

Science & Technology Frontiers

科技前沿快报

国家高端智库
中国科学院

2018年5月5日

本期要目

OECD 报告探讨基因编辑技术应用的监管和未来发展问题

UNESCO 发布联合国海洋科学十年可持续发展路线图

美国 NSF 推动计算和信息科学领域前沿变革研究

美国月球和行星研究所更新月球探索核心科学概念

美国政府问责办公室战略计划建议投资 5 个科技前沿

2018年

总第 047 期

第 05 期

目 录

深度关注

- OECD 报告探讨基因编辑技术应用的监管和未来发展问题 1
- UNESCO 发布联合国海洋科学十年可持续发展路线图 7

信息与制造

- 美国 NSF 推动计算和信息科学领域前沿变革研究 11
- 美国 NSF 发布人-技关系前沿项目指南 12
- 美国 DOE 利用高性能计算助力新材料研发 14

生物与医药农业

- 英国政府开展专项资助应对老龄化社会挑战 15
- 比利时启动 SPICY 项目升级改造糖类开发平台 16

能源与资源环境

- 美国 DOE 新项目推进煤基固态氧化物燃料电池技术商业化 17
- 美国 DOE “小企业创新研究与技术转让”计划启动新一轮项目 . 18
- IPCC 专委会专家提出 6 个城市与气候变化科学研究优先领域 19
- 美国 NSF 公布地理及其空间科学计划资助项目 21

空间与海洋

- 美国月球和行星研究所更新月球探索核心科学概念 24
- 韩国发布“第三次宇宙开发振兴基本计划” 28
- 日本财团-GEBCO 海床 2030 全球项目开始运营 29

设施与综合

- 美国政府问责办公室战略计划建议投资 5 个科技前沿 30
- 七大“朝阳产业”助力东盟未来区域增长 31

深度关注

OECD 报告探讨基因编辑技术应用的监管和未来发展问题

2018 年 3 月，OECD 发布研讨会报告《全球背景下基因编辑技术跨领域应用的科学、经济和社会问题》¹。该研讨会是由 OECD 生物技术、纳米技术和聚合技术工作组（BNCT）与加拿大政府合作于 2016 年 9 月在加拿大召开的国际会议，会议汇聚了政府官员和国际组织及来自 15 个国家的科学家，旨在从经济、法律和社会的角度来探讨基因编辑技术的影响。该报告集成与会各方观点，总结梳理了基因编辑技术在农业与水产、人类医学、环境与生态 3 个领域的应用带来的好处和风险，并探讨了相关监管问题和面临的不确定性问题。

一、基因编辑技术应用带来的好处

1、农业与水产领域

在该领域，基因编辑技术带来的好处可以归纳为：增加研发投资的价值、打破不利性状间的连锁、取得与自然遗传变异或传统育种方法相似的结果、控制遗传性疾病和媒传疾病、增加作物多样性、减少农业用地、扩大非减数分裂重组引起的多样性、增加可以满足消费者偏好的性状、使作物适应变化的环境、开发多年生作物、通过改善动物健康和福利来降低育种成本。已有实验表明，基因编辑可以极大提高育种效率，在一个世代产出既无角又具有优良产乳性状的奶牛，而以往的奶牛和肉牛品种培育需要 25-30 年的高强度回交。而且基因编辑的脱靶效应较低，单个基因编辑细胞可成功再生植株，还可在作物中实现多基因定位及重要农艺性状叠加。不过，基因编辑在农业中的应用并不限于引入重要农

¹ Gene Editing in International Context: Scientific, Economic and Social Issues Across Sectors. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/38a54acb-en.pdf?expires=1522421924&id=id&accname=guest&checksum=008913443BD07B98037AB849D8F6BBCD>

艺性状，还可通过培育多年生作物²来提高生产率。过去由于一年生和多年生亲本植株的基因组的不稳定性和遗传冲突，一直未能成功培育出多年生作物，基因编辑技术将使这一目标得以现实。此外，基因编辑还可以重新引入由于集约化育种而丢失的生物多样性，从栽培作物和养殖动物的野生近缘种中挽回有益性状，重新导入现有商业品种中。

不过值得注意的是，基因编辑技术在该领域要想比其他技术更加有效，需要依托基因组学、合成生物学、代谢工程、基因组选择、传统植物育种和动物选择的互补发展，这种互补甚至融合发展将降低基因编辑技术的使用成本。目前，基因组学、基因编辑和细胞培养技术的组合应用已经催生了一个新的非转基因技术产业，与转基因方法相比，基因编辑技术的风险和伦理问题相对更少。

2、人类医学领域

总体而言，在该领域带来的好处主要包括：提供遗传疾病的治疗方法、提高生活质量和健康状况、更精确的基因治疗、控制媒传疾病、改进疫苗、改进异种器官移植、适当情况下替代兄弟姐妹的捐献，及利用更多的高质量食物改善食品安全。深入到应用的若干方面，如常规应用、疟疾控制、基础生物学研究、异种器官移植等，其具体好处如下。

在常规应用方面，大致可以分为“生殖细胞”和“体细胞”应用两种，其中体细胞基因编辑用于解决疾病问题可以得到广泛应用，但以再生为目的的生殖细胞基因编辑则普遍被认为是不道德的；在疟疾控制方面，可以利用基因编辑去除蚊子的寄生虫及其抗药性，从而根除疟疾；在基础生物学研究方面，基因编辑可以增加对基础生物学和发育生物学的理解，如在受精卵着床和原条形成前，通过对人胚胎发育第一周表达的基因进行编辑可以帮助理解不育的原因。过去 20 年来，研究人员已

² 多年生作物可以降低劳动力和其他耕作成本，且由于具有深根系统，可以减少温室气体排放、增加碳储存及减少营养损失

经用小鼠来模拟人胚胎发育，但控制小鼠和人类早期发育的分子机制和遗传学之间的关键差异限制了对这一机理的理解；在异种器官移植方面，已有研究人员利用基因编辑从猪的基因组移除了猪内源性逆转录病毒，实现了异种器官移植的重要一步。在人类医学中使用动物器官的历史充满了技术和伦理挑战，但这一发展可能会减少人类对动物器官的排斥。另外，基因编辑也可以用来设计“人源化”动物器官，以减少异种器官移植的排斥反应。

3、环境与生态领域

基因编辑技术在该领域带来的好处包括环境保护、生物修复、控制外来入侵物种、濒危物种的保护和灭绝物种复活以及增加物种多样性。已有应用实践表明，基因编辑可以限制入侵物种的传播，从而提高保护的效果。如澳大利亚的甘蔗蟾蜍，不仅是入侵物种，而且还会杀死其本土的野生天敌。澳大利亚的研究人员正在利用基因编辑来引入减少毒素产量的遗传变化来降低蟾蜍种群，从而使其成为本土食物链的一部分。此外，基因编辑还可减少或消灭媒传疾病和跨大陆入侵物种。不过值得注意的是，田间试验是有风险的，因为只要有人故意将生物体从一种气候环境转移到另一种气候环境，都可能引发全球扩散，但是在本地生物利用基因编辑是有利的，因为它们可以迅速传播，并保持在本地区域内。

二、基因编辑技术应用带来的风险

正如任何新技术及其潜在应用一样，基因编辑技术的风险和不确定性也不很明确。报告总结了各领域可能共有的若干风险及各自特有的一些风险问题。

1、各领域的共有风险

主要包括：脱靶和复用生物、物种与生态系统的未知效应；无法对负面结果进行证明，即不能证明该技术是 100% 安全的；不能充分预测

或衡量对该技术的曲解；会有意想不到的后果，即无法预料到什么是人们所不知道或不了解的；确定安全性和效果所需要的时间和成本是未知的；基因编辑事件缺乏可追溯性；负面的首次使用或意外使用会导致的后果难以预料；不使用该技术会产生何种风险；突变可能会产生的影响。

