先进制造与新材料动态

ADVANCED MANUFACTURING AND MATERIALS NEWSLETTER 监测快报

2023 第13期
(总第419期)

本期要目

- 日发布《经济及产业政策新方向委员会第二次报告》
- 澳关键矿物战略 2023-2030 谋求延伸产业链
- 2023 年高端制造十大科学问题发布
- 美 NSF 投资研究中心加速材料科学研究
- 欧《关键原材料法案》盲点——铝
- 新型 3D 打印工艺无需高温烧结制备纳米级光学玻璃
- 创新型无金属柔性电极问世

中国科学院武汉文献情报中心

目 录

专 题

日发布《经济及产业政策新方向委员会第二次报告》 …… 1

战略规划

澳关键矿物战略2023-2030谋求延伸产业链 …… 3

2023年高端制造十大科学问题发布 …… 4

项目资助

美NSF投资研究中心加速材料科学研究 …… 6

美AFRL开发新的现实增强能力改进无损检测 …… 8

美NSF资助半导体芯片设计与制造 …… 8

欧国防基金投8.32亿欧元打造国防工业基础 …… 9

英资助中小型电池开发商开展电池技术规模化研发 …… 10

行业观察

美财政部报告认为美制造业建筑工程支出激增 …… 11

欧《关键原材料法案》盲点——铝 …… 11

研究进展

弱连接键可增强聚合物抗撕裂性 …… 13

钕铁硼永磁体制造新方法 …… 14

新型3D打印工艺无需高温烧结制备纳米级光学玻璃 …… 14

创新型无金属柔性电极问世 …… 15

专　题

日发布《经济及产业政策新方向委员会第二次报告》

【编者按】6 月，日本经济产业省产业结构审议会发布《经济及产业政策新方向委员会第二次报告》[1]。报告认为，日本正迎来“失落 30 年”之后的发展奇点，与此同时全球各国不断强化产业政策工具的使用，瞄准前沿新兴技术发力，国家对市场的干预趋于增强。在此背景下，提出了“以使命为导向的产业政策”+“更新社会经济体系政策”的经济及产业政策新方向、工具及行动举措，本期专题对该报告进行了简要翻译。

过去 30 年日本经济一直处于缓慢增长状态，通货紧缩的心态在日本蔓延，日本企业在预期回报率较高的地区大量投资而忽视了本土投资。尽管大公司当前利润在过去 30 年中翻了一番，目前处于历史最高水平，但国内销售额仍然持平。失业率一直处于较低水平，但平均工资在过去 30 年中一直保持稳定，导致个人消费停滞不前。政府因为产业政策过于偏向于新自由主义也要承担一部分责任。但是情况正在发生转变，如地缘政治风险和其他不确定性因素不断累积、长期通缩和企业成本削减导致日本已成为具备价格水平竞争力的国家、全球大通胀背景下日本结束了通缩时代、妇女和老年人劳动参与度提高导致日本劳动力投入（总工作时数）一直呈增加态势等，日本正迎来“失落 30 年”之后的发展奇点。

新冠疫情后，全球各国逐步意识到应对全球挑战和经济安全正在成为经济增长的新引擎。同时也必须对现有社会和经济制度进行改革，因为私营部门越来越难以独自解决社会问题，越来越需要政府提供支持，并将解决社会问题与经济增长联系起来。如美国和欧洲近期发布了《2022 芯片与科学法案》《通胀削减法案》《欧洲可再生能源指令》等。这些措施在全球范围内带来了政策竞争，而私营部门的投资和就业取决

[1] Second Report of the Committee on New Direction of Economic and Industrial Policies. https://www.meti.go.jp/english/policy/economy/industrial_council/pdf/0628_001.pdf

于各国政府的全面支持。日本政府自 2021 年以来启动了“经济产业新方向”，政府在其中发挥了积极作用，力图以“使命为导向”“以大规模、长期和有计划的方式”解决全球社会问题。

