

Science & Technology Frontiers

科技前沿快报

国家高端智库
中国科学院

2022年1月5日

本期要目

美国国家科学院发布天文学和天体物理学十年调查报告

欧洲专利局披露空间量子技术全球专利态势

美国发起气候农业创新使命国际计划

日本内阁批准第六次能源基本计划

美国能源部发布碳中和氢能技术基础科学问题报告

2022年
总第091期 第01期

目 录

深度关注

美国国家科学院发布天文学和天体物理学十年调查报告 1

基础前沿

欧洲专利局披露空间量子技术全球专利态势 5

英国 UKRI 资助 12 个商业化量子项目 8

信息与材料制造

IEEE 发布 2022 年科技趋势全球调研 10

欧盟石墨烯旗舰计划推进新的研究与应用项目 11

美国能源部助力制造业减排 12

生物与医药农业

美国发起气候农业创新使命国际计划 13

澳大利亚卫生部投资 2.39 亿澳元用于健康和医学研究 14

能源与资源环境

日本内阁批准第六次能源基本计划 15

美国能源部发布碳中和氢能技术基础科学问题报告 21

欧盟资助 11 亿欧元支持能源密集型行业创新脱碳项目 22

美国 ARPA-E 资助建筑材料碳捕集技术研发 24

美国能源部启动负碳攻关计划 25

美国能源部资助 2 亿美元支持汽车和卡车电气化 26

日本 NEDO 资助下一代氢动力飞机技术开发 28

国际机构发布 2021 年气候科学的十大新见解 29

澳大利亚实施未来研究计划 32

德国哥白尼项目提出实现气候中和转型的核心要素 32

空间与海洋

美国 NOAA 积极关注国家沿海恢复研究 34

设施与综合

澳大利亚 CSIRO 启动新的岩芯研究设施以促进矿产开发 35

深度关注

美国国家科学院发布天文学和天体物理学十年调查报告

2021年11月4日，美国国家科学院（NASEM）发布题为《21世纪20年代天文学和天体物理学的发现之路》的十年调查报告（以下简称“十年调查”），确定了2022~2032年美国在天文学和天体物理学领域的科学主题、科学愿景以及优先资助建议¹。在美国国家航空航天局（NASA）、美国国家科学基金会（NSF）、美国能源部（DOE）等机构的资助下，美国国家科学院于2018年年底牵头组织开展天文学和天体物理学领域第七期十年调查工作。经过为期3年的广泛意见征集和研究，新版十年调查报告正式出炉。

一、科学机遇

天文学和天体物理学目前正处于蓬勃发展的时期，仅过去十年就有6项诺贝尔物理学奖被授予基于天文观测的科学发现（暗能量、引力波、中微子振荡、系外行星、宇宙学、超大质量黑洞）。美国国家科学院上一个十年调查报告规划的多个宏大科学愿景正在成为现实。

1、三大科学主题。本期“十年调查”围绕3个广泛的科学主题展开，这些主题包含了自本世纪初以来的一系列最令人兴奋的新发现和新进展，有望解决探索宇宙过程中最根本和最深刻的问题。

主题一：系外行星系统，基于对系外行星及其母恒星观测的革命性进展，旨在了解系外行星系统的形成、演变和相互作用，同时表征其宜居性等特性。

主题二：新信使和新物理学，充分利用引力波、粒子，跨电磁频谱的天空动态监测，以及从紫外线和光学到微波和射频的广域巡天等新观

¹ Pathways to Discovery in Astronomy and Astrophysics for the 2020s. <https://www.nap.edu/catalog/26141/pathways-to-discovery-in-astronomy-and-astrophysics-for-the-2020s>

测工具和手段，探测宇宙中若干高能过程，并探讨暗物质、暗能量和宇宙膨胀的性质。

主题三：宇宙系统，将对恒星、星系以及与它们的形成、演化和命运相关联的气体和高能过程的观测与建模联系起来，开展系统研究。

2、三大科学愿景。在这些广泛而丰富的科学主题中，“十年调查”提出三大科学愿景，建议决策者在未来十年进行优先资助。

愿景一：开辟通往宜居世界的道路，旨在持续开展类地系外行星的识别和表征等工作，最终获得潜在宜居世界的图像和光谱。

愿景二：打开研究动力学宇宙的新窗口，旨在将天基和地基的时间分辨多波长电磁观测与非电磁信号相结合，研究黑洞、中子星等致密天体的性质及与其成因相关的爆发和并合事件，同时利用其引力波特征来了解宇宙诞生之初发生了什么。

愿景三：揭示星系增长的驱动力，通过研究可以演化为星系的脆弱宇宙气体网络的性质以及气体如何聚集和驱动恒星形成，从而彻底改变对星系起源和演变的理解。

二、主要建议

新投入运行的大型望远镜和任务将实现观测能力的重大飞跃。展望未来，“十年调查”给出了对天文学和天体物理学领域政府投资的系列建议，旨在为从专业基础到科学前沿铺平道路。

1、开拓前沿的大型项目。针对三大科学愿景，“十年调查”给出了需要在未来十年内开始设计和建造的大型天基项目（表 1）和地基项目（表 2）的投资建议。

(1) “大型天文台计划”和“技术成熟计划”将为任务概念和技术的共同成熟提供大量的早期经费资助，并在执行过程中进行检查和动态调整。

(2) 受到寻找系外行星生命迹象技术的启发，以及望远镜技术为

天体物理学带来的系统性变革能力，报告建议纳入该计划的首个任务是一台大型（约 6 米口径）红外/光学/紫外空间望远镜。这项任务有望深刻改变人类看待自身在宇宙中位置的方式。

表 1 新建地基大中型计划建议

推荐主题	预期功能	成本评估
继续开展“大型天文台计划”和“技术成熟计划”，以期在未来五年开展红外/光学/紫外任务，在未来十年开展远红外/X 射线任务	使能未来的前沿项目	未来十年 12 亿美元
具有高对比度成像能力的近红外/光学/紫外望远镜	使能未来的前沿项目	110 亿美元
“时域和多信使跟踪计划”	保持科学平衡和规模	待定（预计未来十年 5~8 亿美元）
“天体物理学探测器任务”	保持科学平衡和规模	成本上限 15 亿美元

(3) 对前沿地基天文台的优先对象考虑包括“巨型麦哲伦望远镜”(GMT)和“30 米望远镜”(TMT)项目，并作为美国“极大望远镜”(ELT)协调计划的重要组成部分。

(4) 地基宇宙微波背景研究有望在未来十年迈出一大步。在美国国家科学基金会和能源部的支持下，“宇宙微波背景天文台第四阶段”(CMBS4)任务将对宇宙学和天体物理学产生广泛影响。

(5) 未来，一直保持世界领先水平的“卡尔·扬斯基甚大阵”(JVLA)和“甚长基线阵列”(VLBA)射电天文台也必须由灵敏度水平提高约一个数量级的天文台取代。“下一代甚大阵”(ngVLA)将采用分阶段方法实现这一目标，在开始建设之前完成设计、原型开发和成本研究，并开展多轮评审。

(6) 中微子观测对于理解宇宙中的一些极高能量过程非常重要，“第二代冰立方中微子天文台”(IceCube-Gen2)有望在重要的天体物理学问题上取得进展。

表 2 新建地基大中型计划建议

推荐主题	预期功能	资金成本	运行成本
“极大望远镜”计划	前沿项目	51 亿美元总成本中 NSF 承担 16 亿美元	0.98 亿美元总成本中 NSF 承担 0.32 亿美元
“宇宙微波背景天文台第四阶段”	前沿项目	DOE 和 NSF 分别承担 3.87 亿美元和 2.73 亿美元	DOE 和 NSF 分别承担 0.23 亿美元/年和 0.17 亿美元/年
“下一代甚大阵列”	使能开发计划	32 亿美元总成本中 NSF 承担 25 亿美元	0.98 亿美元总成本中 NSF 承担 0.73 亿美元
扩大中型计划	维持项目	“中等规模创新计划”和“中等规模研究基础设施”	从总经费列支运行成本的总经费增加至 0.5 亿美元
用于“激光干涉仪引力波天文台”升级和未来天文台的技术开发	未来前沿引力波天文台开发计划	-	-
“第二代冰立方中微子天文台”	前沿项目	-	-

2、继续发展和平衡投资中小型科学计划

中等规模的任务和项目涉及更广泛的科学主题，“十年调查”建议持续开展若干基本项目。

(1) 在空间方面，最高优先级的持续活动是天基“时域和多信使跟踪计划”下的小型和中型任务。此外，报告还建议在被确定为对实现科学目标非常重要的广泛领域中开展新的系列探测任务竞争。在未来十年，一项远红外任务或一项为补充 ESA “先进高能天体物理望远镜”（ATHENA）任务而设计的 X 射线任务，将提供“探索者”（Explorers）级任务无法提供的强大能力。这一级别的任务成本上限为 15 亿美元，与大型战略任务相比科学目标更加聚焦，约每十年开展一次探测任务。

