

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102962249 B

(45) 授权公告日 2015.06.24

(21) 申请号 201210383050.3

(22) 申请日 2012.10.10

(73) 专利权人 北京中科通用能源环保有限责任
公司

地址 100080 北京市海淀区苏州街3号大恒
科技大厦南座九层902号

(72) 发明人 刘向坤 吕溥 邓芙蓉 赵虎军

(74) 专利代理机构 北京市商泰律师事务所
11255

代理人 周淑娟 麻吉凤

(51) Int. Cl.

B09C 1/06(2006.01)

审查员 梁林琳

权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

污染土壤修复系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种污染土壤修复系统及方法。其中，污染土壤修复系统包括热源产生装置和热脱附装置；热源产生装置与热脱附装置相连通，用于加热热脱附装置中被污染的土壤；并且，热脱附装置包括埋管式加热炉，埋管式加热炉包括炉膛，炉膛内设置有供烟气流通的加热管束，烟气来自于热源产生装置。本发明的热源产生装置无运转和传动部件，因此，设备故障率低，运行程序简化，设备投资低。同时，由于埋管式加热炉采用间接加热方式，使得尾部废气处理量大大减少，尾气处理系统的设备投资及运行费用也大大降低。



1. 一种污染土壤修复系统,其特征在于,包括:

热源产生装置和热脱附装置;

所述热源产生装置与所述热脱附装置相连通,用于加热所述热脱附装置中被污染的土壤;包括第一燃烧室和燃烧器,所述第一燃烧室内充满燃料;所述燃烧器用于对所述第一燃烧室进行点火,并且,

所述热脱附装置包括埋管式加热炉,所述埋管式加热炉包括炉膛,所述炉膛内设置有供烟气流通的加热管束,所述烟气来自于所述热源产生装置。

2. 根据权利要求 1 所述污染土壤修复系统,其特征在于,还包括:

尾气处理装置,与所述加热炉的烟气出口相连通,用于对热脱附处理产生的烟气进行净化和 / 或热量回收。

3. 根据权利要求 2 所述污染土壤修复系统,其特征在于,还包括:

控制装置,分别与所述热源产生装置、所述热脱附装置和所述尾气处理装置相连接,用于采集运行数据和设备监控。

4. 根据权利要求 3 所述污染土壤修复系统,其特征在于,

所述热脱附装置还包括引风机;并且

所述埋管式加热炉、所述尾气处理装置和所述引风机顺序连接。

5. 根据权利要求 4 所述污染土壤修复系统,其特征在于,

所述尾气处理装置包括一级尾气处理设备;

所述一级尾气处理设备包括顺序连接的旋风分离器和活性炭吸附床;

所述旋风分离器的进口与所述埋管式加热炉的烟气出口相连通,所述活性炭吸附床的出口与所述引风机相连接。

6. 根据权利要求 5 所述污染土壤修复系统,其特征在于,

所述一级尾气处理设备还包括换热器;

所述换热器连接于所述活性炭吸附床和所述引风机之间。

7. 根据权利要求 6 所述污染土壤修复系统,其特征在于,

所述尾气处理装置还包括二级尾气处理设备;

所述二级尾气处理设备包括顺序连接的第二燃烧室、碱液吸收塔和脱附风机。

8. 根据权利要求 7 所述污染土壤修复系统,其特征在于,

所述二级尾气处理设备还包括鼓风机;

所述热源产生装置为第一燃烧室,所述鼓风机与所述第二燃烧室、所述换热器相连接,并且,所述换热器还与所述第一燃烧室相连通。

9. 根据权利要求 8 所述污染土壤修复系统,其特征在于,

所述活性炭吸附床包括并联的两套吸附床。

10. 一种污染土壤修复方法,其特征在于,所述方法基于如权利要求 1 至 9 中任一项所述的污染土壤修复系统,包括如下步骤:

步骤 1),将被污染土壤送入所述埋管式加热炉的炉膛内;

