



2019

# 先进制造与新材料动态监测快报

11月15日

第22期(总第332期)

## 重点推荐

《以人为本的未来工厂白皮书》总结五大发展特点

新加坡发布最新制造业计划和建立电池联盟

德勤发布 2020 制造业展望

首个液态全柔性机器人在天大问世

## 目 录

### 专 题

《以人为本的未来工厂白皮书》总结五大发展特点 .....1

### 项目资助

新加坡发布最新制造业计划和建立电池联盟 .....5

英先进粉末工艺制造中心启动第二期可行性研究项目征集 .....6

英 1500 万英镑投资数字制造设施 .....7

### 行业动态

德勤发布 2020 制造业展望 .....7

### 研究进展

首个液态全柔性机器人在天大问世 .....8

受生物启发的不会下沉的金属 .....9

热电材料破记录 .....9

韩学者开发出一种与皮肤无缝集成的多功能电子平台 .....10

## 《以人为本的未来工厂白皮书》总结五大发展特点

10月，欧洲“地平线2020”未来工厂主题下的五个项目（A4BLUE、Factory2Fit、INCLUSIVE、HUMAN和MANUWORK）<sup>1</sup>研究团队联合组成了以人为本的未来工厂集群（HumAnCEntred Factories Cluster），并共同发布了《以人为本的未来工厂白皮书》（ACE Factories White Paper）。白皮书对“操作员4.0”<sup>2</sup>概念进行了拓展，提出包括增强型和虚拟操作员、社交和协作操作员、超强壮的操作员、独一无二的操作员以及健康快乐的操作员等五大发展特点，并列举了五个项目组取得的成功经验予以论证，最后总结了四个方面的建议。

### 一、增强型和虚拟操作员

员工必须接受定期培训，以获取和更新由于新程序而需要的技能。虚拟现实（VR）、增强现实（AR）、混合现实（MR）技术使培训和指导适应不断变化的情况，如新设备、新程序、新员工、具有不同技能的员工等，还根据其能力、技能水平和个人学习目标来定制信息，确保这些信息能够被员工正确理解。在未来工厂中，还将促进不同参与者共同参与设计活动。

（1）离岗和在岗培训及制造。INCLUSIVE、MANUWORK和HUMAN等项目利用VR技术重新创建完整的虚拟环境来支持离岗培训，员工可以在制造系统调试安装之前就完成培训工作。在虚拟环境中，甚至可以安全地进行针对异常情况的练习。此外，虚拟环境允许对员工的需求以及受训课程进行广泛的个性化设置。

A4BLUE、Factory2Fit、HUMAN和MANUWORK项目通过分步的AR指导，员工可以完成他们没有接受过培训的任务（即边做边学）。结合远程协助支持，AR可以为员工提供实时的免提指导，其内容直接在其视野内显示。

（2）协同设计。Factory2Fit的平台支持在整个制造过程中查看自己以及其他人的工作以及在项目中各自承担的任务。当将Factory2Fit概念引入不同工厂时，与虚拟工厂的协同设计将被广泛接受。虚拟工厂提供了平台，可以使员工建议可见并支持不同利益相关方之间共享想法。

HUMAN项目的方法侧重于提供评估和确定工作场所所需的工具。项目提出的

---

<sup>1</sup> 这五个项目具体分别为：可在变化的环境中满足蓝领员工需求的装配自适应自动化项目 A4BLUE；通过提升工厂环境的灵活性和适应性以提升员工满意度和生产率项目 Factory2Fit；使人与复杂机器的交互变得更加容易的 INCLUSIVE 项目；通过定义并展示自动化和人工协作的工作场所，以提高生产率、质量、工厂绩效以及员工满意度和安全性的 HUMAN 项目；使人在不断变化的生产系统中，随着不断变化的自动化水平不断适应工作环境的 MANUWORK 项目等。

