

# 电解制备过硫酸铵所用阳离子交换膜的实验研究

王超<sup>1</sup> 周俊波<sup>1\*</sup> 唐阳<sup>2</sup>

(北京化工大学 1. 机电工程学院; 2. 理学院, 北京 100029)

**摘要:** 不同槽电压与电解液流量条件下, 对 HDGN 膜、HDCMI 膜、HDNAF 膜与 HDJCM 膜 4 种全氟磺酸型阳离子交换膜在电解制备过硫酸铵中的电解性能进行实验研究, 以提高其电流效率并降低电耗。实验采用自制电解槽, 以烧结镀铂钛板作为阳极, 铅锑锡合金作为阴极, 实验结果表明: 在最优工况下 HDGN 膜可以将电流效率提高至 95%, 电耗降低至 1 113 kW·h/t (生产每 t 过硫酸铵的电耗); HDCMI 膜、HDNAF 膜与 HDJCM 膜的最高电流效率分别可以达到 73%、78% 与 81%, 所对应的最低电耗分别为 1 770 kW·h/t、1 506 kW·h/t 与 1 305 kW·h/t。并且 HDGN 膜由于含有增强网布, 从而具备足够的机械强度。因此, 在电解制备过硫酸铵生产过程中 HDGN 膜具有良好的工业化应用前景。

**关键词:** 离子交换膜; 电解制备; 过硫酸铵; 槽电压; 电流效率

**中图分类号:** O646. 51 **DOI:** 10. 13543/j. bhhxbzr. 2018. 04. 002

## 引言

过硫酸铵因含有活性氧而在化工、轻工、电子、石油及食品工业等领域有着广泛的应用, 主要用作有机合成工业中的引发剂、电子行业的刻蚀剂、石油压裂剂的洗涤剂、橡胶的硫化剂, 此外还作为游泳池消毒剂和毛发漂白剂等<sup>[1-2]</sup>。

目前工业生产过硫酸铵有电解法和蒽醌法两种方法<sup>[3-4]</sup>。蒽醌法生产过硫酸铵存在纯度低、提纯复杂且生产过程污染大的缺点。电解法因具有工艺操作简单、生产过程污染小、产品易分离和纯度高特点, 成为应用最广的过硫酸铵生产方法。在工业电解法生产中, 过硫酸铵主要通过离子交换膜电解硫酸铵来制备<sup>[5]</sup>。

提高电流效率与降低电耗是目前电解制备过硫酸铵的重要研究方向, 并且主要集中在阳极材料、阴极材料、添加剂和离子交换膜方面<sup>[6-8]</sup>。离子交换膜已经大量应用于电渗析、电去离子和过硫酸生产等过程中<sup>[9-13]</sup>。近年来, 离子交换膜在提高电解制备过硫酸铵的电流效率和降低电耗方面起到重要作用。在电解制备过硫酸铵领域, 得到广泛研究的离子交换膜包括已经应用于氯碱行业的离子交换膜如

Nafion<sup>®</sup> 424<sup>[14-15]</sup>、Nafion<sup>®</sup> 117<sup>[16]</sup>, 新研发的阳离子交换膜与其他商业离子交换膜等。

南湖等<sup>[17]</sup>以自制新型复合膜为隔膜, 以焊有铂丝的钛板极为阳极, 铅板为阴极, 在电解制备过硫酸铵的实验研究中, 将电流效率提高至 76. 3%, 电耗降低至 1 485 kW·h/t。丛玉凤等<sup>[15]</sup>使用铂阳极、铅阴极与聚四氟乙烯阳离子交换膜, 在槽电压 5. 29 V 下将电解制备过硫酸铵的电流效率提高至 72. 4%, 电耗降至 1 485 kW·h/t, 但是其离子膜机械强度较低, 尚需要进一步提高该类膜的机械强度。对于全氟磺酸/全氟羧酸复合膜, 工业电解硫酸铵的阳极液 pH 低于 2, 以致羧酸层变为—COOH 型, 使得羧酸层导电性能严重下降, 槽电压急剧升高, 而且膜内部过热, 水汽蒸发, 出现水泡, 或是羧酸层出现针孔。因此, 全氟磺酸/全氟羧酸复合膜不适用于电解制备过硫酸铵的工况。

