

# 聚甲基丙烯酸十二酯-丙烯酸共聚物对乳状液膜中 $\text{Cu}^{2+}$ 迁移的影响

田大昕

(湖北民族学院化学与环境工程学院, 湖北 恩施 445000)

**摘要:** 将两亲共聚物聚甲基丙烯酸十二酯-丙烯酸[P(DM-AA)]作为膜稳定剂加到由 Span-80 作表面活性剂、二-(2-乙基己基)磷酸(HDEHP)作流动载体、煤油和液体石蜡作膜溶剂及硫酸稀溶液作内相而组成的 W/O 型乳状液膜中, 研究了此体系对  $\text{Cu}^{2+}$  的迁移作用. 结果表明, 由于两亲高分子的空间稳定作用而导致乳液膜对  $\text{Cu}^{2+}$  具有较好的迁移效果. 最优条件为: 在膜相中 P(DM-AA)含量 3.0%, Span-80 4.0%, HDEHP 3.0%, 石蜡 6.0% ( $\omega$ ), 膜相:料相=1:10 ( $\phi$ ),  $[\text{H}^+]=1.0 \text{ mol/L}$ , 接触时间 6 min, 搅拌速率 200~300 r/min. 此外, 还探讨了乳状液膜的结构和  $\text{Cu}^{2+}$  迁移的机理, 认为其迁移属于异向耦合传输机理.

**关键词:** 两亲共聚物; 乳状液膜; 迁移; 稳定剂; 铜离子

**中图分类号:** TQ028.3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1009-606X(2008)02-0248-05

## 1 前言

含  $\text{Cu}^{2+}$  废水会对环境造成污染, 其主要来源于某些工业过程, 如冶炼厂的电解铜废水、电镀车间的含铜废水、开关厂的酸洗废水、冶炼中的铜精矿水浸出液等. 对于含铜废水的处理方法有很多报道, 如乳状液膜分离技术<sup>[1]</sup>、絮凝剂沉淀法<sup>[2]</sup>、生物吸附法<sup>[3]</sup>、离子交换树脂处理法<sup>[4]</sup>、萃取法<sup>[5]</sup>等, 其中乳状液膜分离技术占有很重要的地位.

由于乳状液膜分离技术具有速率高、选择性好、低污染等特点, 因而广泛应用于废水处理、化学分析、冶金、医药等领域<sup>[6-10]</sup>, 尤其用于提取含金属离子废水的处理. 乳状液膜是由油、水、表面活性剂和流动载体等在一定条件下形成的一种动力学上相对稳定而热力学上不稳定的体系. 该体系容易随外界条件的变化而破裂, 使其分离效率下降. 因此, 如何提高乳状液膜的稳定性一直是研究者感兴趣的课题. 目前主要通过采用混合表面活性剂、改变流动载体及添加膜相添加剂等方法来提高乳状液膜的稳定性, 其中以高分子作为膜相添加剂是一种有效的方法. 最近, 段正超等<sup>[11]</sup>报道了一种两亲共聚物聚甲基丙烯酸十二酯-丙烯酸作为膜稳定剂可明显改善乳状液膜的稳定性, 并研究了其对乳状液膜破裂度的影响和对含  $\text{Cr}^{3+}$  废水迁移的影响<sup>[12]</sup>.

虽然文献中已经有用乳液膜分离技术迁移  $\text{Cu}^{2+}$  的报道, 但这些研究主要集中在不同载体(如有机磷酸萃取剂、酮肟类萃取剂和中性磷型萃取剂)<sup>[1,13-16]</sup>对  $\text{Cu}^{2+}$  迁移效率的影响, 都没有采用两亲共聚物作稳定剂. 为

此, 本工作研究了两种两亲共聚物聚甲基丙烯酸十二酯-丙烯酸对乳状液膜中  $\text{Cu}^{2+}$  迁移的影响, 并对迁移条件作了系统探讨, 希望能找到一种新的迁移  $\text{Cu}^{2+}$  的乳状液膜分离体系.

