(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 204523759 U
(45)授权公告日 2015.08.05

(21)申请号 201520088138.1

(22)申请日 2015.02.06

(73)专利权人 中国科学院武汉岩土力学研究所
地址 430071 湖北省武汉市武昌区水果湖街小洪山2号

(72)发明人 薛强 赵颖 李江山 王平 黄发兴

(74)专利代理机构 武汉宇晨专利事务所 42001
代理人 王敏锋

(51)Int.Cl.
B09C 1/06(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

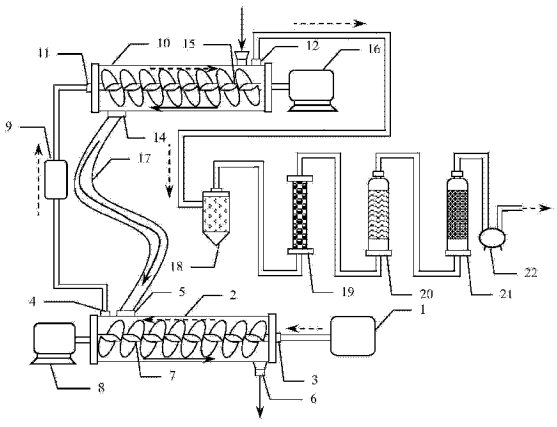
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)实用新型名称

一种有机污染土壤多级热脱附修复系统

(57)摘要

本实用新型涉及一种有机污染土壤多级热脱附修复系统，属于土壤修复技术领域。该系统由第一级热脱附装置、第二级热脱附装置、尾气处理装置、二燃室和坠落式输送带组成。采用热脱附产生的高温尾气对土壤进行预热和初步的脱附，两级或更多级的污染土壤处理方法，充分利用尾气余热，使系统热能综合利用率显著提高；S形坠落式输送带使土壤在重力作用下进入更高温度的热脱附仓中，避免了输送传输装置和输送过程的耗能，同时增加了土壤输运路径和输运时间，延长了停留时间，使土壤污染物的脱附更充分。本实用新型的土壤热脱附修复系统结构合理，操作简单，使用方便，无二次污染，实现了尾气余热再利用，具有广阔的应用前景和实用价值。



CN 204523759 U

1. 一种有机污染土壤多级热脱附修复系统，包括由燃烧室（1）、第一级热脱附仓（2）、第一搅拌器（7）和第一电机（8）构成的第一级热脱附装置和由旋风除尘器（18）、喷淋冷却塔（19）、除湿器（20）、尾气活性炭吸附器（21）和真空泵（22）构成的尾气处理装置，其特征在于：第一级热脱附装置和尾气处理装置之间增设有第二级热脱附装置，第二级热脱附装置由第二级热脱附仓（10）、第二搅拌器（15）和第二电机（16）构成，第二级热脱附仓（10）为卧式圆柱形空心筒，两端分别设置有密封盖，在第二级热脱附仓（10）内中心线上设有转轴平行于中心线的第二搅拌器（15），第二搅拌器（15）转轴的一端活动穿过第二级热脱附仓（10）右侧密封盖与第一电机（16）连接，另一端活动连接在第二级热脱附仓（10）左侧密封盖的内壁上，左侧密封盖上设置有第二进气口（11），第二进气口（11）通过管道连接至第一级热脱附仓（2）上的第一出气口（4）上，管道上设置有二燃室（9），第二级热脱附仓（10）右侧侧壁上设置有第二出气口（12）和第二进料口（13），第二出气口（12）通过管道连接至尾气处理装置中的旋风除尘器（18）的进气口，第二级热脱附仓（10）左侧侧壁上设置有第二出料口（14），第二出料口（14）与第一级热脱附仓（2）上的第一进料口（5）通过坠落式输送带（17）连接。

2. 如权利要求 1 所述的一种有机污染土壤多级热脱附修复系统，其特征在于：所述的坠落式输送带（17）呈 S 形圆截面密闭筒体。

3. 如权利要求 1 所述的一种有机污染土壤多级热脱附修复系统，其特征在于：所述的第二搅拌器（15）的叶片为犁铧式叶片。

一种有机污染土壤多级热脱附修复系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种有机污染土壤多级热脱附修复系统，主要用于挥发性和半挥发性有机污染物污染土壤的热脱附修复，属于土壤修复技术领域。

背景技术

[0002] 土壤作为各种污染物最终归宿，污染物的大量蓄积已成为其主要环境问题之一。挥发性有机物（VOCs）或半挥发性有机物（SVOCs）进入土壤后污染土壤，并对地表水、地下水造成次生污染，直接或间接危害人类健康。近年来，我国土壤 VOCs 或 SVOCs 污染问题日益凸现，对生态环境、食品安全和人体健康构成了严重威胁。

