

现代化工

生物化工及膜分离技术探究

李剑

杭州精准生物技术有限公司 浙江杭州 310000

【摘要】随着社会进步和经济腾飞，高新技术尤其是生物化工行业对先进技术的依赖性日益凸显。在生物化工产品的提纯和质量提升方面，膜分离技术正变得日益重要。作为一门融合了生物化学、分子生物学和生物学的尖端科技产业，生物化工的核心技术之一便是分离技术，而在众多分离技术中，膜分离技术以其广阔的应用前景备受关注。鉴于此，本研究以“生物化工领域膜分离技术的深度研究”为核心主题，深入剖析膜分离技术的原理与应用，旨在为我国生物化工产业的未来发展提供有力的理论支撑和指导。

【关键词】生物化工；膜分离技术；高新技术

【中图分类号】TQ028

Investigation on Biochemical and Membrane Separation Technology by

Li Jian

Hangzhou Precision Biotechnology Co., LTD. Hangzhou, Zhejiang 310000

【Abstract】 With the advancement of society and the rapid economic growth, the reliance on advanced technologies, particularly in the biotechnology and chemical industry, has become increasingly evident. In the purification and quality enhancement of biotech products, membrane separation technology is becoming increasingly important. As a cutting-edge technology that integrates biochemistry, molecular biology, and biology, one of the core technologies in biotechnology and chemical engineering is separation technology. Among various separation technologies, membrane separation technology stands out due to its broad application prospects. This study focuses on the in-depth research of membrane separation technology in the biotechnology and chemical industry, delving into the principles and applications of membrane separation technology, aiming to provide robust theoretical support and guidance for the future development of China's biotechnology and chemical industry.

【Key words】 biochemistry; membrane separation technology; high and new technology

引言：

结合生物学与化工学的生物化工技术，已然成为新时代高精技术的关键领域。在生物化工产品的制造过程中，分离技术扮演着至关重要的角色，它位于生产线的终端环节，直接决定了生产的效率和产品的品质、特性等要素，其重要性在整个生产链条中不容忽视。鉴于此，本文旨在探讨生物化工技术的进展及其深远影响，深入剖析了生物化工分离环节的关键性及其基本流程，随后对膜分离技术中的渗析膜分离、过滤膜分离以及液膜分离的具体运用进行了详尽的探讨，并针对液膜分离技术在生物化工应用中遇到的挑战，分析了膜分离技术在生物化工领域应用的发展态势。

现阶段，生物化工在我国生物科学研究领域占据着重要位置，它利用成本效益高和附加值高的特点，推动了一系列生物科技项目的实施，有效降低了生物科技项目在执行过程中的污染排放和能源消耗，符合我国当前绿色环保的社会发展目标。

1 生物化工与膜分离技术概述

1.1 生物化工概述

在深入探索生物化工领域的进程中，我们发现这是一门以实验科学为基础的技术应用学科，涵盖了丰富的研究课题，诸如细胞技术、基因技术以及酶技术等。实施生物化工项目时，技术人员必须对各类实验流程和操作细节进行严格监控，以保障最终生物产品的品质和实验研究的有效性^[1]。

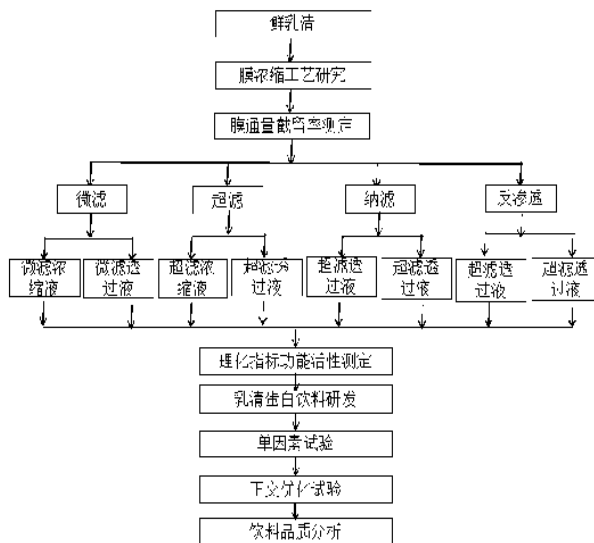


图1 试验技术路线

1.2 膜分离技术的概述

在生物化工领域，膜分离技术扮演了极其重要的角色。因此，提升对膜分离技术的研究深度，增强技术人员对此技术的掌握程度，是确保在运用膜分离技术进行生物化工项目时，能够得心应手、高效推进的关键^[2]。研究指出，膜分离技术的基本原理是利用半透膜作为筛选层，对混合物进行分离和纯化处理。由于半透膜上的孔隙大小不一，能够依据这一特性，有效地将混合物中的不同成分分离开来，从而为生物化工流程的顺利进行提供保障。