## 2 实验

### 2.1 原料和仪器

Span-80, 化学纯; 两亲共聚物聚甲基丙烯酸十二酯-丙烯酸 [Poly(dodecyl methacrylate-acrylic acid), P(DM-AA)]自制<sup>[11]</sup>, 其中, 甲基丙烯酸十二酯与丙烯酸的摩尔比为 2:1, 产物为无规共聚物; 二-(2-乙基己基)磷酸[Di(2-ethylhexyl) Phosphoric Acid, HDEHP 或 HR], 化学纯, 北京化工厂; 市售煤油经酸洗、水洗和  $\text{NaHCO}_3$  处理,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  为分析纯, 水为二次蒸馏水, 其他试剂均为市售分析纯.

722 型分光光度计(厦门星鲨分析仪器厂), 液膜分离机(华东理工大学仪器设备厂).

### 2.2 W/O 型乳液膜的制备

以 Span-80 为表面活性剂、膜溶剂煤油与膜添加剂液体石蜡为外相、HDEHP 为流动载体、0.5 mol/L 的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  为内相, 加入一定质量分数(对膜相质量比)的 P(DM-AA)作膜稳定剂, 将混合溶液在液膜分离机上高速(2000~3000 r/min)乳化 20 min, 得到 W/O(水/油)型的乳状液膜.

### 2.3 分离过程及 $\text{Cu}^{2+}$ 迁移率的测定

在液膜分离机的样品池中, 将乳状液膜与含一定浓度  $\text{Cu}^{2+}$  的水溶液样品(料相)充分混合, 以 200~300 r/min

的转速搅拌 2~10 min, 然后静置分层, 取水层清液配制成样品溶液, 用分光光度法测定其中  $\text{Cu}^{2+}$  的含量, 并计算  $\text{Cu}^{2+}$  的迁移率:

$$E=(m_0-m)/m_0 \times 100\%, \quad (1)$$

式中,  $m_0$  为金属离子的初始质量,  $m$  为金属离子在料相中的剩余质量.

### 3 结果与讨论

#### 3.1 两亲高分子 P(DM-AA) 用量的影响

固定液膜中 Span-80 的含量(3.0%, 对膜相质量比, 下同)和料相中  $\text{Cu}^{2+}$  浓度(50  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ), 改变液膜中 P(DM-AA) 的含量, 测定其对迁移率的影响, 如图 1 所示, 可以看出随着 P(DM-AA) 含量的增大,  $\text{Cu}^{2+}$  的迁移率( $E$ ) 出现极大值. 这可解释为, 一方面, 由于两亲共聚物的存在, 其羧基的亲水端附在膜的表面, 起类似“锚”(Anchor)的作用, 而长链烷基的亲油端则伸展于分散介质油相中. 当液膜“微粒”相互接近时, 高分子链相互排斥起到一种保护网的作用(简称空间稳定作用, Steric stabilization), 使液膜的膜破裂度大大下降<sup>[1]</sup>, 而膜破裂度直接影响膜的迁移效率, 故使  $\text{Cu}^{2+}$  的迁移率上升; 另一方面, 当 P(DM-AA) 含量过大, 它会在被吸附粒子的侧面多次贴附而形成更厚的界面层, 使金属离子-载体配合物迁移通过界面的栅栏层变得困难, 因而  $\text{Cu}^{2+}$  的迁移率下降, 当然也有可能出现类似连续相结构, 出现粘度增大的情况, 其具体微观结构有待进一步研究.

