

先进制造与新材料 动态监测快报

2021 年 第 12 期

总第 370 期

重点推荐

美国国防部发布《关键矿物与材料审查报告》

日发布 2021 版《制造业白皮书》

欧盟成员国联合发起处理器与半导体倡议

美 DARPA 新计划提升电池与防腐涂层性能

目 录

专 题

美国防部发布《关键矿物与材料审查报告》 1

战略规划

日发布 2021 版《制造业白皮书》 4

新措施促进美欧科学合作以支持创新 4

欧盟成员国联合发起处理器与半导体倡议..... 5

项目资助

美 DARPA 新计划提升电池与防腐涂层性能 6

加机构合作推出增材制造示范项目 6

英国资助 38 个机器人和人工智能技术项目 7

研究进展

美研究团队制造出高度取向 4H-Si 块晶 8

石墨烯超高密度硬盘可存储十倍以上数据..... 9

美国国防部发布《关键矿物与材料审查报告》

编者按: 2月25日, 美国总统拜登签署第14017号行政令, 指示政府在半导体、大容量电池、稀土资源和制药四个关键领域立即启动为期100天的审查与战略开发过程, 以确保美国的关键供应链。6月初, 美国商务部、能源部、国防部和卫生与公共服务部围绕上述领域分别发布了调查报告。本期专题就国防部《关键矿物与材料审查报告》(*Review of Critical Minerals and Materials*) 的部分内容作了编译。

审查报告指出, 战略与关键材料 (strategic and critical materials) 是经济繁荣和强大国防的基石。战略与关键材料的全球供应链只是“听上去很美”, 这些供应链存在严重的断裂风险 (如自然灾害或不可抗力事件), 并充斥着 (所谓的) 政治干涉和扭曲的贸易行为。与其他许多供应链一样, 战略与关键材料产业的许多部分都已转移到海外。原因可归为常规商业布局、矿产资源分布优势等。报告认为, 在某些情况下, 其他国家蓄意扩大规模以获取市场份额, 使得美国相关行业丧失竞争优势。战略与关键材料的全球供应链集中在中国, 报告认为这造成了供应链中断和政治化贸易行为的风险, 包括使用强迫劳动。尽管国防部对战略与关键材料有要求, 但民用经济将首当其冲地承受供应中断事件造成的损害。

报告引用国际能源署在5月发布的《关键矿物对清洁能源转型的作用》(*The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*) 指出, 由于能提高或增强电动汽车、风力涡轮机和先进电池等很多环境友好型“绿色”技术的性能, 对战略与关键材料的需求会不断增强。

国防部建议采取“全政府参与”的方式使供应链多样化, 推动全球市场走向可持续的、负责任的关键矿物和材料生产来源, 同时采取“逐个矿物” (mineral-by-mineral) 的战略, 探索和扩大可持续的本土生产、加工、本土关键矿物和材料的回收利用。无论来自美国国内还是国外, 美国在关键矿产和材料供应链上的投资必须注重环境保护、环境正义和劳工标准, 并进行重大协商。

报告提出了一系列建议, 以确保美国获得在经济安全、应对气候危机和国防等领域所需的战略与关键材料。这些建议主要围绕以下七个方面:

(1) 制定并推进战略与关键材料密集型产业新的可持续标准

召集私营部门和非政府组织为战略和关键材料制定易于理解的可持续性衡量标准;

