

Science & Technology Frontiers

科技前沿快报

国家高端智库
中国科学院

2018年10月5日

本期要目

澳大利亚 CSIRO 发布《国家氢能路线图》

美国 NSF 资助研发实用量子计算机

Gartner 公司发布 2018 年新兴技术成熟度曲线

美国国家科学院发布行星科学十年调查中期评估报告

英国 STFC 报告分析基础设施支持世界级创新的背景与机遇

2018年

总第 052 期

第 10 期

目 录

深度关注

澳大利亚 CSIRO 发布《国家氢能路线图》	1
------------------------------	---

基础前沿

美国 NSF 资助研发实用量子计算机.....	6
-------------------------	---

信息与制造

Gartner 公司发布 2018 年新兴技术成熟度曲线.....	7
-----------------------------------	---

英国先进推进动力中心新一轮项目征集关注零排放车辆	8
--------------------------------	---

美国功率电子制造业创新研究所推动宽带隙半导体研究	9
--------------------------------	---

生物与医药农业

英国-印度研究机构宣布两项生物科技联合研发计划	10
-------------------------------	----

能源与资源环境

美国 DOE 资助第三批 42 个能源前沿研究中心建设.....	12
----------------------------------	----

欧盟地平线 2020 计划资助 1.14 亿欧元研发下一代电池技术.....	14
--	----

日本 NEDO 启动两个地热利用技术开发新计划.....	20
------------------------------	----

美国 NOAA 资助开展地球气候系统科学与模拟研究	21
---------------------------------	----

空间与海洋

美国国家科学院发布行星科学十年调查中期评估报告	22
-------------------------------	----

美国 NASA 签订第三批空间“引爆点”技术开发合同	24
----------------------------------	----

设施与综合

英国 STFC 报告分析基础设施支持世界级创新的背景与机遇	26
-------------------------------------	----

美国 NNI 报告阐述 2019 年各资助机构纳米技术重点研发方向..	31
-------------------------------------	----

日本发布第 2 期战略性创新推进计划	33
--------------------------	----

深度关注

澳大利亚 CSIRO 发布《国家氢能路线图》

2018年8月，澳大利亚联邦科学与工业研究组织（CSIRO）发布了《国家氢能路线图》¹。该路线图分析了氢的制备、存储及运输、应用等氢利用价值链上的主要技术、优势技术、发展的现状及存在的障碍，提出了针对性的技术和政策建议，最后针对不同的研究方向提出了2018-2025年和2025-2030年的研究计划。

该路线图认为，氢气可以取代天然气作为低排放热源，也可以替代许多工业过程中具有成本竞争力的低排放原料，而且通过克服与能源间歇性相关的挑战，氢气可以促进电力网络向可再生能源占比更高的阶段过渡。此外，氢气还为优化电力、天然气和运输部门之间的可再生能源使用提供了机会。在全球范围内，氢气行业受到一系列成熟技术的支撑，相关市场即将达到“临界点”。

一、氢工业的发展

氢市场之所以不活跃是因为与其他能量载体（如电池）和原料（如天然气）相比，缺乏支持其应用所需的基础设施及氢供应的成本较高，这可以通过私营部门和公共部门价值链（制备、存储运输及使用）上的一系列战略投资来解决。适当的政策框架可以为氢创造“市场拉动”效应，随后对基础设施、氢气生产、储存和运输等领域的投资可能才会出现。氢气的独特优势在于它可以同时为多种来源的需求提供服务。

二、氢利用的价值链

1、氢的制备

目前有两种成熟途径可以产生氢：热化学制氢和电化学制氢。热化

¹ CSIRO roadmap finds hydrogen industry set for scale-up. <https://www.csiro.au/en/News/News-releases/2018/Roadmap-finds-Hydrogen-Industry-set-for-scale-up>

学制氢（该过程必须与碳捕获和储存及时配合使用以产生清洁的氢）必须规模化（即>500吨/天）建造，以抵消发电厂和储存制氢过程中伴生的二氧化碳的资本成本。电化学制氢技术包括聚合物电解质膜（PEM）和碱性电解（AE）。虽然目前电解制氢成本较高，但PEM电解很快将成为更具竞争力的氢生产形式，还需要进一步研究提高PEM工厂的设计和效率，扩大生产规模，降低这两种电解氢技术的资本成本。预计到2025年，电解制氢的成本可能会降到2.29~2.79美元/千克。

2018-2025年，采用热化学方法制备氢的研发重点为：利用氢选择薄膜增强水和二氧化碳分离效果；进一步研究过程的集约化。2025-2030年继续研发新兴技术，如化学链、甲烷裂解、生物质气化和太阳能燃料；继续进行二氧化碳储存库评价和示范研究。

2018-2025年，采用电化学方法制备氢的研发重点为：研发催化剂、低阻力膜以提高PEM效率；研发催化剂层和膜以及防腐等提高电池堆使用寿命的方法；降低生产成本；推进新兴的高温电解技术等。

2、氢的存储和运输

氢储存技术可大致分为3类：①压缩，在较高压力下储存气态氢以增加储存量，包括大型地下储存（例如盐洞）和天然气管道中的“线路封装”；②液化，将氢气加压并冷却至-253℃，使其处于液态；③化学品，一些可以携带氢气的氨、金属氢化物和甲苯等分子。

（1）氢储存。最合适的氢气储存技术需要考虑氢气量，储存占用空间（例如储罐尺寸）和能源使用等问题。压缩气态氢由于具有相对较低的成本和更大的空间可用性成为固定氢储存最具吸引力的方式。随着压缩效率的提高，预计2025年前由于氢的储存将使氢的生产成本增加约0.3美元/千克，由于氢的液化将使氢的生产成本增加1.59~1.94美元/千克。作为替代方案，氨合成（通过传统的Haber-Bosch工艺）可以额外

增加1.10~1.33美元/千克的氢气成本。

(2) 氢运输。制备地和使用地之间的距离越大，氢气供应链成本越高。储存和运输技术通常需要考虑氢需求、可用的基础设施和距离等要素。氢气在家庭中使用时，管道对长距离输送大量压缩气态氢及其在使用网点中的分布都很重要。随着往返距离（即>4000千米）和对氢的需求增加，将优先发展具有更高氢密度的技术，如氨合成和液化。

2018-2025年针对氢气的储存和运输，主要研究方向为：管道材料及其操作压力；提高氢气的压缩效率；开发液化催化剂、冷却剂和材料；适合氨裂解的更便宜的催化剂及性能优异的电化学反应；调查用于氢气存储的盐穴储气库及测试枯竭的气体库。

3、氢的使用

(1) 氢燃料运输。氢燃料运输代表了氢工业发展的早期目标市场。目前燃料电池电动汽车（FCEV）投放市场的主要障碍是资本成本以及缺乏支持其使用的基础设施。制造业的规模经济以及专用和自动化生产线的建立能使资本成本最大幅度的减少。澳大利亚FCEV市场的成功在很大程度上取决于氢气加油站的战略部署。目前的成本为从每站150万美元到200万美元不等。预计到2025年，氢气加油站的构建成本和运营成本将大幅减少（即50万~100万美元）。加油站的部署需要车站操作员和汽车制造商之间的高度协调（即匹配氢气供应和需求）。澳大利亚是通过海外合资企业在特定区域推出大量站点（例如，3~5年时间推出100个站点）实现的。此外，政府在承担初始需求风险和促进制定相关运营标准方面也发挥着关键作用。

2018-2025年该领域的主要研究方向为：利用大学和政府旗舰项目的示范性，扩大氢气加油站的适用范围；氢气加油站持续的测试和优化。2025-2030年，制定面向氢气燃料运输的铁路和网络规划。

(2) 工业原料。使用清洁氢作为工业原料包含了氢的直接替代。盈亏平衡点将受天然气价格影响，而不是通过电解方法降低氢气成本。因此，在清洁氢具有商业竞争之前，鼓励在这些过程中使用清洁氢比采取活跃市场更有必要性。

2018-2025年针对工业原料的研究主要为：将氢气作为生产源植入现有的工厂生产中；氨存储氢技术。2025-2030年的研究方向主要为利用氢气还原铁矿石制备钢铁。

(3) 出口。出口氢气是澳大利亚的重要机遇。该行业的发展在很大程度上取决于生产技术、储存技术和运输技术。2030年之后澳大利亚利用褐煤制氢才能达到商业生产规模，预计最初的大部分需求将通过电解与专用可再生能源和/或并网电力相结合来满足。要想与其他氢气出口国竞争，澳大利亚氢气生产的目标价格需为2~3美元/千克（不包括储存和运输成本）。

2018-2025年针对氢气出口的研究主要为大力研发氢气的生产、存储和运输等技术。

(4) 电网。氢系统可以为电网提供稳定性和可靠性服务。电网中波动性可再生能源（VRE）的比例在未来5年内将持续增加，因此对这些服务的需求可能会增加。并网电解槽提供灵活的负载，可以帮助管理电网稳定性。对于电网可靠性，氢系统（以及燃气轮机）是克服季节性间歇性挑战的唯一技术解决方案。虽然燃气轮机可能更便宜，但考虑到碳和天然气供应风险及建造新天然气的成本时，其价格差异即可忽略。

