



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102617388 A

(43) 申请公布日 2012.08.01

(21) 申请号 201210096524.6

C08L 33/26(2006.01)

(22) 申请日 2012.04.01

(71) 申请人 中国科学院长春应用化学研究所
地址 130000 吉林省长春市人民大街 5625
号

(72) 发明人 安会勇 谭颖 李鹏翀 李文波
路瑾阁 王丕新

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 魏晓波 逯长明

(51) Int. Cl.

C07C 233/38(2006.01)

C07C 231/02(2006.01)

C08F 220/56(2006.01)

C08F 220/60(2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 7 页

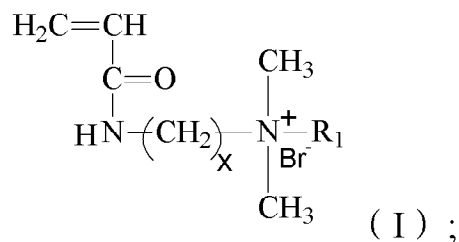
(54) 发明名称

化合物、疏水缔合水凝胶及其制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种具有式 (I) 结构的化合物。本发明还提供了一种疏水缔合水凝胶的制备方法为将丙烯酰胺和具有式 (I) 结构的化合物溶于水, 获得混合溶液; 惰性气体环境中, 所述混合溶液在水溶性引发剂作用下发生聚合反应, 得到疏水缔合水凝胶。本发明提供的疏水缔合水凝胶含有的疏水基团通过物理交联形成网络结构, 具有优异的力学性能, 其拉伸强度为 30Pa ~ 300Pa, 压缩强度为 5Pa ~ 20Pa, 拉伸后可迅速回复。同时, 所述疏水缔合水凝胶具有良好的自愈能力, 自愈后疏水缔合水凝胶的拉伸强度达到为未切断时的 35% ~ 45%, 拉伸断裂伸长率可达到未切断时的 70% ~ 83%。

1. 具有式 (I) 结构的化合物：



其中, R_1 为 C8 ~ C18 的烷基 ; $2 \leq x \leq 4$ 。

2. 一种疏水缔合水凝胶的制备方法, 包括以下步骤：

将丙烯酰胺和具有式 (I) 结构的化合物溶于水中, 得到混合溶液；

惰性气体环境中, 所述混合溶液在水溶性引发剂作用下发生聚合反应, 得到疏水缔合水凝胶。

3. 根据权利要求 2 所述的制备方法, 其特征在于, 所述丙烯酰胺与具有式 (I) 结构的化合物的摩尔比为 9 ~ 200 : 1。

4. 根据权利要求 2 所述的制备方法, 其特征在于, 所述丙烯酰胺和具有式 (I) 结构的化合物的总质量与所述混合溶液的质量比为 0.1 ~ 0.3 : 1。

5. 根据权利要求 2 所述的制备方法, 其特征在于, 所述水溶性引发剂为偶氮二异丁基脒盐酸盐、偶氮二异丁咪唑啉盐酸盐或过硫酸钾。

6. 根据权利要求 5 所述的制备方法, 其特征在于, 所述水溶性引发剂的物质的量与丙烯酰胺和具有式 (I) 结构的化合物的总物质的量之比为 1 : 500 ~ 2000。

7. 根据权利要求 2 所述的制备方法, 其特征在于, 所述聚合反应的时间为 24h ~ 48h。

8. 根据权利要求 2 所述的制备方法, 其特征在于, 所述聚合反应的温度为 30°C ~ 50°C。

9. 根据权利要求 2 所述的制备方法, 其特征在于, 所述惰性气体为氮气或氩气。

10. 一种按照权利要求 2 ~ 9 任意一项所述方法制备的疏水缔合水凝胶, 拉伸强度为 30Pa ~ 300Pa, 压缩强度为 5Pa ~ 20Pa。

化合物、疏水缔合水凝胶及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及凝胶领域,特别涉及化合物、疏水缔合水凝胶及其制备方法。

