

拉一拉扯一扯 仿生皮肤也会“痛”

■本报记者 张楠

痛！你的中枢神经系统向大脑传来警告：快通过应激反应保护自己！

科研人员一直希望仿生皮肤也能像生物体的皮肤一样，拥有感受疼痛的能力，进而激发“皮肤”所在个体的自我保护反应。

受生物软组织应变机械增强的启发，中科院宁波材料技术与工程研究所(以下简称宁波材料所)智能高分子材料团队基于在碳基/高分子复合薄膜的构筑及其柔性驱动与传感方面的研究积累，提出了基于应变感知增强(SPS)效应的仿生皮肤，实现从触感觉到痛觉感知的动态转变。相关成果近日在线发表于《先进功能材料》。

主动感知更敏感

在生物系统中，软组织可以通过应变增强来有效调节其机械强度以避免损伤。传统的电子皮肤可以通过预先设定的电阻变化阈值模拟人类的触觉或痛觉功能，但通过应变感知增强(SPS)实现主动感知仍存在一定的挑战。

“目前对痛觉仿生皮肤的研究多集中在压力传感，压力达到设定阈值激发控制系统来进行必要的预警或者行为响应，以应对更大的压力。”论文第一作者、宁波材料所副研究员肖鹏告诉《中国科学报》。

而软组织结合生物体的体感系统，可以在组织或者皮肤发生拉伸应变时经历从触感觉到痛觉的可控感知阈值转变，从而使得生物体能够主动感知可能造成伤害的机械刺激，并迅速做出反应，防止危险发生。

因此，在应变机械增强之前，主动保护功

能的实现，依赖于感觉系统触发的强烈且快速的疼痛警告。

肖鹏表示，在 SPS 材料系统中，灵敏度系数(GF)和施加的应变具有典型的正相关性，在达到应变阈值后 GF 表现出明显的提高，从而实现感知从触感觉到痛觉的过渡。

“拉扯扯扯”的研究

在本次发表的成果中，作者用“拉扯”动作展开研究。

他们采用界面自组装和原位功能化策略，构筑了具有界面互锁结构的二维石墨烯基弹性超薄膜(ECF)。

与基于一维碳纳米管的 ECF 不同，基于二维石墨烯片层的 ECF 表现出随应变正向变化的 GF 行为，这和真实脊椎动物的神经感觉系统具有相似的感知趋势。

在 ECF 中，石墨烯片层之间相互堆叠形成的动态网络可以通过不同程度的滑移，灵敏响应外界应变刺激，从而实现低应变下正常的触觉感知，以及高于应变阈值的痛觉感知。

进一步，通过调控石墨烯片层的厚度，可以使应变阈值在 7.2%到 95.3%范围内变化。

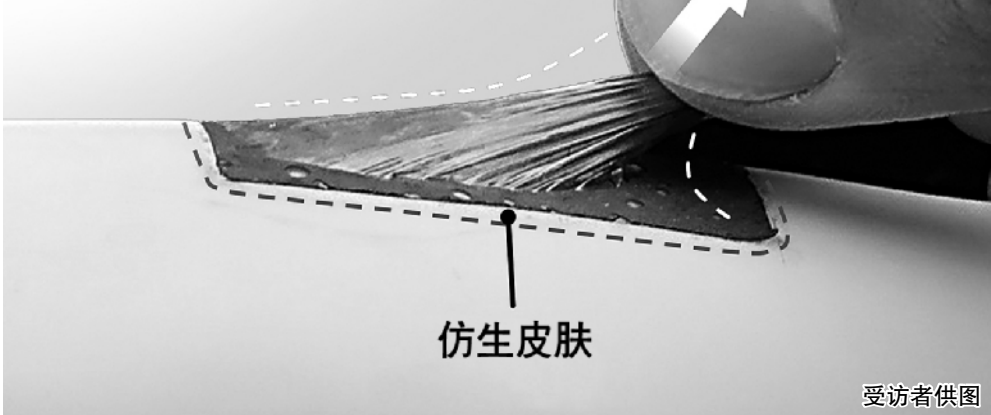
“也就是说，利用 ECF 制造的仿生皮肤将更敏感，轻微的拉、扯，就可以激发痛觉感知，从而通知处理系统在发生更大程度的拉扯刺激前主动反应，规避风险。”肖鹏解释说，“而且激发痛觉感知的应变阈值是可以根据需求调控的，这将有助于更复杂的功能管理。”

这种优异的性能可调性，将大大促进 ECFs 在基于 SPS 效应的仿生皮肤中的应用，

模仿人体组织的疼痛感知功能，比如监测肌腱的过度拉伸，以及手背皮肤受到拉扯产生的痛觉。

像河豚一样“变身”

