Science & Technology Frontiers

科技前沿快报

国家高端智库
中国科学院
2018年4月5日

本期要目

美国 TMS 发布《利用材料创新支持下一代制造技术》报告
国际空间探索协调工作组发布《全球探索路线图》
美国 DOE 科学办公室优先支持量子科学和百亿亿次计算
英国发布脑肿瘤研究调研报告
欧盟探讨未来电池技术面对的挑战及应对方案

2018年
总第046期
第04期

目　录

深度关注

美国 TMS 发布《利用材料创新支持下一代制造技术》报告.....1

国际空间探索协调工作组发布《全球探索路线图》.....10

基础前沿

美国 DOE 科学办公室优先支持量子科学和百亿亿次计算.....13

信息与制造

美国 DOE 设立前沿项目解决制造业挑战.....15

美国 NIST 与高校合作探究半导体前沿技术.....17

欧盟启动电动汽车电池地平线奖.....18

生物与医药农业

英国发布脑肿瘤研究调研报告.....20

美国发布合作计划支持生物能源原料的基因组研究.....21

能源与资源环境

欧盟探讨未来电池技术面对的挑战及应对方案.....22

美国 DOE 相继实施二氧化碳捕集技术研发项目.....26

美国 DOE 部署化石能源示范工程建设项目.....28

欧盟批准一项向低碳循环经济转型的资助计划.....29

空间与海洋

澳大利亚启动“珊瑚礁恢复和适应项目”.....30

深度关注

美国 TMS 发布《利用材料创新支持下一代制造技术》报告

3 月 1 日，美国矿物、金属和材料协会（TMS）代表制造业前瞻联盟[1]发布了《利用材料创新支持下一代制造技术》报告[2]。该报告识别了 7 个能支持下一代制造技术发展的材料创新领域和相关技术，确认了 20 个有可能成为未来研发突破点的优先研究技术领域。

一、无损评估分析（NDE）和传感器

NDE 和传感器可在下一代制造过程中帮助说明材料的质量、可靠性和行为。NDE 的“分析”是广义的分析，指材料和加工数据之间模式和关系的计算发现，尤其涉及科学和技术领域，包括统计、机器学习、计算模型和模拟。与此领域相关的潜在颠覆性技术包括发展和部署由传感器支持的增强型分析技术，以提高原位传感技术水平，获得更好的预测模型工具。实时的反馈方法和诊断也有利于调整制备过程，显著降低失败频次，进而减少制造过程中对材料的浪费。

技术突破领域 1：新颖的传感技术和实时监测

该领域可致力于研发能评估大体量材料的新颖传感器材料和技术。在具有加工或者制备功能的机器中嵌入或者配置超小的可视化监测系统可能会有一定的用处，但是要保证其性能不会由于环境的侵蚀而降低，以确保其不会干扰制备过程。为了提供更为精确和丰富的数据，需要在应用型制备场景中引入压电传感器和技术的替代技术。将实时的 NDE 技术结合到智能制造应用中，需要进一步研究制备过程中可以原位监测

[1] 制造业前瞻联盟受美国联邦政府资助，致力于促进技术创新，以提升美国制造业的竞争力

[2] Harnessing Materials Innovations to Support Next Generation Manufacturing Technologies， http://www.tms.org/portal/PUBLICATIONS/Studies/MForesight/Download_TMS_MForesight_Workshop/portal/Publications/Studies/MForesight/Download_MForesight_Workshop_Report.aspx?hkey=733693c2-84f8-4dbf-bc6e-20cdc8a7d2a4

各种类型材料的缺陷位置的相关技术，同时得到的数据可以用来确认和训练数据驱动的分析模型和计算工具。

技术突破领域 2：数据挖掘、压缩、存储和管理

该领域需进一步发展机器学习算法，将其应用于与 NDE 和传感器相关的材料数据库。另一个潜在技术的是数字主线，因为它提供了一种在产品的整个生命周期内跟踪相关数据（包括材料数据）的方式。

技术突破领域 3：NDE 及传感器的预测模型工具

需要借助材料模型和过程模型来预测采用其他方式非常困难或者不可能测量出的材料参数和特征。模型应能对实时传感数据做出快速响应。同时应开发虚拟传感器，为了能使其更好的被制造者广泛接受，需要对其算法进行研究。模型的开发和实施应该考虑不同的 NDE 形态，包括材料的微结构和缺陷，及他们之间的相互作用。结合了有限元模型数据和真实 NDE 数据的预测模拟可以增加预测模型的鲁棒性，可以帮助制造者更全面的了解材料缺陷数量及其对制造过程的影响。

二、不同材料的结合

多材料设计方法通常用来制备具有新功能和高级性能的产品或者结构，最重要的是将不同材料结合。现在已经有一些结合工艺，但是他们通常不兼容，不足够可靠，不能够在广泛的范围内实现新的多材料创新的低风险结合。为此，必须通过计算模型和高级软件程序来模拟和设计不同材料的结合以促进新方法的研发和成熟。这些模型必须能够解决与材料性质不匹配及多层面加工方法相关的系列挑战。此领域的创新可以解决不同材料结合过程中影响性能、实用性及可修复性的关键问题，包括接触腐蚀，热膨胀过程中材料的不兼容等。针对不同结合过程研发新的候选材料可以促进新的多材料设计方法的发展。固态结合技术和增材制造方法也是制备多材料组件的理想方法。

技术突破领域 1：多材料设计、模型及快速表征工具

需要新颖的材料结合模拟工具来预测复杂界面的相互作用，以减少高昂的实验测试费用。需要模型化的材料性质包括界面、力学、腐蚀性及热力学性质，及其他在结合过程中及结合后需考虑的与兼容性相关的其他性质。为了增加多材料组件的接受程度及降低产品的寿命限制，材料制造团体应该调研与多种材料类型和不同几何形状组件结合相关的设计方法，以确保低成本的解决材料兼容性问题。借鉴半导体产业中与界面相关的创新经验，可以促进不同材料结合的研发。应该将设计方法学和预测计算模拟与用户友好的软件工具结合使用。

快速表征工具和自适应的过程控制有助于提高结合的整体性，实现理想材料和不同加工过程的更快速扫描，降低加工成本，验证模型工具等。这需要建立相关的标准（包括测试方法、工具及仪器），以实现界面特点及键合性能（如强度）的快速表征等。

技术突破领域 2：用于多材料联合应用的新候选过程和材料

近些年，一些不同材料结合领域出现了一些进展，如电弧焊接、混合结合方法和固态结合方法。用于结合的新方法、新材料和新工具可以在多材料应用领域发挥作用。该领域有前景的方向是研发具有高粘度、导电性、大的温度范围及具有高热循环耐受性的低成本粘合剂。加工过程中表现出良好相变性能的材料应该成为多材料结合的候选材料。通过不同材料的创新结合制备的组件也可以应用到产品的再循环和临终拆卸中。

技术突破领域 3：固态和沉积结合过程

在较低温度操作或者依赖于替代能源的可扩展固态焊接技术可以在制备过程中显著降低能源消耗需求，增加扩展能力，如搅拌摩擦、热摩擦、超声、冲击焊接等。新颖的金属与陶瓷/陶瓷基复合物固态制造

工艺可以提升相关应用的生产效率并改善产品的可修补性。表面合金技术与结合过程的协同使用可以改善化学键的分布方式。研究混合增材制造方法（结合了增材制造和减材加工技术）可以得到更为便宜的组件，复合材料的设计可采用最新的层压板制造技术。

