

## 物理所等提出高能量密度锂电池新策略

高能量密度是储能器件未来的重要发展方向，锂离子电池作为性能优异的储能器件在过去几十年被广泛使用。然而，目前传统锂离子电池正极材料的能量密度已经逼近理论值，如何进一步提升能量密度成为研究热点。

全固态金属锂电池作为下一代高能量密度主流技术方案受到广泛关注。理论上电池器件的能量密度在材料层面由其理论能量密度决定，但是在电极层面由于需要引入大量非活性成分（电解质，导电添加剂和粘合剂）用于保障电极材料离子和电子运输能力从而使得电极材料层面的能量密度通常小于材料理论能量密度，在全固态电极中二者差距进一步扩大。因此，如何在电极层面上充分发挥材料的理论能量密度是重要的研究方向。

中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心清洁能源实验室E01组博士生李美莹在中国工程院院士、物理所研究员陈立泉和特聘研究员索凌敏指导下与美国麻省理工大学教授李巨合作，首次提出采用全电化学活性电极构建全固态电池的新思路。通过采用高电子-离子混合导电活性物质作为正极实现100%全活性物质全固态电极，与金属锂负极搭配，构建出高能量密度全活性物质全固态电池，在该类新型全固态金属锂电池中材料层面的能量密度可以在电极层面得到100%发挥。

全电化学活性全固态电池概念最先在一系列具有电化学活性的高离子-电子过渡金属硫化物材料中实现，并通过与高容量硫正极复合，在电极层面上实现了770Wh/kg和1900Wh/L的能量密度（商用钴酸锂电极层面上的能量密度为480Wh/kg和1600Wh/L）。预计未来随着更多新型全活性固态电极发现，有望进一步提升全固态电池能量密度，从而实现高能量密度高安全的全固态锂电池。

相关研究成果以Dense all-electrochem-active electrodes for all-solid-state lithium batteries为题，发表在Advanced Materials上。研究工作得到怀柔清洁能源材料测试诊断与研发平台的支持。

