

功能高分子膜材料的化工合成工艺升级与水资源处理 领域的经济价值评估

余 珍 李树生 魏 琴(济南大学化学化工学院, 山东 济南 250022)

摘要: 近些年来, 随着科技的不断发展和进步, 功能高分子膜材料在水资源处理中的应用范围不断拓宽, 其可以应用于饮用水处理、海水处理等多种场景, 具有成本低、效果突出的优势, 在新的时代功能高分子膜材料的化工合成工艺也在不断升级创新, 经济价值更加显著。文章将系统性探究功能高分子膜材料的化工合成工艺升级与水资源处理领域的经济价值, 希望能够更好发挥功能高分子膜材料的价值, 优化水资源处理效果。

关键词: 功能高分子膜材料; 化工合成工艺; 水资源处理; 经济价值

中图分类号: TQ317 文献标识码: A 文章编号: 1674-5167 (2025) 029-0070-03

Upgrading the chemical synthesis process of functional polymer membrane materials and economic value assessment in the field of water resource treatment

Yu Zhen, Li Shusheng, Wei Qin(School of Chemistry and Chemical Engineering, Jinan University, Jinan Shandong 250022, China)

Abstract: In recent years, with the continuous development and progress of science and technology, the application scope of functional polymer membrane materials in water resource treatment has been continuously expanded. They can be applied in various scenarios such as drinking water treatment and seawater treatment, and have the advantages of low cost and outstanding effect. In the new era, the chemical synthesis process of functional polymer membrane materials is also constantly upgrading and innovating, and its economic value is more significant. This article will systematically explore the upgrading of the chemical synthesis process of functional polymer membrane materials and their economic value in the field of water resource treatment, hoping to better leverage the value of functional polymer membrane materials and optimize the effect of water resource treatment.

Key words: Functional polymer membrane materials Chemical synthesis process Water resource treatment Economic value

社会发展建设中水资源是不可或缺的, 水资源处理也是社会所关注的焦点话题, 日常生活中会产生大量的污水, 采取专业化的措施进行处理可以使得相关水资源成为可重复利用的资源, 此外, 海水以及饮用水等类型水资源的处理也至关重要, 其有助于水资源的高质量利用。水资源处理的方式方法多种多样, 在众多处理方式中功能高分子膜材料凭借结构稳定、含功能基团数量多、易改性等优势, 应用范围和频率不断提升。深入研究功能高分子膜材料化工合成工艺升级优化, 明确其经济价值, 对于水资源的高质量处理有着重要帮助。

1 高分子膜材料概述

1.1 高分子膜材料的基本属性

高分子膜材料是一种重要的功能材料, 其物理、化学特性独特因此在多个领域得到了极为广泛的应用。高分子膜材料通常具有可加工性强、结构调整能力突出等优势。其分子结构可以灵活调整, 进而满足特定的应用需求。从物理性质角度来说, 高分子膜材料的机械性能优良、热学性能和化学性能均比较稳定,

因此即便是在复杂环境下依然能够稳定可靠地工作, 其使用寿命也比较长。从化学性质的角度来说, 高分子膜材料的通透性和抗腐蚀性强, 这种特性使其分离、气体渗透、液体处理等领域均能够得到比较好地应用, 可以灵活对物质的传递路径和速率等进行控制。

1.2 高分子膜材料的发展历程

高分子膜材料起源于 20 世纪 60 年代, 早期高分子膜材料只能发挥简单的机械分离功能, 膜材料的制备工艺简单, 因为功能单一, 应用范围相对也比较狭窄。随着科技的不断发展和进步, 合成高分子材料的类型不断丰富, 其也使得膜材料的制备朝着多样化的方向发展, 功能也进一步丰富。比如说, 20 世纪 70 年代, 反相聚合法、溶胶-凝胶法等工艺的应用, 可以制得功能更加丰富的膜, 其使得高分子膜材料的应用范围大幅度拓宽。

近些年来, 科技不断创新和发展, 高分子膜材料制备中纳米技术、智能材料等得到了广泛应用, 膜材料的稳定性和可靠性显著增加, 这也为其实现多领域应用奠定了良好的基础。

1.3 高分子膜材料的应用领域

高分子膜材料具有独特的物理化学特性，同时还有高选择性，正因如此其在多个领域得到了广泛应用，显现出了独一无二的价值。比如说，在环保领域主要应用于气体分离、废水处理以及各类资源的回收；在能源开发领域则主要用于燃料电池的电解质膜和隔膜之中，使得能源得以更好地转换、存储和利用；在化工领域，高分子膜材料使得脱硫、脱碱以及分子分离等工艺得以更好创新发展。高分子膜材料的多领域应用，对于多个行业的创新发展有着积极意义。