步骤 2),将所述热源产生装置产生的热烟气引入所述加热管束,间接加热所述埋管式加热炉内的被污染土壤,进行热脱附处理;

步骤 3),将热脱附处理后的土壤通过所述埋管式加热炉底部的排渣口排出,并对产生

的混合废蒸汽进行尾气处理。

污染土壤修复系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及环境保护领域，特别涉及一种污染土壤修复系统及方法。

背景技术

[0002] 随着我国工业化和城市化发展，近几年出现了一大批关闭搬迁或即将退役的化工企业。这些化工企业由于产品的生产和处理、废物的倾倒和排放、化学物质的泄露等因素造成了相当严重的场地污染问题。这类土壤污染主要是化工原料和产品产生的易挥发和半易挥发有机物。当前大多数污染场地面临着用地功能的转换和二次开发，这些场地的污染土壤将成为“化学定时炸弹”，严重威胁人体健康和环境安全，成为当前迫切需要解决的土壤环境问题。

[0003] 目前对有机物污染土壤进行修复的技术包括换土 / 客土法、淋洗法阵、热脱附法、蒸汽提取法、化学氧化法、固定 / 稳定化法、焚烧法、生物法等。其中热脱附是进行土壤修复的一项非常重要的技术。

[0004] 热脱附是一项新型的非燃烧技术，主要针对挥发和半挥发性的污染物。热脱附技术以直接或间接的加热方式将受污染土壤加热至污染物沸点以上，使吸附于土壤中的污染物饱和蒸汽压增大，挥发成气态进入气相后逸出，再对气态污染物依据其性质、浓度等选择冷凝、吸附或燃烧等方式进行处理。热脱附设备的处理单元主要包括两个：第一个单元为加热单元，用来对待处理的污染物进行加热，使其中的有机污染物挥发成气态后分离；另一个单元为气状污染物处理单元，含有污染物的气体经过该单元的处理后需达到法定标准，然后才能排放至大气。气态污染物的处理方式有多种，如冷凝、吸附或燃烧等，可依有机物的浓度及经济性进行选择。

[0005] 现有的热脱附技术一般采用回转炉作为加热设备。但是，回转炉在运行过程中，设备的故障率较高，运行维护相对复杂，且固定设备的投资费用也相对较大。

发明内容

[0006] 有鉴于此，本发明提出一种污染土壤修复系统及方法，以有效降低采用热脱技术处理被污染土壤时，加热设备的故障发生率，简化运行维护过程，减少被污染土壤的修复成本。

[0007] 第一方面，本发明提供了一种污染土壤修复系统，包括热源产生装置和热脱附装置；所述热源产生装置与所述热脱附装置相连通，用于加热所述热脱附装置中被污染的土壤；并且，所述热脱附装置包括埋管式加热炉，所述埋管式加热炉包括炉膛，所述炉膛内设置有供烟气流通的加热管束，所述烟气来自于所述热源产生装置。

[0008] 进一步地，上述污染土壤修复系统还包括尾气处理装置，该尾气处理装置与所述加热炉的烟气出口相连通，用于对热脱附处理产生的烟气进行净化和 / 或热量回收。

[0009] 进一步地，上述污染土壤修复系统还包括控制装置，所述控制装置分别与所述热源装置、所述热脱附装置和所述尾气处理装置相连接，用于采集运行数据和设备监控。

[0010] 进一步地，上述污染土壤修复系统中，所述热脱附装置还包括引风机；并且，所述埋管式加热炉、所述尾气处理装置和所述引风机顺序连接。

[0011] 进一步地，上述污染土壤修复系统中，所述尾气处理装置包括一级尾气处理设备；所述一级尾气处理设备包括顺序连接的旋风分离器和活性炭吸附床；所述旋风分离器的进口与所述埋管式加热炉的烟气出口相连通，所述活性炭吸附床的出口与所述引风机相连接。

