



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105646064 A

(43) 申请公布日 2016.06.08

(21) 申请号 201510973740.8

(22) 申请日 2015.12.24

(71) 申请人 北京林业大学

地址 100083 北京市海淀区清华东路 35 号

(72) 发明人 孙德智 马智波 王剑

(51) Int. Cl.

*C05G 3/00*(2006.01)

*C05F 17/00*(2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图1页

### (54) 发明名称

一种清淤底泥制备生物碳土的工程化方法

### (57) 摘要

本发明涉及一种清淤底泥制生物碳土的工程化方法,属于固体废物资源化利用领域。该生物碳土以清淤底泥、家禽粪便、干秸秆为原料,按一定质量比例均匀混合,调整混料的 C/N 比和含水率,添加一定比例的保氮保水剂。以机械翻堆与静态强制通风相结合的方式,进行条垛式堆肥处理,堆肥周期 30 天左右,使堆体在 55 ~ 65℃ 维持 10 ~ 12 天,直至堆肥产品完全腐熟,即制成生物碳土。根据实际需要,对生物碳土进行生态化利用。本发明实现了清淤底泥,家禽粪便,农作物秸秆的大规模工程化处理,为清淤底泥、家禽粪便造成的面源污染,农作物秸秆焚烧带来的空气问题提供了一条生态化解决途径,堆肥产品可用于相关生态工程建设,使环境效益、经济效益、生态效益得到了有机的结合。

1. 一种清淤底泥制备生物碳土的工程化方法,其特征在于:

(1)以清淤底泥、家禽粪便、干秸秆为原料,按一定比例均匀混合,调整混料的C/N比和含水率,添加一定比例的保氮保水剂。

(2)以机械翻堆与静态强制通风相结合的方式,进行条垛式堆肥处理,堆肥周期30天左右,使条垛温度在55~65℃维持10~15天,直至堆肥产品完全腐熟,即制成生物碳土。

(3)根据实际需要,对生物碳土进行生态化利用。

2. 根据权利要求1所述的一种清淤底泥制备生物碳土的工程化方法,其特征在于(1)所述的原料,清淤底泥含水率在75~85%之间,有机质含量在4~20%之间,其中污染物含量符合《土壤环境质量标准GB15618-1995》中规定的二级标准。家禽粪便为牛粪、猪粪、鸡粪、鸭粪、鹅粪中的一种或几种组合,为干粪便。干秸秆为水稻、小麦、油菜、玉米中的一种或几种,并粉碎至粒径5mm以下。

3. 根据权利要求1所述的一种清淤底泥制备生物碳土的工程化方法,其特在于(1)所述的原料清淤底泥、家禽粪便、秸秆按质量比例1:(0.2~0.5):(0.1~0.3)用翻抛机均匀混合,初始C/N调节至30:1左右,含水率为55%~65%。

4. 根据权利要求1所述的一种清淤底泥制备生物碳土的工程化方法,其特征在于(1)所述的保氮保水剂为生物质碳,为水稻、小麦、油菜、玉米秸秆生物质碳中的一种或几种,其添加相对于底泥的质量比例为1:(0.005~0.01)。

5. 根据权利要求1所述的一种清淤底泥制备生物碳土的工程化方法,其特征在于(2)所述条垛堆场位于清淤堆场附近,地势平坦,宽度:3~6m,高度:1.0~1.6m,长度:10~60m,条垛之间相隔10~15m。

6. 根据权利要求1所述的一种清淤底泥制备生物碳土的工程化方法,其特征在于(2)所述条垛堆场做好防渗防雨措施,防渗从地面依次为2层防渗布,5~10cm粒径为2cm的石子,5~10cm的粘土,并做好渗滤液收集措施,渗滤液用于调节堆肥原料和堆肥过程中的含水率;防雨为在条垛堆场建设可卸载式彩钢结构大棚,兼具遮阳和防雨的双重功效。

7. 根据权利要求1所述的一种清淤底泥制备生物碳土的工程化方法,其特征在于(2)所述的机械翻堆与静态强制通风相结合的方式,堆肥前期,每2~5天机械翻堆一次,当堆体温度升至50℃以上时,对堆体以 $0.1\sim 1\text{L}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg原料}^{-1}$ 进行强制通风,并每天翻堆1~2次,当再次处于50℃以下时,对条垛每1~2天翻堆1次,以上的翻堆频率根据堆场的实际通风、天气情况及时增加或减少。