<sup>2</sup> The Operator 4.0: Human Cyber-Physical Systems & Adaptive Automation Towards Human-Automation Symbiosis Work Systems. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-51133-7\\_80](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-51133-7_80)

解决方案促进了工程师和操作员的协作。它利用虚拟现实和增强现实技术，为工程师提供所需的所有工具以帮助模拟、访问和修改真实的制造环境和过程，并检查其有效性、可用性和效率。该解决方案有两种主要模式：操作人员可以在沉浸式虚拟车间中执行任务的模拟模式，以及工程师和操作人员能够以可视化协作方式更改工作场所布局的设计模式。

## 二、社交和协作操作员

高度协作、知识密集、以服务为导向、高效的制造业的重要性正在凸显，它不仅是一种新兴的商业范式，也是动态协作制造网络的集成技术方法。未来工厂将把人类和机器人聚集在一起，双方在同一任务上共享工作，在不同的生产任务中相互协作和互补，并将人类的敏捷性、灵活性和解决问题的技能与机器人的重复性、速度和精确结合起来。人类工作角色的转变意味着需要以人为本的思考。

(1) 工业社会网络及知识共享。未来工厂希望有统一的标准来发现、设计并分享最佳实践经验。希望通过向员工提供易于使用的自助或同伴帮助来简化支持并削减成本，即用户无需联系服务台即可快速获得答案和信息，从而节省了宝贵的员工时间。此外，工厂还希望激励员工学习新技能和提升原有技能，并使得技能和证书更加透明、更具可比性且更易获取，从而激发、发展和挽留最优秀的人才。

有些员工拥有良好的工作习惯和解决问题的能力。使用基于社交媒体的工具可以使这些知识可见并被访问，这将对官方提供的指南和文档形成补充。将知识与制造环境相关联，使员工能以与情境相关的形式访问与情境相关的信息，这将进一步促进知识共享和访问。

Factory2Fit 项目的经验表明，员工发现了不同方法以推动工作中知识共享。通常这些解决方案未能成功地激发员工共享知识，因而将知识在员工社区上进行共享至关重要。

A4BLUE 协作知识平台通过如下方式推动互动和提高员工生产率：鼓励员工利用集体知识，并将其应用于日常工作；提供多种协作工具；将正确的技能和知识推送给员工；将旧的工作和通信方式转变为新的数字协作方式，可任意访问并实现完美集成。

MANUWORK 项目开发的工业社交网络工具（RAPpID）将员工及其同事置于中心位置，使其能够快速且友好地访问与其工作场所相关的数据和信息。这使工厂可以减少等待/停机时间，提高整体效率并利用积累的知识。

(2) 人机协作。欧洲未来工厂研究协会（EFFRA）已经在《工厂 4.0 及未来》（*Factories 4.0 and Beyond*）报告中针对人机协作提出了安全性、人体工程学、适应性和接受性等需求。人机协作中对机器的信任度需要适中：如果过低，员工将无法

有效地执行任务；如果太高，则员工可能会变得过于自满和粗心。A4BLUE 项目使用量身定制的标准以量化人机协作中对机器人的信任度。

推动人机协作需要了解人机协作的需求以及现有方法之间的差异。MANUWORK 项目的“协作水平”框架在设计人机协作方案时，以员工个人教育背景及身体情况为出发点。A4BLUE 项目利用传感器监视人机协作区域，并具有识别无生命的障碍物和人的能力，从而使机器人的行为更加安全。此外，机器人可以在协作完成生产任务时考虑每个员工的个人情况，如人体特征、技能、偏好等。

人与机器之间的通信方式也得到了增强，如语音和手势交互机制等，因此系统可以进一步支持不同员工的能力或偏好。在实施阶段进行的可用性和员工满意度测试可确保正确使用此类功能以及解决方案在整个过程中的可持续性。