(2) 地面项目方面，最优先的维持活动是大幅增加和扩大中型计划，包括增加战略性项目征求以支持报告提出的关键优先事项。报告还强烈建议对先进引力波干涉仪的技术开发予以资助，以升级 NSF 的“激

光干涉仪引力波天文台”（LIGO），为未来的大型设施做好准备。

3、基础活动

“十年调查”同样关注构成天文学和天体物理学研究基础的重要因素，并建议有针对性地开展资助或提供政策支持。

（1）建议开展多项重要计划以支持处于职业生涯早期的人才，重点强调扩大机会、消除参与障碍、创造避免骚扰和歧视的环境、关注政策可持续性和建立问责机制、建立并维护关于资助结果的准确数据等问题。

（2）加强对科研人员的稳定支持。加强 NSF 天文学和天体物理学资助项目是培育研究基础系列建议中最优先事项。同时，大型巡天和共享公共数据集、大团队研究、机器学习、数值模拟等发挥着日益重要的作用，计算革命将不断改变天文学和天体物理学的研究范式，需要对该领域的投资方式进行调整以适应环境的变化。

（3）对空间和地面设施的运行费用提供充足支持，并在其运行期内开展定期审查，同时维护地面观测设施，使其成为拥有现代化先进仪器设备的一流设施。

（4）加强对中小型项目的资助。推荐主题包括：扩大“天体物理研究和分析计划”（APRA）；继续开展“天体物理学战略技术”（SAT）计划，以提升“探索者”（Explorers）和“探测器”（Probe）计划相关任务的开发能力；扩大“先进技术和仪器”（ATI）计划；评估 NASA 气球计划以获得最佳平衡。

（王海名）

基础前沿

欧洲专利局披露空间量子技术全球专利态势

量子 and 空间是全球主要大国的重要战略技术领域。全球范围内对量子技术及其应用的政治兴趣正在加速新的发明创造和技术创新。欧洲已

经将量子技术及其空间应用（如空间量子密钥分发）定位为对社会和经济全局具有根本影响的颠覆性技术门类。2021年11月2日，欧洲专利局（EPO）发布与欧洲空间政策研究所（ESPI）、欧洲空间局（ESA）合作完成的《量子技术和空间专利洞察报告》²，揭示了2001~2020年量子技术在空间应用领域的全球专利态势。

量子技术在空间领域的主要应用包括：安全通信、时间和频率传递、对地遥感和观测。在安全通信方面，由于基于光纤的量子密钥分发在信号和安全方面的局限，空间量子密钥分发及相关技术将在长距离加密通信链路密钥分发方面发挥主要作用。在时间和频率传递方面，新一代冷原子钟有望在空间环境中更大程度地利用量子技术改进定位、导航和授时应用，量子技术可以显著提高时间和频率传递性能，并有望实现新的应用。在对地遥感和观测方面，空间量子传感器应用广泛，用于重力测量和大地测量的冷原子干涉测量是当前的研发重点。为此，报告对分别实现上述应用的三项关键量子技术——量子密钥分发、冷原子钟、冷原子干涉仪的全球专利申请情况进行了分析，主要结论如下。

1、空间应用的量子技术是一个正在快速发展的利基领域

2001~2020年间，量子密钥分发、冷原子钟、冷原子干涉仪技术共计涉及5654项专利家族，其中844项与空间应用相关，占比15%，表明空间应用的量子技术仍是一个利基领域。空间应用的量子技术专利数量呈显著的逐年递增态势，近年来增长尤为迅速，表明这是一个创新活跃、快速发展的新兴技术门类。

2、量子密钥分发是专利增长趋势的主要驱动力

量子密钥分发、冷原子钟、冷原子干涉仪的专利数量占比分别为77.8%、8.4%、13.8%；空间应用的量子技术专利数量的增长很大程度

² Patent insight report: Quantum technologies and space. [https://documents.epo.org/projects/babylon/eponet.nsf/0/BC7DEF9C8AE740C8C125877D004ED4C6/\\$File/patent_insight_report_quantum_technologies_and_space_en.pdf](https://documents.epo.org/projects/babylon/eponet.nsf/0/BC7DEF9C8AE740C8C125877D004ED4C6/$File/patent_insight_report_quantum_technologies_and_space_en.pdf)

归因于近 5 年空间量子密钥分发专利的激增。有望颠覆现有安全通信加密方法的量子计算技术的进步使得开发新的安全通信方法变得更加紧迫。在这一趋势推动下，空间量子密钥分发技术领域涌现显著的新发明浪潮，进一步表明该技术在未来安全通信网络和架构中的关键作用。

3、美国和中国的专利数量大幅领先

美国和中国分别以 290 项和 285 项专利大幅领先，其他超过 10 项专利的国家依次是日本（60 项）、英国（36 项）、法国（33 项）、加拿大（30 项）、韩国（25 项）、芬兰（15 项）、德国（14 项）。从这些国家的国际申请比例来看，中国仅为 7%，即中国申请人主要选择国内申请，韩国和德国不超过一半，美国近六成，其他国家则基本不低于八成。

4、三项技术的多数专利来自不同申请人，表明技术专业程度高

空间量子密钥分发技术领域排名最前的机构是中国科学院、中国科学技术大学、美国雷神公司；空间冷原子钟技术领域排名最前的机构是美国霍尼韦尔公司、中国科学院、中国计量科学研究院；空间冷原子干涉仪技术领域排名最前的机构是中国科学院、美国霍尼韦尔公司、法国泰雷兹集团。这些申请人一般长期致力于特定技术领域，此外，还包括两类特殊的申请人：以前活跃但近年申请数量有所下降的申请人，如惠普、雷神公司等；近年加入的新玩家，其中中国申请人较多，如中国科学技术大学、成都量安区块链科技有限公司、成都零光量子科技有限公司等。

5、三项关键技术的细分技术及合作特点鲜明

空间量子密钥分发技术领域，协议、密钥管理、量子通信光学方面的专利增加显著，但光量子存储器的技术挑战阻碍了其在空间领域应用的迅猛发展；该技术领域合作较多，但规模较小，且主要为本国机构之间的合作。空间冷原子钟技术领域，有望实现更精确测量的冷原子光钟的表现日益突出；该技术领域合作较少，主要为本国学术界和政府之间

的合作。空间冷原子干涉仪技术领域，专利申请重点与陀螺仪、加速度计和重力仪相关；该技术领域凸显出两大合作网络：政府、学术界和工业界多层次互联构成的法国合作集群，以及学术界和工业界合作构成的日本合作集群。

(韩淋)

英国 UKRI 资助 12 个商业化量子项目

2021 年 11 月 4 日，英国国家研究与创新署 (UKRI) 宣布通过“商业化量子技术挑战”计划资助 5000 万英镑 (约合 4.3 亿元人民币)，用于 12 个商业化导向的量子技术项目³。

(1) Aeon-Rb 量子时钟。资助金额为 250 万英镑，由 HCD 研究公司牵头，开发量子时钟，实现对国家基础设施的超精确、超可靠的授时。

(2) 低温量子控制芯片 (Altnaharra)。资助金额为 430 万英镑，由量子运动技术公司牵头，开发一种用于集成量子比特控制和读出的低温芯片，并在标准的 CMOS 代工厂中生产。

(3) 自主量子技术 (AutoQT)。资助金额为 530 万英镑，由 Riverlane 公司牵头，开发不同类型的量子比特，并测试智能量子比特控制系统，用于解决量子计算机工作时量子比特的控制问题。

(4) 钙离子频率标准 (CIFS)。资助金额为 210 万英镑，由 TMD 技术公司牵头，开发比当前设计更小、更轻、更便捷和更坚固的高精度捕获离子量子时钟。

(5) 为商业量子计算开发纠错量子处理器解决方案。资助金额为 560 万英镑，由环球量子有限公司牵头，开发一个更具鲁棒性的量子计算平台，使其更精确并减少对低温冷却的依赖。

(6) 开发低温 CMOS 以实现下一代可扩展量子计算机。资助金额

³ £50 million in funding for UK quantum industrial projects. <https://www.ukri.org/news/50-million-in-funding-for-uk-quantum-industrial-projects/>

为 480 万英镑，由 SureCore 公司牵头，将解决量子计算机规模化的挑战，包括创造量子计算机运行所需、与超低温兼容的相关电子技术。

(7) 工业用氢传感器 (HYDRI)。资助金额为 250 万英镑，由英国石油公司牵头，开发量子气体传感器，有助于氢能使用的安全推广。

(8) 用于药物研发的量子增强计算平台 (QuPharma)。资助金额为 470 万英镑，由 SEEQC 公司牵头，通过量子计算彻底改变药物研发的过程，提高药物研发的速度和准确性。

