

## 苏州纳米所高性能半导体性碳纳米管分离纯化研究获进展

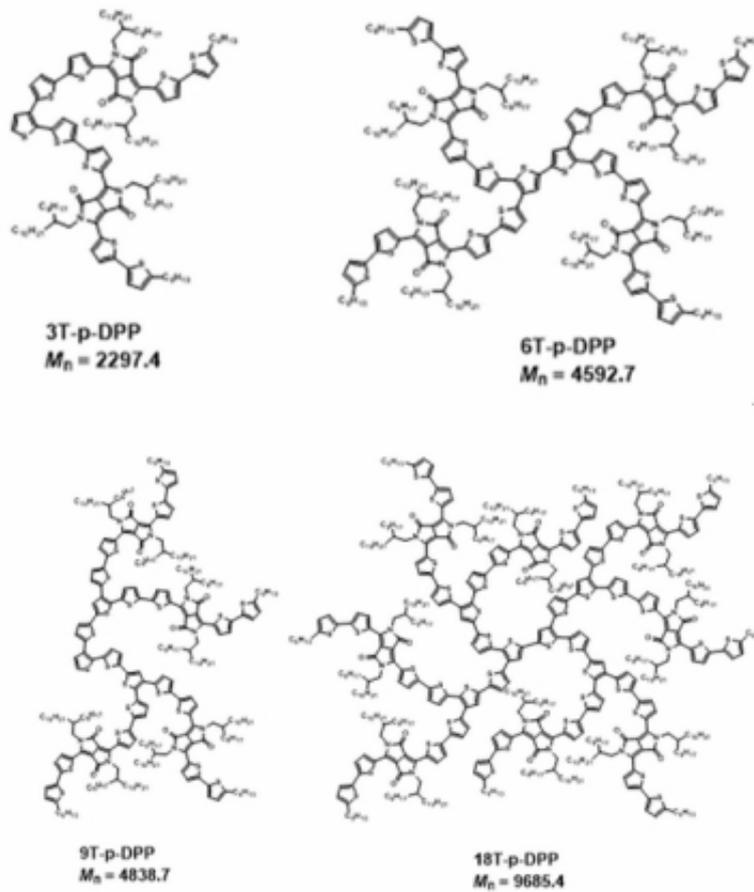


图1. 树形化合物DOT-p-DPP的化学结构

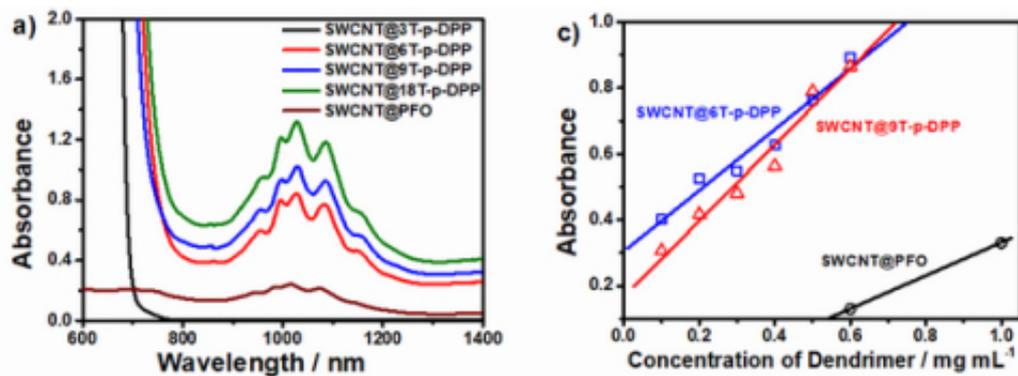


图2. 利用树枝型DPP化合物选择性分离半导体型SWCNT的复合物吸收光谱图（左）以及两个化合物与线性共轭聚合物PFO的对SWCNT的分离能力对比

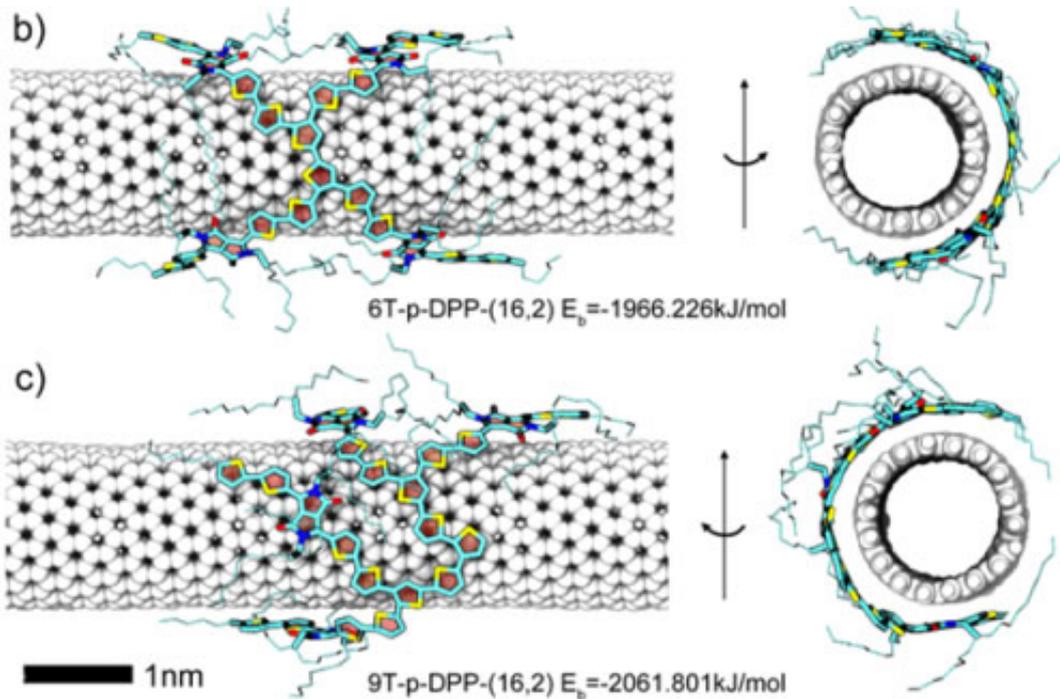


图3.树形化合物6T-p-DPP包覆单壁碳纳米管相互作用模拟计算结果

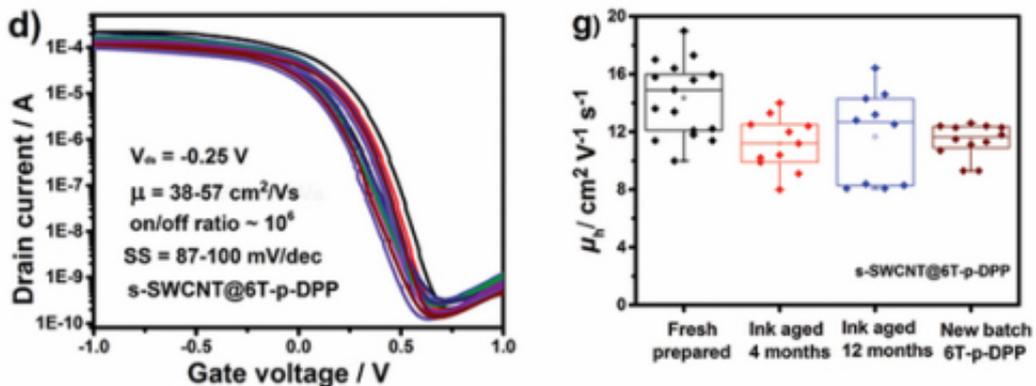


图4.利用6T-p-DPP/SWCNT复合物制备的薄膜晶体管性能(左图),不同批次、储存不同时间的单壁碳纳米管墨水制备的底栅晶体管器件的性能图(右图)

单壁碳纳米管(SWCNTs)具备优异的电荷传输性能、良好的溶液加工性和高柔性、优异的力学性能、较高的导热性能、优异的机械稳定性和化学稳定性,在电子器件和光电子器件应用广泛,如透明导电膜电极、薄膜晶体管、逻辑电路、柔性可穿戴电子器件、化学与生物传感器、超级电容器与太阳能电池等。以SWCNTs作为有源层材料所制备的薄膜晶体管电学性能优异、特征尺寸更小、稳定性好、散热更快、运行频率更高,表现出优异的器件性能及极大的应用发展潜力。

目前,商用的通过大批量制备方法获得的SWCNTs,都是具有不同手性和管径的m-SWCNTs和s-SWCNTs的混合物。通过物理化学方法,大规模的选择性富集大管径半导体型单壁碳纳米管,是实现高性能的电子器件和光电子器件性能的最有效的方法。共轭聚合物包覆法选择性分离半导体型单壁碳纳米管的较为有效的方法。中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所马昌期研究团队和赵建文研究团队合作,设计合成了一系列可高效分离高纯度半导体型单壁碳纳米管的非线性聚合物PDPPb5T,并利用分离得到的墨水制备了性能优异的晶体管器件。相关研究结果发表在Nanoscale和Small上。

