研究提出离子交换膜离子输运新机制

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/38796.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

研究提出离子交换膜离子输运新机制

。离子交换膜作为海水淡化、盐湖提锂、燃料电池等领域的核心材料，其性能提升面临离子选择性与导电通量之间的固有矛盾。传统理论基于稀溶液模型，难以解释实际浓溶液工况下的复杂输运行为。

近日，中国科学院青海盐湖研究所研究团队在离子交换膜输运理论研究中取得新进展，首次揭示了荷电聚合物网络的标度不变性，建立了离子分配与膜导电性之间的定量关联。

研究在前期提出的“ 标度正规溶液理论 ”基础上，进一步将该理论从热力学平衡拓展至动力学输运领域，实现了从“ 离子分配 ”到“ 离子输运 ”的理论贯通。研究团队采用改进型电化学阻抗谱（EIS）直接接触法，系统测定了商用CR61和CMI-7000S膜，在0.003mol/L至近饱和浓度碱金属氯化物溶液中的导电性。

结果表明，膜导电性对外界盐浓度高度敏感，在低于0.1mol/L的稀溶液区域导电性快速攀升，但这一趋势无法被传统的均相模型完整描述。基于标度正规溶液（SRS）理论框架，团队提出膜内未凝聚反离子的扩散遵循静电加速跳跃机制，其本征扩散系数可达水溶液中的20倍，暗示高电荷密度低曲折度纳米通道中可能存在“ 负摩擦 ”输运现象。

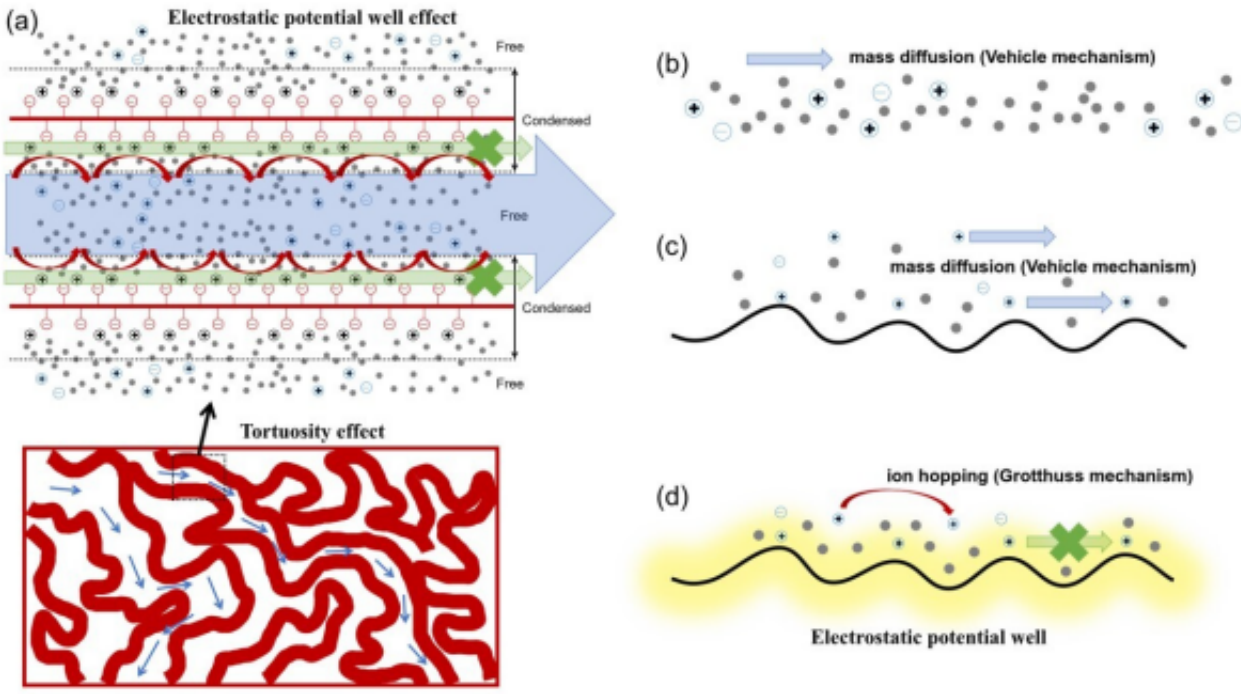
研究发现，荷电聚合物网络的标度不变性使得离子分配平衡数据确定的标度因子 β 可直接用于膜导电性的定量关联，无需额外拟合参数。这一发现证实了膜的拓扑结构对离子输运的主导作用，标度因子 β 与加速参数 α SRS共同构成了离子交换膜设计的核心理论坐标。

实验与理论分析表明，膜导电性并非膜材料的固有属性，而是膜—离子—溶液体系的综合特性，受反离子水合性质、聚合物网络拓扑、电荷密度及溶液浓度多重因素调控。弱水合反离子（如K 、Rb 、Cs ）在静电势阱作用下输运加速更显著，而适度的水含量与电荷密度更有利于实现高速离子输运。

该成果为设计超高导电性离子交换膜提供了明确方向。

相关研究成果以*From ion partitioning to ion transport: Scaling invariance of the charged polymer network in ion exchange membrane* 为题，发表在*Desalination* 上。研究工作得到中国科学院“ 西部之光 ”人才培养计划、中国科学院战略性先导科技专项

和青海省“昆仑英才”行动计划的支持。



迁曲的高电荷密度纳米离子传输通道内的“反离子异常传输增强”机制示意图及其与其它离子传输机制的差异

研究团队单位：青海盐湖研究所

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发