
中国科大在水热合成的流体行为研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/8808.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！

近100年来，水热合成法得到了广泛的应用和发展，已成为合成单晶、金属氧化物、陶瓷、沸石和纳米复合材料等多种材料的常用方法。然而，水热合成中所能获得的信息仅限于输入原料、输出产物及反应条件，人们对密闭体系反应中的过程是如何发生的尚不清楚。为了有效地控制水热合成产物的质量，对其中传热传质过程的认识和理解就显得尤为重要。因密封的水热反应釜以及高温高压条件，难以实现原位观察。因此，如何打开这个“黑匣子”已成为水热合成研究领域所面临的挑战。

近日，中国科学技术大学俞书宏团队与工程科学学院丁航课题组和吴恒安课题组合作，在间歇式水热合成的流体行为研究领域取得新进展。研究人员首次利用氧化石墨烯（GO）的液晶行为和凝胶化能力，借助酚醛树脂（PF）的固化定型作用，获得具有环形极向结构的凝胶（GO/PF凝胶），根据凝胶的微观结构来揭示水热合成中的流体行为。该成果以Origin of Batch Hydrothermal Fluid Behavior and Its Influence on Nanomaterial Synthesis 为题发表在材料学期刊Matter上（Matter 2020, 2, 10.1016/j.matt.2020.02.015）。

研究人员发现，在水热条件下，GO纳米片在流体剪切力的作用下可以沿着流场的方向进行排列（图1）。此外，GO纳米片能够通过酚醛树脂的原位交联固定形成具有环形结构的轴对称（类似于地球磁场分布结构）凝胶。研究人员可以通过对凝胶形貌和结构的直接观察分析，进而推测出水热合成中的流体行为。据此，研究人员对加热温度、溶液粘度和反应釜尺寸/形貌等多个因素进行了研究。

研究结果表明，无论反应釜聚四氟乙烯内衬的大小和几何形状如何，水热合成中的对流总是存在。对于特定的反应，温差和反应釜内衬大小是影响对流的最主要因素（图2）。反应釜体积越大，其中反应液体的传热就更不均匀，温差越大，对流就更强烈。增强对流的作用与机械扰动相同，产物均匀性变差，尤其是会对运用水热法规模化合成纳米线、纳米片或大块凝胶材料等产生不可忽视的影响，更强的流场会产生更多的杂质或导致三维块材内部结构不均匀等现象。

该研究进一步增进了对水热合成法制备不同尺度和形状的微纳材料过程及机理的理解，对今后水热法合成纳米材料技术的发展具有重要的指导意义。

该项研究受到国家自然科学基金委创新研究群体、国家自然科学基金重点项目、中科院前沿科学重点研究项目、中科院纳米科学卓越创新中心等的资助。

[文章链接](#)

