

用于锂离子电池的高性能复合聚合物电解质

随着便携式电子设备、新能源汽车及储能等领域的飞速发展，目前商用锂离子电池（LIBs）的性能已不能满足实际应用的需求。高能量密度和安全性是制约高能 LIBs 发展的两大挑战。目前，开发兼具高能量密度和高安性的全固态锂离子电池成为研究热点，固态电解质（SSEs）是影响固态锂离子电池发展的关键技术，决定固态电池的性能。目前研究的 SSEs 主要分为两类：无机固态电解质（ISEs）和聚合物固态电解质（SPEs）。

SPEs 具有较高的柔性、优异的加工性能、与电极良好兼容性，被认为是最有前景的固态电解质之一。但是，它的实际应用受到一些性能限制，包括：1）室温下低的离子电导率；2）锂离子迁移数低；3）电化学稳定性低；4）机械强度和热稳定性低；5）界面相容性差。大量的研究已证明，通过将无机填料添加到 SPEs 中构建复合聚合物电解质（CPEs）是一种可提高 SPEs 综合性能的有效策略，因此 CPEs 被认为是最具应用潜力的固态电解质之一。

无机填料的设计和合成是制备 CPEs 的重要一步，是提升 SPEs 性能的关键。目前研究的无机填料根据其自身是否具有离子传导的能力主要分为两类：活性填料和惰性填料。其中，除合成类无机填料外，一些天然黏土因其自身独特的物理化学特性而适宜作为无机填料应用于 CPEs，一些报道的添加黏土基填料的 CPEs 具有与添加合成类填料的 CPEs 相当的离子电导率。相比较与合成类无机填料，天然黏土基无机填料具有成本低、适于规模化应用等优点，但目前受到的关注还较少。

基于以上背景，我校材料科学与工程学院博士生范朋在“先进矿物材料课题组”廖立兵教授、刘昊副教授和美国康涅狄格大学孙陆逸教授的指导下，对用于锂离子电池的高性能复合聚合物电解质进行了全面的总结。具有以下亮点：

1. 总结了传统 SPEs 的局限和 CPEs 最新的研究进展。
2. 详细地讨论了 CPEs 中无机填料对复合聚合物电解质各性能的影响和作用机制，重点探讨了影响 CPEs 离子电导率的因素。
3. 介绍了近年来报道的一些具有代表性的添加合成类无机填料的 CPEs。
4. 重点介绍了可用于 CPEs 的天然黏土基填料及一些代表性的添加黏土基填料的 CPEs。

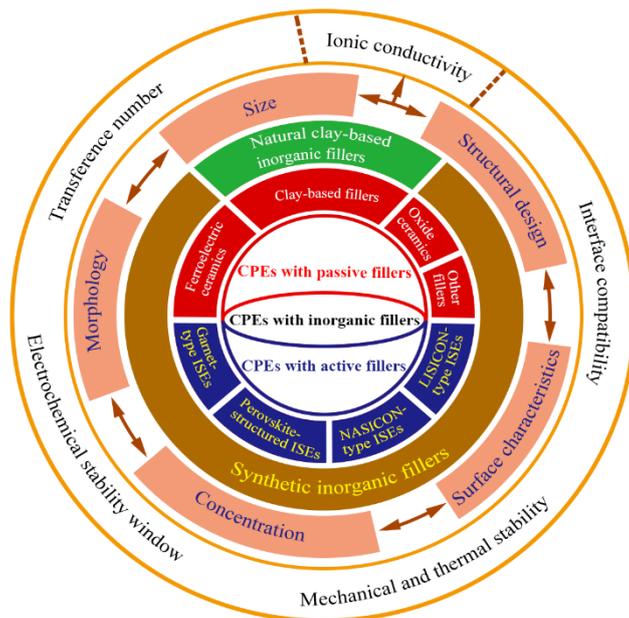


图 1 图文摘要

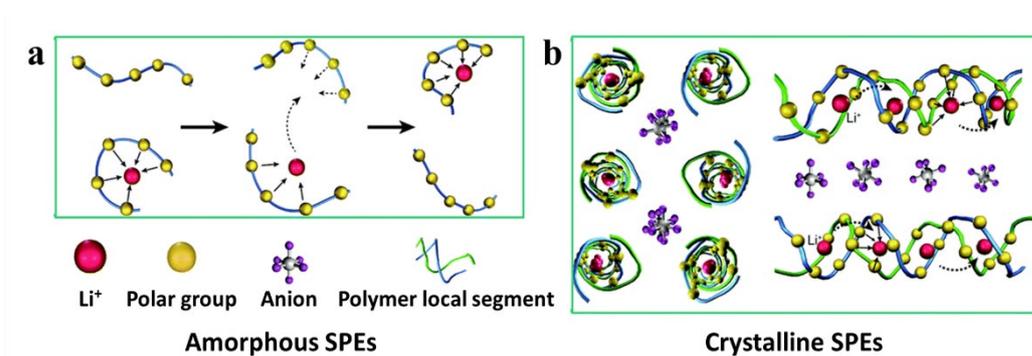


图 2 锂离子在两类 SPEs 中的离子迁移机制示意图：a) 典型的非晶态 SPEs；b) $P(\text{EO})_6:\text{LiXF}_6$ ($X = \text{P, As, Sb}$)晶态 SPEs

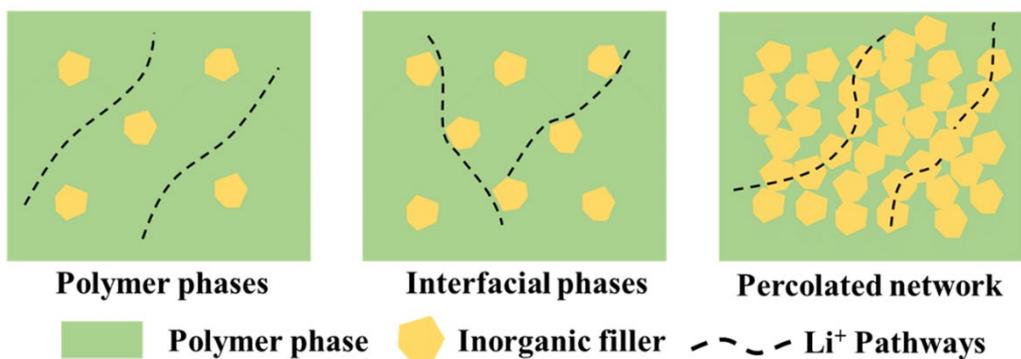


图 3 CPEs 中锂离子的迁移路径示意图

上述成果发表于材料科学国际著名期刊《Advanced Functional Materials》：
Fan Peng, Liu Hao, Vladimir Marosz, Nia T. Samuels, Steven L. Suib, Luyi Sun*,
Libing Liao*. High Performance Composite Polymer Electrolytes for Lithium-Ion
Batteries[J]. Advanced Functional Materials, 2021: 2101380. DOI:
10.1002/adfm.202101380, IF=16.836.