背景技术

[0002] 水凝胶是一种具有交联网络结构的水溶性高分子与水构成的固体软材料,由水溶性或亲水性的高分子通过一定的化学交联或物理交联形成。水凝胶性质柔软,能够保持一定的形状,可以吸收大量的水,因此其在生命科学、食品科学等领域具有广泛的应用,尤其在控制释放、组织工程、软骨支架构建、化学分离和智能传感器等领域极具应用前景。

[0003] 但是,水凝胶的力学性能较差,特别是针对化学交联的凝胶,其极低的拉伸强度和拉伸断裂伸长率极大的限制了水凝胶的应用,因此具有优异力学性能的水凝胶在理论和应用两个方面具有十分重要的意义。拓扑凝胶 (TP gels), 双层网络凝胶 (DN gels), 纳米复合凝胶 (NC gels) 以及大分子微球复合凝胶 (MMC gels) 是被广泛研究的四类新型高强度水凝胶。然而,由于这四类水凝胶存在交联结构永久、合成工艺复杂、反应化合物选择面窄等缺点,因此,限制了其在工业和生物医学等领域的进一步应用。

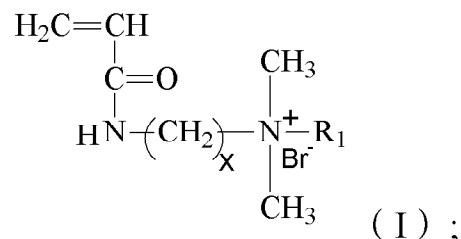
[0004] 近年来,疏水缔合水凝胶引起了广大学者的关注。疏水缔合水凝胶不但具有良好的力学性能,而且易于降解,制备工艺简单,原料来源广泛。Okay O、Liu FQ 等以丙烯酰胺和非离子型疏水化合物为原料,在表面活性剂存在的条件下通过自由基胶束共聚合制备了疏水缔合水凝胶,但是这种利用自由基胶束共聚制备的水凝胶很难既具有优异的力学性能又具有良好的自愈性能。

发明内容

[0005] 本发明解决的技术问题在于提供一种疏水缔合水凝胶,具有优异力学性能及良好的自愈性能。

[0006] 本发明提供了一种具有式 (I) 结构的化合物:

[0007]



[0008] 其中, R_1 为 C8 ~ C18 的烷基; $2 \leq x \leq 4$ 。

[0009] 本发明提供了一种疏水缔合水凝胶的制备方法,包括以下步骤:

[0010] 将丙烯酰胺和具有式 (I) 结构的化合物溶于水中,得到混合溶液;

