



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104651347 B

(45)授权公告日 2018.07.24

(21)申请号 201510088533.4

(22)申请日 2015.02.26

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104651347 A

(43)申请公布日 2015.05.27

(73)专利权人 辽宁工程技术大学
地址 123000 辽宁省阜新市细河区中华路
47号

(72)发明人 狄军贞 朱志涛 鲍娟 柴博
郭旭颖 张丽刚 江富 戴男男
赵前程 任亚东 安文博

(74)专利代理机构 沈阳东大知识产权代理有限公司 21109
代理人 李在川

(51)Int.Cl.

C12N 11/14(2006.01)

C12N 11/08(2006.01)

C02F 3/34(2006.01)

(56)对比文件

CN 103755043 A,2014.04.30,全文.

CN 101402485 A,2009.04.01,说明书第2页
第1段-第4页第6段.

张瑞雪等.被动处理酸性矿山废水的方法选择及其应用.《中国环境科学学会学术年会论文集(2010)》.2010,第2832-2838页.

审查员 马骞

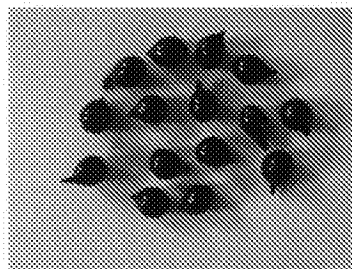
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种硫酸盐还原菌固定化颗粒及其制备和使用方法

(57)摘要

本发明的目的是针对硫酸盐还原菌在酸性废水处理中存在的不足,提供了一种硫酸盐还原菌固定化颗粒及其制备和使用方法,属于水污染控制工程技术领域.该固定化颗粒由20%~45%硫酸盐还原菌污泥、2%~8%钢渣粉、3%~10%改性麦饭石、5%~9%聚乙烯醇、0.2%~1.5%海藻酸钠、4%~15%生物质材料、11.5~65.8%水组成.该颗粒基于微生物固定化技术,采用聚乙烯醇-硼酸包埋法,避免了硫酸盐还原菌与酸性废水的直接接触,从而解决强酸和高浓度重金属对硫酸盐还原菌的抑制;该颗粒可对煤矿酸性废水进行井下原位处理并可重复使用,有效克服传统技术的缺点、改善矿区生态质量,是一种不占用地面空间且无需外加动力的被动处理系统。



1. 一种硫酸盐还原菌固定化颗粒的制备方法,所述硫酸盐还原菌固定化颗粒由硫酸盐还原菌污泥、钢渣粉、麦饭石、聚乙烯醇、海藻酸钠、生物质材料和水组成;

其中,各组分的重量百分含量为:20%~45%的硫酸盐还原菌污泥、2%~8%的钢渣粉、3%~10%的麦饭石、5%~9%的聚乙烯醇、0.2%~1.5%的海藻酸钠、4%~15%的生物质材料、11.5~65.8%的水;

所述生物质材料为制成粒径 ≤ 100 目粉末的廉价农业废弃物;

所述硫酸盐还原菌污泥为硫酸盐还原菌污泥原液,经离心浓缩至MLVSS浓度为10mg/L~15mg/L;所述硫酸盐还原菌污泥原液为:取含有硫酸盐还原菌和水解微生物的硫酸盐还原菌原料,稀释10~20倍后,取出25mL~50mL加到500mL~1000mL改进型Starkey式培养基中,37 \pm 1 $^{\circ}$ C恒温厌氧培养数周,形成硫酸盐还原菌为污泥中的优势菌种、并包括水解微生物在内的多种微生物菌种共存的混合硫酸盐还原菌污泥菌团;当培养至打开瓶盖能闻到浓烈臭鸡蛋气味、将污泥悬浮液滴入含有Fe²⁺的溶液能立即使溶液变成墨汁色时,即得到硫酸盐还原菌污泥原液;所述硫酸盐还原菌原料为市政活性污泥、垃圾渗滤液污泥、煤矸石山污染土壤;

所述钢渣粉为粒径80目~100目的钢渣粉;

所述麦饭石为粒径50目~80目的普通麦饭石或改性麦饭石;

其特征在于,包括如下步骤:

(1) 将聚乙烯醇与海藻酸钠加入到蒸馏水中,密封后在室温下充分溶胀20~30h,再置于90 \pm 5 $^{\circ}$ C的恒温水浴锅内加热,并不断搅拌,直至凝胶中无气泡;

(2) 将生物质材料、钢渣粉和麦饭石或改性麦饭石缓缓加入到凝胶中,搅拌均匀后将混合物冷却至37 \pm 1 $^{\circ}$ C;

