

纳米反渗透膜用于海水淡化的发展现状及前景

梅林强, 杨龙允, 孔伟进, 袁凤如, 曹高华

(山东科技大学机械电子工程学院, 山东 青岛 266590)

摘要: 文章介绍了纳米反渗透膜用于海水淡化的发展现状及前景, 阐述了地球淡水资源的严重短缺的情况, 通过介绍几种基于碳、金属和金属氧化物以及水通道蛋白等纳米材料的纳米反渗透膜说明纳米反渗透膜在水通透性、水流量、盐离子拒绝率以及防污性能等方面的优势。

关键词: 纳米反渗透膜; 海水淡化; 纳米材料; 盐离子拒绝率

中图分类号: P747

文献标志码: A

文章编号: 1672-3872 (2017) 16-0096-01

水是生命之源, 淡水更是人类及动植物赖以生存不可缺少的条件。海水淡化作为一种简单快速的产生淡水的方式很早就已经被人类所发现, 但传统的海水淡化依然面临着成本高、效率低、设备复杂等问题, 近年来纳米科技的广泛应用, 许多研究者已经利用纳米技术制备了一种新型海水淡化膜——纳米反渗透膜, 虽然此项技术还处于实验阶段, 但是纳米反渗透膜用于海水淡化将会成为一项新的海水淡化技术^[1-3]。

1 纳米反渗透膜的介绍

纳米反渗透膜最初是由美国加州大学的埃里克研究出的一种新型纳米材料复合反渗透膜^[4]。所谓的纳米反渗透膜采用新颖的高分子间的交叉连接矩阵网结合纳米粒子的制备方法, 将纳米粒子经过自组装的方式分布在高分子膜上, 从而制备一种不仅可以让较小的水分子通过而且能够有效拒绝盐离子以及其他大分子杂质的复合纳米反渗透膜。由于纳米反渗透膜的纳米级结构以及较高的盐离子拒绝率, 因此纳米反渗透膜在海水淡化上的应用将会更加广泛。

2 纳米反渗透膜的发展现状

2.1 基于碳的纳米反渗透膜

基于碳纳米材料的纳米反渗透膜由于其优越的离子过滤性已经受到研究者的广泛关注, 例如碳纳米管和石墨烯纳米片。均匀排列的碳纳米管是一种内壁光滑、水合性强的二维层状纳米材料具有独特的水分子通透性及盐离子拒绝率等特性。对孔径为8nm的多壁碳纳米管采用分子动力学模拟研究结果表明其水流量是传统反渗透膜的4倍左右。进一步在碳纳米管孔口处修饰聚合物基体后不仅提高了水分子通过率以及盐离子拒绝率而且具有极强的防污性能。石墨烯纳米片是基于石墨烯及石墨烯氧化物所制备的另一种新型碳基纳米反渗透膜, 王乃鑫等人将石墨烯纳米片嵌入到聚电解质表面提高了石墨烯纳米片的机械性能和热性能, 同时这种石墨烯纳米反渗透膜具有优异的镁离子、钠离子拒绝率, 但是水流量相对较低; 将聚酰胺修饰到石墨烯纳米片表面后得到的聚酰胺/石墨烯纳米片反渗透膜具备较高的水离子流量以及钠离子拒绝率。

2.2 基于金属和金属氧化物的纳米反渗透膜

目前很多研究者将大量的金属以及金属氧化物(沸石、二氧化硅、银纳米粒子等)被修饰到聚合物基体表面合成的纳米反渗透膜提高了其水流量、离子排斥率和防污特性等性能。通过界面聚合制备的沸石/聚酰胺纳米反渗透膜的水离

子通过率和拒盐率比纯净的聚酰胺纳米反渗透膜提高了近两倍, 这是由于沸石所具有的独特的孔结构增加了膜的渗透性, 而膜表面的电荷又能拒绝海水中离子透过; 二氧化钛作为一种光催化材料现在已被广泛应用于制备纳米防污膜, 二氧化钛/聚酰胺纳米反渗透膜是由二氧化钛通过自组装的方式并以氢键和羧基结合到聚酰胺层表面所制备的, 防污测试实验证明二氧化钛/聚酰胺纳米反渗透膜具有较低的水流量和离子通过率从而具备优越的防污特性。

2.3 基于水通道蛋白的纳米反渗透膜

上个世纪阿格雷等人因为首次发现了水通道蛋白而获得诺贝尔奖, 而水分子可以快速、顺利的通过单通道蛋白给予人们启发, 生物脂层所展现出较高的水通透性以及离子选择性。Kumar等人从大肠杆菌中提取的水通道蛋白制备了一种蛋白聚合纳米反渗透膜被证实具有较高的水分子通透性和盐离子拒绝率而初步应用于海水淡化。

2.4 纳米反渗透膜的发展前景

由于纳米反渗透膜展现出高分离特性和防污性, 将来一定会广泛应用于海水淡化, 因此发展先进设备和模拟技术进一步的对纳米反渗透膜的微观结构进行分析是非常有必要^[5]。

3 结束语

可饮用淡水的短缺严重影响着众多国家的发展, 快速、高效的获取淡水的方式就是充分利用浩瀚的海水资源进行海水淡化, 传统的海水淡化技术有蒸馏法和膜法, 目前新兴的纳米反渗透膜被证实具有高效的水流量、盐离子拒绝率以及优越的防污性而受到广泛的关注和研究, 随着纳米技术的进一步发展, 纳米反渗透膜用于海水淡化的产业化将会在不久的将来得到实现。

参考文献:

- [1] 李祥, 张忠国. 纳滤膜材料研究进展[J]. 化工进展, 2014, 33(5): 1210-1218.
- [2] 王静, 贾丹. 我国海水淡化发展现状及国际合作[J]. 水利经济, 2015, 33(2): 48-50.
- [3] 刘天印, 袁浩歌. 反渗透/纳滤膜材料和海水淡化集成工艺的研究进展[J]. 水处理技术, 2015(10): 48-52.
- [4] 王兵. 可使海水淡化和净化水的纳米反渗透膜在美研制成功[J]. 功能材料信息, 2009(2): 72-73.
- [5] 徐刚, 王琰. 新型纳米反渗透膜的应用前景[J]. 新材料产业, 2011(10): 52-55.

作者简介: 梅林强(1992-), 男, 山东临沂人, 研究方向: 机械电子工程。

(收稿日期: 2017-8-15)