

Science & Technology Frontiers

科技前沿快报

国家高端智库
中国科学院

2016年10月5日

本期要目

美国权威科研部门审视量子信息科学的挑战与机遇

中美合作实现人工全合成新型抗生素

美国替代喷气燃料研发战略提出四大研究主题

美国 OSTP 发布《国家战略计算计划战略规划》

美国国家科学院推荐最高优先级空间技术名单

2016年

总第 028 期

第 10 期

目 录

深度关注

- 美国权威科研部门审视量子信息科学的挑战与机遇 1
- 唐山地震 40 年：中国地震应对能力显著提升 7

基础前沿

- 中美合作实现人工全合成新型抗生素 10
- 科学家制造“模拟黑洞”研究霍金辐射 11
- 美国研究人员阐明了纳米尺度上锂离子电池的充放电机理 12
- 科学家首次利用 3D 打印技术研究岩石微观结构变化 12

能源与资源环境

- 美国替代喷气燃料研发战略聚焦四大研究主题 13
- 美国 DOE 资助 1.37 亿美元研发提高车辆能效 20
- 美印联合资助加强智能电网与储能合作研发 23
- 最新研究指出未来中国骤发干旱或将频现 24

信息与制造

- 美国 OSTP 发布《国家战略计算计划战略规划》 25
- Gartner 发布 2016 年新兴技术成熟度曲线 28
- 英国部署互联与自动驾驶汽车研发项目 30
- 美国启动工程化活体材料研究 31

生物与医药农业

- 英国多机构资助跨学科研究改善粮食供应和农业可持续性 32
- 孟山都推出业内首个田间传感器网络信息采集系统 34
- 欧盟公布健康、人口结构变化和福祉领域 2016-2017 年工作计划 35
- 美欧推出 CARB-X 计划对抗抗生素耐药性 36
- 英国 BBSRC 发布生物信息学和生物资源新项目指南 36
- MIT 科学家开发大规模生产生物燃料的新技术 37

空间与海洋

- 美国国家科学院推荐最高优先级空间技术名单 38
- 美国国家科学院评估天文学和天体物理学最新进展 39
- 新研究预测海底游离氢气储量巨大 41

设施与综合

- 法国发布新版研究基础设施国家战略 42

深度关注

美国权威科研部门审视量子信息科学的挑战与机遇

近 15 年来，利用量子特性处理信息的量子信息科学迅速发展，量子信息科学将为传感、测量、导航、通信、基础物理、模拟、计算新范式等诸多领域带来新的机遇。近期，量子信息领域大动作频现。2016 年 4 月，欧盟委员会宣布将于 2018 年启动总额 10 亿欧元的量子技术旗舰计划，8 月，我国成功发射世界首颗量子科学实验卫星“墨子号”。而在 7 月，作为对量子信息科学资助力度最大的国家，美国连续发布了两份报告，即《推动量子信息科学：国家挑战与机遇》¹和《与基础科学、量子信息科学和计算交汇的量子传感器》²，审视了其量子信息科学的布局，提出了推动美国量子信息科学发展的政策措施。

《推动量子信息科学：国家挑战与机遇》报告是美国国家科学技术委员会（NSTC）于 7 月 22 日发布的，分析了美国在量子信息科学领域发展所面临的挑战和机遇，量子信息科学的应用前景等。作为 NSTC 报告的补充，美国能源部（DOE）于 7 月 26 日发布了《与基础科学、量子信息科学和计算交汇的量子传感器》报告，该报告是 2 月份一次圆桌会议的总结，根据量子前沿领域专家的观点，识别出量子前沿最有潜力的科学方向，详细列出有效推进美国量子前沿取得更大进展的需求。

一、美国对量子信息科学的资助现状

美国政府支持量子信息科学及相关领域的研究已有 20 余年，这一支持为美国科学家在量子信息领域取得现今的领导地位发挥了重要的作用。当前，美国政府对量子信息基础研究和应用研究的资助经费约为

¹ Advancing Quantum Information Science: National Challenges And Opportunities, https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/quantum_info_sci_report_2016_07_22_final.pdf

² Quantum Sensors at the Intersections of Fundamental Science, Quantum Information Science, and Computing. http://science.energy.gov/~media/hep/pdf/Reports/DOE_Quantum_Sensors_Report.pdf

每年 2 亿美元。国防部 (DOD)、国家标准技术研究院 (NIST)、国家科学基金会 (NSF) 资助了量子信息科学的基础研究, 国防部高级研究计划局 (DARPA) 和情报高级研究计划局 (IARPA) 资助了一系列有针对性的、有限期的长期计划, 能源部将从 2017 财年开始启动和支持量子信息科学研究的新项目。

(1) DOD 对量子信息科学的资助重点放在国家安全应用, 如精密导航、精确授时和安全量子网络。2016 财年开始, 国防部长办公室 (OSD) 通过海陆空三军使用的量子科学与工程项目 (QSEP) 来建立可扩展的量子网络原型, 开发实用量子存储, 并在该网络原型中示范高灵敏度的传感器应用。陆军研究实验室 (ARL) 通过其“2015-2019 年技术实施计划”支持开发多站点、多节点、模块化的量子网络。

(2) NIST 重点支持量子通信、量子计算和量子测量。2016 财年, NIST 增加了资助资金用来支持量子传感和测量。2017 财年, NIST 计划加强对量子计算的研究支持, 来响应国家战略计算计划。

(3) NSF 资助了几十年与量子信息科学基础相关的物理科学、数学、计算机科学和工程的研究, 对“量子信息科学和革命计算”项目已经支持了十多年。量子技术已被 NSF 列为未来长期探索与创新的十大方向之一。2016 财年, NSF 选定“推进工程中通信量子信息研究 (ACQUIRE)”作为新兴的前沿研究创新项目。8 月 8 日, NSF 通过 ACQUIRE 资助了 6 个基础研究项目来打造光子量子加密系统, 促进安全通信的技术研发³: 基于纠错半导体量子位的可升级量子通信, 集成的量子通信传输结点, 针对芯片量子信息应用的异构平台, 可升级的集成量子光子互联, 针对光纤量子通信的微芯光子设备, 针对电信光波长量子中继器的集成纳米光子固态存储器。

³ NSF invests \$12 million in quantum technologies for secure communication. http://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=189436&WT.mc_id=USNSF_51&WT.mc_ev=click

(4) DARPA 一直持续资助量子信息科学不同领域的项目。近期启动的“光子探测的基础极限 (Detect)”项目旨在开发创新的方法来促使能用于量子信息科学领域的光子探测器在模拟和与制造方面取得变革性的进展。

(5) IARPA 未来几年将继续资助量子计算的特定方向。“逻辑量子比特”项目旨在建立逻辑量子比特来克服现有多量子比特系统的局限；“量子增强优化”项目旨在利用量子效应来增强组合优化问题的量子退火解决方案。IARPA 将继续资助能有效和安全解决情报问题的新的计算方法，包括量子算法。

(6) DOE 从 2017 财年开始支持有助实现 DOE 使命的量子模拟和量子计算核心研究项目。这些项目将先聚焦于开发试验台，以供研究界探索量子计算，以支持能用于应用数学、计算机科学研究和算法开发的研究。

二、美国量子信息科学发展面临的挑战

NSTC 报告指出，虽然美国近年来在量子信息领域取得重大进展，但依然面临一系列体制机制等层面的挑战。

(1) 量子信息科学研究的开展面临机构壁垒。例如，NSF 的各个学部都对各所高校资助量子信息科学相关的研究。未来量子信息科学的关键研发中，需要更多的合作来打破这个壁垒。

(2) 量子信息科学相关的特定学科教育不足。量子信息科学不应仅涉及物理学，还应与计算机科学、应用数学、电气工程、系统工程等领域有关。量子信息科学的研发需要并持续需要各种技巧和专业知识。

(3) 量子信息科学面临技术和知识转移问题。现有的联邦资助计划体系无法有效支撑大学与国家实验室将其取得的量子信息技术和知识转移到产业界。

(4) 量子信息科学的发展受制于材料和制造设备。研究界能更方便的利用国家设施设备来探索各种新材料和设备概念,将能提高量子信息科学的理论与应用研究。

(5) 量子信息科学所获的政府资助不稳定,这会导致研究项目中断、人才转行或到国外寻找机会。

(6) 量子信息科学的国际竞争加剧,英国 2014 年制定了 5 年期量子技术计划、2016 年制定了量子技术劳动力培训计划,荷兰 2015 年制定了 10 年期量子计算发展计划,欧盟 2018 年将启动 10 年期的量子技术旗舰项目。

DOE 报告指出,在技术层面的挑战包括:

(1) 提高单量子比特的性能(灵敏度、保真度、动态范围、控制、鲁棒性)和半经典量子比特系综技术(如原子钟和干涉仪、固态传感器、微波腔、超导传感器、光学器件)。

(2) 开发、优化和扩大量子比特网络,包括空间分布式半经典网络和纠缠网络。

(3) 开发和优化新的先进材料、具有新兴特性的材料(石墨烯、拓扑绝缘体等),以及利用演化的生物材料和化工材料研发出来的材料。

(4) 开发混合量子技术用于优化、多模态功能。

(5) 开发新理论方法来使用量子技术、贯通量子场论和超越标准模型物理的基本问题、促进新方向的出现。

三、美国量子信息科学发展面临的机遇

NSTC 报告指出,量子信息科学已被应用于众多科学领域,如将量子纠缠、量子纠错等概念用于理解量子引力核心问题,应用量子信息的数学方法来解决算法、密码学、纠错代码设计等经典计算机科学问题。量子信息科学将有望在量子传感与计量、量子通信、量子模拟和量子计

算等领域出现全新的技术前景。

(1) 量子传感与计量。量子传感与计量的应用正在不断扩大，原子干涉仪可用于惯性导航，也可用作重力仪，其用途包括从地球系统监测到地下矿藏精确定位。量子授时装置是目前世界上最精准的授时装置之一。光子源和单光子探测技术将能改进光敏探测器的标定，以及探测低吸收和有限数量样品中的微量元素。

(2) 量子通信。量子安全通信是目前较活跃的研发领域，量子密钥分配技术的研究也受到了产业界的广泛关注。近期可能会实现的应用还包括虚拟货币防伪和量子指纹技术等。从长远看，量子网络将连接分布式量子传感器以用于全球的地震监测等，并使量子信息在量子模拟器和量子计算设备之间流动成为可能。未来 5-10 年，可靠的光子源及相关技术的研发成功将能实现远距离的量子信息传输以及共享数据所用协议的相关理论研究。

(3) 量子模拟。量子模拟器可能能高效解决材料计算和目前无法解决的计算科学问题，基于多种不同技术的量子模拟器原型已在实验室环境得到了验证，如利用囚禁离子阵列模拟磁性材料，利用冷原子和量子点模拟简单化学反应的动力学。未来，量子模拟将能用于理解高温超导体等特殊材料的特性，预测复杂分子的相互作用，以及设计新的核物理与粒子物理模型。