将美国政府采购打造成可持续发展的领导者。通过召集联邦采购监管委员会制定规则, 优先采购具有更高可持续生产材料含量的产品, 或对采购的产品提出这类

需求。

(2) 扩大可持续的本土生产和加工能力，包括二次和非常规资源回收及循环再用

美国环境保护署应在减少回收市场阻碍方面发挥基础作用，与州、地方政府合作作为含有战略和关键材料的物品制定统一的指南和回收流程；

发展公私伙伴关系，重新确认达到使用寿命的回收材料；

美国地质调查局和其他跨部门合作伙伴制定一项国家战略，从矿山废料场回收战略与关键材料；

内政部与国会合作，为美国地质调查局包括国家矿产信息中心的矿产资源项目，争取更多的资金和充足的人员配备。

(3) 利用《国防生产法》和其他项目

根据法规要求，国防部将部署《国防生产法》对可持续生产战略与关键材料的激励措施，包括规模化已证实的研发概念和来自其他项目（如小企业创新研究获奖）的新兴技术。

(4) 召集行业利益相关方扩大生产

数据的不可用性仍是战略与关键材料行业有效缓解计划的一个重要制约因素，因此，那些有信息收集要求的机构（如地质调查局的采矿生产调查、国防部的工业基础分析），应该让商务部调用《国防生产法》赋予的相关权力，缓解数据缺口；

组建一个政府-产业界工作组，确定扩大国内可持续生产的机会，并探索建立联盟或公私伙伴关系的机会，实现美国国内的战略与关键材料可持续生产。

(5) 促进机构间研发，以支持可持续生产和技术熟练的劳动力

针对研发工作，一个协调的跨机构的途径应优先考虑可持续生产领域的新兴技术由实验室向市场过渡；

多个部门在劳动力培训方面投入大量资源。包括但不限于教育部、劳工部、国防部、退伍军人事务部和国家科学基金会，同时还要支持高校在研发方面的投资；

教育部和能源部应与联邦政府资助的研发中心进行联合研究，评估全面整合的教育和研发中心的发展及规划运作，实现可持续的战略与关键材料开发。

(6) 加强美国国家储备

改革 1979 年的战略和关键材料储备法案，以提供更灵活的收购权限，可向行业和其他联邦机构“贷款”物资，并授予招聘、保留和激励国防储备（National Defense Stockpiling, NDS）项目高素质人才的相关授权；

在未来几年的国防计划中，拨款至少 10 亿美元，以维持国防储备的运作；

恢复国家紧急情况下，两年进行一次战略与关键材料供应链的建模和仿真。

(7) 与盟国及伙伴国家合作，促进更大的全球透明度

通过政府间论坛和相关合作网络，如能源资源治理倡议（Energy Resources Governance Initiative, ERGI）、采掘业透明度倡议（Extractive Industries Transparency Initiative, EITI），加强战略与关键材料供应链的管理和透明度；

通过美国进出口银行和美国国际开发金融公司的援助，提供财政激励，提高海外采矿实践的可持续性；

美国财政部和司法部等牵头制定跨部门支出计划等。

胡燕萍 万 勇 编译自①[2021-06-08]②[2021-06-08]③[2021-06]

①*FACT SHEET: Biden-Harris Administration Announces Supply Chain Disruptions Task Force to Address Short-Term Supply Chain Discontinuities*

<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/06/08/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-supply-chain-disruptions-task-force-to-address-short-term-supply-chain-discontinuities/>

②*The Defense Department's Strategic and Critical Materials Review*

<https://www.defense.gov/Newsroom/Releases/Release/Article/2649649/the-defense-departments-strategic-and-critical-materials-review/>

③*Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-Based Growth -- Review of Critical Minerals and Materials*

<https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/06/100-day-supply-chain-review-report.pdf>

日发布 2021 版《制造业白皮书》

5月28日，日本政府在内阁会议上通过了2021年《制造业白皮书》。鉴于美国、中国、欧洲加强进出口管理，白皮书从经济安全保障的角度出发，要求日本国内制造业强化供应链，精准把握风险，同时指出必须推进脱碳化和数字化。白皮书强调，在数字化和脱碳化进程加快的情况下，通过半导体和蓄电池等重要零部件建立牢固的供应链，直接关系到国际竞争力的提升。