三、加速材料发现和设计的机器学习

数据的合理优化利用有可能催生材料创新领域的系列突破性进展。最近在实验表征、测试方法、计算模型及数据存储能力方面获得的进展可以实现材料数据的高精准度产生和存储，其速度超过了数据的分析速度。为此，材料团体要探索类似机器学习的算法来提高和优化预测分析及决策制定，其优势是：可以通过扩展材料组件设计空间的方式，支持所有企业制造部门对材料的选择和优化，同时可以促进材料发展，节省产品设计时间，使材料创新成果更快的融入突破性制造技术中；促进了闭环实验，优化了材料发现和制造过程，帮助材料制造团体解决了预测模型中物理范畴内主要的不确定性问题。

技术突破领域 1：机器可读的数据格式和架构

专有或者独特的数据格式和架构不允许数据共享及自动分析，也禁止数据管理平台与表征工具和仪器之间的数据互用。材料团体应该支持现有的或者创造一些新的、数量有限且开放的机器可读数据格式，以促进机器学习算法的广泛使用，进而促进材料的发现和设计，及提升新材料的制备工艺。同时，建立一些可以构建新数据库或将现有数据转换成机器可读格式的相关项目。

技术突破领域 2：快速的数据产生

为更好的利用机器学习工具的各种优势，需要采用新的实验方法产生大量低成本标准化数据。研究人员曾表示即使是失败的实验，机器学习方法也可以给出一些有用的见解。有必要在数据产生阶段研发可以促

进合金及制造过程发展的快速数据扫描技术；在材料研发和制造阶段研发可以快速产生数据及进行机器学习的专有传感器，以增加数据驱动分析工具的使用机会。

技术突破领域 3：计算机筛选和机器学习方法

在材料筛选和发现过程中有必要使用能对传感器发出的反馈信息进行持续评估的软件工具，有必要建立一种对材料和制备数据背后的一些物理、材料科学、冶金学及加工原理有一定知识储备的机器学习算法。同时研究能够兼容不同长度单位数据的方法，尤其是研究能集成不同制造阶段数据的方法。机器学习有利于高纬度材料和加工设计空间的快速寻找，以确认可行的材料，结构及加工条件。对于很难或者不可能得到数据的计算模拟可以与机器学习相结合来使用。

四、新材料和过程的认证

在对产品、材料和加工过程进行制备和部署之前，一般都要进行严格的质量测试，以确认产品的质量和使用寿命。质量测试还包含统计学上的设计容许值的产生，以确保最终测量得到的性能参数满足最初的设计要求。材料认证是需要重要资源的产品发展过程中重要且必须的一个阶段，尤其对于需要由新兴制造方法制备的新颖材料体系更是如此。现有的认证模式涉及对部分样品的破坏性测试，测试对象通常是通过确定的加工路线合成的且已经被广泛研究的材料体系。然而该方法并不适用于新材料的快速部署，也不适合经由增材制造制备的小部件的认证。所以，采用数字方法有助于对依赖于材料和组件行为的模型和模拟的认证。制备过程的原位监测可以帮助确认该组件是可用的，不需要再进行破坏性测试。

技术突破领域 1：用于材料认证的最佳经验的框架

为了降低材料认证步骤的成本、复杂性及认证时间，利益相关者应

该一起建立一个企业范围内的框架促进大家了解与认证相关的主要资源（包括材料数据库）的获得性及最好经验。现在应该致力于采取统一的数据格式支持快速的材料认证。

技术突破领域 2：用于材料测试的计算模型认证方法

以计算方式模拟材料性能的模型认证方法可以显著降低必需的物理测试水平，由此缩短认证材料和过程所需的时间。这些模型有必要经过严格的认证和验证以确保可信的、高保真的精准数据。计算模型要能够通过有代表性的体积单元展示出大体积物质详细的微结构进而产生可信的评估结果。

技术突破领域 3：传感器和数据驱动的分析使快速认证成为可能

传感器件的实时反馈应该与材料和过程模型相结合，以理解其对产品最终性能的影响，尤其是大批量生产时，这样可以缩短材料生产、过程优化及认证所需的时间，同时可以降低成本。有必要研发新颖、可靠的智能材料监测过程和器件，对即将出现的故障进行原位定点探测。可以利用机器学习自动评估材料的微结构并将其与性质相联系，以显著提高材料认证的效率，准确性及适应性。

五、下一代导电材料

轻质的高性能导电材料有助于提高制造业的能源效率、生产能力及竞争力。通过提供高效便宜的铜替换材料，电网的基础设施部件有可能增加或者被替换，也可以将其作为使能技术用于可再生能源平台，还可以使军事及交通领域（尤其是航空）的应用轻量化，燃料效率提高及降低排放。下一代导电材料还可以促进小规模的生物医疗和生物兼容产品性能的提高，如脑移植、起搏器、植入式电极等。该领域的技术突破不仅可以影响美国的制造业，还将对美国社会（国家安全）产生重要影响。该领域的研究应该致力于大范围的材料筛选，包括先进的超导体、铜基

体纳米碳复合材料、介电材料及涂层材料。

技术突破领域 1：超导材料和新颖的纳米材料

高温低损耗高强度，且具有较宽操作范围的超导体是非常有前景且值得持续关注的技术领域。铜基体纳米碳复合材料是一种高电导、高抗腐蚀性和高机械强度的新颖新材料。在能源收集领域有潜在应用的导电碳基纳米线可用于规模化的制造技术。制造方法的发展，线型及其他结构超导材料（包括基于铝、铜、镁/碳、碳纳米管、铜基体纳米碳复合材料、石墨烯等的材料）的性能提升都需要界面和弥散物理学方面的基础知识。

技术突破领域 2：涂层及介电绝缘体

涂层和绝缘体是重要的支持性技术，需要材料领域的创新以帮助其在下一代导电材料中有所应用。相关研究和发展应致力于优化高级介电绝缘体，使之可与低损耗导电材料一起使用。结合了强度和导电性能的新颖涂层非金属材料为高级导电材料的制备和发展提供了希望。

技术突破领域 3：用于能源存储和收集的导电材料

下一代导体将使小的高电压、能源密集且轻质、满足各种消费需求的转换器件成为可能。未来的器件可能会是采用增材制造技术制备的复杂的、高温高效的热交换器。用于收集流失热量的材料和结构设计方法可用于下一代导体支持的基础设施中。

六、智能制造和数字主线技术材料

材料创新对于智能制造非常重要。智能制造包括集成企业自动化软件、硬件工具、云服务、3D 计算模型、传感器、移动计算、智能等功能，结合平台的使用，使制造企业能够实现前瞻性管理。在智能制造过程中采用数字主线技术对材料和加工过程进行追踪可以控制操作过程，可以帮助制造者监测材料，生产能力和产品质量，不间断的检验材料缺

陷和损伤，管理如能源消耗等各种材料处理、加工及制备参数。

技术突破领域 1：可以测量详细的材料加工数据的传感器

特别需要对现有传感器设备和平台进行基础性研究，以确定他们在获取关键材料性质参数及材料缺陷方面的能力。由于受到来自制造环境方面的挑战，需要采用弹性非接触传感器实现对制备过程的间接测量。同时需要创新的材料技术支持低成本、鲁棒且耐用的传感器的发展并展示其可行性，以提升许多老牌金属企业对传感器的接受程度，实现新的突破。