8. 根据权利要求1所述的一种清淤底泥制备生物碳土的工程化方法,其特征在于7所述温用水银温度计进行测量,其方法为,当堆垛长<10m时,选择三个测量点,每个点分别测表面,中间,底部的温度,根据现场情况确定测定深度,并取平均值;当堆场>10m时,每增加10m增加一个测量点,不足10m的按10m计,每个点分别测表面,中间,底部的温度,根据现场情况确定测定深度,并取平均值,温度测定频率为每6个小时1次。

9. 根据权利要求1所述的一种清淤底泥制备生物碳土的工程化方法,其特征在于(2)所述的腐熟标准为混合原料经过10~15天55~65℃高温期,并降至常温后含水率降至40%以下,堆肥产品的种子发芽率在60%以上。

10. 根据权利要求1所述的一种清淤底泥制备生物碳土的工程化方法,其特征在于(3)所述的生态化利用,其步骤为当腐熟的堆肥降至常温后,天气允许的情况下将条垛摊开3~

7天,以使堆肥产品含水率降至最低,生态化利用方式包括植物种苗栽培基质,人工湿地、生态浮岛、生态护坡的植物生长基质,沙化、矿山土壤的改良剂等,但不局限于这几种方式。

## 一种清淤底泥制备生物碳土的工程化方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种清淤底泥制备生物碳土的工程化方法,属于固体废物资源化利用领域。

### 背景技术

[0002] 河湖底泥(又称淤泥)主要源自于地表径流所携带的泥沙,陆生动植物残体,以及水生动植物残体,大气干湿沉降所携带的污染物质,在物理、化学、生物的共同作用下水体沉淀所形成的。底泥不但会阻塞河道,同时在一定pH、溶解氧、氧化还原电位等条件下会成为污染物质的“源”,营养盐、重金属等物质会释放至水体,给水生态安全带来了巨大的威胁。

[0003] 生态清淤是解决河湖内源污染、疏通航道的有效措施,但是疏浚上来的底泥大量底泥如不妥善处置会给生态环境带来了巨大的压力。以太湖上游某流域为例,平均淤积深度0.9m,拟对该流域进行清淤,其中总清淤量约两百万立方米。清淤上来的底泥,通常被作为固体废物堆放在贮泥场中,不仅占用大量土地,而且易对环境产生二次污染,清淤底泥的因地制宜、高效、经济的资源化利用已成为生态清淤工程大规模开展的制约瓶颈。国内外关于底泥资源化方面已取得了大量专利技术,主要集中在底泥制造建筑材料、水处理材料、植物基质及堆肥三个方面,但均未能实现大规模的工程化应用。

[0004] 关于用底泥制备建筑材料方面,张建等人(授权公告号:CN103102133 B)公开了一种淤泥免烧砖及其制备方法,以疏浚淤泥、粉煤灰、生石灰、生石膏、胶凝剂、促进剂、硅酸钠为原料,通过蒸汽烘干的工艺制造免烧砖;黄民生等人(授权公告号:CN102826818B)公开了一种底泥砖的制备方法,以河道底泥为原料,将所述河道底泥、植物秸秆、废玻璃粉、粘结剂按比例混合,通过加压烧结的方式制成底泥砖;张大磊等人(授权公告号:CN 102030491 B)公开了采用疏浚底泥和近岸高砂泥制备超轻高强度陶质骨料的方法,仍然是通过烧结的方式得到建筑材料;詹旭等人(申请号:201210111551.6)公开了一种河道淤泥资源化应用的方法,将淤泥掺杂其它组分在一定的条件下烧制成粘土砖;马彩凤等人(申请号:201510288573.3)公开了一种以河湖底泥为主要原料的炻瓷砖及其制备方法,将河湖底泥钠长石和钾长石通过一定的工艺制备炻瓷砖;祝建中等人(申请号:201510242654.X)公开了一种利用淤泥制备仿植生混凝土的方法,将脱水后的淤泥通过其它胶结材料制成混凝土骨料;高玉峰等人(申请号:2015102132.X)公开了一种免烧免压淤泥砖及其制备方法,以疏浚淤泥、水泥、石膏、矿渣、粉煤灰、石灰、早强剂为原料制造免压免烧砖;于洋等人(申请号:201410555785.9)公开了一种利用湖泊淤泥制备新型节能烧结墙体材料的方法,主要方法是通过添加化学试剂后进行烧结;胡保安等人(申请号:201410415220.0)公开了一种河湖疏浚底泥为主料的免烧砖及其自然养护制作方法,以河湖疏浚底泥、水泥、沙子、粉煤灰、生石灰、硅酸钠、防冻剂为原料一定的工艺制备免烧砖;宋迪等人(申请:201410326354.5)公开了一种用疏浚底泥免烧制砖的方法,将脱水后底泥加2,4,6-三巯基-1,3,5-三嗪三钠盐混合,然后加生石灰、水泥、天然沸石通过模具制造免烧砖。以上底泥制备建筑材料的共