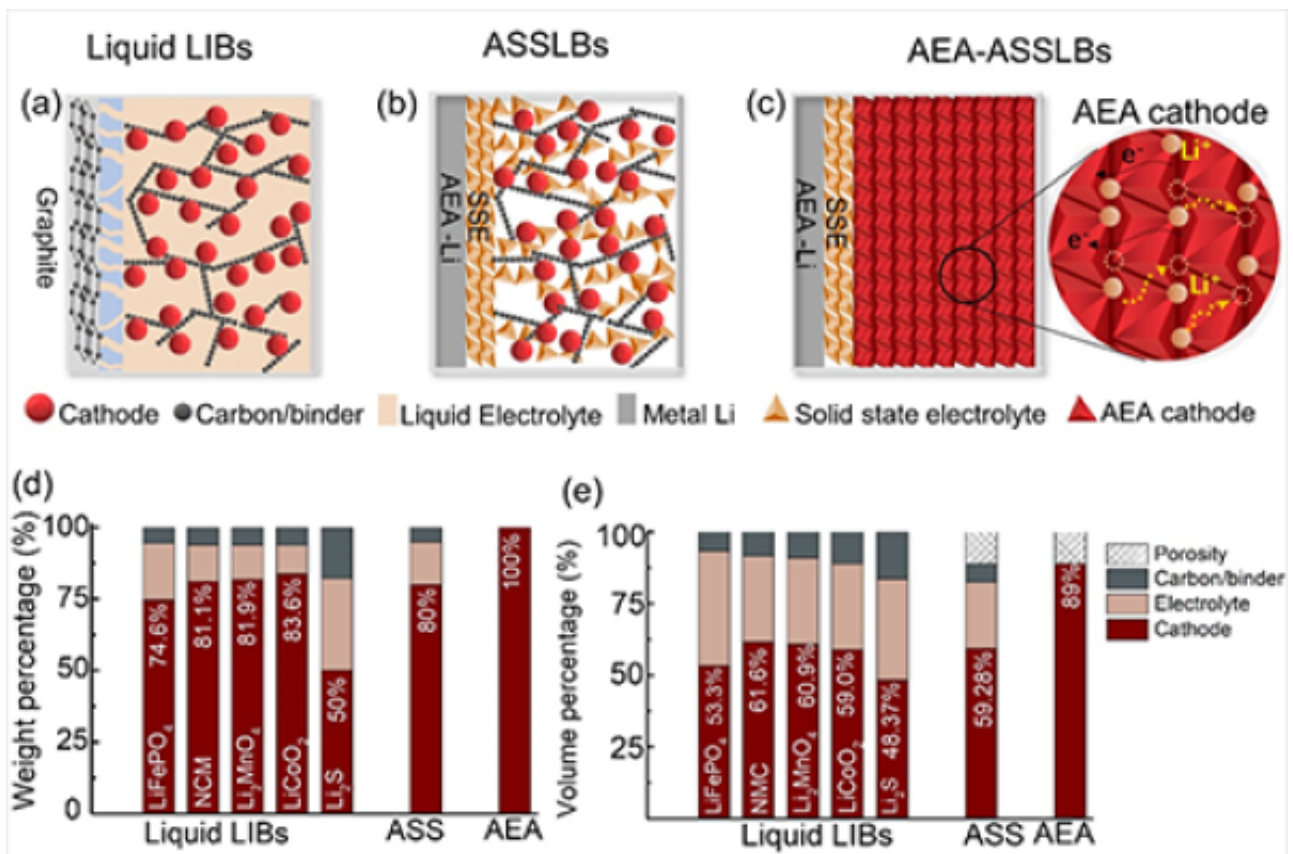


图1.全电化学活性电极的概念：a.商用锂离子液体电池（正极：74.6~83.6wt%；负极：石墨）。b.常规ASSLBs（正极：80wt%；负极：锂金属）。c.全电化学活性电极（AEA，正极：100wt%；负极：金属锂）。d和e：各种组分的重量和体积百分比的总表。

