



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106523366 A

(43)申请公布日 2017. 03. 22

(21)申请号 201610783619.3

F04C 29/04(2006.01)

(22)申请日 2016.08.31

(71)申请人 中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司

地址 430071 湖北省武汉市武昌区中南二路12号

(72)发明人 闵山山 桂本 徐传海 裴龙
匡云 黄军军 刘杰 陈佳乐
陈静

(74)专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104

代理人 陈家安

(51)Int.Cl.

F04C 19/00(2006.01)

F04C 29/00(2006.01)

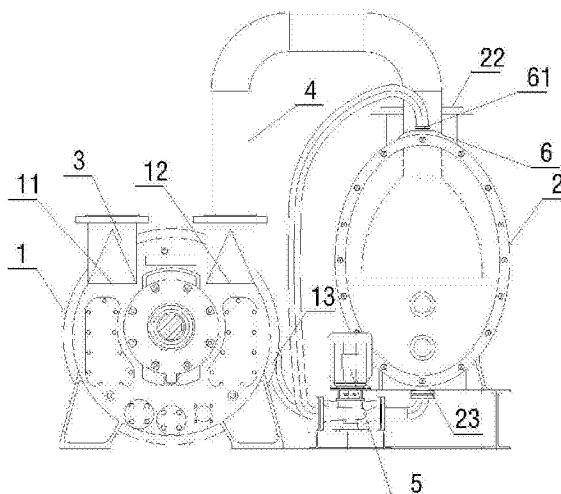
权利要求书3页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统及其回水方法

(57)摘要

本发明公开了一种带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统,涉及一种用于化工、机械、勘探、电力等领域的液环真空泵回水系统。它包括真空泵本体、气水分离器、进物料管、出物料管、增压泵、旋膜区、冷却液入口、气水分离区、换热区、整流区、导流板、气相通道、环形隔板;旋膜区内安装有起膜管,起膜管的管壁上设有起膜孔;换热区内部安装有换热隔板,换热液进口与下换热管的进水口连通;换热液出口与上换热管的出水口连通;增压泵的输入端与分离液体出口连通,增压泵的输出端与所述回水口及冷却液入口连通。本发明有利于减少回水流体扰动,能够降低阻力。本发明还涉及这种带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统的回水方法。



1. 带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统,包括真空泵本体(1)、气水分离器(2)、进物料管(3)和出物料管(4);

所述真空泵本体(1)上端设有泵体物料进口(11)和泵体物料出口(12),真空泵本体(1)下端设有回水口(13),所述气水分离器(2)上端设有分离器物料进口(21)和分离气体出口(22),气水分离器(2)下端设有分离液体出口(23)、换热液进口(24)和换热液出口(25);

所述进物料管(3)安装在真空泵本体(1)上且与泵体物料进口(11)连通,所述出物料管(4)一端安装在真空泵本体(1)上且与泵体物料出口(12)连通,另一端安装在气水分离器(2)上且与分离器物料进口(21)连通;

其特征在于:

还包括增压泵(5),所述气水分离器(2)的外部上端安装有旋膜区(6),气水分离器(2)内部设有气水分离区(7)、换热区(8)和整流区(9),气水分离区(7)和整流区(9)均位于气水分离器(2)上端,换热区(8)位于气水分离器(2)下端;

所述旋膜区(6)的外壳上安装有冷却液入口(61),旋膜区(6)内安装有与所述出物料管(4)连通的起膜管(62),起膜管(62)的管壁上设有供水流通过的起膜孔(63),所述起膜管(62)与气水分离区(7)连通,分离气体出口(22)与整流区(9)连通,分离液体出口(23)与换热区(8)连通;

所述气水分离区(7)和整流区(9)之间安装有位于气水分离器(2)内部的导流板(26),导流板(26)上设有供分离气体通过的气相通道(27),所述换热区(8)上端设有安装在气水分离器(2)内部的环形隔板(28),且气水分离区(7)下端和整流区(9)下端均与换热区(8)上端连通,

所述换热区(8)内部安装有与气水分离器(2)的内壁连接的换热隔板(81),换热隔板(81)将所述换热区(8)分为位于换热隔板(81)上端的上换热区(82),和位于换热隔板(81)下端的下换热区(83),所述上换热区(82)内设有若干上换热管(84),下换热区(83)内设有若干下换热管(85),

所述下换热管(85)的出水口与上换热管(84)的进水口连通;所述换热液进口(24)位于换热隔板(81)下方,且与下换热管(85)的进水口连通;所述换热液出口(25)位于换热隔板(81)和环形隔板(28)之间,且与上换热管(84)的出水口连通;

所述增压泵(5)的输入端与分离液体出口(23)连通,增压泵(5)的输出端与所述回水口(13)及冷却液入口(61)连通。

2. 根据权利要求1所述的带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统,其特征在于:所述起膜孔(63)中心线在水平方向上与起膜管(62)外壁的交点为外起膜切点,外起膜切点在起膜管(62)外壁上的切线为外起膜切线,所述外起膜切线与起膜孔(63)的中心线之间的夹角为 $15^{\circ}\sim 60^{\circ}$,起膜孔(63)的中心线与水平面之间的夹角为 $5^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 。

3. 根据权利要求2所述的带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统,其特征在于:所述起膜孔(63)中心线在水平方向上与起膜管(62)内壁的交点为内起膜切点,外起膜切点位于内起膜切点上方,所述外起膜切线与起膜孔(63)的中心线之间的夹角为 30° ,起膜孔(63)的中心线与水平面之间的夹角为 10° 。

4. 根据权利要求1至3中任一项权利要求所述的带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统,其特征在于:所述回水口(13)中心线在水平方向上与真空泵本体(1)外壁的接触处为回

水切点,所述回水切点在真空泵本体(1)的外壁上的切线为回水切线,所述回水切线与回水口(13)的中心线平行。

5.根据权利要求4所述的带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统,其特征在于:所述的回水口(13)有多个且在真空泵本体(1)上呈整列布置,回水口(13)为孔状结构或轴向带状结构。

