

高倍率锌离子混合电容器厚电极设计取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/42020.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！

高倍率锌离子混合电容器厚电极设计取得进展

。近日，中国科学院合肥物质科学研究院在高负载厚电极及锌离子混合电容器研究方面取得进展，提出顺序激光工程策略，构筑一体化阶梯式功能梯度厚电极，实现厚电极内部不同功能区域的空间协同调控。

锌离子混合电容器具有较高能量密度、快速充放电和本征安全等优势，在高功率储能领域具有应用潜力。提升电极负载可有效提升容量、推动实用化，但电极增厚会放大传输动力学与结构稳定性之间的矛盾。因此，在高质量负载条件下兼顾快速离子/电子传输与结构稳定性，是高性能厚电极设计的重要挑战。

研究团队采用顺序激光加工技术，在连续三维多孔石墨烯框架中依次构筑多孔石墨烯（LPG）、锰氧化物复合多孔石墨烯（LPG@MnO_x）和富氧多孔石墨烯（LPG-O）功能区域，形成一体化阶梯式功能梯度厚电极。其中，底层LPG（~125 μm）构建连续石墨化导电网络，保障电子快速传输；中间LPG@MnO_x区域（~315 μm）将MnO_x原位嵌入三维多孔石墨烯骨架，作为主要氧化还原储能区域，并通过互联孔道提高电解液和溶剂化Zn²⁺的可达性；顶部LPG-O区域（~112 μm）形成亲水多孔界面，改善电极润湿、电解液渗透和离子输运，并有助于减少Mn相关活性物种向体相电解液中的不可逆损失。

结构表征显示，各功能区域之间形成连续连接。激光一体化结构的层间电阻约为22至24 Ω，低于物理涂覆对照样品的约70 Ω，降低了层间电子传输阻力。三个功能区域在电子传输、离子输运、氧化还原储能和界面调控方面形成协同，为高负载厚电极中的传输动力学和结构稳定性提供了新的调控路径。

电化学测试结果表明，厚电极在高负载下兼具高面容量和优异循环稳定性，面积电容达7.89F cm⁻²，循环12,000次后仍保持93.6%；组装器件能量密度达81.95Wh kg⁻¹，在5.0A g⁻¹下循环15000次后初始电容保持率仍为90.2%。

模拟计算表明，功能梯度结构能够改善电解液在厚电极中的浸润行为与液相离子传输，提升厚度方向上的离子可达性。循环后表征进一步证实，顶部富氧多孔区域为迁移的Mn相关物种提供额外的空间保留区域，可减少活性物种的不可逆损失，从而提升厚电极在长期高倍率循环过程中的稳定性。

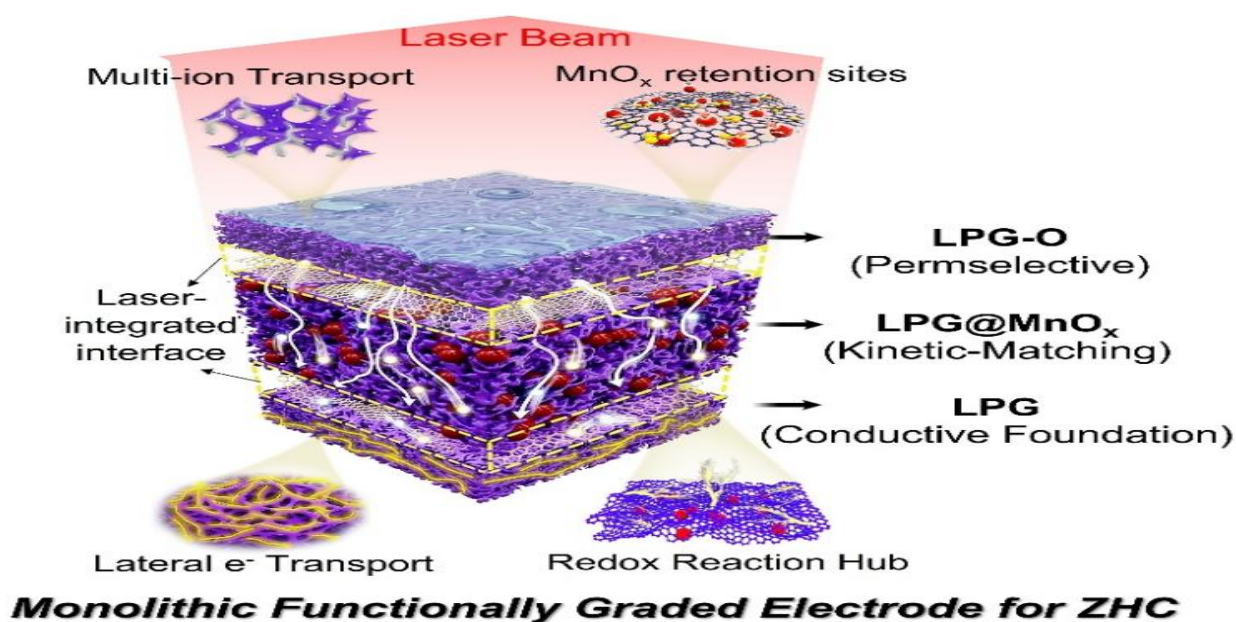
该研究通过顺序激光加工实现厚电极内部结构与功能的一体化协同设计，在连续三维导电框架中实现电子传输、离子输运、氧化还原储能和界面调控等功能的空间分区与协同，为高负载厚电极

的结构设计和动力学调控提供了新思路，也为高面容量、高倍率、长寿命锌离子混合电容器的构筑提供了技术参考。

相关研究成果发表在Composites Part B: Engineering

上。研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金、中国科学院相关项目等的支持。

[论文链接](#)



阶梯式功能梯度厚电极LPG/LPG@MnO_x/LPG-O的结构示意图

研究团队单位：合肥物质科学研究院

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](#)转发