(9) 未来量子数据中心。资助金额为 900 万英镑，由 ORCA 计算公司牵头，研究量子计算与目前支撑和推动数字经济的数据中心的集成。

(10) 量子云。资助金额为 300 万英镑，由 Arqit 公司牵头，将进行卫星通信网络量子安全加密技术的开发，确保数据的长期稳定安全。

(11) 水下单光子成像系统。资助金额为 270 万英镑，由 Sonardyne 国际公司牵头，将利用光子探测和创建海底高分辨率的 3D 地图，并为海上风能的安装和运行、设备退役、环境监测以及国防提供支持。

(12) 通过集成光学技术实现可扩展的量子信息 (UpScale)。资助金额为 310 万英镑，由弗劳恩霍夫英国研究有限公司牵头，开发可拓展的量子计算技术，该技术将给从药物研发到供应链管理等应用领域的诸多行业带来革命性的变化。

同在 11 月 4 日，英国和美国签署了一份联合声明⁴，以加强量子技术方面的合作。该联合声明将促进英国国家物理实验室 (NPL) 和美国国家标准与技术研究院 (NIST) 之间的持续合作，聚焦量子技术的计量研究和标准，包括下一代原子钟和量子传感器。 (杨况骏瑜)

⁴ The United States and United Kingdom Issue Joint Statement to Enhance Cooperation on Quantum Information Science and Technology. <https://www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2021/11/04/the-united-states-and-united-kingdom-issue-joint-statement-to-enhance-cooperation-on-quantum-information-science-and-technology/>

信息与材料制造

IEEE 发布 2022 年科技趋势全球调研

2021 年 11 月 18 日，美国电气电子工程师学会（IEEE）发布《IEEE 全球调研：科技在 2022 年及未来的影响》报告⁵指出，人工智能和机器学习、云计算及 5G 技术将成为影响 2022 年最重要的技术，而制造业、金融服务业及医疗保健行业将会成为 2022 年最受益于科技发展的行业。

该报告调研了来自美国、英国、中国、印度和巴西 5 个国家、共 350 位各行各业的首席信息官、首席技术官和 IT 总监，通过汇总其专业见解，共同展望 2022 年及未来十年最重要的科技趋势。

（1）人工智能将推动未来 1~5 年内几乎所有行业领域的大部分创新。全球调研结果显示，2021 年，新冠疫情加速了云计算、人工智能和机器学习、5G、增强现实、虚拟现实和混合现实、区块链等的应用。因此，机器学习、云计算和 5G 三项技术将成为 2022 年最重要的技术。

（2）远程医疗将成为 2022 年 5G 技术发展中受益最大的领域。2022 年，受益 5G 技术发展的前 5 个领域包括：远程医疗，包括远程手术和健康记录传输；远程学习和教育；个人和专业日常通信；娱乐、体育和现场活动流媒体；制造和装配。

（3）机器人将在未来十年崛起。未来 5 年，人们所做的四分之一的工作将被机器人增强；未来十年，人们所做的一半或更多的工作将被机器人增强。最有利于机器人部署的工作，包括制造和装配、医院和病人护理以及地球和太空探索。

（4）网络安全备受关注。网络安全问题最可能出现的两个领域是

⁵ Artificial Intelligence and Machine Learning, Cloud Computing, and 5G Will Be the Most Important Technologies in 2022, Says New IEEE Study. https://transmitter.ieee.org/impact-of-technology-2022/?_ga=2.211006929.575132933.1638258133-1481681481.1638258133

员工使用自己设备造成的安全问题以及云漏洞，其他问题包括数据中心漏洞、对机构网络的协调攻击、勒索软件攻击等。未来 5 年，无人机用于安全、监视或威胁预防将成为商业模式的一部分。此外，区块链技术最有可能的 4 个应用包括：物联网中的机器对机器交互防护，运输跟踪和非接触式数字交易，在云中确保健康和医疗记录的安全，确保特定生态系统内连接方的安全。 (杨况骏瑜)

欧盟石墨烯旗舰计划推进新的研究与应用项目

2021 年 11 月，欧盟未来与新兴技术旗舰计划-欧洲研究区网络 (FLAG-ERA) 宣布资助石墨烯及相关材料领域的 10 个新研究项目，作为石墨烯旗舰计划的新合作项目。这些项目分为基础研究和应用研究两类，涉及磁存储器、光电探测器、新型电池和神经接口等方向⁶。

1、基础研究方面：将设计新的异质结构，为自旋电子器件提供新的思路；探究石墨烯和其他层状材料对生物体及环境的潜在不利影响，重点关注生物降解的自然机理；研究氮化硼等具有独特电学特性的非晶层状材料；优化磁性层状材料的大规模制备技术；利用化学功能手段来调整和设计层状磁性材料；研究光与层状材料之间的作用，特别是转角双层石墨烯等具有非凡性能的结构；利用石墨烯来增强铝离子电池性能等。

2、应用研究方面：将探索石墨烯在具有抗病毒特性的涂层中的应用，以减少接触和病毒感染；提升石墨烯光子性能，形成与当前半导体代工厂兼容的低成本、可扩展技术；开发基于石墨烯的神经接口，助力恢复因脊髓损伤而失去的感知和运动功能等。 (万勇 张超星 黄健)

⁶ FLAG-ERA funds ten new projects on graphene research and applications. <https://graphene-flagship.eu/graphene/news/flag-era-funds-ten-new-projects-on-graphene-research-and-applications/>

美国能源部助力制造业减排

2021年11月30日，美国能源部（DOE）与“制造业美国”减排研究所（REMADE）宣布资助1600万美元⁷，助力减少与工业规模材料生产、加工和回收相关的能源使用及碳排放，提升工业材料再利用、再制造、回收和再循环所需的技术。受资助项目重点是减少原材料消耗，更有效地设计和使用产品，保护并延长产品的生命周期，主要包括3类。

1、企业主导的转型项目。拟开发和展示有可能彻底改变回收行业的技术解决方案，包括：通过人工智能和智能传感加强对报废铝的处理；为美国医疗保健行业构建可持续的材料供应链；开发用于预测厚壁空心铝挤压件焊缝完整性的计算工具；通过快速诊断实现电动汽车电池的重复利用；通过微波催化加工从聚烯烃升级回收中获得低成本、高价值的芳烃；铝箔和其他难处理废料的回收和精炼等。

2、常规研发项目。将提升材料的再利用、再制造、回收和再循环，并确定战略机遇，减少材料生产、加工和回收的能源使用及排放，包括：针对回收技术的评估框架；对特定回收材料的逆向流动、相关能源使用和温室气体排放进行建模；Re-Solar设计；工业和农业设备中高价值部件再制造的数据驱动决策支持；CAD再制造软件插件的新设计开发；通过改进制造技术提高废钢回收；聚烯烃的催化升级回收；开发高速激光熔覆修复工艺；电池模块再制造自动化；航空航天部件混合修复和无损评估技术的开发；从不可回收的城市固体废物中回收塑料和天然纤维用于复合材料生产；开发用于服装拆解和分离的自动化回收方法；开发硅太阳能组件回收技术等。

3、教育与劳动力开发项目。通过开设材料管理系统思维、塑料化

⁷ Department of Energy Awards over \$16 Million for 23 Projects that will Reduce Carbon Emissions Across the Manufacturing Sector. <https://www.energy.gov/eere/articles/department-energy-awards-over-16-million-23-projects-will-reduce-carbon-emissions>

学回收等相关课程，培育下一代清洁能源制造商。 (冯瑞华 万勇)

生物与医药农业

美国发起气候农业创新使命国际计划

2021年11月2日，在第26届联合国气候变化大会上，美国和阿联酋与31个国家和超过48个非政府合作伙伴启动了“气候农业创新使命”（AIM for Climate）国际计划⁸。该计划通过投资及促进广泛的公私和跨部门合作，支持各国农业部门采取气候行动，开展气候智能型农业。

“气候农业创新使命”计划将重点支持通过国家级研究机构的基础农业研究实现科学突破；支持国际研究中心、机构和实验室网络开展公私应用研究；为生产者和其他市场参与者开发、示范和部署实用、可操作和创新的產品、服务和知识。该计划已开展的“创新冲刺”研究项目⁹包括：

(1) 从国际农业研究磋商小组（CGIAR）的全球基因库中发掘关键的气候适应性状，扩大高价值遗传多样性的利用来应对气候挑战。资助金额为4000万美元。

(2) 加速亚洲、非洲和中美洲小农户获得和采用气候智能型作物保护创新，减轻并适应病虫害挑战。资助金额为1300万美元。

(3) 研究使农业对温室气体排放产生净负值的气候智能型技术。资助金额为1000万美元。

(4) 2024年前部署人工智能驱动的气候适应工具，建设5亿英亩可抵御气候变化的土地。资助金额为1200万美元。

(5) 通过“绿色牛倡议”，识别、开发、验证科学上合理、商业上可行及对社会负责的方案来减少奶牛和肉牛的肠道甲烷排放。资助金

⁸ Launching Agriculture Innovation Mission for Climate . <https://www.usda.gov/media/press-releases/2021/11/02/launching-agriculture-innovation-mission-climate>

