

Science & Technology Frontiers

科技前沿快报

国家高端智库
中国科学院

2018年12月5日

本期要目

《美国先进制造业领导力战略》提出未来优先关注技术方向
欧洲量子旗舰计划启动首批项目资助

《科学》刊文评述钙钛矿太阳能电池商业化挑战

美国国家科学院发布《寻找宇宙生命的宇宙生物学战略》

美国智库 CNAS 发布“超级战士”报告之《新兴技术》

2018年

总第 054 期

第 12 期

目 录

深度关注

- 《美国先进制造业领导力战略》提出未来优先关注技术方向 1
- 美国未来水资源科学优先研究方向与政策建议 5

基础前沿

- 欧洲量子旗舰计划启动首批项目资助 10
- 英国和新加坡将联合实施空间量子密码学项目 12

信息与制造

- Gartner 公司公布 2019 年十大战略技术趋势 14
- 美国 NSF 资助 225 项网络安全与隐私研究前沿新项目 16
- 英国启动第二轮繁荣伙伴关系合作研究项目 17
- 英国 EPSRC 资助催化中心开展新一轮研究 19

生物与医药农业

- 美国 NSF 宣布 10 个地球生物多样性研究新项目 20

能源与资源环境

- 《科学》刊文评述钙钛矿太阳能电池商业化挑战 22

空间与海洋

- 美国国家科学院发布《寻找宇宙生命的宇宙生物学战略》 24

设施与综合

- 美国智库 CNAS 发布“超级战士”报告之《新兴技术》 26
- 瑞典研究理事会公布科研基础设施需求清单 29
- 美国 NSF 投资 2.2 亿美元维护海洋观测站 31

深度关注

《美国先进制造业领导力战略》提出未来优先关注技术方向

2018年10月5日，美国白宫发布了由国家科学技术委员会先进制造分委员会编写的《美国先进制造业领导力战略》，首次公开了特朗普政府确保未来美国占据先进制造业领导地位的战略规划¹。该报告提出了涉及“技术、劳动力、供应链”三大战略目标，目的是扩大制造业就业，确保强大的国防工业基础与可控的弹性供应链。同时，采取有力行动打击不公平的全球贸易。报告还将目标分解到了诸多联邦部门，国防部几乎参与了全部行动。

在“制造业劳动力的教育、培训及信息联网”战略目标下，报告提出了吸引并培养未来劳动力、更新并扩大职业及技术教育途径、推广学徒制以及实现技术工人与所需行业相匹配等4个方面未来4年的行动目标；在“提升美国国内制造业供应链能力”战略目标下，提出了强化中小型制造商在先进制造业中的作用、鼓励制造业创新的生态系统、加强国防制造业基础以及加强农村社区先进制造业等4个方面的行动目标。以下重点介绍“新型制造技术的开发与转移”战略目标下，报告确定的5项行动目标，以及各行动目标重点关注的优先技术方向。

一、赢得智能制造系统的未来

要在数字设计和制造方面处于领先地位，美国还需在数字制造环境中产品、工艺和物流信息的呈现、结构、传输、存储、标准化及保护等方面加强努力。技术优先方向包括4项。

1、智能与数字制造。实现从设计到零部件生产的无缝集成，生产质量有保证的优质零部件。当前智能制造可靠性不足，需要通过改进复

¹ Strategy for American Leadership in Advanced Manufacturing. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/10/Advanced-Manufacturing-Strategic-Plan-2018.pdf>

杂产品的高度集成设计和制造，使其能够在更短时间内以更低成本实现，同时加快新产品推向市场的步伐。需要将大数据分析和先进传感与控制技术应用于规模化制造活动，促进制造业的数字化转型。优先支持机器、工艺和系统的实时建模和仿真，以预测和改进产品性能及可靠性；通过对设计、生产和性能历史数据的挖掘，揭示产品和工艺技术隐含的专业知识。制定标准，实现智能制造组件和平台之间无缝集成。

2、先进工业机器人。受益于下一代机器人技术的主要工业部门包括航空航天、汽车、电子、生物技术和纺织品等。促进新技术和标准的开发，以便在先进制造环境中更广泛地采用机器人技术，并促进安全和有效的人机交互。

3、人工智能基础设施。云计算、数据分析和计算建模与人工智能的融合将成为工业互联网的关键推动因素之一。制定人工智能新标准并明确最佳实践，在保护知识产权的前提下，在行业内和行业间实现制造业数据的一致性、可用性，同时保持数据安全性。

4、制造业网络安全。随着智能制造的实施，美国制造业越来越易受到恶意行为和数据剽窃的攻击。制造系统及其集成控制系统是对现实世界有直接影响并通常无法按需更新的操作技术系统，因此通常不能通过简单地采用更新信息技术方法来保护。应制定标准、工具和测试平台，并普及在智能制造系统中实施网络安全的指南。

二、开发世界领先的材料和加工技术

先进材料对于新产品的开发以及经济和国家安全至关重要，但从发现新材料到市场化可能需要 20 年或更长时间。通过用更快、更高效、更精确和更强大的技术取代现有技术，以增强材料性能提升整个产业部门的成本效益和竞争力。技术优先方向包括 3 项。

1、高性能材料。轻质及现代金属、复合材料和其他先进材料的发

现与开发，能够显著提升国防、能源、运输和其他行业效能。许多美国高科技企业使用昂贵的材料和加工工艺，使其产品拥有最高端性能，而其他企业则是大批量、低成本生产的领导者，在降低生产成本方面具有丰富的经验。在高技术和大批量非竞争对手之间转移专业知识，可以降低高性能产品的成本并提升低成本产品的性能，从而为整个行业带来显著优势。利用高性能计算预测材料行为的强大新方法将促进这种知识转移。促进材料基因组和系统级计算方法用于材料设计、优化和实施，显著减少高性能材料识别、开发、验证和规模化生产的设计时间与成本。

2、增材制造。增材制造在制造行业的应用取决于能否可靠地设定加工参数，从而在不同机器和不同地点之间进行可靠、可重复的生产，这就需要机器/工艺实现标准化，以及组成材料质量可靠。持续推进过程控制和过程监控，以确保增材制造技术成为可行的生产替代方案。开发新方法来衡量和量化材料与加工技术之间的相互作用，以更好地理解材料-工艺-结构的关系。建立新标准，以支持增材制造数据的表征、呈现和评估，以确保零件质量和可重复性。未来应扩大研究工作，建立将计算技术用于增材制造的最佳实践。

3、关键材料。包括关键矿物在内的关键材料是支撑美国能源、国防、制成品和整个经济的诸多先进技术中，最易遭受供应风险的重要环节之一。应推进经济高效的加工和分离技术降低生产成本，或者通过研究可能的材料替代品，减少对关键材料的依赖，并通过创新制造工艺开发回收关键元素的方法。

三、确保国内制造医疗产品

有研究指出，医疗器械制造商和制药行业每年在直接销售额和高薪工作方面，为美国经济的贡献超过 1 万亿美元，此外还有难以量化的改善公共卫生等方面的间接贡献。技术优先方向包括 3 项。

1、低成本分布式制造。传统小分子药物（如通用抗菌药物、疫苗）的制造已经外包到印度等亚洲地区，这将带来潜在的国家安全风险。应扩大国内药物生产能力，减少药物短缺的风险，并提供经济、小规模药物和生物制剂的生产。通过提供从实验室到诊所的更快生产途径，鼓励开发新的疗法和器械。