[0012] 进一步地，上述污染土壤修复系统中，所述一级尾气处理设备还包括换热器；所述换热器连接于所述活性炭吸附床和所述引风机之间。

[0013] 进一步地，上述污染土壤修复系统中，所述尾气处理装置还包括二级尾气处理设备；所述二级尾气处理设备包括顺序连接的第二燃烧室、碱液吸收塔和脱附风机。

[0014] 进一步地，上述污染土壤修复系统中，所述二级尾气处理设备还包括鼓风机；所述热源产生装置为第一燃烧室，所述鼓风机与所述第二燃烧室、所述换热器相连接，并且，所述换热器还与所述第一燃烧室相连通。

[0015] 进一步地，上述污染土壤修复系统中，所述活性炭吸附床包括并联的两套吸附床。

[0016] 第二方面，本发明还提供了一种污染土壤修复方法，所述方法基于上述的污染土壤修复系统，包括如下步骤：

[0017] 步骤 1)，将被污染土壤送入所述埋管式加热炉的炉膛内；步骤 2)，将所述热源产生装置产生的热烟气引入所述加热管束，间接加热所述埋管式加热炉内的被污染土壤，进行热脱附处理；步骤 3)，将热脱附处理后的土壤通过所述埋管式加热炉底部的排渣口排出，并对产生的混合废蒸汽进行尾气处理。

[0018] 本发明中采用埋管式加热炉内的加热管束间接加热被污染土壤，土壤中的有害物质被有效分离，脱附后的土壤通过锅炉底部排渣口连续排出，脱附出来的混合废蒸汽通过炉膛顶部出口进入后续尾气处理设备处理后排空。与传统的回转式加热炉相比，本发明具有如下优点：

[0019] 第一、热源产生装置无运转和传动部件，因此，设备故障率低，运行程序简化，设备投资低。

[0020] 第二、埋管式加热炉采用间接加热方式，使得尾部废气处理量大大减少，尾气处理系统的设备投资及运行费用大大降低。

附图说明

[0021] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

[0022] 图 1 为本申请污染土壤修复系统的结构原理图；

[0023] 图 2 为本申请污染土壤修复系统优选实施例的结构示意图。

[0024] 附图标记说明

[0025] 1 第一燃烧室

[0026] 2 燃烧器

[0027] 3 料斗

[0028] 4 计量皮带秤

- [0029] 5 上料皮带机
- [0030] 6 埋管管束
- [0031] 7 液化气
- [0032] 8 循环水泵
- [0033] 9 埋管式加热炉
- [0034] 10 旋风分离器
- [0035] 11A 第一活性炭吸附床
- [0036] 11B 第二活性炭吸附床
- [0037] 12 换热器
- [0038] 13 鼓风机
- [0039] 14 引风机
- [0040] 15 脱附风机
- [0041] 16 碱液吸收塔
- [0042] 17 第二燃烧室

具体实施方式

[0043] 需要说明的是，在不冲突的情况下，本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0044] 参照图 1，图 1 为本申请污染土壤修复系统的结构原理图，包括热源产生装置和热脱附装置；热源产生装置与热脱附装置相连通，用于加热热脱附装置 中被污染的土壤；并且，热脱附装置包括埋管式加热炉，埋管式加热炉包括炉膛，炉膛内设置有供烟气流通的加热管束，烟气来自于热源产生装置。

[0045] 本申请中采用埋管式加热炉内的加热管束间接加热被污染土壤，土壤中的有害物质被有效分离，脱附后的土壤通过锅炉底部排渣口连续排出，脱附出来的混合废蒸汽通过炉膛顶部出口进入后续尾气处理设备处理后排空。与传统的回转式加热炉相比，本申请具有如下优点：