“以使命为导向的产业政策”+“更新社会经济体系政策”的经济及产业政策新方向。为了克服国内投资的长期停滞，促进对高附加值部门的投资，需要有可信的增长预期，减少不确定性。日本政府将制定“以使命为导向的产业政策”，并动员所有政策工具，如法规、制度和标准化。“以使命为导向的产业政策”包括**碳中和社会、数字社会、经济安全社会、新健康社会、抗灾社会、生物制造、以增长为导向的资源自主循环经济、有助于应对出生率下降的包容性增长**等八个新方向。为了解决以使命为导向的产业政策中的社会问题，有必要制定社会经济体系政策，以补充以使命为主导的产业政策。“更新社会经济体系”政策将包含**人力资源、初创企业/创新、价值创造管理、日本社会的全球化、全要素流程管理/面向数据的治理**等五个新方向。

日本政府提出了一系列政策工具以扩大国内投资、加速创新、提高居民收入，促进基于未来增长预期的私人投资、高附加值的企业活动、经济和产业结构的转变。**扩大国内投资**方面，主要工具包括在战略领域给予世界级的长期和大规模支持，稳定提高多年度支持、加大初始投资支持以及为公司提的进一步便利和灵活性；超前的工业场地/基础设施，且采取必要措施促进投资；促进地方投资，以此应对出生率下降。**加速创新**方面，主要工具包括推动企业结构改革以实现高附加值和促进产业更新；开发世界级的创新投资环境，包括创新盒制度、自动运行数据等的通用数据共享基础设施；为碳中和社会、半导体、人工智能、量子、太空、生物制造和健康等战略领域的创新提供世界级支持；稳步推进和强化创业发展五年计划。**提升居民收入**方面，主要工具包括改善工资上涨的环境、在农村地区创造高质量的就业机会等。

（黄 健）

澳关键矿物战略 2023-2030 谋求延伸产业链

6 月 20 日，澳大利亚发布《关键矿物战略 2023-2030》，对 2019 年及 2022 版关键矿产战略进行了更新。相较于前两版战略，新战略提出建立发展关键矿物下游加工和制造的新主权能力，打造可靠、有竞争力和多样化的供应链，把澳大利亚建设成为可再生能源强国[2]。为推动关键矿物产业链向下游延伸，战略从以下五个方面提出了一系列新行动举措。

（1）加大政策支持力度方面

战略提出要建立更新澳大利亚关键矿物清单的新机制，分析关键技术价值链，根据澳大利亚竞争优势制定政策优先级。

（2）启动战略性重要项目方面

战略提出，北部基础设施基金（Northern Australia Infrastructure Facility，NAIF）将拨款 5 亿澳元支持关键矿产部门（特别是下游加工）；国家重建基金将投资 10 亿澳元用于关键矿物增值，30 亿澳元用于可再生能源和低排放技术；在关键矿产与关键技术、国家优先事项和澳大利亚竞争优势的联系方面，评估政策适当性；通过政府地球科学计划支持关键矿产勘探；审查与关键矿产部门相关的联邦资助研究的授权和商业化条款，以确保其符合国家战略愿景；分析澳大利亚加工和制造业对矿产需求的类型、数量和时间节点等。

（3）吸引投资和建立国际伙伴关系方面

战略提出通过融资机构进行共同投资，并在新关键矿产国际伙伴关系计划下建立联合项目；在关键多边论坛中发挥领导作用，塑造新兴市场规则和规范，在全球市场中嵌入高 ESG 标准；跟踪和监控外国对澳大利亚关键矿产项目的投资，以确保其不违背澳大利亚的国家利益。

（4）基础设施投资方面

[2] Critical Minerals Strategy 2023–2030. https://www.industry.gov.au/news/new-critical-minerals-strategy-shape-australias-clean-energy-future

战略提出与行业、社区、地方政府合作，确定并推动可以为该行业带来大规模投资和增长的基础设施项目；鼓励工业集群或枢纽协调共用工业过程的投入和产出以降低成本；通过政府投资框架和咨询机构促进对关键矿产有利基础设施投资。

（5）高技能劳动力开发方面

战略提出通过就业和技能委员会，制定解决短期、中期和长期技能短缺问题的方案；优先实施减少技能短缺的备选方案（如鼓励女性就业、解决文化障碍等）；利用《就业白皮书》《移民战略》探索在整个经济层面解决技能短缺问题的方法；确保安全和包容的工作场所等。

（黄 健）

2023 年高端制造十大科学问题发布

6 月 27 日上午，由中国科学院和北京市联合举办的第五届雁栖湖会议举行“2023 年高端制造前沿十大科学问题”发布会。大会主席丁汉院士和雒建斌院士，与来自中国、德国、俄罗斯、英国、西班牙、加拿大、日本、新加坡等国家的学者共同向全球发布了会议凝练的十大科学问题。这些问题如下表所列。

	科学问题	科学问题英文版
1	如何实现原子级可控制造？	How to achieve controllable manufacturing at the atomic scale?
2	机器人化制造如何影响未来制造范式？	How does robotized manufacturing impact the future manufacturing paradigm?
3	高能束增材制造如何实现精准控形控性？	How to control precisely geometry and performance in high-energy-beam additive manufacturing?
4	如何基于任意元素与结构创制新物质？	How to generate new matter and materials based on arbitrary elements and structures?

