



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103322727 A

(43) 申请公布日 2013.09.25

(21) 申请号 201210074826.3

(22) 申请日 2012.03.20

(71) 申请人 北京科技大学

地址 100083 北京市海淀区学院路 30 号

(72) 发明人 苏庆泉

(74) 专利代理机构 北京鼎佳达知识产权代理事  
务所(普通合伙) 11348

代理人 王伟锋 刘铁生

(51) Int. Cl.

F25B 30/06 (2006.01)

F26B 21/00 (2006.01)

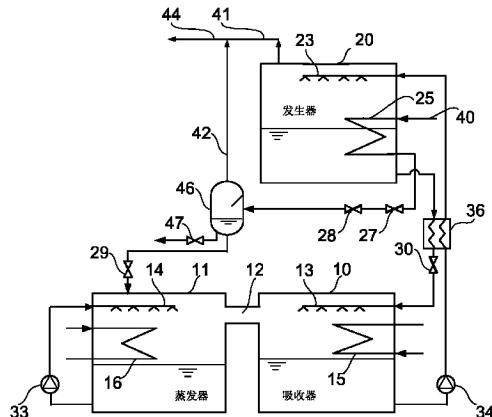
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种热泵系统及干燥系统以及方法

(57) 摘要

本发明是关于一种热泵系统及干燥系统以及方法。热泵系统包括吸收器、蒸发器、发生器以及闪蒸罐，吸收器内设有吸收换热器，蒸发器内设有蒸发换热器，发生器内设有发生换热器，发生换热器的入口与供给蒸汽管道相连接，发生器的顶部出口与工艺蒸汽管道相连接，闪蒸罐的入口和发生换热器的出口通过管道相连接，并在该管道上设有疏水阀以及节流阀，闪蒸罐的顶部出口与所述工艺蒸汽管道相连接，闪蒸罐的底部出口和蒸发器的入口通过管道相连接，并在该管道上设有节流阀，闪蒸罐的底部还设有排水管道。本热泵系统通过利用供给蒸汽和工艺蒸汽之间存在的压力差来驱动热泵循环，从而实现低温余热的温度品位提升，达到有效利用余热和提高能量利用效率的目的。



1. 一种热泵系统，其特征在于包括吸收器、蒸发器、发生器以及闪蒸罐，吸收器内设有吸收换热器，蒸发器内设有蒸发换热器，发生器内设有发生换热器，所述的吸收器和发生器之间设有溶液循环管道，所述发生换热器的入口与供给蒸汽管道相连接，所述发生器的顶部出口与工艺蒸汽管道相连接，所述闪蒸罐的入口和所述发生换热器的出口通过管道相连接，并在该管道上设有疏水阀以及节流阀，闪蒸罐的顶部出口与所述工艺蒸汽管道相连接，闪蒸罐的底部出口和所述蒸发器的入口通过管道相连接，并在该管道上设有节流阀，闪蒸罐的底部还设有排水管道。

2. 根据权利要求 1 所述的热泵系统，其特征在于还设有蒸汽喷射式热泵，所述蒸汽喷射式热泵的工作流体入口与供给蒸汽的管道相连接，蒸汽喷射式热泵的引射流体入口与所述闪蒸罐顶部出口相连接，蒸汽喷射式热泵的压缩流体出口与工艺蒸汽的管道相连接。

3. 根据权利要求 1-2 任一项所述的热泵系统，其特征在于，在所述的溶液循环管道上设有溶液热交换器，用于对从发生器输出的高温的吸收溶液与从吸收器输出的低温的吸收溶液进行换热。

4. 一种干燥系统，其特征在于其包括权利要求 1-3 任一项所述的热泵系统，还包括干燥室、空气预热器、空气加热器和湿空气换热器，该空气预热器与热泵系统中的吸收换热器相连接并形成回路，该湿空气换热器与热泵系统中的蒸发换热器相连接并形成回路，该空气加热器与热泵系统中的工艺蒸汽管道相连接。

5. 一种热泵循环方法，其采用权利要求 1-3 任一项所述的热泵系统，该方法包括以下步骤：

(1) 在发生器中供给蒸汽加热吸收溶液，产生工质蒸气同时浓缩吸收溶液，将上述工质蒸气作为工艺蒸汽输出，所述的浓缩后吸收溶液通过吸收器和发生器之间设置的溶液循环管道输送到吸收器中；

(2) 供给蒸汽在发生换热器内冷凝形成高压冷凝水，该高压冷凝水经减压至工艺蒸汽的压力后进入闪蒸罐，冷凝水的一部分在所述闪蒸罐中闪蒸成蒸汽，并作为工艺蒸汽从闪蒸罐的顶部出口输出；

(3) 闪蒸罐底部的部分冷凝水进入蒸发器中，并在蒸发器中通过蒸发换热器中的载热介质吸收外部低温热源的热量并蒸发为工质蒸气，所述的工质蒸气输送到吸收器中；

(4) 在吸收器中吸收溶液吸收来自蒸发器的工质蒸气并产生吸收热，所述吸收热作为高温热源通过吸收换热器中的载热介质向外部输出，吸收溶液被稀释，所述的稀释后吸收溶液通过吸收器和发生器之间设置的溶液循环管道输送到发生器中。

