

Science & Technology Frontiers

科技前沿快报

国家高端智库
中国科学院

2017年1月5日

本期要目

美加发布海洋计划及对我国的启示

英国报告显示中国量子科学技术产出居世界第二

欧盟提出清洁能源研究创新四大优先资助方向

美国第三版机器人路线图关注八大技术领域

美国发布《21世纪治愈法案》

2017年

总第 031 期

第 01 期

目 录

深度关注

美加发布海洋计划及对我国的启示	1
-----------------------	---

基础前沿

英国报告显示中国量子科学技术产出居世界第二	5
美国研讨页岩气革命带来的催化发展挑战和机遇	8
欧盟启动 APPLICATE 项目提升极地天气和气候预测能力	10
NCAR 向美国政府建议大气、地球和相关科学的优先领域	11
国际耦合模式比较计划确定第六阶段结构及科学焦点	13

能源与资源环境

欧盟提出清洁能源研究创新四大优先资助方向	15
美国 DOE 资助新技术研发推进实现太阳能计划 2030 年目标	16
美国 ARPA-E 资助研发高能效互联自动驾驶汽车技术	18
芬兰科学家发布首个全球人为二氧化碳排放地图	20
英国 NERC 投资促进环境科学研究与经济发展	20

信息与制造

美国第三版机器人路线图关注八大技术领域	22
美国 NSF 发布“第二版国家机器人计划”项目招标	23
欧盟铁路系统研发项目发布 2017 工作计划	25
澳先进制造路线图确立五大优先技术及行动措施	26

生物与医药农业

美国发布《21 世纪治愈法案》	28
澳大利亚发布国家抗菌素耐药国家战略的实施计划	30
美国 NSF 资助植物基因组研究	31

空间与海洋

英国 NERC 公布南大洋战略研究项目资助计划	33
美国 NOAA 为海岸带科学提供研究资助	34

设施与综合

《新科学家》畅想 2076 年科技对世界产生的 14 项巨大影响	34
英国成立全球地球与海洋科技研究中心	36

深度关注

美加发布海洋计划及对我国的启示

2016年10月，美国发布《东北海洋计划》¹和《中大西洋区域海洋行动计划》²，旨在加强海洋保护和管理，增强利用工具信息的能力，推进海洋生态健康及国家安全、海洋能源及资源合理使用、水下基础设施能的可持续发展。11月7日，加拿大宣布未来5年投资15亿加元用于实施《国家海洋保护计划》³，旨在提升海上航运安全性和可靠性，保护海洋环境并创造原居民社区及沿海社区。本文对近期美国和加拿大发布的几份海洋计划进行梳理，以供我国更好的研究、开发和利用海洋资源参考。

一、美国海洋计划主要目标及内容

1、美国海洋计划的目标

(1) 《东北海洋计划》：主要目标是加强东北地区海洋团体共同致力于海洋保护和管理，并提出实现这些计划的途径。该计划由美国东北地区海洋团体（NE RPB）向国家海洋委员会（NOC）提交，总结了海洋管理和沿海资源的监管框架，主要包括海洋生物及其栖息地、文化资源、海上运输、国家安全、商业及消遣性捕鱼、休闲娱乐、能源与基础设施、水产养殖业、近海沙滩资源和生态恢复的监管。

(2) 《中大西洋区域海洋行动计划》：终极目标为保证“海洋生态系统健康”和“海洋的可持续发展”。计划由美国中大西洋区域计划团体（MidA RPB）向国家海洋委员会提交，旨在增强联邦政府、部落实体、中大西洋区域渔业管理委员会利用工具和信息的能力，推进该区

¹ Northeast Ocean Plan. <http://neoplan.org/plan/>

² Mid-Atlantic Regional Ocean Action Plan. <http://boem.gov/Ocean-Action-Plan/>

³ Canada's Oceans Protection Plan. <http://www.tc.gc.ca/media/documents/communications-eng/oceans-protection-plan.pdf>

域海洋生态健康及国家安全、海洋能源、商业及娱乐消遣的渔业、海洋水产养殖、沿海贸易、沙滩管理、非消费型休闲、部落利益及资源使用、水下基础设施等的可持续发展能力，提高海洋辖区管理工作效率以完成其使命，更好地为该区域利益相关者服务。

2、《东北海洋计划》提出 6 个科学重点

(1) 提高对海洋生物及其栖息地的理解。开展海洋生物及其栖息地的调查，继续扩展对海洋生境的分类及海洋资源的地图描绘。更好地理解海洋生物物种与栖息地之间的关系，合理利用海洋生境、物种及模型，更好地促进海洋生物之间的相互关系。完善重要生态区域海洋生物及其栖息地数据，更好地为海洋生态系统服务。

(2) 提高对部落文化资源的理解。依靠美国海洋能源管理局 (BOEM) 的研究识别水下考古及建设古文化陆地景观；利用海洋生物及栖息地数据识别领域的文化意义。

(3) 改善对人类活动、沿岸群体、社会经济和资源利用之间相互作用的理解。人类活动对海洋影响的示意图及其特征研究，评估人类活动之间的相互作用，比如利用近岸风能来建设优化水产养殖。海洋资源及其使用的非市场价值评估。

(4) 特定压力下海洋资源的脆弱性特征。特殊压力因素情况下（比如水底扰动、水下基础设施建设等）海洋生物的脆弱性研究，着重进行在特殊压力因素下底栖生境及浮游生境的脆弱性评估。

(5) 表征变化的环境对当前海洋资源及海洋利用产生的影响。源于海洋环境变化的人类活动及对海盐资源利用的改变。海洋生物及栖息地对气候变化的脆弱性研究及气候变化对海洋状况、栖息地和物种变化的一般趋势。

(6) 人类活动与海洋生态环境之间的关系研究。研究内容主要包

括累积效应、生态系统服务产品及价值、形成重要区域的生态框架。

3、《中大西洋区域海洋行动计划》提出未来行动

该计划针对两个终极目标制定了实现目标所采取的具体行动。其主要内容为发现、理解、保护和修复海洋生态系统，评估海洋生态系统的变化及其正在增加的风险，评估传统知识，保证海洋利用的可持续发展。主要行动有：①识别中大西洋区域的生态物种分布，建立海洋物种及栖息地变化地图。②建立大西洋酸化监测网络，开展减少海洋废弃物排放的区域优化政策行动，形成监测和评估海洋生态将抗指标。③重视海洋能源，识别影响风电建设的影响因素，增加于海洋能源相关的研究计划周期，加强有关部门之间的数据管理与共享。④重视国家海洋安全建设。是被国防接触点范围，利用数据门户构建国家安全数据层的数据共享及为国家安全建设提出建议。⑤鼓励水下管道和海底电缆行业了解他们当前和未来的海洋空间需求，确保水下基础设施的前期咨询并关注海洋开发项目的监管评估。

二、加拿大海洋计划的目标

《国家海洋保护计划》将提升海上航运的安全和可靠性，保护加拿大海洋环境，创造稳固的原著民社区和沿海社区。该计划将得到土著地区联合管理、环境保护和基于科学的标准的支持。

该计划将致力于实现以下目标：①世界领先的海洋航运安全系统，改善海上航运信息与沿海社区的共享。通过更好的为航海人员提供信息保障，来保证加拿大水域的安全航行。尤其是更加安全的为北极地区社区提供再补给。②提升海洋生态系统的保护和恢复能力，建立加拿大沿海栖息地恢复基金及开展新的鲸类保护行动。③提升局部海洋环流知识，追踪溢油轨迹。研究建立新技术和多种合作关系，对溢油事件及时响应。开发加拿大水域溢油事件的综合性响应系统。④提升对加拿大水域进行

前瞻性的监测和响应的能力。建立土著社区环境、事故和搜救响应小组。在设计和实施海洋安全系统时，重视土著居民和组织的能力建设。

三、对我国海洋主体功能区建设的启示建议

党的十八大报告中首次提出建设“海洋强国”的国家战略目标；2015年8月国务院发布《全国海洋主体功能区划》⁴的通知，旨在提高海洋资源开发能力，发展海洋经济，保护海洋生态环境，维护我国在世界范围上的海洋权益。

《全国海洋主体功能区规划》主要针对内水和领海、专属经济区和大陆架及其他管辖海域等的不同特点，根据不同海域资源环境承载能力、现有开发强度和发展潜力，合理确定不同海域主体功能，科学谋划海洋开发，调整开发内容，规范开发秩序，提高开发能力和效率，着力推动海洋开发方式向循环利用型转变，实现可持续开发利用，构建陆海协调、人海和谐的海洋空间开发格局。《全国海洋主体功能区规划》的主要目标是：海洋空间利用格局清晰合理、海洋空间利用效率提高、海洋可持续发展能力提升。提出财税政策、投资政策、产业政策、海域政策、环境政策等方面的政策保障措施。

因此，借鉴世界海洋大国的海洋规划目标及具体实施策略，为我国在海洋主体功能区划方面的研究提供参考，有助于完善我国海洋的整体战略规划。在此对我国海洋建设提出以下建议：

(1) 加强国家海洋安全建设。增强利用数据门户更好的服务国防，并积极构建国家安全层面的数据门户；增强海洋风险灾害的预测预警机制，降低海洋灾害风险，建立海洋航运安全系统，积极应对海洋环境相关的其他事件比如水域漏油事件等。

(2) 加强海洋资源保护和管理。主要有文化资源、海洋能源及生

⁴ 国务院印发《全国海洋主体功能区规划》（全文）. <http://news.sina.com.cn/o/2015-08-20/doc-ixhehqr6104966.shtml>.

