



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 216106090 U

(45) 授权公告日 2022.03.22

(21) 申请号 202121922582.0

(22) 申请日 2021.08.18

(73) 专利权人 深圳市蓝石环保科技有限公司  
地址 518110 广东省深圳市龙华区福城街道章阁社区大富路35号16栋(硅谷动力深圳市低碳科技示范园A1栋)101

(72) 发明人 于华涛 陈悦 欧宇萍

(51) Int.Cl.  
C02F 1/04 (2006.01)

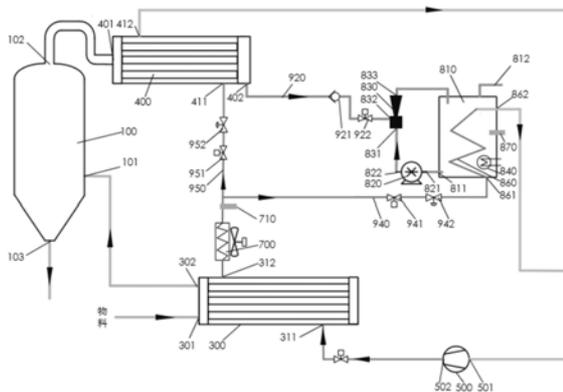
权利要求书1页 说明书9页 附图1页

(54) 实用新型名称

热泵系统及蒸发处理系统

(57) 摘要

本申请公开一种热泵系统,可被应用于蒸发处理系统。该蒸发处理系统包括蒸发换热器和真空系统,蒸发换热器包括高温冷媒管路,真空系统包括第一低温冷媒管路;热泵系统包括压缩机和第五管路;压缩机用于压缩低温冷媒,压缩机的出口用于与高温冷媒管路的入口连通;压缩机的入口用于与第一低温冷媒管路的出口连通;第五管路用于连通高温冷媒管路的出口以及第一低温冷媒管路的入口。采用上述热泵系统,将蒸发换热器的高温冷媒管路出口输出的低温冷媒通过一个独立的冷媒分路输出给真空系统,从而在必要的时候可以降低真空系统中的液体的温度,使得真空系统能够在不同的情况下正常运行,从而保障蒸发处理系统的正常运行,提高系统的适应性和能量利用率。



1. 一种热泵系统,其特征在于,应用于蒸发处理系统,所述蒸发处理系统包括蒸发换热器和真空系统,所述蒸发换热器包括高温冷媒管路,所述真空系统包括第一低温冷媒管路;所述热泵系统包括压缩机和第五管路;

所述压缩机用于压缩低温冷媒,所述压缩机的出口用于与高温冷媒管路的入口连通;所述压缩机的入口用于与所述第一低温冷媒管路的出口连通;

所述第五管路用于连通所述高温冷媒管路的出口以及所述第一低温冷媒管路的入口。

2. 根据权利要求1所述的热泵系统,其特征在于,所述蒸发处理系统还包括冷凝换热器,所述冷凝换热器包括第二低温冷媒管路;

所述热泵系统还包括第六管路,所述第六管路用于连通所述高温冷媒管路的出口以及所述第二低温冷媒管路的入口;

所述压缩机的入口还用于与所述第二低温冷媒管路的出口连通。

3. 根据权利要求2所述的热泵系统,其特征在于,所述热泵系统还包括冷媒散热器;

所述高温冷媒管路的出口通过所述冷媒散热器以及所述第五管路与所述第一低温冷媒管路的入口连通;

所述高温冷媒管路的出口通过所述冷媒散热器以及所述第六管路与所述第二低温冷媒管路的入口连通。

4. 根据权利要求3所述的热泵系统,其特征在于,所述冷媒散热器的出口处还设置有温度传感器,所述冷媒散热器的风扇可以为开关控制或变频控制的风扇。

5. 根据权利要求2所述的热泵系统,其特征在于,所述第五管路上设置有第一膨胀阀,所述第六管路上设置有第二膨胀阀。

6. 根据权利要求2-5任一项所述的热泵系统,其特征在于,所述真空系统包括第一容器、液泵和射流器;

所述第一容器用于存放液体,所述第一容器的出液口与所述液泵的入口连通;

所述液泵的出口与所述射流器的第一入口连通;

所述射流器的第二入口与所述冷凝换热器的出口连通,所述射流器的喷嘴与所述第一容器连通;

所述第一低温冷媒管路设置于所述第一容器中。

7. 根据权利要求6所述的热泵系统,其特征在于,所述第一容器中还设置有加热器。

8. 一种蒸发处理系统,其特征在于,包括权利要求1-7任一项所述的热泵系统。

## 热泵系统及蒸发处理系统

### 技术领域

[0001] 本申请涉及蒸发处理设备领域,尤其涉及一种热泵系统。此外,本申请还涉及一种蒸发处理系统。

### 背景技术

[0002] 工业生产中会产生大量的废水,如电镀废水、清洗废水、乳化废水等。工业废水比普通废水的处理难度更高,它具有种类多,成分复杂、性质波动大、COD浓度高、生物降解性差等特点。常规的处理方式如化学处理法、生化处理法,工艺链较长,需要大量耗材和人工,运行成本高,普适性差。

