

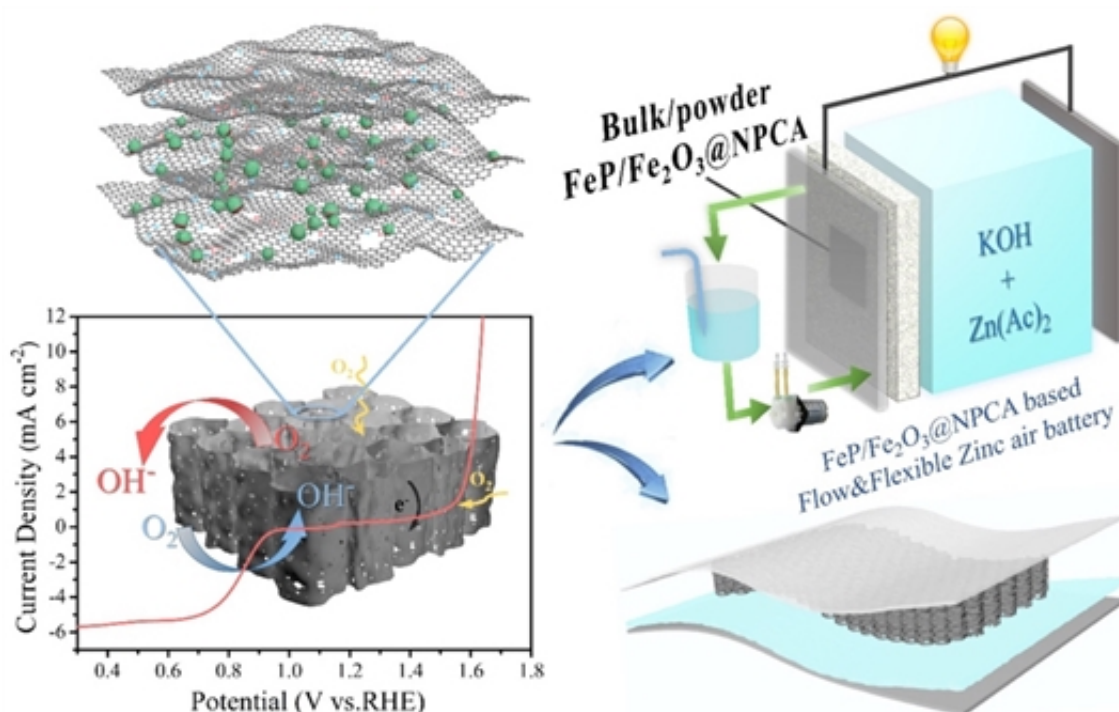
碳气凝胶开辟空气电池新路径

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/10494.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

碳气凝胶开辟空气电池新路径。



告别燃料电池中的粉末状催化剂，研究者首次制备出3D蜂窝状结构的碳气凝胶，促进反应过程一体化，让催化剂更听话。（图片来源：华南理工大学教授彭新文课题组）

在华南理工大学制浆造纸工程国家重点实验室，研究人员正小心翼翼地取出透明塑料壳中一块黑乎乎的材料，它的质地看起来像一块烤焦的蛋糕，但每立方厘米的质量只有几毫克。当人走过，切蛋糕时产生的小碎屑会在空气中漂浮一会儿，再缓缓降落。

这黑乎乎的蛋糕其实是实验室成员、华南理工大轻工科学与工程学院教授彭新文团队新制备出的碳气凝胶。将其应用在锌空电池中，每立方厘米20毫安的大电流密度下，电池比容量可达648毫安时/每克。

本月，相关成果发表于《先进材料》，彭新文告诉《中国科学报》，这种碳气凝胶的骨架源自纸张中的纤维。在微观层面，研究者对用于造纸的木质纤维进行结构设计和调变，为这种古老的生物质找到了一片新天地。

缘起生物质 碳气凝胶跨界电池应用

彭新文课题组的研究方向是高性能生物质材料与纸基材料。纸基材料即木材、秸秆等生物质，它们的主要成分是纤维素和木质素，将纤维直径控制在纳米层级，就可以得到柔性、长径比、机械性能俱佳的纳米纤维素，与石墨烯、一维碳纳米管等一道，被研究者用作基础构件材料。

在本月发表的研究中，彭新文课题组开发出的碳气凝胶就是以纳米纤维素为骨架。论文第一作者、课题组已毕业硕士生吴坤泽告诉《中国科学报》，因其柔软多孔的特性，碳气凝胶又被称为碳泡沫。当碳泡沫与石墨烯材料相复合，就表现出优越的基础力学性能。机械强度很高，又有很好的水分散性。

实际上，课题组专注碳气凝胶研究已有数年。起初，彭新文等人用这种材料制备出柔性压力传感器，搭载于可穿戴设备的电子器件上，可灵敏监测电化学信号。在制备过程中，研究团队发现，掺杂氮和金属等物质后，碳气凝胶就有了催化活性，可作为氧还原和氧析出双功能催化剂。