[0003] 目前，通常采用填埋、焚烧、生物处理和热脱附等方法修复 VOCs 和 SVOCs 污染土壤。填埋和焚烧处理方法处理周期短、方法简单，但费用昂贵，并会发生二次污染。生物处理方法投资小、运行成本低、操作简单、对环境干扰小，但其修复周期长。热脱附是目前国际上公认的处理 VOCs 和 SVOCS 污染土壤的成熟可靠技术之一，被广泛应用于 VOCs 和 SVOCs 污染场地修复中。热脱附技术对不同有机污染物种类及浓度有着良好的适应性，同时修复速度快，周期短。但由于热脱附修复过程中需要对土壤进行较高温度的加热，修复产生的尾气温度高达 400~800℃，甚至更高。因此，造成了大量热量的损失和能源的浪费，也导致了热脱附修复方法的高成本性，制约了热脱附技术的广泛应用。

[0004] 通常按照土壤与气体的接触方式可以将热脱附修复系统分为直接加热和间接加热两种方式。如中国专利公布号 CN 102029287 B，公布日期 2012 年 6 月 6 日，发明名称为“一种有机物污染土壤滚筒式逆向热脱附系统”，该申请案提供的土壤修复系统能够连续进料、直接加热，实现了热空气与污染土壤的充分混合，热脱附效率较高，但该修复系统对尾气进行处理后直接排放，没有对尾气余热进行再利用。

发明内容

[0005] 针对上述存在的问题，本实用新型的目的在于提供一种有机污染土壤多级热脱附修复系统。

[0006] 其技术解决方案为：一种有机污染土壤多级热脱附修复系统，包括由燃烧室、第一级热脱附仓、第一搅拌器和第一电机构成的第一级热脱附装置和由旋风除尘器、喷淋冷却塔、除湿器、尾气活性炭吸附器和真空泵构成的尾气处理装置，第一级热脱附装置和尾气处理装置之间增设有第二级热脱附装置，第二级热脱附装置由第二级热脱附仓、第二搅拌器和第二电机构成，第二级热脱附仓为卧式圆柱形空心筒，两端分别设置有密封盖，在第二级热脱附仓内中心线上设有转轴平行于中心线的第二搅拌器，第二搅拌器转轴的一端活动穿过第二级热脱附仓右侧密封盖与第一电机连接，另一端活动连接在第二级热脱附仓左侧密封盖的内壁上，左侧密封盖上设置有第二进气口，第二进气口通过管道连接至第一级热脱附仓上的第一出气口上，管道上设置有二燃室，第二级热脱附仓右侧侧壁上设置有第二出气口和第二进料口，第二出气口通过管道连接至尾气处理装置中的旋风除尘器的进气口，

第二级热脱附仓左侧侧壁上设置有第二出料口，第二出料口与第一级热脱附仓上的第一进料口通过坠落式输送带连接。

[0007] 所述的坠落式输送带呈 S 形圆截面密闭筒体。

[0008] 所述的第二搅拌器的叶片为犁铧式叶片。

[0009] 由于采用了以上技术方案，本实用新型的一种有机污染土壤多级热脱附修复系统，具有如下的技术特点和优点：

[0010] 1. 采用热脱附产生的高温尾气对土壤进行预热和初步的脱附，两级或更多级的污染土壤处理方法，充分利用了尾气余热，使系统热能的综合利用效率显著提高。

[0011] 2. 土壤经过相对低温的尾气预热后进入到较高温度的热脱附仓中进行修复时所需的停留时间大大缩短，因此，可以显著的降低土壤的修复时间，缩短工期。

[0012] 3. S 形的坠落式输送带使预热和初步脱附的土壤在重力作用下进入更高温度的热脱附仓中，避免了额外的输送传输装置和土壤输送过程的耗能。

[0013] 4. 坠落式输送带的 S 形设计在不增加垂直落差的前提下，增加了土壤的输运路径和输运时间，因此也延长了热脱附过程的停留时间，使土壤污染物的脱附更充分。