目前我国电解法生产过硫酸铵工业化设备电解槽所用的隔膜均为陶瓷膜, 但是陶瓷膜的电耗较高, 生产成本低, 并且陶瓷膜的使用寿命一般为 1 年, 而离子交换膜在氯碱行业的使用寿命通常至少为两年。然而, 将离子交换膜应用于工业电解制备过硫酸铵还未见报道。基于此, 本文通过实验对 4 种全氟磺酸型阳离子交换膜 HDGN 膜、HDJCM 膜、HDNAF 膜和 HDCMI 膜在电解制备过硫酸铵过程中的性能进行了研究, 从中选出能够很够应用于电解制备过硫酸铵的离子交换膜, 以提高生产过程的电流

收稿日期: 2018-02-23

第一作者: 男, 1991 年生, 博士生

\* 通信联系人

E-mail: zhogab@163.com

效率、降低电耗。

1 实验部分

1.1 材料和试剂

硫酸铵((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)、硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)、过硫酸铵((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>)、高锰酸钾(KMnO<sub>4</sub>)、硫酸亚铁(FeSO<sub>4</sub>),均购于韦斯(北京)实验用品有限公司。HDCMI膜、HDNAF膜、HDGN膜与HDJCM膜,购于中科瑞阳膜技术(北京)有限公司,并经过浸渍法表面处理。电子分析天平,型号CNS,最小称量10 mg,量程300 g,台州嘉锐仪器科技有限公司。4种阳离子交换膜的性能参数如表1所示。

表 1 4 种阳离子交换膜的性能参数

Table 1 Performance parameters of the four membranes						
膜类型	离子交换容量/ (mol·kg <sup>-1</sup> )	电导率/ (S·cm <sup>-1</sup> )	含水率/%	厚度/ μm	破裂强度/ MPa	热稳定范围/ ℃
HDCMI	1.6	0.087	21	450	0.55	5~90
HDNAF	1.9	0.11	31	175	0.52	5~90
HDGN	2.0	0.12	33	320	0.50	5~80
HDJCM	2.1	0.13	38	200	0.25	5~70

从表1可以看出,对于该4种阳离子交换膜,随着离子交换容量的增加,电导率与含水率不断增加。此外,除HDJCM膜外,HDGN膜、HDNAF膜与HDCMI膜均有增强网布,具备足够的强度。工业电解制备过硫酸铵的温度范围一般为25~40℃,因此这4种阳离子交换膜的热稳定范围均满足工业要求。

1.2 实验装置

过硫酸铵电解实验装置示意图如图1所示。实验采用自制板框式电解槽,电极尺寸40 mm×60 mm×2 mm,有效电解面积7 cm<sup>2</sup>,电极间隙6 mm;电极与离子膜之间由两个硅胶垫片隔开;阳极为烧结镀铂钛极板,宝鸡恒瑞钛阳极钛制品有限公司,阴极为铅锡锡合金极板,上海惠妍焊接材料有限公司;YB1721A直流电源,上海慧跃电气科技有限公司;TP12DC24V蠕动泵,广州集优塑料管件科技有限公司;DP3-72A直流电流表,浙江台泉电气有限公司;电解液温度由自制换热设备控制。

