
科学家在导电高分子研究领域获突破

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/19974.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！

科学家在导电高分子研究领域获突破。9月7日，《自然》发表了一项我国科学家最新研究成果：被认为是导电高分子研究领域取得的重大突破。该研究由华南理工大学教授黄飞、曹镛院士、马於光院士，以及南方科技大学教授张元竹、郭旭岗和北京大学教授裴坚等人合作完成。

记者从华南理工大学获悉，黄飞团队提出了一种将氧化聚合和还原掺杂相结合的方法，一锅法简易制备出高导电n型聚合物——聚（苯并二咪喃二酮）（PBFDO）。该聚合物具有创纪录的电导率，并且具有优异的空气稳定性，在无需额外的侧链或表面活性剂的情况下可以通过与溶剂的强相互作用实现良好的溶解性和溶液加工性。

此外，黄飞团队证明了在该聚合物中存在相干电荷输运以及类似金属的泡利磁矩和电磁屏蔽等特性。该材料在n型有机电化学晶体管和热电发电器件中展现出优异的性能，从而为这种n型导电高分子在有机电子学中的应用铺平了道路。

导电聚合物已经在太阳能电池、传感器和一些显示技术中得到了十分广泛的应用。但目前已报道的绝大部分高性能导电聚合物展现出空穴占主导的传输特性（p型），而n型导电聚合物的发展远远落后，主要表现为掺杂效率较低以及稳定性较差两个方面。

由于n型掺杂反应通常为基于共轭聚合物的还原反应（即共轭聚合物从掺杂剂中夺取电子，从而获得阴离子载流子），这要求n型掺杂剂具有较强的还原性，能够实现和共轭聚合物主链间的电子转移。对于还原性强的还原剂，它们容易被空气中的氧气氧化而失去掺杂活性，并且通常不具有空气稳定性。另外，掺杂后的n型导电聚合物中的阴离子也非常容易被空气中的氧气或水夺取，从而导致载流子的淬灭以及导电特性的消失载流子。

据介绍，为了实现高性能的n型导电聚合物，需要同时实现高效的电子传输和主链中的高载流子浓度。首先，需要设计具有大共轭平面的刚性骨架，使得载流子在聚合物链上易于传输；其次，需要选择适合的掺杂剂和聚合物充分反应，以增加载流子的浓度。然而，一般具有刚性共轭骨架的聚合物不具备良好的溶解性，需要引入侧链或表面活性剂的方式进行功能化，以确保这类聚合物的溶解性和溶液加工性，而这种方式会引入额外的绝缘组分，对电导率产生不利影响。另一方面，目前大多数n型导电聚合物的掺杂效率较低（通常在10%左右），需要进一步降低聚合物的最低未占据轨道（LUMO）能级以及设计空气稳定的高效n型掺杂剂。而这就需要设计十分复杂的分子结构，导致这类n型导电高分子难以得到广泛应用。

黄飞及其团队经过对聚合反应以及掺杂进程精心设计，利用醌类氧化剂可逆的氧化还原特性，在以四甲基苯醌为氧化剂的条件下，首先利用氧化反应实现苯并双咪喃二酮前驱体的脱氢聚合；另

外，随着聚合程度的提高，生成聚合物的LUMO能级会显著降低，而生成的四甲基氢醌又具有一定的还原性，从而在氧化聚合过程中同步实现对聚合物的还原性n型掺杂。

此外，带电的共轭骨架和溶剂之间的强相互作用使无侧链的PBFDO具有良好的溶解性。基于其超高的n型电导率和优良的环境稳定性，PBFDO在热电器件和有机电化学晶体管的应用上展示了良好的应用前景，有望通过进一步的工艺改进，实现其市场化应用。

据了解，目前，用于制备高导电率n型聚合物的单体高纯度苯并二呋喃二酮已在企业实现批量生产和销售。（来源：中国科学报 朱汉斌 卢庆雷）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05295-8>

作者：黄飞等 来源：《自然》

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