



# (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206483805 U

(45)授权公告日 2017.09.12

(21)申请号 201720005574.7

C02F 11/10(2006.01)

(22)申请日 2017.01.04

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(73)专利权人 浙江博世华环保科技有限公司

地址 310015 浙江省杭州市莫干山路1418-40号上城区科技工业基地孵化楼9-10楼

(72)发明人 陈昆柏 温俊明 戴前进 金祥福  
高全喜 段德超 张明 盛浩  
王春秀

(74)专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限公司 33224

代理人 沈自军

(51)Int.Cl.

B09C 1/06(2006.01)

B09C 1/00(2006.01)

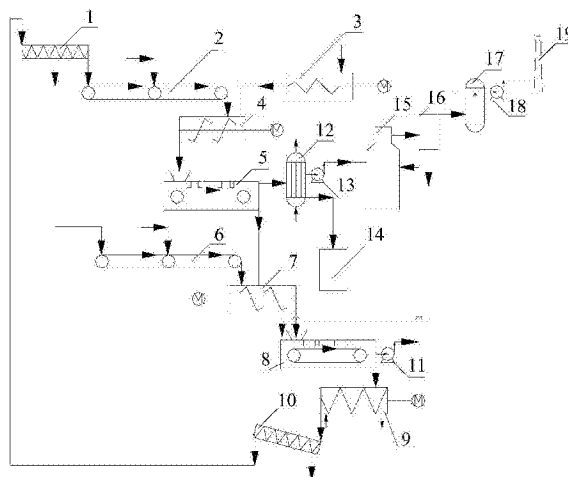
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

## (54)实用新型名称

一种污泥微波气化残渣靶向修复有机污染土壤的系统

## (57)摘要

本实用新型公开了一种污泥微波气化残渣靶向修复有机污染土壤的系统,属于污染土壤修复技术领域。所述系统包括第一搅拌混合装置、气化反应器、第二搅拌混合装置、脱附反应器和筛分器。脱水污泥在气化反应器中热解炭化形成污泥炭,利用污泥炭多孔隙吸附和吸收微波助加热的特点,与有机污染土壤混合的过程中可有效促进土壤中污染物的脱附,并吸附其中的有机物,在后续脱附反应器的微波加热过程中,污泥炭上吸附的有机物以气体形式挥发,剩下的污泥炭重新返回到第一搅拌混合装置和第二搅拌混合装置参与污泥炭化和有机物吸附。本实用新型将污泥处理和有机污染土壤治理相结合,达到以废治废的目的,污泥炭在脱附后可以循环利用,降低成本。



1. 一种污泥微波气化残渣靶向修复有机污染土壤的系统,其特征在于,包括:  
第一搅拌混合装置,将活性炭或污泥炭与脱水污泥搅拌混合,得到污泥混合物;  
气化反应器,将污泥混合物中的脱水污泥气化和炭化,得到污泥炭和气化气;  
第二搅拌混合装置,将污泥炭和有机污染土壤混合,得到土壤混合物;  
脱附反应器,对土壤混合物进行微波加热,去除污染土壤中的挥发性有机物;  
筛分器,对经微波加热的土壤混合物进行筛分,得到污泥炭和洁净土壤,污泥炭部分返回第一搅拌混合装置和第二搅拌混合装置。
2. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,包括与气化反应器的出气口连接的冷凝器,冷凝器的液相出口连接储液罐。
3. 如权利要求2所述的系统,其特征在于,包括与冷凝器的出气口连接的燃烧器,所述脱附反应器的出气口同样连接燃烧器。
4. 如权利要求3所述的系统,其特征在于,还包括通过气体分配阀门连接燃烧器的洗涤塔,所述气体分配阀门具有两个出气口,其中一个出气口连接洗涤塔,另一出气口连接脱附反应器的进气口。
5. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述气化反应器和脱附反应器内均设有输送带,在输送带前端上方设有进料斗,在输送带后端下方设有出料口,所述进料斗底部具有阀门开关。
6. 如权利要求5所述的系统,其特征在于,距离输送带8~15cm的上方设有对输送的物料进行定型的刮板。

## 一种污泥微波气化残渣靶向修复有机污染土壤的系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及污染土壤修复技术领域,具体涉及一种污泥微波气化残渣靶向修复有机污染土壤的系统。

### 背景技术

[0002] 随着国家对工业转型升级和环境保护要求的提高,城市中退役或搬迁的农药厂,化工厂等工业区块出现大批有机污染土壤。目前我国土壤有机污染呈现如下特点:1、污染面积增加明显,一些地区土壤污染由局部开始呈连续分布;2、污染物种类增加,复合污染特点日益突出;3、污染物含量呈增加趋势;土壤有机污染程度与区域经济发达程度具有一定相关性。