(4) 量子计算。量子指数加速已应用于解决化学、材料科学和粒子物理等领域的问题，未来可能会变革众多科学领域。此外，更深入的理论研究使得量子加速有可能用于与优化和科学计算相关的问题，如机器学习、软件的验证和确认，以及雷达散射截面计算等。量子计算硬件目前还处于实验室原型阶段，并在稳步前进，未来 5 年，拥有数十个量子比特的量子计算系统可能得以实现。研发通用量子计算机是一项长期

的挑战，需要持续致力于算法、编程语言和编译器的开发。

四、美国推动量子信息科学发展的政策措施

NSTC 报告指出，为推动美国抓住量子信息科学发展机遇，美国政府应加强 3 个方面的政策措施。

(1) 设立稳定和持续的量子信息科学核心资助计划，当新机遇出现时能够提升计划的资助力度，当面临的困难增加时能适时调整。

(2) 对目标明确、时间有限的量子信息科学计划进行战略投资，以实现具体、可衡量的目标。

(3) 持续密切监测量子信息科学领域的进展，评估联邦政府的量子信息科学投资成效，并快速调整量子信息科学资助计划，以利用量子信息技术的新突破。

为了优化对量子前沿投资的回报，DOE 报告提出了 6 项政策建议。

(1) 设立多个首席（每个团队设立 5-10 个首席）、5 年期的项目来解决关键挑战。

(2) 设立长期（10 年以上）、中等规模的项目来解决重大挑战，如探测超越标准模型物理的大型量子传感器网络。

(3) 设立支持 DOE 实验室和非 DOE 量子科学家合作的项目。

(4) 设立青年研究者项目以吸引最优秀的青年人才进入量子领域。

(5) 设立高风险高回报项目以鼓励量子领域的创新。

(6) 设立量子科学技术“小企业创新研究/小企业技术转移”（SBIR/STTR）项目以促进 DOE 相关的量子科学技术通过小型技术初创公司实现商业化。

（黄龙光 田倩飞 张秋菊）

唐山地震 40 年：中国地震应对能力显著提升

1976 年 7 月 28 日，中国河北省唐山、丰南一带发生里氏 7.8 级地震，震中烈度 11 度，震源深度 12 千米。此次地震所造成的死亡人数超过 24 万人，为全球地震史上死亡人数最多的地震之一。时至今日，40 年已经过去，回首中国的地震科学研究和防震减灾等工作，从无到有，从落后到追赶，虽历程艰辛，但也成绩斐然。

一、地震监测体系全面建成，并实现数字化发展

地震监测是地震研究、测报、灾后评估与应急响应的根本基础。我国的地震监测技术系统始建于 20 世纪 60 至 70 年代，数字地震台网建设起步于 20 世纪 80 年代。1983 年中国地震局与美国地质调查局开始规划中美合作的中国数字地震台网（CDSN），到 1986 年建成了我国第一个国家级数字地震台网。从 1996 年开始，中国地震局进行了“中国数字地震监测系统”建设，根据台站均匀分布且又保证一些重点地区加密观测的原则，该监测系统分为国家数字地震台网、区域数字地震台网和流动数字地震台网 3 个层次。

从 2002 年起，新建成的国家数字地震台网、区域数字地震台网和首都圈数字地震台网进入了稳定的运行时期，并产出了大量的观测资料。2003 年起，中国地震局进行了“中国数字地震观测网络”项目建设，到 2007 年底完成了由国家数字地震台网、区域数字地震台网、火山数字地震台网和流动数字地震台网组成的新一代中国数字地震观测系统。

总体而言，到目前为止，中国地震监测系统全面完成了从模拟记录向数字记录的转变⁴，建成了由国家数字地震台网、31 个区域数字地震台网、6 个火山地震台网和流动地震台网组成的数字地震观测系统，由此标志着中国的地震观测已经进入了数字时代。这从根本上改变了过去

⁴ 刘瑞丰, 高景春, 陈运泰, 等. 中国数字地震台网的建设与发展. 地震学报, 2008, 30(5): 533-539.

观测资料精度低、信息不丰富、传递速度慢、时效性差的状况，为地震测报及地震研究奠定了坚实基础。

二、地震速报能力发展迅速，已达世界先进水平

地震速报是指在地震发生后，在最短的时间内准确测定并报出地震的“三要素”——时间、地点、震级。这与地震预警的概念十分相似，即在地震发生后，迅速对地震三要素做出判断，但是，又不同于地震预测和预报，因为地震预测和预报均是在地震发生之前做出的预判，存在一定程度的不确定性。因此，在实践方面，地震速报关系到后续的系列应急救援、抗震救灾等重大行动，对保障人民的生命和财产安全起着重要作用。

从发展历史来看，我国地震速报前后经历了数个阶段。模拟记录时期大约震后一至两小时发布速报，数字记录时期为震后半小时左右发布速报，网络时代地震速报可以做到大约 10 分钟左右发出。从 2013 年至今，地震速报实现自动化，自动速报能在震后 1 到 2 分钟内给出自动结果，台网中心 10 分钟内可以给出正式速报结果。

与此同时，地震监测、速报的定位精度也随着监测台网密度增加而显著提高。目前，我国的地震速报能力在国际上已处于先进水平，特别是针对于发生在我国国内和邻区的地震，能够给出快速、准确、权威的监测速报结果⁵。

三、地震设防标准不断提升，第五代标准正式实施

对房屋建筑和基础设施采取抗震措施提高抗震能力，是减轻地震造成人员伤亡、经济损失和社会影响的根本途径，而地震区划图是工程抗震的最重要依据。唐山地震之所以损失惨重，其根本原因就在于未将抗震标准纳入城市规划。

⁵ 地震局：我国地震监测速报预测能力已处国际先进水平。 http://news.xinhuanet.com/politics/2016-05/10/c_128973586.htm

1956 年、1977 年、1990 年、2001 年，我国曾先后 4 次发布地震区划图用于指导地震防御工作。2016 年 6 月 1 日，第五代《中国地震动参数区划图》正式实施⁶。有别于以往的历代区划图，第五代的地震区划图取消了不设防区域，设防标准具体细化到乡镇级别，突出强调房屋、工程建筑等抗倒塌的标准。按照该标准建造的房屋，可以达到小震不坏、中震可修、大震不倒的抗震设防目标。

同时，第五代区划图是一般工业和民用建筑所使用的强制性国家标准，重大工程将采取更为严格的工程抗震设计规范。这为全面提高我国的抗震设防能力、防控灾难性地震事件提供了有效的法律保障和科学依据。预计到 2020 年，我国将基本具备综合防御 6 级左右地震的能力，大中型城市防震能力有望达到中等发达国家水平。

四、国家地震应急响应体系基本建成，并开始发挥重要指导作用

地震应急预案是地震应急工作的行动方案，地震应急预案体系建设涉及地震应急救援准备工作各个方面，是应急保障能力的综合体现。1991 年，国务院颁布《国内破坏性地震应急反应预案》，之后，相继出台《中华人民共和国防震减灾法》、《中华人民共和国突发事件应对法》、《破坏性地震应急条例》等法律法规。5·12 汶川特大地震发生后，我国又先后对国家层面的地震应急预案进行了 5 次重大修改完善，特别是在充分吸取汶川、玉树抗震救灾经验基础上完成 2012 年版的《国家地震应急预案》的修订。目前，以《国家地震应急预案》为核心，我国已基本形成横向到边、纵向到底、条块结合、结构完整的全国地震应急预案体系⁷。

从社会效益来看，全国地震应急预案体系已经在多次抗震救灾中发挥了重要指导作用。初步统计，2008 年以来，国家和地方启动地震应

⁶ 第五代地震区划图 6 月启用 实现抗震设防全覆盖. http://news.xinhuanet.com/2016-05/09/c_1118833919.htm

⁷ 全国地震应急预案体系建设情况调研报告. 中国应急管理,2013,10:7-10.

急响应百余次。每次地震灾害发生后，有关政府及部门根据地震应急预案，迅速启动应急响应，有效应对和处置地震灾害——统一部署和指挥抢险救援、受灾群众转移安置、救灾物资调运、应急恢复等各项应急任务。现在，地震应急预案已成为科学、依法、统一、有力、有序、有效组织抗震救灾提供了重要依据。 (赵纪东)

基础前沿

中美合作实现人工全合成新型抗生素

香港大学化学系副教授李学臣与美国中佛罗里达大学、香港理工大学研究者合作实现人工全合成了新型抗生素 Teixobactin。Teixobactin 是迄今报道的首个 lipid II 结合抗生素，这个特性使之在目标微生物体内不易产生抗药性。人工合成的实现为 Teixobactin 的应用与发展奠定了化学基础。研究成果 8 月 3 日在线发表在《自然-通讯》杂志上⁸。

2015 年，美国科学家通过微生物培养技术筛选发现了新型抗生素 Teixobactin。Teixobactin 通过结合高保守肽聚糖前体 lipid II 和磷壁酸前体 lipid III，从而抑制细菌细胞壁生成，可以杀死耐甲氧西林金黄色葡萄球菌（MRSA）、万古霉素耐药肠球菌（VRE）、结核分枝杆菌等多种致命病原体。最关键的是，Teixobactin 不易诱发细菌抗药性的产生。

李学臣的研究小组成为率先实现人工全合成 Teixobactin 的实验室之一。他们采用汇聚式合成策略，通过丝氨酸/苏氨酸连接（serine/threonine ligation），已经合成了 10 种具有应用前景的 Teixobactin 类似物，并申请了美国临时专利。未来两年，他们将致力合成 100 种不同的 Teixobactin 衍生物，以利于充分研究结构-活性对应关

⁸ Total synthesis of teixobactin. <http://www.nature.com/ncomms/2016/160803/ncomms12394/full/ncomms12394.html>

系、提高其药效并进而应用于临床研究⁹。

(边文越)

科学家制造“模拟黑洞”研究霍金辐射

《自然》杂志网站 8 月 15 日报道，以色列科学家使用超冷原子产生玻色-爱因斯坦凝聚，然后使其超声速运动，产生类似黑洞的视界线（event horizon）并观察声子对在视界线两侧的状态，从而模拟黑洞产生的霍金辐射^{10,11}。评论认为，对黑洞霍金辐射进行直接观测几乎是不可能的，此前的人工模拟黑洞实验从未从自发量子涨落角度进行过研究，因此这项新的研究可能是目前最接近的霍金辐射模拟成果。

霍金辐射理论认为真空涨落会产生粒子对，其中负能量粒子落入黑洞，正能量粒子则飞向远方。以色列物理学家 Jeff Steinhauer 将铷原子冷却至接近绝对零度（产生玻色-爱因斯坦凝聚），认为该状态只有弱量子涨落，可以产生声子对，这与真空中能产生光子对类似。通过使铷原子加速至超声速（此状态下声波速度降为仅约半毫米每秒），发现“视界线”（即超声速/亚声速的分界线）两边的原子密度存在相关性，Steinhauer 认为这表明声子对是纠缠的，起源于同一量子涨落状态；超声速一侧的声子无法传出介质，而亚声速一侧的声子则产生了霍金辐射。