5	如何实现机器人类人技能作业？	How to realize human-like skills in robotic operations?
6	极端光场制造中载能粒子的时空演化机制及效应是什么？	What are the mechanisms and effects of energy-carrier spatio-temporal evolution during extreme-light-field manufacturing?
7	如何实现异质异构跨尺度制造？	How to achieve heterogeneous cross-scale manufacturing?
8	如何实现性能驱动的高附加值制造？	How to achieve performance-driven high-value added manufacturing?
9	如何实现高效高性能多尺度激光制造？	How to realize simultaneously high efficiency and high performance in multi-scale laser manufacturing?
10	如何实现面向未来制造的机器人系统？	How to realize future manufacturing robot systems?

这十大科学问题围绕激光制造、微纳制造、机器人化智能制造三个方向，从100余个覆盖不同领域的候选问题中研讨凝练形成，并面向全球公开发布，以激励更多的科学家对新的科学问题发起挑战，进一步推进高端制造相关科学领域的发展和进步。

（科技日报、中国日报）

美 NSF 投资研究中心加速材料科学研究

美国国家科学基金会（NSF）拟向 9 个材料研究科学与工程中心投资 1.62 亿美元以推动先进材料的开发[3]。NSF 目前总共支持了 20 个中心，并通过最新的项目扩大了这些中心的投资组合，在半导体、生物技术、可持续能源和储存等多个领域开展更广泛的研究项目。2023 年资助的 9 个中心及其研究方向如下：

（1）伊利诺伊材料研究科学与工程中心

▸利用材料中的应变来控制电子的运动，并在量子材料以及能源生产和存储等方面实现新的信息存储和处理模型；

▸开发具有光控离子传导的材料，并探究在新型电化学制造、能源和信息技术中的应用。

（2）得克萨斯大学材料动力学与控制中心

▸开发新型生物软材料，可以主动控制其结构和功能，用于合成细胞和自适应热涂层等领域；

▸开发具有新型结构的原子级薄材料，可用于微电子和量子信息处理等。

（3）华盛顿大学分子工程材料中心

▸研究开发能够通过光调节单个电子磁性的材料，用于量子信息处理和传感；

▸开发“弹性量子物质”材料，通过应变力产生并影响量子尺度效应。

（4）西北大学材料研究科学与工程中心

▸创制可编程执行自导向功能的仿生材料，例如可自修复和形变；

▸研制可传导电子和离子，模仿大脑神经元能力的材料。

[3] NSF invests $162 million in research centers to accelerate materials science from lab to factory. https://new.nsf.gov/news/nsf-invests-162-million-research-centers