2018-2025年针对电网的研究主要为研发燃料电池，提高资金成本和电池堆的寿命；研发氨/氢涡轮机和可充电燃料电池。

(5) 偏远地区电力系统(RAPS)。随着氢和燃料电池成本的降低，基于氢的RAPS有望在2025年前与柴油等价物同样具有商业竞争力，因

为氢能够在单一地点为多个作业提供服务（例如物料处理、运输、供热和废水管理），未来3~4年示范的主要目标应包括较小的远程采矿作业。

2018-2025年针对RAPS的研究主要为：对特定区域进行可行性研究；在采矿活动中示范RAPS。

（6）热量。2030年前，为了产生热量而直接燃烧氢气不太可能在纯商业维度与天然气竞争。富氢的天然气网络为氢气提供了早期市场，并且在不需要对现有基础设施进行重大升级的情况下，为该行业的脱碳提供了一个更短期的选择。然而，由于气体不同的燃烧性质和特性，将天然气100%置换为氢需要对现有的设备和管道进行升级。相比之下，升级住宅设备在技术上更加直接，并且有望在2030年左右实现广泛的推广，这需要更换天然气供应管道中的转换头。通过在管道分配网络处放置电解槽并且在切换发生之前强制制造和安装标准化且更易于转换的设备，可以在一定程度上减轻转换过程中的相关风险。

2018-2025年针对热量的主要研究方向为：研发能100%产氢的设备；天然气富集氢气试验；在指定城镇进行可行性研究；在指定城镇开始试点项目；在工业现场示范氢气的使用。2025-2030年的研究方向为制定协调推广住宅设备的相关计划。

（7）合成燃料。合成燃料不太可能在纯商业维度与原油衍生燃料相竞争。竞争态势的转变可以通过生产合成气（使其作为煤气化和/或蒸汽甲烷重整的中间体）来实现，然后将其用于生产更高级的合成燃料。但是，该过程仍具有显著的排放特征。作为替代方案，将氢气与二氧化碳废物流相结合的“液化动力”可用于合成较低排放的燃料，这些燃料可在航空和航运等较重型运输中发挥重要作用。

2018-2025年针对合成燃料的研究方向为提高可逆水气转换反应的效率。

（张超星）

基础前沿

美国 NSF 资助研发实用量子计算机

8月7日，美国国家科学基金会（NSF）宣布未来5年为跨机构“量子协同设计软件定制架构”（STAQ）项目提供1500万美元资助²，以加速实用量子计算机的开发。

目前，量子计算机大多处于概念证明阶段，验证了某些原理的可行性。尽管随着研究人员控制和构建量子系统能力的提升，量子计算机的复杂性也得以提高，但它们还未曾解决过传统计算机无法解决的计算问题。STAQ项目用于开发实用量子计算机的综合方法将依赖于寻找基于优化和科学计算问题的新算法，改进量子计算机硬件，以及开发优化特定机器开发中算法性能的软件工具。

STAQ项目研究人员包括来自杜克大学、麻省理工学院、塔夫斯大学、加州大学伯克利分校、芝加哥大学、马里兰大学和新墨西哥大学的物理学家、计算机科学家和工程师。研究人员将重点关注4个主要目标。

（1）开发具有足够数量量子位的量子计算机，以解决具有挑战性的计算问题。

（2）确保系统中每个量子位与其他所有量子位的相互作用，这对于解决物理学中的基本问题至关重要。

（3）集成软件、算法、设备和系统工程。

（4）使实验者、理论家、工程师和计算机科学家同等地投入并参与。

（田倩飞）

² NSF launches effort to create first practical quantum computer. https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=296227&WT.mc_id=USNSF_51

信息与制造

Gartner 公司发布 2018 年新兴技术成熟度曲线

8月20日，Gartner公司发布2018年新兴技术成熟度曲线³（图1），揭示了五大新兴技术趋势。

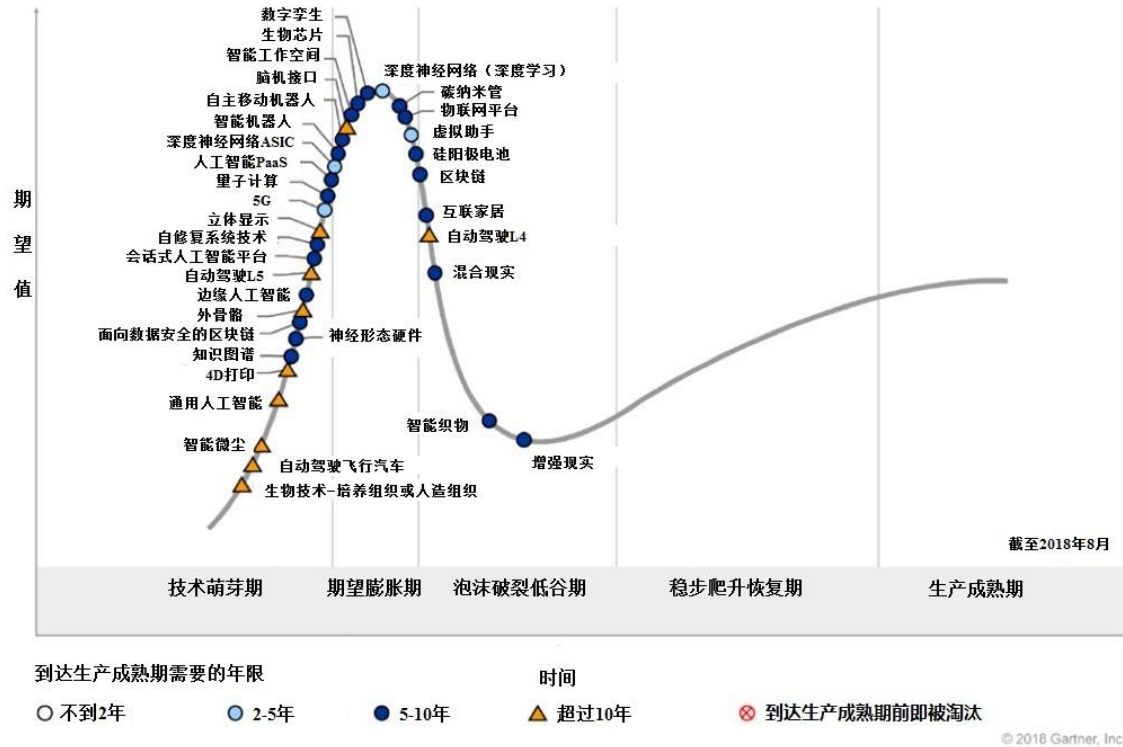


图 1 Gartner 2018 新兴技术成熟度曲线

1、人工智能（AI）大众化。未来10年AI技术将无处不在，实现普惠-大众化。云计算、创客社区、开源等趋势将最终推动AI进入千家万户。代表AI大众化的技术在成熟度曲线的5个部分中占据了3个部分。AI大众化的趋势受以下技术驱动：AI平台即服务（PaaS）、通用人工智能、自动驾驶（4级与5级），自主移动机器人、会话式AI平台、深度神经网络、自动驾驶飞行汽车、智能机器人和虚拟助手。

³ Gartner Identifies Five Emerging Technology Trends That Will Blur the Lines Between Human and Machine. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-08-20-gartner-identifies-five-emerging-technology-trends-that-will-blur-the-lines-between-human-and-machine>

2、数字化生态系统。新兴技术需要变革底层基础，提供所需的海量数据、先进计算能力和无所不在的支撑生态系统。从分离的技术基础设施向生态系统驱动的平台转变为全新的商业模式奠定了基础，实现了人类与技术的联系。数字化生态系统趋势受以下技术驱动：区块链、面向数据安全的区块链、数字孪生、物联网平台和知识图谱。

3、自己动手（DIY）生物黑客运动。未来10年，人类将进入“超人”时代：取决于生活方式、兴趣和健康需求，生物可被改造。生物黑客运动分为4类：技术增强、营养基因组学、实验生物学、研磨生物黑客运动。问题在于，社会对这类应用及其引发的伦理问题能接受到何种程度。DIY生物黑客运动的趋势受以下技术驱动：生物芯片、生物技术-培养组织或人造组织、脑机接口、增强现实、混合现实和智能织物。

4、透明沉浸式体验。技术将日益趋于以人为本，将透明性带入人、商业和物之间，带来更智能的生活、工作和其他生活空间。透明沉浸式体验趋势受以下技术驱动：4D打印、互联家居、边缘AI、自修复系统技术、硅阳极电池、智能微尘、智能工作空间和立体显示技术。

5、无所不在的基础设施。基础设施不再是组织实现其目标的阻碍。云计算及其变种的出现与普及实现了永远在线可用且无限制的基础设施计算环境。无所不在的基础设施趋势受以下技术驱动：5G、碳纳米管、深度神经网络、专用集成电路（ASIC）、神经形态硬件与量子计算。

（张娟）

英国先进推进动力中心新一轮项目征集关注零排放车辆

8月6日，英国先进推进动力中心（APC）开放了新一轮项目征集，总投资2000万英镑，聚焦零排放车辆设计、制造能力和供应链建设等⁴。

⁴ Next-generation low carbon vehicle technology: apply for funding. <https://www.gov.uk/government/news/next-generation-low-carbon-vehicle-technology-apply-for-funding>

