

新型纳米结构锂陶瓷氚增殖剂的结构设计和辐照效应研究

卢铁城¹，齐建起¹，施奇武²

¹四川大学物理学院，成都 610064

²四川大学材料科学与工程学院，成都 610064

Email: lutiecheng@vip.sina.com

摘要：鉴于现有氚增殖材料存在的问题（释氚模型尚未全面建立、陶瓷晶粒尺寸大使得氚不易释放、辐照肿胀导致材料稳定性差），我们结合纳米陶瓷的优势，提出研发一种新型纳米结构锂陶瓷氚增殖剂材料；主要围绕该材料的结构设计、辐照效应模拟、锂陶瓷小球的烧结制备、辐照效应及释氚研究、抗辐照加固等关键科学问题开展研究工作；最终获得了锂含量高、晶粒细小、开孔丰富、抗辐照能力强、力学性能好、氚易于释放的氚增殖材料，实现产氚材料的持续高效利用的目标。

主要研究结论如下：

1. 建立起锂陶瓷中氚/氢从晶粒内扩散到晶界、沿晶界扩散至表面脱附的全过程理论模型，为氚增殖剂的实验研究和工程应用提供了理论参考，也为进一步的理论研究提供了关键数据。

2. 研发并实现了 Li_4SiO_4 、 $\text{Li}_4\text{SiO}_4\text{-Li}_2\text{TiO}_3$ 复相、 Li_2TiO_3 等多种纳米结构锂陶瓷材料的制备，从实验上证实纳米结构锂陶瓷在抗辐照性能及释氚性能上的优势，为锂陶瓷的制备提供新方法和新思路。

3. 自建锂陶瓷小球制备装置，实现锂陶瓷小球批量化制备，为锂陶瓷的工程应用做出重要贡献。

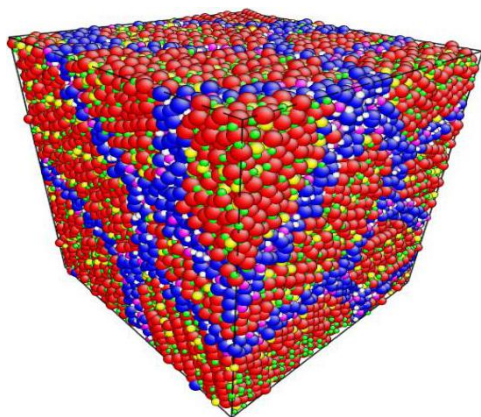


图 1. Li_4SiO_4 纳米陶瓷 3D 模型

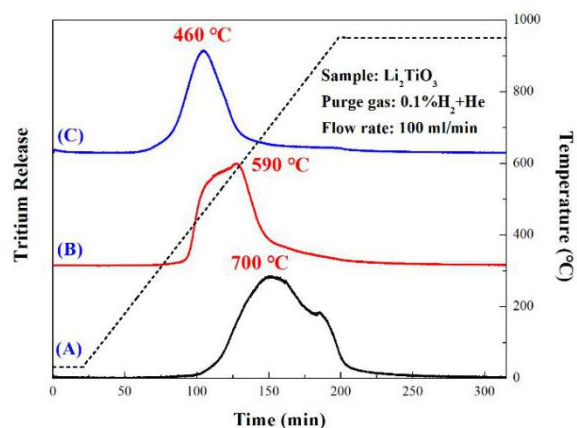


图 2. 不同晶粒 Li_2TiO_3 释氚曲线：
A: 65 μm , B: 2.45 μm , C: 95 nm

关键词：氚增殖剂；锂陶瓷；纳米结构；结构设计；释氚研究
参考文献

- [1] Y.L. Shi, T.C. Lu*, *et al.*, Anisotropic Diffusion of a Charged Tritium Interstitial in Li_2TiO_3 from First-Principles Calculations, *Physical Review Applied*. 2018, 10, 024021.
- [2] M. Yang, T.C. Lu*, *et al.*, Fabrication of Li_2TiO_3 ceramic pebbles with fine microstructure and high mechanical strength by microwave sintering, *Journal of Nuclear Materials*. 2018, 509, 330-334.

基金项目：国家磁约束核聚变能发展研究专项 (NO. 2014GB125002)