

回 新闻动态

当前位置: 首页 > 新闻动态 > 科研动态

中国科学院物理研究所  
北京凝聚态物理国家实验室

A01和E01组供稿

第26期

2011年08月26日

## 球差校正技术研究锂离子电池材料取得进展

透射电子显微镜 (TEM) 是高空间分辨下观察材料微观结构的有力手段之一。在高空间分辨率下 (小于0.1纳米) 探测材料的物理化学性质, 解决凝聚态物理中的具体问题已经成为当代科学技术发展的必然趋势。由于受到物镜的一系列像差特别是其中球差的限制, 传统的电子显微镜很难在亚埃尺度直接成像。提高分辨率的手段主要依赖于复杂的图像处理 and 计算。在上个世纪末首台球差校正器问世之后, 球差校正电子显微技术得到了广泛应用, 使得在亚埃尺度的高空间分辨率下直接获取结构信息成为可能。然而透射电镜仍然面临的一个重要技术难关是: 由于轻元素 (如: 氢、锂、硼、碳、氮、氧等) 的电子散射截面相对较小, 传统的成像方法几乎不能直接分辨出轻原子的空间位置。

最近, 中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家实验室 (筹) 先进材料与结构分析实验室谷林研究员、段晓峰研究员、贺小庆博士与清洁能源实验室李泓研究员、胡勇胜研究员、陈立泉研究员以及德国马普固体所、日本精细陶瓷研究所、东京大学的科学家紧密合作, 利用先进的球差校正扫描透射环形明场成像技术 (STEM-ABF), 直接在正极材料LiFePO<sub>4</sub>中观察到锂离子 (<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ja109412x>), 并对实验条件与像衬度的关系进行了系统地讨论 (*Mater. Express* 1, 43-50, 2011)。他们首次在部分充电的LiFePO<sub>4</sub>中观测到了锂离子的隔行脱出, 类比于石墨中存在的“阶”的现象。这一发现与之前提出的相边界推移、核壳结构等各类反应模型均不一致, 对于深入认识这一材料的储锂机制以及“阶现象”具有重要意义。该结果发表后为Malik Rahul等发表在*Nature Mater.* (10, 587-590, 2011)上的理论计算所支持。

- 所内新闻
- 科研动态
- 综合新闻
- 项目通知
- 通知公告
- 图片新闻

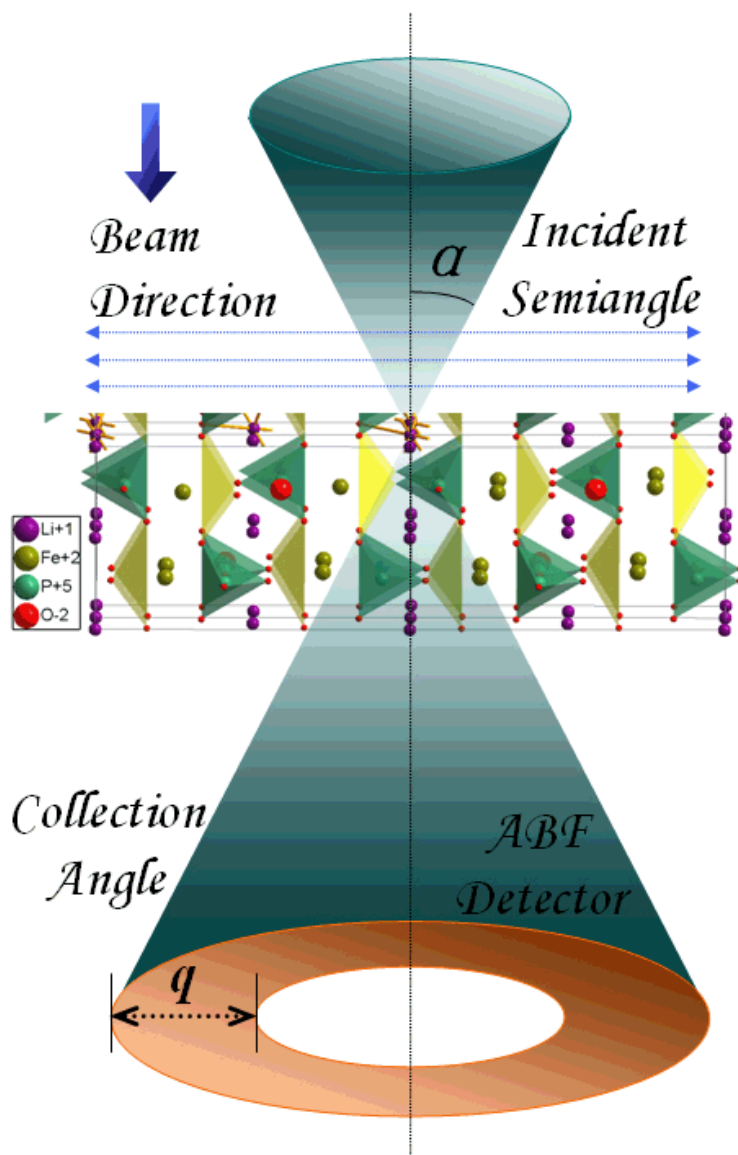


图1: 环形明场像的实验配置示意图。会聚半角为  $\alpha$  的入射电子束形成亚埃尺寸的束斑并在样品上扫描, 通过设计环形探头, 以明场接收的形式在采集角为  $q$  的动量范围内获取图像。

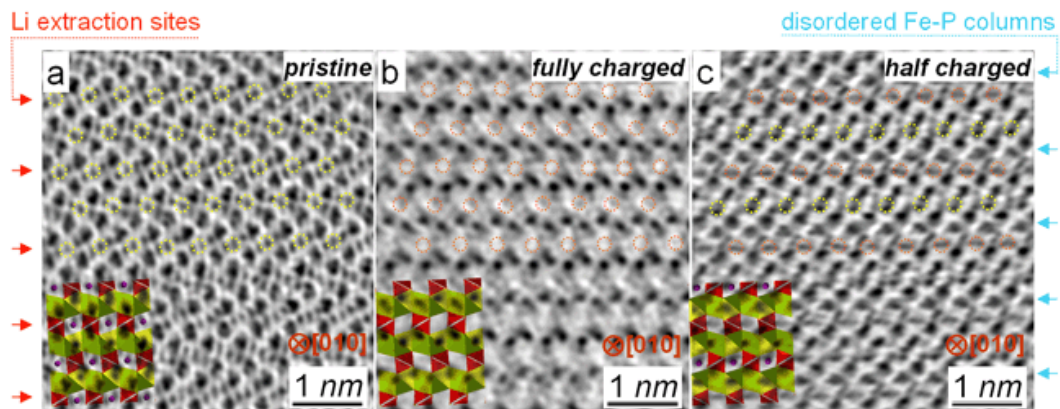


图2: (a) 初始  $\text{LiFePO}_4$  沿  $[010]$  方向的环形明场像 (ABF), 其中黑色衬度代表原子, 在 ABF 像中锂离子 (黄圈) 清晰可见。(b) 完全充电状态, 红圈代表锂离子脱出的位置。(c) 部分充电状态, 黄圈代表锂离子保留的位置。锂离子隔行脱出“阶”的现象呈现出来。

以上研究工作及论文发表得到了中科院百人计划、科技部863项目的支持。