



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106957840 A

(43)申请公布日 2017.07.18

(21)申请号 201710238737.0

C12R 1/10(2006.01)

(22)申请日 2017.04.13

C02F 101/16(2006.01)

(71)申请人 浙江天韵生态环境工程有限公司
地址 315192 浙江省宁波市鄞州中心区嵩江中路955号

申请人 杭州师范大学钱江学院

(72)发明人 孙燕 任红星 刘荣华 范娟

(74)专利代理机构 宁波诚源专利事务所有限公司 33102

代理人 袁忠卫 陈蕾

(51)Int.Cl.

C12N 11/10(2006.01)

C12N 11/04(2006.01)

C02F 3/34(2006.01)

C12R 1/125(2006.01)

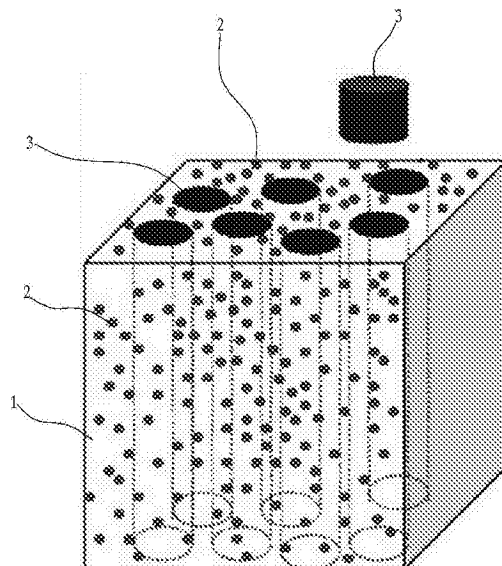
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种可生物降解的微生物缓释剂及其制备方法和应用

(57)摘要

本发明涉及一种可生物降解的微生物缓释剂,包括微生物菌粉、碳源缓释体和水凝胶状菌剂载体,所述微生物菌粉和碳源缓释体悬浮在该水凝胶状菌剂载体中的,且上述碳源缓释体与水凝胶状菌剂载体的质量比为1:1~1000;还涉及该微生物缓释剂的制备方法和应用。本发明中的微生物缓释剂碳源缓释效果显著,微生物菌粉的包埋率高且微生物菌粉缓释显著,此外,制备方法简单,有效避免二次污染,可实现对碳源的可控释放,将其应用于污水治理中,通过碳源的缓释,能有效避免水体流动对碳源造成的浪费,从而提高微生物对碳源的利用效率,提高其脱氮效率,氨氮降低率可达80%以上,总氮的降低率可达20%,取得较好的质量效果。



1. 一种可生物降解的微生物缓释剂,其特征在于,包括微生物菌粉、碳源缓释体和水凝胶状菌剂载体,所述微生物菌粉和碳源缓释体均悬浮在该水凝胶状菌剂载体中,且上述碳源缓释体与水凝胶状菌剂载体的质量比为1:1~1000。

2. 如权利要求1所述的微生物缓释剂,其特征在于,所述碳源缓释体包括以下原料及其质量份数:固体碳源30~70份,聚乳酸20~40份、聚苯乙烯5~30份以及可德胶5~20份。

3. 如权利要求2所述的微生物缓释剂,其特征在于,所述固体碳源包括质量比为2~4:1~3的柠檬酸钠和醋酸钠。

4. 如权利要求2所述的微生物缓释剂,其特征在于,所述碳源缓释体的外形为圆盘状、方块状、圆球状或长条状中的一种。

5. 如权利要求1所述的微生物缓释剂,其特征在于,所述水凝胶状菌剂载体包括以下原料及其质量份数:载体材料10~100份,交联剂0.75~5.0份,去离子水100~200份。

6. 如权利要求5所述的微生物缓释剂,其特征在于,所述载体材料为 γ -聚谷氨酸或壳聚糖中的至少一种。

7. 如权利要求5所述的微生物缓释剂,其特征在于,所述交联剂为质量比为1/3~3:1的乙二醇缩水甘油醚和季戊四醇的混合物。

8. 如权利要求1所述的微生物缓释剂,其特征在于,所述微生物菌粉为枯草芽孢杆菌BS或地衣芽孢杆菌ATCC 14580中的至少一种,且水凝胶状菌剂载体中微生物菌粉的总活菌数为 $1.0 \times 10^7 \sim 1.0 \times 10^9$ CFU/g。

