

# 重金属废水处理中膜分离技术的应用研究

胡 浩

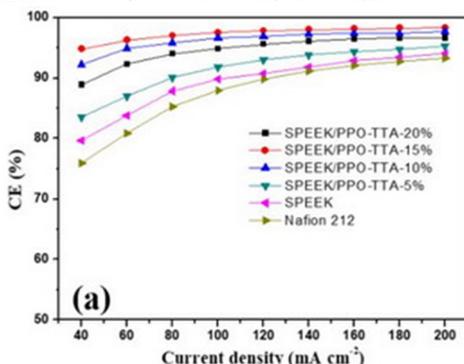
江苏中丽新材料有限公司 江苏海安 226671

**摘 要:** 本章主要阐述了膜分离法的关键技术及其特性,对膜分离法关键技术做出了划分,并同步介绍了液膜、电透析、微滤、超滤、逆向渗透和纳滤膜分离技术在有机重金属废水中的研发与使用状况。

**关键词:** 膜分离技术;处理;重金属废水

近年来,由于市场经济的迅速发展,工业生产污水的大规模环境污染,重金属的为害已愈演愈烈。因为多种重金属物质很容易透过食品链进行生态富集,构成了对生态和人类安全的重大影响,以至危及整体生态。因此怎样更高效的处理环境中重金属污染,已是人们所关心的课题。

按照环境中有害重金属物质污染废水机理的不同,常用的处置工艺技术一般可分成三类:第一类是污水中有害重金属物质分子经过发生物理化学反应去除的工艺技术,如中和沉淀工艺技术、硫化物沉淀方法、铁酸盐共沉淀工艺技术、化学还原法、电化学还原法、高分子有机重金属物质捕捉剂法等;第二类是将污水中的有害重金属物质在不影响其物理化学状态的情况下实现吸收、浓缩、分散的工艺技术,如吸附、溶剂萃取、离子交换吸附等工艺技术;第三种则是利用细菌以及植物的絮凝、吸附,利用积累、富集的功能除去污水中有色重金属的工艺技术,另外还有利用生物絮凝、生物吸附、植物整治的工艺技术。而随着分离技术的日益完善,膜分离技术也正在对有色重金属污染废水中起到日益关键的地位。



膜分离法 R 是一种新型的化学分离方式,它通过使用一个具有选择性渗透功能的水泥砂浆,在适当的外驱动力情况下将溶液中的所有碱式化合物和稀溶液、碱性元素都必须和溶液(水)彻底分离,从而实现了纯化、浓缩或是纯化的目的。当化学驱动力为时间或差异压力等基本形式时,膜反应流程主要为液体膜分离法,但当化学反应推动力为电位差时,膜分离法流程即为电透析;当化学推动力等于压强差时,将膜分离法技术的主要方式为微滤、超滤、反逆渗透、纳滤法等。膜分离法技术的主要方法有以下优势:1)是目前最有效的分离方式,分离质量最高时可达纳秒量级;同时也因为设备的占地面积较小,所以与其它设备间的相容性也较强;2)整个分离流程没有再往待处理物中添加其它的化学品,所以,也极少产生其他的分离危害或二次污染。近些年,科学家们对膜分离工艺和重金属污染废水领域也开展了不少的深入研究,已经取得了一些的应用。当膜处理技术和膜处理设备的技术质量和成本达到一定水平时,重金属污染废水将得到很大的突破。

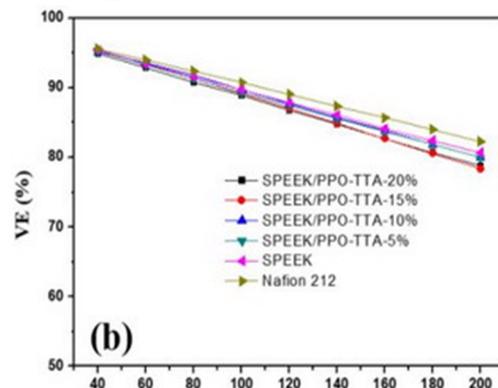
## 1 液膜技术

液膜膜主要由有机溶剂、表面活性剂、流动载体和中和水相构成,是一个极薄的液体层。当液体膜扩散在环境中有机重金属污染物时,流动载体在膜外务大臣表面有选择地络合有色重金属分子,随后再向液体层中扩展,在膜内相表面进行解络,最后有色重金属分子在