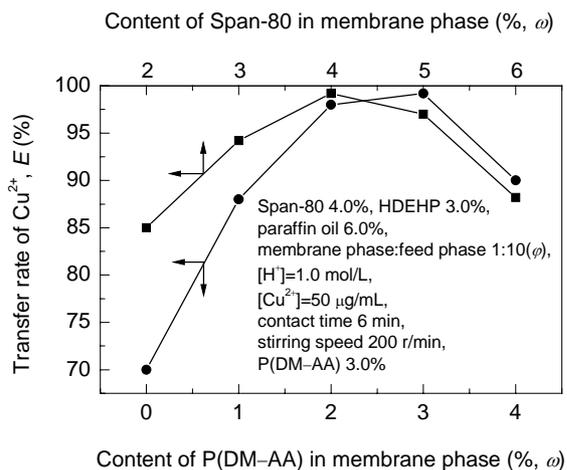


图1 两亲高分子 P(DM-AA) 用量和表面活性剂 Span-80 用量对  $\text{Cu}^{2+}$  迁移率的影响

Fig.1 Effects of content of P(DM-AA) and Span-80 on the transfer rate of  $\text{Cu}^{2+}$

#### 3.2 表面活性剂 Span-80 用量的影响

表面活性剂用量对液膜的稳定性和渗透速率都有直接影响, 因此, 适量的表面活性剂是取得良好分离效果的关键之一. 当其他条件固定时, 表面活性剂 Span-80 用量对  $\text{Cu}^{2+}$  迁移率的影响见图 1. 可以看出, 随 Span-80 用量的增大, 迁移率出现极大值. 当膜表面活性剂不足, 即低于其临界胶束浓度时, 乳液不稳定, 膜分离效率显然不高; 随着其含量增加, 加上它与两亲高分子的协同作用, 使液膜更稳定. 但表面活性剂用量过大, 同样会使液膜变稠厚, 使传质阻力加大, 因而迁移率下降. 当然也可能在两亲共聚物作用下, 出现更复杂的结构, 使粘度增大.

#### 3.3 液体石蜡用量的影响

为增强膜的稳定性, 可在膜相中加入适量的液体石蜡. 研究了膜相中液体石蜡用量对  $E$  值的影响, 见图 2. 结果发现, 随着液体石蜡用量的增加  $E$  值逐渐增加, 当液体石蜡用量为 6.0% 时出现极大值. 这是由于加入适量的液体石蜡, 使乳状液的粘度增加, 有利于液膜稳定性的改善, 从而使  $E$  增加. 但含量过大, 会使  $\text{Cu}^{2+}$  的传质阻力增大导致  $E$  下降.

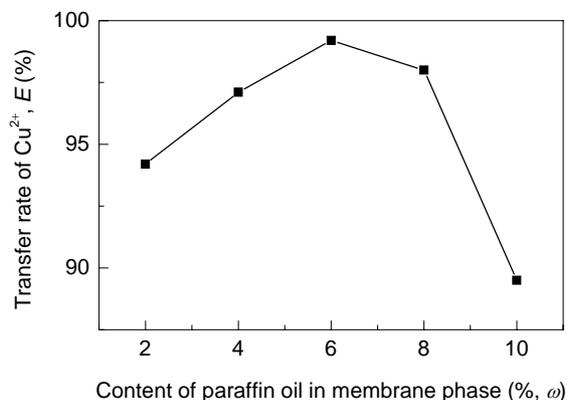


图2 液体石蜡用量对  $\text{Cu}^{2+}$  迁移率的影响

Fig.2 Effect of content of paraffin oil on the transfer rate of  $\text{Cu}^{2+}$  (Conditions are as shown in Fig.1)

#### 3.4 混合液搅拌速率的影响

图 3 为膜相与料相混合液搅拌速率对  $E$  的影响. 从图可以看出, 一方面,  $E$  值随搅拌速度的增大而出现极大值; 另一方面, 当搅拌速度相同时, 含两亲共聚物的乳状液膜的  $E$  值远高于不含两亲共聚物的乳状液膜. 前者表明, 只有适当的搅拌速度才能使液膜与料相充分混合, 但搅拌速度过快, 则会由于机械外力的作用, 使液膜被破坏. 从后者则可看出, 由于两亲共聚物的存在, 液膜更稳定, 而且即使在较高的剪切外力作用下, 仍不易破乳, 因而  $E$  值相对较高.