[0003] 由于污染土壤中的有机物易挥发,严重危害周围居民的健康,如多环芳烃作为典型土壤有机污染物属于强致癌物质、有机氯类污染物以其毒性强、生物可降解性差而备受关注,有机污染土壤难修复,阻碍土地的再次利用。

[0004] 现有有机污染土壤修复方法可分为物理、化学和生物三种类型,其中热脱附方法因具有速度快,彻底治理等优点成为城市尤其是居民区土壤治理的首选方法,但是热脱附法一般对挥发性较强的物质处理效果较好,成本较高,主要体现在需要对土壤的加热和放热的过程,热量利用率低。中国专利申请(申请号201410628444.X)公开了一种有机污染土壤的修复方法,热脱附后的土壤具有很高的温度,可以用来制砖,节约了大量的能量。热脱附产生的废气经过净化后进行燃烧,燃烧所产生的能量对传送带进行加热,大大增加了热解析的效率。又如中国专利(申请号201310586047.6)公开了一种针对土壤有机砷污染的联合微波氧化复合修复系统及方法。

[0005] 城镇污水污泥是城镇污水处理的副产品,由于污水处理厂出厂的湿污泥含水率一般在85%左右,不能直接进入垃圾填埋场,其他方法如焚烧,消化等处理费用较高而推广困难。污泥中富含氮磷等土壤增肥需要的元素,但如不经处理直接农用,具有消化周期长,可能出现二次污染的问题。中国专利申请(申请号200910241334.7)公开了一种利用剩余活性污泥修复多环芳烃污染土壤的方法,利用秸秆和污泥堆肥进行土壤修复,但是该方法反应周期较长。

[0006] 中国专利(申请号201410327227.7)公开了一种微波辐照湿污泥干化热解连续反应装置及方法。微波(频率2.45GHz)热解污泥技术的研究近年来逐渐深入,是一种非常有效的资源化处理污泥的方法。微波热解污泥不需要预先对污泥进行干燥,可直接把污泥(约含80%水分)混合添加剂放入微波炉反应器中热解,大大减少了能量和时间消耗,且微波热解污泥显著减少固体质量,为进一步的处理提供方便。

