

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(43) 国际公布日
2016 年 10 月 13 日 (13.10.2016) WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2016/161824 A1

- (51) 国际专利分类号:
C08F 220/28 (2006.01) C08J 9/28 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/100039
- (22) 国际申请日: 2015 年 12 月 31 日 (31.12.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510168593.7 2015 年 4 月 10 日 (10.04.2015) CN
- (71) 申请人: 华南理工大学 (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。
- (72) 发明人: 樊栓狮 (FAN, Shuanshi); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。于驰 (YU, Chi); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。郎雪梅 (LANG, Xuemei); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。王燕鸿 (WANG, Yanhong); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。
- (74) 代理人: 广州粤高专利商标代理有限公司 (YOGO PATENT & TRADEMARK AGENCY LIMITED COMPANY); 中国广东省广州市天河区体育西路中石化大厦 B 塔 3912 室, Guangdong 510620 (CN)。

- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则 4.17 的声明:

— 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: HYDROGEL CAPABLE OF BEING USED FOR SEAWATER DESALINATION AND PREPARATION METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种可用于海水淡化的水凝胶及其制备方法

(57) Abstract: Disclosed are hydrogel capable of being used for seawater desalination and a preparation method therefor. The hydrogel is a polymer formed by carbon-carbon double-bond polymerization of monomers containing hydrophilic groups and carbon-carbon double bonds; the crosslinking degree of the polymer ranges from 0.01 to 0.2; the mass of the monomers accounts for 5wt% to 50wt% of the mass of the hydrogel. The preparation method of the present invention comprises: mixing monomers, a pore forming agent, a crosslinking agent, an initiator and a catalyst to be uniform, so as to obtain a mixed material; and then transferring the mixed material into a mold, polymerizing the mixed material at the temperature of 20°C to 30°C for 2 to 3 hours, and then heating to continue the polymerization until the polymerization is complete, so as to obtain the hydrogel capable of being used for seawater desalination. The method described in the present invention is convenient and quick, so that the present invention has the advantage that the present invention can be used under special conditions such as earthquake relief, maritime rescue and field exploration.

(57) 摘要: 本发明公开了一种可用于海水淡化的水凝胶及其制备方法。该水凝胶是由含有亲水基团和碳碳双键的单体通过碳碳双键聚合而成的一种聚合物; 所述聚合物的交联度为 0.01~0.2; 所述单体占水凝胶的质量为 5wt%~50wt%。本发明的制备方法为: 将单体、造孔剂、交联剂、引发剂和催化剂混合均匀, 得到混合物料, 然后转移到模具中, 先在 20°C~30°C 温度下聚合 2~3 小时, 随后升温继续聚合直到聚合完全, 得到可用于海水淡化的水凝胶。本发明所述的方法方便快捷, 使得本发明具备可以在抗震救灾、海事救援、野外探险等特殊状况下使用的优点。

WO 2016/161824 A1

说明书

发明名称：一种可用于海水淡化的水凝胶及其制备方法

- [1] 技术领域
- [2] 本发明涉及海水淡化的技术领域，具体涉及一种可用于海水淡化的水凝胶及其制备方法。
- [3] 背景技术
- [4] 淡水资源在地表分布具有不均衡性和有限性，我国尤其明显。海水的储水量非常丰富，但是海水却不能直接供人和农作物等生物使用。因此海水淡化是解决淡水短缺的一个有效途径。现行的海水淡化技术有 20 多种，包括正反渗透、多级闪蒸、电渗析法、露点蒸发法以及利用核能、太阳能海水淡化技术等。但是这些方法都有成本过高的缺点，限制了海水淡化技术的大面积推广应用。同时现行的技术往往需要大型的设备，在某些突发性、小规模情况的应用中具有局限性。
- [5] 水凝胶是一类高分子聚合物的简称，这类聚合物具有轻度交联、可吸水却不溶于水的特点。经过干燥后的水凝胶具有极强的吸水性，其吸水量和吸水速率都是惊人的。澳大利亚莫纳什大学 Amir Razmjou 等人以一种负载纳米氧化铁颗粒的水凝胶为载体，在磁场和加热共同作用的情况下，通过利用水凝胶的强吸水性为含氯化钠浓度为 3.5wt% 海水通过半透膜提供驱动力，进而达到提高海水淡化水回收率的目的。随后，Amir Razmjou 等人的团队又报告了一种通过双层结构的水凝胶从海水中提取淡水的方法。该团队通过凝胶本身的吸水性以及利用太阳能照射凝胶层使海水穿过半透膜进入凝胶层中，进而释放出淡水。但是这些方法都是利用半透膜对海水进行实质性的脱盐处理，水凝胶在其中只是起到一个提供驱动力和提高水回收率的作用。而且上述的方法在操作中需要磁场加热或达到一定强度的太阳能照射，都对该技术应用的便捷性产生了不利的影响。德国卡尔斯鲁厄理工学院（KIT）的Johannes opfner 等人的团队曾用聚丙烯酸钠吸收氯化钠溶液，通过挤压水凝胶得到挤出液并测试其氯化钠浓度，当原水浓度为 35g/L NaCl溶液时，脱盐率仅为 25%。

