
苏州纳米所在聚酰亚胺气凝胶纤维研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/13075.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！

气凝胶纤维是通过溶胶-凝胶纺丝和特种干燥技术直接获得的一种超轻多孔的新型高性能纤维，是气凝胶结构在纤维材料中的完美体现。气凝胶纤维因其具有高孔隙率、低密度和优异的隔热保温性能受到广泛关注，并被视为下一代保暖纤维，有望颠覆羽绒，替代超细纤维，在纺织、环境、能源等诸多领域具有重要应用前景。虽然已有气凝胶纤维问世，但是与种类繁多的块体气凝胶相比，气凝胶纤维的种类屈指可数。这是因为块体气凝胶制备过程中的静态溶胶-凝胶转变过程与纤维的动态纺丝过程之间存在明显差异，通过传统的动态纺丝方法难以直接利用块体气凝胶的静态溶胶-凝胶转变研究成果。

为此，中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所研究员张学同等科研人员提出一种制备气凝胶纤维的普适方法，即溶胶-凝胶限域转变（SGCT）方法，把气凝胶纤维的动态纺丝过程调整为静态的溶胶-凝胶转变过程，从而为制备任意组分的气凝胶纤维奠定了技术基础。以聚酰亚胺（PI）气凝胶纤维制备为例，如图1所示，首先通过毛细管力使气凝胶前驱体溶液进入玻璃毛细管腔，在毛细管的限域空间内实现前驱体的静态溶胶-凝胶转变，随后通过简单的溶剂冲洗取出凝胶纤维，最后利用超临界CO₂干燥获得相应的气凝胶纤维。得到的聚酰亚胺气凝胶纤维具有超高比表面积（高达364 m²/g）、出色的机械性能（弹性模量为123 MPa）、优异的疏水性（接触角为153°）和显著的柔韧性（曲率半径为200 μm）。

实验表明，采用同样单体制备出的PI气凝胶块体是超亲水的（接触角为0°），而采用SGCT方法制备出的PI气凝胶纤维则是超疏水的（接触角高达153°），这是由于单体中的甲基基团在限域空间内易于在纤维表面富集造成的。与商业化的棉纤维或者实验室自制的芳纶气凝胶纤维相比，PI气凝胶纤维也表现出显著优于上述两者的离火自熄灭（阻燃）特性。进一步测试表明，棉纤维的极限氧指数为24，芳纶气凝胶纤维的极限氧指数为28，而PI气凝胶纤维的极限氧指数则高达46.2。隔热性能测试表明，与传统的棉纤维及超细纤维相比，PI气凝胶纤维具有更优异的隔热保温性能，且隔热保温性能的优异程度与气凝胶纤维的直径正相关。即使在极端恶劣的环境下（-165 °C ~ 205 °C的范围内），由PI气凝胶纤维制成的气凝胶织物也具有出色的隔热保温效果。

此外，研究团队通过SGCT策略成功制备出多种有机气凝胶纤维、多种无机气凝胶纤维和有机/无机、无机/无机、有机/无机杂化气凝胶纤维，如图3所示，证明了SGCT策略的普适性。据此，只要获得了块体气凝胶的静态溶胶-凝胶转变原理，通过SGCT策略，可以制备出与此块体气凝胶相对应的气凝胶纤维，从而为最大限度利用已知块体气凝胶的静态溶胶-凝胶转变知识制备出尽可能多的气凝胶纤维提供了可能性。

相关研究成果发表在美国化学会的ACS Nano

杂志上，论文作者为博士生李鑫、博士后董国庆、博士生刘增伟，论文通讯作者为张学同。

[论文链接](#)

图1.通过溶胶-凝胶限域转变策略制备PI气凝胶纤维的流程示意图

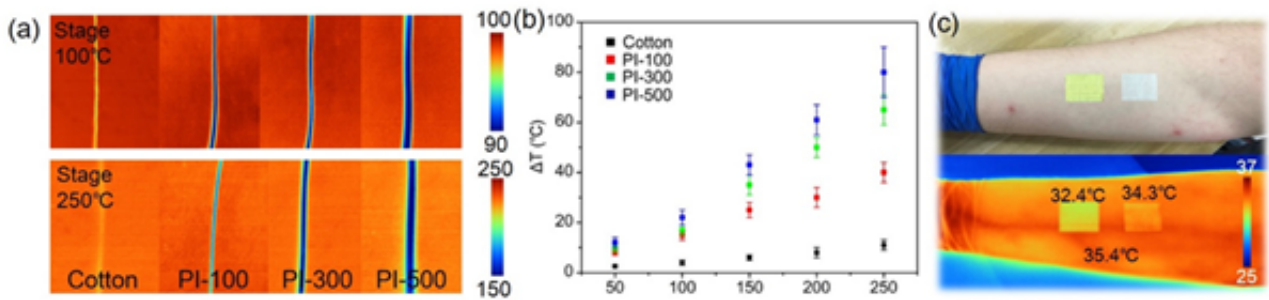


图2. (a) 高温下普通棉线与不同直径的PI气凝胶纤维的红外热成像图；(b) 普通棉线与不同直径的PI气凝胶纤维的温差对比；(c) 普通棉布与PI气凝胶织物对人体皮肤保温效果的数码照片与红外图像。

图3.通过SGCT策略制备不同类型的气凝胶纤维扫描电镜照片 (a) 琼脂糖气凝胶纤维；(b) 芳香聚酰胺气凝胶纤维；(c) 间苯二酚-甲醛气凝胶纤维；(d) 石墨烯气凝胶纤维；(e) 碳气凝胶纤维；(f) 氧化硅气凝胶纤维；(g) 聚酰亚胺/氧化硅杂化气凝胶纤维；(h) 石墨烯/碳纳米管杂化气凝胶纤维；(i) 芳香聚酰胺/羟甲基纤维素杂化气凝胶纤维。

研究团队单位：苏州纳米技术与纳米仿生研究所

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