〔19〕中华人民共和国专利局

[11]公开号 CN 1031482A

〔12〕发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 88104476.8

[51] Int.Cl⁴
B01D 13/04

〔43〕公开日 1989年3月8日

[22]申请日 88.7.20

[30]优先权

[32]87.7.20 [33]US [31]075,497

[32]88.3.2 [33]US [31]162,824

[71]申请人 陶氏化学公司

地址 美国密执安州

[72]发明人 里查德·弗·弗比格 大卫·杰·福根奇 唐纳德·勒·施米德特 迈克尔·科鲁克西 里奇·埃·威斯林

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利代理部

代理人 陈季壮

说明书页数: 42 附图页数:

[54]发明名称 用于反渗透膜的截留率增强涂料

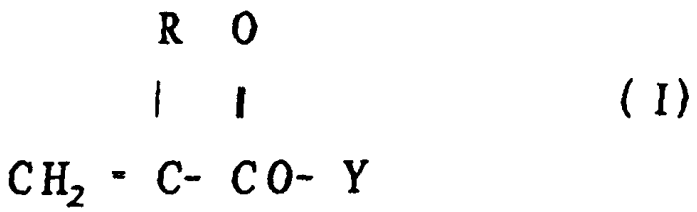
[57]摘要

用含有羧酸基和任意选择的侧羟基或酰胺部分的聚合物处理的反渗透膜，显示出提高了盐截留率和/或提高了水流通量。这种处理对于改善乙酸纤维素和聚酰胺膜的特性特别有用。

权　利　要　求　书

1.一种具有识别层和在标准试验条件下具有至少60% 的氯化钠截留率的反渗透膜，其特征在于一种水溶性乙烯基加聚物沉积在能降低至少20% 的盐通过率、同时减少不超过20% 的水流通量（在标准反渗透试验条件下）或能提高至少5 % 水流通量而基本上不提高盐通过量的该膜上，其中所述聚合物是从下述条件得到的：

(a) 至少5wt % 的式（ I）的羧酸单体



(I)

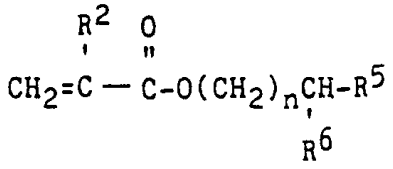
其中R 是氢，甲基，$-CH_2OH$或$-CH_2-COH$；Y是- H或



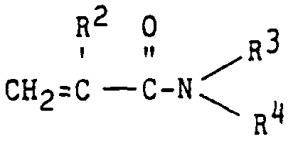
$-(CH_2)_j COH$（式中 J是一个整数1-5）；

(b) 一种余量的可共混的烯化不饱和单体；及

(c) 若R′ 为氢，则必须含有至少5wt % 的式Ⅱ或Ⅲ的烯化不饱和单体，



(II)



(III)

其中在每种情况下R^2分别为甲基，乙基或-CH_2OH；R^5是-H，-OH，甲基或乙基；R^6是-OH，-$(OCH_2CH_2)_m$OH，-NR^7R^7或-CH_2OH；n是一个整数1-3；m是一个整数1-15；在每种情况下，R^7分别为-H，-CH_3，-CH_2CH_3或-CH_2CH_2OH；R^3是-H，-$(CH_2)_k$OH，甲基或乙基；R^4是-H，-$(CH_2)_k$OH，甲基或乙基，且在每种情况下，k是一个整数1-4，其中(a)和(c)总共是至少50wt%可得到乙烯基加聚物的单体。

2.权利要求1的反渗透膜，其中膜识别层是二乙酸纤维素或三乙酸纤维素，(a)和(c)总共是至少80% wt%的可得到乙烯基加聚物的单体。

3.权利要求1的反渗透膜，其中膜识别层是聚酰胺。

4.权利要求3的反渗透膜，其中识别层是芳族或部分芳族的聚酰胺。

5.权利要求4的反渗透膜，其中该膜是新制出的膜，膜识别层是一种从含50wt%的与亚苯基二胺反应的1,3,5-苯三酰氯的酰卤。

6.权利要求1的反渗透膜，其中R是甲基或-CH_2COH；Y是-

H或R^2是甲基,n是1或2,R是- H且R^6是- OH或$-(OCH_2CH_2)_m$OH，其中m是一个整数1-8，R^3和R^4分别为- H或甲基，该聚合物含有至少5wt %的从式Ⅱ或Ⅲ得到的基团。

7.权利要求6的反渗透膜，其中聚合物是从40-80wt %的式Ⅱ或Ⅲ的化合物和60-20wt %甲基丙烯酸或衣康酸得到的。

8.权利要求2或7的反渗透膜，其中R^1是甲基，Y是- H，R^2是甲基,n是1,R^5是- H、R^6是- OH，乙烯基加聚物是一种单体(a)和(c)的共聚物。

9.权利要求7的反渗透膜，其中膜识别层是从一种含至少约50wt %的与亚苯基二胺反应的1,3,5-苯三酰氯得到的，处理前的反渗透膜在标准试验条件下至少具有85%的氯化钠截留率。

10.一种改善盐截留率和/或改善具有识别层和在标准试验条件下具有至少60%氯化钠截留率的反渗透膜通量的方法，该方法包括用一种聚合物稀释水溶液接触所述的膜识别层，该聚合物是从下述条件得到的：

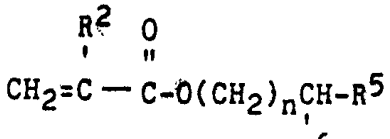
(a)至少5wt %的下式羧酸单体

$$CH_2=\underset{\displaystyle R'}{\overset{|}{C}}-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}O-Y$$

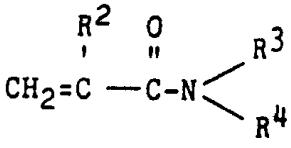
其中R'是氢，甲基，$-CH_2OH$或$-CH_2-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}OH$；Y是- H或$-(CH_2)_j\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}OH$(式中j是一个整数1-5)，

(b)一种余量的可共混的烯化不饱和单体，及

(c) 若R^1是氢，则必须含有至少5wt %的式Ⅱ或Ⅲ的烯化不饱和单体，



(II)



(III)

其中在每种情况下，R^2分别为甲基，乙基，或-CH_2OH；R^5是-H，-OH，甲基或乙基；R^6是-OH，-$(OCH_2CH)_m$OH，-NR^7R^7或-CH_2OH；n是一个整数1-3；m是一个整数1-1.5；在每种情况下，R^7分别为-H，-CH_3，-CH_2CH_3或-CH_2CH_2OH；R^3是-$H(CH_2)_k$OH，甲基或乙基；R^4是-H，-$(CH_2)_k$OH，甲基或乙基，且在每种情况下，k是一个整数1-4；其中(a)和(c)总共是至少50wt%的可得到该乙烯基加聚物的单体。

11．权利要求10的方法，其中在PH值为6-10和横跨膜的压力为50-800psi的条件下用该聚合物溶液接触所制备的膜。

12．权利要求11的方法，其中聚合物溶液的浓度为1-200ppm(重量)。

13．权利要求11的方法，其中该聚合物是一种(a)甲基丙烯酸或衣康酸和(c)甲基丙烯酸羟乙酯、甲基丙烯酰胺或甲基丙烯酸羟丙酯的共聚物，其摩尔比从9:1到1:9。

14．权利要求13的方法，其中膜识别层是二乙酸纤维素或三乙酸纤维

素。

15．权利要求13的方法，其中膜识别层是从一种至少含有约50wt％ 的与苯基二胺反应的1,3,5-苯三酰氯的酰卤得到的。

16．一种从提浓的水溶液中分离低溶质浓度的水的方法，该方法包括在促进水选择性穿过膜的条件下用该提浓的溶液接触如权利要求1 所述的渗透膜。

说　　明　　书

用于反渗透膜的截留率增强涂料

本发明涉及通过反渗透膜降低盐通过量的处理方法。

利用反渗透膜法可分离分散介质或溶剂中的物质，这种脱除溶解于或分散于液体介质中物质的方法已为人们所熟知。反渗透法所使用的膜能够选择性地渗透溶液或混合物中某些特定组分。膜两侧产生的化学势使得能够被该膜选择性渗透的组分由第一表面通过该膜控散到与该膜另一侧相接触的空间。按照贯例，采用反渗透法处理氯化钠或其它盐类的水溶液得到了盐含量渗透降低了的水。

先有技术中所披露了许多适用作反渗透膜的材料。用途比较广泛的两种反渗透膜材料为纤维素酯和聚酰胺膜。美国专利3,494780和353527介绍了制备适用于反渗透法的纤维素酯膜的方法。乙酸纤维素膜在工业上获得很大成功。

