



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101618930 B

(45) 授权公告日 2011. 07. 20

(21) 申请号 200910089938. 4

(22) 申请日 2009. 07. 28

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华大学热能工程系

专利权人 曲颂华

袁锡强

李星文

(72) 发明人 姜培学 张富珍 曲颂华 袁锡强 李星文

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 徐宁 关畅

(51) Int. Cl.

C02F 11/12 (2006. 01)

F24J 2/00 (2006. 01)

F25B 30/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101140117 A, 2008. 03. 12, 说明书第 3 页第 8 行至倒数第 1 行.

CN 201129861 Y, 2008. 10. 08, 实施例 1-2.

CN 1563830 A, 2005. 01. 12, 说明书第 2 页倒数第 1 行至第 4 页倒数第 1 行.

CN 101216243 A, 2008. 07. 09, 说明书第 3 页第 6 行至第 4 页倒数第 1 行.

JP 特开 2003-56818 A, 2003. 02. 26, 说明书第【0010】至【0015】段.

审查员 佟婧怡

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

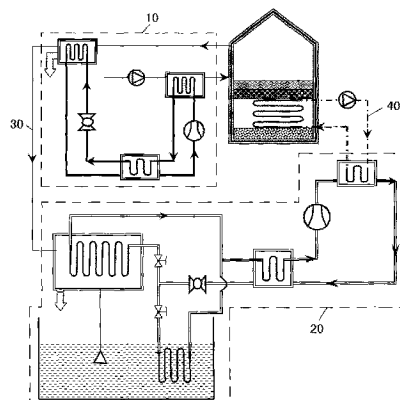
(54) 发明名称

一种污泥干化系统及其使用方法

(57) 摘要

本发明涉及一种污泥干化系统及其使用方法, 它包括跨临界热泵辅助供热回路、热泵辅助供热回路、空气加热及废热回收回路和热水循环回路; 跨临界热泵辅助供热回路包括蒸发器, 内部换热器、压缩机、气体冷却器和节流阀; 热泵辅助供热回路包括另一蒸发器、污水废热回收蒸发器、另一内部换热器, 另一压缩机、冷凝器、另一节流阀、两截止阀和污水池; 空气加热及废热回收回路包括温室、空压机、排载气口、第一个蒸发器、另一蒸发器和一冷凝器; 热水循环回路包括水泵、温室和热泵辅助供热回路中的冷凝器; 本发明采用温室获得太阳能加热污泥, 以及跨临界热泵辅助供热回路和热泵辅助供热回路回收吸湿空气的显热和潜热加热污泥, 降低了污泥干化能耗。本发明可广泛应用于各种污泥处理领域中。

CN 101618930 B



1. 一种污泥干化系统,其特征在于:它包括一跨临界热泵辅助供热回路、一热泵辅助供热回路、一空气加热及废热回收回路和一热水循环回路;

所述跨临界热泵辅助供热回路包括第一蒸发器、第一内部换热器、气体冷却器和第一压缩机,所述第一蒸发器的热泵工质出口通过所述第一内部换热器依次连接所述第一压缩机和气体冷却器的一进口,所述气体冷却器对应的一出口通过所述第一内部换热器连接所述第一蒸发器的热泵工质入口;

所述热泵辅助供热回路包括第二蒸发器、污水废热回收蒸发器、第二内部换热器、第二压缩机和一冷凝器,所述第二蒸发器的热泵工质出口和污水废热回收蒸发器的出口通过所述第二内部换热器依次连接所述第二压缩机和冷凝器的一进口,所述冷凝器对应的一出口通过所述第二内部换热器并联到所述第二蒸发器的热泵工质入口和污水废热回收蒸发器的入口,所述第二蒸发器上设置有一冷凝水出口,所述污水废热回收蒸发器设置在一污水池内;

所述空气加热及废热回收回路包括一温室和一空压机,所述温室的载气出口通过所述跨临界热泵辅助供热回路中所述第一蒸发器连接所述热泵辅助供热回路中所述第二蒸发器,所述第二蒸发器连接一设置在所述污水池内的排载气口,所述空压机通过所述跨临界热泵辅助供热回路中所述气体冷却器连接所述温室的载气入口;

所述热水循环回路包括一水泵,所述水泵的入口连接所述温室的出水口,所述水泵的出口通过所述热泵辅助供热回路中的所述冷凝器连接温室的入水口。

2. 如权利要求1所述的一种污泥干化系统,其特征在于:所述跨临界热泵辅助供热回路中,所述第一蒸发器的热泵工质入口与所述第一内部换热器之间设置有一节流阀。

3. 如权利要求1所述的一种污泥干化系统,其特征在于:所述热泵辅助供热回路中,所述第二内部换热器的出口连接另一节流阀,所述节流阀出口分成两路,分别通过一截止阀连接所述第二蒸发器和所述污水废热回收蒸发器的入口。

4. 如权利要求2所述的一种污泥干化系统,其特征在于:所述热泵辅助供热回路中,所述第二内部换热器的出口连接另一节流阀,所述节流阀出口分成两路,分别通过一截止阀连接所述第二蒸发器和所述污水废热回收蒸发器的入口。