6. 一种热泵循环方法，其采用权利要求 2 或 3 所述的热泵系统，该方法包括以下步骤：

(1) 将供给蒸汽分为两个部分，一部分供给蒸汽输送到发生器，在发生器中该供给蒸汽加热吸收溶液，产生工质蒸气同时浓缩吸收溶液，将上述工质蒸气输出至所述蒸汽喷射式热泵的引射流体入口，所述的浓缩后吸收溶液通过吸收器和发生器之间设置的溶液循环管道输送到吸收器中，另一部分供给蒸汽输送到蒸汽喷射式热泵的工作流体入口；

(2) 输送到发生器的供给蒸汽在发生换热器内冷凝形成高压冷凝水，该高压冷凝水经减压至工艺蒸汽的压力后进入闪蒸罐，冷凝水的一部分在所述闪蒸罐中闪蒸成蒸汽，所述蒸汽从闪蒸罐的顶部出口输出至所述蒸汽喷射式热泵的引射流体入口，在蒸汽喷射式热泵中所述发生器输出的工质蒸气和所述闪蒸罐顶部输出的蒸汽与所述输送到蒸汽喷射式热

泵的供给蒸汽一起形成工艺蒸汽，由蒸汽喷射式热泵的压缩流体出口通过工艺蒸汽管道向外输出；

(3) 闪蒸罐底部的部分冷凝水进入蒸发器中，并在蒸发器中通过蒸发换热器中的载热介质吸收外部低温热源的热量并蒸发为工质蒸气，所述的工质蒸气输送到吸收器中；

(4) 在吸收器中吸收溶液吸收来自蒸发器的工质蒸气并产生吸收热，所述吸收热作为高温热源通过吸收换热器中的载热介质向外部输出，吸收溶液被稀释，所述的稀释后吸收溶液通过吸收器和发生器之间设置的溶液循环管道输送到发生器中。

7. 一种干燥方法，其采用权利要求 4 所述的干燥系统，该方法包括：

用热泵系统中的吸收换热器提供的热能来预热空气；

用热泵系统中提供的工艺蒸汽来加热经过预热的空气形成热空气；

在干燥室中，热空气与被干燥物料接触后形成湿空气；

所述的湿空气向蒸发换热器提供热能。

## 一种热泵系统及干燥系统以及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种热能工程领域的热泵技术,特别涉及一种以供给蒸汽与工艺蒸汽的压力差为驱动力的新型热泵及干燥系统以及方法。

### 背景技术

[0002] 吸收式循环通常采用二组分吸收溶液,习惯上称低沸点组分为工质,高沸点组分为吸收剂,二者组成工质对,常见的有以水为工质,以溴化锂为吸收剂的水-溴化锂工质对。吸收式热泵系统利用吸收溶液在一定条件下能析出工质蒸气,在另一条件下又能强烈地吸收工质蒸气这一特性实现制冷或者供热。现有的吸收式热泵系统主要包括:内设换热器的发生器、内设换热器的冷凝器、内设换热器的蒸发器和内设换热器的吸收器。发生器和冷凝器通过蒸气通路相连,蒸发器和吸收器通过蒸气通路相连。吸收溶液通过吸收溶液管道在发生器和吸收器之间进行循环。

[0003] 通常的供热系统一般采用蒸汽锅炉或者由热电厂向用户提供较高温度和压力的供给蒸汽,一般的供给蒸汽为温度 180-220℃、压力 0.9-1.3MPa 的高品位热源。可是,在实际应用中用户所需的工艺蒸汽往往并不需要如此高的压力和温度。比如常规的干燥系统,通常只需要饱和温度 100-140℃、压力 0.1-0.4MPa 的蒸汽即可实现物料的干燥,尤其是对于一些热敏性物料干燥温度高了反而不利。因此,如图 4 所示,现有的干燥系统通常采用节流阀 60 对供给蒸汽管道 40 提供的供给蒸汽进行降温减压以产生工艺蒸汽管道 44 内所需的工艺蒸汽。这样,供给蒸汽原有的高能量品位就白白的被浪费掉了。另一方面,工艺排出的余热也由于品位过低而难以得到循环利用。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种新的热泵系统以及热泵循环方法,所要解决的技术问题是利用供给蒸汽与工艺蒸汽之间存在的压力差作为驱动力,来实现低品位余热的温度品位提升或者制冷。

[0005] 本发明的目的还在于提供一种干燥系统以及干燥方法,所要解决的技术问题是利用供给蒸汽与工艺蒸汽之间存在的压力差作为驱动力,来回收并提高干燥工艺所排余热的品位,并将其作为干燥介质的预热热源进行循环利用,从而实现干燥工艺能量利用效率的大幅度改善。

[0006] 本发明的目的及解决其技术问题是采用以下技术方案来实现的。依据本发明提出的一种热泵系统,包括吸收器、蒸发器、发生器以及冷凝器,吸收器内设有吸收换热器,蒸发器内设有蒸发换热器,发生器内设有发生换热器,所述的吸收器和发生器之间设有溶液循环管道,用于使吸收溶液在吸收器和发生器之间进行循环,所述发生换热器的入口与供给蒸汽管道相连接,所述发生器的顶部出口与工艺蒸汽管道相连接,所述闪蒸罐的入口和所述发生换热器的出口通过管道相连接,并在该管道上设有疏水阀以及节流阀,所述疏水阀的作用是保证供给蒸汽在发生换热器内全部冷凝,所述节流阀的作用是将高压的冷凝水减