[0011] 惰性气体环境中,所述混合溶液在水溶性引发剂作用下发生聚合反应,得到疏水缔合水凝胶。

[0012] 优选的,所述丙烯酰胺与具有式 (I) 结构的化合物的摩尔比为 9 ~ 200 : 1。

[0013] 优选的,所述丙烯酰胺和具有式(I)结构的化合物的总质量与所述混合溶液的质量比为 0.1 ~ 0.3 : 1。

[0014] 优选的,所述水溶性引发剂为偶氮二异丁基脒盐酸盐、偶氮二异丁咪唑啉盐酸盐或过硫酸钾。

[0015] 优选的,所述水溶性引发剂的物质的量与丙烯酰胺和具有式(I)结构的化合物的总物质的量之比为 1 : 500 ~ 2000。

[0016] 优选的,所述聚合反应的时间为 24h ~ 48h。

[0017] 优选的,所述聚合反应的温度为 30°C ~ 50°C。

[0018] 优选的,所述惰性气体为氮气或氩气。

[0019] 本发明还提供了一种按照上述技术方案所述方法制备的疏水缔合水凝胶,拉伸强度为 30Pa ~ 300Pa,压缩强度为 5Pa ~ 20Pa。

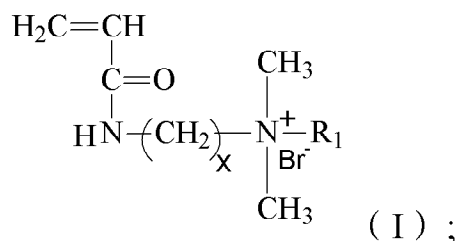
[0020] 与现有技术相比,本发明提供了一种具有式(I)结构的化合物,并以丙烯酰胺和所述具有式(I)结构的化合物为原料制备了疏水缔合水凝胶。所述具有式(I)结构的化合物是一种季铵盐型阳离子疏水化合物,具有疏水性,与丙烯酰胺聚合时的疏水基团进行物理交联形成网络结构,因此得到的疏水缔合水凝胶具有优异的力学性能,实验结果表明,其拉伸强度为 30Pa ~ 300Pa,压缩强度为 5Pa ~ 20Pa,拉伸后可迅速回复。同时,所述具有式(I)结构的化合物的阳离子部分具有较好的表面活性及高反应活性,因此聚合后得到的疏水缔合水凝胶具有良好的自愈能力。实验结果表明,自愈后疏水缔合水凝胶的拉伸强度达到为未切断时的 35% ~ 45%,拉伸断裂伸长率可达到未切断时的 70% ~ 90%。

具体实施方式

[0021] 为了进一步理解本发明,下面结合实施例对本发明优选实施方案进行描述,但是应当理解,这些描述只是为进一步说明本发明的特征和优点,而不是对本发明权利要求的限制。

[0022] 本发明实施例公开了一种化合物,具有式(I)结构:

[0023]



[0024] 其中, R_1 为 C8 ~ C18 的烷基; $2 \leq x \leq 4$ 。

[0025] 在式(I)中, R_1 为 C8 ~ C18 的烷基,优选为十二烷基; $2 \leq x \leq 4$,优选为 $x = 3$,此时具有式(I)结构的化合物为(2-丙烯酰胺基)丙基十二烷基二甲基溴化铵。

[0026] 所述具有式(I)结构的化合物优选按照以下方法制备:

[0027] 在惰性气体保护中,C2 ~ C4 的低级脂肪二胺和丙烯酰氯在有机溶剂中反应,得到中间产物;所述 C2 ~ C4 的低级脂肪二胺为 N,N-二甲基乙二胺,N,N-二甲基丙二胺或 N,N-二甲基丁二胺;

[0028] 所述中间产物与 C8 ~ C18 的溴代烷,反应得到具有式(I)结构的化合物。

[0029] 本发明在制备具有式 (I) 结构的化合物的过程中,首先在惰性气体保护中,C2 ~ C4 的低级脂肪二胺和丙烯酰氯在有机溶剂中反应,得到中间产物,所述 C2 ~ C4 的低级脂肪二胺为 N,N- 二甲基乙二胺,N,N- 二甲基丙二胺或 N,N- 二甲基丁二胺。

[0030] 为了使反应充分,C2 ~ C4 的低级脂肪二胺先溶于有机溶剂中,所述有机溶剂优选为二氯甲烷,在溶解时优选在冰水浴中搅拌溶解;然后在溶有 C2 ~ C4 的低级脂肪二胺的有机溶剂中加入丙烯酰氯,二胺与丙烯酰氯发生反应,本发明对所述反应的时间没有特殊限制,反应至产生呈棕黄色液体的中间产物即可;所述反应结束后,优选经过纯化处理得到中间产物,所述纯化处理优选按照以下步骤进行:

[0031] 将反应后的溶液抽滤后,用碱溶液洗涤,二氯甲烷萃取,减压抽滤,得到中间产物。

[0032] 得到中间产物后,所述中间产物与 C8 ~ C18 的溴代烷反应,得到具有式 (I) 结构的化合物。所述反应的时间优选为 36 ~ 72h,反应温度优选为 25°C ~ 35°C。反应结束后优选经过后处理得到具有式 (I) 结构的化合物,所述后处理优选按照以下步骤进行:

[0033] 将反应后的产物溶于去离子水,用乙醚萃取,得到具有式 (I) 结构的化合物。

[0034] 本发明公开了一种疏水缔合水凝胶的制备方法,包括以下步骤:

[0035] 将丙烯酰胺和具有式 (I) 结构的化合物溶于水中,得到混合溶液;