聚酰胺膜也已在工业上用于反渗透法。美国专利4,277,344 描述了许多具有聚酰胺识别层的膜。业已证明，具有交联聚酰胺识别层的薄膜复合膜特别适用于反渗透法。这些膜在美国专利4520044 和4606943 得到进一步描述。在美国专利3551331 和3567632 中描述了其他令人感兴趣的聚酰胺膜。

先有技术已对许多其它作为反渗透法识别层的材料进行了评价。例如，磺化聚砜、交联糠醇衍生物、交联聚乙烯醇和交联烷基/ 芳基聚脲均可用作反渗透膜。其它反渗透膜分别在美国专利3,744,642 、3926798 、4005,012、4366062 和4634531 中有所描述。

采用生产反渗透膜的技术工艺制备的膜在其识别层上具有许多缺陷及断裂处。按照贯例，工业用识别层须经过处理以便塞堵或密封这些疵点。

美国专利3877,978披露了用醋酸乙烯酯与各种烯属不饱和羧酸的共聚物提高半透膜的截留率。美国专利3886066 披露了应用可水解的单宁酸降低穿过半透膜的盐通过量。美国专利4,214020介绍了一种在空心纤维膜的外面涂复从而增强其膜特性的方法。美国专利4634531 描述了依次应用水溶性胺和水溶性醛进行处理以提高渗透的选择性。采用先有技术的方法显著降低了通过反渗透膜的盐通过量，不过一般来说还会使通过膜的水流通量显著下降。

ＮＴＩＳ(美国商业部，全部信息服务中心，华盛顿，哥伦比亚特区）于1981年1 月31日发表了一篇代号为 ＰＢ81- 170607的报告，其中介绍了许多种再生反渗透膜的试剂。如第42页所述，虽然对聚丙烯酰胺进行了估评，但是发现在再生由杜邦公司出售的聚酰胺膜的过程中，上述试剂失效。由第42页上的表5 —1 可见，聚丙烯酸及阳离子、阴离子和非离子聚丙烯酰胺为能够提高品质受到损坏的聚(醚/ 酰胺）膜的截留率。由第53页可见，阳离子聚丙烯酰胺还能提高新型二乙酸纤维素膜的盐截留率。

ＮＴＩＳ于1981年1 月提交的另一份报告(代号为 ＰＢ82- 157925）介绍了聚酰胺膜的后处理方法。包括聚丙烯酰胺在内的许多试剂均可用于有孔复合聚酰胺膜。该聚酰胺膜具有通过1,3,5-苯三酰氯与间苯二胺反应而制得的脱盐层。聚丙烯酰胺处理法不能使截留率恢复到所需程度——高于90% 。

日本专利公开55—011,048 介绍了带有醚、羧酸和羧酸酯基团的乙烯基聚合物，这种聚合物能够在不降低水通量的条件下提高乙酸纤维素反渗透膜的截留率。

长期以来先有技术一直在寻求在通过膜时不使水通量严重下降的条件下降低通过反渗透膜的盐通过量的工艺方法。于制造后迅速恢复或提高反渗透膜性能的技术可使该膜的操作更为经济实用并能减少不符合必备膜性

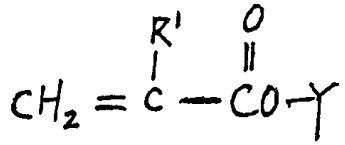
能规格的产物。

业已发现一种通过用特定的聚合物处理上述膜从而降低通过反渗透膜盐通过量的方法。令人意外地发现，在标准反渗透试验条件下，优选实施方案处理法可使盐通量至少降低20%，同时使水通量降低不多于20%。在其它实施方案中，这种处理方法能够在大体上不降低盐截留率的条件下使水通量至少提高约5%。

这些处理方法对于“新制成的膜”特别有效。“新制成的膜”是那些在使用中其性能未出现下降且用于反渗透法的时间不足以使膜表面形成阻碍膜表面良好地吸附聚合物的沉积物的膜。在某些实施方案中，上述聚合物可与使用着的膜一起施用，但是这类膜的处理方法一般不是最佳方式。采用传统技术清理反渗透膜可提高上述使用中的膜的聚合物处理的效率。

本发明还包括在反渗透膜的识别层上沉积有效量水溶性乙烯基加聚物的膜。本文所定义的水溶性是指在膜处理条件下聚合物在至少约为0.1 ppmw，以至少约为1 ppmw（重量）为好的浓度下是可溶的。该乙烯基加聚物可由下列条件得到：

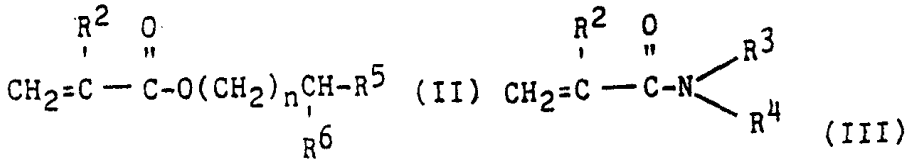
(a) 至少5%（重量）式（ I）所示单体：



式中R'为氢、甲基、-CH_2OH或-$CH_2C(=O)OH$，而Y为-H或-$(CH_2)_j C(=O)OH$（j为整数1—5）；

(b) 一种余量的可共混的烯属不饱和单体；以及

(c) 若R^1为氢，则至少存在约5 %（重量）式（Ⅱ）或（Ⅲ）的烯属不饱和单体，



其中在每种情况下R^2分别为甲基、乙基、氢或- CH_2OH，R^5为- H，- OH，甲基或乙基；R^6为- OH，-(- OCH_2OH_2-)-m OH，- NR^7R^7或- CH_2OH；n 为1 个整数1 —3 ，以1 或2 为佳；m 为1 个整数1 —15，以1 —8 为佳；R^7在每种情况下分别为- H，- CH_3，- CH_2CH_3或- CH_2CH_2OH；R^3为- H，-(- CH_2-)-OH，甲基或乙基；R^4为- H，-(- CH_2-)$_k$ OH，甲基或乙基，而在每种情况下k为整数1 —4 ，以1 或2 为佳，其中(a) 和(c) 总共占聚合物的至少50wt．% ，最好占该聚合物的80%（重量），以100 %（重量）为最佳。

上述聚合物处理需要有效地将盐通过量至少减少20% ，更好地是至少减少30% 。适宜的作法是，于标准反渗透条件下聚合物处理法，使水通量减少多于20% ，以少于10% 为佳。另外，该聚合物可使通过膜的水通量提高至少5 % ，更好的是至少10% ，而盐通过量的增大不多于5 % 。

在本发明的另一实施方案中，提出了一种降低通过反渗透膜盐通量和/ 或增大水通量的方法，在该方法中，用上述乙烯基加聚物的稀释溶液涂复反渗透膜的识别层，其条件是能够使上述聚合物提高反渗透膜的截留率和/ 或增大通过膜的水流通量。

在另一方面，本发明包括一种采用以上述方式用聚合物处理过的反渗

透膜由含水混合物或溶液中选择性分离水的方法。

业已发现，与未涂复有主题聚合物的膜相比，本发明经过改进的膜显示出提高了截留率。另外，令人意外地发现，这些涂料并未明显地降低通过经处理的膜的水通量。在本发明特定的优选实施方案中，经过处理的膜的盐通量接近于同种组成的无疵点识别层的理论盐通量，而该层的水流通量等于或大于未经处理的识别层。

采用先有技术膜面临的难题之一在于由于识别层较薄，因而通过膜的水流通量增加，从而使在该识别层出现疵点或断裂处（会增大盐通过量等）的可能性增大。先有技术处理方法降低了通过识别层的盐通量，而这些处理方法一般也会大大降低通过膜识别层的水流通量。

具有由多种组合物制得的识别层的反渗透膜已为先有技术所熟知。这些膜最好是薄膜复合膜，其中薄识别层被置于用来提供机械强度的多孔状载体之上，或非对称膜，其中较薄的识别层被置于组成相同的多孔状载体层上。先有技术对聚酰胺膜的描述记载于美国专利4,277344。其它能够用于主题方法的聚酰胺膜在美国专利4606943 和4520044 中有所描述。

采用上述处理方法，对于所有的反渗透膜来说并非能产生同样的效果。特定的处理剂对具体的膜所产生的效果易于根据实验来确定。对于上述处理方法来说，尤其以芳族或部分芳族聚酰胺脱盐层为佳。

