

# 近锯齿型单一手性碳纳米管宏量分离研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/13777.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！**

单一手性碳纳米管的规模化制备是揭示碳纳米管新奇物理特性，发展其应用的前提和基础，被认为是碳纳米管研究领域的“圣杯”。然而，如何精确识别和筛选原子尺度结构上具有微小差异的不同手性碳纳米管，实现单一手性碳纳米管的宏量制备是世界性的难题。中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心先进材料与结构分析实验室A05组研究员刘华平等致力于碳纳米管手性结构分离制备研究，首次利用凝胶色谱法实现了碳纳米管直径、单一手性结构甚至镜像体的分离（J. Phys. Chem. C 2010, 114, 9270；Nat. Commun., 2011, 2, 309；Nano

Lett

, 2014

, 14, 6237），基于凝胶色谱法发展了多种分子调控技术，如乙醇分子调控技术（Nanoscale,

2015, 7, 16273）、酸性分子辅助调控技术（ACS Appl. Nano Mater. 2019, 2,

343）；碱性小分子调控技术（Adv. Funct. Mater. 2017, 27,

1700278）；复合表面活性剂分子调控技术（Adv. Mater. Interfaces 2018, 5,

1700727）等，大幅度提高了碳纳米管单一手性结构的分离效率，其中(6, 4)、(6,

5)等近扶手椅型碳纳米管实现了宏量制备（Nano Lett., 2013, 13, 1996），但由于宏量制备的单一手性碳纳米管种类较少，难以对碳纳米管性质和应用进行系统的研究。

近期研究表明，碳纳米管表面sp<sup>3</sup>功能化可以调控其发光波长，并可以大幅提高碳纳米管的发光效率。通过sp<sup>3</sup>调控手段增强碳纳米管的发光效率依赖于碳纳米管的手性角。随着手性角的减小，碳纳米管光子发射能量逐渐红移，最终坍塌到单一的发射态，表明小手性角的锯齿型或近锯齿型碳纳米管在单光子发射器件方面可能具有较好的应用前景。目前，对于锯齿型和近锯齿型碳纳米管的宏量制备，无论是生长还是分离都面临挑战，直接限制了这些碳纳米管性质和应用的研究。

近日，该团队博士后杨德华在刘华平、副研究员魏小均、研究员周维亚及中科院院士解思深的指导下，与日本产业技术综合研究所首席研究员Hiromichi Kataura合作，发展了高精度凝胶色谱技术，突破了近锯齿型单一手性碳纳米管的宏量制备瓶颈。在十二烷基硫酸钠、胆酸钠复合表面活性剂体系中，发现低温下（<18℃）可以实现小手性角碳纳米管，特别是锯齿型和近锯齿型碳纳米管在凝胶媒介上的高选择性吸附（图1）。在此基础上，研究人员提出两步分离策略对近锯齿型碳纳米管单一手性结构进行宏量分离（图2）：第一步，室温下利用十二烷基硫酸钠、胆酸钠、脱氧胆酸钠复合表面活性剂选择性分步洗脱吸附在凝胶中的碳纳米管对其直径进行分离；第二步，通过调控十二烷基硫酸钠、胆酸钠二元表面活性剂体系的温度到18℃以下，对直径相似的碳纳米管进行手性角分离。利用这种两步分离技术，研究人员分离制备出11种手性角小于20°的单一手性碳纳米管，其中7种单一手性碳纳米管的分离产量达到次毫克量级，如(7, 3), (8, 3), (8, 4), (9, 1), (9, 2), (10, 2)及(11, 1)等（图3）。该研究将宏量分离的单一手性碳纳米管的种类扩展到10余

---

种，为系统探测和调控碳纳米管的物理性质及其在信息电子、光电子、生物成像等领域的应用提供了材料基础。

相关研究成果以Submilligram-scale separation of near-zigzag single-chirality carbon nanotubes by temperature controlling a binary surfactant system为题，发表在Science Advances ( Sci. Adv. 2021, 7, eabe0084 ) 上，并被美国[Nanowerk News](#)作为亮点工作报道。研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金委员会、中科院等的资助。

[论文链接](#)