2、三个领域各自特有的风险

农业和水产领域的风险包括：当前和潜在贸易伙伴之间不可预知、不明确、不平衡的监管条件；可能的贸易中断；消费者市场接受度；公众可能将其视为只是另一种转基因生物体的风险；作物抗虫性管理的影响；对农业实践、国际种子和农业产业造成意料之外的改变；对生物多样性的影响。

人类医学领域的风险包括：使用基因编辑技术不只存在安全性和有效性问题，还涉及伦理、法律和社会问题，所有这些都很重要，均需加以考虑；对生殖细胞造成的无意识编辑；生殖细胞和体细胞问题的区分；改变养殖食品的营养价值；对基因编辑器械的免疫反应。

环境与生态领域的风险包括：未知、不可预见的生态和环境影响；目前尚无已知的地理或时间防护措施；编辑后的基因可能具有在全球范围内传播的潜力；对基因水平转移的潜力和影响尚无了解；克服了引入性状的媒介抗性可能会发生演化；基因编辑逆转存在有效性；基因编辑引起的物种变异的影响；不正当应用可能导致作物获得功能或引起抑制。

三、对基因编辑技术应用的监管和治理

在基因编辑技术的监管和治理方面，研讨会讨论了目前正在使用或可能在未来部署的现行管理框架和其他类型的治理结构。重点是决策者可以要求帮助制定适当的基因编辑治理框架，包括：应该管理什么，是技术还是应用；应该使用什么标准；应该由谁来统领；谁应该制定治理标准；及应该使用哪些机制、机构和程序等。

各国政府与授权召开和讨论多边问题的国际组织也应该在监管和治理中发挥作用，跨国专业组织和知识产权组织等非管制实体也应起到监管作用。例如，研究资助机构、期刊编辑和机构伦理委员会可以非正式地执行由专业科学协会制定的指导方针。而且基因编辑的治理框架在不同的司法管辖区之间，以及在人类和非人类中的应用之间应有所不同。

管理问题包括需要增强公众对监管机构的信任，纠正监管的高度不确定性，制定合理的监管标准。一些与会者敦促应该增加基因编辑技术的公众参与，向公众说明基因编辑的风险和利益，增加曝光率，并指出，为了不让公众感到难以理解或害怕理解基因编辑，努力的重点应该是向公众说明特定应用和产品的优势，而不是技术本身。

四、基因编辑技术应用面临的不确定性

基因编辑应用还存在诸多的不确定性，有许多问题亟待回答，主要包括分类治疗、技术评估、研究、创新与商业化及未来发展等。

1、分类治疗

分类治疗的不确定性包括：体细胞和生殖细胞治疗的分界线在哪里；基因编辑在何时会被认为是一种预防措施、治疗或增强；利用基因编辑进行预防是一种治疗、增强还是一个新的类别；“正常”变体与病理性或非天然变体的界定标准是什么；将生殖细胞编辑控制在体细胞应用范围的严格程度如何；编辑的细胞应该在体内停留多久。

2、技术评估

技术评估的不确定性包括：如何定义“风险”和“利益”；短期的好处是什么；长期情况如何；因为性别选择比基因编辑引起的突变更多，所以接受脱靶突变或嵌合体的阈值如何设置；如何考虑非基因编辑突变和/或表观遗传改变的影响；编辑细胞会给病人带来何种风险；因监管需要会有正式的风险-收益-不确定性分析，但如何在存在社会争议和科

学不确定性的条件下做好这些工作。

3、研究

研究的不确定性包括：基因编辑基础研究和应用研究有何显著区别；在人类应用中应该如何考虑动物福利、主体选择和试验设计；研究团体应该如何填补因公共部门的滞后而产生的空白。

4、创新与商业化

创新与商业化的不确定性包括：贸易秘密或数据透明度应该如何适用于基因编辑的研究和使用；观念与企业之间的竞争如何影响对技术的引进；非正式风险-收益-不确定性的想法（即炒作）如果不能实现将会损害科学进步，这该如何问责。

5、未来发展

基因编辑技术应用未来发展的的问题主要集中在 3 个方面。

（1）研究方面。是否可以解除对发育几天或几周的人类胚胎基因编辑研究的暂禁；基因编辑产品是否应被视为不同于转基因产品；富有同情心的医疗用途能否为基因编辑应用提供足够的理由；如何提高公众对基因编辑相关科学、道德和社会问题的认识；什么样的基因编辑监管实践会赢得公众信任；社会科学家的工作是否有助于确保公众参与具有文化敏感性和当地环境适应性。

（2）管理方面。不同的基因编辑应用是否需要不同类型的风险分析；基因编辑技术给农业和水产业带来的新风险是否超过传统育种策略带来的风险；贸易是否需要协调统一的方法；如果发展中国家缺乏适当的监管框架，应由谁来决定基因编辑项目的安全性或价值。

（3）创新政策方面。政府和管理科学能否与私营部门保持同步；监管研究中的哪些空白支持基因编辑技术的科学风险评估；什么样的管理科学能够被有效遵守和执行；非公开进行的基因编辑研究是否能通过

阻止其发表研究成果来阻碍其开展研究；为追求全球发展和健康目标，可以为开放科学制定哪些原则？

最后，报告指出，大多数与会者同意对所有基因编辑研究采取严格的遏制措施，只能在与监管机构协商时可以放松要求。除非有充分证据，否则都需要采取这些严格的遏制措施，以减轻无法弥补的损害。大多数与会者还同意，需要公共投资用于限制基因水平流动的监管、政策研究以及技术环境保护措施。

（袁建霞 周秋菊）

UNESCO 发布联合国海洋科学十年可持续发展路线图

2月19日，联合国教科文组织（UNESCO）发布《联合国海洋科学十年（2021-2030）可持续发展路线图》报告³。该报告简要介绍了海洋科学十年可持续发展计划的总体目标及实施要素、计划实施前期的准备活动，详细整理了十年海洋科学计划的战略目标及所采取的活动、战略目标下的预期成果。

一、总体目标及实施要素

报告指出，海洋科学十年（2021-2030年）可持续发展计划的总体目标包括：实现开展可持续发展的海洋科学研究所需要的科学知识储备、基础设施建设及广泛合作交流；提供海洋科学发展所需的数据和信息，为海洋科学的《2030年议程》取得良好进展提供政策支持。

从具体实施要素看，联合国海洋科学十年可持续发展计划具体内容包括一项科学计划、一项参与和沟通计划、一项资源/商业计划以及一项能力发展、培训和教育计划，这些计划将在前期准备阶段（2018-2019年）根据与科学共同体的一系列协商，确定每项计划的实际内容及预期成效。每项计划的设计都会以计划的总目标和战略目标为指导，由具体

³ Roadmap for the UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development. https://en.unesco.org/sites/default/files/ioc_oceandecade_draftroadmap_v5_0.pdf

