sup>。这笔资金将促进交叉学科的开创性研究，帮助解决从气候变化的影响到青少年心理健康等一系列社会问题。受到资助的新设施和升级设施将加强英国在物理学、生命与环境科学、医学、社会科学和艺术等领域的研究能力。包括后续投资在内，基础设施基金对该投资组合的全部投资估计将达 16 亿英镑。

**1、重大科研基础设施项目。**资助 4.2 亿英镑支持 23 个项目未来 3 年的研究。

(1) 钻石光源二期。资助 8150 万英镑，将部署一项变革性的新技术使钻石光源光束亮度提高 70 倍，为材料研究和药物开发开辟全新途径，并实时监测先进制造过程和下一代电池的性能。

(2) 约翰英纳斯中心及塞恩斯伯里实验室的下一代基础设施。资助 5470 万英镑，将通过新的和共享的跨学科研究设施提高约翰英尼斯中心与塞恩斯伯里实验室的现有能力，实现设施的净零排放，并解决遗传作物改良策略、通过土壤健康减少温室气体排放、了解植物与微生物的相互作用、开发改善人类健康的临床治疗方案等研究挑战。

(3) UKRI 机载实验室。资助 3700 万英镑，将用于升级机载大气测量设施 (FAAM) 上的科学设备，以支撑未来 18 年的环境科学研究。FAAM 可跟踪和评估污染、恶劣天气和气候变化的影响。

(4) 平方公里阵列天文台 (SKAO)。资助 3320 万英镑，将巩固英国作为 SKAO 东道国的角色，并为望远镜的建造做出贡献。位于南非和澳大利亚的 SKAO 建成后，将成为世界上最大的射电望远镜和地球上最大的科学仪器。

(5) 英国生物银行二期。资助 2900 万英镑，将用更快、更高容量

---

<sup>23</sup> £481m for UK's world-class research and innovation infrastructure. <https://www.ukri.org/news/481m-for-uks-world-class-research-and-innovation-infrastructure/>

和更低能量的样本存储取代过时的基础设施，加速生命健康科学研究。这次升级将使生物银行能满足英国和国际研究人员不断增长的需求，维护与全球制药和数据科学公司的现有关系，并继续吸引行业投资。

(6) 创意研究与创新国家基础设施 (CoSTAR)。资助 2420 万英镑，将为英国的电影、游戏和演出行业建设一个先进设施，支持创意产业开发新产品和新体验，其将包括中央枢纽和配备实时数字技术（如运动和体积捕捉等）的实验工作室。

(7) Vulcan 2020: 极端科学。资助 1980 万英镑，将使 Vulcan 2020 成为世界上功率最高的民用激光器，具有比任何其他同类激光器高 10 倍的能量、高 20 倍的功率，以及高 100 倍的强度，可应用于从了解宇宙中的恒星到研究核反应堆的诸多领域。

(8) 1.2 GHz 核磁共振光谱仪。资助 1610 万英镑，建造超高场核磁共振 (NMR) 系统，将提供全球 NMR 的最高性能，包括灵敏度和分辨率，以研究分子，改进新药和材料的设计，并设计新的清洁能源形式。

(9) 保护和遗产科学研究基础设施 RICHeS。资助 1580 万英镑，将创建卓越集群，促进数字孪生、人工智能、机器人技术、生物成像等领域的创新，成为跨学科遗产科学领域的设施和专业知识网络，推动在遗产保护和理解等方面的创新。

(10) 国家超高场 (11.7 T) 人体磁共振成像扫描设施。资助 1500 万英镑，将为科研界提供目前可用的最高性能磁共振成像 (MRI) 扫描技术，推动对大脑功能和人类疾病机制的理解。此外，它将支持对神经科学等使用现有技术无法实现的领域开展新的研究。

(11) 水和干旱研究基础设施 FDRI。资助 1300 万英镑，打造一个“中心辐射式”的全国集水区规模监测设施，将成为全球领先的观测网络和传感器创新测试平台。此外，FDRI 还将加强对水文过程的科学认