同的特点是需要添加外源性化学试剂,或者商品化其他建筑原材料,而且大多数需要通过加压烧结相结合的工艺,回避经济节能这一重要原则。

[0005] 关于用底泥制备水处理用材料方面,宋永会等人(授权公告号:CN 10209307 1 B)公开了一种城市重污染河流清淤底泥改性制造陶粒的方法,将干燥的湖泊底泥粉末与添加剂碳酸钙、硅酸钠及氧化铝造粒,通过烧结的方式制成陶粒;任治忠等人(公告号:CN 101747900 B)公开了一种炭化湖泊底泥制备土壤改良剂的方法,主要技术原理仍然是对底泥进行碳化制成修复剂;宁平等人(申请号:201410689998.0)公开了一种用滇池底泥制备吸附剂的方法及应用,通过对清淤底泥化学预处理,碳化等步骤制得重金属吸附剂;李春华等人(申请号:201410240993.X)公开了一种利用湖泊底泥和废料添加剂制备水处理轻质陶粒的方法,将干燥的湖泊底泥粉末与钢渣、秸秆粉末以一定的比例混合造粒,通过烧结的方式制成;詹恒等人(申请号:201210111554.X)公开了一种湖泊底泥制备高性能水处理滤料的方法,利用湖泊清淤后的底泥与其它添加组分,在一定的孔径、压力条件下烧结制成陶粒;潘嘉芬(申请号:201510413073.8)公开了水处理用铁碳微电解陶粒填料的制备方法,其技术原理也是对底泥在高温条件下进行的碳化。在以上案例中,底泥制备的水处理材料没有与现有的成品材料进行性能、经济方面的比较,回避了高效经济的原则。

[0006] 关于用底泥制备植物基质和堆肥方面,崔保山等人(授权公告号:CN 101828512 B)公开了利用湖泊底泥和煤渣为培养土的制作方法,通过用煤渣筛分为大小两种粒径分级,依次铺在培养盘中,最后在上层铺上湖泊底泥,该专利忽略了底泥长期处于还原的环境条件下,对种子发芽、植物生长的消极影响,同时回避培养基质的通气、保水保肥效能;何强等人(申请号:201410653670.3)公开了一种利用河道淤泥治理石漠化的方法,即在河道淤泥中加入粉煤灰,混合均匀,用模具制成球体,再将先锋植物的秧苗根系埋入球体中,均匀施放在石漠化地域,该法同样忽略了底泥的种子发芽率,没有对底泥进行预处理;周立祥等人(申请号:201210437144.4)公开了一种蓝藻和污染底泥共堆肥的方法,该发明以生物沥浸的方法除去底泥中的重金属,以底泥、秸秆、蓝藻为原料进行混合堆肥。该专利仅考虑了底泥中的重金属,回避了底泥中的持久性有机污染物,且没有给出具体的堆肥原料添加比例,堆肥工艺以及参数以及堆肥终点的评价标准,同时秸秆和蓝藻在堆肥初期不利于微生物生长。

[0007] 卢长松等人(授权公告号:CN 102060583 B)公开了污泥静态好氧堆肥制生物碳土的方法,通过取鲜市政污水处理厂污泥、返混料、污泥堆肥调理剂,按一定的质量比例混合静态堆肥制成生物碳土,并对生物碳土按粒径大小进行分级包装。但早在2013年3月份国务院办公厅就已经发布《近期土壤环境保护和综合治理工作安排》,文件中首次公开提出,在农业生产中,应禁止使用含重金属、难降解有机污染物的污水,以及未经检验和安全处理的污水处理厂污泥、清淤底泥等,本发明全文未提及污泥中的重金属,持久性有机污染物质含量的监测与评价。以上底泥制备植物基质和堆肥方面专利案例均回避了生态利用可行的分析。