### 三、超强的操作员

在执行日常任务时，未来工厂除了在脑力上提供支持，还应在体力上提供支持。如前所述，可以通过引入协作机器人来满足体力工作的需求。但并非所有任务都可以自动化，一些任务需要员工在不符合人体工程学的情况下进行重复劳动，如提起箱子或高举双手进行钻孔等。为此，HUMAN 项目提出了基于外骨骼的解决方案。

当需要员工高举双手，进行钻孔、夹紧或拧螺钉时，可使用上肢外骨骼，帮助员工保持抬高的手臂并减少此位置的肩部肌肉所需的力量来为上肢提供帮助。经常举起沉重箱子会导致员工骨盆区域疼痛，HUMAN 项目开发的骨盆外骨骼解决方案可为员工背部提供支撑，从而减少该部位的肌肉劳损。它是一种主动且紧凑的解决方案，涉及控制算法和辅助策略。

### 四、独一无二的操作员

以人为本的工厂应满足具有不同技能、能力和偏好的员工需求。适应性制造系统应为员工提供个性化情境感知帮助，以有效、高效且持续地执行任务。该系统可适应员工自身的变化，包括身体、感觉和认知能力、特征、技能和偏好的发展等。

(1) 适合员工的工作场所。A4BLUE 项目中，机器人会在与员工协作进行装配任务时检测人体测量学特征，系统还可根据员工的能力水平和经验通过 AR 向其提供帮助。当涉及弱势用户（如患有认知或身体上的障碍、老年人或技能水平较低的用户等）时，自适应的要求尤其重要。自适应系统的短期目标是在与系统交互的过程中提高员工绩效，但最终目标是提高员工技能。

处理个人数据的自适应系统必须充分考虑与数据保护有关的问题。通用数据保护条例（GDPR）定义了数据保护的基本原则。Factory2Fit 中开发的“员工资料仪表盘”为员工提供了访问其资料数据并定义访问该资料的权限。INCLUSIVE 开发了使

员工匿名的方法，为其分配代码并为代码分配正确的配置文件。

(2) 负载平衡。在现实的装配中，包括人为或环境因素（如员工的疲倦或缺乏技能、复杂的操作以及机器故障）在内的各种突发意外将威胁生产目标的实现。MANUWORK 引入了数学算法来解决不同类型的流水线配置（例如直线和 U 形流水线设计）装配线平衡问题。

## 五、健康快乐的操作员

以人为本的未来工厂应定量评估员工的幸福感和满意度。

(1) 增强对工作幸福感和工作成就的反馈。在未来的工厂中，员工有权管理自己的工作幸福感和能力发展。Factory2Fit 项目持续监测了员工的工作活动和幸福，并形成反馈以研究幸福感与工作成就之间的联系，支持员工不断提升自己的能力。

(2) 员工满意度评估。Factory2Fit、MANUWORK、INCLUSIVE 等项目进行了员工满意度的评估。由于满意度是一个多维心理概念，尽管不可能直接测量，但是可以识别和量化影响满意度的可观察指标。

## 六、建议

白皮书最后提出四个方面共 11 点建议。

(1) 生产力与幸福感并重。以人为本的工厂将提高生产率和员工幸福感；实时测量员工能力/心理压力和自动适应工作的新技术解决方案有助于提高生产率和员工幸福感；实时测量员工身体疲劳程度和自动调整力学支撑水平的新技术解决方案可以提高生产率和员工安全；AR 和 VR 是在职培训的有效工具，可以提高生产力和员工幸福感；为员工提供影响和改善其工作的方法将增加工作动力和生产力。

(2) 工作角色。工作角色的转变应考虑到老年员工需求；应对技能要求较高的新工作分配给年轻人和具有能力的人。

(3) 伦理、隐私与信任应通过符合道德的适应解决方案支持可持续且负责任的行业目标；必须保护员工的专有技术，防止未经授权的使用；必须考虑与人机合作中的信任相关的标准。

(4) 支持中小企业采用以人为本的未来工厂解决方案。

黄 健 编译自[2019-11-07]

