论坛三十七：纳米能源材料论坛
分论坛主席：王中林 文震 郭恒宇 翟俊宜 蒲雄

37-01

二维介孔碳载能源催化材料

张威，副研究员，博士
复旦大学，化学与材料学院，先进材料实验室，上海 200433
w_zhang@fudan.edu.cn

二维介孔碳材料具有比表面积高、孔容大、孔径均一和扩散路径短的特点，在能源催化领域具有广泛的应用前景，是理想的载体材料。将活性物质在二维介孔碳上进行可控搭载（包括负载和填充）是实现高性能应用的前提。基于此，在负载方面，我们发展了一种通用的水解交联-组装解耦合的策略，实现了不同尺寸、组成和形状的纳米颗粒在介孔碳骨架上的可控嵌入；利用双氰胺，硫脲等小分子参与的多元界面协同组装过程，构筑了一系列高含量的单原子或双原子二维介孔碳基催化材料；探索了材料在锌空气电池、二氧化碳还原和串联催化等领域的应用，揭示了介孔孔道增强物质输运的机制。在填充方面，我们发展了一种界面灌注的策略，实现了单质硅在孔道内部的可控填充，构筑了高容量近零膨胀硅碳负极，构筑高比能、长寿命全电池，阐明工况条件下材料结构动态演变和性能退化机制，并推动了材料产业化的进程，建立了 10 吨/年的中试示范线。

参考文献：

[1], Wei Zhang, Yong Tian, Haili He, Li Xu, Wei Li*, and Dongyuan Zhao*, Natl. Sci. Rev., 2020, 7, 1702.
[2], Lianhai Zu#, Wei Zhang#, Longbing Qu, Liangliang Liu, Wei Li*, Aibing Yu, and Dongyuan Zhao*, Adv. Energy Mater., 2020, 10, 2002152.
[3], Wei Zhang, Haili He, Haoze Li, Linlin Duan, Lianhai Zu, Yunpu Zhai, Wei Li*, Lianzhou Wang*, Honggang Fu* and Dongyuan Zhao, Adv. Energy Mater., 2021, 11, 2003303.
[4], Wei Zhang, Haili He, Yong Tian, Haoze Li, Kun Lan, Lianhai Zu, Yuan Xia, Linlin Duan, Wei Li*, Dongyuan Zhao*, Nano Energy, 2019, 66, 104113.
[5], Wei Zhang, Haili He, Yong Tian, Kun Lan, Qi Liu, Changyao Wang, Yang Liu, Ahmed Elzatahry, Renchao Che, Wei Li*, Dongyuan Zhao*, Chem. Sci., 2019, 10, 1664-1670.
[6], Wei Zhang#, Wenxiong Shi#, Yong Tian, Haili He, Linlin Duan, Kerun Zhu, Yupu Liu, Biwei Wang, Tiancong Zhao, Lei Xie, Xingmiao Zhang, Zirui Lv, Lianhai Zu, Zaiwang Zhao, Yun Tang, Angang Dong, Biao Kong*, * Wei Li*, and Dongyuan Zhao*, Sci. Adv., in revision.

37-02

Adaptive wind-evoked power devices for autonomous motor control applications

刘昱秀 北京纳米能源与系统研究所

With the explosive development of artificial intelligence, power devices integrated with realtime sensing functions have attracted tremendous attention and will play an important role in intelligent control applications. In this work, a cantilever-structured AIGaN/AlN/GaN high electron mobility transistor integrated with ultrahigh sensitivity and large output power modulation is fabricated through a low-damage anisotropic and isotropic etching process, and achieves excellent electrical performance with a maximal output current of 236 mA mm-I at a gate bias of 1 V. Due to the facile structure of the cantilever, the device is capable of sensing external stimuli, e.g., gentle wind, and in turn controlling the power output. Significantly, the device exhibits an extraordinarily large output power modulation (AP: 1.68 X 10^3 W cm-2) under external stimuli in the saturation region, and obtains an ultrahigh strain sensitivity (gauge factor: 1472) under gate voltage in the