1.3 实验方法

所有实验均采用恒电压法,由蠕动泵将电解液在电解槽和相应的电解液容器之间循环流动。电解液温度控制在35~40℃,每次实验为30 min。每次实

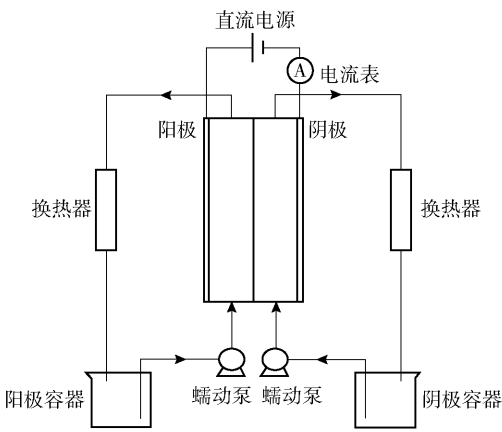


图 1 实验装置示意图

Fig. 1 Diagram of the experimental device

验结束时,从阳极液容器内取样进行分析。

电解液的组分和浓度与工业电解制取过硫酸铵的相同,其中,阳极液体积100 mL,组分浓度为(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 460 g/L和(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> 90 g/L;阴极液体积100 mL,组分浓度为(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 400 g/L和H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 49 g/L。

1.4 分析方法

采用高锰酸钾滴定法测定过硫酸铵浓度。取1 mL样品溶液与10 mL浓度为0.2 mol/L的标准FeSO<sub>4</sub>溶液反应,产生Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>并有剩余的FeSO<sub>4</sub>。采用0.01 mol/L标准KMnO<sub>4</sub>溶液测定剩余的FeSO<sub>4</sub>,同时KMnO<sub>4</sub>溶液可作为判定滴定终点的指示剂。

过硫酸铵浓度c(mol/L)的计算公式为

$$c = \frac{c_1 V_1 - 5c_2 V_2}{nV}$$

(1)

式中,c<sub>1</sub>和c<sub>2</sub>分别为FeSO<sub>4</sub>溶液和KMnO<sub>4</sub>溶液的浓度,mol/L;V、V<sub>1</sub>和V<sub>2</sub>分别为待测溶液、FeSO<sub>4</sub>溶液与KMnO<sub>4</sub>溶液的滴定体积,mL;n是参与电极反应的电子数。

电流效率η计算公式为

$$\eta = \frac{nFV_0(c_4 - c_3)}{It} \times 100\%$$

(2)

式中,c<sub>3</sub>、c<sub>4</sub>分别为电解前和电解后的过硫酸铵溶液浓度,mol/L;V<sub>0</sub>是阳极液的总体积,L;I为工作电流,A;t为电解时间,s;F为法拉第常数,96 485 C/mol。

电解制备每吨过硫酸铵所需电耗W(kW·h/t)的计算公式为

$$W = \frac{UIt/3\,600/1\,000}{V_0(c_4 - c_3)M/10^6} = \frac{Ult}{3.6V_0(c_4 - c_3)M} =$$

$$\frac{nFU}{3.6M\eta} \times 100\% \quad (3)$$

式中,  $U$  为槽电压, V;  $M$  为过硫酸铵的摩尔质量, g/mol。

### 1.5 实验误差分析

滴定过程中, 使用量程为 50 mL 的酸式滴定管盛装  $\text{KMnO}_4$  溶液。当被滴定溶液变为粉红色时, 判定为滴定终点。1 滴溶液的体积为 0.05 mL, 滴定所用  $\text{KMnO}_4$  溶液的体积为 16 ~ 21 mL, 因此过硫酸的滴定浓度比配置浓度低 0.24% ~ 0.31%。用电子分析天平称取过硫酸铵并配置质量浓度为 100 g/L 和 130 g/L 的过硫酸铵溶液, 采用高锰酸钾滴定法测定其浓度。滴定结果表明, 过硫酸铵的滴定浓度比配置浓度低 0.5% ~ 0.8%, 因此实验误差在可接受范围。

