



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113680807 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 23

(21) 申请号 202111016804.7

F26B 21/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.08.31

F26B 21/04 (2006.01)

F26B 21/08 (2006.01)

(71) 申请人 南京仁丰汇达环境科技发展有限公司

地址 211316 江苏省南京市高淳经济开发区古檀大道三号A3人才公寓609室

(72) 发明人 顾益林 胥军 刘迎文 高埜夫

(74) 专利代理机构 南京禾易知识产权代理有限公司 32320

代理人 张松云

(51) Int. Cl.

B09C 1/06 (2006.01)

B09C 1/08 (2006.01)

F25B 30/02 (2006.01)

F25B 40/06 (2006.01)

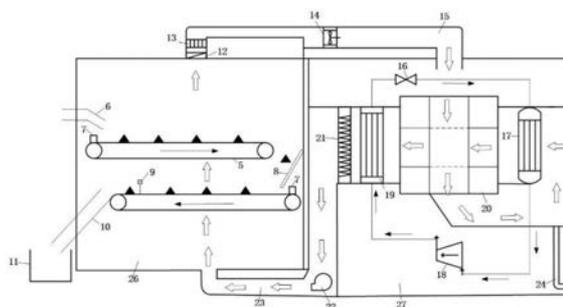
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于热泵热脱附的原地异位土壤修复系统

(57) 摘要

本发明涉及一种基于热泵热脱附的原地异位土壤修复系统,包括热处理房和热泵系统房,所述热处理房的内部安装有用于运送土壤的传送带,所述热处理房的顶部通过出风管道与热泵系统房的顶部连接,所述热泵系统房的一侧通过送风管道与热处理房的底部连接,所述送风管道的输风口安装有电加热器,所述热泵系统房的内部安装有热泵系统。本发明采用由电加热器构成的风循环和热泵系统实现热脱附技术,通过两者的热强化作用,增大土壤中有机污染物降解率,弥补单一修复技术的不足,且基于热泵的中低温热脱附技术,对设备的耐高温、耐磨损要求不高,设备设施成本低。



1. 一种基于热泵热脱附的原地异位土壤修复系统,其特征在于:包括热处理房(26)和热泵系统房(27),所述热处理房(26)的内部安装有用于运送土壤的传送带(5),所述传送带(5)输出端通过土壤回收滑道(10)与外界土壤收集箱(11)相连接,所述热泵系统房(27)的内部安装有热泵系统,所述热泵系统房(27)的一侧通过送风管道(23)与热处理房(26)的底部连接,从下向上为所述热处理房(26)输送热风。

2. 根据权利要求1所述的一种基于热泵热脱附的原地异位土壤修复系统,其特征在于:所述热泵系统房(27)的热泵系统通过回收所述热处理房(26)热能,而后再处理利用,排入所述热处理房(26)中。

3. 根据权利要求2所述的一种基于热泵热脱附的原地异位土壤修复系统,其特征在于:所述热处理房(26)的顶部通过出风管道(15)与热泵系统房(27)的顶部连接,所述送风管道(23)的输出端连接在热处理房(26)的底部,所述送风管道(23)靠近所述出风管道(15)的一侧安装有引风机(14),所述热泵系统房(27)的内部安装有电加热器(21),所述电加热器(21)用于加热空气,为所述热处理房(26)提供50-80℃的热空气,所述送风管道(23)靠近出风端的内部安装有送风机(22)。

4. 根据权利要求3所述的一种基于热泵热脱附的原地异位土壤修复系统,其特征在于:热泵系统房(27)的内部还安装有蒸发器(17)、冷凝器(19)和回热器(20),所述蒸发器(17)、冷凝器(19)和回热器(20)构成热泵系统,所述回热器(20)安装在蒸发器(17)和冷凝器(19)之间,所述蒸发器(17)的底部通过压缩机(18)与冷凝器(19)的底部连接,所述冷凝器(19)的顶部通过节流阀(16)与蒸发器(17)的顶部连接,所述冷凝器(19)安装在电加热器(21)的外侧,所述回热器(20)用于收集从出风管道(15)输送来的湿空气,经过蒸发器(17)和冷凝器(19)的作用后将风输送给电加热器(21)。

5. 根据权利要求4所述的一种基于热泵热脱附的原地异位土壤修复系统,其特征在于:所述回热器(20)通过腔室与蒸发器(17)的机体连接,其腔室的底部连接有通向外界的凝结水管(24)。

