

---

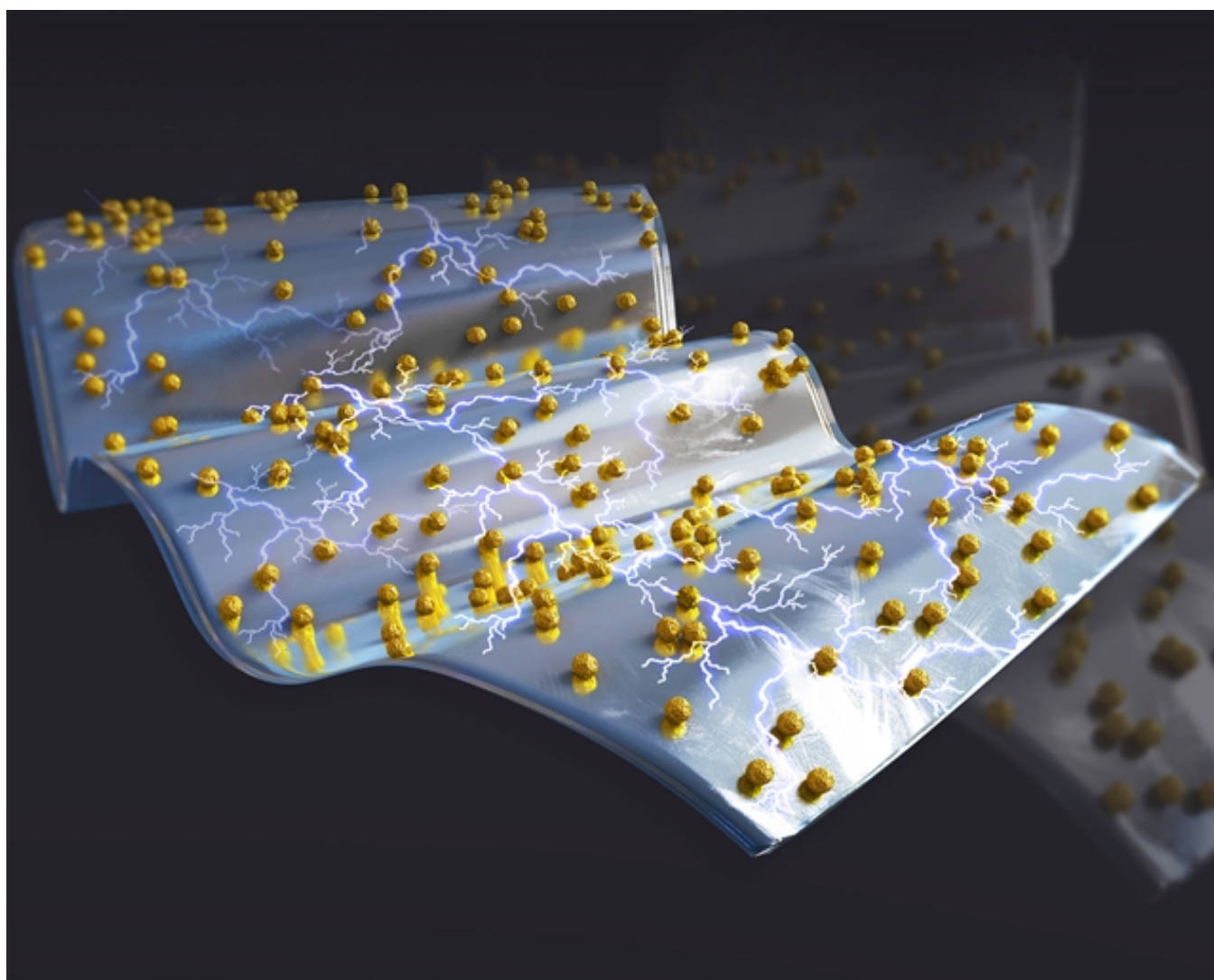
# 南方科技大学实现有机半导体n-型掺杂新突破

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/16423.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！

南方科技大学实现有机半导体n-型掺杂新突破。



北京时间2021年11月4日0点，国际顶尖学术期刊《自然》在线发表了南方科技大学材料科学与工程系郭旭岗教授团队在有机半导体n-型掺杂研究中取得的突破性进展，相关成果以Transition metal catalysed molecular n-doping of organic semiconductors为题发表。通过引入过渡金属作为催化剂，该团队实现了高效的催化掺杂方法。