在今年3月实施的一项调查中，对于“疫情中零部件采购受影响的原因(多选)”，过半企业回答称“因为部分构件无法替代”。对此，白皮书指出，除自然灾害等因素会对局部供应链造成影响之外，“必须考虑如何应对全球同时多发性的供应链断裂风险”，在业务持续计划(Business Continuity Plan, BCP)中，不但需要防范本公司可能遭受的损失，同时还应考虑到供应链整体情况。

此外，关于2050年温室气体净零排放的政府目标，白皮书明确指出，需要注意整体供应链的脱碳化动向。

(人民邮电报、CMG)

新措施促进美欧科学合作以支持创新

6月15日，欧盟委员会联合研究中心(Joint Research Centre, JRC)和美国国家标准与技术研究院(NIST)达成一致，同意续签并扩大合作。新措施制定了未来五年在标准、度量及标准参考物质方面的合作，涵盖了从结构工程到新兴技术与食品安全的多个领域。

新措施旨在在以下领域扩大合作并支持合作活动：标准品选择；新兴信息与通信技术与人工智能；能源与运输；纳米技术；医疗卫生服务与临床措施；环境与气候；食品安全与营养；安全性与适应能力等。

二者之间的合作方式可能包含：

(1) 信息交流

JRC与NIST在遥感、监管科学方面共享数据，开展专题研讨会交流知识、共同研究。

(2) 科学家交流

JRC与NIST针对特定项目定期进行交流，近年来项目集中于纳米塑料研究与关键基础设施。

(3) 联合研究项目

JRC与NIST合作生产标准参考物质并在其他领域合作。

JRC 与 NIST 发布了可用于评估 mRNA 疫苗（如新冠疫苗）稳定性的标准参考物质。通过这一新措施，两个组织将继续合作以科学方法帮助应对大流行病，重新建立准备迎接未来挑战的韧性社会。

彭 爽 冯瑞华 编译自[2021-06-15]

New arrangement boosts EU-US science cooperation to support innovation

<https://ec.europa.eu/jrc/en/news/new-arrangement-boosts-eu-us-science-cooperation-support-innovation>

欧盟成员国联合发起处理器与半导体倡议

22 个欧盟成员国就处理器与半导体技术发表了联合声明，并在 6 月 3 日的电信部部长视频会议上进行讨论。该声明中，成员国承诺将合作推动欧洲电子设备和嵌入式系统价值链发展，强化前沿制造能力，提升欧洲半导体技术能力，建立先进的欧洲芯片设计能力和生产设施，朝着数据处理和连接的前沿节点迈进。

欧洲在半导体行业的特定领域拥有显著优势，如电力电子、射频技术、嵌入式人工智能智能传感器、微控制器、低功耗技术、安全组件和半导体制造设备等。欧洲芯片制造商在汽车和工业制造的嵌入式系统等垂直市场拥有强大的全球影响力。然而，欧洲在全球半导体市场的份额仅约为 10%，远低于其经济地位。欧洲越来越依赖世界其他地区生产的芯片，尤其是用于电子通信、数据处理和计算任务的芯片及处理器。

倡议期待加强欧洲开发下一代处理器和半导体的能力，为各种行业应用提供最佳性能，提升制造技术，逐步向处理器技术的 2 nm 节点发展。倡议期待成员国共同努力，提升欧洲设计制造下一代可信赖的低功耗处理器的能力，将其用于高速连接、自动化车辆、航空航天和国防、健康和农业食品、人工智能、数据中心、集成光子学、超级计算和量子计算等领域，支持整个电子设备和嵌入式系统价值链发展。

成员国同意共同投资半导体技术，通过未来的产业联盟动员产业利益相关方，为处理器设计、部署和制造制定战略路线图以及研究和投资计划，规划半导体生态系统；通过融资计划应对挑战，促进欧洲半导体和嵌入式系统生产能力提高、处理器芯片能耗绩效与速度提升；设计多国合作包容的欧洲旗舰项目，项目聚焦生态系统、供应链能力和先进半导体技术的工业应用，向处理器芯片的前沿工艺技术扩展；促进中小企业利用先进的芯片技术，为工人和学生提供技能提升与学习机会；努力建立可信电子产品的通用标准和认证，以及采购安全芯片和嵌入式系统的通用要求。

