



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114847121 A

(43) 申请公布日 2022. 08. 05

(21) 申请号 202210578309.3

(22) 申请日 2022.05.25

(71) 申请人 包头智茂元生态农业科技有限公司

地址 014030 内蒙古自治区包头市青山区  
青福镇银匠窑子村村东

(72) 发明人 丁茂 丁文强 丁文慧 刘文化

崔东 王志国 郝亚峰

(74) 专利代理机构 北京智行阳光知识产权代理

事务所(普通合伙) 11738

专利代理师 陈璟峰

(51) Int. Cl.

A01G 24/10 (2018.01)

A01G 24/17 (2018.01)

A01G 24/28 (2018.01)

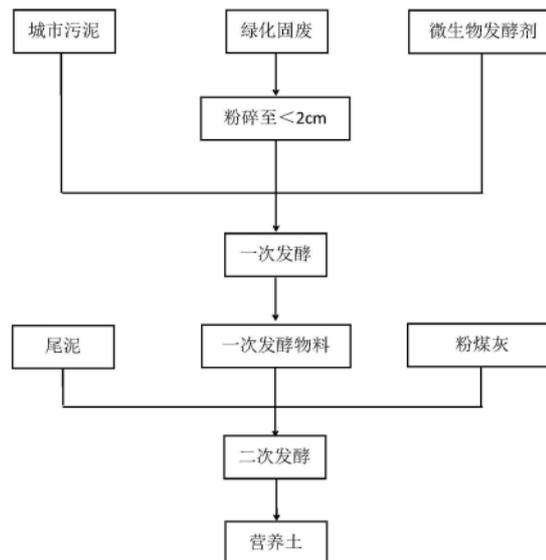
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

## (54) 发明名称

一种利用城市固废制备矿山修复营养土的方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种利用城市固废制备矿山修复营养土的方法,包括:1). 粉碎绿化固废;2). 将原料市政污泥、干燥绿化固废颗粒和微生物发酵剂混合后搅拌堆成堆体,控制混合物料的含水率为45-65%,在堆体上打通气孔,进行一次发酵;3). 当混合物料堆体内部温度升高到65℃后每隔两天进行一次翻堆降低温度,堆体温度55℃以上维持15天后一次高温发酵制得发酵物料;4). 发酵物料、粉煤灰、尾泥混合搅拌堆放,进行二次发酵,堆体降温至环境温度得到矿山修复营养土。本发明的有益效果在于使城市固废资源化利用而且可提高矿山、废弃采石场地生态恢复的效率。



1. 一种利用城市固废制备矿山修复营养土的方法,其特征在于:矿山修复营养土包括如下原料:市政污泥、绿化固废、微生物发酵剂、粉煤灰和矿山尾泥;

所述矿山修复营养土制备方法包括:

- 1). 粉碎自然风干后的绿化固废为干燥绿化固废颗粒;
- 2). 在环境温度大于环境启动温度时,将原料市政污泥、干燥绿化固废颗粒和微生物发酵剂按照质量比100:25-35:0.01-0.02混合后搅拌堆成堆体,控制混合物料的含水率为45-65%,在堆体上打通气孔,进行一次发酵,雨天需覆盖防雨布;
- 3). 当混合物料堆体内部温度升高到65℃后每隔两天进行一次翻堆降低温度,堆体温度55℃以上维持15天后一次高温发酵制得发酵物料;
- 4). 所述发酵物料、粉煤灰、尾泥按照体积比100:0-10:50-100混合搅拌堆放,进行二次发酵,堆体降温至环境温度得到矿山修复营养土。