6. 根据权利要求1所述的一种基于热泵热脱附的原地异位土壤修复系统,其特征在于:所述热处理房(26)内部中的传送带(5)至少设有两台,呈上下层交错分布式结构,上层传送带的输出端通过挡泥板(8)将土壤转送到下层传送带的输入端,所述挡泥板(8)倾斜安装在热处理房(26)的内壁上。

7. 根据权利要求9所述的一种基于热泵热脱附的原地异位土壤修复系统,其特征在于:最下层所述传送带(5)的输送端顶部安装有土壤污染物浓度检测装置(9),每个所述传送带(5)的一侧分别安装有转轴调速器(7)。

一种基于热泵热脱附的原地异位土壤修复系统

技术领域

[0001] 本发明涉及土壤修复技术领域,尤其涉及一种基于热泵通过化学氧化还原技术耦合的原地异位土壤修复系统。

背景技术

[0002] 土壤是人类不可缺少的一种自然资源,是重要的物质基础。伴随城市化进程和产业结构调整,众多化工企业从中心城区向郊区搬迁,遗留大量高风险复合有机污染土壤场地,对周边群众的人身健康造成不良影响。因此,如何合理高效地修复有机物污染土壤已成为急需解决的技术难题。

[0003] 目前常用的土壤修复技术比较单一,且修复能力强的技术存在能耗高的问题,另外,相关技术中大量的热量通过热湿空气的形式排至空气中,土壤修复系统的能源利用效率较低。因此,有必要设计一种能耗低且修复能力强的土壤修复技术。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于热泵热脱附的原地异位土壤修复系统,以解决上述背景技术中遇到的问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0006] 一种基于热泵热脱附的原地异位土壤修复系统,包括热处理房和热泵系统房,所述热处理房的内部安装有用于运送土壤的传送带,所述传送带输出端通过土壤回收滑道与外界的土壤收集箱相连接,所述热泵系统房的内部安装有热泵系统,所述热泵系统房的一侧通过送风管道与热处理房的底部连接,从下向上为所述热处理房输送热风。

[0007] 上述方案中,所述热泵系统房的热泵系统通过外界加热装置单独获得。

[0008] 进一步的,作为其中的一种实施方式,所述热泵系统房的热泵系统由空气源热泵提供,所述热泵系统房的内部安装有太阳能预热装置,空气源热泵将外界空气进行收集,并通过太阳能预热装置进行加热,为所述热处理房提供50-80℃的热空气,而后通过送风管道输送至热处理房内。

[0009] 进一步的,作为其中的一种实施方式,所述热泵系统房的内部安装有电加热器,所述电加热器的出风端与送风管道连接构成热泵系统,所述电加热器用于加热空气,为所述热处理房提供50-80℃的热空气。

[0010] 上述方案中,所述热泵系统房的热泵系统通过回收所述热处理房热能,而后再处理利用,排入所述热处理房中。

[0011] 进一步的,作为其中的一种实施方式,所述热处理房的顶部通过出风管道与热泵系统房的顶部连接,所述送风管道的输出端连接在热处理房的底部,所述送风管道靠近所述出风管道的一侧安装有引风机,所述热泵系统房的内部安装有电加热器,所述电加热器用于加热空气,为所述热处理房提供50-80℃的热空气,所述送风管道靠近出风端的内部安装有送风机。

[0012] 再进一步的,热泵系统房的内部还安装有蒸发器、冷凝器和回热器,所述蒸发器、冷凝器和回热器构成热泵系统,所述回热器安装在蒸发器和冷凝器之间,所述蒸发器的底部通过压缩机与冷凝器的底部连接,所述冷凝器的顶部通过节流阀与蒸发器的顶部连接,所述冷凝器安装在电加热器的外侧,所述回热器用于收集从出风管道输送来的湿空气,经过蒸发器和冷凝器的作用后将风输送给电加热器;所述回热器通过腔室与蒸发器的机体连接,其腔室的底部连接有通向外界的凝结水管。

[0013] 上述方案中,所述热处理房的顶部一侧通过土壤传送滑道将土壤输送至传送带上,所述土壤回收滑道的倾斜度采用可调节式结构;所述送风管道在热处理房顶部的进风端安装有VOCs处理装置,所述VOCs处理装置内部设置的吸附物质为活性炭;所述送风管道在热处理房顶部的进风端还安装有空气过滤器。

