



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114751685 A

(43) 申请公布日 2022.07.15

(21) 申请号 202210510005.3

(22) 申请日 2022.05.11

(71) 申请人 辽宁工程技术大学

地址 123000 辽宁省阜新市中华路47号

(72) 发明人 李军 杨振伟 庞帅 田丽君
田泽峰 刘娇 国天源 刘弦璋
曹爽 李金恒 陈明浩

(51) Int. Cl.

C04B 28/00 (2006.01)

C04B 18/12 (2006.01)

C04B 14/06 (2006.01)

C12N 1/20 (2006.01)

C12R 1/07 (2006.01)

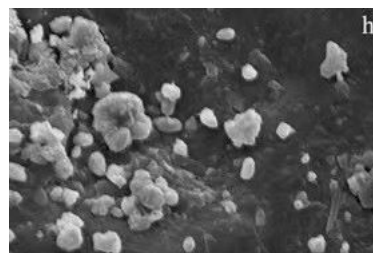
权利要求书2页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于MICP原理的生态固炭充填材料及其制备方法

(57) 摘要

一种基于MICP原理的生态固炭充填材料及其制备方法,属于治理煤矿开采沉陷充填材料技术领域。固炭充填材料包括风积砂0-20%、煤矸石80%-100%;采用巴氏芽孢杆菌(BNCC337394)在培养基中培养24h-48h、胶结液由氯化钙和尿素按照1:1配置而成,摩尔浓度为0.5mol/L-2.0mol/L。试样制备过程中,将破碎得到的煤矸石进行筛分,按照设计比例用电子天平称量相应原材料,混合倒入拌合装置,使用不锈钢铲搅拌均匀,装入注浆模具中,利用蠕动泵交替注入菌液与胶结液,共计8轮。本发明充分渗透固废资源利用理念,将风积砂与煤矸石混合,利用MICP成矿原理进行生态固碳,不仅提高了固体废弃物的利用率,而且保护环境的同时也降低了成本。该材料可应用到煤矿开采治理沉陷领域,具有一定的推广应用前景。



1. 一种基于MICP原理的生态固炭充填材料及其制备方法,其特征在于:固炭充填材料包括固体原料和液态原料,所述固态原料包括风积砂0-20%、自燃煤矸石80%-100%;所述液态原料包括由巴氏芽孢杆菌(BNCC337394)在培养基中培养24h-48h制备的菌液、胶结液由氯化钙和尿素按照1:1配制而成,摩尔浓度为0.5mol/L-2.0mol/L。

2. 根据权利要求1所述的一种基于MICP原理的生态固炭充填材料及其制备方法,其特征在于:所述自燃煤矸石放入机械粉磨机中磨碎,筛分得到所需粒径为1.18mm、0.6mm、0.3mm、0.15mm、0.075mm的固体废弃物自燃煤矸石,并分别按照占自燃煤矸石24%、36%、18%、12%、10%的比例配置试验用自燃煤矸石,按照试验设计配比称量风积砂与自燃煤矸石,混合放入拌合装置中搅拌均匀。

3. 根据权利要求1所述的一种基于MICP原理的生态固炭充填材料及其制备方法,其特征在于:所述胶结液,在蒸馏水中加入氯化钙和尿素,按摩尔浓度1:1的配比,配制成浓度为0.5mol/L-2mol/L的液体。

4. 根据权利要求1所述的一种基于MICP原理的生态固炭充填材料及其制备方法,其特征在于:所述菌液,称量酪蛋白15g、大豆蛋白5g、氯化钠5g、尿素20g放入烧杯中,向烧杯中加入1000ml蒸馏水,将烧杯放在100℃的加热炉上并用玻璃棒不断搅拌,待混合材料充分溶解后,向烧杯中滴入1mol/L的氢氧化钠溶液,将溶液PH调整在7-9之间,停止加热,待溶液冷却后加入所培养的巴氏芽孢杆菌(BNCC337394)。

5. 根据权利要求1所述的一种基于MICP原理的生态固炭充填材料及其制备方法,其特征在于包括以下步骤:

步骤1:将权利要求一所述的固体废弃物自燃煤矸石放入机械粉磨机中进行研磨,得到试验所用初始原材料;

步骤2:将步骤1中得到的试验所用初始原材料进行筛分,得到粒径为1.18mm、0.6mm、0.3mm、0.15mm、0.075mm的自燃煤矸石材料;

步骤3:将步骤2中得到的自燃煤矸石,依次按24%、36%、18%、12%、10%的比例配制标准级配,混合放入拌合装置中;