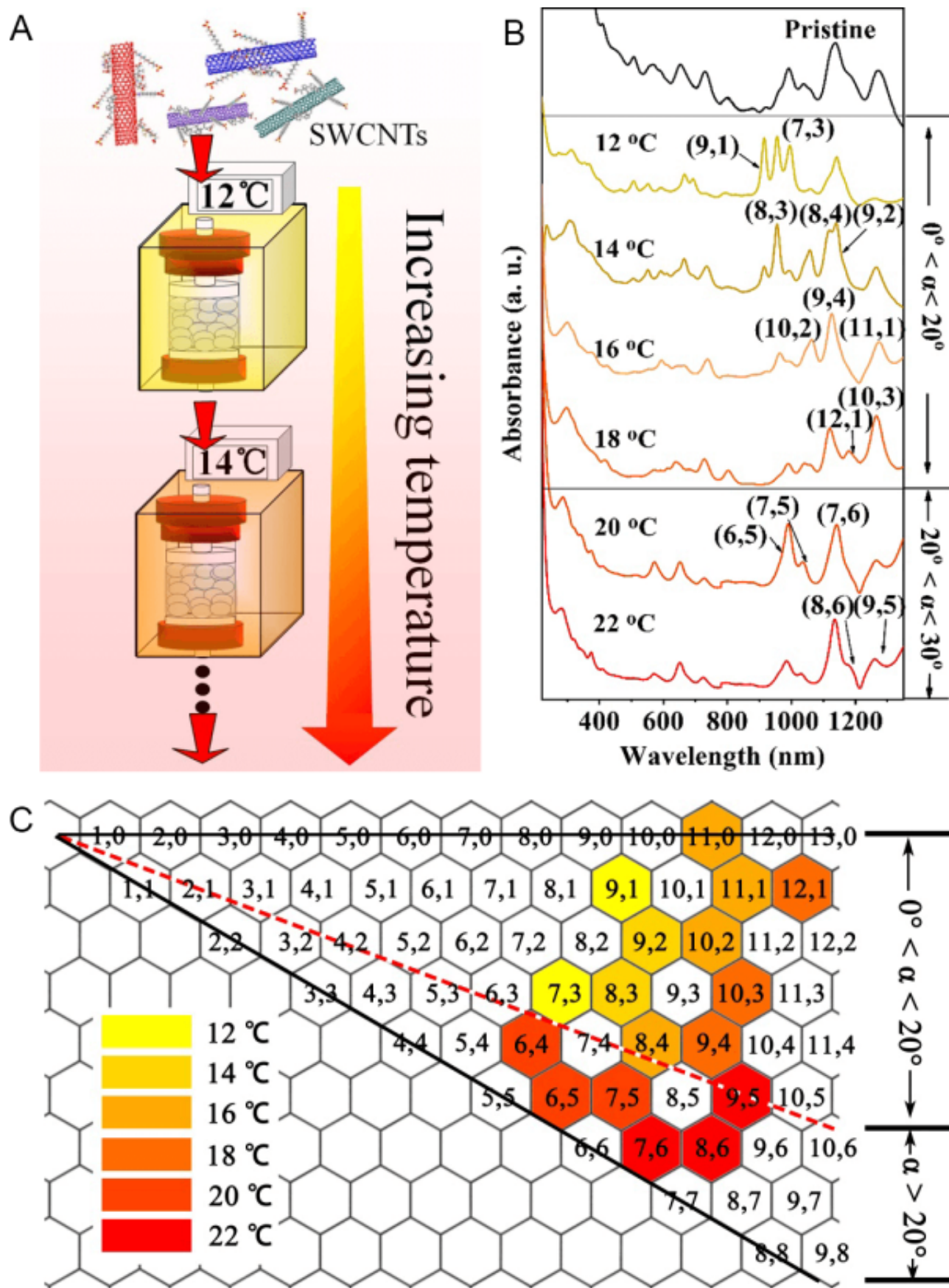


图1.温度调控实现碳纳米管手性角的选择性吸附。A、分离碳纳米管手性角示意图；B、十二烷基

硫酸钠、胆酸钠复合表面活性体系中，不同温度下吸附在凝胶媒介中的碳纳米管光吸收谱；C、不同温度下选择性吸附的碳纳米管的手性角分布

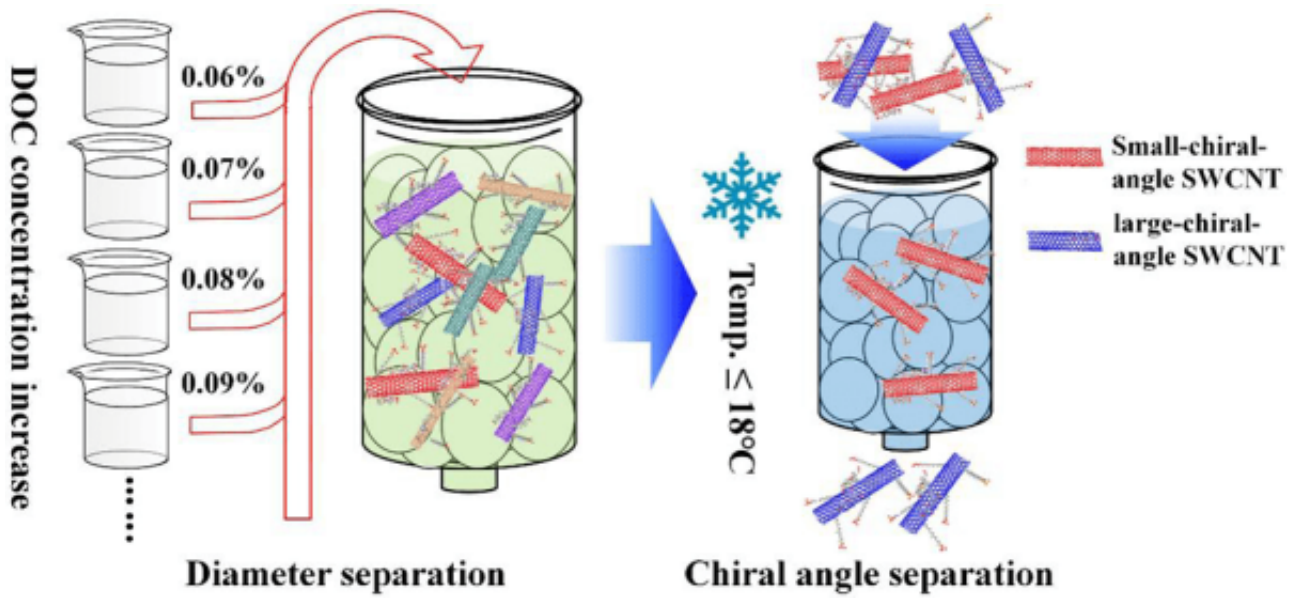