[6] 发明内容

[7] 本发明的目的在于针对现有技术的不足，提供了一种可用于海水淡化的水凝胶及其制备方法。本发明无需利用半透膜对海水进行淡化处理，通过利用水凝胶自身的结构性质，达到淡化海水的目的。

[8] 本发明的技术原理如下：

[9] 本发明所用的水凝胶可以用甲基丙烯酸羟乙酯（HEMA）或者丙烯酸钠（SA）作为单体合成的均聚物或共聚物。当然可用于合成可淡化海水的水凝胶的单体并不局限于此，具备碳碳双键和酯基的丙烯酸酯类、甲基丙烯酸酯类单体都满足要求。

[10] 在水凝胶的结构中，水是造孔剂。不同含水量的水凝胶其内部孔穴结构的形状与大小也不同。本发明所采用的水凝胶孔径在 $0.1\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 之间。这个孔径范围可以保证水凝胶有较强的吸水性，同时对于海水中离子所形成的离子水合物有一定的过滤作用。此外水凝胶吸水、脱水有良好的可逆性，因此在控制合适的操作条件下，用于淡化海水的水凝胶可以多次重复利用，起到了节能环保的作用。

[11] 本发明目的通过以下技术方案来实现。

[12] 一种可用于海水淡化的水凝胶，所述水凝胶是由含有亲水基团和碳碳双键的单体通过碳碳双键聚合而成的一种聚合物；所述聚合物的交联度为 $0.01 \sim 0.2$ ；所述单体占水凝胶的质量为 $5\text{wt}\% \sim 50\text{wt}\%$ 。

[13] 优选地，所述单体为甲基丙烯酸、丙烯酸、丙烯酸钠、甲基丙烯酸酯类和丙烯酸酯类化合物中的一种以上。

[14] 优选地，所述的甲基丙烯酸酯类包括甲基丙烯酸羟乙酯（HEMA）、甲基丙烯酸（2-羟基乙氧基）乙酯、甲基丙烯酸甲氧基乙酯、甲基丙烯酸（2-甲氧基乙氧基）乙酯、乙二醇二甲基丙烯酸酯（EDMA）、甲基丙烯酸-2-乙氧基乙酯（EEMA）中的一种以上。

[15] 优选地，所述的丙烯酸酯类包括丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯、丙烯酸羟乙酯、丙烯酸甲氧基乙酯中的一种以上。