1.4 高分子膜材料在水资源处理领域的优势

在水资源处理领域应用高分子膜材料有着多种优势，其具体表现在以下方面：一是化学稳定性好。高分子膜材料耐酸碱、耐氧化、耐高温等性能突出，在相对苛刻的水质条件下依然能够安全稳定运行，发挥出作用和价值。二是机械强度高。高分子膜材料可以承受住高压，而且不会因为氧化、化学腐蚀等出现降解或老化等不良问题，其受水质的影响比较小，不会因为使用时间增加而出现通量下降、断丝等不良问题，能够更加稳定地运行。三是易于清洗。水处理过程中，处理装置会被各类杂质所污染，导致大量污物存积，进而影响处理装置的实用性能。高分子膜材料的亲水性强，污垢不容易聚集于膜的表面，而且在高分子膜材料应用过程中还可以采用较高强度的反向冲洗，进而有效避免污垢大量沉积，有助于高分子膜材料的高效率使用。四是通量高。高分子膜材料的种类多元，随着纳米技术以及智能材料的应用，膜材料的孔隙率更高、孔径分布更加均匀合理，单位面积的通量也随之提高。

2 功能高分子膜材料的化工合成工艺升级方向与技术突破

2.1 精密加工技术迭代升级

随着科技的不断发展和进步，功能高分子膜材料的化工合成工艺在不断创新优化，精密加工技术迭代升级速度极快。一方面是分条与裁切速度提升。通过对刀具优化设计，比如说采用圆刀雕刻技术对膜材料进行处理，优化张力控制系统，其使得膜材料的最小分条宽度得到了更好控制，其宽度可以控制在 $5 \pm 0.1\text{mm}$ ，针对膜材料的翘曲精度控制则可以达到 $0.5 \pm 0.05\text{mm}$ ，其使得功能高分子膜材料的制作工艺和技术得到了显著性提升，膜材料的不良率大幅度降低，能够更好在水资源处理中进行应用。另外一方面则是膜制备工艺持续创新优化。通过引入高精度切割和同步送料系统，可以有效减少功能高分子膜材料在制备时因为刀膜偏移所导致的误差，有助于保证膜面

的清洁度，使得膜在制备时尺寸更加符合标准要求，提升膜材料的稳定性与可靠性。

2.2 三代膜材料技术持续创新优化

当前市场上的功能高分子膜材料类型多元，不同类型的高分子膜材料功能特性、应用场景也有着显著性差异。在化工合成工艺升级方面，功能高分子膜材料的技术在持续性优化，其中第一代有机高分子膜，主要应用于水处理和气体分离，在优化时重点表现在聚合物配方方面，通过工艺创新增强高分子膜材料的化学稳定性。第二代高分子膜材料则主要是无机陶瓷和金属膜，化工合成工艺升级优化主要在于进一步提升耐高温性能，如保证膜材料在超过 300°C 的高温下依然能够稳定可靠运行，同时还注重提升相关膜材料的耐腐蚀性能，保证材料能够在更加苛刻的工业环境下正常运行。第三代高分子膜材料以智能膜材料为主，如石墨烯氧化膜、仿生水通道蛋白膜等均属于智能膜材料的类别，在这一类材料化工合成工艺优化时重点在于降低能耗、保证各类污染物能够从水资源中被精准分离。

2.3 节能制造体系不断优化

水资源处理一直以来都是我国所关注的焦点话题，在将功能高分子膜材料应用于水资源处理后，处理的性能、质量等得到了更好地保证，我国在相关领域的投入力度也可谓是逐年增加，膜法水处理市场初步形成。在数智化技术的支持下，水处理行业高度关注研发工作的实施，采用了高效生产线与智能控制系统，通过升级设备使得单位产能能耗得到了大幅度降低，节能制造体系不断完善，水处理效果得以更好保证。

3 功能高分子膜材料的化工合成工艺升级与水资源处理领域的经济价值

3.1 应用效能与成本优化

在功能高分子膜材料化工合成工艺升级之后，水资源处理领域的应用效能与成本得以有效优化。一方面市政与工业水处理效果提升。比如说，在借助反渗透膜技术可以将市政与工业水中 99% 的溶解盐去除掉，相关废水的利用率在 90% 以上，市政以及企业的用水成本因此大幅度下降。另外一方面则是海水淡化处理得到了质的突破。海水也是重要的水资源，其在地球上的含量远高于淡水资源，但是长期以来，因为海水淡化难度大，导致海水资源始终未能得到有效地应用。借助功能高分子膜材料处理水资源时，通过对化工合成工艺升级，可以使得更多新型膜材料广泛应用。比如说，石墨烯氧化膜技术的化工合成工艺升级后，其使得海水淡化处理效果更加理想，吨水处理能