6.根据权利要求5所述的带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统,其特征在于:所述气水分离器(2)的外壳的横截面为椭圆形,所述气相通道(27)为导流板(26)上设置的多个导流孔,所述分离液体出口和换热液进口(24)为相邻布置。

7.根据权利要求6所述的带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统,其特征在于:所述冷却液入口(61)有两个,起膜管(62)有两个,所述两个起膜管(62)位于所述两个冷却液入口(61)之间。

8.带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统的回水方法,其特征在于,它包括如下工艺步骤,

步骤一:将工作液通入到真空泵本体(1)内,并通过叶轮(14)与分配板(15)使工作液在真空泵本体(1)内形成液环(16);

步骤二:将待处理的高温气水混合物送进入到真空泵本体(1)内,使待处理的高温气水混合物穿过分配板(15)进入到液环(16)内并与液环(16)接触,液环(16)与待处理的高温气水混合物混合后形成的物质为第一气水混合物;

步骤三:第一气水混合物通过分配板(15)上的排气孔排出,并进入到出物料管(4),然后延出物料管(4)流入到起膜管(62)内;

步骤四:通过冷却液入口(61)向旋膜区(6)内注入冷却液,旋膜区(6)内的冷却液穿过起膜孔(63)进入到起膜管(62)内并与第一气水混合物混合,冷却液和第一气水混合物混合后的物质为第二气水混合物;

步骤五:第二气水混合物穿过旋膜区(6)进入到气水分离器(2)内部,并在气水分离区(7)内进行气水分离,此时第二气水混合物分离为分离气体和分离液体;

步骤六:所述分离气体先穿过位于气水分离区(7)和整流区(9)之间的气相通道(27),然后进入到整流区(9)内,最后在整流区(9)内部经过整流后,从与整流区(9)连通的分离气体出口(22)排出;

步骤七:分离液体穿过气水分离区(7)和整流区(9)进入到换热区(8)内,与换热区(8)内部的换热管接触,分离液体在换热区(8)内经过换热后,从位于换热区(8)底部的分离液体出口(23)排出,此时分离液体实现换热功能;

步骤八:增压泵(5)将分离液体出口(23)排出的换热液体一部分通过冷却液入口(61)注入到旋膜区(6)内,另一部分通过回水口(13)注入到真空泵本体(1)内,实现分离液体的重复利用。

步骤九:换热液体先从换热液进口(24)进入到换热区(8)内,然后从下换热管(85)流入到上换热管(84),最后从换热液出口(25)排出,在此过程中,下换热管(85)内的换热液体和上换热管(84)内的换热液体均会与换热区(8)内的分离液体接触,换热液体实现换热功能。

9.根据权利要求1所述的带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统的回水方法,其特征在于:所述起膜孔(63)中心线在水平方向上与起膜管(62)外壁的交点为外起膜切点,外起

膜切点在起膜管 (62) 外壁上的切线为外起膜切线,所述外起膜切线与起膜孔 (63) 的中心线之间的夹角为 $15\sim 60^{\circ}$,起膜孔 (63) 的中心线与水平面之间的夹角为 $5\sim 20^{\circ}$ 。

10. 根据权利要求2所述的带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统的回水方法,其特征在于:所述起膜孔 (63) 中心线在水平方向上与起膜管 (62) 内壁的交点为内起膜切点,外起膜切点位于内起膜切点上方,所述外起膜切线与起膜孔 (63) 的中心线之间的夹角为 30° ,起膜孔 (63) 的中心线与水平面之间的夹角为 10° 。

带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统及其回水方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于化工、机械、勘探、电力等领域的液环真空泵回水系统,具体的说是一种带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统。本发明还涉及这种带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统的回水方法。

背景技术

[0002] 液环真空泵主要用于粗真空的形成过程,由于其具有接近等温压缩、对粉尘不敏感、吸入气体可以夹带液体或大量水蒸气的优点,其在电力行业领域应用广泛,对凝汽器的抽真空阶段和真空维持阶段均使用真空泵及成套机组来完成。液环真空泵由低速电动机、气水分离器、工作液冷却器、气动控制系统、高低水位调节器、泵组内部有关连接管道、阀门及电气控制设备等组成,其作用是在汽轮机组启动时建立真空及抽除真空系统不严密处漏入的空气和未凝结的蒸汽,以维持凝汽器的真空度。液环真空泵是靠偏置叶轮在泵腔内回转运动使工作室容积周期性变化以实现抽气的真空泵。

[0003] 液环泵在运行时,由于工作液体温度不断上升,且在排气过程中不断有水从排气口流失,泵腔内水量减少,致使液环泵的性能降低;并且由于受到工作液温度和汽化压力的限制,其腔体内部容易发生汽蚀。汽蚀不但会对液环泵的过流部件产生破坏作用,还会使液环泵产生振动和噪声,并导致其效率下降,因此应尽量防止液环泵在汽蚀状态下工作。因此,在液环泵运行的过程中需要不断向泵腔体内补充工作液体,以维持工作液量及降低工作液体的温度。

[0004] 液环真空泵或压缩机等设备在工作时需不断向液环内补充冷却介质,即工作液。该工作液实质是真空泵排出的汽水混合物经由汽水分离器分离并经过换热器后冷却回流的液体,该部分冷却工作液的流量、温度以及回流方式将直接影响到真空泵液环的工作温度,从而影响真空泵的工作效率以及汽蚀风险程度。

[0005] 如图2所示,在现有真空泵的回水系统中,回水口往往被设计在靠近真空泵端盖一侧,冷却工作液沿该回水口经过分配板导流至真空泵叶轮附近,通过原有的回水口进入到筒体内部。叶轮旋转时冷却工作液通过原有回水口首先进入叶轮相邻两叶片间的体积单元,后随离心力的作用进入液环开始传质、换热过程。