2. 根据权利要求1所述一种利用城市固废制备矿山修复营养土的方法,其特征在于:所述市政污泥的含水率为75-81%。

3. 根据权利要求1所述一种利用城市固废制备矿山修复营养土的方法,其特征在于:所述风干绿化固废的含水率小于28%。

4. 根据权利要求1所述一种利用城市固废制备矿山修复营养土的方法,其特征在于:干燥绿化固废颗粒的粒径为2cm以内。

5. 根据权利要求1所述一种利用城市固废制备矿山修复营养土的方法,其特征在于:所述环境启动温度为10℃以上。

6. 根据权利要求1所述一种利用城市固废制备矿山修复营养土的方法,其特征在于:在所述S2中,混合物料堆体的体积为10m<sup>3</sup>以上。

7. 权利要求1-6中任一项所述的制备方法制备得到的矿山生态修复营养土。

8. 权利要求7所述的矿山修复营养土应用于矿山、废弃采石场等种植生态修复用植物,不应用于农作物。

## 一种利用城市固废制备矿山修复营养土的方法

### 技术领域：

[0001] 本发明涉及矿山生态恢复和市政污泥、电厂粉煤灰、矿山废弃尾泥、绿化固废资源化利用领域，尤其涉及以市政污泥、绿化固废、尾泥为主要基质的矿山生态修复复营养土的制备方法。

### 背景技术：

[0002] 市政污泥是市政污水处理的副产物。随着我国城市化进程的推进，市政污水处理量逐年增多，市政污泥产量也随之加大。市政污泥含有一定的污染物质，可能携带病原微生物，含水率高，必须妥善处理处置或资源化利用，才能避免二次污染。但内陆城市的污泥一般以露天堆放为主，难闻的气味会给周围的人带来不适感，其中含有有机物、病原菌等成分，在直接堆放或利用时会造成二次污染。城市污泥含有丰富的有机质以及氮、磷等植物性营养元素，它们是植物生长所需的营养元素，将其发酵处理可以作为矿山修复营养土。

[0003] 矿山生态修复每年会产生大量的死树、枯枝、落叶这些绿化固废，一般以收集堆放为主，占用大量场地无处消纳。自然风干绿化废弃物含碳量高，含水率低，而污泥中含氮量较高，含水率高，两者按适当比例混合，能达到高温发酵所需的C/N比和含水率，利用园林绿化废弃物复合污泥堆制营养土，就可满足堆制营养土的理化条件，而且可实现园林绿化废弃物和废水处理污泥的资源化利用。

[0004] 粉煤灰是燃煤电厂的主要固体废物，随着经济的不断发展，用电需求不断增加，燃煤电厂的粉煤灰排放量逐年增加，大量的粉煤灰不加处理直接堆放在矿山中，产生大量扬尘，对大气、水体和土壤等周围环境造成严重的污染。研究表明粉煤灰中的氢氧化钙具有絮凝作用，其中的氧化硅和氧化铝具有吸附重金属的作用，因此对于改良矿山土壤重金属污染有重要意义。

[0005] 矿山中湿式制砂产生大量的尾泥，均以尾泥池形式进行堆放，占用大量用地。

[0006] 矿山生态恢复往往面临着废弃矿坑土壤贫瘠，无法栽种植被的问题。利用城市固废为主要原料制备的营养土，可用于矿山生态恢复中，弥补原生土壤的缺乏，同时较高的肥力在生态修复中具有积极意义，同时达到固废“减量化、资源化、无害化”的效果。

### 发明内容：

[0007] 本发明的第一个目的在于提供一种利用城市固废制备矿山修复营养土的方法；

[0008] 本发明的第二个目的在于提供一种矿山修复营养土；

[0009] 本发明的第三个目的在于提供一种矿山修复营养土的用途。

[0010] 本发明的第一个目的由如下技术方案实施：本发明提供的矿山生态修复营养土的制备方法，其原料包括市政污泥和绿化固废、微生物发酵菌剂；所述绿化固废的质量为所述市政污泥的25-35%，所述微生物菌剂的质量为所述脱水市政污泥的0.01-0.02%，市政污泥和绿化固废、微生物发酵菌剂经过一次发酵后形成发酵物料。

[0011] 上述的制备方法中，所述原料还包括粉煤灰，所述粉煤灰的体积可为所述发酵物

料体机的0~10%。

[0012] 上述的制备方法中,所述原料还包括矿山中湿式制砂产生大量的尾泥,所述尾泥的体积可为所述发酵物料的50-100%。

[0013] 上述的制备方法中,所述市政污泥的含水率为75~81%,具体可为 $80.5 \pm 0.1\%$ 。所述风干绿化固废的含水率小于28%,具体可为 $26.5 \pm 0.0\%$ 。