[0014] 上述方案中,所述热处理房内部中的传送带至少设有两台,呈上下层交错分布式结构,上层传送带的输出端通过挡泥板将土壤转送到下层传送带的输入端,所述挡泥板倾斜安装在热处理房的内壁上。

[0015] 进一步的,最下层所述传送带的输送端顶部安装有土壤污染物浓度检测装置,每个所述传送带的一侧分别安装有转轴调速器。

[0016] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:本发明采用由电加热器构成的风循环和热泵系统实现热脱附技术,通过两者的热强化作用,增大土壤中有机污染物降解率,弥补单一修复技术的不足。本发明使用的是基于热泵的中低温热脱附技术,对设备的耐高温、耐磨损要求不高,设备设施成本低。本发明的热脱附修复技术使用的供热方案是热泵供热,热泵能够利用环境中的低品位能,消耗少量的功来产生大量的热量,相比于其它供热方案,热泵的能耗低。本发明的热泵系统在对土壤加热过程中,不仅能回收来自热处理房空气中的潜热和显热,在蒸发器和冷凝器之间设置的间壁式回热器还能起到对来自热处理房的热湿空气进行干燥和余热回收,降低单位供热量和制冷量下的功耗,提高能量利用效率。

附图说明

[0017] 参照附图来说明本发明的公开内容。应当了解,附图仅仅用于说明目的,而并非意在对本发明的保护范围构成限制。在附图中,相同的附图标记用于指代相同的部件。其中:

[0018] 图1为本发明整体结构示意图;

[0019] 图2为发明在实施例2中的结构示意图;

[0020] 图3为发明在实施例5中的结构示意图。

[0021] 图中标号:1-土壤进料机,2-土壤入口滑道,3-化学药剂罐,4-喷淋器,5-传送带,6-土壤传送滑道,7-转轴调速器,8-挡泥板,9-土壤污染物浓度检测装置,10-土壤回收滑道,11-土壤收集箱,12-VOCs处理装置,13-空气过滤器,14-引风机,15-出风管道,16-节流阀,17-蒸发器,18-压缩机,19-冷凝器,20-回热器,21-电加热器,22-送风机,23-送风管道,24-凝结水管,25-化学处理房,26-热处理房,27-热泵系统房。

具体实施方式

[0022] 为了使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解,现在结合附图对本发明作进一步详细的说明。这些附图均为简化的示意图,仅以示意方式说明本

发明的基本结构,因此其仅显示本发明有关的构成。

[0023] 根据本发明的技术方案,在不变更本发明实质精神下,本领域的一般技术人员可以提出可相互替换的多种结构方式以及实现方式。因此,以下具体实施方式以及附图仅是对本发明的技术方案的示例性说明,而不应当视为本发明的全部或者视为对本发明技术方案的限定或限制。

[0024] 下面结合附图和实施例对本发明的技术方案做进一步的详细说明。

[0025] 实施例1,如图1所示,一种基于热泵热脱附的原地异位土壤修复系统,包括热处理房26和热泵系统房27,热处理房26的顶部一侧通过土壤传送滑道6将土壤输送至传送带5上,传送带5用以传输经过化学药剂处理的土壤,传输过程中使得待处理的土壤与化学药剂和热空气充分接触。

[0026] 热处理房26内部中的传送带5至少设有两台,呈上下层交错分布式结构,上层传送带5的输出端通过挡泥板8将土壤转送到下层传送带5的输入端。通过采用多层(2层或者3层)传送带5传输,减少土壤运送设备长度,减少占地面积。当仅设有两台时,包括第一传送带和第二传送带,第一传送带位于第二传送带的顶部,第一传送带的输出端通过挡泥板8将土壤转送到第二传送带的输入端,挡泥板8倾斜安装在热处理房26的内壁上。热处理房26右侧的挡泥板8设置在热处理房26上层第一传送带出料端旁,挡泥板8在土壤由上层第一传送带转移到下层第二传送带时起导向作用的同时,还起到热空气的导向作用。

[0027] 热处理房26中上层第一传送带的主动轮为左轮,旋转方向为顺时针,热处理房26中下层第二传送带的主动轮为右轮,旋转方向为逆时针。进一步的,第一传送带的一侧和第二传送带的一侧分别安装有转轴调速器7,当然化学处理房25中传送带5也安装了转轴调速器7,转轴调速器7用于改变传动带5的运行速度,便于输送不同干燥程度的土壤。