步骤4:将步骤3中配制的自燃煤矸石与风积砂按照设计比例称量后,倒入拌合装置中,用不锈钢铲搅拌均匀,得到自燃煤矸石与风积砂的混合固态材料;

步骤5:将步骤4得到的混合固态材料装至50mm×100mm的试样模具中;

步骤6:在蒸馏水中加入氯化钙和尿素,按摩尔浓度1:1的配比,配制成浓度为1mol/L的胶结液液体;

步骤7:称取酪蛋白15g、大豆蛋白5g、氯化钠5g、尿素20g放入烧杯中,得到混合材料,向烧杯中加入1000ml蒸馏水,将烧杯放在100℃的加热炉上,用玻璃棒不断搅拌,待混合材料充分溶解后,向烧杯中滴入1mol/L的氢氧化钠溶液,将溶液中PH调制在在7-9之间,停止加热;

步骤8:将配制好的培养基分装在锥形瓶中,利用高压灭菌锅在121℃条件下灭菌30min;在无菌操作台上将细菌接种至培养液中,置于振荡培养箱(30℃,121r/min)培养24~48h;

步骤9:将装有散体材料的试件模具依次摆放,以0.5ml/min的速率使用蠕动泵注入菌液,待20min后停止注入菌液,静置1h;再以0.25ml/min的速率注入胶结液,待40min后停止

注入胶结液,再静置1h;

步骤10:重复步骤9,交替注入8轮后,将固化好的试样放入电热鼓风恒温干燥箱中,控温55℃烘至2h后,将试样脱模,再放入干燥箱中,控温105℃直至完全烘干,得到生态固炭充填材料。

一种基于MICP原理的生态固炭充填材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及属于煤矿开采治理沉陷充填材料技术领域,尤其涉及一种基于MICP原理的生态固炭充填材料及其制备方法。

背景技术

[0002] 煤矸石是采煤和洗煤过程中产生的固体废弃物,是一种在成煤过程中与煤层伴生的一种含碳量较低、比煤坚硬的黑灰色岩石,我国煤矸石累计堆存已达70亿t,且以1.5亿t/a的速度增长,占地面积约70km²,约为全国耕地面积的6.79%,煤矸石的大量堆积不仅造成土地资源的浪费,还加重了生态负担,风积砂属于细砂,天然级配不良,孔隙率大,粉粘粒含量少,结构松散,无黏聚力,非塑性显著,抗剪强度低,自稳能力差,不易压实,在外力作用下易松散并产生位移,在工程建设中风积砂往往无法满足工程的稳定性和承载力的要求,对工程的安全构成隐患,是一种不良的土体。

[0003] 微生物诱导碳酸钙沉淀(microbially induced carbonate precipitation简称MICP)技术,是近年来新兴的土体加固技术,在产脲酶菌作用下,尿素可以水解为铵根离子和碳酸根离子,再通过引入钙源,钙离子与碳酸根离子会在土颗粒之间结合生成碳酸钙晶体,使土颗粒胶结在一起,该过程可明显改善土体力学特性,提高土体强度。

[0004] 本发明公开一种基于MICP原理的生态固炭充填材料及其制备方法,将煤矸石与风积砂在MICP作用下结合在一起,作为充填材料用于矿山开采沉陷治理,在满足工程条件的同时,又做到的固废利用,真正秉持了绿色环保,可持续发展的理念。

发明内容

[0005] 发明目的:本发明在于克服现有技术的不足,提供一种基于MICP原理的生态固炭充填材料及其制备方法;固化过程中,对固体废弃物进行再次利用,充分实现资源利用最大化。本发明可操作性强,成本低,处理周期短。

| 原材料(wt%) | 煤矸石 |
|--------------------------------|-------|
| CaO | 5.00 |
| Fe ₂ O ₃ | 10.86 |
| SiO ₂ | 55.32 |
| Al ₂ O ₃ | 14.3 |
| MgO | 7.25 |
| SO ₃ | 1.53 |
| K ₂ O | 3.2 |
| Others | 2.34 |

[0006]

表1为煤矸石的化学成份(%)。

[0007] 一种基于MICP原理的生态固炭充填材料及其制备方法,包括以下步骤:

步骤1:将固体废弃物煤矸石放入机械粉磨机中进行研磨,得到试验所用初始原材料;