2、连续制造。连续制造是特殊化学品和药物制造的新生产范式，可提高产品均一性、增加可持续性，并利用更小的占地面积、更高效率的生产基地实现生产更多种类药品和特殊化学品的灵活性。开发新方法，将当前“以批次为中心”的制药生产转变为无缝集成、连续单元操作的制造生产模式，以保持产品质量的一致性。

3、组织与器官的生物制造。美国生物技术和生物制造技术的基础科学研究处于全球领先地位。为可重复和可扩展的组织制造开发流程和平台技术应该是主要关注点。制定标准、确定起始材料、自动化制造流程，以增强生物制造技术，并利用患者自己的细胞推进组织和器官制造的愿景。

四、保持电子设计和制造的领导地位

对于几乎所有经济部门和国家安全许多关键系统来说，半导体技术的进步都至关重要。互补金属氧化物半导体（CMOS）技术创新一直是增加晶体管密度指数同时降低每个晶体管功率的驱动力。技术优先方向包括两项。

1、半导体设计工具与制造。缺乏低成本先进半导体材料和工艺的集成电路的设计工具和制造代工厂，是半导体和微电子行业创新的一个重大障碍。应优先考虑能力投资，以确保在国内开发和制造新微电子产品。从原型设计阶段开始，研究灵活制造方法，推动新设备开发和新材料测试。创建模型，以更好地利用设计工具和微电子代工厂。

2、新材料、器件与架构。 优先支持半导体和电子产品研究，扩大投资范围至包括电路板制造技术在内。

五、扩大食品和农产品制造业的机遇

美国将开发相关技术，推动粮食生产，满足不断增长的人口需求，保护食品供应链，改善生物基产品制造。技术优先方向包括 3 项。

1、加工、测试和食品安全追溯。 推广智能制造和数字制造概念，并应用到食品制造，包括利用数字成像、自动化、高级检测和数字线程来改善供应链的完整性。

2、粮食安全和供应链。 建设高效、公平分配的强大供应链，支持国内粮食生产。实施下一代质量控制系统，确保所有美国民众都能吃到营养安全的食品。

3、改善生物基产品的成本与功能性。 创新优先选项包括多产品生物精炼、纤维素纳米材料、高附加值林业产品、受保护农业和其他技术。其他制造优先事项对于食品和非食品应用同样重要，例如从植物育种的数学优化中提高种子产量、提高植物生产力和弹性、降低加工和转化成本、确保工人安全，以及提高整个供应链的效率等。开展植物育种、基因组学和生物基产品开发的联合研发。调整高通量自动化，以开发和筛选植物特性，如提高高附加值产品的产量、提高区域适宜环境中作物的恢复能力。

(万勇 黄健)

美国未来水资源科学优先研究方向与政策建议

9 月 26 日，美国国家科学院（NAS）发布《美国未来水资源科学优先研究方向》的研究报告²，确定了美国在未来 25 年内水资源科学面临的主要挑战，以及全球水资源存在的问题和应对的创新技术，并提出

² Future Water Priorities for the Nation: Directions for the U.S. Geological Survey Water Mission Area. <https://www.nap.edu/catalog/25134/future-water-priorities-for-the-nation-directions-for-the-us#toc>

了政策建议。

未来几十年，人口增长、气候变化、极端天气以及与水有关的基础设施老化，威胁着水资源质量及其利用，解决与水资源使用有关的问题至关重要。鉴于此，2017年8月，美国地质调查局水务处(USGS-WMA)委托NAS的水科学技术理事会组建美国国家未来水资源需求专家委员会，分析未来25年美国重要的水资源挑战，研究确定美国地质调查局水资源领域面临的战略机遇。经过一年多的探讨研究，国家未来水资源需求专家委员会发布了本研究报告，为USGS-WMA以至美国水资源科学研究和管理提供战略性指导。

一、未来美国水资源科学优先事项

报告确定了美国未来25年内水资源科学面临的挑战及优先发展事项。水资源优先研究方向综合了已发表相关主题的成果和USGS当前的水资源科学研究，并采纳来自美国联邦、州、地方、非政府和学术界专家的意见，确定了跨水资源科学所面临的诸多挑战。

1、了解水在地球系统中的作用。水在大气、岩石圈和生物圈中的流动促进了物理、化学和生物过程。了解水循环响应机制，并反馈到全球变化的趋势中，仍然是地球系统研究的关键挑战。

2、量化水循环。有效管理水资源需要了解水的含量、状态和位置。由于水的存量、流量和停留在空间和时间上的变化使得水循环的量化非常困难，这也是未来水科学研究的方向之一。

3、开发集成建模。模型是集成和综合不同观测数据、理解复杂的交互作用和测试假设，以及重建过去和预测未来系统发展轨迹的重要工具。

4、量化社会水文系统的变化。了解人类活动如何影响水资源对管理美国 and 全球的水资源至关重要。

5、确保可靠和可持续的水供应。人类社会依赖于清洁、可靠和可

负担得起的地表水和地下水，饮用、食品、能源生产、工业活动、健康的生态系统、娱乐活动和旅游都离不开水供应。

6、了解和预测与水有关的灾害。从经济和人类角度看，与水有关的灾害是最严重的自然灾害之一，而且由于人类活动和气候变化可能导致日益恶化。

二、解决全球水资源科学问题

报告提出了 10 个总体的水资源科学问题，如果这些问题得到解决，将在未来对水资源科学的挑战做出最重要的贡献。对这组问题的进一步提炼，形成了五个更优先级别的问题。这些问题主要根据科学重要性、社会需求、与 USGS 任务的相关性以及 USGS 合作伙伴的相关性等标准提出：①量化大气、地表水和地下水的质量和总量，以及它们在空间和时间上的变化；②人类活动对水量和水质的影响；③如何更有效和全面地进行水资源核算，以提供有关水资源供应和使用的数据？④气候变化如何影响水质、水量、水资源利用的可靠性以及与水有关的灾害和极端事件？⑤如何改善与水有关的长期风险管理？

其他 5 个问题亦非常重要，但可以通过更广泛的水资源研究加以解决：⑥水循环在不久的将来对大气、岩石圈和生物圈的变化有哪些反应？水文反应如何反馈并加速或抑制大气、岩石圈和生物圈的变化？⑦如何改善气候、水文、水质和相关社会系统的短期预测？⑧制度、治理和制度弹性如何影响水量和水质？⑨如何更好地理解与水有关的危害和人类健康之间的联系？⑩在健康的社区和生态系统的前提下如何管理和维护水资源的竞争使用？

三、技术创新应对水资源挑战

新兴技术将有助于推动水资源所面临的挑战。此后的 25 年，更广泛来源的观测数据将提供更高的时间和空间分辨率。新技术的广泛采用

支持开发新系统，快速收集来自不同来源的数据，以进一步评估、存储、处理和共享数据，发挥数据的最大作用。

新的传感器将推进水资源的观测和分析水平，但在测量和监测水质方面存在技术挑战。微传感器仍然是研究和开发的重要方向之一。环境DNA（eDNA）技术已经可以从单个水样中检测入侵物种，这将对环境健康和恢复力具有重要意义。

管理“大数据”和整合多源异构数据有助于水资源模型的开发，为跨学科模型集成和不确定性提供辅助决策。

四、对美国水资源研究与管理的政策建议

根据上述水资源领域所面临的挑战和优先研究方向，报告提出以下建议。

1、加强数据收集，开发基于 Web 的分析工具。为了使国家能够应对未来的水资源挑战，应该使用创新技术加强水量、水质和用水监测，并建立数据库和开发监测平台；进一步将公共科学纳入 USGS 数据收集活动，以增强传统监测网络；研发更直观的基于 Web 的数据分析和可视化工具，以便更好地了解水资源的状况和趋势。