许多科学家表示这是一项极为前沿的研究，但同时也提出了各自的怀疑，包括实验无法解决黑洞信息悖论等。但也有科学家认为如果该实验结果被证实，那么霍金可能获得像希格斯一样的胜利。2012 年希格斯玻色子的发现使希格斯等分享了 2013 年诺贝尔奖，此前很少有人相信该粒子的存在。

(郭世杰)

⁹ 科学家化学合成“最新”抗生素. http://www.cas.cn/kj/201608/t20160831_4573194.shtml

¹⁰ Artificial black hole creates its own version of Hawking radiation. <http://www.nature.com/news/artificial-black-hole-creates-its-own-version-of-hawking-radiation-1.2043>

¹¹ Jeff Steinhauer. Observation of quantum Hawking radiation and its entanglement in an analogue black hole. Nature Physics (2016). Doi:10.1038/nphys3863

美国研究人员阐明了纳米尺度上锂离子电池的充放电机理

在固液界面进行嵌入反应的锂离子的均一性及其动力学决定了锂离子电池的倍率性能及寿命。理想的电池反应中离子应该具有同质性和均一性，然而实际反应过程非常复杂，深刻理解这些复杂的反应机理有助于未来锂电池的设计及性能提升。8月5日，《科学》杂志¹²发表了美国研究人员对纳米尺度上锂离子在充放电过程中系列行为的研究成果。

美国斯坦福大学及斯坦福直线加速器中心的研究团队利用同步辐射透射式扫描软 X 射线显微成像 (STXM) 技术，研究了磷酸铁锂电池中纳米尺度上锂离子在充放电过程中的行为。研究发现，在纳米尺度空间位置上锂的嵌入速率和组成的变化控制了亚微粒尺度上的锂化通道，且嵌入速率常数的空间变化会导致非均一区域的形成，扩大了去锂化过程的非均一性，锂化过程也会因此受阻。锂的组成和表面反应速率控制着电化学离子嵌入过程中的反应动力学和离子的均一性。此外，该研究还发现，充电过程（去锂化过程）比放电过程（锂化过程）更加不均一。快速充电可以提高电池的均一性、降低机械力对电极的损害及提高电池的循环使用次数。。

（张超星）

科学家首次利用 3D 打印技术研究岩石微观结构变化

7月26日，《地球物理学研究快报》(*Geophysical Research Letters*) 刊发文章称，斯坦福大学正在研制一种新的 3D 打印技术，通过综合利用三维成像技术和 3D 打印技术，给岩石样品创建全新的物理模型，并且利用 3D 技术打印出修改后的岩石¹³。该项技术被《科学》杂志选为

¹² Origin and hysteresis of lithium compositional spatiodynamics within battery primary particles, <http://science.sciencemag.org/content/353/6299/566.full>

¹³ Effects of changes in rock microstructures on permeability: 3-D printing investigation; DOI: 10.1002/2016GL069334

“编辑推荐”，并称或将引起 3D 打印岩石研究的热潮，将有助于科学家在未来实现对月球、火星等太空中采集困难较大岩石研究的无实际样品化。

现代超强的 3D 打印技术提供了一个前所未有的机会，可以将微观和宏观尺度通过数字手段和实验手段的优势相互结合起来。该研究通过结合远程 3D 成像技术和 3D 打印技术，使得科学家可以对经过详细数字化的岩石创建全新的物理模型。3D 打印岩石可以帮助科研人员更好的了解岩石的微观结构变化对其整体结构及属性的变化，例如其孔隙度和渗透率等，这些属性将详细揭示岩石的细节，例如其形成的物理过程以及水、油等液体如何穿过他们，为这些资源开发的提供支撑。3D 打印岩石还允许在实验室内改变岩石的孔隙尺度，并且将其在该尺度上完美打印，从而保障实验测试工作。研究详细扫描了一个小的碳酸盐岩石的样品，然后测试两种不同的 SLA 三维打印机（一个来自 Formlabs 的桌面打印机和一个该大学技术改进和创新实验室的工业化 3D SystemsProJet 打印机），来观察是否可以重塑出岩石中的微小中空和沟道，最终利用高打印分辨率，详尽无遗地再现了岩石上的孔隙。研究人员称，3D 打印的数字岩石模型帮助遴选最有科学价值的样品，然后带回地球。

研究人员表示，随着 3D 打印技术的进步，科学家将能够重塑岩石结构的细节，甚至能把不同材料混合，从而构造出类似天然的岩石，用于例如月球或者火星等获取难度大的岩石样品的研究。（刘文浩）

能源与资源环境

美国替代喷气燃料研发战略聚焦四大研究主题

8 月 17 日，美国国家科学技术委员会（NSTC）公开发布了联邦政

府替代喷气燃料研发战略，作为联邦政府的统一计划，明确提出了四大研究主题，以推进非石油基喷气燃料研发，解决存在的科学技术挑战，支持其在民用和军用航空领域的广泛部署¹⁴。这四项研究主题包括：

一、生物质原料开发、生产和运输

该主题总体目标是优化区域供应链系统，以降低成本、减少技术不确定性和风险、增加产量和优化替代喷气燃料的前端过程，子主题的短中长期研究内容如下：

1、原料开发：提高作物产量、水和养分利用效率以及抗病虫害能力，改进原料转化特性

短期（<5年）：建立现有区域原料的就绪度基准，识别新的生物质原料来源，在数量、质量和成本上能满足现有或新兴转化平台的需求；识别地区性候选原料及分类特征，认识存在的研究差距；建立原料改良计划/伙伴关系加速作物改良；利用现有原料改良项目和遗传/基因组信息；评估/表征农林业残余物；开发风险管理工具，如作物保险来促进专用能源作物生产。

中期（5-10年）：识别新特性/基因以及开发基因组和标记辅助的选择能力；扩大下一代改良原料和大规模场地部署的评价研究；通过监管流程实现转基因作物的科学研究；评估和改善区域和季节多样性的第三代作物；开发高效的非传统作物，如藻类、微生物资源；利用合成生物学系统，以非饮用水或多余的CO/CO₂为原料，能够处理各种工业和市政废物作为能源来源。

长期（>10年）：扩大改良的下一代原料部署和大规模场地应用评价研究；扩大无环境释放的转基因作物部署和大型场地应用评价研究；

¹⁴ Charting A Path for Sustainable Jet Fuels. <http://energy.gov/articles/charting-path-sustainable-jet-fuels>;
Federal Alternative Jet Fuels Research and Development Strategy. https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/federal_alternative_jet_fuels_research_and_development_strategy.pdf

评估和改善区域和季节多样性的第四代作物。

2、原料生产：用最少的投入开发可持续原料生产系统，该系统对环境压力要有较高的承受能力，能减少不良环境影响的风险

短期（<5年）：识别、评估和利用现有的区域研发成果来了解差距/需求；利用或建立区域研发伙伴关系，包括当地社区、大学、产业界、政府和非政府组织；设置和利用亚商业规模的试验场所开展现有的基因型/残余物研发；培训区域扩展/技术转让专家，与生产者、加工商和社区合作；通过供应链确定区域劳动力需求。

中期（5-10年）：评估地区原料生产研发，以确定最佳实践和最好的地区原料/生产系统/转化平台配对；评估作物收割/管理系统的经济、环境和社会可持续性标准及指标；培训更多的区域扩展/技术转让专家，与生产者、加工商和社区合作；评估/修正劳动力发展需求和培训；评估政策和经济动机，促进可持续、专用生物质原料高效生产。

长期（>10年）：评估地区原料生产研发，推荐长期的最佳实践和最好的地区原料/生产系统/转化平台配对；评估作物收割/管理系统的经济、环境和社会可持续性长期标准及指标分析；培养更多的区域扩展/技术转让专家，与生产者、加工商和社区合作。

3、原料运输

（1）改善生物质收割、采集、储存、致密化和预处理以及运输到转化设施过程

短期（<5年）：识别、评估和利用现有的区域研发成果来了解差距/需求；研究区域物流的场景变化对现有原料/残余物的质量和生物基产品/副产品选择的影响；识别降低成本的目标，减少原料损失，并提高区域物流链每一环节的质量；建立/利用区域替代喷气燃料转化平台的反馈回路。

中期（5-10年）：优化现有和新兴原料/残余物的区域物流链和转化技术；理解原料质量对选择生物基产品/副产品物流链的影响。

长期（>10年）：根据需要审查和优化现有和新兴作物/残余物的区域物流链和转化技术；优化原料质量对选择生物基产品/副产品物流链的影响。

（2）改善市政固体废物采集、储存、致密化和预处理以及运输到转化设施过程

短期（<5年）：识别、评估和利用现有的区域研发成果来了解差距/需求；研究区域物流的场景变化对现有垃圾原料质量的影响；识别降低成本的目标，减少原料损失，提高区域物流链每一环节质量。

中期（5-10年）：优化垃圾区域物流链与现有/新兴转化技术；理解物流链原料质量对副产品选择的影响。

长期（>10年）：根据需要评估和优化垃圾区域物流链与现有/新兴转化技术；优化物流链原料质量对副产品选择的影响。

二、生物质转化工艺与规模化

该主题总体目标是在提高转化效率和燃料生产量的同时，降低生物化学、热化学和混合转化工艺的生产成本，子主题的短中长期节点目标如下：

1、开发、强化和扩大新型转化工艺，能够提高产量、效率和减少能源需求，提高替代喷气燃料成本竞争力

短期（<5年）：通过延长催化剂寿命、有效除氧以及生产易于转换为喷气燃料的前体来改善转化工艺收益；开发新的有效预处理技术以提高生物质转化能力，包括现有石油精炼厂的联合处理技术；开发和示范商业规模一体化燃料转化设施，将喷气燃料作为产品组成的一部分。

中期（5-10年）：开发能够减少转化工艺步骤的新方法，如统一生

物处理技术。

长期 (>10 年): 研究经济可行和可持续工艺过程, 能够使用多种原料生产喷气燃料, 并以试点/示范规模运营。

2、开发以分布式方式利用多种原料生产喷气燃料的转化技术

短期 (<5 年): 确定试点和示范规模联合培育生物量、废弃物和其他原料转化工艺的可行性。

中期 (5-10 年): 使用其它无用资源 (如空燃或浪费的天然气、生物质等) 生产喷气燃料。

长期 (>10 年): 开发并示范基于生物、化学、催化原理的转化技术, 能够以分布式规模有效运行。

三、燃料性能测试与评估

该主题总体目标是核准更多的民用和军用替代喷气燃料, 需要通过认证和资格评审过程, 以及收集和分析包括燃烧排放在内的数据对燃料-发动机性能和安全性进行有效评价, 提高对替代喷气燃料组分影响航空发动机燃烧排放和可操作性的科学认知, 子主题的短中长期节点目标如下:

