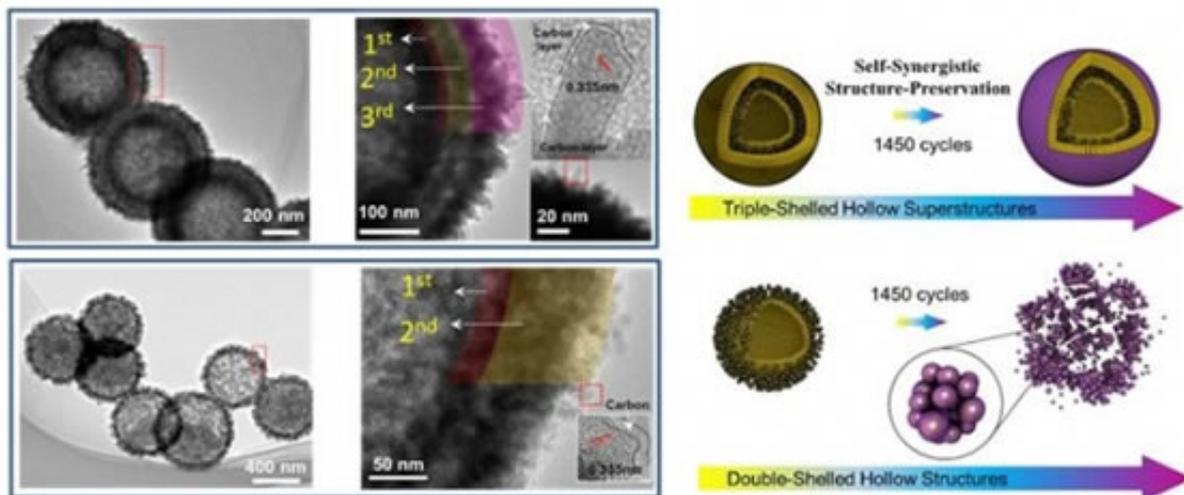


同济大学锂电低碳负极材料抗粉化研究取得重要进展

锂离子电池作为目前主要的储能技术之一，为新兴的便携式电子设备和电动汽车提供主要动力。为了满足市场需求，开发兼具长循环寿命和高功率的高能量密度锂离子电池迫在眉睫。然而，锂离子电池负极尤其是高容量负极材料，在锂化/去锂化过程中伴随巨大体积膨胀/收缩变化，引起材料的严重粉碎，导致电池的不可逆容量损失，同时也使得电池在循环性能和倍率性能上的严重劣化。为了解决电极粉化的问题，当前大多数研究中都将机械性能优良、导电性好的石墨碳作为负极材料的柔性基体。但是，石墨碳（ $\sim 372 \text{ mAh g}^{-1}$ ）的理论容量较低，高含量碳的引入会大大降低电池容量和能量密度，从而极大地限制了其在电动汽车中的实际应用。降低负极材料中的碳含量是提高能量密度的一个有效方法。然而，构筑低碳含量、同时具有抗粉化性能的负极材料极具挑战，我校化学科学与工程学院杨金虎教授课题组致力于锂离子电池的开发应用，积极应对挑战，攻关研究。

近日，该课题组与复旦大学的彭慧胜教授密切合作，在锂离子电池负极材料抗粉化研究中取得了重要进展。相关研究成果以“Antipulverization Electrode Based on Low-Carbon Triple-Shelled Superstructures for Lithium-Ion Batteries”为题在线发表在国际材料科学著名期刊《Advanced Materials》（2017, DOI: 10.1002/adma.201701494，影响因子为19.79）上，该课题组博士研究生祖连海为论文第一作者。



研究者利用纳米组装技术，将多种纳米结构基元（纳米点，纳米棒）逐层组装形成低碳含量（4.83%）的 SnO_2 三壳层中空结构和高含碳量（35.1%）的 SnO_2 双壳层中空结构（上图）。发现低碳三壳层中空结构在嵌锂过程中可以承受高达约231.8%的巨大体积膨胀率，即使在1450次循环后仍然能输出高达 1099 mAh g^{-1} 可逆比容量；而高碳双壳层结构在循环中会很快坍塌，性能大大衰减。原位透射电子显微镜表征和力学模拟表明，三壳层结构在锂化/去锂化锂时具有特殊的自协同结构保持机制，保护结构不会坍塌，并保证电极材料在长循环过程中的结构完整性。具体来说，外壳层在锂化过程中充分锂化，防止内壳层的过锂化和结构塌陷；反过来，在去锂化过程中，低锂化的内壳层作为坚固的内核，以支撑外壳层的巨大体积收缩应力，避免外壳层坍塌；同时，具有丰富孔隙的中间壳层在锂化和去锂化过程中提供足够的空间来适应外壳层的体积和应力变化。这项研究为开发实用、高能的锂离子电池开辟了新途径。

该研究获得了国家和上海自然科学基金、上海东方学者计划、同济大学青年百人计划、上海创新重点项目等的支持，同时得到了同济大学航空航天力学学院贺鹏飞教授、西安交通大学陈凯教授、浙江师范大学苏庆梅副教授、香港科技大学杨世和教授等科研团队的合作与支持。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/110423.html>