这实际上是燃料电池的工作原理，彭新文说，结合先前在燃料电池领域的研究背景，她与课题组其他成员开始思考，如何设计将碳气凝胶用作空气电池的阴性电极。

具有孔道结构的碳气凝胶，本身就有良好的导电性和机械稳定性，对其进行调控，给它一些催化活性，就能让这种材料既充当催化剂，同时又发挥出导电载体的作用。吴坤泽表示。

自2013年以来，该领域内的许多研究团队都在着手碳气凝胶的研发，这种热稳定性和导电性俱佳的材料孔隙率可达80%-99%。具有波浪片层结构、仿生结构的碳气凝胶在此期间相继问世，其制备方法和性能也在不断改善。

但在此之前，并未有将纤维素碳气凝胶用于空气电极的研究报告。若想实现这一目标，意味着碳气凝胶既要维持高孔隙率、强机械性能，还要发挥稳定、高效的电催化性能。

一石三鸟 冷冻浇铸让材料听话

过去，制备碳气凝胶的方法包括水热法、化学气相沉积法、模板法等，但它们往往无法在可控性和低成本之间取得平衡。为此，碳气凝胶的研究者盯上了陶瓷制造领域的老方法——冷冻浇铸法。

碳气凝胶要有丰富的孔隙结构，冷冻浇铸法可以保证这一点，而且它的经济性很好，纳米纤维素等生物质材料也能和冷冻条件相配合。吴坤泽介绍。

实验中，研究组以纳米纤维素和石墨烯为碳骨架，通过控制冷冻过程中的温度梯度，让作为衬底的水溶液按固定方向凝为冰晶。形成的冰晶衬底和骨架仿佛千层饼般相互交叠，此时进行冻干处理，冰晶升华消失，再对材料进行碳化处理，最终，有层间距、呈堆积结构的碳气凝胶就诞生了。

高孔隙率和机械性能有了保证，碳气凝胶的催化性能从何而来？前期准备时，研究者会在前驱液中添加氯化铁和植酸的耦合物，同时添加氨基葡萄糖作为小分子氮源，从而实现铁金属的负载和氮磷的掺杂修饰，确保碳气凝胶具备催化性能。

掺杂了氮、磷、铁后，碳气凝胶制成的电极可以自行完成氧析出和氧还原的催化回路，形成电子通路，在与合作者进行了大量的实验尝试与验证后，他们发现这其实很好的电催化剂。彭新文告诉《中国科学报》。

迄今为止，燃料电池中，由贵金属铂、钯等制成的催化剂大多被研磨成粉末，再添加到碳布、不锈钢网等导电载体上。

这个过程中有一个问题，如果粉末堆叠得太多，导电载体沾不住，催化剂会在反应过程中脱落，引起电池死火，催化剂也不再起作用。彭新文解释，如此一来对电池的工作效率影响非常大。

但碳气凝胶打破了这一既有套路，实现了一石三鸟——自身集纳了电极、导电载体和催化剂三种功能，内部的金属和碳形成了稳定化学键，既能让催化剂在自己的工作岗位上稳定发挥作用，又不会让电极层裂开。

采访时，彭新文表示，驾驭这种材料其实并不难。掌握了一定性能调控技术的话，它还是很‘乖’的。

找对发力点 进入寻常百姓家

这种材料具有3D垂直、管壁孔道互通的蜂窝状结构，有利于气体扩散、电解液浸润，而且有良好的柔性和优异的电化学储能性能。

大连工业大学教授、纤维素与可再生资源材料领域最高奖安塞姆佩恩奖获得者孙润仓在点评时提到，未来，这项工作有望为柔性电子器件提供高性能电极材料，且为生物质转化为碳材料、电化学储能应用提供新方法。

在彭新文看来，为电车、发电机等大型设备功能，并非所有电池的最终归宿。基于成本低、环境友好等特点，由生物质材料制成的电池可以在柔性电子器件中绽放异彩，融入日常生活中的各种细节。

未来，我们还会继续把材料厚度降低，用于可充放电的手表等可穿戴设备。彭新文指出，由于此类设备对续航能力没有苛刻要求，只要性价比合适，就可以去开发它。未来，可更换的、廉价的生物质碳材料制成的电极，最终会走向工业化应用。

轻、薄、软，基于纳米纤维素制成的碳气凝胶，看似温和、存在感低，却被研究者赋予了多种可能。未来，纳米纤维素不仅会在功能造纸领域发挥所长，由此制成的薄膜、粒子也可在能源、生物医学、分子影像等领域派上用场。

就像小块的碳气凝胶，即便先在空中飘起，最终仍会落地。在彭新文看来，做科研也是一样，做科研不能高高飘在云端，最终还是要落地、要应用，这是我们做研究的初衷。（来源：中国科学报任芳言）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1002/adma.202002292>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：彭新文等 来源：《先进材料》

更多科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发