1、通过认证和资格评审过程, 以及收集和分析包括燃烧排放在内的数据对燃料-发动机性能和安全性进行有效评价

短期 (<5 年): 支持 ASTM D4054²⁰ 标准所需的测试, 满足军用规格, 包括完成可行的替代喷气燃料路线评估所需的燃料特性测试、组件/平台测试和飞机发动机测试等; 建立一个协调过程来追踪和监测符合 ASTM 标准的喷气燃料在军事部队的应用进展, 进行数据检查和测试活动, 建立时间表和优先项目利用工具, 如燃料就绪度; 探索批准混合比例替代喷气燃料的新方法; 表征传统航空燃油供应, 以更好地理解喷气燃料性能基准和变化; 推进燃料成分和燃烧性能建模、实验

和分析；开发改进的更快速、高效、低成本燃料评价的资格认证测试方法以支持认证。

中期（5-10年）：整合燃料成分和燃烧建模及测试替代喷气燃料审批流程，以支持包括混合燃料在内的审批。

长期（>10年）：开发可以集成到替代燃料生产和分销基础设施的高速、高效、合理的测试方法，允许替代喷气燃料特性的实时成分验证，来减少或消除相关进程资格的必要性。

2、提高对替代喷气燃料组分影响航空发动机燃烧排放和可操作性的科学认知

短期（<5年）：建立替代喷气燃料发动机可操作性测试和燃烧排放数据分析的国家数据库；支持替代喷气燃料涡轮发动机燃烧排放测量和分析；检查喷气燃料成分变化尺度的依赖性和燃烧排放的类型。

中期（5-10年）：扩大新的替代喷气燃料-涡轮发动机燃烧排放测试和分析；扩大新的替代喷气燃料的燃烧排放测量和分析的国家数据库；开发喷气燃料燃烧和燃烧排放相关的参数关系。

长期（>10年）：开发预测喷气发动机燃烧排放的燃料组成函数的建模能力；采用燃料组分特征改进燃烧室可操作性，使燃烧室的设计能够适应更广泛的燃料性质。

四、系统集成挑战

该主题总体目标是采用跨学科、多因素方法，开发和验证一个综合的系统模型来支持可行的替代喷气燃料部署，了解燃料生产和使用过程环境可持续性，推广科技研发最佳实践，子主题的短中长期节点目标如下：

1、认识和提高替代喷气燃料生产和使用的环境可持续性

短期（<5年）：推进对替代喷气燃料在所有层面生产和使用的环境

影响的科学认识，包括生命周期排放的气候和环境变化影响；在区域和国家层面评估替代喷气燃料生产和使用的自然资源要求；编辑、评估及传播定义、协议、数据和工具以支持环境可持续性分析。

中期（5-10 年）：通过定量的可持续性分析开发国际公认的替代喷气燃料环境可持续性评估方法；开发最佳实践方法，以收集和分析符合每个阶段燃料和原料就绪度的替代喷气燃料生命周期库存数据。

长期（>10 年）：针对供应链的所有阶段和所有替代喷气燃料，开发改进的工具以及环境可持续性评估适用方法。

2、开发和验证一种综合的系统模型来支持可行的替代喷气燃料部署

短期（<5 年）：识别和量化多因素及相互作用，开发一个系统模型，用于创建替代喷气燃料部署的区域和国家场景，来反映标准环境、经济和社会可持续性；推进替代喷气燃料技术经济性和区域发展路径分析；评价替代喷气燃料生产在社会可持续性方面的影响。

中期（5-10 年）：为系统模型组件开发分析功能；开发一个经济、环境和社会综合模型来评估替代喷气燃料生产以及内部和跨区域使用的集成框架；为区域替代喷气燃料生产创建并验证一个系统模型，以支持“即插即用”（plug-and-play）工程决策。

长期（>10 年）：开发一个综合的系统模型，以检验替代喷气燃料生产和使用的场景，并确定可持续性的改进潜力，这一模型能够使用即插即用工程算法。

3、促进国内企业交流，推广科技研发最佳实践

短期（<5 年）：通过扩散联邦政府资助替代喷气燃料研发活动的产出，促进科技信息的传播；确定新的科学研究领域。

中期（5-10 年）：实施元分析方法来评估知识现状和识别未来研究挑战。

NSTC 指出，有效实施替代喷气燃料研发战略需要协调好联邦政府部门内部以及与学术界、产业界之间的合作关系，并开展国际合作以实现研发目标：

在联邦政府部门的协调方面，将建立正式和非正式的跨部门协调机制以及加强公私合作计划的协调工作。

在公私合作方面，联邦机构应继续与其他利益相关方合作开展研发活动，建立利益相关方联盟、公私部门计划、费用分摊协议和开发示范项目等机制。

在国际协调方面，联邦机构应该在 3 个主要领域推动相关工作：一是在多边和双边协议下进行科技研发引导，促进相互分担风险，减少重复工作，并从最佳实践中受益；二是协调定义可持续性标准以确保生物燃料实现温室气体减排目标，而不影响粮食安全和生物多样性；三是制定政策和开发替代喷气燃料全球市场，并积极参与联合国国际民用航空组织航空环境保护委员会的相关活动。 (吴勤 陈伟)

美国 DOE 资助 1.37 亿美元研发提高车辆能效

8 月 16 日，美国能源部宣布资助 1.37 亿美元用于加速新一代先进商用卡车和客车车辆技术研发¹⁵，改善车辆技术性能，提高燃油效率，减少碳排放，满足美国国家环保局（EPA）和美国运输部国家公路交通安全管理局（NHTSA）联合公布的卡车和客车燃效性能指标。

(1) 8000 万美元用于支持汽车制造商牵头的“超级卡车计划”二期项目（SuperTruck II），加速开发和示范具备成本效益的先进重型卡车技术，以提高其燃油效率，将卡车的货运效率翻倍。SuperTruck II 遴选

¹⁵ Energy Department Announces \$137 Million Investment in Commercial and Passenger Vehicle Efficiency. <http://energy.gov/articles/energy-department-announces-137-million-investment-commercial-and-passenger-vehicle>; FY 2016 Vehicle Technologies Program - Wide Funding Opportunity Announcement Selections DE-OA-001384. <http://energy.gov/sites/prod/files/2016/08/f33/FY%2016%20VT%20Program-Wide%20Selection%20Table.pdf>

美国 DOE 资助 1.37 亿美元研发提高车辆能效

了 4 个研发团队，每个团队将获得 2000 万美元资助开展技术研究项目，参见表 1。

表 1 超级卡车计划二期资助 4 个研究项目

承担机构	具体内容	资助金额/百万美元
康明斯公司	设计和开发更加高效的发动机和先进的动力总成技术	20
戴姆勒卡车北美公司	开发和示范一套牵引拖车技术方案，包括主动空气动力学、停缸技术、混合动力和电气化配件	20
纳威司达公司	设计和开发包括电动发动机的动力总成系统，提升发动机效率，设计一个更加符合空气动力学的驾驶室	20
美国沃尔沃科技术有限公司	开发和示范一套拥有轻型驾驶室牵引拖车技术方案，包括替代发动机和各种系统技术，提高卡车货运效率	20

(2) 5700 万美元用于车辆技术开放式招标遴选 11 个研发主题共 35 个研发项目，旨在加速开发和部署新一代的尖端车辆技术，包括先进电池、电机驱动系统、更加耐用的轻量化汽车材料和更加高效的发动机，以提高客车和轻型卡车的燃油效率，减少碳排放，参见表 2。

表 2 车辆技术开放式招标的 11 个研发主题

研发主题	具体内容	资助金额/百万美元
插电式电动汽车示范工程	在美国中西部主要汽车市场开展插电式电动汽车和纯电动汽车的公共交通领域示范工作，推广和示范插电式电动汽车	2.5
现代化电网与电动汽车	为插电式电动汽车开发和示范非车载的双向直流充电系统，评估电网服务对纯电动汽车电池的影响；为中型插电式货运车辆开发高效、双向无线充电系统	4.0
加速开发和部署低成本汽车镁合金材料	研究镁合金材料在车辆领域的应用，解决合金化、冲压、焊接和腐蚀保护等方面的挑战	5.6
为轻量化汽车开发新型的耐腐蚀材料和异种焊接材料	示范利用现有的点焊接基础设施制备钢铝和铝/碳纤维复合材料，以加强材料热塑性 开发新的涂层材料和粘合剂，以增加碳纤维、铝封装面板热塑性，验证腐蚀测试方法 验证金属箔蒸发器焊接是一种可以用于制备多材料、轻量化汽车的异种金属焊接工艺	6.7
推进电动汽车低成本电机的	利用多层电机转子，设计和开发无重稀土元素的汽车电机 开发具有独特双结构的电工钢，应用于制造功率 30 千瓦的电动	14.8

生产	汽车电机 开发一种性能超越现有含稀土电动机的无稀土永磁电机 采用全新的软和硬磁性材料，演示一种能够满足 DOE 标准的具备快速切换功能的无稀土永磁电动机	
开发先进的高电压电解质和添加剂、以及具有自修复功能的固态电解质和锂金属保护层	设计锂金属和集流体复合材料，抑制枝晶形成 开展碱性卤素基固态电解质基础研究，演示自修复特性 设计高质量比能量（600 瓦时/千克）和体积比能量（1400 瓦时/升）的三维金属氟化物固态电池 开发可在 4.5V 工作的含氟碳酸酯电解质，提高能量密度 开发自修复锂金属电极保护层，提高电池循环效率(>99.7%) 设计自修复功能的新型凝胶电解质以抑制枝晶形成，以及捕获多硫聚合物改善锂硫电池循环寿命 集成高导电性无机纳米纤维网络与导电聚合物开发新的固态电解质，以抑制枝晶形成，改善循环性能	10.8
开发先进的电池材料表征技术	开发高性能综合性诊断技术，以更好地理解固态电解质界面机械/化学性能衰减的机理，增强锂离子电池的性能和循环寿命 开发先进的显微成像和光谱技术，以深入了解锂离子电池正极中氧离子迁移对电池电流性能的影响	2.5
开发先进的电池材料模型	开发多尺度的模拟方法来研究电解质的化学结构和固态电解质的界面层 开发综合电池模型来探索潜在应用前景的固态锂电池材料 开发电化学-机械模型以协助设计人工固态电解质界面涂层	3.8
开发用于汽车发动机和动力总成的使能技术	开发、构建和测试可规模化的电驱动动态跳转点火汽缸气门 开发和演示一个紧凑的低温汽油内燃机系统，改善燃料经济性，以达到排放指标 开发规模化、低成本过程制造隔热涂层，将其应用到汽车发动机部件中，包括阀面、活塞头和排气口，改善燃料经济性	5.0
替代燃料汽车基础设施的安全性	为车库设施升级和建筑设施改造创建培训和指导材料，以更好地为天然气汽车、丙烷汽车、氢气汽车提供服务 开发一个统一的、符合设计需求的参考指导，并为个人提供天然气汽车、丙烷汽车、氢气汽车设施维护的最佳实践经验	1.5
开放性主题和探索性研究	为 7 级、8 级重型卡车开发先进的解决方案，以消除或减轻当前双燃料卡车柴油排放废气后处理装置的负面影响 为非轮胎组件开发一种新的二氧化硅填料，将燃油效率提高 2%，使新填料的性能优于当前的混合填料 为汽车行业设计耐高温、高强度、轻量化合金材料，包括采用 3D 打印技术制造内燃机	2.9