河豚受到威胁会“变身”，通体长出尖刺。



研究人员受河豚皮肤三维形变的启发，将 ECF 集成为自支撑形式的仿生皮肤，可以灵敏感知接触或非接触式机械刺激，以及实时监测三维气动形变，进而通过 SPS 效应有效检测到处于过度膨胀状态的三维形变，实现动态的痛觉感知。

研究人员认为，探索不依赖于物理尺寸、形状和初始电导率的 SPS 材料系统，将有利于智能友好型软体机器人的发展，对人机交互中

的危险规避具有重要意义。未来，基于 SPS 效应的 ECFs 有望在安全友好的人机交互、智能假肢和软体机器人中得到广泛应用。

当然，目前的技术成果距离将仿生皮肤应用于生物体还很遥远。肖鹏表示：“我们将 ECF 制作成超薄膜，是向人体皮肤的结构靠近，它在未来一定有望实现更多真实皮肤的功能。”

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1002/adfm.202201812>

按图索技

新技术实现幽门螺杆菌单细胞精准诊疗

本报讯(记者廖洋 通讯员刘佳)幽门螺杆菌是人类最常见的慢性感染细菌，全球约半数人口感染幽门螺杆菌，70%以上的胃癌与幽门螺杆菌感染有关。中科院青岛生物能源与过程研究所、中国疾病预防控制中心传染病预防控制所(中国疾控中心传染病所)、青岛市立医院、青岛星赛生物等单位研究人员组成的联合团队，依托原创的临床单细胞拉曼药敏快检系统(CAST-R)，建立了单个细菌细胞精度、“鉴定—药敏—溯源”全流程一体化的幽门螺杆菌诊疗技术——CAST-R-HP，具有快速病原鉴定、精确药敏表型检测、基于单细胞全基因组支撑耐药机制研究与精准溯源等优势。相关研究成果近日发表于《临床化学》。

目前幽门螺杆菌耐药菌鉴定的临床金标准是内镜检查与细菌培养相结合的药敏检验。由于其生长条件苛刻，分离和培养胃活检标本中的幽门螺杆菌通常需 7~10 天，且难以考察临床样品中

“原位”的病原多样性。表型药敏实验同样耗时很长，且技术要求高。而基于基因型的药敏检测方法仅能预测部分已知耐药基因的突变，并存在不同程度的假阴性。目前临床医生主要依赖经验用药而非药敏结果指导下的精准治疗。但是，随着幽门螺杆菌耐药性的不断增加，经验治疗的根除失败率日益严重。

利用 CAST-R-HP，从临床样品到药敏结果的完整诊疗流程可缩短至 3 天，而且能在单细胞分辨率、全基因组水平完成耐药机制研究与精准溯源。

下一步，研究人员将基于“微生物药敏单细胞技术临床示范网络”开发 CAST-R-HP 系统，拓展其应用，为建立单细胞精度的幽门螺杆菌诊疗与疾控体系奠定技术和装备基础。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1093/clinchem/hvac082>

幽门螺杆菌单细胞精准诊疗技术 CAST-R-HP

青岛能源所供图

“逐日工程”光明在前

全链路全系统空间太阳能电站地面验证系统通过验收

近日，世界首个全链路全系统的空间太阳能电站地面验证系统通过专家组验收。中国工程院院士、西安电子科技大学(以下简称西电)教授段宝岩带领“逐日工程”研究团队研制的这一验证系统突破并验证了高效率聚光与光电转换、微波转换、微波发射与波形优化、微波波束指向测量与控制、微波接收与整流、灵巧机械结构设计等多项关键技术。

专家认为，该成果对我国下一代微波功率无线传输技术与空间太阳能电站理论与技术的发展具有支撑、引领作用，应用前景十分广阔。

验证完整过程

2014 年，工信部、发展改革委、科技部等 16 个部委组织来自国内的 130 余位专家开展了近一年的工作，完成了《中国太空发电站发展规划及关键技术体系规划论证报告》，为我国开展太空发电站关键技术攻关决策提供了重要指引。

与此同时，段宝岩团队提出了欧米伽(OMEGA)空间太阳能电站设计方案。该设计方案与美国的阿尔法(ALPHA)设计方案相比，具备 3 个优势：控制难度下降、散热压力减轻、功质比(天上系统的单位质量所产生的电)提高约 24%。

“空间太阳能电站研究，目前在全世界是一个热点。”段宝岩介绍说，各国先后做出了探索，其中日本研究者于 2015 年开展了 55 米距离的微波无线传能实验，验证了基于 5.8 吉赫频率、固态源和相控阵体制下的传输，传输效率为 9.88%，在微波无线能量传输技术方面暂