压至工艺蒸汽所需的压力。闪蒸罐的顶部出口与所述工艺蒸汽管道相连接，闪蒸罐的底部出口和所述蒸发器的入口通过管道相连接，并在该管道上设有节流阀，用于将闪蒸罐中的冷凝水导入蒸发器，闪蒸罐的底部还设有排水管道和截止阀，用于将多余的冷凝水排出。

[0007] 较佳的，前述的热泵系统，还设有蒸汽喷射式热泵，所述蒸汽喷射式热泵的工作流体入口与供给蒸汽的管道相连接，蒸汽喷射式热泵的引射流体入口与所述冷凝换热器的出口相连接，蒸汽喷射式热泵的压缩流体出口与工艺蒸汽的管道相连接。所述蒸汽喷射式热泵的作用是进一步提高发生器和闪蒸罐产生的蒸汽的压力。

[0008] 较佳的，前述的热泵系统，在所述的溶液循环管道上设有溶液热交换器，用于对从发生器输出的高温的吸收溶液与从吸收器输出的低温的吸收溶液进行换热。

[0009] 依据本发明提供的一种热泵循环方法，其采用上述所述的热泵系统，该方法包括以下步骤：(1) 在发生器中供给蒸汽加热吸收溶液，产生工质蒸气同时浓缩吸收溶液，将上述工质蒸气作为工艺蒸汽输出，所述的浓缩后吸收溶液通过吸收器和发生器之间设置的溶液循环管道输送到吸收器中；(2) 供给蒸汽在发生换热器内冷凝形成高压冷凝水，该高压冷凝水经减压至工艺蒸汽的压力后进入闪蒸罐，冷凝水的一部分在所述闪蒸罐中闪蒸成蒸汽，并作为工艺蒸汽从闪蒸罐的顶部出口输出；(3) 闪蒸罐底部的部分冷凝水进入蒸发器中，并在蒸发器中通过蒸发换热器中的载热介质吸收外部低温热源的热量并蒸发为工质蒸气，所述的工质蒸气输送到吸收器中；(4) 在吸收器中吸收溶液吸收来自蒸发器的工质蒸气并产生吸收热，所述吸收热作为高温热源通过吸收换热器中的载热介质向外部输出，吸收溶液被稀释，所述的稀释后吸收溶液通过吸收器和发生器之间设置的溶液循环管道输送到发生器中。

[0010] 依据本发明提出的又一种热泵循环方法，其采用上述的热泵系统，该方法包括以下步骤：(1) 将供给蒸汽分为两个部分，一部分供给蒸汽输送到发生器，在发生器中该供给蒸汽加热吸收溶液，产生工质蒸气同时浓缩吸收溶液，将上述工质蒸气输出至所述蒸汽喷射式热泵的引射流体入口，所述的浓缩后吸收溶液通过吸收器和发生器之间设置的溶液循环管道输送到吸收器中，另一部分供给蒸汽输送到蒸汽喷射式热泵的工作流体入口；(2) 输送到发生器的供给蒸汽在发生换热器内冷凝形成高压冷凝水，该高压冷凝水经减压至工艺蒸汽的压力后进入闪蒸罐，冷凝水的一部分在所述闪蒸罐中闪蒸成蒸汽，所述蒸汽从闪蒸罐的顶部出口输出至所述蒸汽喷射式热泵的引射流体入口，在蒸汽喷射式热泵中所述发生器输出的工质蒸气和所述闪蒸罐顶部输出的蒸汽与所述输送到蒸汽喷射式热泵的供给蒸汽一起形成工艺蒸汽，由蒸汽喷射式热泵的压缩流体出口通过工艺蒸汽管道向外输出；(3) 闪蒸罐底部的部分冷凝水进入蒸发器中，并在蒸发器中通过蒸发换热器中的载热介质吸收外部低温热源的热量并蒸发为工质蒸气，所述的工质蒸气输送到吸收器中；(4) 在吸收器中吸收溶液吸收来自蒸发器的工质蒸气并产生吸收热，所述吸收热作为高温热源通过吸收换热器 15 中的载热介质向外部输出，吸收溶液被稀释，所述的稀释后吸收溶液通过吸收器和发生器之间设置的溶液循环管道输送到发生器中。

[0011] 依据本发明提出的一种干燥系统，其包括上述的热泵系统，还包括干燥室、空气预热器、空气加热器和湿空气换热器，该空气预热器与热泵系统中的吸收换热器相连接并形成回路，该湿空气换热器与热泵系统中的蒸发换热器相连接并形成回路，该空气加热器与热泵系统中的工艺蒸汽管道相连接。

[0012] 依据本发明提出的一种干燥方法,其采用上述的干燥系统,该方法包括:用热泵系统中的吸收换热器提供的热能来预热空气;用热泵系统中提供的工艺蒸汽来加热经过预热的空气形成热空气;在干燥室中,热空气与被干燥物料接触后形成湿空气;所述的湿空气向蒸发换热器提供热能。

[0013] 本发明与现有技术相比具有如下明显的优点和有益效果:

[0014] 本发明的热泵系统以及热泵循环方法通过采用新型的吸收式热泵循环,进而有机结合了吸收式热泵和蒸汽喷射式热泵,以供给蒸汽与工艺蒸汽之间存在的压力差为驱动力,完成了低品位余热的品位提升或者制冷,实现了由其吸收换热器对用户供热或者由其蒸发换热器对用户供冷或者冷热联供。本热泵系统由冷凝换热器出口输出工艺蒸汽,其在数量及热焓上接近于输入到发生换热器的供给蒸汽,因而实质上并未消耗供给蒸汽而仅仅是有效利用了原本被浪费掉了的蒸汽压力落差,所以,本热泵系统所提供热量或者冷量的运行成本极低而经济效益极佳。

[0015] 本发明的干燥系统以及干燥方法,则是以供给蒸汽与干燥工艺蒸汽之间存在的压力差为驱动力,以干燥工艺所排湿空气的余热为低温热源,将热泵系统吸收换热器输出的热能用于空气的预热,从而可以大幅度降低干燥系统的能耗。本干燥系统由于所投入热泵驱动力和低温热源都是无偿的,因此经济效益极佳。本发明的干燥介质为空气,也可以为氮气或水等其他流体。

[0016] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,并可依照说明书的内容予以实施,以下以本发明的较佳实施例并配合附图详细说明如后。

## 附图说明

[0017] 图1是本发明实施例1的热泵系统的流程图。

[0018] 图2是本发明实施例2的热泵系统的流程图。

[0019] 图3是本发明实施例3的干燥系统的流程图。

[0020] 图4是现有干燥系统的流程图。

## 具体实施方式

[0021] 为了更进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术手段及功效,以下结合附图及较佳实施例,对依据本发明提出的热泵系统其具体实施方式、结构、特征及其功效,详细说明如后。

[0022] 请参阅图1所示,是本发明实施例1的热泵系统的流程图。本实施例提出的热泵系统由吸收器10、蒸发器11、发生器20、闪蒸罐46和供给蒸汽管道40组成。

[0023] 所述的吸收器10和蒸发器11通过第一通路12连通。在所述的吸收器10中设有吸收溶液。所述的吸收器内设有吸收换热器15,该吸收换热器15内有载热介质,吸收器10内产生的高温吸收热加热吸收换热器内的载热介质,使该载热介质得到升温,从而形成向用户提供的高品位热能。

[0024] 所述的蒸发器11内设有工质。在该蒸发器11内还设有蒸发换热器16,外部低温热源通过该蒸发换热器16使工质蒸发为工质蒸气。该工质蒸气通过第一通路12进入到吸收器10内,从而被吸收器10内的高浓度的吸收溶液所吸收,并释放高温的吸收热,所述吸

收溶液得到稀释。由此，所述的外部低温热源转化为所述的高温热源并向用户提供，同时，蒸发换热器 16 可实现向用户提供冷源。

[0025] 所述的发生器 20，内设有吸收溶液以及发生换热器 25。由供给蒸汽管道 40 提供的高温高压供给蒸汽在疏水器 27 的作用下在发生换热器 25 内冷凝而向发生器 20 提供冷凝热即驱动热源，从而加热其中的吸收溶液，使其产生工质蒸气并作为工艺蒸汽从发生器 20 顶部出口输出，同时吸收溶液的浓度得到提高。所述发生器 20 的顶部出口管道 41 与工艺蒸汽管道 44 相连接。

[0026] 所述闪蒸罐 46 的入口和所述发生换热器 25 的出口通过管道相连接，并在该管道上设有疏水器 27 以及节流阀 28。发生换热器 25 内产生的高压冷凝水经由疏水器 27，在节流阀 28 的作用下减压至工艺蒸汽的压力后进入闪蒸罐 46，冷凝水的一部分在所述闪蒸罐 46 中闪蒸成蒸汽，并作为工艺蒸汽从闪蒸罐 46 的顶部出口输出。所述闪蒸罐 46 的顶部出口管道 42 与工艺蒸汽管道 44 相连接。

[0027] 所述的吸收器 10 和发生器 20 之间设有溶液循环管道，用于使吸收溶液在吸收器 10 和发生器 20 之间进行循环。将吸收器 10 中的部分吸收溶液输送到发生器 20 中，并将发生器 20 中的部分吸收溶液输送到吸收器 10 中。由于吸收器 10 中的吸收溶液是用于吸收工质蒸气，发生器中的吸收溶液是用于产生工质蒸气，所以发生器 20 输出的吸收溶液的浓度高于吸收器 10 输出的吸收溶液的浓度。也就是说，由发生器 20 进行了吸收器中吸收溶液的再生过程。为更好地对工质蒸气进行吸收，在吸收器 10 内设有喷淋设备 13，用于喷洒来自发生器的高浓度的吸收溶液。为更好的产生工质蒸气，在发生器 20 内设有喷淋设备 23，用于喷洒来自吸收器的低浓度的吸收溶液。

[0028] 所述的蒸发器 11 和闪蒸罐 46 的底部出口之间设有连接管道，并在该连接管道上设有节流阀 29，用于将冷凝水从闪蒸罐 46 导入到蒸发器 11。为更好的产生工质蒸气，在蒸发器 11 内设有喷淋设备 14，用于喷洒来自蒸发器底部输出的液态工质。所述闪蒸罐 46 的底部还设有排出管道和截止阀 47，用于将多余的冷凝水排出。