态健康与生态恢复，尤其是加强对海洋物种栖息地建设，保护海洋生物之间的关系，提升海洋生态系统的自我恢复能力。建立海洋综合管理工作机构和高层海洋工作协调机制，保证海洋经济发展与国家经济、社会环境的协调发展。

(3) 加强信息共享、跨区域间的合作，注重公民及利益相关者的参与性，增强利用工具信息的能力。强化各级政府和各涉海部门对海洋政策的贯彻执行，明确各级政府和各涉海部门的责任，建立权利与义务对等的机制。

(吴秀平 王金平)

基础前沿

英国报告显示中国量子科学技术产出居世界第二

2016年11月3日，英国政府科学办公室（GO-Science）发布《量子时代：技术机遇》评述报告⁵，讨论了英国如何才能从量子技术的研究、开发和商业化活动中获得最佳收益。报告指出，英国量子技术的未来发展将主要集中在5个方向的应用及其商业化，包括授时、量子成像、量子传感与测量、量子计算与量子模拟，以及量子通信。此外，在评述英国量子技术发展具有的优势时，报告引用的数据显示出中国对量子技术的投入位居世界第三，科学技术产出位居世界第二。

1、中国量子科学技术产出位居世界第二

报告指出，目前有21个国家和地区对量子技术进行积极的投资，其中，欧盟的年度投入最高，为5.5亿欧元（这一预算是将所有欧盟国家预算累加而得到），随后是美国，年度投入为3.6亿欧元，中国位居第三，年度投入为2.2亿欧元。

⁵ The quantum age: technological opportunities. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/564946/gs-16-18-quantum-technologies-report.pdf

报告对主要国家量子科学技术的投入、论文和专利情况进行了排名比较，以揭示英国拥有强大的学术和研究基础，以及大量世界级的公司，从而能将早期原型的量子技术商业化。在这一排名中（表 1），中国的投入位列第二，论文产出位列第一，专利申请位列第二，总排名世界第二。

表 1 世界主要国家对量子技术的投入和产出排名

国家	年度预算/亿欧元	投入排名	论文产出排名	专利申请排名	总排名
美国	3.6	1	2	1	1
中国	2.2	2	1	2	2
德国	1.2	3	3	6	3
英国	1.05	4	4	4	3
日本	0.63	8	5	3	5
加拿大	1.0	5	6	5	5
澳大利亚	0.75	6	11	7	7
法国	0.52	9	8	10	8
意大利	0.36	11	9	12	9
韩国	0.13	17	10	8	10

2、英国量子技术未来的发展聚焦于 5 个方向

报告指出，英国量子技术的优势领域包括授时、量子成像、量子传感与测量、量子计算与量子模拟，以及量子通信等 5 个方向。此外，量子技术相关的业务和服务，将影响众多行业，如医疗保健、国防、航天航空、运输、土木工程、电信、金融和信息技术。

（1）授时。量子钟将比原子钟精确几个数量级，在金融、运输、电信和能源等行业有广泛的应用前景；可作为防止全球导航卫星系统（GNSS）无效或丢失的授时备份；可更好地确保金融市场中交易的时间戳和可追溯性，从而有助于防止金融诈骗。因此，报告建议英国应审查依赖于 GNSS 授时信号的关键性服务，通过量子技术减轻其使用风险；应建立基于量子技术的 GNSS 计时基础设施和标准，并适时支持英国标准成为国际统一标准；应建设全光纤网络和技术演示实验平台，以将量

子技术示范项目推广到全英国。

(2) 量子成像。基于量子技术的照相机可以获得完整的 3D 图像，甚至可以识别不在视野范围内的正在接近的物体，因此量子成像可用于无人驾驶汽车、医疗保健、国防、安全、运输和制造等领域。到 2020 年，诊断成像的全球市场将达 334 亿美元，3D 成像的市场为 166 亿美元，热成像的市场为 112 亿美元。

(3) 量子传感与测量。量子传感器比现有的技术具有更高的灵敏度、精度和速度，特别是对重力和磁场的感应，因此可用于检测地下特征，探索自然资源，识别沉陷和滑坡等危险，筛查痴呆症等疾病，早期检测癌症和心脏病等。报告建议政府和行业监管不应该对量子技术的使用、部署和商业化造成障碍，试验平台的建设和路线图的制定应被视为政府制定的规划的一部分。

(4) 量子计算与量子模拟。量子计算机能解决常规计算机无法解决的问题：大数因式分解和海量非结构化数据的搜索。大数因式分解对金融、国防等领域有重大的安全应用，非结构化数据的搜索则为数据分析和基础科学带来新的机遇。量子计算机还能模拟高度复杂的物理系统，如新材料、化学相互作用和药物的影响等。此外，开发量子算法解决新挑战也很重要。报告建议英国国家量子技术计划应与图灵研究所、Heilbron 数学研究所及更广泛的学术界合作来确定一系列可为政府带来重要收益的挑战，包括与机器学习、人工智能、药物研究和新材料研究等领域相关的算法研究。

(5) 量子通信。量子通信将为传输敏感数据提供非常高的安全性，还可用于在大规模量子计算机中传输信息。量子密钥分配 (QKD) 和后量子密码学 (PQC) 是取代现有密码系统的有潜力的技术。报告建议应资助英国量子通信和密码学的研究组之间的协同工作，致力于 QKD

和 PQC 的技术研发，以及对数字签名等技术的推广应用；应使用现实环境中的真实数据和量子通信中心的设施支持 QKD 的试点试验；英国国家物理实验室、国家网络安全中心和学术界应形成合作伙伴关系，进行一致性测试和颁发认可证书。

（黄龙光 李宏）

美国研讨页岩气革命带来的催化发展挑战和机遇

2016年11月，美国国家科学院发布报告《碳氢原料供应结构正在变革——催化面临的挑战和机遇》⁶。该报告是对3月份举行的一场专题研讨会的书面总结。为期两天的研讨会围绕页岩气革命导致美国化工原料向天然气倾斜的趋势，讨论了新形势下催化面临的挑战，指出了催化新的发展机遇。研讨会邀请了来自学术界、产业界、政府机构、国家实验室、专业学会等方面的近百人参加。

一、页岩气革命带来成本优势

页岩气革命使美国化工业获得了成本优势。截至2014年12月31日，美国已探明的天然气和天然气凝析液储量约为11万亿立方米，几乎是十年前的两倍。与此同时，产量在过去十年间迅猛增长，并将继续保持增长势头。受此影响，美国化工业的生产成本已经从世界最高（2005年）降至仅略高于中东地区（2015年）。成本优势带来了行业复兴。化工业投资从十年前的10多亿美元投资海外建厂、国内没有项目建设，转为截至2015年9月已有1530亿美元、246个项目宣布投资美国。未来十年，塑料制造业预计将增加46.2万个工作岗位，增幅超过20%。

二、原料结构变化带来催化挑战

页岩气革命改变了美国化工业的原料供应结构，从以原油中的石脑

⁶ The Changing Landscape of Hydrocarbon Feedstocks for Chemical Production: Implications for Catalysis: Proceedings of a Workshop. <https://www.nap.edu/catalog/23555/the-changing-landscape-of-hydrocarbon-feedstocks-for-chemical-production-implications>

油为主正在转向以天然气（主要成分为甲烷）和天然气凝析液（主要成分为乙烷、丙烷和丁烷）为主。这种改变有利有弊。好处是有了充足的低成本甲烷、乙烷等原料。弊端首先是乙烷裂解的产物不如石脑油的丰富，例如没有苯、甲苯等芳环化合物。其次，丙烯、丁二烯等（副）产物的产量也低于石脑油裂解法。再次，一些化学品，例如环戊二烯，只有采用石脑油裂解法生产才是经济可行的。因此，原料供应结构的变化一方面降低了乙烯的生产成本、提高了利润，另一方面造成了丙烯、丁二烯、苯等重要化工中间体价格的上涨。

在这种形势下，为了充分发挥成本优势并追求利益最大化，催化科技面临着将天然气和天然气凝析液直接转化为高附加值化学品并且低碳排放的挑战。具体来说，在原料一侧，是甲烷、乙烷、丙烷等低碳烃类的催化转化；在产物一侧，是乙烯以及前述重要化工中间体的催化合成。例如，利用天然气凝析液中丰富的丙烷催化脱氢生产丙烯。