[0028] 进一步的,第二传送带的输送端顶部安装有土壤污染物浓度检测装置9,土壤污染物浓度检测装置9设置在热处理房最下层第二传送带的末端,用以检测热处理房26中传送带5出口处土壤中的有机污染物的浓度,判断是否符合修复后的要求。

[0029] 热处理房26内部中的传送带5输出端通过土壤回收滑道10与外界的皮肤收集箱11相连接,土壤回收滑道10用以将处理完成的土壤送出整个土壤修复系统。土壤回收滑道10的倾斜度采用可调节式结构,可以在热处理房26外侧且位于土壤回收滑道10底部安装伸缩气缸,通过伸缩气缸的升降实现其倾斜度可调,土壤回收滑道10与热处理房26接触处作良好密封处理。土壤回收滑道10为倾斜放置,倾斜角度可调,可根据土壤粘度改变倾斜角度的大小,此外倾斜的回收滑道10还可以起到热空气的导向作用。

[0030] 热处理房26的顶部通过出风管道15与热泵系统房27的顶部连接,热泵系统房27的一侧通过送风管道23与热处理房26的底部连接,送风管道23的输风口安装有电加热器21,热泵系统房27的内部安装有热泵系统。热处理房26通过送风管道23从下向上输送有热风,热风由热泵系统产生。湿空气在热泵系统中从热处理房26顶部的出风管道15输出,经过加热后变成干燥的热空气又从热处理房26的底部送风管道23进入热处理房26内完成循环作业。

[0031] 作为一种优选的方案,出风管道15的进风端安装有VOCs处理装置12,VOCs处理装置12布置在热处理房26顶部出风管道入口,用以收集吸收空气中携带的土壤中挥发出来的残留有机污染物,避免挥发性有机污染物通过出风管道15给外界环境造成二次污染。另外,

送风管道23的内部安装有引风机14,引风机14为变频式轴流风机,用于将热处理房26内的空气导引至送风管道23。

[0032] 进一步的,VOCs处理装置12内部设置的吸附物质为活性炭。VOCs(挥发性有机物)作为工业废气的主要组成部分,对大气环境和人体影响较大,吸附回收技术主要是利用吸附材料将废气中的有机溶剂吸附下来,并脱附回收利用有机溶剂的方法,在此采用了活性炭作为吸附材料。

[0033] 更进一步的,出风管道15的进风端还安装有空气过滤器13,空气过滤器13配合引风机14将湿空气从热处理房26顶部抽出送回热泵系统中。空气过滤器13可过滤微小颗粒,防止引风机14等后续设备的磨损,并安装集成有温湿度传感器,用于实时监测送风管道23内湿热空气的温湿度。送风管道23靠近出风端的内部安装有送风机22,送风机22为变频式离心风机,送风机22用以将热泵系统产生的热空气送入热处理房26底部,构成风循环系统。

[0034] 实施例2,热泵系统房27的热泵系统通过外界加热装置单独获得。

[0035] 比如,在送风管道23的内部安装有电加热器21,通过电加热器21对空气进行加热构成热泵系统,用于输出热风,为热处理房26提供50-80℃的热空气。在电加热器21中集成有温湿度传感器,当送风管道23中的空气温度低于指定值时,电加热器21工作并将空气加热到指定温度值,其他时候则不工作。

[0036] 再比如,请参阅图2,热泵系统房27的热泵系统由空气源热泵提供,热泵系统房27的内部安装有太阳能预热装置,空气源热泵将外界空气进行收集,并通过太阳能预热装置进行加热,为热处理房26提供50-80℃的热空气,而后通过送风管道23输送至热处理房26内。在天气允许的条件下,对新空气进行预热,达到节约电能的目的。

[0037] 实施例3,热泵系统房27的热泵系统通过回收热处理房26热能,而后再处理利用,排入所述热处理房26中。

[0038] 热处理房26的顶部通过出风管道15与热泵系统房27的顶部连接,热处理房26的底部连接有送风管道23,热处理房26通过送风管道23从下向上输送有热风,热风由热泵系统产生或者由电加热器21产生。比如,在送风管道23的内部安装有电加热器21,通过电加热器21对空气进行加热构成热泵系统,用于输出热风,为所述热处理房26提供50-80℃的热空气。湿空气在热泵系统中从热处理房26顶部的送风管道23输出,经过加热后变成干燥的热空气又从热处理房26的底部送风管道23进入热处理房26内完成循环作业。

