



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102500246 A

(43) 申请公布日 2012. 06. 20

(21) 申请号 201110375103. 2

(22) 申请日 2011. 11. 23

(71) 申请人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38 号

(72) 发明人 徐志康 万灵书 黄小军

(74) 专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限
公司 33224

代理人 胡红娟

(51) Int. Cl.

B01D 71/06 (2006. 01)

B01D 67/00 (2006. 01)

B01D 69/08 (2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 6 页

(54) 发明名称

低温热致相分离制备编织管增强中空纤维膜的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种低温热致相分离制备编织管增强中空纤维膜的方法,包括:1) 将聚合物和稀释剂混合加热溶解,配置聚合物溶液;2) 将聚合物溶液涂覆于编织管表面;3) 在冷却浴中发生热致相分离,继而在萃取剂中去除稀释剂,制得编织管增强中空纤维膜。本发明方法采用在较低温度即可溶解聚合物的稀释剂,能够避免常规热致相分离法所需的高温对编织管结构的破坏作用,提供了一种对编织管材料通用性好的热致相分离法制备编织管增强中空纤维膜的新工艺,制得的编织管增强中空纤维膜的强度高,成本低。

1. 一种低温热致相分离制备编织管增强中空纤维膜的方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 将质量比为 1 : 9 ~ 4 : 6 的聚合物和稀释剂加入搅拌釜中混合均匀,加热至 60 ~ 150°C,充分搅拌至混合体系成均相溶液后,静置脱泡,制成铸膜液;

(2) 铸膜液在 0.1 ~ 0.4MPa 压力下通过环状纺丝头外孔挤出,涂覆于以 0.5 ~ 18 米/分钟的速度通过环状纺丝头内孔的编织管表面;

(3) 涂覆有铸膜液的编织管经过 0 ~ 10cm 空气间隙后,浸入 0 ~ 20°C 的冷却浴中发生热致相分离,继而在 10 ~ 40°C 的萃取剂中去除稀释剂,卷绕得到编织管增强中空纤维膜。

2. 根据权利要求 1 所述的低温热致相分离制备编织管增强中空纤维膜的方法,其特征在于,所述的聚合物为聚偏氟乙烯、聚丙烯腈、聚砜、聚醚砜、聚氯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、乙烯-乙醇共聚物或醋酸纤维素。

3. 根据权利要求 1 所述的低温热致相分离制备编织管增强中空纤维膜的方法,其特征在于,所述的稀释剂为溶剂与非溶剂的混合物,所述的溶剂与非溶剂的质量比为 4 : 6 ~ 10 : 0。

4. 根据权利要求 3 所述的低温热致相分离制备编织管增强中空纤维膜的方法,其特征在于,所述的溶剂为二甲基亚砜、N, N- 二甲基甲酰胺、N, N- 二甲基乙酰胺、N- 甲基吡咯烷酮、磷酸三乙酯、环丁砜、二甲基砜、二苯甲酮或它们的混合物。

5. 根据权利要求 3 所述的低温热致相分离制备编织管增强中空纤维膜的方法,其特征在于,所述的非溶剂为丙三醇、乙二醇、环己醇、三甘醇、聚乙二醇、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙烯醇缩丁醛、聚醋酸乙烯酯、聚乙烯醇或它们的混合物。

6. 根据权利要求 5 所述的低温热致相分离制备编织管增强中空纤维膜的方法,其特征在于,所述的非溶剂为聚乙二醇,分子量为 200、400 或 600。

7. 根据权利要求 1 所述的低温热致相分离制备编织管增强中空纤维膜的方法,其特征在于,所述的编织管为腈纶编织管、锦纶编织管、丙纶编织管、涤纶编织管、氯纶编织管、维纶编织管、氨纶编织管或玻璃纤维编织管。

8. 根据权利要求 1 所述的低温热致相分离制备编织管增强中空纤维膜的方法,其特征在于,所述的冷却浴为水与溶剂的混合物或水与非溶剂的混合物,其中水的质量百分比为 50 ~ 100%。

9. 根据权利要求 1 所述的低温热致相分离制备编织管增强中空纤维膜的方法,其特征在于,所述的萃取剂为甲醇、乙醇、异丙醇或它们的混合物。

低温热致相分离制备编织管增强中空纤维膜的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及分离膜的制备技术领域,具体涉及一种低温热致相分离制备编织管增强中空纤维膜的方法。