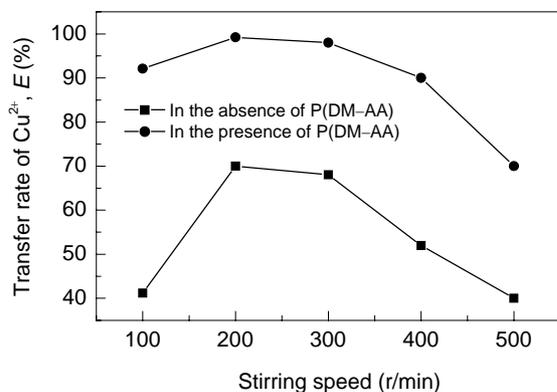


图3 搅拌速率对  $\text{Cu}^{2+}$  迁移率的影响  
Fig.3 Effect of stirring rate on the transfer rate of  $\text{Cu}^{2+}$   
(Conditions are as shown in Fig.1)

### 3.5 流动载体用量的影响

固定其他条件, 观察流动载体用量对  $E$  值的影响(图4). 结果表明, 随着 HDEHP 用量的增加,  $\text{Cu}^{2+}$  迁移率先快速增加, 当 HDEHP 对膜相的质量分数达到 3.0% 后,  $\text{Cu}^{2+}$  迁移率则基本保持不变. 载体浓度较低时, 料相-膜相界面未全部被载体分子饱和, 随着载体浓度增加, 界面吸附的载体分子增加, 故界面上的萃取反应速率增加. 但随后金属离子-载体配合物在膜相-内相界面解析后发生反萃取反应, 受界面吸附的载体分子的阻碍(如果已接近饱和), 解析速率下降, 故迁移率增加到一定程度后基本不再增加. 考虑到载体用量过大会使分离成本加大, 同时兼顾载体流失的损耗, 故选择其用量为 3.0%.

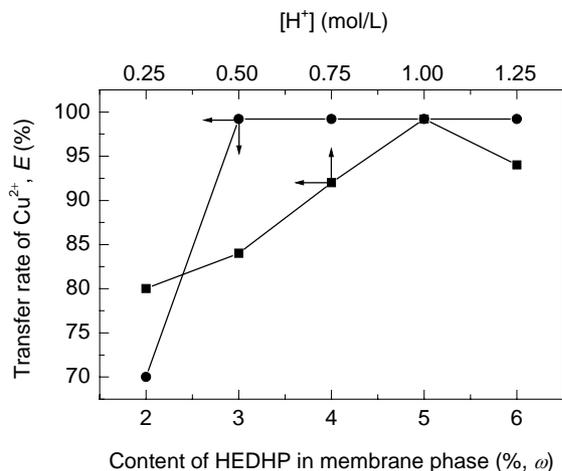


图4 流动载体和内相中  $\text{H}^+$  浓度对  $\text{Cu}^{2+}$  迁移率的影响  
Fig.4 Effects of content of HDEHP in membrane phase and  $[\text{H}^+]$  in internal phase on the transfer rate of  $\text{Cu}^{2+}$   
(Conditions are as shown in Fig.1)

### 3.6 内相中 $\text{H}^+$ 浓度的影响

当其他条件不变时, 改变内相  $\text{H}^+$  浓度, 考察了  $\text{Cu}^{2+}$

的迁移情况, 如图4所示. 由图可见, 当  $\text{H}^+$  浓度为 1.0 mol/L 时,  $\text{Cu}^{2+}$  的迁移率达到极大值. 从传输原理及过程可知, 内相  $\text{H}^+$  浓度越大,  $\text{Cu}^{2+}$  迁移的驱动力越大, 故迁移率增大. 但  $\text{H}^+$  浓度太大时, 由于膜的稳定性下降, 致使迁移率反而下降.

### 3.7 接触时间和乳液相/料相体积比的影响

接触时间指的是在适当的搅拌速度下料相与乳液相两相混合的时间. 图5为接触时间对  $E$  的影响. 从图可见, 搅拌混合 6 min 可使  $E$  值达到极大值, 混合时间再增加,  $E$  值反而下降. 这可解释为料相与乳液膜最初接触的一段时间内, 由于液膜的表面积很大, 金属离子迅速被传输过液膜进入内相, 因而  $E$  值增大, 随着料相中金属离子浓度的下降而达到平衡; 但如果接触时间过长, 使膜的破乳现象增大, 则外相中的  $\text{Cu}^{2+}$  浓度反而回升, 从而使分离效果变差.