[16] 优选地，所述水凝胶是由一种单体聚合而成的均聚物，或是由两种以上单体聚

合而成的共聚物；所述水凝胶孔径为 $0.1\ \mu\text{m} \sim 20\ \mu\text{m}$ 。

- [17] 一种可用于海水淡化的水凝胶的制备方法，由单体、造孔剂、交联剂、引发剂和催化剂合成，其具体步骤为：将单体、造孔剂、交联剂、引发剂和催化剂混合均匀，得到混合物料，然后转移到模具中，先在 $20\ ^\circ\text{C} \sim 30\ ^\circ\text{C}$ 温度下聚合 2 ~ 3 小时，随后升温继续聚合直到聚合完全，得到可用于海水淡化的水凝胶。
- [18] 上述方法中，所述交联剂为乙二醇二甲基丙烯酸酯（EDMA）、N,N'-亚甲基双丙烯酰胺（MBA）和 1,5-己二烯-3,4-二醇（DVG）的一种或以上，交联剂与单体的物质的量之比为 $0.01 \sim 0.2$ 。
- [19] 上述方法中，所述引发剂为过硫酸铵（APS）、偶氮二异丁腈（AIBN）和过氧化二甲酰（BPO）的一种或以上，引发剂的用量在混合物料中的浓度为 $1.0\text{mmol/L} \sim 3.0\text{mmol/L}$ ；所述催化剂为 N,N,N',N'-四甲基乙二胺（TEMED），催化剂用量占混合物料总体积的 $0.2\% \text{ (V/V)} \sim 0.5\% \text{ (V/V)}$ ；所述的造孔剂为去离子水，造孔剂的用量占水凝胶总质量的 $50\text{wt}\% \sim 95\text{wt}\%$ 。
- [20] 上述方法中，升温聚合时为聚合温度在 $40\ ^\circ\text{C} \sim 120\ ^\circ\text{C}$ ，聚合时间在 1 小时 ~ 48 小时。
- [21] 为保证各物料的充分接触和水凝胶各部位性质的均一稳定，所述的引发剂在实验前需被分散成水溶液。所述的造孔剂为去离子水。在加入其它原料之前，造孔剂应与单体充分混合成一均相体系。单体、造孔剂与交联剂的比例决定了水凝胶的孔穴结构和淡化海水的性能。本发明合成水凝胶所用的引发剂需制成 $10\text{wt}\%$ 的过硫酸铵水溶液，用量为加入反应体系后过硫酸铵的浓度为 1.75mM 。
- [22] 氯化钠浓度标定方法为离子色谱法，通过溶液中氯离子色谱峰面积与浓度成线性关系这一特性定量分析所得溶液中氯化钠的浓度。
- [23] 所述的水凝胶干胶先在海水中溶胀，随后用一个活塞挤压的装置对吸收了海水的水凝胶进行机械挤压，收集挤出液，即为经过水凝胶淡化后所得到的淡水，再测试挤出液中的浓度即可。实际应用中亦可直接用手挤压吸收海水的水凝胶来得到淡水。
- [24] 本发明产品水凝胶分子的空间网状结构对盐水中的离子水合物有一定的过滤作

用，因此当海水穿过水凝胶时，一部分离子水合物被水凝胶的孔阻拦，而水分子却可以自由穿过，从而达到分离的目的。所述水凝胶可以处理总溶解固体（TDS） $\geq 35.00\text{g/L}$ 的海水或盐溶液。整个吸收海水的过程由水凝胶对海水的吸引力提供驱动力，而且水凝胶可以循环使用，因此降低了能耗和成本，达到节能环保的要求。

[25] 本发明相对于现有技术所具备的优点及有益效果：

[26] 本发明公开了一种可用于海水淡化的水凝胶，利用水凝胶孔穴对海水中离子有一定过滤和排斥作用这一特征，实现了用水凝胶代替半透膜进行海水淡化。水凝胶有很强的吸水性，这为海水被吸入水凝胶提供了动力，相比传统的反渗透工艺需要 $3\text{MPa} \sim 5\text{MPa}$ 的高压来提供过膜驱动力，该发明所述的方法能节约这部分的能耗。

[27] 本发明所得的水凝胶聚合物的交联度以及制备过程中的单体占最终产品的重量参数对于产品的用于海水淡化其决定性的作用。

[28] 本发明所用的水凝胶达到人体直接接触的卫生标准，同时淡化过程方便快捷，因此本发明所述的操作方法在有需要的情况下可以直接用手去挤压水凝胶得到淡水，在诸如抢险救灾、长途航海、户外探险等情况下可方便、快捷的从海水或苦咸水得到淡水，补充人体所需。

[29] 具体实施方式

[30] 下面结合具体实施例对本发明作进一步地具体详细描述，但本发明的实施方式不限于此，对于未特别注明的工艺参数，可参照常规技术进行。

[31] 本发明实例中的海水由海水中的主要成分氯化钠的水溶液代替，所用浓度为 35.00g/L ，但并不限于此。所选用的水凝胶为聚甲基丙烯酸羟乙酯、聚甲基丙烯酸羟乙酯 - 丙烯酸钠、聚丙烯酸钠和聚甲基丙烯酸羟乙酯 - 甲基丙烯酸。聚甲基丙烯酸羟乙酯中甲基丙烯酸羟乙酯的质量分数分别为 $10\text{wt}\%$ 、 $15\text{wt}\%$ 、 $20\text{wt}\%$ ；聚甲基丙烯酸羟乙酯 - 丙烯酸钠中甲基丙烯酸羟乙酯的质量分数分别为 $15\text{wt}\%$ 和 $10\text{wt}\%$ ，丙烯酸钠的质量分数分别为 $5\text{wt}\%$ 和 $10\text{wt}\%$ ，即聚合后单体占水凝胶总质量的 $20\text{wt}\%$ 。本发明所述的水凝胶并不局限于此。

