

# 锂离子电池材料研究重点及解决方案

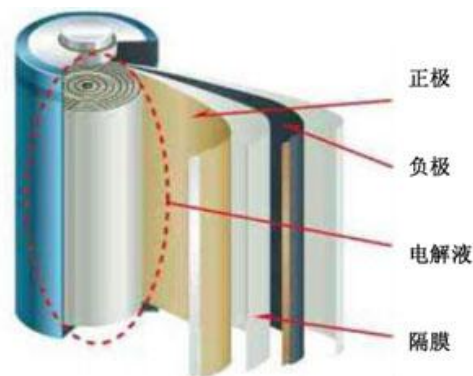
## 引言

伴随着经济全球化进程和化石燃料的大量使用，环境污染和能源短缺的问题日渐突出。为了减少化石燃料使用过程的污染，发展风、光、电可持续再生能源及新型动力电池和高效储能系统，实现可再生能源的合理配置及电力调节，对于提高资源利用效率，解决能源危机和保护环境都具有战略意义。

锂离子电池具有比能量高、低自放电、循环性能好、无记忆效应和绿色环保等优点，是目前最具发展前景的高效二次电池和发展最快的化学储能电源。近年来，锂离子电池在航空航天领域的应用逐渐加强，火星着陆器、无人机、地球轨道飞行器、民航客机等航空航天器中，锂离子电池的身影随处可见。随着节能环保、信息技术、新能源汽车及航空航天等战略性新兴产业的发展，科研工作者们亟需在材料创新的基础上研发具有更高能力密度、更高安全性的高效锂二次电池。

## 什么是锂电池

锂电池是一类由锂金属或锂合金为负极材料、使用非电解质溶液的电池。锂电池具有比能量高、使用寿命长、额定电压高、重量轻、高低温适应性强、绿色环保等优点，因而得到了越来越多的应用，成为目前最主要的电池种类。



## 锂电池的分类

锂电池分为锂金属电池和锂离子电池。锂金属电池即平常所说的纽扣电池，一般是使用二氧化锰为正极材料，金属锂或其合金金属为负极材料，使用非水电解质溶液的电池。锂离子电池一般是使用锂合金金属氧化物为正极材料，石墨为负极材料，使用非水电解质的电池。人们通常说的锂电池主要是指锂离子电池。

## 锂离子电池的组成

锂离子电池的组成为正极、负极、隔膜和有机电解液。一般为锰酸锂或者镍钴锰锂，电动自行车则普遍用镍钴锰酸（俗称三元）或者三元加少量锰酸锂，纯的锰酸锂和磷酸铁锂则体积大、性能不好、成本高而逐渐淡出。导电集流体使用厚度 10-20um 的电解铝箔。

活性物质为石墨，或近似石墨结构的碳，导电集流体使用厚度 7-15um 的电解铜箔。

隔膜是一种经特殊成型的高分子薄膜，薄膜有微孔结构，可以让锂离子自由通

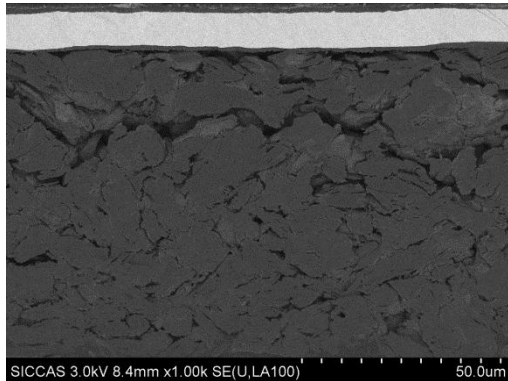
过，而电子不能通过。

有机电解质是溶解有六氟磷酸锂的碳酸酯类溶剂，聚合物的则使用凝胶状电解液。

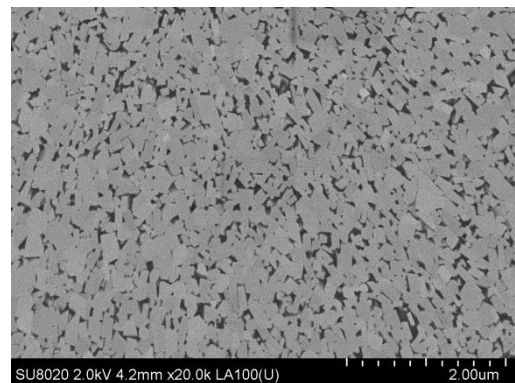
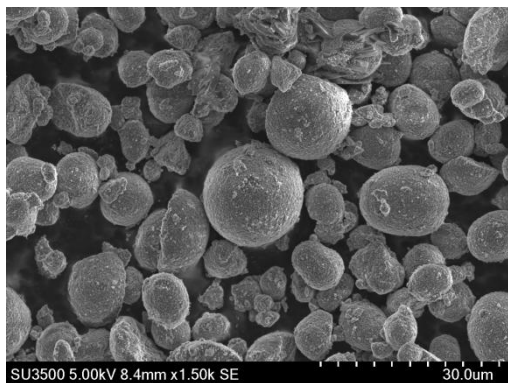
## 锂电池的研究重点