5. 如权利要求1或2或3或4所述的一种污泥干化系统,其特征在于:所述温室底层上设置有一保温层,所述保温层的顶部设置有一加热盘管,所述加热盘管的顶部设置有导热地板,所述温室的房顶和墙体采用易于产生温室效应的材料。

6. 如权利要求1或2或3或4所述的一种污泥干化系统,其特征在于:所述跨临界热泵辅助供热回路的热源为废热湿载气,所述热泵辅助供热回路的热源为废热湿载气和所述污水池中的污水。

7. 如权利要求5所述的一种污泥干化系统,其特征在于:所述跨临界热泵辅助供热回路的热源为废热湿载气,所述热泵辅助供热回路的热源为废热湿载气和所述污水池中的污水。

8. 一种如权利要求7所述的污泥干化系统的使用方法,其特征在于:

1) 设置一跨临界热泵辅助供热回路、一热泵辅助供热回路、一空气加热及废热回收回路和一热水循环回路;跨临界热泵辅助供热回路包括第一蒸发器,第一内部换热器、第一压缩机、气体冷却器和第一节流阀;热泵辅助供热回路包括第二蒸发器,污水废热回收蒸发

器、第二内部换热器,第二压缩机、一冷凝器、第二节流阀、两截止阀和一污水池;空气加热及废热回收回路包括一温室、一空压机、一设置在污水池内的排载气口、第一蒸发器、第二蒸发器和一冷凝器;

2) 跨临界热泵辅助供热回路中流经第一蒸发器的热泵工质吸收第一蒸发器内载气的热量而蒸发,经过第一内部换热器后经第一压缩机升温升压,在气体冷却器内将热量再传给载气后,再经过第一内部换热器进一步降温后,经第一节流阀降温降压回到第一蒸发器;

3) 光照充足时,连接污水废热回收蒸发器入口的截止阀关闭,热泵辅助供热回路中第二蒸发器的热泵工质吸收第二蒸发器内载气的热量,经过第二内部换热器后经第二压缩机升温升压,在冷凝器内将热量再传给循环热水后,再经过第二内部换热器而过冷,经第二节流阀降温降压后回到第二蒸发器;

光照不足或系统启动阶段,两截止阀都开启,热泵辅助供热回路中第二蒸发器的热泵工质和污水废热回收蒸发器的热泵工质分别吸收第二蒸发器内载气的热量和污水池内污水的热量而蒸发,经过第二内部换热器而过热,经第二压缩机升温升压,在冷凝器内将热量再传给循环热水后,再经过第二内部换热器而过冷,经第二节流阀降温降压后回到第二蒸发器;

4) 外界载气经空压机压缩后经跨临界热泵辅助供热回路中的气体冷却器进入温室,加热污泥后依次经跨临界热泵辅助供热回路中的第一蒸发器和热泵辅助供热回路中的第二蒸发器后,排入污水池内冷却排空;

5) 流经水泵的循环热水依次进入热泵辅助供热回路中的冷凝器和加热盘管,将热量传递给导热地板后,再经过水泵升压,进入冷凝器。

9. 如权利要求 8 所述的一种污泥干化系统的使用方法,其特征在于:所述跨临界热泵辅助供热回路中,所述第一蒸发器的热泵工质入口与所述第一内部换热器之间设置有一节流阀。

10. 如权利要求 8 所述的一种污泥干化系统的使用方法,其特征在于:所述热泵辅助供热回路中,所述第二内部换热器的出口连接第二节流阀,所述节流阀出口分成两路,分别通过一截止阀连接所述第二蒸发器和所述污水废热回收蒸发器的入口。

11. 如权利要求 9 所述的一种污泥干化系统的使用方法,其特征在于:所述热泵辅助供热回路中,所述第二内部换热器的出口连接第二节流阀,所述节流阀出口分成两路,分别通过一截止阀连接所述第二蒸发器和所述污水废热回收蒸发器的入口。

12. 如权利要求 8 或 9 或 10 或 11 所述的一种污泥干化系统的使用方法,其特征在于:所述温室底层上设置有一保温层,所述保温层的顶部设置有一加热盘管,所述加热盘管的顶部设置有导热地板,所述温室的房顶和墙体采用易于产生温室效应的材料。

13. 如权利要求 8 或 9 或 10 或 11 所述的一种污泥干化系统的使用方法,其特征在于:所述跨临界热泵辅助供热回路的热源为废热湿载气,所述热泵辅助供热回路的热源为废热湿载气和所述污水池中的污水。

14. 如权利要求 12 所述的一种污泥干化系统的使用方法,其特征在于:所述跨临界热泵辅助供热回路的热源为废热湿载气,所述热泵辅助供热回路的热源为废热湿载气和所述污水池中的污水。

一种污泥干化系统及使用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种污泥处理系统及使用方法,特别是关于一种利用太阳能和双热泵循环装置辅助供热的污泥干化系统及使用方法。

背景技术

[0002] 据环境部最新统计,截至 2007 年我国已经投入运行的城镇污水处理设施达到 1178 个,总设计处理能力 7243 万吨/日,平均每天处理污水 5320 万吨,据此 2007 年全国产生含水率 80% 的污泥泥饼约为 1460 万吨。我国污泥无害化处理率非常低,即使是发达城市也仅为 20% 至 25%,成为城市污水处理最主要的二次污染源。污泥产生量的与日俱增与污泥处理能力的严重不足、处理手段的严重落后形成尖锐的矛盾,大量的湿污泥随意外运、简单填埋或堆放,致使许多城市出现了“污泥围城”的现象,污泥处理问题已经成为我国无法回避的城市环境问题。