[32] 实施例 1

[33] 制备含 15wt% 甲基丙烯酸羟乙酯 (HEMA) 和 5wt% 丙烯酸钠 (SA) 的聚甲基丙烯酸羟乙酯 - 丙烯酸钠 (HEMA15/SA5)。称取 7.5g HEMA、2.5gSA 和 40g 水, 放置锥形瓶中均匀搅拌, 然后依次加入 150 μ l 乙二醇二甲基丙烯酸酯 (EDMA)、200 μ l 10% 过硫酸铵 (APS) 溶液和 100 μ l N,N,N',N'- 四甲基乙二胺 (TEMED) 并混合均匀。将混合均匀的溶液转移到模具中, 并将模具至于恒温器中, 在 30 $^{\circ}$ C 下恒温聚合 3 小时后再在 75 $^{\circ}$ C 下恒温聚合 24 小时, 然后将聚合好的水凝胶用去离子水充分洗净, 再置于冷冻干燥机中在 -45 $^{\circ}$ C 冷冻干燥 24 小时, 即得到本发明所述的水凝胶。将水凝胶放到海水中溶胀之后挤压, 经测试挤出液中氯化钠的浓度为 12.40g /L, 脱盐率为 64.57%。

[34] 实施例 2

[35] 制备含 10wt% 甲基丙烯酸羟乙酯和 10wt% 丙烯酸钠的聚甲基丙烯酸羟乙酯 - 丙烯酸钠 (HEMA10/SA10)。称取 5g HEMA、5gSA 和 40g 水, 放置锥形瓶中均匀搅拌, 然后依次加入 175 μ l EDMA、200 μ l 10% APS 溶液和 100 μ l TEMED 并混合均匀。将混合均匀的溶液转移到模具中, 并将模具至于恒温器中, 在 30 $^{\circ}$ C 下恒温聚合 3 小时后再在 75 $^{\circ}$ C 下恒温聚合 24 小时, 然后将聚合好的水凝胶用去离子水充分洗净, 再置于冷冻干燥机中在 -45 $^{\circ}$ C 冷冻干燥 24 小时, 即得到本发明所述的水凝胶。将水凝胶放到海水中溶胀之后挤压, 经测试挤出液中氯化钠的浓度为 15.28g /L, 脱盐率为 56.34%。

[36] 实施例 3

[37] 制备含 20wt% 甲基丙烯酸羟乙酯的聚甲基丙烯酸羟乙酯 (HEMA20)。称取 10g HEMA 和 40g 水, 放置锥形瓶中均匀搅拌, 然后依次加入 50 μ l EDMA、400 μ l 10%APS 溶液和 100 μ lTEMED 并混合均匀。将混合均匀的溶液转移到模具中, 并将模具至于恒温器中, 在 25 $^{\circ}$ C 下恒温聚合 3 小时后再在 80 $^{\circ}$ C 下恒温聚合 24 小时, 然后将聚合好的水凝胶用去离子水充分洗净, 再置于冷冻干燥机中在 -45 $^{\circ}$ C 冷冻干燥 24 小时, 即得到本发明所述的水凝胶。将水凝胶放到海水中溶胀之后挤压, 经试挤出液中氯化钠的浓度为 25.33g /L, 脱盐率为 27.63%。

[38] 实施例 4

[39] 制备含 15wt% 甲基丙烯酸羟乙酯的聚甲基丙烯酸羟乙酯 (HEMA15)。称取

7.5g HEMA 和 42.5g 水，放置锥形瓶中均匀搅拌，然后依次加入 37.5 μ l EDMA、300 μ l 10%APS 溶液和 75 μ l TEMED 并混合均匀。将混合均匀的溶液转移到模具中，并将模具至于恒温器中，在 25 °C 下恒温聚合 3 小时后再在 80 °C 下恒温聚合 24 小时，然后将聚合好的水凝胶用去离子水充分洗净，再置于冷冻干燥机中在 -45 °C 冷冻干燥 24 小时，即得到本发明所述的水凝胶。将水凝胶放到海水中溶胀之后挤压，经测试挤出液中氯化钠的浓度为 26.50g /L，脱盐率为 32.08%。