在本发明优选实施方案中，处理之前反渗透膜有一层通过带有平均至少两个伯氨基的芳族多胺化合物与芳核上含有平均两个以上酰卤基的芳族多官能度酰基卤相互反应而制得的聚酰胺识别层。更好的是，酰基卤反应物为1,3,5-苯三酰基卤或其与间苯二酰基卤或对苯二酰基卤所形成的混合物。这里所用的酰基卤是指酰基溴基团或更好地，酰基氯基团。酰基卤以含量为50% 的1,3,5-三苯酰氯为最佳。

用于聚酰胺膜的芳族多胺反应物最好为苯二胺，更好的是间苯二胺。该膜也可以部分地由非芳族胺如脂肪族二胺，脂肪族多胺、脂环族二胺或

脂环族多胺反应物（例如哌嗪）衍生而成。也可以使用多官能胺的混合物。

可用于上述处理的另一类反渗透膜为乙酸纤维素膜。以具有二乙酸纤维素、三乙酸纤维素或混合二乙酸纤维素/三乙酸纤维素识别层的反渗透膜为佳。这类膜已为先有技术所熟知并由 Film Tec 公司或 Toyobo 有限公司出售。

于处理前，反渗透膜的氯化钠截留率及水流通量可在相当宽的范围内变化。为了便于报道水流通量及氯化钠截留率，本文中报道的所有数据，除非另有说明外，均参照标准试验条件，采用0.2 %（重量）的氯化钠溶液、温度为25℃，压力为200 磅/平方英寸，对于螺旋形设备来，回收率为5 %，而对空心纤维设备来说，回收率为1 %。

在一个本发明优选实施方案中，于处理前反渗透膜的氯化钠截留率适宜数值至少为约60%，以至少约为85% 为佳，更好的是至少约为90%，最好是至少约为93%。处理前反渗透膜的所需水流通量应约至少为每天每平方英尺1 加仑（gfd）（每天每平方米为40.7升），更好的是至少约为3 gfd（122 l/m²- 天），最好是至少约为10gfd（406.9 l/m - 天）。

有益的是，待处理膜具有未受堵塞的识别层并且未受到先有技术截留率增强剂的处理。这一处理方法可用来恢复膜在使用过程中丧失的某些盐截留率，不过，最好是处理未大范围使用的那些膜。

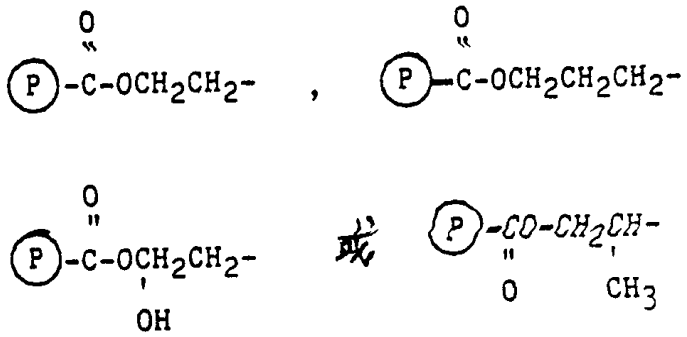
应该注意的是，反渗透膜的性能须自开始经过1 小时或多个小时后方可达到稳定状态。一般来说，以下所报道的稳态数值为水流通量及氯化钠截留率。

令人惊奇的是，业已发现经过上述处理的膜能够明显地降低氯化钠通过量和/或增大水流通量。在优选实施方案中，氯化钠通过量接近于采用组成与经过处理的截留率相同的连续、无疵点层获得的最小理论值。在这些优选实施方案中，识别层的水流通量未被明显地减少。一般情况下，经

过主题处理后，水流通量的减少量低于20%，更好的是低于10%，最好是低于5%。在本发明尤为优选的实施方案中，新制成的膜水通量在经过处理后并未降低或有可能增大。

反渗透膜具有多种构型，已为先有技术已知的是平板，管状及空心纤维膜，并且均可按上述方式进行处理。

甲基丙烯酸羟乙酯、甲基丙烯酸羟丙酯及甲基丙烯酸甘油酯已为人们所熟知，并且是优选的式Ⅱ化合物。二甲基丙烯酰胺、甲基丙烯酰胺及丙烯酰胺已为人们所熟知，并且是优选的式Ⅱ化合物。在式Ⅱ和Ⅲ中，R以甲基为佳。聚合物中以含至少5%（重量）式Ⅱ或Ⅲ单体为佳，更好的是含10% 式Ⅱ或Ⅲ单体，其中又以式Ⅱ单体为佳。这里用来处理反渗透膜的乙烯基加聚最好是带有多个通过下列基团与聚合物骨架相联接的羟基：



式中 Ⓟ 代表聚合物骨架。

用于处理反渗透膜的聚合物最好含有至少10%（重量），或最好含有20%（重量）带有由式Ⅰ单体衍生的羧酸部分的基团。这些酸一般已为先有技术所熟知。较好地，这种羧酸基团是由在邻近羧酸基团之羰基位置带有仲碳原子的烯属不饱和羧酸衍生而成。甲基丙烯酸是特别需要的羧酸单体。甲基丙烯酸可以与包括丙烯酸、衣糠酸、巴豆酸或马来酸在内的其它酸混合使用。这些其它酸可以使用，但通常不以使用这些酸为佳。更好的

是，至少约5 %（重量）的羧酸为甲基丙烯酸。

至于为什么瞬时处理行之有效尚不完全明了。为了使用于处理过程的聚合物能够赋予膜以所需的特性，人们认为该聚合物的化学结构应该能够与识别层相配合或对识别层具有亲合力。该聚合物尚须具有一定的水溶解性。按照 J．T．戴维斯所著《乳液型定量动力学理论；乳化剂的物理化学；第二届表面活性国家会议会刊》第1 卷，第426 —438 页（纽约，科学出版社，1957），可通过计算聚合重复单云的亲水性亲油性比率（HLB）提供一种聚合物相对亲水性和亲油性的标准方法。业已发现，作为适用的聚合物，其重复单元的HLB值取值范围为10.5—大约34.9，以约26.6—约34.9为佳。

除了式 I和Ⅱ单体外，用于处理反渗透膜的聚合物可根据情况带有一种余量可共混的烯属不饱和单体。作为可共混的单体，不应对经过所得聚合物进行下述处理产生的膜特性带来有害的影响。具有代表性的可共混单体包括苯乙烯、取代苯乙烯、 α、 β- 不饱和羧酸的酯类，乙烯基甲基醚、丙烯腈和乙烯基苄基氯。上述聚合物可根据需要选含带侧链巯水基的部分如十二烷基、苯基、苯氧基、壬基苯基或环氧乙烷低聚物。能够参加反应的其它单体包括甲基丙烯酸甘油酯和醋酸乙烯酯。

可共混单体可包括带有离子电荷的部分，但一般情况下没有这个必要。适宜的作法是，采用非交联物质作为可共混单体。所得到的聚合物为非交联的。

尤为可取的聚合物可由式 I化合物和式Ⅱ或Ⅲ化合物衍生而成，在式

O

‖

I中，R^1 为甲基或- CH_2C- OH，而Y为- H，式Ⅱ或Ⅲ的化合物，其中 R^2 为甲基，n = 1 或2 ，R^5 为- H，R^6 为- OH或-(- OCH_2CH_2-)-m OH，m 为整数1 —8 ，R^3 为- H或- CH_3 ，

R^4为- H或- CH_3。最为优选的聚合物可由甲基丙烯酸羟乙酯（HEMA）和甲基丙烯酸（MAA）衍生而成。与MAA或衣康酸共同使用的HEMA甲基丙烯酰胺或甲基丙烯酸羟丙酯的含量以至少为5％（重量）为佳。更好的是，甲基丙烯酸或衣康酸与甲基丙烯酸羟乙酯，甲基丙烯酰胺或甲基丙烯酸羟丙酯的摩尔比取值范围约为9 ：1 —1 ：9 。尤为可取的是含40—80%（重量）式Ⅱ或Ⅲ化合物（其中以甲基丙烯酸羟已知为佳）和60—20%（重量）甲基丙烯酸或衣康酸的聚合物。单体的最佳摩尔比取决于待处理的反渗透膜并可根据实验进行测定。

应用于上述处理过程的聚合物的分子量一般并非至关重要。然而，根据凝胶渗透色谱法测定结果得知，适宜的分子量取值为1000—100000。分子量非常低的齐聚物不能使盐通过量必要的提高。同样，分子量很高或高度交联的聚合物会降低通量或以令人生厌的方法沉积于膜表面。