郭旭岗课题组研究助理教授郭晗为本论文的第一作者，郭旭岗和美国Flexterra公司的Antonio Facchetti博士为论文共同通讯作者，南方科技大学材料科学与工程系为论文的第一单位。

有机半导体的化学掺杂是实现高性能有机光电器件及进行有机半导体电荷传输研究的关键技术，n-型（电子）掺杂相比于p-型（空穴）掺杂更具有挑战性。理想的n-型分子掺杂剂应同时具有高空气稳定性，强还原能力和高掺杂效率。但是，可以直接向有机半导体给出自由电子的直接型n-型掺杂剂（direct n-dopant，图1）由于能级较浅，通常空气稳定性低；而前体型掺杂剂（precursor-type n-dopant，图1）可以通过化学键断裂来生成高度活泼的中间产物然后向半导体给出电子进行n-型掺杂，从而解决了稳定性问题，然而，化学键断裂通常需要吸收大量的能量，这不仅强烈影响掺杂剂的还原能力，也从动力学上限制了掺杂反应速率并带来低掺杂效率，成为实现理想n-型分子掺杂的瓶颈。

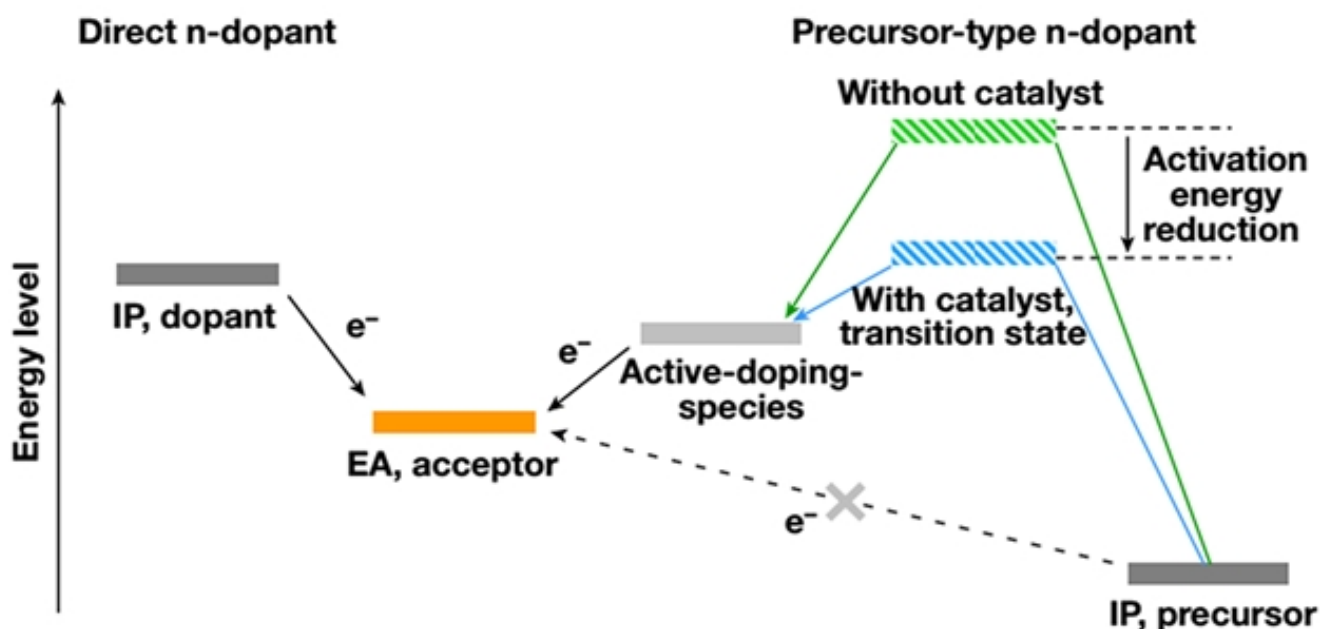


图1：基于过渡金属催化的n-型分子掺杂概念。蓝色线条代表过渡金属催化掺杂路径，催化剂的引入大幅度降低了反应能量势垒，从而掺杂效率可以实现数量级的提升。

在本研究中，该团队报道了一种具有普适性的、基于过渡金属催化的高效有机半导体n-型掺杂技术。如图1所示，通过引入过渡金属纳米粒子（如Pd、Pt、Au）或可溶液法加工的有机金属配合物（如Pd<sub>2</sub>(dba)<sub>3</sub>）等作为催化剂，预期可以降低前体类型分子的掺杂反应活化能，从而有效提升其掺杂反应速率、掺杂效率和表观还原能力。