ACE Factories White Paper

<https://www.ffa.eu/news/ace-factories-white-paper>

### 新加坡发布最新制造业计划和建立电池联盟

在 10 月 22 日至 24 日举行的 2019 年亚太产业转型年会上，新加坡科技研究局（A\*STAR）发布了最新的制造业计划，主要关注：①针对快速消费品行业的超个性化制造计划；②数字化连接智能工厂、分享工业 4.0 最佳实践的学习平台。

个性化的制造包括无缝车间操作设计软件、更好设计生产线的数字孪生、机械生产实时可视化、快速安全的光连接、保持产品线可靠的传感网络、机器人优化效率、提高交货时间的物流系统、防止停机的预防性维护等。A\*STAR 先进再制造技术中心（Advanced Remanufacturing Technology Centre, ARTC）正与 10 家公司合作开发解决方案，其中包括宝洁等跨国公司，以及当地中小企业。A\*STAR 旗下的 SIMTech 和新加坡精密工程与技术协会（Singapore Precision Engineering and Technology Association, SPETA）推出了一个学习平台，旨在以数字方式连接智能工厂，让各行业的企业都能学习工业 4.0 的最佳实践。13 个工业和高等院校组织与 SIMTech 和 SPETA 签署了谅解备忘录，加入了“样板工厂数字生态系统”项目。

新加坡总理还宣布启动裕廊创新园区，旨在将先进的制造业生态系统整合到一个区域，创建一站式的制造园区，新加坡制造技术研究所（Singapore Institute of Manufacturing Technology, SIMTech）和国家计量中心（National Metrology Centre, NMC）将入驻该园区。A\*STAR 将建立新一代超级个性化生产线，以适应每个客户具体、实时的需求，这是一条智能、可扩展、灵活、模块化和数字集成的生产线，该产品线由工业物联网支持，适用于快速消费品领域。

11 月 13 日，新加坡宣布新加坡电池联盟启动，新联盟将帮助企业获得电池材料、管理系统和电池寿命回收方面的研究，并将其转化为新产品，从而显著提高电池的使用和性能，尤其是在移动和便携设备方面。该联盟将工业界、高等院校和公共部门联合起来，充分利用新加坡的电池深度研究能力。联盟创始成员包括 LiRON、Durapower、Orient Tech 和 Genplus，都是电池材料生产、电池制造、电池组设计和生产的本地企业。

冯瑞华 编译自①[2019-11-13]②[2019-10-31]

①*New National Battery Consortium Launched at SWITCH 2019*  
<https://www.a-star.edu.sg/News-and-Events/A-STAR-News/ID/8004>

②*A\*STAR launches new future of manufacturing initiatives at Industrial Transformation Asia Pacific 2019*

<https://www.a-star.edu.sg/News-and-Events/A-STAR-News/ID/8000>

## 英先进粉末工艺制造中心启动第二期可行性研究项目征集

11月3日，英国工程与自然科学研究理事会（EPSRC）先进粉末工艺制造中心（Manufacture using Advanced Powder Processes, MAPP）完成了第二期可行性研究项目征集。MAPP是耗资2000万英镑的EPSRC未来制造中心之一，其目标是开发基于粉末的制造工艺，提供低能耗、低成本和低浪费的高价值制造路线和产品。MAPP由谢菲尔德大学领导，成员包括利兹大学、曼彻斯特大学、牛津大学、伦敦帝国理工学院和伦敦大学学院等高校、17个行业合作伙伴以及英国6个高价值制造技术创新中心（HVMC）组成。MAPP重点研究领域包括：

（1）粉末科学与创新。粉末在加工过程中将成为主动和设计元素，而不是被动元素。控制表面状态、表面化学、结构、体相化学、形态和尺寸将推动粉末设计，以提高工艺效率、可靠性和产品性能。