[0003] 蒸发器采用蒸发使气液分离的原理,在两端输出高温冷媒和低温冷媒分别对物料进行蒸发和对蒸汽进行冷凝。将这样的蒸发器可以应用蒸发处理系统中来进行废液处理。

[0004] 在蒸发处理系统中一般可以包括蒸发系统、真空系统和热泵系统。真空系统主要用于为蒸发系统提供负压环境。热泵系统主要用于为蒸发系统提供高温冷媒和低温冷媒。蒸发系统主要用于使待处理物料在负压环境中进行气液分离。然而,随着蒸发处理过程的进行,或者外部环境的变化,真空系统的抽吸能力可能会降低,影响真空系统的正常运行,进而影响蒸发处理的正常运行。

### 实用新型内容

[0005] 为解决上述技术问题,本申请提供一种改进的热泵系统,该热泵系统增加了一个独立的冷媒分路,将蒸发换热器的高温冷媒管路出口输出的低温冷媒通过该独立的冷媒分路输出给真空系统,从而在必要的时候可以降低真空系统中的液体的温度,使得真空系统能够在不同的情况下正常运行,从而保障蒸发处理系统的正常运行,提高系统的适应性。此外,增加该独立的冷媒分路还有助于提高热泵系统以及蒸发处理系统的能量利用率。

[0006] 本申请的第一方面提供一种热泵系统,应用于蒸发处理系统,所述蒸发处理系统包括蒸发换热器和真空系统,所述蒸发换热器包括高温冷媒管路,所述真空系统包括第一低温冷媒管路;

[0007] 所述热泵系统包括压缩机和第五管路;

[0008] 所述压缩机用于压缩低温冷媒,所述压缩机的出口用于与高温冷媒管路的入口连通;所述压缩机的入口用于与所述第一低温冷媒管路的出口连通;

[0009] 所述第五管路用于连通所述高温冷媒管路的出口以及所述第一低温冷媒管路的入口。

[0010] 在第一方面的一种可能的实现方式中,所述蒸发处理系统还包括冷凝换热器,所述冷凝换热器包括第二低温冷媒管路;

[0011] 所述热泵系统还包括第六管路,所述第六管路用于连通所述高温冷媒管路的出口以及所述第二低温冷媒管路的入口;

[0012] 所述压缩机的入口还用于与所述第二低温冷媒管路的出口连通。

- [0013] 在第一方面的一种可能的实现方式中,所述热泵系统还包括冷媒散热器;
- [0014] 所述高温冷媒管路的出口通过所述冷媒散热器以及所述第五管路与所述第一低温冷媒管路的入口连通;
- [0015] 所述高温冷媒管路的出口通过所述冷媒散热器以及所述第六管路与所述第二低温冷媒管路的入口连通。
- [0016] 在第一方面的一种可能的实现方式中,所述冷媒散热器的出口处还设置有温度传感器,所述冷媒散热器的风扇可以为开关控制或变频控制的风扇。
- [0017] 在第一方面的一种可能的实现方式中,所述第五管路上设置有第一膨胀阀,所述第六管路上设置有第二膨胀阀。
- [0018] 在第一方面的一种可能的实现方式中,所述真空系统包括第一容器、液泵和射流器;
- [0019] 所述第一容器用于存放液体,所述第一容器的出液口与所述液泵的入口连通;
- [0020] 所述液泵的出口与所述射流器的第一入口连通;
- [0021] 所述射流器的第二入口与所述冷凝换热器的出口连通,所述射流器的喷嘴与所述第一容器连通;
- [0022] 所述第一低温冷媒管路设置于所述第一容器中。
- [0023] 在第一方面的一种可能的实现方式中,所述第一容器中还设置有加热器。
- [0024] 本申请的第一方面提供一种蒸发处理系统,包括第一方面的任一种热泵系统。
- [0025] 采用上述实现方式,可以使得冷媒在压缩机、蒸发换热器的高温冷媒管路、真空系统中的第一低温冷媒管路组成的回路被循环利用。这样,在冷凝换热器和真空系统中吸热气化后的低温冷媒汇集在一起,进入到压缩机的入口,实现冷媒的工作循环。两条冷媒的气化通道是互不干扰、相互独立的,可以对冷媒的气化环节的不同特性进行更灵活、更有针对性的控制调节,提高系统适应性。并且,采用上述实现方式,还可以充分利用第一容器中的液体释放的热量,避免热量的浪费,提高整个蒸发处理系统的能量利用率,提升节能效果。