(3) 将硫酸盐还原菌污泥原液放入离心机中在2000rpm~4000rpm转速下离心6min~15min,浓缩至MLVSS浓度为10mg/L~15mg/L后,加入到步骤(2)得到的混合物中,再充分搅拌均匀;

(4) 将步骤(3)制得的混合物匀速滴入含2%~5%CaCl₂、pH值为5.0~7.0的饱和硼酸溶液中,交联反应4h~8h,得到硫酸盐还原菌固定化颗粒;

所述生物质材料的制备方法为:将廉价农业废弃物干燥后,经破碎,制成粒径 ≤ 100 目的粉末;所述钢渣粉的制备方法为,取粒径为80目~100目钢渣粉,酸洗后,干燥;所述麦饭石的制备方法为:选取粒径为50目~80目的普通麦饭石粉,用水冲洗后,风干;所述改性麦饭石的制备方法为:将粒径为50目~80目的麦饭石粉与2mol/L的NaOH溶液按照质量与体积之比为1:5~1:10 kg/L混合,浸泡1~3h,再以150~200r/min速率振荡2~3h,然后取出麦饭石,用去离子水浸洗,最后在300~500 $^{\circ}$ C温度下烘烤60~90min后,自然冷却;

所述硫酸盐还原菌污泥原液为:取含有硫酸盐还原菌和水解微生物的硫酸盐还原菌原料,稀释10~20倍后,取出25mL~50mL加到500mL~1000mL改进型Starkey式培养基中,37 \pm 1 $^{\circ}$ C恒温厌氧培养数周,形成硫酸盐还原菌为污泥中的优势菌种、并包括水解微生物在内的多种微生物菌种共存的混合硫酸盐还原菌污泥菌团;当培养至打开瓶盖能闻到浓烈臭鸡蛋气味、将污泥悬浮液滴入含有Fe²⁺的溶液能立即使溶液变成墨汁色时,即得到硫酸盐还原菌污泥原液。

2. 根据权利要求1所述的硫酸盐还原菌固定化颗粒的制备方法,其特征在于,所述制备

方法制备的固定化颗粒的使用方法,包括如下步骤:

(1) 在所述硫酸盐还原菌固定化颗粒使用前,将其在厌氧条件下用去掉有机物的改进型Starkey式培养基溶液浸泡激活10h~15h;

(2) 将激活后的硫酸盐还原菌固定化颗粒置于在煤矿酸性废水井中建造的升流式厌氧填充床或可渗透反应墙反应器中,对酸性废水进行处理。

3. 根据权利要求1所述的硫酸盐还原菌固定化颗粒的制备方法,其特征在于,所述制备方法制备的固定化颗粒的再生方法:当所述硫酸盐还原菌固定化颗粒在使用中去除率下降后,采用COD为5000mg/L~10000mg/L的生物质发酵液浸泡24h~48h。

一种硫酸盐还原菌固定化颗粒及其制备和使用方法

技术领域

[0001] 本发明属于水污染控制工程技术领域,具体涉及一种处理煤矿酸性废水的硫酸盐还原菌固定化颗粒及其制备和使用方法。

背景技术

[0002] 煤炭作为最重要的能源品种在我国一次能源消费结构中一直占据约70%的比重,煤炭企业为我国改革开放30年来宏观经济的持续高增长做出了重要贡献,但是煤炭资源也在开发、加工、运输和利用过程中产生了大量煤矿废水。现阶段由于我国粗放型经济发展模式的制约,每年可产生酸性废水约为30亿 m^3 ,而利用率却不足30%,远低于欧美等发达国家80%以上的标准。大量未经处理的酸性矿井水直接排放,不仅严重污染收纳水体,进一步恶化矿区本已脆弱的生态环境,同时也造成水资源的巨大浪费,无疑加剧了我国严峻缺水的现状,更与我国清洁生产、循环经济的发展理念相悖。因此,对煤矿酸性废水进行处理,实现无害化达标排放以及资源化再利用,对于保护矿区生态环境、缓解矿区能源开发与水资源紧张的矛盾、促进煤矿企业可持续发展具有重要战略意义。

[0003] 当前,以硫酸盐还原菌为核心的新工艺已在有机废水、酸性废水和电镀废水等研究领域取得了较大进展,应用硫酸盐还原菌技术处理煤矿酸性废水业已成为该领域发展的新趋势。虽然硫酸盐还原菌在酸性废水处理中具有巨大潜力,但是也暴露出许多不足,如低pH、高浓度重金属离子抑制以及需要持续的碳源投加为菌提供营养等问题。