[0006] 上述现有的液环真空泵回水系统,其优势在于利用了叶轮的离心力,以及相邻叶片间的真空,从而在不增压的条件下让工作液自流入液环内部,简化了系统。然而随着近年来液环真空泵回水系统对真空泵的性能要求逐渐提高,上述现有的液环真空泵回水系统已无法满足相关要求。例如在夏季或者常年高温地区应用真空泵时,液环温度过高将导致真空泵效率下降、抽气能力下降、汽蚀等一系列问题,该类问题对真空泵液环温度,冷却工作液的回水量、水温、回水方式、换热效率均提出了更高的要求,上述现有的液环真空泵回水系统的回水方式的弊端也随之显现。

[0007] 如图2所示,现有的液环真空泵回水系统的回水方式其冷却液(低温液体)是经由原有的回水口首先进入到与叶轮相邻的两叶片间的体积单元,随后在离心力的作用下进入

液环内侧开始传质传热的。而在叶轮的高速旋转下,冷却液由原有的回水口运动至排气孔(排水)的时间非常短暂,且液体之间的换热仅限于液环内侧边界层。即冷却液在液环内停留时间短,低温液体并未充分换热便由排气孔(排水)排出筒体,液环靠近筒壁一侧的高温液体并未得到有效降温或者置换。从而导致了液环温度难以下降;除此之外,如图2所示,常规回水系统的换热设备多选用外接式板式换热器,此类系统布局不紧凑,占地面积大,检修不便,换热效率不高,从而容易导致,真空泵夏季工况超温、工作效率低、抽气能力下降、汽蚀等问题。

发明内容

[0008] 本发明的第一目的是为了克服背景技术的不足之处,而提供一种带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统。

[0009] 本发明的第二目的是为了克服背景技术的不足之处,而提供一种带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统。

[0010] 为了实现上述目的,本发明的技术方案为:带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统,包括真空泵本体、气水分离器、进物料管和出物料管;所述真空泵本体上端设有泵体物料进口和泵体物料出口,真空泵本体下端设有回水口,所述气水分离器上端设有分离器物料进口和分离气体出口,气水分离器下端设有分离液体出口、换热液进口和换热液出口;所述进物料管安装在真空泵本体上且与泵体物料进口连通,所述出物料管一端安装在真空泵本体上且与泵体物料出口连通,另一端安装在气水分离器上且与分离器物料进口连通;其特征在于:还包括增压泵,所述气水分离器的外部上端安装有旋膜区,气水分离器内部设有气水分离区、换热区和整流区,气水分离区和整流区均位于气水分离器上端,换热区位于气水分离器下端;所述旋膜区的外壳上安装有冷却液入口,旋膜区内安装有与所述出物料管连通的起膜管,起膜管的管壁上设有供水流通过的起膜孔,所述起膜管与气水分离区连通,分离气体出口与整流区连通,分离液体出口与换热区连通;所述气水分离区和整流区之间安装有位于气水分离器内部的导流板,导流板上设有供分离气体通过的气相通道,所述换热区上端设有安装在气水分离器内部的环形隔板,且气水分离区下端和整流区下端均与换热区上端连通,所述换热区内部安装有与气水分离器的内壁连接的换热隔板,换热隔板将所述换热区分为位于换热隔板上端的上换热区,和位于换热隔板下端的下换热区,所述上换热区内设有若干上换热管,下换热区内设有若干下换热管,所述下换热管的出水口与上换热管的进水口连通;所述换热液进口位于换热隔板下方,且与下换热管的进水口连通;所述换热液出口位于换热隔板和环形隔板之间,且与上换热管的出水口连通;所述增压泵的输入端与分离液体出口连通,增压泵的输出端与所述回水口及冷却液入口连通。

[0011] 在上述技术方案中,所述起膜孔中心线在水平方向上与起膜管外壁的交点为外起膜切点,外起膜切点在起膜管外壁上的切线为外起膜切线,所述外起膜切线与起膜孔的中心线之间的夹角为 $15^{\circ}\sim 60^{\circ}$,起膜孔的中心线与水平面之间的夹角为 $5^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 。

[0012] 在上述技术方案中,所述起膜孔中心线在水平方向上与起膜管内壁的交点为内起膜切点,外起膜切点位于内起膜切点上方,所述外起膜切线与起膜孔的中心线之间的夹角为 30° ,起膜孔的中心线与水平面之间的夹角为 10° 。

