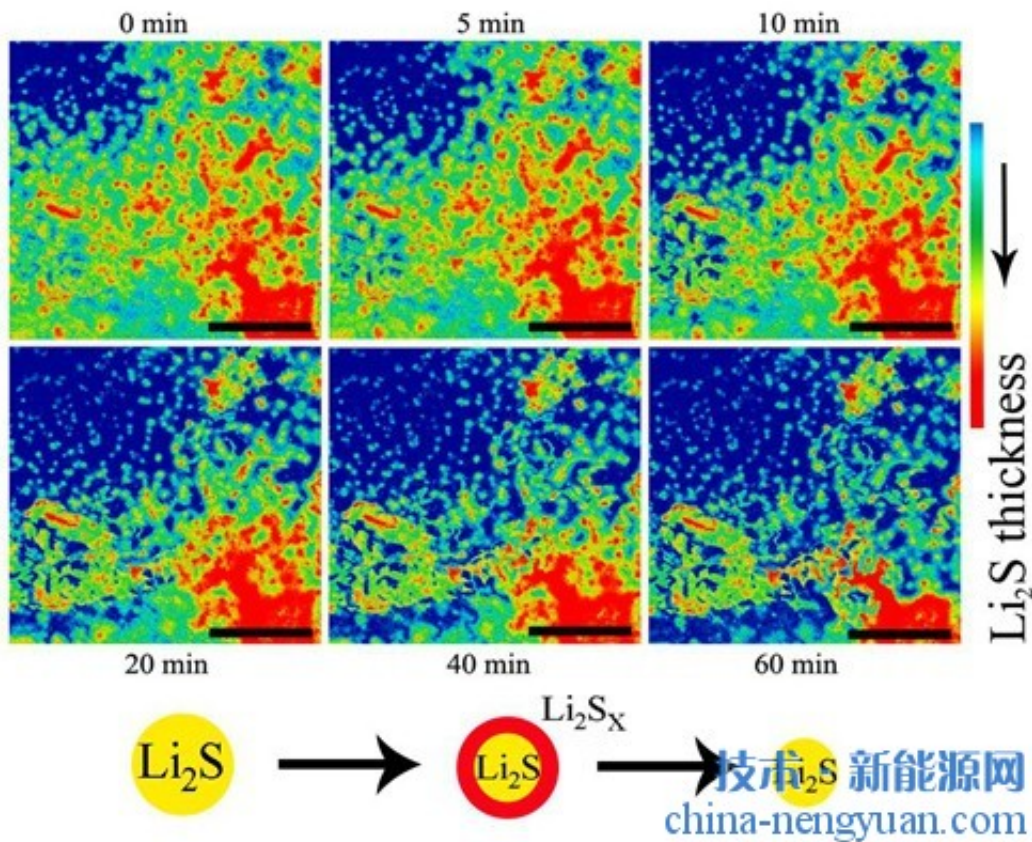


苏州纳米所硫化锂电池原位电镜表征与循环稳定性调控研究获进展



随着社会和科技的发展，人类对电化学储能技术的需求日益增加，新兴储能系统——锂硫电池具有理论容量高、成本低、环境友好等优点，备受国内外研究者的关注。而研发大容量锂硫电池正极材料，对推动新能源动力汽车、便携式电子设备等领域的发展至关重要。

硫化锂 (Li_2S) 材料理论容量高达 1166 mA h g^{-1}

，是其它过渡金属氧化物和磷酸盐的数倍；其首次脱锂充电过程中所发生的体积收缩能给后续的嵌锂放电反应提供空间，保护了电极结构不受破坏；其可与非锂金属负极材料（诸如硅、锡等）组装电池，有效避免锂枝晶形成等问题所带来的安全隐患，是极具发展潜力的锂硫电池正极材料。然而，该材料电子/离子导电率低，反应中间产物多硫化物在电解液中的溶解引发穿梭效应等问题，限制了其在锂硫电池中的实际应用。

近日，中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所张跃钢课题组自主研发设计了原位扫描/透射电镜电化学芯片，实现了其对硫化锂电极充电过程的实时观测；在充分理解 Li_2S 充放电机理的基础上设计了高氮掺杂石墨烯负载硫化锂材料作为电池正极，并通过控制充电容量和电压，显著提升了 Li_2S 的容量利用率及循环寿命，相关成果发表在 *Advanced Energy Materials* 杂志上。

研究人员为提高锂硫电池的容量利用率和循环寿命，通常会将硫填充至具有高比表面积和高导电性的多孔材料中（如：碳纳米管，多孔碳，石墨烯和碳纤维等）。张跃钢课题组在前期研究工作中发现氧化石墨烯上引入氮掺杂官能团，不仅可以有效减少多硫化物在电解液中的溶解，而且可优化多硫化物在沉积过程中的分布（*Nano Letters*, 2014, 14, 4821 – 4827）。为了更好地改善 Li_2S 的容量利用率以及循环寿命，该团队利用原位表征技术研究了 Li_2S 溶解和再沉积机理，进而提出将最初活化电池电压调控到 3.8V，然后通过控制电压（1.7~2.4 V）和充电容量可有效阻止长链可溶性多硫化物的形成，该充放电调控方法让

电极在充电过程中保留了一部分不可溶的 Li_2S 作为种子，使得 Li_2S 材料能够有效地活化和均匀地再沉积。

此外，该研究通过在氮化处理前的氧化石墨烯表面包覆葡萄糖，有效增加了石墨烯的折皱率和弯曲率，进而为多硫化物提供了更多的负载位点；反应过程中利用氨水和高温氨气热处理的方法使得氮掺杂量提高至12.2%；该高氮掺杂石墨烯材料不仅具有高导电性

，其表面氮官能团更能有效减少多硫化物的溶解，优化 Li_2

S的均匀分布。利用该高氮掺杂石墨烯 - Li_2

S复合正极材料所制备的锂硫电池在2000圈（1C）循环后其容量仍能保持 318 mA h g^{-1} （按硫元素重量折算为 457 mA h g^{-1} ），3000圈（2C）循环后仍能保持 256 mA h g^{-1} （按硫元素重量折算为 368 mA h g^{-1} ），是迄今为止所报道的最长循环寿命。

该研究工作首次利用了新开发的原位扫描电镜和原位透射电镜芯片技术实现了对硫化锂电极充电过程的实时观测，并在研究 Li_2

S充放电机理的基础上，开发新的电压 - 容量调控机制，设计了一种新型的高氮掺杂负载硫化锂的电极材料，为高能量的 $\text{Li}_2\text{S-C/Li}$ 电池的应用打开了广阔的应用前景。

该项研究工作得到了国家自然科学基金重点项目、中国科学院千人计划人才专项的大力支持。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/83860.html>