

上海硅酸盐所氟基电池研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/16500.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！

开发高能量密度电池是电动汽车和智能电网等长续航和大规模储能体系的长期追求目标。锂金属氟基电池能够通过多电子转移和高电位的转换反应，具备实现高能量密度储能的潜质（理论上接近1000Wh/kg和1800Wh/L）；相比分子转换型锂硫和锂氧电池，能够更好地规避由反应限域困难引发的正极活性物质损失和负极副反应滋生等问题。然而，对于锂-氟转换体系，钝化性的氟化锂（LiF）在反应过程中难以得到持续激活而在电极表面不均匀沉积，造成严重的电压极化和容量衰减。

针对锂-氟多相转换反应面临的动力学迟缓和可逆性不佳的难题，中国科学院上海硅酸盐研究所研究员李驰麟团队提出了一种新型的固液氟转换机制，在醚类电解液中引入阴离子受体添加剂，促进钝化相LiF的解离并在多相反应界面处形成溶剂化的氟离子配位中间体，进而在LiF和Fe基物相间构建便捷的固液氟传输“通道”。这种固液氟传输机制可避开艰难的固固转换方式，提升了锂-氟多相转换反应的动力学，激活了大容量和高能量效率的金属氟基电池的持久运行。

三（五氟苯基）硼烷（TPFPB）作为一种阴离子受体，其缺电子硼中心对富电子氟离子展现出强

配位并释放出自由的 Li^+

。核磁共振

谱图证明了TPFPB作为

氟离子受体能够完成从固相LiF向溶剂化 $[\text{TPFPB} \cdots \text{F}]^-$

的氟状态转变。对于锂驱动的Fe-

F转换体系，解离出的F易于在逆转换过程中与Fe基物相结合而恢复成Fe-F结构母相。借助该固液氟传输“通道”，改善了原先粗糙的固固接触方式，降低了LiF-

Fe体系的反应能垒，从动力学上促进了Li-F结构向Fe-F结构的氟基亚晶格逆转换。

此外，该团队开发出一种热致氧自掺杂的结构优化方法，通过水合氟化铁前驱体在热致诱导下的连续羟基化/去羟基化作用，得到两种

铁氧氟化物正极 $\text{FeO}_{0.3}\text{F}_{1.7}$ 和 $\text{FeO}_{0.7}\text{F}_{1.3}$

。铁氟本征结构的晶格氧掺杂，不仅可实现电子传导枢纽的渗透，而且可优化氟基结构的相转换路径，在转换反应过程中引入岩盐结构二次母相而缓解限定电压范围内的结构分解程度。受益于便捷的固液氟传输“通道”和优化的相转换路径，转换型金属氟基电池实现了能量效率瓶颈的突破（~80%），以及长循环中高比容量（~500

mAh/g）的持久保持。 $\text{FeO}_{0.3}\text{F}_{1.7}$ 和 $\text{FeO}_{0.7}\text{F}_{1.3}$ 分别在220和4300