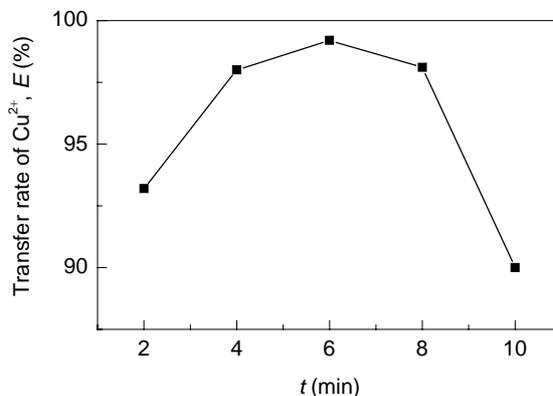


图5 接触时间对  $\text{Cu}^{2+}$  迁移率的影响  
Fig.5 Effect of contact time on the transfer rate of  $\text{Cu}^{2+}$

研究了乳液相与料相体积比对  $E$  的影响, 见表1. 可以看出, 当其体积比从 1:20 提高到 1:1, 迁移率从 90.0% 增加到 99.8%, 而当其体积比为 1:10 时, 迁移率已达 99.2%, 随后再增大体积比, 迁移率增加变缓, 综合考虑, 本体系选定乳液相与料相体积比为 1:10.

表1 乳液相与料相体积比对迁移率的影响  
Table 1 Effect of volume ratio of membrane to feed on the transfer rate of  $\text{Cu}^{2+}$

Phase volume ratio of membrane to feed	Transfer rate of $\text{Cu}^{2+}$ , E (%)
1:1	99.8
1:5	99.8
1:10	99.2
1:15	94.0
1:20	90.0

### 3.8 料相中 $\text{Cu}^{2+}$ 浓度的影响

图6为料相中  $\text{Cu}^{2+}$  浓度对其迁移率的影响, 可以看出, 随着料相中  $\text{Cu}^{2+}$  浓度的增加,  $\text{Cu}^{2+}$  迁移率逐渐下降. 作为一种所谓的异向耦合传输现象, 乳液膜实际是一种

模拟生物膜的传输机理, 特别适于低浓度金属离子的迁移. 当金属离子浓度高于  $150 \mu\text{g/mL}$  时, 迁移率下降得较快, 这可能是内相中氢离子缺乏所致.

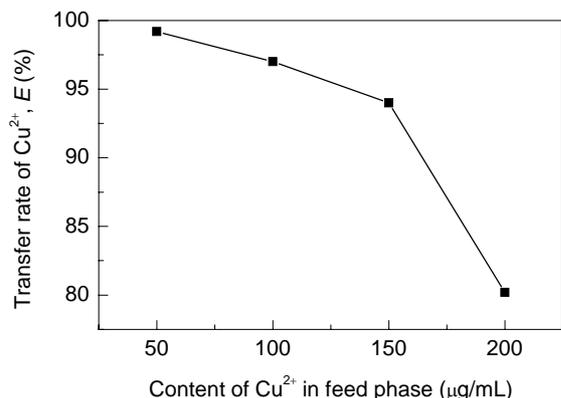


图 6 料相中  $\text{Cu}^{2+}$  浓度对  $\text{Cu}^{2+}$  迁移率的影响  
Fig.6 Effect of content of  $\text{Cu}^{2+}$  in the feed phase on the transfer rate of  $\text{Cu}^{2+}$