[0039] 另外也可以在热泵系统房27的内部其他地方安装电加热器21,通过电加热器21对空气进行加热也可构成简单的热泵系统,用于输出热风。在电加热器21中集成有温湿度传感器,当送风管道23中的空气温度低于指定值时,电加热器21工作并将空气加热到指定温度值,其他时候则不工作。

[0040] 实施例4,在实施例3的基础上,作为一种优选的方案,在其中一实施例中,热泵系统房27的内部还安装有蒸发器17、冷凝器19和回热器20,回热器20选用具有热段和冷段的间壁式回热器。回热器20安装在蒸发器17和冷凝器19之间,蒸发器17的底部通过压缩机18与冷凝器19的底部连接,冷凝器19的顶部通过节流阀16与蒸发器17的顶部连接,冷凝器19安装在电加热器21的外侧,回热器20用于收集从出风管道15输送来的湿空气,经过蒸发器17和冷凝器19的作用后将风输送给电加热器21。整个热泵系统用以产生加热和干燥土壤需要的热空气,其中回热器20用以实现将热处理房26出来的热湿空气的余热回收利用,加热

器21用以加热从冷凝器19出来的温度未达到要求的空气。

[0041] 其中,在热处理房26中,送风机22用以将热泵系统产生的热空气送入热处理房26底部,空气过滤器13配合引风机14用以将湿空气从热处理房26顶部抽出送回热泵系统中的回热器20,湿空气在热泵系统中依次经过回热器20、蒸发器17、回热器20、冷凝器19后变成干燥的热空气又进入热处理房26内进行循环。

[0042] 回热器20通过腔室与蒸发器17的机体连接,其腔室的底部连接有通向外界的凝结水管24。当通过回热器20和蒸发器17的作用而产生的水滴,流到腔体的底部后,从凝结水管24排出本热泵系统。空气经过冷凝器19被加热变成热空气后通过送风机22送入热处理房26,用以加热土壤和吸收土壤中的水分。

[0043] 实施例5,请参阅图3,在实施例1-4任意一项实施例的基础上,还可以新增一个土壤进料机1和化学处理房25来运送并处理土壤。

[0044] 土壤进料机1的输出端通过土壤入口滑道2与化学处理房25相连接,土壤入口滑道2用以将待处理的土壤送到传送带5上,两个处理房之间的连接处均作有良好的密封处理。化学处理房25的顶部安装有化学药剂喷雾装置,化学药剂喷雾装置用以将化学药剂喷淋到土壤中与有机污染物反应。

[0045] 化学药剂喷雾装置包括化学药剂罐3和喷淋器4,化学药剂罐3安装在化学处理房25的外侧顶部,喷淋器4设有多个,沿一条直线设置,每个喷淋器4均通过管路与化学药剂罐3相连接,可通过一个总管连接,喷淋器4安装在化学处理房25的腔室顶部。喷淋器4用以将化学药剂罐3中的化学氧化剂或还原剂喷洒到待处理的土壤中,用以将化学药剂喷淋到土壤中与有机污染物反应。

[0046] 在化学处理房25的内部和热处理房26的内部分别安装有用于运送土壤的传送带5,传送带5用以传输待处理的土壤,传输过程中使得待处理的土壤与化学药剂和热空气充分接触。化学药剂喷雾装置位于化学处理房25内部中的传送带5顶部,化学处理房25内部中的传送带5输出端通过土壤传送滑道6与热处理房26内部中的传送带5进口端连接。

[0047] 继续参阅图3,本发明的工作流程:待处理的土壤从土壤进料机1进入后经过土壤入口滑道2送入化学处理房25中的传送带5后,喷淋器4开始向土壤喷洒化学氧化剂或还原剂,化学药剂罐3中的药剂不固定,根据不同类型的被污染土壤选择不同的化学药剂进行处理。被喷洒化学药剂后的土壤随着传送带5的移动进入到热处理房26,土壤在运动过程中被热处理房26底部流来的热空气充分加热,使化学药剂的处理效率和效果得到提升。这样土壤中化学药剂被加热后活化性得到改进,加强了对有机污染物的降解作用,另外还可以改善土壤环境。加热可以减少水的黏度、增加水的浮力,从而增加有机污染物的可给性,促进有机污染物与化学药剂的充分接触。此外土壤被加热后,土壤中的有机污染物蒸发被热空气带走,使得土壤污染物处理效果提高。

