

# “仿生皮肤”镇住金属电极表面“乱象”

■本报记者 王昊昊

化学电池的电解液里包含溶剂、溶质等原料。如果一块电池的金属电极表面得不到很好的保护，那么电解液就会在充放电过程中持续分解，同时表面会生长出枝晶，这些小到需借助显微镜观察且像针一样的“小树枝”，会刺穿电池隔膜，使电池短路、失效。

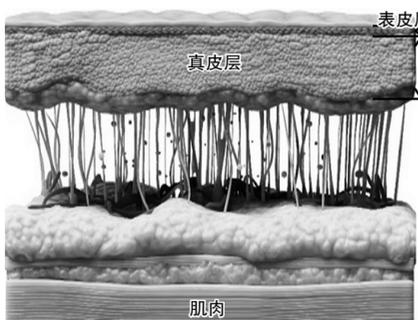
研究者一直在寻找保护金属电极表面的方法，以延长电池的循环寿命并提高整体性能。湖南大学教授鲁兵安团队和中山大学教授王成新团队联合开发了一种模仿人体皮肤的金属电极皮肤(MES)，可以很好地稳定金属界面。近日，这一成果发表于《自然-通讯》。

## 从人体皮肤中获得灵感

金属阳极是高能密度电池的理想阳极材料，但它显示出极高的反应性，与电解液接触后很容易形成不稳定的固体电解质界面。在充放电过程中无法控制电势/剥离形态，导致金属枝晶生长。这些问题会导致电池库仑效率下降甚至短路，引发安全问题。

“业界一直在寻找保护金属阳极界面的最优方案。”论文第一作者、湖南大学物理与微电子科学学院院长博士生丁红波介绍，为防止金属阳极表面生长枝晶，鲁兵安团队曾开发三维材料，将其作为宿主让金属离子沉积到内部而非表面，这样表面就不会产生枝晶。该研究很好提升了钾金属电池的循环稳定性和寿命，但三维宿主会增加金属电极质量，影响电池能量密度，并且简单的三维宿主无法提高金属界面稳定性。

皮肤是人体最大的器官，覆盖身体表面，直接与外部环境接触。皮肤分为表皮层和真皮层，表皮层位于皮肤表面，主要起屏障作用，抵御机械损伤、物理损伤、



人体皮肤示意图。受访者供图

化学损伤和微生物，真皮层使皮肤更具延展性和弹性。

在不断开展实验的过程中，研究人员突然有了灵感：“能不能将人体皮肤的结构和特性应用到金属电极保护上？”

钾金属电池具有低氧化还原电位和高理论容量，这些特点使其被认为是下一代储能设备最有前途的候选者之一。与已公布的钾离子电池阳极材料相比，钾金属可提供更高的能量密度。

受人类皮肤结构和功能的启发，研究团队在钾金属表面构建了一个类似皮肤的仿生保护层，希望通过提高界面稳定性和抑制枝晶生长保护金属电极。

他们将氟掺杂的氧化石墨烯通过一个简单有效的过程转移到铜箔上，然后用辊压机将材料转移到钾金属表面。结果显示，MES具有较高的表面平整度，可以控制初始循环中的表面电场

强度。均匀的电场会影响离子浓度，使其均匀沉积在电极表面。

为进一步说明表面平整度对金属电镀的影响，研究团队使用 Comsol 模拟研究了表面平整度对电势分布和钾离子沉积形态的影响。结果显示，在 MES 覆盖的情况下，表面场强的均匀性大大加强，同时表面附近的钾离子分布也更加均匀。

“这意味着 MES 可以增加电极的平整度和均匀的电场分布，且能抑制枝晶生长。”丁红波说。

与人类皮肤的真皮和表皮保护内部细胞和肌肉类似，钾金属表面的石墨烯层和原位增强的固体电解质界面层能够有效保护金属阳极。

为探索 MES 中固体电解质界面的原位增强过程，团队利用密度泛函理论进行了计算研究。结果发现，在钾沉积过程中，含氟氧化石墨烯中的碳-氟键会发生断裂释放出氟元素，氟量的增加会在表面形成富含氟的固体电解质界面，从而提高 MES 的机械强度和稳定性。

## 新“皮肤”大幅延长电池寿命

MES 抑制枝晶后，能多大程度延长电池的寿命？

MES 的核心材料是氟掺杂的氧化石墨烯。在该研究中，团队将氟掺杂的氧化石墨烯在乙醇中进行超声处理后滴在水溶液表面，经过多次提取得到了具有一定厚度的膜。重复折叠实验表明，这层膜