(郭楷模)

美印联合资助加强智能电网与储能合作研发

8月10日,在美印先进清洁能源合作研发计划(PACE-R)框架下,双方承诺将在未来五年向美印清洁能源联合研发中心(JCERDC)新增3000万美元资金¹⁶,用于智能电网与电网储能技术领域的合作研发,扩大可再生能源部署,加速两国电网现代化技术的研发和部署。相关研发创新内容如下:

1、智能电网

详细研究配电系统运营(DSO)各种功能,以确保对分布式能源资源(DER)实现最佳的利用和管理,同时在分布式能源资源高电网渗透率的情况下,保证电网安全、可靠和灵活性。

设计一个具备最基本功能的通用DSO框架,分析DSO运营功能、相关数据、通信和控制系统的要求。

设计和实施一套测试案例,研究在不同环境下(包括人口稠密的大城市、中小城市和农村环境以及大型工商业环境)配电系统的需求、运营能力和客户多样性。

深刻理解可再生能源高比例并网情况下的DSO和微电网的概念。分布式能源并网与配电管理系统(DMS)、微电网能源管理系统(uEMS)和分布式能源管理系统(DERMS)密切相关,DSO需要执行的功能取决于各种相互关联的发电资源配置情况。

上述研究能够填补DMS和DER集成控制技术的缺口,识别DMS和DER控制系统的交互功能以支持DSO的电网运营,通过建模来表征集成控制和管理功能的电网系统。通过智能电网研究为美印两国解决微电网和配电网运营商信息交换的技术问题奠定坚实的基础。进行原型概

¹⁶ Energy Department Announces \$30 Million Expansion of U.S.-India Partnership to Advance Clean Energy Research. <http://energy.gov/articles/energy-department-announces-30-million-expansion-us-india-partnership-advance-clean-energy>

念仿真来评估美国和印度组建的集成了控制和管理系统的微电网和配电商的效能，构建一个全面的演示方法和计划。

2、电网储能

通过联合印度的大学、研究机构、储能和智能电网协会以及其他政府部门，为印度的电力系统拓扑结构和配置（包括负载、发电、储能等）建立一组原型模型。

对现有的美国能源部智能电网项目馈线装置进行改造，结合储能和智能电网结构，也为美国建立一套类似的电力系统模型。

将智能电网概念整合进上述电网系统的原型模型当中，能够识别分布式储能的最佳位置、规模和持续时间，以大幅提高电网的可靠性和效率。整合了智能电网概念的电网原型模型将包含更加丰富的环境预测情况（如阴天、峰值负载条件、日食天气等），以更好地探索电网储能系统设计的最佳方案、规模、选址和性能属性。

2009 年，美国和印度正式启动先进清洁能源合作研究计划（PACE-R），意在推进两国清洁能源技术的研究和部署。作为 PACE-R 的优先工作之一，双方于 2010 年建立了清洁能源联合研发中心（JCERDC），第一期将太阳能、先进生物燃料和建筑节能作为三个优先领域开展合作研究。2015 年双方签署了第二期合作协议，公私联合投资达到 1.25 亿美元，除了延续之前的三个优先领域外，还新增了智能电网与储能技术领域。（郭楷模 陈伟）

最新研究指出未来中国骤发干旱或将频现

8 月 11 日，《自然》子刊《科学报告》（*Scientific Reports*）发表题为《全球变暖停滞背景下中国骤发干旱或将增加》¹⁷的文章指出，从 1979

¹⁷ Increasing Flash Droughts over China During the Recent Global Warming Hiatus. http://www.nature.com/articles/srep30571?utm_source=Daily+Carbon+Briefing&utm_campaign=b9a009900e-cb_daily&utm_medium=email&utm

年到 2010 年，中国的骤发干旱次数增加了一倍以上，未来几十年中人为变暖可能会加重中国的骤发旱情。

传统干旱发生缓慢，且往往持续几个月或几年时间，骤发干旱的突发性强、发展迅速、强度高，且伴随土壤水分含量低和强蒸散作用。中国科学院大气物理研究所的袁星团队及其合作研究小组，利用中国 2474 个气象站 1961-2014 年的每日地面气温和降水量数据，研究了骤发干旱的发生趋势。研究结果析表明：第一，骤发干旱更有可能在湿润或半湿润地区发生，比如中国南方和东北地区。第二，从 1979 年到 2010 年的 30 年间，中国骤发干旱的发生次数增加了 109%，这种增加主要是长期变暖造成的，但与土壤湿度下降和蒸散作用增强也有关系。预测表明，骤发干旱的这种增加趋势很有可能将持续下去，给农业生产、人民生活 and 自然生态系统碳源/汇带来很大影响。

研究人员指出，要缓解中国骤发干旱的危害，长期来说要全球行动起来，落实《巴黎协定》中控温 2℃ 的目标，减缓气候变暖的趋势。从短期来看，必须加强监测和预警，进一步研究理解骤发干旱的机制并监控这一现象，综合卫星观测、地面观测等多种手段建立多尺度、耦合式预报模式。

(裴惠娟)

信息与制造

美国 OSTP 发布《国家战略计算计划战略规划》

7 月 26 日，美国白宫科技政策办公室（OSTP）发布《国家战略计算计划（NSCI）战略规划》¹⁸，这是继 2015 年 7 月美国总统令要求创建 NSCI 之后，美国在推动高性能计算（HPC）研究、开发和部署方面

m_term=0_876aab4fd7-b9a009900e-303473869

¹⁸ National Strategic Computing Initiative Strategic Plan. <https://www.whitehouse.gov/sites/whitehouse.gov/files/images/NSCI%20Strategic%20Plan.pdf>

提出的更为详细的战略规划。在维持既定战略目标和政府机构角色的基础上，该战略规划进一步明确了美国政府机构在每一项发展目标中的具体责任（参见表 1）。

能源部（DOE）、国防部（DOD）和国家科学基金会（NSF）将承担 NSCI 领导责任，情报高级研究计划局（IARPA）和国家标准与技术研究院（NIST）负责基础研究，而国家航空航天局（NASA）、联邦调查局（FBI）、国立卫生研究院（NIH）、国土安全部（DHS）和国家海洋与大气管理局（NOAA）则为部署机构。

表 1 NSCI 目标与对应责任机构

NSCI 目标	对应责任机构	具体内容
加快可实际使用的百亿亿次计算系统的交付	DOE	与 NSCI 参与机构合作，确定一系列面向政府目标的应用，并针对每项应用制定定量的绩效评估方法 与产业界合作，确定并开发解决方案来应对技术挑战，支持各机构实现百亿亿次计算 部署下一代 HPC 系统，诸如橡树岭、阿贡与利弗莫尔国家实验室合作打造 CORAL 系统，以探索 HPC 面临的技术挑战，分析和应对 DOE 与 NASA 亟需解决的目标问题 领导研发下一代 HPC 计算方法、算法、系统软件，针对 DOE 目标开发可持续的应用
	DOD	与 DOD 协调，确保针对 HPC 的未来技术能被适当地纳入百亿亿次系统中合作设计先进架构并开发硬件，引领对计算方法、算法、系统软件和可持续应用的探索
	NSF	确定与 NSCI 相关的科学与工程前沿，总结由 NSCI 计划激发的科学发现进展 推进计算与数据应用，促进科学与工程及相关的软件技术 推进应用与系统软件技术的根本研究，促进编程能力和再利用性，确保高可扩展性和准确度
	IARPA	通过 IARPA 在超导、机器学习、后摩尔定律方面的研究工作，支持百亿亿次计算，努力实现计算系统性能增强 100 倍的目标。
	NIST	打造关键使能平台，推动新颖设备架构和计算平台的开发与测试 针对未来计算技术的物理与材料特征，推进测量科学 充分利用物理学、材料设计和测量工具等，解决 HPC 平台中潜在的逻辑、存储与系统问题

美国 OSTP 发布《国家战略计算计划战略规划》

		制定针对下一代计算系统和网络的健壮性与安全性的方法、标准和指南 创建并评估量化技术，评估下一代计算系统结果的可靠度与不确定性
	NASA	协同设计百亿亿次计算系统
加强建模 与仿真技术 与数据分析 计算技术 的融合	DOD	促进先进高性能数据分析能力的设计与开发，支持软件和数据科学的 生态系统，增强建模仿真与数据分析计算的技术基础的融合
	NSF	打造具备高互操作性、协作性和数据密集的 HPC 生态系统，支持 NSF 科学前沿，加大学术团体的参与度 推进科学与工程前沿中的计算与数据应用、软件技术等
	NASA	促进模拟与数据分析计算的协同，支持 NASA 在地球与空间科学、航 天研究和空间探索中的大数据与大计算应用
	NIH	引领计算方法、算法和可持续软件应用的开发，充分利用 NSCI 技术 并推进生物医学研究
	NOAA	进一步利用大数据完成研究、建模及预测任务，为 NOAA 用户提供创 新产品
未来 15 年，为未来 的 HPC 系 统甚至后 摩尔时代 的计算系 统研发开 辟一条可 行的途径	NSF	探索多样化的科学难题与机遇，推进未来 HPC 机遇 促进新颖设备和前沿技术的利用，满足前沿科学需求 与其他机构合作，通过一系列基础研究项目实现 NSCI 目标
	IARPA	持续引领除标准半导体计算技术外的基础研究 充分利用超导、量子、神经形态和机器学习方面的研究，有效部署数 字化计算范式难以完成的应用 投资于后摩尔定律技术，支持 NSCI 战略目标
	NIST	打造关键使能平台，推动新颖设备架构和计算平台的开发与测试 针对未来计算技术的物理与材料特征，推进测量科学 充分利用物理学、材料设计和测量工具等，解决 HPC 平台中潜在的逻 辑、存储与系统问题 通过测量科学来支持可替代的计算范式 持续评估技术通道、工具和测量科学，以支持非传统的计算范式并解 决经典问题 创建和评估测量技术，评估未来计算系统结果的可靠度和不确定性
	NASA	参与后摩尔定律研究，研究量子计算、纳米技术和其他相关技术
	DOE	最大化地利用百亿亿次级计算系统
实施整体 方案，综合 考虑联网 技术、工作 流、向下扩 展、基础算 法与软件、 可访问性、 劳动力发 展等诸多	DOD	NSCI 计算环境使得 DOD 采购人员能解决科学与技术问题，满足任务 需求
	NSF	支持广大用户团体的基础 HPC 培训，支持计算与数据科学家的职业生 涯发展 加强产业界与学术界的参与度 支持广泛部署 NSCI 技术，提升 HPC 生态系统的容量与能力 引领国内外合作，推动计算科学与工程变革发展
	NASA	参与跨机构项目，协调优化国家 HPC 基础设施，在协作计算、大规模 数据分析与可视化环境、大规模观测数据设施和健壮的全国网络中融