膜内相进行富集,最后流动载体又回到了膜外务大臣界面,这种循环持续完成,污水才得以完全净化。富集的膜内相液层,破乳后为无毒无害的土壤和重金属固层法拥有工艺设施简便,分离速度快,选择性好,材料消耗较低,乳液为可再生能源,有机重金属资源可利用的特性。近年已用作中小型电镀厂生产的等印染废水。但固层性能较差。

## 2 电渗析技术

如果采用了电透析-离子交换的新技术-电透析的特殊技术,既可以达到对企业资金的有效循环使用,又可以减少工业废物的总量。例如,在日本炼钢厂,通过使用日本朝日化学株式会社制造的离子交换法膜电渗析技术,在闭路中从电镀废水中回收含有高硫酸镍硫酸的废酸,有色金属印染行业面积小、浪费少。但对近代土壤的重金属离子含量有一定限制,膜分离的效率随技术老化需要经常更新,能耗较高,并且某些微粒无法彻底消除。



## 3 微滤膜技术

1)还原-微滤 L 法:当在所有 pH 值下均有较大的溶解度,但当在所有 pH 值下均很高时都是完全不溶性的。如此,也可以使用一些化学还原药剂,比如用二氧化硫、偏亚硫酸氢钠等或用亚铁类物质等使再被再生成等,又如先用硫酸亚铁水溶液等使再重新生成等,或当 pH 值达到九时再用氢氧化铁水溶液生成的共沉淀物等,这就易于通过 0.1um 孔径的微过滤器而使其消除了对和的混合物,经处理后的总铬含量仅为 0.1mg/L;而则被处理到为 0.01mg/L,镉的出现也不会干扰对铬的处理过程,该工艺技术对镉的去除能力可做到出水镉浓度小 0.002mg/L,且微滤膜的最大通量范围为 250~300gfd 之间,其运营价格经济且合理,具有市场吸引力。

2)铁共沉淀技术-微滤:以硫酸铁溶液作为土中有机重金属的铁共沉淀物,再配以微滤膜滤除堆积层的技术,对土中重金属化合物可以产生很好的去除效果。除去量主要取决于铁和土壤中的浓度之比,量越多去除率也就愈高。因为,在具有环境和有色重金属物质的生活垃圾中,往往同样会产生着部分的有机物质,如油、脂、洗涤剂 and 螯合物等,所以氢氧化铁的共凝剂,在实现了对环境有色和重金属物质的共沉淀功能的同时中,也吸收了部分螯合物的高有机质含量元素。另外,在特定的 pH 值环境下氢氧化铁还能够吸收在环境中并不沉积的部分太阳污染物。共沉淀技术的吸附有机地,结合,再配以微滤膜的方法,就可以实现很好的水土中重金属的去除效果,以及很高的水质通量。一般在 300~500gfd 流量内,可把汽车废气中的有色重金