⁹ LIST OF INNOVATION SPRINTS. <https://www.aimforclimate.org/innovation-sprints>

额为 500 万美元。

(6) 在超过 100 万英亩的美国棉花农田中实施再生土壤健康实践，到 2026 年消除 100 万吨温室气体排放。资助金额为 500 万美元。

(7) 拉丁美洲和加勒比地区农业生产系统中实现土壤有机碳封存的土地利用和管理设计。资助金额为 150 万美元。

(8) 通过卫星工具以足够的精度实时监测牧区牲畜系统中可用生物量的数量和质量，并降低其成本。资助金额为 130 万美元。(邢颖 袁建霞)

澳大利亚卫生部投资 2.39 亿澳元用于健康和医学研究

2021 年 11 月 4 日，澳大利亚卫生部公布了国家健康与医学研究委员会 (NHMRC) “创意资助计划” 第三轮的资助项目¹⁰，计划为 248 个创新研究项目提供 2.39 亿澳元（约合 11 亿元人民币）的资金，每个项目将获得最多 5 年的资金。“创意资助计划” 旨在支持所有职业阶段的研究人员，开展健康和医药领域的创新研究，资助方向覆盖从基础到临床转化研究（表 1）。

表 1 “创意资助计划” 第三轮资助项目的研究领域分布

研究领域	项目数量/个	资助占比	资助金额/亿澳元
基础科学	180	72.60%	1.71
临床医学与科学	43	17.30%	0.45
卫生服务	10	4.00%	0.10
公共卫生	15	6.00%	0.13
总计	248	100%	2.39

本轮资助的方向包括儿童脑癌、利用纳米颗粒治疗慢性疼痛、了解睡眠不足对新陈代谢的影响及利用运动进行治疗、病毒基因组研究以改

¹⁰ \$239 million investment in Australian health and medical research. <https://www.health.gov.au/ministers/the-hon-greg-hunt-mp/media/239-million-for-australian-health-and-medical-researchers>, https://www.nhmrc.gov.au/file/17672/download?token=FJL_zCrK

善对大流行病的规划与应对等多个领域，代表性资助项目包括：

(1) 子宫内膜异位症病因研究，旨在为患有子宫内膜异位症的女性探索新的诊断和治疗策略。

(2) 针对阿尔茨海默病的免疫疗法开发，以阻止和逆转疾病的进程。

(3) SARS-CoV-2 病毒入侵和传播模式研究，以了解病毒与脑细胞潜在相互作用的长期后果，并找到阻止感染的方法。

(4) 研究抗纤维化药物是否可以减少人工耳蜗电极周围疤痕组织的形成，提高人工耳蜗的可靠性。

(5) 研究三阴性乳腺癌的化疗耐药机制，并开发相应的新药。

(6) 开展精子产生过程调控机制研究，为男性不育症提供新见解。

(7) 研究髓磷脂对神经回路功能和行为的影响，及其在精神疾病中发挥的作用。

(李伟)

能源与资源环境

日本内阁批准第六次能源基本计划

2021年10月22日，日本内阁公布第六期能源基本计划决定¹¹，制定了到2030年温室气体排放量较2013年减少46%并努力争取减排50%、到2050年实现碳中和目标的能源政策实施路径。计划指出，在全球脱碳进程中，日本应加快脱碳技术创新，引领国际规则制定，提高国际竞争力。此外，还需克服日本能源供应结构面临的挑战，在保证安全的前提下，努力确保能源供应安全稳定，实现能源经济效益最大化。

一、东京电力公司福岛第一核电站事故后的十年进展

在经历了东京电力福岛第一核电站事故后，政府应该把核电安全放

¹¹ 第6次エネルギー基本計画が閣議決定されました。 https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/others/basic_plan/pdf/6th_outline.pdf

在首位，在扩大可再生能源的同时，尽量减少对核电的依赖。针对横滨地区的自主产业发展，通过实施“福岛创新海岸线”计划，持续推进企业重建和新产业的开发。在促进灾民回归的同时，注重通过增加游客吸引地区以外的人口消费。政府将进一步引进和扩展可再生能源和氢能这两大支柱，加快推进氢能实施应用。

二、到 2050 年实现碳中和所面临的挑战和应对措施

当前与能源相关的碳排放占日本碳排放总量的 80% 以上，为实现 2050 碳中和目标，能源部门的碳减排至关重要。其中，电力行业通过使用清洁电力将稳步实现脱碳，包括通过氢/氨发电和基于碳捕集、利用与封存（CCUS）技术创新火力发电模式，实现传统化石燃料发电的清洁脱碳。非电力部门将逐步实现电气化，而在电气化不可行的部门（如高温、高压需求）将通过使用氢能、合成甲烷和合成燃料进行脱碳。特别是在工业领域，氢还原炼铁和人工光合作用等创新技术对其脱碳进程至关重要。政府将通过设立“绿色创新基金”等，努力实现脱碳技术创新，提高日本产业竞争力。为实现 2050 碳中和目标，未来在保证能源供应安全的前提下，还将最大限度地引进可再生能源；推动氢能和 CCUS 技术的广泛示范；在保证安全、公信力的前提下，继续使用必要的核能发电技术。

三、面向 2030 年行动政策

1、需求侧

目标：到 2030 年能源效率将显著提高以抵消日益增长的能源消费，能效目标将从第五期能源计划设定的 5030 万千升增长到本次计划设定的 6200 万千升（2019 年能效为 1655 万千升）；此外，终端能源消费目标（不包括能源转换）将从第五期计划设定的 3.77 亿千升降低到本次计划设定的 3.5 亿千升（2019 年终端能耗为 3.5 亿千升）。

行动：①将进一步提高能源效率，在工业领域将评估产品基准能耗指标，督促经营者提高能效，并在新的“能效技术战略”框架下推动节能技术的开发和引进；在建筑行业，要求满足《建筑能耗性能改善法案》的能效标准，提高设备和建筑材料能耗标准；在交通运输领域，推广电动汽车应用和基础设施建设，加强电动汽车相关技术（如电池）创新和供应链安全，推进人工智能等数字化技术应用，实现货物运输整体高效节能。②建立新的能源系统，鼓励需求侧能源转型，在新的能源系统中，将研究整体能源结构合理性，提升非化石能源占比；建立新的评估激励措施，对提高非化石能源使用率或优化能源需求以应对能源供应波动性的经营者进行评估奖励。③推进电池等分布式能源有效利用；完善微电网等基础设施建设，以促进能源高效利用；提高本地生产、本地消费活力以扩大内需。

2、可再生能源

目标：到 2030 年可再生能源发电占比目标将从第五期计划设定的 22%~24% 提高到本次设定的 36%~38%（2019 年可再生能源发电占比为 18%）。其中，太阳能发电占比目标将从第五次计划设定的 7% 提高到 14%~16%（2019 年占比为 6.7%）；风力发电占比目标将从 1.7% 提高到 5%（2019 年占比为 0.7%）；水电占比目标将从 8.8%~9.2% 提高到 11%（2019 年水电占比为 7.8%）；生物质发电占比目标将从 3.7%~4.6% 提高到 5%（2019 年生物质发电占比为 2.6%）。

行动：①确保选址最优化，同时促进当地经济共同发展，扩大太阳能光伏和风能发电规模；并通过技术创新，利用海域进行可再生能源发电。②加强安全规范，稳步落实太阳能光伏技术标准，加强可再生能源发电设施日常巡检。③降低发电成本，有效整合市场规模，通过投标制度、中长期目标价格，在政府调控下，促进可再生能源供应商按照一定

的市场价格合理售电，并整合可再生能源市场，实现经济效益最大化。

④促进科技创新，部署安装屋顶式先进太阳能光伏设施；加快海上风力发电技术创新；开发超临界地热深井技术。

3、核能

目标：到 2030 年核电占比目标与之前几乎不变，均占发电总量的 20%~22%（2019 年核能发电占比为 6%）。

行动：①在保持公众对核电信任、确保核电安全的前提下，促进核电稳定发展；推进建造临时储存核废料设施，减少放射性废料危害；通过公私合作实现核燃料循环利用，进一步推广铀钚混合氧化物（MOX）核燃料的应用。②与当地社区建立信任关系，并为当地产业的多元化发展提供支持。③促进技术研发，通过国际合作开发小型模块化反应堆技术；建立高温气冷堆制氢相关组件技术；通过国际合作开展核聚变技术研发。