发明内容

[0004] 本发明的目的是针对硫酸盐还原菌在酸性废水处理中存在的不足,提供了一种硫酸盐还原菌固定化颗粒及其制备和使用方法。该颗粒基于微生物固定化技术,采用聚乙烯醇-硼酸包埋法,避免了硫酸盐还原菌与酸性废水的直接接触,从而解决强酸和高浓度重金属对硫酸盐还原菌的抑制;该颗粒可对煤矿酸性废水进行井下原位处理并可重复使用,有效克服传统技术的缺点、改善矿区生态质量,是一种不占用地面空间且无需外加动力的被动处理系统。

[0005] 本发明的技术方案之一为,一种硫酸盐还原菌固定化颗粒,由硫酸盐还原菌污泥、钢渣粉、麦饭石、聚乙烯醇、海藻酸钠、生物质材料和水组成;

[0006] 其中,各组分的重量百分含量为:20%~45%的硫酸盐还原菌污泥、2%~8%的钢渣粉、3%~10%的麦饭石、5%~9%的聚乙烯醇、0.2%~1.5%的海藻酸钠、4%~15%的生物质材料、11.5%~65.8%的水;

[0007] 所述的硫酸盐还原菌污泥为硫酸盐还原菌污泥原液,经离心浓缩至MLVSS浓度为10mg/L~15mg/L;

[0008] 所述钢渣粉为粒径80目~100目的钢渣粉;

[0009] 所述麦饭石为粒径50目~80目的普通麦饭石或改性麦饭石;

[0010] 所述生物质材料作为内聚缓释碳源,可采用廉价农业废弃物,如玉米芯、花生壳、

稻壳等,制成粒径 ≤ 100 目的粉末;

[0011] 本发明的技术方案之二为,上述硫酸盐还原菌固定化颗粒的制备方法,包括如下步骤:

[0012] (1) 按照硫酸盐还原菌固定化颗粒中各组分的配比,将聚乙烯醇与海藻酸钠加入到蒸馏水中,密封后在室温下充分溶胀20~30h,再置于 $90 \pm 5^\circ\text{C}$ 的恒温水浴锅内加热,并不断搅拌,直至凝胶中无气泡;

[0013] (2) 将生物质材料、钢渣粉和麦饭石缓缓加入到凝胶中,搅拌均匀后将混合物冷却至 $37 \pm 1^\circ\text{C}$;

[0014] 其中,生物质材料的制备方法为:将廉价农业废弃物,如玉米芯、花生壳、稻壳等,干燥后经机械破碎,制成粒径 ≤ 100 目的粉末;

[0015] 钢渣粉的制备方法为,取粒径为80目~100目的钢渣粉,酸洗2~3遍后,干燥;

[0016] 麦饭石为普通麦饭石或改性麦饭石;麦饭石的制备方法为:选取粒径为50目~80目的普通麦饭石粉,用水冲洗后,风干;改性麦饭石的制备方法为:将粒径为50目~80目的麦饭石粉与2mol/L的NaOH溶液按照质量与体积之比为1:5~1:10kg/L混合,浸泡1~3h,再以150~200r/min速率振荡2~3h,然后取出麦饭石,用去离子水浸洗2~3遍,最后在300~500 $^\circ\text{C}$ 温度下烘烤60~90min后,自然冷却;

[0017] (3) 将硫酸盐还原菌污泥原液放入离心机中在2000rpm~4000rpm离心6min~15min,浓缩至MLVSS浓度为10mg/L-15mg/L后,加入到步骤(2)得到的混合物中,再充分搅拌均匀;

[0018] (4) 将步骤(3)制得的混合物匀速滴入含2%~5%CaCl₂、pH值为5.0~7.0的饱和硼酸溶液中,在室温下以100rpm~150rpm的搅拌速率交联反应4h~8h,得到硫酸盐还原菌固定化颗粒;

[0019] 上述硫酸盐还原菌污泥原液为:取含有硫酸盐还原菌和水解微生物的市政活性污泥、垃圾渗滤液污泥、煤矸石山污染土壤等硫酸盐还原菌原料,稀释10-20倍后,取出25mL-50mL加到500mL-1000mL改进型Starkey式培养基中, $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 恒温厌氧培养数周,以形成硫酸盐还原菌为污泥中的优势菌种、并包括水解微生物在内的多种微生物菌种共存的混合硫酸盐还原菌污泥菌团;当培养至打开瓶盖能闻到浓烈臭鸡蛋气味、将污泥悬浮液滴入含有Fe²⁺的溶液能立即使溶液变成墨汁色时,即得到硫酸盐还原菌污泥原液。

[0020] 本发明的技术方案之三为,上述硫酸盐还原菌固定化颗粒的使用方法,包括如下步骤:

[0021] (1) 在所述硫酸盐还原菌固定化颗粒使用前,将其在厌氧条件下用去掉有机物的改进型Starkey式培养基溶液浸泡激活10h~15h,以使颗粒富集足够的无机生长因子;