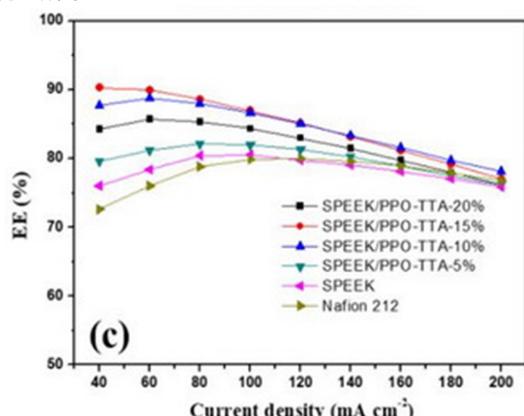
属粒子处理在 0.1mg/L 以内。

#### 4 超滤技术

根据超滤膜的孔径大小和截流性质,通常并不能用于处理环境中的重金属污染物,但随着被分离物物理化学特性的改善,就可以采用超滤膜来处理。

1)应用菌胶团强化超滤处理重金属污染物技术:从 20 世纪 80 年代开始,在国外就开始探索了一个新型的污水处理技术,能够消除污染物中的有机杂质和金属离子,包括了应用菌胶团强化超滤法等,于是,现在已有的研究利用天然有机化学物质,如卵磷脂+等具有外表活性剂功能的天然化学品,来代替这些有机化学物质,这样即使上述化学品进入到处置过的工业生产废物中去,但由于它们既安全、容易生物分解,也不会对周围环境形成第二次环境污染。

胶束强化超滤处理过程重金属工业废水的方法简便、处理效果好,特别适合于处理含量很低的重金属工业废水,是一个比较好的处置多种重金属废物的方式。因为超滤膜能量非常低,处置后的污水也能够回用,而且经过后处置还能在浓制液中收集重金属物质,所以这个方式还具备了相当的经济性。虽然菌胶团强化超滤法具有以上的许多优势,但仍存在若干问题影响着它的工业化应用。菌胶团强化超滤所采用的表面活性剂相对分子质量较小,所以在透过液中存在少量的表面活性剂,这就等于在加工过的工业废水中引入了一个新的有机污染。

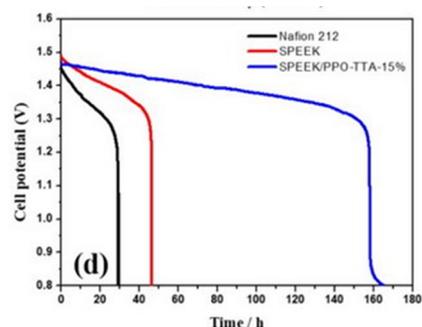


2)利用水溶性元素高分子络合-超滤处理重金属废水:Michaels 首先在一九八零年指出了利用高分子络合剂络合-超滤过程选择性除去水溶剂中的有机重金属粒子。后来,国外研究者也在这一方法的影响下,研究了以水溶性元素聚合物络合-超滤耦合过程来解决重金属污染问题的新方法一百一十七,而且围绕这个计划做了很多科学研究。目前,该技术还处在研究初级的阶段,缺乏产业化应用。水溶性高分子物质络合法超滤净化技术治理重金属污染物是一个非常具有前途的技术。能够同时解决环境中的重金属问题和再生处理废物,从而产生了良好的环境效益和经济效益。但是,目前在过度筛选稀释剂和聚合物处理的管理中存在一些问题,亟需进行处理。

3)络合作用-超滤-电解综合工艺:为了适应越来越严酷的环境条件,废弃物资源化和环境重金属处理可以整合上述处理环境重金属废弃物的工艺,充分发挥各种工艺的优势。土壤中重金属可以实现百分之百的消除,而超滤的稀释液则可以利用电解处理重金属,进而达到了废物回用与土壤中重金属处理的双重目的,为土壤中重金属废物的处理寻找了一个全新的出路。

#### 5 反渗透技术

反渗透法是一个以水压为推动力的膜分离过程,由于逆向渗透过程是自然界的可逆过程,在实际应用流程中为形成逆渗透力,流程中需要自动化水泵将含盐水溶液、含污工业废水等形成负压,以克服自然的渗透力,从而使水通过反渗透膜,并把水中溶解盐类等污染物阻止流到反渗透膜的另一侧,反渗透法已成为一个新型的膜分离法技术,大部分情况下是进行海水淡化,或者纯净的水生产。简等对酸性镀镍漂液的反渗透处理进行了深入研究。由于反渗透工艺要求较高,运行水压为 1000-10000 kPa,设备和管道需耐受高压。同时需要严格的预处理,所以能耗也很高。