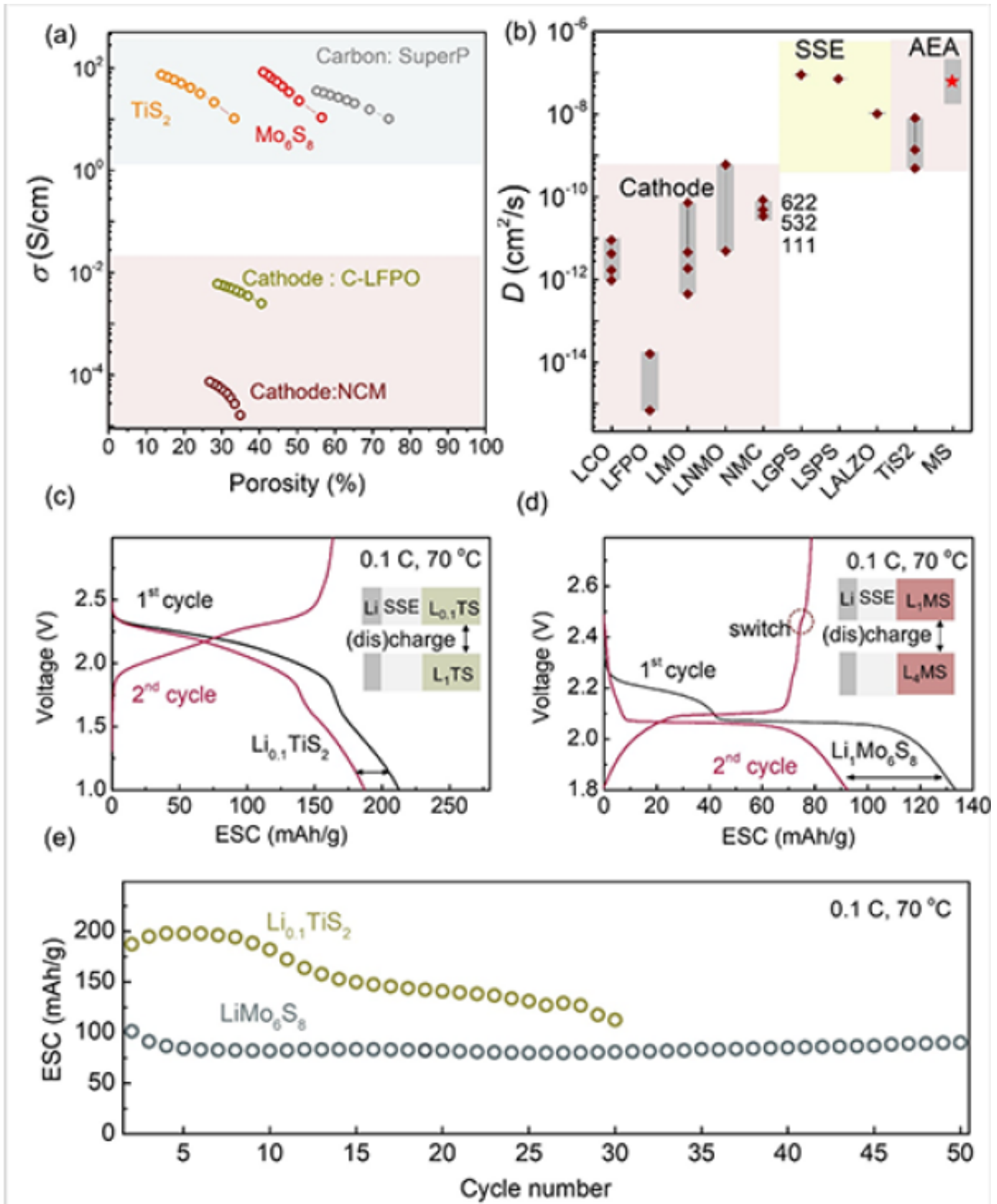


图2. AEA-ASSLBs的概念验证：a. AEA电极与一些传统电池材料电子导电性对比。b. 通过恒电位间歇滴定技术（PITT）获得AEA材料的锂离子扩散系数，并与现有的传统电池材料对比。c、d和e. 它们在0.1C/70 °C下的循环稳定性。