步骤2:将步骤1中得到的试验所用初始原材料进行筛分,得到粒径为1.18mm、

0.6mm、0.3mm、0.15mm、0.075mm的煤矸石材料；

步骤3:将步骤2中得到的煤矸石,依次按24%、36%、18%、12%、10%的比例配制标准级配,混合放入拌合装置中;

步骤4:将步骤3中配制的煤矸石与风积砂按照设计比例称量后,倒入拌合装置中,用不锈钢铲搅拌均匀,得到煤矸石与风积砂的混合固态材料;

步骤5:将步骤4得到的混合固态材料装至50mm×100mm的试样模具中;

步骤6:在蒸馏水中加入氯化钙和尿素,按摩尔浓度1:1的配比,配制成浓度为1mol/L的胶结液液体;

步骤7:称取酪蛋白15g、大豆蛋白5g、氯化钠5g、尿素20g放入烧杯中,得到混合材料,向烧杯中加入1000ml蒸馏水,将烧杯放在100℃的加热炉上,用玻璃棒不断搅拌,待混合材料充分溶解后,向烧杯中滴入1mol/L的氢氧化钠溶液,将溶液中PH调制在在7-9之间,停止加热;

步骤8:将配制好的培养基分装在锥形瓶中,利用高压灭菌锅在121℃条件下灭菌30min;在无菌操作台上将细菌接种至培养液中,置于振荡培养箱(30℃,121r/min)培养24~48h;

步骤9:将装有散体材料的试件模具依次摆放,以0.5ml/min的速率使用蠕动泵注入菌液,待20min后停止注入菌液,静置1h;再以0.25ml/min的速率注入胶结液,待40min后停止注入胶结液,再静置1h;

步骤10:重复步骤9,交替注入8轮后,将固化好的试样放入电热鼓风恒温干燥箱中,控温55℃烘至2h后,将试样脱模,再放入干燥箱中,控温105℃直至完全烘干,得到生态固炭充填材料。

[0008] 有益效果:

煤矸石中有害物经过物理化学变化后散发出会污染大气以及水源的有毒物质,对环境土地造成难以估计的伤害。

[0009] 大量煤矸石的堆积会占用许多土地资源,严重破坏了当地的生态平衡;大量的风积砂将引发沙尘暴、土地荒漠化等生态问题。

[0010] 一种基于MICP原理的生态固炭充填材料,与现有技术相比,本发明可操作性强,降低经济成本,通过微生物诱导碳酸钙沉淀,能在短时间内对土体产生固化做作用,将散体土颗粒胶结形成共混材料。

[0011] 本发明利用生态固碳,使固体废弃物得以再次利用,减少废弃物占用土地面积,减弱有毒气体排放到空气对空气,即降低成本,又改善环境,减少资源的浪费。符合我国提倡的环保理念,具有一定的创新性研究。

[0012]

| | |
|--------|------|
| 酪蛋白/g | 15 |
| 大豆蛋白/g | 5 |
| 氯化钠/g | 5 |
| 尿素/g | 20 |
| 蒸馏水/ml | 1000 |

表2为液体培养基的配比。

| 风积砂/% | 自燃煤矸石/% | 胶结液 /mol/L |
|-------|---------|---------------|
| 0 | 100 | 1 |
| 5 | 95 | 1 |
| 10 | 90 | 1 |
| 15 | 85 | 1 |
| 20 | 80 | 1 |

表3为一种基于MICP原理的生态固炭充填材料的配比。

附图说明

- [0014] 图1是一种基于MICP原理的生态固炭充填材料SEM微观结构图；
图2是一种基于MICP原理的生态固炭充填材料EDS能谱图；
图3是一种基于MICP原理的生态固炭充填材料XRD衍射图。

具体实施方式

[0015] 步骤1:将固体废弃物煤矸石放入机械粉磨机中进行研磨,得到试验所用初始原材料;

步骤2:将步骤1中得到的试验所用初始原材料进行筛分,得到粒径为1.18mm、0.6mm、0.3mm、0.15mm、0.075mm的煤矸石材料;

步骤3:将步骤2中得到的煤矸石,依次按24%、36%、18%、12%、10%的比例配制标准级配,混合放入拌合装置中;

步骤4:将步骤3中配制的煤矸石与风积砂按照设计比例称量后,倒入拌合装置中,用不锈钢铲搅拌均匀,得到煤矸石与风积砂的混合固态材料;

步骤5:将步骤4得到的混合固态材料装至50mm×100mm的试样模具中;

步骤6:在蒸馏水中加入氯化钙和尿素,按摩尔浓度1:1的配比,配制成浓度为1mol/L的胶结液液体;