[0022] (2) 将激活后的硫酸盐还原菌固定化颗粒置于在煤矿酸性废水井中建造的升流式厌氧填充床(UAPB)或可渗透反应墙(PRB)反应器中,对酸性废水进行处理。

[0023] 本发明的技术方案之四为,上述硫酸盐还原菌固定化颗粒的再生方法,当所述硫酸盐还原菌固定化颗粒使用中去除率下降后,采用COD为5000mg/L~10000mg/L的生物质发酵液浸泡24h~48h,即可将硫酸盐还原菌固定化颗粒再生,重新用于处理煤矿酸性废水。

[0024] 本发明中改进型Starkey式培养基的成分为:0.5gK₂HPO₄、1.0gNH₄Cl、2.0gMgSO₄·7H₂O、0.5gNa₂SO₄、0.1gCaCl₂·H₂O、1.2g(NH₄)₂Fe(SO₄)₂·6H₂O、1.0g酵母膏、4.0g乳酸钠、

1000mL蒸馏水,在121℃高压蒸汽中灭菌30min,冷却至室温后再用1mol/L的NaOH溶液调节培养基pH值为7.0。

[0025] 本发明相对现有技术具有如下优点及效果:

[0026] 1) 本发明制备的硫酸盐还原菌固定化颗粒,基于微生物固定化技术,采用聚乙烯醇—硼酸包埋法,避免了硫酸盐还原菌与酸性废水的直接接触,从而解决强酸和高浓度重金属对硫酸盐还原菌的抑制。

[0027] 2) 本发明的硫酸盐还原菌固定化颗粒中的硫酸盐还原菌,为含有硫酸盐还原菌和水解微生物的市政活性污泥、垃圾渗滤液污泥、煤矸石山污染土壤等硫酸盐还原菌原料经定向驯化后得到以硫酸盐还原菌为优势菌种的污泥菌团,其中,污泥菌团中包括水解微生物,该水解微生物能够分解农业废弃物为硫酸盐还原菌提供碳源;本发明可对廉价农业废弃物再利用,是一种绿色环保节能的方式。

[0028] 3) 本发明的硫酸盐还原菌固定化颗粒,所采用的碳源是基于碳源缓释原理的,从而提高碳源利用率,降低出水COD值。

[0029] 4) 本发明的硫酸盐还原菌固定化颗粒,在固定化凝胶中加入钢渣粉和麦饭石或改性麦饭石,不仅为固定化污泥颗粒提供固体骨架,有助于提高颗粒强度并增加界面反应速率,而且为硫酸盐还原菌营造适宜的微环境,有利于固定化颗粒提高处理能力。

[0030] 5) 本发明以硫酸盐还原菌固定化颗粒为介质构建原位修复装置,体现了该固定化硫酸盐还原菌固定化颗粒应用于煤矿酸性废水原位修复领域的可行性和有效性。

[0031] 6) 本发明将硫酸盐还原菌固定化颗粒应用在处理煤矿酸性废水等领域中,基于升流式厌氧填充床(UAPB)和可渗透反应墙(PRB)技术进行煤矿酸性废水井下原位处理复用,有效克服传统技术的缺点,改善矿区生态质量,是一种不占用地面空间且无需外加动力的被动处理系统。

附图说明

[0032] 图1、本发明实施例1制备的硫酸盐还原菌颗粒外观图。

[0033] 图2、本发明实施例6设计的两种反应器的装置图。

[0034] 图3、本发明实施例6通过加入硫酸盐还原菌颗粒的两种反应器处理煤矿酸性废水的数据图;

[0035] 其中,a、OD₆₀₀的数据结果;b、pH的数据结果;c、COD的数据结果;d、SO₄²⁻的数据结果;e、Fe²⁺的数据结果;f、Mn²⁺的数据结果。

具体实施方式

[0036] 本发明所用试剂,如无特殊说明,均为市购。

[0037] 硫酸盐还原菌污泥原液的制备方法为:含有硫酸盐还原菌和水解微生物的市政活性污泥、垃圾渗滤液污泥、煤矸石山污染土壤等硫酸盐还原菌原料,稀释10-20倍后,取出25mL-50mL加到500mL-1000mL改进型Starkey式培养基中,37±1℃恒温厌氧培养数周,以形成硫酸盐还原菌为污泥中的优势菌种、并包括水解微生物在内的多种微生物菌种共存的混合硫酸盐还原菌污泥菌团;当培养至打开瓶盖能闻到浓烈臭鸡蛋气味、将污泥悬浮液滴入含有Fe²⁺的溶液能立即使溶液变成墨汁色时,即得到硫酸盐还原菌污泥原液;