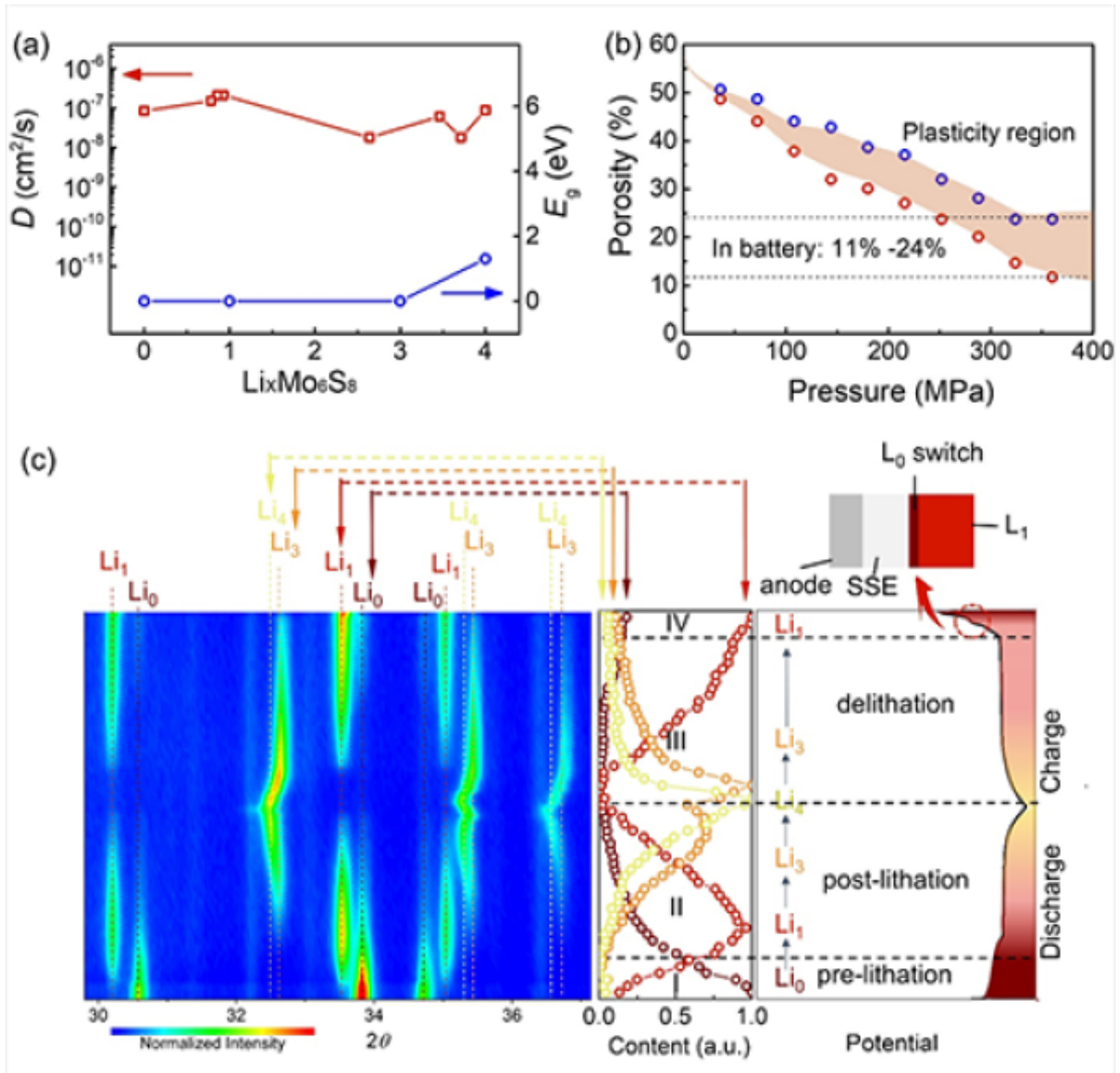


图3.基于 $\text{Li}_x\text{Mo}_6\text{S}_8$ 的AEA电极的电化学机理：a. $\text{Li}_x\text{Mo}_6\text{S}_8$ 的锂离子扩散系数和带隙（ $x=0, 1, 3, 4$ ）。b.AEA  $\text{Mo}_6\text{S}_8$ 电极孔隙率与施加压力的函数关系。红色圆圈代表带压力的值测试，蓝色圆圈代表释放压力的值测试。c.左图为 $\text{Li}_x\text{Mo}_6\text{S}_8$ 型AEA电极原位XRD分析。中图为不同阶段的归一化峰强度，并伴随充放电曲线（右图）的相变过程。