9. 一种如权利要求1~8任一项所述的微生物缓释剂的制备方法,其特征在于包括以下步骤:

(1) 碳源缓释体的制备:将固体碳源、聚乳酸、聚苯乙烯以及可德胶均匀混合得混合物,该混合物中固体碳源、聚乳酸、聚苯乙烯以及可德胶的质量比为30~70:20~40:5~30:5~20;然后将该混合物进行注塑成型,注塑成型的温度为140~190℃,注塑成型后,室温下自然冷却,即得所需的碳源缓释体;

(2) 含菌粉水凝胶状菌剂载体的制备:将载体材料溶解在去离子水中,配成浓度为100~500mg/mL的载体材料水溶液,30~40℃下恒温搅拌8~16h,使其充分溶胀并溶解,上述载体材料为 γ -聚谷氨酸或壳聚糖中的至少一种;

然后向该载体材料水溶液加入交联剂和菌粉,调节pH至5.0,保持反应0.5~2h,制得具有一定粘弹性的含有菌粉的水凝胶状载体,交联剂为质量比为1/3~3:1的乙二醇缩水甘油醚和季戊四醇的混合物,所述微生物菌粉为枯草芽孢杆菌BS或地衣芽孢杆菌ATCC 14580中的至少一种;

(3) 微生物缓释剂的制备:将上述制备的碳源缓释体投入水凝胶状菌剂载体中,混合均匀,即得所需的微生物缓释剂。

10. 一种如权利要求1~5任一项所述的微生物缓释剂的应用,其特征在于,所述微生物缓释剂在污水治理中的应用。

一种可生物降解的微生物缓释剂及其制备方法和应用

技术领域

[0001] 本发明涉及微生物技术领域,尤其涉及一种可生物降解的微生物缓释剂及其制备方法和应用。

背景技术

[0002] 传统的河道治理停留在以水利施工为主的方法,例如清淤、换水等,这些方法不仅费时费力,而且往往效果不够持久,并没有从根本上解决河道的问题。近年来,生物修复(尤其是微生物强化修复)技术在水治理的环境友好性和持效性方面具有突出表现,常用的生物修复技术包括向污水投加微生物菌剂、人工复氧、水利循环、旁流净化、种植水生植物、放养水生动物等,通过这些处理手段来提高水体自净能力,并取得了一定的成效。

[0003] 生物修复技术中,微生物菌剂对污染水体净化的作用越来越受到重视,其根本原因在于微生物的氮代谢是地球自然氮素循环中极为重要的环节,尤其是微生物脱氮作用是已知氮素离开地球生物圈的最重要途径,当然也是城市河道富氮污染水体中氮素脱除的最重要和最根本的途径。

[0004] 目前,市场上常见的净水菌剂主要包括硝化细菌和反硝化细菌两大类,产品剂型以水剂和粉剂为主。净水菌剂的主要投加方式是直接流加到污染水体中或向河道底部喷洒,这种方式在养殖水体应用效果最为突出,在封闭黑臭城市河道治理上也有不俗表现,但在流速较快的河道上应用效果则不够突出,且投菌频次和投菌量均非常高,人力和物料成本高。此外,由于河道污水体量巨大和人工投放的菌种生理适应性处劣势等原因,通常人工投加菌剂量远达不到改变主要土著菌群结构的程度,更无法成长为优势菌群(按菌数计算,人工投加菌量通常为土著菌总量的0.3‰左右)。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的第一个技术问题是针对现有技术而提供一种能通过缓释碳源而使微生物有效增长的可生物降解的微生物缓释剂及其制备方法。

[0006] 本发明所要解决的第二个技术问题是针对现有技术而提供一种上述微生物缓释剂的制备方法。

[0007] 本发明所要解决的第三个技术问题是针对现有技术而提供一种上述微生物缓释剂在污水治理中的应用。

[0008] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为:一种可生物降解的微生物缓释剂,其特征在于,包括微生物菌粉、碳源缓释体以及水凝胶状菌剂载体,所述微生物菌粉和碳源缓释体均悬浮在该水凝胶状菌剂载体中,且上述碳源缓释体与水凝胶状载体的质量比为1:1~1000。

[0009] 作为优选,所述碳源缓释体包括以下原料及其质量份数:固体碳源30~70份,聚乳酸20~40份、聚苯乙烯5~30份以及可德胶5~20份。采用高分子材料来包埋碳源,这样在混合和注射成型过程中通过高分子材料的大分子链之间的互相缠结和渗透,可以形成有一定