因素的影响,提升可持续国家HPC生态系统的能	NIH	参与跨机构项目,协作开发 NSCI 技术和算法,引领计算方法、算法和可持续软件应用的研发
	NOAA	与 DOE、NSF 合作以升级 HPC 系统,持续投资软件工程,提升数值模型的性能和可移植性,以更好地完成天气预报、气候研究和海岸研究等
创建可持续的公私合作关系	NSF	产业创新与合作伙伴部将通过小企业创新研究 (SBIR)、小企业技术转移项目 (STTR)、产业/高校合作研究中心、创新合作伙伴等推进产业创新和产学合作

(田倩飞)

Gartner 发布 2016 年新兴技术成熟度曲线

8月16日,著名IT咨询公司Gartner发布2016年新兴技术成熟度曲线(如图1所示),明确了未来信息技术领域的三项主要趋势¹⁹。

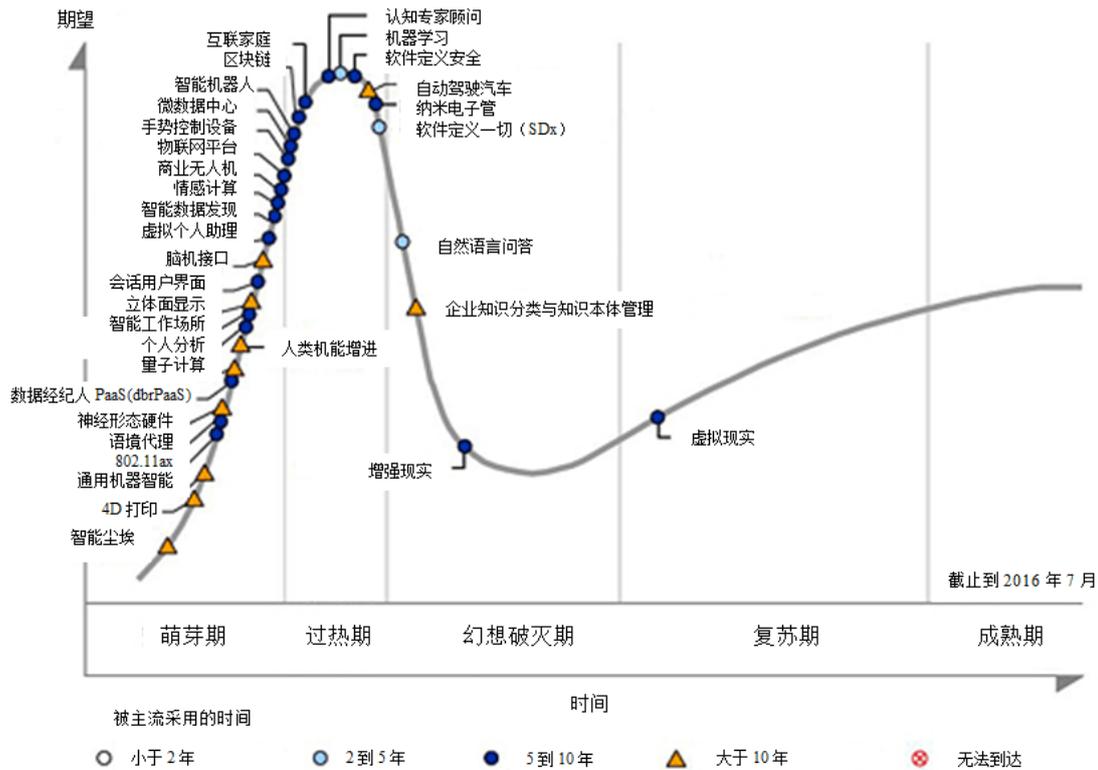


图1 Gartner 2016 年新兴技术成熟度曲线

¹⁹ Gartner's 2016 Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies Three Key Trends That Organizations Must Track to Gain Competitive Advantage. <http://www.gartner.com/newsroom/id/3412017>

1、透明化身临其境式体验

科技将进一步向以人为中心的趋势发展，不断提高个人、商业和事物之间的透明度。随着技术演变更加适应工作场所和家庭环境，更加注重商业与个人的互动，这种透明化的关系在未来将更为交织。关键技术包括：4D 打印、脑机接口、人类机能增进、立体面显示、情感计算、互联家庭、纳米电子管、增强现实、虚拟现实、手势控制设备。

2、感知型智能机器时代

伴随着强大的计算能力、海量数据以及深度神经网络前所未有的发展，智能机器技术在未来十年内将成为最具颠覆性的一类技术。企业能够通过智能机器技术，充分地利用数据来适应新环境、解决前所未有的问题。关键技术包括：智能尘埃、机器学习、虚拟个人助理、认知专家顾问、智能数据发现、智能工作空间、会话用户界面、智能机器人、商业无人机、自动驾驶汽车、自然语言问答、个人分析、企业知识分类与知识本体管理、数据经纪人 PaaS(dbrPaaS)和语境代理(Context Brokering)

3、平台革命

新兴技术正在改变我们定义和使用平台的方式。技术基础设施到生态系统平台的转变，为形成人类和技术之间的桥梁奠定了较新的商业模式基础。在这些动态生态系统中，机构必须主动了解和重新定义其战略，建立基于平台的商业模式并利用内外部运作方法来产生价值。关键技术包括：神经形态硬件、量子计算、区块链、物联网平台、软件定义安全和软件定义一切(SDx)。

(徐婧)

英国部署互联与自动驾驶汽车研发项目

8月12日，英国互联与自动驾驶汽车中心²⁰宣布，将携手英国创新机构（Innovate UK）向产业部门主导的互联与自动驾驶汽车研发项目共同投入3500万英镑²¹。资助将主要分为以下4个方向：

1、至2020年前开发和展示自动驾驶自动化等级四级（根据国际自动机工程师学会公布的自动驾驶标准）的机动车。

该方向必须实现的目标包括：①在英国公共道路上开发和展示自动驾驶等级四级的机动车，行程不少于10英里。车辆必须在英国道路上实时地实地测试，交通环境应覆盖各种路况。②自动驾驶汽车的开发和展示应在不同季节、不同时间、不同天气条件下进行。③车内无人的情况下自动驾驶能力测试（如根据需求上下客等）。④在自动驾驶汽车上路之前进行严格的车辆和系统测试，应包括成本效益、创新验证、确认程序以及全面的安全评估。⑤对自动驾驶汽车受到的网络威胁和脆弱性进行严格评估。⑥认真思考自动驾驶车辆如何有机地成为运输系统的一部分。⑦明确自动驾驶汽车进入市场并获取收益的短期路线。

2、未来中期（2020-2025）自动驾驶核心技术的研发。项目研发重点将放在公路车辆或L型（两轮或三轮机动车辆）、M型（至少有4个车轮并且用于载客的机动车辆）和N型（至少有4个车轮且用于载货的机动车辆）机动车的互联与自动驾驶上，对于非公路车辆的二次开发也在资助范围内，只要该研发有助于公路车辆互联与自动驾驶技术的开发。

3、技术可行性研究项目。技术可行性研究项目需应用创新思维来解决现实问题，并且应该为未来进入合作研发竞争性资助项目做好准备，

²⁰ 该中心由英国交通部与商业、创新和技能部联合成立。

²¹ Funding competition: connected and autonomous vehicles. <https://www.gov.uk/government/publications/funding-competition-connected-and-autonomous-vehicles-2>

或者吸引私营部门的投资将技术引入市场。

4、一年内可获得明确成果的合作型研发项目。项目必须实现的要求包括：（1）互联的动力传动装置以获得更高的能效；（2）自主控制以获得更高的能效；（3）通过增强英国供应链关系推动商业模式创新和试用。
(黄健)

美国启动工程化活体材料研究

8月5日,美国国防部高级研究计划局发布了工程化活体材料(ELM)计划的广泛机构公告²², 公开征集将细胞系统作为活体材料的工程化设计工具和方法的技术设想和实现途径, 藉此开辟建筑设计技术的全新蓝海。计划要求: ①活体材料组件与传统建筑材料实现功能上的统一; ②将材料结构特性赋予活体细胞系统; ③从分子到细胞, 拓展合成生物学构建单元。计划成果将包含一整套技术, 使带有生物系统标志(如对外界环境的感知与反应、受损后自愈合等)的活体材料的生产及裁剪成为可能。计划将包括两个方向5个子课题。

方向一: 复合活体材料工程设计。项目为期4年, 目标是开发将活性细胞融入建筑支架材料中的新方法, 使活体组织/细胞与结构颗粒/材料有机结合的复合结构材料拥有活体性质, 材料制造方法应在工业标准下可规模化推广。与自然界中存在的活体结构材料(如木头和骨骼)类似, 工程化活体复合材料中活体细胞所占比例并不需要太高, 但是这部分活体细胞必须能够在服役环境中得到维护, 并且活体细胞对最终产品的功能产生较大影响。

²² DARPA is launching the Engineered Living Materials (ELM) program. <http://www.darpa.mil/news-events/2016-08-05>

表 1 复合活体材料工程设计的子课题和目标

子课题	关注内容	目标
子课题 1	活体复合材料的现场快速生长和繁殖	使用生物学方法，利用廉价资源在非工厂环境下生长和繁殖活体复合结构材料
子课题 2	活体复合材料的自组装结构	借鉴自然界中的生物案例（如昆虫具有的规则排列几丁质构成的高强重比外骨骼以及海绵在微观硅棒阵列上生长的生物玻璃等），利用生物学方法实现阵列结构的活体复合材料自组装
子课题 3	活体复合材料的反应表面	利用生物学方法在活体复合建筑材料表面形成能够对环境做出反应的保护性外层结构（如皮肤和树皮），在受到伤害的情况下能够如同生物般自愈合

方向二：工程化活体材料设计。项目为期两年，目标是利用基因工程技术，为多细胞生物系统引入可设计的结构材料特性。与方向一面向具体建筑应用不同，方向二主要支持能回答如何将细胞组装成高等级结构以及如何探索在基因层面编码开发计划的新方法等问题的基础研究。

表 2 工程化活体材料设计的子课题和目标

子课题	关注内容	目标
子课题 1	规则图案设计	探索新的设计方法打造人工生物学多分子系统，利用基因型祖细胞精确地在规则图案上分裂生长
子课题 2	外形设计	利用单一祖细胞分裂生长成特殊三维结构，以适应不同的建筑需求

（黄健）

生物与医药农业

英国多机构资助跨学科研究改善粮食供应和农业可持续性

英国生物技术与生物科学研究理事会（BBSRC）、经济与社会科学研究理事会（ESRC）、自然环境研究理事会（NERC）等机构分别于 8 月 4 日、8 月 25 日宣布了两批跨学科研究资助项目，向英国的 12 所大学总共资助 1200 万英镑的研发经费。其中，针对改善英国的粮食供应

和全球粮食安全的项目有 5 项，资助额为 900 万英镑²³；提高英国农业的可持续性的项目有 10 项，资助额为 300 万英镑²⁴。项目内容列于表 1 和表 2 中。