## 附图说明

- [0026] 为了更清楚地说明本申请的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,对于本领域普通技术人员而言,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。
- [0027] 图1为本申请的热泵系统及其关联部件的其中一种实现方式的结构示意图;
- [0028] 图2为本申请的蒸发处理系统的其中一种实现方式的结构示意图。
- [0029] 附图标记说明:
- [0030] 蒸发器100;物料入口101;蒸发器的第一出口102;蒸发器的第二出口103;压力传感器160;液位传感器170;第一温度传感器180;
- [0031] 循环泵200;循环泵的入口201;循环泵的出口202;
- [0032] 蒸发换热器300;蒸发换热器的入口301;蒸发换热器的出口302;高温冷媒管路的入口311;高温冷媒管路的出口312;
- [0033] 冷凝换热器400;冷凝换热器的入口401;冷凝换热器的出口402;第二低温冷媒管路的入口411;第二低温冷媒管路的出口412;

- [0034] 压缩机500;压缩机的入口501;压缩机的出口502;
- [0035] 冷媒散热器700;第三温度传感器710;
- [0036] 第一容器810;第一容器的出液口811;排气和/或排水管路812;液泵820;液泵的入口821;液泵的出口822;射流器830;射流器的第一入口831;射流器的第二入口832;喷嘴833;加热器840;第一低温冷媒管路860;第一低温冷媒管路的入口861;第一低温冷媒管路的出口862;第二温度传感器870;
- [0037] 第三管路920;止回阀921;抽吸阀922;第五管路940;第五阀门941;第一膨胀阀942;第六管路950;第六阀门951;第二膨胀阀952。

### 具体实施方式

[0038] 下面对本实用新型的实施例作详细说明,本实施例在以本实用新型技术方案为前提下进行实施给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本实用新型的保护范围不限于下述的实施例。

[0039] 为便于说明本申请的方案,以下首先绍对蒸发处理系统的组成部分做简单介绍,再对本申请实施例中的热泵系统作详细说明。

[0040] 一般的蒸发处理系统可以包括蒸发系统、真空系统和热泵系统。如前所述,真空系统主要用于为蒸发系统提供负压环境。热泵系统主要用于为蒸发系统提供高温冷媒和低温冷媒。蒸发系统主要用于使待处理物料在负压环境中进行气液分离。

[0041] 示例性地,热泵系统可以包括压缩机等。压缩机主要用于对低温冷媒进行压缩,使其变成高温高压的高温冷媒,输入给蒸发换热器等需要高温冷媒的部件。蒸发系统可以包括蒸发器、蒸发换热器、冷凝换热器等。蒸发换热器主要用于利用高温冷媒加热物料,蒸发器主要用于对加热后的物料进行气液分离,冷凝换热器主要用于利用低温冷媒对分离后的气体进行冷却。真空系统可以包括容器(例如下文实施例中的第一容器)、液泵和射流器。容器用于存放用于形成真空的液体。液泵可以用于加速从容器中流出的液体的流速。被液泵加速后的液体,可以高速流过射流器,产生文丘里效应,将蒸发器、冷凝换热器中的非冷凝性气体、未完全冷凝的蒸汽和冷凝物等吸入射流器,再进入到容器中。这就使得蒸发器中形成了一定的真空度,同时在蒸发模式下可以较好地将冷凝物较好地抽吸到容器中,避免冷凝物聚集在冷凝换热器中。

[0042] 需要说明的是,蒸发处理器系统在运行的时候可能有多种模式,例如进液模式、加热模式、蒸发模式、排放模式等,后文将在实施例中对这些模式作示例性说明。

[0043] 发明人经过分析认为,随着蒸发处理过程的进行,或者外部环境的变化,真空系统的抽吸能力之所以可能会降低,主要有以下原因。真空系统中的液泵的运行产生的热量,从蒸发系统中抽吸过来的非冷凝性气体、未冷凝的部分蒸汽也会带来热量,这些热量都会让真空系统中的液体的温度持续上升。此外,当外部环境温度较高时,也可能使得真空系统中的液体温度较高。当温度较高时,真空系统中的用于形成真空的液体在射流器中容易气化,这可能会降低真空系统的抽吸能力。

[0044] 为解决该问题,本申请实施例提供一种热泵系统,该热泵系统增加了一个独立的冷媒分路,将蒸发换热器的高温冷媒管路出口输出的低温冷媒通过该独立的冷媒分路输出给真空系统,从而在必要的时候可以降低真空系统中的液体的温度,使得真空系统能够在

不同的情况下正常运行,提高系统的适应性。

[0045] 参见图1,该热泵系统包括压缩机500。压缩机500用于对低温冷媒进行压缩,使其变成高温高压的高温冷媒。本申请实施例中使用的压缩机500可以是现有的压缩机。示例性地,从压缩机的入口501吸入的低温低压的气态低温冷媒,经过压缩后可以变成高温高压的气态高温冷媒,然后从压缩机的出口502排出。

[0046] 蒸发换热器300中包括高温冷媒管路(图中未示出)。压缩机的出口502与高温冷媒管路的入口311连通,从而将高温冷媒输送给蒸发换热器300。高温冷媒在蒸发换热器300中与待处理物料发生热交换,待处理物料吸收热量从而被加热或者部分蒸发,而高温冷媒则在释放热量之后冷却下来,可以从高温冷媒管路的出口312离开蒸发换热器300。