锂电池材料的研究主要集中在正负极材料及隔膜材料的形貌、结构、成分、电学特性等方面。例如，正负极材料中不同成分的分布和孔隙决定了锂离子或者电子在电极中的迁移能力，隔膜材料中孔隙的大小和均匀性决定了载流子在正负极之间的迁移能力，电池充放电后电极及隔膜材料的成分变卦可以判断出电解液的优劣等等。

### 一、正负极材料研究



上图是经过离子束切割加工后得到的截面，电极中的孔隙没有被破坏，清晰可见。如直接用刀片切割阳极材料，内部孔隙全被破坏。



同样，正极材料中含有多种锂的金属化合物，其内部结构也很复杂。上左图是通过扫描电镜拍下来的阳极粉末的形貌，上右图是通过离子束切割后观察到的该阳极粉末内的截面结构。

## 推荐设备



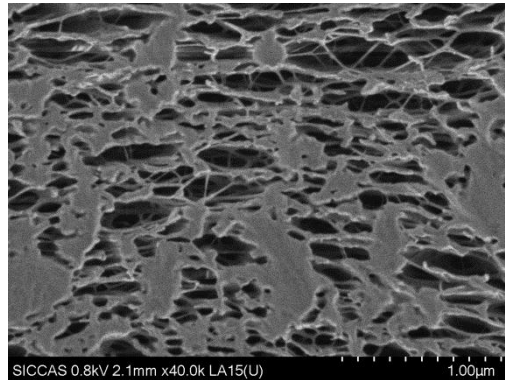
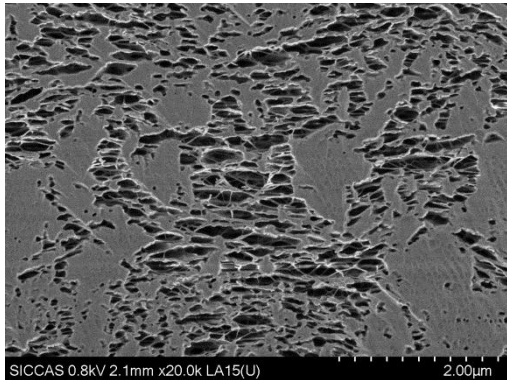
Phenom Pro 台式扫描电镜



Leica EM TIC 3X 三离子束切割仪

## 二、隔膜材料研究

锂电池隔膜材料通常为多孔的聚合物薄膜，易荷电且易损伤。下图为离子束切割所做的隔膜截面。



## 三、正极导电特性研究

锂电池正极材料中通常需要添加导电助剂来提高锂离子和电子的移动效率，而单纯利用电镜无法真实的测量电极的导电能力，因此需要利用 AFM 的电学测量模块来测量电极的实际导电能力。

未经加工的锂电池材料表面高低不平，导致 AFM 测量时探针与样品表面接触不良，无法准确测量不同位置的导电情况。而经过离子研磨后或采用超薄切片样品表面平整，可以看到 Al 电极和其他成分的导电能力不同。

通过 AFM 图像可以测试电极不同区域的导电能力，通过 SEM 图像可以观察不同区域的形貌，结合两者可以判断不同区域对应的导电能力。

## 推荐设备



BRUKER 原子力显微镜



Leica EM UC7 冷冻超薄切片

## 四、锂电池快速检测

锂电池的充放电过程会对电池的多层结构产生影响，从而影响电池的寿命和性能，因此需要对充放电后电池的内部结构及成分做检测。



利用徠卡的三离子束切割仪可以实现样品的无应力加工，利用电镜进行观察，结合能谱实现元素分析，整个检测流程只需要 1-2 个小时，大大节省时间。

## 五、空气隔离系统

锂电池的正负极在进行充放电循环后，遇空气容易氧化，对形貌和成分分析产生影响，因此在制样、转移及观察过程中要尽可能避免与空气接触。



## 推荐设备



真空传输系统 VCT500