### 3.9 乳状液膜的迁移机理

乳状液膜分离是将外相中的组分萃取到膜相, 再从膜相反萃取到内相(解析相)的连续分离过程. 本体系中 HDEHP 是酸性磷型萃取剂, 用它作  $\text{Cu}^{2+}$  的载体时, 金属离子的跨膜传输是异向耦合传输<sup>[17,18]</sup>. 由于在分离过程中膜的两侧要求电中性, 因此在传质过程中待分离溶质( $\text{Cu}^{2+}$ )与供能溶质( $\text{H}^+$ )的迁移方向相反(即为异向耦合传输), 而内相和料相中  $\text{H}^+$  浓度差是实现  $\text{Cu}^{2+}$  迁移的驱动力<sup>[19]</sup>. 离子传输过程如图 7 所示<sup>[17,18]</sup>.

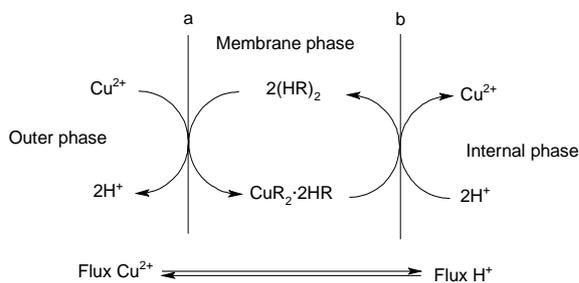


图 7  $\text{Cu}^{2+}$  的乳液膜迁移过程示意图  
Fig.7 Schematic description of coupled transport of  $\text{Cu}^{2+}$  through the liquid membrane

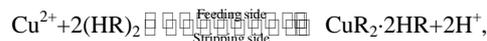
当  $\text{Cu}^{2+}$  的浓度固定, 料相与膜相接触时(如图 5), 在料相与膜相的界面(a)处,  $\text{Cu}^{2+}$  与载体 HDEHP(HR)形成配合物, 然后向膜内侧扩散, 继而在膜相与内相的界面(b)处与内相中的  $\text{H}^+$  结合解析出  $\text{Cu}^{2+}$ , 所解析的  $\text{Cu}^{2+}$  进入内相, 而载体 HR 则重新向膜相的外侧扩散, 再在界面 a 处与  $\text{Cu}^{2+}$  结合, 然后重复上面的过程. 由于内相中  $[\text{H}^+]$  比外相高, 因此这种传质过程的驱动力得到保障, 因而  $\text{Cu}^{2+}$  浓度随着接触时间的增加而增加, 当然时间过

长, 则料相中  $\text{Cu}^{2+}$  浓度减少等原因导致其迁移率有所下降; 另一方面, 当其他条件不变时, 如果增加  $\text{Cu}^{2+}$  浓度(见图 6), 则发生迁移率降低的现象. 这是因为, 当金属离子浓度过大, 则会使传质动力(内相中  $\text{H}^+$ )相对减少, 所以从料相中被迁移的  $\text{Cu}^{2+}$  的数量减少, 即迁移效率降低.

从图 7 还可以看出, 在迁移过程中, 膜相的内外有 2 个浓度变化: 从待传质离子  $\text{Cu}^{2+}$  来看, 在料相与膜相接触并发生传质之前, 料相中的  $\text{Cu}^{2+}$  浓度高于内相, 随着传质的进行, 内相中  $\text{Cu}^{2+}$  浓度逐渐增加, 最后内相中  $\text{Cu}^{2+}$  浓度远高于料相; 同样, 传质前内相中  $\text{H}^+$  的浓度高于料相, 随着传质的进行, 内相的浓度则逐渐下降. 要保障  $\text{Cu}^{2+}$  有较高的迁移率, 则内相中的  $[\text{H}^+]$  要足够高(但也不能无限高, 从图 4 可以看出,  $\text{H}^+$  浓度过高, 会使膜的稳定性下降, 发生膜破裂, 继而使  $\text{Cu}^{2+}$  迁移率下降).