[0014] 上述的制备方法中,所述粉煤灰的含水率小于1%,具体可为0.05%。

[0015] 上述的制备方法中,所述尾泥的含水率小于25%,具体可为22.6%上述的制备方法中,制备步骤如下:1)粉碎机粉碎自然风干后的绿化固废成为干燥颗粒;2)将原料污泥和干燥颗粒掺入微生物发酵剂搅拌后堆成堆体,混合物料的含水率为45~65%,在堆体上面打通气孔,进行一次发酵,雨天需覆盖防雨布;3)当温度升高到65℃后每隔两天进行一次翻堆降低温度,堆体温度55℃以上维持15天后一次高温发酵制得所需发酵物料;4)所得发酵物料、粉煤灰、尾泥进行搅拌堆放,进行二次发酵,堆体降温至环境温度得到矿山修复营养土。

[0016] 上述的制备方法中,步骤2)中,所述堆体底部的长、宽可至少为3m(如长3.5m、宽3m),高可为1.5~2.0m(如1.5m);所述一次发酵可在所述堆体表面覆盖防雨布等等材料;步骤3)中,翻堆频率如下:当堆体温度达到65℃以上时,每1~3d翻堆一次(如2天),总时长不少于15d,其中堆体温度55℃以上至少15d。

[0017] 上述的制备方法中,步骤2)中,所述敞开堆积时堆体的高度为1.5-2.0m(如1.5m),堆积时间不少于15天。

[0018] 本发明的第二个目的由如下技术方案实施:由上述的制备方法制备得到的矿山生态修复营养土。

[0019] 本发明的第三个目的由如下技术方案实施:本发明进一步提供了上述的矿山生态修复营养土在矿山、废弃采石场地种植植物的生态恢复中的应用。

[0020] 上述的应用中,所述的矿山、废弃采石场地为砂砾、砾石或基岩质地,尤其是营养物质贫瘠、保水性能不好的土壤;

[0021] 所述种植植物以扦插、栽苗、移植或直接播撒种子的方式进行;

[0022] 所述的植物包括油松、樟子松、山桃、山杏等矿山生态修复用树种;

[0023] 施用方式:可将所述的矿山生态修复营养覆土与原位土壤搅拌,也可将所述的矿山生态修复营养土直接摊撒在原地土壤上。

[0024] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0025] (1) 本发明使城市固废资源化利用;

[0026] (2) 本发明可提供大量的矿山生态修复营养土,提高矿山、废弃采石场地生态恢复的效率。

#### 附图说明:

[0027] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0028] 图1为以城市固废为主要基质的矿山生态修复营养土制备方法的工艺流程图。

### 具体实施方式：

[0029] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0030] 下述实施例中所使用的实验方法如无特殊说明，均为常规方法。

[0031] 下述实施例中所用的材料、试剂等，如无特殊说明，均可从商业途径得到。

[0032] 市政污泥取自包头市排水产业有限公司，含水率 $81 \pm 0.1\%$ 。

[0033] 绿化固废由包头市大青山生态修复产生的枯枝、死树、落叶破碎后制得，含水率 $26.5 \pm 0.0\%$ 。

[0034] 微生物发酵菌剂为北京华夏康源科技有限公司生产的金宝贝牌一型肥料发酵剂，发酵剂菌群为由丝菌、丝状菌、酵母菌、放线菌等多种天然有益微生物组成的复合菌群，具有极强的好氧发酵性能。

[0035] 粉煤灰由北方联合电力有限责任公司包头第二热电厂提供，含水率 $0.05\%$ ，具体性质见表1。

[0036] 表1、粉煤灰性质单位： $\%$  (质量)

[0037]	LOSS 测定 (%)	f-CaO 测定 (%)	SO <sub>3</sub> 测定 (%)	CaO 测定 (%)	水份 (%)	PH 值	细度
粉煤灰	0.52	0.37	0.62	7.15	0.05	9	25.43

[0038] 实施例1、以城市固废为主要基质制备矿山生态修复营养土

[0039] 市政污泥含水率约 $75-81\%$ ，有机物含量 $44.3\%$  (重量法)。

[0040] 按下述配方分别配制物料，每配方总物料 $8.0-10.0t$ ，先进行一次发酵制得发酵物料，然后发酵物料与粉煤灰和风干尾泥混合进行二次发酵制得矿山修复营养土，一次发酵物配方为市政污泥：风干绿化固废：微生物发酵菌剂 $=1:25\%:0.01\%$  (重量比)；然后发酵物料：尾泥：粉煤灰 $=100\%:100\%:5\%$ 按体积比进行混合后二次发酵，制得到矿山修复营养土；