[0047] 示例性地,本申请实施例中的物料,可以是工业生产中产生的废水,例如电镀废水、清洗废水、乳化废水等。

[0048] 冷凝换热器400中可以包括第二低温冷媒管路(图中未示出)。第二低温冷媒管路中可以通入低温冷媒,对蒸发器100分离后的气体进行冷却。高温冷媒管路的出口312可以通过第六管路950与第二低温冷媒管路的入口411连通。应理解,在第六管路950上可以设置有必要的阀门,示例性地,如图1所示,第六管路950上设置有第六阀门951。采用这样的实现方式,释放了热量的高温冷媒离开蒸发换热器300之后,由于温度降低,可以作为低温冷媒,通过第六管路950输入到冷凝换热器400中,以吸收气体释放的热量,帮助气体冷凝。低温冷媒吸收了气体冷凝释放的热量之后,可以从第二低温冷媒管路的出口412离开冷凝换热器400。

[0049] 第二低温冷媒管路的出口412可以与压缩机的入口501连通,重新进入压缩机500再被压缩成高温高压的高温冷媒。采用这样的实现方式,可以使得冷媒在压缩机500、蒸发换热器300的高温冷媒管路、冷凝换热器400的第二低温冷媒管路组成的回路被循环利用。

[0050] 应理解,在第六管路950上可以设置有必要的阀门,示例性地,如图1所示,第六管路950上设置有第六阀门951和第二膨胀阀952。冷凝换热器400及输入其中的低温冷媒为蒸发器100内分离出的蒸汽的冷凝提供低温环境。在进液模式时,由于还没有蒸汽进入到冷凝换热器400中,因此,此时可以控制第六阀门951处于关闭状态。在加热模式或者蒸发模式下,可以控制第六阀门951保持打开状态,六管路950导通,液态的低温冷媒经过第二膨胀阀952后,进入到冷凝换热器400中,吸热蒸发,成为气态的低温冷媒,为蒸汽的快速冷凝提供低温环境。

[0051] 示例性地,本申请实施例中的蒸发换热器300和/或冷凝换热器400可以采用外置列管式换热器,非常便于机械清洗和维护。

[0052] 真空系统中可以包括第一容器810,第一容器810中可以设置有第一低温冷媒管路860。第一低温冷媒管路860中可以通入低温冷媒,对第一容器810中的液体进行冷却。高温冷媒管路的出口312通过第五管路940与第一低温冷媒管路的入口861连通。这样,释放了热量的高温冷媒离开蒸发换热器300之后,同样也可以作为低温冷媒,通过第五管路940输入真空系统中。这一方面使得第一低温冷媒管路860中的低温冷媒与第一容器810中的液体进行热交换,防止液体温度过高,另一方面第一低温冷媒管路860中的低温冷媒可以为在冷凝换热器400中未充分冷凝的蒸汽提供进一步的冷凝环境,并充分回收蒸汽的热量。

[0053] 应理解,在第五管路940上可以设置有必要的阀门,示例性地,如图1所示,第五管

路940上设置有第五阀门941和第一膨胀阀942。

[0054] 第一低温冷媒管路的出口862与压缩机的入口501连通。采用这样的实现方式,第一低温冷媒管路860中的低温冷媒吸收了热量之后,可以从第一低温冷媒管路的出口862离开真空系统,重新进入压缩机500再被压缩成高温高压的高温冷媒。

[0055] 采用上述实现方式,可以使得冷媒在压缩机、蒸发换热器的高温冷媒管路、真空系统中的第一低温冷媒管路组成的回路被循环利用。这样,在冷凝换热器和真空系统中吸热气化后的冷媒汇集在一起,进入到压缩机的入口,实现冷媒的工作循环。并且,采用本申请实施例的实现方式,还可以充分利用第一容器中的液体释放的热量,避免热量的浪费,提高整个蒸发处理系统的能量利用率,提升节能效果。

[0056] 高温冷媒经过散热后,将进入到两条不同的低温冷媒回路中,进行吸热气化。两条冷媒的气化通道是互不干扰、相互独立的,提供了良好的控制性,可以对冷媒的气化环节的不同特性进行更灵活、更有针对性的控制调节。冷凝换热器中的温度需要一直保持较低的温度,冷凝换热器中的低温冷媒气化用于吸收分离出来的水蒸汽的热量,提供低温环境使水蒸气快速冷凝。真空系统中的第一容器中液体的温度需要保持在一定的范围内,和冷凝换热器中的温度要求往往不一样。第一低温冷媒管路中的低温冷媒用于冷却第一容器中的液体,控制液体的温度,保障射流器的抽吸能力,以及吸收补充热量,从而加速加热速度,维持热泵系统的高效运转和最大制热量,有助于提高系统的适应性,以及提高热泵系统以及蒸发处理系统的能量利用率,进而有助于提高物料最终处理后的浓缩比。

[0057] 需要说明的是,在本申请实施例中的热泵系统中的冷媒可以采用液态制冷剂。

[0058] 可选地,热泵系统还包括冷媒散热器700。示例性地,如图1所示,冷媒散热器可以设置在高温冷媒管路的出口312。即,高温冷媒管路的出口312通过冷媒散热器以及第五管路940与第一低温冷媒管路的入口861连通。