[0036] 惰性气体环境中,所述混合溶液在水溶性引发剂作用下发生聚合反应,得到疏水缔合水凝胶。

[0037] 在本发明中,首先将丙烯酰胺和具有式 (I) 结构的化合物溶于水中,获得混合溶液。所述丙烯酰胺与具有式 (I) 结构的化合物的摩尔比优选为 9 ~ 200 : 1,更优选为 50 ~ 150 : 1。所述丙烯酰胺和具有式 (I) 结构的化合物的总质量与所述混合溶液的质量比为 0.1 ~ 0.3 : 1。所述水优选为去离子水。

[0038] 得到混合溶液后,在惰性气体环境中,所述混合溶液在水溶性引发剂作用下发生聚合反应,得到疏水缔合两性聚电解质。所述惰性气体优选为氮气或氩气。本发明对所述水溶性引发剂没有特殊限制,优选为偶氮二异丁基脒盐酸盐、偶氮二异丁咪唑啉盐酸盐或过硫酸钾。所述水溶性引发剂的物质的量与丙烯酰胺和具有式 (I) 结构的化合物的总物质的量之比优选为 1 : 500 ~ 2000,更优选为 1 : 1000 ~ 1500。所述聚合反应的时间优选为 24h ~ 48h。所述聚合反应的温度优选为 30°C ~ 50°C。

[0039] 本发明还提供了一种由上述技术方案所述制备方法制备的疏水缔合水凝胶,拉伸强度为 30Pa ~ 300Pa,压缩强度为 5Pa ~ 20Pa。

[0040] 对得到的疏水缔合水凝胶进行力学性能进行测试,结果表明,得到的疏水缔合水凝胶拉伸强度高,压缩强度好,弹性恢复性能好。

[0041] 对得到的疏水缔合水凝胶进行自愈性能测试,结果表明,得到的疏水缔合水凝胶自愈性能良好。

[0042] 本发明提供了一种具有式 (I) 结构的化合物,并以丙烯酰胺和所述具有式 (I) 结构的化合物为原料制备了疏水缔合水凝胶。所述具有式 (I) 结构的化合物是一种季铵盐型阳离子疏水化合物,具有疏水性,与丙烯酰胺聚合时的疏水基团进行物理交联形成网络结构,因此得到的疏水缔合水凝胶具有优异的力学性能。同时,所述具有式 (I) 结构的化合物的阳离子部分具有较好的表面活性及高反应活性,因此聚合后的疏水缔合水凝胶具有良好的自愈能力。

[0043] 为了进一步理解本发明,下面结合实施例对本发明提供的疏水缔合水凝胶及其制备方法进行说明,本发明的保护范围不受以下实施例的限制。

[0044] 实施例 1

[0045] 在氮气保护中,向具有冷凝水、机械搅拌器、氮气入口以及滴液漏斗的四口反应瓶中加入二氯甲烷和 0.10mol N,N-二甲基丙二胺,冰水浴中搅拌溶解后,向装有二氯甲烷的滴液漏斗内加入 0.12mol 丙烯酰氯进行反应。反应结束后,抽滤,得到黄色液体。将黄色液体用碱溶液反复洗涤,然后用二氯甲烷萃取,最后减压抽滤,得到 12.54g N-(2-二甲氨基丙基)丙烯酰胺。向 N-(2-二甲氨基乙基)丙烯酰胺中加入 30.00g 溴代十二烷,在 30℃的水浴锅中,强力搅拌反应 48h,得到粘稠产物。将粘稠产物溶于去离子水,用乙醚萃取,得到(2-丙烯酰胺基)丙基十二烷基二甲基溴化铵,收率约为 88%。

[0046] 实施例 2

[0047] 在具有冷凝水、机械搅拌器、氮气入口以及滴液漏斗的四口反应瓶中,将 0.975mol 丙烯酰胺和 0.025mol 实施例 1 制备的(2-丙烯酰胺基)乙基十二烷基二甲基溴化铵溶解于 317.4mL 去离子水中,在冰水浴中搅拌均匀,得到混合溶液。向混合溶液中通入氮气 10min,升温至 30℃,加入 0.001mol 偶氮二异丁咪唑啉盐酸盐,聚合反应 24h,得到疏水缔合水凝胶。

