

双极膜电渗析技术的研究进展

李 鹏

杭州水处理技术研究开发中心有限公司 浙江 杭州 310000

摘 要: 电渗析技术是通过电场作用,利用半渗透膜对溶液中离子分子的迁移差异,实现稀溶液的浓缩和纯化的方法。其中,双极膜电渗析技术是将两种半渗透膜(阴离子交换膜和阳离子交换膜)通过夹持在一个电场中,将水溶液中的阴离子、阳离子分开,与电解水产水的氢离子和氢氧根离子结合,转换成酸和碱,供系统清洗使用。该技术因优良的分选效果、操作简便、无污染等特点而备受关注。本文将重点综述双极膜电渗析技术的研究进展,包括原理、应用领域以及未来研究的发展方向。

关键词: 双极膜电渗析; 纯化回收; 环保治理; 研究进展

1 双极膜电渗析技术的定义及研究意义

近几年来国内加大节能环保减排和资源的合回收利用,电渗析膜技术愈加活跃,应用的范围也逐步扩大,在终端废水处理方面也是反渗透等其他技术无可取代的。杭州水处理中心在七十年代生产了第一套电渗析海水淡化装置,随后在垃圾渗滤液处理、废水分盐提纯等领域逐步推广,也开始了我国电渗析发面的广泛研究。

双极膜电渗析技术是通过半渗透极化膜制备的有序交替通道,以电场作用力为驱动力,将带电离子溶液经过交替进入不同的离子交换膜,最终实现氧化物、酸性废水和生物大分子的分离浓缩,是一种高效、低成本的分离技术。双极膜电渗析技术在生物大分子的分离纯化、离子分离和浓缩以及有害物质的污水处理等领域有着广泛的应用前景和重要的研究意义。

传统的分离和纯化方法存在很多弊端,例如成本高、效率低、环境污染等,而双极膜电渗析技术以其独有的优点,引起了广泛的研究兴趣。它有着卓越的分离效果、操作简便、低成本、无污染等特点,被广泛应用于生物和环保领域。对于生物大分子的分离纯化而言,传统的离心、过滤和透析等方法效率低下,并且对目标生物大分子产生很大的损坏,而双极膜电渗析技术的分离效率和生物制品的产率很高,同时还能保持其活性和生物活性。对于离子的分离和浓缩,采用传统的蒸馏和萃取等方法对一些物质有效性不高,而采用双极膜电渗析技术,能够有效地实现离子的浓缩和分离^[1]。对于废水处理而言,传统的化学净化方法存在着能耗高,环境污染等问题,而双极膜电渗析技术能够高效地处理氧化物、酸性废水和金属离子废水,其实践意义极其重要。双极膜电渗析技术具有良好的研究前景和应用价值,为生物和环保领域的分离和纯化提供了新的有效方法。因

此,在未来的研究中,应该进一步优化和改进双极膜电渗析分离技术的分离效率和稳定性,同时探索更多领域的应用,为生产和环保事业做出更大的贡献。

2 双极膜电渗析的原理

2.1 双极膜的构成和基本性质

双极膜是一种由交替排列的阳离子交换膜和阴离子交换膜叠合而成的电渗析膜,具有许多独特的构成和基本性质。这种膜的特殊构造使得其能够在高电场作用下将溶液中的离子分离出来,具有高效、低成本、操作简便等优点。双极膜是由多层离子交换膜组成的,其中阴离子交换膜和阳离子交换膜交替排列。这种交替的构造可使得两者之间形成一个充满离子和水分子的隔膜,从而将带电质分离开来。双极膜的制备需要通过多重反应坍塌或叠层滤纸等方法成型,并且在反应成型后要再进行严格的膜过滤和晾干处理,才能确保其良好的性能。双极膜除了具有独特的构造外,还有一些其他的基本性质。首先,双极膜的选择性与离子交换膜的特性相近。其次,双极膜在高场下分离离子的效率非常高,这是由于其交替通道间隙与极化膜降的设计可使离子极为高效地被分离^[2]。此外,双极膜在操作上相较其他分离方法更为容易,且需要的设备简单,相对低成本,从而更适用于实际应用。双极膜具有复杂的构造,由交替的阳离子和阴离子交换膜组成,是一种高效、低成本、操作简便的电渗析膜。这种膜的独特属性和基本性质是支持其在生物和环保领域中广泛应用的重要原因之一。

2.2 双极膜电渗析的工作原理

双极膜电渗析采用双极膜疏水内层、两侧均带离子交换膜的结构,膜之间形成电场。溶液中的离子通过极化膜进入双极膜,然后在两种离子交换膜之间游离,离子之间呈链状分布。利用不同离子的电动力和渗透作用