[40] 实施例 5

[41] 制备含 10wt% 甲基丙烯酸羟乙酯的聚甲基丙烯酸羟乙酯（HEMA10）。称取 5g HEMA 和 45g 水，放置锥形瓶中均匀搅拌，然后依次加入 25 μ l EDMA、200 μ l 10%APS 溶液和 50 μ l TEMED 并混合均匀。将混合均匀的溶液转移到模具中，并将模具至于恒温器中，在 25 °C 下聚合 3 小时后再在 80 °C 下聚合 24 小时，然后将聚合好的水凝胶用去离子水充分洗净，再置于冷冻干燥机中在 -45 °C 冷冻干燥 24 小时，即得到本发明所述的水凝胶。水凝胶放到海水中溶胀之后挤压，经测试挤出液中氯化钠的浓度为 27.50g /L，脱盐率为 21.42%。

[42] 实施例 6

[43] 制备含 10wt% 丙烯酸钠的聚丙烯酸钠（SA10）。称取 5g SA 和 45g 水，放置锥形瓶中均匀搅拌，然后依次加入 25 μ l N-N' 亚甲基双丙烯酰胺（MBA）、200 μ l 10%APS 溶液和 50 μ l TEMED 并混合均匀。将混合均匀的溶液转移到模具中，并将模具至于恒温器中，在 25 °C 下恒温聚合 3 小时后再在 70 °C 下恒温聚合 24 小时，然后将聚合好的水凝胶用去离子水充分洗净，再置于冷冻干燥机中在 -45 °C 冷冻干燥 24 小时，即得到本发明所述的水凝胶。水凝胶放到海水中溶胀之后挤压，经测试挤出液中氯化钠的浓度为 28.13g /L，脱盐率为 19.51%。

[44] 实施例 7

[45] 制备含 19.9wt% 的甲基丙烯酸羟乙酯和 0.2wt% 的甲基丙烯酸（MA）共聚而成的聚甲基丙烯酸羟乙酯 - 甲基丙烯酸。称取 10g HEMA、0.1gMA 和 40g 水，放置锥形瓶中均匀搅拌，然后依次加入 50 μ l EDMA、400 μ l 10%APS 溶液和 100 μ l TEMED 并混合均匀。将混合均匀的溶液转移到模具中，并将模具至于恒

温器中，在 25 °C 下恒温聚合 3 小时后再在 80 °C 下恒温聚合 24 小时，然后将聚合好的水凝胶用去离子水充分洗净，再置于冷冻干燥机中在 -45 °C 冷冻干燥 24 小时，即得到本发明所述的水凝胶。水凝胶放到海水中溶胀之后挤压，经测试挤出液中氯化钠的浓度为 27.69g /L，脱盐率为 20.89%。

[46] 制备水凝胶的配方会对水凝胶的结构产生重大的影响。当水凝胶的单体的质量分数低于 5wt% 时，水凝胶成胶较软无法挤压，同时该情况下含水率大导致水凝胶呈现出 20 μ m 以上的大孔结构，没法对海水中的盐离子进行吸附和筛分；而当水凝胶单体的质量分数大于 50wt% 时，水凝胶整体的溶胀度低，单次处理海水量小而且在海水中溶胀行为不明显，延长处理时间同时大幅降低了回收率，没有实际应用价值。当水凝胶的交联度小于 0.01（摩尔比）时，水凝胶呈现出粘稠状流体，不具备淡化性能；而当交联度大于 0.2（摩尔比）时，水凝胶过度交联导致在盐水中溶胀缓慢，同时水凝胶胶体较硬，不利于挤压。