背景技术

[0002] 随着人们对环境和资源的日益重视,膜分离技术被认为是节能减排的关键共性技术,也是可持续发展的支撑技术。聚合物中空纤维膜在膜生物反应器、饮用水净化、工业过滤等领域有着广泛的应用,但还存在一些不足之处,如机械性能不能完全满足要求,容易出现断丝的现象;目前常用的聚偏氟乙烯成本较高。编织管增强聚合物中空纤维膜能够显著提高膜丝的机械强度,同时能减少聚合物的用量。自从加拿大 Zenon 公司 (US Patent 5472607) 公开聚合物复合中空纤维微孔膜技术以来,这一技术得到了广泛的关注。如 US2008/0292823A1 通过调节编织管的行走速度与铸膜液挤出量之间的比值来控制铸膜液渗入编织管管壁的量,在一定程度上解决了聚合物涂覆层与编织管脱离的问题。中国发明专利 (CN101543731A) 采用纤维编织-共挤出一体化成膜工艺,将编织管嵌入中空纤维膜的本体中,并将芯液引入到编织管的内腔,进一步较为彻底地解决了聚合物涂覆层与编织管容易脱离的问题。

[0003] 上述工艺均采用传统的浸没沉淀相转化法制备。与浸没沉淀相转化法相比,热致相分离法制备的聚合物微孔膜具有强度大、孔结构均匀和孔隙率高等优点,而且其成膜工艺可控、影响因素少,尤其适用于常温下溶解性较差的半结晶和结晶性聚合物(如聚丙烯和聚乙烯)微孔膜的制备。中国发明专利 (CN101406810A) 公开了一种热致相分离制备增强型复合中空纤维膜的方法。他们在 140 ~ 300℃ 下将铸膜液涂覆于编织管表面,发现制得的复合中空纤维膜具有更高的强度。由于热致相分离法通常需要在较高的温度下形成均一的铸膜液,要求编织管在较高温度下能保持完好的结构形态,但只有少数种类的编织管如玻璃纤维编织管能耐高温。因此极大限制了热致相分离法在编织管增强中空纤维膜制备中的应用。

发明内容

[0004] 本发明提供了一种低温热致相分离制备编织管增强中空纤维膜的方法,制得的编织管增强中空纤维膜的强度高,成本低。

[0005] 一种低温热致相分离制备编织管增强中空纤维膜的方法,基本原理是采用在常温下能溶解制膜聚合物的复合体系作为稀释剂,在相对较低的 60 ~ 150℃ 下形成均相铸膜液并进行涂覆,然后在室温以下淬冷诱发相分离,制得编织管增强中空纤维膜,具体包括如下步骤:

[0006] (1) 将质量比为 1 : 9 ~ 4 : 6 的聚合物和稀释剂的混合物,加入搅拌釜中混合均匀,加热至 60 ~ 150℃,充分搅拌至混合体系成均相溶液后,静置脱泡,制成铸膜液;

[0007] (2) 铸膜液在 0.1 ~ 0.4MPa 压力下通过环状纺丝头外孔挤出,涂覆于以 0.5 ~ 18

米 / 分钟的速度通过环状纺丝头内孔的编织管表面；

[0008] (3) 涂覆有铸膜液的编织管经过 0 ~ 10cm 空气间隙后, 浸入 0 ~ 20℃ 的冷却浴中发生热致相分离, 继而在 10 ~ 40℃ 的萃取剂中去除稀释剂, 卷绕得到编织管增强中空纤维膜。

[0009] 所述的聚合物包括聚偏氟乙烯、聚丙烯腈、聚砜、聚醚砜、聚氯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、乙烯 - 乙醇共聚物、醋酸纤维素；

[0010] 所述的稀释剂由溶剂和非溶剂按一定的比例混合而成, 其中溶剂的特征是沸点在 150℃ 以上且在较低温度下即对上述聚合物有良好的溶解性, 包括二甲基亚砜、N,N- 二甲基甲酰胺、N,N- 二甲基乙酰胺、N- 甲基吡咯烷酮、磷酸三乙酯、环丁砜、二甲基砜、二苯甲酮或它们的混合物；