的实施监督小组为计划实施进行组织、监督及管理。

二、具体战略目标（2021-2030年）

海洋科学十年可持续发展计划包含6个具体的战略目标，这些目标的实现将会为利益相关者产生实际收益并对科学政策产生一定的政策层面的影响。

目标一：获取海洋系统的知识，包括人类在地球-气候系统中扮演的角色、海洋生物多样性认识等以支持可持续的海洋管理。

在目标一的指导下，海洋科学领域未来将采取的具体行动包括：①进一步制定和加快海洋酸化的协调研究计划；②完成海洋生物的综合eDNA排序；③建立一个专家小组，以巩固海洋科学的常规进程及政府间气候变化专门委员会（IPCC）报告中特别关于海洋、冰冻圈和未来地球等研究进程；④记录环境因素和气候变化等对已建立或新兴的海洋产业的潜在影响；⑤实施一项全球和区域气候变化影响相关的综合计划，包括海洋健康和生态系统的脆弱性、适应性以及它们提供的服务；⑥在全球、国家和区域层面，建立一项倡议以促进海洋科学知识在科学政策界面的吸收；⑦完成海底、俯冲带和热喷口的测绘。

完成目标一的行动，在海洋科学领域可以取得的预期成果包括5个方面：①未来海洋研究和海洋技术发展均以可持续发展的需要为指导，并得到政府和私营部门、民间社会和广大公众的支持；②在计划指导下，海洋科学领域开展的研究将会为高层政策目标实施提供一个系统的路径；③通过目标一指导下开展的海洋科学活动，将会为应对海洋环境和气候变化影响制定具有科学依据的决策；④为海洋未来适应策略的实施提供科学依据；⑤完成海洋资源、深海测深、俯冲带和热喷口的测绘。

目标二：基于海洋生态系统管理，形成健康的海洋生态环境，促进海洋健康，支持蓝色经济。

在该目标指导下，海洋科学领域未来将开展的活动包括：①实施一项关于海洋福祉的全球研究计划，包括累积的压力源、陆基污染源和异常营养负荷、海洋塑料、气候变化及渔业等研究；②建立海洋生产力或生物多样性研究计划；③完成 IPCC 特别报告和世界海洋评估的科学需求；④完成全球生物地球化学浮动阵列的分析，并在海洋社区内自由交换所有数据；⑤扩展海洋共享服务，以便所有感兴趣的社区都可以访问并对数据进行管理。

完成目标二指导下的海洋科学活动，预期可以获得的主要成果为：①改进了基于证据的总体生态系统管理；②为改善海洋的功能提供科学证据；③形成一个全球部署的综合研究项目，支持所有形式的海洋管理；④以海洋管理为目的，增强对海洋数据及产品的合理利用。

目标三：加快海洋科学研究项目进程，支持综合多风险预警系统，提高社区应灾准备及防灾意识，减少海洋极端事件相关危害的风险。

在该目标指导下，海洋科学领域预开展的具体活动包括：①大幅改善极端天气（包括风暴潮、极端海浪等）引起的沿海灾害预警；②提高海啸事件预测的能力；③加快对海洋灾害风险预警的研究。

通过完成目标三指导下的活动，可以实现的主要预期成果包括：①可保护沿海及海洋生命，降低海上风险，增强安全性和加快沿海地区的繁荣；②加强沿海管理和制定明智的决策规划。

目标四：加强海洋观测网络、数据系统和其他基础设施建设，支持各国在 2030 年之前实现满足国家需求的合作伙伴关系。

在此目标指导下，预开展的主要活动包括：①完成全球生物地球化学浮动阵列分析，并在海洋社区内自由交换所有数据；②完成对深海观测系统的初步部署，比如在俯冲带和热喷口附近深海测深和底栖生物群落的地图绘制；③完成关于低纬度西部边界洋流及洋流相关的生物系统

区域试点项目；④扩展海洋信息数据服务，包括卫星和其他海洋数据，以便所有感兴趣的社区都可以访问和使用数据；⑤建立一个高水平的专家小组，指导海洋科学跨学科数据建模和同化。

在目标四下可取得的预期成果为：①通过海洋彩色卫星和BGC-Argo覆盖全球，为海上舰载和其他自主仪器提供数据支持，促进生物化学进入新时代；②通过持续的海洋观测，支持海洋科学相关的讨论及谈判；③为关键基础设施的维护引入新的技术；④增强对海洋数据及其衍生信息的利用。

目标五：获得海洋科学知识，促进海洋技术转让；让利益相关者参与，并让其在海洋管理、评估和应对气候变化应用中受益。

在目标五下，将要开展的活动包括：①加强和指导与技术转让有关的能力建设活动，包括新技术；②将海洋观测和数据系统的交流合作扩展到发展中国家；③促进和协调海洋科学可持续发展的资助形式，为实现海洋的可持续发展，在国家和国际决策之间建立一个建设性的反馈环节；④通过政府与其机构、公众和不同科学团体（如自然、社会、经济、人类健康等领域的科学团体），以及其他使用者之间的不定期/定期交流、对话，加强海洋科学界的交流；⑤通过信息门户定期向所有利益相关者提供和更新有关海洋状况的资料，通过现有的新通信和数据同化技术支持联合国的常规进程和世界海洋评估。

在目标五下可取得的预期成果为：①加速海洋技术的转移和海洋知识的部署；②确定资助机制以反映各国对海洋可持续发展的雄心；③让发展中国家更直接地参与海洋观测。

目标六：加强各利益相关者在海洋科学领域的合作、协调和沟通，保证能及时向决策者提供新的科学支撑。

在目标六下，预开展的主要活动包括：①与海洋科学相关的机构建

立伙伴关系，并与全球不同国家建立海洋科学研究相关的密切合作；②为海洋科学十年建立一个规划小组，提供有关进展的建议反馈；③加强科学、持续的海洋观测和海洋服务；④加强不同国家间海洋活动的协调性，以促进可持续发展；⑤利用新一代可相互比较的耦合建模工具来预测海洋状况。

在此目标指导下，最终将取得 3 方面预期成果：①为十年计划提供整个海洋社区环境相关的数据、信息；②为国家宏观布局提供科技支撑；③保持海洋科学研究的势头以实现十年宏伟目标。 (吴秀平)

信息与制造

美国 NSF 推动计算和信息科学领域前沿变革研究

2 月 27 日，美国国家科学基金会（NSF）公布了 3 项新的计算探索项目⁴，将于 5 年内资助 3000 万美元来推动计算机和信息科学与工程领域的大规模、深远和潜在的变革性研究，细分目标包括：彻底变革安全、自主系统的设计和开发；更快速地实现量子计算的市场化实际应用；实现无创和简便的人体诊断成像技术，以提高偏远地区的医疗保健质量。具体项目信息如下。

1、针对实时数据的安全与实时决策

人工智能系统通过革新医疗保健、交通和业务运作方式，在生活中扮演越来越重要的角色。该项目旨在通过开发面向实时、智能、安全和可解释（RISE）的决策开源平台、工具和算法来构建人工智能决策系统，以应对业务挑战。该项目还将使一大批先锋人员能够建立创新的应用和解决方案，并允许不同学科的学生和研究人员参与并拓展研究活动。

⁴ NSF invests \$30 million to pursue transformative advances at frontiers of computing and information science. https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=244648&WT.mc_id=USNSF_51

2、实用级的量子计算（EPIQC）

量子计算处于计算机和信息科学领域潜在的改变游戏规则的革命边缘。量子机器很快就能够完成现有计算机难以完成的计算任务，推进人工智能、计算机安全、化学和其他领域的发展。EPIQC 项目将通过缩小当前理论算法与实际量子计算架构之间的差距，帮助加速这一新范式的发展。通过开发针对量子技术（100-1000 个量子位）关键属性的新算法、软件和硬件设计，该项目将提高实际量子计算的效率，并帮助将量子计算从实验室转向实际应用。