彭 爽 姜 山 编译自[2021-06-03]

Member States join forces for a European initiative on processors and semiconductor technologies

<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/member-states-join-forces-european-initiative-processors-and-semiconductor-technologies>

美 DARPA 新计划提升电池与防腐涂层性能

6月10日，美国国防部先进研究计划局（DARPA）宣布启动“形态形成界面”（Morphogenic Interfaces, MINT）计划，旨在开发一种新颖、自适应的电化学界面，提升高性能电化学系统的耐用性，提升在开发高能密度固态电池和新型耐腐蚀涂层方面的应用潜力。

持久的电池动力和耐腐蚀涂层是持续作战的关键。从战术无线电、手持设备到无人系统，所有的设备都由电池供电。防护涂层可以保护飞机表面、转子叶片和船体免受潮湿、沙子和盐水引起的腐蚀。高能密度固态电池和新型耐腐蚀涂层/合金都依赖于发生在原子级尺度到毫米级尺度界面的电化学反应。在固态电池中，由于正电荷离子（如锂离子）在充电过程中沉积在负极上，然后在放电过程中沉积在正极上，界面形态的改变导致固-固离子转移界面上的纳米孔隙。随着每次放电/充电循环，界面处孔隙的数量和大小迅速增加，电池容量逐渐减少，直到电池无法再充电。因此，解决这些界面处孔隙问题是固态电池实用化的关键。对于船体、动力装置和关键飞机表面的耐腐蚀涂层/合金，其循环载荷期间会在固-液、固-气界面处发生类似的电化学反应，该过程在结构运行的生命周期内会发生数十亿到数万亿次（循环载荷）。在腐蚀性强的环境中，由于腐蚀在材料界面形成的纳米凹坑会渗透到底层金属中，并迅速扩展成更大的裂缝，因此削弱了船体、控制舵面和发动机部件的性能。

MINT 计划将结合应用，从两个方向展开：第一个方向是开展固-固电荷转移界面研究，使固态电池具有更高的能量密度和循环寿命；第二个方向是开展高性能耐腐蚀涂层和合金的固-液、固-气界面研究。

李良琦 编译自[2021-06-10]

Developing Morphogenic Electrochemical Interfaces

<https://www.darpa.mil/news-events/2021-06-10a>

加机构合作推出增材制造示范项目

加拿大先进制造超级集群（NGen）正在与加拿大国家研究委员会工业研究援助计划（National Research Council of Canada Industrial Research Assistance Program, NRC IRAP）合作，通过增材制造示范计划为符合条件的加拿大企业提供资助。该计划聚焦粉末熔覆、直接能量沉积、电子束沉积、冷喷涂等 3D 打印技术，以及 PEEK、PEI、尼龙等工程级塑料和纤维增强塑料等新材料的部署。

项目将为公司提供资金支持，帮助其实现部分产品或零部件的制造。该项目将帮助企业更好地了解增材制造技术与流程所带来的优势与商机，包括节约成本、缩

短产品研发周期以及改善设计提升效率。NGen 协助企业评估制造商的需求以及适合制造商的商业模式，并将具有增材制造能力但无认证的公司、拥有认证但无增材制造能力的公司与特定行业项目匹配，例如航空航天、汽车、医疗、石油和天然气行业等，为这些行业创建可持续的供应链。NGen 将与加拿大增材制造技术领域顶尖的服务提供者合作，为参与项目企业提供成品部件或优惠以及增材制造建议。NRC IRAP 将免费向加拿大企业提供财务支持服务。