[0003] 污泥处理应遵循的原则是:减量化、稳定化和无害化。最有效的减量化方式是热干化,将污泥含水率从 80% 降低到 10% 以下,最终含固率可以在 60% -95%;最廉价的减量化方法是堆肥,含水率从 80% 以上降到 30% 以下,但占地巨大,臭气处理难度大;最彻底的减量化方式是焚烧,减量至原湿泥体积的 15% 以下,但是最昂贵的处理方案,一般来说必须与热干化并行考虑。污泥处理是一个高能耗、高投入的过程,主要在于含水率在 80% 以后的污泥很难靠机械脱水机进一步脱水,常见的方法是采用加热蒸发将水除掉。这是污泥处理过程中能量消耗最大的环节,也是决定污泥处理成本的主要因素。目前的污泥热干化技术或采用高温烟气直接干燥,或采用废气预热空气或导热油干燥,或采用余热锅炉产生蒸汽干燥,这些方法的热源或来自常规燃料燃烧,或来自添加常规燃料的干燥污泥的燃烧,热干化成本都非常高,严重制约了污泥处理技术的推广。而且,目前我国污泥处理问题随着城市化进程的加快将更加严峻,10-50 万人口的小城镇将会如雨后春笋般建设起来,在这些区域相对较小的污泥量不宜于建立可行的污泥干化焚烧系统,发展低能耗的污泥脱水或者干燥方法,成为降低污泥处理成本的关键,也是污泥处理的关键技术问题。

发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明的目的是提供一种太阳能和热泵技术相结合、能耗较低的污泥干化系统及使用方法。

[0005] 为实现上述目的,本发明采取以下技术方案:一种污泥干化系统,其特征在于:它包括一跨临界热泵辅助供热回路、一热泵辅助供热回路、一空气加热及废热回收回路和一热水循环回路;所述跨临界热泵辅助供热回路包括一蒸发器、一内部换热器、一气体冷却器和一压缩机,所述蒸发器的热泵工质出口通过所述内部换热器依次连接所述压缩机和气体冷却器的一进口,所述气体冷却器对应的一出口通过所述内部换热器连接所述蒸发器的热泵工质入口;所述热泵辅助供热回路包括另一蒸发器、一污水废热回收蒸发器、另一内部换热器、另一压缩机和一冷凝器,所述蒸发器的热泵工质出口和污水废热回收蒸发器的出口

通过所述另一内部换热器依次连接所述另一压缩机和冷凝器的一进口,所述冷凝器对应的一出口通过所述内部换热器并联到所述蒸发器的热泵工质入口和污水废热回收蒸发器的入口,所述蒸发器上设置有一冷凝水出口,所述污水废热回收蒸发器设置在一污水池内;所述空气加热及废热回收回路包括一温室和一空压机,所述温室的载气出口通过所述跨临界热泵辅助供热回路中所述蒸发器连接所述热泵辅助供热回路中所述另一蒸发器,所述另一蒸发器连接一设置在所述污水池内的排载气口,所述空压机通过所述跨临界热泵辅助供热回路中所述冷凝器连接所述温室的载气入口;所述热水循环回路包括一水泵,所述水泵的入口连接所述温室的出水口,所述水泵的出口通过所述热泵辅助供热回路中的所述冷凝器连接温室的入水口。

[0006] 所述跨临界热泵辅助供热回路中,所述蒸发器的热泵工质入口与所述内部换热器之间设置有一节流阀。

[0007] 所述热泵辅助供热回路中,所述内部换热器的出口连接另一节流阀,所述节流阀出口分成两路,分别通过一截止阀连接所述另一蒸发器和所述污水废热回收蒸发器的入口。