[0013] 在上述技术方案中,所述回水口中心线在水平方向上与真空泵本体外壁的接触处

为回水切点,所述回水切点在真空泵本体的外壁上的切线为回水切线,所述回水切线与回水口的中心线平行。

[0014] 在上述技术方案中,所述的回水口有多个且在真空泵本体上呈整列布置,回水口为孔状结构或轴向带状结构。

[0015] 在上述技术方案中,所述气水分离器的外壳的横截面为椭圆形,所述气相通道为导流板上设置的多个导流孔,所述分离液体出口和换热液进口为相邻布置。

[0016] 在上述技术方案中,所述冷却液入口有两个,起膜管有两个,所述两个起膜管位于所述两个冷却液入口之间。

[0017] 为了实现第二目的,本发明的技术方案如下:它包括如下工艺步骤,步骤一:将工作液通入到真空泵本体内,并通过叶轮与分配板使工作液在真空泵本体内形成液环;步骤二:将待处理的高温气水混合物送进入到真空泵本体内,使待处理的高温气水混合物穿过分配板进入到液环内并与液环接触,液环与待处理的高温气水混合物混合后形成的物质为第一气水混合物;步骤三:第一气水混合物通过分配板上的排气孔排出,并进入到出物料管,然后延出物料管流入到起膜管内;步骤四:通过冷却液入口向旋膜区内注入冷却液,旋膜区内的冷却液穿过起膜孔进入到起膜管内并与第一气水混合物混合,冷却液和第一气水混合物混合后的物质为第二气水混合物;步骤五:第二气水混合物穿过旋膜区进入到气水分离器内部,并在气水分离区内进行气水分离,此时第二气水混合物分离为分离气体和分离液体;步骤六:所述分离气体先穿过位于气水分离区和整流区之间的气相通道,然后进入到整流区内,最后在整流区内部经过整流后,从与整流区连通的分离气体出口排出;步骤七:分离液体穿过气水分离区和整流区进入到换热区内,与换热区内部的换热管接触,分离液体在换热区内经过换热后,从位于换热区底部的分离液体出口排出,此时分离液体实现换热功能;步骤八:增压泵将分离液体出口排出的换热液体一部分通过冷却液入口注入到旋膜区内,另一部分通过回水口注入到真空泵本体内,实现分离液体的重复利用;步骤九:换热液体先从换热液进口进入到换热区内,然后从下换热管流入到上换热管,最后从换热液出口排出,在此过程中,下换热管内的换热液体和上换热管内的换热液体均会与换热区内的分离液体接触,换热液体实现换热功能。

[0018] 有现有技术相比,本发明的有益效果如下:

[0019] 1、将在真空泵壁面上设置多个回水口,且使回水口与真空泵本体的筒壁之间为切向设置,有利于减少回水流体扰动,能够降低阻力。

[0020] 2、本发明的回水方式运行时可使温度较低的工作液从筒壁进入液环,在与液环换热的同时将液环内侧高温液体从排气口排出真空泵筒体,在换热的同时实现了工作液对高温液体的置换。

[0021] 3、通过增压泵使分离液体出口、冷却液入口和回水口连通,可以有效补充工作液量,有利于降低液环温度。

[0022] 4、从吸气侧补充工作液,能很好的冲击该处低压涡流,提高工作液压力,从而大大降低汽蚀风险,保证液环真空泵的高效运行及汽轮发电机组的经济性。

[0023] 5、利用增压泵将冷却后的液体引入分离器入口,预冷却进入分离器的高温液体,可以降低进入集成换热器的液体的温度,从而降低传热端差,提高换热效率。

[0024] 6、本发明中起膜孔的设置方式能够使进入起膜管内的液体形成旋膜,同时通过增

压泵使从分离液出口出来的低温液体重新进入到起膜区内,有利于提高气水分离效率,从而保证系统稳定运行,提高汽轮发电机组的经济性。

附图说明

[0025] 图1为本发明所述的液环真空泵回水系统的结构示意图。

[0026] 图2为现有的液环真空泵回水系统的结构示意图。

[0027] 图3为本发明的气水分离器的结构示意图。

[0028] 图4为出物料管和起膜管的连接结构示意图。

[0029] 图5为延水平方向时,带有起膜孔的起膜管的结构示意图。

[0030] 图6为叶轮、分配板、液环和回水口的连接结构示意图。

[0031] 图7为本发明中回水口为孔状结构时结构示意图。

[0032] 图8为本发明中回水口为轴向带状结构时结构示意图。

[0033] 图9为本发明的回水方式与常规回水方式中换热量对比结果。

[0034] 图10为本发明的回水方式与常规回水方式中液环温度对比结果。

[0035] 图11为两种回水方式分离器内回水进入换热器时的温差对比,其中,所述两种回水方式分别为本发明的回水方式与常规回水方式。

[0036] 图中1-真空泵本体,11-泵体物料进口,12-泵体物料出口,13-回水口,14-叶轮,15-分配板,16-液环,2-气水分离器,21-分离器物料进口,22-分离气体出口,23-分离液体出口,24-换热液进口,25-换热液出口,26-导流板,27-气相通道,28-环形隔板,29-、3-进物料管,4-出物料管,5-增压泵,6-旋膜区,61-冷却液入口,62-起膜管,63-起膜孔,7-气水分离区,8-换热区,81-换热隔板,82-上换热区,83-下换热区,84-上换热管,85-下换热管,9-整流区。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图详细说明本发明的实施情况,但它们并不构成对本发明的限定,仅作举例而已。同时通过说明使本发明的优点更加清楚和容易理解。

[0038] 参阅附图可知:带有旋膜的增压型液环真空泵回水系统,包括真空泵本体1、气水分离器2、进物料管3和出物料管4;所述真空泵本体1上端设有泵体物料进口11和泵体物料出口12,真空泵本体1下端设有回水口13,所述气水分离器2上端设有分离器物料进口21和分离气体出口22,气水分离器2下端设有分离液体出口23、换热液进口24和换热液出口25;所述进物料管3安装在真空泵本体1上且与泵体物料进口11连通,所述出物料管4一端安装在真空泵本体1上且与泵体物料出口12连通,另一端安装在气水分离器2上且与分离器物料进口21连通;其特征在于:还包括增压泵5,所述气水分离器2的外部上端安装有旋膜区6,气水分离器2内部设有气水分离区7、换热区8和整流区9,气水分离区7和整流区9均位于气水分离器2上端,换热区8位于气水分离器2下端;所述旋膜区6的外壳上安装有冷却液入口61,旋膜区6内安装有与所述出物料管4连通的起膜管62,起膜管62的管壁上设有供水流通过的起膜孔63,所述起膜管62与气水分离区7连通,分离气体出口22与整流区9连通,分离液体出口23与换热区8连通;所述气水分离区7和整流区9之间安装有位于气水分离器2内部的导流板26,导流板26上设有供分离气体通过的气相通道27,所述换热区8上端设有安装在气水分

分离器2内部的环形隔板28,且气水分离区7下端和整流区9下端均与换热区8上端连通,所述换热区8内部安装有与气水分离器2的内壁连接的换热隔板81,换热隔板81将所述换热区8分为位于换热隔板81上端的上换热区82,和位于换热隔板81下端的下换热区83,所述上换热区82内设有若干上换热管84,下换热区83内设有若干下换热管85,所述下换热管85的出水口与上换热管84的进水口连通;所述换热液进口24位于换热隔板81下方,且与下换热管85的进水口连通;所述换热液出口25位于换热隔板81和环形隔板28之间,且与上换热管84的出水口连通;所述增压泵5的输入端与分离液体出口23连通,增压泵5的输出端与所述回水口13及冷却液入口61连通。