[0011] 所述的非溶剂的特征是沸点在 150℃ 以上且不能溶解上述聚合物, 包括丙三醇、乙二醇、环己醇、三甘醇、聚乙二醇 (分子量为 200、400 或 600)、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙烯醇缩丁醛、聚醋酸乙烯酯、聚乙烯醇或它们的混合物；

[0012] 所述溶剂与非溶剂的质量比为 4 : 6 ~ 10 : 0；

[0013] 所述的编织管为腈纶编织管、锦纶编织管、丙纶编织管、涤纶编织管、氯纶编织管、维纶编织管、氨纶编织管或玻璃纤维编织管中的任一种；

[0014] 所述的冷却浴为水与溶剂的混合物或水与非溶剂的混合物, 在上述混合物中水的重量百分比为 50 ~ 100%；

[0015] 所述的萃取剂的特征是可以溶解稀释剂并具有较低沸点, 包括甲醇、乙醇、异丙醇或它们的混合物。

[0016] 本发明具有如下优点和有益效果：

[0017] (1) 低温热致相分离法采用在较低温度即可溶解聚合物的稀释剂, 能够避免常规热致相分离法所需的高温对编织管结构的破坏作用, 提供了一种对编织管材料通用性好的热致相分离法制备编织管增强中空纤维膜的新工艺。

[0018] (2) 制得的编织管增强中空纤维膜的强度高, 成本低。

具体实施方式

[0019] 通过以下实施例对本发明做更详细的描述, 但所述实施例不构成对本发明的限制。

[0020] 实施例 1

[0021] 选用质量比为 8 : 2 的 N,N- 二甲基乙酰胺和乙二醇为稀释剂, 将质量比为 2.5 : 7.5 的聚偏氟乙烯和上述稀释剂加入搅拌釜中混合均匀, 加热至 90℃, 充分搅拌至混合体系成均相溶液后, 静置脱泡。然后溶液在 0.2MPa 压力下通过环状纺丝头外孔挤出, 涂覆于以 3 米 / 分钟的速度通过环状纺丝头内孔的丙纶编织管表面。涂覆有溶液的编织管经过 2cm 空气间隙后, 浸入 10℃ 的水中, 继而在 25℃ 的乙醇中去除稀释剂, 卷绕得到编织管增强中空纤维膜。

[0022] 将上述编织管增强中空纤维膜制成膜组件后测试水通量, 在外压条件下测试, 水通量为 $195\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot (0.1\text{MPa})^{-1}$ 。

[0023] 比较例 1

[0024] 选用目前常见的热致相分离体系作为对比,将质量比为 2.5 : 7.5 的聚偏氟乙烯和邻苯二甲酸二丁酯加入搅拌釜中混合均匀,加热至 240℃,充分搅拌至混合体系成均相溶液后,静置脱泡。然后溶液在 0.2MPa 压力下通过环状纺丝头外孔挤出,涂覆于以 3 米 / 分钟的速度通过环状纺丝头内孔的丙纶编织管表面。涂覆有溶液的编织管经过 2cm 空气间隙后,浸入 10℃ 的水中,继而在 25℃ 的乙醇中去除稀释剂,卷绕得到编织管增强中空纤维膜。

[0025] 将上述编织管增强中空纤维膜制成膜组件后测试水通量,在外压条件下测试,水通量为 $44\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot (0.1\text{MPa})^{-1}$ 。水通量小是由于在高温下编织管结构被破坏。

[0026] 实施例 2

[0027] 选用质量比为 8 : 2 的二甲基亚砷和丙三醇为稀释剂,将质量比为 3 : 7 的聚丙烯腈和上述稀释剂加入搅拌釜中混合均匀,加热至 80℃,充分搅拌至混合体系成均相溶液后,静置脱泡。然后溶液在 0.2MPa 压力下通过环状纺丝头外孔挤出,涂覆于以 2 米 / 分钟的速度通过环状纺丝头内孔的涤纶编织管表面。涂覆有溶液的编织管经过 2cm 空气间隙后,浸入 10℃ 的水中,继而在 20℃ 的甲醇中去除稀释剂,卷绕得到编织管增强中空纤维膜。