技术突破领域 2：材料数据管理、分析和智能决策

最先进的制造环境需要配备数据驱动的分析和数据管理工具，使其可以翻译大量传感器发送的数据及其他数据，并且能够根据提供的信息，对随后的材料加工和制造做出智能决策。采用向下选择的方法确认重要的材料参数，将会减少对材料数据收集和后续分析的需求。采用数据挖掘技术对机器信号进行分析，可以直接的得到和分析关键材料性质和表征数据，实现对制备组件的快速原位表征，并在表征数据和相关制备过程之间建立联系。材料制备团体应该支持通用的材料数据格式，以实现材料数据之间的有效交换。同时需要高级数据压缩工具来支持快速的材料数据处理、加工、分析。

用于监测和量化材料数据中的模型或者加工参数的人工智能跟踪算法和机器景象分析可以与决策理论相结合，为快速决策和策略调整创造新的可能性，以降低材料和过程的可变性，提高产品质量。自动化的前摄控制也有望监测制备组件的质量。

技术突破领域 3：计算的材料模型工具

用于材料建模和工作流管理的产品寿命计算模型是智能制造实践中不可缺少的部分。材料团体应该研发新的界面友好、傻瓜式、与智能

制造基础设施兼容的集成计算材料工程（ICME）高级工具。这些工具应该使用可信的，可追踪的材料模型和产品发展链以追踪跨越不同材料体系和过程的参数，这样可以确保本地组件材料的微结构满足最初的设计要求。

七、智能材料

智能材料和技术是支持下一代制造技术非常有希望的领域。智能材料可以满足重要的制造需求，如预防性维修、故障检测、信号传输及材料减重等。智能材料代表了从被动材料到主动材料的重要转变，这一转变对许多产业部门都有影响。智能材料可以支持能够快速反馈的嵌入式传感技术，进而缩短制造和进入市场的时间周期。与材料数据分析相结合，该领域的创新有助于提高机器人设施的触感，增加安全性，减少制造过程的停工期，状态检修和部件替换，及降低产品成本，以此提升美国制造业的竞争力。由于能够适应不同的操作过程，下一代智能材料系统还可以降低制备过程中的能源消耗。材料团体应该对不同制造平台内几个特定应用领域（如传感器和制动器）的新智能材料和加工过程进行投资，利用材料模型和模拟支持新智能材料的发现和发展。

技术突破领域 1：新颖的智能材料和制造方法

90 年代起，智能材料的研发开始有长足进步，但还要做很多工作才能使其更为广泛地应用于下一代制造，如自适应材料和结构可以促进基于生物模拟材料、自清洁材料、自愈材料及生物兼容材料的下一代制造组件的发展。最有前景的智能材料有高性能陶瓷、碳基材料、无铅压电材料、热电能源收集材料。应该探索能组装具有不同层级架构的智能材料的增材制造技术，可能包括由化学反应过程增强的增材制造技术。研究者还要研究其他创新材料制备方法，实现将基于智能材料的传感器及制动器嵌入到结构材料和组件内部的同时结构的完整

性不会受到影响。

技术突破领域 2：建模和数据分析

智能材料另一个有潜力的研究领域是研发预测性计算模型工具，该工具可以用于快速扫描和发现能应用于各种制造领域的智能材料候选材料。同样，模型和数据分析可以帮助确定在结构或者功能材料的制备过程中智能材料传感器的最佳位置。但首先需要加深对候选材料性能的基础性理解。

（张超星）

国际空间探索协调工作组发布《全球探索路线图》

2 月 2 日，由 14 个国家/地区的航天管理机构组成的国际协调论坛组织——国际空间探索协调工作组（ISECG）发布第三版《全球探索路线图》[3]，提出将以国际空间站为起点，向月球进发，并最终实现载人探索火星。路线图再次强调各国将继续开展载人空间探索，并以火星表面作为共同的驱动目标，反映出各国一致认可月球在火星探索路径中的重要作用，并通过各国独立及合作开展的任务优化火星探索路径。

1、主要变化

新版路线图中的主要改进内容包括 4 个方面。

（1）总结空间探索的效益。空间探索将带来诸多效益，在规划空间探索任务时，需保证任务目标能够反映空间探索效益。

（2）强调科学和知识获取的重要作用。通过与国际科学界的开放互动，确定由载人太阳系探测任务和空间基础设施创造的独特科学研究机遇。ISECG 在其 2018 年 1 月发布的《近地轨道以远载人探索使能的科学机遇》白皮书中对此进行了详细描述。

（3）引入国际“深空门户”概念。“深空门户”是一个位于月球附

[3] ISECG Global Exploration Roadmap (3rd edition). https://www.globalspaceexploration.org/wordpress/wp-content/isecg/GER_2018_small_mobile.pdf

近、有人照料的小型空间设施，将在可持续的载人空间探索活动中发挥重要作用。在初期阶段，“深空门户”可支持载人和无人月球探索，为各类用户实现关键目标提供机遇。

（4）认可私营部门不断增长的空间探索兴趣。在各国航天机构着眼于拓展人类在太阳系的存在的同时，私营部门开展空间探索的兴趣正在改变近地轨道的未来，将创造新的机遇。随着私营部门对空间探索的兴趣和能力不断提升，未来的合作将不仅限于航天机构之间，还将包括私人实体。

2、空间探索目标

路线图提出空间探索的五大目标。

（1）拓展人类的存在。保障持续开展载人空间飞行和近地轨道利用，实现在月球附近和月球表面的长期生活和工作，实现在火星附近和火星表面的可持续的载人探索任务。

（2）了解我们在宇宙中的位置。研究地月系统、太阳系和宇宙的起源和演化，寻找过去或现在生命存在的证据以及地球生命的起源，研究潜在载人探索目的地的宜居性。

（3）促进公众参与。发挥激励和教育作用，为参与空间探索创造机遇，带来社会效益。

（4）刺激经济增长。提升空间探索的工业能力和竞争力，促进探索目的地的商业市场开发，强化与私营部门的合作。

（5）促进国际合作。鼓励和支持各国参与空间探索活动，加强互操作性从而增加国际合作机会。

3、关键步骤

路线图汇总各国已经规划或处于概念研究的载人和无人探索任务，提出载人深空探索的关键步骤。

（1）近地轨道任务（包括国际空间站、中国空间站、可能的商业空间站和俄罗斯空间站等），验证深空探索所需的技术和能力，持续在近地轨道开展科学研究。

（2）无人探索任务，验证载人探索任务所需的技术，基于科学目标开展巡视探测或采样返回，以及资源和环境评估。

（3）在月球附近建设平台（如“深空门户”），了解在深空中如何生活，开展到达月球表面或在月球表面进行的无人探索任务，实施载人登月任务，开展对月球和太阳系的科学研究，组装和检查前往火星的飞船。

（4）月球表面任务，支持月球科学研究，准备和测试接下来的载人火星和/或长期载人驻月探索任务的运行，了解月球开发和/或商业贸易的潜在经济影响。

（5）载人火星任务，实现可持续的载人火星探索任务，到达火星轨道及表面。

4、关键技术领域

路线图总结了载人空间探索涉及的六大领域关键技术。

（1）推进、着陆和返回技术领域，包括空间低温采集与推进剂贮存，液氧/甲烷低温推进，火星进入、下降和着陆，精确着陆和危险规避，坚固的烧蚀隔热防护，电推进和功率处理，中级和高级太阳能电池阵列。