拥有优越的金属疲劳性能，且干燥的膜能和铝箔用辊压机卷在一起，实现大规模制备。

研究团队将 MES 改性铜箔组成的不对称电池，在 0.5mA·cm<sup>-2</sup> 的电流密度和 0.5mAh·cm<sup>-2</sup> 的容量下测试循环寿命，发现对称电池的电镀/剥离寿命长达 2300 小时，非对称电池的循环寿命达到 3200 小时以上（1600 次循环）。“这是迄今为止铜钾非对称电池最长的循环寿命之一，证明了 MES 可以极大改善金属电极界面稳定性。”丁红波说。

在与普鲁士蓝阴极配对时，整个电池表现出优异的倍率性能和循环稳定性(1000mA·g<sup>-1</sup>)，循环寿命超过 5000 次。丁红波说，优异的性能和循环稳定性表明 MES 在高比能金属电极方面有很大潜力，可能为下一代电池驱动应用打下坚实基础。

据介绍，该研究为设计和制造新型仿生金属电极界面提供了一种新方式，促进了多学科合作；呈现了一种新的金属电极保护机制，为电池仿生学应用提供了一种新策略。

论文审稿人认为，该研究开发了一种模仿人体皮肤的 MES 稳定金属界面的策略，很新颖，很有创意。MES 保护的金属电极能够实现对称和非对称电池的长循环寿命。非对称的铜钾电池实现了 1600 多次循环，这是迄今为止报道过的最好的钾金属非对称电池之一。全电池也显示出优异性能和循环稳定性。

“总的来说，该研究中的仿生界面保护方法具有创新性，这项工作中使用的‘仿生’概念对于未来金属阳极的设计是重要的推动。”审稿人表示。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-023-38065-9>

## 集装箱

### 2023 大湾区科学论坛即将在广州开幕

本报讯(记者张楠、朱汉斌)记者从 5 月 16 日举行的 2023 大湾区科学论坛(The GSF 2023)新闻发布会上获悉，本届论坛以“智汇湾区、湾和世界”为主题，将于 5 月 20 日至 23 日在广州南沙举办，其中 5 月 21 日举行开幕式及主论坛。该论坛由“一带一路”国际科学组织联盟发起，广东省人民政府主办。

此次主论坛将邀请 1976 年诺贝尔物理学奖得主、中国科学院外籍院士丁肇中，2013 年诺贝尔化学奖得主迈克尔·莱维特(Michael Levitt)，美国加利福尼亚大学伯克利分校教授丹尼尔·科曼(Daniel Kammen)，中国科学院院士叶玉如、滕锦光、张锁江，中国工程院院士高文等多位科学家共聚羊城。同时，另有 15 个分论坛将专注于海

洋科学、纳米科学、高能物理、先进制造、人工智能等领域。

今年正值“一带一路”倡议提出十周年，本届论坛设置“一带一路”高质量发展分论坛，并将于主论坛发布一项重要研究成果——《“一带一路”高质量发展报告——科技创新与科技合作》。本届论坛还设置了多个专题分论坛，探讨如何从科学研究、产业集聚、政策创新、大国工匠培养等角度，将粤港澳大湾区打造成为有国际影响力的国际科技创新中心。

此外，多项重要成果将在分论坛上发布，如《大湾区创新指数报告》、“鹏城·星云系统和星方数据集”、《碳中和国际联合倡议书》、粤港澳大湾区算力专网等，进一步凸显高水平科技自立自强的建设成果。

### 单侧双通道内镜技术培训班在合肥举办

本报讯(记者王敏)近日，由安徽医科大学第二附属医院(以下简称安医大二附院)主办的“第十一期 UBE 技术培训暨高级观摩班”在合肥举办，吸引来自长三角区域以及云南、江西、山西、吉林等省份的医生观摩学习。

UBE 技术，即单侧双通道内镜技术，是脊柱内镜的一种，主要用于颈椎、胸椎疾病的手术治疗。该技术上世纪 90 年代中期最早由意大利学者在文献中提出，后在韩国得到广泛应用。安医大二附院作为国内 UBE 技术的先行者之一，于 2018 年在国内率先开展颈椎疾病的 UBE 手术治疗。

安医大二附院脊柱外科主任、教授田大胜介绍，UBE 技术传入以前，我国主要采用单通道脊柱内镜手术，而 UBE 技术通过建立两

条通道(一条视野通道、一条操作通道)对椎管进行手术，扩大了手术视野及操作范围，并突破了单孔内镜的局限性，操作器械不受尺寸限制，操作习惯更加接近开放手术，因而 UBE 技术在各种脊柱内镜技术中是效率最高的，临床适应证广且器械要求低，具备在各级医院推广的条件。

据悉，安医大二附院脊柱外科目前已成功开展 UBE 手术 2000 余台。该院还积极承担 UBE 技术推广工作，每年举办多场 UBE 技术培训及线上、线下手术示教，迄今培训 UBE 技术学员近千名，进修医生 80 余人，有力推动了 UBE 技术在国内的传播与发展。医院还牵头成立了安徽省脊柱内镜联盟，依托医联体合作机制，将 UBE 技术向县市级医院推广。