空隙的致密结构,从而实现碳源的可控释放。此外,可通过调节聚乳酸、聚苯乙烯以及可德胶与碳源之间的质量比例来调节碳源的环境释放速度,从而获得碳源释放有明显差异的系列碳源缓释体;具体地,提高聚乳酸、聚苯乙烯和可德胶的质量百分含量,则获得的碳源缓释剂的成型性较好,同时固体碳源的释放速度也会降低,反之成型性就变差且固体碳源的释放速度就会加大。

[0010] 进一步,所述固体碳源包括质量比为2~4:1~3的柠檬酸钠和醋酸钠。以柠檬酸钠和醋酸钠两种碳源的混合物作为固体碳源,既降低了成本又可为微生物提供丰富的营养物质,满足微生物生长对碳源的需求,从而提高碳源的利用效率。

[0011] 作为优选,所述碳源缓释体的外形为圆盘状、方块状、圆球状或长条状中的一种。将碳源缓释体加工成上述形状,不仅方便碳源缓释体的加工,同时也方便碳源缓释体与水凝胶状载体的混合。

[0012] 作为优选,所述水凝胶状菌剂载体包括以下原料及其质量份数:载体材料10~100份,交联剂0.75~5.0份,去离子水100~200份。

[0013] 进一步,所述载体材料为 γ -聚谷氨酸或壳聚糖中的至少一种。

[0014] 进一步,所述交联剂为质量比为1/3~3:1的乙二醇缩水甘油醚和季戊四醇的混合物。

[0015] 作为优选,所述微生物菌粉为枯草芽孢杆菌BS或地衣芽孢杆菌ATCC 14580中的至少一种,且水凝胶状菌剂载体中微生物菌粉的总活菌数为 $1.0 \times 10^7 \sim 1.0 \times 10^9$ CFU/g。

[0016] 本发明解决第二个技术问题所采用的技术方案为:上述微生物缓释剂的制备方法,其特征在于包括以下步骤:

[0017] (1) 碳源缓释体的制备:将固体碳源、聚乳酸、聚苯乙烯以及可德胶均匀混合得混合物,该混合物中固体碳源、聚乳酸、聚苯乙烯以及可德胶的质量比为30~70:20~40:5~30:5~20;然后将该混合物进行注塑成型,注塑成型的温度为140~190℃,注塑成型后,室温下自然冷却,即得所需的碳源缓释体;

[0018] (2) 含菌粉水凝胶状菌剂载体的制备:将载体材料溶解在去离子水中,配成浓度为100~500mg/mL的载体材料水溶液,30~40℃下恒温搅拌8~16h,使其充分溶胀并溶解,上述载体材料为 γ -聚谷氨酸或壳聚糖中的至少一种;

[0019] 然后向该载体材料水溶液加入交联剂和菌粉,调节pH至5.0,保持反应0.5~2h,制得具有一定粘弹性的含有菌粉的水凝胶状菌剂载体,交联剂为质量比为1/3~3:1的乙二醇缩水甘油醚和季戊四醇的混合物,所述微生物菌粉为枯草芽孢杆菌BS或地衣芽孢杆菌ATCC 14580中的至少一种;

[0020] (3) 微生物缓释剂的制备:将上述制备的碳源缓释体投入水凝胶状菌剂载体中,混合均匀,即得所需的微生物缓释剂。

[0021] 本发明解决第三个技术问题所采用的技术方案为:所述的微生物缓释剂的应用,其特征在于,所述微生物缓释剂在污水治理中的应用。

[0022] 与现有技术相比,本发明的优点在于:本发明通过将微生物菌粉和碳源缓释体悬浮在该水凝胶状菌剂载体中的方式,提供了一种菌粉/固体碳源协同负载的微生物缓释剂,该微生物缓释剂碳源缓释效果显著,释放50%碳源的释放周期为2.0~12.0个月,微生物菌粉的包埋率高,可达94.5%~99.2%,并且微生物菌粉缓释显著,释放90%包埋菌粉的周期

为1.0~9.0个月,这样可通过碳源的缓慢释放不断地向外周的菌粉提供能源物质,使得菌粉中的环境友好菌群得以高活性增长,避免环境微生物菌群对碳源的利用。

[0023] 此外,该微生物缓释菌剂制备方法简单,选用可生物降解的材料为原料,避免二次污染,并且采用高分子材料来包埋碳源,这样在混合和注射成型过程中通过高分子材料的大分子链之间的互相缠结和渗透,可以形成有一定空隙的致密结构,从而实现对碳源的可控释放。