1.3 膜分离技术的基本原理及其优势

在应用膜分离工艺时，关键在于利用半透膜作为筛选层，依靠其对透过性的精确调控，实现对能量、浓度及化学位差等多因素的复合管控，进而完成不同组分的分离与精炼工作^[3]。半透膜的应用，依赖于其孔隙大小的不同，能在特定条件下对组分进行分离处理，以此完成膜分离任务，具体操作流程可参见附图 1。深入探究膜分离技术，其优势可概括为以下数点：首先，膜分离装置的设计较为简洁，操作流程便捷，结构紧密，便于操作人员实现自动化控制，相关控制参数详见表 1；其次，膜分离过程通常不会引发物态变化；再次，膜分离可在常温条件下进行，确保了敏感成分的稳定分离与浓缩。此外，膜分离技术能够连续作业，设备易于规模化，可在封闭系统中循环使用，从而减少外部污染的干扰。最后，膜分离过程中往往无需添加化学试剂，透过液的循环利用有助于降低实验成本，减轻对环境的负担。

表 1 膜操作参数

膜类别	温度 (℃)	工作 pH	膜后压力 (MPa)	截留分子量 (KDa)
微滤	≤75	3~10	0.1<P<0.3	Mr>200
超滤	≤40	3~11	0.3<P<0.8	Mr>10
纳滤	≤40	3~11	0.8<P<1.8	Mr>0.3
反渗透	≤40	3~11	1.0<P<2.0	Mr>0.15

2 膜分离技术的主要类型

利用半透膜进行物质分离的技术，其核心在于半透膜对特定物质的筛选透过性。通过在半透膜两侧建立驱动力，诸如压强差异、浓度梯度或化学势差，促使目标物料从一侧向另一侧迁移，进而完成物料的分离与精炼。依据分离过程中所涉及的物料特性和分离目标，该技术可细分为微孔过滤、纳滤、以及反渗透等不同类别。如图 2 所示，为膜分离技术种类与应用。

(1) 微滤技术：该过滤材料的孔隙直径通常设定在 0.01 至 10 μm 范围内，能够有效地筛选出细微的颗粒和胶质物质，在化学工业中应用广泛，常用于对发酵液、蛋白质等物质的分离纯化^[4]。

(2) 超滤工艺：此技术同样基于分离膜孔隙的大小进行物质分离，孔隙尺寸需精确控制在 0.002 至 0.020 μm，分离精度高于微滤工艺，能够对胶体、高分子物质进行更精细的分离。在电场作用下，超滤工艺可用于纯化及浓缩高分子物质，并能去除部分病毒和热原质。

(3) 纳滤工艺：纳滤膜的最小孔径可以达到 1 纳米，借助电荷作用，能够有效地过滤掉高价离子和低分子量物质。

这种分离技术较为特殊，通常用于高级别的实验研究。

(4) 高效反渗透工艺：与先前提及的方法不同，高效反渗透膜不具备渗透孔洞，其紧密度足以有效阻挡离子通过，确保仅水分子的通过。此技术在海水资源转化为淡水、小分子物质的提浓以及高纯水生产等多个行业有着广泛应用。其工作原理是通过压力差或浓度差驱动水分子的透过，进而完成物质的提浓过程^[5]。

(5) 电解质分离电渗析法：此技术依靠直流电源产生的电位差作为驱动力，结合离子交换膜的特性，将溶液中的电解质分离出来，实现溶液的淡化、浓缩、精炼或净化。电渗析技术适用于制备超高纯水、处理电镀废液及贵金属的回收等多个场合。