3、散布图法计算成像：解决生物成像的散射光子问题

光线在人体内传播时会散射。发生这种情况时，身体内不同位置的空间信息开始纠缠。该项目的主要目标是开发一种计算成像系统，称为计算散布图法成像系统（CPS），可有效解决散射光子问题，并有助于以细胞水平分辨率进行皮肤深处无创生物成像。通过简单地将相机指向身体的任何部位，就能实现人体解剖横切面的实时视图，从根本上改变医学和医疗保健服务。这种进步将使医疗保健体验实现以人为本，并提升诊断、治疗和保健效果。除医疗保健之外，该项目还将推进在消费者成像、汽车导航、机器人、监视、大气科学、材料科学等领域的交叉应用。

（田倩飞）

美国 NSF 发布人-技关系前沿项目指南

3 月，美国 NSF 发布人-技关系前沿项目指南⁵，旨在通过支持融合研究来应对不断变化的工作环境带来的机遇和挑战，包括：理解和发展人与技术的关系；设计新技术来增强人的表现；阐述新兴社会技术格局并了解新技术的风险和收益；利用技术普及终生教育机制。

⁵ Future of Work at the Human - Technology Frontier. <https://www.nsf.gov/pubs/2018/nsf18548/nsf18548.htm>

项目将包括两个主题：增强人类认知基础，以及形象化智能认知助理。此外，项目应侧重探索如下方面的潜在影响：改变科学和技术的前沿，促进人类表现的增强和工作技能的获取；提高员工的生活质量和雇主的财务指标；提高国家的经济和社会福祉；通过研究增强背景下的学习和教育来解决社会需求。项目必须包括一个协作计划，概述项目将如何利用和整合多个科学领域。

1、增强人类认知基础

该类项目将在未来工作的背景下解决人类认知系统的基本问题，从而在相关的科学、工程和教育领域获得新知识。项目将探讨如何利用技术、增强感知、学习、语言理解、跨学科交流、决策制定、规划和协作来加强人类认知。人类认知、社会理解和互相作用的模型，包括对判断偏差的理解，以及关注、学习、记忆、知觉、情感和理解模型是提高认知能力的基础。该类项目还鼓励对增强与感知、认知、情感和社交能力相互作用的物理能力的研究，及研究如何通过认知技术塑造心智、能力。

2、形象化智能认知助理

该类项目将开展针对形象化智能认知助理的基础研究。项目提案必须能够提高员工生活质量和雇主经济指标。智能认知助理在这里被定义为身体外部的电子设备，为了提高人类的技能而从人脑中接受信息并响应信息。智能认知助理使用创新的机器学习和人工智能算法、先进的多模式感应和高带宽通信功能。该类提案必须关注形象化智能认知助理设备和系统，将感知和响应结合起来。

该类项目研究的形象化智能认知助理设备可应用于自动驾驶汽车、通信系统、电网、化学过程和制造工厂、医疗设备、交通网络、智能家居、建筑和基础设施、教师或其他教育环境、飞机和船舶、工业或个人机器人等多种平台和系统中。对形象化智能认知助理测试床设备和系统

的研究可以解决外部环境和人工智能集成的问题。该类项目提案还包括理解哪些人的能力可以委托给形象化智能认知助理平台或系统，形象化智能认知助理的新功能如何最好地增强特定工作，以及形象化智能认知助理的引入如何能够提高工作满意度、企业盈利能力和国民经济健康。

项目资金总额约 2700 万美元。小型项目预算为每项 75 万-150 万美元，大型项目预算为每项 150 万-300 万美元；项目周期均为 3-5 年。

（田倩飞 朱敏）

美国 DOE 利用高性能计算助力新材料研发

2 月 28 日至 4 月 19 日，美国能源部（DOE）劳伦斯利佛莫尔国家实验室应用能源技术领域“用于材料的高性能计算”计划（HPC4Mtls）开展第一轮项目建议征集⁶，旨在通过利用高性能计算、建模、模拟和数据分析，解决在严苛复杂的能源应用环境中，性能优异新材料或改性材料所面临的开发、完善及验证等环节的关键挑战。DOE 进行该计划资助的相关办公室及其关注的重点方向如下。

（1）化石能源办公室关注以下方向：预测化石燃料发电厂中特定恶劣环境中的材料行为；探索材料行为退化动力学；改善合金性能；克服新材料生产从克到千克、从千克到吨的规模化障碍；提高对氧化、腐蚀、电化学相互作用等关键重点领域的详细过程的理解；用高熵合金克服制造元件的障碍；减少材料鉴定和认证时间的建模和仿真工具等。

（2）能效与可再生能源办公室燃料电池技术领域关注以下方向：提高电催化剂的性能和耐用性，如燃料电池和电解槽中的无铂族金属催化剂；改进先进水解技术的材料和界面，包括电化学、热化学和光电化学方法；开发机器学习功能以预测新材料，如用于储氢、不含铂族金属

⁶ First Round of HPC4Mtls Solicitation is Now Open. <https://hpc4mtls.llnl.gov/solicitation.php>

的电催化剂、膜分离器和能量转换器；改善对复杂系统中相互作用的理解和建模等。

(3) 能效与可再生能源办公室车辆技术领域关注以下方向：根据组成、冷却速率和热处理预测铸造材料的微观结构；提高合金在高温（330°C-1100°C）下的机械性能；利用机器学习和数据分析来甄别有潜力的新材料（如车用轻质结构材料）；开发用于不同材料接头的工艺结构模型；模拟先进高强度钢、铝、镁、碳纤维复合材料的粘合剂的老化，以及在汽车使用寿命期间的相应性能等。 (万勇)

生物与医药农业

英国政府开展专项资助应对老龄化社会挑战

3月12日，英国商务大臣Greg Clark宣布英国政府将投资超过4亿英镑应对老龄化社会挑战⁷，具体资助项目包括：

1、通过产业战略挑战基金（ISCF）投入约3亿英镑支持技术创新，应对老龄化社会带来的巨大挑战。其中，9800万英镑用于支持健康老龄化计划，开发新产品和新服务，帮助老人克服孤独感，增强生活独立性并提升幸福感；2.1亿英镑用于支持早期诊断数据和精密医疗计划，将对50万名生物样本库志愿者进行基因组测序，并基于这些数据开展研究，加深对疾病发生发展的认识，支持早期诊断工具和新疗法的开发。

2、通过英国医学研究理事会（MRC）向英国痴呆症研究中心（UK DRI）投入4000万英镑，在英国伦敦大学学院建立一个新的中心，为痴呆症新疗法研发提供先进的研究设施，并为老年痴呆症患者和他们的家人及照顾者提供一个专门的空间。

⁷ Government announces £300 million for landmark ageing society grand challenge. <https://www.gov.uk/government/news/government-announces-300-million-for-landmark-ageing-society-grand-challenge>

3、通过 ISCF 投入超过 7000 万英镑建设区域卓越中心，基于包括人工智能技术在内的新技术，为患者提供更好的诊断服务，支持产业界与英国国家医疗服务体系合作，推动英国在数字化病理学和放射学领域的领先发展。具体研究方向包括：利用人工智能技术分析医学图像，实现疾病精确诊断和靶向治疗，提高医疗效率；推动包括中小企业在内的公司与医生和科研人员合作，快速研发、测试并推出相关诊断产品，提升患者护理水平。

(施慧琳 李宏)

比利时启动 SPICY 项目升级改造糖类开发平台

糖类在自然界分布广泛，几乎存在于所有生物体，是生物体维持生命活动所需能量的主要来源，糖基化学品是一类广泛用于食品、医药、能源、化工的重要精细化学品。3 月 21 日，由弗拉芒创新与创业机构（VLAIO）2017 年 12 月批准的“基于创新化学催化和工程酵母的糖基化学品和聚合物（SPICY）”项目正式启动⁸。该集群项目将由鲁汶大学、根特大学、哈塞尔特大学、法兰德斯技术研究院（VITO）、法兰德斯生物技术研究所（VIB）等多家科研机构和“生物基欧洲示范工厂”计划共同承担，致力于糖类开发平台的升级改造。