表 1 改善英国粮食供应和全球粮食安全的研究项目

项目名称	牵头大学	金额/万英镑
提高英国蔬菜水果生产系统中水资源相关风险的适应性	克兰菲尔德大学	129.2
提高英国粮食系统应对全球冲击的适应性	爱丁堡大学	100.5
预测集约化对英国生猪产业适应性的影响及未来生猪产业适应性的变化	林肯大学	210.2
粮食系统适应性的知识集成	约克大学	342.5
保障英国最重要水果产业的未来	埃克塞特大学	122.9

表 2 提高英国农业可持续性的研究项目

项目名称	牵头大学	金额/万英镑
提高谷类和油籽生产对灾害天气的适应性	兰卡斯特大学	54.8
用于改善氮肥利用效率的土壤氮原位传感技术	班戈大学	54.9
高效作物管理先进技术研究	爱丁堡大学	77.3
农药流失风险多尺度可视化实时预测	利兹大学	20.0
改善饲料利用效率的牲畜重量监测实时动态图谱非接触式光学技术	曼彻斯特大学	20.0
手持式饲料营养利用率评价技术	亚伯大学	20.0
用于改善饲养效率和可持续性的新型动物个体监测传感器技术	苏格兰农业学院	20.0
改善英国耕地和草原土壤管理的基于网络的决策支持平台	纽卡斯尔大学	19.1
马铃薯胞囊线虫管理咨询工具研发	利兹大学	16.8
提高养分利用效率的有机粪浆浆浆储存及处理技术综合决策支持系统	兰卡斯特大学	19.6

(邢颖)

²³ £9M funding to optimise UK food supply and tackle global food security, <http://www.bbsrc.ac.uk/news/food-security/2016/160804-pr-9m-funding-to-optimise-uk-food-supply/>

²⁴ £3M awarded to boost sustainable agriculture, <http://www.bbsrc.ac.uk/news/food-security/2016/160825-pr-3m-awarded-to-boost-sustainable-agriculture/>

孟山都推出业内首个田间传感器网络信息采集系统

8月17日，孟山都公司的子公司气候（Climate Corporation）公司宣布在数字农业领域取得重大进展²⁵：（1）推出行业内首个田间传感器网络信息采集系统；（2）扩展 Climate FieldView™ 分析平台的软件基础架构。该公司通过持续增加田间传感器的种类与监测项目，扩大分析平台的信息多样性，采用商业性的开放机制打造农艺决策分析服务产业链。

田间传感器网络信息采集系统采用了业内首款土壤硝酸盐传感器技术，将收集前所未有的大量田间数据，以更大的频度和更详细的水平为购买该服务的农民提供各种精准的田间实时信息；同时该系统实现了个人设备与 Climate FieldView™ 平台农艺模型间的数据互联，进而为农民创建一个真实的数字系统，根据农民各自不同的农田情况，为他们提供更加精准的建议。未来系统可借助多种类型的农田传感器，将农田信息转化成实时数据系统，并整合到 Climate FieldView™ 平台中。该系统的产品线还包括降水量监测，农机设备作业及其他土壤传感设备。

Climate FieldView™ 平台软件基础架构的扩展可以使其他研发者能在该软件架构上进行创新、为平台提供更多的数据层，使平台成为行业内首个来自多家公司的多种技术的集成分析平台，进而促进数字农业创新快速走向市场。目前，平台扩展正处于早期测试阶段，首个合作方是开发了业界首个高分辨、便携式土壤传感技术的威里斯科技公司。

（邢颖）

²⁵ The Climate Corporation to Create Industry's First In-Field Sensor Network to Feed Its Analytics Platform and to Build First Centralized Platform for Industry-Wide Digital Ag Technology Development, <https://www.climate.com/company/press-releases/climate-to-create-first-in-field-sensor-network/>

欧盟公布健康、人口结构变化和福祉领域 2016-2017 年工作计划

7月25日，欧盟委员会发布了更新版的2016-2017年健康、人口结构变化和福祉领域工作计划²⁶。欧盟“地平线2020计划”对该领域的资助总额约为3.32亿欧元，重点推动个性化健康与护理的发展，帮助应对人口老龄化及慢性疾病负担等问题。主要支持方向包括：

(1) 认识健康和疾病、改善福祉：开展免疫系统疾病的多组学个体化医疗；患者分层新概念的理解和认识；研究罕见病的诊断特征；建设欧盟自然人群和疾病队列网络，优化队列资源利用。

(2) 疾病预防：实施欧洲人类生物监测计划；开发疟疾和被忽视传染病疫苗；改善心理健康和青少年福祉。

(3) 疾病治疗和控制：罕见病新疗法开发；慢性疾病新疗法开发；比较现有医疗干预措施在成人中的有效性；再生医学的临床研究；填补寨卡病毒和其他拉丁美洲新兴传染病威胁的研究空白。

(4) 提高老龄化社会活跃度、加强自我健康管理：通过商业化前采购（PCP）支持患者参与电子化健康管理的创新；通过公共创新采购（PPI）部署和扩大信息和通信技术解决方案，建设活跃和健康的老龄化社会；欧盟-日本合作开发新型的基于信息和通信技术机器人，以帮助住家或在护理机构的老年人提高生活质量；应对人体衰老的个体化健康辅导。

(5) 方法和数据：利用计算机模拟研发、评估生物医药产品；开发患者特异性计算机模型，以及帮助改善福祉的计算机模拟系统；利用大数据支持公共卫生政策的制订和实施；通过PPI获取不同电子健康记录系统的数据标准，增强不同系统间的互操作性；研究改善卫生经济学

²⁶ HORIZON 2020 - Work Programme 2016 – 2017 Health, demographic change and well-being. http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016_2017/main/h2020-wp1617-health_en.pdf

评价的方法。

(6) 医疗保健和综合护理：在欧洲和中低收入国家开展基于证据的创新研究和医疗保健干预实践。 (苏燕)

美欧推出 CARB-X 计划对抗抗生素耐药性

7 月 28 日，美国健康与人类服务部（HHS）联合英国维康信托基金等多家机构，共同发起一项全球最大规模的临床抗菌研究公私合作计划 CARB-X（Xccelerating global antibacterial innovation）²⁷，旨在加速抗菌产品开发，对抗细菌抗生素耐药性。

CARB-X 计划主要由美国政府、英国维康信托基金和英国 AMR 中心资助，前 5 年的研究资金将超过 3.5 亿美元。作为美国 2015 年发布的对抗细菌抗生素耐药性国家行动计划（CARB）优先启动计划，CARB-X 计划旨在推动至少 20 个高质量抗菌产品进入临床试验。首批项目将关注美国疾病控制和预防中心（CDC）2013 年威胁评估清单中列出的、对人类健康构成紧急和严重威胁的革兰氏阴性菌。 (许丽)

英国 BBSRC 发布生物信息学和生物资源新项目指南

8 月，英国生物技术与生物科学研究理事会（BBSRC）发布了新的生物信息学和生物资源（BBR）基金的项目²⁸。该计划将重点支持：①生物科学研究社区、维持和加强基础设施建设；②与 2016 年新版 BBSRC 战略计划“生物科学时代（the Age of Bioscience）”目标一致的高质量生物信息学和生物资源研究；③为资源开发和储备提供长期资助和稳定的环境。

²⁷ CARB-X. <http://www.carb-x.org/>

²⁸ Bioinformatics and Biological Resources Fund. <http://www.bbsrc.ac.uk/funding/filter/2016-bioinformatics-biological-resources-fund//>

计划重点研究领域包括：①生物信息资源(例如数据库、软件包等)。创建可管理、分析和共享的大型或复杂数据集，以及可以深度分析数据集和深入了解生物系统基础设施的创新解决方案。②生物资源。跨领域生物科学研究所需要的材料，例如收集种质资源、突变株、DNA 样本、克隆株、基因库等。

BBR 基金的设立是为了满足支持资源建设，例如需要长期保存和管理的数据库、基因资源和培养品收集等的战略需求，保障英国的生物信息学和生物资源科学研究水平具备国际竞争力。2016 年该项计划的预算为 600 万英镑，并将全球挑战研究基金（GCRF）获得额外的经费资助。（郑颖）

科学家开发大规模生产生物燃料的新技术

燃料和化学品生产中通常会通过微生物发酵来将谷物和甘蔗或纤维素植物的生物质转化为乙醇和其他化学品。但这个过程大规模生产的成本高昂。特别是发酵过程中还可能被其他杂菌污染，这些杂菌会消耗生产菌的营养物，从而大大降低产品的产量。日前，美国麻省理工学院（MIT）的研究人员开发了一种新技术：创制出能通过竞争打败其它污染菌株的改良菌株，后者仍能生成生物燃料。该项研究成果发表在 8 月 5 日出版的《科学》杂志上²⁹。

研究人员将这种方法命名为稳健底物利用操作技术（ROBUST）。研究人员通过基因工程改良菌株，使它们能消耗特异生物质营养成分，而这些生物质并非天然产物，大多数微生物也无法令其降解，因此只有产生生物燃料的改良菌株才能利用这些特异生物质营养成分生长。该团队设计了一种大肠杆菌，它可利用三聚氰胺中的营养物质，而其他细菌

²⁹ Metabolic engineering of microbial competitive advantage for industrial fermentation processes. <http://science.sciencemag.org/content/353/6299/583>

无法正常利用。在富含三聚氰胺的培养液中，改良菌株能通过竞争战胜野生型菌株。研究人员还改良了酿酒酵母菌和解脂耶氏酵母菌株，使其能提取氰化物和/或亚磷酸盐作为营养物质，并通过竞争战胜对照菌株。

生物燃料有望成为一种比传统的石油或汽油更具可持续性的能量来源，但至今大规模生产仍具挑战性。该项研究成果将为生物燃料大规模生产奠定坚实基础，从而使生物燃料产品在与传统化石能源的市场竞争中占据更大的优势。同时，也可为生产商提供备选的抵御污染菌的生产用微生物菌种³⁰，提升生产效率和降低成本。（郑颖）

空间与海洋

美国国家科学院推荐最高优先级空间技术名单

8月，美国国家科学院发布《NASA 空间技术路线图和优先事项重审》报告，通过对比评估 NASA 2010 版空间技术路线图、美国国家科学院 2012 年对该路线图的评估报告和 NASA 新发布的 2015 版空间技术路线图，遴选出由 17 项独立技术或组合技术构成的最高优先级空间技术新名单，将有力支撑 NASA 未来空间技术战略投资部署³¹。

新的技术名单中，技术目标 A 载人空间探索指拓展和保持在低地球轨道以外的载人活动，侧重载人探索任务；技术目标 B 原位行星科学指探索太阳系的演化和生命存在的可能，包括机器人任务和载人任务；技术目标 C 远程测量用于扩展对地球和宇宙的了解，侧重机器人任务。

³⁰ Microbial engineering technique could reduce contamination in biofermentation plants. <http://news.mit.edu/2016/microbial-engineering-technique-could-reduce-contamination-biofermentation-plants-0804>

³¹ NASA Space Technology Roadmaps and Priorities Revisited. <http://www.nap.edu/catalog/23582/nasa-space-technology-roadmaps-and-priorities-revisited>