2、与各机构和相关组织协调数据对接。USGS-WMA 作为提供水量、水质数据和信息的机构之一，应与其他机构和相关组织共同协调开发可访问的、开放编码的数据格式、协议、互动工具和软件。这种数据共享模式和综合多个观测点，更有利于监测水量和水质变化的趋势。

3、增加对人类活动与水资源关系的关注。应优先调查人类活动与地表水和地下水变化之间的关系，通过综合观测，结合受气候和社会经济因素影响的自然-人类系统模型研究与水有关的灾害。

4、建立健全的水资源核算系统。应开展相关研究，了解如何最好和最有效地执行水资源核算，以及如何评估和呈现报告数据的不确定性。水资源核算应超出资源本身的测量范围，同时需考虑水资源利用的生物

性、物理性和社会性约束。

5、与各机构和相关组织就水资源数据标准和使用类别进行合作。

作为国家收集用水数据和信息的部门之一，USGS-WMA 应与其他机构和相关组织合作，共同制定用水类别的标准、协议，并遵守各州、县和流域的通用标准。

6、确保监测网络提供足够的信息来评估不断变化的情况。应定期评估地表水和地下水监测网络的状态，以确保这些网络能够为气候、农业和其他土地利用以及城市化带来的环境变化提供水文影响分析数据。

7、重点关注极端水情的长期预测和风险评估。应优先考虑解决与洪水、干旱和水生污染物等水文原因相关的风险，设法了解气候变化、土地覆盖率和土地利用变化以及其他生物、物理和社会经济因素对水资源（水量、水质、极端事件和其他水文灾害）的影响。USGS-WMA 应该进一步开发综合模型，以帮助预测在不断变化的气候条件下的未来水文条件。这些活动需要资源管理者、决策者和社会科学家与其他 USGS 任务进行综合研究。

8、开发涵盖整个水循环的多尺度、集成性的动态模型。USGS-WMA 应优先考虑多尺度和综合建模，利用地面传感和空中地球观测平台，将地上和地下水资源存储的水量、水质、自然与人类的驱动因素以及相互作用动态耦合。

9、与代理机构和私营部门等机构内外合作。水资源挑战具有内在的跨学科性，USGS-WMA 应继续建立并保持强有力的合作，加强与 USGS 其他任务的联系，最大限度地发挥其在观测、研究、预测和提供水资源数据和问题方面的影响；加强与其他联邦和州相关机构以及国际机构（特别是跨界水问题）的联系，以应对更多的水资源挑战；评估并在其认为有利的情况下与私营部门合作，以开发新的数据源和平台，加

强数据、信息、模型和其他产品的传播。

10、建立一支准备应对新的水资源挑战的科学队伍。调整其当前和未来的研究队伍，以满足关键的战略需求，特别是提高包括改善水资源监测、自然-人类耦合系统建模、创新数据分析和可视化方法等方面的队伍能力。（牛艺博）

基础前沿

欧洲量子旗舰计划启动首批项目资助

10月29日，欧洲量子旗舰计划启动，通过“地平线2020”计划资助总额为1.32亿欧元的20个项目³。从2021年开始，量子旗舰计划预计将为另外130个项目提供资金。

量子旗舰计划旨在使欧洲位于第二次量子革命的最前沿，其长期愿景是在欧洲开发量子万维网（quantum web），即量子计算机、量子模拟器和量子传感器通过量子通信网络相互连接。其预算总额预计将达到10亿欧元，为欧洲的整个量子价值链（从基础研究到工业化）提供资金，并将研究人员和量子技术产业结合在一起。

该计划在2018年10月至2021年9月期间资助的20个项目将主要聚焦于以下5个领域：量子通信、量子计算、量子模拟、量子计量和传感，以及量子技术背后的基础科学。超过三分之一的参与者是来自各行各业的工业公司，其中大部分是中小企业。欧洲议会、欧洲理事会和欧盟委员会正在磋商，以确保量子研发将在欧盟2021-2028年的多年度财务框架中得到资助。量子技术将得到“地平线欧洲”和“数字欧洲”计划的支持。

³ Quantum Technologies Flagship kicks off with first 20 projects. http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-6205_en.htm

欧洲量子旗舰计划启动首批项目资助

表 1 欧洲量子旗舰计划首批资助的 20 个项目

领域	项目名称	研究内容	资助金额/ 万欧元
量子通信	UNIQORN	基于小巧、廉价、强大和可靠的系统为大众市场开发量子器件，彻底改变从制造到应用的量子生态系统	998
	QRANGE	进一步推动量子随机数生成（QRNG）技术，从而实现 QRNG 的广泛商业应用	319
	量子互联网联盟（QIA）	建立量子互联网（quantum internet），实现地球上任意两点之间的量子通信应用	1041
	连续可变量子通信（CiViQ）	从主要电信运营商的要求出发，开发具有成本效益且灵活的连续可变量子密钥分发（CV-QKD）系统；研究新的 QKD 协议和理论方法，为将来在全球范围内运行的量子网络（quantum networks）铺平道路	997
量子计算系统	开放式超导量子计算机（OpenSuperQ）	构建一个具有 100 个量子比特并可高精度运算的量子计算机	1033
	AQTION	实现一种可扩展、基于单电荷原子操纵的欧洲量子计算机：将实现具有 50 个量子比特的寄存器，能高性能地单独控制每个量子比特	959
量子计量和传感	MetaboliQs	利用室温金刚石量子动力学来实现安全的多模式心脏成像，以更好地诊断心血管疾病	667
	集成量子钟（iqClock）	利用量子技术使光钟变得超精确和经济实惠，将提高有益于社会的技术发展和科学应用	1009
	用于传感和计量的微型原子蒸气电池量子器件（macQsimal）	使用量子技术来开发具有出色灵敏度、比现有传感器大幅度小型化的新型原子蒸气电池传感器，实现小型化和量子化的原子钟、陀螺仪和磁力计，以及测量电磁辐射和气体浓度的传感器，将有益于自动驾驶、医学成像等领域	1021
	ASTERIQS	使用具有氮空位（NV）中心等特殊缺陷的超纯人造金刚石，开发精确的传感器，以测量磁场、电场、温度或压力等	975
量子模拟	PASQuanS	开发下一代量子仿真平台，将已实现几百个量子比特的平台扩展到超过 1000 个原子或离子，使这些量子模拟器完全可编程，推动该平台远远超出现有技术和经典计算的范围	926
	Qumbs	实现由超冷原子制成的量子模拟器平台，用于设计新一代量子级联激光频率梳	934
基础科学	MicroQC	构建一个可扩展的量子计算机，在某些计算任务中胜过最好的经典计算机：验证快速、容错的双量子比特	236

	和多量子比特微波逻辑门，并为具有微波控制的微制造离子阱的多量子比特量子处理器设计可扩展的技术组件	
2D-SPIC	探索基于二维材料的新量子器件概念，将开发和集成量子光电子器件（从二维材料到集成光子芯片），并验证基于单光量子的全光量子过程	298
PhoQuS	了解光子量子流体并开发量子模拟的新平台	300
QMICS	建立量子架构以实现量子通信协议	300
S2QUIP	开发量子集成光子电路，为终端用户提供量子信息载体，以便通过量子通信渠道与其他用户共享	300
SQUARE	旨在建立量子计算、量子网络和量子通信的新平台：将证明固体中的稀土离子可作为一种材料，实现量子计算机的基本构建模块（量子比特）的高密度集成，以及通过光进行有效的局部和远程互连	299
PhoG	基于具有工程损耗的集成波导网络提供紧凑、通用、确定的量子光源，并开发其在计量和其他量子技术任务中的应用	276
协调和支持行动	以量子支持行动（QSA）的工作为基础，支持量子旗舰计划的治理并监督其进展，同时协调利益相关方，为促进创新、教育和培训以及提高欧洲 QT 意识创造条件	348