识，满足适应气候变化的需求，提高英国对极端水文事件的抵御能力，并助力开发工具，支持基于证据的政策和决策。

(12) 西蒙斯天文台 (SO:UK)。资助 1260 万英镑，SO:UK 是一个由三个望远镜组成的阵列，旨在对宇宙微波背景和大爆炸遗留的电磁辐射进行精确观测。作为美国主导的西蒙斯天文台的一部分，SO:UK 在智利运营，将是对现有国际天文台的重大升级。它将搜索原始引力波并解决暗能量的早期行为、星系团和星系的形成等基础物理学中的核心问题。这项投资支持美国和英国在基础物理领域的新合作，将确保英国成为该国际项目的主要合作伙伴。

(13) 欧洲生物信息学研究所 (EMBL-EBI)：生命科学数据资源二期。资助 1240 万英镑，EMBL-EBI 是欧洲分子生物学实验室 (EMBL) 的一部分，拥有世界上最全面的免费生物数据存储、分析工具和传播资源。随着存储数据的数量和多样性持续快速增长，需要这项投资来改造 EMBL-EBI 的容量。它还将支持开发新的数据平台和门户，以解决抗生素耐药性、可持续农业、生物多样性丧失等全球优先事项。

(14) 全身正电子发射断层扫描仪 (PET) 平台。资助 970 万英镑，打造新的全身 PET 平台。该平台将拥有两个新的先进设施和相关的放射化学中心，将成为欧洲第一个从头到脚的 PET 基础设施。这种新的 PET 技术的灵敏度提高了 40 倍，扫描时间更快，每天可以进行三倍数量的扫描，并显著减少对患者的辐射暴露。

(15) 青少年健康研究项目。资助 970 万英镑，将跟踪超过 10 万名 8~18 岁的青少年，抽样收集至少 10 年有关他们健康和生活方式的数据，并探索 2020 年代和后 COVID-19 世界青少年的健康状况。通过收集生物样本，可在这个关键年龄组中创建世界上最大的激素和炎症标志物集合，使英国在了解关键人口轨迹和预防源于生命早期或青春期的健

康和社会问题方面具有竞争优势。

(16) **HiLUX**：超快激光和红外光谱仪基础设施升级。资助 860 万英镑，利用其先进的激光、探测器和计算技术，帮助科研界和工业界突破现有技术局限，加快在光伏、电池、燃料电池、催化、节能电子产品、药物设计、药物开发和筛选、艺术品保存等领域取得突破。

(17) **BioFAIR**。资助 630 万英镑，**BioFAIR** 是生物学和生物医学虚拟基础设施，将通过为用户组装、托管和运营一套连贯的注册表、存储库、数据管理和分析服务来加强生命科学数据的共享、管理和重用，加速科学发现，促进生命科学各领域的进步。

(18) 研究宇宙演化的 **Hyper-K** 项目。资助 620 万英镑，将在日本地下 650 米处建造。**Hyper-K** 是一项国际科学实验，它既是测量中微子性质的显微镜，又是观察太阳和超新星的望远镜。

(19) 英国人口研究 (**PRUK**)。资助 540 万英镑，将通过开发数字工具将英国的纵向数据集与其他健康和行政信息整合起来，加速多学科人口研究，从而深入了解社会经济和健康挑战，如从衰退中重建、了解 **COVID-19** 等流行病、捕捉不断变化的社会观念和生活方式。

(20) 数字足迹项目。资助 530 万英镑，将支持和加速互联网和社交媒体、地理空间、商业和交易、传感器和图像数据等方面数据的创建、访问和分析，解决净零排放、交通、人口及其流动性等国家挑战。该项目还将支持解决后 **COVID-19** 社会所面临的紧迫的研究和政策问题，并帮助实施政府的国家数据战略。

(21) 英国散裂中子源 (**ISIS**) 中子和  $\mu$  子源的下一代能力。资助 340 万英镑，将对 **ISIS** 的一些仪器进行重要升级并提供新仪器，促进未来材料、智能材料、清洁能源技术、先进制造、生物科学和医疗保健等领域的研究。

(22) 大型强子对撞机底夸克实验 (LHCb) 2030+。资助 110 万英镑, LHCb 2030+将升级现有设施, 新设施将对其子探测器进行重大改造, 逐步提高粒子物理研究精度, 为未来 20 年的科学发现提供机会。

(23) 早期生活队列: 英国的下一代纵向数据基础设施。资助 60 万英镑, 将从儿童出生后不久开始跟踪, 了解出生在后 COVID-19 时代的儿童及其家人日常生活的方方面面, 为研究 COVID-19 的终生后果奠定基础。该设施将改变人们对英国社会的理解, 并将为研究不平等、环境和社交媒体等因素对儿童经历和结果的影响提供答案。