[0008] 所述温室底层上设置有一保温层,所述保温层的顶部设置有一加热盘管,所述加热盘管的顶部设置有导热地板,所述温室的房顶和墙体采用易于产生温室效应的材料。

[0009] 所述跨临界热泵辅助供热回路的热源为废热湿载气,所述热泵辅助供热回路的热源为废热湿载气和所述污水池中的污水。

[0010] 所述污泥干化系统的使用方法,其特征在于:1) 设置一跨临界热泵辅助供热回路、一热泵辅助供热回路、一空气加热及废热回收回路和一热水循环回路;跨临界热泵辅助供热回路包括一蒸发器,一内部换热器、一压缩机、一气体冷却器和一节流阀;热泵辅助供热回路包括另一蒸发器,一污水废热回收蒸发器、另一内部换热器,另一压缩机、一冷凝器、另一节流阀、两截止阀和一污水池;空气加热及废热回收回路包括一温室、一空压机、一设置在污水池内的排载气口、第一个蒸发器、另一蒸发器和一冷凝器;2) 跨临界热泵辅助供热回路中流经蒸发器的热泵工质吸收蒸发器内载气的热量而蒸发,经过内部换热器后经压缩机升温升压,在气体冷却器内将热量再传给载气后,再经过内部换热器进一步降温后,经节流阀降温降压回到蒸发器;3) 光照充足时,连接污水废热回收蒸发器入口的截止阀关闭,热泵辅助供热回路中蒸发器的热泵工质吸收蒸发器内载气的热量,经过内部换热器后经压缩机升温升压,在冷凝器内将热量再传给循环热水后,再经过内部换热器而过冷,经节流阀降温降压后回到蒸发器;光照不足或系统启动阶段,两截止阀都开启,热泵辅助供热回路中蒸发器的热泵工质和污水废热回收蒸发器的热泵工质分别吸收蒸发器内载气的热量和污水池内污水的热量而蒸发,经过内部换热器而过热,经压缩机升温升压,在冷凝器内将热量再传给循环热水后,再经过内部换热器而过冷,经节流阀降温降压后回到蒸发器;4) 外界载气经空压机压缩后经跨临界热泵辅助供热回路中的气体冷却器进入温室,加热污泥后依次经跨临界热泵辅助供热回路中的蒸发器和热泵辅助供热回路中的蒸发器后,排入污水池内冷却排空;5) 流经水泵的循环热水依次进入热泵辅助供热回路中的冷凝器和加热盘管,将热量传递给导热地板后,再经过水泵升压,进入冷凝器。

[0011] 所述跨临界热泵辅助供热回路中,所述蒸发器的热泵工质入口与所述内部换热器之间设置有一节流阀。

[0012] 所述热泵辅助供热回路中,所述内部换热器的出口连接另一节流阀,所述节流阀出口分成两路,分别通过一截止阀连接所述另一蒸发器和所述污水废热回收蒸发器的入口。

[0013] 所述温室底层上设置有一保温层,所述保温层的顶部设置有一加热盘管,所述加热盘管的顶部设置有导热地板,所述温室的房顶和墙体采用易于产生温室效应的材料。

[0014] 所述跨临界热泵辅助供热回路的热源为废热湿载气,所述热泵辅助供热回路的热源为废热湿载气和所述污水池中的污水。

[0015] 本发明由于采取以上技术方案,其具有以下优点:1、本发明由于采用温室获得太阳能来加热空气和污泥,并采用跨临界 R134a 热泵辅助供热回路和 R245fa 热泵辅助供热回路回收吸湿空气的显热和潜热,通过热泵循环提高热泵工质的温度,使热泵工质能够直接加热使污泥干化的空气和循环热水。提高了污泥干化产量,降低了污泥的干化能耗,有利于污泥的资源化利用。2、本发明由于采用将太阳能和热泵技术相结合,既可以充分利用太阳能的优点,又可以由于太阳能的补充,使以回收废热作为热泵的低温热源成为可能,提高了热泵的制热系数。太阳能和热泵的联合运行,可以大幅度降低污泥热干化所需要的能耗,并且干燥后的污泥可制成有机颗粒、有机复合肥和有机微生物肥,有利于农业循环经济的实现。3、本发明由于采用跨临界 R134a 热泵辅助供热回路从废热湿空气中吸取废热,利用 R134a 热泵工质在超临界状态的冷却放热来加热环境载气,使得 R134a 热泵循环的热泵系数很高,可达 5.5 以上,极大地节约了能源。4、本发明由于采用的热泵辅助供热回路从废热湿空气、污水池中吸取废热,利用热泵循环提高 R245fa 热泵工质的温度和压力,用来加热循环热水。由于 R245fa 热泵工质具有良好的高温特性,使得其在冷凝温度达到 95℃ 时排气温度也不会超过 110℃,优良的热泵工质特性和较高的低温热源温度使得该热泵循环的热泵系数达到 3.5 以上。5、本发明由于设置有温室,温室底层上设置有一保温层,防止温室内的热量散发到温室外。保温层的顶层设置有一地板加热盘管,加热盘管的顶层设置有导热地板,并在温室的房顶和墙体采用易于产生温室效应的材料,以便较好的吸收太阳能用来加热温室内的空气和污泥。温室的房顶和墙体具有良好的封闭性,防止热损失,并且,温室底部的三层复合结构地板可从循环热水中吸收热量,加热污泥,并能防止热量向土壤渗漏。本发明可广泛应用于各种污泥处理领域中。

附图说明

[0016] 图 1 是本发明的整体结构示意图

[0017] 图 2 是本发明的跨临界热泵辅助供热回路结构示意图

[0018] 图 3 是本发明的热泵辅助供热回路结构示意图

[0019] 图 4 是本发明的空气加热及废热回收回路结构示意图

[0020] 图 5 是本发明的热水循环回路结构示意图

具体实施方式

[0021] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细的描述。

[0022] 如图 1 所示,本发明包括一跨临界热泵辅助供热回路 10、一热泵辅助供热回路 20、一空气加热及废热回收回路 30 和一热水循环回路 40。

[0023] 如图 2 所示,本发明的跨临界热泵辅助供热回路 10 包括一热泵工质采用 R134a(四氟乙烷)的蒸发器 11、一内部换热器 12、一压缩机 13、一气体冷却器 14 和一节流阀 15。蒸发器 11 的热泵工质出口连接内部换热器 12,内部换热器 12 通过压缩机 13 连接气体冷却器 14 的一进口。气体冷却器 14 对应的一出口通过管道连接内部换热器 12,内部换热器 12 通过节流阀 15 连接蒸发器 11 的热泵工质入口。其中,蒸发器 11 上设置有一冷凝水出口 111。