[0024] 将本发明中的微生物缓释剂应用于污水治理中,通过碳源的缓释,能有效避免水体流动对碳源造成的浪费,从而提高微生物对碳源的利用效率,提高其脱氮效率,氨氮降低率可达80%以上,总氮的降低率可达20%,取得较好的质量效果。

附图说明

[0025] 图1为本发明实施例中微生物缓释剂的立体模型结构示意图,图中1为水凝胶状菌剂载体,2为菌粉,3为碳源缓释体;

[0026] 图2为本发明实施例中微生物缓释剂的立体模型剖面图,图中1为水凝胶状载体,2为菌粉,3为碳源缓释体;

[0027] 图3为本发明实施例中碳源缓释体的实物图;

[0028] 图4为本发明实施例中微生物缓释剂的实物图(装载于无纺布袋状态下)。

具体实施方式

[0029] 以下结合附图实施例对本发明作进一步详细描述。

[0030] 实施例1

[0031] (1) 碳源缓释体的制备:将20g柠檬酸钠,10g醋酸钠,20g聚乳酸,30g聚苯乙烯和20g可德胶(食品级,山东中科生物科技股份有限公司)均匀混合得混合物。然后将混合物投入注射成型机的料筒中,注塑成型的温度为140℃,一次注塑成型后,室温下自然冷却后即得碳源缓释体。

[0032] (2) 含菌粉水凝胶状菌剂载体的制备:将 γ -聚谷氨酸溶解在去离子水中,配成浓度为100mg/mL的 γ -聚谷氨酸(γ -PGA) 200mL水溶液,温度调节至40℃,恒温搅拌10h,使其充分溶胀,并溶解。然后将 γ -聚谷氨酸溶液置于三颈烧瓶中,加入1.5g的乙二醇缩水甘油醚/季戊四醇的混合物和0.1g的菌粉,上述乙二醇缩水甘油醚/季戊四醇的混合物中乙二醇缩水甘油醚和季戊四醇的质量比为1:3,调节pH至5.0,保持反应0.5h,制得具有一定粘弹性的含有菌粉的水凝胶状菌剂载体。

[0033] 将上述制备的碳源缓释体和水凝胶状菌剂载体按质量比1:1000比例混合均匀,即得所需的微生物缓释剂,该微生物缓释剂具有类似果粒果冻状结构。由图1和图2可见,微生物菌粉和碳源缓释体悬浮在水凝胶状菌体载体,呈类似果粒果冻状结构。如图3所示,本实施例中碳源缓释体的外形呈长条状,当然碳源缓释体的外形也可以是其他可行的形状,如圆盘状、方块状、圆球状等。

[0034] 将上述制得的微生物缓释剂置于加厚加密每平方60克聚丙烯无纺布(15×20cm)抽绳无纺布袋中,然后将该无纺布袋投放于待处理污水中,从而将本发明中制备的微生物缓释剂应用于污水治理中。如图4所示为微生物缓释剂装载于无纺布袋中后的实物图。

[0035] 上述菌粉中包含枯草芽孢杆菌BS和地衣芽孢杆菌ATCC 14580,并且两者的活菌数均为 1.0×10^{10} CFU/g。枯草芽孢杆菌BS或地衣芽孢杆菌ATCC 14580单一菌粉也可用于本发明,本实施例中以二者等比例混合菌粉为例进行叙述。其中,草芽孢杆菌BS拉丁学名:*Bacillus subtilis*,编号:GIM1.255,购于广东省微生物菌种保藏中心。地衣芽孢杆菌ATCC 14580,分类命名:地衣芽孢杆菌ATCC 14580,拉丁学名:*Bacillus licheniformis* ATCC 14580,保藏号:ATCC14580,保藏单位:美国典型培养物保藏中心,购自江南大学工业微生物资源和信息中心。

[0036] 本实施例中菌粉的制备方法为:将上述两个保存菌株分别涂布于马铃薯葡萄糖琼脂培养基(环凯微生物科技公司生产)上,待菌落形成后,挑取单菌落接种于液体BYS培养基中,于30℃下振荡培养36小时,然后收集菌体烘干即得所需菌粉。其中,BYS培养基配方为(1L)红糖5g,酵母抽提物3g,可溶性淀粉10g,硅藻土10g,米糠粉5g,121℃灭菌30分钟。此外该菌粉也可以是市售枯草芽孢杆菌菌粉或地衣芽孢杆菌菌粉,活菌数高于1000亿CFU/g,主要辅料为硅藻土或淀粉均可。