[0059] 采用这样的方式,冷媒散热器可以冷却在蒸发换热器中尚未完全气化的部分冷媒,确保冷媒在进入第一膨胀阀和/或第二膨胀阀时,完全冷凝为液态,同时保证冷媒具有一定过冷度。这样可以提高冷媒后续的气化吸热效果和制冷量,提高热泵系统的效率、稳定性和适应性。例如,在进液模式前期,蒸发换热器中还没有足够的物料进行换热。又例如,对于不同种类的物料,其可能会有不同的换热特性,导致蒸发换热器中可能存在不同量的尚未完全气化的部分冷媒。又例如,随着物料的不断气液分离及浓缩,物料的含水量逐渐减少,蒸发吸热量较少,会导致换热恶化,进而导致蒸发换热器中可能存在不同量的尚未完全气化的部分冷媒。这些情况下,冷媒无法充分放热冷凝,完全液化,会影响在膨胀阀后的气化,甚至使热泵系统无法正常工作。冷媒散热器的设置,可以保证不同情况下液态冷媒都具有足够的过冷度,增强了系统对各种物料和蒸发处理阶段的适应性,增大了物料的蒸发浓缩率。

[0060] 可选地,冷媒散热器700的出口处还设置有温度传感器。为便于与系统中的其他温度传感器区分,后续将其称为第三温度传感器。该第三温度传感器710用于检测经过冷媒散热器700散热后的低温冷媒的温度。利用该检测到的温度值可以计算得到液态冷媒的过冷度。

[0061] 可选地,冷媒散热器700的风扇速度控制可采用开关控制或者变频控制。示例性地,在采用开关控制的情况下,当冷媒过冷度小于设定值 $T_{sc}$ 时,可以启动风扇;当冷媒过热

度大于设定值 $T_{sc}$ 一定时间后,可以停止风扇。又示例性地,在采用变频控制的情况下,可以通过对比冷媒的设定过冷度和实际过冷度,通过PID算法或者模糊算法等,得出对应的风扇转速,进行变频控制。

[0062] 可选地,真空系统包括第一容器810、液泵820和射流器830。

[0063] 上述的第一容器810可以用于存放水等液体。示例性地,第一容器810可以是真空水箱,可以用于存放水。第一容器810上可以设置有出液口811。示例性地,如图1所示,出液口811可以被设置在第一容器810的底部,或者偏下方的位置,本申请对于出液口811的具体位置不作限定。

[0064] 上述液泵820可以用于加速液体的流速。示例性地,当使用水作为液体时,该液泵820可以为水泵。由于该液泵820被应用于真空系统中,用于形成真空,因此也有的将其称为真空水泵。液泵820具有入口821和出口822,液泵的入口821与第一容器的出液口811连通,液泵的出口822则与射流器的第一入口831连通。

[0065] 上述射流器830,也称为文丘里混合器、喷射式混合器等。射流器830设置有第一入口831、第二入口832和喷嘴833。其中,如前所述,射流器的第一入口831与液泵的出口822连通。射流器的第二入口832通过第三管路920与冷凝换热器的出口402连通,射流器的喷嘴833与第一容器810连通。本申请对于喷嘴833与第一容器810连通的具体位置也不作限定,示例性地,如图1所示,第一容器810的顶部可以设置有与喷嘴833连通的开口。被液泵820加速后的液体,可以高速流过射流器830,产生文丘里效应,将蒸发器100、冷凝换热器400中的非冷凝性气体、未完全冷凝的蒸汽和冷凝物等,通过第三管路920吸入射流器830,进入到第一容器810中。这就使得蒸发器100中形成了一定的真空度,同时在蒸发模式下可以较好地将冷凝物较好地抽吸到第一容器810中,避免冷凝物聚集在冷凝换热器400中。

[0066] 此外,在第三管路920上还可以设置有其他必要的阀门,示例性地,如图1所示,第三管路920上还可以设置有抽吸阀922、止回阀921等。设置止回阀921可以防止真空系统中的液体被反向回抽到蒸发系统,例如冷凝换热器400中。

[0067] 第一容器810中的液体,需要保持在一定的范围内(比如2-25摄氏度),以使真空系统保持正常运行,便于真空度的稳定控制。除了前文所述的,液体温度过高可能会降低真空系统的抽吸能力之外,液体温度也不能过低。当真空系统中的液体温度较低时,液体容易部分或全部冻住。例如,当采用水时,水容易在温度较低时结成冰。这会在运行真空系统时损坏液泵820、阀门和射流器830。此外,液体温度也不能波动过大,这样也会使得液体在射流器830中的流量发生较大的波动,影响真空系统的抽吸能力,从而影响真空度的稳定控制。