（5）宾夕法尼亚大学物质结构研究实验室

▸开发能够适应周围环境和外部触发器的新材料，潜在应用范围包括能够偏转能量的柔性材料，制造执行复杂任务的软体机器人等；

▸开发类组织合成生物材料，控制细胞内关键分子释放（类似药物输送）。

（6）加州大学圣巴巴拉分校材料研究实验室

▸开发新的化学品和加工方法，实现可持续聚合物的无溶剂制造，并提高可回收性；

▸模拟生命系统的自适应生物材料，应用于软性植入物和触觉系统（即利用触摸和运动进行控制的系统）。

（7）威斯康星材料研究科学与工程中心

▸开发新型玻璃材料，包括柔性金属玻璃和薄的有机半导体玻璃等；

▸开发基于晶体的薄膜材料，具有超快磁开关特性，推进信息处理、高速数据存储和量子计算等领域发展。

（8）田纳西大学先进材料与制造中心

▸通过人工智能加速对量子材料和系统的理解、设计和控制，在能量采集、低功耗电子、量子计算和新型传感应用材料等方面取得潜在进展；

▸开发能够承受核聚变和高超音速防御系统所需的极端温度及压力的材料。

（9）密歇根材料创新中心

▸专注开发具有定制纳米结构的新型层状材料，助力量子信息处理实现量子态；

▸开发能自修复的可回收聚合物材料，在增材制造和对材料性能进行按需改性方面具有潜在应用。

（董金鑫）

美 AFRL 开发新的现实增强能力改进无损检测

疲劳裂纹会发生在金属机身的整个生命周期内。随着时间的推移，疲劳裂纹可能会形成核并增长，在达到或超过临界尺寸后会影响飞机的完整性、安全性和可用性。螺栓孔涡流（bolt hole eddy current，BHEC）检测可用于关键结构的检测，但其需要拆除紧固件，因此常被作为“以后手段”。

6 月 15 日，美国空军研究实验室（AFRL）展示了一种新型现实增强无损检测（Augmented Reality for Nondestructive Evaluation，ARNE）系统[4]，以帮助飞机技术人员使用 BHEC 程序检测飞机金属层间的疲劳裂纹，为美国空军部的适航性和改进机队准备状态做出了贡献。

ARNE 项目于 2018 年启动，根据美国空军部无损检测技术人员的需求设计，并在很大程度上是由我们在现场的飞行员的反馈推动的。该系统将相关的三维全息图图像投影到飞机物理部件上，并虚拟地“引导”技术人员完成 BHEC 程序的执行过程。

（董金鑫）

美 NSF 资助半导体芯片设计与制造

先进的芯片设计有望降低微电子设备和系统的能耗，减少制造对环境的影响，并提高速度、容量和安全性等性能指标。美国国家科学基金会（NSF）与台湾科学技术委员会将向 6 个联合研究项目共同出资 600 万美元，用于先进半导体芯片设计与制造的基础研究[5]。这 6 个研究项目基本情况如下表所示。

[4] AFRL demonstrates new augmented reality capability to improve DAF nondestructive inspections. https://www.afrl.af.mil/News/Article-Display/Article/3428895/afrl-demonstrates-new-augmented-reality-capability-to-improve-daf-nondestructiv/

[5] NSF announces $6 million investment in semiconductor fabrication. https://new.nsf.gov/news/nsf-announces-6-million-investment-semiconductor

	牵头高校	研究主题
1	加州大学伯克利分校	240 GHz 高能效 CMOS 多输入多输出（MIMO）雷达
2	得克萨斯农工大学	用于高能效相干光互连的新型电光系统
3	加州大学戴维斯分校	片上 CMOS-MEMS 红外光谱系统
4	佛吉尼亚理工大学	毫米波收发器硬件系统的实时优化
5	加州大学洛杉矶分校	适用于人工智能/机器学习的运行时可重构阵列技术
6	斯坦福大学	超快、低功耗人工智能芯片，具有用于边缘学习和推理的新型磁阻式随机存取内存（MRAM）

（万 勇）

欧国防基金投 8.32 亿欧元打造国防工业基础

欧盟委员会公布了欧洲国防基金（European Defence Fund，EDF）2022 年提案征集结果，共 41 个联合国防研发项目将分享 8.32 亿欧元的资助，这将有助于欧盟的战略自主，并建立更具竞争力和一体化的欧洲国防技术和工业基础[6]。

选定的项目将有助于进一步发展欧盟在海、陆、空、天、网等关键领域的高端防御能力。如 E-NACSOS 项目将聚焦于海军舰艇防空和导弹防御的新合作标准、REACTII 项目将提高空军电子战的弹性和管理能力、ODIN’S EYE II 项目将汇集 14 个欧盟成员国和挪威的工业能力开发天基导弹预警系统以及三个关于网络防御的项目。

欧洲国防基金还将根据“欧盟国防创新计划”（EU Defence Innovation Scheme，EUDIS），首次发起 2500 万欧元的技术挑战，竞争团队将提出通过无人系统检测隐藏威胁的最佳解决方案，并使军事和文职人员能够在冲突环境中更安全地工作。

（黄 健）

[6] European Defence Fund: EU to invest €832 million in 41 ambitious defence industrial projects. https://defence-industry-space.ec.europa.eu/european-defence-fund-eu-invest-eu832-million-41-ambitious-defence-industrial-projects-2023-06-26_en