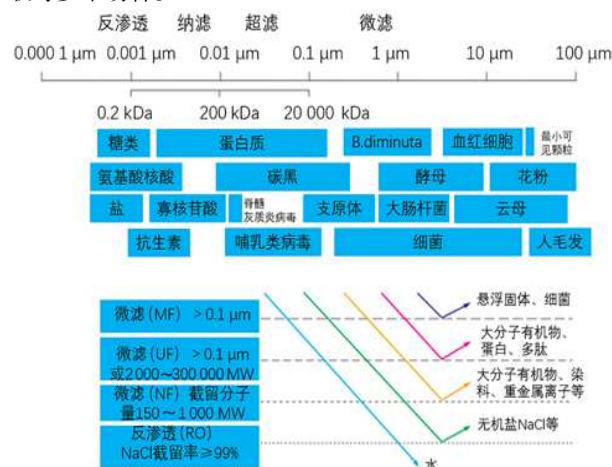


图 2 膜分离技术种类与应用

3 膜分离技术在生物化工中的应用

3.1 微滤膜分离技术的应用

融合微孔过滤技术于生物化工领域，需整合筛选机制与微孔膜过滤工艺，并在物质分离过滤阶段施加一连串外部压力，以保障大分子及溶剂能顺畅渗透膜层^[6]。在此过程中，巨大分子与微小颗粒被阻拦于膜外，实现混合物中不同成分的有效分离。通常情况下，借助微孔膜过滤技术，可大幅度提升溶液的净化效果，显著降低溶液处理的经济成本，在确保生物化工行业经济利益的基础上，拓宽其在我国众多领域的运用。同时，通过实际研究可知，微孔膜技术在制药领域的应用极为广泛，因此必须提升微孔膜过滤技术的执行成效，以展现其技术的应用潜力。

3.2 超滤膜分离技术的应用

相较于微孔过滤技术，超滤技术的过滤层对多种混合物的化学作用更为显著，借助压力作用，它能够有效地将小分子和大分子物质分离开来，从而提升混合溶液的分离纯化效率，保障这些溶液在后续的生物化工处理中能够最大限度地发挥功能。此外，超滤膜技术常用的非对称性膜材料，因其孔径和拦截能力的差异，能够根据生物化工的需求，对各种混合物进行精细的分离和净化。超滤膜技术主要针对高分子溶液的过滤，不仅能够增强生物化工处理的成效，也符合我国当前生物科技领域的实际应用需求。它有助于加强生物化工与生物科技之间的联动，推动我国科技事业

的健康持续发展。

3.3 反渗透膜分离技术的应用

通过反渗透膜技术,混合物的分离与净化主要依赖于扩散与溶解机制,并在一定的压力差作用下完成。由于反渗透膜的过程与自然渗透方向相悖,因此必须保障生物化工领域半透膜的分离效能,确保混合物的有效分离和净化得以实现。在生物化工行业运用反渗透膜技术时,要保证溶液的渗透压超过自然渗透压,从而促使浓溶液逆向渗透。另外,反渗透膜技术在生物化工领域的应用,还能够针对低分子量溶液实现浓缩,优化生产过程中遇到的各种挑战。

3.4 纳滤膜分离技术的应用

纳滤膜技术作为一种复合型分离手段,融合了超滤与反渗透的分离原理。为确保分离效率,各类膜技术需协同作用,为纳滤过程提供必要的推动力。纳米级膜材料为人造合成,允许特定无机盐及溶剂透过,从而在混合溶液的分离与净化中节省能源,促进生物化工领域混合溶液的分离作业^[7]。相较于超滤和反渗透,纳滤膜在分子量截断方面具有 200 至 2000 的范围,能够弥补前两者的不足,进一步增强膜技术在生物化工领域的应用效能。纳滤膜还拥有出色的稳定性,因此在生物化工和医药领域得到了广泛的运用。

3.5 液膜分离技术的应用

相较于其他几种膜分离工艺,液膜分离技术在构造和作用机理方面呈现出显著的独特性。因此,有必要让专业人士对液膜分离技术有更深刻的认识,从而提升其在生物化工领域的运用价值。深入探究液膜分离技术时,我们发现它主要由乳液微珠构成的液态膜构成,其分离机理主要体现在融合与弥散这两个层面。相关人员需在掌握这两个原理的基础上,对混合溶液进行有效的分离和净化,进而提升混合溶液的纯净度^[8]。此外,利用液膜分离技术,我们还能够实现不同属性溶液的分离,并依据液膜渗透机制对各种溶液进行高效纯化。这不仅弥补了固态膜分离技术的不足,还增强了生物化工的实施成效,确保了生物化工在我国科技领域的地位得以巩固。