4、火力发电

目标：到 2030 年传统化石能源发电占比目标将显著下降。其中，天然气发电占比目标将从第五期计划设定的 27%降低到本次设定的 20%（2019 年天然气发电占比为 37%）；燃煤发电占比目标将从 26%降低到 19%（2019 年燃煤发电占比为 32%）；石油发电占比目标将从 3%降低到 2%（2019 年石油发电占比为 7%）。

行动：①为维持电力供应稳定性，在电力结构中将保留液化天然气、煤炭和石油发电技术。②在推广新一代高效火力发电的同时，将逐步淘汰低效火力发电，推广与脱碳燃料（氨/氢等）共燃以及使用 CCUS 技术等减排措施，实现火力发电脱碳转型。③到 2021 年底，结束对国际火力发电项目的直接支持，转而通过出口融资、投资以及金融和贸易等方式间接支持国际火力发电技术。

5、电力系统改革

目标：到 2030 年能源自给率目标将从第五期计划设定的 25% 提高到本次设定的 30%，以强化日本能源安全保障。

行动：①在电力供应能力下降导致能源安全面临风险的背景下，需提供具有长期可预测性、具有经济效益的投资新方法，使得电力系统脱碳与电力稳定供应相适应。②面向可再生能源占比的不断扩大，努力提高电力系统灵活性，促进电力系统稳步脱碳，通过降低成本实现储能电池和电解槽广泛应用，在电力商业法案中明确储能电池在电网中的定位。③在灾害面前，确保能源跨区域传输通畅，并强化网络安全，确保电力系统安全运营。

6、氢能和氨能

目标：到 2030 年氢/氨发电占比将实现突破，将从第五期计划设定的 0% 提高到本次设定的 1%（2019 年氢/氨发电还未部署应用），以实现清洁能源多元化。

行动：①构建长期稳定的国外廉价氢能供应链，利用国内资源建立氢气生产基地，以提供高性价比的氢/氨燃料。到 2030 年实现制氢成本从目前的 100 日元/Nm³（约合 5.515 元人民币/Nm³）降至 30 日元/Nm³（约合 1.655 元人民币/Nm³），到 2050 年降至 20 日元/Nm³；氢气供应量到 2030 年实现 300 万吨/年，到 2050 年实现 2000 万吨/年。②扩大氢能在能源终端消费领域的应用范围。在发电领域，推进 30% 氢/天然气共燃发电技术和 20% 氨/煤炭共燃发电技术应用，并推广共燃/单一燃料燃烧示范；在交通运输领域，将战略性建设加氢站，以进一步辅助燃料电池汽车和燃料电池卡车的部署；在工业领域，开发氢还原炼铁技术、大型高性能氢锅炉等生产工艺设备的研制；在建筑领域，推广包括纯氢燃料电池在内的固定式燃料电池应用部署，并进一步降低制造成本。

7、资源和燃料供应

目标：到 2030 年电力总成本有望将进一步降低，将从第五期计划设定的 9.2~9.5 万亿日元降低到本次设定的 8.6~8.8 万亿日元。度电成本将从第五次能源计划中设定的 9.4~9.7 日元/千瓦时提升到本次计划设定的 9.9~10.2 日元/千瓦时。

行动：①确保在碳中和转型中所需资源和燃料的稳定供应。实行“综合资源外交”政策，积极与资源丰富的国家开展外交合作，整合推动建立氢/氨燃料供应链。②提高独立开发石油和天然气能力，到 2030 年独立开发的石油天然气比例将从 2019 年的 34.7% 增加到 50% 以上，到 2040 年将超过 60% 以上，同时解决包括甲烷水合物在内的国内资源开发问题。③在矿产资源方面，支持金融界对稀有金属的投资，确保海外供应链安全稳定，促进金属回收利用；此外将促进国内海洋矿物资源的开发，例如海底多金属硫化物和富含稀土的钒泥等自然资源。④加强燃料供应系统的复原力，以应对紧急情况。在灾难等紧急情况确保能源供应，将维持石油和液化天然气储能功能；通过精炼厂企业合作，提高精炼厂生产效率；推进需求侧向天然气转移，通过甲烷化等方式实现天然气脱碳。

《能源基本计划》是日本中长期能源政策指导方针，每隔 3 年修订一次，首期于 2003 年出台，此后分别在 2007 年（第二期）、2010 年（第三期）、2014 年（第四期）和 2018 年（第五期）进行修订更新。本次第六期计划在第五期基础上进行修订，是一份面向 2030 和实现 2050 碳中和目标的日本能源中长期发展规划的政策指南和行动纲领。

（汤匀）

美国能源部发布碳中和氢能技术基础科学问题报告

2021年10月14日，美国能源部（DOE）发布《碳中和氢能技术的基础科学》报告¹²，探讨了零碳氢能生产、存储和利用等领域的科学问题和技术障碍。该报告提出了绿氢基础科学研究的4个优先研究方向。

1、发现和控制材料和化学过程以彻底革新电解制氢系统

关键科学问题：如何进行多组件的协同设计，以实现稳定、高效的零碳电解水制氢？

电解需要多种组分在特定条件下的协同作用，以实现高活性和对水中杂质的耐受性。要取得重大进展，关键是要详细了解材料组分、系统和反应环境如何共同生产氢气。理解多尺度的时间和空间现象，对于针对不同运行环境进行经济高效、稳定的组件（如催化剂、膜和电极层）定向协同设计至关重要。为了实现这些目标，需要开发原位和/或工况条件下动态表征（operando）技术以及计算或数据科学工具，以了解工况条件下系统不断变化的复杂情况。

2、操控氢的相互作用机制以充分发挥氢作为燃料的潜力

关键科学问题：控制和选择性调控氢与其他分子和材料的相互作用需要哪些基本见解？

成功实现零碳氢能技术需要控制氢与其他分子和材料相互作用的能量和机理。需控制的能量范围从氢的弱相互作用到氢分子中的强键。实现调节氢相互作用以获得比物理吸附强但比化学吸附弱的特定结合能，将促进氢技术的变革性进展。掌握这种调控将需要能够针对氢存储和利用过程，准确表征分子种类和受限环境中表面和界面的氢相互作用和动力学，并将这些数据整合到预测模型中。

¹² Foundational Science for Carbon-Neutral Hydrogen Technologies. https://science.osti.gov/-/media/bes/pdf/reports/2021/Hydrogen_Roundtable_Brochure.pdf

3、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

关键科学问题：如何在多个空间和时间尺度上定制相互作用、不断演化的界面，以实现节能、选择性工艺过程，最终实现零碳氢能技术？

多组分、多相界面的复杂性加上氢能系统固有的反应性带来了许多挑战，实现可持续过程需要原子间的高效化学反应，不会浪费材料或产生不必要的副产品。表征、理解和控制多相复杂界面的时空特性和动力学是推进零碳氢能技术的关键。这一重大挑战需要开发集成的、预测性方法，涉及多种技术的耦合和并行应用，包括先进合成，异位、原位和工况条件下动态表征，量子到连续尺度的理论认知和建模，数据科学和机器学习，性能量测，以及耦合这些方法的多模态平台等。

4、认识并缓解性能退化过程以提高氢能系统的耐用性

关键科学问题：如何识别和理解氢能系统性能退化的复杂机理，以获得能够预测设计更耐用系统的基础知识？

认识和缓解性能退化是氢能技术的一项艰巨挑战。由于系统在复杂条件下长期运行，加大了分子或原子尺度上多种降解现象机械论认知的难度。准确认识管控稳定性的结构-功能关系至关重要，包括在界面处开展工况条件下的动态过程表征，这将有助于制定新的设计原则以及开发能够显著延长寿命的更坚固、稳定的材料，尤其是当合成和性能与预测性建模相耦合时更是如此。 (岳芳)

欧盟资助 11 亿欧元支持能源密集型行业创新脱碳项目

2021 年 11 月 16 日，欧盟宣布在“创新基金”资助框架下向欧洲多国的 7 个大规模创新项目投入 11 亿欧元，支持将能源密集型行业脱碳的突破性技术推向市场¹³。此次资助涉及氢能、碳捕集利用与封存

¹³ EU invests over €1 billion in innovative projects to decarbonise the economy. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_6042

(CCUS)、可再生能源等技术，涵盖化工、钢铁、水泥、炼油厂、电力和热力等行业。

1、碳密集型行业脱碳项目

(1) 瑞典“氢突破炼铁技术”(HYBRIT)项目。将使用氢直接还原炼钢技术取代煤基高炉炼钢，示范氢基炼钢的完整价值链，包括新建 500 兆瓦的电解制氢装置，以及建造一座氢还原炼钢电炉替代原有高炉。预计每年将生产约 120 万吨粗钢，占瑞典总产量的 25%，投运 10 年将减少 1430 万吨二氧化碳。