[0041] 按照图1所示工艺流程图制备矿山生态修复营养覆土，具体步骤如下：

[0042] 1) 粉碎物料，粉碎后物料的粒径分别为风干绿化固废 $2cm$ 以内；

[0043] 2) 混料，按上述配方的比例，将市政污泥、风干绿化固废和微生物发酵菌剂混匀，获得混合物料；

[0044] 3) 翻堆式一次发酵，将混合物料在混凝土地面上进行堆放，堆成底部长 $3m$ ，宽 $3m$ ，高 $1.5m$ 的堆体，雨天需覆盖布防雨，堆体升温至 $65^{\circ}C$ 以上后每 $2d$ 翻堆一次，其中堆体温度 $55^{\circ}C$ 以上保持 $15d$ 以上；

[0045] 4) 二次发酵,现场自然腐熟后,将一次发酵物料与风干尾泥和粉煤灰混合均匀堆放,堆体温度降至环境温度并散发的臭味极小,即得矿山生态修复营养土。

[0046] 实施例2、以城市固废为主要基质制备矿山生态修复营养土

[0047] 市政污泥含水率约75-81%,有机物含量44.3%(重量法)。

[0048] 按下述配方分别配制物料,每配方总物料8.0-10.0t,先进行一次发酵制得发酵物料,然后发酵物料与粉煤灰和风干尾泥混合进行二次发酵制得矿山修复营养土,一次发酵物配方为市政污泥:风干绿化固废:微生物发酵菌剂=1:25%:0.01%(重量比);然后发酵物料:尾泥:粉煤灰=100%:100%:10%按体积比进行混合后二次发酵,制得到矿山修复营养土;

[0049] 按照图1所示工艺流程图制备矿山生态修复营养覆土,具体步骤如下:

[0050] 1) 粉碎物料,粉碎后物料的粒径分别为风干绿化固废2cm以内;

[0051] 2) 混料,按上述配方的比例,将市政污泥、风干绿化固废和微生物发酵菌剂混匀,获得混合物料;

[0052] 3) 翻堆式一次发酵,将混合物料在混凝土地面上进行堆放,堆成底部长3m,宽3m,高1.5m的堆体,雨天需覆盖布防雨,堆体升温至65℃以上后每2d翻堆一次,其中堆体温度55℃以上保持15d以上;

[0053] 4) 二次发酵,现场自然腐熟后,将一次发酵物料与风干尾泥和粉煤灰混合均匀堆放,堆体温度降至环境温度并散发的臭味极小,即得矿山生态修复营养土。

[0054] 实施例3、以城市固废为主要基质制备矿山生态修复营养土

[0055] 市政污泥含水率约75-81%,有机物含量44.3%(重量法)。

[0056] 按下述配方分别配制物料,每配方总物料8.0-10.0t,先进行一次发酵制得发酵物料,然后发酵物料与粉煤灰和风干尾泥混合进行二次发酵制得矿山修复营养土,一次发酵物配方为市政污泥:风干绿化固废:微生物发酵菌剂=1:25%:0.01%(重量比);然后发酵物料:尾泥:粉煤灰=100%:50%:5%按体积比进行混合后二次发酵,制得到矿山修复营养土;

[0057] 按照图1所示工艺流程图制备矿山生态修复营养覆土,具体步骤如下:

[0058] 1) 粉碎物料,粉碎后物料的粒径分别为风干绿化固废2cm以内;

[0059] 2) 混料,按上述配方的比例,将市政污泥、风干绿化固废和微生物发酵菌剂混匀,获得混合物料;

[0060] 3) 翻堆式一次发酵,将混合物料在混凝土地面上进行堆放,堆成底部长3m,宽3m,高1.5m的堆体,雨天需覆盖布防雨,堆体升温至65℃以上后每2d翻堆一次,其中堆体温度55℃以上保持15d以上;