[0068] 为此,可选地,可以在第一容器810内设置加热器840。加热器840可以浸没在循环流动的液体中,加热效率高。采用这样的实现方式,可以对第一容器810内的液体进行适当加热,从而使其被控制在合适的温度范围内,避免损坏液泵820、阀门和射流器830等部件。并且,通过第一低温冷媒管路860和加热器840的组合,针对不同情况可以通过制冷或加热,保证液体温度的稳定,进一步提高系统的适应性。可选地,当第一容器810采用真空水箱,液体采用蒸馏水时,加热器840表面不易结垢。

[0069] 此外,在合适的温度范围之内也可以对第一容器810内的液体进行适当加热(不超过真空系统中液体所允许的最高温度),用于为低温冷媒补充额外的热量。

[0070] 具体来说,首先,在蒸发处理系统处于不同的工作模式时,都可能发生来自蒸汽的

热量不足,导致可供第一低温冷媒管路860中的低温冷媒吸收的热量不足的情况,进而降低整个热泵系统的制热效率和制热量。

[0071] 例如,在进液模式或加热模式下,真空系统已经处于运行状态,而蒸发器100中此时还没有开始进行气液分离,因此蒸发器100以及与之连通的冷凝换热器400、第三管路920中几乎没有蒸汽。此时,可供第一低温冷媒管路860中的低温冷媒吸收的热量可能不足,从而会降低整个热泵系统的制热效率和制热量,继而导致在加热模式下加热的速度较慢。

[0072] 又例如,在蒸发模式下,在蒸发持续了一定时间之后,物料的浓度升高,其中的水分含量减少到了一定程度,蒸发产生的蒸汽量会逐渐变少。这也会导致可供热泵系统中的低温冷媒吸收的热量不足,从而降低整个热泵系统的制热效率和制热量,进而导致物料难以在高浓缩率下维持蒸发过程。

[0073] 其次,由于来自蒸汽的热量不足,第一低温冷媒管路860中的低温冷媒主要通过吸收第一容器810内液体的热量提高温度,这可能会导致第一容器内810的液体的温度越来越低,影响真空系统的正常抽吸,甚至发生冰冻继而损坏真空系统的情况。

[0074] 再者,当外部环境温度较低时,热泵系统对外界散发的散热量比普通环境下的散热量增大,破坏了热量平衡,这会影响热泵系统的正常工作。

[0075] 在这几种情况下,都可以通过第一容器810中的加热器840来对液体进行适当加热,从而间接地为第一低温冷媒管路860中的低温冷媒补充额外的热量,以保证低温冷媒可以充分吸热,即间接地为热泵系统提供额外热量,进而起到加快加热速度、提高物料浓缩率、防止损坏真空系统、适应低温环境下使用等作用。采用这样的方式,可以维持热泵系统的高效运转和最大制热量。

[0076] 在有的蒸发处理系统内,可能会采用加热器直接对物料进行加热。采用这样的方式可能会产生以下问题。第一,加热器的温度通常超过100度,远高于真空环境下物料的沸点,直接加热容易造成液体爆沸。第二,物料为废水,含有较多污染物,高温的加热器与物料接触容易结垢。相较而言,采用本申请实施例的实现方式,间接温和加热,可以有效的避免这些问题,并且还可以更高效利用补充的热量。这主要是因为,低温冷媒在第一容器810中吸热补热后,这部分热量会随着低温冷媒在蒸发换热器300中的冷凝相变,传热给物料,比直接加热物料有更好的传热效果。本申请实施例中的高温冷媒在热泵系统中冷凝放热,换热效率较高。当采用加热器直接加热物料的方式时,在整个蒸发处理系统运行的过程中,低温冷媒在第一容器810中吸收的热量,以及压缩机500机械能转为热能的热量之和,为压缩机500排出的热量。而当采用加热器840间接加热的方式时,低温冷媒在第一容器810中吸收的热量、压缩机500机械能转为热能的热量,以及电加热量之和,为压缩机500排出的热量。可见,虽然整个蒸发处理系统消耗的总的能量是相同的,但是采用本实现方式的相变传热效果会更好。

[0077] 可选地,第一容器810内还可以设置温度传感器,为便于区分,后续将其称为第二温度传感器870。该第二温度传感器870可以用于检测第一容器810中液体的温度,以便更好地控制第一低温冷媒管路860的开启或关闭,以及加热器840的开启或关闭。

[0078] 可选地,如图1所示,在第一容器810上还可以连通有排气和/或排水管路812,在排气和/或排水管路812上可以设置有必要的阀门(图中未示出)。在需要的时候,例如当第一容器810的上部聚集过多气体和多余的蒸馏水时,可以通过排气和/或排水管路812,可以将