## 2、范围界定项目。共资助 9 个项目。

(1) 伯毕 (Boulby) 地下实验室: 暗物质探测项目。资助 280 万英镑, 将研究是否可在 2030 年后开展大型的下一代暗物质或中微子探测。

(2) 钻石光源二期范围界定项目。资助 280 万英镑, 将为同步加速器的变革性升级开发技术设计, 以将光束亮度提高 70 倍。该研究将有助于为钻石光源二期重大科研基础设施项目提供信息。

(3) 电子离子对撞机 (EIC) 范围界定项目。资助 230 万英镑, 将使英国引领未来 EIC 尖端探测器技术的发展。EIC 将在美国的布鲁克海文实验室建造。

(4) ISIS 二期的可行性、设计研究和研发。资助 390 万英镑, 将对未来几十年开发下一代中子设施所需的质子驱动器和目标系统架构进行可行性和设计研究。

(5) 相对论超快电子衍射和成像 (RUEDI) 范围界定项目。资助 260 万英镑, 将设计一个新的国家材料设施 RUEDI 中心, 使其能使用电子衍射图案和图像来观察不同材料内部结构变化的发生, 以支持个性化医疗、储能、清洁增长、在极端条件下工作的材料等领域的研究。

(6) 二氧化碳储存实验室二期范围界定项目。资助 200 万英镑,



该项目是范围界定研究的第二阶段，着眼于开发新技术和设备，旨在研发一种以工业规模安全地将二氧化碳储存在地下深处的设施，以降低成本并进一步加强对二氧化碳的安全储存。

(7) 离子疗法研究设施范围界定项目。资助 200 万英镑，将为建造开创性的国家放射生物学设施制定规格和成本，该设施将开展下一代放射治疗离子束所需的基础研究。

(8) 英国植物和作物表型基础设施范围界定项目。资助 240 万英镑，将通过分布式的植物和作物表型基础设施，支持建设作物新品种试验平台，解决作物恢复力和全球粮食安全挑战。

(9) X 射线自由电子激光器 (XFEL)：概念设计和选项分析。资助 320 万英镑，这项概念设计研究将探索不同的选择，为英国的科学和创新提供第二代 XFEL 能力。

此外，还包括 5 个已完成的范围界定项目：二氧化碳储存试验室范围界定项目，为英国二氧化碳储存试验室制定多个选择；抗洪抗旱范围界定项目，主要研究新的国家抗洪抗旱基础设施的需求；国家临床前表型分析平台的设计研究，为学术界和工业界设计一个可实现高效和有效的临床前试验的设施；服务机器人试验场范围界定项目，支持机器人试验场的开发；保护和遗产科学研究基础设施，探索用于保护和遗产科学的分布式研究基础设施的多种选择。(王海霞 乌云其其格 黄健 郑颖 牛艺博)

## 俄罗斯政府拨款 124 亿卢布建设同步加速器

6 月 3 日，俄罗斯总理米舒斯京签署文件，批准为俄罗斯光子源(RIF)同步加速器建设拨款 124 亿卢布（约合 14.16 亿元人民币）<sup>24</sup>。

俄罗斯光子源同步加速器隶属《2019~2027 年同步加速器和中子研

---

<sup>24</sup> Правительство России. Правительство выделило 12,4 млрд рублей на строительство синхротрона на острове Русский. <http://government.ru/news/45603/>

究及科研基础设施联邦科技发展计划》框架，是由库尔恰托夫研究所主持、在远东联邦大学俄罗斯岛上建造的大科学级特种科学装置，占地面积约 2 万平米，预计将于 2026 年建成并投入运行。

结合远东地区的科研特色，俄罗斯光子源同步加速器将开展固体生物学、物理学和医学领域的研究。其中，生物学领域重点聚焦海洋生物系统的结构，研究生物矿化机理，助力太平洋勘探与开发、区域性生物资源和生物技术开发；物理学领域重点开展陶瓷、硬磁材料、薄膜涂层、半导体、聚合物等方向的研究；医学领域重点研究生物相容性复合材料，观察蛋白质、病毒、生物纳米材料等生物体的长期状态，为分离生物活性分子和研制新药开辟道路。

（范唯唯）

# 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：北京市海淀区中关村北一条 15 号，100190  
电 话：（010）62538705  
邮 箱：lengfuhai@casisd.cn