[0039] 优选的,所述起膜孔63中心线在水平方向上与起膜管62外壁的交点为外起膜切点,外起膜切点在起膜管62外壁上的切线为外起膜切线,所述外起膜切线与起膜孔63的中心线之间的夹角为 $15^{\circ}\sim 60^{\circ}$,起膜孔63的中心线与水平面之间的夹角为 $5^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 。

[0040] 优选的,所述起膜孔63中心线在水平方向上与起膜管62内壁的交点为内起膜切点,外起膜切点位于内起膜切点上方,所述外起膜切线与起膜孔63的中心线之间的夹角为 30° ,起膜孔63的中心线与水平面之间的夹角为 10° 。

[0041] 优选的,所述回水口13中心线在水平方向上与真空泵本体1外壁的接触处为回水切点,所述回水切点在真空泵本体1的外壁上的切线为回水切线,所述回水切线与回水口13的中心线平行。

[0042] 优选的,所述的回水口13有多个且在真空泵本体1上呈整列布置,回水口13为孔状结构或轴向带状结构。

[0043] 优选的,所述气水分离器2的外壳的横截面为椭圆形,所述气相通道27为导流板26上设置的多个导流孔,所述分离液体出口和换热液进口24为相邻布置。

[0044] 优选的,所述冷却液入口61有两个,起膜管62有两个,所述两个起膜管62位于所述两个冷却液入口61之间。

[0045] 本发明包括如下工艺步骤,

[0046] 步骤一:将工作液通入到真空泵本体1内,并通过叶轮14与分配板15使工作液在真空泵本体1内形成液环16;

[0047] 步骤二:将待处理的高温气水混合物送进入到真空泵本体1内,使待处理的高温气水混合物穿过分配板15进入到液环16内并与液环16接触,液环16与待处理的高温气水混合物混合后形成的物质为第一气水混合物;

[0048] 步骤三:第一气水混合物通过分配板15上的排气孔排出,并进入到出物料管4,然后延出物料管4流入到起膜管62内;

[0049] 步骤四:通过冷却液入口61向旋膜区6内注入冷却液,旋膜区6内的冷却液穿过起膜孔63进入到起膜管62内并与第一气水混合物混合,冷却液和第一气水混合物混合后的物质为第二气水混合物;

[0050] 步骤五:第二气水混合物穿过旋膜区6进入到气水分离器2内部,并在气水分离区7内进行气水分离,此时第二气水混合物分离为分离气体和分离液体;

[0051] 步骤六:所述分离气体先穿过位于气水分离区7和整流区9之间的气相通道27,然后进入到整流区9内,最后在整流区9内部经过整流后,从与整流区9连通的分离气体出口22排出;

[0052] 步骤七:分离液体穿过气水分离区7和整流区9进入到换热区8内,与换热区8内部的换热管接触,分离液体在换热区8内经过换热后,从位于换热区8底部的分离液体出口23排出,此时分离液体实现换热功能;

[0053] 步骤八:增压泵5将分离液体出口23排出的换热液体一部分通过冷却液入口61注入到旋膜区6内,另一部分通过回水口13注入到真空泵本体1内,实现分离液体的重复利用;

[0054] 步骤九:换热液体先从换热液进口24进入到换热区8内,然后从下换热管85流入到上换热管84,最后从换热液出口25排出,在此过程中,下换热管85内的换热液体和上换热管84内的换热液体均会与换热区8内的分离液体接触,换热液体实现换热功能。

[0055] 实际工作时,随着步骤二中所述的待处理的高温气水混合物通过泵体物料进口进入真空泵本体内后,所述的高温气水混合物穿过分配板上的进气孔直接与步骤二中的液环相接触,此时液环温度逐渐升高。

[0056] 实际工作时,旋膜区内冷却液进入到起膜管后会形成旋膜,旋膜会降低气流温度,能够提高气水分离器内分离气体和分离液体的分离效率。

[0057] 实际工作时,从分离液体出口中出来的冷却液经多个回水口直接与液环的外侧面接触,直接将液环的内侧面的高温液体压入到泵体物料出口中;

[0058] 本发明取消了外接的板式换热器,而在罐体底部集成了内置管式换热器,形成了一种换热器内置的卧式气水分离器;分离液体出口通过增加泵与冷却液入口连通后,从分离液体出口中出来的冷却液能够不断的通过冷却液入口进入到起膜管内,进而能够降低流进到气水分离区中的液体的温度。在卧式气水分离器的尾部接有增压泵,增压泵通过若干根管道与回水口连通,同时,增压泵上另外再通过若干根管道与冷却液入口连接,从而提高分离效率,降低换热器处的传热端差。

[0059] 如图1、图3所示:本发明所述的回水方式与常规回水方式的区别在于更改了回水口的位置以及数量,与此同时系统增设了增压泵,致使当外界温度变化或设备所需工况发生改变时,真空泵工作液回水量可根据运行情况进行相应调节。除此之外,使增压泵与冷却水入口连通,能够降低从真空泵本体中进入到气水分离器的气流温度,有利于提高气水分离效率,并且降低内置换热器中换热过程的平均温度,提高换热效率,增加系统的经济性。

[0060] 参照图3所示:本发明采用了内置换热式卧式气水分离器,有利于减少真空泵回水系统的占地空间,使真空泵回水系统的布置更加灵活方便。

[0061] 参照图2所示:常规的回水方式不具有筒壁回水结构以及针对不同工况的调节功能,在该系统中真空泵冷却工作液通过原有的回水口进行给水,冷却液(低温液体)是经由原有的回水口首先进入叶轮相邻两叶片间的体积单元,随后在离心力的作用下进入液环内侧开始传质传热。在叶轮的高速转动下,冷却液由原有的回水口运动至排气孔(排水)后排出真空泵本体外。