[0038] 所述的改进型Starkey式培养基的成分为:0.5gK₂HPO₄、1.0gNH₄Cl、2.0gMgSO₄·7H₂O、0.5gNa₂SO₄、0.1gCaCl₂·H₂O、1.2g(NH₄)₂Fe(SO₄)₂·6H₂O、1.0g酵母膏、4.0g乳酸钠、1000mL蒸馏水,在121℃高压蒸汽中灭菌30min,冷却至室温后再用1mol/L的NaOH溶液调节培养基pH值为7.0。

[0039] “MLVSS”指的是混合液挥发性悬浮固体浓度(mixed liquor volatile suspended solids),本项指标所表示的是混合液活性污泥中有机性固体物质部分的浓度,它代表了活性微生物的量。

[0040] 实施例1

[0041] 一种硫酸盐还原菌固定化颗粒,各组分的重量百分含量为:30%的硫酸盐还原菌污泥,2%的钢渣粉,3%的改性麦饭石,9%的聚乙烯醇,0.5%的海藻酸钠,5%的玉米芯和50.5%的水。

[0042] 其制备方法为:

[0043] 选取粒径为80目的钢渣粉,用1mol/L的HCl洗3遍,风干;选取粒径为60目的普通麦饭石粉,用2mol/L的NaOH溶液与麦饭石粉按照体积与质量之比为1:5kg/L混合,浸泡1小时,再以150r/min速率振荡3小时,然后取出麦饭石,用去离子水浸洗3遍,在300℃温度下烘烤90分钟,自然冷却,得到改性麦饭石;取玉米芯晒干后经机械破碎,制成粒径为100目的粉末;

[0044] 将9g聚乙烯醇与0.5g海藻酸钠加入到50.5g蒸馏水中,密封后在室温下充分溶胀24h,然后在90±1℃的恒温水浴锅内加热,并不断搅拌,直至凝胶中无气泡;

[0045] 再将5g生物质材料玉米芯粉、2g钢渣粉和3g改性麦饭石缓缓加入到凝胶中,搅拌均匀后从水浴锅中取出,冷却至37±1℃;

[0046] 将硫酸盐还原菌污泥原液在离心机中经3000rpm转速离心10min,取30g离心管下部MLVSS浓度为12.8mg/L的污泥浓缩液加入到上述混合物中,再充分搅拌均匀;

[0047] 用注射器吸取上述混合物,滴入含2%CaCl₂、pH值为6.0的饱和硼酸溶液中,在室温下以100rpm的搅拌速率交联反应4h,得到硫酸盐还原菌固定化颗粒;

[0048] 取出颗粒,用0.9%的生理盐水清洗3遍,吸干表面水分后,4℃环境中密闭保存。

[0049] 实施例2

[0050] 一种硫酸盐还原菌固定化颗粒,各组分的重量百分含量为:20%的硫酸盐还原菌污泥,6%的钢渣粉,10%的麦饭石,5%的聚乙烯醇,0.2%的海藻酸钠,4%的花生壳和54.8%的水。

[0051] 其制备方法为:

[0052] 选取粒径为90~100目的钢渣粉,用2mol/L的HCl洗2~3遍,风干;选取粒径为70~80目的普通麦饭石粉,用水冲洗2~3遍,风干;取花生壳晒干后经机械破碎,制成粒径为80~100目的粉末;

[0053] 将5g聚乙烯醇与0.2g海藻酸钠加入到54.8g蒸馏水中,密封后在室温下充分溶胀20h,然后在94±1℃的恒温水浴锅内加热,并不断搅拌,直至凝胶中无气泡;

[0054] 再将4g生物质材料花生壳粉、6g钢渣粉和10g普通麦饭石缓缓加入凝胶中,搅拌均匀后从水浴锅中取出,冷却至37±1℃;

[0055] 将硫酸盐还原菌污泥原液经3500~4000rpm离心13~15min,取20g离心管下部

MLVSS浓度为14.7mg/L的污泥浓缩液加入到上述混合物中,再充分搅拌均匀;

[0056] 用注射器吸取上述混合物,滴入含3.5%CaCl₂、pH值为5.0的饱和硼酸溶液中,在室温下以100~150rpm的搅拌速率交联反应4~6h,得到硫酸盐还原菌固定化颗粒;

[0057] 取出颗粒,用0.5~1.5%的生理盐水清洗2~3遍,吸干表面水分后,4℃环境中密闭保存。

[0058] 实施例3

[0059] 一种硫酸盐还原菌固定化颗粒,各组分的重量百分含量为:45%硫酸盐还原菌污泥,8%钢渣粉,4%改性麦饭石,7%聚乙烯醇,1.5%海藻酸钠,15%稻壳和19.5%水。

[0060] 其制备方法为:

[0061] 选取粒径为80~90目的钢渣粉,用2mol/L的HCl洗2~3遍,风干;选取粒径为50目~60目的麦饭石粉与2mol/L的NaOH溶液按照质量与体积之比为1:10kg/L混合,浸泡1~3h,再以150~200r/min速率振荡2~3h,然后取出麦饭石,用去离子水浸洗2~3遍,最后在300~500℃温度下烘烤60~90min后,自然冷却,得到改性麦饭石;取稻壳晒干后经机械破碎,制成粒径为80~100目的粉末;

[0062] 将7g聚乙烯醇与1.5g海藻酸钠加入到19.5g蒸馏水中,密封后在室温下充分溶胀30h,然后在86±1℃的恒温水浴锅内加热,并不断搅拌,直至凝胶中无气泡;

[0063] 再将15g生物质材料稻壳粉、8g钢渣粉和4g改性麦饭石缓缓加入到凝胶中,搅拌均匀后从水浴锅中取出,冷却至37±1℃;

[0064] 将硫酸盐还原菌污泥原液经2000~2500rpm离心6~8min,取45g离心管下部MLVSS浓度为10.2mg/L的污泥浓缩液加入到上述混合物中,再充分搅拌均匀;

[0065] 用注射器吸取上述混合物,滴入含5%CaCl₂、pH值为7.0的饱和硼酸溶液中,在室温下以100~150rpm的搅拌速率交联反应6~8h,得到硫酸盐还原菌固定化颗粒;

[0066] 取出颗粒,用0.5~1.5%的生理盐水清洗2~3遍,吸干表面水分后,4℃环境中密闭保存。

[0067] 实施例4

[0068] 一种硫酸盐还原菌固定化颗粒,各组分的重量百分含量为:30~35%硫酸盐还原菌污泥,5~7%钢渣粉,5~8%麦饭石,6~8%聚乙烯醇,0.8~1.1%海藻酸钠,8~11%玉米芯和29.9~45.2%水;

[0069] 硫酸盐还原菌污泥为硫酸盐还原菌污泥原液,经离心浓缩至MLVSS浓度为10mg/L~11.9mg/L;钢渣粉粒径为80目~100目;麦饭石粒径为50目~80目;玉米芯粒径为70~80目;

[0070] 实施例5

[0071] 一种硫酸盐还原菌固定化颗粒,各组分的重量百分含量为:36~42%硫酸盐还原菌污泥,3~5%钢渣粉,6~9%改性麦饭石,8~9%聚乙烯醇,1.0~1.3%海藻酸钠,6~9%稻壳和24.7~40%水;

[0072] 硫酸盐还原菌污泥为硫酸盐还原菌污泥原液,经离心浓缩至MLVSS浓度为13.2mg/L~14.5mg/L;钢渣粉粒径为80目~100目;麦饭石粒径为50目~80目;稻壳粒径为90~100目;

[0073] 实施例6

[0074] 取实施例1制得的硫酸盐还原菌固定化颗粒,将其在厌氧条件下用去掉有机物的改进型Starkey式培养基溶液浸泡激活10h~15h,以使颗粒富集足够的无机生长因子。

[0075] 本实例是针对处理煤矿酸性废水,以激活的硫酸盐还原菌固定化颗粒为填充介质,设计构造了升流式厌氧填充床(UAPB)和可渗透反应墙(PRB)两个反应器对废水进行连续动态处理,对比分析硫酸盐还原菌固定化颗粒有效性和适用性。

[0076] 组装的升流式厌氧填充床(UAPB)和可渗透反应墙(PRB)两个反应器,装置系统图如图2所示,两个反应器均为有机玻璃管制作,高200mm,内径60mm,总体积约为560mL。PRB的构造从下至上依次为高20mm、粒径3~5mm的碎石层,高20mm、粒径为30~60目的粗砂层,高70mm的固定化颗粒层,再于顶部覆盖高30mm、粒径为60~100目的细砂,其中固定化颗粒层的有效孔隙体积为85mL。在UAPB中加入的硫酸盐还原菌固定化颗粒的量与PRB相同,运行流速取地下水流速的3倍,即300mm/d。

[0077] 向已构建完成的反应器内通入水样,UAPB和PRB分别采用变频泵和流量计控制流速。分为两个阶段进行,第一阶段采用水样的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 、 SO_4^{2-} 浓度分别为100、50、14、6、816mg/L,pH值为4.0。在第二阶段中提高水样的污染负荷,采用水样的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 、 SO_4^{2-} 浓度分别为100、50、28、12、2528mg/L,pH值为3。

[0078] 在试验过程中,收集反应器处理的水量定期测量,采用孔隙体积数作为横坐标(即反应器处理的累积水量与PRB污泥颗粒层有效孔隙体积的比值),以出水中各污染物的浓度或去除率为纵坐标,分析反应器的处理时况。