[0061] 4) 二次发酵,现场自然腐熟后,将一次发酵物料与风干尾泥和粉煤灰混合均匀堆放,堆体温度降至环境温度并散发的臭味极小,即得矿山生态修复营养土。

[0062] 实施例4、以城市固废为主要基质制备矿山生态修复营养土

[0063] 市政污泥含水率约75-81%,有机物含量44.3%(重量法)。

[0064] 按下述配方分别配制物料,每配方总物料8.0-10.0t,先进行一次发酵制得发酵物料,然后发酵物料与粉煤灰和风干尾泥混合进行二次发酵制得矿山修复营养土,一次发酵物配方为市政污泥:风干绿化固废:微生物发酵菌剂=1:25%:0.01%(重量比);然后发酵

物料:尾泥:粉煤灰=100%:50%:10%按体积比进行混合后二次发酵,制得到矿山修复营养土;

[0065] 按照图1所示工艺流程图制备矿山生态修复营养覆土,具体步骤如下:

[0066] 1) 粉碎物料,粉碎后物料的粒径分别为风干绿化固废2cm以内;

[0067] 2) 混料,按上述配方的比例,将市政污泥、风干绿化固废和微生物发酵菌剂混匀,获得混合物料;

[0068] 3) 翻堆式一次发酵,将混合物料在混凝土地面上进行堆放,堆成底部长3m,宽3m,高1.5m的堆体,雨天需覆盖布防雨,堆体升温至65℃以上后每2d翻堆一次,其中堆体温度55℃以上保持15d以上;

[0069] 4) 二次发酵,现场自然腐熟后,将一次发酵物料与风干尾泥和粉煤灰混合均匀堆放,堆体温度降至环境温度并散发的臭味极小,即得矿山生态修复营养土。

[0070] 实施例5、实施例1-4制备得到的营养覆土的主要性质

[0071] 有机物含量测定方法:将混合均匀的样品,放在称至恒重的瓷坩埚内,先将水分大的样品放置于水浴锅上蒸干,然后放进烘箱内烘至恒重,干燥样品直接放入恒温箱烘至恒重,再将它放进马弗炉内灼烧。根据公式计算有机物含量。

[0072] 总氮(TN)测定方法:样品经硫酸-过氧化氢消煮,有机氮转化为硫酸铵,碱化蒸馏出的氨以硼酸吸收,以标准溶液滴定,测定样品中的全氮含量。结果以N计。

[0073] 总磷(TP)测定方法:以 $\text{HClO}_4\text{-H}_2\text{SO}_4$ 溶液消解,将样品分解,通过磷酸根离子与钒钼酸铵试剂反应显色,以分光光度计测定磷含量。结果以P20s计。

[0074] 总钾(TK)测定方法:以NaOH熔融-火焰光度计法测定。结果以K20计。

[0075] 含水率的测定方法:将均匀的样品放在称至恒重的蒸发皿中于水浴上蒸干,放在103℃-105℃烘箱内烘至恒重,减少的重量以百分率计为样品含水率。

[0076] pH值的测定方法:电极法测量。

[0077] 粪大肠菌群数测定方法:用滤膜法测定样品中的大肠菌群。

[0078] 蛔虫卵死亡率的测定方法:用集卵法测定样品中的蛔虫卵。

[0079] 重金属浸出毒性测定方法:根据国家环境保护行业标准《固体废物浸出毒性浸出方法硫酸硝酸法》(HJ/T 299-2007)以硫酸硝酸法浸出,浸提剂pH范围 $3.20 \pm 0.05$ ,模拟酸性降水淋滤有毒物质进入环境介质的过程。以电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS,德国ThermoFisher,X Series 2型)测定浸出液上清液中的重金属浓度。

[0080] 种子发芽率测定方法:将风干的样品与去离子水按1:10(w:v)比例混合浸提震荡2h,浸提液在10000r/min离心机分离20min后,上清液经0.45 $\mu\text{m}$ 滤膜过滤。将一张滤纸置于清洁的培养皿中,加入5mL滤液和20颗白菜种子,在25℃暗箱中培养48h。记录种子发芽的数量,计算种子的发芽率。