耗下降到了3kWh以下，相较于传统工艺来说降耗达到了40%。

3.2 市场规模与增长动力显著提升

据相关研究表明，当前我国功能高分子膜材料的行业规模不断扩大，预计在2025年市场规模将会突破6000亿元，而且政府部门对于膜材料在水资源处理方面的应用高度关注，在政策方面对企业的污水排放提出了更高标准和要求，这些对于水资源处理时应用膜技术也有一定的推动作用。与此同时，新能源在多个行业中均得到了广泛应用，新能源的推广发展也使得功能高分子膜材料化工合成工艺升级速度加快，研发力度加大也使得工艺升级成本降低，进而更好满足了水资源处理的各项需求，经济价值得到了更好的保证。

4 功能高分子膜材料的化工合成工艺升级与水资源处理领域的风险与挑战

如上文所述，功能高分子膜材料的化工合成工艺升级在水资源处理领域有着突出的优势，其使得水资源的处理质量和效率得到了显著性提升，处理成本得以大幅度降低，整体经济价值高，但是不可否认的是，在功能高分子膜材料的化工合成工艺升级方面还有诸多风险和挑战，其具体主要表现在以下方面：一是技术壁垒。功能高分子膜材料诞生至今已经有70余年的历史，膜材料在不断升级优化，水资源处理的整体性能和效果得到了更好保证，但是不可否认的是我国高分子膜材料发展起步时间相对比较晚，诸多工艺不够成熟，对国外先进工艺技术和设备的依赖度比较高，如高端仿生膜依赖进口设备，国产化率不足35%，这种技术壁垒在短期内得不到有效突破，因为过分依赖国外的工艺和技术设备，导致其在水资源处理中经济效益无法达到预期。二是原材料波动变化大。功能高分子膜工艺的化工合成工艺升级需要应用到新技术、新设备和新材料，部分原材料比较稀有，比如说特种聚合物原材料其容易受到市场价格波动的影响，这就导致化工合成工艺升级的过程中整体制备价格不够稳定，其也对水资源处理的经济价值产生了一定影响，某些情况下可能导致整体经济效益偏低。三是缺乏规范化的标准。当前，功能高分子膜材料在水资源处理领域虽然得到了广泛应用，针对膜材料化工合成工艺也在持续性优化升级，但是行业内尚未建立统一的标准，针对膜寿命评估的体系不够健全，这也导致大规模工程推广受到影响，整体经济价值得不到有效的保证。

针对上述风险和挑战，在未来还需要积极采取措施予以应对，如在功能高分子膜材料化工合成工艺升级方面要积极对精度控制进行优化，同时要在智能材

料方面加大创新突破力度，积极寻求政策支持，将各类高新技术应用到膜材料制作工作之中，以使得其在水资源处理领域的经济价值持续性释放，并积极寻求技术突破，解决核心设备国产化的难题，完善工艺升级的标准化建设。

5 结语

综上所述，功能高分子膜材料在水资源处理领域有着广泛的应用，通过对化工合成工艺升级，可以进一步提升功能高分子膜材料的使用寿命、通量以及清洁效率等，水资源处理效果更加理想。与此同时，功能高分子膜材料化工合成工艺升级之后，使得膜材料的应用领域不断拓宽，能够在多种类型的水资源处理中加以应用，满足不同的处理需求，废水回收利用率显著提升。在未来要使得功能高分子膜材料在水资源处理领域更好应用，还应当进一步加大化工合成工艺升级力度，以使得功能高分子膜材料的制备和应用能够尽快达到世界先进水平，优化水资源处理效果，满足社会生产生活需要。

参考文献：

- [1] 王浩,孙林.水处理混凝剂研究进展[J].当代化工研究,2025,(05):33-35.
- [2] 蔡淀江,李亚斌,赵霞.絮凝剂在工业废水处理中的研究进展[J].净水技术,2025,44(01):33-44.
- [3] 汤立芹.低磷环保水处理剂的应用与制取[J].张江科技评论,2024,(03):117-119.
- [4] 何敏,郁静蕾,周婧,等.天然有机高分子絮凝剂的改性及其在水处理中的应用[J].化工技术与开发,2023,52(09):45-49+77.
- [5] 姜全国.高效有机絮凝剂合成机理及其水处理中的应用研究[J].山东化工,2023,52(14):253-255.
- [6] 李亢悔,蔡佳伟,张自航,等.天然高分子静电纺丝水处理膜的研究进展[J].高分子通报,2022,(03):28-36.

作者简介：

余珍(1994-)女,汉族,江西省九江市人,博士研究生,副教授,研究方向是液晶分子材料的制备与应用。

李树生(1985-)男,汉族,山东省济南市人,博士研究生,副教授,研究方向是功能高分子。

魏琴(1961-)女,汉族,山东省淄博市人,博士研究生,教授,研究方向是食品和环境分析。

基金项目1:

济南大学、济南大学研究生精品课程建设项目、YJPKC202408

基金项目2:

山东省教育厅、山东省研究生教学质量提升计划、SDJG21136