(黄龙光)

英国和新加坡将联合实施空间量子密码学项目

10月27日，英国和新加坡宣布将合作研发基于立方体卫星的量子密钥分配（QKD）技术平台并进行飞行验证⁴，项目耗资1000万英镑⁵。

目前，全球99%的数字通信依赖公钥访问算法，但众多网络攻击事件证明这一算法存在安全漏洞。量子密钥分配技术提供了迄今为止最安全的加密技术，不仅可以显著降低信息泄露的风险，还可以无缝集成到当前使用的网络系统中。随着空间量子通信领域的一系列重大突破以及2017年中日两国相继实现基于卫星平台的空间量子通信，世界各国政

⁴ UK and Singapore come together to launch £10m quantum space programme. <https://www.gov.uk/government/news/uk-and-singapore-come-together-to-launch-10m-quantum-space-programme>

⁵ UK and Singapore collaborate on £10m satellite project to develop next generation communications network. <https://stfc.ukri.org/news/uk-and-singapore-collaborate-on-10m-satellite-project>

政府对空间量子通信的投资大幅增长，对该领域领先地位的争夺愈发激烈。

此次的两国合作项目将开发名为量子密钥分配 Qubesat 的立方体卫星，使用先进的量子密钥分配技术测试密钥在全球范围内的安全分发，以较低的成本替代地面光纤基础设施。该项目将由英国卢瑟福·阿普尔顿实验室的空间科学实验室（RAL Space）与新加坡量子科技研究中心（CQT）合作开展，致力于实现两国在新兴量子密钥分配市场中占据领导地位。RAL Space 将负责创新空间技术和发送量子密钥分配信号所需的光学链路，新加坡量子科技研究中心将负责建设坚固耐用的紧凑型量子密钥分配仪器。该项目预计将于 2021 年投入运营，有望在未来 10 年内为全球提供价值达 150 亿美元的潜在机会。

英国政府部门认为，这一开创性的项目有望改变该领域的游戏规则。更安全的网络安全承诺蕴藏着巨大机遇，可以更好地展示英国在该领域的领导力，并在与新加坡建立新一代研发关系方面取得长足进展。英国和新加坡在 2014 年签署的双边创新与研究伙伴关系为两国的学术界和工业界之间的广泛科学和创新合作铺平了道路。这次两国将在最新一轮合作中对新型量子空间技术进行早期演示验证，可以为消费者的金融交易、在线对话等活动提供更为安全的保障。

英国对该项目的投资隶属于工业战略投资的一部分，该战略旨在为英国航天部门开发新的制造能力和出口机会，包括为英国的关键通信基础设施提升保障国家安全和快速恢复能力。此外，量子密钥分配 Qubesat 项目还将与英国国家量子技术计划和国外相关行业密切配合，以充分开拓量子技术的商业化机会。

新加坡在量子通信研究中的实力不容小觑。2007 年新加坡政府投资成立首个卓越研究中心——新加坡量子科技研究中心，致力于基础量子理论研究和量子技术开发。10 年来，新加坡政府已累计为该中心提

供 1.58 亿新加坡元（约合 7.74 亿人民币）资助，从 2017 年开始，政府还将提供 1 亿新加坡元的后续经费。在与英国的新合作中，新加坡国家研究基金会（NRF）的管理人员表示，新加坡和英国拥有相同的愿景，即利用研究和创新来发展能力并为各自国家带来利益。与英国的合作对两国来说都很重要，新加坡方面不仅聚焦在基于卫星的量子密钥分配通信能力，还将引进企业，为量子密钥分配市场开发并运营相关产品和服务。

（王海名）

信息与制造

Gartner 公司公布 2019 年十大战略技术趋势

10 月 15 日，Gartner 公司公布了 2019 年十大战略技术趋势⁶，并指出，区块链、量子计算、增强分析和人工智能（AI）等技术将推动产生颠覆性的新型商业模式。

1、自动化学事物

机器人、无人机和自动汽车等自主设备，将使用 AI 来自动执行以前由人类执行的功能。它们的自动化超越了刚性编程模型提供的自动化。“自动化学事物”主要包括机器人、车辆、无人机、家电、媒介 5 种类型，占据海洋、陆地、空中和数字 4 种环境，它们都具有不同程度的能力，协调和智能。

2、增强分析

增强分析代表了数据和分析能力的第三大浪潮，因为数据科学家可以使用自动算法来探索更多假设和可能。增强分析侧重于增强智能的特定领域，使用机器学习来转换分析内容的开发、消费和共享方式。

⁶ Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2019. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019/>

增强分析功能将迅速推进到主流应用，作为数据准备、数据管理、现代分析、业务流程管理、流程挖掘和数据科学平台的关键特性。

3、AI 驱动的开发

AI 驱动的开发着眼于将 AI 嵌入到应用程序中并使用 AI 为开发过程创建 AI 驱动的工具、技术和最佳实践。市场将从关注与开发人员合作的数据科学家转移到使用作为服务提供的预定义模型独立运营的开发人员。这使更多的开发人员能够利用这些服务，并提高效率。

4、数字孪生

数字孪生是指现实世界的数字化表现。Gartner 估计到 2020 年数字孪生将连接数十亿的实体设备。它们将随着时间的推移不断发展，提高自身收集和可视化正确数据的能力，应用正确的分析和规则，并有效地响应业务目标。

5、拥有自主权的边缘

边缘指周围世界的终端设备。边缘计算描述了一种计算拓扑，其中信息处理、内容收集和传递更靠近这些终端。它试图保持流量和处理更接近本地化，目标是减少流量损耗和延迟。Gartner 预计未来 5 年内，专用 AI 芯片以及更强大的处理能力、存储和其他先进功能将被添加到更广泛的边缘设备中。

6、沉浸式技术

虚拟现实（VR）、增强现实（AR）和混合现实（MR）正在改变人们对数字世界的感知方式。感知和交互模型的这种组合转变将带来未来的沉浸式用户体验。到 2022 年，70% 的企业将尝试使用沉浸式技术进行消费和企业使用，25% 将部署到生产中。

7、区块链

区块链提供了一种无需中介的信任模式。目前来看，许多基于区块

链的解决方案被定位为通过自动化业务流程或通过数字化记录来实现运营效率的手段。但这些方法错过了区块链真正的颠覆性价值，并可能增加供应商的锁定。

8、智能空间

智能空间，指的是物理或数字环境、人类和技术支持的系统，在日益开放、连接、协调和智能的生态系统中相互作用。包括人员、流程、服务和事物的多个元素将汇集在智能空间中，为目标人群和行业场景创建更加身临其境、交互式和自动化的体验。

9、数字伦理与隐私

人们越来越关注公共和私营部门如何使用他们的个人信息。任何有关隐私的讨论都必须建立在更广泛的数字伦理主题以及客户、选民和员工的信任基础之上。

10、量子计算

量子计算是一种非经典计算，理论上可以同时处理数百万次计算，其并行执行和指数可扩展性意味着它们在传统方法过于复杂的问题上有着优势。量子计算仍处于新兴状态，这意味着现在是企业增加对潜在应用程序的理解并考虑任何安全隐患的好时机。 (张娟)