[0048] 对得到的疏水缔合水凝胶进行力学性能测试,结果表明,拉伸强度为 250.0Pa,拉伸断裂伸长率为 1850%;压缩强度为 14.0Pa,压缩断裂伸长率为 94.0%;

[0049] 拉伸后放松拉力,凝胶快速回复成原状,反复拉伸 5 次,拉伸力学性能指标几乎不变。

[0050] 对得到的疏水缔合水凝胶进行自愈合性能测试,结果表明,切断的疏水缔合水凝胶,在一段时间后可自愈合。自愈合时间为 7d 的凝胶拉伸强度接近 100Pa,达到未切断疏水缔合水凝胶拉伸强度的 40%;拉伸断裂伸长率为 1350%,达到未切断时疏水缔合水凝胶拉伸断裂伸长率的 75%。

[0051] 实施例 3

[0052] 在具有冷凝水、机械搅拌器、氮气入口以及滴液漏斗的四口反应瓶中,将 0.975mol 丙烯酰胺和 0.025mol 实施例 1 制备的(2-丙烯酰胺基)乙基十二烷基二甲基溴化铵溶解于 714.15mL 去离子水中,在冰水浴中搅拌均匀,得到混合溶液。向混合溶液中通入氮气 10min,升温至 30℃,加入 0.001mol 偶氮二异丁咪唑啉盐酸盐,聚合反应 24h,得到疏水缔合水凝胶。

[0053] 对得到的疏水缔合水凝胶进行力学性能测试,结果表明,拉伸强度为 35.0Pa,拉伸断裂伸长率为 1400%;压缩强度为 9.0Pa,压缩断裂伸长率为 83.0%;

[0054] 拉伸后放松拉力,凝胶快速回复成原状,反复拉伸 5 次,拉伸力学性能指标几乎不变。

[0055] 对得到的疏水缔合水凝胶进行自愈合性能测试,结果表明,切断的疏水缔合水凝胶,在一段时间后可自愈合。自愈合时间为 30d 的凝胶拉伸强度接近 15.7Pa,达到未切断时疏水缔合水凝胶拉伸强度的 45%;拉伸断裂伸长率为 1250%,达到未切断时疏水缔合水凝胶拉伸断裂伸长率的 90%。

[0056] 实施例 4

[0057] 在具有冷凝水、机械搅拌器、氮气入口以及滴液漏斗的四口反应瓶中,将 0.975mol 丙烯酰胺和 0.025mol 实施例 1 制备的(2-丙烯酰胺基)乙基十二烷基二甲基溴化铵溶解于 119.65mL 去离子水中,在冰水浴中搅拌均匀,得到混合溶液。向混合溶液中通入氮气 10min,升温至 30℃,加入 0.001mol 偶氮二异丁咪唑啉盐酸盐,聚合反应 24h,得到疏水缔合水凝胶。

[0058] 对得到的疏水缔合水凝胶进行力学性能测试,结果表明,拉伸强度为 100.0Pa,拉伸断裂伸长率为 1600%;压缩强度为 9.5Pa,压缩断裂伸长率为 85.0%;

[0059] 拉伸后放松拉力,凝胶快速回复成原状,反复拉伸 5 次,拉伸力学性能指标几乎不变。

[0060] 对得到的疏水缔合水凝胶进行自愈合性能测试,结果表明,切断的疏水缔合水凝胶,在一段时间后可自愈合。自愈合时间为 30d 的凝胶拉伸强度接近 40Pa,达到未切断时疏水缔合水凝胶拉伸强度的 40%;拉伸断裂伸长率为 1280%,达到未切断时疏水缔合水凝胶拉伸断裂伸长率的 80%。

[0061] 实施例 5

[0062] 在具有冷凝水、机械搅拌器、氮气入口以及滴液漏斗的四口反应瓶中,将 0.99mol 丙烯酰胺和 0.01mol 实施例 1 制备的(2-丙烯酰胺基)乙基十二烷基二甲基溴化铵溶解于 297.36mL 去离子水中,在冰水浴中搅拌均匀,得到混合溶液。向混合溶液中通入氮气 10min,升温至 50℃,加入 0.002mol 过硫酸钾,聚合反应 24h,得到疏水缔合水凝胶。