## 按图索技

### 新型软体机器人颅内监测大脑活动

本报讯 一个通过颅骨上的小洞插入的软体机器人，可以在大脑表面部署 6 条嵌满传感器的腿。这种软体机器人的一个版本已经成功在一只小型猪身上进行了测试，未来可能会扩大应用规模进行人体测试。近日，相关论文发表于《科学-机器人》。

这种新型软体机器人为在大脑表面放置电极提供了一种侵入性较小的方法，而传统方法是在颅骨上切开一个与完全伸展的设备大小相同的洞。如果被证明对人类安全有效，那么它最终可能有助于监测甚至治疗癫痫或其他神经系统疾病患者。

瑞士洛桑联邦理工学院的 Stéphanie Lacour 说：“实际上，在不做大开颅手术的情况下，它可以到达一个非常大的表面区域。”

这个软体机器人长 2 厘米，它的腿主要由柔性硅聚合物制成，每条腿上都有监测大脑活动的电极。它的腿像弯曲的花瓣，盘绕在中心体周围，当完全伸展时，它的直径为 4 厘米。收缩时，机器人的腿就像袖口向上撞到肩膀的袖子

一样，从里向外翻转。伸展时，腿部会充满液体，而液体会把腿向外推开。

研究团队成员、瑞士联邦材料科学与技术实验室的 Sukho Song 说，未来，在不增加颅骨洞口大小的情况下，新版本软体机器人的腿可以延长至 8 或 10 厘米。

该机器人在一个由塑料和水凝胶制成的大脑模型上进行了测试。研究人员也展示了他们如何在哥廷根小型猪的大脑上安装一条 15 毫米长、笔直的机器腿。当研究人员用电刺激猪的鼻子时，软体机器人的腿记录了大脑活动模式。

Lacour 说，将一个软体机器人放到大脑表面是一项挑战，因为大脑和头骨之间几乎没有间隙——平均只有 1 毫米的空间。研究人员将机器人的腿设计成能够“轻轻”伸展，以避免给大脑施加太大压力。

每条腿上嵌入的应变传感器可以传递机器人的腿何时完全展开的信息，而不需要额外的摄像头或外部传感器。英国剑桥大学的 Damiano Barone



软体机器人柔软的腿上嵌满了监测大脑活动的传感器。图片来源: Sukho Song

说：“研究人员对应变传感器的创新使用，有可能减少术后成像的需求，缩短手术时间。”

一旦大脑监测任务完成，软体机器人的腿就会收缩，这样外科医生就可以很容易地把它拔出来。研究人员

计划通过一家名为 Neurosoft Bio-electronics 的初创公司扩大这种软体机器人的应用规模，并最终用于人体测试。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1126/scirobotics.add11002>

## 专家讲坛

### 警惕 ChatGPT 加剧社会意识形态“板结”

■本报记者 张双虎 李晨阳

“过度依赖 ChatGPT 技术，会将‘常人’的意见建制化与机械化，使社会意识形态‘板结’现象更为严重，并加剧人类‘自欺’现象的泛滥。”近日，在复旦大学庆祝建校 118 周年系列学术报告中，该校哲学学院教授徐英瑾以《从人工智能哲学的角度看 ChatGPT》为题，剖析了 ChatGPT 技术可能存在的弊端。

#### 运用人类语言顺畅聊天，并非认定智能的必要条件

在史蒂文·斯皮尔伯格导演的电影《人工智能》中，一对因车祸痛失爱子的夫妻收养了人工智能“大卫”。在被人类养的过程中，大卫渐渐产生了一个问题：我是一个机器，还是一个人？的困惑。

这一背后隐含了一个深刻的哲学问题——机器能够思考吗？正是这个问题，当年引发了徐英瑾对人工智能的学术兴趣。

“哲学的一大特点是思考大问题、澄清大问题。”徐英瑾将哲学形象地比作“爬山虎”，认为哲学可通过“X+”的方式附着在数学、物理学等诸多学科上，通过

提供反思获得养分，但究其根本，哲学仍需要回到形而上学，接受哲学“本部”的指令。

探讨和理解人工智能，首先要回归对于“智能”这一概念的辨析。徐英瑾从输入与输出之间的映射关系切入，介绍了“人工智能之父”阿兰·图灵提出的行为主义标准。判断一物是否有言语行为从而认定其是否智能，这便是著名的图灵测试原理。

没有通过图灵测试，是否仍有可能被认定为人工智能？徐英瑾以不现代语言的土著、善于筑巢的鸟类以及设想中的外星人为例，提出与人类顺畅沟通的言语行为并非认定智能的必要条件，而只是充分条件。