[0024] 跨临界热泵辅助供热回路 10 从废热湿载气中吸取废热,利用热泵循环提高 R134a 热泵工质的温度和压力,用来加热环境载气。由于超临界状态的 R134a 热泵工质冷却过程产生的温度滑移可以与环境载气的温度提升很好地匹配,以及跨临界 R134a 热泵工质的热泵循环以废热湿空气为低温热源,因此本发明采用的 R134a 热泵循环的热泵系数很高,可达 5.5 以上,极大地节约了能源。

[0025] 如图 3 所示,本发明的热泵辅助供热回路 20 包括另一热泵工质采用 R245fa(五氟丙烷)的蒸发器 21、一污水废热回收蒸发器 22、另一内部换热器 23、另一压缩机 24、一冷凝器 25、另一节流阀 26 和两截止阀 27、28。蒸发器 21 的热泵工质出口与污水废热回收蒸发器 22 的出口并联,二者通过管道和内部换热器 23 连接。内部换热器 23 通过压缩机 24 连接冷凝器 25 的一进口,冷凝器 25 对应的一出口通过管道连接内部换热器 23。内部换热器 23 通过节流阀 26 分别连接两截止阀 27、28。截止阀 27 通过管道连接污水废热回收蒸发器 22 的入口,截止阀 28 通过管道连接蒸发器 21 的热泵工质入口,在蒸发器 21 上设置有一冷凝水出口 211。其中,污水废热回收蒸发器 22 设置在一污水池 29 内,以便吸取污水池 29 中污水的热量。

[0026] 热泵辅助供热回路 20 从废热湿载气、污水池 29 中吸取废热,利用热泵循环提高 R245fa 热泵工质的温度和压力,用来加热循环热水。由于 R245fa 热泵工质具有良好的高温特性,使得其在冷凝温度达到 95℃时排气温度也不会超过 110℃。本发明采用的 R245fa 具有优良的热泵工质特性和较高的低温热源温度,因此,使得热泵辅助供热回路 20 的热泵系数达到 3.5 以上。

[0027] 如图 4 所示,本发明的空气加热及废热回收回路 30 包括一用于加热干燥污泥的温室 31、一排载气口 32 和一空压机 33。温室 31 的载气出口通过管道连接热泵工质为 R134a 的蒸发器 11,蒸发器 11 通过管道连接热泵工质为 R245fa 的蒸发器 21,蒸发器 21 通过管道连接一排载气口 32,排载气口 32 设置在污水池 29 内。空压机 33 通过热泵工质为 R134a 的气体冷却器 14 连接温室 31 的载气入口。

[0028] 温室 31 底层上设置有一保温层 311,防止温室 31 内的热量散发到温室 31 外。保温层 311 的顶层设置有一加热盘管 312,加热盘管 312 的顶层设置有导热地板 313,导热地板 313 上放置有待处理的污泥。其中,温室 31 的房顶和墙体采用易于产生温室效应的材料,以便较好的吸收太阳能用来加热温室 31 内的空气和污泥,温室 31 的房顶和墙体具有良好的封闭性,防止热损失。并且,温室 31 内的导热地板 313 可从流经加热盘管 312 的循环热水中吸收热量,加热污泥,并能防止热量向外界渗漏。

[0029] 如图 5 所示,本发明的热水循环回路 40 用于加热导热地板 313,它包括一水泵 41,水泵 41 的入口通过管道连接温室 31 的出水口,水泵 41 的出口通过管道连接冷凝器 25,冷凝器 25 的出口通过管道连接温室 31 的进水口。

[0030] 本发明在使用时,利用太阳能和两个热泵辅助供热回路对系统进行供热,污泥干化的方法如下:

[0031] 1) 由温室 31 流出的废热湿载气通过管道流入热泵工质为 R134a 的蒸发器 11,蒸发器 11 内低温低压的 R134a 热泵工质从废热湿空气中吸取热量,从而使废热湿空气放热降湿。换热后的 R134a 热泵工质在蒸发器 11 吸热蒸发成气态后由管道进入内部换热器 12 内,与来自气体冷却器 14 的高压 R134a 热泵工质换热而达到过热状态。过热状态的 R134a 热泵工质经过管道进入压缩机 13 被压缩至超临界的高温高压状态。超临界的高温高压 R134a 热泵工质进入气体冷却器 14,向来自空压机 33 的环境载气放热。冷却后的 R134a 热泵工质再由管道进入内部换热器 12 内,进一步降温。降温后的 R134a 热泵工质经过管道进入节流阀 15 被节流、降压降温后,流入蒸发器 11 内循环工作,实现跨临界 R134a 热泵装置循环。