[0037] 实施例2~5中所用的菌粉组成与实施例1相同,不再赘述,当然本发明中的菌粉除选用上述的枯草芽孢杆菌BS和地衣芽孢杆菌ATCC 14580外,还可以是其他的现有具有水质净化功能的菌种,如沼泽红假单胞菌(*Rhodopseudomonas palustris*)GIM1.167、施氏假单胞菌(*Pseudomonas stutzeri*)GIM1.273、荧光假单胞菌(*Pseudomonas fluorescens*)GIM1.344等,但不限于上述菌种。

[0038] 实施例1中,水凝胶菌剂载体中总活菌数为 1.0×10^7 CFU/g,固体碳源的包封率为97.6%,释放50%的碳源的周期为4.0个月,释放90%的菌粉的周期为1.0个月。在200L初始氨氮10mg/L的河道污水中投加500g该菌粉/固体碳源协同负载物,在水温30℃、溶氧4mg/L情况下,24小时氨氮降低率达到50%以上,72小时氨氮降低率达到80%以上,总氮降低20%以上。

[0039] 实施例2

[0040] (1) 碳源缓释体的制备:将30g柠檬酸钠,20g醋酸钠,20g聚乳酸,10g聚苯乙烯和5g可德胶均匀混合得混合物。然后将混合物投入注射成型机的料筒中,注塑成型的温度为160℃,一次注塑成型后,室温下自然冷却后即得碳源缓释体。

[0041] (2) 含菌粉水凝胶状菌剂载体的制备:将 γ -聚谷氨酸溶解在去离子水中,配成浓度为200mg/mL的 γ -聚谷氨酸200mL水溶液,温度调节在50℃,恒温搅拌14h,使其充分溶胀,并溶解。然后将 γ -聚谷氨酸溶液置于三颈烧瓶中,加入3.0g的乙二醇缩水甘油醚/季戊四醇的混合物和1.0g的菌粉,上述乙二醇缩水甘油醚/季戊四醇的混合物中乙二醇缩水甘油醚和季戊四醇的质量比为1:3,调节pH至5.0,保持反应1.0h,制得具有一定粘弹性的含有菌粉的水凝胶状菌体载体。

[0042] 将上述制备的碳源缓释体和水凝胶状载体按质量比1:500比例,混合均匀,即得所需的微生物缓释剂,该微生物缓释剂具有类似果粒果冻状结构。

[0043] 将上述制得的微生物缓释剂置于加厚加密每平方60克聚丙稀无纺布(15×20cm)抽绳无纺布袋中,然后将该无纺布袋投放于待处理污水中,从而将本发明中制备的微生物缓释剂应用于污水治理中。

[0044] 本实施例中,水凝胶菌剂载体总活菌数为 1.0×10^8 CFU/g,固体碳源的包封率为

92.6%，释放50%碳源的周期为2.0个月，释放90%的菌粉的周期为3.0个月。在200L初始氨氮10mg/L的河道污水中投加500g该菌粉/固体碳源协同负载物，在水温30℃、溶氧4mg/L情况下，24小时氨氮降低率达到50%以上，72小时氨氮降低率达到80%以上，总氮降低20%以上。

[0045] 实施例3

[0046] (1) 碳源缓释体的制备：将36.0g柠檬酸钠，27.0g醋酸钠，30.0g聚乳酸，5g聚苯乙烯和5g可德胶均匀混合得混合物。然后将混合物投入注射成型机的料筒中，注塑成型的温度为180℃，一次注塑成型后，室温下自然冷却后即得碳源缓释体。

[0047] (2) 含菌粉水凝胶状菌剂载体的制备：将 γ -聚谷氨酸溶解在去离子水中，配成浓度为400mg/mL的 γ -聚谷氨酸200mL水溶液，温度调节至60℃，恒温搅拌16h，使其充分溶胀，并溶解。然后将 γ -聚谷氨酸溶液置于三颈烧瓶中，加入5.0g的乙二醇缩水甘油醚/季戊四醇的混合物和2.0g的菌粉，上述乙二醇缩水甘油醚/季戊四醇的混合物中乙二醇缩水甘油醚和季戊四醇的质量比为3:1，调节pH至5.0，保持反应2.0h，制得具有一定粘弹性的含有菌粉的水凝胶状菌体载体。