由于聚合物存在分子量多分散性和分子结构不明确的特点,且聚合物的分子量对单壁碳纳米管的分散和分离有较大影响,使选择分离的单壁碳纳米管在器件应用中易于出现批次性差异,在一定程度上限制了其实际应用。有机小分子不存在批次间重复性差的问题,但有机小分子材料分子量较小,有机小分子与单壁碳纳米管之间的相互作用较

弱，导致有机小分子分散的单壁碳纳米管墨水的储存稳定性较差。为了实现单壁碳纳米管的稳定分散，往往需要使用大量的分散剂，而大量分散剂的引入对于后续器件性能有一定影响。

近日，马昌期研究团队和赵建文研究团队进一步利用可控合成的方法，制备合成了兼具聚合物高分离效率和小分子批次间重复性好的外围功能化修饰的树枝型结构的共轭化合物（图1），并利用该类树形化合物进行了SWCNT的选择性分离研究。结果表明，同线性化合物相比，具有三维树枝状的化合物具有更强的SWCNT分散能力（图2）。这与树枝型化合物外围多个功能单元，从而获得更强的分子间相互作用能力（图3）。利用该树形化合物分离的半导体型单壁碳纳米管墨水并印刷构建的碳纳米管薄膜晶体管，实现了高达 $57\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ 的空穴迁移率，开关比高达106，亚阈值摆幅为 $87\text{-}100\text{mV dec}^{-1}$ （图4左）。同时，归功于其具有明确的分子结构，所形成的树形化合物和半导体型单壁碳纳米管的复合物，具有更好的批次重复性和墨水储存稳定性（图4右）。研究表明，具有明确结构的树枝状结构的化合物是一类理想的单壁碳纳米管的分离材料，由于该类化合物具有明确的化学结构，可通过化学裁剪的方法在其不同位置进行精确地可控地功能化修饰，使之成为研究材料结构-性能的优越的模型化合物。

研究成果在线发表在Advanced Functional Materials上，并申请发明专利3项，PCT专利一项。该研究项目获得了国家自然科学基金面上项目，中科院前沿研究项目，中科院战略先导专项以及苏州纳米所自有项目等的支持。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/116445.html>