表 1 美国国家科学院推荐的 2016 版最高优先级空间技术名单

技术目标 A 载人空间探索	技术目标 B 原位测量	技术目标 C 远程测量
减少载人空间飞行的辐射*	制导、导航与控制*	光学系统（仪器和传感器）
航天员长期健康	太阳能发电（光伏发电和热发电）	高对比度成像与光谱技术
环境控制与生命支持系统*	电推进	探测器与焦平面
制导、导航与控制*	核裂变发电	轻质及多功能材料与结构*
（核）热推进	进入、下降和着陆的热防护系统*	低温系统的主动热控制
轻质及多功能材料与结构*	原位仪器和传感器	电推进
核裂变发电	轻质及多功能材料与结构*	太阳能发电（光伏发电和热发电）
进入、下降和着陆的热防护系统*	极端地形机动性	
抓握、对接和处理*	抓握、对接和处理*	

注：*号表示为组合技术

（韩淋）

美国国家科学院评估天文学和天体物理学最新进展

美国国家科学院于 8 月发布《新视野和新地平线中期评审》报告，对 2010 年天文学和天体物理学“十年调查”报告发布后，国际天文领域的新发现和任务进展进行了回顾，对美国国家航空航天局（NASA）的下一代大型空间望远镜成本可能激增、进而影响天文领域其他任务经费的风险提出警告，还建议美国重新加入欧洲空间局（ESA）探测引力波的“激光干涉仪空间天线”（LISA）计划等³²。

1、高优先级任务进展

（1）“大型综合巡天望远镜”（LSST）的规划和建造都在按照计划进行，成本维持在预算之内，其性能和数据产品都将产生变革性的科学影响。为实现其全部科学潜能，应当对科学家个人和团体进行资助，使他们能够利用 LSST 获得科学成果。

³² New Worlds, New Horizons: A Midterm Assessment (2016). <http://www.nap.edu/catalog/23560/new-worlds-new-horizons-a-midterm-assessment>

(2) “巨型麦哲伦望远镜” (GMT) 和 “30 米望远镜” (TMT) 项目近 5 年都取得了较大进展,为实现 “巨型组合镜面望远镜” (GSMT) 科学目标提供了可行的技术路线,但都存在资金问题。美国国家科学基金会 (NSF) 的预算有限也导致其无法参与到 GSMT 的建造中。

(3) “塞罗查南托阿塔卡马望远镜” (CCAT) 因 NSF 的预算限制,未来将只能通过比 CCAT 优先级更高的 “中等规模创新计划” 竞争从 NSF 获得资助。

(4) “切伦科夫望远镜阵列” (CTA) 计划可通过竞争 “中等规模创新计划” 和 NSF “物理中等规模计划”, (在较低水平上) 实现 “十年调查” 报告的相关推荐。即使美国在低于推荐的预算水平上参加该计划,仍能对该天文台的科学产出产生显著积极影响,并使美国科学家在 CTA 计划中拥有领导角色。

(5) “宽视场红外巡天望远镜” (WFIRST) 新采用了 2.4 米口径望远镜、大型红外探测器,增加了一个日冕仪,科学能力将显著提高。日冕仪技术在过去 2 年内快速成熟,但 WFIRST 的日冕仪仍在时间进度、成本和技术方面存在风险。由于成本上升和实施时间延迟,WFIRST 还可能打乱 NASA 计划的平衡、影响下个 “十年调查” 报告的研制³³。

2、未来发展建议

(1) NSF 应当从旧的、科学影响力较低的地基设施中撤资,并适度增加经费,以便在 “阿塔卡玛大型毫米/亚毫米波阵列” (ALMA)、 “丹尼尔 井上太阳望远镜” (DKIST)³⁴、LSST 开始运行后维持利用它们获得科学回报的能力。

(2) NASA 应当在 WFIRST 的关键决策点 B 之前,对其进行独立的技术、管理、成本评估,包括对日冕仪造成的成本上升进行定量评估。

³³ WFIRST 于今年获得批准 (比预期的晚了 3 年),并定于 2025 年发射 (推迟了 5 年)

³⁴ 原名 “先进技术太阳望远镜” (ATST)

如有必要，应缩减 WFIRST 的规模，降低任务成本，以平衡科学优先任务和计划。

(3) NASA 天体物理学部应执行包括“探索者”(Explorer)计划在内的现有计划，发布相关机会公告并开展任务遴选工作。

(4) NASA 应恢复对引力波研究的支持，使美国成为 ESA 领导的“宇宙憧憬”(Cosmic Vision)计划第 3 项大型任务——LISA 的强有力的技术和科学合作方。NASA 还应积极参加 Cosmic Vision 第 2 项大型任务“雅典娜”(ATHENA)等。 (郭世杰)

新研究预测海底游离氢气储量巨大

7 月 20 日,《地球物理学研究快报》(*Geophysical Research Letters*) 刊发文章《大洋岩石圈中蛇纹岩氢气的全球比率和分布》称,美国德克萨斯大学奥斯汀分校一项最新研究表明海底岩石板块快速扩张过程可能形成大量的被忽视的游离氢气(free hydrogen gas)³⁵,他们通过海底氢气预测模型,得出海底氢气蕴藏量巨大的结论。

科学家认为氢气可能成为未来地球上可靠的燃料来源,该发现可能会产生深远的影响。由于氢气燃烧时能释放出大量的热量,同时产生的是水,而不是碳,所以如果氢气被发现具有足够大的蕴藏量,它可以作为清洁燃料替代当今的化石燃料。此前研究认为游离氢气产生于地球海底以下板块的缓慢扩张过程,并且数量稀少。然而,德克萨斯大学奥斯汀分校的 Worman 博士指出,他们的模型预测,在大洋中脊板块快速扩张中也可能产生大量的氢气,而且海底下面氢气的总产量至少比大陆总产量高出一个数量级。

该研究的关键是通过一个可测试的、基于板块构造的游离氢气预测

³⁵ Global rate and distribution of H₂ gas produced by serpentinization within oceanic lithosphere. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2016GL069066/epdf>

模型，其不仅确定了游离氢气在海底以下岩石圈形成的区域，而且确定了该氢气所占的比率和产生的总量，从而得出全球蕴藏巨大的结论。新模型根据构造扩张速率与蛇纹岩厚度比等一系列参数，计算了海底以下游离氢气产生和存储的总量。蛇纹岩产生于海底构造板块扩张，游离氢气是在蛇纹岩生成过程中附带产生的。此前，大多数科学家认为所有的氢气仅产生于海底岩石缓慢扩张的过程中，因为在这些区域发现有大量的蛇纹岩。该研究分析表明岩石快速扩张的区域也可能产生大量的氢气。

Worman 博士指出，海底氢气的存在形式还不能确定，有可能产生之后被海底细菌吞食，或者积累在海底。如果进一步研究证实该模型的精确性，它将开启探索地球生命起源的新途径，对认识海底甚至地外行星上极端环境中氢气对生命的作用意义重大。 (牛艺博)

设施与综合

法国发布新版研究基础设施国家战略

3 月，法国高等教育与研究部发布《法国研究基础设施国家战略 2016》，从社会科学与人文、地球系统与环境科学、能源、生物学与健康、材料科学与工程、天文学与天体物理学、核物理与高能物理、数字科技与数学、信息科技等 9 个领域，描述了法国现有和未来即将建设的研究基础设施的发展和运行计划³⁶。该战略是法国在积极参与欧洲研究基础设施论坛（ESFRI）的背景下，对 4 年发布一次的国家研究基础设施发展路线图的更新。

根据研究基础设施的一国或多国参与、管理方法和预算支持等特点，法国的研究基础设施分为 4 种：国际组织（IOs）、大型研究基础设施

³⁶ http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Infrastructures_de_recherche/74/5/feuille_route_infrastructures_recherche_2016_555745.pdf

(VLRIs)、研究设施 (RIs) 和项目 (Project)。此次更新版路线图首次详细介绍了这些设施的社会经济影响、国际合作、数据量、数据存储方式及其可获得性、建设和运行成本、人员当量等信息，在此简要介绍目前法国正在建设和未来将要建设的各类研究基础设施的基本情况。

表 1 法国在建和拟建的研究基础设施列表

领域	设施名称	类型	开始建设时间	运行时间	建设成本/万欧元	运行成本/万欧元
社会科学 与人文	欧洲遗产科学研究基础设施 (E-RIHS-FR)	项目	2019	2019		
	集成碳观测系统 (ICOS-FR)	大型研究基础设施	2013	2016	1800	700
	气溶胶、云和示踪气体研究基础设施 (ACTRIS-FR)	研究基础设施	2016	2018	1000	188
地球系 统与环 境科学	地球系统气候建模国家基础设施 (CLIMERI-FRANCE)	研究基础设施	2016	2016	800	870
	海岸与沿海研究基础设施 (I-LICO)	研究基础设施	2016	2016		
	临界区观测、研究和应用 (OZCAR)	研究基础设施	2016	2016		1000
	农艺资源研究 (RARE)	研究基础设施	2015	2016		
	地球系统建模数据和服务中心 (PÔLE DE DONNEES)	项目	2016	2017		
能源	钨环境稳态托卡马克 (WEST)	研究基础设施	2013	2016	30000	1500
	欧洲二氧化碳捕获和存储实验基础设施 (ECCSEL)	项目	2008	2016		40
	流体力学和海洋可再生能源测试设施 (THEOREM)	项目	2015	2016	6200	120

生物学与健康	家畜生物资源中心 (CRB-ANIM)	研究基础设施	2012	2017		
	高度传染性疾病预防设施扩展 (HIDDEN)	研究基础设施	2011	2016		
	代谢组学和通量组学法国国家基础设施 (METABOHUB)	研究基础设施	2013	2017		
材料科学与工程	欧洲散列中子源 (ESS)	大型研究基础设施	2014	2023-2025	184300, 法国贡献 14750	12000, 法国贡献 1000-1200
	欧洲 X 射线自由电子激光器 (XFEL)	大型研究基础设施	2009	2017	122600 (2005 年水平), 法国贡献 3850	法国贡献 240
	拍瓦级阿基坦激光器 (PETAL)	研究基础设施	2008	2016	5430 (2007 年水平) +1560 (与兆焦激光器 LMJ 集成)	130
天文学与天体物理学	欧洲极大望远镜 (E-ELT)	国际组织 (欧洲南方天文台) 仪器	2014	2024	110400	4500/年
	切伦科夫望远镜阵列 (CTA)	项目	2016-2017	2018-2019	30000, 法国贡献 5000	2000
核物理和高能物理	反质子和离子研究设施 (FAIR)	大型研究基础设施	2013	2022	135.7, 法国贡献 2.7%	24000, 法国贡献 2%
	大型综合巡天望远镜 (LSST)	研究基础设施	2014	2022	62500 (美国) +1440 (法国)	法国贡献 10/年 (建设期间)

(王海霞)

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 张 军 曲建升 房俊民 徐 萍

地 址：北京市中关村北四环西路 33 号，100190

电 话：（010）62538705

邮 箱：lengfh@mail.las.ac.cn，publications@casisd.ac.cn