[0048] 将上述制备的碳源缓释体和水凝胶状菌剂载体按质量比1:1比例，混合均匀，即得所需的微生物缓释剂，该微生物缓释剂具有类似果粒果冻状结构。

[0049] 将上述制得的微生物缓释剂置于加厚加密每平方60克聚丙烯无纺布(15×20cm)抽绳无纺布袋中，然后将该无纺布袋投放于待处理污水中，从而将本发明中制备的微生物缓释剂应用于污水治理中。

[0050] 本实施例中，水凝胶状菌剂载体中总活菌数为 1.0×10^9 CFU/g，固体碳源的包封率为87.2%，释放50%碳源的周期为3.0个月，释放90%的菌粉的周期为6.0个月。在200L初始氨氮10mg/L的河道污水中投加500g该菌粉/固体碳源协同负载物，在水温30℃、溶氧4mg/L情况下，24小时氨氮降低率达到50%以上，72小时氨氮降低率达到80%以上，总氮降低20%以上。

[0051] 实施例4

[0052] (1) 碳源缓释体的制备：将30.0g柠檬酸钠，20.0g醋酸钠，40.0g聚乳酸，20.0g聚苯乙烯和15.0g可德胶均匀混合得混合物。然后将混合物投入注射成型机的料筒中，注塑成型的温度为190℃，一次注塑成型后，室温下自然冷却后即得碳源缓释体。

[0053] (2) 含菌粉水凝胶状菌剂载体的制备：将 γ -聚谷氨酸溶解在去离子水中，配成浓度为500mg/mL的 γ -聚谷氨酸200mL水溶液，温度调节在80℃，恒温搅拌14h，使其充分溶胀，并溶解。然后将 γ -聚谷氨酸溶液置于三颈烧瓶中，加入5.0g的乙二醇缩水甘油醚/季戊四醇的混合物和3.0g的菌粉，上述乙二醇缩水甘油醚/季戊四醇的混合物中乙二醇缩水甘油醚和季戊四醇的质量比为3:1，调节pH至5.0，保持反应0.5h，制得具有一定粘弹性的含有菌粉的水凝胶状菌体载体。

[0054] 将上述制备的碳源缓释体和水凝胶状菌剂载体按质量比1:100比例，混合均匀，即得所需的微生物缓释剂，该微生物缓释剂具有类似果粒果冻状结构。

[0055] 将上述制得的微生物缓释剂置于加厚加密每平方60克聚丙烯无纺布(15×20cm)抽绳无纺布袋中，然后将该无纺布袋投放于待处理污水中，从而将本发明中制备的微生物缓释剂应用于污水治理中。

[0056] 本实施例中,水凝胶状菌剂载体中总活菌数为 1.0×10^8 CFU/g,固体碳源的包封率为97.1%,释放50%的碳源的周期为7.0个月,释放90%的菌粉的周期为6.0个月。在200L初始氨氮10mg/L的河道污水中投加500g该菌粉/固体碳源协同负载物,在水温30℃、溶氧4mg/L情况下,24小时氨氮降低率达到50%以上,72小时氨氮降低率达到80%以上,总氮降低20%以上。

[0057] 实施例5

[0058] (1) 碳源缓释体的制备:将27.0g柠檬酸钠,22.0g醋酸钠,28.0g聚乳酸,15.0g聚苯乙烯和8.0g可德胶均匀混合得混合物。然后将混合物投入注射成型机的料筒中,注塑成型的温度为170℃,一次注塑成型后,室温下自然冷却后即得碳源缓释体。

[0059] (2) 含菌粉水凝胶状菌剂载体的制备:将壳聚糖溶解在去离子水中,配成浓度为200mg/mL的壳聚糖200mL水溶液,温度调节在80℃,恒温搅拌12h,使其充分溶胀,并溶解。然后将壳聚糖溶液置于三颈烧瓶中,加入3.0g的乙二醇缩水甘油醚/季戊四醇的混合物和2.0g的菌粉,上述乙二醇缩水甘油醚/季戊四醇的混合物中乙二醇缩水甘油醚和季戊四醇的质量比为2:1,调节pH至5.0,保持反应0.5h,制得具有一定粘弹性的含有菌粉的水凝胶状载体。

[0060] 将上述制备的碳源缓释体与水凝胶状菌剂载体按质量比1:800比例,混合均匀,即得所需的微生物缓释剂,该微生物缓释剂具有类似果粒果冻状结构。

[0061] 将上述制得的微生物缓释剂置于加厚加密每平方60克聚丙烯无纺布(15×20cm)抽绳无纺布袋中,然后将该无纺布袋投放于待处理污水中,从而将本发明中制备的微生物缓释剂应用于污水治理中。