处世界领先地位。

“但日本的这种试验系统依然不是全链路的，缺少了从光到电的过程，他们的技术优势集中在从发射天线到接收天线这一链路。”段宝岩补充说，“而西电搭建的这个地面验证系统，是全链路全系统的，实现了从限日、聚光、光电转换、微波发射到微波接收整流等完整过程。”

提前近三年测试成功

10 年来，段宝岩研究团队从方案提出、理论分析、仿真计算，到室内传能验证、户外地面验证，稳步开展空间太阳能电站相关研究工作。

2018 年 12 月 23 日，在“空间太阳能电站系统项目”启动仪式暨高峰论坛上，西电空间太阳能电站研究项目被命名为“逐日工程”。在顺利完成了理论研究计算、室内传能验证之后，段宝岩研究团队拉开了“逐日工程”空间太阳能电站的户外地面验证挑战序幕。

“逐日工程”空间太阳能电站地面验证系统位于西电南校区，其支撑塔为 75 米高的钢结构，验证系统主要包括 5 大子系统：欧米伽聚光与光电转换、电力传输与管理、射频发射天线、接收与整流天线、控制与测量。其工作原理是根据太阳高度角确定聚光镜需要倾斜的角度，在接收到聚光镜反射的太阳光后，位于聚光镜中心的光伏电池阵，将其转化为直流电能。随后，通过电源管理模块，4 个聚光系统转换得到的电能汇集到中间发射天线，经过振荡器和放大器 etc 等模块，电能被进一步转化为微波，利用无线传输的形式发射到接收天线。最后，接收天线将微波整流再次转换成直流电供



给负载。

“从事科学研究工作，特别是我们这样的工程项目，需要亲自动手，需要实际操作，需要一次次跑现场，绝不是在电脑上做做仿真就行的。”段宝岩反复强调。

“计算仿真，安装调试，其实这都不算啥，有时我们碰到的难题，完全不像是在做研究。”“逐日工程”项目组主要成员张逸群说。

经过一千多个日夜的奋战，全链路、全系统的空间太阳能电站地面验证系统通过验收时间比原定的技术路线节点提前了近 3 年。段宝岩告诉记者，空间太阳能电站研究是一个能源领域的“曼哈顿工程”，涉及的技术领域非常多，最终实现天地之间的传输需要几代人接续奋斗。

“我们的研究从最可能实现的地方做起。

这样做的好处，就是可以‘让一部分人先富起来’。”段宝岩说。

首先是让太空运转的各类航空器以及地面运转的移动设备获益。段宝岩设想，空间太阳能电站未来可以成为轨道中的“太空充电桩”。他指出，目前中小卫星需要携带庞大的太阳帆板进行充电，但其效率低，当卫星运行到地球阴影区时便无法充电。如果有了“太空充电桩”，卫星只需一架可收展的接收天线即可充电，就像加油站一样。

此外，一旦地面无线充电桩的构想获得突破，便能在边远地区供电、救灾、突发事件无线供电以及降低恶劣气候影响方面大展身手。

接下来，段宝岩团队将在目前已经实现的一对一传输基础上，探索微波大功率无线传输一对多等方向。

(张行勇 关宏才)

集装箱

天津渤化 DMTO-II 装置投料试车成功

本报讯(见习记者孙丹宁)近日，天津渤化化工有限公司(以下简称渤化)“两化”搬迁改造项目的核心装置——180 万吨/年甲醇制烯烃(MTO)装置一次试车成功。该装置于 2022 年 6 月 8 日投入甲醇，12 日产出合格的乙烯和丙烯，16 日 C4 裂解反应器投料，17 日凌晨成功并入烯烃分离单元。这标志着该装置流程的全部打通，投料试车取得圆满成功。

渤化 MTO 装置采用了 DMTO-II 技术。在“双碳”目标下，该装置成功试车对我国氯碱化工与 MTO 耦合绿色化、高端化发展具有积极的示范作用和深远的现实意义。

截至目前，中科院大连化学物理研究所 DM-TO 系列技术已许可 31 套装置，烯烃产能 2025 万吨/年；已经投产的 DMTO 装置 16 套，实现烯烃产能 903 万吨/年。渤化 DMTO-II 装置的投料成功也再次证明了 DMTO 系列技术的先进性、成熟性和可靠性，巩固了我国在甲醇制烯烃技术领域的领先地位，对于我国烯烃工业的产业结构调整和发展具有重要意义。