#### 6 纳滤技术

纳滤技术是在八十年代中期发展起来的,介于常规超滤净化工艺和反渗透技术之后的,同属于水力推进工艺的一类膜分离装置,适用于剥离相对分子质量在二百以上,而相对分子质量也只是 1 nm 的溶解部分。纳滤膜可拦截有机小分子,并使多数水溶性无机盐通过,以区分不同形态的小分子。具有工作压力小、水流量大、工艺可靠等优点。纳滤工艺的进展很快,可应用于油田工业废水、化学废气、饮料工业废水、造纸废水、印染工业废水、酸洗工业废水、发电厂二次排放、生活环境中的重金属印染废水等工业废水的治理。目前纳滤膜工艺仅用来处理镀镍-镉的工业废水,尚未被广泛用来处理镍镉电池领域的镍镉工业废水。

在金属加工过程和复合材料制造过程,往往需要大量的冲洗,在这种冲洗水中,存在着含量非常多的钴、铁和锌等重金属离子。若应用纳滤膜工艺,不但能够处理百分之九十以上的工业废水,使其净化,并且还能够将重金属的含量浓缩至十倍,浓缩后的重金属更具备了循环使用的意义。

如果掌握了合适的温度,纳滤膜就能够把溶剂中的各种元素进行分开,如将 Ca 和倪氏的分开,首先将它们转化为和,然后加入 NaCl,分别生成带电荷的液晶聚合物和不带电荷的液晶聚合物。当 NaCl 含量低于 0.5mo/L 时,镉在该介质中的一般存在形式为,镉不表现为络合物,而是表现为的带电。用带正电的纳滤膜处理过程后,能够拦截并使独立地透过,就能够进行金属间的再电离。

目前在国内外,把纳滤膜工艺运用于城市环境中重金属及印染废水废水处理上的应用相对较少。由国家海洋局浙江水处理研究所,采取了三级中国近代史技术,第 1 级 NF 膜浓缩十分倍,二级 BWRO 膜浓缩五倍,第 3 级 SWRO 膜浓缩 2 倍以上,综合浓缩倍率高达 100 倍。0.5m<sup>3</sup>/h 浓缩水进负压蒸馏,得硫酸钴结晶。再通过原液经离子交换技术处理,得到的 Ni<sup>2+</sup>为 0.5mg/L。接着再和自来水混用,最后经过加工后回用于漂洗泡沫镍的纯水。

纳滤介于超滤与逆向渗透之间,有着其他的膜技术难以比拟的特殊优点,随着纳滤膜生产工艺与分离机理的探索、开发、成熟,其将在有色重金属印染废水领域获得应用。

#### 参考文献

- [1]黄文娟. 重金属废水处理中膜分离技术的应用研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2022(011):003.
- [2]谢辉玲, 叶红齐, 曾坚贤. 膜分离技术在重金属废水处理中的应用[J]. 化学与生物工程, 2005(05):44-46+49.
- [3]邓娟利, 胡小玲, 管萍, 等. 膜分离技术及其在重金属废水处理中的应用[J]. 材料导报, 2005, 19(2):4.
- [4]陈建伟. 膜分离技术在重金属废水处理中的应用研究进展[J]. 广东化工, 2009, 036(004):132-135.
- [5]李纯茂, 张勇. 膜分离技术在重金属废水处理中的应用研究[C]// 全国铅污染监测与控制治理技术交流研讨会. 2007.
- [6]张连凯, 张尊举, 张一婷, 等. 膜分离技术处理印制电路板重金属废水应用研究[J]. 水处理技术, 2011, 37(7):4.
- [7]康雪晶, 魏水杰. 膜分离法处理重金属废水研究进展[J]. 广东化工, 2016, 43(1):2.

#### 作者简介:

胡浩, 男, 1963 年 9 月 27 日, 江苏海安市, 226671, 江苏中丽新材料有限公司, 大专, 研究方向:化工。