

## 化学所长寿锂离子储能电池用钛酸锂负极材料研究获进展

与目前锂离子电池中广泛使用的碳负极材料相比，尖晶石结构钛酸锂 ( $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ ) 负极材料在锂离子嵌入、脱出过程中结构几乎没有变化，具有较好的安全性和优异的循环性能，是长寿储能型锂离子电池的首选负极材料之一。但钛酸锂本身的导电性较差，高倍率性能不好。为了提高其储锂动力学，人们通常采用将其纳米化并进行碳包覆。但这样一来，在其电极/电解质界面上会形成与传统的碳负极材料一样的固体电解质界面膜 (SEI)，有可能带来界面问题并影响安全性。

在国家自然科学基金委、科技部和中国科学院支持下，中科院化学所分子纳米结构与纳米技术院重点实验室的研究人员，在开发新型非碳类无机材料包覆的纳米钛酸锂材料，提高其界面稳定性和倍率性能方面取得新进展。研究结果以全文的形式发表在 *J. Am. Chem. Soc.*, (2012, 134, 7874 – 7879) 上。

研究人员通过调控水热反应中  $\text{Li}:\text{Ti}$  投料比，合成出高质量钛酸锂纳米片负极材料 (LTO-600) 和侧面包覆有金红石  $\text{TiO}_2$  的钛酸锂纳米片负极材料 (LTO-RT-600)。他们与中科院物理所和日本的科研人员合作，通过球差校正透射电子显微镜 (STEM) 直接观察到原子级分辨的图像，证明沿  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  [001] 方向上的确原位生长出 1 纳米厚的金红石  $\text{TiO}_2$  包覆层 (图1)。