[0062] 上述现有技术的换热过程仅限于液体之间的换热仅限于液环内侧边界层,且冷却液在液环内停留时间短,换热不充分,低温液体并未充分换热便由排气孔(排水)排出真空泵本体外,液环靠近筒壁一侧的高温液体并未得到有效降温或者置换。从而导致了液环温度难以下降,真空泵工作效率低,抽气能力下降,汽蚀等问题。

[0063] 下面将使用效能-传热单元法分别计算常规回水方式以及本方案直接置换方式的换热量Q、换热后的液环温度、增压回水引接至分离器入口后分离器内汽流的温度以及内置

换热器换热过程的平均温度。

[0064] 已知液环流量、回水初温以及液环初温,并给定五组不同回水流量,具体初始值如下所示:

[0065] 表1初始计算参数

序号	回水流量 q_{m1} (kg/s)		
1	6.285		
2	6.174		
3	5.758		
4	5.259		
5	4.662		
液环流量, q_{m2} (kg/s)		回水初温 $t_{1'}$, (C°)	液环初温 t_2' , (C°)
89.28		15	40

[0067] 为方便计算,将回水流过的半环形换热面展开并等效转换为平板换热,水的比热 $c_p=4200\text{J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ 。

[0068] 对于常规回水方法,可将其等效为平板顺流换热方式,回水与工作液之间的换热面视为热阻为零,即回水与工作液直接接触换热。由牛顿冷却定理分析可得,换热量的计算公式如下:

$$[0069] \quad Q=q_{m1}c_p(t_1''-t_1')=q_{m2}c_p(t_2'-t_2'') \quad (\text{式1})$$

$$[0070] \quad Q=kA\Delta t_m \quad (\text{式2})$$

$$[0071] \quad \Delta t_m = \frac{(t_2' - t_1'') - (t_2'' - t_1')}{\ln \frac{t_2' - t_1'}{t_2'' - t_1'}} \quad (\text{式3})$$

$$[0072] \quad Nu=0.023Re^{0.8}Pr^b \quad (\text{式4})$$

$$[0073] \quad h = 0.023 \frac{\lambda}{l} \left(\frac{\rho u l}{\mu} \right)^{0.8} \left(\frac{c_p \mu}{\lambda} \right)^b \quad (\text{式5})$$

[0074] 式中, Q 为换热量, q_{m1} 为回水流量, q_{m2} 为液环流量, c_p 为比热容, t_1'' 为换热过后回水的温度, t_2'' 为换热过后液环的温度, k 为总换热系数, Δt_m 为换热平均温差, h 为对流换热系数。对于顺流换热,效能的计算式如下:

$$[0075] \quad \varepsilon = \frac{1 - \exp\left[-\frac{kA}{q_{m1}c_p}\left(1 + \frac{q_{m1}c_p}{q_{m2}c_p}\right)\right]}{1 + \frac{q_{m1}c_p}{q_{m2}c_p}} \quad (\text{式6})$$

[0076] 综合已知条件及式1至式6,应用效能-传热单元法求出了不同回水流量下的换热量及出口温度,如表2所示。

[0077] 表2常规回水方式计算结果

[0078]

序号	回水流量 (kg/s)	换热量Q (KW)	液环温度 (°C)
1	6.285	449.97	37.60
2	6.174	412.47	37.81
3	5.758	337.48	38.23
4	5.259	206.24	38.91
5	4.662	112.49	39.39

[0079] 对于本方案直接置换的换热方式,其每次用15°C的回水置换等量的40°C的液环,结合初始条件及式1至式6,最后计算得到不同回水流量下的换热量Q及出口温度如表3所示。

[0080] 表3直接置换方式计算结果

[0081]

序号	回水流量 (kg/s)	换热量Q (KW)	液环温度 (°C)
1	6.285	659.94	36.48
2	6.174	633.74	36.62
3	5.758	604.60	36.78
4	5.259	552.16	37.05
5	4.662	489.51	37.49

[0082] 本发明的回水方式与常规回水方式换热量对比结果如图9所示,液环温度对比结果如图10所示。

[0083] 经过直接置换混合换热后,从真空泵出口排出的汽流温度、分离器内进入换热器时的回水温差以及用增压泵引接一路冷却回水至分离器增压冷却水入口处时,分离器内进入换热器时的回水温差在不同回水流量以及抽水流量下的温度如表4与表5所示。

[0084] 表4不同流量下接入冷却水至分离器入口时罐内回水温差

抽水流量 \ 回水流量	6.285	6.174	5.758	5.259	4.662
	10.39193	9.669344	7.629539	3.64471	0.613564
1	10.39193	9.669344	7.629539	3.64471	0.613564
2	9.137682	8.466034	6.646113	3.142589	0.521465
3	8.153588	7.529072	5.887262	2.762067	0.453406

[0086] 流量单位kg/s,温度单位°C

[0087] 表5不同流量下不接冷却水至分离器入口时罐内回水温差

[0088]

回水流量 (kg/s)	6.285	6.174	5.758	5.259	4.662
温度(℃)	12.04528	11.27139	8.954542	4.337802	0.745174

[0089] 两种回水方式分离器内回水进入换热器时的温差对比如图11所示。

[0090] 计算结果表明本发明公开的一种液环真空泵工作液回水方式在相同回水流量下其换热量较常规回水方式更大,液环平均温度更低,而从增压泵另接一路冷却后的回水至分离器入口处,可以预冷却分离器入口汽流,提高气水分离效率,减小进入换热器的回水与换热器冷却水的温差,因此不论液环工作液的换热效率还是换热器的换热效率较常规回水方式均有明显提升。

