



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 105964684 B

(45) 授权公告日 2021.04.27

(21) 申请号 201610370395.3

CN 105032912 A, 2015.11.11

(22) 申请日 2016.05.30

US 2005232702 A1, 2005.10.20

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 104759466 A, 2015.07.08

申请公布号 CN 105964684 A

审查员 张丽霞

(43) 申请公布日 2016.09.28

(73) 专利权人 青岛理工大学

地址 266033 山东省青岛市经济技术开发  
区长江中路2号

(72) 发明人 张大磊 李瑞栋 王欣玉

(51) Int. Cl.

B09C 1/10 (2006.01)

B09C 1/08 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102598911 A, 2012.07.25

CN 102500612 A, 2012.06.20

权利要求书1页 说明书3页

(54) 发明名称

一种重污染场地Cd原位及异位耦合解毒方法

(57) 摘要

本发明采用一种重污染场地Cd原位及异位耦合解毒方法,将污泥、碳源及硫酸盐配制成药剂施用于含Cd土壤中,随后采用特殊的施工及养护方式,使还原生态菌剂逐渐渗入地下,将深层受污染土壤Cd还原。该法可以低成本且高效的对污染深度较高的含Cd场地进行修复,同时以废治废,将污泥进行了处理。

1. 一种重污染场地Cd原位及异位耦合解毒方法,其特征是,包含以下步骤:

(1) 将硫酸钠、污泥及碳源溶液按照一定比例混合,使混合后溶液干污泥含量为0.1-20%,含固率0.5-25%,有机碳含量0.5-25%,SO<sub>4</sub>/有机碳的质量比为1: 1,混合后的溶液反应0-5天,获得Cd土壤修复药剂;

(2) 将含Cd场地表层1-10m土壤开挖出来,随后在开挖后的场地底部铺设带有网眼的土工膜,开挖场地四周铺设防渗材料,建成半封闭堆场;

(3) 将步骤(2)中的土壤破碎至10mm以下,平铺在半封闭堆场上,随后使用步骤(1)所述药剂喷洒混合,混合比例为含Cd土壤与药剂的质量比为1: (0.1-0.8),随后放置于步骤(2)的半封闭堆场封闭堆存;

(4) 堆存期间,在初期5-100天内保持土壤含水率在5-60%范围,同时每隔1-200天向场地喷灌步骤(1)所述的土壤修复药剂或者碳源溶液,数次喷洒药剂或者碳源溶液中的累积有机碳与整个场地含Cd总量之比要求不低于0.5:1;要求场地每年的平均降雨量在200mm以上,不足则采用表面喷洒水的方式进行补充,使药剂能够不断的向下层渗流。

2. 如权利要求1所述的一种重污染场地Cd原位及异位耦合解毒方法,其特征是,所述的污泥为污水处理厌氧工艺所产生的厌氧污泥,也可掺加部分兼氧污泥。

3. 如权利要求1所述的一种重污染场地Cd原位及异位耦合解毒方法,其特征是,所述的碳源溶液可以为含有酒精、糖类、蛋白质或淀粉的溶液,也可以为有机固体废物的溶液,也可以为工业及市政有机废水,所述的硫酸钠可以被其它硫酸盐替代。

4. 如权利要求1所述的一种重污染场地Cd原位及异位耦合解毒方法,其特征是,所述的表面喷洒水中的水可以被有机溶液替代,有机溶液的有机碳含量为10-1000mg/L。

5. 如权利要求1所述的一种重污染场地Cd原位及异位耦合解毒方法,其特征是,步骤(2)所述铺设带有网眼的土工膜材质可以是难生物降解材料,也可是生物降解材料;网眼土工膜中的小孔当量直径在1-100mm。

## 一种重污染场地Cd原位及异位耦合解毒方法

### 技术领域

[0001] 本发明提供一种新型处理Cd污染土壤的方法,将污泥、碳源及硫酸盐配制成药剂施用于含Cd土壤中,随后采用特殊的养护方式,可以高效的还原Cd,同时避免了硫酸盐的二次污染,属环境保护领域。

### 背景技术

[0002] 由于矿山开采、冶金废水任意排放,造成了大量土壤被Cd污染。目前处理含镉土壤的方法都有缺陷。高温熔融法成本高,耗能大。生物法反应周期长,且容易造成外来生物菌剂的二次污染。固化法效果不稳定,且固化剂容易对土壤造成二次污染。专利号201510056406.6介绍了一种含重金属土壤的固化方法,但该方法使用了大量的材料,成本较高,另一方面固化效果不稳定,如加入的氧化钙在自然条件下易发生碳酸化作用,使得碱性固化效果降低。

### 发明内容

[0003] 针对现有技术的不足,本发明采用一种重污染场地Cd原位及异位耦合解毒方法,将污泥、碳源及硫酸盐配制成药剂施用于含Cd土壤中,随后采用特殊的施工及养护方式,使还原生态菌剂逐渐渗入地下,将深层受污染土壤Cd还原。该法可以低成本且高效的对污染深度较高的含Cd场地进行修复,同时以废治废,将污泥进行了处理。其包含以下步骤:

[0004] (1) 将硫酸钠、污泥或碳源溶液按照一定比例混合,使混合后溶液干污泥含量为0.1-20%,含固率0.5-25%,有机碳含量0.5-25%,硫酸盐(以S04记)/有机碳的质量比为(0-1):1,混合后的溶液反应0-5天,获得Cd土壤修复药剂;

[0005] (2) 将含Cd场地表层1-10m土壤开挖出来,随后在开挖后的场地底部铺设带有网眼的土工膜,开挖场地四周铺设防渗材料,建成半封闭堆场;