三、催化面临的发展机遇

1、全局性的机遇

（1）动力学研究、光谱学研究和理论研究合力推动基础研究的深入，从而提高在原子和分子层面对催化过程的理解，指导发展耐工业反应条件的具有精细性能的催化剂。

（2）发展先进的分析能力，实现催化剂进行原位、高时空分辨率的结构和化学表征。

（3）提高催化剂的选择性，减少副产物产生，进而降低后续分离所需的能耗和成本。

（4）加强材料学家、化学家、反应工程师之间的联系与合作，加速研发能耐受实际工业反应条件的高选择性催化剂。

（5）国家适当支持创新的、高风险的催化转化路线研究，可能带

来变革性发现和技术。

(6) 为实现低碳世界，在将天然气催化转化为高价值化学品的同时，减少温室气体排放。

2、针对低碳烃类原料的机遇

(1) 深入理解天然气转化为化工中间体（特别是C4烯烃、二烯烃以及芳环化合物）的反应机理。

(2) 研发用于烷烃氧化反应的新型氧化剂以替代氧气，要求氧化剂易于通过氧气（最好是空气）制备。研发节约成本的氧气利用过程。

(3) 深入理解化学链燃烧技术，指导研发新的催化剂和反应器以提高甲烷利用效率。

(4) 探索甲烷的生物转化路线。

(5) 利用代谢工程提高微生物转化甲烷为化学品的产率，并且实现零二氧化碳排放。

(6) 研究能够耦合生物催化和电催化的转化过程，将甲烷转化为化学品的同时没有二氧化碳或水的产生。

(7) 研究单活性中心催化剂，实现从甲烷到甲醇的连续转化。

(8) 研究利用金属有机框架化合物进行产物分离，节能并降低成本。

(边文越)

欧盟启动 APPLICATE 项目提升极地天气和气候预测能力

2016年11月14日，欧盟正式启动“极地地区先进预测：模拟、观测系统设计和北极气候变化联系”（APPLICATE）项目⁷，旨在提升天气和气候预测水平，应对快速变化的北极气候。该项目由欧盟“地平线2020”研究和创新项目资助800万欧元，将历时4年，涉及9个国家（比

⁷ Advanced Prediction in Polar regions and beyond: Modelling, observing system design and Linkages associated with ArctiC ClimATE change. http://cordis.europa.eu/project/rcn/206025_en.html

利时、法国、德国、冰岛、挪威、俄罗斯、西班牙、瑞典和英国) 的 16 个机构。

北极的快速变化使得对可信的天气和气候预测的需求增加。为了加强预测能力以应对挑战，APPLICATE 项目提出以下主要目标。

(1) 建立一个综合框架，利用观测资料约束模式，并利用先进的指标和诊断工具评估天气和气候模型。这一框架将被用来评估现有模型的性能和项目进展。

(2) 做出重大的天气和气候模型改进，关注天气和气候预测中发挥重要作用的方向，包括：大气边界层、海冰、积雪、大气-海冰-海洋耦合、海洋输送。

(3) 设计未来北极观测系统和提升模型初始化技术，增强天气和气候模型的预测能力。北极气候变化通过大气和海洋相互作用对北半球天气和气候产生的影响，将通过一系列耦合或者非耦合的海洋和大气模式数值试验进行研究。

(4) 加强用户参与和传播活动，利用通信和传播新方法实现用户的前瞻性参与，通过业务系统中心的直接参与实现知识转移，与青年极地科学家联盟 (APECS) 合作进行开发和教育。 (刘燕飞)

NCAR 向美国政府建议大气、地球和相关科学的优先领域

2016 年 11 月 15 日，美国国家大气研究中心 (NCAR) 向第 45 任美国总统政府和第 115 届国会提交白皮书⁸，指出未来大气、地球和相关科学联邦资助的优先研究和教育领域，强调地球系统预测的重要价值。该白皮书重点关注天气、水资源、气候、空气质量、空间天气和教育 6

⁸ Recommended Research and Education Priorities for the Federal Investment in the Academic Atmospheric, Earth, and Related Sciences. https://president.ucar.edu/sites/default/files/files/attachments/2016-11-14/UCAR_White_Paper_Next_Administration_Congress_0.pdf

个领域投资的挑战和重要性。

1、天气

(1) 增强数值天气预报业务和地球观测能力。支持美国大学大气研究联盟（UCAR）增进对综合的地球系统科学的基本理解，提升地球系统模式对局地、区域、全国和全球范围内天气条件的模拟能力，并在未来天气和气候研究活动的设计和执行过程中集成社会科学。

(2) 美国国家科学基金会（NSF）及其他联邦机构应当支持提升天气预报质量的基础研究和培训，包括物理、化学、地球高层和底层大气、空间环境、天气过程和气候变化、大气气体和气溶胶的全球循环。

2、水资源

水资源研究包括两个重点：一是增进对天气和气候模式水循环的理解，减少模式不确定性；二是研究气候变化对水资源系统的影响，确定水资源管理的潜在效果。

(1) 提升模式更及时和精细的洪水预报能力。水资源管理和规划者需要改进积雪和径流预报，提供更多关于春季径流、洪水和市政供水系统的信息。

(2) 通过供水技术、管理工具和系统分析的创新，改进城市供水系统。包括以下城市水资源管理行动：开发决策支撑工具，保证城市区域用水的恢复力和可持续性；促进城市水资源供应政策组合多样化，推动共享水资源的虚拟交易；支撑水资源再利用和雨水补给系统的综合管理。

3、气候

研究推进对地球系统中物理、化学、生物和社会因素之间相互作用的理解，增强自然和人类的脆弱性和恢复力，有效地对全球变化做出响应。关注全球气候变化领域呈现出的关键问题：气候变化及人为贡献；气候变化的社会后果；气候变化风险管理的政策选择。

4、空气质量

改进污染物追踪，开发提前一天的空气质量精细预报。从局地到城市尺度、从区域到大陆尺度、从半球到全球尺度描述空气质量和暴露度，并且建立空气模式工具和其他综合模式系统的联系。

5、空间天气

增进对太阳-地球联系的理解，有效应对空间天气事件。通过加强对空间天气的基本了解，提升空间天气观测和预测的准确性、可靠性和及时性。通过基础科学研究和观测提升空间天气产品和服务质量。空间天气业务中心通过科学和技术发展和转型提升预报能力。

6、教育和培训

设定全国科学、技术、工程和数学（STEM）体系的教育目标：吸引与培养地球科学领域新一代 STEM 专业人士；建立有力的研究研究和评估团队；增强全民技术、科学和定量分析能力；扩大不同领域学科、地理区域、研究机构和个人的参与，填补 STEM 各领域的差距。

（刘燕飞）

国际耦合模式比较计划确定第六阶段结构及科学焦点

2016年11月9日，世界气候研究计划（WCRP）确定国际耦合模式比较计划第六阶段（CMIP6）的设计与组织，并指出未来的科学焦点。《地球科学模式发展》发布特刊⁹介绍了相关成果。

国际耦合模式比较计划（CMIP）是一项关注全球海-气耦合大气环流模式的比较计划，由世界气候研究计划1995年推动制定。该计划通过比较模式的模拟能力来评价模式的好坏，促进气候模式的发展，同时也为生态、水文、社会经济等学科在全球变化背景下预估未来环境变化

⁹ Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) Experimental Design and Organization. http://www.geosci-model-dev.net/special_issue590.html

提供可靠的科学依据。目前该计划发展到第五阶段（CMIP5），已大体上完成。经新的设计与组织，即将进入第六阶段。

1、CMIP6 的科学焦点

CMIP6 沿用 WCRP 的七大科学挑战作为科学背景：①增进关于云对普遍的大气环流和气候敏感性的作用的理解；②评估冰冻圈对气候变暖的响应及其全球效应；③理解影响陆地可用水资源的因素；④评估气候极端事件的控制因素、变化规律和未来趋势；⑤理解和预测区域海平面变化及其对沿海地区的影响；⑥提升短期气候预测水平；⑦确定生物地球化学循环与反馈影响温室气体浓度和气候变化的机理。

除此之外，CMIP6 将解决 3 个广泛的科学问题：①地球系统如何响应强迫？②系统模型偏差的起源和结果是什么？③如何根据气候变化情景中的气候变率、可预测性和不确定性来评估未来的气候变化？

2、CMIP6 的设计与组织

经过长期而广泛的讨论，CMIP 工作组确定出一个更多机构参与的新结构，包括 3 个主要因素：

(1) 若干通用试验，包括“气候诊断、评估和描述”试验（DECK）和 1850 年至今的 CMIP 历史模拟，用来保持连续性和记录 CMIP 不同阶段模式的基本特征。

(2) 通用的标准、协调、设施和记录，促进模式输出结果分散化和集合模式的特征描述。

(3) 一系列解决具体问题的模式比较计划（MIPs），将建立在 DECK 和 CMIP 历史模拟的基础上，填补 CMIP 先前阶段的科学缺口。DECK、CMIP 历史模拟与 CMIP 数据标准共同成为模式加入 CMIP 计划的必要条件。