[0032] 2) 在光照充足时,截止阀 27 关闭,由蒸发器 11 流出的被初步冷却除湿的废热湿载气进入热泵工质为 R245fa 的蒸发器 21,废热湿载气与低温低压的 R245fa 热泵工质换热,废热湿载气被冷却降温,废热湿载气内的部分水蒸气冷凝析出,由冷凝水出口 211 排到污水池 29 中。吸热后的低压 R245fa 热泵工质进入内部换热器 23 内,与流经内部换热器 23 的高压 R245fa 热泵工质换热,达到过热状态。过热状态的 R245fa 热泵工质进入压缩机 24 被压缩至高温高压状态,再进入冷凝器 25 内,能够直接加热循环热水, R245fa 热泵工质被循环热水由气态冷却成液态,再重新进入内部换热器 23 内,进一步降温过冷。降温后的热泵工质进入节流阀 26 被节流、降压降温后,流入蒸发器 21 内循环工作;

[0033] 在光照不足或系统启动阶段,截止阀 27 和 28 都开启,低压 R245fa 热泵工质在蒸发器 21 和污水废热回收蒸发器 22 内分别吸收废热湿空气和污水的热量而蒸发。低压 R245fa 热泵工质的蒸汽经过内部换热器 23 后达到过热状态,然后进入压缩机 24,被压缩至高温高压状态,再进入冷凝器 25 内加热循环热水, R245fa 热泵工质被循环热水由气态冷却成液态,再重新进入内部换热器 23 内,进一步降温过冷。降温后的热泵工质进入节流阀 26 使 R245fa 热泵工质降压降温后,再流入蒸发器 21 和污水废热回收蒸发器 22 内循环工作。

[0034] 3) 利用空压机 33 提供环境载气流经气体冷却器 14、温室 31、热泵工质为 R134a 的蒸发器 11 以及热泵工质为 R245fa 的蒸发器 21 所需要的动力。载气经空气加热及废热回收回路 30 中的空压机 33 压缩以后,流经气体冷却器 14 吸取超临界 R134a 热泵工质的热量,使载气温度提高、相对湿度降低,具备了吸湿能力后进入温室 31,加热污泥并吸收其蒸发出来的水分,然后排出温室 31,依次流经热泵工质为 R134a 的蒸发器 11 和热泵工质为 R245fa 的蒸发器 21。热载气本身放热降湿,而 R134a 和 R245fa 两种热泵工质回收废热后蒸发,最后废载气排入污水池 29 内,冷却排空。

[0035] 4) 利用循环水泵 41 提供的循环热水流经热泵工质为 R245fa 的冷凝器 25 的动力,以及流经地板加热盘管 312 和热水供热管道的动力。循环热水流经水泵 41 后进入冷凝器 25,与高温高压的 R245fa 热泵工质换热,循环热水温度提高,然后进入加热盘管 312,并将热量传递给导热地板 313,循环热水温度降低。温度降低后的循环热水可再经过水泵 41 升压,进入冷凝器 25 重新吸取热量,使热水温度提高。热水重新具备加热能力后再重新进行热水循环工作。

[0036] 综上所述,本发明通过太阳能温室 31、双热泵系统 10 和 20、空气加热及废热回收回路 30 和热水循环回路 40 的联合运行,利用绿色无污染的太阳能提供污泥干燥所需要的

部分热量,一方面具有节能优势,另一方面降低了需要双热泵循环提供的热量,间接降低了双热泵循环从低温热源中吸收的热量,使得双热泵循环以温室 31 排出的废热湿空气作为低温热源成为可能,从而提高了双热泵循环的蒸发温度,提高了系统的经济性,对于污泥处理尤其是小城镇的污泥处理具有较强的应用前景。