美国 NSF 资助 225 项网络安全与隐私研究前沿新项目

10月24日，美国国家科学基金会（NSF）宣布通过“安全可靠的网络空间”（SaTC）计划拨款7820万美元以支持来自32个州的225项网络安全与隐私研究前沿新项目⁷，涵盖广泛的研究和教育主题，如人工智能、密码学、网络安全、隐私和可用性等。

SaTC计划旨在通过确保计算与通信系统的安全性和隐私，来最大

⁷ NSF announces \$78.2 million to support frontiers of cybersecurity, privacy research. https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=296933&WT.mc_id=USNSF_51&WT.mc_ev=click

限度地提高计算与通信系统的经济和社会效益。2017 年获资的三大项目围绕密码学、数据隐私和互联网漏洞等展开，获资最高额度不超过 300 万美元。

2018 年 SaTC 计划更为关注人工智能主题，尤其是机器学习存在的重大漏洞。在最新资助的项目中，为期 5 年的“可信赖机器学习中心 (CTML)”获资 1000 万美元，是一个大规模、多机构参与的跨学科前沿项目，旨在解决网络安全科学和工程领域对经济和社会有广泛影响潜力的重大挑战。

机器学习的最新进展极大地提高了各个领域的计算推理能力，在许多任务中超越人类水平。尽管取得了这些进展，但机器学习仍存在重大漏洞：图像识别系统很容易被欺骗；恶意软件检测模型可以被轻易规避；并且用于捕获问题的模型若在训练时受到攻击和操纵，那么这些模型本身就会存在漏洞。CTML 将致力于开发一种防御技术库，从而以更安全的方式构建未来系统。

CTML 将研究当今机器学习方法中的漏洞以及解决这些漏洞的方法，以强化基于机器学习的未来技术和解决方案。CTML 将专注于机器学习的三个相互关联且平行的推力：研究从对抗性输入中保护训练模型的方法；探索严谨有据的方法来建立模型和训练数据稳健性；确定攻击者滥用生成机器学习模型的方法，并制定防御此类攻击的对策。

除宾夕法尼亚州立大学外，CTML 项目的其他合作参与机构还包括斯坦福大学、弗吉尼亚大学、加州大学伯克利分校、加州大学圣地亚哥分校和威斯康星大学麦迪逊分校。

(田倩飞)

英国启动第二轮繁荣伙伴关系合作研究项目

9 月 25 日，英国工程与自然科学研究理事会 (EPSRC) 宣布新资

助 7 项英国研究机构与领先企业之间的“繁荣伙伴关系”（Prosperity Partnerships）合作项目，EPSRC 本轮资助 2040 万英镑，并带动来自企业合作伙伴 1680 万英镑和高校 490 万英镑的资金支持⁸。

繁荣伙伴关系是 EPSRC 与企业界进行长期合作的基础研究旗舰项目。这是一项为期 5 年的研究合作项目，由英国领先的大学和企业共同创建，在英国拥有强大的研究实力。今年是其投资的第二年，涉及的 7 个项目分别如下（括号内为主要领衔机构）。

（1）钢铁产品快速生产（塔塔钢铁、斯旺西大学）。采取完全的虚拟工厂方式，同时扩大生产规模，以实现新材料的发明和加工。该联合研究将有能力改变钢铁创新周期，并将筛选时间减少 100 倍，创造一个充满活力的 21 世纪钢铁制造业，助力多个部门的供应链多样化。

（2）工程系统高级模拟和建模的计算科学（劳斯莱斯、爱丁堡大学）。寻求开发下一代工程仿真和建模技术，旨在开发世界上首台燃气轮机模拟与运行并行的高保真仿真技术。该层级模拟需要在所有层级上取得突破，并与两家高科技中小企业联合开展基础工程和计算科学研究，以应对远超当今最先进技术能力的挑战。

（3）量子软件建模和仿真（谷歌、伦敦大学学院）。会同世界级的量子算法开发专家以及量子软件应用的最终用户，进行领先的量子处理器硬件开发。量子模拟预计将成为量子计算机的第一个主要应用，该项目将开发量子模拟所需的基本算法、验证工具和基准，结合最先进的量子处理器硬件和深度的量子软件专业知识，开创谷歌与学术伙伴之间的量子计算国际协作。

（4）新型生物催化剂制造中心（阿斯利康公司、普罗佐米公司、曼彻斯特大学）。在工程生物催化的基础上，设计和开发新的化学制造

⁸ Second round of business-led Prosperity Partnerships that link Research with Industry launched. <https://epsrc.ukri.org/newsevents/news/prosperitypartnershipsround2/>

技术，生产新的复杂的治疗分子。实现这一目标将需要生产一种新的生物催化剂。除了开发更可持续的制造过程以减少对环境的影响外，还有可能为患者带来新药物。

(5) 全钙钛矿多结太阳能电池（牛津光电科技公司、牛津大学）。使下一代多结钙钛矿太阳能电池的开发成为可能。超越目前最先进的技术，提供超过 37% 的高效三结钙钛矿太阳能电池。

(6) 合理设计的可持续涂料（阿克苏诺贝尔公司、曼彻斯特大学）。首次对涂层失效机制的详细科学理解与最先进的机器学习相结合，为保护涂层和纳米复合材料的优化提供一个设计框架。将通过合理的设计，为环保可持续涂料的快速上市奠定基础。

(7) 用于地下工程的智能泵送（伟尔集团、斯特拉斯克莱德大学）。对获取地下能源所采用的技术进行阶梯式的变革。研究旨在提供新数字模拟技术、传感技术和先进机械电子控制技术，并有可能大幅提高生产效率和减少环境影响。
(冯瑞华)

英国 EPSRC 资助催化中心开展新一轮研究

10 月 8 日，英国工程与自然科学研究理事会（EPSRC）宣布向英国催化研究中心（UK Catalysis Hub）投入 1400 万英镑⁹，用于支持来自巴斯大学、卡迪夫大学和曼彻斯特大学的 4 位科学家领衔的 3 个研究主题：新催化剂的优化、预测和设计；水-能关系的催化；用于循环经济与可持续制造的催化剂。这 3 个研究主题是在该中心原先设定的 4 个主题（催化设计、能源、环境、化学转换）的基础上演变而来，但领衔科学家未作调整。届时将有 25 所大学直接参与项目，催化领域的 45 家机构以各种形式参与进来。催化中心将通过两个科学工作包保障技术开发

⁹ EPSRC announces further £14 million to keep UK Catalysis Hub sparking. <https://epsrc.ukri.org/newsevents/news/ukcatalysishub/>

的推进：用于高通量、改进的催化样品环境；数据分析、处理与管理。

催化研究中心成立于 2013 年 4 月，是由伦敦大学学院、巴斯大学、卡迪夫大学、贝尔法斯特女王大学和曼彻斯特大学组成的研究联盟，除了上述研究主题，还有 2015 年新设的“生物与生物转化”主题，并得到 EPSRC 的资助。该中心致力于通过设计新型催化剂和工艺，用于清洁水、可持续能源，以及燃料、塑料和化学品的低碳、资源高效制造等领域。 (万勇)

生物与医药农业

美国 NSF 宣布 10 个地球生物多样性研究新项目

10 月 25 日，美国 NSF 宣布将投入 1800 万美元支持 10 个新项目，研究在地方、区域和大陆等尺度上自然界与气候、土壤和入侵物种复杂相互作用的过程。这些项目由 NSF 环境生物学分部的生物多样性维度计划资助¹⁰。