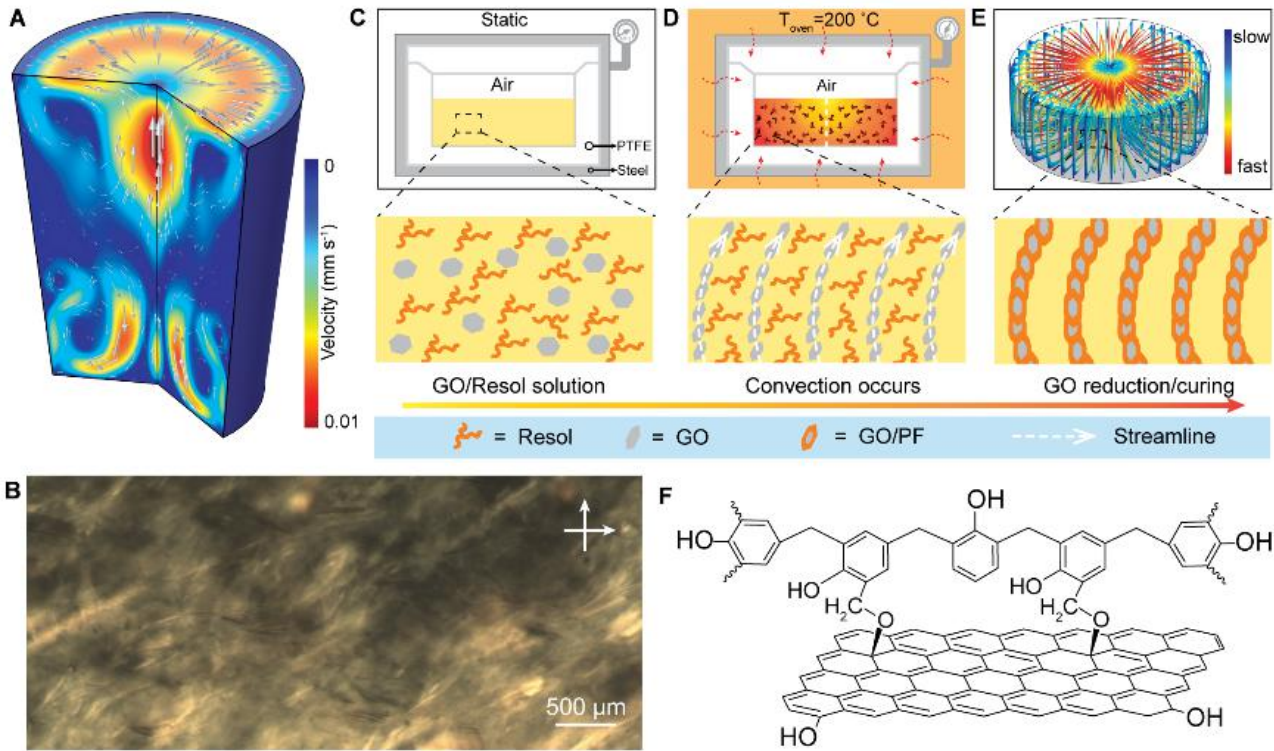


图1.利用GO的液晶行为和凝胶化能力揭示间歇式水热合成中的流场。A，室温下一杯冷水中存在的随机流场。B，氧化石墨烯的液晶行为。C-E，GO纳米片沿流线方向排列并由酚醛树脂固定。F，GO与酚醛树脂结合的分子结构图。

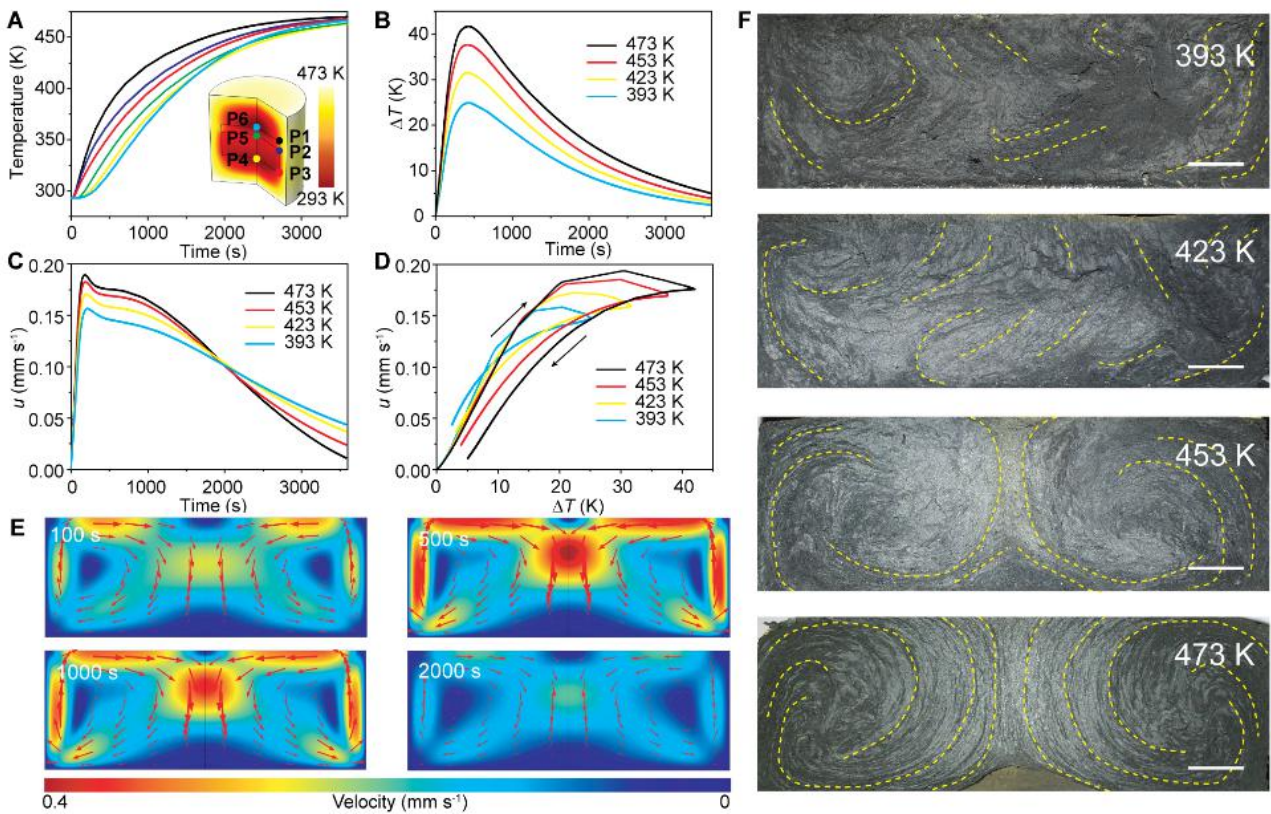


图2.间歇式水热反应釜中温度场和流场的有限元模拟。A，不同位置的温度变化曲线。B-D，不同温度下溶液的温差—时间、流速—时间和流速—温差曲线。E，水热过程中流场的变化过程。F，在不同设定温度下GO/PF凝胶的横截面照片。

研究团队单位：中国科学技术大学

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