（2）自主系统技术领域，包括飞船系统自主管理，自主交会对接、接近操作、目标相对导航，近地轨道以远乘员自主性。

（3）生保技术领域，包括强化生保可靠性，闭环生保，飞行中的环境监测。

（4）乘员健康和绩效技术领域，包括长期空间飞行医疗，长期行为健康和绩效，微重力应对措施，深空任务人因和宜居性研究，空间辐

射防护。

（5）基础设施和支持系统技术领域，包括高数据速率（前向和返回链路），自适应网络邻近通信，空间授时和导航，低温长寿命电池，综合减尘，低温机电一体化，火星原位资源利用，核裂变发电（行星表面任务）。

（6）舱外活动、机动性、机器人技术领域，包括深空航天服，行星表面作业航天服（月球和火星），下一代行星表面机动能力，机器人系统的遥操控，与乘员协同工作的机器人。 （韩淋 范唯唯）

基础前沿

美国 DOE 科学办公室优先支持量子科学和百亿亿次计算

2 月 23 日，美国能源部（DOE）科学办公室发布 2019 财年预算请求，其总预算将保持在 2017 财年的 54 亿美元水平。其中，量子信息科学和百亿亿次计算成为了能源部科学办公室的首要优先事项[4]。

1、量子信息科学

能源部科学办公室的预算共包括 6 个研究计划，其中，有 5 个研究计划的预算都有与量子信息科学（QIS）相关的部分。这 5 个研究计划对量子信息科学的总预算增加至 1.05 亿美元。能源部在其总体预算请求中将量子信息科学列为重中之重，以解决在量子信息科学领域“建立美国能力和竞争力的紧迫性”问题。

（1）先进科学计算（ASCR）研究计划中，“计算合作关系”子计划的预算比 2017 财年几乎翻了一番，从 3260 万美元增加到 6267 万美元，侧重于与其他科学计划合作扩大量子信息科学的基础研究。在 2017

[4] FY19 Budget Request: DOE Office of Science Prioritizes Quantum Science and Exascale Computing. https://www.aip.org/fyi/2018/fy19-budget-request-doe-office-science-prioritizes-quantum-science-and-exascale-computing

财年启动的“量子计算试验平台”子计划的预算几乎保持不变，从 2017 财年的 2629 万美元降到 2445 万美元，因为 DOE 承诺在子计划的整个预算略有减少的情况下“继续支持”该研究。

（2）基础能源科学（BES）研究计划中，“凝聚态物理和材料物理”子计划将获得最大的增长，预算从 2017 财年的 1.02 亿美元增加到 1.24 亿美元，增长 22%。预算文件指出，依赖量子现象和量子态的新型材料研究越来越受到重视，并指出“与 QIS 相关的量子材料研究是重中之重”。

（3）高能物理（HEP）研究计划中，新增了“量子信息科学”子计划，预算为 2750 万美元，重点支持 QIS 研究技术和算法、高能物理实验的量子计算和建模、专用量子控制和精密传感器的开发和使用。

（4）核物理（NP）研究计划将进行初始的量子投资，支持初始的 QIS 相关研究，包括开发基于原子-核相互作用的量子传感器，开发量子控制技术，为下一代量子信息系统生产稳定同位素，以及开发量子计算算法。

（5）生物和环境研究（BER）计划中，“生物分子表征和成像科学”子计划的预算从 2017 财年的 1962 万美元增加到 2491 万美元，研究内容的变化主要是多功能成像开发将优先考虑那些与生物能源和环境研究最相关的方法，包括量子成像、分子鉴定技术和关键生物材料的表征。

2、百亿亿次计算

先进科学计算研究计划的预算将从 2017 财年的 6.47 亿美元增加到 8.99 亿美元，增加了 39%。这一增长中最大的一部分预算将投入到正在开展的百亿亿次计算计划（ECI）。ECI 的目标是在 2021 年交付至少一台具备百亿亿次能力的计算系统，并在第二年交付采用不同计算架构的第二套系统。ECI 的预算从 2017 财年的 3.63 亿美元增加到 6.36 亿美元，其中，科学办公室资助 4.73 亿美元，国家核安全管理局（NNSA）资助

1.63 亿美元。

能源部指出，大幅增加该方向预算是因为美国在计算领域的主导地位正受到来自亚洲和欧洲的大量投资的威胁。美国不能在这样一个对美国繁荣至关重要的领域落后太多，因为计算会影响到美国的国家安全、每一个经济部门以及各个科学和工程领域。

ECI 研发的百亿亿次系统的性能比美国最强大的系统——泰坦超级计算机提高了 50 倍。泰坦在全球最快的超级计算机最新排名中名列第五。 （黄龙光）

信息与制造

美国 DOE 设立前沿项目解决制造业挑战

2 月 5 日，美国能源部（DOE）宣布将资助 3500 万美元，支持先进制造业的早期创新技术和解决方案[5]。这些项目聚焦于先进材料、先进工艺以及材料和制造的建模与分析工具等三大主题领域，涉及从概念定义（侧重于具体的实验验证或详细分析）到概念验证（需要物理实验验证）等阶段，其成熟度及产业准备度各不相同。项目完成后，将有望减少技术上的不确定性，储备与突破性材料、工艺和工具相关的新知识，从而提高美国制造商的竞争力及其能源效率。

1、先进材料主题领域

该领域涉及的研发方向有：新型高性能低密度合金钢的合金设计、实验室验证、制造及测试；通过原子层沉积技术开发用于聚丙烯的催化剂；开发用于工业常见低温气流的复合塑料换热器，耐腐蚀性比传统金属热交换器更强，热回收率比全塑料热交换器更高；优化二氧化

[5] Department of Energy Announces $35 Million for Emerging Research Projects to Address Manufacturing Challenges. https://www.energy.gov/articles/department-energy-announces-35-million-emerging-research-projects-address-manufacturing

碳转化为甲烷的铜基催化剂的能源效率与选择性；开发涡轮叶片涂层，提高耐久性和抗侵蚀性，减少叶片冷却需求；利用大气冷等离子射流开发新型材料涂层，实现防腐、耐磨，提高粘结强度；提高电气线路材料的电-机械-热性能平衡，减少输电线网络和微芯片中的材料使用和能源浪费；利用热电材料以高效率、低成本实现废热的实际能源生产。

2、先进工艺主题领域

该领域涉及的研发方向有：开发天然气制乙烯的新型转化工艺；开发用于矿石炼钢的熔融氧化物电解技术；开发可利用超低等级废热（低于 150℃）的涡轮压缩冷却系统；开发模块化、可扩展的电化学合成氨工艺，包括开发聚合物-无机复合高温质子交换膜；开发先进的流化床反应器技术，用于大规模生产无稀土磁性材料；开发通过电化学工艺，从乙烷生产碳氢化合物原料与燃料以及氢的新路径；利用熔融硫化物电解替代传统热解冶金工艺，开发铜线的直接生产工艺技术；开发混合表面工程技术，将新型、超快、环保、耐蚀和机械支撑硼化工艺的优点与下一代超硬耐磨低摩擦碳涂层相结合；开发同步多层卷到卷工艺平台，将多层制造步骤合并为更少的并行步骤；开发由新型玻璃陶瓷基复合材料制成的高温、高强度和低成本换热器技术。

3、建模与分析工具主题领域

该领域涉及的研发方向有：开发具有原子级精度打印；开发生物质热解的模拟非平衡自热过程的开源软件工具；利用分子构建模块和软件设计工具，开展原子级精确结构设计，提高聚酯生产的反应速率；开发高性能的原子级尖锐工具来抓取和定位分子，建立原子级精确结构；利用高精度工程和微加工技术，将分子组装显微镜尖端的操作速度提高 100-1000 倍；利用扫描隧道显微镜在两个维度上创建和测试原子级精确材料。