上述聚合物可采用传统的乙烯基加聚法制备。适宜的作法是在适用的引发剂存在下，于适合的液体稀释剂中使可得到聚合物的单体发生聚合反应。所产生的聚合物以不发生交联为佳。

该乙烯基加聚物可涂复于任何稀释剂中的反渗透膜，其中所述聚合物是可溶性的，并对膜不产生有害影响。适宜的作法是采用其 pH值赋予聚合物可溶性的水溶液。用于施用聚合物的水溶液的 pH值以6 —10为佳，更好的是6 —9 。

该聚合物以较稀的浓度存在于用于涂复膜的溶液中。例如，典型适用的浓度约为0.1 —200 ppmw，更好的是1 —100 ppmw。聚合物的浓度更好的是5 —50ppm 。

可用采用任何简便技术将聚合物溶液施用于反渗透膜。在一优选实施方案中，将涂料涂复到已装入膜装置中的膜上。将涂料溶液按照与待用膜分离的水溶液相同的加入方式导入。可在加压条件下根据需要涂复该聚合物溶液。横跨膜的 压力范围约为50—800 磅/ 平方英寸（446 —5617帕

斯卡，绝对压力）是适宜的。

只要聚合物与膜均不受到不利的影响，在聚合物处理过程中的温度一般并非至关重要。在施用聚合物溶液期间，适宜的温度范围约为15—30℃。

涂复膜的聚合物水溶液中可根据需要含有其它添加剂以增强用于膜的聚合物的分散能力并改善其应用情况。例如，可以使用表面活性剂，不过一般并不推荐。

另外，聚合物溶液中还可存在有氯化钠或其它类似盐类，其浓度为0—约35000 ppm 。

反渗透膜应与聚合物溶液接触足够常的时间以便提高膜的盐截留率。最佳接触时间易于通过实验确定。最佳接触时间可根据聚合物浓度、处理溶液流速、与膜接触期间的温度和其它因素而发生变化。典型的情况是，对于用进料压力为约100 —800 磅/ 平方英寸（ 790.8 —5617帕斯卡）且含有约1 —20ppm 聚合物的溶液处理的聚酰胺膜来说，适用的接触时间为约15分钟至数小时。

据信，用于处理本文所述的反渗透膜的聚合物，能选择性地堵塞反渗透膜识别层中的间断点或缺陷，对单宁酸来说，它们太小以至不能有效地用作截留率强化剂。在最佳实施方案中，这些聚合物显示出在未形成涂层的情况下填塞这些间断点的独特的能力，在反渗透膜的剩余表面上给予了显著的阻水流通性。事实上，某些这样的涂层料实际上提高了水流通量。值得注意的是，先有技术的涂层料，例如醋酸乙烯酯聚合物或单宁酸对于降低氯化钠通过膜中缺陷是有效的，但据认为，这种涂层料在膜上形成了比较厚的大体上连续的涂层，降低了通过膜的总水流通量。看来主题聚合物涂料对于处理旨在用于供海水的反渗透膜（ 横跨膜的压力为800psg (5617pa 或更高）是特别有用的。

已注意到，旨在用于供海水的反渗透膜在用本文所述聚合物处理比处

理前可显示较高的水流通量。不仅如此，按照本发明的最佳实施方案，可显著减少通过海水膜的盐通过量。看来，最佳结果是在使用基本无主要缺陷或间断点的反渗透膜时获得的。这就是说，具有不小于5 % 盐截留率的渗透膜要比无缺陷的同种组合物识别层的盐截留率小。这里所描述的处理方法可改善处理前具有相当差的盐截留率的膜的性能。但是，通过膜的通量在很大程度上受到不利的影响。

下面的实施例是用来举例说明本主题发明，而不是限制本发明，所有份数和百分率均以重量计，除非另有标明。盐截留率以百分率表示。Na Cl 通过量以百分率表示并用100 减去Na Cl 截留率(%) 进行计算。水流通过量以每平方英尺膜每天加仑数表示。反渗透试验是采用0.2 % 氯化钠供水，在200psig(1480pa) 的压力下和25℃的温度下进行的，除非另有标明。

实施例1-36

将装在标称容积为每天0.1 加仑(9pa) 的空心纤维膜回路电解池装置上的三乙酸纤维素空心纤维用一种溶液处理，该溶液每百万份中含有25份的甲基丙烯酸均聚物或含0 % ～90% 以下的甲基丙烯酸羟乙酯(HEMA) 的甲基丙烯酸共聚物。处理液保持 PH值为7.5，还含有2000ppm 的氯化钠。在25℃和压力为250psig(1825pa) 的条件下，将处理液加到渗透膜的给料一侧，并控制该组件(module)以达到约1 % 的回收率，即渗透流速除以给料流速的商值为0.01。注意，在实施例中，所有计量压力均为绝对压力，而不是"表压"。将约7 升的处理液在组件的给水一侧连续重复循环，历时90分钟。通过反渗透膜的水溶液和由膜排斥出的液流流在重复循环料液中混合。

在处理之前和处理之后，检测组件以确定其盐截留率和水流通量。在处理之前和处理之后，组件的盐截留率和水流通量归纳在表 I中。

表 1

实施例	% HEMA	盐截留率（%）		通量〔GFD（升／米²-天）〕	
		初始	最终	初始	最终
1	0	95.3	95.7	8.1 (329.6)	8.4 (341.8)
2	0	93.8	94.7	8.2 (333.6)	8.4 (341.8)
3	0	95.9	96.3	6.9 (280.8)	7.5 (305.2)
4	0	96.0	96.4	8.4 (341.8)	8.4 (341.8)
5	10	96.2	96.2	8.3 (337.7)	8.5 (345.9)
6	10	95.7	96.0	8.0 (325.5)	7.7 (313.3)
7	10	96.3	97.1	8.0 (325.5)	5.4 (219.7)
8	10	96.8	98.3	8.7 (354.0)	6.6 (268.5)
9	10	96.1	96.1	8.2 (333.6)	8.0 (325.5)
10	10	95.4	95.4	8.1 (329.6)	7.8 (317.4)
11	40	96.2	96.3	8.1 (329.6)	7.8 (317.4)
12	40	94.6	95.0	8.5 (345.9)	8.1 (329.6)
13	40	95.4	95.7	7.1 (288.9)	7.0 (284.8)
14	40	94.8	95.3	6.5 (264.5)	6.5 (264.5)

表 1（续）

实施例	% HENA	盐截留率（%）		通量〔GFD（升/米²-天）〕	
		初始	最终	初始	最终
15	60	93.7	95.1	8.5 (345.9)	8.2 (333.6)
16	60	95.0	96.1	8.7 (354.0)	8.3 (337.7)
17	60	95.5	97.7	8.1 (329.6)	7.7 (313.3)
18	60	94.7	97.3	8.1 (329.6)	7.5 (305.2)
19	60	93.7	94.9	8.4 (341.8)	8.0 (325.5)
20	60	94.3	95.2	8.5 (345.9)	8.1 (329.6)
21	70	96.6	96.6	8.5 (345.9)	8.4 (341.8)
22	70	94.9	97.7	9.2 (374.3)	7.6 (309.2)
23	70	95.2	95.7	6.6 (268.5)	7.1 (288.9)
24	70	94.1	95.3	7.1 (288.9)	7.5 (305.2)
25	70	95.2	96.3	8.2 (333.6)	7.7 (313.3)
26	70	95.1	96.3	7.6 (309.2)	6.9 (280.8)
27	85	96.1	97.9	9.1 (370.3)	8.3 (337.7)
28	85	95.4	97.5	8.9 (362.1)	8.1 (329.6)

表 1（续）

实施例	% HEMA	盐截留率（%）		通量〔GFD（升／米²-天）〕	
		初 始	最 终	初 始	最 终
29	85	95.6	96.3	7.8 (317.4)	6.8 (276.7)
30	85	95.6	95.8	7.9 (321.4)	6.6 (268.5)
31	85	94.8	96.3	8.9 (362.1)	8.2 (333.6)
32	85	95.0	96.7	8.0 (325.5)	7.2 (293.0)
33	90	94.1	96.0	7.8 (317.4)	7.3 (297.0)
34	90	94.2	96.2	8.5 (345.9)	8.2 (333.6)
35	90	93.6	96.7	8.0 (325.5)	8.5 (345.9)
36	90	94.7	97.2	8.2 (333.6)	8.6 (349.9)

表 I归纳的数据表明，用甲基丙烯酸羟乙酯/ 甲基丙烯酸共聚物处理，能显著提高反渗透膜的盐截留率，而对通过该膜的水通量没有太大的影响。看来，优选的组合物含有约60～70% 甲基丙烯酸羟乙酯。