成立于 2013 年的先进推进动力中心是政府和产业界合作推动未来汽车技术研发及应用的重要举措，资助总额为 10 年 10 亿英镑。

本次资助重点技术领域包括替代动力系统、电机和功率电子器件、能量储存和能源管理、轻型车辆和动力总成结构、热动力系统等。项目要求包括：①拥有经过验证的技术理论，在项目结束时技术上可行且可规模化生产；②展示明确的商用化途径，以及实现这一路径的合作伙伴关系；③展示项目的经济效益，如新的就业机会、新的业务活动或产品和服务扩展等；④证明该项目主要针对汽车行业，并且大多数技术已在代表性环境中得到验证；⑤展示该项目将如何支持技能提升和知识共享；⑥证明该项目的影​​响超出了常规商业影响；⑦论证如果资助资金的必要性，以及需要的资金数目细节；⑧展示先进动力中心将如何从项目产生的知识产权中受益。

（黄健）

美国功率电子制造业创新研究所推动宽带隙半导体研究

8 月，美国国家制造业创新网络“制造美国”（Manufacturing USA）旗下的功率电子制造业创新研究所（PowerAmerica）宣布，将向 6 个项目资助 2000 万美元，以推动美国的宽带隙半导体技术研发及应用⁵。其中包括 4 个研究开发项目和 2 个教育与劳动力开发项目。

1、碳化硅和氮化镓先进宽带隙功率模块的设计与制造。项目将设计并制造采用碳化硅和氮化镓先进宽带隙功率模块，以支持下一代国防系统、商业运输、风能和太阳能系统，同时降低整体系统成本。

2、用于直流 48 伏至低于 1 伏的非隔离式直流-直流转换器模块的双电感混合转换器。项目将设计开发基于氮化镓的新型转换器，结构简单成本更低，能量密度是目前市场上转换器的 10 倍，功耗降低 3 倍。

⁵ PowerAmerica Funds New Projects to Advance Wide Bandgap Technology in U.S.. <https://poweramericainstitute.org/news/poweramerica-funds-new-projects-to-advance-wide-bandgap-technology-in-u-s/>

3、中压固态电路断路装置。项目将测试中压（3300 伏）碳化硅固态断路器的功能原型，实现高效率微秒级快速关断。

4、600 伏氮化镓双向开关。项目将充分利用氮化镓高电子迁移率晶体管技术的独特双向特性，开发低成本 600 伏双向开关。该项目将验证双栅极概念和衬底电压稳定解决方案，并将使氮化镓开关比目前常用标准硅器件更具经济性。

5、宽带隙半导体功率器件实验室。项目将建立完全专注于宽带隙功率器件设计、制造和表征的研究生实验课程，并向成员所推广。

6、宽带隙开关和电路的功率电子器件教学实验室。项目将开发具有即插即用功能的模块化、多功能、高频功率教学电路板。新电路板将适用于不同的电子实验课程，本科生将通过宽带隙功率电子器件实践经验和实践知识的学习，培训成为宽带隙功率电子工程师。（黄健）

生物与医药农业

英国-印度研究机构宣布两项生物科技联合研发计划

7 月 30 日，英国生物技术与生物科学研究理事会（BBSRC）宣布将与英国工程与自然科学研究理事会（EPSRC）、创新英国（Innovate UK）组织、英国研究和创新机构（UKRI）联合印度生物技术部（DBT India）共同支持两项新的英国-印度合作研究计划，以解决全球发展带来的社会经济问题⁶。这两项计划都将通过 Newton-Bhabha 基金⁷获得 1530 万英镑经费，以加强英国和印度两国间长期的生物技术合作关系。

第一项研究计划将由 BBSRC、EPSRC、Innovate UK 和 DBT India

⁶ £15 million joint investment between UK and India takes aim at global challenges. <https://bbsrc.ukri.org/news/industrial-biotechnology/2018/180730-pr-joint-investment-uk-india-takes-aim-at-global-challenges/>

⁷ 牛顿基金（Newton Fund）由英国商业、能源和产业战略部（BEIS）管理，已与 18 个伙伴国家建立研究和创新伙伴关系，其中，与印度的合作伙伴关系称为 Newton-Bhabha 基金。

英国-印度研究机构宣布两项生物科技联合研发计划

共同提供 1000 万英镑资金，支持英国和印度的学术界和工业界之间联合开展多学科合作研究。研发计划将集中利用尖端的生物学、化学和工程学解决方案来减少印度的工业废物污染。将工业废物通过生物炼制方法转化为有用的产品，提高废物的价值回收率，减少需要处置或被释放到水道中的废物数量。

第二项研究计划将支持英国和印度科学家开展增加印度豆类或油籽的可持续生产能力的研究。这些联合项目的成果将有助于印度加强粮食安全，减少进口，以及满足不断增长的人口需求。该研究将通过了解和利用植物性状来提高产量潜力，增加对气候胁迫或劣质土壤的耐受性，对抗害虫或疾病，从而改善豆类和油籽作物品种。该计划得到 BBSRC 和 DBT India 共计 530 万英镑的联合资助。

表 1 英国-印度共同支持的两项生物科技联合研发计划

Newton-Bhabha 基金工业废料挑战计划		
项目名称	英国责任机构	印度责任机构
生物废物：工业废物的生物精炼价值	阿伯里斯特维斯大学/ Manrochem 公司	印度科学与工业研究理事会 (CSIR) -印度化学技术研究所
用于高价值化工产品的来自可变混合固体废物的经济非食品糖	利兹大学/Fiberight 公司	孟买化学技术研究所
将造纸厂废物转化为化学财富的综合生物炼制	曼彻斯特大学/C3 生物技术有限公司	CSIR-印度石油研究所
减少印度甘蔗加工产生的工业废物	约克大学/Jesmond 工程有限公司	国际遗传工程和生物技术中心
通过预处理、生物转化和工艺强化的创新来评定甘蔗和相关产业废料的值	贝尔法斯特女王大学/ Nova Pangea 技术 (英国) 有限公司	Vasantdada 糖业研究所
Newton-Bhabha 基金豆类和油籽联合研究计划		
项目名称	英国责任机构	印度责任机构
开发具有改善抗病性的绿豆品种的综合基因组学/遗传学方法	洛桑研究所	贝拿勒斯印度教大学农业科学研究院
利用基因组选择提高花生遗传增益的策略	爱丁堡大学	国际半干旱热带作物研究所 (ICRISAT)

探索化学“去引发”和定量遗传学以提高非生物胁迫下大豆的生长和产量	格拉斯哥大学	巴巴原子研究中心 (BARC)
基因组诱导提高芥菜型油菜的生物或非生物胁迫耐受性，以实现经济和环境的可持续性	约克大学	德里大学

(郑颖)

能源与资源环境

美国 DOE 资助第三批 42 个能源前沿研究中心建设

6月29日，美国能源部（DOE）宣布在2018财年向全美42个能源前沿研究中心（EFRCs）资助近1亿美元⁸，旨在整合跨领域（不同学科）、跨机构（大学、国家实验室、非盈利研究组织）的研究人员智慧和资源，共同推进太阳能、核能、能源转换和存储、电子电力和计算机、清洁燃料和化学品、碳捕集等方面的能源基础前沿研究，保障美国能源安全，同时维持美国能源技术的全球领先地位。本次资助的42个EFRCs每个都将获得200万~400万美元不等的经费。

表1 DOE 2018 财年 1 亿美元资助第三批能源前沿研究中心

主题	中心名称	研究内容
材料	材料量子相干研究中心	开展纳米材料量子相干的非线性效应研究，了解其作用机理，实现对其量子相干性的调控，推进量子信息科学的进步
	纳米电子系统中的自旋与量子热运输研究中心	了解纳米材料的自旋、电荷与晶格间的相互作用和对量子材料与异质结构的作用，探索控制自旋与能量传输的新机理
	有机无机半导体能源研究中心	通过对材料自旋、电荷及光-物质相互作用的控制，来提升有机-无机钙钛矿光电器件性能
	下一代材料设计中心	提升设计和探索新功能的材料速度，将亚稳态引入材料设计中，并预测可行的合成路径
	酸性气体诱发的能源材料变化控制和研究中心	深入探究酸性气体与材料的交互作用机理，以实现将酸性气体快速从材料中分离
	能源水系统先进材料研究中心	了解与设计在固-液临界态下的吸收率、反应率和能量传输，从而提升水处理材料的性能

⁸ DOE Awards \$100 Million for Energy Frontier Research Centers. <https://www.energy.gov/articles/doe-awards-100-million-energy-frontier-research-centers>