英资助中小型电池开发商开展电池技术规模化研发

英国研究与创新署（UKRI）通过法拉第电池挑战赛（Faraday Battery Challenge，FBC）向以下三家中小型企业电池开发商资助了 100 万英镑，支持开展电池技术规模化的研发[7]。

（1）Addionics

将利用其自行开发的 3D 集电器制造技术，该技术能够显著改进电池性能。通过采用 3D 集电器材料进行完整的电池开发，包括混合、涂层、压延和分切，直至电池组装、化成和老化。

（2）AMTE

动力电池商业化项目将支持其提高产量，扩大超高功率（ultra high power，UHP）软包电池的规模。UHP 电池是一种在未来市场上领先的镍钴铝酸锂（NCA）化学软包电池，能够以 40 放电倍率连续放电或 100 放电倍率脉冲放电，能量密度为 150 瓦时/千克。

（3）Nyobolt

将超高速充电、高功率电池技术商业化，适用于从电动工具到汽车等各种应用，目前正在扩大生产以满足客户需求。该项目将优化该企业电极材料的质量，并加快吉瓦时规模的电池制造速度。

（李 喻）

[7] Delivering £1m innovation scale-up for UK SME battery developers. https://www.ukri.org/news/delivering-1m-innovation-scale-up-for-uk-sme-battery-developers/

美财政部报告认为美制造业建筑工程支出激增

6 月 27 日，美国财政部经济政策办公室发布了关于美国制造业建筑工程支出激增的分析报告[8]。报告指出，自 2021 年底以来，随着拜登总统的《投资美国议程——基础设施投资和就业法案》《通胀削减法案》和《科学与芯片法案》的通过，实际制造业建筑工程支出翻了一番。拜登政府正在推行基于“现代供给侧经济学”的经济方法，旨在通过投资基础设施、高科技制造业和工人等领域来扩大美国生产能力。报告主要观点如下：

（1）这一轮繁荣主要是由计算机、电子电气制造业的建筑工程推动的。在过去几十年中，这在制造业建筑中所占的份额相对较小，但现在已成为主要构成部分。

（2）制造业建筑支出是美国非住宅建筑支出广泛增长的因素之一，制造业的激增并没有挤占掉其他类型的建筑支出，这些支出通常会继续增加。

（3）虽然很难比较各国之间关于制造业建筑支出精细数据，但这种激增似乎是美国独有的，而其他发达经济体并没有类似情况发生。

（黄 健）

欧《关键原材料法案》盲点——铝

欧盟原材料联盟（EIT RawMaterials）首席执行官发表评论文章[9]指出，欧盟《关键原材料法案》（Critical Raw Materials Act，CRMA）是欧洲在迈向更具可持续性和竞争力的工业未来过程中具有里程碑意义的立法，但忽略了对欧洲顺利过渡到更绿色经济和增加工业弹性的一类关

[8] Treasury Releases Analysis of the Boom in U.S. Construction of Manufacturing Facilities Driven by Invest in America Agenda. https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy1580
[9] Aluminium: The Critical Raw Material Act’s Blind Spot. https://eitrawmaterials.eu/aluminium-the-critical-raw-material-acts-blind-spot/

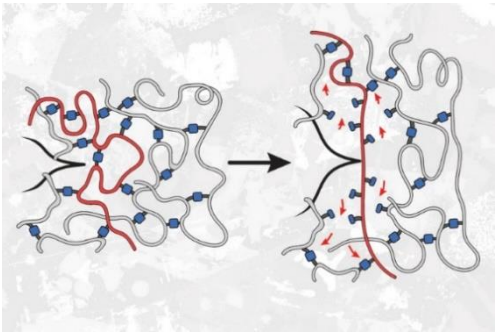
键材料——铝。

据预测，到 2040 年欧洲对铝的需求将增加 30%，主要是受电动汽车、太阳能发电和电网增长驱动。航空航天、国防、医疗、包装和建筑等应用部门都依靠铝的特性来提高效率和减少碳排放。铝应该成为 CRMA 战略原料清单的一部分，以承认其在欧盟双重转型中不可或缺的作用，并确保稳定供应以满足不断增长的需求。