[0063] 对得到的疏水缔合水凝胶进行力学性能测试,结果表明,拉伸强度为 50.0Pa,拉伸断裂伸长率为 1200%;压缩强度为 8.0Pa,压缩断裂伸长率为 80.0%;

[0064] 拉伸后放松拉力,凝胶快速回复成原状,反复拉伸 5 次,拉伸力学性能指标几乎不变。

[0065] 对得到的疏水缔合水凝胶进行自愈合性能测试,结果表明,切断的疏水缔合水凝胶,在一段时间后可自愈合。自愈合时间为 30d 的凝胶拉伸强度接近 20Pa,达到未切断时疏水缔合水凝胶拉伸强度的 40%;拉伸断裂伸长率为 960%,达到未切断时疏水缔合水凝胶拉伸断裂伸长率的 80%。

[0066] 实施例 6

[0067] 在具有冷凝水、机械搅拌器、氮气入口以及滴液漏斗的四口反应瓶中,将 0.985mol 丙烯酰胺和 0.015mol 实施例 1 制备的(2-丙烯酰胺基)乙基十二烷基二甲基溴化铵溶解于 304.04mL 去离子水中,在冰水浴中搅拌均匀,得到混合溶液。向混合溶液中通入氮气 10min,升温至 30℃,加入 0.001mol 过硫酸钾,聚合反应 24h,得到疏水缔合水凝胶。

[0068] 对得到的疏水缔合水凝胶进行力学性能测试,结果表明,拉伸强度为 150.0Pa,拉伸断裂伸长率为 1500%;压缩强度为 12.5Pa,压缩断裂伸长率为 90.0%;

[0069] 拉伸后放松拉力,凝胶快速回复成原状,反复拉伸 5 次,拉伸力学性能指标几乎不变。

[0070] 对得到的疏水缔合水凝胶进行自愈合性能测试,结果表明,切断的疏水缔合水凝胶,在一段时间后可自愈合。自愈合时间为 7d 的凝胶拉伸强度接近 53Pa,达到未切断时疏水缔合水凝胶拉伸强度的 35%;拉伸断裂伸长率为 1050%,达到未切断时疏水缔合水凝胶拉伸断裂伸长率的 70%。

[0071] 实施例 7

[0072] 在具有冷凝水、机械搅拌器、氮气入口以及滴液漏斗的四口反应瓶中,将 0.98mol 丙烯酰胺和 0.02mol 实施例 1 制备的(2-丙烯酰胺基)乙基十二烷基二甲基溴化铵溶解于 310.72mL 去离子水中,在冰水浴中搅拌均匀,得到混合溶液。向混合溶液中通入氮气 10min,升温至 30℃,加入 0.001mol 偶氮二异丁咪唑啉盐酸盐,聚合反应 24h,得到疏水缔合水凝胶。

[0073] 对得到的疏水缔合水凝胶进行力学性能测试,结果表明,拉伸强度为 150.0Pa,拉伸断裂伸长率为 1500%;压缩强度为 12.5Pa,压缩断裂伸长率为 90.0%;

[0074] 拉伸后放松拉力,凝胶快速回复成原状,反复拉伸 5 次,拉伸力学性能指标几乎不变。

[0075] 对得到的疏水缔合水凝胶进行自愈合性能测试,结果表明,切断的疏水缔合水凝胶,在一段时间后可自愈合。自愈合时间为 30d 的凝胶拉伸强度接近 55.5Pa,达到未切断时疏水缔合水凝胶拉伸强度的 37%;拉伸断裂伸长率为 1185%,达到未切断时疏水缔合水凝胶拉伸断裂伸长率的 79%。