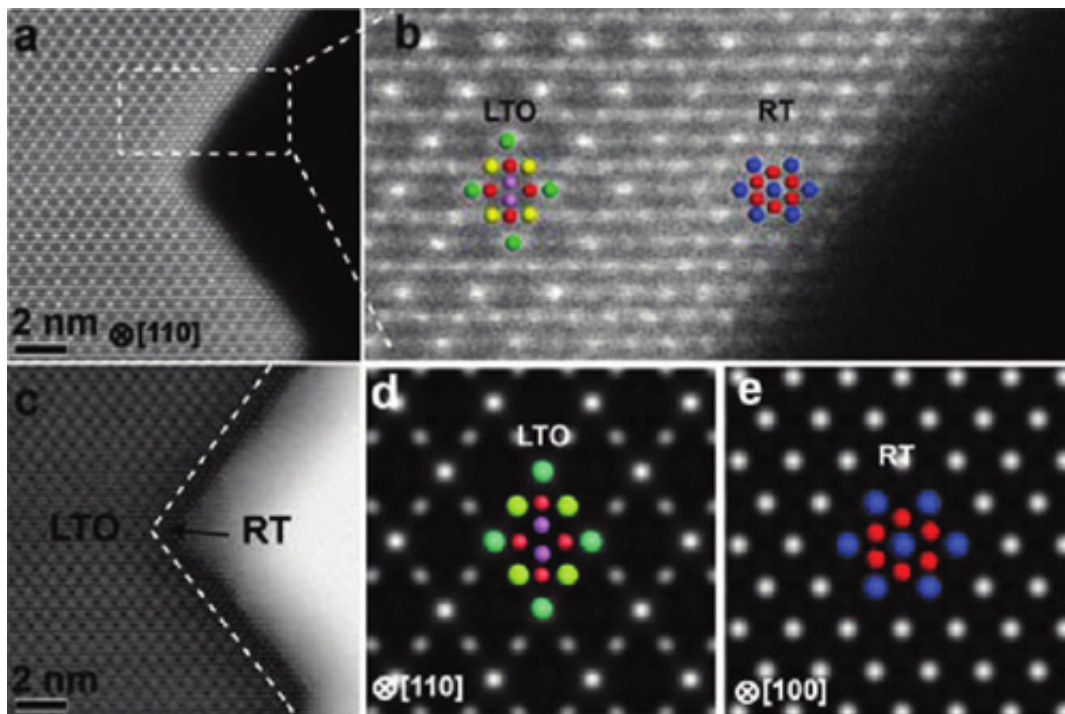


图1 侧面具有金红石  $\text{TiO}_2$  包覆的钛酸锂纳米片 (LTO-RT-600) 的STEM照片

电化学性能测试表明，金红石  $\text{TiO}_2$  包覆后，钛酸锂负极材料的极化降低，比容量、高倍率性能和循环稳定性显著提高 (图2)。在 1C 条件下，其比容量为  $178 \text{ mA h g}^{-1}$ 。即使在 60C 条件下，仍具有  $110 \text{ mA h g}^{-1}$  的比容量，比包覆前提高了 10 倍。为了揭示性能提高的原因，他们通过交流阻抗和  $\text{Li}$  扩散系数测量发现，金红石  $\text{TiO}_2$  包覆后，电极材料体系的界面电荷转移阻抗降低了一半， $\text{Li}$  的传输能力提高了 10 倍。仔细研究分析发现，这一包覆的高效性在于金红石  $\text{TiO}_2$  仅存在于侧面，并未完全包覆钛酸锂纳米片，因此不会阻碍锂离子沿  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  [110] 方向的传输。

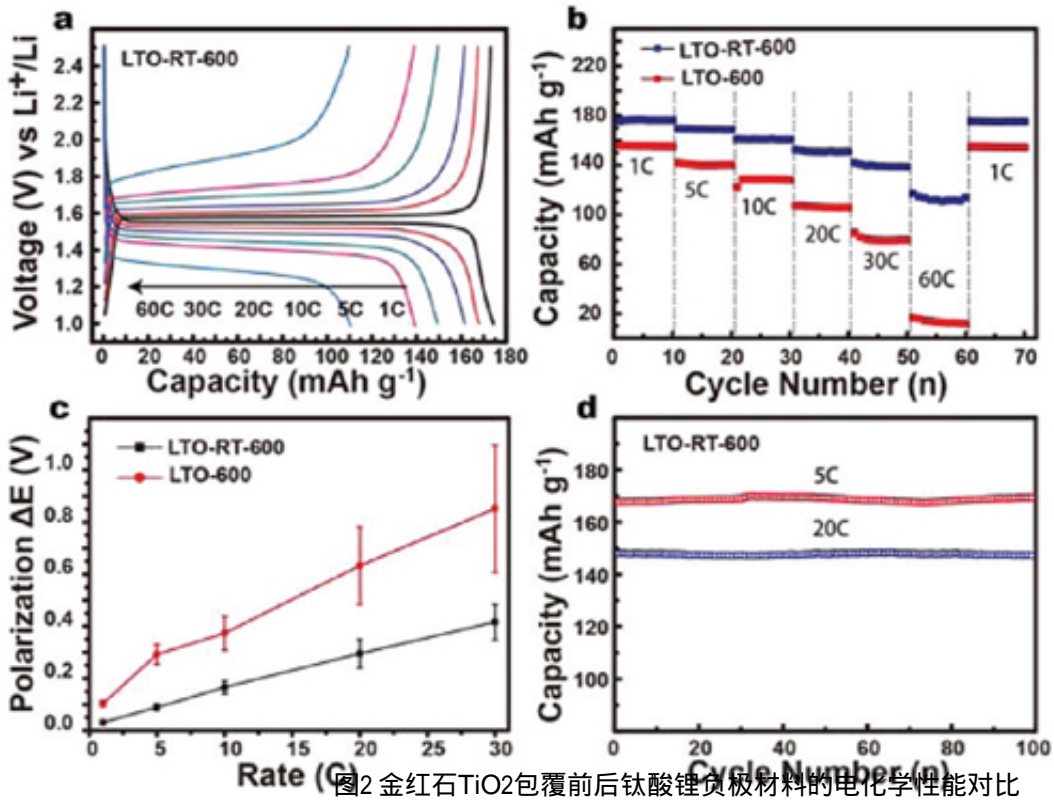


图2 金红石 $\text{TiO}_2$ 包覆前后钛酸锂负极材料的电化学性能对比

此外，由于金红石 $\text{TiO}_2$ 在钛酸锂使用电压范围内也具有储锂活性，可以形成具有较高 $\text{Li}^+/\text{e}^-$ 传导能力的 $\text{Li}_x\text{TiO}_2$ ，并改善钛酸锂与电解质界面的传质过程。这些研究结果不但加深了对非化学计量比钛酸锂负极材料的认识，而且为开发新型高效、高安全性电极包覆材料和包覆方法提供了新思路。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/42176.html>