4 膜分离技术在生物化工中的应用现状

4.1 容易形成浓差计划的弊端

实际操作中,膜表面极易受到污染物的侵袭,逐步形成

附着层,使得膜的效能持续衰退,特别是其透水性能的下降,这一现象称为浓差极化^[9]。为了减缓浓差极化的影响,通常采用错流方式处理,即让滤液平行掠过膜面,而待过滤的液体则垂直穿越膜面。另外,在膜分离技术中,膜污染是常见问题,表现为膜的初始水通量随运行时间的增加而逐步减小。因此,必须采取有效的清洁措施,清洗膜面及膜内污染物,以恢复其透水性能。常用的清洗手段包括高速水流冲洗和化学清洗剂的运用。

4.2 对膜分离产生各不相同的影响

在执行膜分离技术时,尽管其工作原理显得较为直观,该技术在生物化工行业获得了推广,但鉴于生物化工产品种类繁多、性质各异,这些因素对膜分离效果产生了多样化的影响。比如,吸附作用常常会导致膜孔的堵塞。为了在后续操作中高效地应用膜分离技术,必须对相关流程进行深入研究,并设计出能够减缓膜性能衰退的多样化设备,同时探索出更高效的操控策略和手段。

4.3 精度难以得到保证,而且很难进行多组分离

在众多情形下,对膜表面及膜层中附着的污染物进行清洗,常用的手段主要包括高速水流冲洗和化学清洗剂处理这两种清洗方式。虽然膜分离技术在使用原理上显得较为简单,且在生物化工领域获得了广泛的应用,但鉴于生物化工产品种类繁多,性质各异,这种多样性使得膜分离技术在使用过程中不可避免地会受到诸多因素的影响^[10]。比如,膜孔的吸附堵塞现象就是一个典型问题。为了在生物化工领域更好地应用膜分离技术,就必须在整个操作过程中尽量减少膜分离带来的负面影响,精确安装,并确保操作方法的正确性。只有这样,才能更有效地推动膜分离技术的进步,减少实际应用中可能出现的核心问题。

结束语:

总的来看,在当今社会经济飞速发展的背景下,人们对生产和生活品质的需求也相应提高,食品的安全性、居住环境以及生产加工区域、生存空间带来的各种影响已经成为人们关注的焦点。展望未来,随着生物化工技术和膜分离技术在生产和生活中的广泛应用,我们有理由相信,它们将为人类的生存、生产和居住环境带来更为坚实的保障。

参考文献

- [1]苏俊.浅谈膜分离技术在生物化工方面的应用[J].四川化工, 2024, 27 (01): 16-19.
- [2]陈艳.膜分离技术在石油化工领域中的应用探析[J].中国战略新兴产业, 2024, (02): 119-121.
- [3]安宝内.高分子渗透汽化膜分离技术的应用[J].化工管理, 2023, (26): 152-154.
- [4]周胜, 吴勇.膜分离技术在化工废水处理中的应用[J].炼油与化工, 2023, 34 (04): 10-14.
- [5]刘江超, 王丹.膜分离技术综述[J].当代化工研究, 2023, (03): 16-18.
- [6]郑昆, 杨红.膜分离技术在饮用水处理中的应用思考[J].现代食品, 2022, 28 (23): 7-9.
- [7]李欢.膜分离技术及其应用[J].化工管理, 2022, (33): 50-53.
- [8]容凡丁.膜分离技术在生物化工中的应用[J].化工管理, 2022, (03): 73-75.
- [9]于旭霞.生物化工及膜分离技术研究[J].当代化工研究, 2021, (19): 63-64.
- [10]刘金瑞, 林晓雪, 张妍, 张大帅, 宋军军, 李晨, 孙天一, 张小朋, 史载锋, 林强.膜分离技术的研究进展[J].广州化工, 2021, 49 (13): 27-29+71.

作者简介: 李剑 (1981-), 男, 汉族, 浙江杭州人, 本科, 中级工程师, 研究方向: 生物化工。