[0029] 由于吸收器 10 和发生器 20 的工作温度不同，吸收器需要较低的温度，而发生器需要较高的温度，所以本实施例在溶液循环管道上设置溶液热交换器 36，用于对从发生器输出的高温的吸收溶液与从吸收器输出的低温的吸收溶液进行换热。

[0030] 另外，还在蒸发器喷淋管道和溶液循环管道上和分别设置了输送泵 33 和输送泵 34，在溶液热交换器 36 下游的容易循环管道上设置节流阀 30。

[0031] 采用上述实施例 1 的热泵系统，本发明提出的热泵循环方法包括以下步骤：(1) 在发生器 10 中由供给蒸汽管道 40 提供的高温高压供给蒸汽加热吸收溶液，产生工质蒸气同时浓缩吸收溶液，将上述工质蒸气作为工艺蒸汽经出口管道 41 和工艺蒸汽管道 44 输出给用户，所述的浓缩后吸收溶液通过吸收器 10 和发生器 20 之间设置的溶液循环管道输送到吸收器 10 中；(2) 供给蒸汽在发生换热器 25 内冷凝形成高压冷凝水，该高压冷凝水经节流阀 28 作用下减压至工艺蒸汽的压力后进入闪蒸罐 46，冷凝水的一部分在所述闪蒸罐 46 中闪蒸成蒸汽，并作为工艺蒸汽从闪蒸罐 46 的顶部出口输出至工艺蒸汽管道 44 输出给用户；(3) 闪蒸罐 46 底部的部分冷凝水进入蒸发器 11 中，并在蒸发器 11 中通过蒸发换热器 16 中的载热介质吸收外部低温热源的热量并蒸发为工质蒸气，所述的工质蒸气输送到吸收器 10 中；(4) 在吸收器 10 中吸收溶液吸收来自蒸发器 11 的工质蒸气并产生吸收热，所述吸收热

作为高温热源通过吸收换热器 15 中的载热介质向外部输出,吸收溶液被稀释,所述的稀释后吸收溶液通过吸收器 10 和发生器 20 之间设置的溶液循环管道输送到发生器 20 中。

[0032] 较佳的,通过溶液热交换器 36 对从发生器 20 输出的吸收溶液与从吸收器 10 输出的吸收溶液进行换热。

[0033] 请参阅图 2 所示,是本发明实施例 2 的热泵系统的流程图。为了进一步提升所产工艺蒸汽的压力和温度,还设置了蒸汽喷射式热泵 45。所述蒸汽喷射式热泵 45 的引射流体入口管道 43 与发生器 20 顶部出口管道 41 以及闪蒸罐 46 顶部出口管道 42 相连接,蒸汽喷射式热泵 45 的工作流体入口与供给蒸汽管道 40 相连接,蒸汽喷射式热泵 45 的压缩流体出口与工艺蒸汽管道 44 相连接。在供给蒸汽的高压力为驱动源,在蒸汽喷射式热泵 45 的作用下工艺蒸汽管道 44 内的工艺蒸汽的压力和温度得到了进一步的提升。

[0034] 采用上述实施例 2 的热泵系统,本发明提出的又一种热泵循环方法包括以下步骤:(1) 供给蒸汽管道 40 提供的高温高压供给蒸汽分为两个部分,一部分供给蒸汽输送到发生器 20,在发生器中该供给蒸汽加热吸收溶液,产生工质蒸气同时浓缩吸收溶液,将上述工质蒸气通过发生器 20 顶部出口管道 41 和引射流体入口管道 43 输出至所述蒸汽喷射式热泵的引射流体入口,所述的浓缩后吸收溶液通过吸收器 10 和发生器 20 之间设置的溶液循环管道输送到吸收器 10 中,另一部分供给蒸汽直接输送到蒸汽喷射式热泵 45 的工作流体入口;(2) 输送到发生器 20 的供给蒸汽在发生换热器 25 内冷凝形成高压冷凝水,该高压冷凝水经节流阀 28 作用下减压至工艺蒸汽的压力后进入闪蒸罐 46,冷凝水的一部分在所述闪蒸罐中闪蒸成蒸汽,所述蒸汽从闪蒸罐 46 顶部出口管道 42 和引射流体入口管道 43 输出至蒸汽喷射式热泵的引射流体入口,在蒸汽喷射式热泵中所述发生器 20 输出的工质蒸气和所述闪蒸罐 46 顶部输出的蒸汽与所述输送到蒸汽喷射式热泵 45 的供给蒸汽一起形成工艺蒸汽,由蒸汽喷射式热泵 45 的压缩流体出口通过工艺蒸汽管道 44 向外输出;(3) 闪蒸罐 46 底部的部分冷凝水进入蒸发器 11 中,并在蒸发器 11 中通过蒸发换热器 16 中的载热介质吸收外部低温热源的热量并蒸发为工质蒸气,所述的工质蒸气输送到吸收器 10 中;(4) 在吸收器 10 中吸收溶液吸收来自蒸发器 11 的工质蒸气并产生吸收热,所述吸收热作为高温热源通过吸收换热器 15 中的载热介质向外部输出,吸收溶液被稀释,所述的稀释后吸收溶液通过吸收器 10 和发生器 20 之间设置的溶液循环管道输送到发生器 20 中。