（万勇）

美国 NIST 与高校合作探究半导体前沿技术

据美国国家标准与技术研究院（NIST）网站 2 月 16 日消息，NIST 向专注于开发新材料、实现新型计算和存储技术的 NEW LIMITS 研究联盟开展资助[6]。相关工作由普渡大学领衔，合作方包括德克萨斯大学达拉斯分校、宾州州立大学、密歇根大学和斯坦福大学等。该联盟将开发新的路径，以创造、综合利用和评估用于新技术以及混合设计（与当前技术兼容）的新材料，重点关注以下五大关键研究方向。

（1）新型计算范式。新的计算和存储范式、操作理论、超越传统 CMOS 器件、超越冯诺依曼体系结构、超越传统的信息处理和传感等。

（2）器件、互连与材料研究。实现新型计算与存储范例，涉及III-Ⅴ族、低维（0-2 维）、多铁性、铁电、磁性、相变、金属绝缘体转变等材料的系统与界面研究，需要有新的原子级精确沉积和去除方法。

（3）先进制造与纳米制造。新型材料和器件需要先进的制造技术，如原子级精密放置、沉积、图案化和蚀刻等。加工、界面和缺陷的控制也是至关重要的，并且需要具有纳米分辨率的先进测量工具。新型网络物理系统对封装技术提出新的需求。

（4）创新型计量与表征。支持基本设备和材料研究的创新计量和表征，以及测试平台和标准，以便从设备级到系统级对性能进行基准测试，实现高空间分辨率、高通量、原位和实际操作。

（5）计算模型。支持从新兴设备与材料到新系统的基础研究，包括从头计算和基于物理的有效模型（为材料发现和制造过程模拟功能提供预测处理）、电子设计自动化工具（可实现完整系统，包括逻辑/物理设计、仿真及其支持的新型计算范式的验证）等。 （万勇）

[6] NIST Partners with University Effort for Cutting-Edge Semiconductor Technology. https://www.nist.gov/news-events/news/2018/02/nist-partners-university-effort-cutting-edge-semiconductor-technology

欧盟启动电动汽车电池地平线奖

2 月 23 日，欧洲创新理事会（European Innovation Council）宣布启动电动汽车电池地平线奖（Horizon Prizes），希望藉此提高电动汽车的使用率，改善城市空气质量和居民健康，提升欧洲电池制造能力，并保持在科学创新领域的领先地位。根据 2017 年 10 月制定的“地平线 2020”未来 3 年工作计划的预算配置，该理事会获得 27 亿欧元，为解决社会面临的重大挑战而设立地平线奖，目前确定了 6 个地平线奖，总投资 4000 万欧元。其余 5 个奖项分别是人工光合作用、流行病预警、面向社会商品的区块链、低成本空间发射和低成本人道主义救援高技术。[7]

本次电动汽车电池地平线奖对新电池的技术要求如下：

1、提升安全性、可持续性和可回收性

（1）电池须确保生产者、用户和环境安全。任何问题（如热失控导致的火灾或电池爆炸）都须解决和消除。此外，应消除电池使用或生产过程中通过与有毒物质接触造成的任何对工作人员的健康威胁，并且必须向评审委员会合理地证明这一点。

（2）电池材料应可回收并容易拆卸，符合循环和绿色经济的框架下可回收性、耐用性和可持续性的要求。

（3）电池必须满足现有监管框架下的其他要求。

2、在续航里程和充电时间方面，提供与传统汽柴油车相同的体验和便利

（1）电池应驱动欧盟新车安全评鉴协会所界定的“小型家用轿车”连续行驶至少 600 公里。

（2）电池充电时间应少于 5 分钟。对于电池“二次充电”的界定

[7] Commission launches €10 million EIC Horizon Prize for innovative batteries for electric vehicles. https://ec.europa.eu/info/news/commission-launches-eu10-million-eic-horizon-prize-innovative-batteries-electric-vehicles-2018-feb-23_en

是，在充电站将电池充满（不包括在行驶过程中通过回收能量或从街道上的架空线充电）。对于电池“一次充电”的界定是在充电站处用充满电的电池替换电量耗尽电池（类似于车辆在加油站加油过程）。

（3）在加速度、噪音、工作温度范围（约-20℃~50℃）、干燥和/或潮湿环境的容忍度、正常路况下的舒适性及可靠性等方面，电池驱动的电动车应达到或超过一般内燃机动力车水平。电池工作温度不应妨碍乘客舒适度，不使用耗能的冷却装置。

3、电池驱动的电动车应具有与汽油/柴油车相当或更好的全寿命成本

整个寿命周期成本（包括考虑电池的资本性支出和运营成本）应具有市场竞争力。这需要通过市场研究和市场预测来证明。

4、在使用寿命内，电池可以稳定可靠地供电，不存在明显的性能损失

新电池供电寿命应高于现有电池水平：

（1）对于二次电池，电池的使用寿命和质量应保证在正常工作条件下至少可以运行 5 年，并且维护和维修工作量极少。利用 2020 年可用技术，通过建模、计算和基于实验室的加速老化测试程序，尽可能评估电池寿命。根据 2020 年最佳可用方法记录/验证电池老化情况，其结果应符合上述要求。电池应该具有可忽略的“记忆效应”（随着时间的推移最大存储容量的恶化），并且应该能够从任何放电状态点再充电。

（2）对于一次电池，应证明保质期至少 2 个月，漏电量忽略不计，安装在车内的电池交换结构，应保证至少 5 年安全可靠运行。

5、新电池驱动的电动车应具有与传统内燃车相当的性能标准（汽车加速度、安全性等）

（1）电池应该是相当轻巧的，以便能够安装在标准小型家用车上，不需要在车身上应用成本密集型减重措施或重大升级，也不需要改造悬

挂系统来补偿额外的电池重量。

（2）对于二次电池，应证明在必要时可以方便地拆卸以进行修理。

6、展示新材料技术的重大进步，同时避免依赖进口材料（如昂贵、稀有和不可持续的材料）

（1）电池在很大程度上应该由欧洲自产材料制成，尽可能少地使用稀土和关键原材料或欧盟内不易获得的材料，以避免材料供应短缺。这些材料应该有助于实施具有竞争力的欧洲电池价值链，并允许从材料到最终电动汽车的价值链中的垂直整合。

（2）生产电池所产生的二氧化碳应尽可能少。 （黄健）

生物与医药农业

英国发布脑肿瘤研究调研报告

2 月 22 日，英国卫生与社会保健部（DHSC）发布《脑肿瘤研究工作组调研报告》[8]，分析了当前脑肿瘤研究面临的障碍，包括缺乏临床前模型、相关培训与专业顾问较少、合作与协调不力、患者数据访问困难等问题，为推进脑肿瘤研究工作提出了如下建议。

（1）设立专门的脑肿瘤研究中心是推进该领域全面发展的重要举措。

（2）资助方要明确支持脑肿瘤研究，包括检测、临床前模型、放射治疗、手术、药物开发和临床试验等。

（3）重视患者脑肿瘤组织、血液样本及其临床数据的收集储存和协调管理。

（4）加强脑肿瘤研究与神经科学研究团队的联系和合作，共同解决关键科学问题，并探索新方向。

[8] Report of the Task and Finish Working Group on Brain Tumour Research. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/683217/Brain_tumour_research_-_task_and_finish_working_group_report.pdf