（刘燕飞）

能源与资源环境

欧盟提出清洁能源研究创新四大优先资助方向

2016年11月30日，欧盟委员会在战略能源技术计划（SET-Plan）框架下发布了《加速清洁能源创新》报告¹⁰，以加强欧盟成员国、学术界和产业界的合作，加速清洁能源技术的研发创新，保持和强化欧盟清洁能源技术的全球领导地位。为此，报告明确提出了欧盟地平线 2020 计划在 2018-2020 年超过 20 亿欧元的能源领域研发资金将优先资助 4 个相互关联的方向，具体内容如下：

1、建筑脱碳化。欧盟现有的建筑总面积约 250 亿平方米，建筑能耗占到欧盟总能耗的 40%，远高于其他行业的能耗。因此，降低建筑能耗是欧盟能源低碳转型的一项重要举措。尽管欧盟拥有全球领先的低碳建筑技术，但欧盟仍将强化低碳建筑的建造技术和设计方案研究和创新，以进一步推进建筑低碳化，以在 2050 年实现建筑近零排放甚至将建筑转变为能源的生产单位和储能设施，构建新能源建筑一体化。

2、下一代可再生能源技术和系统集成。强化系统集成和开发新一代可再生能源技术，不仅推动可再生能源发展成为主导能源和主要电力来源，也能够促使碳密集型行业发生深刻变革，如交通领域可以利用可再生能源电力、先进生物燃料和以二氧化碳和其他温室气体为原料的合成燃料等。欧盟将给予专门研究和创新的支持，同时强化产学研紧密合作，以维持欧盟可再生能源技术的全球领先地位。

3、开发经济合理的综合性储能方案。欧盟将加速开发更加经济的综合性储能设备（包括化学、电化学、电气、机械和热储能），以将其集成到能源系统，解决可再生能源高比例并网问题，确保欧盟顺利过渡

¹⁰ Accelerating Clean Energy Innovation. http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1_en_act_part1_v6_0.pdf

到低碳能源系统。

4、电动汽车和智能化城市交通系统。加速开发和部署基于先进电池技术和新动力系统的下一代电动汽车，创新的充电基础设施和相关商业和服务模式，以及功能更加全面的基于全新数字技术的综合城市交通系统和欧洲全球卫星导航系统，以提高能源效率，推进低碳交通系统的构建。 (郭楷模)

美国 DOE 资助新技术研发推进实现太阳能计划 2030 年目标

2016 年 11 月 14 日，美国能源部（DOE）宣布在“太阳能计划”（Sunshot）框架下资助 6500 万美元开展太阳能光伏研发创新项目¹¹，旨在进一步提高太阳电池效率，以实现到 2030 年将公用事业规模、商业和住宅规模太阳能光伏平准化发电成本依次降至 3 美分/千瓦时、4 美分/千瓦时和 5 美分/千瓦时，这一目标比 Sunshot 计划原定 2020 年的目标进一步降低了 50%，体现了美国加速推进太阳能光伏更广泛应用部署的决心。

1、新型光伏器件模块和系统设计及开发

资助金额为 2500 万美元，旨在促进太阳能光伏系统的快速部署和集成互联，主要包括：

(1) 太阳能小型创新项目（SIPS）：将关注全新的、具有潜在颠覆性影响、高风险的太阳能光伏技术研究领域，以识别其中最具有前景的新兴光伏技术，为进一步光伏技术研发创新奠定基础。

(2) 太阳能光伏模块的设计、制造和表征：开发全新的光伏模块制造技术，以大幅改善光伏模块的性能、能量输出、可制造性和可靠性；通过采用全新的光伏模块表征、诊断和模拟工具，以进一步深入了解光

¹¹ Energy Department Announces More than 90% Achievement of 2020 SunShot Goal, Sets Sights on 2030 Affordability Targets. <http://energy.gov/eere/articles/energy-department-announces-more-90-achievement-2020-sunshot-goal-sets-sights-2030>

伏模块和系统的工作机理，从而为设计和开发高性能的光伏器件提供重要的理论指导。

(3) 太阳能光伏系统的快速部署：针对现有的光伏系统结构和互联技术局限性，开发全新的软硬件解决方案，以加速太阳能光伏系统的许可、审查和互联流程，促进太阳能光伏系统的快速部署。

2、太阳能全价值链的创新

资助金额为 3000 万美元，涵盖了硬件（如太阳能技术、太阳能光伏模块制造技术等）和软件（如商业模式、太阳能并网集成等）的解决方案，进一步降低成本，克服潜在的技术、市场和制度障碍，加速太阳能技术和产品的商业化。

(1) 硬件解决方案：加速太阳能关键组件的概念到早期原型功能产品的转化过程；加速早期原型产品到实验室制造、商业化原型产品的转化过程；开发和示范创新的制造技术、工艺或设备，以获得最佳的成本优势。

(2) 软件解决方案：加快原型概念（如电网集成、监测方案；太阳能制造和运维的监测方法等）或商业计划向内部测试版本和早期客户试验产品的转变；通过软件公共测试版，向用户收集意见和建议，最后完善并发行正式版软件。

3、全新的太阳能辐照度和功率预测模型开发

资助金额为 1000 万美元，让电力运营商能够将该预测模型与能量管理系统结合起来，实现更好地管理并入电网的波动性太阳能，以确保整个电网的灵活性和可靠性

(1) 开放全新的高精度太阳能辐照和功率预测模型，提高其预测的空间分辨率（1 千米范围以内）和时间分辨率（72 小时以内），减少预测误差，尤其是多云天气。

(2) 开发一个集成太阳能预测工具和能量管理系统的解决方案，以更好地管理并入了波动性太阳能的电网。

(3) 为太阳能辐照和功率预测模型开发一个测试框架，包含各种详细的测试规则和指标，以便产业界和学术界更好评估上述开发的预测模型。 (郭楷模)

美国 ARPA-E 资助研发高能效互联自动驾驶汽车技术

2016 年 11 月 2 日，美国能源部先进能源研究计划署 (ARPA-E) 宣布在“新一代高能效互联自动驾驶汽车技术”(NEXTCAR) 主题研究计划下资助 3200 万美元用于 10 个研发创新项目¹²，旨在充分利用基于云平台、大数据的互联和自动驾驶技术，包括智能传感器、智能巡航控制和车速自动控制系统等，以提高互联自动驾驶车辆实时识别路况和应急反应能力，实时选择最佳行车路线和巡航车速，实现将车辆能效降低 20% 的目标。此次资助的项目概况参见表 1。

表 1 新一代高能效互联自动驾驶汽车技术主题计划资助项目概况

项目承担机构	研究内容	金额/百万美元
通用汽车公司	车辆动力学和动力总成控制 (VD&PT)，为传统内燃机汽车开发全新、具备实时路况预测功能的 VD&PT 技术，用于 4 个领域：自动泊车、自动启停、选择最佳行车路线、自适应巡航，以实现实时路况的全面分析和未来路况的精准预测和，准确控制行车速度	4.2
密歇根理工大学	用于轻量化插电式电动汽车 VD&PT 的互联无人驾驶控制技术，开发一个移动互联云计算中心，以及一个基于 VD&PT 模型预测控制器 (MPC)，具备实时车联网 (V2X) 数据分析、互联自动驾驶交通建模、车速预测和环保路线功能，从而使安装 MPC 的插电式电动汽车可实时获得更多关于交通和周边环境的信息，实现自适应的巡航以及选择最佳的行车路线，减少堵塞，提高行车效率实现节能	2.8
橡树岭	改善车辆与基础设施 (车辆云平台) 的互联，利用车辆和道路基础设施之	3.4

¹² Department of Energy Announces 10 New Projects to Improve Connected and Automated Vehicle Efficiency. <http://www.energy.gov/articles/department-energy-announces-10-new-projects-improve-connected-and-automated-vehicle>