这些气体和蒸馏水排出到外界。

[0079] 本申请实施例中还提供一种蒸发处理系统,该蒸发处理系统包括前述任一种热泵系统。

[0080] 应理解,该蒸发处理系统中还可以包括其他必要的组成部件或元器件。

[0081] 示例性地,如图2所示,该系统中还可以包括蒸发系统、真空系统等。

[0082] 蒸发系统可以包括蒸发器100、循环泵200、蒸发换热器300、冷凝换热器400等。循环泵的入口201分别与物料输入管路以及蒸发器的第二出口103连通,循环泵的出口202与蒸发换热器的入口301连通。蒸发换热器的出口302可以与蒸发器的物料入口101连通。冷凝换热器的入口401可以与蒸发器的第一出口102连通,冷凝换热器的出口402可以与真空系统连通,以使得蒸发器100中的气化部分在真空抽吸作用下,向第一出口102的方向流动。又示例性地,蒸发器100内部还可以设置有压力传感器160、第一温度传感器180、液位传感器170等传感器,以便检测蒸发器100内部的压力、温度,以及物料的液位。各个连接管路上还可以设置有必要的阀门。采用这样的实现方式,从而更加智能地控制物料的进液、加热、蒸发和排液。

[0083] 在蒸发处理系统处于进液模式下,可以启动真空系统,对蒸发器100内的气体进行抽吸,形成一定的负压环境。然后将物料输入管路上的阀门打开,通过负压,将物料通过蒸发器的物料入口101输入到蒸发器100内。当蒸发器100内的物料到达预定的液位时,例如到达液位传感器170所在的高度时,关闭相应阀门,结束进液。接下来可以进入加热模式。

[0084] 在加热模式下,可以启动循环泵200。在循环泵200的作用下,物料以较快的速度在蒸发器100、循环泵200、蒸发换热器300之间循环流动。通过与蒸发换热器300中高温冷媒管路中的高温冷媒进行换热,提高物料的温度。当物料的温度在设定的压力下达到了蒸发温度,或者达到蒸发温度一段时间之后,系统可以进入蒸发模式。

[0085] 在蒸发模式下,在蒸发换热器300的加热下物料沸腾气化,进入到蒸发器100之后进行气液分离。气化部分在真空系统的真空抽吸作用下向上流动,最终通过第一出口102离开蒸发器100,进入冷凝换热器400。之后气体通过与冷凝换热器400中第二低温冷媒管路中的低温冷媒进行换热,被冷凝换热器400冷凝,得到冷凝水。液态部分则聚集到蒸发器底部,最终通过第二出口103离开蒸发器100。经过循环泵200的加速之后,物料重新进入蒸发换热器300进行换热,形成气液混合体,再进入蒸发器100进行气液分离。

[0086] 蒸发换热器300中高温冷媒管路中的高温冷媒进行换热之后,一部分流向第二低温冷媒管路,为冷凝换热器400提供低温冷媒,另一部分流向第一低温冷媒管路860,为真空系统的第一容器810中的液体提供低温冷媒。第一低温冷媒管路860和第二低温冷媒管路中的低温冷媒在各自换热吸收了一部分热量之后,重新回到压缩机500,在被压缩机500进一步压缩加热之后,循环至蒸发换热器300中的高温冷媒管路,再为物料提供热量。

[0087] 随着蒸发的进行,物料浓度不断升高,液分不断减少,当达到设定浓度后,或者达到物料的最大浓缩浓度后,停止蒸发系统,进入排放模式。在排放模式下,真空系统停止真空抽吸,打开通气阀931,使得整个蒸发处理系统,包括蒸发器100内部恢复到常压,然后将浓缩后的物料排出。

[0088] 采用这样的蒸发处理系统,通过热泵系统制热进行废水蒸发的方式,可以实现水和污染物的分离,工艺简洁紧凑、运行成本低、浓缩率高、适应性强。

[0089] 应理解,在本实用新型及实施例的描述中,术语“上”、“下”、“左”、“右”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本实用新型和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作。

[0090] 还应理解,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。还应理解,在本实用新型的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0091] 以上所述仅为本实用新型的较佳实施例而已,并不用以限制本实用新型,凡在本实用新型的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

