

隔膜在锂离子电池（LIB）中，对电池的安全性起着重要作用。目前，商业化的隔膜以聚烯烃为主。然而，聚烯烃隔膜由于其低的表面能而具有疏水表面，不能吸收较多的电解液使电池性能受到制约。此次开发了一种成本低、绿色环保的隔膜改性方法，通过引入聚乙烯醇（PVA）来改善聚乙烯（PE）隔膜表面疏水的特性，并研究了其结构与性能。

一.

样品制备方法

改性 PE 隔膜的制备：首先将 PE 隔膜放入无水乙醇中浸润，随后放入 1%（w）的 PVA 去离子水溶液中浸泡，30 min 后取出，用滤纸擦去隔膜上的残留溶液。再将隔膜放入用稀盐酸与去离子水调制的 pH=2，戊二醛质量分数为 25% 的混合溶液中进行交联，升至 60 °C 反应 30 min，反应完成后将隔膜于 60 °C 烘干，最后将隔膜放入去离子水中浸泡后再烘干，得到改性 PE 隔膜。

二.

表征仪器

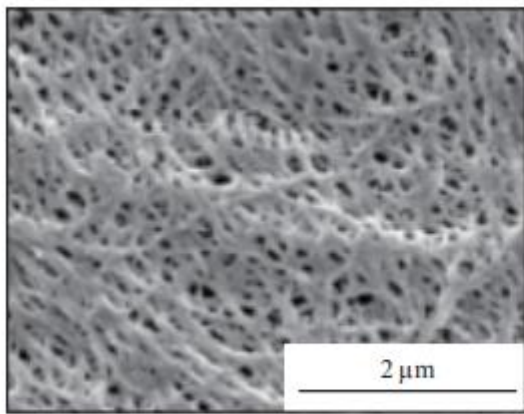
KRÜSS DSA30S 液滴形状分析仪，表征隔膜改性前后接触角和润湿性的变化。

三.

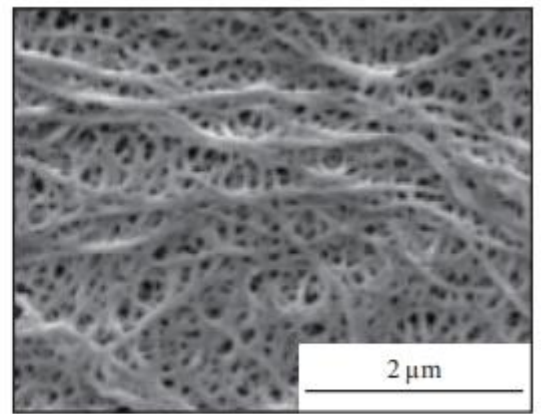
结果和讨论

1、隔膜的表面形貌与孔隙率

从图 1 可以看出：改性前后 PE 隔膜的微孔结构分布均匀，有着大致相似的孔径分布；改性前后 PE 隔膜的孔隙率没有显著降低，说明 PE 隔膜经过 PVA 交联改性后微孔结构没有显著改变，不影响隔膜在工作环境下的离子传输速率。



a PE隔膜



b 改性PE隔膜

图 1. 改性前后 PE 隔膜的 SEM 照片

2、亲水性

为探究隔膜表面的亲水性，进行了瞬时水接触角测试，改性 PE 隔膜的水接触角明显降低。PE 隔膜的水接触角为 $98.6^{\circ} \pm 2.7^{\circ}$ ，而改性 PE 隔膜的水接触角为 $66.5^{\circ} \pm 1.8^{\circ}$ ，说明改性 PE 隔膜的表面更亲水，这是由于 PVA 的羟基被引入到了隔膜表面，降低了隔膜的表面能，且亲水性的提高使隔膜对电解液的亲和能力提高，从而提高了隔膜的离子电导率，使装有隔膜的电池表现出良好的电池性能。



图2. 改性前后 PE 隔膜的接触角

3、电池性能

对装有两种隔膜的电池使用恒流模式，在充放电倍率为 1.0 C 时进行充放电，从图可以看出：经过 200 次循环后，PE 隔膜和改性 PE 隔膜分别保持了其原有放电容量的 88.2%，89.9%，说明改性 PE 隔膜的循环寿命提高。

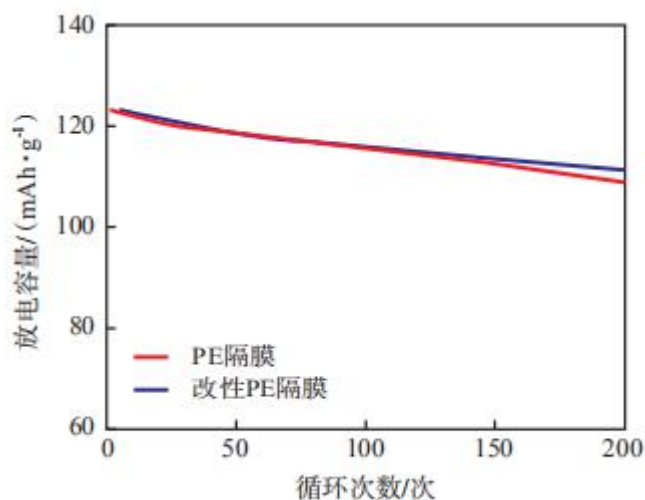


图3. 改性前后 PE 隔膜的循环寿命

在较低的放电倍率（如 0.5 C）下，两组隔膜有着相近的放电容量，随着放电倍率的增加，两组隔膜的放电容量都有所下降，但改性 PE 隔膜的降幅较低，在放电倍率为 10.0 C 时，改性前后隔膜的放电容量仅为 0.5 C 放电倍率下放电容量的 33.2%和 39.7%。当放电倍率回到 0.5 C 时，两组隔膜的放电容量又回到了之前的水平。循环寿命与倍率容量的数据再次证实了 PVA 及其交联产物的引入确实可以改善电池性能。

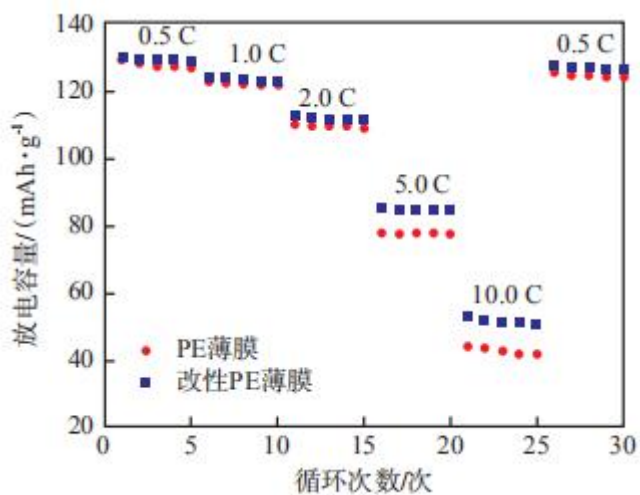


图4. 改性前后PE 隔膜的倍率容量

结论

通过改性 PE 隔膜，提高了隔膜的亲水性，改善了电池的循环寿命和倍率性能。

参考文献

程序, 汪志伟, 张素梅, 兰芳, 陈金耀, 曹亚. 聚乙烯醇交联改性聚乙烯锂离子电池隔膜的制备[J]. 合成树脂及塑料, 2021, 38 (1): 22-26.