报告指出，世界上超过三分之二的铝产量来自所谓的非市场经济国家（编者注：意指中国），这构成了严重的风险，可能会影响欧洲的关键工业生态系统。铝业在整个价值链中吸引了 100 万个直接和间接的就业机会，因此将进一步促进创造就业机会并加强欧洲的工业基础。然而，欧洲制造的原铝生产遵守了最高的环境社会治理标准，其碳足迹不到全球平均水平的一半。因此，优化欧洲的铝业不仅仅是经济或战略问题，也是重要的环境问题。铝可以被反复回收，其固有的特性不会有任何退化，而且回收铝只需要生产原始金属所需能源的 5%。总之，现在是时候让共同立法者重新考虑并正式承认铝的战略价值，将其纳入欧盟战略原材料清单。

（冯瑞华）

弱连接键可增强聚合物抗撕裂性



当聚合物网络被拉伸时，较弱的交联键（蓝色）比强键聚合物链更容易断裂，使裂纹更难在材料中传播

美国麻省理工学院和杜克大学的联合研究团队发现，在聚丙烯酸酯弹性体聚合物网络中加入弱键交联剂，可以将材料的抗撕裂性能提高 10 倍[10]。这种橡胶状聚合物通常用于汽车零部件，也经常用作 3D 打印物体的“墨水”。研究人员正在探索将这种方法扩展到橡胶轮胎等其他类型材料的可能性。

聚丙烯酸酯弹性体是由丙烯酸酯链通过连接分子连接而成的聚合物网络。这些构建块可以以不同的方式连接在一起，创造出具有不同特性的材料。研究人员使用弱键交联剂将丙烯酸酯构建块连接在一起，其聚合物链在随机位置与其他链交联，而不是在两末端连接。实验结果显示，该材料对撕裂的抵抗力大大增强。加入较弱交联剂的聚丙烯酸酯比加入较强交联剂制成的聚丙烯酸酯更难撕裂 9-10 倍。即使当弱交联剂只占材料总体成分的约 2%时，也能达到这种效果。研究认为，这是因为弱键随机地分布在整个材料中强键的链路之间，而不是作为链路末端的一部分。当这种材料被拉伸到断裂点时，任何在材料中传播的裂缝都会试图避开较强的键而通过较弱的键。

上述研究工作发表在 ***Science***（文章标题：Facile mechanochemical cycloreversion of polymer cross-linkers enhances tear resistance）。

（冯瑞华）

[10] Surprise! Weaker bonds can make polymers stronger. https://news.mit.edu/2023/weaker-bonds-can-make-polymers-stronger-0622

钕铁硼永磁体制造新方法

钕铁硼永磁体对风力涡轮机、电动汽车、手机等越来越重要，但需要在高温下才能发挥作用，制造永磁体的最大挑战是增加其在高温下的抗退磁能力。第一种方法是在新磁体中加入镝，但镝是一种关键原材料，供应非常有限；第二种方法是晶粒细化技术。

美国艾姆斯国家实验室关键材料研究所开发出一种制造高性能永磁体的新方法——“热轧纳米新磁体”工艺[11]。微米大小的粉末暴露在磁场中，使每个颗粒的磁极指向同一方向，然后被压实融合在一起，成为一种完全致密的单一固体材料。研究团队开发的新方法简化了流程，将粉末装入不锈钢管，包装密实，然后经过两个阶段的热变形以使磁体致密。一旦这些磁体形成，它们仍然对空气敏感，所以还要经过最后的涂层过程，在上面涂上镍。

由于不锈钢管完全密封，新工艺不需要真空炉来保护磁铁材料。该工艺还可用于制造更薄的磁体，并保持其结构完整性和磁性。此外，新工艺可以连续制造很长的磁体，这些磁体可以被切成无数的小磁体，这是一种全新的制造磁铁的方式。

（冯瑞华）

新型 3D 打印工艺无需高温烧结制备纳米级光学玻璃

打印纳米级石英玻璃结构普遍基于传统的烧结法，所需温度均高于 1100 °C，这使其难以直接沉积到半导体芯片上。英国卡尔斯鲁厄理工学院 Jens Bauer 率领的研究团队开发出一种 3D 打印新工艺，无需烧结可以在更低的温度下生产出高分辨率和优异机械性能的透明石英玻璃[12]。

研究人员使用有机-无机杂化聚合物树脂作为原料。这种树脂由多面体低聚倍半硅氧烷（polyhedral oligomeric silsesquioxane，POSS）分子

