

石墨烯的高效制备及其超级电容器应用

项目背景：

相比于锂电池，超级电容器在功率密度和循环次数上具备天然的优势，应用前景十分广泛。但商业化超级电容器的能量密度较小，如何在确保功率密度的前提下，提升其能量密度已经成为一个迫切的需求。石墨烯因其高比表面积、高导电性和化学稳定性有望成为超级电容器电极的理想选择，实验室研制的石墨烯超级电容器储能密度已经接近铅酸电池的水平。但是，石墨烯电极的优异性质通常更容易表现在纳米或微米尺度，而市场化应用必须在宏观尺度上实现电极材料的制备与器件的组装，此时石墨烯二维片层的堆叠成会导致电化学性能的急剧衰减。发展新的石墨烯规模化制备及其宏观组装技术逐渐成为高储能密度超级电容器研究的重点。本项目基于高能束流诱导技术制备高导电性的三维多孔石墨烯晶体膜，实现了宏观尺度电极的共价生长。共价生长法使得石墨烯电极具有连续的晶体结构，与非共价组装相比，其跨层电导率实现了 100 倍的提高。该材料有助于解决石墨烯电极规模化应用面临的层状堆垛、晶体质量调控、离子输运通道、体积效应等问题，为石墨烯的储能电极应用奠定了基础。以此为基础构建了高性能的石墨烯超级电容器。

主要技术指标：

能量密度 ≥ 45 Wh/Kg；

功率密度 ≥ 20 KW/Kg；

10000 次循环后容量保持率 $\geq 90\%$ 。

应用领域：

新能源汽车/大巴、轨道交通、光伏/风电并网、电子设备、可穿戴设备等对大功率充放电有需求的领域。

市场前景：

超级电容器的全球市场发展迅速，每年复合增长率在 15% 以上，预计将在 3 年内达到千亿美元级别。本项目产品在核心技术和产品性能上较市场化产品具有明显优势，市场前景广阔。

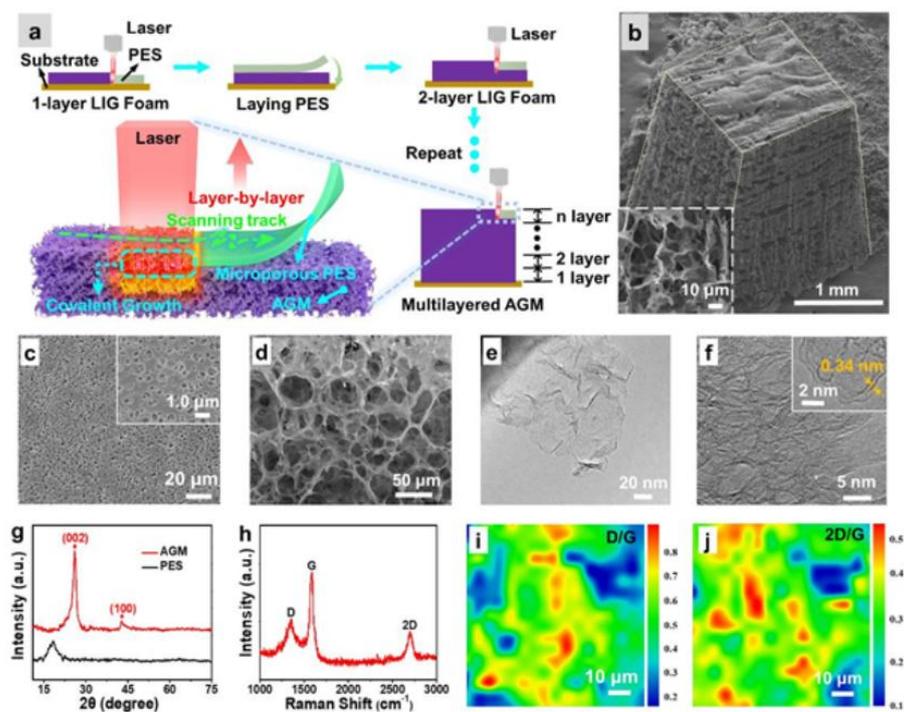


图 1. 高结晶石墨烯宏观体电极的激光诱导共价生长及其表征。