[0081] 表2实施例1-4制备得到营养土的主要性质

制备得到的营养土	有机物含量%	总氮的质量分数 mg/kg	总磷的质量分数 mg/kg	总钾的质量分数 mg/kg	含水率%	PH	粪大肠菌群数 个/g	蛔虫卵死亡率%	种子发芽率
标准限值	>20	-	-	-	<60	5.5-8.5	-	≥95	-
[0082] 实施例 1	34.83	7.72	6.69	2.71	36.8	7.4	90	100	100
实施例 2	35.21	7.81	6.5	2.65	35.6	7.6	85	100	100
实施例 3	34.95	7.78	6.72	2.76	34.5	7.8	89	100	100
实施例 4	35.12	7.85	6.75	2.8	37.2	7.5	92	100	100

[0083] 注:执行标准《农用污泥污染物控制标准》

[0084] 表3实施例1-4制备得到营养土的主要性质

浸出毒性					
制备得到的营养土	砷 mg/kg	汞 mg/kg	铅 mg/kg	镉 mg/kg	铬 mg/kg
标准限值	≤30	≤3	≤300	≤3	≤500
[0085] 实施例 1	0.88	0.82	30	3.0	3.58
实施例 2	0.86	0.94	50	2.8	4.58
实施例 3	0.92	1.53	45	2.6	5.51
实施例 4	0.81	1.62	65	2.4	3.26

[0086] 注:执行标准《农用污泥污染物控制标准》

[0087] 由表2和表3可知,实施例1-4制备得到的矿山生态修复营养土,其有机物含量、含水率、pH、蛔虫卵死亡率、砷汞铅镉铬等重金属含量均在《农用污泥污染物控制标准》的标准限值范围内,而且实施例1-4制备得到的矿山生态修复营养土粪大肠菌群数低至90个/g左右,利用该矿山生态修复营养土进行种子发芽测试,发芽率高达100%,可见本发明制备的矿山生态修复营养土完全可以用于矿山修复。

[0088] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

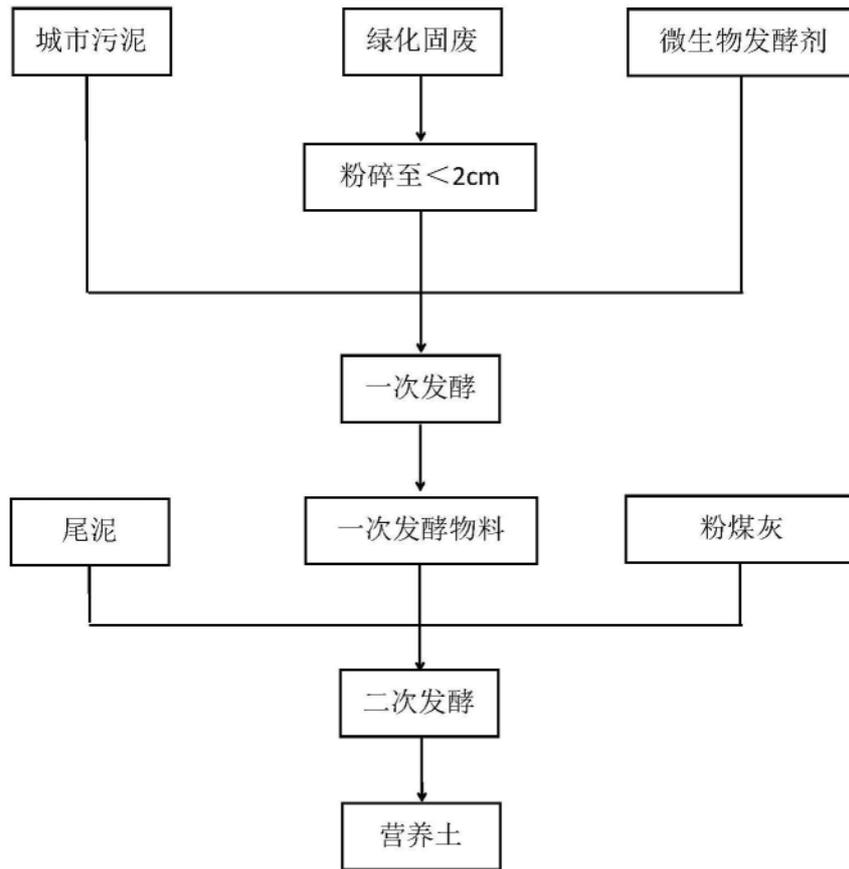


图1