该项目旨在帮助加拿大公司了解增材制造潜能，降低公司为此承担的风险。项目目标在于鼓励认识、使用增材制造技术，提升加拿大制造业与出口能力，提升国际竞争力。

彭爽 黄健 编译自[2021-06-03]

NGen and NRC IRAP are partnering to deliver the Additive Manufacturing (AM) Demonstration Program for eligible Canadian companies

<https://www.ngen.ca/blog/ngen-and-nrc-irap-partner-to-deliver-new-additive-manufacturing-demonstration-program>

英国资助 38 个机器人和人工智能技术项目

5 月 25 日，英国政府宣布了包括涂漆机器人、无人救援船等在内的 38 个机器人和人工智能优胜项目，这些项目将由英国研究与创新署“为了安全世界的机器人”挑战计划进行资助，总投资 1.112 亿英镑，以企业为主导。

部分获资助的项目及其具体情况如下：

爱丁堡近海生存系统公司开发的首个使用半自主无人救援船网络的海上搜救服务。该服务旨在帮助英国海上能源工业工人应对远离海岸区域的风险。

位于埃塞克斯郡科尔切斯特的数字化与未来技术公司将开发医疗用自动化无人机系统，该系统可自动装卸货物，确保个人防护设备等重要医疗设备可以快速运送到英国医院，而无需人工协助。该项目将帮助英国国家医疗服务体系和医疗保健工作者应对新冠疫情及未来流行病。

利物浦大学孵化的 Mobotix 公司将开发可远程操作的自动化“后备实验室”。研究人员可以在自我隔离或保持社交距离期间进行开创性研究，避免被感染。该项目将帮助英国生命科学实验室提升运营风险防范能力。

南安普顿 Motion Robotics 公司的医疗保健智能无人机控制中心项目。该项目将帮助协调医院与供应商或实验室间的无人机飞行过程，确保供应链畅通无阻。

爱丁堡科技公司 Crover Ltd 开发的世界首个小型谷物识别机器人设备。该设备可监测散装储存谷物的状态并识别谷物变质，协助农民早期干预谷物状态，减少浪费并保护农民收入。

伯明翰中小型企业 HausBots Limited 开发的涂漆机器人项目。该项目旨在为油漆工、承包商和顾客提供高性价比、安全、高效的粉刷服务，减少油漆工事故或健康风险。

彭爽 黄健 编译自[2021-05-25]

World's first remote offshore rescue service among robotics projects backed by government
<https://www.gov.uk/government/news/worlds-first-remote-offshore-rescue-service-among-robotics-projects-backed-by-government>

研究进展

美研究团队制造出高度取向 4H-Si 块晶

美国卡耐基科学研究所的研究团队开发出一种用于合成具有六边形结构的新型硅晶体的方法，该方法有潜力制造性能更好的下一代电子和能源设备。

由于缺乏目前可用的已知合成途径，在实践中只存在少数几种硅同素异形体。卡耐基科学研究所的实验室此前曾开发出新型硅 Si_{24} ，它由排列成五、六、八个原子环的硅片组成，这些环中间的间隙可以形成一维通道供其他原子通过。在这项新的研究中，研究团队使用 Si_{24} 作为多阶段合成途径的起点，制备了高度取向晶体 4H-Si。

之前合成的六形结构形式的硅，只能通过薄膜的沉积或作为与无序材料共存的纳米晶体来合成。 Si_{24} 方法合成了首个高质量块晶，可作为未来新科技研究的基础。团队成员开发了 PALLAS 高级工具，用其预测结构转变路径。该研究能够理解从 Si_{24} 到 4H-Si 的转变机制，以及使高度定向的晶体产物保持稳定的结构关系。块状 4H-Si 晶体的发现拓展了研究人员对新结构合成的基本控制方法，也展现了通过应力操纵和元素置换来调整材料光学和电子特性的研究前景。

相关研究工作发表在 *Physical Review Letters*（文章标题：Bulk Crystalline 4H-Silicon through a Metastable Allotropic Transition）。