（2）集成的过程监控、建模和控制技术。粉末加工的新方法将使研究者能够处理颗粒固有的可变性及其随机性。先进的现场表征将有助于开发确保质量的新型监控技术，并结合建模方法进行控制和优化。

（3）未来可持续制造技术。创新研究将为最终产品提供确定性和完整性，减少废品、降低能源消耗与CO<sub>2</sub>排放量。将材料科学与制造科学结合起来，将使研究者能够充分利用当前技术潜力开发新的制造工艺，以确保英国工业的繁荣。

本次MAPP可行性研究项目征集涵盖了新兴的基于粉末的制造技术，包括但不限于：火花等离子体烧结（SPS）、冷冻浇注、喷墨打印、逐层制造、热等静压（HIP）、激光以及电子束增材制造等，涉及的工程材料包括先进陶瓷、聚合物、金属等，包含粉末设计以及工艺设计两大主题。

**粉末设计。**目前对粉末的研究还不足以利用粉末加工技术进行一致性制造。粉末传统参数包括形貌、表面积、粒度分布、可压性和流动性等，无法充分描述其整体复杂性。重点支持研究方向包括但不限于：支持工艺过程中粉末行为的新型表征方法；修改粉末化学、形状、尺寸性质以改善工艺和产品性能。

**工艺设计。**粉末工艺目前被认为是黑匣子，缺乏清晰过程控制会导致零件残品率较高。重点支持研究方向包括但不限于：新计量方法，为实时的过程监控提供新的过程理解和/或机会；利用丰富的工艺数据（实时以及历史数据）和整个制造业供应链数据，进行过程建模；利用机器学习和人工智能进行控制和优化。

黄健 编译自[2019-11-03]

*2nd Call for Feasibility Studies*

<https://epsrc.ukri.org/files/funding/calls/2019/mapp-call-for-feasibility-studies-2019-v2/>



## 英 1500 万英镑投资数字制造设施

英国利物浦市地区联合政府（Region Combined Authority）将于 11 月从战略投资基金中拨款 1500 万英镑，资助制造技术中心（MTC）能够扩大其设施并创造 40 多个高技能工作岗位。

该中心最近搬到了利物浦科学园，为与汽车、航空航天、建筑、国防、铁路、信息技术、消费电子等行业合作，以弥合大学研究与制造业创新解决方案开发之间的差距。本次 1500 万英镑投资将帮助该中心建设开放式数字制造设施，包括“可快速重配置的工厂环境”和“数字工厂环境”。前者是位于利物浦知识中心（Knowledge Quarter）的“盒子工厂”测试台，后者位于英国科学与技术设施理事会达斯伯里实验室，这些设施将帮助企业测试和开发其制造过程和系统。

黄健 编译自[2019-10-25]

*£15m funding package for world leading research and technology organisation the Manufacturing Technology Centre set to be approved by the Liverpool City Region Combined Authority*

<https://www.liverpoolcityregion-ca.gov.uk/15m-funding-package-for-world-leading-research-and-technology-organisation-the-manufacturing-technology-centre-set-to-be-approved-by-the-liverpool-city-region-combined-authority/>

## 行业动态

### 德勤发布 2020 制造业展望

11 月，德勤会计师事务所发布了题为《2020 制造业展望》（*2020 Manufacturing Industry Outlook*）的分析报告。报告指出，2019 年初，美国和全球制造业经历了持续增长，然而近期由于全球制造业下滑的风险增加，制造业增长开始放缓。9 月，全球采购经理人指数（PMI）连续第五个月低于 50.0 的枯荣线。美国制造业指标在 2019 年的前两个季度表现积极，但 8 月份美国 PMI 指数三年来首次低于 50，与全球趋势趋同。根据德勤的牛津经济模型预测，2019/2020 年制造业 GDP 将出现缓慢下降，2019 年预测为 2.7%，2020 年预测为 1.3%，低于德勤此前的预测。