[0037] 上述各实施例仅是本发明的优选实施方式,在本技术领域内,凡是基于本发明技术方案上的变化和改进,不应排除在本发明的保护范围之外。

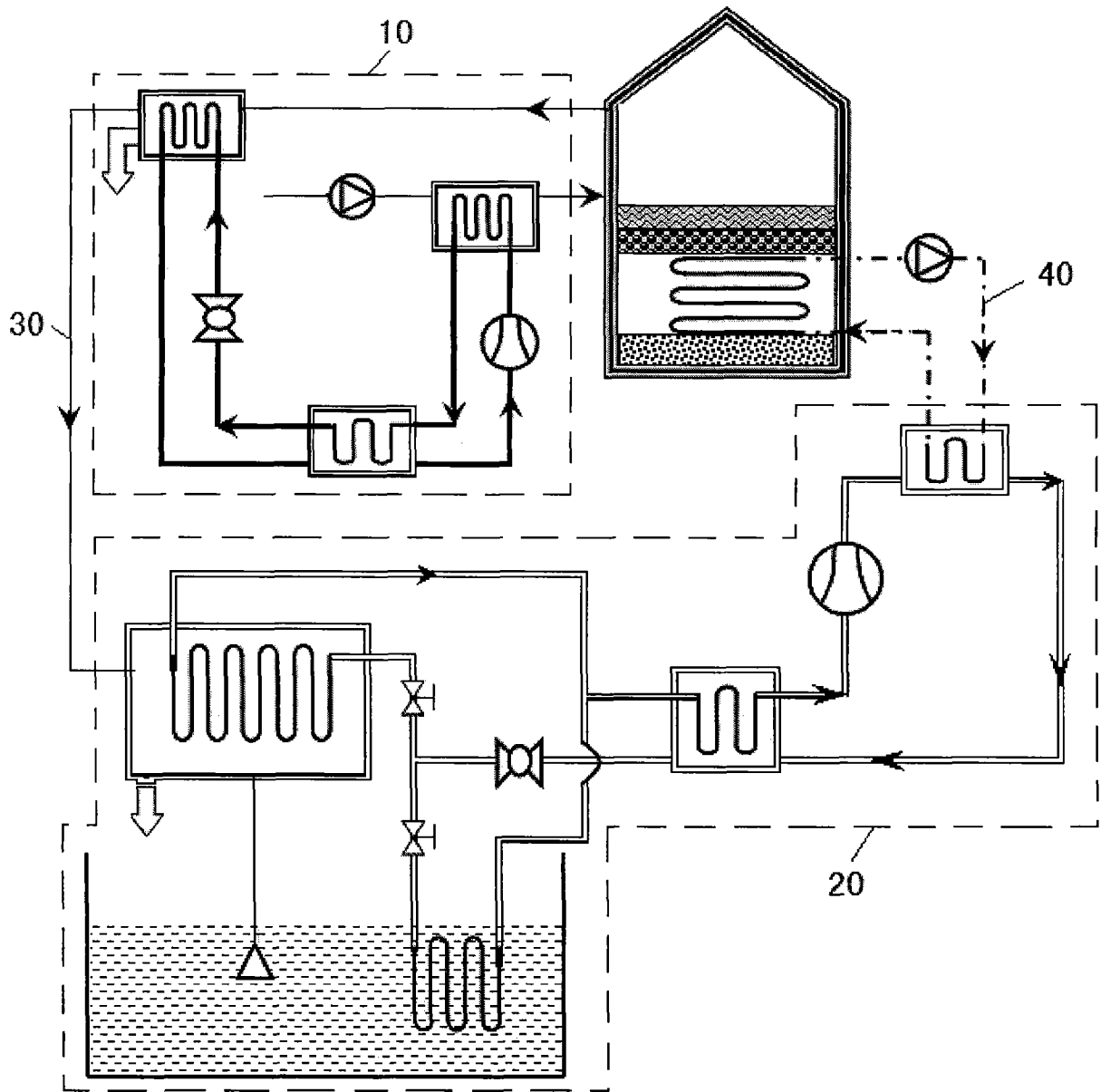


图 1

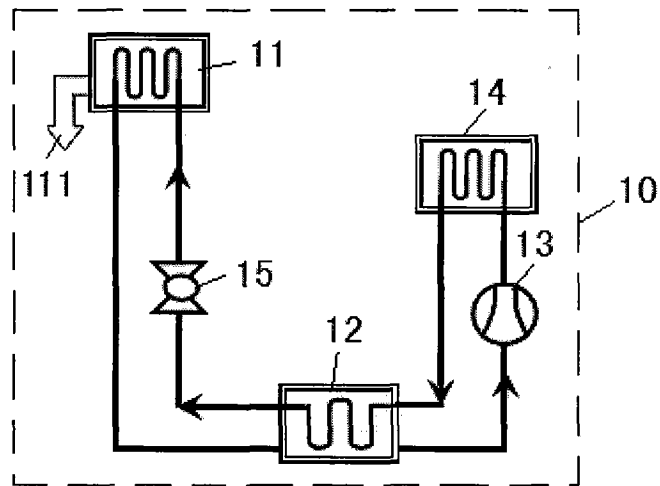