[0062] 本实施例中,水凝胶状菌剂载体中总活菌数为 1.0×10^9 CFU/g,固体碳源的包封率为98.3%,释放50%的碳源的周期为12.0个月,释放90%的菌粉的周期为9.0个月。在200L初始氨氮10mg/L的河道污水中投加500g该菌粉/固体碳源协同负载物,在水温30℃、溶氧4mg/L情况下,24小时氨氮降低率达到50%以上,72小时氨氮降低率达到80%以上,总氮降低20%以上。

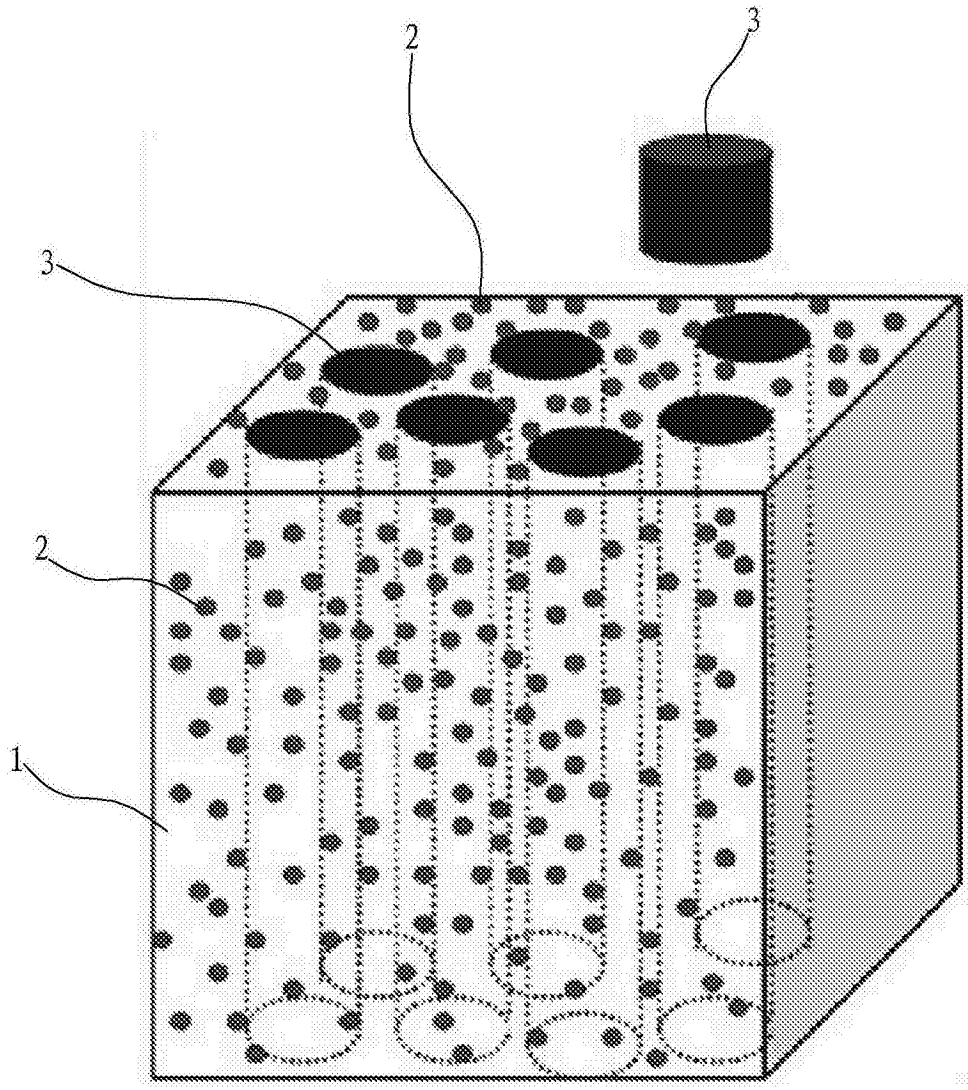


图1

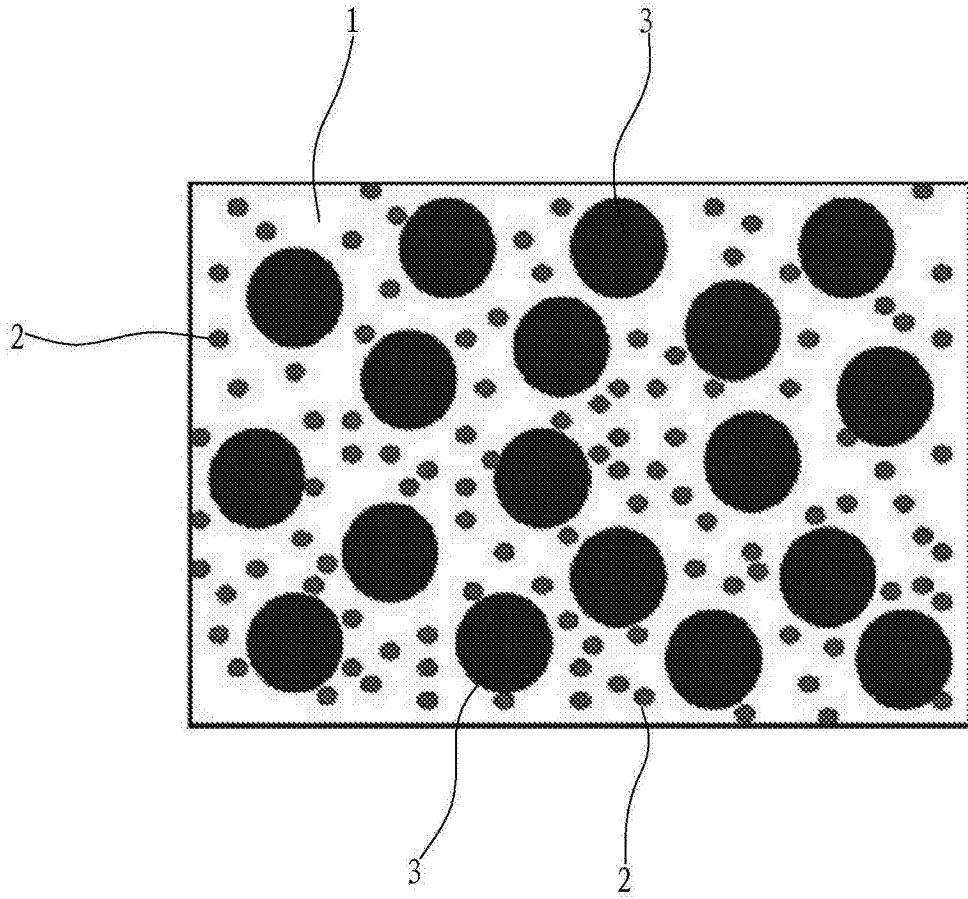


图2



图3

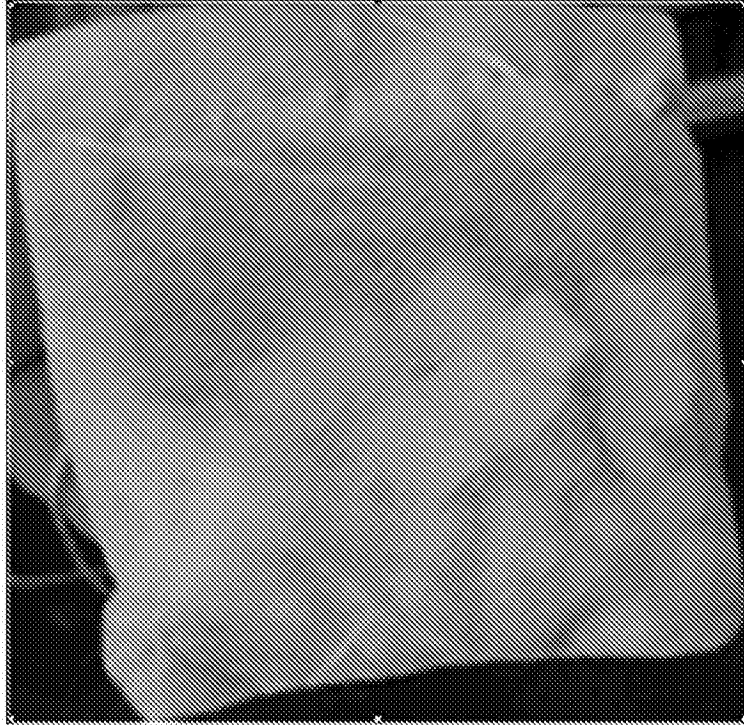


图4