步骤7:称取酪蛋白15g、大豆蛋白5g、氯化钠5g、尿素20g放入烧杯中,得到混合材料,向烧杯中加入1000ml蒸馏水,将烧杯放在100℃的加热炉上,用玻璃棒不断搅拌,待混合材料充分溶解后,向烧杯中滴入1mol/L的氢氧化钠溶液,将溶液中PH调制在在7-9之间,停止加热;

步骤8:将配制好的培养基分装在锥形瓶中,利用高压灭菌锅在121℃条件下灭菌30min;在无菌操作台上将细菌接种至培养液中,置于振荡培养箱(30℃,121r/min)培养24~48h;

步骤9:将装有散体材料的试件模具依次摆放,以0.5ml/min的速率使用蠕动泵注入菌液,待20min后停止注入菌液,静置1h;再以0.25ml/min的速率注入胶结液,待40min后停止注入胶结液,再静置1h;

步骤10:重复步骤9,交替注入8轮后,将固化好的试样放入电热鼓风恒温干燥箱中,控温55℃烘至2h后,将试样脱模,再放入干燥箱中,控温105℃直至完全烘干,得到生态固炭充填材料。

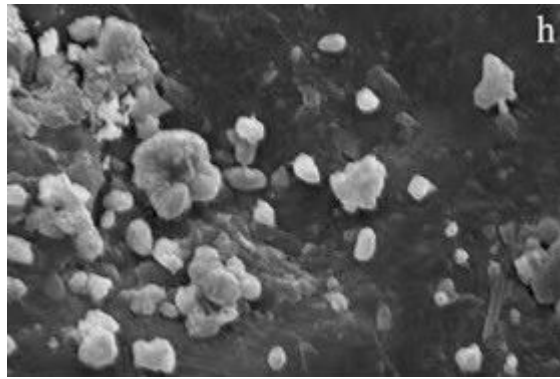


图 1

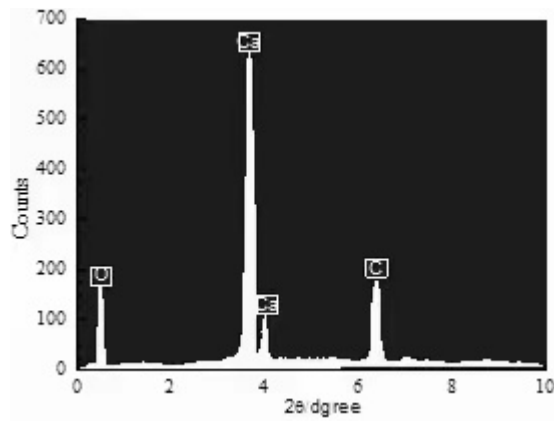


图 2

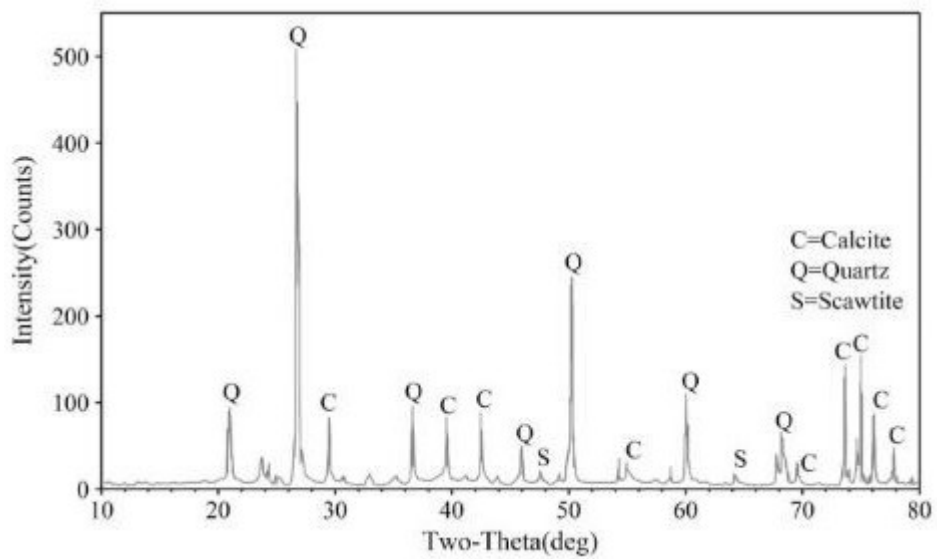


图 3