实验发现，对于经典掺杂剂N-DMBI-H，在不使用催化剂时，其掺杂效率较低，掺杂反应需要数小时才能完成；使用催化剂时，其掺杂效率可以提升至接近100%，掺杂反应也仅需要约10秒钟甚至更短时间就可以完成，进而在溶液法处理的n-型高分子半导体薄膜中实现>100 S/cm的高电导率。

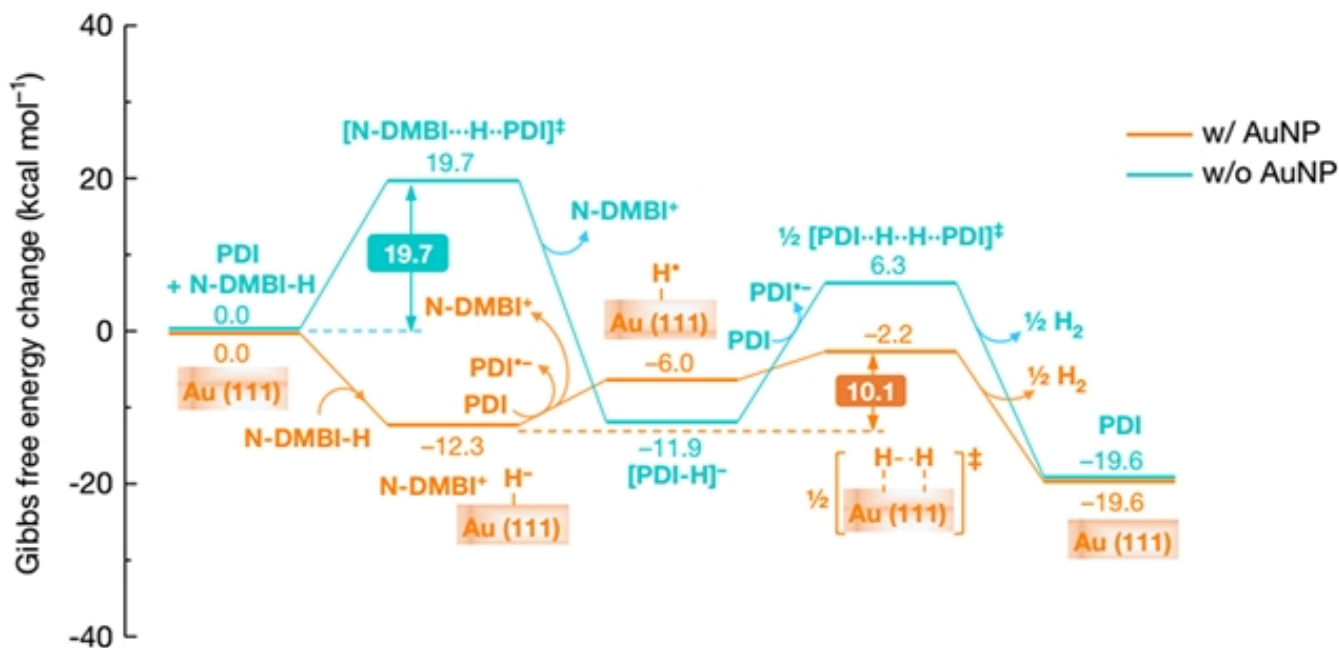
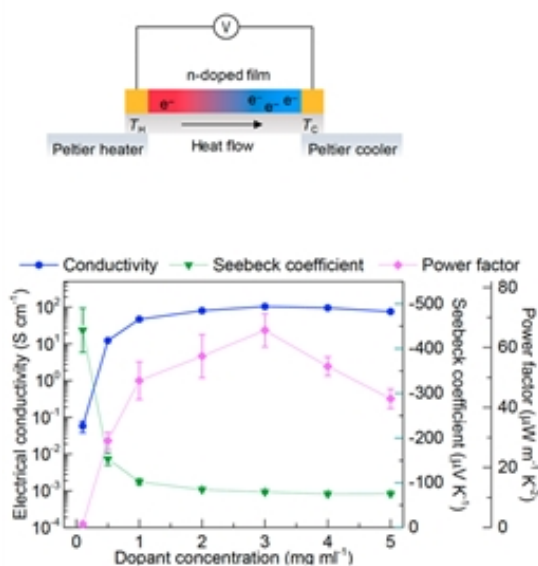