德勤指出，随着全球经济下滑的风险增长，到 2020 年，工业制造业的发展环境充满挑战，其中包括贸易紧张局势，就业增长缓慢，供应链动荡以及持续的技术人才短缺。

报告表明，尽管存在不利因素，但行业领导者仍迅速制订了应对策略，其中两点包括：

(1) 进行投资剥离：随着金融市场越来越重视核心业务投资，制造商正在围绕主要市场和客户进行精简和调整，以使他们的投资组合更为有序。预计 2020 年总体并购交易量将减少，但确实发生了更高价值的交易。

(2) 建立数字化力量：持续的贸易不确定性正在推动制造商在 2020 年重新评估其供应链和分销网络。为了使其网络更具弹性，许多制造商都在增加数字化技术（例如可提高可见性和透明度的 AI 和机器人技术），以使其能够响应基于市场的威胁或机遇，并在必要时灵活利用生产和资源。企业领导者还与供应商，渠道和客户合作，以提高生产力。

(3) 承担更多社会责任：超过 25% 的制造商表达了对承担社会责任的真诚承诺，包括评估可再生能源如何帮助实现可持续发展目标。表示承诺的人中有 40% 表示，企业社会责任倡议帮助他们创造了新的收入来源。

姜山 编译自[2019-11-15]

*2020 Manufacturing Industry Outlook*

<https://www2.deloitte.com/us/en/pages/energy-and-resources/articles/manufacturing-industry-outlook.html>

html

## 研究进展

### 首个液态全柔性机器人在天大问世

柔性电子器件具有类似皮肤的特性：超薄、柔性、可延展，在能源、医疗、通信等领域有着广阔的应用前景。然而，当前利用柔性电子技术研发的软体机器人并不“软”，仍旧依赖传统的刚性传感元器件和电路，这在一定程度上阻碍了机器人性能的发挥。

天津大学黄显教授率领的研究团队受水母、轮虫等腔肠动物和浮游生物的启发，利用液滴的柔软无定形特性和柔性电子器件的超薄性质，开发出全球首个以液滴为载体，并跟随液体共同运动的柔性智能机器人。这是一种全新的“智能液滴”，代表了柔性电子技术的最新形态，具有超小、全柔性、可编程等特点，除了良好的运动和环境适应能力，还可搭载温度、湿度、光学、应力、食品毒素等传感器和无线能量采集模块等。

相关研究工作发表在 *Advanced Science*（文章标题：Droplets as Carriers for Flexible Electronic Devices）。

（王 轩）

## 受生物启发的不会下沉的金属

美国罗切斯特大学 Chunlei Guo 教授率领的研究团队受到潜水钟形蜘蛛和火蚁木筏的启发，创造了一种具有疏水性的金属结构，无论将其放入水中多少次，或者被损坏或刺破，都不会下沉。

研究人员采用飞秒激光技术蚀刻铝金属表面，得到具有复杂微米级和纳米级图案，这些图案可捕获空气，使得表面超疏水。两块平行铝板上被处理过的表面面向内而不是向外，这样可以避免受到外部磨损。表面之间控制在适当的距离，从而可以捕获并容纳足够的空气，使结构可保持漂浮。

相关研究工作发表在 *ACS Applied Materials and Interfaces* (文章标题: Highly Floatable Superhydrophobic Metallic Assembly for Aquatic Applications)。

万勇 编译自[2019-11-06]

*Spiders and ants inspire metal that won't sink*

<https://www.rochester.edu/newscenter/superhydrophobic-metal-wont-sink-406272/>

## 热电材料破记录

奥地利维也纳技术大学 Ernst Bauer 教授团队开发出一种 ZT 值高达 5~6 的全新热电材料，而之前最好的热电材料 ZT 值为 2.5~2.8。新型热电材料由铁、钒、钨、铝和硅晶体组成，热电性能非常好，可用于传感器、小型计算机处理器无线供电。