[0028] 将上述编织管增强中空纤维膜制成膜组件后测试水通量,在外压条件下测试,水通量为 $207\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot (0.1\text{MPa})^{-1}$ 。

[0029] 实施例 3

[0030] 选用质量比为 4 : 6 的 N,N-二甲基甲酰胺和乙二醇为稀释剂,将质量比为 1 : 9 的聚偏氟乙烯和上述稀释剂加入搅拌釜中混合均匀,加热至 150℃,充分搅拌至混合体系成均相溶液后,静置脱泡。然后溶液在 0.1MPa 压力下通过环状纺丝头外孔挤出,涂覆于以 18 米 / 分钟的速度通过环状纺丝头内孔的玻璃纤维编织管表面。涂覆有溶液的编织管经过 10cm 空气间隙后,浸入 0℃ 的质量比为 5 : 5 的水和 N,N-二甲基甲酰胺的混合冷却浴中,继而在 10℃ 的乙醇中去除稀释剂,卷绕得到编织管增强中空纤维膜。

[0031] 将上述编织管增强中空纤维膜制成膜组件后测试水通量,在外压条件下测试,水通量为 $221\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot (0.1\text{MPa})^{-1}$ 。

[0032] 实施例 4

[0033] 将质量比为 4 : 6 的聚丙烯腈和二甲基砷加入搅拌釜中混合均匀,加热至 150℃,充分搅拌至混合体系成均相溶液后,静置脱泡。然后溶液在 0.4MPa 压力下通过环状纺丝头外孔挤出,涂覆于以 0.5 米 / 分钟的速度通过环状纺丝头内孔的玻璃纤维编织管表面。涂覆有溶液的编织管直接浸入 20℃ 的水中,继而在 40℃ 的乙醇中去除稀释剂,卷绕得到编织管增强中空纤维膜。

[0034] 将上述编织管增强中空纤维膜制成膜组件后测试水通量,在外压条件下测试,水通量为 $174\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot (0.1\text{MPa})^{-1}$ 。

[0035] 实施例 5

[0036] 选用质量比为 4 : 6 的 N,N-二甲基乙酰胺和环己醇为稀释剂,将质量比为 3 : 7 的聚砷和上述稀释剂加入搅拌釜中混合均匀,加热至 140℃,充分搅拌至混合体系成均相溶液后,静置脱泡。然后溶液在 0.2MPa 压力下通过环状纺丝头外孔挤出,涂覆于以 3 米 / 分钟的速度通过环状纺丝头内孔的丙纶编织管表面。涂覆有溶液的编织管经过 2cm 空气间隙后,浸入 5℃ 的水中,继而在 20℃ 的异丙醇中去除稀释剂,卷绕得到编织管增强中空纤维膜。

[0037] 将上述编织管增强中空纤维膜制成膜组件后测试水通量,在外压条件下测试,水通量为 $191\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot (0.1\text{MPa})^{-1}$ 。

[0038] 实施例 6

[0039] 选用质量比为 8 : 2 的 N-甲基吡咯烷酮和三甘醇为稀释剂,将质量比为 2.5 : 7.5 的聚醚砜和上述稀释剂加入搅拌釜中混合均匀,加热至 80°C ,充分搅拌至混合体系成均相溶液后,静置脱泡。然后溶液在 0.2MPa 压力下通过环状纺丝头外孔挤出,涂覆于以 3 米 / 分钟的速度通过环状纺丝头内孔的锦纶编织管表面。涂覆有溶液的编织管经过 2cm 空气间隙后,浸入 5°C 的质量比为 8 : 2 的水和三甘醇的混合冷却浴中,继而在 25°C 的质量比为 5 : 5 的甲醇和异丙醇的混合萃取剂中去除稀释剂,卷绕得到编织管增强中空纤维膜。

[0040] 将上述编织管增强中空纤维膜制成膜组件后测试水通量,在外压条件下测试,水通量为 $213\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot (0.1\text{MPa})^{-1}$ 。