图2：分子掺杂剂N-DMBI-H掺杂机理的DFT计算结果，青色和橙色分别对应无催化剂和有催化剂的掺杂过程的吉布斯自由能变。

进一步的机理研究发现，过渡金属催化剂的引入可以将N-DMBI-H掺杂过程中的C-H键断裂转变为强烈放能步骤（图2），并有效降低H<sub>2</sub>产生步骤的能量势垒，从而带来近百万倍的反应速率上的提升，验证了催化掺杂的概念。该团队进而研究了该催化掺杂方法对不同有机半导体、分子掺杂剂、催化剂的普适性。简单、高效的催化掺杂概念为有机半导体n型掺杂研究开辟了新方向，在分子掺杂剂、有机半导体和催化剂组成的三元体系中具有广阔的探索空间，也为理想n型分子掺杂剂的设计提供了新的研究思路。该团队将催化掺杂方法应用在n型有机热电器件、n型有机薄膜晶体管 and 钙钛矿太阳能电池中，实现了器件性能的显著提升（图3）。

## Organic Thermoelectrics



## Organic Thin-Film Transistors

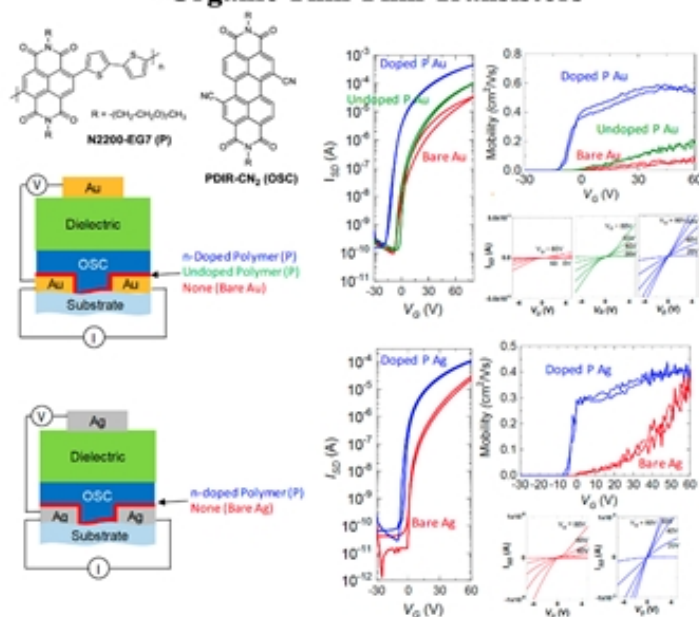


图3：n-型有机半导体的催化掺杂技术实现了包括有机热电器件（Organic Thermoelectrics）和有机薄膜晶体管（Organic Thin-Film Transistors）在内的多种有机电子器件性能的大幅度提升。

郭旭岗教授团队成立于2012年11月，主要从事n-型高分子半导体材料的设计合成及其在有机电子器件中应用的研究。迄今为止在包括Nature, Nature Photonics, Nature Materials, Nature Energy, Chemical Reviews, Accounts of Chemical Research在内的期刊上发表130余篇学术论文。该工作的其他合作单位包括瑞典林雪平大学（Simone Fabiano教授）、意大利罗马大学（Alessandro Motta教授）、韩国高丽大学（Han Young Woo教授）等。

此项研究工作得到了国家自然科学基金、广东省科技厅、深圳市科创委的资助。南科大分析测试中心为部分实验表征工作提供了大力支持。（来源：科学网）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03942-0>

作者：郭旭岗等 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