图2.通过直径、手性角连续分离单一手性锯齿型和近锯齿型碳纳米管示意图

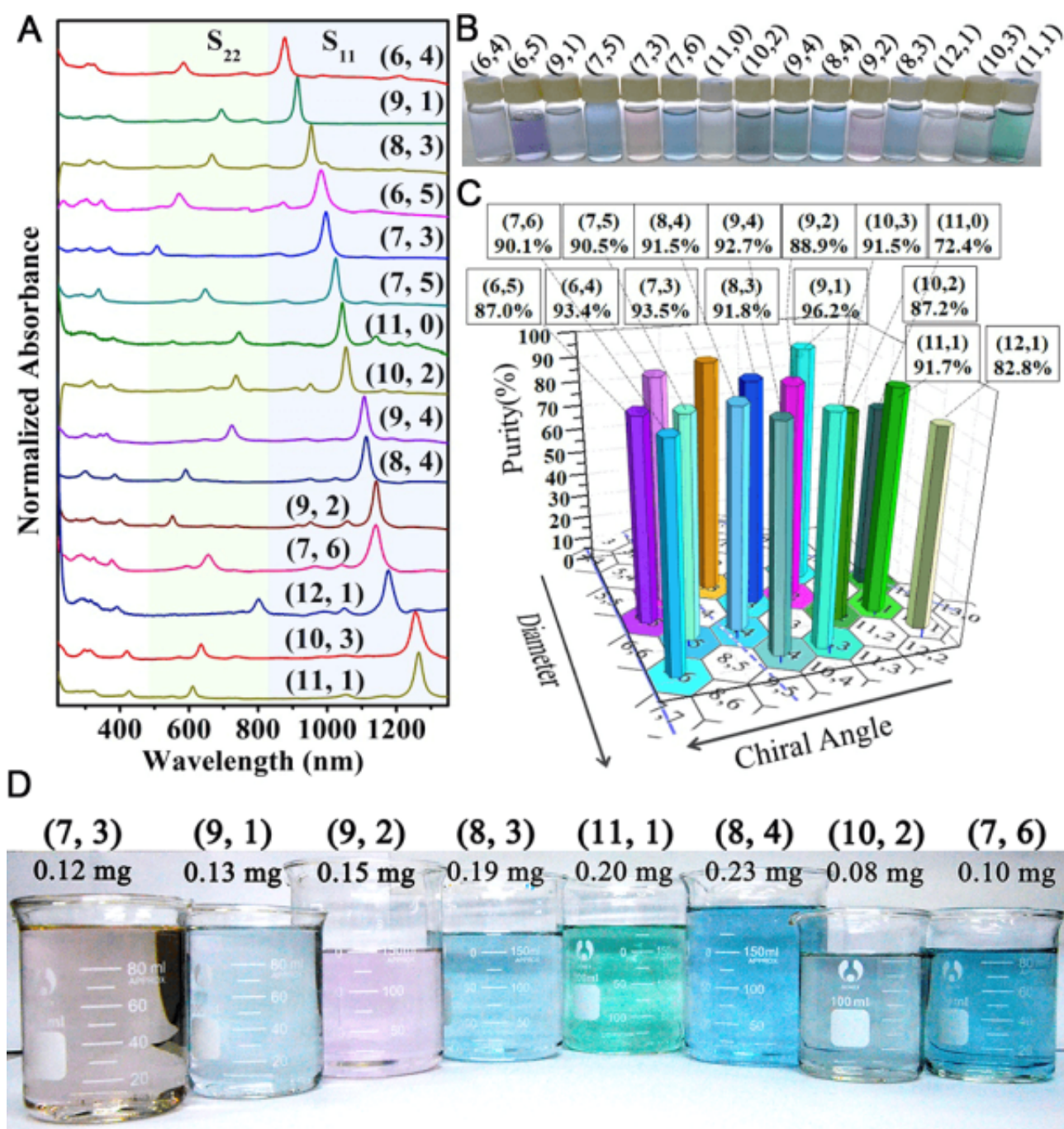


图3.分离制备的单一手性碳纳米管表征。A、分离制备的15种单一手性碳纳米管光吸谱及B溶液照片；C、各种单一手性碳纳米管的纯度分布；D、次毫克量级单一手性碳纳米管溶液照片

研究团队单位：物理研究所

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