此外, 从上面的分析还可以看出, 膜的稳定性是维持  $\text{Cu}^{2+}$  被迁移的基础, 如果膜破裂, 则被迁移到内相中的  $\text{Cu}^{2+}$  又会回到料相, 迁移率会下降. 因此除了用常规表面活性剂外, 本工作还添加了两亲聚合物作为膜稳定剂, 结果表明(图 1)其加入可使膜稳定性增加, 在适当用量下可以提高  $\text{Cu}^{2+}$  的迁移率.

总的来说, 在料相-膜相界面(a),  $\text{Cu}^{2+}$  与 HR 发生如下反应<sup>[17]</sup>:



式中,  $(\text{HR})_2$  表示 HDEHP 在煤油中以二聚体形式存在, 而  $\text{CuR}_2 \cdot 2\text{HR}$  为  $\text{Cu}^{2+}$ -载体配合物. 反应所生成的  $\text{Cu}^{2+}$ -载体配合物从界面 a 向膜内侧扩散, 继而在膜相-解析相界面(b)发生上述反应的逆反应, 解析出的  $\text{Cu}^{2+}$  从界面 b 向内相本体扩散.

## 4 结论

两亲共聚物聚甲基丙烯酸十二酯-丙烯酸[P(DM-AA)]可作为膜稳定剂加到含 Span-80、二-(2-乙基基)磷酸、煤油和液体石蜡及硫酸稀溶液等的 W/O 型乳状液膜中. 系统地研究了该类体系对含  $\text{Cu}^{2+}$  废水的迁移条件, 结果发现, 含两亲共聚物的乳状液膜具有很好的稳定性, 可以提高对  $\text{Cu}^{2+}$  的迁移率.  $\text{Cu}^{2+}$  的迁移率随着膜相中膜稳定剂 P(DM-AA)、表面活性剂 Span-80、膜添加剂石蜡油、流动载体 HEEHP、内相中  $[\text{H}^+]$  等的增加及接触时间和搅拌速率的增加而出现极大值, 其最佳迁移条件为: 膜相中 P(DM-AA)含量 3.0%, Span-80 4.0%, HDEHP 3.0%, 石蜡 6.0%, 膜相:料相=1:10( $\phi$ ),  $[\text{H}^+]=1.0 \text{ mol/L}$ , 接触时间 6 min, 搅拌速率 200~300 r/min. 分析