[47] 本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例，而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说，在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种可用于海水淡化的水凝胶，其特征在于，所述水凝胶是由含有亲水基团和碳碳双键的单体通过碳碳双键聚合而成的一种聚合物；所述聚合物的交联度为0.01~0.2；所述单体占水凝胶的质量为5wt%~50wt%。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的可用于海水淡化的水凝胶，其特征在于，所述单体为甲基丙烯酸、丙烯酸、丙烯酸钠、甲基丙烯酸酯类和丙烯酸酯类化合物中的一种以上。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的可用于海水淡化的水凝胶，其特征在于，所述的甲基丙烯酸酯类包括甲基丙烯酸羟乙酯（HEMA）、甲基丙烯酸（2-羟基乙氧基）乙酯、甲基丙烯酸甲氧基乙酯、甲基丙烯酸（2-甲氧基乙氧基）乙酯、乙二醇二甲基丙烯酸酯（EDMA）、甲基丙烯酸-2-乙氧基乙酯（EEMA）中的一种以上。
- [权利要求 4] 根据权利要求2所述的可用于海水淡化的水凝胶，其特征在于，所述的丙烯酸酯类包括丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯、丙烯酸羟乙酯、丙烯酸甲氧基乙酯中的一种以上。
- [权利要求 5] 根据权利要求1所述的可用于海水淡化的水凝胶，其特征在于，所述水凝胶是由一种单体聚合而成的均聚物，或是由两种以上单体聚合而成的共聚物；所述水凝胶孔径为0.1 μ m~20 μ m。
- [权利要求 6] 制备权利要求1所述可用于海水淡化的水凝胶的方法，其特征在于，具体步骤为：将单体、造孔剂、交联剂、引发剂和催化剂混合均匀，得到混合物料，然后转移到模具中，先在20°C~30°C温度下聚合2~3小时，随后升温继续聚合直到聚合完全，得到可用于海水淡化的水凝胶。
- [权利要求 7] 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，所述交联剂为乙二醇二甲基丙烯酸酯（EDMA）、N,N-亚甲基双丙烯酰胺（MBA）和1,5-己二烯-3,4-二醇（DVG）的一种以上，交联剂与单体的物质的量之比为0.01~0.2。

- [权利要求 8] 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，所述引发剂为过硫酸铵（APS）、偶氮二异丁腈（AIBN）和过氧化二甲酰（BPO）的一种以上，引发剂的用量在混合物料中的浓度为1.0mmol/L~3.0mmol/L；所述催化剂为N,N,N',N'-四甲基乙二胺（TEMED），催化剂用量占混合物料总体积的0.2%（V/V）~0.5%（V/V）；所述的造孔剂为去离子水，造孔剂的用量占水凝胶总质量的50wt%~95wt%。
- [权利要求 9] 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，升温聚合时为聚合温度在40°C~120°C，聚合时间在1小时~48小时。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/100039

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C08F 220/28 (2006.01) i; C08J 9/28 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C08F; C08J; C02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, CA, DWPI, WPI, SIPOABS, EPODOC, CNKI, crosslink, hydrogel, (meth) acrylic acid, (meth)acrylate

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104804130 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 29 July 2015 (29.07.2015), the whole document	1-9
X	MENG, Lishan et al., "Preparation of Polyacrylic Acid IPN Hydrogel", APPLIED CHEMICAL INDUSTRY, vol.43, no.2, 31 December 2014 (31.12.2014)	1-9
X	CN 103755860 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 30 April 2014 (30.04.2014), description, paragraphs [0007] and [0008], and embodiment 1	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 20 March 2016 (20.03.2016)	Date of mailing of the international search report 31 March 2016 (31.03.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer SHOU, Jianhong Telephone No.: (86-10) 62084481

International application No.
PCT/CN2015/100039

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

A. 主题的分类 C08F 220/28(2006.01)i; C08J 9/28(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) C08F; C08J; C02F 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS, CNTXT, CA, DWPI, WPI, SIPOABS, EPDOC, CNKI, 水凝胶, (甲基)丙烯酸(酯), 交联, hydrogel, (meth)acrylic acid, (meth)acrylate		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 104804130 A (华南理工大学) 2015年 7月 29日 (2015 - 07 - 29) 全文	1-9
X	孟立山等. "聚丙烯酸水凝胶的制备研究" 应用化工, 第43卷, 第2期, 2014年 12月 31日 (2014 - 12 - 31),	1-9
X	CN 103755860 A (华东理工大学) 2014年 4月 30日 (2014 - 04 - 30) 说明书第[0007]和[0008]段以及实施例1	1-9
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: "A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 "E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 "L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) "O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 "P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 "T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 "X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 "Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 "&" 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2016年 3月 20日		国际检索报告邮寄日期 2016年 3月 31日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 寿建宏 电话号码 (86-10)62084481

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/100039

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	104804130	A	2015年 7月 29日	无	
CN	103755860	A	2014年 4月 30日	无	