（5）研究发现，现有治疗其他疾病的药物对脑肿瘤有效，可采纳医学研究慈善协会（AMRC）和 DHSC 对药品“再利用”的相关建议，对现有药物进行研究和开发。

（6）设置研究方向的优先级，研究者和资助者可参考詹姆斯·林德联盟（JLA）和英国癌症研究中心（CRUK）等组织机构提出的脑肿瘤研究重点。

（7）培养专业人才，为相关医生提供更多专业培训和研究机会。可在皇家学院（Royal Colleges）设立神经肿瘤学细分专业，英国全民健康服务体系下属的综合医院（NHS Trusts）可在神经科或神经外科等现有科室内设置专门的神经肿瘤学顾问。

（8）脑肿瘤相对罕见，研究队伍较小且分散，增加团队间的协调和合作至关重要。

（9）监管机构应征求脑肿瘤患者意见，将个人健康数据贡献出来，以加速新疗法开发。NHS Trusts 和其他相关机构应与医学研究慈善机构密切合作，改善健康数据的易获得性。

《脑肿瘤研究工作组调研报告》发布后，DHSC 随即宣布，未来 5 年投入 4500 万英镑资助脑癌的研究。其中约 2000 万英镑通过国家卫生研究所（NIHR）进行资助。此外，CRUK 投入 2500 万英镑，建立两个专门的脑肿瘤研究中心，分别是剑桥大学儿童脑肿瘤研究中心和伦敦癌症研究所。

（姚驰远）

美国发布合作计划支持生物能源原料的基因组研究

2 月 9 日，美国农业部（USDA）的粮食和农业研究所（NIFA）、生物能源、气候和环境研究所（IBCE），以及能源部生物和环境研究办

公室（OBER）公布一项机构间合作计划[9]，以促进用于乙醇等燃料和可再生化学品生产的生物质和植物原料的基因组研究。2018 年该计划将重点支持鉴定和表征植物对病原体的抗性/耐受性的分子机制，以及非食用油料作物的基因组研究，主要研究内容如下。

1、以基因组为基础开展鉴定和功能认别能影响植物对病原体反应的植物基因或等位基因的研究，重点关注与生物质原料生产环境相关的疾病类型。目标作物包括多年生草本植物、生物质用高粱、能源用甘蔗、木本生物质和油料作物等。具体研究领域包括：

（1）发现和识别影响疾病耐受性的植物关键基因或等位基因；

（2）研发具有地区适应性、可提高生物质产量和疾病耐受性的生物能源原料。

2、以基因组为基础开展鉴定和功能识别影响非粮食作物、工业油料作物农艺性状、产量和品质的植物基因或等位基因的研究。具体研究领域包括：

（1）发现并鉴定与关键植物基因或等位基因相关的次优环境，包括冬季低温和轻度缺水等，以及重要农艺性状如减少种子破碎率、提高种子萌发率等。

（2）研发适应地区环境的油籽原料新品种，提高生物燃料和其他生物质的产量。 （郑颖）

能源与资源环境

欧盟探讨未来电池技术面对的挑战及应对方案

2 月，欧盟发布了《依靠欧盟大规模的研究创新计划实现的未来电

[9] Plant Feedstock Genomics for Bioenergy: A Joint Research Solicitation - USDA, DOE. https://nifa.usda.gov/funding-opportunity/plant-feedstock-genomics-bioenergy-joint-research-solicitation-usda-doe; https://science.energy.gov/~/media/grants/pdf/foas/2018/SC_FOA_0001857.pdf

池技术》报告[10]。报告首先讨论了用于电动汽车和固定式能源存储的电池技术面对的科学技术挑战，解决这些挑战的理由及解决方案等 3 个方面的问题，随后提出了电动汽车能源存储应用中有前景的电池技术，最后识别出了用于能源存储的电池技术存在的长期挑战。

一、用于电动汽车能源存储的电池技术

1、重大科学技术挑战

研发可显著提升电池性能的制备技术，使比能量超过 500 千瓦/千克，实现电动汽车 700 公里续航能力的目标；研发可超过现有市场充电速度的电池快速充电技术；研发过程要考虑可持续发展性及绿色化；锂/非锂离子技术领域均要有技术突破；研发和展示应该考虑企业应用场景；电池技术和制造过程要更有价格竞争力，且更为环境友好；发展全新的电池技术概念；储备大型非锂/锂离子电池制备知识；建设能应对未来电池技术的柔性制备设施。

2、解决挑战的理由

解决以上挑战有助于实现欧州在能源、交通、产业及环境政策等领域制定的目标；有助于欧盟创建可持续的安全的能源存储价值链，同时摆脱对占市场 90%的亚洲企业的依赖；有助于提升欧盟在电动汽车市场（该市场提供了 1260 万的工作岗位）的位置；可以激励交叉部门之间的协作；电动汽车电池领域的进展将会对固定式能源存储市场及其牵引应用（如叉车、船舶和航空）产生积极作用；可以解决环境和社会挑战，如空气质量和气候变化；促进循环经济；可以使欧盟有机会选择对原材料依赖性小的技术；用二氧化碳排放量低且可持续的材料替换关键材料；对产生知识产权潜力大的领域进行投资，使欧洲产业具有竞争优势。

[10] FET workshop on future battery technologies for energy storage. https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/fet-workshop-future-battery-technologies-energy-storage

3、科学技术挑战的解决方案

技术发展方向应与欧盟路线图一致，相关进展应致力于实现新的任务目标；采用多步进行的方式将技术等级从突破性想法提升到接近生产的高级技术等级；解决科学技术挑战的相关计划周期要足够长；利用知识产权保护条例促进学术机构和企业间的合作，不仅可以促进科技发展，还有助于将创新想法转变成产品；建立可以满足市场需求的柔性管理措施和战略；欧盟教育项目应该根据企业需求进行调整，尤其是相关知识明显缺乏的电池制备和加工过程领域。

二、固定式能源存储电池

1、重大科学技术挑战

延长使用寿命是固定式存储应用最重要的标准之一；能源存储成本降低到一次循环 0.05 欧元/千瓦时；用于固定式应用的新能源存储技术的安全性和耐用性至少应该与现有市场上的技术持平；实现能源存储达到 109 千瓦时，使之能 365 天 24 小时安全供应。

2、解决挑战的理由

使欧盟成为固定式电池技术领域的领先者，为整个价值链（包括二次使用和循环使用）服务；研发颠覆性电存储技术，向清洁和环境友好技术转变；发展有重要影响且可与其他应用部门协同的技术；对产生知识产权潜力大的领域进行投资，使欧洲产业具有竞争优势；用二氧化碳排放量低且可持续的材料替换关键材料。

3、科学技术挑战的解决方案

缺乏关键原材料的钠离子电池、太阳能电池、氧化还原液流电池可与光伏电池相结合实现能源存储；在系统水平上将不同的技术（高功率和高能量）结合；利用荷兰研发的集静态储能和电解制氢于一体的超级电池技术，配合人造光能/太阳能电池，季节性能源存储技术及绿色化