表明,  $\text{Cu}^{2+}$ 的迁移属异向耦合传输机理, 其迁移动力来自于内相与外相的  $\text{H}^+$ 浓度差。

#### 参考文献:

- [1] 黄万抚, 王淀佐, 胡永平. 乳液液膜技术自铜矿堆浸液回收  $\text{Cu}^{2+}$  的研究 [J]. 金属矿山, 2002, (6): 17-19.
- [2] 张延安, 豆志河. 用壳聚糖脱除废水中的铜离子 [J]. 东北大学学报(自然科学版), 2006, 27(2): 203-205.
- [3] 张爱茜, 刘伟, 吴海锁, 等. 酿酒酵母对  $\text{Cu}^{2+}$ 生物吸附机制的研究 [J]. 环境化学, 2005, 24(6): 675-677.
- [4] 张政朴, 王志鹏, 吴强, 等. 聚四氟乙烯纤维辐照接枝制备弱酸性离子交换剂及其对  $\text{Cu}^{2+}$ 的吸附 [J]. 高分子学报, 2004, (1): 84-87.
- [5] 左丹英, 朱宝库, 王绍洪, 等. 聚丙烯中空纤维膜萃取水溶液中铜离子的研究 [J]. 环境化学, 2006, 25(1): 50-54.
- [6] Kargari A, Kaghazchi T, Sohrabi M. Batch Extraction of Gold(III) Ions from Aqueous Solutions Using Emulsion Liquid Membrane via Facilitated Carrier Transport [J]. J. Membr. Sci., 2004, 233(1/2): 1-10.
- [7] Chakraborty M, Bhattacharya C, Datta S. Study of the Stability of W/O/W-type Emulsion during the Extraction of Nickel via Emulsion Liquid Membrane [J]. Sep. Sci. Technol., 2004, 39(11): 2609-2625.
- [8] Fang J Z, Li M Y, Xu Z H. Separation of Cobalt from a Nickel-hydrometallurgical Effluent Using an Emulsion Liquid Membrane [J]. Sep. Sci. Technol., 2003, 38(14): 3553-3574.
- [9] Wu Q S, Zhen N W, Li Y D. Preparation of Nanosized Semiconductor CdS Particles by Emulsion Liquid Membrane with O-Phenanthroline as Mobile Carrier [J]. J. Membr. Sci., 2000, 172(1/2): 199-201.
- [10] Li Q M, Liu Q, Wei X J. Separation Study of Mercury through an Emulsion Liquid Membrane [J]. Talanta, 1996, 43(11): 1837-1840.
- [11] 段正超, 田大听, 谭志伟. 两亲高分子对液膜分离体系的稳定作用 [J]. 湖北化工, 2001, 18(1): 30-31.
- [12] 田大听. 用含两亲高分子的液膜迁移痕量  $\text{Cr}^{3+}$  [J]. 膜科学与技术, 2004, 24(1): 63-65.
- [13] 舒万良, 梁刚. 乳液液膜法分离提取  $\text{Cu}^{2+}$  [J]. 膜科学与技术, 1998, 18(1): 14-17.
- [14] 刘荣, 雷兆武. 乳液液膜自矿山含铜酸性废水中提取铜的研究 [J]. 化学工程师, 2005, (11): 6-8.
- [15] Sengupta B, Sengupta R, Subrahmanyam N. Copper Extraction into Emulsion Liquid Membranes Using LIX 984N-C [J]. Hydrometallurgy, 2006, 81(1): 67-73.
- [16] 谢少雄, 黄功浩, 陈晓明. 液膜接触法处理含铜废水的实验研究 [J]. 膜科学与技术, 2003, 23(2): 65-68.
- [17] Danesi P R. Separation of Metal Species by Supported Liquid Membrane [J]. Sep. Sci. Technol., 1984, 19(11/12): 857-892.
- [18] Chakraborty M, Bhattacharya C, Datta S. Mathematical Modeling of Simultaneous Copper(II) and Nickel(II) Extraction from Wastewater by Emulsion Liquid Membranes [J]. Sep. Sci. Technol., 2003, 38(9): 2081-2106.
- [19] Mataumiya H, Yatsuya Y, Hiraide M. Redox-driven Transport of Copper Ions in an Emulsion Liquid Membrane System [J]. Anal. Bioanal. Chem., 2006, 385(5): 944-947.

## Influence of Copolymer of Dodecyl Methacrylate-Acrylic Acid on Transfer of $\text{Cu}^{2+}$ Ions through Emulsion Liquid Membrane

TIAN Da-ting

(School of Chemical and Environmental Engineering, Hubei Institute for Nationalities, Enshi, Hubei 445000, China)

**Abstract:** The effects of separation conditions of emulsion liquid membrane on the transfer rate of  $\text{Cu}^{2+}$  are studied. The membrane is composed of an amphiphilic copolymer of dodecyl methacrylate and acrylic acid [P(DM-AA)], sorbitan monooleate (Span-80), di(2-ethylhexyl) phosphoric acid (HDEHP), kerosene, paraffin oil, and an aqueous  $\text{H}_2\text{SO}_4$  solution, which are used as membrane stabilizer, surfactant, carrier, solvent and internal phase, respectively. The results show that the transfer rate of  $\text{Cu}^{2+}$  is significantly improved by the steric stabilization of the amphiphilic copolymer. The optimum conditions are determined as follows: P(DM-AA) 3.0%, Span-80 4.0%, HDEHP 3.0%, paraffin oil 6.0%, volumetric ratio of membrane phase to feed phase 1:10,  $[\text{H}^+]=1.0$  mol/L, contact time 6 min, and stirring rate 200~300 r/min. Moreover, the structure of the emulsion liquid membrane and the mechanism of a coupled counter-transport are also discussed.

**Key words:** amphiphilic copolymer; emulsion liquid membrane; transfer; stabilizer; copper ion