[0076] 实施例 8

[0077] 在具有冷凝水、机械搅拌器、氮气入口以及滴液漏斗的四口反应瓶中,将 0.98mol 丙烯酰胺和 0.02mol 实施例 1 制备的(2-丙烯酰胺基)乙基十二烷基二甲基溴化铵溶解于 310.72mL 去离子水中,在冰水浴中搅拌均匀,得到混合溶液。向混合溶液中通入氮气 10min,升温至 40℃,加入 0.0005mol 偶氮二异丁咪唑啉盐酸盐,聚合反应 48h,得到疏水缔合水凝胶。

[0078] 对得到的疏水缔合水凝胶进行力学性能测试,结果表明,拉伸强度为 160.0Pa,拉伸断裂伸长率为 1600%;压缩强度为 12.5Pa,压缩断裂伸长率为 88.0%;

[0079] 拉伸后放松拉力,凝胶快速回复成原状,反复拉伸 5 次,拉伸力学性能指标几乎不变。

[0080] 对得到的疏水缔合水凝胶进行自愈合性能测试,结果表明,切断的疏水缔合水凝胶,在一段时间后可自愈合。自愈合时间为 30d 的凝胶拉伸强度接近 51.2Pa,达到未切断时疏水缔合水凝胶拉伸强度的 32%;拉伸断裂伸长率为 1200%,达到未切断时疏水缔合水凝胶拉伸断裂伸长率的 75%。

[0081] 实施例 9

[0082] 在具有冷凝水、机械搅拌器、氮气入口以及滴液漏斗的四口反应瓶中,将 0.995mol 丙烯酰胺和 0.005mol 实施例 1 制备的(2-丙烯酰胺基)乙基十二烷基二甲基溴化铵溶解于 290.68mL 去离子水中,在冰水浴中搅拌均匀,得到混合溶液。向混合溶液中通入氮气 10min,升温至 30℃,加入 0.001mol 偶氮二异丁咪唑啉盐酸盐,聚合反应 48h,得到疏水缔合水凝胶。

[0083] 对得到的疏水缔合水凝胶进行力学性能测试,结果表明,拉伸强度为 140.0Pa,拉伸断裂伸长率为 1500%;压缩强度为 10Pa,压缩断裂伸长率为 72%;

[0084] 拉伸后放松拉力,凝胶快速回复成原状,反复拉伸 5 次,拉伸力学性能指标几乎不变。

[0085] 对得到的疏水缔合水凝胶进行自愈合性能测试,结果表明,切断的疏水缔合水凝

胶,在一段时间后可自愈合。自愈合时间为 30d 的凝胶拉伸强度接近 57.4Pa,达到未切断时疏水缔合水凝胶拉伸强度的 41%;拉伸断裂伸长率为 1230%,达到未切断时疏水缔合水凝胶拉伸断裂伸长率的 82%。

[0086] 实施例 10

[0087] 在具有冷凝水、机械搅拌器、氮气入口以及滴液漏斗的四口反应瓶中,将 0.9mol 丙烯酰胺和 0.01mol 实施例 1 制备的(2-丙烯酰胺基)乙基十二烷基二甲基溴化铵溶解于 158.55mL 去离子水中,在冰水浴中搅拌均匀,得到混合溶液。向混合溶液中通入氮气 10min,升温至 50℃,加入 0.005mol 偶氮二异丁咪唑啉盐酸盐,聚合反应 24h,得到疏水缔合水凝胶。

[0088] 对得到的疏水缔合水凝胶进行力学性能测试,结果表明,拉伸强度为 90.0Pa,拉伸断裂伸长率为 1700%;压缩强度为 11Pa,压缩断裂伸长率为 79.2%;

[0089] 拉伸后放松拉力,凝胶快速回复成原状,反复拉伸 5 次,拉伸力学性能指标几乎不变。

[0090] 对得到的疏水缔合水凝胶进行自愈合性能测试,结果表明,切断的疏水缔合水凝胶,在一段时间后可自愈合。自愈合时间为 30d 的凝胶拉伸强度接近 36Pa,达到未切断时疏水缔合水凝胶拉伸强度的 40%;拉伸断裂伸长率为 1360%,达到未切断时疏水缔合水凝胶拉伸断裂伸长率的 80%。

[0091] 以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

[0092] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。