[11] Researchers develop a new process for manufacturing permanent magnets. https://www.ameslab.gov/news/researchers-develop-a-new-process-for-manufacturing-permanent-magnets
[12] Nanomaterials: 3D Printing of Glass without Sintering. https://www.kit.edu/kit/english/pi_2023_041_nanomaterials-3d-printing-of-glass-without-sintering.php

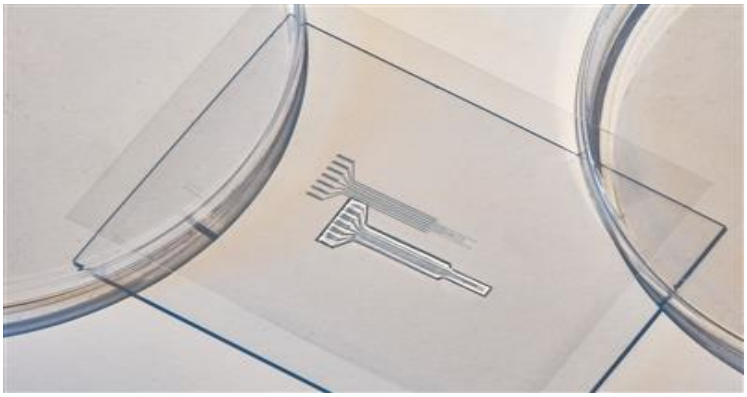
组成。通过双光子聚合 3D 打印技术将材料交联形成 3D 纳米结构后，在空气中加热至 650 °C 以去除有机成分。同时，无机 POSS 聚结并形成连续的石英玻璃微结构或纳米结构。

上述研究工作发表在 ***Science***（文章标题: A sinterless, low-temperature route to 3D print nanoscale optical-grade glass）。

（董金鑫）

创新型无金属柔性电极问世

麻省理工学院 Xuanhe Zhao 教授率领的一支国际研究团队开发了一种不含金属的果冻状材料，它像生物组织一样柔软和坚韧，并且可以像传统金属一样导电。这种新材料是一种高性能导电聚合物水凝胶，未来有可能会取代医疗设备电极中的金属，并具有生物组织的外观和触感[13]。



不含金属的果冻状材料柔软而坚韧，可以像传统金属一样导电

在研究中，研究人员发现一项难题就是，如何实现该材料既具有导电性，又要兼具弹性和坚固性。研究人员尝试通过将导电聚合物颗粒与水凝胶混合来制造柔软而坚韧的导电薄膜和贴片，但是最终制造的材料要么太脆弱、太脆，要么电气性能较差。

研究人员意识到，为了分别保持导电聚合物和水凝胶的电气和机械强度，应该以一种轻微排斥的方式混合，这种状态称为相分离。在这种稍微分离的状态下，每种成分可以将其各自的聚合物连接起来，形成细

[13] MIT engineers develop a soft, printable, metal-free electrode. https://news.mit.edu/2023/mit-engineers-develop-soft-metal-free-electrode-0615

长的微观链，同时也作为一个整体混合。这种方式就像制作意大利面条一样，一种是“电气意大利面”，另外一种是“机械意大利面”。前者是导电聚合物，可通过材料传导电流；后者是水凝胶，可以传递机械力，并且坚韧有弹性。研究人员将两者的凝胶煮成墨水，然后通过 3D 打印机将其打印到纯水凝胶薄膜上，其图案与传统金属电极类似。研究人员还将这种打印的材料在动物的身上进行了实验，测试结果是在长达两个多月里这些装置依旧保持得非常稳定，而且在组织的周围也没有出现炎症和疤痕。研究人员正在努力延长材料的使用寿命和性能，希望未来能取代玻璃、瓷器和金属，使其可以用作器官和长期植入物（包括起搏器和深部脑刺激器）之间的软电子接口，这将会减少患者手术后的并发症和副作用。

上述研究工作发表在 ***Nature Materials***（文章标题：3D Printable high-performance condcuting polymer hydegoel for all-hydegoel bioectronic interfaces）。

（李 喻）

中国科学院武汉文献情报中心

先进制造与新材料情报研究

微信扫一扫，关注我们

编　辑：　中国科学院武汉文献情报中心战略情报部

地　址：　湖北省武汉市武昌区小洪山西 25 号

电　话：　027-8719 9180

传　真：　027-8719 9202

邮　箱：　amto *at* whlib.ac.cn