### 实用新型内容

[0007] 本实用新型提供了一种污泥微波气化残渣靶向修复有机污染土壤的系统,将污泥处理和污染土壤治理有机结合,实现以废治废,降低治理成本。

- [0008] 一种污泥微波气化残渣靶向修复有机污染土壤的系统,包括:
- [0009] 第一搅拌混合装置,将活性炭或污泥炭与脱水污泥搅拌混合,得到污泥混合物;
- [0010] 气化反应器,将污泥混合物中的脱水污泥气化和炭化,得到污泥炭和气化气;
- [0011] 第二搅拌混合装置,将污泥炭和有机污染土壤混合,得到土壤混合物;
- [0012] 脱附反应器,对土壤混合物进行微波加热,去除污染土壤中的挥发性有机物;
- [0013] 筛分器,对经微波加热的土壤混合物进行筛分,得到污泥炭和洁净土壤,污泥炭部分返回第一搅拌混合装置和第二搅拌混合装置。
- [0014] 本实用新型系统中,气化反应器与脱附反应器均为具有微波发生装置的保温反应腔。脱水污泥在气化反应器中热解炭化形成污泥炭,该污泥炭具有多孔结构,在与有机污染土壤混合的过程中可有效促进土壤中污染物的脱附,并吸附其中的有机物,在后续脱附反应器的微波加热过程中,污泥炭上吸附的有机物以气体形式挥发,剩下的污泥炭重新返回到第一搅拌混合装置和第二搅拌混合装置参与污泥炭化和有机物吸附。
- [0015] 所述第一搅拌混合装置设有两个进料口,分别与第一传送带和污泥仓连接,所述第一传送带连接给料分配器,活性炭或污泥炭从给料分配器中经第一传送带送入第一搅拌混合装置。污泥仓内的污泥由螺杆泵驱动向第一搅拌混合装置中输送。本实用新型可通过调整第一传送带和螺杆泵的运行速率来控制给料量。
- [0016] 所述第二搅拌混合装置同样设有两个进料口,分别与第二传送带和气化反应器的出料口连接,所述第二传送带与污染土壤源连接,由于气化反应器产生的污泥炭量可控,本实用新型通过调整第二传送带的给料速率即可保证污染土壤与污泥炭的配料比。
- [0017] 所述给料分配器与筛分器连接,筛分器得到的污泥炭存入给料分配器中。给料分配器具有两个出料口,其中一个连接第一传送带,向第一搅拌混合装置中提供活性炭或污泥炭;另一个连接第二传送带,向第二搅拌混合装置中补给污泥炭,两个出料口分别按照设定的程序出料。
- [0018] 本实用新型系统在运行初始,需向给料分配器中投加少量活性炭,当筛分器分离出的污泥炭能够满足第一搅拌混合装置内设定的质量比之后,即可停止活性炭投料。
- [0019] 作为优选,所述气化反应器和脱附反应器内均设有输送带,在输送带前端上方设有进料斗,在输送带后端下方设有出料口,所述进料斗底部具有开关阀门。
- [0020] 所述进料斗的进口连通位于其上方的搅拌混合装置的出料口,当搅拌混合装置内的污泥混合物或土壤混合物按质量比混合均匀之后,进料斗底部的开关阀门开启,混合物料进入反应器内,运行微波发生装置进行微波加热处理。
- [0021] 为了保证微波有效穿透进混合物料内部,物料需均匀堆放并厚度不宜过大。作为优选,距离输送带上方8-15cm设有对输送的物料进行定型的刮板。混合物料从进料斗落入输送带前端,随着输送带传动,刮板推开物料堆使其按照设定的厚度均匀分散在输送带上,然后经过微波辐照,物料均匀升温并达到充分反应。
- [0022] 处理得到的固体产物经出料口排出进入下一道工序。脱附反应器的出料口连接水冷却螺旋输送机,经微波处理的土壤混合物在输送过程中得到冷却,并进入筛分器,利用物质之间的密度差异进行振动筛分。所述筛分器具有上部的轻质出口和下部的重质出口,分离得到的污泥炭从轻质出口排出,修复后的洁净土壤从重质出口排出。
- [0023] 本实用新型系统中产生的气化气和挥发性有机物如果直接排向大气,无疑增加了

大气污染,因此,本实用新型在系统中增设废气处理装置。作为优选,所述系统包括与气化反应器的出气口连接的冷凝器,冷凝器的液相出口连接储液罐。

[0024] 所述冷凝器为水冷式冷凝器。微波加热污泥产生的气化气经管路进入冷凝器,分相后得到的液体从下端的液相出口流入储液罐,不凝的气体从上端的出气口排出。

[0025] 为减少气化气的不凝气体和脱附出的挥发性有机物中的有害成分,可以进一步地进行燃烧反应。作为优选,所述系统包括与冷凝器的出气口连接的燃烧器,所述脱附反应器的出气口同样连接燃烧器。

[0026] 冷凝器的出气口通过管路和气化气引风机连接燃烧器,不凝气体作为燃料;脱附反应器的出气口通过管路和脱附气引风口连接燃烧器,挥发性有机物作为给风。两者在燃烧器中发生燃烧反应产生高温的烟气。

[0027] 为达到排放标准,需要对烟气进一步净化。作为优选,所述系统还包括通过气体分配阀门连接燃烧器的洗涤塔,所述气体分配阀门具有两个出气口,其中一个出气口连接洗涤塔,另一出气口连接脱附反应器的进气口。

[0028] 经气体分配阀门分流后,部分热烟气通过管路通入脱附反应器作为吹扫气体,以提高脱附反应器的反应温度,并带走脱附反应释放的挥发性有机物,其余的烟气通过管路进入洗涤塔,洗涤塔上部装有洗涤液雾化喷头,对烟气进行喷洒,洗涤液的雾化液滴同烟气中的污染物反应,使烟气达到排放标准,最后经引风机和烟囱排出。

[0029] 本实用新型具备的有益效果:

[0030] (1) 本实用新型利用污泥炭多孔隙吸附和吸收微波助加热的特点,将污泥处理和有机污染土壤治理相结合,达到以废治废的目的,污泥炭在脱吸附后可以循环利用,本实用新型系统运行稳定后无需添加其他添加剂,降低成本。

[0031] (2) 本实用新型的气化反应器和脱附反应器为微波加热反应器,微波加热为非接触加热,可穿透土壤直接加热内部,升温快、加热均匀,使土壤中的污染物析出更彻底。