尽管生物多样性已被研究了几个世纪，但地球上大部分的多多样性仍属未知。鉴于全球生物多样性正在迅速和永久性地丧失，地球上未知的多样性的规模更加令人担忧。因此，生物多样性维度计划将改变人类描述和理解地球上生命规模和作用的方式。生物多样性维度计划促进新的综合方法的产生，用以填补对地球生物多样性理解中的大部分空白，它广泛涉及生物多样性的多个方向，并侧重于生物多样性的遗传、系统发育和功能这三个维度。所有获资助的项目都整合了这三个维度以了解它们之间的相互作用和响应。今年获得资助的 10 个项目如下：

- (1) 产生和保持跨多个尺度淡水贻贝全息生物系统发育、遗传和

¹⁰ NSF announces new awards for research to better understand Earth's biodiversity. https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=296993&org=BIO&from=news

功能多样性的过程。项目负责人是塔斯卡卢萨大学的 Carla Atkinson 和密西西比大学的 Colin Jackson。

(2) 美国-巴西合作项目（与巴西圣保罗研究基金会共同出资）：巴西干旱对角线地区适应性多样化预测因子特性的研究。项目负责人是哈佛大学的 Scott Edwards、康奈尔大学的 Kelly Zamudio、弗吉尼亚州立大学的 Xianfa Xie 等人。

(3) 萌发生态位的多样性和限制：生物多样性热点持续存在的影响。项目负责人是加州大学戴维斯分校的 Jennifer Gremer。

(4) 将蓝藻水华微生物相互作用作为理解功能生物多样性模式的模型，项目负责人是俄克拉荷马大学诺曼分校 Karl Hambright，北卡罗来纳大学教堂山分校 Hans Paerl，奥本大学 Alan Wilson 等人。

(5) 微生物生物多样性在控制来自土壤的一氧化二氮排放方面的作用。项目负责人是佐治亚理工大学的 Konstantinos Konstantinidis、伊利诺伊大学的 Wendy Yang、诺克斯维尔大学的 Frank Loeffler 等人。

(6) 将系统发育学、生态生理学和转录组学整合起来以理解角苔-蓝细菌共生的多样性。项目负责人是 Boyce Thompson 植物研究所的 Fay-Wei Li、加州大学戴维斯分校的 John Meeks、康奈尔大学的 Jed Sparks。

(7) 系统发育、基因组含量和功能表现特征在多种甲基细菌群落的演化和组合中的作用。项目负责人是爱达荷大学的 Christopher Marx。

(8) 将微生物世界编入自然遗传、生态和功能单元。项目负责人是得克萨斯大学奥斯汀分校的 Howard Ochman。

(9) 叶际 (phyllosphere) 隐藏生命的叶片性状进化的原因和后果：系统发育、功能和基因组。项目负责人是密歇根州立大学的 Marjorie Weber。

(10) 有毒藻类水华多样性的生态进化驱动力。项目负责人是普渡大学的 Jennifer Wisecaver。 (郑颖)

能源与资源环境

《科学》刊文评述钙钛矿太阳能电池商业化挑战

9月21日,《科学》杂志在线刊发了题名为《钙钛矿太阳能电池商业化挑战》综述文章¹¹,详细阐述了近年来钙钛矿太阳能电池在器件结构性能、稳定性、规模化制造技术等方面取得的重要科研进展及其商业化应用面临的潜在系列挑战。报告的关键要点如下。

1、器件结构和性能

(1) 目前钙钛矿太阳能电池主要结构体系分为两类:一是类染料敏化太阳能电池的介孔结构,而根据电子传输层和空穴传输层的位置不同,介孔钙钛矿太阳能电池又可以细分为正向结构和反向结构;二是类聚合物太阳能电池的平面型结构,即分层结构中用平面的电子传输层替代介孔电子传输层,即电池结构不含有介孔层。

(2) 光电转换效率逼近单晶硅。目前光电转换效率最高的电池采用的是传统介孔结构,单结的小面积(0.09平方厘米)介孔钙钛矿电池转换效率已经达到了23.3%,与商业化多年的多晶硅电池、碲化镉、铜铟硒镓(CIGS)等化合物薄膜电池相当,逼近单晶硅。而为了突破单结太阳能电池 Shockley-Queisser 效率极限,研究人员还开发了基于钙钛矿电池的串联多结太阳能电池,效率提升到了25%左右的水平。

2、器件稳定性

(1) 器件稳定性问题突出。钙钛矿薄膜易于受到水分、氧气、紫外光照等因素的影响而引起薄膜降解,从而导致电池性能逐步衰退,也即电池存在严重的稳定性问题,这成为了电池迈向商业化的致命阻碍。

(2) 稳定性问题解决方案。目前发展的主要解决方案,包括电池

¹¹ Perovskite Solar Cells on the Rise, With Likely Commercialization in 2019. <http://science.sciencemag.org/content/361/6408/eaat8235?rss=1/blog>

封装、钙钛矿结构维度下降（三维到二维）、增加疏水层等；例如，通过封装工艺降低水和氧气造成的钙钛矿层分解，选用更加稳定的新材料替代不稳定传输层，提高器件稳定性等。经过多年的技术攻关，目前钙钛矿电池的稳定性问题得到了一定的改善，在温度 55°C、功率为 1 千瓦/平方米的辐照下钙钛矿太阳能电池的实现了 1 万小时左右稳定运行而没有出现明显的性能衰退，相当于能够在大多数欧洲国家提供 10 年的户外使用期限。不过，需要指出的是，钙钛矿太阳能电池标准化测试方法还需要进一步统一化。除此之外，还要提高测试报告的透明化，譬如需要提供初始的器件性能、归一化参数等数据。

3、规模化制造工艺

（1）高效率（超过 20%）电池还是局限于小面积器件。当前无论是单结还是多结钙钛矿电池，其高效率的电池均是小面积尺寸（小于 1 平方厘米），不利于商业化生产。因此想要让钙钛矿太阳能电池走出实验室迈向商业应用就必须发展大面积的规模化制造技术。

（2）相关公司和研究团队已经开始了卓有成效的尝试，不同工艺在大面积领域被积极尝试并取得了初步效果：杭州纤纳光电科技有限公司得到面积为 17.8 平方厘米的刚性钙钛矿电池模块，获得了 17.4% 转换效率；荷兰 Solliance 公司利用卷对卷工艺制备了 169 平方厘米柔性钙钛矿电池，其转化效率为 11.1%；华中科技大学光电国家实验室采用丝网印刷工艺得到了面积为 100 平方厘米的电池模块，其转换效率超过 10%。由上可见，通过各方努力钙钛矿太阳能电池在规模化制造工艺方面取得了显著进步。然而，商业化生产不止要求规模化生产技术，还要考虑退役电池的回收处理问题、生产线的安全操作问题（钙钛矿部分原材料具有毒性）等，上述问题都需要一一解决。

文章最后总结道，钙钛矿太阳能电池的研究已经涵盖了从基础研究

到产业应用的方方面面，既有电池机理相关基础科学问题，又有工业级的制造和应用问题。未来，科技界和企业界需要在光伏组件大面积制造技术、长程稳定性、有毒原材料替换处理、标准化测试方法、废旧电池回收等方面加大研究力度。而随着学术界和企业双方合作的加强和研究深入，阻碍钙钛矿电池商业化进程的问题会逐步得到解决。（郭楷模）

空间与海洋

美国国家科学院发布《寻找宇宙生命的宇宙生物学战略》

10月10日，美国国家科学院发布经美国国会授权的报告《寻找宇宙生命的宇宙生物学战略》（以下简称《战略》）¹²，建议美国国家航空航天局（NASA）拓展对宇宙生命的搜索，支持更广泛的生命信号和生命存在环境的研究，并将宇宙生物学纳入未来探索任务的全部生命周期中。