[0035] 较佳的,通过溶液热交换器 36 对从发生器 20 输出的吸收溶液与从吸收器 10 输出的吸收溶液进行换热。

[0036] 请参阅图 3 所示,是本发明提出的干燥系统的流程图。本实施例的干燥系统包括上述实施例 2 的热泵系统、干燥室 50、空气加热器 51、空气预热器 52 和湿空气换热器 53。所述的干燥室 50 和空气加热器 51 为现有技术中的空气干燥系统。所述的空气预热器 52 设置在向空气加热器提供空气的管道上,其作用在于对空气进行预热,从而可以减少空气加热器的能源消耗。该空气预热器 52 与热泵系统中的吸收换热器 15 相连接并形成回路,从而使吸收器 10 中产生的热量用于对干燥系统的干燥介质进行预热。所述空气加热器 51 与热泵系统中的工艺蒸汽管道 44 相连接,从而使工艺蒸汽的热量用于对干燥系统的干燥介质进行加热。从干燥室 50 排出的湿空气具有较大的湿度和水蒸气潜热,湿空气换热器 53 设置在干燥室排出湿空气的管道上。该湿空气换热器 53 与蒸发换热器 16 相连接并形成回路,从而可以使干燥室排出的湿空气的热焓作为蒸发换热器 16 的低温热源得到回收利用。

[0037] 采用上述实施例提出的干燥系统，本发明提出一种干燥方法，该方法包括：用热泵系统中的吸收换热器 15 提供的热能通过空气预热器 52 来预热空气；用热泵系统中工艺蒸汽管道 44 提供的工艺蒸汽通过空气加热器 51 来加热经过预热的空气形成热空气；在干燥室 50 中热空气与被干燥物料接触后形成湿空气；所述的湿空气通过湿空气换热器 53 向蒸发换热器 16 提供热能。这样，上述干燥方法利用热泵系统输出的吸收换热器热量和工艺蒸汽热量对干燥介质进行两级加热，从而显著减少了供给蒸汽的耗量，能量利用效率因而得到明显改善。

[0038] 较佳的上述各实施例中所述的工质为水。

[0039] 在上述实施例中，仅描述了完成本发明技术方案的基本流程，对于实现该流程的其他零件或者设备进行了省略，例如，保证各个物质流动方向所需的泵或者阀门，吸收溶液的工质和吸收剂。对于实现上述各个实施例所述的动力循环系统所需要的其他设备或者零件，本领域人员皆可在现有技术中找到对应的技术手段，在此不再赘述。

[0040] 以上所述，仅是本发明的较佳实施例而已，并非对本发明作任何形式上的限制，虽然本发明已以较佳实施例揭露如上，然而并非用以限定本发明，任何熟悉本专业的技术人员，在不脱离本发明技术方案范围内，当可利用上述揭示的技术内容做出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例，但凡是未脱离本发明技术方案的内容，依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰，均仍属于本发明技术方案的范围内。