[0048] 热处理房26顶部的空气出口处依次设置VOCs处理装置12和空气过滤器13,VOCs处理装置12为一种活性炭吸附装置,用以吸附空气中携带的土壤中蒸发出来的有机污染物,避免挥发性有机污染物流出造成对环境的二次污染。空气经过空气过滤器13后,空气携带的微小颗粒物等杂物被过滤,减少了引风机14等设备的磨损。热空气从电加热器21构成的热泵系统出来由送风机22送入热处理房26,如此循环。

[0049] 从热处理房26出来的湿空气经引风机14和出风管道15后进入热泵系统,湿空气先

流经间壁式回热器20的热段后到蒸发器17中,制冷剂在蒸发器17中蒸发吸收湿空气的热量,湿空气中的水蒸气降温冷凝下来,从冷凝水管24排出。从蒸发器17出来的冷空气流经回热器20的冷段与热段中的热湿空气换热,可实现热湿空气的余热回收,降低单位供热量和制冷量下的功耗,提高能量的利用效率。预加热后的空气从回热器20出来后流经冷凝器19吸收制冷剂冷凝释放的热量变成热处理房26工作需要的热空气,当从冷凝器19出来的热空气温度低于指定值时电加热器21就会启动工作,将空气加热到指定温度值。热空气从热泵系统出来由送风机22送入热处理房26,如此循环。化学处理房25、热处理房26和热泵系统房27为三个通过管道相连的房间,每两个处理房之间的连接处均作有良好的密封处理。

[0050] 为了提高土壤修复系统的整体运行效率,下层第二传送带的末端设置有土壤污染物浓度监测装置9,空气过滤器13和电加热器21的内部可以分别装设高精度的温湿度传感器,可监测土壤有机污染物的降解处理效果。实施时,可通过外部的智能集成控制系统,匹配热泵系统机组的输出功率、传送带5的主动轮转速、喷淋器4的喷淋流量以及送风机22和引风机14的转速,使系统在兼顾能量利用效率和土壤污染物降解效率的最佳工况下运行。

[0051] 综上所述,本发明所采用的热泵热风循环系统可以选择是循环回收封闭模式,两个系统房的连接处作好良好的密封,可保证土壤中的挥发性有机污染物不会泄漏到环境中,防止对环境造成二次污染。在热处理房26中,使土壤经过化学修复技术与热脱附技术相结合,在加热条件下化学药剂的活化性得到改进,提高了土壤中有机污染物的降解效率。热泵系统中设置了回热器20,使湿空气的余热得到回收利用,降低了单位供热量和制冷量下的功耗,提高能量的利用效率。土壤出口处设置的土壤污染物浓度监测装置9,空气过滤器13和电加热器21设置的温湿度传感器,可实时监测土壤的修复效果,及时匹配化学药剂喷淋器4、传送带5、热泵机组、送风机22、引风机14和电加热器21的工作状态,提高土壤修复系统的整体运行效率,使系统在兼顾能量利用效率和土壤污染物降解效率的最佳工况下运行。

[0052] 本发明采用由电加热器21构成的风循环和热泵系统实现热脱附技术,通过两者的热强化作用,增大土壤中有机污染物降解率,弥补单一修复技术的不足。本发明使用的是基于热泵的中低温热脱附技术,对设备的耐高温、耐磨损要求不高,设备设施成本低。本发明的热脱附修复技术使用的供热方案是热泵供热,热泵能够利用环境中的低品位能,消耗少量的功来产生大量的热量,相比于其它供热方案,热泵的能耗低。本发明的热泵系统在对土壤加热过程中,不仅能回收来自热处理房空气中的潜热和显热,在蒸发器和冷凝器之间设置的间壁式回热器还能起到对来自热处理房的热湿空气进行干燥和余热回收,降低单位供热量和制冷量下的功耗,提高能量利用效率。与传统的高温加热相比,热泵能够有效的控制环境的湿度和温度在-20~100℃任意可调。

[0053] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。

[0054] 以上所述的具体实施方式,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步

详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施方式,并不用于限定本发明保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应含在本发明的保护范围之内。