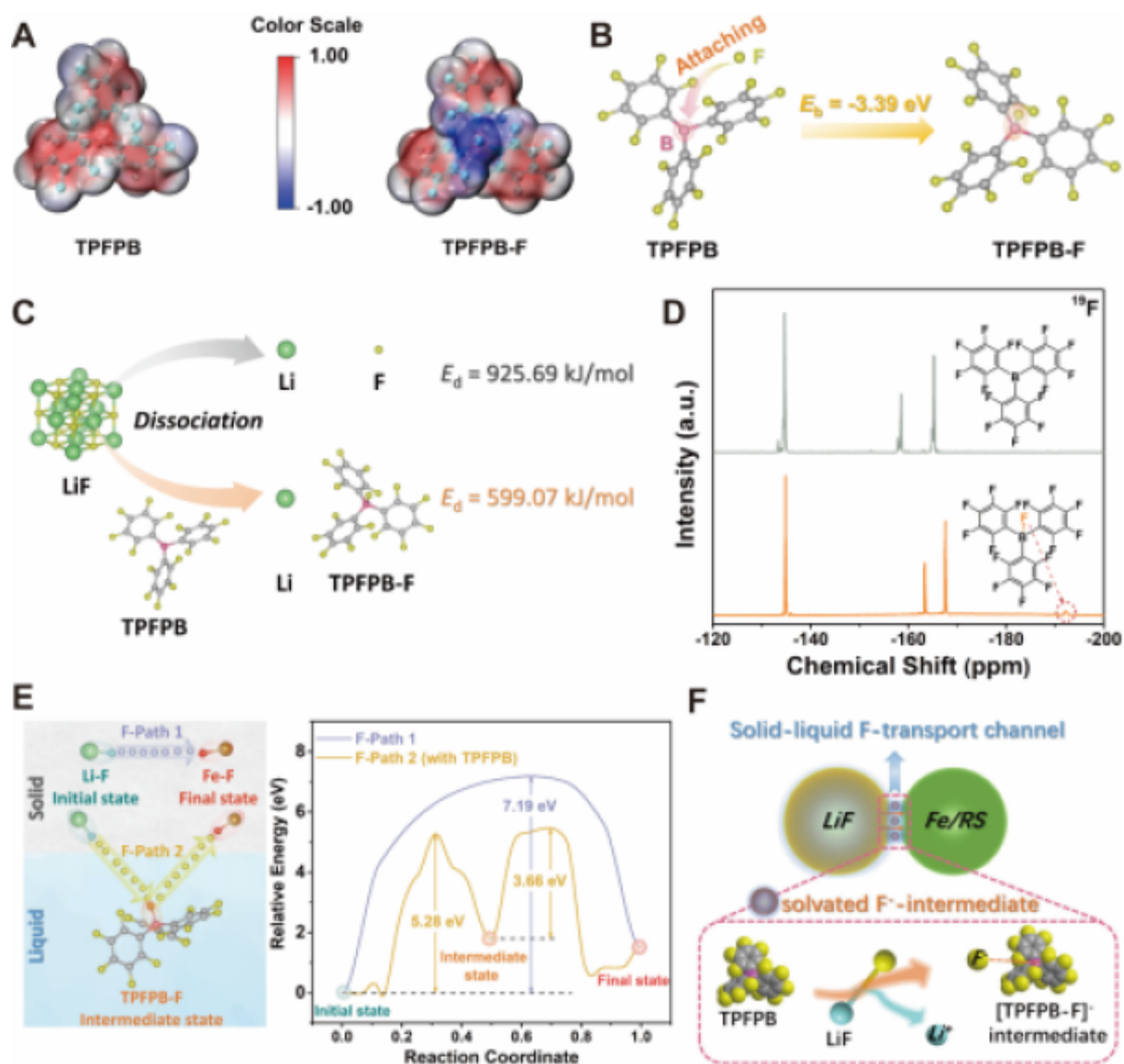
W/kg的功率密度下，各自对应的能量密度可达1100 Wh/kg和700 Wh/kg。固液氟转换机制为高能量密度转换型氟基电池体系的开发提供了有效策略。

李驰麟团队致力于金属氟基电池研究，前期已通过调节Fe-F基元的拓扑排列方式开发出一系列开框架氟化铁正极材料，提出了氟基催化的概念（ACS Nano 13, 2490-2500,2019；Adv. Funct. Mater. 31, 2009133,2021）、氟基固态电池和氟系固态电解质的构筑和设计方向（Nat. Commun. 11, 3716,2020；ACS Energy Lett. 5, 1167-1176,2020；Sci. Bull. 66, 694-707,2021；Energy Storage Mater. 41, 436-447, 2021；Energy Storage Mater. 28, 37-46,2020；Energy Storage Mater. 31, 87-94,2020）以及金属负极的非消耗型氟化流体界面调控策略（Energy Environ. Sci. 2021, 14, 3621-3631）。