[0079] 两反应器处理效果分析见图3:UAPB与PRB均具有较强的pH提升能力,在高污染负荷阶段的出水值分别为7.2和7.8,PRB略高于UAPB;但是,UAPB出水 OD_{600} 值增加显著,出水浑浊,PRB处理前后 OD_{600} 值几乎相同,出水感官性良好;玉米芯在UAPB中的水解受污染负荷变化影响较大,有机物的急剧累积和快速消耗降低了该系统对 SO_4^{2-} 处理的稳定性;PRB具有很强的抗冲击能力,有机物累积在两个阶段都存在稳定期,约1000mg/L, SO_4^{2-} 的最大还原速率为1256mg/(L·d);PRB在可溶性铁锰去除方面存在明显优势,对TFe的去除率为99.9%以上,在硫酸盐还原菌固定化颗粒吸附饱和之后,对 Mn^{2+} 的去除率约为3.74mg/(L·d),远高于UAPB的10%。

[0080] 实施例2和3中制得的硫酸盐还原菌固定化颗粒,经活化后,用上述可渗透反应墙(PRB)反应器在相同水样下测试,在高污染负荷阶段的出水值中COD、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 、 SO_4^{2-} 平均值分别为:726、0.022、5.28、505.6mg/L和673、0.018、4.63、487.5mg/L,pH值平均分别为7.4和7.3。

[0081] 实施例7

[0082] 实施例6中使用后的硫酸盐还原菌固定化颗粒对 H^+ 、金属离子等物质去除率下降后,可采用COD为5000mg/L~10000mg/L的生物质发酵液浸泡24h~48h,可将硫酸盐还原菌固定化颗粒再生,重新用于处理煤矿酸性废水;

[0083] 生物质发酵液可选用:1、酵母提取物5g,蛋白胨10g,NaCl 5g,琼脂15~20g,水1000mL,pH 7.4~7.6配制的生物质发酵液;2、乳酸钠溶液或者其他常规生物发酵液。