[0014] 本实用新型的一种有机污染土壤多级热脱附修复系统结构合理，操作简单，使用方便，无二次污染，实现了尾气的余热再利用，具有广阔的应用前景和实用价值。

附图说明

[0015] 附图 1 是本实用新型一种有机污染土壤多级热脱附修复系统的结构示意图。

具体实施方式

[0016] 下面结合附图对本实用新型进行进一步详细描述，见附图。

[0017] 一种有机污染土壤多级热脱附修复系统，它由第一级热脱附装置、第二级热脱附装置、尾气处理装置、二燃室 9 和坠落式输送带 17 组成。

[0018] 第一级热脱附装置由燃烧室 1、第一级热脱附仓 2、第一搅拌器 7 和第一电机 8 构成，第一级热脱附仓 2 为卧式圆柱形空心筒，两端分别设置有密封盖，在第一级热脱附仓 2 内中心线上设有转轴平行于中心线的第一搅拌器 7，第一搅拌器 7 转轴的一端活动穿过第一级热脱附仓 2 左侧密封盖与第一电机 8 连接，另一端活动连接在第一级热脱附仓 2 右侧密封盖内壁上，第一搅拌器 7 在第一电机 8 的带动下，绕转轴定向旋转，对土壤起到搅拌的输送的作用，右侧密封盖上设置有第一进气口 3，第一进气口 3 通过管道连接至燃烧室 1 出口，第一级热脱附仓 2 左侧侧壁上设置有第一出气口 4 和第一进料口 5，右侧侧壁上设置有第一出料口 6。

[0019] 第二级热脱附装置由第二级热脱附仓 10、第二搅拌器 15 和第二电机 16 构成，第二级热脱附仓 10 为卧式圆柱形空心筒，两端分别设置有密封盖，在第二级热脱附仓 10 内中心线上设有转轴平行于中心线的第二搅拌器 15，第二搅拌器 15 转轴的一端活动穿过第二级热脱附仓 10 右侧密封盖与第二电机 16 连接，另一端活动连接在第二级热脱附仓 10 左侧的密封盖内壁上，第二搅拌器 15 在第二电机 16 的带动下，绕转轴定向旋转，对土壤起到搅拌的输送的作用，左侧密封盖上设置有第二进气口 11，第二进气口 11 通过管道连接至第一级热脱附仓 2 上的第一出气口 4 上，管道中设置有二燃室 9，用于燃烧经第一级热脱附装置脱

附后产生的气体中的有害气体，第二级热脱附仓 10 右侧侧壁上设置有第二出气口 12 和第二进料口 13，第二出气口 12 通过管道连接至尾气处理装置中的旋风除尘器 18 的进气口，左侧侧壁上设置有第二出料口 14，第二出料口 14 与第一级热脱附仓 2 上的第一进料口 5 通过坠落式输送带 17 连接，坠落式输送带 17 可以使第二级热脱附仓 10 中的土壤在重力作用下进入第一级热脱附仓 2。

[0020] 尾气处理装置由旋风除尘器 18、喷淋冷却塔 19、除湿器 20、尾气活性炭吸附器 21 和真空泵 22 构成，旋风除尘器 18 出气口通过管道连接至喷淋冷却塔 19 底部的进气口，喷淋冷却塔 19 上部的出气口通过管道连接至除湿器 20 底部的进气口，除湿器 20 上部的出气口通过管道连接至尾气活性炭吸附器 21 底部的进气口，尾气活性炭吸附器 21 上部的出气口通过管道连接至真空泵 22，第二级热脱附仓 10 中产生的低温尾气在真空泵 22 抽空作用下依次进入旋风除尘器 18、喷淋冷却塔 19、除湿器 20、尾气活性炭吸附器 21，分别进行除尘、冷却至室温、去除水分和吸附处理达标后，经真空泵 22 排放。

[0021] 坠落式输送带 9 为隔热材料做成的 S 形圆截面密闭筒体，以在不增加垂直落差的前提下，增加土壤的输运路径和输运时间，延长热脱附过程的停留时间，使土壤污染物的脱附更充分。

[0022] 第一搅拌器 7 和第二搅拌器 15 的叶片为犁铧式叶片。

[0023] 一种有机污染土壤多级热脱附修复系统的工作原理：

[0024] 1. 打开真空泵 22，点燃燃烧室 1 中的燃油，使其产生高温气体，并在压力梯度作用下依次进入到第一级热脱附仓 2 和第二级热脱附仓 10 中。

[0025] 2. 由第二进料口 13 向第二级热脱附仓 10 中连续加入污染土壤。同时启动第二电机 16 和第一电机 8，在第二搅拌器 15 的搅拌和输运作用下，土壤逐渐从第二级热脱附仓 10 一端输运到另一端，并与逆向流动的气体相互接触，土壤中的部分水分和污染物被挥发和脱附出来，低温土壤被预热。

[0026] 3. 输运到第二级热脱附仓 10 另一端的土壤在重力作用下经 S 形的坠落式输送带 17 进入到第一级热脱附仓 2 中。在此输运过程中，部分污染物继续脱附出来。