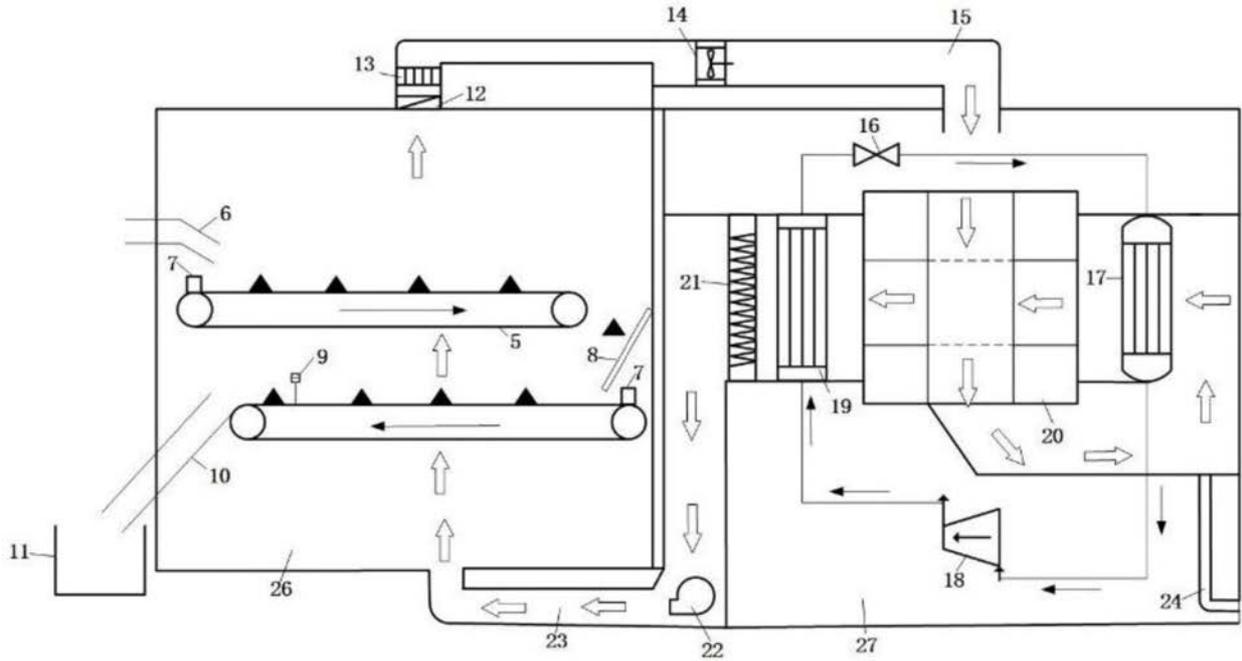


图1

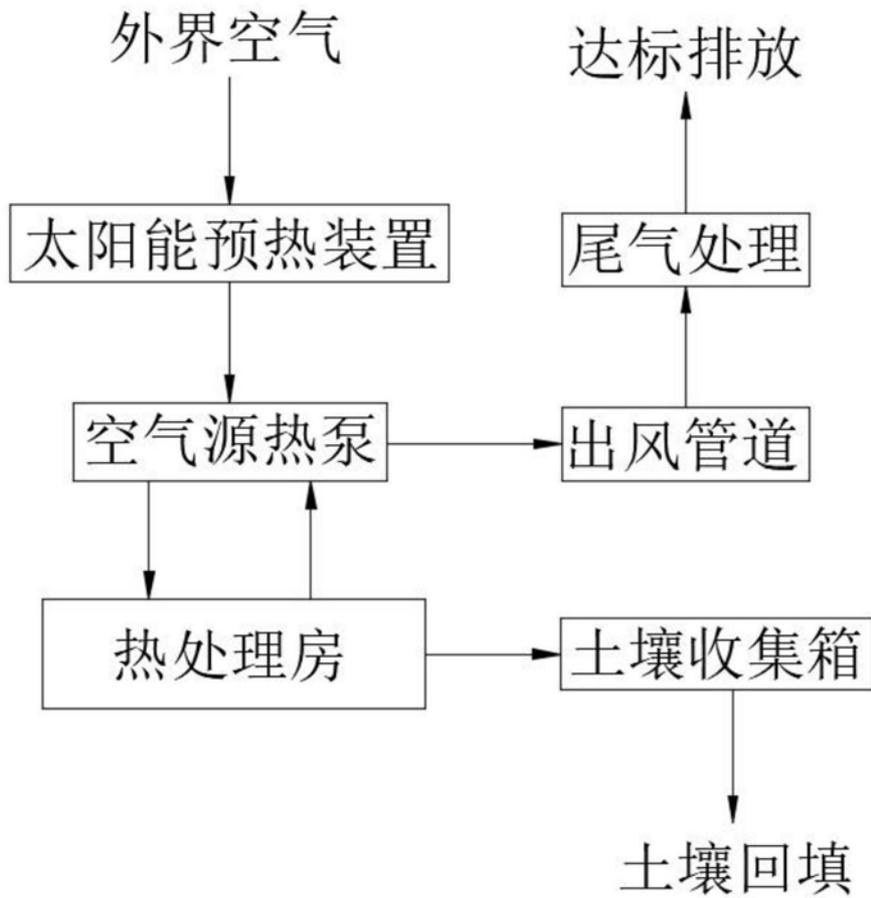