(2) 芬兰“可持续氢与碳的回收”(SHARC)项目。将示范两种在炼油厂生产低碳氢的方法，即通过电解制绿氢(50 兆瓦规模)和通过化石燃料结合 CCS 制蓝氢，同时将捕集的二氧化碳永久封存在北海。预计投运 10 年将减少超过 400 万吨碳排放。

(3) 法国 K6 项目。将在现有水泥厂最大限度地利用生物基及其他替代燃料，以及利用已脱碳的原材料，大幅减少碳排放。通过将新型工业规模富氧煅烧水泥窑与碳捕集相结合，取代现有湿法窑，可捕集超过 90% 的碳排放，并通过火车和轮船运输至北海封存地，或用于生产混凝土产品。

(4) 比利时 Kairos-at-C 项目。将开发完整的 CCS 价值链，投运 10 年可减排 1420 万吨，具体包括：部署大型碳捕集和净化设施，可处理来自 5 个不同碳源(2 个制氢装置、2 个环氧乙烷装置和 1 个氨装置)的排放；并入 Antwerp@C 项目设施，该项目正开发一种多模式运输基础设施，将二氧化碳运输至北海周围的多个永久封存库，并部署先进的节能液化技术；设计和建造先进的液态二氧化碳储罐，用于将二氧化碳运输至封存地。

2、可再生能源项目

(1) “意大利光伏千兆工厂” (TANGO) 项目。将开发一个工业规模试产线，生产新型双异质结太阳能电池，将产量从 200 兆瓦/年扩大至 3 吉瓦/年。该项目将串联结构应用于双异质结太阳能电池，以克服硅基材料的带隙限制。

(2) 西班牙 ECOPLANTA 项目。将使用城市固废替代化石燃料，在西班牙塔拉戈纳港附近的石化综合设施中生产甲醇（年产量 23.7 万吨），以减少城市固废中 70% 的二氧化碳。

(3) 瑞典 BECCS@STHLM 项目。将在现有生物质热电联产发电厂建造一个 CCS 设施，将碳捕集过程与热回收相结合以提高效率，投运 10 年将避免 780 万吨二氧化碳排放。 (岳芳)

美国 ARPA-E 资助建筑材料碳捕集技术研发

2021 年 11 月 8 日，美国能源部先进能源研究计划署 (ARPA-E) 宣布资助 4500 万美元设立“建筑生命周期的碳减排”主题研发计划¹⁴，旨在针对涉及建筑全生命周期¹⁵中的碳排放问题开展碳捕集和封存技术研发，来减少建筑碳排放，助力美国 2050 年净零排放目标实现。这一计划主要涵盖两大主题研究领域。

1、建筑材料开发

开发新型低成本具备固碳功能的建筑材料（如建筑围护结构材料、保温材料等）并开展性能测试；开展具备 5wt%（二氧化碳吸附量与主体材料的比重）的固碳能力的可循环利用水泥和混凝土材料；利用生物材料开发绿色低碳足迹的生物基建筑隔热材料；开发具有低成本、良好

¹⁴ U.S. Department of Energy Announces \$45 Million in Carbon Storage Technologies for Building Materials. <https://arpa-e.energy.gov/news-and-media/press-releases/us-department-energy-announces-45-million-carbon-storage-technologies>

¹⁵ 建筑全生命周期包括建筑材料制造、建筑设计和建造、建筑运行与维护、建筑拆除与处理等环节

环保特性的菌丝体建筑材料。

2、建筑材料设计

按照零碳/低碳发展要求开展建筑再设计；材料设计需确保建筑材料具备循环再利用特性；改进现有的设计框架纳入新型低碳足迹材料概念；开展建筑材料的计算机仿真设计和性能评估，为材料的开发提供数据参考。 (郭楷模)

美国能源部启动负碳攻关计划

2021年11月5日，美国能源部(DOE)宣布启动“负碳攻关计划”(Carbon Negative Earthshots)¹⁶，通过研发使二氧化碳移除(CDR)技术更具成本效益和可扩展性，实现到2050年从大气中去除数十亿吨二氧化碳，并且捕集和封存成本低于100美元/吨。“负碳攻关计划”是DOE出台的第三个攻关计划¹⁷，将负碳技术与氢能、电池储能、可再生能源和化石能源脱碳相结合，加快推进2050净零排放目标的实现。

CDR是一种包含多种减排措施的方法，直接从大气中捕获二氧化碳，并进行地质封存、生物固碳、海洋固碳或转化为增值产品以实现二氧化碳负排放。实现2050净零排放目标，需要到本世纪中叶部署十亿吨级的固碳容量，相当于美国2.5亿辆汽车的年度碳排放量。

“负碳攻关计划”主要推进四方面工作：实现用于捕集和封存的CDR技术成本低于100美元/吨净二氧化碳当量；对生命周期内碳排放进行可靠核算分析，将运行和构建CDR技术时产生的碳排放考虑在内；开发具有高质量、耐用性和经济效益的封存技术，实现负碳监测、报告、验证至少100年不发生碳泄漏；实现十亿吨级碳去除目标。 (汤匀)

¹⁶ Secretary Granholm Launches Carbon Negative Earthshots to Remove Gigatons of Carbon Pollution from the Air by 2050. <https://www.energy.gov/articles/secretary-granholm-launches-carbon-negative-earthshots-remove-gigatons-carbon-pollution>

¹⁷ 第一个是2021年6月7日启动的“氢能攻关计划”；第二个是2021年7月14日启动的“长时储能攻关计划”

美国能源部资助 2 亿美元支持汽车和卡车电气化

2021 年 11 月 1 日，美国能源部 (DOE) 宣布向 25 个项目资助 1.99 亿美元，以支持汽车和卡车电气化，改善美国电动汽车充电基础设施，减少交通运输领域碳排放¹⁸。目前交通运输行业碳排放量占美国碳排放总量的 29%，为实现拜登政府提出的到 2030 年零排放汽车占美国所有汽车销量的一半，需加快推进交通运输行业清洁低碳转型。

1、进行中、重型电动卡车和货运系统开发，实现高效和净零排放

(1) 由帕卡汽车公司开发 18 辆 8 级¹⁹纯电动和燃料电池卡车，配备先进的电池系统，并开发和示范一个兆瓦级的充电站。资助金额为 3297 万美元。

(2) 由沃尔沃北美公司开发一种续航里程 400 英里的 8 级电动牵引拖车，拥有先进的空气动力学、电动装置、电动汽车优化的轮胎、自动巡航系统，并开发和示范一个兆瓦级的充电站。资助金额为 1807 万美元。

(3) 由戴姆勒卡车北美公司开发和示范 2 辆 2~8 级燃料电池卡车，其续航里程为 600 英里，寿命为 25000 小时。资助金额为 2579 万美元。

(4) 由福特公司开发 5 辆 6 级氢燃料电池卡车，其目标成本、有效载荷、续航时间和加燃料时间相当于传统的汽油卡车。资助金额为 2495 万美元。

(5) 由通用汽车开发 4 辆氢燃料电池和 4 辆纯电动 4~6 级卡车，并重点开发通过电解和清洁电力实现快速制氢的方法。资助金额为 2606 万美元。

2、开发减少道路和非道路车辆排放的解决方案，并加速扩大电动汽车基础设施部署

¹⁸ DOE Announces Nearly \$200 Million to Reduce Emissions From Cars and Trucks. <https://www.energy.gov/articles/doe-announces-nearly-200-million-reduce-emissions-cars-and-trucks>

¹⁹ 注：北美卡车分级标准：1~3 级属于轻型卡车；4~6 级属于中型卡车；7~8 级属于重型卡车

(1) 与社区合作推进电动汽车充电桩部署项目：由波特兰 Forth 公司构建可负担的移动平台（AMP）系统，资助金额为 502 万美元；由堪萨斯城市能源中心研究具有经济效益的电动汽车市场刺激方案，资助金额为 522 万美元；由明尼阿波里斯市阳光社区电力发展公司构建中西部地区部落间电动汽车充电网络，资助金额为 667 万美元；由库克维尔镇田纳西科技大学进行乡村重建，构建电动汽车生态系统，促进绿色经济生活转型，资助金额为 401 万美元。

(2) 电动汽车工作场所充电项目：由帕萨迪纳市 CALSTART 公司开发全国工作场所充电系统，资助金额为 400 万美元；由图拉丁 Columbia-Willamette 清洁城市联盟进行工作场所电气化部署研究，以实现充电公平性，资助金额为 397 万美元；由波特兰 Forth 公司进行电气化领导者项目，资助金额为 400 万美元。

(3) 降低直流快速充电桩成本项目：由奥本山 BorgWarner 公司进行设计和技术创新，最大限度提高直流快充桩单位成本的经济效益，资助金额为 409 亿美元；由梅诺莫尼福尔斯 Eaton 集团进行固态技术模块化开发，以降低直流快速充电桩成本和占地面积，资助金额为 491 万美元；由北卡罗来纳州立大学进行超低成本、全模块化电源转换器的开发，资助金额为 386 万美元。