[0046] 第一、热源产生装置无运转和传动部件，因此，设备故障率低，运行程序简化，设备投资低。

[0047] 第二、埋管式加热炉采用间接加热方式，使得尾部废气处理量大大减少，尾气处理系统的设备投资及运行费用大大降低。

[0048] 进一步地，上述实施例中，还包括尾气处理装置，该尾气处理装置与加热炉的烟气出口相连通，用于对热脱附处理产生的烟气进行净化和 / 或热量回收。

[0049] 进一步地，上述热源产生装置、所述热脱附装置和所述尾气处理装置相连接的控制装置，以方便运行数据的采集和设备监控。

[0050] 为加快热脱附装置产生的烟气的流动，污染土壤修复系统一般还设置有引风机，所述埋管式加热炉、所述尾气处理装置和所述引风机顺序连接。

[0051] 一般而言，尾气处理装置包括一级尾气处理设备；一级尾气处理设备包括顺序连接的旋风分离器和活性炭吸附床；旋风分离器的进口与所述埋管式加热炉的烟气出口相连通，所述活性炭吸附床的出口与所述引风机相连接。所述一级尾气处理设备还包括换热器；

所述换热器连接于所述活性炭吸附床和所述引风机之间。所述尾气处理装置还包括二级尾气处理设备；所述二级尾气处理设备包括顺序连接的第二燃烧室、碱液吸收塔和脱附风机。

[0052] 优选实施例

[0053] 参照图 2。图 2 为本申请污染土壤修复系统优选实施例的结构示意图。

[0054] 本申请污染土壤修复装置优选实施例由进料装置、热脱附装置、热源产生装置、自动控制装置和尾气处理装置组成。

[0055] 下面，结合图 2，对本实施例的各个组成部分进行详细地说明。

[0056] a、进料系统

[0057] 进料系统由料斗 3、计量皮带秤 4、上料皮带机 5 组成。被污染土壤经破碎及网筛预处理后经由料斗 3 进入计量皮带秤 4、上料皮带机 5 传输后进入热脱附系统。

[0058] b、热源产生系统

[0059] 热源产生系统包括第一燃烧室 1，该第一燃烧室 1 与换热器 12 和鼓风机 13 配合工作。换热器 12 用来回收尾部高温烟气热量。热源产生系统的能源可采用液化气 7 为燃料，燃料在第一燃烧室 1 内由燃烧器 2 点火燃烧，产生的热烟气进入埋管式加热炉 9 的埋管管束 6 内。通过控制燃气流量和鼓风风量控制系统脱附温度。

[0060] c、热脱附系统

[0061] 热脱附系统包括埋管式加热炉 6。该埋管式加热炉 6 和引风机 14 配合工作。埋管式加热炉 9 按电站锅炉卧式空预器模式设计，炉体外部绝热保温设计，具有较好的密封性。热烟气从加热炉侧方通入埋管管束 6 内部，污染土壤由埋管式加热炉 9 上部给料口连续给入炉膛，使土壤埋住炉膛内的埋管管束 6，热烟气通过对流和辐射换热间接加热埋管管束 6 外污染土壤，使污染土壤中挥发性 / 半挥发性有机污染物挥发或分离出来，经引风机 14 作用进入尾气处理系统。加热完的烟气经引风机 14 作用进入换热器 12 进行余热利用。处理后的土壤从埋管式加热炉 9 夫人排渣口连续排出，由车辆运至指定地点。

[0062] d、尾气处理系统

[0063] 尾气处理系统由旋风分离器 10、第一活性炭吸附床 11A 和第二活性炭吸附床 11B、第二燃烧室 17、脱附风机 15、碱液吸收塔 16 和循环水泵 8 组成，用于处理系统各过程中排出的飞灰和废气，使之达标排放。

[0064] 旋风分离器为耐磨钢制，用来去除废气中携带的灰尘。废气除尘后进入第一活性炭吸附床 11A 或第二活性炭吸附床 11B，将废气中有害物质吸附，干净气体经换热器余热回收后通过引风机排空。