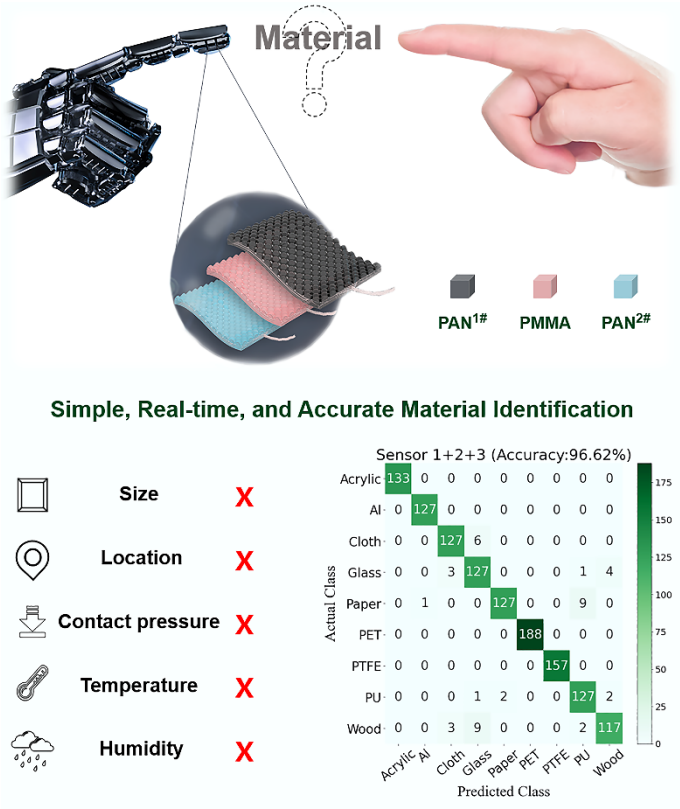
linear region. Moreover, the wind-evoked mutational behavior of crickets is emulated by the device to demonstrate the capability of autonomous motor control. Such wind-evoked power devices ingeniously coupled with the dynamic piezotronic effect will have great significance in real-time sensing and actuation applications in artificial intelligence, autonomous driving, and aerospace.

37-03

机器人触觉传感系统的辨物功能研究

吴治峄
中国科学院北京纳米能源与系统研究所

机器人触觉传感的研究聚焦于人体触觉功能的模仿，鲜见辨物功能的研究，然而辨物功能的实现可拓展其应用前景。为了探究触觉传感器在开放环境下对接触材质进行准确辨识的理论和方法，以超越对人体触觉功能的模仿，本工作提出了一种基于摩擦起电效应和深度学习技术的智能触觉传感系统。基于差异化感知梯度的接触材质辨识方法，利用传感器阵列和归一化信号处理方式提取不受接触条件和环境条件影响的接触材质辨识特征，辅以卷积神经网络深度学习算法，实现开放环境下接触材质的智能精准辨识。该工作拓展了机器人触觉传感的定义，使其不再局限于对人体触觉功能的模仿，相较于人类必须整合多感官（触觉和视觉）才能完成触觉感知的复杂过程，所提出的智能感知系统在未来机器人可应用的场合以及所能创造的智能服务提供了更多可能。



37-04

摩擦纳米发电在海洋物联网节点自供能系统中的开发应用

洪占勇
中国科学院北京纳米能源与系统研究所

中国拥有丰富的海洋资源，以海洋资源开发为基础的海洋经济、海洋科技创新、海洋生态文明建设、海洋权益维护等，无一例外都与海洋信息获取有着莫大关系。海洋物联网作为一种新兴的技术，它可以将海洋环境中的物体和信息连接起来，从而实现对海洋环境的实时监测和管理。海洋物联网节点长年在海上水下工作并携带多种传感器，为传感器供电和采集处理数据时需要消耗能源，仅靠携带的电池是远远不够的，必须从海洋环境中收集能量，才能保证系统的长期工作。海洋物联网节点自供能系统中摩擦纳米发电机可以有效的采集水波能转换成电能，实现能源就地取材，保证海洋物联网节点稳定长期运行。

2006 年，王中林院士成功地研制出世界上最小的发电机——纳米发电机，并于 2012 年首次发明了摩擦纳米发电机，是一项颠覆性原创技术并具有史无前例的输出性能和优点，与经典电磁发电机相比摩擦纳米发电机在低频下具有无法比拟的高效能。海洋物联网节点自供能系统是基于摩擦纳米发电技术的开发应用，该技术处于全球领先地位，已申请和授权多项国际国内发明专利和实用新型专利，拥有完全的自主知识产权，在产品技术和市场上具有绝对的优势。该技术可以有效的采集水波能转换成电能，实现能源就地取材，为海洋物联网节点提供清洁、可再生的能源，从而保证海洋物联网节点稳定长期运行。该技术可以兼顾收集水面及水下不同深度的波浪能，具有采集设备质轻、结构简单的特点。且受昼夜和天气变化影响较小，是全天候、分布式利用海洋波浪能的新途径。目前研制开发的波浪能摩擦纳米发电机峰值输出功率达到 100 W/m^3，平均功率可达 10-20 W/m^3。

国家“创新驱动发展”、“建设海洋强国”、“碳达峰、碳中和”等重大战略，为海洋能发展带来了前所未有的历史机遇。因地制宜、就地取能是我国开发海洋能的方针之一。海洋物联网节点自供能系统中摩擦纳米发电是一项具有重大意义的技术，该技术在海洋开发、海洋环境供电和水面水下监测等领域具有重大的产业应用价值，对提升我国智慧海洋和智慧海上交通管理具有重要作用，具有明显的社会和经济效益。