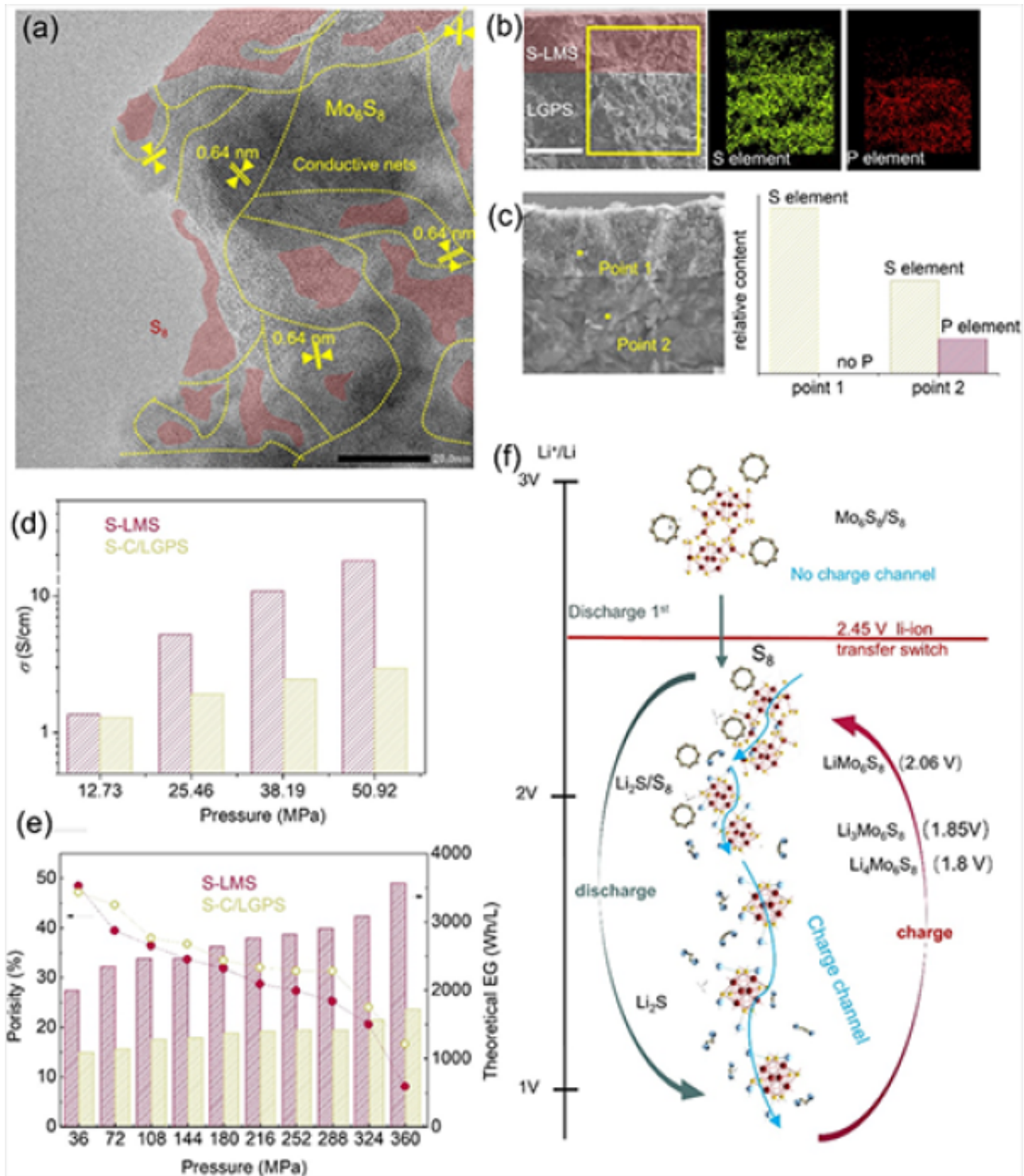


图4.复合S-LMS-AEA正极(32.5% $\text{S}_8$ -67.5% $\text{Mo}_6\text{S}_8$ )的结构和电化学机理。a.TEM图像。b.AEA电极的横截面SEM。c.P和S元素的EDS分析。黑色标尺为20是 $50\ \mu\text{m}$ ，白色标尺为 $50\ \mu\text{m}$ 。d和e：S-LMS-AEA电极与典型的S-C-LGPS阴极的电子电导率、理论体积能量密度和孔隙率比较。f.S-LMS-AEA电极的电化学氧化还原机理。

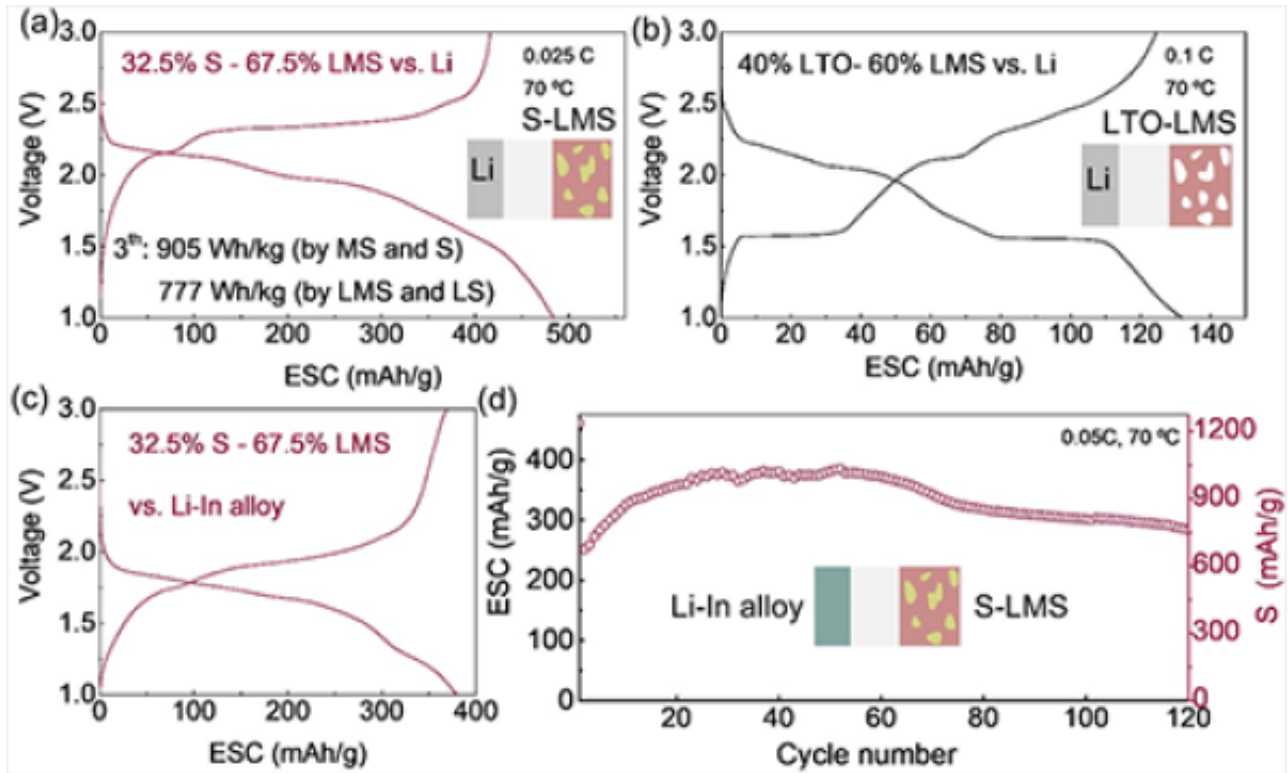


图5.高能量密度全活性固态电池策略。a-c：采用S-LMS（32.5% S-67.5% Mo<sub>6</sub>S<sub>8</sub>）与Li、LTO-LMS（40% Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub>-60% Mo<sub>6</sub>S<sub>8</sub>）与Li、S-LMS与Li-in合金构筑的全固态电池充放电特性曲线。d.采用S-LMS阴极的AEA电池的循环稳定性。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/170931.html>