[0006] (3) 将步骤(2)中的土壤破碎至10mm以下,平铺在半封闭堆场上,随后使用步骤(1)所述药剂喷洒混合,混合比例为含Cd土壤与药剂的质量比为1:(0.1-0.8);

[0007] (4) 堆存期间,在初期5-100天内保持土壤含水率在5-60%范围,使生化反应得以进行,在场地内大量繁殖硫酸盐还原菌;同时每隔1-200天向场地喷灌步骤(1)所述的土壤修复药剂或者碳源溶液,数次喷洒药剂或者碳源溶液中的累积有机碳与整个场地含Cd总量之比要求不低于0.5:1;要求场地每年的平均降雨量在200mm以上,不足则采用表面洒水的方式进行补充,使药剂能够不断的向下层渗流。

[0008] 上述步骤中,所述的污泥为污水处理厌氧工艺所产生的厌氧污泥,也可掺加部分兼氧污泥。所述的碳源溶液可以为含有酒精、糖类、蛋白质或淀粉的溶液,也可以为含工业有机垃圾或餐厨垃圾的溶液,也可以为工业及市政有机废水,所述的硫酸钠可以被其它硫酸盐替代。所述的表面洒水中的水可以被有机溶液替代,有机溶液的有机碳含量为10-1000mg/L。步骤(2)所述铺设带有网眼的土工膜材质可以是难生物降解材料,也可以是生物降解材料;网眼土工膜中的小孔当量直径在1-100mm。

[0009] 该法通过特殊的生态药剂添加及特殊的场地养护,促使场地大范围的形成以硫酸盐还原菌为主的菌群,该菌群首先能够利用碳源有效还原Cd,同时充分利用硫酸盐,将其转化为硫化物,有效还原Cd同时,将Cd转化为更稳定的硫化Cd沉淀。

[0010] 相比传统的含Cd土壤处理方法,本方法有如下优势:

[0011] 1. 污泥菌剂中的硫酸盐还原菌还原硫酸盐,生成硫化物,可更加有效固定Cd的同时;

[0012] 2. 所培养的硫酸盐还原菌群本身为土著菌群,自然耐受力强,容易在场地大规模繁衍,可以持久有效固定Cd,且不会造成生态问题;

[0013] 3. 还原后的Cd与硫酸盐还原菌代谢产物硫化物形成硫化Cd沉淀,使得土壤中Cd更加稳定,显著优于其它生化工艺;

[0014] 4. 该法使用污泥及有机废物作为主要原料,大大减少了成本;

[0015] 5. 该法对深层土壤采用的是原位修复,避免了深层土壤的挖掘,大大降低了成本。

[0016] 具体实施实例如下:

[0017] 实施例1:

[0018] (1) 将硫酸钠、污泥或碳源溶液按照一定比例混合,使混合后溶液干污泥含量为0.1-5%,含固率0.5-5%,有机碳含量0.5-5%,硫酸盐(以SO<sub>4</sub>记)/有机碳的质量比为0.7:1,混合后的溶液反应2天,获得Cd土壤修复药剂;

[0019] (2) 将含Cd场地表层10m土壤开挖出来,随后在开挖后的场地底部铺设带有网眼的土工膜,开挖场地四周铺设防渗材料,建成半封闭堆场;

[0020] (3) 将步骤(2)中的土壤破碎至5mm以下,随后与步骤(1)所述药剂混合,混合比例为含Cd土壤与药剂的质量比为1:0.5,随后放置于步骤(2)的半封闭堆场封闭堆存;

[0021] (4) 堆存期间,在初期20天内保持土壤含水率在5-60%范围,使生化反应得以进行,在场地内大量繁殖硫酸盐还原菌;初始100天每隔2天向场地喷灌步骤(1)所述的土壤修复药剂或者碳源溶液,后期相隔天数超过20天,数次喷洒药剂或者碳源溶液中的累积有机碳与整个场地含Cd总量之比要求不低于0.5:1;通过自然降雨及人工喷洒,使场地每年的平均降水量在500mm。工程实施2年后,深层20米以上土壤Cd含量均低于2mg/kg,地下水含Cd量低于0.1mg/L。

[0022] 实施例2:

[0023] (1) 将硫酸钠、污泥或碳源溶液按照一定比例混合,使混合后溶液干污泥含量为5-15%,含固率5-15%,有机碳含量5-15%,硫酸盐(以SO<sub>4</sub>记)/有机碳的质量比为0.5:1,混合后的溶液反应1天,获得Cd土壤修复药剂;

[0024] (2) 将含Cd场地表层5m土壤开挖出来,随后在开挖后的场地底部铺设带有网眼的土工膜,开挖场地四周铺设防渗材料,建成半封闭堆场;

[0025] (3) 将步骤(2)中的土壤破碎至5mm以下,随后与步骤(1)所述药剂混合,混合比例为含Cd土壤与药剂的质量比为1:0.5,随后放置于步骤(2)的半封闭堆场封闭堆存;

[0026] (4) 堆存期间,在初期20天内保持土壤含水率在5-60%范围,使生化反应得以进行,在场地内大量繁殖硫酸盐还原菌;初始100天每隔2天向场地喷灌步骤(1)所述的土壤修复药剂或者碳源溶液,后期相隔天数超过20天,数次喷洒药剂或者碳源溶液中的累积有机碳与整个场地含Cd总量之比要求不低于0.5:1;通过自然降雨及人工喷洒,使场地每年的平

均降水量在500mm。工程实施1年后,深层40米以上土壤Cd含量均低于2mg/kg,地下水含Cd量低于0.1mg/L。

[0027] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其进行限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的普通技术人员来说,依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明所要求保护的技术方案的精神和范围。