美国 DOE 资助第三批 42 个能源前沿研究中心建设

	生物能源科学中心	基于仿生学开发高性能的软性材料
	量子材料研究中心	探索 and 了解在凝聚态材料的新特性及其对能源与信息技术的潜在影响
	跨尺度合成科学中心	通过掌握自组装、自我修复材料组成单元调控，实现对材料特性的调谐
	复杂材料第一性原理研究中心	推进简单与复杂材料的电子结构计算理论
量子器件	高效神经计算量子材料开发中心	基于纳米氧化物、磁性多层膜和纳米激光等量子材料开发高效、高容错的神经计算
	分子体系磁性量子材料研究中心	借助分子体系磁性材料开发出革命性能的量子计算机、量子自旋电子器件和量子传感器
	量子计算研究中心	通过调控光子自由度、量子逻辑门、量子自旋特性的调控实现量子计算技术突破
	拓扑半金属研究中心	利用拓扑半金属独特的物理光电特性开发红外光探测器、光捕获系统和量子电子器件
能源化学	能源催化中心	开发高效、高选择性的催化剂，实现将木质素生物质高效转化成高价值的化学品
	光诱导的氧化还原研究中心	利用光驱动实现高效的多电子的氧化还原过程，用于能源化学转化过程
	介观尺度可持续催化研究中心	开发能够提升化学品催化转化过程能效和选择性的催化系统
	无机金属催化剂设计中心	从机理上探索能源科学相关的新型催化剂和提高催化性能相关的结构-功能关系
	太阳能燃料的光电极设计研究中心	研发能够在太阳能驱动下实现高效光解水和二氧化碳还原的催化剂
	光化学研究中心	利用光捕捉和太阳能光电化学来实现前所未有的光诱导的交叉耦合反应器
	分子电子催化研究中心	通过精确控制电子与质子转移实现电能-化学键能高效转换
	碱性环境催化剂研究中心	理解催化剂在碱性环境下的反应机理、结构和动力学行为，推进碱性燃料电池技术进步
	木质纤维素结构和形成研究中心	从纳米尺度到介观尺度尺寸来深刻理解植物细胞壁纤维素的形成机理
	储能	先进的充电技术中心
电解质-电极界面研究中心		设计与合成高导电性和强化学稳定性的固态电解质，用于下一代电化学储能
介观尺度输运研究中心		从分子尺度到介观尺度深刻理解的材料输运特性，为开发高能量密度、高功率、长寿命的电化学储能系统奠定理论基础
固态存储中离子电子作		发展从原子尺度到介观尺度的科学理论，以提升 3D 固态储

	用精确控制研究中心	能技术性能
	化学储能东北研究中心	从原子层面到宏观层面来探究电极在电池全生命周期过程中的结构、物理化学性能的演变过程
	储能电解质研究中心	深刻理解共晶溶剂与软性纳米颗粒的结构特性关系，为设计合成储能器件用电解质积累理论知识
	流体界面反应、结构和输运特性研究中心	理解纳米限域环境中液体电解质界面物理化学特性和电子传输特性，为提高含有液态界面的能源系统性能提供理论指导
	非常规油气形成中水-碳氢化合物-岩石三者界面的机械应力控制中心	探索页岩中非平衡的化学与物理作用过程的基本原理，为提高页岩油气的开采效率积累理论知识
	气体分离中心	开发能够用于多种关键气体分离的气体分离膜
流体 热力学	纳米流体传输增强研究中心	通过研究单位数纳米通道内的流场流动与分子传输，获取提升湿法分离和化学净化过程效率的方法
	热力学极限光学研究中心	通过对有序结构材料的光子流、电子流和声子流的调控实现对光子运动的调控，从而开发新型的能源转换系统
	人工材料与自然材料中的多尺度固、液界面特性研究中心	了解在自然结构、人工分层级、有序排列结构的流体和固体界面的物理化学特性
	辐射热能传输中心	先进核燃料中光电子介质热量传输的精确建模和控制
	反应堆粒子输运机理研究中心	开展核反应堆环境下材料的腐蚀与辐照损伤研究
核能	熔盐研究中心	理解熔盐的基本物理化学性质，为研究熔盐堆技术奠定理论基础
	能量耗散、缺陷研究中心	开发固溶体合金来控制在极限环境下的能量耗散和缺陷演化，用于设计开发抗高辐射的核设施材料
水与能源	水与能源系统材料研究中心	研发用于净化或分离能源设备中相关的混合溶液的聚合渗透膜

(郭楷模)

欧盟地平线 2020 计划资助 1.14 亿欧元研发下一代电池技术

7月25日，欧盟更新了“地平线2020”（2018-2020）计划中能源和交通运输部分的项目资助计划，即新增一个主题名为“建立一个低碳、弹性的未来气候：下一代电池”的跨领域研究行动⁹，旨在整合“地平

⁹ European Commission. Horizon 2020: new Next-Generation Batteries call published. <https://ec.europa.eu/inea/en/news-events/newsroom/horizon-2020-new-next-generation-batteries-call-published>.

线 2020”（2018-2020）分散资助的与下一代电池有关的研究创新工作，推动欧盟国家电池技术创新突破，开发更具价格竞争力、更高性能和更长寿命的电池技术。新增资助计划将在 2019 年提供 1.14 亿欧元用于支持 7 个主题的电池研究课题。

1、高性能、高安全性的车用固态电池技术

资助金额为 2500 万欧元。针对电动汽车，进一步发展现有的固态电池技术，以解决当前固态电解质电池的各种问题，如工作温度过高、离子传导性过低、电极电解质界面阻抗过高、电池循环寿命短、生产成本过高等。主要围绕三种电解质材料进行研发：

（1）无机电解质材料，如钙钛矿、石榴石、硫化物、钠超导体等无机结晶材料和锂磷氧氮、玻璃态氧化物等无机非晶材料，由于电解质和电极之间的反应性，在电池组装以及循环期间存在界面电阻过高和接触较差的问题。

（2）固体聚合物/聚合物材料，如聚环氧乙烷、聚合物离子液体、单离子聚合物等，存在离子电导率过低、电化学稳定性较差、反应温度不合适和锂枝晶问题。

（3）固态混合电解质，解决高电压下聚合物电解质稳定性较低、对复合材料界面认识不足等问题。

此外，还将开发所谓“后锂离子时代”电池材料，包括采用传统锂离子材料的锂硫电池（如将于 2020-2022 年间开发以硅/碳（C/Si）为负极的锂硫电池）和以锂金属为负极的全固态电池（将于 2025-2030 年开发）。

产生的预期影响主要有：锂硫电池能量密度大于 350 瓦时/千克或 1000 瓦时/升，锂金属为负极的全固态电池达到能量密度大于 400 瓦时/千克或 1200 瓦时/升；到 2030 年，功率密度大于 10000 瓦/千克情况下快速充电速度超过 10 倍放电速率（10C）；成本低于 100 欧元/千瓦时；

提升材料建模能力并维护生态系统；增强欧洲电池生产价值链；完成安全性验证和知识产权保护。

2、非车用的电池技术

资助金额为 2400 万欧元。能源供应低碳转型情况下，需要通过开发电池存储技术来应对储能挑战，主要包括：

(1) 通过开发低成本高性能材料（如纳米结构、二维材料和电解质等新型先进电极材料）和化学品，改进封装和电池设计以及电池组件生产工艺，实现更具价格竞争力、更高性能、高度安全和寿命更长的电池存储解决方案。

(2) 安全的存储技术，如开发用于固态电池的聚合物或固体电解质材料。

(3) 开发可持续材料、环保生产工艺、二次利用以及在欧洲容易获取的材料，电池回收应具备大规模实施和低成本潜力。

(4) 对新的电池存储解决方案进行循环性、可靠性和寿命的工业示范和测试，在欧盟监管框架下进行开发，并考虑其对工业标准的影响。

(5) 对新的解决方案进行包括环境和经济的全生命周期评估。

产生的预期影响主要有：大幅降低固定式储能成本，将其降至 0.05 欧元/千瓦时/周期，并将其他应用的成本降低至少 20%，使新技术更具竞争力和可持续性；固定式储能的循环寿命明显超出现行标准，在 80% 放电深度下至少达到 5000 次循环；储能产品可持续性更强，理想情况下循环效率超过 50%，并经过经济可行性验证。

3、氧化还原液流电池仿真建模研究

资助金额为 500 万欧元。由于能长时间储存大量电力并能在需要时快速释放，氧化还原液流电池（RFB）被认为是电网固定式储能的主要技术，其能量密度及成本主要由氧化还原电对和电解质决定。目前的

RFB 主要采用非欧洲出产的金属氧化还原电对，有高度腐蚀性、且有时具有毒性。此外，电池系统大多为水基，会发生高电压水电解和膜渗透，影响电池效率、成本、安全性和可持续性。因此，需开发数值模拟模型以及多种电解液和电化学预选材料。仿真模型应模拟新化学品和设计，研究电荷、质量和热量输运机理，识别电池限制机制，预测电池性能，优化设计并扩大规模，尤其关注电池的电压、能量、功率密度、可靠性和成本。

产生的预期影响为：显著推进研究和工程应用，加速获得新的非稀有和无毒性的氧化还原电对和电解质，降低材料和成产成本，优化全尺寸低成本和环境可持续 **RFB** 系统的设计和性能，以平衡电网中波动性可再生能源。项目成果应在中长期内有助于实现欧盟战略能源技术计划（**SET-Plan**）中设定的目标，并激励对低碳能源部门的投资，其长期目标是是通过创新驱动经济增长和固定式储能的产业竞争力。

4、适用于固定式储能的先进氧化还原液流电池

资助金额为 1500 万欧元。开发和验证基于新的氧化还原电对和电解质材料的 **RFB**，这些材料具有环境可持续性，且有较高能量和功率密度，能够提高电池寿命和效率并降低成本。另外，需对新方案进行全尺寸原型的实验验证。具体研发技术问题包括：氧化还原对在重复电压波动下的长期稳定性及其溶解性和可逆性；低膜电阻甚至无膜系统；电极反应动力学优化；电解质/隔膜接触界面的优化；环境可持续性研究；毒性、可燃性等安全性研究。

产生的预期影响为：有助于实现 **SET-Plan** 设定的目标，到 2030 年储能成本将降至 0.5 欧元/千瓦时/周期以下，项目成果能够激励对低碳能源部门的投资，其长期目标是促进创新驱动的增长和固定式储能的产业竞争力，并有助于加速大量波动性可再生能源（尤其是太阳能和风能）