## 2 结果与讨论

### 2.1 槽电压对电流效率和电耗的影响

图 2 显示了当电解液流量为 60 mL/min 时槽电压对电流效率的影响。

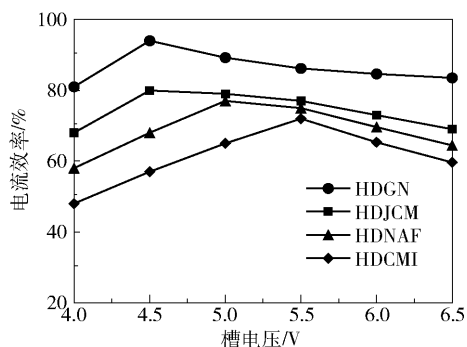


图 2 槽电压对电流效率的影响

Fig. 2 The effect of cell voltage on the current efficiency

从图 2 可以看出, 随着槽电压的升高, HDGN 膜、HDJCM 膜、HDNAF 膜与 HDCMI 膜的电流效率先逐渐增大, 并分别在槽电压为 4.5 V、4.5 V、5 V 和 5.5 V 时达到最大值 94%、80%、77% 和 72%。这是因为在其他条件不变时, 随着槽电压的升高, 电流密度增加, 促进了阳极主反应的进行, 同时电流密度增加也抑制了析氧副反应的发生, 即:  $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{e}^-$ , 提高了电流效率。之后, 随着槽电压的进一步升高, 4 种膜的电流效率逐渐减小。这是由于槽电压过高, 阳极电位增加, 促进了析氧副反应的发生, 导致电流效率下降。电流效率与阳极析氧过电位密切相关, 而阳极析氧过电位受电流密

度的影响。HDNAF 膜、HDCMI 膜、HDGN 膜与 HDJCM 膜电导率不同, 导致它们在相同电流密度下槽电压的不同, 其中 HDGN 膜与 HDJCM 膜的电压降较小, 在电流效率最高时的槽电压也较小。

如图 3 所示, HDGN 膜、HDJCM 膜、HDNAF 膜和 HDCMI 膜的电耗分别在槽电压为 4.5 V、4.5 V、5 V 和 5.5 V 时达到最小值 1 125  $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}$ 、1 322  $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}$ 、1 525  $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}$  和 1 774  $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}$ 。对于这 4 种阳离子交换膜, 在相同的槽电压下, 电流效率越大, 电耗越小, 且该实验结果与公式 (3) 一致。从图 2 与图 3 可以看出, 在所研究的 4 种阳离子交换膜中, HDGN 膜的电流效率最高, 而且显著降低了电解制备过硫酸铵的电耗 (1 120  $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}$ )。

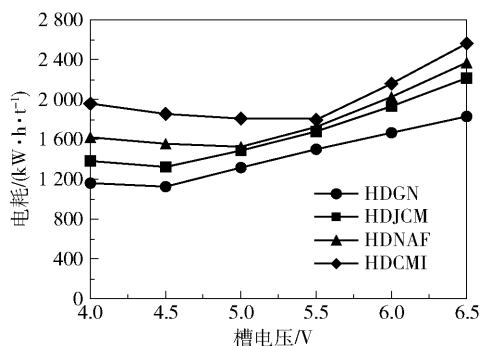


图 3 槽电压对电耗的影响

Fig. 3 The effect of cell voltage on the energy consumption

与 HDNAF 膜和 HDCMI 膜相比, HDGN 膜与 HDJCM 膜的电导率较高, 所以在相同的电流密度下, HDGN 膜与 HDJCM 膜的电压降较小、槽电压较小、电耗较低。虽然与 HDGN 膜相比, HDJCM 膜的电导率较高, 但由于 HDJCM 膜的含水率较高, 导致 HDJCM 膜对离子的选择透过性有所降低<sup>[18-19]</sup>。因此与 HDGN 膜相比, HDJCM 膜的电流效率较低, 电耗较高。

### 2.2 电解液流量对电流效率与电耗的影响

如图 4 所示, 当槽电压分别为 4.5 V、4.5 V、5 V 和 5.5 V 时, HDGN 膜、HDJCM 膜、HDNAF 膜和 HD-CMI 膜的电流效率随着电解液流量的增加而增加, 并在电解液流量为 70 mL/min 时, 分别达到 95%、81%、78% 和 73%。同时, 这 4 种离子膜的电流效率在电解液流量 60 ~ 70 mL/min 范围内增加缓慢, 表明在该实验装置中, 质量传递在流量为 60 ~ 70 mL/min 时已经不是反应速率的决定步骤<sup>[14]</sup>。