美国 ARPA-E 资助研发高效互联自动驾驶汽车技术

国家实验室	间的网络通信 (V2I) 技术, 开发控制技术实现对行车车辆和动力总成控制系统的同步优化, 将该控制技术置于 PHEVs 上以实现一系列功能, 包括: 计算最优路线避开交通拥堵、保护车辆和行人之间的距离减少交通事故、以及消除其他影响交通情况的事件; 基于周边道路交通状况实现加速和减速优化; 以及实现车载动力系统的效率优化	
俄亥俄州立大学	开发变革性点火技术改善车辆能效 , 利用新型点火和空气管理控制技术开发变革性 VD&PT 解决方案, 包括一个独特的发动机控制和硬件组合, 能够使节油缸选择性失活, 同时新型动力总成控制系统还能通过利用互联网通信实现二级自动化驾驶, 从而实现汽车能效的显著提高。搭载该新型控制技术的车辆示范工作将借助哥伦布市的智能城市基础设施开展	5
宾夕法尼亚州立大学	改善车辆与车辆的互联, 以及车辆和基础设施的互联 , 开发一个综合 VD&PT 系统, 即采用车辆与车辆 (V2V) 和车辆与道路基础设施 (V2I) 通信技术来预测交通堵塞和发出提示信号; 开发技术以协调行驶的卡车之间的距离和速度; 优化行车路线和行驶速度; 优化车辆动力系统, 包括: 发动机启/停、汽缸钝化、动力传动系统接触、脱离和换挡; 以提高重型柴油卡车的能效	3
普渡大学	为 8 级卡车开发新一代动力控制系统 , 采用各种技术方案来改善重型柴油卡车 (8 级) 性能, 包括: 动力总成优化; 利用预见性信息实现对排气后处理系统的高效维护; 基于云计算的远程发动机和变速器校准、以及发动机和传动控制。同时, 采用模拟和实际测试相结合的方法对各种技术方案进行评估和分段改进	5
加利福尼亚大学伯克利分校	将云平台、大数据与车辆 VD&PT 优化整合 , 基于预测和数据驱动方法, 开发一个创新的 VD&PT 控制系统, 优化 PHEVs 性能, 实现安全高效地通过交叉路口, 车速预测和调整, 环保路线和转弯。该系统还能够采集司机、目的地、交通条件、基础设施、道路等级和道路曲率等行车情况和周围环境的实时和历史数据来改善个人车辆运营效率	3.3
加利福尼亚大学河滨分校	为混合动力公交车 (天然气和电力混合) 设计、开发和测试一个全新的环保车辆动力总成系统 , 该系统将采用一系列新兴的车辆互联和自动化技术, 包括: 交叉路口交通信号灯预测技术、交叉路口自动刹车技术和自适应巡航等, 以优化公交车途经停车标志和公交车站时的泊车和重启动, 以减少反复起停带来的能耗, 从而提高公交车的能效。同时, 还将采用交通状况和道路等级预测系统, 基于对交通情况的实时分析和预测所产生的大量数据前提下, 通过管理内燃机输出、电机输出和电池负荷状态, 实现对公交车的动力系统的优化	2.8
密歇根大学	为互联自动驾驶车辆整合车辆功率和热管理技术 , 开发四个技术解决方案, 包括: 管理和优化推进功率和辅助热负荷; 互联自动驾驶电动汽车热预测管理; 通过预测未来的状况优化动力总成和排气后处理系统; 将动力总成和车辆热管理系统进行耦合集成。同时保证上述技术解决方案适用于内燃机动力汽车、混合动力、插电式混合动力和纯电动汽车动力系统	1.5
明尼苏	利用云平台改善车辆动力系统实时应急能力 , 利用双向车辆与云平台互联	1.4

达大学 技术(V2C)实时优化中型货运卡车的动力总成系统,以改善其能效。此外,还将通过优化电池负荷状态和发动机运行策略,以及结合智能环保路线,以进一步提高混合动力电动汽车的能效。采用云互联技术获取实时在途的车辆交通和天气信息,保证车辆能够定期下载最新、最有效的动力总成系统校准信息

(郭楷模)

芬兰科学家发布首个全球人为二氧化碳排放地图

2016年11月1日,《地球物理研究通讯》发表文章¹³称,来自芬兰气象研究所的科学家首次生成了全球人为二氧化碳(CO₂)排放地图。该地图基于美国国家航空航天局(NASA)的轨道碳观测卫星(OCO-2)数据,采取了新的数据处理技术,与已知的CO₂排放清单吻合度很好。

监测大气中日益增长的CO₂浓度需要准确的空间观测数据,轨道碳观测卫星OCO-2能够监测到小型的独立排放地区,如单独的城市,为绘制人为CO₂排放地图提供足够精确的数据。

科学家基于OCO-2数据,生成了首个全球人为CO₂排放地图,以美国东部、欧洲中部和东亚这三个高排放地区为中心。采取的新数据处理技术去除了CO₂季节变化、背景水平以及植物生长和休眠的影响,与NASA卫星监测数据相互验证后,确保该技术得到可信的结果。该地图上CO₂高浓度区和排放清单之间具有正相关性,结果证明了空间观测数据成为监测人为CO₂排放的有力工具。

(刘燕飞)

英国 NERC 投资促进环境科学研究与经济发展

2016年11月15日,英国自然环境研究理事会(NERC)发布消息称其将资助两个共约900万英镑的项目¹⁴,该资助将推动英国世界级的

¹³ Direct Space-Based Observations of Anthropogenic CO₂ Emission Areas from OCO-2. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2016GL070885/abstract>

¹⁴ NERC funds two projects worth £9m that will use research to boost UK local economies <http://www.nerc.ac.uk/press/releases/2016/48-economies/>

环境科学研究，解决国家未来将要面临的巨大环境挑战，同时也将助力英国经济和社会效益的增长。这两个项目由 NERC 的新计划——“环境科学影响计划”资助，旨在高效地、弹性地和可持续性地支持当地经济增长的行动或政策，促进区域经济的发展。

1、西南地区环境和经济繁荣合作项目（SWEEP）

SWEEP 项目将由埃克塞特大学牵头执行，NERC 将在未来 5 年项目执行期内共资助 400 万英镑，旨在通过解决西南地区的自然灾害问题以促进当地的经济发展。该项目组将联合专家和企业对西南中心区域和康沃尔郡地区开展可持续农业和渔业以及基础设施环境风险应对的科学研究，共同应对当地自然灾害所带来的挑战。该项目期望可以在西南地区建立以研究人员、大小型企业 and 政府机构为中心的一种新型联系网络，后期将与西南地区的学者、40 家大中小型企业及相关机构共同投资 1100 万英镑用于该地区环境与经济合作研究。

2、约克郡综合集水方案（Yorkshire iCASP）

iCASP 项目由利兹大学负责执行，NERC 将在项目执行期 5 年内共资助 470 万英镑，其目的是为约克郡地区创造价值 5000 万英镑的经济效益。该项目将开发世界领先的集水解决方案、改善水质的新方法和完善洪水预警系统，旨在降低水治理成本，改善土壤和林地的碳储存能力，降低干旱和洪水风险，提高约克郡地区的气候适应能力，同时促进产品的创新以增加就业岗位，另外将促进新的政策和治理程序的制定。该项目的合作伙伴包括中小企业（SMEs）、大型跨国公司（如奥雅纳公司和约克郡水务公司）、公共机构（如英格兰自然署和英国环境署）、决策机构、英国国家气象局以及一些慈善机构等。这些组织已经承诺对该项目捐赠 1300 万英镑的资金。

（牛艺博）

信息与制造

美国第三版机器人路线图关注八大技术领域

2016年11月7日，美国发布第三版机器人路线图《从互联网到机器人》¹⁵。该路线图由美国国家科学基金会、加州大学圣迭戈分校、俄勒冈州立大学和佐治亚理工学院资助，由来自美国多所高校的150余名研究人员共同起草完成，呼吁为自动驾驶汽车、无人机等新技术切实进入日常生活，出台更好的政策框架，建议加强人机交互研究，以开发智能机器助力老年人的起居生活，此外，路线图还主张推进科学、技术、工程和数学教育以及更灵活的机器人系统，以适应不断增长的定制化制造需求。

在对未来机器人的研究路线上，该路线图将机器人技术划分为八大领域：机械与致动装置、移动性与操控性、感知、形式化方法、学习与适应、控制与规划、人机交互、多智能体机器人等。各领域还包含了若干主要关注的主题。

(1) 机械与制动装置。关注主题包括：增材制造技术；以柔性材料为代表的新材料与构造范式；致动器设计、机械结构和控制的融合技术。

(2) 机器人的移动性和操控性。关注主题包括：基于生物运动启发的新型工具与方法；三维导航与控制技术；开放、动态和非结构性环境下的机器人自主控制。

(3) 机器人的感知。关注主题包括：更精确、更低廉、鲁棒性更高的视觉系统；触觉传感器；长周期感知算法；人类活动与意图高级感知算法；多感知模式综合集成算法。

(4) 形式化方法。关注主题包括：考虑不确定性和动态环境的闭

¹⁵ New U.S. Robotics Roadmap calls for regulation, research and education. http://jacobsschool.ucsd.edu/news/news_releases/release.sfe?id=2055

环系统的综合与验证；应对机器人失效时保障安全性的形式化方法；保证安全前提或面向安全性的学习方法；面向人机互动与合作的形式化方法。

(5) 机器学习与适应。关注主题包括：从人类示范中进行学习；强化型机器学习与深度学习。

(6) 运动控制与规划。关注主题包括：不确定情况下的任务与运动规划；约束环境下的控制与规划；针对复杂和特殊几何形状的抓握技术，以及用于操控可变形物体、非抓取性动作等的接触技术；动态环境下的规划与控制的可扩展性和不确定性问题；多智能体协调技术。