## 附图说明

[0032] 图1为本实用新型污泥微波气化残渣靶向修复有机污染土壤系统的示意图。

## 具体实施方式

[0033] 下面结合实施例和附图对本实用新型作进一步说明,但下述实施例仅仅为本实用新型的优选实施例,并非全部。基于实施方式中的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得其它实施例,都属于本实用新型的保护范围。

[0034] 如图1所示,本实用新型的污泥微波气化残渣靶向修复有机污染土壤系统,包括:第一搅拌混合装置4、气化反应器5、第二搅拌混合装置7、脱附反应器8、筛分器10和废气处理装置。

[0035] 第一搅拌混合装置4设有两个进料口,分别与第一输送带2和污泥仓3连接,第一输送带2连接给料分配器1,活性炭或污泥炭从给料分配器1中经第一输送带2送入第一搅拌混合装置4。污泥仓3内的污泥由螺杆泵驱动向第一搅拌混合装置4中输送。本实用新型可通过调整第一输送带2和螺杆泵的运行速率来控制给料量,活性炭或污泥炭与污泥以设定的质量比在第一搅拌混合装置4内搅拌混合,得到污泥混合物。

[0036] 气化反应器5为具有微波发生装置的保温反应腔,内部设有输送带,在输送带前端上方设有进料斗,在输送带后端下方设有出料口,所述进料斗底部具有开关阀门,进料斗开口连通第一搅拌混合装置4的出料口。距离输送带10cm的上方设有对输送的污泥混合物进行定型的刮板(图中未标示)。当进料斗开关阀门打开,污泥混合物从进料斗落入输送带前端,随着输送带传动,刮板推开物料堆使其分散在输送带,然后微波辐照,物料均匀受热,污泥混合物中的污泥依次经历脱水、气化,得到污泥炭和气化气。

[0037] 第二搅拌混合装置7同样设有两个进料口,分别与第二传送带6和气化反应器5的出料口连接,第二传送带6与污染土壤源连接,由于气化反应器产生的污泥炭量可控,本实用新型通过调整第二传送带6的给料速率即可保证污染土壤与污泥炭的配料比,污泥炭和有机污染土壤在第二搅拌混合装置7混合,得到土壤混合物。

[0038] 脱附反应器8的结构同气化反应器,其进料口连通第二搅拌混合装置的出料口,土壤混合物从进料口进入反应腔内,开启微波装置,去除污染土壤中的挥发性有机物。脱附反应器的出料口连接水冷却螺旋输送机9,经微波加热后的土壤混合物进入水冷却螺旋输送机9,输送过程中进行冷却。

[0039] 筛分器10与水冷却螺旋输送机9的出口连接,冷却后的土壤混合物落入筛分器10内,利用物质之间的密度差异进行振动筛分。筛分器10具有上部的轻质出口和下部的重质出口,分离到的污泥炭从轻质出口排出,修复后的洁净土壤从重质出口排出。

[0040] 筛分器10的轻质出口与给料分配器1连接,分离得到的污泥炭存入给料分配器1中。给料分配器1具有两个出料口,其中一个连接第一传送带2,向第一搅拌混合装置4中提供活性炭或污泥炭;另一个连接第二传送带6,向第二搅拌混合装置7中补给污泥炭,两个出料口分别按照设定的程序出料。

[0041] 废气处理装置包括与气化反应器5的出气口连接的水冷式冷凝器12,水冷式冷凝器12的液相出口连接储液罐14,污泥产生的气化气经管路进入水冷式冷凝器12,分相后得到的液体从下端的液相出口流入储液罐14,不凝的气体从上端的出气口排出。

[0042] 水冷式冷凝器12的出气口通过管路和气化气引风机13连接燃烧器15,脱附反应器8的出气口通过管路和脱附气引风机11连接燃烧器15,水冷式冷凝器12中排出的不凝气体作为燃料,脱附反应器8产生的挥发性有机物作为给风,两者在燃烧器15内发生燃烧反应产生高温的烟气。

[0043] 废气处理装置还包括通过气体分配阀门16连接燃烧器15的洗涤塔17,气体分配阀门16具有两个出气口,其中一个出气口连接洗涤塔17,另一出气口连接脱附反应器8的进气口。

[0044] 经气体分配阀门分流后,部分烟气通过管路通入脱附反应器作为吹扫气体,其余的烟气通过管路进入洗涤塔17,使烟气达到排放标准,最后经引风机18和烟囱19排出。