与电力系统的整合。

5、先进锂离子电池的研究与创新

资助金额为 3000 万欧元。开发下一代锂离子电池技术（主要是指以镍锰钴为正极、Si/C 为负极的电池），解决电池系统性能问题，开发相关监控系统/智能管理系统，考虑与用户接受度相关的重要参数（用电成本、安全性、大功率充电、耐久性等）、环境可持续性（节能制造、可回收性和再利用）以及大规模生产。具体研发重点有：

（1）电池化学、形态学和结构研究，包括能量和功率密度最大化，减少关键原材料（特别是钴）的消耗，开发正极、负极和电解质材料的绿色生产工业和涂层工艺，从安全性、耐用性和功率容量方面改进电池、电池组和系统级电池的整体性能，化学和工艺的环境可持续性改进。

（2）在电池或模块中开发智能微传感器和微电路，用于监测和诊断电池状态，通过先进电池管理进一步满足电动汽车使用要求（如使用情况、寿命、温度条件）。

（3）开发先进的制造方法和设备，生产更薄的材料层，提高质量、品控和产量，从而提高密度并降低成本。

产生的预期影响有：推出具有市场竞争力的下一代锂离子电池，其能量密度至少达到 750 瓦时/升，封装成本降低至 90 欧元/千瓦时，快速充电能力达到 2.5 倍放电速率（2.5C）以上，使用寿命至少满足 2000 个深度循环充电，同等能量密度下比镍钴锰电池至少节约 20% 的关键材料。

6、锂离子电池材料及输运过程建模

资助金额为 1300 万欧元。欧盟缺乏大规模生产锂离子电池的技术和能力，传统电池设计方法无法满足设定的 2025 年第 3 代和第 4 代电池技术发展目标¹⁰。面对这一挑战，主要从以下方面进行研发：

¹⁰ 欧盟电池技术的划分详见战略能源技术计划 10 大研究创新行动的第 7 个行动计划内容，即“交通电气化和固定储能”章节内容，内容网络链接为 https://setis.ec.europa.eu/sites/default/files/set_plan_batteries_implementation_plan.pdf

(1) 基于不同物理模型描述先进锂离子电池化学和三维结构中微观结构的行为。新模型方法需考虑电化学反应、材料结构变化和性能老化问题。

(2) 系统化测量用于建模的基本参数如热系数、扩散系数和电导率等，建立可靠数据库。开发新的测量技术和方法以检测电极结构和电池机械应力、孔隙度和微观结构等在电池循环中发生的变化，确保模拟结果与实际电池电化学反应高度匹配。

(3) 制造具有独特特征的电池原型或组件，生成输入参数以初始化模型，并验证模拟模型的可用性。

(4) 电池测试和模型模拟的相关性验证，确定不同测试条件下模型的有效性和稳定性。

(5) 用于评估控制参数和模型稳定性的模型参数的灵敏度分析。

(6) 对电池生产进行模拟、研究和故障预测。

(7) 高度优化的电池 (>300 瓦时/千克) 综合性能特性的模拟与实验研究。

(8) 功能衰减、老化和安全等方面电池耐久性验证的新方法。

产生的预期影响包括：最多减少 30% 的电池开发时间和成本；基于不同物理化学分析获得更好的设计优化；将实验数量减少三倍；将电池研发创新成本降低 20%。

7、锂离子电池生产试点网络

资助金额为 200 万欧元。为了发展先进锂离子电池技术和制造工艺，欧盟各地建立了许多非工业试点，需在这一基础上建立锂离子电池试点网络，主要从以下方面开展活动：确定欧盟锂离子电池试点在技术、生产规模测试和验证、专业知识和专业化方面的能力；分析试点项目在技术范例和全球竞争中的能力和设备差距；标准化数据交换平台以进一步

提高欧洲的锂离子电池生产技术；开发试点共享接口模型以及学术研究与工业生产合作模型；制定通用合同以确保信息安全；确定试点结果数据交换的可行性，开展能源和资源高效利用生产；建立上述要点之后，在欧洲锂离子电池各试点中开展性能参数测试，开放外部访问以比较不同制备方法的优劣；组织联合研讨会，创建相互学习和集中培训平台；制定网络联合战略路线图，以实现电池技术从小规模试点到工业规模转化；建立价值链上公共和私营利益相关者的网络，并对格式进行概念化，以提高网络的可见度。

产生的预期影响有：进一步发展欧盟工业规模高性能低成本的锂离子电池生产技术；更好地发挥试点的协同作用；能够扩大欧盟锂离子电池专家规模；确保利益相关者的公平竞争；建立独特的销售模式以提高锂离子电池的生产效率；实现价值链优化整合，促进领域创新进步。

（岳芳 郭楷模）

日本 NEDO 启动两个地热利用技术开发新计划

7 月 4 日，日本新能源产业技术综合开发机构（NEDO）宣布于 2018-2022 财年在“地热发展技术开发”主题项目下启动新遴选的两大技术主题研究计划，包括酸性地热流体的开发技术和基于物联网（IoT）和人工智能（AI）的地热发电系统的运营管理技术¹¹，旨在开发新技术以将尚未开发的酸性地热流体资源利用起来，以到 2030 年将地热发电发电量至少扩大到约 155 万千瓦，同时利用物联网、人工智能等技术改善地热发电站的管理运营效率，将地热发电站的故障发生率降低 20% 并将利用率提高 10%，从而扩大地热在全日本的部署规模。本次两大主题的研究课题具体内容如下。

¹¹ 地熱エネルギーのさらなる高度利用を目指す技術開発 8 テーマを採択. http://www.nedo.go.jp/news/press/A5_100988.html

美国 NOAA 资助开展地球气候系统科学与模拟研究

表 1 “地热发展技术开发”项目两大主题研究计划研究内容

技术主题	研究内容	承担机构
酸性地热流体的开发利用技术	酸性地热流体的化学处理系统开发	西日本技术开发公司、九州大学、富山大学
	酸性地热流体地热资源的开发利用技术	NKK 无缝钢管公司、地热技术开发公司、国立先进工业科学技术研究所、京都大学
基于 IoT 和 AI 的地热发电系统运营管理技术	利用 IoT 和 AI 开发先进地热发电系统运营技术提升运营效率	地热技术开发公司、西日本技术开发公司、三菱日立电力系统公司、早稻田大学
	利用 IoT 和 AI 开发先进地热发电系统管理技术提升管理效率	东北绿化环保公司、电力中央研究所、东京农业大学
	高精度的硫化氢监测设备的开发	日本 GASTEC 公司、东北绿化环保公司、东北大学
	针对地热资源利用的 AI-IoT 温泉监测系统的开发	地热工程公司、西日本技术开发公司、横河电机公司
	基于 IoT-AI 技术研究开发智能的小规模地热发电及热供给系统	伊藤忠技术解决方案公司、日本工程协会、电力中央研究所、熊本大学

(郭楷模)

美国 NOAA 资助开展地球气候系统科学与模拟研究

8月8日，美国国家海洋和大气管理局（NOAA）气候计划办公室（CPO）发布其2019财年公告¹²，将向气候与大气研究中3个主要领域的10项竞争性研究提供约1125万美元的支持。通过支持大气成分变化趋势、年代际气候变率预测、热带西北大西洋海-气相互作用和改进地球系统模拟等研究，该计划将增加对地球气候系统的了解并促进其知识应用和有效决策，并为美国全球变化研究计划及国家气候评估等提供支持。

表 1 美国 NOAA 气候办公室 2019 财年资助项目信息

资助领域	资助项目	研究内容
地球气候系统科学与模拟 (ESSM)	大气化学、碳循环和气候：大气成分观测的长期趋势	解释长期观测记录中的各种趋势、形势和极端情况，需探索的特征包括：影响长期趋势的梯度、异常和极端情况的因子；年际和年代际的变率与变化；季节性周期振幅的变化；地方或区域的长期趋势变化
	年代际气候变率和	进行数据分析和/或耦合建模，研究以下2个优先领域：①控

¹² Climate Program Office FY 2019 Announcement. <https://cpo.noaa.gov/News/News-Article/ArtMID/6226/ArticleID/1627/Climate-Program-Office-FY-2019-Announcement>

可预测性	制耦合气候系统的变率及其可预测性的机制，重点关注大西洋或太平洋区域；②历史、现在和未来大西洋经向翻转环流（AMOC）与全球和区域海平面之间的关系，重点关注对美国沿海的影响和海平面极端情况
观测和理解上层海洋中的过程和热带大西洋浅层对流	对热带西北大西洋的海—气相互作用进行观测、理解和过程模拟研究，关键研究目标包括上层海洋过程、海洋边界层、中尺度海洋涡旋、海—气相互作用
改进气候模式中海洋和/或大气过程的表达	关注重点是对海洋和/或大气模型进行模型诊断和过程表示改进
改进气候模式中土地过程的表达	加速对气候模式中土地过程建模的实现
21世纪美国综合气候预测	优先领域包括：①对影响美国的长期气候变化进行综合预测；②对预测的气候变化进行过程层面的综合理解，以确定相关的可信度和不确定性；③建立21世纪美国气候变化的预测指标，支持美国全球变化研究计划下的国家气候评估活动
应对干旱，支持国家综合干旱信息系统	通过开展干旱研究，为国家提供动态的旱灾信息，重点关注风险评估、预测、管理以及开发决策支持资源
气候与社会交互（CSI）	评估和传播沿海水资源管理相关的经济影响与风险
	重点是需要共同确定和具体说明极端天气与气候相关事件在特定地点的经济影响。项目将与美国沿海社区合作，评估与潮汐洪水、极端降水和/或海平面上升相关的水资源管理风险
	气候变化下的可持续渔业
	帮助建设美国东北部沿岸的捕鱼社区，评估气候变化对海洋生态系统的社会经济风险和影响，以支持适应规划和管理决策
传播、教育与参与（CEE）	建设美国社区和企业对极端事件的适应能力
	发展或整合开放源码/开放存取工具、数据产品、信息资源、方法和专业知识，以帮助美国地方政府、社区和企业调整/建立适应气候影响和极端事件的能力