实施例37-39

按照本发明的方法处理具有聚酰胺识别层的工业反渗透膜。这种经处理的膜是螺旋型结构的复合材料膜，具有一层按美国专利4,277,344 描述的方法用1,3,5,- 苯三酰氯与间苯二胺反应制备的识别层，这些膜是Film\ Tec公司出售的，牌号为 SW30-2514 。开始，用一种3.2 % 氯化钠水溶液检测这种膜，压力为800psig (5617 pa),回收率为5 % 。然后，用一种含10ppm(重量）的甲基丙烯酸羟乙酯/ 甲基丙烯酸HEMA/ MAA共聚物（含60% 的甲基丙烯酸羟乙酯）水溶液处理组件。处理是在800psig(561pa）的压力下和25℃的温度下进行的，历时约15分钟。表2 中归纳了1/2 小时后的膜及用本文所描述的聚合物处理后的膜以每天加仑数表示的水流通量（升/ 米^{2}天）和盐通过率。

表 2

实施例	未处理		后处理	
	通量GFD（升/米²_天）	MaCl 通过率	通量GFD（升/米²—天）	NaCl 通过率
37	115 (4679)	3.0	104 (4232)	2.2
38	110 (4476)	4.2	105 (4272)	2.0
39	160 (6510)	2.6	132 (5371)	1.5

应指出，用甲基丙烯酸羟乙酯/ 甲基丙烯酸共聚物处理的膜的水流通量下降了15% 以下，而通过单宁酸处理的膜的盐通过率平均减少了约40%

实施例40-45

对如实施例37的约8 平方厘米的复合膜状的圆盘进行试验并在高压反渗透试验电解池中原地处理。通过向反渗透膜高压一侧加入一种含25ppm(重量）的共聚物和32,000(重量）的氯化钠的水溶液(压力为800 psig(5617 pà）］，用60/40 HEMA/ MAA处理反渗透膜。在处理之前和处理之后，用含32,000ppm(重量）的氯化钠的料液以800 psig(5617pa）加料压力对膜进行试验。结果归纳在表3

表 3

实施例	NaCl 通过率 未处理	NaCl 通过率 处 理	通 量 未处理 GFD (1/ m^2-天)	通 量 处 理 GFD (1/m^2 -天)
40	1.1	0.6	8.5 (345.9)	9.5 (386.5)
41	1.5	0.6	9.6 (390.6)	10.2 (415.0)
42	3.0	1.7	5.4 (219.7)	6.9 (280.8)
43	8.8	1.7	6.1 (248.5)	7.5 (305.2)
44	2.0	1.4	6.6 (268.5)	9.7 (394.7)
45	1.7	1.2	6.7 (272.6)	9.8 (398.8)

实施例40-45 表明，在某些本发明的最佳实施方案中，与先有技术的渗透膜相比主题处理既可以降低盐通过率，也可以提高水流通量。

实施例46-49

对与实施例37中组成类似的，约8 平方厘米的半咸水膜复合材料圆盘进行试验并在高压反渗透试验电解池中原地处理。通过向膜的高压一侧加入一种含25ppm(重量) 的共聚物和32,000ppm(重量) 的氯化钠的水溶液(压力为800 psig(5617 pa),用60/40 HEMA/ MAA处理渗透膜。在进行处理之前和处理之后用含32000ppm(重量) 的氯化钠的料液以800 psig加料压力对渗透膜进行检测。处理以前和处理以后的膜的通量和盐通过率归纳在表4 中。

表 4

实施例	NaCl 通过率 未处理	NaCl 通过率 处理	通量 未处理 GFD (l/m²-天)	通量 处理 GFD (l/m²-天)
46	8.0	1.4	17.3 (703.9)	18.3 (744.6)
47	8.7	6.6	16.7 (679.5)	18.2 (740.5)
48	7.2	5.3	13.9 (565.6)	19.9 (809.7)
49	7.0	5.0	13.9 (565.6)	19.8 (805.6)

实施例46-49 表明，在本发明的某些最佳实施方案中，主题处理既可以降低膜的盐通过率，也可以提高膜的水流通量。

实施例50-57

对与实施例37中组成类似的8 平方厘米的半咸水膜复合材料圆盘进行试验并在高压反渗透试验电解池内原地处理。通过向渗透膜的高压一侧加入一种含25ppm(重量) 的共聚物和32,000ppm(重量) 的Na Cl 的水溶液[压力为800 psig(5617 pa)] ，用60/40 HEMA/ MAA处理渗透膜。在进行处理之前和处理之后用含2,000ppm(重量) 的Na Cl 料液以250 psig(1825 Ma)的给料压力检测渗透膜。处理之前和处理之后的Na Cl 通过率归纳在表5 。

表 5

实施例	NaCl 通过率 未处理	NaCl 通过率 处理	通量 未处理 GFD (l/m²-天)	通量 处理 GFD (l/m²-天)
50	3.8	2.5	29.2 (1188.1)	30.2 (1228.8)
51	4.5	2.4	28.4 (1155.6)	28.9 (1175.9)
52	4.2	2.8	36.1 (1468.8)	21.0 (854.5)
53	4.3	2.9	34.5 (1403.8)	20.3 (826.0)
54	5.9	4.9	34.6 (1407.8)	33.0 (1342.7)
55	5.4	4.3	32.7 (1330.5)	31.4 (1277.6)
56	5.3	4.9	34.0 (1383.4)	31.8 (1293.9)
57	3.5	3.9	30.8 (1253.2)	28.4 (1155.6)

实施例50-57 表明，各反渗透膜对处理的反应变化相当大。某些膜表明了在处理后提高了通量（实施例50和51），而其它膜显示出显著降低了通量（实施例52和53），

实施例58-85

对如实施例37的反渗透膜制成的约8 平方厘米圆盘进行试验并在高压反渗透试验电解池中原地进行处理。通过向反渗透膜高压一侧加入一种含25ppm(重量）的共聚物和2,000ppm（重量）的氯化钠的水溶液[压力为250 psig（1825pa）]，用共聚物处理反渗透膜。在处理之前和处理之后，用含2000ppm(重量）的氯化钠料液以250 psig(1825 pa）的加料压力检测渗透膜。该共聚物含有表6 中归纳的HEMA重量百分比和余量的甲基丙烯酸。表6 中还归纳了处理之前和处理之后的Na Cl 通过率和水流通量。

表 6

实施例	% HEMA	NaCl 通过率 未处理	NaCl 通过率 处理	通量 未处理 GFD (l/m²-天)	通量 处理 GFD (l/m²-天)
58	0	3.2	2.2	56.7 (2307.0)	49.4 (2010.0)
59	0	4.3	2.3	56.3 (2290.8)	50.6 (2058.9)
60	0	10.6	2.4	58.8 (2392.5)	47.7 (1940.9)
61	0	7.9	2.7	55.6 (2262.3)	46.8 (1904.2)
62	10	3.1	2.3	45.8 (1863.6)	41.5 (1688.6)
63	10	2.7	2.3	46.3 (1883.9)	40.4 (1643.8)
64	10	5.4	2.2	45.7 (1859.5)	43.1 (1753.7)
65	10	3.2	2.4	45.2 (1839.1)	42.8 (1741.5)
66	40	3.0	2.7	44.2 (1798.5)	39.5 (1607.2)
67	40	2.6	2.3	41.1 (1672.3)	35.5 (1444.5)
68	60	3.1	1.7	40.3 (1639.8)	37.9 (1542.1)
69	60	2.9	1.8	34.7 (1411.9)	35.3 (1436.3)
70	60	3.0	2.2	43.9 (1786.2)	46.9 (1908.3)
71	60	2.7	2.2	42.5 (1729.3)	44.3 (1802.5)

表 6（续）

实施例	% HEMA	NaCl 通过率 未处理	NaCl 通过率 处理	通量 未处理 GFD (l/m²—天)	通量 处理 GFD (l/m²—天)
72	70	4.6	2.2	34.3 (1395.6)	24.1 (980.6)
73	70	6.0	2.6	49.4 (2010.0)	34.7 (1411.9)
74	70	3.2	2.4	46.1 (1875.8)	39.2 (1595.0)
75	70	3.5	2.7	45.3 (1843.2)	39.5 (1607.2)
76	85	5.2	2.6	54.7 (2225.7)	60.0 (2441.3)
77	85	6.5	2.7	54.4 (2213.5)	50.5 (2054.8)
78	85	2.9	2.7	42.4 (1725.2)	41.9 (1704.9)
79	85	2.9	3.2	42.4 (1725.2)	41.9 (1704.9)
80	90	3.5	2.0	52.7 (2144.3)	40.6 (1652.0)
81	90	5.8	3.1	51.8 (2107.7)	43.1 (1753.7)
82	90	3.5	2.4	47.9 (1949.0)	28.6 (1163.7)
83	90	3.5	2.1	43.5 (1770.0)	25.9 (1053.8)
84	90	2.5	2.2	42.7 (1737.4)	37.1 (1509.6)
85	90	2.7	2.4	43.0 (1749.6)	37.0 (1505.5)