《战略》突出了2015年宇宙生物学战略发布以来的重大科学发现、概念开发和技术进步，提出了关键的科学问题，确定了可能在未来20年影响该领域的新兴技术。报告明确了短期空间任务和地面望远镜项目将发挥的作用，强调了应加强与私营部门、政府机构以及国际伙伴的合作，并提出了6项发展建议。

1、关注动态宜居性研究。NASA和其他相关机构应推动将研究聚焦于动态宜居性、行星与生命的共同进化等新兴的系统层级问题，研究应关注重点问题而不是相关学科。研究应充分利用并拓展可以促进跨学科和跨部门合作的项目机制。

2、关注地下世界宜居性研究。有鉴于在地球地下生命的广度和多样性、火星地下流体的历史和性质以及海洋世界中生命的潜在栖息地等

¹² An Astrobiology Strategy for the Search for Life in the Universe. <http://nap.edu/25252>

一系列最新研究进展，NASA 的相关计划和任务应该专注于研究和探索行星表面下可能存在的生命。在未来 20 年，该领域的场地、实验室以及模拟研究应聚焦在以下问题：①地下生命如何适应极端环境和能量谱；②对海洋和地下生命群体的研究启发对其他世界生命社区的认识；③火星上尤其是其地下潜在宜居环境的时空分布情况；④在海洋世界中维持基于岩石的生命的化学和物理过程。

3、开发在未来 20 年影响宇宙生物学研究的新兴技术。①为研究系外行星，NASA 应在近期的天基和地基直接成像任务中采用高对比度星光抑制技术，以抑制恒星的光线；②紧凑、低功耗的商业化 RNA 和 DNA 测序设备将显著提高当前生命检测技术组合的稳健性；③用于 DNA 扩增和测序的技术可用于原位检测与地基生命密切相关的生命形式，但是目前还无法应对解析信息杂聚物（informational heteropolymer）亚基组成的需求；④综合利用可见光、拉曼光谱、激光诱导击穿光谱、红外和其他探测手段的微尺度和纳米尺度分析新技术为推进微尺度生物标志物的检测提供了希望和信心；⑤通过集成设备或可以进行多种测试（包括非破坏性探测手段）的单一设备可以极大地提升原位生命检测；⑥人工智能机器学习算法领域的快速进展将改进对宇宙生物学领域日益普遍的大型复杂数据集的分析。

4、拓展生命信号和非生命现象研究。寻找地外生命需要更复杂的框架来考虑非地基生命存在的可能性，NASA 应支持对未知生命信号研究的新方法。NASA 应引导学术界关注类似生命信号的非生命现象的研究，尤其是在理解非生命现象的可能性、广泛性以及区分环境背景等方面的重要差距。NASA 应支持扩大对生命信号的研究范围，以填补在理解生物信号、可能的假阳性和假阴性信号等方面的空白。NASA 应支持学术界开发综合评估框架，对非生命信号、假阳性和假阴性的可能性进

行评估，以指导生命信号的原位和远程测试和评估。

5、加速开发生命探测技术。为推进对宇宙中生命的探索，NASA 应加快在相关环境中开发和验证适用于相关空间任务的生命探测技术，并将宇宙生物学的专门知识整合到相关空间任务的规划以及开发和运行的所有任务阶段。

6、健全合作机制。NASA 应积极寻求新的合作机制，减少与私人部门、慈善机构以及国际空间机构之间的合作障碍，以实现其在宇宙中寻找生命的目标。 (王海名)

设施与综合

美国智库 CNAS 发布“超级战士”报告之《新兴技术》

10月23日，美国智库新美国安全中心（CNAS）发布“超级战士”系列报告之五《新兴技术》¹³，重点分析了未来可能提高士兵生存能力和作战效能的若干颠覆性技术领域，包括新材料、护甲和外骨骼、机器人、轻型作战能源技术，并向美陆军提出了针对性的发展建议。CNAS 的“超级战士”系列研究始于2018年4月，回应了为美国陆军研究实验室所做的关于士兵生存能力下降的研究结果，提出可以通过改变策略、改善设备和利用新兴技术提高士兵的生存能力。系列报告包括《提高作战人员生存能力的策略》、《现代士兵保护》、《士兵应对爆炸防护》、《士兵的重负荷》、《新兴技术》以及即将发布的《人类机能增进》及《调查结果和建议总结》。

《新兴技术》报告重点研究了可能提高士兵生存能力和作战效能的4个技术领域。

¹³ Emerging Technologies. <https://www.cnas.org/publications/reports/emerging-technologies-1>

一、新材料

当前的防弹衣包括硬防护和软防护设计。理想的防弹衣应具备较高的硬度、韧性和强度。潜在前沿技术材料如下：

1、**金刚石**。金刚石硬度极大，且比很多当前防弹衣材料更轻质，是非常有潜力的硬防护材料。

2、**二维聚合物**。二维聚合物可以堆叠成互锁片层，提供更高的强度。当今最具发展前景的二维聚合物之一是石墨烯，其具有轻质、柔韧和高强度等特点，是目前已知的最轻、最薄、最高强度的化合物。

二、护甲和外骨骼

护甲和外骨骼通过转移负重或缓解疲劳等方式，为士兵提供机械辅助，增强其承重能力、防弹能力，并提升其运动的容易程度和持续时间。关键技术领域如下：

1、**动力**。使用电池作为动力来源面临电池重量难题，使用小型气动发动机则又面临噪声问题，燃气-电力混合动力系统可能成为最佳解决方案。

2、**控制**。当前研究和设计主要局限于在平地上行走和奔跑等动作的控制，但士兵必须具备实施全方位战斗动作的能力。因此，确保外骨骼和护甲能不妨碍士兵自然运动的情况下为其提供协助至关重要。

三、机器人

机器人可用于减轻士兵负重、提高其运动能力，并为其提供额外的态势感知、杀伤力和防护。技术趋势和局限性如下：

1、**自主性**。当前技术已能让无人机实现完全自主运行。但对于地面机器人而言，自主运行则是一个更富挑战的问题。不过，随着人工智能技术的发展，更先进的自主感知和决策将成为可能。

2、**动力**。未来一段时间，动力问题仍将是机器人发展的限制因素。

较大型系统（如小队任务装备运输系统）可使用内燃机提供动力，但噪声较大；较小型系统（如微型无人机）使用电池提供动力，但电池技术发展较慢，依靠较大型系统作为充电站或将成为一个潜在解决方案。

四、轻型作战能源

战场技术的能源需求是妨碍士兵减负目标实现的重要制约因素。减轻士兵的能源负荷可以通过提高效率或者减少能源本身的重量来实现。可能的技术方案如下：

1、可靠地延长电池寿命。近年来，电池技术非军事应用开发取得了一定进展。除锂离子电池外，当前还有很多其他电池技术可带来逐步的性能提升：锂空气电池的成本和重量都低于锂离子电池，但相关技术还需要5~10年才能发展成熟；英国政府正致力于锂硫电池研究，其能量密度高于锂离子电池。

2、新型电力解决方案。纳米技术的进步可能带来新的电源方案。热光伏系统能将热量转换为电能，与产生热能的放射性同位素电源结合使用，可形成小型、超长持久电源。该技术具有热屏蔽特性；不过，放射性同位素电源虽然具有较长耐久性，但其性能也会在几年后衰减。