图 2

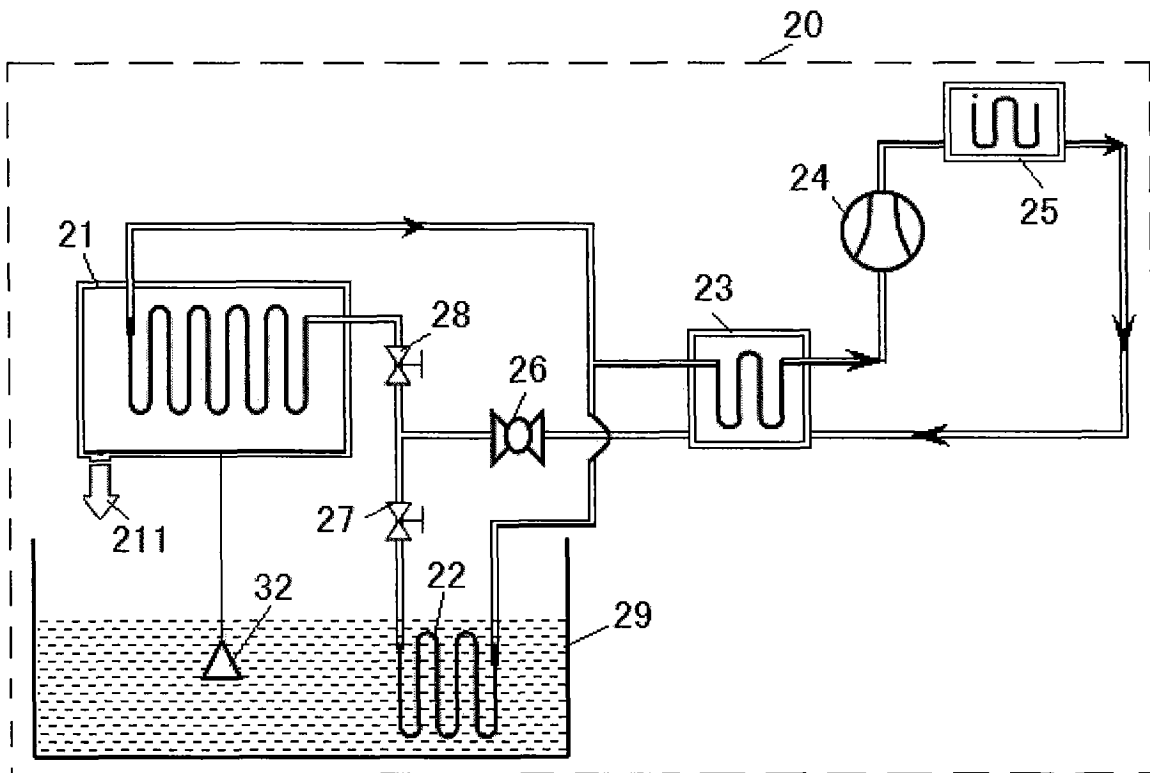


图 3

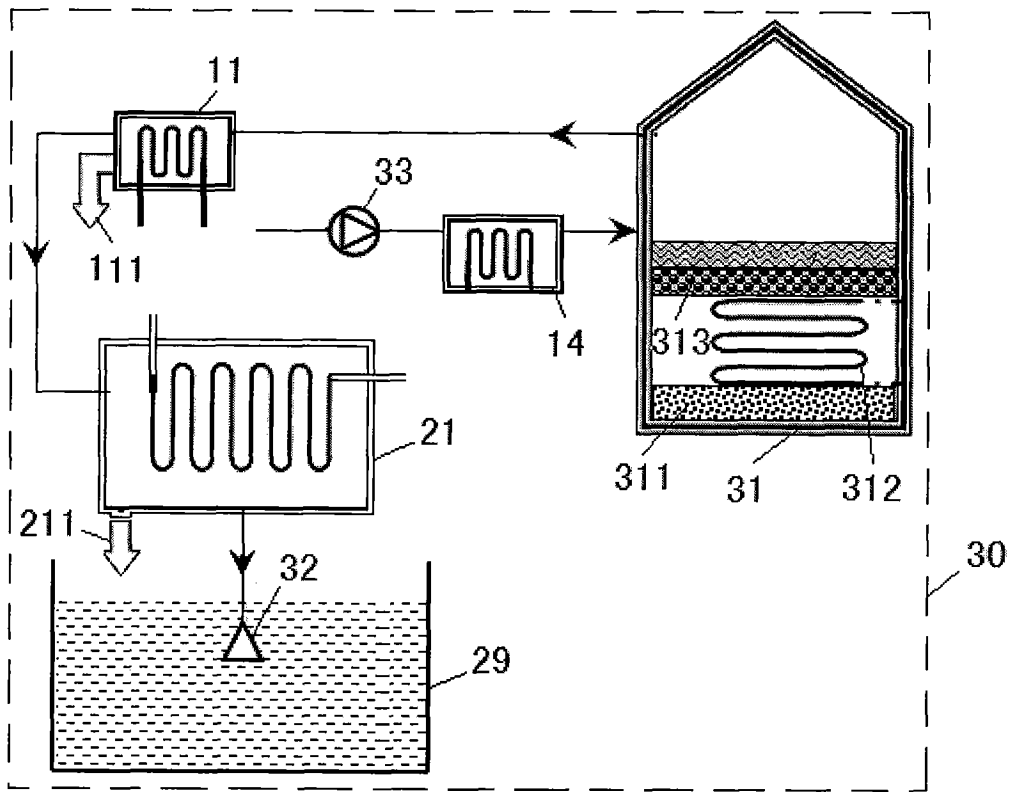


图 4

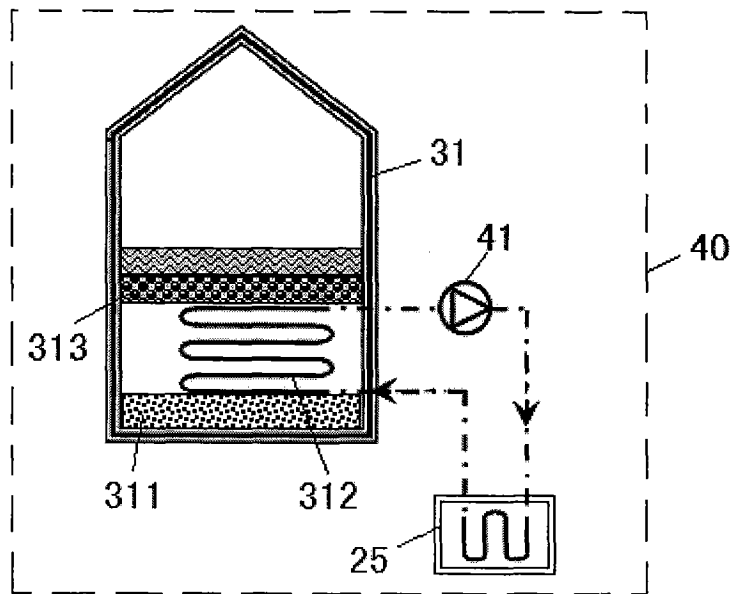


图 5