（刘燕飞）

空间与海洋

美国国家科学院发布行星科学十年调查中期评估报告

8月，美国国家科学院发布《2013-2022年行星科学旅程展望：中期审查》报告（以下简称报告）¹³，对2011年科学院发布的《2013-2022年行星科学愿景和旅程》十年调查报告的实施情况进行中期评估，并为计划于2020年启动的下一轮十年调查做好准备。

¹³ Visions into Voyages for Planetary Sciences in the Decade 2013-2022. <https://www.nap.edu/catalog/25186/visions-into-voyages-for-planetary-sciences-in-the-decade-2013-2022>

报告总体认为，美国国家航空航天局（NASA）针对十年调查中提出的行星科学目标取得了瞩目进展，包括已经启动十年调查提出的两项最优先的旗舰任务——“火星 2020”（Mars 2020）和“欧罗巴快艇”（Europa Clipper），并充分资助了研究分析和技术研发计划。与此同时，报告认为预算和政策决定使得“新前沿”和“发现”计划任务的启动进度比十年调查建议的缓慢，火星采样返回任务的返回技术开发工作也直至 2017 年底才刚刚启动。报告认同 NASA 科学任务部行星科学处的火星采样返回技术开发计划及聚焦火星采样返回战略，但对当前老旧的火星轨道航天器表示担忧，如果一个或多个航天器失效将使 NASA 难以与火星表面的漫游器进行通信，进而降低任务的科学回报。

在旗舰任务方面，报告提出 4 项建议。①NASA 应继续密切关注“欧罗巴快艇”的成本和进度，确保按照在关键决策点 B 时批准的全生命周期成本范围内执行，如果超出范围，NASA 应缩减该任务。②NASA 行星科学处应特别针对旗舰任务，在任务定义/系统定义评审时开展独立的成本和风险评估，了解任务成本和成本风险。③木卫二着陆器作为备选旗舰任务，应对其任务研究结果进行评估，并在行星科学处下一个十年调查期间的整体计划中确定其优先性。④NASA 应基于十年调查中确定的冰巨星科学目标开展一项新任务研究，确定是否可以在 20 亿美元的成本上限范围内实现更多科学目标。

报告针对“新前沿”和“发现”计划任务提出 3 项建议。①NASA 应按照十年调查的建议，以不超过 24 个月的频率发布“发现”计划任务机会公告，通过 2019 年和 2021 年发布的机会公告遴选出 3 项任务。②如果科学发现或外部因素迫使 NASA 重新评估十年调查确定的优先事项，如“新前沿”计划任务列表，NASA 应通过空间研究委员会宇宙生物学和行星科学委员会进行审查，在时间允许的情况下，科学界也可

通过评估和分析小组提出意见。③NASA 应尽快发布“新前沿”计划第 5 项任务的机会公告，最迟在第 4 项任务机会公告发布后的 5 年内，即 2021 年 12 月前发布。

报告对“火星探索计划”（MEP）提出 4 项建议。①NASA 应继续规划并启动实施其提出的“聚焦和快速”框架，从“火星 2020”任务中回收样本，实现十年调查提出的最高优先级目标，并为下一次十年调查做好准备。②NASA 应确保火星通信基础设施的寿命，支持当前及规划的着陆任务，如“火星科学实验室”（MSL）、“洞察”号（InSight）、“火星生命探测计划”（ExoMars）、“火星 2020”等的科学回报，降低现有老旧设施带来的风险。该工作不应影响现有轨道器开展的科学研究工作。③NASA 应即刻着手重振国际合作，以助更有效、经济地实施火星探索，按照十年调查以及火星采样返回“聚焦和快速”概念提出的建议，通过国际合作贡献仪器、其他硬件或整个任务，与美国参与或领导的工作形成互补。④NASA 应针对十年调查提出的火星探索科学目标，制定综合的“火星探索计划”框架、战略规划、管理结构、合作伙伴关系和预算。框架和战略规划应充分协调美国和国际上现有和未来的任务，确保在框架层面上拥有健康和全面的技术路线，保障基础设施的运行。这一将“火星探索计划”作为一项计划、而不仅是一系列任务来管理的方法将从整体上优化科学产出。此外，还应确保“火星探索计划”适当的管理结构和良好的国际合作伙伴关系，以实现火星采样返回。（韩淋）

美国 NASA 签订第三批空间“引爆点”技术开发合同

美国 NASA 网站 8 月 8 日报道，NASA 将与 6 家美国公司合作开发 10 种“引爆点”（tipping point）技术，以支持商业空间经济以及未

来的 NASA 任务¹⁴，包括月球着陆器和深空火箭发动机技术等。这是 NASA 空间技术任务部（STMD）“引爆点”计划第三批授出合同，资助总额达 4400 万美元。通过固定价格的合同，STMD 将在为期 36 个月的合同期内按照项目里程碑进行付款。同时每个合作伙伴还需要为其承担的项目贡献至少 25% 的总成本。

如果对地面或飞行演示的投资将导致某技术的显着成熟并提高公司将其推向市场的能力，那么该技术被认为属于“引爆点”技术。此次受资助的项目聚焦在 NASA STMD 的三大战略技术重点领域：扩大空间利用、实现高效安全进出空间的运输能力以及增强对行星表面的访问能力。本次获资助的 10 个项目具体情况见表 1。

表 1 美国 NASA “引爆点”计划签订的第三批技术开发合同

技术重点领域	项目名称	研究内容	受资助机构	经费 / 万美元
	低温推进剂管理技术——用于稳健着陆服务的增强集成推进测试	将通过月球着陆器集成推进系统的技术组合，促进低温液体推进技术成熟，最终将在“新谢泼德”（New Shepard）亚轨道飞行器上进行集成推进系统测试并开展单独实验	蓝色起源公司	1000
扩大空间利用	用于卫星、服务飞行器和探索飞行器补给和延寿的在轨氦气转移	将验证氦气的在轨可靠传输，通过开发将氦气从服务装置或储罐转移到在役卫星的能力，以提升卫星服务和空间平台推进剂补给能力	劳拉空间系统公司（SSL）	200
	集成运载火箭流体（IVF）飞行验证	对 IVF 子系统的关键要素进行验证以及在“半人马座”（Centaur）上面级进行集成和飞行验证	联合发射联盟（ULA）	1000
实现高效安全进出空间的运输能力	深空发动机（DSE）飞行验证	通过飞行验证推进 DSE 的开发，并作为计划在 2020 年发射的首个“游隼”（Peregrine）月球着陆器任务的一部分	前沿航空航天公司	190
	低温封装防护罩	该系统是一种安装在运载火箭低温上面级贮箱表面的防护罩，具备强大的隔热性	Paragon 空间开发	160

¹⁴ NASA Announces New Partnerships to Develop Space Exploration Technologies. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-announces-new-partnerships-to-develop-space-exploration-technologies>

	和隔热上面级	能并对流星体和碎片进行防护	公司	
	用于各类任务的高效 6 千瓦双模电推进发动机	通过开发一种可选的“双模”电源处理单元 (PPU) 来扩展电推进能力, 该单元能够为 6 千瓦的霍尔推力器提供 300 或 600 伏电压	SS/L	200
	低温流体管理 (CFM) 技术验证	旨在证明可以实现非常低的低温燃料蒸发并可用于支持长期任务运行, ULA 将对现有 Centaur 运载火箭低温-3 贮箱进行严格测试	ULA	200
增强对行星表面的访问能力	用于高精度行星着陆的独立传感器	将实现月球技术验证, 以推动低成本、可靠、高性能、独立的地形相对导航 (TRN) 传感器套件	太空机器人公司	1000
	改进传感器套件使其能在月球表面任意地点着陆	将整合 TRN、导航多普勒激光雷达和测高传感器, 并在月球任务实施之前进行飞行测试, 项目开发的传感器套件可实现在月球表面任意位置的精确着陆	蓝色起源公司	300
	空中回收 (MAR) 技术验证	将通过飞行任务验证高达 8000 磅 (约合 3.63 吨) 载荷的空中回收能力, 是现有能力的 4 倍	ULA	190

(王海名)

设施与综合

英国 STFC 报告分析基础设施支持世界级创新的背景与机遇

7 月底, 英国科学与技术设施理事会 (STFC) 发布《战略背景和未来发展机遇》报告¹⁵, 从战略目标、战略主题和战略推动三方面阐述了 STFC 的未来发展目标, 为将于 2019 年 4 月发布的 STFC 第一个战略实现计划 (Strategic Delivery Plan) 的制定奠定基础。报告反映了 2010 版 STFC 战略发布以来的外部环境变化, 尤其是英国政府对“英国工业战略”重要性的关注以及英国脱欧带来的影响。