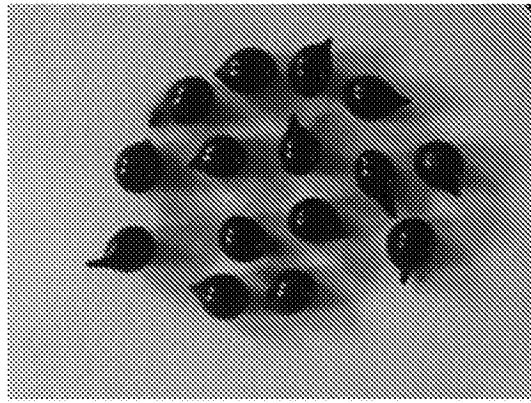


图1

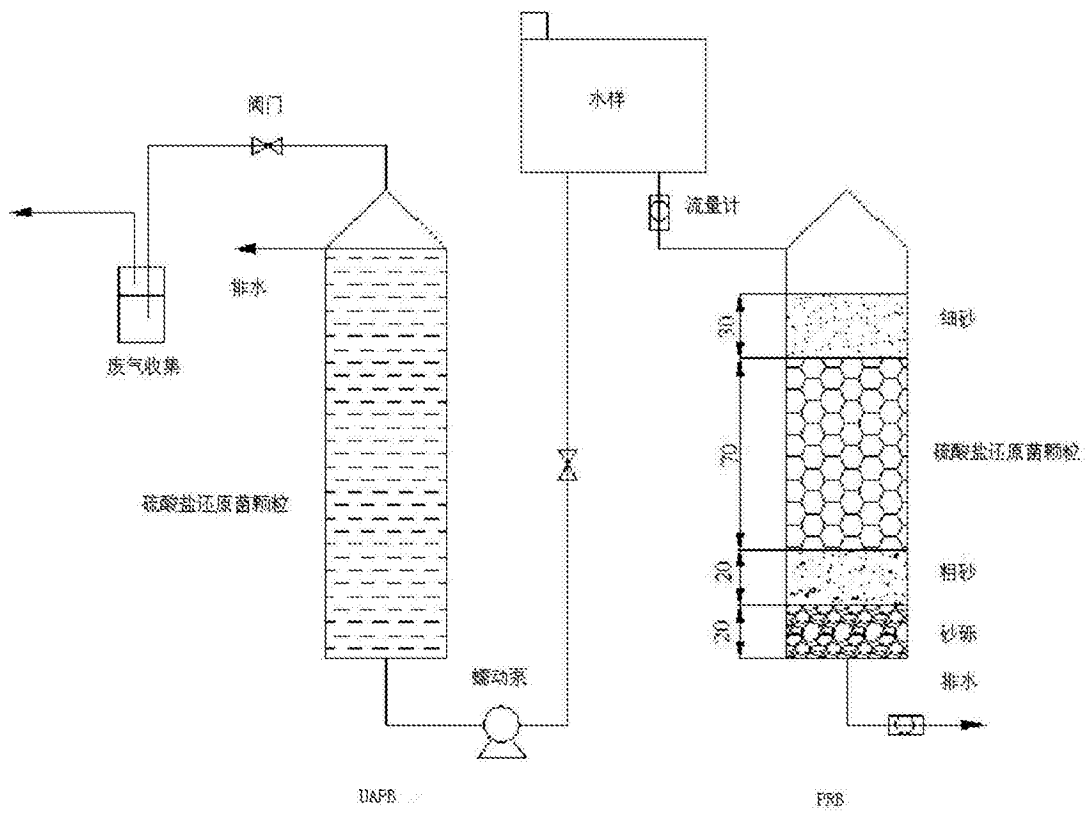


图2

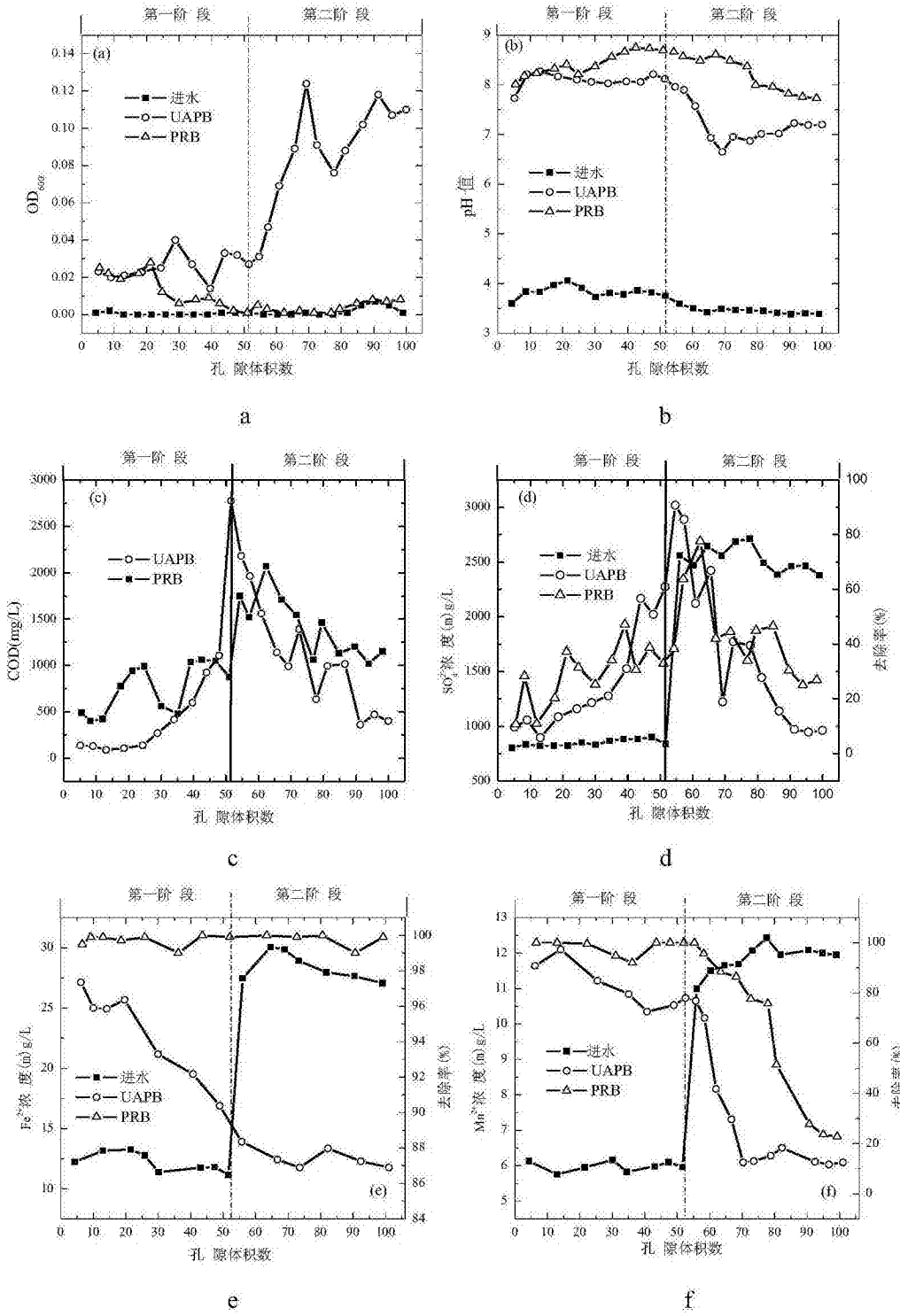


图3