[0041] 实施例 7

[0042] 选用质量比为 8 : 2 的 N-甲基吡咯烷酮和聚乙二醇 200 为稀释剂,将质量比为 3 : 7 的聚氯乙烯和上述稀释剂加入搅拌釜中混合均匀,加热至 90°C ,充分搅拌至混合体系成均相溶液后,静置脱泡。然后溶液在 0.2MPa 压力下通过环状纺丝头外孔挤出,涂覆于以 3 米 / 分钟的速度通过环状纺丝头内孔的氯纶编织管表面。涂覆有溶液的编织管经过 4cm 空气间隙后,浸入 10°C 的质量比为 9 : 1 的水和 N-甲基吡咯烷酮的混合冷却浴中,继而在 25°C 的乙醇中去除稀释剂,卷绕得到编织管增强中空纤维膜。

[0043] 将上述编织管增强中空纤维膜制成膜组件后测试水通量,在外压条件下测试,水通量为 $192\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot (0.1\text{MPa})^{-1}$ 。

[0044] 实施例 8

[0045] 选用质量比为 9 : 1 的磷酸三乙酯和聚乙二醇 400 为稀释剂,将质量比为 2 : 8 的聚甲基丙烯酸甲酯和上述稀释剂加入搅拌釜中混合均匀,加热至 60°C ,充分搅拌至混合体系成均相溶液后,静置脱泡。然后溶液在 0.2MPa 压力下通过环状纺丝头外孔挤出,涂覆于以 2 米 / 分钟的速度通过环状纺丝头内孔的腈纶编织管表面。涂覆有溶液的编织管经过 2cm 空气间隙后,浸入 10°C 的水中,继而在 25°C 的乙醇中去除稀释剂,卷绕得到编织管增强中空纤维膜。

[0046] 将上述编织管增强中空纤维膜制成膜组件后测试水通量,在外压条件下测试,水通量为 $224\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot (0.1\text{MPa})^{-1}$ 。

[0047] 实施例 9

[0048] 选用质量比为 9 : 1 的环丁砜和聚乙二醇 600 为稀释剂,将质量比为 3 : 7 的聚偏氟乙烯和上述稀释剂加入搅拌釜中混合均匀,加热至 90°C ,充分搅拌至混合体系成均相溶液后,静置脱泡。然后溶液在 0.2MPa 压力下通过环状纺丝头外孔挤出,涂覆于以 3 米 / 分钟的速度通过环状纺丝头内孔的维纶编织管表面。涂覆有溶液的编织管经过 2cm 空气间隙后,浸入 10°C 的水中,继而在 30°C 的异丙醇中去除稀释剂,卷绕得到编织管增强中空纤维膜。

[0049] 将上述编织管增强中空纤维膜制成膜组件后测试水通量,在外压条件下测试,水通量为 $194\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot (0.1\text{MPa})^{-1}$ 。

[0050] 实施例 10

[0051] 选用质量比为 9 : 1 的二苯甲酮和聚乙烯吡咯烷酮为稀释剂,将质量比为 3 : 7 的乙烯-乙醇共聚物和上述稀释剂加入搅拌釜中混合均匀,加热至 80℃,充分搅拌至混合体系成均相溶液后,静置脱泡。然后溶液在 0.2MPa 压力下通过环状纺丝头外孔挤出,涂覆于以 2 米 / 分钟的速度通过环状纺丝头内孔的氨纶编织管表面。涂覆有溶液的编织管经过 5cm 空气间隙后,浸入 10℃ 的水中,继而在 25℃ 的乙醇中去除稀释剂,卷绕得到编织管增强中空纤维膜。

[0052] 将上述编织管增强中空纤维膜制成膜组件后测试水通量,在外压条件下测试,水通量为 $198\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot (0.1\text{MPa})^{-1}$ 。

[0053] 实施例 11

[0054] 选用质量比为 9 : 1 的 N,N-二甲基乙酰胺和聚乙烯醇为稀释剂,将质量比为 3 : 7 的醋酸纤维素和上述稀释剂加入搅拌釜中混合均匀,加热至 90℃,充分搅拌至混合体系成均相溶液后,静置脱泡。然后溶液在 0.2MPa 压力下通过环状纺丝头外孔挤出,涂覆于以 3 米 / 分钟的速度通过环状纺丝头内孔的涤纶编织管表面。涂覆有溶液的编织管经过 2cm 空气间隙后,浸入 10℃ 的水中,继而在 25℃ 的甲醇中去除稀释剂,卷绕得到编织管增强中空纤维膜。