(4) 越野车效率转化研究项目：由绍斯菲尔德 Eaton 集团进行越野车温室气体和标准污染物减排研究，资助金额为 238 万美元；由密尔沃基马凯特大学进行汽油/乙醇混合燃料控制系统的开发，资助金额为 250 万美元。

(5) 电气化工程车辆研发和示范项目：由 John Deere 公司进行铰接式农用卸车电气化技术研究，资助金额为 276 万美元；由明尼苏达大学进行装载卡车电气化、液压辅助技术开发，资助金额为 237 万美元。

(6) 天然气发动机技术开发项目：由哥伦布 Cummins 公司开发 Cummins 高效低排放重型 10L 天然气发动机技术开发，资助金额为 400 万美元；由明尼苏达大学进行等离子体辅助点火系统开发，资助金额为 165 万美元。

(7) 二甲醚和丙烷发动机技术开发项目：由威斯康星大学麦迪逊分校开发丙烷二甲醚共混物的点火燃烧高效混合控制系统，资助金额为 237 万美元；由 Darrien WM 国际工程公司进行轻型发动机混合燃料高压快速直接喷射系统开发，资助金额为 199 万美元。

(8) 集成混合动力系统对置活塞二冲程技术开发项目：由圣地亚哥 Achates 公司进行对置活塞二冲程混合动力商用车系统开发，资助金额为 500 万美元。

(9) 天然气汽车技术概念验证项目：由安克拉治 ASRC 环境咨询公司承担天然气先导实验项目，资助金额为 106 万美元。(汤匀 刘莉娜)

日本 NEDO 资助下一代氢动力飞机技术开发

2021 年 11 月 5 日，日本新能源产业技术综合开发机构（NEDO）宣布将通过“绿色创新基金”投入 210.8 亿日元（约合 11.7 亿元人民币）启动“下一代飞机研制”项目²⁰，推进开发氢动力飞机的核心技术以及相应的主要结构部件。该项目的实施期为 2021~2030 年。

1、氢动力飞机核心技术开发

(1) 开发氢动力飞机燃烧器及其系统技术。将示范氢动力飞机发动机系统，包括汽化器、燃料控制系统等辅助设备，还将开发满足未来排放要求的低 NO_x 氢燃烧器。

(2) 研制液氢燃料储罐。将研发液氢储罐的薄型隔热结构、燃料

²⁰ グリーンイノベーション基金事業で、次世代航空機に関する研究開発事業に着手。 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101488.html

供应装置结构、罐体支撑结构、温度/压力控制系统，以减轻储罐重量。

(3) 氢动力飞机结构检验。将开发氢动力飞机的技术参考样机，并通过风洞进行可行性测试，该样机的续航性能为 2000~3000 千米。

2、开发氢动力飞机的复杂形状并显著减轻主要结构部件重量

(1) 新型轻量化飞机主要结构部件开发。将进行飞机主要复合材料结构部件的减重、提高生产效率及复杂形状研究，通过一体化成型技术和优化应变设计减轻机身重量，并研究大尺寸范围的机身制造工艺。通过大型结构的焊接技术、三维复合弯曲结构成型技术、优化外板和波纹板芯厚度的高精度制造技术，使用热塑性复合材料生产大型一体成型的副翼，将金属结构副翼重量减轻 30% 以上。 (岳芳)

国际机构发布 2021 年气候科学的十大新见解

2021 年 11 月 4 日，“未来地球计划”（Future Earth）、“地球联盟”（Earth League）和“世界气候研究计划”（WCRP）联合发布题为《2021 年气候科学的 10 个新见解》²¹的报告，回顾了 2021 年气候科学研究的重要发现。报告的主要内容如下：

1、**将全球升温幅度稳定在 1.5°C 是可能的，但需要立即采取有效的全球行动。**要将全球变暖控制在 1.5°C 以内，剩余的碳预算要求全球每年平均减排 2 Gt CO₂（十亿吨二氧化碳）。如果这些史无前例的减排措施得不到实施，全球变暖可能会超过 1.5°C，并需要大规模的碳去除技术。

2、**甲烷（CH₄）和一氧化二氮（N₂O）排放量的快速增长迫使全球走上了升温 2.7°C 之路。**CH₄ 排放量在 2020 年达到历史最高水平，比 2000 年高出 6%。过去 30 年，人为 N₂O 排放量增加了 30%。非二氧化碳温室气体的持续增长和气溶胶的减少将减少剩余的碳预算。减少 CH₄

²¹ 10 New Insights in Climate Science 2021. https://10insightsclimate.science/wp-content/uploads/2021/11/Report_Climate-Science-Insights_2021_WEB.pdf

排放是未来减缓气候变化的关键杠杆，现有的低成本措施可在 2030 年将人为 CH₄ 排放量减少 45% 以上。

3、**气候变化迫使极端火灾达到可造成极端影响的新维度。**地球正在进入一个火灾极端加剧的新时代。从高纬度到低纬度地区观测到的特大火灾正在影响未发生火灾的生态系统。除了影响生物种群和生态系统，特大火灾释放出的大量温室气体会加强野火-气候正反馈，从而维持和加剧发生破坏性野火的条件。由于对流层和平流层的长距离传输，特大火灾产生的大量烟羽和气溶胶可能会影响大片区域。

4、**气候临界因素会产生高影响风险。**许多人为变化，尤其是海洋、冰盖和全球海平面的变化，在百年至千年尺度上都是高风险和不可逆转的，其中一些变化涉及临界过程。目前已经观测到一些关键的气候临界因素处于显著不稳定状态。在许多情况下，这种不稳定的主要驱动因素是全球变暖，但人类对土地覆盖变化的直接影响可以发挥同等甚至更强的作用。一些临界因素会相互影响，例如冰盖融化、洋流变化以及热带雨林砍伐。最近的研究表明，临界因素之间的相互作用最终可能导致全球变暖程度低于预期的变化。

5、**全球气候行动必须公正。**气候行动必须支持公正转型，否则可能会阻碍中低收入国家生活水平的提高，并给全球弱势群体带来负担。因此，要为较贫穷国家争取公正、公平和低碳的发展，要求最富有的 1% 人口在目前排放基础上减排至少 30 倍，这将使世界上最贫穷的 50% 人口排放量增加 3 倍。以公正为导向的气候行动更有可能被公众接受，从而提高执行率。

6、**支持家庭行为变化是气候行动的关键，但往往被忽视。**应对气候变化意味着改变生活方式，特别是对富人而言。为了将全球升温幅度保持在 1.5°C 之内，有必要确保 2030 年全球家庭二氧化碳排放至少减半，

富裕家庭的排放量将减少近 90%。为改变家庭行为方式，需要公共和商业部门的共同支持。“消费走廊”（consumption corridors）这一概念有助于定义符合 1.5°C 目标的生活方式，即人均排放量的下限由体面的生活水平决定，而上限则由全球排放目标确定。

7、政治挑战阻碍了碳定价的有效性。2020 年，碳定价覆盖了全球排放量的 22%，但其中只有 3.76% 的碳定价高于 40 美元/吨二氧化碳当量。有限的全球覆盖范围和普遍较低的价格水平意味着碳价格对排放轨迹的影响很小。为了有效发挥作用，碳价格需要在短期内迅速上涨、针对特定行业并作为一揽子政策计划的一部分。碳定价方案需要考虑公平和公正，以被公众接受。

8、基于自然的解决方案对于实现《巴黎协定》至关重要。基于自然的解决方案可为气候、生态系统和社会带来多种益处，但不应取代或推迟其他部门的脱碳工作。随着进一步变暖，地球系统的反馈可能会日益破坏生态系统的稳定，并削弱基于自然的解决方案的长期减缓潜力。现在对基于自然的解决方案进行投资以保护生物多样性，将使其更具气候适应能力，并加强其作为长期碳汇的能力。

9、通过全球气候适应管理，建立海洋生态系统恢复力。海洋在调节地球气候方面发挥着关键作用。保护海洋碳汇是一项重要的气候变化减缓行动，需要综合、特定和创新的解决方案，以保护气候变化和人为压力威胁影响下的海洋生态系统。

10、减缓气候变化的成本可以通过对人类和自然健康的多重直接效益来得到补偿。健康效益比减缓政策的成本具有更高的经济价值。所有部门都需要迅速减少排放，采取正确的政策可以大幅增加健康和环境效益。健康协同效益的价值可以证明迅速扩大减缓政策和技术的正确性，从而加速向零排放经济迈进。