学技术一起使用；利用微生物产生所需能源；利用研究创新的长期项目促进技术等级的提升。

三、电动汽车能源存储应用中有前景的电池技术

欧盟电动汽车储能应用中的最有前景且能够满足电动汽车应用需求的电池技术有以下 8 种：

（1）基于无机（玻璃，陶瓷，或者玻璃陶瓷）或者复合物概念的固态电池。

（2）金属锂受到保护的锂硫电池和聚合物锂硫电池，或者具有合适循环寿命的固态电解液。

（3）具有高比容量（4000 毫安时/克）的锂金属或者合金。

（4）具有合适功率性能和循环寿命稳定性的锂空电池或铝空电池。

（5）锂镁电池。

（6）无钴高电压正极材料，如高压尖晶石。

（7）先进的 3D 纳米结构架构。

（8）自愈材料。

四、能源存储电池技术存在的长期挑战

欧盟还需面对以下长期挑战：从根本上理解新颖电池技术特定的反应机理；界面表征及高级模型；从原子尺度到宏观尺度的高级多尺度模型；从根本上理解电池的老化，故障及力学应力因素；不同电池材料的结合和优化；面向高级技术等级的加工、放大、生产和制造能力；柔性的试生产线；二氧化碳排放量低的制造；能估计电池状态的智能传感和算法；先进的电子监测和控制系统；高循环效率；设计可以二次使用的电池；智能电池系统设计；培训下一代年轻的研究者和工程师。

（张超星）

美国 DOE 相继实施二氧化碳捕集技术研发项目

为了减少电力部门的二氧化碳排放，保障化石燃料资源的清洁可持续开发利用，美国能源部（DOE）2 月份相继资助了两个碳捕集技术开发项目。

1、先进碳捕集技术设计与测试项目

2 月 16 日，DOE 宣布资助 4400 万美元用于商业规模的碳捕集技术设计与测试[11]，旨在开发和示范经济、高效的新一代碳捕集技术，实现更加高效、经济捕集二氧化碳，促进捕集技术的商业化。该项目涵盖两大技术主题。

（1）碳捕集技术的规模化示范工程。资助金额为 3370 万美元，主要研究内容包括：在挪威蒙斯塔德技术中心的二氧化碳规模化捕集示范工程上开展二氧化碳膜分离技术现场测试，以验证该技术的经济性和可行性，评估技术潜力；在挪威蒙斯塔德技术中心的二氧化碳规模化捕集示范工程上开展基于非水溶剂的二氧化碳分离吸附技术现场测试；在挪威蒙斯塔德技术中心的二氧化碳规模化捕集示范工程上开展基于混合盐（如碳酸盐、硅酸盐等）溶剂的二氧化碳吸附分离技术的现场测试；开发全新的膜分离-吸附混合的燃烧后二氧化碳捕集系统，并在 1 兆瓦的燃煤电厂上进行测试，以期将燃煤电厂烟气中二氧化碳的分离捕集效率提升至 90%。

（2）新型的商业化燃烧后二氧化碳捕集技术开发。资助金额为 1030 万美元，主要研究内容包括：开发基于膜分离技术的商业化规模碳捕集系统，并在肯塔基州的杜克能源公司东湾发电厂进行测试，评估系统的性能；开发一个 300 兆瓦燃煤电厂处理能力的基于离子液体的商业化二

[11] Energy Department Invests $44M in Advanced Carbon Capture Technologies Projects. https://energy.gov/articles/energy-department-invests-44m-advanced-carbon-capture-technologies-projects

氧化碳分离捕集系统，并在内布拉斯加州萨瑟兰公共电力设施进行测试，评估经济性；基于溶剂吸附技术设计开发具有完整功能的商业化燃烧后二氧化碳捕集系统，并将其应用于 Minnkota 电力公司的弥尔顿•R•杨燃煤电厂上进行测试，评估系统的经济、技术指标。

2、新型、可实现的碳捕集变革技术项目

2 月 22 日，DOE 宣布资助 1760 万美元用于开发变革性的碳捕集技术，旨在进一步提高火力发电厂的碳捕集效率，降低碳捕集成本[12]。该项目涵盖两大技术主题。

（1）新型碳捕集材料和技术开发。资助金额为 1480 万美元，主要研究内容包括：针对燃烧后碳捕集开发全新的双相吸收溶剂，将其应用于二氧化碳双相吸收分离系统，整合到现有的燃煤电厂中，验证其分离收集烟气中二氧化碳的性能；开发基于石墨烯氧化物（GO）薄膜的二氧化碳膜分离技术，将其应用于现有的燃煤/燃气发电厂，将二氧化碳捕集效率提升至 95%；开发新型的自组装均孔薄膜载体替代传统的载体应用于复合分离膜，将膜渗透性翻倍，增强碳捕集效能；开发新型薄膜材料将气体选择性翻倍；开发基于混合盐（如碳酸盐、硅酸盐等）溶剂的二氧化碳吸附分离技术；开发一个基于膜脱水的溶剂再生处理工艺，应用于各种吸附溶剂，实现溶剂的循环利用，降低二氧化碳的捕集成本。

（2）增强碳捕集性能的使能技术开发。资助金额为 280 万美元，主要研究内容包括：开发烟气气溶胶预处理技术，应用于溶剂型的燃烧后二氧化碳捕集系统，使烟气中的颗粒之间发生团聚，使烟气的颗粒数目减少，降低气溶胶浓度，以降低溶剂损失率。 （郭楷模）

[12] Department of Energy Invests $17.6 Million in Technologies Capable of Reducing CO2 Capture Cost and Energy Penalties. https://energy.gov/articles/department-energy-invests-176-million-technologies-capable-reducing-co2-capture-cost-and

美国 DOE 部署化石能源示范工程建设项目

2 月 15 日，美国能源部化石能源局（FE）和国家能源技术实验室（NETL）联合资助 650 万美元，用于开展“化石能源大型示范工程”主题项目第一阶段遴选出的 9 个化石燃料示范工程建设项目[13]，旨在通过示范工程来验证变革性煤炭技术成熟度、经济性等指标，加快新兴煤炭技术的产业化，促进煤炭产业技术进步，促进煤电系统的改进。项目具体研究内容参见表 1。

表 1　化石燃料技术试点项目具体内容

承担机构	研究内容	资助金额/万美元
巴布科克和威尔考克斯公司	针对特定的公用事业用途，在俄亥俄州开展一个 10 兆瓦级别的采用煤直接化学链燃烧技术的大型示范电厂的可行性研究，以此为后续的商业化电厂的设计、建造和运行制定成本估算	93.0
伊利诺伊大学	在燃煤电厂设计、建造和运行一个基于胺的燃烧后二氧化碳捕集系统。为选定的场址完成 EIV，获取必要的承诺并更新网站的成本和进度估算，同时确保成本共享承诺	107.4
Echogen 电力系统公司	将领导包括西门子、电力研究院、路易斯佩里协会和 Paul Weitzel 技术咨询公司的项目团队，以设计、建造和运营一个燃煤电厂的大型试验项目。这种转换技术将超临界二氧化碳作为一种工作流体，来实现可能会超过先进的蒸汽兰金循环的高热力学效率	84.5
通用电气公司	与通用电气全球研究公司合作，使用密封技术来推动新的和现有燃煤发电厂性能、效率和成本的提高。密封技术包括阀杆末端、中间段、叶片尖和阀门位置的密封。识别出适合测试床的汽轮机厂的类型，使用现有的蒸汽动力装置来验证和演示转化煤技术	82.8
膜技术研究公司	建造和运行 200 吨二氧化碳/日的大型中试捕集系统。大型膜试点将设计专注于利用 MTR Polaris™ 膜从烟气尾气中进行部分捕集	119.6
西南研究院	为大型燃煤试点工厂提供详细的设计、规格、成本和进度指标，展示能够降低电力平准化成本的无焰加压氧燃烧（FPO）技术，同时捕集可压缩至管道压力的二氧化碳，确保 FPO 技术达到最高效率	124.8
阿拉斯加费尔班克斯大学	为一个模块化的风吹式固定床气化炉提供前端工程设计（FEED），并进行气体清理，为现有的柴油发电机提供清洁的合成气。FEED 将包括降低氧化硫和氮氧化物排放的技术，以便利用合成气运行柴油发动机	2.0