力的不同,离子逐渐分离和浓缩于不同的区域。而当双极膜中间出现的离子密度失衡时,则会导致离子向相对贫瘠离子的一侧逸出,从而达到纯化水平的提高。双极膜电渗析的主要工作方式通常是两种模式:一种是循环电渗析模式,另一种是间歇电渗析模式。循环电渗析模式是将进料液通过电极上方的喷嘴喷到双极膜外侧,形成流动液层。电场作用下,流动液层中的带电离子从两侧离子交换膜穿过,分别进入不同颜色的腔室,对内通有对偶离子(离子对)离去,“富离子”沿“白色”离子交换膜进入浓缩室,“贫离子”沿“黑色”离子交换膜进入稀释室。经过多次循环,输入液的浓度逐渐升高,而富含离子的流动液层逐渐变稠,被泵送至浓缩池进行浓缩。另一种间歇电渗析模式则是先将进料液注入间断式进料池中,等待填满后切换至间歇电渗析模式。在该模式下,输入液处于不动的状态,流动液层也处于非流动状态,一段时间后,切换回间歇进料模式,输入液再次注入,循环查验电地进行^[3]。

3 双极膜电渗析的应用领域

3.1 双极膜电渗析技术在环境治理方面的应用

双极膜电渗析技术是一种高效、低成本、无污染的分离纯化技术,具有广泛的应用前景和潜力,特别是在环境治理领域。双极膜电渗析技术可以用于氧化物、有机物和无机离子的分离和浓缩,可以对废水进行高效的处理和回收,同时可以还原和回收高浓度的金属离子和钾、钠等重要电解质。下面是双极膜电渗析技术在环境治理方面的应用介绍:首先,双极膜电渗析技术可以用于金属离子的回收。金属离子在废水中是常见的污染物之一,若随意排放会严重损害环境和生物安全。双极膜电渗析技术可以在高电场下将金属离子和其他离子分离开来达到回收和还原的目的。其次,双极膜电渗析技术还可以用于处理酸性废水和有机物废水。这些废水中通常含有高浓度的损伤性物质和有害物质,且对环境污染危害极大。采用双极膜电渗析技术可以高效地分离和浓缩废水中的有机物和无机离子,从而实现废水的处理和回收。最后,双极膜电渗析技术还可以用于氧化物的分离和浓缩^[4]。一些氧化物,如硝酸根离子和氯离子等,在废水中往往含有高浓度,若随意排放也会对环境及生物安全造成极大危害。双极膜电渗析技术可以高效地将这些氧化物分离出去,从而实现废水的治理。总之,双极膜电渗析技术在环境治理方面的应用非常广泛,有着理论上的前景和技术实践上的支持。双极膜电渗析技术的开展具有广泛的应用前景和合理的经济成本,可以为环境保护和治理提供有效的方法和满足合理的需求。

3.2 双极膜电渗析技术在生物医学领域的应用

双极膜电渗析技术在生物医学领域有许多潜在的应用。作为一种高效、低成本、无污染的分离纯化技术,双极膜电渗析技术已经被广泛应用于生物医学领域中的各个方面,如蛋白质分离、酶分离、药物分离、病原体分离等。首先,双极膜电渗析技术可以用于蛋白质分离和纯化。蛋白质的分离和纯化是生物制药中的关键技术之一。双极膜电渗析技术可利用膜选择性,将与目标蛋白质不同的物质从混合溶液中分离出来,达到目标蛋白质的分离纯化。其次,双极膜电渗析技术能够用于酶的分离和纯化^[5]。酶是一种生物催化剂,广泛应用于医学、环保、食品等领域。采用双极膜电渗析技术可以分离和浓缩酶,从而提高酶产量和纯度。双极膜电渗析技术还可以用于药物的分离和提纯。生物制药是一种新型的医学技术,药物分离和纯化的效率和生产成本在生物制药过程中非常重要。双极膜电渗析技术可以高效、无污染地提纯用于药物生产的原料和中间体,从而提高药物的纯度和质量稳定性。最后,双极膜电渗析技术也可以用于病原体的分离和检测。在临床诊断和研究中,分离和检测病原体是一项重要的工作。双极膜电渗析技术可以高效地分离和检测病原体,并且具有高灵敏度和高精度的优点。双极膜电渗析技术在生物医学领域中的应用潜力巨大。采用双极膜电渗析技术,可以高效、低成本、无污染地分离和提纯各种生物大分子和药物,从而提高生产效率和产品质量,为生物医学领域的发展和应带来更多的机遇和挑战。

3.3 其他领域的应用案例

除了环境治理和生物医学领域中的应用以外,双极膜电渗析技术在其他领域中也多个成功的应用案例。(1)双极膜电渗析技术可以应用于酒精造粉行业中。在酒精造粉生产过程中,需要将纯酒精中的水分进行分离,传统方法主要是蒸馏干燥,但是成本相对较高。双极膜电渗析技术在这一领域中得到了广泛应用,可以通过半透膜上的电场将纯酒精和水分离,从而达到降低成本和提高效率的目的。(2)双极膜电渗析技术可以用于废油的处理和回收。废油对环境污染危害巨大,而传统的处理方法主要是化学法和物理法,成本相对较高。采用双极膜电渗析技术可以有效地将废油中的杂质分离出去,达到回收和再利用的目的。(3)双极膜电渗析技术还可以应用于饮料和化妆品行业中。在饮料生产中,可以利用双极膜电渗析技术将饮料中的杂质和不良味道分离出去,从而提高产品的质量和口感。在化妆品生产中,可以利用双极膜电渗析技术将某些天然药材中的有效成分提取出