对于人工智能的发展，社会各界的观点目前大致可分为乐观论、悲观论和泡沫论三类。支持“泡沫论”的华裔科学家、美国斯坦福大学教授李飞飞曾说，不要高估现在人工智能的发展水平，从物理学角度看人工智能，它目前还处于前伽利略阶段。对此，徐英瑾表示赞成。

#### 真正识别人类精神内核，人工智能仍在路上

“理解 ChatGPT 的本质并不困难。”徐英瑾介绍，Chat(聊天)一词，在人工智能领域地位特殊，这源于图灵测试的一项发明——早已出现的“聊天盒(chat-box)”技术。而 ChatGPT 作为一种大型语言模型，是“传统神经网络技术+深度学习技术”的进阶版，通俗地说，就是通过数学建模建造出一个简易的人工神经网络结构。

尽管 ChatGPT 的语言通顺程度和机器翻译水平令人赞叹，但谈到这种模型与人类的根本区别，徐英瑾指出，人工智能的进步，实际上是统计学意义上的进步，是不断迭代的大规模数据集和人工语料训练“野蛮投入”的结果。因此，纵使 ChatGPT 看到“路遥知马力”后能接上“日久见人心”，但它并不能真正理解中文诗词的精妙内涵。

从海德格尔哲学的角度看，这种人工智能系统训练方式不得不把“常人”的意见建制化与机械化，由此使得社会意

识形态的“板结”现象变得更为严重。换言之，从机器的视角看，一个正确的意见就是被大多数人认可的，因此，少数“异类”提出的“离经叛道”之说在技术上就会被过滤。

“这需要我们提高警惕。”徐英瑾强调，“假若 ChatGPT 技术出现在托勒密的时代，哥白尼的‘日心说’恐怕永远会被判定为错误答案。”

人工智能训练与当下总是存在时间差，无法面对未来，是 ChatGPT 这类人工智能的最大瓶颈所在。徐英瑾表示，过度依赖 ChatGPT，可能会让人丧失反思力与对未来的把握能力，陷入过度“自欺”的状态。

人工智能未来到底走向何处？在徐英瑾看来，要想真正走进人工智能这条路，需要在结合节俭性算法与推理引擎的基础上，兼顾哲学思维带来的“破”与“立”。无论人工智能变得多聪明，适应与满足人类发展的需要是根本指向。大数据的训练很难让机器对语境形成精准识别，如何突破语料的伪装，真正识别人类的精神内核，人工智能仍在路上。

### 西丽湖 IBT 生物智能创新港落户深圳

本报讯(记者刁雯雯)5 月 12 日，西丽湖 IBT 生物智能创新港入驻仪式暨 IBT 高峰论坛在深圳南山区举办。这标志着深圳依托中国科学院深圳先进技术研究院(以下简称深圳先进院)推进落实的科技成果转化重大创新平台——西丽湖 IBT 生物智能创新港正式落户南山。

IBT 是生物技术(BT)和信息(IT)结合衍生的医疗健康与智能变革性新技术。西丽湖 IBT 生物智能创新港是深圳市南山区依托深圳先进院建设的生物智能领域科技服务与成果转化重大创新平台之一，主要任务是承接生物智能领域创新性技术成果，完成科技成果转化孵化，采用“科学+资本+平台”模式，与资本深度融合，加速推动相关技术高效转化与产业化。

未来，创新港将依托深圳先进院已有的科技成果与人才资源，聚焦生物技术领域核心创新资源，开展产学研合作服务、中试平台建设及运营、科技成果转化孵化，打通科技经济融合堵点，以创新链带动产业链价值升级，提升培育医疗健康产业新动能，全力打造具有全球影响力的 IBT 领域科技成果转化基地。

“候鸟守护者”行动十年带动超 35 万人次护鸟

本报讯(记者王昊昊)近日，以“关爱候鸟·促进人与自然和谐共生”为主题的“候鸟守护者”行动网络十年总结交流会暨第三届“护生日”启动仪式在湖南湘潭举行。

在活动现场，青少年群体发布了候鸟保护宣言。湖南省生态保护联合会常务副会长何建军发布了《致敬候鸟守护者十周年》报告，全面回顾了“候鸟守护者”行动网络的工作成绩。

10 年来，“候鸟守护者”行动网络成立 56 个团队，带动 35.66 万人次开展候鸟等野生动物巡护工作，发放宣传手册 78.2 万册，举办影展及各类讲座等 782 场，先后荣获团中央中国青年社会组织“伙伴计划”五星项目、“关注森林活动 20 周年突出贡献单位”等荣誉。

未来 10 年，湖南省生态保护联合会将通过实施“10 万个小小候鸟守护者”计划，打造“1000 个鸟医生”基地，培养 500 名鸟调人才，开展“护生画集”征集巡展义卖等系列活动，持续引导青少年成为生物多样性保护的宣传者、践行者和推动者。