(7) 人机交互。关注主题包括：人-机器人交互界面设计；针对人类生理学与行为的感测感知技术，面向不同用户和行为变化的机器人适应技术；以机器人社交为目的的语言和非语言交互行为建模；以人-机器人协作为目的的机器人感知与自适应方法和模型；针对机器人通信媒介的自然界面设计；机器人长期交互问题；人机交互安全规范设计指南。

(8) 多智能体机器人。关注主题包括：分布式控制与决策；集中/分散混合式信息交换机制；人-群体机器人交互模型构建；异构机器人网络；多机器人系统中的通信和感测。 (姜山)

美国 NSF 发布“第二版国家机器人计划”项目招标

继美国于 2011 年启动的“国家机器人计划”(NRI)后，美国国家科学基金会(NSF)于 2016 年 11 月发布了“第二版国家机器人计划”(NRI-2.0)项目招标¹⁶，旨在实现泛在协作机器人的愿景，使机器人如同现有的汽车、计算机和手机一样成为常见之物。除 NSF 外，参与该 NRI-2.0 计划的其他联邦机构还包括：美国农业部、能源部和国防部。

NRI-2.0 项目将以基础科学、方法、技术和集成系统等为研究重点，

¹⁶ National Robotics Initiative 2.0: Ubiquitous Collaborative Robots (NRI-2.0). <https://www.nsf.gov/pubs/2017/nsf17518/nsf17518.htm>

拓展 NRI 协作机器人概念，从规模和类型两方面促进协作式交互。一项创新的考虑是：协作机器人团队，即若干协作式机器人与若干人员合作。协作机器人团队将不仅通过数据传输、还可通过物理和情感渠道来促进通信。此外，还应能容易地实现机器人定制化和个性化。硬件与软件都应使机器人适用于各种任务、各种场景以及各类人群。最后，泛在协作机器人还可能将一些社会、经济、伦理和法律问题引至风口浪尖。该项目鼓励针对机器人对人类工作、社会组织、生活与工作质量等方面社会与经济影响的基础研究。

NRI-2.0 项目的主要研究主题包括如下 6 个方面。

(1) 协作。实现机器人与其他多智能体之间的有效合作与协调；使机器人系统以分布式方式理解、行动、计划和学习；使机器人能从直接经验、人群、其他机器人和数字化媒体中有效地学习；使机器人能向其他多智能体发出通知和指令。

(2) 交互。实现与新手用户的自然交互，包括利用语言和肢体沟通等；实现与专家的有效交互，包括通过远程操作等；使机器人能可靠地识别和预测他人的行为和活动；研究机器人的社交智能，包括利用情感模型、观点采纳和共同注意力等；研究与泛在协作机器人相关的信任问题。

(3) 可扩展性。研究可简易化定制的机器人，用于各种场景、各类任务；研究可简易实现的个性化机器人，用于与各类人群的交互；研究可组合的硬件或软件，支持开发泛在协作机器人；研究方法以管理机器人产生/处理的数据，尤其是智能体之间的共享数据；研究硬件和软件方法，以数量级方式大幅地提升非故障平均时长。

(4) 物理体现。研究用于促进泛在交互和协作机器人内在安全的设计与材料，如柔性机器人；促进物理合作，包括对等网络、合作操控

和人类机能增强等；研究物理信息收集、传感模态、合作与分布式感知等；研究交替的人机通信模态（包括声音、姿势、视觉、行动、触觉等），增强团队成员之间的合作。

（5）降低准入门槛。研究用于机器人的创新编程语言/范式；针对软件、硬件与系统，开发健壮的、易于使用的基础设施；开发相关技术以促进打造可共享的物理试验床，使现有试验床更易于被社区公众使用；开发可共享的资源，如软件和数据。

（6）社会影响。研究泛在协作机器人对社会与经济平等性的影响；研究所需的经济与管理政策；研究泛在协作机器人相关的伦理和法律问题；研究与团队整合、合作伙伴、人机协作培训等相关的问题；在教育领域，创新地使用协作机器人。

NRI-2.0 项目包括基础（FND）项目和综合（INT）项目两大类。FND 项目关注具体技术的研究，研发周期最长为 3 年，总资助额度为 35 至 75 万美元。INT 项目重点开发完整的协作机器人系统，研发周期最长为 4 年，总资助额度为 50 至 150 万美元。 （田倩飞）

欧盟铁路系统研发项目发布 2017 工作计划

2016 年 11 月 9 日，欧盟铁路系统研发项目 Shift2Rail 发布了 2017 年度工作计划，列出了 2017 年将推动的研究和创新领域（表 1）及预算经费情况¹⁷。2017 年预计总投入达到 1.13 亿欧元，将采用三种方式对铁路交通的研究与开发进行资助：①面向 Shift2Rail 会员启动竞争性研究和创新活动项目征集，投入金额为 9290 万欧元（需项目申请方匹配 4130 万欧元）；②面向非 Shift2Rail 会员的开放性研究和创新活动项目征集，投入金额为 1950 万欧元（100%资助）；③排除 Shift2Rail 部分（其

¹⁷ Shift2Rail Joint Undertaking (S2R JU) Annual Work Plan 2017 & Budget Figures. http://shift2rail.org/wp-content/uploads/2013/07/h2020-wp17-shift2rail_en.pdf

他) 会员的开放式公开招标, 投入金额为 70 万欧元。

表 1 2017 年 Shift2Rail 研发优先领域

研究主题	优先研究领域
高成本效益的可靠列车	牵引系统、列车控制及检测系统、车体外壳、走行部、制动系统、智能门禁系统和列车内饰等
先进交通管理和控制系统	智能自动防故障和定位系统、先进交通管理、自动化、移动闭塞和列车集成、智能化采购及测试、虚拟匹配及网络安全等
可靠且高成本效益的大容量基础设施	开关及路口控制、创新性列车设计及材料、高成本效益的隧道及桥梁解决方案、智能化系统维护、能源效率以及新型车站设计等
铁路服务信息技术解决方案	技术框架、顾客体验应用、多式联运服务等
可持续且具有吸引力的欧洲铁路货运技术	执行战略及商业分析; 铁路货运的电气化、制动及远程信息处理; 接入及运营; 列车设计; 新型终端、枢纽、编组站及旁轨; 新型货运列车动力理论; 危险货物的铁路运输; 自主化铁路货运系统长期战略等
交叉主题及举措	长期需求及社会经济研究; 智能材料及工艺; 系统集成、安全及互操作性; 能源及可持续性; 人力资本等

(黄健)

澳先进制造路线图确立五大优先技术及行动措施

2016 年 11 月 28 日, 澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO) 发布了澳大利亚国家先进制造路线图, 希望利用科学和工程技能、装备以及外国资金、技术, 帮助澳大利亚制造业赢得国际竞争力, 推动从重工业向基于先进、可持续工艺的高技术产业转型¹⁸。

路线图首先分析了全球制造业的发展趋势, 指出全球制造业可持续化、批量定制化、供应链透明化、服务拓展、智能与互联等五大发展趋势。随后对澳大利亚制造业现状的分析指出, 在教育及研究技能、质量和标准、方便进入亚洲市场、对新事物的开放性态度、中小企业、政治经济稳定性、自然资源、知识产权保护制度等领域占有优势, 同时在劳动力成本、碎片化的国家制造业议程、国家地理位置、市场规模、面对

¹⁸ CSIRO has revealed its blueprint for how Australian manufacturers can survive and prosper in an uncertain future. <http://www.csiro.au/en/News/News-releases/2016/Mapping-a-manufacturing-future>

风险的态度、商业化、劳动力培训和开发、数字化基础设施、公众对制造业的认知、领导企业的数量和质量等方面处于劣势。指出未来澳大利亚制造业的机遇存在于高价值定制化解决方案、可持续制造以及制造业服务拓展等领域。路线图列出了以下五大优先发展方向：

（1）传感器及数据分析：目前主要应用于生产过程中，未来将扩展到整个价值链，包括预测性维护、物流跟踪、质量控制以及服务等；

（2）先进材料：目前主要用于提升产品外观及属性，未来新材料将集成到早期设计阶段，为产品提供各种新型属性，包括生物相容性、生物降解性、能量效率和自我修复性等；

（3）智能机器人和自动化：目前主要用于替代工人解决复杂、高精度、高重复性和危险工作，未来辅助型机器人将与人类协调合作，拥有更强的传感、意识和决策能力，使其拥有更强的自主性和自学习能力；

（4）增材制造：目前主要用于产品生产具有小批量、定制化、结构复杂、高价值等特点，但成本较高，未来成本的下降将加速增材制造的应用和推广，并带来全新的商业模式，包括用户导向的设计过程以及力求消除一切浪费和不断提高生产率的准时制生产等；

（5）增强现实及虚拟现实：目前主要用于电子游戏和消费电子产品，在制造业板块应用较少，未来将在制造业板块扩展应用范围，包括模拟在终端使用环境下对产品进行设计、在虚拟世界中优化机械设置、在复杂或危险任务中提供远程协助以及训练或指导工人等。