如图 5 所示, 当槽电压分别为 4.5 V、4.5 V、5 V 和 5.5 V 时, HDGN 膜、HDJCM 膜、HDNAF 膜和 HD-

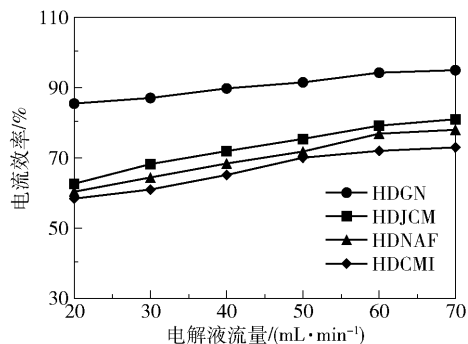


图4 电解液流量对电流效率的影响

Fig. 4 The effect of electrolyte flow rate on the current efficiency

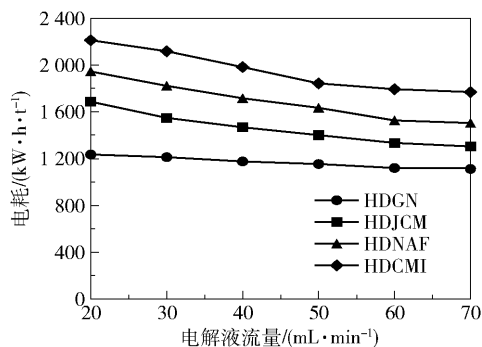


图5 电解液流量对电耗的影响

Fig. 5 The effect of electrolyte flow rate on the energy consumption

CMI 膜的电耗在电解液流量为 70 mL/min 时分别降至 1 113 kW·h/t、1 305 kW·h/t、1 506 kW·h/t 和 1 770 kW·h/t。从图 4 与图 5 可以看出,对于 4 种阳离子交换膜,在相同电解液流量下 HDGN 膜的电流效率最高、电耗最低。

在电解槽尺寸一定的条件下,电解液流量越大,电解液在电解槽内的流速越高,更有利于反应物向电解表面的传质,从而提高电流效率、降低电耗<sup>[20]</sup>。所以从图 4 与图 5 中可以看出,随着电解液流量的不断增加,4 种阳离子交换膜的电流效率不断增加,电耗不断降低。与 HDGN 膜和 HDJCM 膜相比,HDNAF 膜和 HDCMI 膜的低电导率导致其在相同电解液流量下电流效率较低、电耗较高。由于 HDJCM 膜的机械强度较差,不易安装在电解槽中,并且承受电解过程中压力与气泡冲击的能力较低,长期使用易造成离子交换膜的破损,对其电解性能产生严重影响,而 HDGN 膜、HDJCM 膜与 HDNAF 膜由于有增强网布从而具备足够的机械强度,能够承受电极产生的气泡的长期冲击。因此对于 HDJCM 膜可以考虑在利用网布增强其机械强度后继续进行研究。

与赵建宏等<sup>[21]</sup>所开展的实验相比,本文实验的电解液温度较高,增加了电解液的电导率;与 Zhu 等<sup>[14]</sup>的实验装置相比,本文实验所用阳极液的酸性降低了过硫酸铵的分解<sup>[22]</sup>。在 HDGN 膜、HDJCM 膜、HDNAF 膜和 HDCMI 膜 4 种全氟磺酸型阳离子交换膜中,HDGN 膜在电解制备过硫酸铵过程中的电流效率较高,电耗较低,同时具有较高的机械强度,可作为电解制备过硫酸铵的隔膜。

### 3 结论

当电解液采用工业电解制备过硫酸铵的组分与浓度,即阳极液组分浓度为 460 g/L (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 和 90 g/L (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>、阴极液组分浓度为 400 g/L (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 和 49 g/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 时,与 HDJCM 膜、HDNAF 和 HDCMI 膜相比,在相同的电解条件下 HDGN 膜具有更高的电流效率与更低的电耗。HDGN 膜在槽电压为 4.5 V、电解液流量为 70 mL/min 时的电流效率与电耗分别为 95% 与 1 113 kW·h/t,且由于其有增强网布而具备足够的机械强度。因此,HDGN 膜能够适用于电解制备过硫酸铵的工业实践。