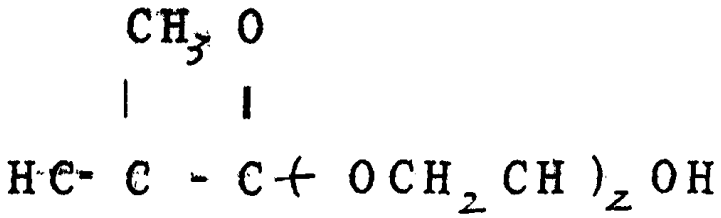
实施例58-85 表明了用于 处理的聚合物的组成对于渗透膜特性的影响。各膜的情况仍大不一样。对于这些膜来说，含有约10- 约85%（重量）的HEMA的共聚物似乎是受推荐的。

实施例86

获得一种半咸水膜（由E. I.dupont de Nemours and Company销售）。据认为这种膜是一种聚酰胺。采用导电率为5,500 MS的料液，在300 psi(2170pa）的压力下测定该膜的产物水导电率。然后，用10ppm 60:40 HEMA/ MAA共聚物，在300 psi(2170pa）的压力下处理该膜，但观测到产物水导电率没有显著变化。这可能是由于该膜可能预先用其它截留率增强剂处理的原因。一般来说，用识别层进行主题处理最有效的，而所述识别层未用现有技术的截留率增强剂处理。

实施例87-132

用25ppm 的1:1(摩尔比）的选自表7 中的共聚物，处理如实施例37中的反渗透膜。在2000ppm 氯化钠水溶液中，压力为250 psi(1825pa)，PH值为7.0-7.7,加入共聚物。在处理之前和处理之后，在半碱水（BW)(2000ppm Na Cl,250 psi(1825pa) 和海水（SW)(32,000ppm Na Cl, 800 psi(5617pa)）的条件下检测该膜。通量以每平方英尺每天加仑数和每米^{2}天升表示。表7 中的采用缩略语如下：HPMA为甲基丙烯酸羟丙酯；GMA为甲基丙烯酸甘油酯，AA为丙烯酸，MAA为甲基丙烯酸，MEMA为甲基丙烯酸羟乙酯，HEM- S为



其中Z平均值为5；AEM为甲基丙烯酸氨基乙酯；HPA为丙烯酸羟丙酯；ITA为衣康酸；EMA为甲基丙烯酸乙酯；MAm 为甲基丙烯酰胺，AAm 为丙烯酰胺。

表 7

实施例	共聚物	SW盐通过率		SW 通量		BW 盐通过率		BW 通量	
		未处理	处理	未处理 GFD (开/米²天)	处理 GFD (开/米²天)	未处理	处理	未处理 GFD (开/米²天)	处理 GFD (开/米²天)
87	HPMA/AA	3.65	3.44	14 (570)	15 (610)	2.90	1.97	18 (732)	18 (732)
88	HPMA/AA	3.28	2.57	16 (651)	17 (692)	2.69	1.60	20 (814)	21 (854)
89	HPMA/AA	1.94	1.89	20 (814)	21 (854)	2.18	1.45	20 (814)	20 814)
90	HPMA/AA	2.23	2.18	20 (814)	21 (854)	2.49	1.75	20 (814)	20 (814)
91	HEMA/MAA[1]	1.56	1.86	19 (773)	15 (610)	1.88	1.51	17 (692)	18 (732)
92	HEMA/MAA[1]	1.79	2.10	20 (814)	15 (610)	2.17	1.60	18 (732)	18 (732)
93	HEMA/MAA[2]	2.18	1.76	18 (732)	19 (773)	2.42	1.73	17 (692)	16 (651)
94	HEMA/MAA[2]	2.01	1.53	18 (732)	18 (732)	1.97	1.57	17 (692)	16 (651)
95	HEMA/MAA[2]	2.63	1.69	23 (936)	20 (814)	1.92	1.47	19 (773)	20 (814)
96	HEMA/MAA[2]	2.71	1.60	22 (895)	19 (773)	1.99	1.49	18 (732)	18 (732)

1 低分子量

2 中分子量

表 7（续）

实施例	共聚物	SW盐通过率		SW 通量		BW 盐通过率）		BW 通量	
		未处理	处理	未处理 GFD（1/米² 天）	处 理 GFD（1/米²天）	未处理	处理	未处理 GFD（1/米² 天）	处 理 GFD（1/米² 天）
97	HEMA/MAA[3]	1.57	1.69	19 (773)	21 (854)	3.18	1.37	19 (773)	18 (732)
98	HEMA/MAA[3]	1.80	1.83	19 (773)	27 (1099)	2.57	1.53	21 (854)	20 (814)
99	HEMA/AA	1.33	2.15	20 (814)	20 (814)	2.89	1.90	19 (773)	20 (814)
100	HEMA/AA	1.73	1.96	20 (814)	20 (814)	2.54	1.83	19 (773)	20 (814)
101	HEMA/AA	2.04	2.19	22 (895)	16 (651)	1.98	1.51	17 (692)	16 (651)
102	HEMA/AA	2.14	2.26	25 (1017)	17 (692)	2.37	1.52	18 (732)	18 (732)
103	GMA/MAA	2.80	1.87	21 (854)	20 (814)	2.77	1.57	19 (773)	19 (773)
104	GMA/MAA	1.97	1.69	21 (854)	20 (814)	1.95	1.36	20 (814)	21 (854)
105	GMA/MAA	2.16	2.31	21 (854)	18 (732)	2.09	1.83	20 (814)	20 (814)
106	GMA/MAA	2.85	2.25	18 (732)	19 (773)	1.93	1.74	20 (814)	20 (814)

3 高分子量

表 7（续）

实施例	共聚物	SW盐通过率		SW 通量		BW盐通过率		BW 通量	
		未处理	处理	未处理 GFD (1/米² 天)	处理 GFD (1/米² 天)	未处理	处理	未处理 GFD (1/米² 天)	处理 GFD (1/米² 天)
107	HEM-S/MAA	5.42	2.71	22.4 (911.4)	20.4 (830.1)	3.8	1.9	21.0 (854.5)	20.8 (846.3)
108	HEM-S/MAA	3.90	2.75	21.7 (883.0)	20.1 (817.8)	3.12	1.68	20.7 (842.3)	20.9 (850.4)
109	HEM-S/MAA	4.33	1.17	24.5 (996.9)	20.9 (850.4)	4.06	3.48	21.9 (891.1)	21.8 (887.8)
110	HEM-S/MAA	2.24	2.33	23.4 (952.1)	20.3 (826.0)	2.44	1.90	21.7 (883.0)	21.7 (883.0)
111	AEM/MAA	2.57	2.62	18.0 (732.4)	19.2 (781.2)	2.96	1.93	19.6 (797.5)	16.6 (675.4)
112	AEM/MAA	2.43	2.20	19.3 (785.3)	20.6 (838.2)	2.52	1.80	19.3 (785.3)	16.4 (667.3)
113	AEM/MAA	3.36	24.26	16.0 (651.0)	24.8 (1009.1)	4.84	2.30	19.9 (809.7)	16.1 (655.1)
114	AEM/MAA	3.45	2.89	17.1 (695.8)	22.1 (892.2)	3.77	2.04	22.1 (899.2)	17.2 (700.0)
115	AEM/MAA	2.74	1.75	19.7 (801.6)	19.3 (785.3)	2.72	2.61	19.9 (809.7)	12.9 (524.9)
116	HPA/MAA	3.18	3.23	17.1 (695.8)	17.5 (712.1)	3.12	2.40	18.2 (740.5)	17.2 (700.0)