法兰德斯地区是项目实施的理想地点，该地区在将生物质（甜菜、小麦）转化为食物成分（糖类、有机酸、酒精饮料）方面有着丰富的研发经验，在化学和农业技术方面的教育水平很高，并处于欧洲最大的石油化学集群安特卫普—鹿特丹—莱茵—鲁尔区（ARRRA）的中部。ARRRA 的人均化学品和塑料销量排名世界第一，世界 20 强化工公司有一半以上的主要生产地点设在此地区。

⁸ Start of the SPICY Project: An intensive four-year collaboration of a unique consortium of Flemish research institutions to develop a technology platform for sugar valorization. <http://catalisti.be/news/start-of-the-spicy-project-an-intensive-four-year-collaboration-of-a-unique-consortium-of-flemish-research-institutions-to-develop-a-technology-platform-for-sugar-valorisation/>

SPICY 项目的目标是为化工业提供新的或优化的工艺，以将糖类转化为高价值化学品。项目将循两条互补平行的研发路径开展：一条侧重于改良酵母菌株的生物技术开发，另一条则以化学催化路线为基础。项目合作各方希望两条路径均能达到生产力、效价、产量和选择性等行业标准，以保障糖基化学品产业潜在的经济利益和未来的升值空间。目前大多数目标平台化合物都是生产生物基塑料的单体，因此 SPICY 项目的第二个目标是为新型和功能性聚合物材料，特别是那些现存石油基价值链中没有的材料提供有用的概念验证。 (郑颖)

能源与资源环境

美国 DOE 新项目推进煤基固态氧化物燃料电池技术商业化

3月15日，美国能源部宣布资助3250万美元用于“煤基固态氧化物燃料电池技术(SOFC)”研发项目⁹，旨在开发经济、高效的新型SOFC技术，加速SOFC技术的商业化，解决传统燃煤电厂发电效率低和污染严重问题，从而降低能源消耗和减少有害气体的排放。本次资助项目涵盖四大技术主题，包括：固体氧化物燃料电池高温阳极循环鼓风机，利用高成本效益的氧化铝奥氏体钢降低电厂配套设施的铬蒸发，用于分布式发电的兆瓦级SOFC发电技术研发和技术经济评估，SOFC发电装置核心技术研发。

表1 煤基SOFC发电技术研发项目具体内容

| 主题 | 研究内容 | 资助金额 /万美元 |
|--------------------|--|--------------|
| 固体氧化物燃料电池高温阳极循环鼓风机 | 开发模块化、低成本、无油阳极循环风机(ARCB)技术，以提升SOFC发电装置的效率和稳定性，并将新技术运用到200千瓦的SOFC原型发电装置上进行1500小时的运行验证 | 150 |

⁹ U.S. Department of Energy Announces \$32.5 Million to Advance Solid Oxide Fuel Cell Technologies. <https://www.energy.gov/articles/us-department-energy-announces-325-million-advance-solid-oxide-fuel-cell-technologies>

| | | |
|--------------------------------|--|------|
| 利用高成本效益的氧化铝奥氏体钢降低电厂配套设施的铬蒸发 | 定量研究 SOFC 阴极降解随铬物质数量和运行环境变化的函数关系，综合评估氧化铝奥氏体钢的关键性能指标，随后用氧化铝奥氏体钢制造 SOFC 发电装置相关组件并进行技术测试 | 130 |
| 用于分布式发电的兆瓦级 SOFC 发电技术研发和技术经济评估 | 设计开发用于分布式发电应用的兆瓦级 SOFC 发电系统原型进行至少 5000 小时的示范运行并开展技术经济分析，实现 6000 美元/千瓦时成本和每 1000 小时性能衰减 0.5% 目标 | 2300 |
| SOFC 发电装置核心技术研发 | 开发新型的 SOFC 架构、电池堆架构和配套技术，应用第二代 SOFC 发电原型系统进行长期运行验证，以改善 SOFC 的性能、稳定性和寿命，将性能衰退速率减小至不到 0.5%/1000 小时 | 950 |

(郭楷模)

美国 DOE “小企业创新研究与技术转让”计划启动新一轮项目

2 月 27 日，美国能源部宣布在“小企业创新研究与技术转让 (SBIR/STTR)”计划框架下启动新一轮研发项目¹⁰，即向全美 36 个州遴选出的 149 个中小企业资助 3000 万美元开展高性能计算、基础能源、生物环境和核物理 4 个主题领域的研发创新工作，旨在推进美国科学技术的创新和技术成果转化，创造新的就业机会，以增强美国在具有竞争优势领域的领先地位和经济实力。第一阶段资助期限为 6-12 个月，受资助者在项目完成时通过评估考核的将获得 2019 财年第二阶段资金申请资格，以开发相应的技术示范工程来验证其第一阶段的研究结果。本次资助主要的研究内容参见表 1。

表 1 小企业创新研发计划新一轮项目第一阶段主要研究内容

| 主题 | 研究内容 | 资助金额 /万美元 |
|-------|--|--------------|
| 高性能计算 | 开发光子存储子系统输入/输出接口 开发用于制造和工程工作流程的新一代分析和可视化平台 安全性分析和监控，以防止对高性能计算环境的滥用 | 530 |

¹⁰ Secretary of Energy Rick Perry Announces \$30 Million for Small Business Research and Development Grants. <https://www.energy.gov/articles/secretary-energy-rick-perry-announces-30-million-small-business-research-and-development>

| | | |
|-------|--|------|
| 基础能源 | 从煤中提取石墨烯量子点的新方法 利用超临界水同时从水力压裂中清除无机物和有机物 使用中子散射材料研究极端温度样品环境 | 1460 |
| 生物与环境 | 监测土壤-微生物相互作用的原位装置 生物材料的原子探针层析成像方法 紫外/近红外气溶胶吸收监测仪 | 560 |
| 核物理 | 用于加速器应用的高效射频电源 辐射硬化红外焦平面阵列 用于电子-离子对撞机的高场大孔径四极杆的新设计 | 450 |

(吴勣 郭楷模)

IPCC 专委会专家提出 6 个城市与气候变化科学研究优先领域

2 月 27 日, 来自政府间气候变化专门委员会 (IPCC) “城市与气候变化科学会议” 科学指导委员的专家在《自然》杂志上发表题为《城市与气候变化的 6 个研究优先领域》¹¹ 的文章, 呼吁进行长期的跨学科研究, 从而更好地理解城市与气候变化之间的复杂联系。

文章指出, 超过一半的世界人口生活在城市地区。城市产生的 CO₂ 排放量占全球能源有关 CO₂ 排放量的 75% 以上。到 2050 年, 快速增长的发展中国家城市的基础设施建设将产生 2260 亿吨 CO₂ 排放, 是建设现有的发达国家城市基础设施所需排放量的 4 倍多。城市日益感受到气候变化与极端天气的影响。到 2030 年, 将有数百万人口和 4 万亿美元资产受到这些事件的威胁。科学需要在城市政策和实践中发挥更强大的作用, 因此, 呼吁进行长期、跨学科的研究, 以减少全球变暖带来的碳排放和城市风险。文章提出城市与气候变化的 6 个研究优先领域。

1、扩大观测

研究人员和市政当局需要收集更多与城市和气候变化有关的数据, 特别是从南半球的中小城市。除了提高可用性以外, 还需要提高数据的

¹¹ Six Research Priorities for Cities and Climate Change. <https://www.nature.com/articles/d41586-018-02409-z>