[0008] 上述清淤底泥资源化利用三种方案中,底泥制备建筑材料和制备水处理材料,由于制备成本较高、社会认可度低,较难实现大规模工程化应用;底泥制备植物基质或者堆肥的技术案例中,没有对底泥作为基质进行污染物质含量的评价,以及土壤学中基质所具备的保水保肥通气性能评价。鉴于此,本发明在充分比较国内现有底泥、污泥农林应用标准

的基础上,首次提出清淤底泥、畜禽粪便、农作物干秸秆制备生物碳土的工程化方法,最终形成具有高附加值、成本低、性能好,可实现底泥的大规模生产的生物碳土。

## 发明内容

[0009] 本发明的目的是提供一种清淤底泥制备生物碳土的工程化方法,以解决大规模生态清淤所带来的底泥处置问题。

[0010] 为解决上述目的,本发明采用以下技术方案。

[0011] (1)生物碳土原料:

[0012] 清淤底泥:含水率在75~85%之间,有机质含量在4~20%之间,其中污染物含量符合《土壤环境质量标准GB15618-1995》中规定的二级标准。

[0013] 家禽粪便:为干粪便,是牛粪、猪粪、鸡粪、鸭粪、鹅粪中的一种或几种组合。

[0014] 秸秆:为水稻、小麦、油菜、玉米中干秸秆的一种或几种,并粉碎至粒径5mm以下。

[0015] 保氮保水剂:使用水稻、小麦、油菜、玉米等秸秆中的一种或几种,在无氧或缺氧的条件下经600℃左右干馏制成。具有孔隙率大,吸附能力强,持水率高等特点。

[0016] 上述原料清淤底泥、家禽粪便、秸秆按质量比例1:(0.2~0.5):(0.1~0.3),保氮保水剂添加量为相对于清淤底泥的质量的0.5~1%,初始C/N调节至30:1左右,含水率为55%~65%,并用翻抛机将原料均匀混合,准备条垛堆肥,进入下一步。

[0017] (2)堆肥过程:

[0018] 条垛堆场:位于清淤堆场附近,地势平坦,宽度:3~6m,高度:1.0~1.6m,长度:10~60m,条垛之间相隔10~15m。条垛场的防渗措施:地面依次为2层防渗布,5~10cm粒径为2cm的石子,5~10cm厚的粘土,并做好渗滤液收集措施,渗滤液用于调节堆肥原料和堆肥过程中的含水率。条垛场的防雨措施:防雨为在条垛堆场建设可卸载式彩钢结构大棚,兼具遮阳和防雨的双重功效。

[0019] 温度:当堆垛长<10m时,选择三个测量点,每个点分别测表面,中间,底部的温度,根据现场情况确定测定深度,并取平均值;当堆场>10m时,每增加10m增加一个测量点,不足10m的按10m计,每个点分别测表面,中间,底部的温度,根据现场情况确定测定深度,并取平均值,温度测定频率为每6个小时1次。

[0020] 翻堆与通气:翻堆的频率根据现场的天气状况进行适当的增减,但总体上控制为堆肥前期,每2~5天机械翻堆一次,当堆体温度升至50℃以上时,对堆体以 $0.1\sim 1\text{L}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}\text{原料}^{-1}$ 进行强制通风,并每天翻堆1~2次,当再次处于50℃以下时,对条垛每1~2天翻堆1次。

[0021] 腐熟:混合原料经过10~15天55~65℃高温期,并降至常温后含水率降至40%以下,堆肥产品的种子发芽率在60%以上时,即认为腐熟。

[0022] (3)生物碳土生态化利用方案:

[0023] 腐熟的堆肥降至常温后,天气允许的情况下将条垛摊开3~7天,以使堆肥产品含水率降至最低,生态化利用方式包括取代泥炭作为植物栽培基质,人工湿地、生态浮岛、生态护坡的植物生长基质,沙化、矿山土壤的改良剂等,但不局限于这几种方式。

[0024] 本发明与传统的技术相比具有以下优点:

[0025] 1.与疏浚底泥制备建材、制备水处理材料技术相比,本发明具有不添加化学试剂,

所需原料,疏浚底泥、家禽粪便、秸秆、生物质碳均来自于固体废物,制造过程经济节能,产品生物碳土附加值高。

[0026] 2.与疏浚底泥制备植物基质及堆肥技术相比,本发明充分考虑疏浚底泥的农林利用可行性,对其进行污染物质含量评价和堆肥腐熟,同时添加不但具有保氮保水功能,还能促进堆肥过程中腐殖质的芳香化的生物质碳,加快制生物碳土的过程。