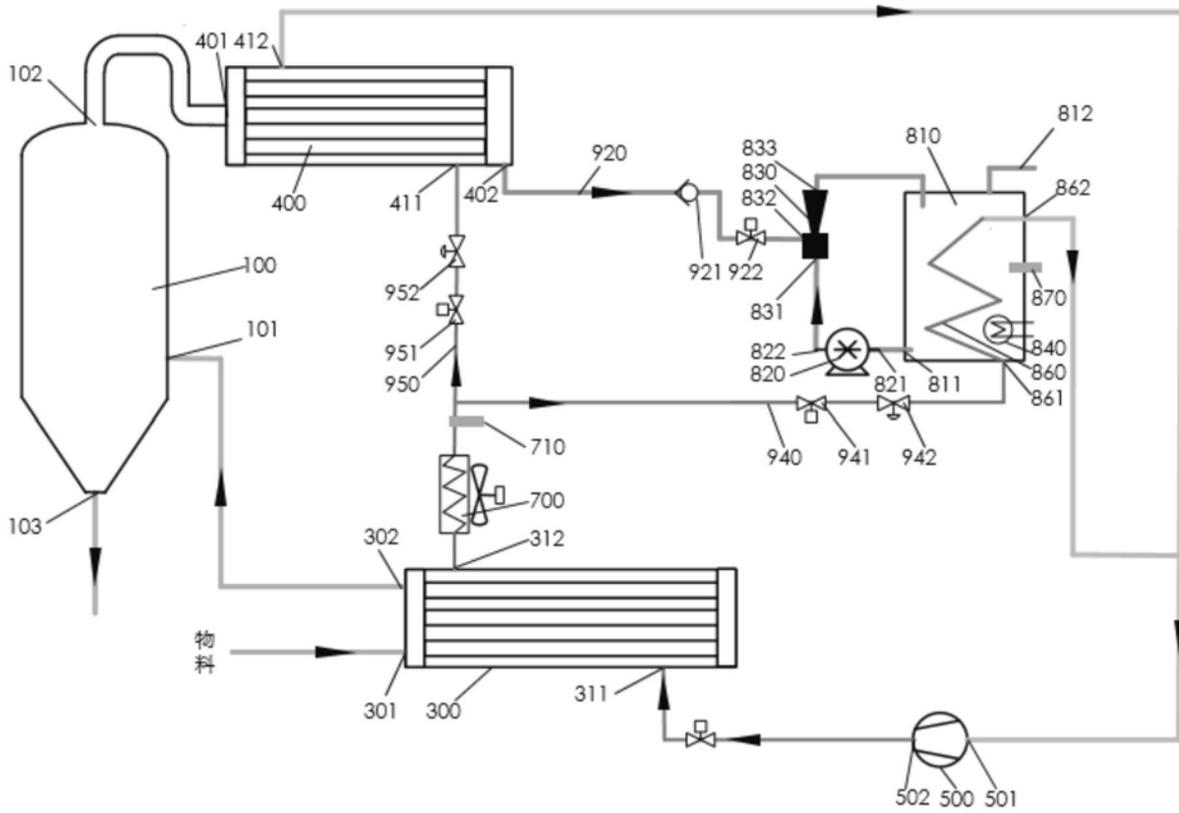


图1

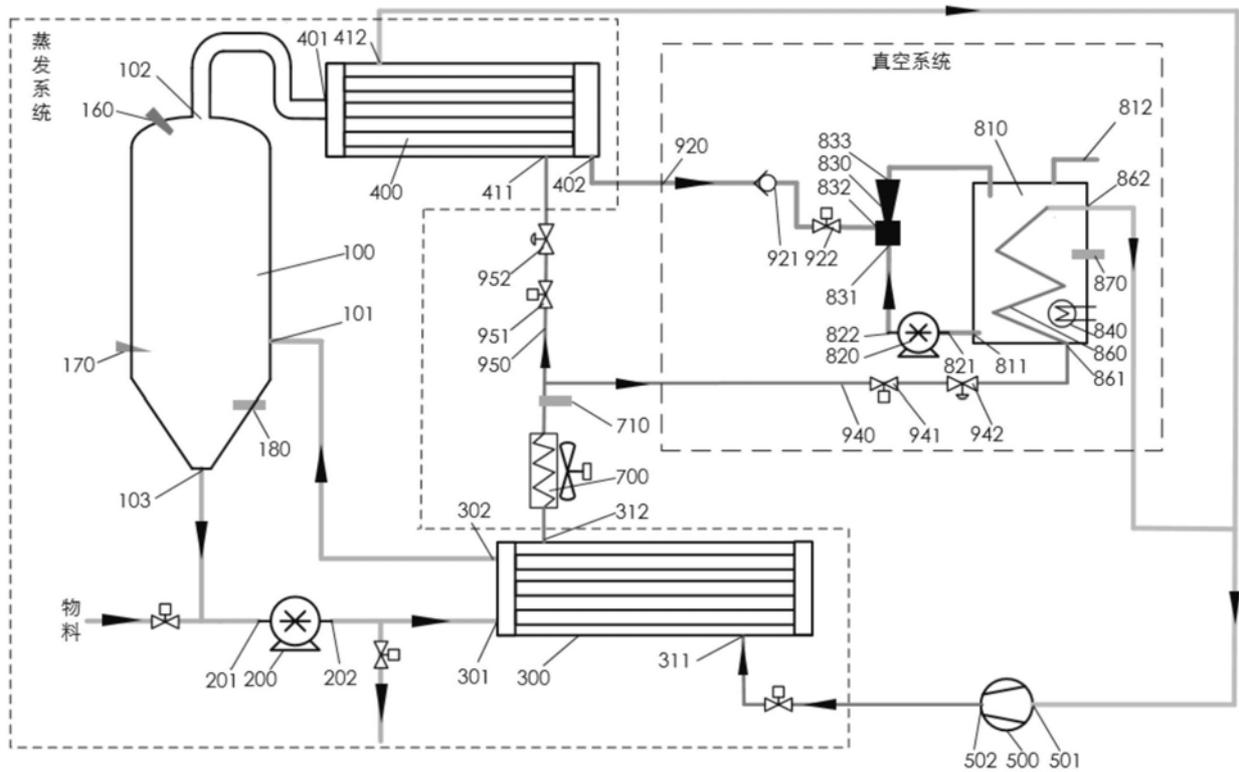


图2