[0065] 第一活性炭吸附床 11A 或第二活性炭吸附床 11B 为固定式吸附床，内填活性炭吸附剂，废气经过吸附床时，有害物质被活性炭吸附，当吸附床吸附剂达到饱和后，将含有有害物质的活性炭取出，装填新的活性炭吸附剂。将含有有害物质的活性炭送入第二燃烧室 17，进行高温燃烧使有害物质分解，燃烧后的烟气通过尾部碱液吸收塔 16 对酸性气体进行中和回收，并将热烟气冷却，干净烟气经脱附风机 15 排空。中和液经检测合格后排放，由循环水泵 8 置换新的碱液。

[0066] 本系统设计两套吸附床设备并联，一路进行吸附的同时另一路进行活性炭吸附剂的置换，彼此进行间断切换。

[0067] e、自动控制系统

[0068] 自动控制系统（未示出）由中央控制柜、PLC、仪表、现场控制箱及附属设备组成，通过该系统完成对整套设备运行数据的采集和对系统各个设备的配电、控制。仪表主要包括压力、温度和流量测点，用于污染土壤热脱附修复系统的运行监测。

[0069] 本实施例中，采用埋管式加热炉间接加热，污染土壤与热烟气不直接接触。污染土壤充满炉膛，埋住炉膛内的加热管束，燃料在燃烧室燃烧产生的热烟气在加热管束内流动，通过加热管加热炉膛内的土壤，有效的分离土壤中的有害物质，脱附后的土壤通过锅炉底部排渣口连续排出，脱附出来的混合废蒸汽通过炉膛顶部出口进入系统尾气处理设备处理后排空。

[0070] 综上所述，本优选实施例具有如下优点：

[0071] 第一、设计了固定埋管式加热炉进行土壤热脱附修复，与传统的回转式加热炉相比，本设备无运转、传动部件，具有设备故障率低，设备投资低等优点。

[0072] 第二、固定的埋管式加热炉采用间接加热方式，使得尾部废气处理量大大减少，尾气处理系统的设备投资及运行费用大大降低。

[0073] 第三、本系统的尾气处理系统设计了用于除尘的旋风分离器、用于脱除有害物质的活性炭吸附床、处理有害物质的第二燃烧室及碱液吸收塔以及用于余热回收的换热器，充分保证脱附出来的废气经过处理后完全达标排放，并提高了整个系统的热利用率，降低了系统运行费用。两套吸附床的并联，一路进行吸附，一路进行活性炭置换，保证了系统运行的连续性。

[0074] 另一方面，本申请还公开了一种污染土壤修复方法，该方法基于上述污染土壤修复系统，包括如下步骤：

[0075] 步骤 1)，将被污染土壤送入所述埋管式加热炉的炉膛内；步骤 2)，将所述热源产生装置产生的热烟气引入所述加热管束，间接加热所述埋管式加热炉内的被污染土壤，进行热脱附处理；步骤 3)，将热脱附处理后的土壤通过所述埋管式加热炉底部的排渣口排出，并对产生的混合废蒸汽进行尾气处理。

[0076] 本污染土壤修复方法采用埋管式加热炉内的加热管束间接加热被污染土壤，土壤中的有害物质被有效分离，脱附后的土壤通过锅炉底部排渣口连续排出，脱附出来的混合废蒸汽通过炉膛顶部出口进入后续尾气处理设备处理后排空。与传统的回转式加热炉相比，本申请具有如下优点：