[0027] 3.本发明工艺过程简单、易进行大规模工程化应用,发明产品用途较广,社会认可度高。

## 附图说明

[0028] 图1为本发明的总体技术路线

## 具体实施方式

[0029] 本课题分别于2014年4、7、10、12月以及2015年3月对太湖上游位某流域进行采样,每次采样点共10个,分别采集表层样和柱状样(柱状样分四层,每层10cm),并作平行样,每次采样100个,5次共500样品。监测结果表明,莲花荡水系底泥属于高有机质类型(有机质质量含量6%以上),底泥中As、Cu、Hg、Cd、Cr、Zn、Pb、Ni的浓度范围分别为9.14~25.05、38.24~98.63、0.14~0.46、0.15~0.28、34.94~110.20、94.58~185.34、23.62~110.29、14.26~36.28mg/kg,底泥中六六六和滴滴涕浓度分别为0.07~0.09、0.06~0.10mg/kg,由于《土壤环境质量标准GB15618-1995》中规定土壤作为农用的标准要严格于《农用污泥中污染物控制标准GB4284-84》和《城镇污水处理厂污泥处置园林绿化用泥质CJ248-2007》,故选《土壤环境质量标准GB15618-1995》为依据进行清淤底泥资源化利用评价,各污染物的浓度区间均满足《土壤环境质量标准GB15618-1995》的二级标准,即该流域清淤底泥满足土壤农林利用的标准。以该流域清淤底泥为主要原料制备生物碳土。具体步骤如下:

[0030] (1)生物碳土原料:

[0031] 上述清淤底泥100t,平均含水率为72%有机质平均含量在6%左右,其中污染物含量符合《土壤环境质量标准GB15618-1995》中规定的二级标准;干鸡粪25t;粉碎至粒径5mm以下的干水稻秸秆11t;保氮保水剂:使用水稻秸秆在无氧或缺氧的条件下经600℃左右干馏制成的生物质碳0.6t。混合原料平均C/N为30:1,平均含水率为55%~65%,并用翻抛机将原料均匀混合,准备条垛堆肥,进入下一步。

[0032] (2)堆肥过程:

[0033] 条垛堆场:位于清淤堆场附近,地势平坦,宽度:5m,高度:1.5m,长度:10m,条垛之间相隔10m,堆成两堆。条垛场的防渗措施:地面依次为2层防渗布,10cm粒径为2cm的石子,8cm厚的粘土,并做好渗滤液收集措施,渗滤液用于调节堆肥原料和堆肥过程中的含水率。条垛场的防雨措施:防雨为在条垛堆场建设可卸载式彩钢结构大棚,兼具遮阳和防雨的双重功效。

[0034] 温度:选择三个测量点,每个点分别测表面,中间,底部的温度,根据现场情况确定测定深度,分别为离地面0.5、1.0表面处进行测量,并取平均值。

[0035] 翻堆与通气:翻堆的频率根据现场的天气状况进行适当的增减,但总体上控制为堆肥前期,每2~5天机械翻堆一次,当堆体温度升至50℃以上时,对堆体以0.5L·min<sup>-1</sup>·kg

原料<sup>1</sup>进行强制通风,并每天翻堆2次,当再次处于50℃以下时,对条垛每2天翻堆1次。

[0036] 腐熟:混合原料经过10~15天55~65℃高温期,并降至常温后含水率降至40%以下,堆肥产品的种子发芽率在60%以上时。

[0037] 最终获得原底泥与生物碳土的各项土壤学性质的比较见表1,由表1可知生物碳土具有良好的保肥保水通气性能。

表1原底泥与生物碳土的各项土壤学性质的比较

	pH	总孔隙度 (%)	总孔隙 (%)	持水孔隙 (%)	腐殖酸 (%)	阳离子交换容量 (mol/kg)
原底泥	7.36	20.39	6.13	14.26	4.2	12.18
生物碳土	6.83	52.10	19.95	32.15	23.4	18.96

[0038] (3)生物碳土生态化利用方案:

[0039] 腐熟的堆肥降至常温后,天气允许的情况下将条垛摊开3~7天,以使堆肥产品含水率降至最低,生态化利用方式包括取代泥炭作为植物栽培基质,人工湿地、生态浮岛、生态护坡的植物生长基质,沙化、矿山土壤的改良剂等,但不局限于这几种方式。





图1