图2

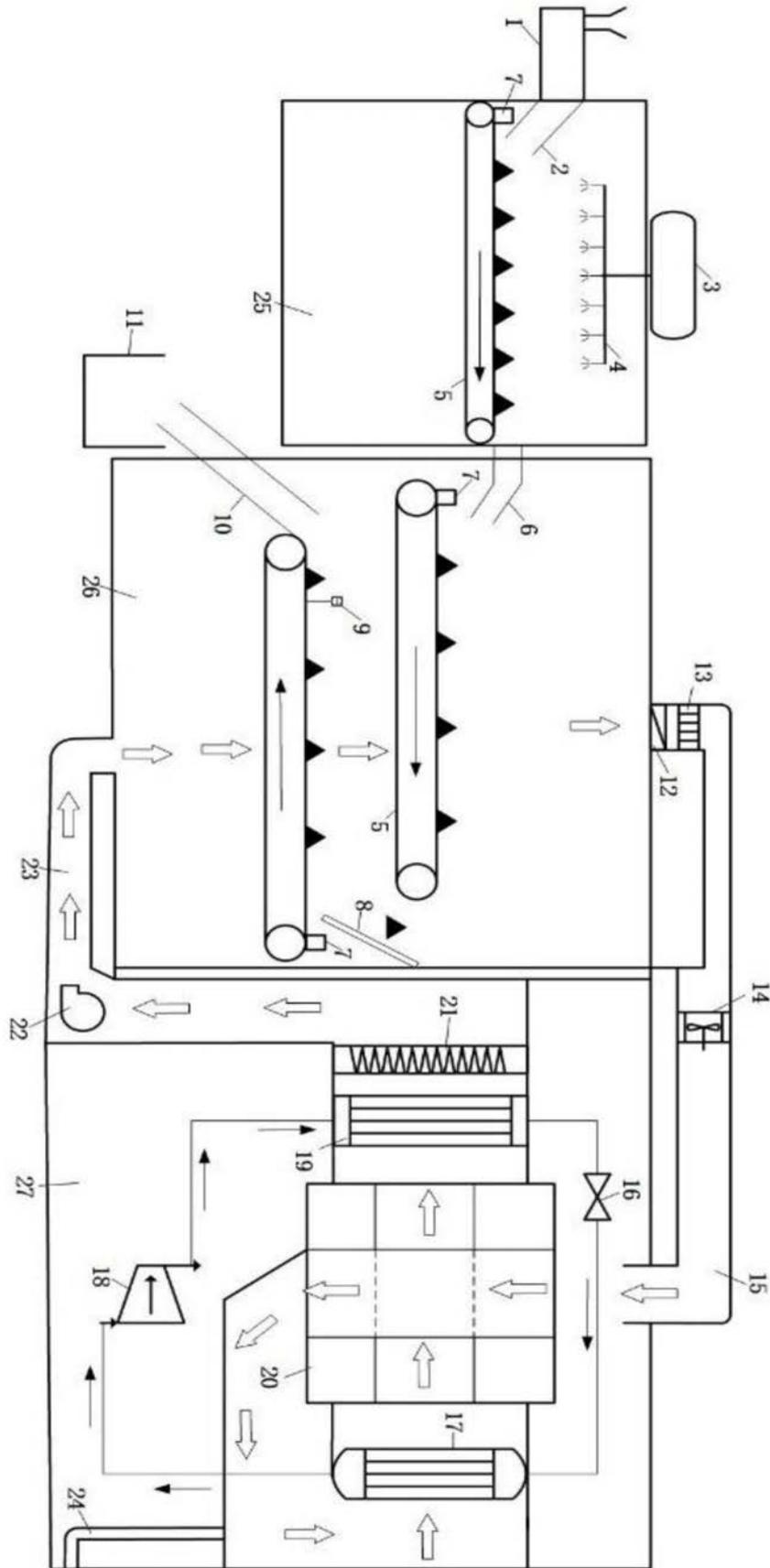


图3