（刘燕飞）

澳大利亚实施未来研究计划

2021年10月25日，澳大利亚优化资源开采合作研究中心（CRC ORE）和澳大利亚联邦科学与工业研究组织（CSIRO）联合实施“未来研究计划”²²，该计划将有助于减少能源和水的消耗、尾矿和残渣的产生、作业的物理足迹，以及优化从资源中提取有价值的矿物，从而促进采矿业的可持续性。

该计划将在CRC ORE的研究基础上扩展矿石预选技术的开发，该技术可部署在矿山内及选矿厂前端。新的研究范围将研究如何将这些原则进一步应用到采矿价值链的下游，目标是更小粒度和更广泛的矿石类型。重点领域包括：将选择性破碎原理融入粉碎回路的设计和操作中；优化粗颗粒和细颗粒分离器的矿石进料以提高其性能；逐步减少能源和水强度；开发废物可持续管理的新方案。

该计划的一个关键目标是开始研究预富集浸染矿石的技术。这类矿石很难用现代选矿技术进行预选，但它们含有大量有价值的基本金属和贵金属。全球约3%的直接能源消耗用于采矿业中的破碎岩石，因此，如果预选技术能得到更广泛的应用，它将对全球环境 and 经济产生更广泛的影响。

（刘学）

德国哥白尼项目提出实现气候中和转型的核心要素

2021年10月11日，德国联邦教研部（BMBF）资助的哥白尼项目在情景分析和技术假设的基础上，提出德国在2045年实现气候中和转型的8个核心要素²³。哥白尼项目是德国最大的能源转换研究项目之一，在十年内获得了约4亿欧元的资助。8个核心要素分别为：

²² CRC ORE and CSIRO join forces in Future Research Program. <https://www.csiro.au/en/news/News-releases/2021/CRC-ORE-and-CSIRO-join-forces-in-Future-Research-Program>

²³ karliczek: Forschung zeigt erstmals konkrete Pfade zur Klimaneutralität Deutschlands auf. <https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/pressemitteilungen/de/2021/10/111021-Ariadne.html>

1、气候中和能源系统的核心能源主要为可再生电力、绿氢、绿色 E-Fuels 和可持续生产的生物质。通过几乎完全放弃化石燃料，可以实现气候中和。

2、可再生电力供应是能源系统进一步脱碳的支柱。为了使德国在 2045 年实现气候中和，到 2030 年，电力供应的碳强度将与 2019 年相比下降 82%~92%。

3、能源消费的直接电气化发挥核心作用。电力在最终能源中的份额将从 2019 年的 18% 增加到 2045 年的 40%~69%。

4、电气化对减少最终能源需求有着重要贡献，使用电力比使用燃料具有更好的转换效率。到 2045 年，能源效率的提高将使最终能源消费与 2019 年相比减少 34%~59%。

5、气候中和要求预先实现碳中和及碳汇开发。如果不能完全避免能源相关的二氧化碳排放或不能显著减少畜牧业的排放，所需的碳汇量可能更高。

6、碳移除有多种技术选择，其技术潜力到 2045 年总计可以超过 1 亿吨二氧化碳。任何技术选项都面临特定风险，因此开发技术性碳汇对确保气候目标免受潜在残留排放的风险也很重要。

7、能源转型为健康带来巨大的额外收益，但随之也在其他环境行动领域产生新挑战。能源转型将锂、镍、钴、镉、铍、钒的需求增加到可能导致严重瓶颈的水平。

8、2030 年和 2045 年的气候保护目标极具挑战性，只有通过大规模投资、额外的政策措施和所有部门的基础设施发展才能实现。

(葛春雷)

空间与海洋

美国 NOAA 积极关注国家沿海恢复研究

2021 年 11 月 18 日，美国国家鱼类和野生动物基金会（NFWF）与美国国家海洋和大气管理局（NOAA）宣布通过“国家海岸复原基金”（NCRF）资助 3950 万美元²⁴，支持 28 个州和地区的 49 项沿海复原项目，涵盖了从社区参与优先事项规划到海岸工程设计开发等能力建设。

这些项目将帮助社区加强沿海景观，适应不断变化的气候，维持当地野生动物的生存，并利用自然栖息地来提高社区对未来风暴和洪水的抵御能力。其中，一些代表性的项目包括：

（1）为夏威夷莫洛凯岛沿海家园开发社区恢复力。通过对预计的海平面上升、洪水、地下水上升和其他不断增加的沿海危害进行科学分析和建模，为莫洛凯岛上的宅基地社区制定恢复力计划。该项目将确定优先事项，以稳定和恢复海岸线、缓解沿海洪水和沉积、加强文化基础和基于自然的解决方案。

（2）设计基于自然的解决方案，以保护马萨诸塞州贝尔岛沼泽保护区的社区和滨鸟栖息地。通过建模进行水动力情景模拟，预测贝尔岛沼泽保护区的未来条件范围，并利用模型输出探索基于自然的解决方案，以保护海岸线和 250 多种鸟类。该项目将开发一个水动力模型，建立推荐干预措施的优先清单，并为前三项推荐干预措施设计概念。

（3）建立海岸恢复力分析能力，保护社区和潮汐湿地。根据国家指导，为新罕布什尔州沿海地区开发动态海平面上升和风暴潮模型。项目将使用该模型来测试社区驱动的概念性适应替代方案应用于 8 个运输和当地土地使用试点项目的有效性，以及发布实施备选方案分析的最

²⁴ NOAA and NFWF grant \$39.5 million for national coastal resilience projects. <https://www.noaa.gov/news-release/noaa-and-nfwf-grant-395-million-for-national-coastal-resilience-projects>

佳实践，这些备选方案分析将考虑未来洪水条件、社会脆弱性以及保护潮汐湿地的基于自然的设计。

(4) 恢复红树林湿地的水文连通性以提高佛罗里达州栖息地的恢复力。在佛罗里达州科里尔县设计两个红树林栖息地恢复项目，以恢复这些栖息地抵御海平面上升和风暴影响的能力，并保护沿海社区和休闲渔业。该项目将包括湿地特征描述、敏感物种调查、历史图像审查、水文监测、潮汐条件评估、野生动物评估和总体初步栖息地恢复设计。

(5) 特拉华州南威尔明顿湿地恢复设计。扩大 8~10 英亩退化湿地的设计，以将其恢复为高功能淡水潮汐湿地栖息地。该项目将进一步减少洪水，增强恢复力，恢复淡水潮汐交换，过滤受污染的径流，改善土壤和水质，并将其恢复为各种鱼类、湿地野生动物和水生野生动物的栖息地。

(6) 在波多黎各的库莱布拉建设沿海社区恢复力。设计一个边缘礁以恢复和扩大海草和红树林栖息地，降低当前洪水风险，并适应预计的海平面上升。该项目将改进居民对关键基础设施的访问，改善海洋生态系统栖息地，让政府机构、市政府和当地社区参与项目设计、实施和后续监测和护理。

(吴秀平)

设施与综合

澳大利亚 CSIRO 启动新的岩芯研究设施以促进矿产开发

2021 年 10 月 26 日，澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO) 公布了其最新的尖端研究设施——地球科学岩芯研究实验室²⁵。该实验室耗资 700 万澳元，位于澳大利亚珀斯的先进资源研究中心，汇集了一

²⁵ CSIRO launches new \$7m drill core research facility to support Australian mineral discovery. [https://www.csiro.au/en/news/News-releases/2021/CSIRO-launches-new-\\$7m-drill-core-research-facility-to-support-Australian-mineral-discovery](https://www.csiro.au/en/news/News-releases/2021/CSIRO-launches-new-$7m-drill-core-research-facility-to-support-Australian-mineral-discovery)

套先进的矿物表征设备，包括 **CSIRO** 自主研发的专门用于岩芯分析和研究的 **Maia** 绘图系统。

从岩芯分析中提取更多的数据，将有助于通过提供信息来推动资源发现、开采和加工的关键决策，从而解锁澳大利亚的关键矿产。地球科学岩芯研究实验室独特的设备能够最大限度地利用岩芯样品的数据，实现跨尺度表征，从长达数公里的钻孔岩芯的宏观分析，到微观尺度的岩石的元素组成研究。

地球科学岩芯研究实验室的这套岩芯扫描仪器包括：**CSIRO** 自主研发的 **Maia** 绘图系统，是用于高分辨率、微米级分析的微束 X 射线荧光分析仪；**Minalyzer CS** X 射线荧光扫描仪器；**Corescan** 的自动矿物学和结构分析仪器；**GeoTek** 的岩石物理测井系统；以及 **CSIRO** 自主研发的 **HyLogger3** 系统。这套仪器的用途包括：地球化学和高光谱数据，根据地层深度显示元素和矿物学丰度；了解矿化和蚀变关系的光谱数据；确定地层单位和边界的数据，例如相、沉积序列和蚀变矿物学；有助于地震地层学的数据；快速高分辨率岩芯照相；沉积物化学和堆积速率；核心质量评估。

(刘学)

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