热电材料中的原子通常在面心立方晶格中规则排列，同类原子之间的距离总是相等的。然而，当混合金属薄层材料与硅结合后，材料的结构发生了根本性变化。虽然原子仍然构成立方体结构，但形成的是以空间为中心的结构，不同类型原子的分布随机化。原子排列规律性与非规律性的混合改变了材料的电子结构，而电子结构又决定了电子在固体中的运动方式。晶格振动将热量由高温区域输送到低温区域，振动被晶体结构中的不规则现象所抑制，导致热导率降低。保持温差的长期性非常重要，如果温差很快就达到了平衡，那么热电效应也就停止了。

快速发展的物联网智能化程度越来越高，其对热电材料的需求也越来越强。而对未来的工厂而言，设备之间的自动协调非常关键。新型热电材料能非常有效地利用温差产生电流，使得传感器和小型处理器可以无线供电。

相关研究工作发表在 *Nature* (文章标题: Thermoelectric performance of a metastable thin-film Heusler alloy)。

冯瑞华 编译自[2019-11-14]

*New Material Breaks World Record Turning Heat into Electricity*

<https://www.tuwien.at/en/tu-wien/news/news-articles/news/new-material-breaks-world-record-turning-heat-into-electricity/>

## 韩学者开发出一种与皮肤无缝集成的多功能电子平台



与皮肤无缝集成的多功能电子平台

韩国高等科学技术院（KAIST）电器工程学院 Jae-Woong Jeong 教授团队开发了一种多功能电子平台（Transformative Electronics Systems, TES），该平台可以机械地改变形状、柔性和可拉伸性，允许用户无缝且精确地调整其刚度和形状。

TES 是通用电子平台，可与许多由有机和无机材料制成的现代柔性、可拉伸电子设备兼容。镓是 TES 设计的核心基础材料，被密封在柔软的硅树脂材料中，它可以通过体温调节电子设备的形状和刚度。TES 电子平台与人体接触，封装在硅酮内部的镓金属就会变成液态，并软化整个电子结构，使其具有可拉伸性、柔性和可穿戴性。TES 从皮肤上剥离，镓金属便会再次固化，从而使电子电路变硬且稳定。当将柔性电子电路集成到这些 TES 平台上时，就具有了变得灵活、可拉伸或刚性的能力。

这种新型的电子产品不仅将为台式或手持设备提供强大、方便的接口，还可与皮肤无缝集成，还可进一步扩展到包括生物医学设备、软机器人、消费类电子器件等在内的各种电子器件中。

相关研究工作发表在 *Science Advances*（文章标题：Mechanically transformative electronics, sensors, and implantable devices）。

冯瑞华 编译自[2019-11-04]

*Transformative Electronics Systems to Broaden Wearable Applications*

[https://www.kaist.ac.kr/\\_prog/\\_board/?mode=V&no=104263&code=ed\\_news&site\\_dvs\\_cd=en&menu\\_dvs\\_cd=0601&list\\_typ=B&skey=&sval=&smoth=&site\\_dvs=&GotoPage=](https://www.kaist.ac.kr/_prog/_board/?mode=V&no=104263&code=ed_news&site_dvs_cd=en&menu_dvs_cd=0601&list_typ=B&skey=&sval=&smoth=&site_dvs=&GotoPage=)

## 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

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分析等。近年来，公开出版发行了《材料发展报告》（科学出版社 2014）、《材料发展报告——新型与前沿材料》（科学出版社 2014）、《纳米》（科学普及出版社 2013）和《新材料》（科学普及出版社 2015）等著作；团队撰写的《美欧中“材料基因组”研究计划分析及建议》《美国报告认为全球制造业成本竞争力发生变革性转变》《韩国宣布一揽子计划推动创新经济》《美国支持创客运动一系列举措概览》等稿件获得了党和国家领导人批示。

研究内容		代表产品
<b>战略规划研究</b>	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 领域科技战略参考
<b>领域态势分析</b>	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》）
<b>科学计量研究</b>	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