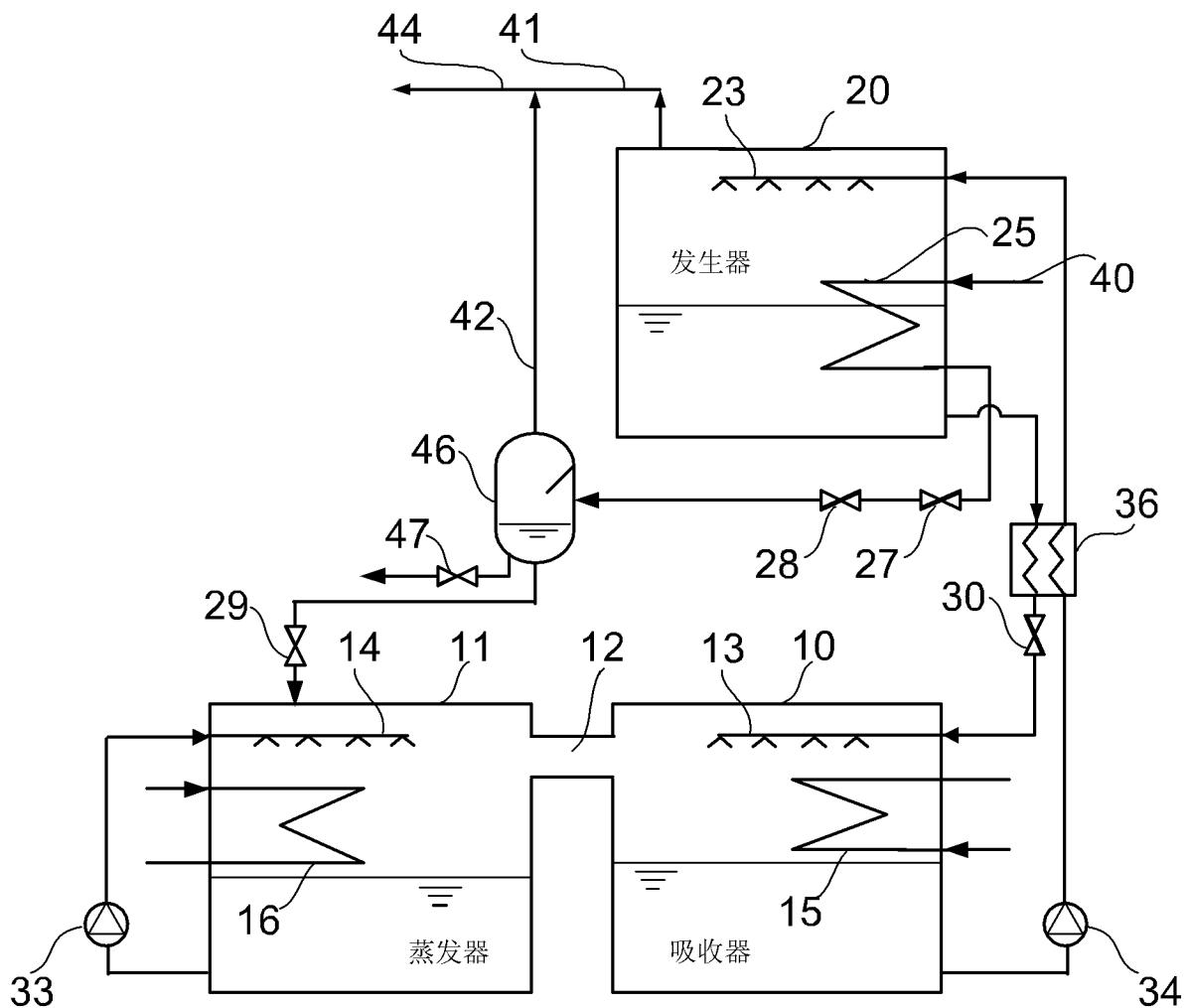


图 1

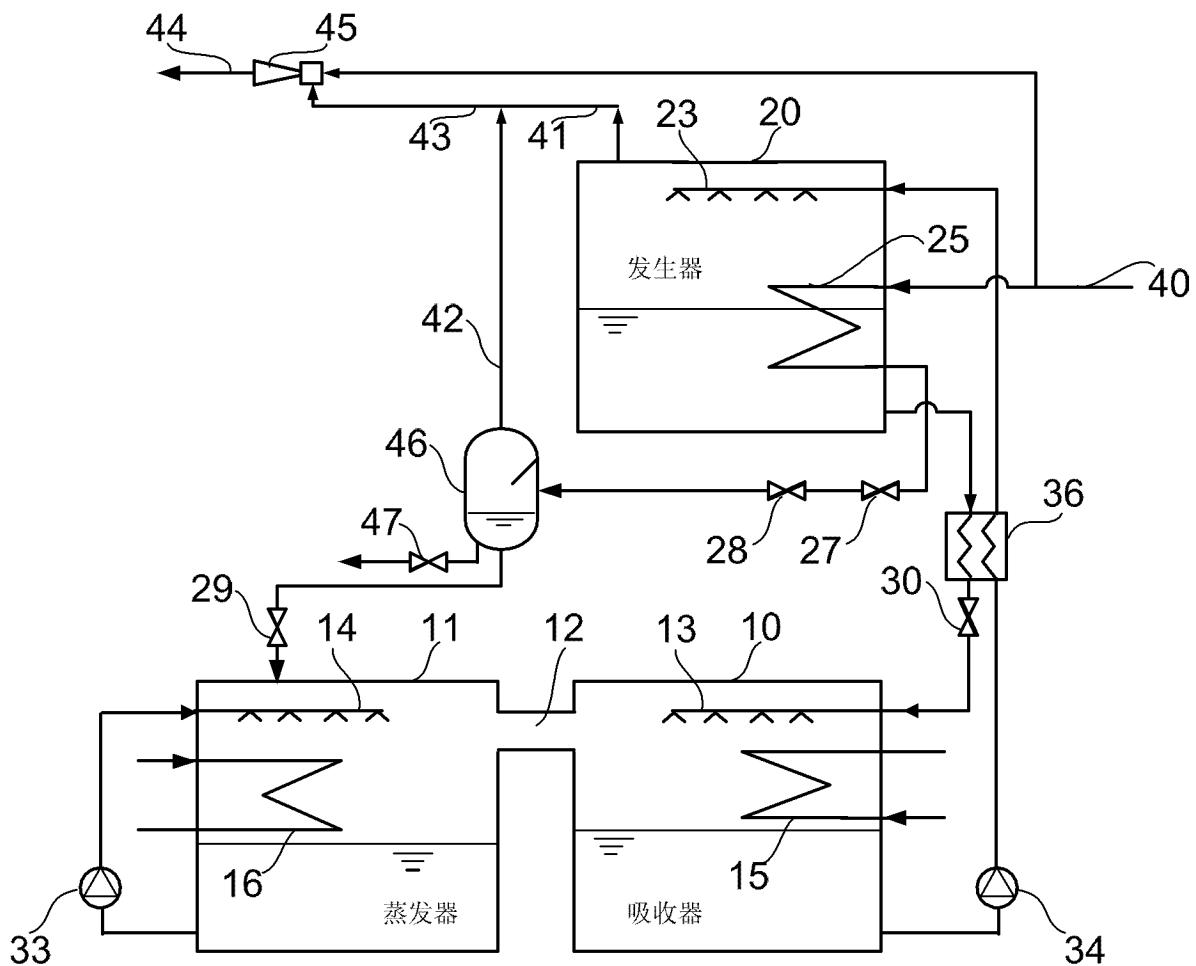


图 2