覆盖率、质量、分辨率和可靠性，并对报告形式进行标准化。需要开发利用卫星、无人驾驶飞机和自动驾驶车辆进行遥感监测的方法，以用于监测密集的城市结构。需要建立一个“城市观测站”的全球网络，实现数据、研究和实践的网络共享。

2、理解气候相互作用

了解城市在一个领域的行动，比如治理空气污染，可能会对气候产生广泛的、有时甚至是意想不到的后果。城市的气候过程很复杂。例如，城市的空气污染导致了更多的降雨，而不透水的混凝土或沥青地面减少了蒸发冷却，放大城市热岛效应。需要开展不同背景下城市的比较研究，以理清这些相互作用并找出解决方案。需要了解城市形态、建筑材料和人类活动如何影响大气环流、热和光辐射、城市能源和水预算。

3、研究非正式定居点

到 2050 年，全球将有 30 亿人（大多数是南半球居民）生活在贫民窟。糟糕的住房条件和基本服务加剧了个人和家庭的风险。由于不能移植北半球城市所使用的方法，因此，需要为这些社区量身定制相应的模型和分析工具。数据短缺、非正式的社会经济进程和有限的地方能力都需要考虑在内。

4、利用颠覆性技术。数字革命正在改变城市。城市共享流动计划改善了空气质量和社会包容性，减少了交通堵塞。全球采用共享、自动化的电动汽车可以将全球汽车库存减少 1/3。然而，如果使用这些技术的易用性最终导致车辆使用增加，这些好处就会减少。研究人员需要了解积极结果和消极结果的驱动因素，以及如何影响它们。应该加以开发和商业化负担得起的可减少南半球未来基础设施碳强度的材料和技术。

5、支持转型

开发和研究建设低碳城市的“大胆策略”，包括中国努力建设在暴

雨期间收集水分并减少洪水的“海绵城市”。需要更多地了解如何通过政策和激励措施来改变居民的生活方式和消费模式，使零碳社区和城市成为可能。需要发展研究和政策框架，以将成功的地方创新在城市间进行推广。

6、意识到全球可持续发展的环境

城市是开放、复杂、具有全球影响力的系统。计划周密的地方行动可以将问题转移到其他部门。中国、韩国和越南的许多城市已经将工业重新安置于城市以外的地方，以改善其环境评级。在应对全球气候变化以及联合国新的城市议程和可持续发展目标（SDGs）方面，需要采用一种系统方法，需要更多了解城市过程及其对其他地方的影响之间的相互作用、权衡和协同效应。

文章认为，研究人员、政策制定者、从业者和城市其他利益相关人员需要强化合作伙伴关系，并一起进行知识生产。城市气候变化减缓与适应的研究和创新必须以这一问题规模相称的尺度来支持。特别需要加强以下 4 个方面的工作：①大学应该支持其所在城市的数据平台和长期研究计划，同时在全国和国际上分享知识。②城市应该建立由首席科学顾问担任主席的科学顾问委员会，这可以提高科学的知名度，能力建设和领导能力，并提供一个联系点。③资助机构应该为跨学科研究和比较研究提供资助，特别是在南半球。④在线平台应该不局限于数据共享，从而帮助研究人员、决策者、从业者和公民诊断问题、形成解决方案，并对其有效性进行试验和评估，并嵌入学习。

（曾静静）

美国 NSF 公布地理及其空间科学计划资助项目

3 月 8 日，美国 NSF 公布地理及其空间科学（GSS）计划资助项目清单，共包括 64 个项目，总经费为 1020 万美元¹²。GSS 项目将在推动

¹² NSF support helps advance research in geography and spatial science. https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=244539&org=NSF&from=news

地理及其空间科学领域内的知识、概念、理论及方法的发展方面解决具有社会意义的关键问题，旨在促进研究人类活动的性质、原因及后果，自然环境过程以及各种规模人与环境之间的相互作用，并为地理学家和空间地理科学家及其参与跨学科研究提供教育和培训机会。GSS 项目主任表示，此轮资助的项目主题广泛，并将对世界范围的相关研究产生实际影响。项目共分为重点研究项目（25 项）、教师早期职业发展奖项目（3 项）、博士论文研究项目（29 项）、社区发展研究项目（7 项）4 个类别。本文简单整理了此次资助的主要项目，并总结了 4 个项目类别设计的主要研究方向，以供参考。

一、重点研究项目类

GSS 资助的重点项目支撑经费相对较多，但是整体可以归纳为以下几个方向。

1、自然灾害形成机制及对人类生存的影响

这一主题主要侧重对重大自然灾害的形成机制的再讨论以及其发生、发展和对人类生存的影响。具体项目包括：海岸侵蚀、季风动力学及人类的适应反应；土壤侵蚀，泛平原沉积和农业可持续性在百年时间尺度的演化；火灾、植被变化与人类居住地的关系；极端洪水对河道形成及河岸森林的影响；美国大陆草地火灾周期及对碳存储的影响；20 世纪 20 年代美国大平原沙尘暴的地表过程、尘埃来源和微粒通量等。

2、环境变化与人类活动耦合性

这一主题主要研究环境变化及人类活动及相关决策的耦合性关系。具体项目包括：取消基础设施补贴与沿海开发之间的关系；美国沿海屏障资源法的影响；水分运输过程对降雨量变化和农业决策的作用；评估零毁林承诺对生态系统保护的影响；美国东部橡树林的环境与人类驱动力；环境保护与社会公平性研究等。

3、地理科学知识流动与社会网络复杂关系

该主题研究侧重基于地理空间思维来研究包括知识流动和复杂社会网络之间的关联性。主要项目包括：基于过程的模拟模型对语言多样性的地理模式形成过程评估；中国和美国之间的知识移民态势；劳动力迁移及汇款等对工业、农业和森林景观的影响等。

4、城市可持续发展及社区建设

该主题侧重对城市地理学及地理学思维下的可持续发展和城市社区建设进行研究。主要包括：时空背景下的社区演化；美国城市地区人口结构变化；基于下一代数据、模型和平台分析基础上的行人过马路行为短暂决策和风险分析；加油设施偏好及其对汽车采用的替代燃料的选择特征；城市人口密度和公共交通、私人交通工具的碳效率之间的关系。

二、教师早期职业发展奖项目

该类项目主要侧重对高校教师的早期职业发展起到经费支撑作用，强调鼓励人才发展的意义，资助经费为 4 类项目中最多的一类。此次获批 3 项，分别为：科学教育科学：俄克拉荷马州资源获取、保护以及俄克拉荷马州切诺基教育；上游土地利用动态和下游沉积的关联研究；1870-2003 年刑事案件的地理和空间动态。

三、博士论文研究项目

该类项目遴选出了 29 个博士论文研究主题，每个项目以固定 1.6 万美元的额度进行资助，涉及领域也较为广泛，包括以下几个主题：

1、基于新技术方法的地理科学问题探索

主要项目包括：公共环境信息传播制图设计；基于综合图像光谱和微生物生物地球化学的木本灌木侵蚀分析；沿海、沿河的漫滩系统水文地表连通性框架开发及量化；互联网用户的地理隐私态度和个人位置屏蔽测量；对北半球高纬度地区基于生物标记和稳定同位素方法的墨西哥

湾北部飓风活动的重建；基于遗传标记和温度差异的或沉积物中生态系统的重建；对选举区空间分析的新方法等。

2、交叉科学领域内资源环境问题的解决方案研究

主要项目包括：残疾人工作场所的多样性及包容性研究；美国胡同；美国城市景观中社会层级的历史研究；美国现代主义建筑的税收抵免、历史保护和重建；差异化的公民意识以及在全球城市建设中对土地和日常生活的治理；旅游业发展对小型渔业的影响；城市创伤地理学：对两个美国城市社会服务范式转变的审视；水力压裂与农业生产交叉口的环境主体形成研究等。