表 7（续）

实施例	共聚物	SW通过率		SW 通量		BW 盐通过率		BW 通量	
		未处理	处理	未处理 GFD (1/米² 天)	处理 GFD (1/米² 天)	未处理	处理	未处理 GFD (1/米² 天)	处理 GFD (1/米² 天)
117	HPA/MAA	3.77	3.69	17.7 (720.2)	18.0 (732.4)	3.61	3.46	19.0 (773.1)	17.6 (716.1)
118	HPA/MAA	2.70	2.66	17.0 (691.7)	17.2 (699.9)	2.92	2.46	17.1 (695.8)	16.4 (667.3)
119	HPA/MAA	2.19	2.16	13.2 (537.1)	14.1 (573.7)	2.94	2.10	13.2 (537.1)	12.5 (508.6)
120	HEMA/ITA	3.04	5.82	16.6 (675.4)	18.4 (748.7)	3.27	2.12	18.7 (760.9)	18.3 (744.6)
121	HEMA/ITA	2.27	2.25	21.3 (866.7)	21.5 (874.8)	3.11	1.61	21.7 (883.0)	22.0 (895.2)
122	HEMA/ITA	2.25	2.30	17.8 (724.3)	19.9 (809.7)	1.75	1.61	19.7 (801.6)	20.6 (838.2)
123	MAA/EMA	3.28	2.71	20.1 (817.8)	20.0 (813.8)	2.18	1.62	19.6 (797.5)	18.9 (769.0)
124	MAA/EMA	3.61	2.44	22.3 (907.4)	21.9 (891.1)	2.08	1.45	21.3 (866.7)	20.9 (850.4)
125	MAA/EMA	3.57	2.27	17.5 (712.1)	21.8 (887.0)	2.10	1.39	20.4 (830.1)	22.3 (907.4)

HPMA/ AA，HEMA/ AA和低分子量和高分子量的HEMA / MAA，AEM/ MAA，HPA/ MAA共聚物在半咸水中似乎比海水中更有效。

实施例133-180

以实施例87-132基本类似方式制备反渗透膜和进行试验，不同的是处理选定用于海水应用的类似组成的反渗透膜。结果归纳在表8 中

表 8

实施例	共聚物	SW 盐通过率		SW 通量		BW 盐通过率		BW 通量	
		未处理	处理	未处理 GFD (1/米²天)	处 理 GFD (1/米²天)	未处理	处理	未处理 GFD (1/米²天)	处 理 GFD (1/米²天)
126	MAA/MAm	3.41	2.48	18.7 (760.9)	19.0 (773.1)	2.38	1.57	20.4 (830.1)	20.9 (850.4)
127	MAA/MAm	2.55	2.21	18.4 (748.7)	19.1 (777.2)	2.59	1.66	20.1 (817.8)	20.4 (830.1)
128	MAA/MAm	3.33	2.22	17.9 (728.3)	17.4 (708.0)	1.94	1.39	19.9 (809.7)	20.3 (826.0)
129	MAA/AAm	2.57	2.20	18.8 (765.0)	17.2 (700.0)	1.78	1.17	20.4 (830.1)	18.8 (765.0)
130	MAA/AAm	2.80	2.18	19.0 (773.1)	17.8 (724.3)	1.83	1.26	20.4 (830.1)	19.6 (797.5)
131	MAA/AAm	2.94	2.10	17.2 (700.0)	16.7 (679.5)	2.38	1.28	18.4 (748.7)	19.5 (793.4)
132	MAA/AAm	2.74	2.47	17.2 (700.0)	16.8 (683.6)	2.83	1.67	18.1 (736.5)	19.2 (781.2)

1. 低分子量
2. 中分子量
N. D: 未测定

表 8

实施例	共聚物	SW 盐通过率		SW 通量		BW 盐通过率		BW 通量	
		未处理	处理	未处理 GFD (1/米²天)	处 理 GFD (1/米²天)	未处理	处理	未处理 GFD (1/米²天)	处 理 GFD (1/米²天)
133	HPMA/AA	1.95	0.82	7.5 (305.2)	8.9 (362.1)	2.06	0.76	6.9 (280.8)	7.4 (301.1)
134	HPMA/AA	2.72	0.81	7.9 (321.4)	9.1 (370.3)	1.84	0.68	7.3 (297.0)	7.7 (313.3)
135	HPMA/AA	2.25	0.65	9.0 (366.2)	11.0 (447.6)	1.92	0.91	N.D.	7.1 (288.9)
136	HPMA/AA	11.25	1.05	9.1 (370.3)	10.5 (427.2)	7.30	1.63	6.6 (268.5)	6.6 (268.5)
137	HEMA/MAA[1]	1.12	0.87	7.4 (301.1)	7.1 (288.9)	7.07	1.63	5.4 (219.7)	5.5 (223.8)
138	HEMA/MAA[1]	0.85	0.92	6.6 (268.5)	6.3 (256.3)	13.50	1.48	4.1 (166.8)	4.4 (179.0)
139	HEMA/MAA[2]	1.06	0.46	7.0 (284.8)	7.7 (313.3)	14.95	0.76	4.5 (183.1)	4.7 (191.2)
140	HEMA/MAA[2]	1.04	0.68	6.5 (264.5)	7.3 (297.0)	9.28	1.80	4.5 (183.1)	4.7 (191.2)
141	HEMA/MAA[2]	2.12	0.74	7.5 (305.2)	8.7 (354.0)	6.77	0.99	5.2 (211.6)	4.6 (187.2)

1. 低分子量
2. 中分子量
N. D：未测定

表 8（续）

实施例	共聚物	SW 盐通过率		SW 通量		BW 盐通过率		BW 通量	
		未处理	处理	未处理 GFD (1/米²天)	处 理 GFD (1/米²天)	未处理	处理	未处理 GFD (1/米²天)	处 理 GFD (1/米²天)
142	HEMA/MAA[2]	1.28	0.60	8.0 (325.5)	8.4 (341.8)	2.48	1.11	5.1 (207.5)	5.2 (211.6)
143	HEMA/MAA[3]	3.15	0.89	7.2 (293.0)	10.4 (423.2)	6.49	1.23	6.0 (244.1)	6.0 (244.1)
144	HEMA/MAA[3]	0.77	0.98	6.4 (260.4)	8.9 (362.1)	13.12	0.93	4.5 (183.1)	4.4 (179.0)
145	HEMA/AA	0.77	0.75	6.9 (280.8)	9.8 (398.8)	7.76	1.50	4.8 (195.3)	5.3 (215.9)
146	HEMA/AA	0.63	0.74	7.1 (288.9)	10.1 (410.9)	9.29	1.31	5.3 (215.7)	5.7 (231.9)
147	HEMA/AA	0.74	0.69	7.0 (284.8)	8.3 (337.7)	3.38	1.25	2.9 (118.0)	5.7 (231.9)
148	HEMA/AA	0.83	0.87	7.5 (305.2)	8.1 (329.6)	2.21	1.33	3.1 (126.1)	5.6 (227.8)
149	GMA/MAA	1.20	0.70	9.5 (386.5)	11.2 (455.7)	5.80	1.14	6.6 (268.5)	6.6 (268.5)
150	GMA/MAA	7.06	0.93	7.8 (317.4)	11.3 (459.8)	16.71	0.88	6.5 (264.5)	7.0 (284.8)

表 8（续）

实施例	共聚物	SW 盐通过率		SW 通量		BW 盐通过率		BW 通量	
		未处理	处理	未处理 GFD（1/米²天）	处理 GFD（1/米²天）	未处理	处理	未处理 GFD（1/米²天）	处理 GFD（1/米²天）
151	GMA/MAA	1.62	0.84	8.8 (358.1)	10.1 (411.0)	1.00	0.67	7.2 (293.0)	7.2 (293.0)
152	GMA/MAA	3.22	1.01	8.5 (345.9)	10.0 (406.9)	1.63	0.99	7.0 (284.8)	7.0 (284.8)
153	HEM-S/MAA	3.59	0.78	7.3 (297.0)	8.4 (341.8)	3.77	1.08	5.2 (211.6)	5.8 (236.0)
154	HEM-S/MAA	5.52	0.92	7.9 (321.4)	8.8 (358.1)	4.88	1.17	5.4 (219.7)	5.5 (223.8)
155	HEM-S/MAA	3.79	1.17	9.4 (382.5)	10.1 (411.0)	5.64	2.30	5.9 (240.1)	6.4 (260.4)
156	HEM-S/MAA	1.58	0.81	9.4 (382.5)	10.2 (415.0)	2.10	1.16	6.1 (248.2)	6.1 (248.2)
157	AEM/MAA	1.39	0.87	6.5 (264.5)	8.3 (337.7)	3.68	1.92	4.3 (175.0)	4.4 (179.0)
158	AEM/MAA	1.39	0.94	6.3 (256.3)	8.2 (333.6)	3.49	1.85	4.4 (179.0)	4.4 (179.0)
159	AEM/MAA	1.18	1.41	6.1 (248.2)	9.8 (398.8)	3.65	3.60	5.7 (231.9)	5.2 (211.6)
160	AEM/MAA	0.83	0.82	6.8 (276.7)	9.6 (390.6)	2.00	2.60	5.6 (227.9)	5.3 (215.7)