### 参考文献:

- [1] 徐楠楠. 电解法制备过硫酸铵研究综述[J]. 广东化工, 2015, 42(6): 114, 107.
- XU N N. Study on the process for electrosynthesis of ammonium persulfate [J]. Guangdong Chemical Industry, 2015, 42(6): 114, 107. (in Chinese)
- [2] BENNEDSEN L R. In situ chemical oxidation: the mechanisms and applications of chemical oxidants for remediation purposes[M] // Chemistry of Advanced Environmental Purification Processes of Water. Vejle: Elsevier, 2014: 13-74.
- [3] 胡长诚. 国内外蒽醌法制过氧化氢工艺技术研发新进展[J]. 化学推进剂与高分子材料, 2017, 15(2): 1-13.
- HU C C. New research & development progress of anthraquinone process for preparation of hydrogen peroxide at home and abroad [J]. Chemical Propellants & Polymeric Materials, 2017, 15(2): 1-13. (in Chinese)
- [4] 宋浩然. 阴阳极同步产过氧化氢和过硫酸铵研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2014.
- SONG H R. Research on cogeneration of hydrogen peroxide cathodic and ammonium persulfate anodic[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2014. (in Chinese)



- [5] 冯浩,熊源泉,吴波. 氨基湿法脱硫脱硝吸收液电解制备过硫酸铵[J]. 化工学报,2017,68(12):4691-4701.  
FENG H, XIONG Y Q, WU B. Electrochemical production of ammonium persulfate using absorption solution from ammonia-based wet desulfurization and denitrification[J]. CIESC Journal, 2017, 68(12): 4691-4701. (in Chinese)
- [6] BRIEGA-MARTOS V, HERRERO E, FELIU J M. Effect of pH and water structure on the oxygen reduction reaction on platinum electrodes[J]. Electrochimica Acta, 2017, 241: 497-509.
- [7] DAVIS J, BAYGENTS J C, FARRELL J. Understanding persulfate production at boron doped diamond film anodes[J]. Electrochimica Acta, 2014, 150: 68-74.
- [8] DAVIS J R, BAYGENTS J C, FARRELL J. Effect of current density and sulfuric acid concentration on persulfuric acid generation by boron-doped diamond film anodes[J]. Journal of Applied Electrochemistry, 2014, 44(7): 841-848.
- [9] PAN Z F, CHEN R, AN L, et al. Alkaline anion exchange membrane fuel cells for cogeneration of electricity and valuable chemicals[J]. Journal of Power Sources, 2017, 365: 430-445.
- [10] RAN J, WU L, HE Y B, et al. Ion exchange membranes: new developments and applications[J]. Journal of Membrane Science, 2017, 522: 267-291.
- [11] 耿道静,李红海. 离子交换膜的应用技术[J]. 当代化工,2017,46(12):2598-2602.  
GENG D J, LI H H. Application technology of ion exchange membrane[J]. Contemporary Chemical Industry, 2017, 46(12): 2598-2602. (in Chinese)
- [12] AHMAD ZAKIL F, KAMARUDIN S K, BASRI S. Modified nafion membranes for direct alcohol fuel cells: an overview[J]. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 2016, 65: 841-852.
- [13] 陈倩如,汪小尧,汪婷婷,等. 直接氧化法和离子膜电渗析法制备聚合硫酸铁工艺的比较[J]. 化工进展, 2017,36(10):3800-3806.  
CHEN Q R, WANG X Y, WANG T T, et al. The comparison of direct oxidation process and electrodialysis process for preparing polyferric sulphate[J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2017, 36(10): 3800-3806. (in Chinese)
- [14] ZHU J, HII K K M, HELLGARDT K. Towards a green generation of oxidant on demand: practical electrosynthesis of ammonium persulfate[J]. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 2016, 4(4): 2027-2036.
- [15] 丛玉凤,肖光,乔庆东,等. 电解稀硫酸铵溶液生产过硫酸铵[J]. 抚顺石油学院学报, 2001, 21(4):29-31.  
CONG Y F, XIAO G, QIAO Q D, et al. Electrochemical preparation of ammonium persulfate by dilute solution of ammonium sulfate[J]. Journal of Fushun Petroleum Institute, 2001, 21(4): 29-31. (in Chinese)
- [16] 王颖,熊源泉,张晋萍. 脱硫脱硝吸收液中硫酸铵电化学制备过硫酸铵的实验研究[J]. 东南大学学报(自然科学版),2015,45(4):738-744.  
WANG Y, XIONG Y Q, ZHANG J P. Experimental study on electrosynthesis of ammonium persulfate using ammonium sulfate solutions from wet simultaneous desulfurization and denitrification[J]. Journal of Southeast University (Natural Science Edition), 2015, 45(4): 738-744. (in Chinese)
- [17] 南湖,王宇新. SPEEK 复合膜在电解制备过硫酸铵中的应用[J]. 化学工业与工程,2013,30(1):53-58.  
NAN H, WANG Y X. Application of SPEEK composite membranes in electrosynthesis of ammonium persulfate[J]. Chemical Industry and Engineering, 2013, 30(1): 53-58. (in Chinese)
- [18] CASSADY H J, CIMINO E C, KUMAR M, et al. Specific ion effects on the permselectivity of sulfonated poly(ether sulfone) cation exchange membranes[J]. Journal of Membrane Science, 2016, 508: 146-152.
- [19] ZHANG B P, HONG J G, XIE S H, et al. An integrative modeling and experimental study on the ionic resistance of ion-exchange membranes[J]. Journal of Membrane Science, 2017, 524: 362-369.
- [20] ROMMERSKIRCHEN A, OHS B, HEPP K A, et al. Modeling continuous flow-electrode capacitive deionization processes with ion-exchange membranes[J]. Journal of Membrane Science, 2018, 546: 188-196.
- [21] 赵建宏,孙培永,王留成,等. 电解法生产过硫酸铵的研究[J]. 郑州大学学报(工学版),2006,27(1):109-112.  
ZHAO J H, SUN P Y, WANG L C, et al. Study on the process for electrosynthesis of ammonium persulfate[J]. Journal of Zhengzhou University (Engineering Science), 2006, 27(1): 109-112. (in Chinese)
- [22] JOHNSON R L, TRATNYEK P G, JOHNSON R O. Persulfate persistence under thermal activation conditions[J]. Environmental Science & Technology, 2008, 42(24):9350-9356.