[0077] 该方法与上述污染土壤修复系统原理详细，本发明在此不再详细说明，相关之处，参照上述污染土壤修复系统即可。

[0078] 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。

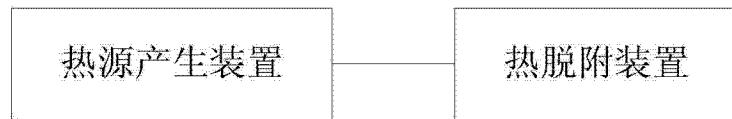


图 1

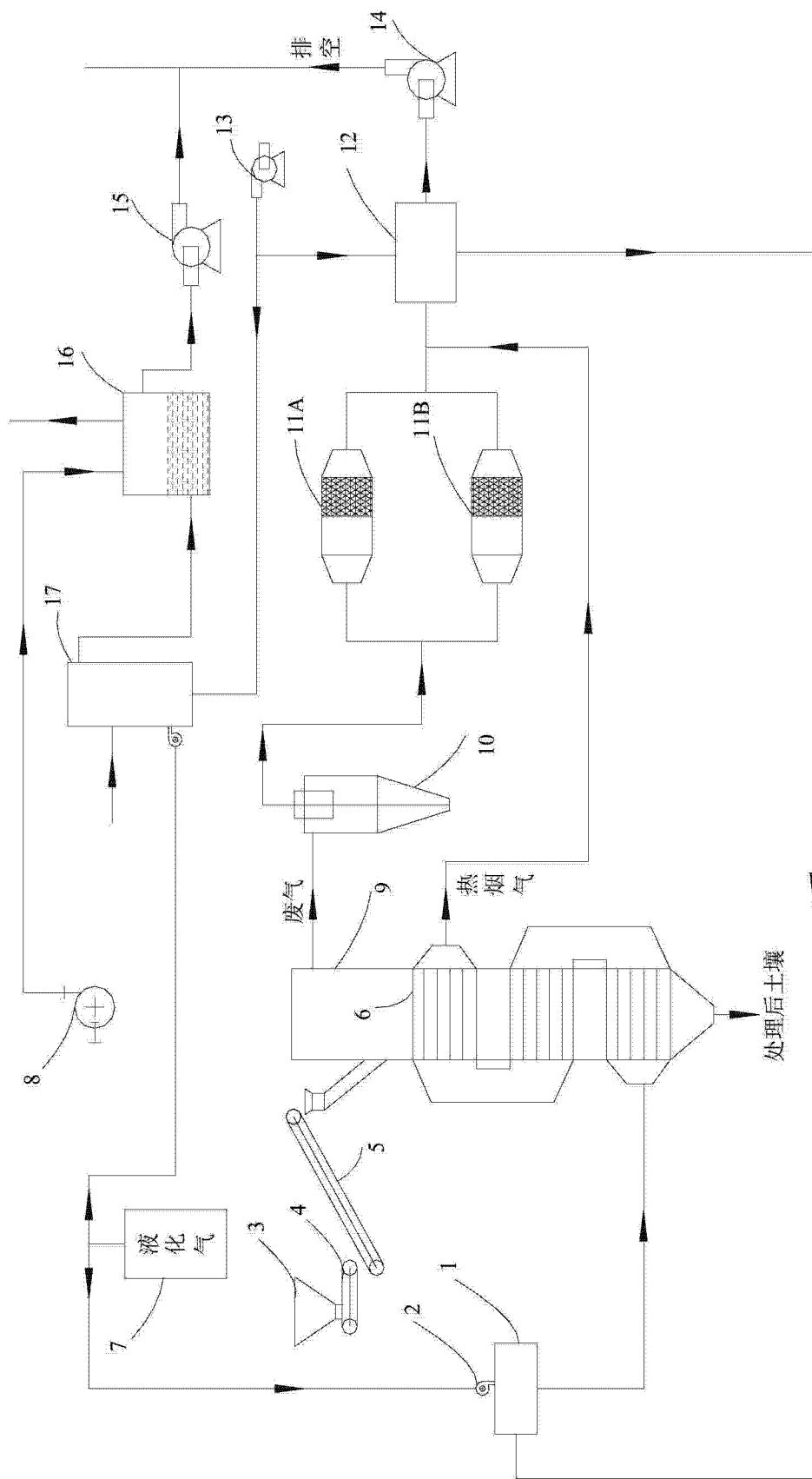


图 2