[0027] 4. 进入到第一级热脱附仓 2 中已经预热和部分解吸的土壤在第一搅拌器 7 的搅拌和输运作用下，从第一级热脱附仓 2 一端输运到另一端，并与逆向流动的高温土壤接触，使土壤中的 95% 以上的污染物脱附到气相中，在气体的流动携带的作用下进入二燃室 9。通过控制第一搅拌器 7 的转速，控制土壤的搅拌和输运速度，从而控制热脱附过程的停留时间。

[0028] 5. 进入二燃室 9 中高温尾气在 700℃以上温度的二燃室 9 中燃烧掉有机污染物后，进入到第二级热脱附仓 10 中，对新进入第二级热脱附仓 10 的土壤进行预热和初步的热脱附。

[0029] 6. 第二级热脱附仓 10 中产生的低温尾气在真空泵抽空作用下依次进入

[0030] 旋风除尘器 18、喷淋冷却塔 19、除湿器 20、尾气活性炭吸附器 21，分别进行除尘、冷却至室温、去除水分和吸附处理达标后，经真空泵 22 排放。

[0031] 循环上述过程即可实现有机污染土壤的连续热脱附修复。由于对高温尾气进行了再利用，因此大大减少了尾气的处理量，同时实现了热量的再利用，降低了系统的能耗。土壤的预热和初步脱附也显著缩短了所需的热脱附停留时间，可以显著地缩短工期。

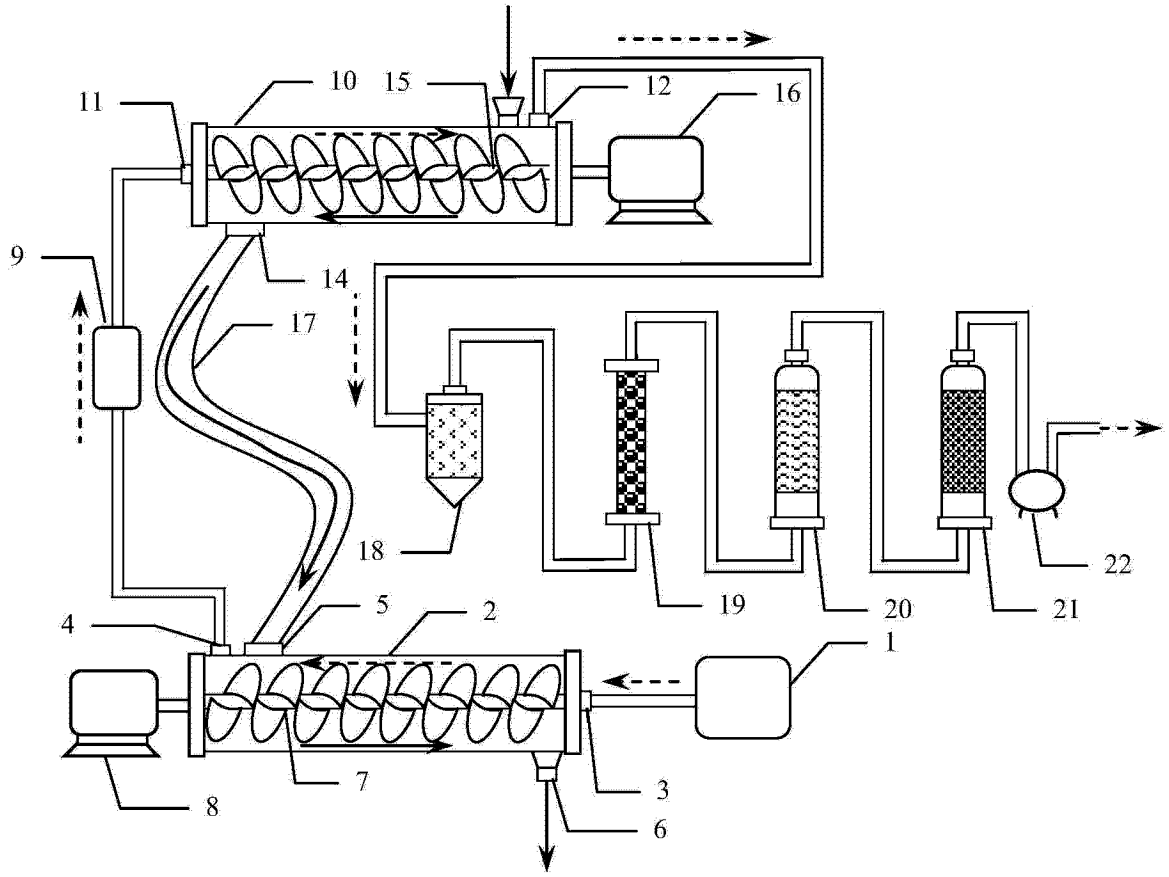


图 1