为了实现澳大利亚制造业转型的目标，路线图提出了以下 3 个方面的行动措施：

（1）全球价值链：企业可主动行动的措施包括通过授权、新的销售方法以及在产品初创阶段就瞄准全球价值链等方式在全球范围内提升能力；将数字系统对准全球领先的最佳经验，以提升澳大利亚与全球

伙伴的互操作性；在全球价值链上，促进富有经验的澳大利亚企业之间知识分享等。需要官产学联合行动的措施包括针对与企业协商，开发并执行更加恰当且实际的产业数据标准以解决互操作面临的障碍；在管辖权范围内和范围间，明确并执行简化、高效的标准化法规以及合规性协议；研究如何在全球不同市场推动使能技术的推广等。

(2) 技能、培训及劳动力：企业可主动行动的措施包括开发具有数字技术素养、领导与战略管理能力、用户接口及 STEM 技能的人才；通过人才开发计划促进技能人才的雇佣和开发，如毕业生培训计划、结构化的培训课程以及现场学习等方式；工作场所的多样性，特别是针对年轻人和女性等。需要官产学联合行动的措施包括在教育课程中更加紧密地集成理论和产业应用；为制造业提供更多创造性、高技能和跨学科就业岗位，改变公众对制造业的看法并吸引高技能人才；为雇佣人员的再培训以及研究人员开发定制化的培训课程等。

(3) 协作及文化：企业可主动行动的措施包括更多地使用联合投资模式，如中小企业资助池以及与研究机构联合投资；为云计算和协作性软件投资，以推动价值链上下沟通并快速适应需求变化；为研究人员提供商业实习机会，以提高知识共享等。需要官产学联合行动的措施包括降低企业获得先进制造技术研究设施的门槛，帮助其进行人员教育以及早期产品开发；通过政府采购鼓励企业联合投标；为具有商业、研究和/或教育功能的机构提供支持等。 (黄健)

生物与医药农业

美国发布《21世纪治愈法案》

2016年12月13日，美国总统奥巴马签署通过了具有里程碑意义的医疗创新政策法案《21世纪治愈法案》，该法案将在未来10年，为美国国

立健康研究院（NIH）和美国食品药品监督管理局（FDA）提供63亿美元的经费，以推动健康领域的基础研究、疗法开发和新疗法的临床转化，从而巩固美国在全球生物医药创新中的国际地位¹⁹。该法案的核心内容包括：

1、基础研究

为NIH提供48亿美元，以促进其三大科研计划的实施：精准医学计划将获得15亿美元，支持遗传、生活方式和环境变化等因素对疾病影响的研究；癌症“登月计划”将获得18亿美元；脑科学计划将获得16亿美元，促进对阿尔茨海默症等疾病的了解，加速诊断和治疗方法的开发。

2、疗法开发

基础研究发展迅速，但将这些科研成果转化为FDA批准的疗法仍然很困难，因此该法案将大力推动疗法的开发，主要领域包括：

（1）促进临床试验的现代化发展，开发临床试验相关安全性和有效性数据的收集和分析方法；

（2）在制定监管审查程序时，优先考虑患者利益；

（3）支持协作方式，开发更广泛的生物标记物，并开展质量鉴定和应用研究，以阐明疾病疗法的作用机制；

（4）在健康软件和移动医疗应用程序开发组合型产品、疫苗及再生医学疗法领域，提供更加清晰和一致的合理的监管规范；

（5）激励儿科药物和医疗方案的开发，允许FDA以更加灵活的方式审查突破性的药物器械；

（6）为FDA提供5亿美元，促进监管的现代化发展，并使FDA有能力招募最杰出科学家、医生和工程师。

3、新疗法临床转化

（1）如果新药和医疗器械不能应用于正确的患者，其开发即是无

¹⁹ 21st Century Cures Bill Released. <https://energycommerce.house.gov/news-center/press-releases/21st-century-cures-bill-released>

意义的，该法案将致力于通过电子健康记录系统与患者护理之间的充分协作，发挥学习型健康护理系统的优势，从而推进疗法的临床转化。

(2) 加强对提供健康护理服务者的教育，并为老年人提供获得最新医疗技术的渠道。 (王玥)

澳大利亚发布国家抗菌素耐药国家战略的实施计划

2015年6月，澳大利亚发布了首个国家抗菌素耐药国家战略2015-2019（以下简称战略）。该战略针对抗菌素耐药问题的沟通、教育和培训；抗菌药物管理；监测；感染预防和控制；国家研究计划；国际合作；地方、国家和国际管理等7个方面提出了明确目标。2016年11月10日，澳大利亚正式发布该战略的具体实施计划（以下简称实施计划），同时也宣布了将在2016/17年度预算中划拨940万澳元支持目前正在进行的抗菌素耐药性相关研究和教育工作²⁰。

在研发方面，实施计划提出的优先领域主要包括：

- (1) 开发新的抗菌药，应对多种药物抵抗的结核分支杆菌耐药菌株；
- (2) 研究常用的抗生素使危重病人产生抗生素耐药性的机制，以及在干扰肠道微生物群落方面的影响；
- (3) 研究靶向可传播耐药细菌的快速诊断技术；
- (4) 量化评估口服万古霉素治疗难辨梭菌感染（CDI）患者获得耐万古霉素的肠球菌（VRE）的风险；
- (5) 系统回顾大环内酯类抗生素对各种适应症的危害；
- (6) 开发和筛选靶向分支杆菌细胞壁生物合成和药物代谢的生化通路的新药；
- (7) 针对密集饲养的育肥牛，研究有效并可持续使用的抗菌药，

²⁰ National Plan to Tackle Antimicrobial Resistance. <http://www.health.gov.au/internet/ministers/publishing.nsf/Content/health-mediarel-yr2016-ley089.htm>

促进人类和动物抗菌药的区分使用。

(苏燕)

美国 NSF 资助植物基因组研究

2016 年 10 月 20 日, 美国国家科学基金会 (NSF) 宣布投入 4400 万美元资助植物基因组研究项目 (PGRP), 以提高农业实践水平, 减少对资源的需求, 解决环境问题等²¹。该经费除用于支持基因组的植物科学基础问题研究和开发植物基因组研究的工具资源和新技术以外, 还有部分经费将用于资助科研人员参与植物基因组领域的职业继续教育, 提升新入职人员在职业生涯开始阶段对植物基因组研究的兴趣。

2016 年的 PGRP 项目致力于研究大豆种子繁殖的研究基因调节网络; 获得在基因组水平上了解玉米小麦和谷物中维生素含量平衡的种子生物化学原理; 发现多年生作物适应气候变化和恢复的能力; 利用番茄的天然多样性来寻找新的抗病资源; 定义长寿树种的表观遗传 (基因开关的外部环境因素) 变量等。本次获资助的研究项目如下表所示。

表 1 2016 年获资助的 NSF 植物基因组研究项目

项目名称	负责人	经费/万美元
植物基因组剪接异构体: 收集、鉴定和进化关系	W. Brad Barbazuk, 佛罗里达大学	46
玉米基因组平衡分析	James Birchler, 密苏里哥伦比亚大学	37
自交物种和杂交物种调节模型的发现与评价	Steven Briggs, 加利福尼亚大学圣地亚哥分校	139
剖析 C4 植物中隐含花环结构 (Kranz Anatomy) 的基因网络	Thomas Brutnell, 唐纳德丹佛植物科学中心	166
平衡玉米籽粒中维生素的含量的基因组水平方法	Dean DellaPenna, 密歇根州立大学	135
通过生物物理过程建模的非生物压力的生长和产量的基因型变化预测	Brent Ewers, 怀俄明大学	280
SECRETome 项目: 植物细胞的系统评价	Wolf Frommer, 华盛顿卡耐基研究所	115
产生大豆种子所需的基因调控网络	Robert Goldberg, 加利福尼亚大学洛杉矶分校	204

²¹ NSF awards \$44 million for genomic research on range of plants, many economically important. https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=190076&WT.mc_id=USNSF_51&WT.mc_ev=click