3、地区安全及地缘政治延伸拓展研究

主要项目包括：领土外主权、民族主义和政治发展；解决土地冲突中的种族、差异和空间排斥政策的可行性；社区主导的和平维护机制在长期武装冲突地区如何发挥作用的研究。

四、社区发展研究项目

该类项目主要设立包括一些培训、研讨会、数据中心和专业地理信息系统的建设，形式更为丰富，灵活，资助金额也相对较多。主要包括：会议：STEM 地理空间科学领域培训、弹性和生物地貌系统：第 48 届 Binghamton 地貌学研讨会、灾害恢复空间思维的地理信息系统等。

(刘文浩)

空间与海洋

美国月球和行星研究所更新月球探索核心科学概念

2月20日，美国月球和行星研究所(LPI)月球探索分析组发布《推进月球科学》报告，在美国国家航空航天局(NASA)科学任务部行星科学处的要求下，更新完善月球探索的11个核心科学概念，明确未来

月球探索的研究重点¹³。

2007年，美国国家研究理事会在NASA的委托下完成发布《月球探索的科学背景》报告，提出了月球探索的8个科学概念。报告发布以来，各国开展了多项月球探测任务，尽管取得了很多新的发现，但迄今还没有任何一个科学概念被“完全”解决。此次发布的《推进月球科学》报告重申8个科学概念的重要性，并提出了下一步月球探索必须加以重视的3个新的科学概念，以及针对这11个科学概念的研究建议。其中，8个更新的科学概念是：

(1) 月球揭示内太阳系的轰击历史。实现该科学概念涵盖的目标需要开展月表探测。此外，解决更复杂的问题所需的精确性和准确性只能在地面实验室进行，因此需要开展采样返回。基于原位探测或采样返回的样本，将需要开展盆地撞击熔体的成分模拟、熔融样本的详细岩石学和地球化学分析、多个撞击熔融样本的详细地质年代学以及多个地质年代学系统分析。

(2) 月球内部结构和组成提供关于分化行星演化的基本信息。通过部署同步的全球分布式地震和热流网络和/或展开的后向反射器网络，以及系统采集不同年代地区样本，了解月球地质化学和月球发电机历史，有助于增进对行星分化的理解。

(3) 月球地壳岩石的多样性揭示关键行星过程。进一步了解分化过程和复杂月壳的建议包括在更高的空间分辨率下获取组成信息，从高优先级目标获取的采样返回样本的地质背景，原位开展元素和矿物学分析，以及通过区域地震网络确定垂直结构。近年开展的月球轨道任务的数据可用于确定许多高优先级目标地点，从而可以进一步开展探索，增进对月壳的了解。

¹³ LEAG. Advancing Science of the Moon. <https://www.lpi.usra.edu/leag/reports/ASM-SAT-Report-final.pdf>

(4) 月球极区特殊环境见证太阳系后期历史中挥发物的释放。解决与该科学概念相关的目标,如了解挥发物的源和详细组成以及古代日照环境等,需要开展原位分析以及采样返回低温保存的样本。

(5) 月球火山活动揭示月球热和组成的演化。了解行星火山活动重点需要开展地下探测、采样返回、结合地质背景研究的原位元素和矿物学分析以及航天员实地探测。这些建议的实施可行性已经大幅提高,新的遥感数据已经发现一些高优先级采样地点。

(6) 月球是研究行星尺度撞击过程的开放实验室。针对该科学概念,可以详细研究识别古老的大型盆地中的大规模熔融沉积物,在多环盆地建立区域性地震网络了解盆地结构,对撞击熔融覆盖物和山峰带(peak rings)开展实地研究和采样返回了解其形成模式和起源深度,开展长时间轨道观测研究新形成的更大的环形山。

(7) 月球是研究无水无大气天体的风化过程和侵蚀的天然实验室。该科学概念研究包括探测揭示风化层上部地层以及对不同组成和年龄的风化层开展采样返回。遥感和样本研究中关于主导的空间风化因素之间的不一致性,可以通过开展原位分析和有针对性的采样返回(例如从月球旋涡地区采样)加以解决。

(8) 月球的原始状态环境适于开展大气与尘埃环境过程研究。该科学概念研究包括:确定中纬度月表羟基和水的来源;确定氢产物是否向极区冷阱迁移;探测近月表尘埃与等离子体异常/空隙相关、在极区环形山、磁异常区、夜侧明暗界限等地点的静电放样(electrostatic lofting);系统探测外大气层的痕量挥发物(如水、羟基、烃);寻找地震事件引发氩-40和其他内部物质迅速释放的证据。

报告新提出了3个科学概念:

(9) 月球挥发物循环。月球挥发物曾在2007报告中的多个科学概

念中提及，近年来的一系列新发现表明，识别和表征月球挥发物的储藏（reservoir）并评估原始、月表和极区“水”循环之间的相互关系是月球科学中的高优先级问题。具体目标包括：确定月球火山产物形成的内生挥发物的组成和变化性；确定中纬度月表羟基和水的来源以及这些成分是如何迁移的；确定月球挥发物的来源。虽然其他科学概念中也涵盖了后面 2 个目标，但此处重点关注原始水的起源问题。

（10）月球起源。当前关于月球起源的最为重要的假说是月球形成于大型天体与原始地球的撞击，但是关于这一过程的细节仍不清楚，需要研究月球样本和改进数值模型。月球内部的地质活动早已基本停止，其深层内部包含着关于月球在吸积阶段及其刚刚结束时的初始组成的重要信息。通过月球样本，可研究月球形成那次撞击的时间和化学特征、原始月球盘以及那颗撞击月球的火星大小的天体。

（11）月球构造和地震活动。近年来获取的大量高分辨率月表图像推动了月球构造地貌研究的快速增长。相比于其他类型的构造断裂，月球上的叶状陡坡形成和/或下滑所需的应力最大。这类结构的成因部分源于晚期月球全球冷却和收缩造成的应力，但由于叶状陡坡的分布并不均匀，这意味着全球收缩并非其全部成因，有可能是收缩应力、潮汐力和轨道进动力共同作用的结果。由于这些驱动因素一直存在，因此叶状陡坡有可能仍处于地质活跃状态。目前相关研究旨在确定叶状陡坡是否可以解释浅源月震（或高频远震事件）。如果确定二者的关联性，将对月球科学研究和载人探索活动带来重要影响，地质活跃的陡坡将成为地震分析的目标区域，并且不能作为载人探索的着陆点。 （韩淋）

韩国发布“第三次宇宙开发振兴基本计划”

2月5日，韩国科学技术信息通信部召开第14次国家航天委员会会议，讨论并批准了《第三次宇宙开发振兴基本计划》(2018-2022)¹⁴。该计划是在上届政府于2013年发布的《宇宙开发中长期规划》(2014-2040)的基础上，结合近年来内外部条件、环境与问题的变化而制定的。

《第三次宇宙开发振兴基本计划》提出韩国航天事业发展愿景：开展具有挑战性和可信赖的空间开发活动，为保障国民安全和提高生活质量做贡献。该计划提出了未来5年韩国将重点推进的六大战略方向。