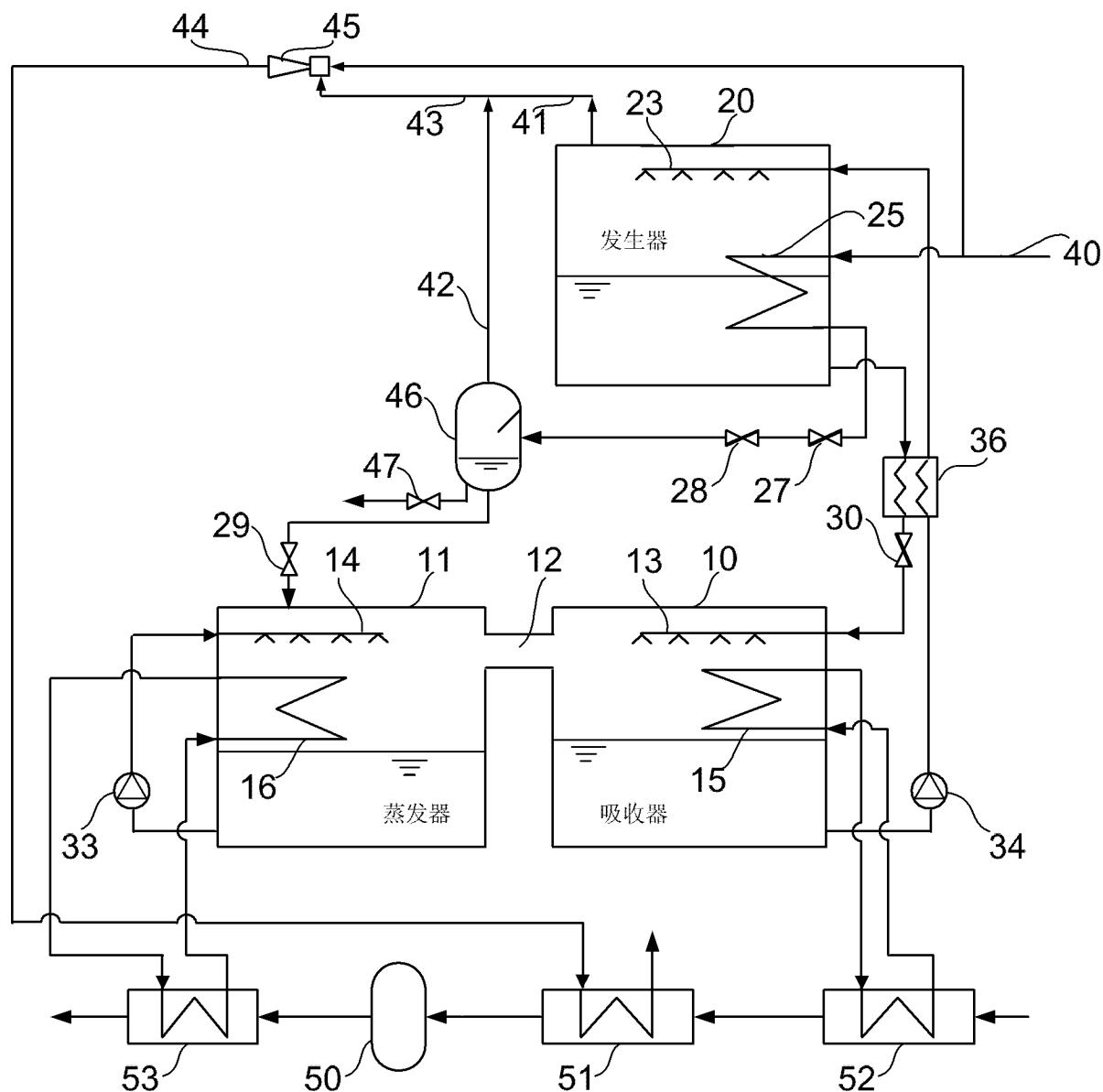


图 3

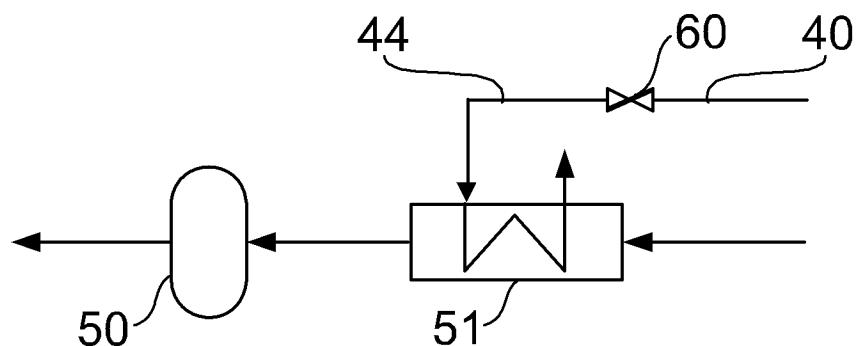


图 4