来,从而生产更加安全有效的化妆品^[6]。总之,双极膜电渗析技术有着广泛的应用场景。除了在环境治理和生物医学领域中的应用以外,它还可以应用在酒精造粉、废油处理和回收、饮料和化妆品等领域中,为提高效率和降低成本做出贡献。由于该技术未来的应用领域还有很大的发展空间,他将持续发挥重要的作用。

4 双极膜电渗析技术的优势与挑战

4.1 双极膜电渗析技术相比传统方法的优势

相比传统的分离技术,双极膜电渗析技术具有以下优势:(1)双极膜电渗析技术具有高效、快速的分离速度。与传统的分离技术相比,双极膜电渗析技术不需要繁琐的工序,通过电场引导物质的迁移,可以快速地将目标物质与其他杂质分离开来,大大提高了分离速度和效率。(2)双极膜电渗析技术具有良好的分离效果和纯化效果。传统的分离技术往往需要经过多个步骤才能达到纯化目的,而双极膜电渗析技术通过调控半透膜的筛选效果和电场强度,可以快速、高效地实现物质的分离和纯化。(3)双极膜电渗析技术具有低成本的特点。与传统的分离技术相比,双极膜电渗析技术的装置设备和能源消耗成本较低,节约了生产成本并减轻了环境压力。(4)双极膜电渗析技术具有一定的环保效应。从环境污染的角度来看,传统的分离技术往往需要大量的化学试剂和有害废物的处理,而双极膜电渗析技术可以通过膜筛选的方式,不使用化学试剂,无二次污染,实现了绿色环保化的生产过程^[1]。

4.2 双极膜电渗析技术所面临的挑战和未来发展方向

尽管双极膜电渗析技术被广泛应用于各个领域,但它也面临着一些挑战和未来发展方向。下面是几个主要的方面:首先,膜的寿命和稳定性是双极膜电渗析技术在实际应用中所面临的一个关键问题。由于在电场强度下,膜中离子会迁移和沉积,这经常会导致膜电阻、通量降低和膜的腐蚀等问题,降低了膜的使用寿命和稳定性。其次,在大规模工业化应用中,设备成本和能耗也是一个需要考虑的问题。目前,双极膜电渗析技术的设备投资和运行成本相对较高,而且在大规模应用中,能耗也难以控制,因此需要进一步优化设备结构和运行方式,提高能耗效率和成本效益。另外,单一膜材料的

限制也是双极膜电渗析技术在未来发展中需要解决的问题。由于不同的成分具有不同的分子大小、电荷等特性,因此需要不同的膜材料来满足不同的需求。为了解决这个问题,未来需要研发更多的、针对不同成分、不同需求的膜材料^[2]。总之,双极膜电渗析技术仍然面临着一些挑战和未来发展方向。为了促进双极膜电渗析技术的进一步发展和推广,需要不断完善技术,提高设备的稳定性和寿命,降低设备成本和能耗,同时研发新的膜材料可以有效推动双极膜电渗析技术的发展和應用。

结束语

未来,在双极膜电渗析技术的研究和发展中,我们需要关注膜材料、膜片制备和组成等方面的创新和完善,力求提高设备的稳定性和寿命;同时还需要从工业化应用的角度出发,更好地探索设备结构、工艺流程和能源减排等方面的优化,使得技术在实际生产中更加的经济、快速、高效、可持续。总之,双极膜电渗析技术的发展还有很多待完善的地方,但是我们对于该技术的前景和应用前景充满信心。

参考文献

- [1]杨浩、邹财成、向永军等,基于双极膜电渗析的生物质能源生产技术,电力科学与工程,2018年第34卷第4期。
- [2]顾正君、胡峻杰、陈岚等,基于双极膜电渗析技术开展可溶性磷酸盐减排技术研究,环境科学与管理,2019年第44卷第6期。
- [3]李桐、张荣军、刘永刚等,基于双极膜电渗析技术的硝酸盐废水资源化处理技术研究,工程研究,2019年第45卷第6期。
- [4]王宁、郭春雨、袁磊等,基于双极膜电渗析技术的海水淡化技术研究进展,海洋科学进展,2018年第35卷第2期。
- [5]张子扬、刘鸿雁、罗丽等,基于双极膜电渗析的油田废水处理技术研究,环保科技,2019年第43卷第8期。
- [6]李泰峰、张晓东、郝丹丹等,基于双极膜电渗析技术的医院废水处理研究,环境工程技术学报,2019年第9卷第1期。