[0045] 上述系统的工作原理为:脱水污泥在气化反应器中热解炭化形成污泥炭,该污泥炭具有多孔结构,在与有机污染土壤混合的过程中可有效促进土壤中污染物的脱附,并吸附其中的有机物,在后续脱附反应器的微波加热过程中,污泥炭上吸附的有机物以气体形式挥发,剩下的污泥炭重新返回到第一搅拌混合装置和第二搅拌混合装置参与污泥炭化和有机物吸附。

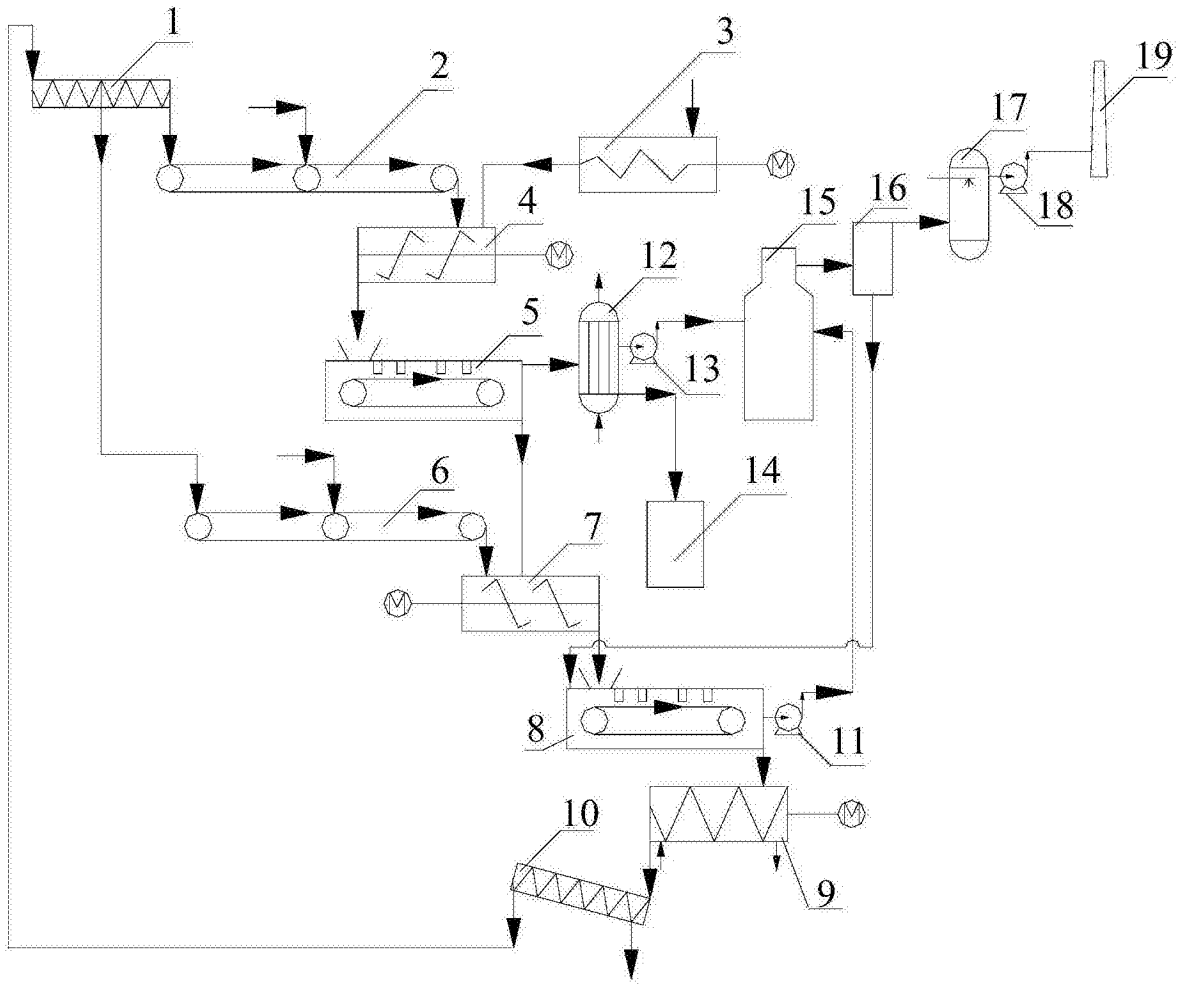


图1