多年生作物中植物免疫调节基因的发现和功能研究	Mark Gultinan, 宾夕法尼亚州立大学	208
剖析基因组含量变异的自然机制以及对表型变异的影响	Candice Hirsch, 明尼苏达大学双城分校	44
玉米基因组的转录调控	Jay Hollick, 俄亥俄州立大学	99
剖析功能冗余的基因组结构, 调节分生组织的平衡和作物产量	David Jackson, 冷泉港实验室	116
解析与植物伤口木栓质相关的生物合成基因调控网络	Dylan Kosma, 内华达大学里诺校区	70
植物如何产生这么多不同的代谢产物: 茄科植物基因组学的计算和实验比较研究	Robert Last, 密歇根州立大学	278
利用自然变异的番茄的识别、描述和部署新的抗病资源	Gregory Martin, 博伊斯汤普森研究植物研究	423
与玉米的生长素信号转导功能域相关的基因组合成方法	Paula McSteen, 密苏里堪萨斯大学哥伦比亚	140
适应气候变化的多年生作物: 葡萄苗砧木嫁接的传染效应	Allison Miller, 圣路易斯大学	239
归化 Y 染色体在番木瓜基因组机制	Ray Ming, 伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校	113
解密在茄科植物中 RNA 导向的 DNA 甲基化和繁殖之间的联系	Rebecca Mosher, 亚利桑那大学	227
了解玉米的重组	domesticating, 康奈尔大学	202
水稻逆境适应系统的基因组学	Michael Purugganan, 纽约大学	100
用于植物基因组的分化代谢网络的高通量、高质量注释的计算基础设施	Seung Rhee, 华盛顿卡耐基研究所	54
玉米的高原适应遗传学	Jeffrey Ross Ibarra, 加利福尼亚大学戴维斯分校	176
多年生长寿树木的体细胞遗传和表观遗传变异及其与环境的相互作用	Robert Schmitz, 佐治亚大学	106
大米中合子基因组的激活	Venkatesan Sundaresan, 加利福尼亚大学戴维斯分校	108
破译控制豆类和谷类植物共生的分子信号途径的一种跨学科方法	Michael Sussman, 威斯康星大学麦迪逊分校	181
识别玉米根系结构和植物营养关系控制的遗传基础的整合表型组学方法	Christopher Topp, 唐纳德丹佛植物科学中心	144
定义蛋白质 SUMO 化修饰系统在玉米及其应激保护中的作用	Richard Vierstra, 华盛顿大学	93
孤儿基因: 驱动进化适应和作物改良的一个尚未开发的遗传库	Eve Wurtele, 爱荷华州立大学	107

(郑颖)

空间与海洋

英国 NERC 公布南大洋战略研究项目资助计划

继 2016 年 8 月英国自然环境研究理事会（NERC）宣布设立新的大规模战略研究项目“南大洋在地球系统中的作用”（RoSES）之后，2016 年 10 月 7 日，NERC 正式公布该项目的资助计划，资助总额约为 700 万英镑²²。RoSES 项目旨在确定南大洋碳系统对 21 世纪全球气候变化的作用，为制定国际气候政策提供科学依据。

根据未来该领域需要应对的主要挑战，RoSES 项目资助计划确定了相应的三大研究资助方向。

（1）设计和实施最优方法，评估南大洋碳汇的状态、变化和气候驱动因素。计划资助 1 个项目，资助经费共 100 万英镑。这项基础工作将评估当前南大洋碳汇的规模、变化和气候驱动因素，设计和实施最优的方法来监测未来几十年的碳汇变化。

（2）确定控制南大洋碳吸收速率的关键过程机制。计划资助 2 个项目，资助经费各为 210 万英镑。核心目标分别为：①建立新的综合全年观测系统，观测南大洋翻转流各个分支影响碳吸收速率的过程。②基于观测确定南大洋碳系统的关键过程，在气候模式中正确描述南大洋碳系统的关键特征，定量分析其对整个碳收支系统效率的贡献，评估模式的机制描述表现。

（3）开发关键的政策决策指标，揭示南大洋碳汇整体效率及其对 21 世纪全球气候变化中的作用。计划资助 1 个项目，资助经费为 100 万英镑。定量分析南大洋碳系统对 21 世纪气候预测结果的影响及其不确定性范围，研究内容包括：①持续监测南大洋碳系统对全球大气中二

²² NERC invests £7m in new strategic research programme. <http://www.nerc.ac.uk/press/releases/2016/36-rosesprog/>

氧化碳浓度的作用，以支持碳减排政策，从而实现全球大气中二氧化碳的源和汇平衡。②评估人为因素所导致的南大洋碳系统的波动及全球变暖，确定关键的系统转折点以及引发不可逆变化或永久性损害的事件。

(刘燕飞)

美国 NOAA 为海岸带科学提供研究资助

2016 年 10 月 25 日，美国国家海洋与大气管理局（NOAA）下属的国家近海海洋科学中心（National Centers for Coastal Ocean Science）宣布将为未来 5 年的 10 个海洋研究项目提供 1044 万美元的资助²³。这些研究项目主要集中在海平面上升、缺氧和有害藻华研究方面。

该计划资助领域包括：①加利福尼亚州沿海低洼栖息地研究；理解和减缓海平面上升及风暴潮对变化的海岸带景观的影响；②太平洋西北部藻华的预报；③帮助贝类养殖的管理，保护公共的蛤蜊滩和人类健康；④降低富营养化导致的缺氧对墨西哥湾渔业和自然资源的影响；⑤提升对伊利湖缺氧事件的预报，为饮用水管理人员提供预警。

(王金平 王立伟)

设施与综合

《新科学家》畅想 2076 年科技对世界产生的 14 项巨大影响

2016 年 11 月 19 日，《新科学家》杂志为纪念创刊 60 周年推出“2076 年的世界”专栏，畅想科技发展可能为世界带来的 14 个巨大变化²⁴。

(1) 人类仍将主宰人工智能：人工智能的智力水平可能仅需 30-40 年即将超越人类，但发生“技术奇点”的可能性并不高。

²³ NOAA awards \$10.44 million in coastal science research funding. <http://www.noaa.gov/media-release/noaa-awards-1044-million-in-coastal-science-research-fundin>

²⁴ We've seen the future, and it will blow your mind. <https://www.newscientist.com/round-up/world-2076/?cmpid=ILC>

(2) 有望得到万有理论：量子引力和广义相对论可能得以统一，但过程并非一蹴而就。

(3) 人造太阳极大降低能源成本：即使能够实现可控核聚变，但环境成本仍不可避免。

(4) 实现人造生命：人类将掌握合成生命技术，但创造一个自由、独立发展的生命形式将带来巨大风险。

(5) 数千人定居火星：解决殖民火星的所有技术挑战是一项伟大成就，但开拓者的火星生活仍将非常艰苦。

(6) 人类大规模开展基因改造：人类将可以广泛采用基因编辑技术改善健康，但利用这一技术创造超人还很遥远。

(7) 无成本制造任何物体：人类将可以几近无成本地利用机器制造任何物体，并从根本上改变所有权和工作的概念。

(8) 超导取代电流：室温超导体的实现意味着电池将不再需要充电，效率得到极大提高。

(9) 人口崩溃：人口爆炸可能不会发生，与此相反的是，低生育率和老龄化可能引发人口崩溃。

(10) 外星生命仍未发现：数十年的地外生命搜寻可能一无所获，人类将继续完善相关科学，并重新审视我们在宇宙中的角色。

(11) 气候问题得以解决，但仍存在其他威胁：人类可能通过实施超大型工程项目解决气候变暖问题，但或将引发其他灾难。

(12) 文明比想象的更为脆弱：人类可能会在重大的流行疾病或其他灾难中幸存下来，但引发的经济和社会影响将使人类倒退几个世纪。

(13) 反科学潮流兴起：当公众相信创新只能使得富人更富，人们将转而依赖教条和似是而非的假说。

(14) 核战争令人担心：即使俄罗斯和美国没有启动核武器，一个

小规模核冲突也可能毁灭整个地球。

(韩淋)

英国成立全球地球与海洋科技研究中心

2016年10月18日,英国政府正式宣布在赫瑞瓦特大学(Heriot-Watt University)建立开创性的全球地球与海洋科技研究中心“莱伊尔研究中心”(Lyell Centre)²⁵,该中心为国家级研究中心,由英国地质调查局(BGS)和赫瑞瓦特大学合作建设,政府总投资为2100万英镑。根据中心建设规划,莱伊尔研究中心将聚焦自然资源开发和能源供应等关键性全球挑战并提供可持续性的解决方案,研究领域将覆盖从海岸带生态系统保护到如何依靠内陆水系解决未来水需求问题、从撒哈拉以南非洲地区应对气候变化到寻求不危机全球环境的深海采矿方法。

目前,赫瑞瓦特大学作为英国率先就解决能源问题进行金融投资的高校,不仅拥有英国最为先进的分析设施,而且还同BGS合作开发了英国最为先进的深海采矿设施,借助这些设施,研究中心未来建设和发展将围绕应对气候变化、土地开发与利用、矿产开采、废物处理等重大科学挑战而展开。在中心发展的第一战略阶段,所确定的4大研究主题包括:气候、生命及地表环境;水以及地下生命;地球能源资源;风险、灾害及其不确定性。

英国政府希望依托莱伊尔国家研究中心的创建,汇聚全球顶尖环境科学与技术专家,将中心打造为世界领先的新能源问题解决中心,并以此开创在陆地与海洋环境保护、地质学以及地球科学领域多学科合作的新时代。

(张树良)

²⁵ Deputy First Minister opens new Lyell Centre. <http://www.nerc.ac.uk/press/releases/2016/44-lyell/>

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 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