[13]Department of Energy to Invest $6.5 Million for Large-Scale Pilot Fossil Fuel Projects. https://energy.gov/articles/department-energy-invest-65-million-large-scale-pilot-fossil-fuel-projects

肯塔基大学研究基金会应用能源研究中心	演示用于燃煤火力发电厂的燃烧后碳捕集系统，该系统包括模块化设备和具有内置先进控制的独立式色谱柱，在响应动态外部需求的同时不断减少二氧化碳捕集能量的损失，以解决资本成本、能源消耗、负荷变化和环境影响等问题	116.8
北达科他大学能源与环境研究中心	设计、建造和运营一个直接燃烧的超临界二氧化碳循环试验装置，使用各种国内煤炭类型作为主要原料，进一步推动以煤为基础的阿拉姆循环技术的发展	87.5

（吴勘 郭楷模）

欧盟批准一项向低碳循环经济转型的资助计划

2 月 8 日，欧盟委员会在“环境的金融工具”（LIFE）资助计划的支持下，批准了 10 个“环境与气候行动”项目，以帮助欧洲向低碳循环经济转型[14]。项目资助总额达 9820 万欧元，其中环境领域约 8020 万欧元，气候行动领域约 1790 万欧元。

1、环境领域的资助主题

（1）自然。丹麦、法国、希腊、立陶宛和瑞典的 5 个项目将有助于更广泛地保护欧洲的自然。例如，希腊将推进自然保护区管理计划的实施，为生态系统服务提供基于网络的地理信息系统工具；丹麦将开发高价值的特色产品，帮助农民从自然区域收获更有经济价值的生物量；立陶宛将自然保护措施及创新的农业环境措施纳入农村发展计划，并促进可持续和经济可行的开放栖息地管理；瑞典将改善北方地区水道、湿地及其特有物种的保护状况，保障其提供的生态系统服务。

（2）水资源。马耳他和西班牙的 2 个项目将解决缺水问题，为可持续水管理提供解决方案，例如提升对水资源行业面临挑战的认识，开发可持续城市排水系统，增强高度净化水的生产能力；修复河道路段，创建新的森林地区，制定湿地恢复策略与子流域气候变化适应草案，开

[14] Member States to benefit from €98.2 million in investments to improve citizens' quality of life. https://ec.europa.eu/clima/news/member-states-benefit-%E2%82%AC982-million-investments-improve-citizens-quality-life_en

展生态旅游相关的新经济活动，以解决水体污染、地下水过度开采、河流和湿地生态环境破坏、洪水或干旱等问题。

（3）废物管理。法国的 1 个项目支持普罗旺斯-阿尔卑斯-蓝色海岸地区（Provence-Alpes-Côte d'Azur）废物预防和管理，促进专业知识和技术的发展，减少分散、储存和焚烧废物对区域自然环境的影响，增加约 30%的有机废物收集量。

2、气候行动领域的资助主题

（1）能源效率。比利时的 1 个项目将设计和实施创新的技术概念与工具，用于翻修和改造建筑物，并采用可以复制和转移的金融手段。

（2）气候变化适应。西班牙的 1 个项目将全面实施《2010-2020 年应对纳瓦拉（Navarre）气候变化战略》，在气候监测、水资源、林业、农业、健康、基础设施与土地规划 6 个重点领域实施适应性管理。预期行动包括制定土地利用开发指标体系，建立潜在环境突发事件预警系统，制定当地洪水路线图，编制地中海栖息地管理指南和造林准则，开发用于病虫害控制、动物卫生和健康风险的监测工具和预警系统等。（刘燕飞）

空间与海洋

澳大利亚启动“珊瑚礁恢复和适应项目”

1 月 22 日，澳大利亚官方网站发布信息称将建立新的伙伴关系拯救大堡礁，将资助 6000 万美元用于大堡礁保护[15]。该项目由澳大利亚海洋科学研究所主导，还包括大堡礁海洋公园管理局、大堡礁基金会、詹姆斯库克大学、昆士兰大学和昆士兰科技大学等机构，旨在开发一个新的“珊瑚礁恢复和适应项目”。该项目计划的 600 万美元将用于概念可

[15] Reef Restoration and Adaptation Program. https://www.aims.gov.au/documents/30301/2146369/RRAPbrochure_A4_FINALjan18_V2_small.pdf/5219b5ee-4c63-1949-e96b-6df56ceb1b12

行性研究项目，1040 万美元用于控制以吃鱼为食的“棘鱼”海星爆发，490 万美元用来促进大堡礁海洋公园的联合野外管理项目和 3660 万美元用以进一步提高进入珊瑚礁的水质。该项目将评估现有技术和新技术的收益、风险和成本，以帮助恢复、修复和增强珊瑚礁的恢复力。

1、珊瑚礁面临多重威胁

气候变化是全球珊瑚礁面临的头号威胁。就像世界各地的珊瑚礁一样，大堡礁面临着不断上升的海水温度、邻近的土地使用、污染和海洋酸化的巨大压力。在 2016 年和 2017 年连续两年的时间里，史无前例的珊瑚白化现象已经影响到了大堡礁三分之二的珊瑚。飓风的破坏是造成珊瑚损失的另一个主要原因。目前正在进行一种以“刺鱼”为食的“棘鱼”海星的爆发，也对浅珊瑚造成了严重的损失。

2、珊瑚礁恢复与适应计划

全球变暖、飓风频率的不断增加、严重的珊瑚白化现象，以及有刺的棘刺海星的爆发，使珊瑚礁的恢复和抗风险能力处于高危险状态。珊瑚礁恢复与适应项目的重点是保护和恢复世界上最大的珊瑚礁——大堡礁。它的最终目的是开发可以应用于世界各地的珊瑚礁保护和恢复技术。该计划将提出大量的可供选择的措施，然后在可行的情况下缩小选择范围，提出超越传统工具的大堡礁保护措施，同时这些方法可以帮助拯救世界各地的珊瑚礁。

“珊瑚礁恢复与适应计划”是一个长期的研发项目，提供最好的科学技术选项，帮助大堡礁抵御损害、修复和恢复健康，该项目分多个阶段。其中第一阶段澳大利亚政府给予资助为期 18 个月的“概念可行性研究”。该阶段是为期 10 年的“珊瑚礁恢复与适应项目”的第一阶段，将考察一系列潜在的概念项目，并在最可行的方案中进一步缩小范围。主要研究内容包括：全球温度升高需要更好地理解和预测全球珊瑚礁功

能下降机制；确定并进行初步设计，进行用于研究和开发以及随后的可能干预部署阶段的花费估算；了解生态、经济、社会贡献和其可接受性；开发所需的治理框架和加强全球伙伴关系，以资助和交付所需的研究和开发项目。

项目中需要创建一套工具来进行大规模的恢复和适应性的干预。因此必须保护大堡礁的关键生态功能以及经济和社会价值；确保进行大规模部署的可行性；确保可以负担得起在整个礁岩上进行部署项目的经费。

（吴秀平）

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、可持续发展互动的新趋势、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