相关成果发表在Science Advances上。

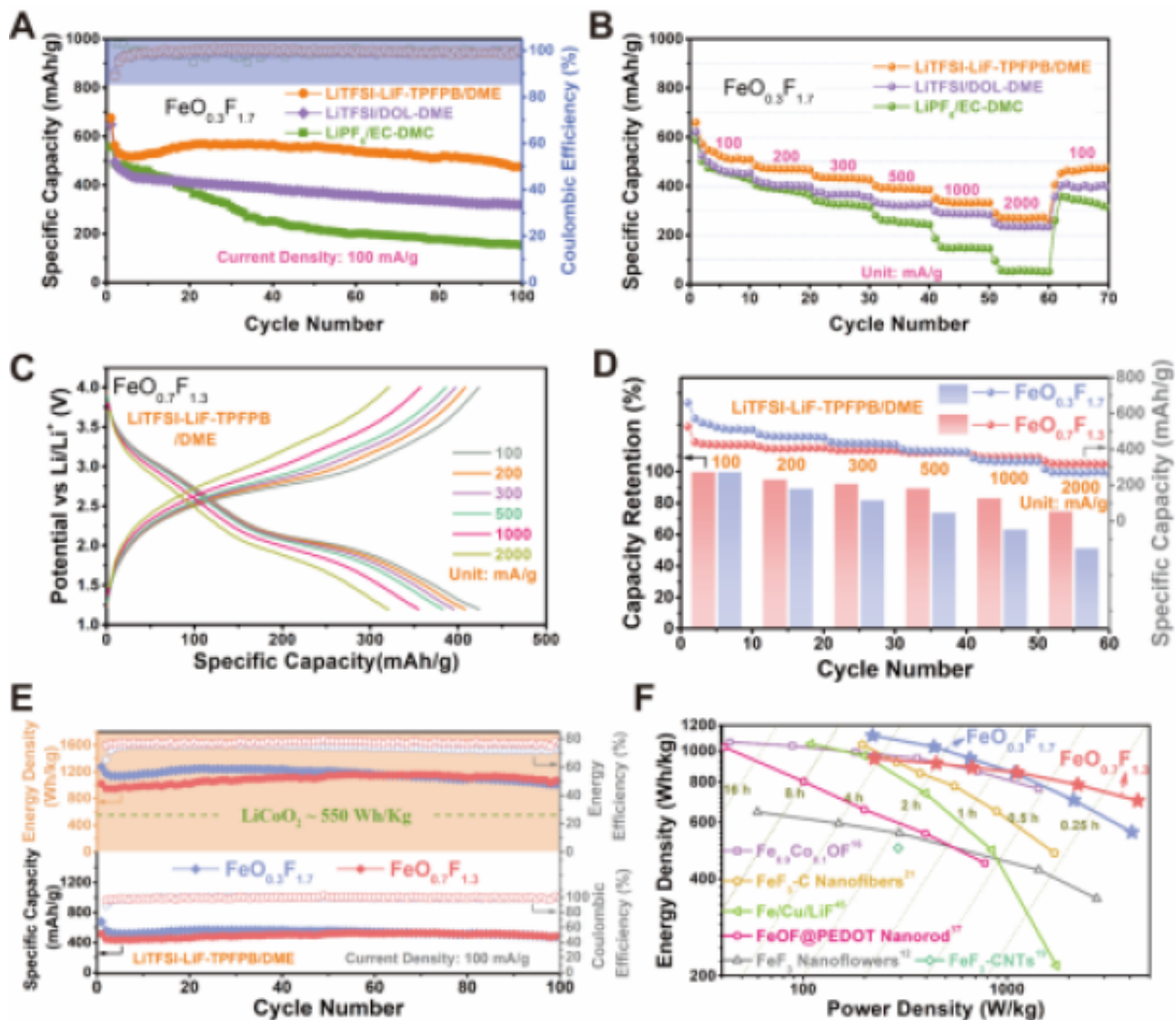
研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金、上海市科学技术委员会等的支持。

[论文链接](#)



阴离子受体TFPFB辅助构建固液氟通道的表征分析

热致氧自掺杂制备铁氧氟化物的流程图示意图，以及铁氧氟化物正极的相转化机理



固液“氟通道”促进 $\text{FeO}_{0.3}\text{F}_{1.7}$ 和 $\text{FeO}_{0.7}\text{F}_{1.3}$ 正极转换反应的电化学性能评估

研究团队单位：上海硅酸盐研究所

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