彭爽 冯瑞华 编译自[2021-06-03]

New form of silicon could enable next-gen electronic and energy device
<https://carnegiescience.edu/news/new-form-silicon-could-enable-next-gen-electronic-and-energy-devices>

es

石墨烯超高密度硬盘可存储十倍以上数据

英国剑桥石墨烯中心与埃克塞特大学、印度、瑞士、新加坡和美国的研究人员合作，研究展示了石墨烯用于超高密度硬盘驱动器的价值，与当前技术相比，使用石墨烯的超高密度硬盘性能可提高十倍。

目前碳基涂层多被用于保护盘片免受机械损坏和腐蚀，其厚度从 1990 年 12.5 nm 减少到现在的 3 nm 左右。该研究团队用一到四层石墨烯代替商业碳基涂层，并测试其摩擦、磨损、腐蚀、热稳定性和润滑剂的相容性。石墨烯在这些方面都呈现出了理想的性能。与最先进的方案相比，石墨烯可将摩擦力降低两倍并有更强的耐腐蚀耐磨损能力。单层石墨烯可将磨损降低 2.5 倍。

研究团队将石墨烯转移到铁铂合金硬盘上，并测试了热辅助磁存储（Heat-Assisted Magnetic Recording, HAMR）——一种通过加热记录层到高温来提高存储密度的新技术。碳基涂层无法在高温下发挥作用，因此结合热辅助磁存储技术的石墨烯硬盘驱动器可以提供前所未有的数据密度，这将进一步推动新型高面密度硬盘驱动器发展。

该研究展现了石墨烯用于超高存储密度磁介质的优异机械、耐腐蚀、耐磨损性能，对于实现更可持续更耐用的磁数据记录至关重要，表明了石墨烯在前沿技术大规模应用的途径。

相关研究工作发表在 *Nature Communications*（文章标题：Graphene Overcoats for Ultra-High Storage Density Magnetic Media）。

彭爽 冯瑞华 编译自[2021-06-04]

Ultra-High-Density Hard Drives Made With Graphene Store 10x More Data

<https://www.cam.ac.uk/research/news/ultra-high-density-hard-drives-made-with-graphene-store-ten-times-more-data>

跟踪和研究本领域国际重大的科技战略与规划、科技计划与预算、研发热点与应用动态以及重要科研评估等；围绕材料、制造、化工等领域的前沿科技问题及热点方向进行态势调研分析；开展本领域知识资源组织体系研究，构建重要情报资源组织加工服务平台等。我们竭诚为院内外机构提供具有参考价值的情报信息服务。

研究内容		代表产品
战略规划研究	开展科技政策与科研管理、发展战略与规划研究等相关服务，为科技决策机构和管理部门提供信息支撑。	宁波新材料科技城产业发展战略规划（中国工程院咨询项目） 中国科学院稀土政策与规划战略研究 国家能源材料发展指南（国家能源局项目） 发达国家/地区重大研究计划调研
领域态势分析	开展材料、制造、化工等领域或专题的发展动态调研与跟踪、发展趋势研究和分析，提供情报支撑。	稀土功能材料 微机电系统 微纳制造 高性能碳纤维 高性能钢铁 计算材料与工程 仿生机器人 海洋涂料 二维半导体材料 石墨烯防腐涂料 轴承钢 人机协作机器人等 国际发展态势分析 （与其他工作集结公开出版历年《国际科学技术前沿报告》）
科学计量研究	开展材料、制造、化工等领域专利、文献等的计量研究，分析相关行业的现状及发展趋势，为部门决策与企业发展提供参考。	服务机器人专利分析 石墨烯知识产权态势分析 临时键合材料专利分析 超导材料专利分析报告

地 址：湖北省武汉市武昌区小洪山西 25 号（430071）

联系人：黄健 万勇

电 话：027-8719 9180

传 真：027-8719 9202