3、远程充电。机器人队友远程供电设备也可成为班组的能源源。利用磁场的无线非辐射电力传输能在数米内的短距离提供几十瓦级的低功率电力。

4、集成电源。集成电源解决方案可以通过将电池直接集成到士兵设备中来减轻重量。新型锂离子纤维可以将电池编织进现有作战服中，或制成能为设备充电的新战服。目前，该技术仍在接受安全性测试。

5、太阳能。美国海军开发的“海上简易巡逻系统”已得到验证。系统由9×14英寸的太阳能电池板及重量不足1.5千克的可充电蓄电池组成，可在更广泛范围内捕获太阳能，突破50%的光电转化效率门槛。

6、能量采集。士兵运动本身也是潜在的能量源。加拿大仿生电力公司开发了“PowerWalk 动能采集器”系统，可以利用士兵在战场上的运动给电池或设备充电。此外，背包也能改装成士兵运动能量采集器，该系统已于 2015 年接受了人体工程学测试。

7、生物电池。生物电池是由有机化合物驱动的电。人体在运动过程中会产生乳酸。生物电池皮肤贴片可以捕获人体释放的乳酸并将其转化为能量，为 iPod、GPS 或健康监测设备等小型设备供电。士兵的汗水也可以用于为穿戴式健康追踪器或其他小型设备供电。（徐婧）

瑞典研究理事会公布科研基础设施需求清单

10月18日，瑞典研究理事会公布了《2018 科研基础设施需求清单》，该清单将成为瑞典研究理事会基础设施战略路线图《2018 瑞典研究理事会基础设施指南》的附录，并用于理事会制定专门资助国家级科研基础设施项目的基础¹⁴。瑞典研究理事会于 2014 年启用了优先考虑和资助科研基础设施项目的新模式，每两年开展一次，以制定需求清单为起点，以发布目标性项目招标为终点。本轮招标项目将在 2019 年 1 月公布。

2018 年清单中明确提出，国家级科研基础设施旨在提供 5~10 年内需系统建设的各种研究资源，能使一个或多个研究领域内的多个研究团队和不同项目开展研究。这些资源不光指硬件，还包括各种实验室环境、试验性研讨班、复杂数字研究体系和数据库。2018 年清单分为三大类共 33 个基础设施，被认为具有国家利益并准备马上资助的科研基础设施归在 A1，而与 A1 有潜力达到同等重要性并需更长时间规划后实施的科研基础设施归在 A3，准备实施但该理事会不资助的科研基础设施归在 A2。

¹⁴ Results of needs inventory. <https://www.vr.se/english/analysis-and-assignments/we-analyse-and-evaluate/all-publications/publications/2018-10-18-results-of-needs-inventory.html>

1、A1 类：具有高科学价值和能使瑞典科研受益，并准备 2019 年设立招标项目，共 14 个领域。

(1) 社会科学语境数据库，期望能分析机构变化与社会变化等的原因及其对同时期个体产生的后果，促进国家比较研究和可持续研究。

(2) 脑成像基础设施，升级国家脑磁图描记设施中的仪器、分析和用户服务。

(3) 化学生物学基础设施，期望可增强蛋白质体的描述方法，更好理解人的生物学过程，开发新药等。

(4) 使用大动物的试验性研究的基础设施，期望增加瑞典转化研究的机遇，更好了解动物疾病等。

(5) 代谢组学基础设施，期望更好认识疾病、改进诊断和后续疗法。

(6) 数据可视化基础设施，期望提升研究者把数据可视化做为很多科学领域内研究工具的意识。

(7) 欧洲电子选举监测 (MEDem)，为瑞典和欧洲的社会科学研究和整个社会提供附加值。

(8) 瑞典科学考察船国家协调，促进国内合作和国际合作，维护瑞典海洋研究质量和教育质量。

(9) 瑞典作为欧洲生物影像和医药影像科研基础设施成员，有望使瑞典研究者获取生物医学影像先进技术、能力和方法学开发。

(10) 瑞典作为欧洲海洋生物资源中心成员，期望瑞典研究者增强海洋研究质量并促进该领域人员流动，更好了解当地和全球海洋环境变化及其如何影响气候，强化瑞典海洋研究台站的合作与协作。

(11) 瑞典参加欧洲固体地球观测系统，期望瑞典研究者可获取各类数据和模式工具，能加深瑞典研究机构之间和官产研机构之间的合作；

(12) 瑞典参加气溶胶云和痕量气体科研基础设施规划建筑和运行，

将完善本国现有相关设施，共建场所和协调运行；

(13) 瑞典参加平方公里阵列天文望远镜，期望进一步增强瑞典射电天文学研究的强势地位，为瑞典企业获取工业合同提供良好先决条件；

(14) 瑞典参加冰立方中微子天文台升级，改善望远镜校准，有助于高级射电技术、风力涡轮发电机等领域内开发工作并从中受益。

2、A2 类：具有高科学价值和能使瑞典科研受益，但理事会不资助。

3 个基础设施分别为大型探测中心设施的使用，文化继承与数字化基础设施，瑞典 MAX IV 加速器设备安装。

3、A3 类：高科学价值和能使瑞典科研受益，但不准备 2019 年招标。16 个基础设施分别为：历史遗迹数字基础设施，艺术研究数据基础设施，生物医药影像基础设施，数字考古学分析与可视化基础设施，材料研究用电子显微镜基础设施，人文实验室基础设施，实验室考古学基础设施，海洋研究与创新基础设施，核磁共振基础设施，蛋白质制造基础设施，单细胞分析基础设施，暗物质科研基础设施，欧洲散裂中子源基础物理设备安装，空间环境中心，双电子静态离子环实验升级，瑞典生态系统科学基础设施做为生态系统分析与实验和欧洲长期生态系统与社会生态学科基础设施 (eLTER) 成员的升级。 (刘栋)

美国 NSF 投资 2.2 亿美元维护海洋观测站

9 月 19 日，美国 NSF 宣布授予学术和海洋研究组织联盟 2.2 亿美元的经费资助用以运营和维护海洋观测计划 (OOI)，项目为期 5 年，旨在利用 OOI 最先进的海洋设施，持续向海洋科学界、政策制定者和全球公众提供数据和研究成果¹⁵。

该联盟由伍兹霍尔海洋研究所 (WHOI) 领导，成员包括华盛顿大

¹⁵ NSF Awards Contract to Group Led by WHOI to Continue Operation of Ocean Observatories Initiative. <http://www.who.edu/news-release/ooi-contract-award>

学、俄勒冈州立大学、罗格斯大学和新泽西州州立大学。联盟主持的 OOI 于 2009 年正式启动，全天候实时或近实收集数据，提高人类观察和研究复杂海洋过程的能力。

目前，OOI 所支持的海底、系泊及自由游泳平台上的自主仪器超过 500 种，这些仪器在常规观测阵列站点期间提供服务，将数据传回岸上接收站，供全世界包括科学家、政策专家、决策者、教育工作者和普通大众的所有用户免费使用。作为国际领先的一体化科学平台和传感器系统，OOI 可在大西洋和太平洋沿海以及开阔海域测量海面至海底的物理、化学、地质和生物特性与其变化过程。该设备用于解决与地球-海洋系统相关的一切关键问题，包括气候变化、生态系统变化、海洋酸化、板块地震活动、海底火山以及碳循环等，旨在帮助人类更好地了解海洋和地球。

NSF 地球科学部负责人表示，一直以来，NSF 从未间断过对海洋和地球系统耦合的投资。从海底火山到洋流，OOI 致力于最前沿的科学发现，为各级实验室提供大数据。这些数据是帮助人类解决日常挑战的关键，例如提高风暴预测精准度、有效管理沿海资源等。 （牛艺博）

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