[0055] 将上述编织管增强中空纤维膜制成膜组件后测试水通量,在外压条件下测试,水通量为 $201\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot (0.1\text{MPa})^{-1}$ 。

[0056] 实施例 12

[0057] 选用质量比为 6 : 2 : 2 的 N,N-二甲基乙酰胺、二苯甲酮和乙二醇为稀释剂,将质量比为 2.5 : 7.5 的聚偏氟乙烯和上述稀释剂加入搅拌釜中混合均匀,加热至 90℃,充分搅拌至混合体系成均相溶液后,静置脱泡。然后溶液在 0.2MPa 压力下通过环状纺丝头外孔挤出,涂覆于以 3 米 / 分钟的速度通过环状纺丝头内孔的玻璃纤维编织管表面。涂覆有溶液的编织管经过 2cm 空气间隙后,浸入 10℃ 的水中,继而在 25℃ 的乙醇中去除稀释剂,卷绕得到编织管增强中空纤维膜。

[0058] 将上述编织管增强中空纤维膜制成膜组件后测试水通量,在外压条件下测试,水通量为 $212\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot (0.1\text{MPa})^{-1}$ 。

[0059] 实施例 13

[0060] 选用质量比为 8 : 1 : 1 的 N,N-二甲基乙酰胺、聚乙烯醇缩丁醛和乙二醇为稀释剂,将质量比为 2.5 : 7.5 的聚偏氟乙烯和上述稀释剂加入搅拌釜中混合均匀,加热至 90℃,充分搅拌至混合体系成均相溶液后,静置脱泡。然后溶液在 0.2MPa 压力下通过环状纺丝头外孔挤出,涂覆于以 3 米 / 分钟的速度通过环状纺丝头内孔的玻璃纤维编织管表面。涂覆有溶液的编织管经过 2cm 空气间隙后,浸入 10℃ 的水中,继而在 25℃ 的乙醇中去除稀释剂,卷绕得到编织管增强中空纤维膜。

[0061] 将上述编织管增强中空纤维膜制成膜组件后测试水通量,在外压条件下测试,水通量为 $209\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot (0.1\text{MPa})^{-1}$ 。

[0062] 实施例 14

[0063] 选用质量比为 8 : 1 : 1 的 N,N-二甲基乙酰胺、聚醋酸乙烯酯和乙二醇为稀释剂,将质量比为 2.5 : 7.5 的聚偏氟乙烯和上述稀释剂加入搅拌釜中混合均匀,加热至 90℃,充分搅拌至混合体系成均相溶液后,静置脱泡。然后溶液在 0.2MPa 压力下通过环状纺丝头外

孔挤出,涂覆于以 3 米 / 分钟的速度通过环状纺丝头内孔的玻璃纤维编织管表面。涂覆有溶液的编织管经过 2cm 空气间隙后,浸入 10℃ 的水中,继而在 25℃ 的乙醇中去除稀释剂,卷绕得到编织管增强中空纤维膜。

[0064] 将上述编织管增强中空纤维膜制成膜组件后测试水通量,在外压条件下测试,水通量为 $215\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot (0.1\text{MPa})^{-1}$ 。

[0065] 实施例 15

[0066] 选用质量比为 8 : 1 : 1 的 N, N- 二甲基乙酰胺、二苯甲酮和乙二醇为稀释剂,将质量比为 2.5 : 7.5 的聚偏氟乙烯和上述稀释剂加入搅拌釜中混合均匀,加热至 90℃,充分搅拌至混合体系成均相溶液后,静置脱泡。然后溶液在 0.2MPa 压力下通过环状纺丝头外孔挤出,涂覆于以 10 米 / 分钟的速度通过环状纺丝头内孔的涤纶编织管表面。涂覆有溶液的编织管经过 2cm 空气间隙后,浸入 10℃ 的质量比为 8 : 2 的水和 N, N- 二甲基甲酰胺的混合物中,继而在 25℃ 的甲醇中去除稀释剂,卷绕得到编织管增强中空纤维膜。

[0067] 将上述编织管增强中空纤维膜制成膜组件后测试水通量,在外压条件下测试,水通量为 $235\text{L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot (0.1\text{MPa})^{-1}$ 。