(1) 实现火箭技术自主，2021年发射韩国火箭，2026年私营企业将能提供中小卫星发射服务，2030年私营企业将主导中小卫星发射服务。

(2) 为国民生活与安全提供高标准、多样化的卫星应用服务，建设高效的国家卫星开发与利用体系。

(3) 在空间探索方面，开展多样化的空间科学与探测活动，启动探月项目，2020年发射月球轨道器，2030年实现月球着陆，2035年发射小行星采样返回航天器。

(4) 2020年启动“韩国定位系统”(KPS)建设，计划发射和运行7颗卫星用于定位系统的构建，并于2035年开始提供服务。

(5) 建设航天领域的创新生态系统，以宇宙开发核心机构为中心，培养多元化的创新主体，开发航天核心技术，完善宇宙开发执行体系，加强航天领域的国际合作，2018年制定面向全球的航天合作促进战略。

(6) 培育航天项目，从2018年起启动由企业主导的卫星开发，提高民间对宇宙开发的参与度，促进空间技术的产业化，到2022年在航天领域创造约1500个就业岗位。

(任真)

¹⁴ 우주를 향한 대한민국의 새로운 도전, 제3차 우주개발진흥기본계획 발표, <http://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw311&artId=1374583>

日本财团-GEBCO 海床 2030 全球项目开始运营

2月20日，日本财团（The Nippon Foundation）宣布海床2030全球项目现已开始运营¹⁵。该项目的目标是在2030年之前绘制整个海底地形图，将把所有可用的和新收集的测深数据汇编成一个高质量、高分辨率的海底数字模型。

海床2030全球项目是日本财团和全球海陆数据库（GEBCO）共同支持的项目，日本财团将每年资助200万美元，并呼吁全球海洋界提供支持。日本财团成立于1962年，是一个私人的、非盈利的慈善基金会。GEBCO是全球海陆数据库（又称大洋地势图）的英文简称，是国际水文组织（IHB）和政府间海洋学委员会（IOC）的一个联合项目，旨在为世界海洋提供最权威的、公开可用的海底测深数据集。

海床2030项目吸引了世界各地超过28家富有经验的机构和组织支持。为了完成这份高分辨率地图，该项目将全球海洋划分为四大区域（北太平洋与北冰洋、大西洋与印度洋、南太平洋与西太平洋、南部海洋），每个区域都设有数据协调中心，分别搜集现有数据和新数据。英国国家海洋研究中心（NOC）将作为全球中心，由4个区域中心支持，同时，它还作为协调通用数据标准和处理工具的中心点，将各区域数据整合成一张全球海洋地势图，并将数据分发给世界各地的最终用户。

海床占地球表面积的2/3，然而目前已知的地形仅占其总面积的15%。海床地形被誉为地球最后的未开发地带，绘制一份完整的全球大洋地势图将有助于全球防治污染、协助海洋保护、改善极端天气预报，并更好地了解潮汐、波浪作用和沉积物运输。 （刘莉娜）

¹⁵ Project to map ocean floor by 2030 now operational. <https://www.nippon-foundation.or.jp/en/news/articles/2018/8.html>

设施与综合

美国政府问责办公室战略计划建议投资 5 个科技前沿

2 月 22 日，美国政府问责办公室（GAO）发布了 2018-2023 年战略计划，在影响政府和社会的新兴趋势部分，该战略计划指出，5 个科技前沿具有可能一起推动颠覆性技术革命的潜力¹⁶，鉴于技术进步是保持美国在全球经济中的竞争力的关键因素，对这些科技领域的持续投资将至关重要。

1、基因组编辑技术

基因组编辑技术是指用于对遗传物质进行特定和有意添加、删除或改变的技术。它可以预防和治疗疾病以及带来其他潜在的益处，增加了改善人类健康的可能。然而，基因组编辑技术也可能会在人群中造成意想不到的和无法预料的遗传变化，或者为人类增强其基因组提供了一种途径，如通过提高智力和体力。

2、人工智能和自动化

人工智能和机器人系统的进步将产生更智能的机器来执行更复杂的任务，从而可能导致任务的自动化并改变某些领域的就业市场。反过来，这种变化可能会造成破坏性的社会影响，并造成需要具有大量截然不同工作技能的工人的需求，这将导致工人短缺。

虽然人工智能的应用将会增长，但人工智能可以像人类一样智能，预计在未来 20 年内不会发生。

3、量子信息科学

量子信息科学通过利用单个原子或分子的行为，以现有系统无法进行的获得和处理信息的方式，大幅度提高信息的获取、处理和传输。中

¹⁶ GAO 2018-2023 STRATEGIC PLAN: Trends Affecting Government and Society. <https://www.gao.gov/assets/700/690262.pdf>

国和欧盟都宣布了重点关注量子计算的重大研究计划。

4、大脑/增强现实

脑机接口是指将人脑连接到外部设备的系统。这方面的研究正在进行中，目的是创建可植入的脑机接口系统，这将能够提供大脑和数字世界之间的精确通信。这种研究可能会产生可弥补视力丧失或听力障碍的新疗法。增强现实是指通过设备将数字图像叠加到真实世界的视野中，是娱乐、教育和医疗保健的新趋势。然而，增强现实和其他脑机接口技术可能会引起人们的一些担忧，如大脑是否会产生不可逆的变化，如何使用这些技术等。其中，保护思想隐私可能是未来设备要关注的问题。

5、加密货币和区块链

加密货币：虚拟货币是非政府发行的，是价值的数字表示，它在线运行并使用名为区块链的公共总账来验证交易。虚拟货币和区块链技术近年来越来越受欢迎，因为它们提供了由政府发行的传统货币的替代品，并为实时进行数字资产转移提供了一种安全方法。这些服务可能会重塑金融服务或影响关键金融基础设施的安全。

加密货币具有匿名性和较低的交易成本等优点，但也具有难以发现洗钱和其他金融犯罪等弊端。区块链可以重塑金融服务，但随着量子计算的发展将存在更多的安全漏洞。

(黄龙光)

七大“朝阳产业”助力东盟未来区域增长

3月16-18日，在悉尼召开的东盟特别峰会期间，澳大利亚联邦科学与工业研究组织（CSIRO）发布了《东盟与邻国经济成长阶段七大新兴产业概况》报告，揭示了东盟地区未来潜在的七大增长领域¹⁷。

1、人工智能和自动化系统。由进行设计、构建、实施和运行自动

¹⁷ ‘Sunrise Industries’ to transform the ASEAN region. <http://www.csiro.au/en/News/News-releases/2018/Sunrise-Industries-to-transform-the-ASEAN-region>

化系统的大型和小型企业组成，自动化和人工智能技术的不断提升使该行业受益，降低了相关成本。

2、金融与监管服务技术。受技术及日益增长的创新金融服务需求驱动，提供数字化金融和监管产品与服务的公司组成了金融服务技术和监管服务技术部门。

3、高价值营养。收入的增长、慢性病比率的增加、对食品安全和来源的关注，推动人们对健康、可追踪可信赖可持续的食物产品的需求，致使工业行业更关注高价值营养。

4、下一代能源储存与分布。电池可负担能力和功能的改善、技术创新以及消费者对清洁能源的需求正推动大小公司在能源储存和分配市场的发展。

5、网络物理系统安全。虽然网络物理系统变得越来越普遍，但它们容易受到黑客攻击，这为网络物理系统安全行业创造新的机遇。

6、个人健康与老龄化。老龄化人口的迅速增长对个人健康和老龄化相关的产品和服务（如应用程序、可穿戴设备和移动/远程医疗服务）提出创造性的需求，还包括个性化健康和老年护理。

7、数字基础设施与互联互通。尽管泛亚太地区拥有一些世界上数字化最发达的国家，但许多东盟国家仍然缺乏数字化基础设施，应为数字化基础设施行业创造机会应对不断增长的连接需求。 （冯瑞华）

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