¹⁵ STRATEGIC CONTEXT & FUTURE OPPORTUNITIES. <https://stfc.ukri.org/files/corporate-publications/strategic-context/>

一、战略目标

世界级科研、世界级创新和世界级技能是 STFC 的总体战略目标，该报告更新了每项战略目标的主要内容。

战略目标一：世界级科研。保持英国在科研方面的领先国家地位，提供全球领先的单学科和多学科基础设施，支持英国在所有研究领域的国际化研究。

主要目标：①作为英国研究和创新机构（UKRI）的一部分，STFC 将确保各界对大型科研基础设施的访问，支撑英国领先的研究和各项国际研究计划，包括快速发展的自由电子激光器科学。②继续将 STFC 的前沿研究计划重点放在粒子物理学、天文学和核物理学的最高优先项目上，将英国定位于全球科学战略的补充并引领下一个大型行动计划。③继续对数据密集型科研和技能方面的世界领先计划进行战略性投资，这对于科学计划和基础设施的发展日益必要。④对各项计划和基础设施所需的基础技术进行投资，保持 STFC 和更广泛的 UKRI 联盟的前沿研究能力。

战略目标二：世界级创新。在支持创新方面实现改变，促进成果产出，使 STFC 共同体在创新方面得到与世界级科研同样的认可。

主要目标：①与领先企业、创新英国（Innovation UK）等锐意合作，应对科学和工业挑战，推动生产力的发展和经济增长。②识别并支持发展机遇和可利用成果，进一步增加 STFC 对英国创新的贡献。③加强科研和创新园区、重要的 UKRI 资产在促进区域和国家经济增长，以及高科技国际企业集群成长中的作用。

战略目标三：世界级技能。确保 STFC 世界级科研和基础设施发展所需人才的培养，保持英国作为全球领先的科研和创新国家的地位。

主要目标：①确保拥有前沿研究计划所需的技能，保持英国作为全

球领先国家的地位。②为设计、建造、运营和开发英国及国际科研基础设施提供技能基础，并使其保持在技术的前沿。③识别和开发高科技技能，例如人工智能，使英国在现代科学和工程领域保持在国际最前沿地位，同时支持政府的产业战略。

二、战略主题

为实现上述战略目标，STFC 将聚焦于建立国际影响、数据密集型科学、21 世纪挑战的解决方案、开发先进技术、科研与创新园区、激励和参与等 6 项战略主题。与 2010 版 STFC 战略相比，数据密集型科学、开发先进技术、科研与创新园区 3 项主题是新增内容，代替了原来的保持卓越的研究和领导力、加强战略伙伴关系，以及有效的知识交流。

1、建立国际影响。站在国际科研合作的最前沿，在科学领导力、卓越性和影响力方面创造高回报，提高英国的全球影响力。

主要目标：①汇集全球合作伙伴并促进合作，支持下一个大科学项目。②吸引更多的来自国际合作伙伴的投资以共同开展全球项目，对英国基础设施进行投资并支持 UKRI 的合作项目。③继续加强 STFC 代表英国充当的各领域全球科研基础设施项目大使的角色所发挥的作用，支持 UKRI 的国际化战略。

2、数据密集型科学。为研究计划和科研基础设施的高效利用提供先进的解决方案，支持英国成为数据分析和应用领域的全球领导者。

主要目标：①确保英国信息化基础设施（e-infrastructure）能够支持领先的国际研究，为学术界、工业界和 STFC 的科学计划与设施提供至关重要的数据能力。②利用高通量计算、高性能计算、高性能数据分析及其应用于机器学习和人工智能方面的优势，培养新一代工业和商业数据专家。③在大型科学项目和科研设施中加快使用实时数据处理、机器学习、计算机模拟和数据分析方法，彻底改变未来科研方式。④加速人

人工智能和机器学习技术的开发和使用，变革英国工业的竞争力。

3、21 世纪挑战的解决方案。作为 UKRI 的一部分，STFC 将与行业、学术界和政府合作，共同致力于解决人类在 21 世纪面临的挑战。

主要目标：①以 STFC 的主要优势为基础，与合作伙伴合作开发英国工业战略优先事项和联合国可持续发展目标（SDGs）所面临挑战的解决方案。②利用政府提供的新资金流，加速开发创新技术解决方案，帮助英国工业界在市场中获得竞争优势。

4、开发先进技术。为增强世界领先的科研、加强对科研基础设施的高效利用、巩固英国在先进技术方面的领导地位等提供最先进的技术。

主要目标：①提高关键技术的世界领先能力，这些技术的基础技能和专业知识已经在国家实验室内建立起来。②制定创新战略计划，在探测器和仪器、加速器、专业工程和光学系统等的采用、调整、开发和利用方面引领全球。③抓住机遇，领导可以支持更广泛科学目标的新技术和工程项目。④与 UKRI、其他政府部门和行业的合作伙伴一起，支持英国领先的先进技术研发并将其转化为产品。

5、科研与创新园区。将科研与创新园区建设成为国际知名的创新、高科技产业和科研基地。

主要目标：①促进那些利用多学科研究优势、科研基础设施和技术能力的领先企业所形成的经济生产集群的发展。②吸引投资，保持科研与创新园区的成功，释放其在区域和国家经济发展中的潜力。③继续发展科研与创新园区，将其作为实现 UKRI 创新战略和工业战略的关键资产。

6、激励和参与。鼓励社会重视和参与科学研究，并激励下一代成为未来的科学家和工程师。

主要目标：①宣传前沿科学、工程和技术奇迹，激励社会各界重视并参与科学发现。②以 STFC 的世界级科研为典范，提高公众对科学和

技术投资的经济性、国际化和更广泛公共利益的认识。③增加未来英国科学和工程界的多样性。④鼓励下一代学习和从事科技工作。

三、战略推动

报告提出将促进合作、与共同体合作、创建优秀组织作为实现 STFC 战略目标的重要推动力，利用集体资源产生最大的科学、经济、社会和文化影响。2010 版的 STFC 战略所提出的 3 项战略推动分别为：培养人才、财务可持续性和高效有效的组织。

1、促进合作。加强现有的伙伴关系并开发新的联系和途径，确保为实现科学、社会和行业相关目标而建立正确的合作。

主要目标：①基于优势互补和专业知识和建立富有成效的合作，实现 STFC 的各项计划并为创新和经济增长做出贡献。②制定新的战略方针，支持对英国科研至关重要的海内外科研基础设施的发展。③通过创建 UKRI，最大限度地利用各种机会建立更强大的跨学科研究和创新合作伙伴关系。④与工业研究界建立互利关系，以利用英国的研究基地并提高生产力。

2、与共同体合作。发展和支持充满活力的多元化共同体，包括 STFC 员工，维持长期的科学、技术和领导能力，实现英国的科学和创新目标。

主要目标：①利用 STFC 的高水平战略领导力和召集力，与共同体合作设计解决方案，应对科学和工业挑战、政策问题和重大行动。②利用更广泛研究团体的专业知识来决定投资方向。③消除各种障碍，发挥每个人的力量，发展共同体的能力和福祉。④开诚布公，确保 STFC 员工和更广泛共同体的充分参与。

3、创建优秀组织。以 STFC 的优势为基础，在创建 UKRI 的卓越工作环境方面发挥积极作用。

主要目标：与合作者共同为 UKRI 创建安全、高效和弹性的工作环

境；加强对制定规划和投资的战略方法的管理；创建必要的文化背景和流程，推动和支持战略变革。（王海霞）

美国 NNI 报告阐述 2019 年各资助机构纳米技术重点研发方向

8 月，美国国家纳米技术计划（NNI）发布《2019 NNI 财政预算说明文件》。该报告给出了 2019 年 NNI 的 5 个计划领域构成（PCA）：基础研究、应用/器件与系统、科研基础设施及设备、环境/健康/安全及纳米技术联合计划等所涉及各资助机构的研究计划。

1、纳米技术联合计划

（1）用于传感器的纳米技术和用于纳米技术的传感器。2019 年，纳米技术传感器和传感器纳米技术联合计划将强调在机构间讨论与可穿戴、便携和可植入传感器相关的技术挑战。

国防部（DOD）将重点研发用于监测伤口愈合的化学传感器、“智能”分子传感机器以及量子传感器；美国国家科学基金会（NSF）将专门研究纳米生物传感器和生物光子学；农业部食品与农业研究院（NIFA）将研究能够确保食品安全和生物安全的纳米生物传感器；国立卫生研究院（NIH）将以口腔作为感应部位研发可以进行人体生理过程的无创，动态，实时监测的生物传感器；美国能源部（DOE）将研究基于化石的发电改进传感器和控制技术的基础和应用研发。

（2）可持续的纳米制造。可持续的纳米制造联合计划将探讨已成功将产品从研究转向商业化公司的相关案例，并特别关注这些公司如何克服质量控制和扩大规模等关键技术障碍的方式方法。

NIFA 将专注于来自作物，木材和其他生物质农业副产品的纳米生物材料；国家航空航天局（NASA）正在研究碳纳米管复合材料在航空航天结构中的减振性能；NSF 计划支持能促进美国制造业研究所创新的