[0091] 其它未说明的部分均属于现有技术。

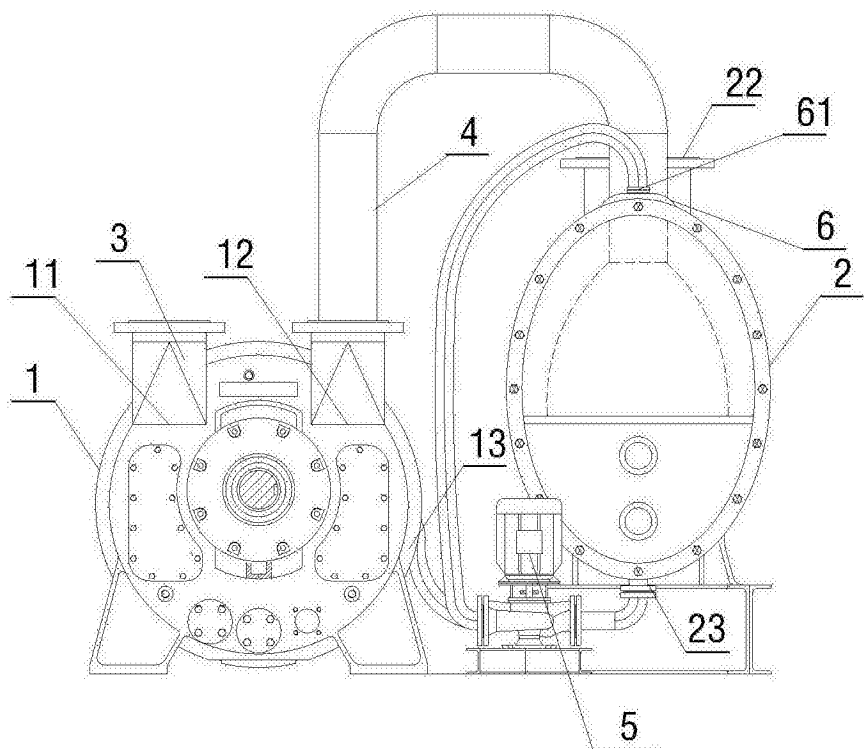


图1

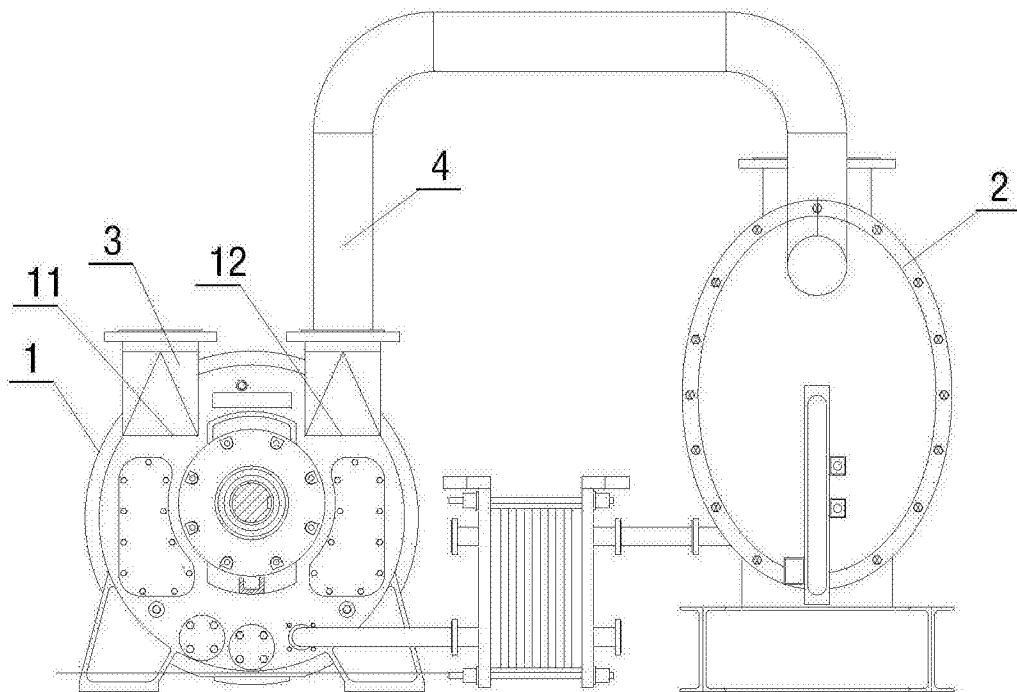


图2

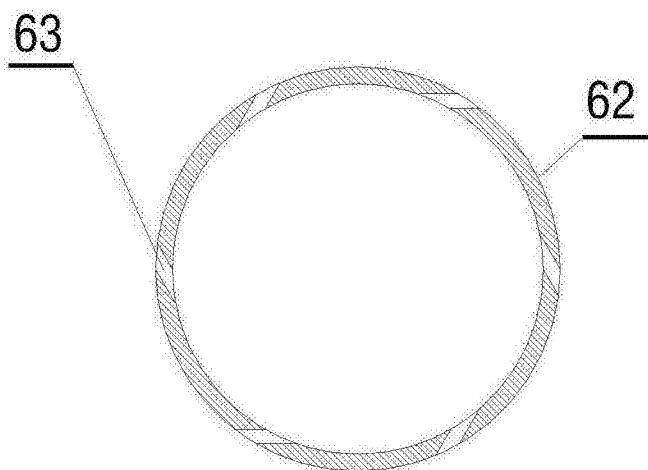