《深圳市机器人产业发展白皮书(2021 年)》发布

本报讯(记者刁雯瑾)近日，中科院深圳先进技术研究院(以下简称深圳先进院)联合深圳市机器人协会在“智能机器人产业集群骨干企业交流会”上发布了《深圳市机器人产业发展白皮书(2021 年)》(以下简称《白皮书》)。据了解，《白皮书》由深圳市工业和信息化局指导，深圳先进院联合深圳市机器人协会自 2014 年起连续发布 8 年。

《白皮书》显示，2021 年深圳市机器人产业总产值为 1582 亿元，同比增长 10.30%，产值增速保持高速增长。2021 年深圳市机器人产业企业总数达到 945 家，同比增长 12.2%。

《白皮书》提到，深圳市机器人产业发展有 4 个发展趋势：第一是智能机器人产业集群化培育有利于产业竞争力整体提升；第二是新兴产业集群促进工作组织化有利于机器人与不同产业对接；第三是机器人产业投资热度剧增；第四是从防疫专项到政府直接采购，疫情直接刺激服务机器人产业化。

在此局势下，《白皮书》对机器人企业提出了 5 点发展建议：优化产业空间，打造区域创新聚集地；强化创新模式推广和示范应用推广；构建重大科技基础设施和公共技术服务平台；推动重大技术攻关项目，强链补链；完善资金人才知识产权等支撑要素，赋能产业升级。

“强芯九条”护航芯片项目落地广州南沙

本报讯(记者朱汉斌)近日，为期两天的 IC NANSHA “2022 中国·南沙国际集成电路产业论坛”开幕，近百位海内外芯片产业企业家和专家在广州南沙聚首，展示发展成果，探讨前沿趋势，共商发展大计。在开幕式上，南沙区区长董可重点介绍了南沙发展情况和《南沙方案》。

董可介绍，芯片项目落地南沙，除了能够享受国家政策红利和“四链”融合政策，还能独享最新推出的《广州南沙新区(自贸片区)促进半导体与集成电路产业发展扶持办法》(“强芯九条”)。该新政从重大项目落户、企业融资、完善集成电路产业链、补贴企业生产性用电、支持企业开展车规级认证等 9 个方面给予项目扶持。比如，对新引进的集成电路制造类企业给予总投入 10%、最高 3 亿元落户支持；按照企业建设公共服务平台的实际投资额 30%，给予最高 3000 万元一次性补贴；按照企业实际流片费用 50%，给予最高 2000 万元补贴。

“复旦肿瘤”方案破解耐药难题

本报讯 近日，复旦大学附属肿瘤医院放疗治疗中心教授朱正飞作为中国首位受邀的放疗领域专家，在第二届亚洲肿瘤学会年会暨第 48 届韩国癌症协会(KCA)年会/第 8 届国际癌症大会上，做大会报告介绍“复旦肿瘤”方案。

非小细胞肺癌占所有肺癌的 85%，是最常见的肺癌亚型。具有 EGFR 基因突变的晚期非小细胞肺癌患者在亚洲人群中高度富集。欧美患者中，该突变阳性率为 15%左右，亚洲人群中，该突变阳性率可达 50%以上。

“针对这些患者的常规疗法是使用 EGFR 抑制剂，该类药物高效、低毒，但面临使用不久就会出现耐药的弊端。”朱正飞说。第一代 EGFR 抑制剂中位的使用时长大约是 10 至 12 个月；而第三代 EGFR 抑制剂中位的使用时长大约是 18 至 20 个月。耐药已经成为制约这些患者疗效和生存获益的“瓶颈”，亟待解决。

自 2016 年起，朱正飞团队通过大规模多中心临床研究，针对晚期非小细胞肺癌寡转移(转移脏器单一，且转移灶少于 5 个)人群和脑转移人群开展了系列探索。

团队研究发现，选择高效、低毒、短平快的立体定向放疗，联合 EGFR 抑制剂，用于 EGFR 突变非小细胞肺癌寡转移患者，相比于单纯的 EGFR 抑制剂药物治疗，可以延长中位生存期 6 个月左右。与此相似，在 EGFR 抑制剂耐药前，针对脑部的寡转移病灶实施立体定向放疗，同样具有延长患者生存期、改善生活质量的潜力。

本次大会主持、韩国首尔大学医学院教授 Young Tae Kim 认为，该研究“为晚期 EGFR 突变非小细胞肺癌综合治疗的优化奠定了坚实的基础”。

据悉，亚洲肿瘤学会是目前亚洲地区最大的肿瘤研究和防治协会，已与 14 个亚洲国家、43 个肿瘤学协会建立官方合作关系。

(张双虎 黄辛)