
复合气凝胶：电磁波捕捉能手

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/14312.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！

复合气凝胶：电磁波捕捉能手。随着电磁设备的大量应用和5G通讯技术的快速发展，电磁干扰和电磁辐射污染问题日渐突出。电磁辐射不仅影响电子器件的正常工作 and 使用寿命，对人体健康也有危害。此外，电磁隐身技术在国防军工领域具有重要的应用价值。因而，新型高性能吸波材料的开发成为当前材料科学和电子科学与技术领域的研究热点。

科研人员发现，电磁波在传播途中遇到障碍物时，受障碍物的反射和吸收，能量会发生衰减。多年来，人类对吸波材料研究的热情不减，涌现出各式各样的吸波材料，但面对纷繁复杂的应用场景，吸波材料依然供不应求。

近日，安徽理工大学教授疏瑞文团队基于还原氧化石墨烯（RGO），研发出一种三维超轻复合气凝胶材料，展现出优异的吸波性能，且密度低、厚度薄，为轻质高性能吸波材料研发提供了新思路。相关研究结果发表于Composites Science and Technology。

寻找完美吸波材料

由于频率、波长、能量的不同，电磁波对人体的伤害也不同。一般来说，当能量达到12 eV以上时，将导致机体严重的损伤。因此，人类迫切需要研发性能优异的电磁波吸收剂，来消除电磁波的危害。

吸波材料很神奇，能够将电磁能转换为热能或其它形式的能量，实现对入射电磁波的有效吸收。它通常由基体材料与吸收介质复合而成，吸收能力、厚度、吸收带宽和密度大小是评价吸波材料的吸波性能的重要指标。

国际上对吸波材料的研究集中在复合材料、手性材料、新型材料几方面，其中，复合材料综合了多种功能材料的优异性能，是最易设计和实现的吸波材料之一。近年来，对同时具有两种或两种以上功能特性的复合材料的研究正逐渐成为热点。

疏瑞文介绍，多种材料复合也存在一些弊端，比如材料制备步骤繁杂、产率较低、成本较高，同时材料的密度较高，应用场景受限。

RGO是一种二维碳材料，具有低密度、大比表面积、高宽厚比和电荷载流子迁移率，已被广泛应用于电磁波吸收领域。美中不足的是，单一的微波衰减机制和较差的阻抗匹配使得RGO的电磁波吸收能力难以满足实际应用需求。

人类尚未在自然界发现天然的、完美的吸波材料，对展现出吸波潜力的材料进行改造是一个循序渐进且漫长的过程。疏瑞文说。

反其道而行制备三维材料

为了改造RGO，疏瑞文团队自2015年就开始了相关研究。团队成员、安徽理工大学在读硕士研究生万宗理介绍，制备复合型吸波材料，一般是将密度低的电损耗型材料与吸收强的磁损耗吸波材料相复合，通过调节电磁参数使其趋向阻抗匹配特性，从而达到低密度、强吸收和宽频带的效果。

理论如此，操作并不容易。一次偶然的机会，疏瑞文注意到，作为目前世界上密度最小的固体材料，气凝胶具有独特的三维开放网络和高比表面积，这意味着气凝胶在吸附、隔热保温、催化剂载体和储能器件等领域具有巨大的潜在应用价值。

二维RGO组装形成的三维气凝胶会对电磁波产生怎样的吸收效果呢？这一想法闪现在疏瑞文的脑海。

众所周知，多孔结构不仅可以大大降低堆积密度，而且可以显著提高电磁波吸收剂和空气之间的阻抗匹配程度。因此，RGO气凝胶或基于RGO的复合气凝胶将是有希望的轻质电磁波吸收剂。疏瑞文告诉《中国科学报》。

经过水热法和冷冻干燥处理，研究团队制备出超轻氮掺杂还原氧化石墨烯/多壁碳纳米管（NRGO/MWCNTs）复合气凝胶。该气凝胶具有超低的本体密度，且内部存在层次孔道结构，优化了阻抗匹配，使得电磁波容易进入材料内部，在内部孔隙组成的网络结构中进行能量衰减。

疏瑞文表示，以往为了尽量减小材料的厚度，更希望研发低维材料，比如二维材料，此次，研究团队反其道而行，开发出厚度较薄的三维材料，且制备环节更简单。经过逐步优化改进，该气凝胶的厚度有望进一步降低，或将比二维材料更轻薄。疏瑞文说。

应用需解决量产难题

是什么原因让NRGO/MWCNTs复合气凝胶拥有吸波超能力呢？万宗理介绍，二维片状RGO通过自组装形成三维多孔网络结构，且褶皱表面均匀地附着大量的一维中空管状MWCNTs可以产生大量的异质界面；大量氮原子通过水热过程掺杂到RGO晶格中，增强了偶极极化损耗。此外，多壁碳纳米管的复合、长度和填料含量对复合气凝胶吸波性能也有显著的影响。研究发现，添加长多壁碳纳米管的复合气凝胶表现出综合最优的电磁波吸收能力，在较薄的厚度和低填料含量下具有强吸收和宽频带。

构造良好的三维导电网络结构、良好的阻抗匹配、增强的极化弛豫和电导损耗可能是复合气凝胶具有优越的电磁波吸收能力的主要原因。疏瑞文说，该研究有助于设计和制备石墨烯基三维结构复合材料作为轻质高效的电磁波吸波材料。

谈及应用场景，他表示，NRGO/MWCNTs复合气凝胶可用于电磁辐射污染防治、电磁屏蔽、雷达隐身、吸附、隔热保温、催化剂载体和储能器件等领域。

材料研发是一个循序渐进的过程，该材料距离应用还存在一些问题，首当其冲的就是产量放大。

目前，实验室生产气凝胶仅限于克级。此外，团队接下来还将在提升材料综合性能方面努力。

疏瑞文举例，研究团队将在NRGO/MWCNTs复合气凝胶中引入一些高分子材料、纤维材料或改进冷冻工艺等，提高复合气凝胶的力学性能，为其在柔性石墨烯基电子器件领域的应用奠定基础。同时，还将在多功能上下功夫，在超疏水、隔热防火、储能方面进行拓展。（来源：中国科学报卜叶）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2021.108818>



超轻氮掺杂还原氧化石墨烯/多壁碳纳米管复合气凝胶 安徽理工大学供图

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：疏瑞文等 来源：《复合材料技术》

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](https://www.iikx.com)转发