表 8（续）

实施例	共聚物	SW 盐通过率		SW 道量		BW 盐通过率		BW 通量	
		未处理	处理	未处理 GFD (1/米²天)	处理 GFD (1/米²天)	未处理	处理	未处理 GFD (1/米²天)	处理 GFD (1/米²天)
161	AEM/MAA	1.13	0.55	6.4 (260.4)	8.6 (349.9)	3.01	1.48	4.2 (170.9)	4.9 (199.4)
162	AEM/MAA	1.01	0.49	7.3 (297.0)	11.5 (467.9)	3.39	2.17	4.6 (187.2)	4.5 (183.1)
163	HPA/MAA	1.00	0.88	7.4 (301.1)	9.3 (378.4)	1.58	1.61	6.2 (252.3)	6.2 (252.3)
164	HPA/MAA	1.00	0.98	7.4 (301.1)	8.4 (341.8)	1.69	1.29	5.6 (227.9)	5.5 (223.8)
165	HPA/MAA	0.97	0.84	7.3 (297.0)	8.8 (358.1)	1.16	0.94	6.0 (244.1)	6.0 (244.5)
166	HPA/MAA	1.12	1.06	6.9 (280.8)	8.4 (341.8)	1.72	1.00	5.6 (227.9)	5.6 (227.9)
167	HEMA/ITA	1.10	1.07	7.7 (313.3)	9.5 (386.5)	2.70	1.47	5.7 (231.9)	5.8 (236.0)
168	HEMA/ITA	1.91	2.34	6.5 (264.5)	8.8 (358.1)	4.42	2.13	4.9 (199.4)	5.0 (203.4)
169	HEMA/ITA	0.92	0.71	8.3 (337.7)	10.4 (423.2)	1.34	1.00	6.9 (280.8)	7.1 288.9)
170	HEMA/ITA	1.27	1.18	9.0 (366.2)	11.0 (447.6)	1.84	1.32	7.3 (297.0)	7.7 (313.3)

表 8（续）

实施例	共聚物	SW 盐通过率		SW 通量		BW 盐通过率		BW 通量	
		未处理	处理	未处理 GFD (1/米²天)	处 理 GFD (1/米²天)	未处理	处理	未处理 GFD (1/米²天)	处 理 GFD (1/米²天)
171	HEMA/ITA	1.18	1.49	8.2 (333.6)	9.0 (366.2)	2.39	9.35	6.2 (252.3)	9.3 (378.4)
172	MAA/EMA	1.11	0.66	7.8 (317.4)	8.6 (349.9)	1.05	0.77	5.6 (227.9)	5.7 (231.9)
173	MAA/EMA	1.27	0.69	7.3 (297.0)	8.2 (333.6)	3.55	2.16	5.3 (215.7)	5.3 (215.7)
174	MAA/EMA	1.72	0.58	7.4 (301.1)	10.2 (415.0)	2.15	1.25	4.9 (199.3)	5.0 (203.4)
175	MAA/MAm	2.49	0.87	6.5 (264.5)	7.6 (309.2)	6.05	2.97	4.8 (195.3)	4.9 (199.3)
176	MAA/MAm	5.64	1.19	6.1 (248.2)	7.3 (297.0)	3.47	1.49	4.8 (195.3)	5.0 (203.4)
177	MAA/MAm	6.99	1.29	6.7 (272.6)	7.7 (313.3)	3.33	1.27	5.1 (207.5)	5.3 (215.7)
178	MAA/AAm	0.81	0.75	7.0 (284.8)	6.6 (268.5)	1.19	0.88	5.0 (203.4)	4.8 (195.3)
179	MAA/AAm	2.59	0.90	6.6 (268.5)	7.8 (317.4)	3.02	1.15	5.2 (211.6)	5.4 (219.7)
180	MAA/AAm	4.77	0.89	6.0 (244.1)	7.3 (297.0)	8.46	2.23	4.8 (195.3)	5.0 (203.4)

用25ppm 的1:1 共聚物,2000ppmNa Cl 的水溶液，在7.0-7.7 PH值、25psi(1825pa) 的压力下处理半咸水三乙酸纤维素空心纤维膜。这些共聚物类似实施例87-132中描述的共聚物。在半咸水条件下，在处理之前和处理之后检测这些膜。结果归纳在表9 中。

表 9

实施例	共聚物	BW 盐通过率		BW 通量	
		未处理	处理	未处理 GFD (1/米²天)	处 理 GFD (1/米²天)
181	HPMA/AA	7.24	7.14	8.3 (337.7)	7.6 (309.2)
182	HPMA/AA	7.98	6.95	6.1 (248.2)	5.5 (223.8)
183	HEMA/AA	7.33	3.20	7.7 (313.3)	5.5 (223.8)
184	HEMA/AA	8.23	2.61	8.2 (333.6)	5.3 (215.7)
185	HEMA/AA	5.44	3.65	5.7 (231.9)	3.5 (142.4)
186	HEMA/AA	6.16	5.33	6.5 (264.5)	5 (203.4)
187	HEMA/AA	12.10	25.00	8.4 (341.8)	6.3 (256.3)
188	HEMA/AA	9.36	17.10	7.0 (284.8)	5.8 (236.0)
189	HEMA/AA	7.20	7.41	7.6 (309.2)	5.4 (219.7)
190	HEMA/AA	7.40	7.03	6.6 (268.5)	4.8 (195.3)
191	HEMA/AA	9.00	7.64	4.0 (162.8)	3.9 (158.7)
192	HEMA/AA	7.20	5.32	8.7 (354.0)	8.3 (337.7)
193	HEMA/AA	10.30	8.53	7.5 (305.2)	7.2 (293.0)
194	HEMA/AA	7.50	6.30	7.9 (321.4)	7.6 (309.2)
195	GMA/MAA	7.18	6.10	7.2 (293.0)	7.7 (313.3)

表 9（续）

实施例	共聚物	BW 盐通过率		BW 通量	
		未处理	处理	未处理 GFD（1/米²天）	处 理 GFD（1/米²天）
196	GMA/MAA	7.23	6.40	5.2 (211.6)	5.4 (219.7)
197	GMA/MAA	14.10	4.55	8.2 (333.6)	7.2 (293.0)
198	GMA/MAA	13.40	5.03	7.2 (293.0)	5.2 (211.6)
199	GMA/MAA	7.42	6.35	7.2 (293.0)	6.4 (260.4)
200	GMA/MAA	7.75	6.09	7.5 (305.2)	6.7 (272.6)
201	GMA/MAA	8.27	5.94	8.2 (333.6)	7.6 (309.2)
202	GMA/MAA	6.50	4.89	8.5 (345.9)	7.9 (321.4)
203	GMA/MAA	7.42	4.78	6.8 (276.7)	6.5 (264.5)
204	GMA/MAA	8.08	4.76	8.6 (349.9)	8.3 (337.7)
205	GMA/MAA	5.03	5.83	8.5 (345.9)	7.9 (321.4)
206	GMA/MAA	6.28	5.86	8.6 (349.9)	8.1 (329.6)
207	HEM-S/MAA	8.61	8.85	17.7 (720.2)	15.3 (622.5)
208	HEM-S/MAA	7.51	5.67	15.4 (626.6)	14.5 (590.0)
209	HEM-S/MAA	7.08	8.72	7.6 (309.2)	15.6 (634.7)

表 9（续）

实施例	共聚物	BW盐通过率		BW通量	
		未处理	处理	未处理 GFD (l/m2 day)	处理 GFD (l/m2-day)
210	AEM/MAA	11.63	8.20	12.9 (524.9)	13.3 (541.2)
211	AEM/MAA	11.78	7.20	16.3 (663.2)	15.0 (610.3)
212	AEM/MAA	10.70	7.70	14.8 (602.2)	12.3 (500.5)
213	HPA/MAA	11.47	9.88	17.3 (703.9)	16.3 (663.2)
214	HPA/MAA	14.60	12.46	17.3 (703.9)	17.3 (703.9)
215	HEMA/ITA	7.44	5.93	16.9 (687.6)	16.9 (687.6)
216	HEMA/ITA	11.46	7.73	15.6 (634.7)	15.6 (634.7)
217	HEMA/ITA	5.70	5.35	15.5 (630.7)	14.9 (606.3)
218	MAA/MAm	13.31	9.95	16.3 (663.2)	16.2 (659.2)
219	MAA/MAm	12.09	9.92	18.2 (740.5)	17.9 (728.3)
220	MAA/MAm	14.73	5.98	17.4 (708.0)	15.3 (622.5)
221	MAA/AAm	17.31	10.53	18.5 (752.7)	17.1 (695.8)
222	MAA/AAm	21.66	16.57	18.0 (732.4)	15.8 (642.9)
223	MAA/AAm	12.98	4.90	16.9 (687.6)	14.1 (573.7)