## Cation exchange membranes in the preparation of ammonium persulfate by electrolysis

WANG Chao<sup>1</sup> ZHOU JunBo<sup>1\*</sup> TANG Yang<sup>2</sup>

(1. College of Mechanical and Electrical Engineering; 2. Faculty of Science, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

**Abstract:** In order to improve current efficiency and decrease energy consumption in the preparation of ammonium persulfate by electrolysis, the electrolytic properties of four cation exchange membranes employed in the electrolysis were investigated for different cell voltages and electrolyte flow rates. The experiment used a sintered platinized titanium anode and a Pb-Sb-Sn alloy cathode in a self-made electrolytic cell. The results indicated that an HDGN membrane gave the highest current efficiency of 95% and the lowest energy consumption of 1 113 kW·h/t (energy consumption per ton of the ammonium persulfate generated) under the optimal operating conditions. The highest current efficiencies with an HDJCM membrane, an HDNAF membrane and an HDCMI membrane were 81%, 78% and 73%, respectively, with their lowest energy consumption being 1 305 kW·h/t, 1 506 kW·h/t and 1 770 kW·h/t, respectively. Furthermore, the mechanical strength of the HDGN membrane is sufficient by virtue of the reinforced mesh. Therefore the HDGN membrane will have good prospects for application in the preparation of ammonium persulfate by electrolysis.

**Key words:** ion exchange membrane; preparation by electrolysis; ammonium persulfate; cell voltage; current efficiency

(责任编辑: 吴万玲)