基础研究，以及纳米级工程生物学研究，其新的研究方向是制造纳米机器和纳米生物结构。

(3) 2020 年及未来纳米电子学计划/纳米技术启发的大挑战（未来计算）。两个研究领域将共同关注下一代计算技术。其中 DOD 将采用光子方法研究量子信息处理和自旋电子学，以及研究基于纳米光子的储层计算；NSF 计划与半导体行业和其他机构在能源高效计算开展持续合作，重点关注节能设备，系统和架构。

纳米技术启发的重大挑战（未来计算）：NSF 将支持脑类计算和智能认知助理（ICA）的研究，还将与行业团体和其他机构进一步合作开发硬件（重点关注“超越摩尔”系统架构和相应设备）和软件（重点关注人工智能）。

2、基础性研究

DOE 将支持材料科学、化学科学、地球科学和生物科学领域的基础纳米科学研究，最终在电子，原子和分子水平上理解、预测并最终控制物质和能量；NSF 将支持物理，生物和工程科学中的新纳米级现象有关的基础知识研究，发现和合成新颖的纳米结构材料；NIH 将支持生物医学研究中科学原理的发现和理解；国家标准与技术研究院（NIST）将支持用于测量和推进对功能纳米结构材料，纳米级成像和理解材料纳米力学性质的相关研究；NIFA 将继续推进跨学科纳米科学，工程和技术的前沿研究，以及新纳米技术平台的开发和系列纳米技术的评估研究；NASA 将研究在结构，电子和发电/存储电等领域具有潜在应用的先进轻质和多功能材料、用于空气和水净化的先进催化剂和薄膜、新材料合成与制备方法以及建模和模拟。

3、纳米应用、设备和系统

NSF 将针对纳米器件的新原理，设计方法和建设性解决方案等领域

展开相关研究，特别关注智能，自主设备和系统；NIFA 将研究确保食品安全和生物安全的早期检测和有效干预技术，改善动物健康的更有效的疗法；NIST 将在光子电路，聚合物膜和节能电子产品等领域展开研究；DOD 将支持与车辆和燃料电池技术相关的纳米技术研发及先进的制造技术研究，新型高性能射频场效应晶体管开发 MoS₂ 二维纳米材料的大型单晶，及重构光学计算机和纳米光子神经形态计算机；NASA 将开展用于无人驾驶飞行器超视距通信的低质、高性能聚合物凝胶共形天线的研制；农业科学研究所（ARS）将开展关于畜牧生产中的抗菌剂、生物聚合物制备的纳米纤维，棉基身体接触材料及产品，生物光子成像及生物传感器。

4、基础设施及仪器/环境、健康和安全的

NNI 基础设施研究领域将继续支持物理和网络资源以及劳动力发展。

环境、健康和安全的领域：NSF 将研究纳米生物现象和过程，以及降低纳米技术发展潜在风险的 EHS 含义和方法。国家职业安全与卫生研究所（NIOSH）将继续进行毒理学研究并将研发能够检测和测量空气中纳米粒子的直读仪器；美国消费品安全委员会（CPSC）与 NIST 将合作开发生物测定验证程序，评估室内灰尘中的纳米材料。DOD 将开发航空航天领域的用于下一代先进纳米材料毒性测试的“片上器官”技术并将支持纳米技术产品的生命周期评，传播评估纳米粒子特性，释放行为和危害的标准操作程序；CPSC 和 DOD 将开发可以降低纳米材料释放风险（从消费品中）的有关模型；NIFA 将继续支持与农业生产和食品应用相关的 EHS 研究。 （张超星）

日本发布第 2 期战略性创新推进计划

7 月，日本综合科学技术创新会议（CSTI）发布第 2 期战略性创新

推进计划（SIP）。CSTI 是日本的最高科技决策机构，SIP 项目是由内阁府直接负责、实现第 5 期科学技术基本计划的重要抓手。第 2 期 SIP 项目主要资助了网络空间、材料开发、光量子技术等 12 个领域¹⁶。

1、基于大数据和人工智能的网络空间基础技术。研发内容包括：人机交互基础技术，实现与人类的高度协作，并开展各领域（看护、教育、接待等）的原型设计和有效性验证；跨领域数据协作基础，开发跨领域数据共享和利用的技术和平台；人工智能之间合作的基础技术，包括自动协调多个人工智能产品的技术及原型设计和有效性验证。

2、物理空间数字数据处理技术。研发内容包括：开发实现物联网解决方案的通用平台技术；开发超低功耗物联网芯片和创新型传感器技术；实施社会 5.0 的社会应用技术，如构建网络物理系统（CPS）所需的社会应用技术、在云系统上实现实时处理等。

3、与物联网社会相对应的网络物理安全。研发内容包括：通过反复执行物联网设备和供应链各组成部分的安全保证（创建信任）和确认（信心证明），建立和维护信任链，确保物联网系统与服务和供应链的安全，并通过相关研究开发和动向调查，在各类服务和产业实现应用

4、自动驾驶（系统和服务的扩展）。研发内容包括：自动驾驶系统的开发和验证，开发信号信息提供技术、收集和利用车辆探测信息的技术、下一代公共交通系统、实现移动服务的环境整合技术等等；开发自动驾驶实用化的基础技术，包括建立虚拟空间安全评估环境，开发高效的数据收集、分析、分发技术等；培养社会对自动驾驶技术的接受度，包括明确自动驾驶的风险、针对出行受限人员进行调查研究等；加强国际伙伴关系，在国际会议广泛发声、与国外机构开展共同研究等。

5、综合材料开发系统的材料革命。研发内容包括：材料集成逆向

¹⁶ 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第 2 期. <http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/sip2pd.html>

题基础技术，包括逆问题分析技术、各种材料工艺的设计技术、在原子水平上设计结构的技术、结构材料专用数据库的构建技术、集成系统技术；材料集成逆问题的应用，包括最先进的结构材料，如多功能（阻燃）高分子复合材料、下一代超高强度钢和超硬铝，以及最先进的工艺，如建立耐热合金（镍基、钛铝合金等）三维层压技术、超耐热复合材料的成型和评估技术。

6、利用光和量子的社会 5.0 实现技术。研发内容包括：激光加工，通过高度集成的网络（模拟器）和物理（激光加工）融合实现智能生产，通过开发日本拥有的核心技术“空间光控技术”实现智能生产，实现日本光子晶体激光器的更高输出；光量子通信，综合集成量子加密、秘密共享和秘密计算，结合解读技术开发云服务消除安全风险，使用电子病历、基因组分析信息、智能制造信息等进行应用；光电信息处理，开发用于光电信息处理的软件和中间件，用于智能制造和云服务的处理。

7、智能生物产业和农业基础技术。研发内容包括：建立智能食物链系统，根据需求灵活供应农林水产物，结合大数据、生物技术开展数据驱动型的育种工作，提供具有新的价值的农作物；通过食物建立新的卫生系统，开发农林水产物和食品对健康影响的评价系统；利用生物功能进行制造，如开发创新生物材料和先进功能产品，生物材料等供应链中的瓶颈技术（低成本、稳定的基础化合物供应系统等）。

8、实现脱碳社会的能源系统。研发内容包括：能源管理；无线电力传输系统（WPT），开发基于下一代半导体的高频器件、提高 WPT 输电方和使用方效率的先进的传输控制技术；创新的碳资源高利用率技术，开发甲烷氧化低温重整工艺技术、廉价的氧气生产技术、混合生成物的膜分离和净化技术等；通用智能功率模块，开发宽带隙型半导体高速数字控制器、高功率密度高温工作的核心模块、基于碳化硅的宽带

隙型金属-氧化物半导体场效应晶体管。

9、加强国家抵御能力（防灾减灾）。研发内容包括：疏散和紧急活动的综合支持系统，可利用大数据快速掌握灾害发生时的社会动态，利用卫星等在灾后 2 小时内观察和分析损害情况等；市政灾害应对集成系统，可在短时间内分析大数据，自动提取指定的疏散目标区域和疏散建议，确定给出指示的时间等。

10、人工智能医院的先进诊疗系统。研发内容包括：开发高度安全的医疗信息数据库及医疗信息的遴选、分析技术；使用人工智能自动记录医疗期间的各项活动；开发类似运用血液进行超高精度检查等的基于患者生理信息的人工智能诊断、监测和治疗技术，实现癌症等病患超早期诊断；对人工智能医院在医学领域的示范试验的研究评价。

11、智能物流服务。研发内容包括：构建物流和商业流量数据平台，在 2020 年前实现物流和商业数据流的高度安全运转；开发“物体运动可视化”技术，在 2020 年前开发能掌握货物动向和累积情况的 3D 传感器技术和画像分析技术以检查集装箱损坏情况，开发用于物流中心的货物识别和累计情况分析技术；开发“产品信息可视化”技术，到 2022 年开发出开发单价为 1 日元或更低的超过 80 比特的射频识别（RFID）标签、高精度的读取器、产品的快速粘贴方法，以及获得国际标准。

12、创新的深海资源研究技术。研发内容包括：调查分析稀土泥等海洋矿产的资源量；开发深度超过 2000 米的深海资源调查技术和生产技术，如水下通信、定位、感应、充电技术、稀土泥的污泥处理技术等；深海资源调查和开发系统的示范。

（黄龙光 惠仲阳）

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：中国科学院科技战略咨询研究院

专家组（按姓氏笔画排序）

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

编辑部

主 任：冷伏海

副主任：冯 霞 陶 诚 杨 帆 徐 萍 安培浚 陈 方 马廷灿

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