图5

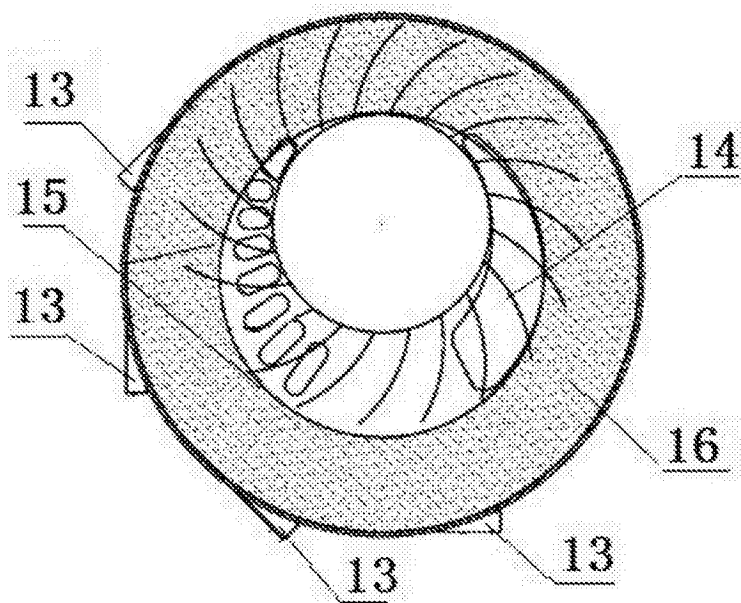


图6

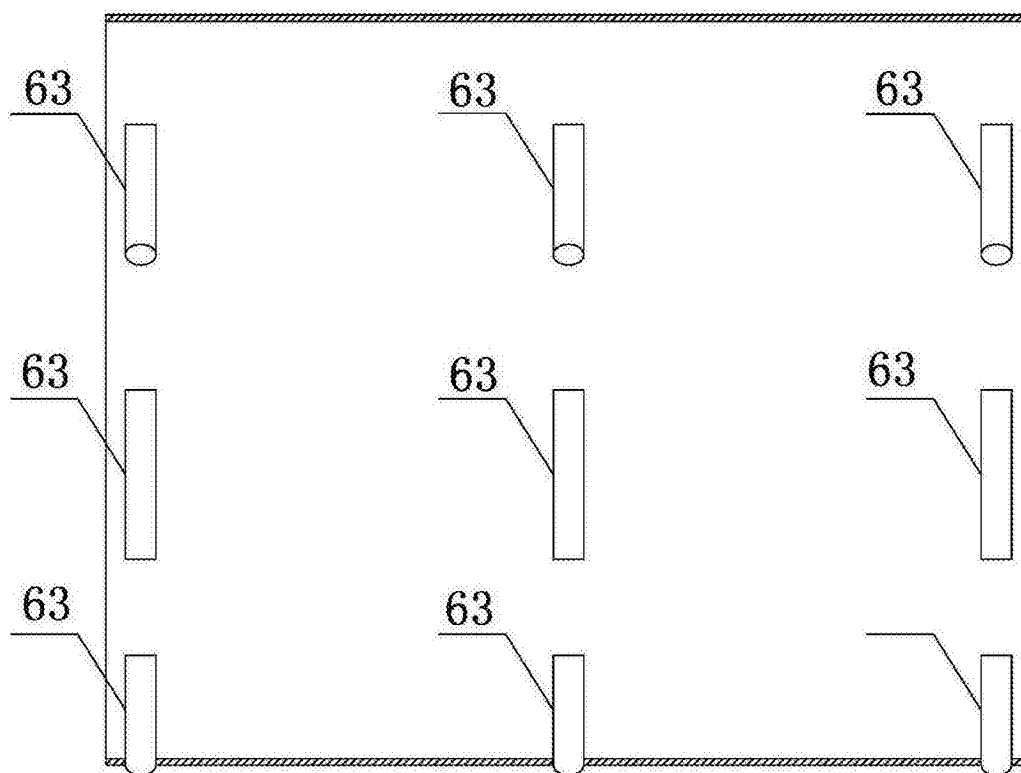


图7

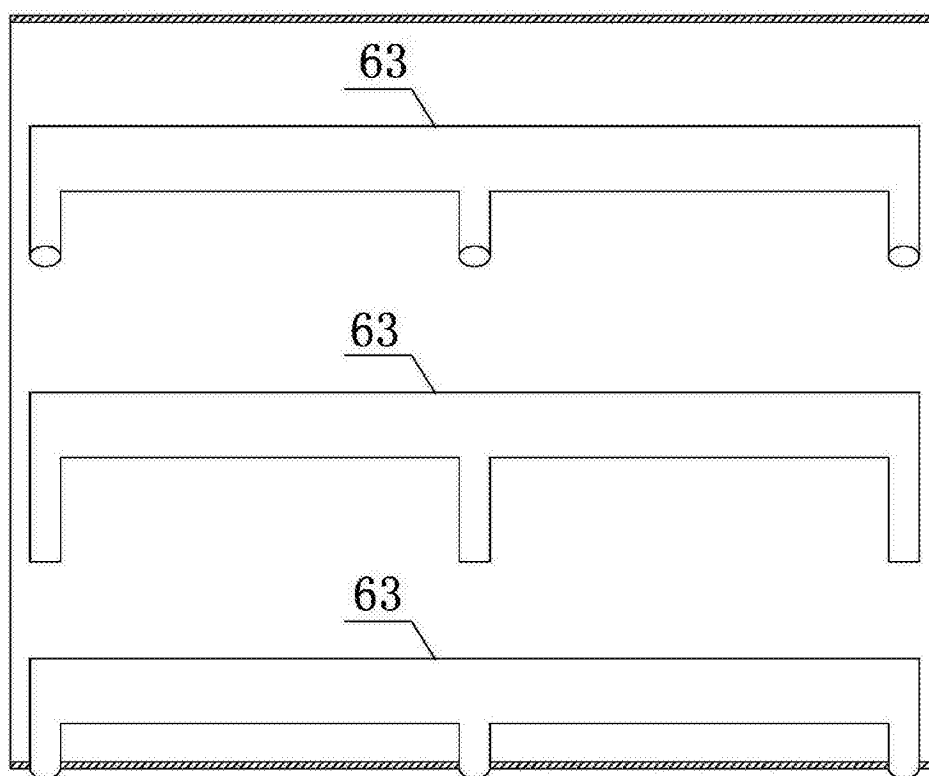


图8

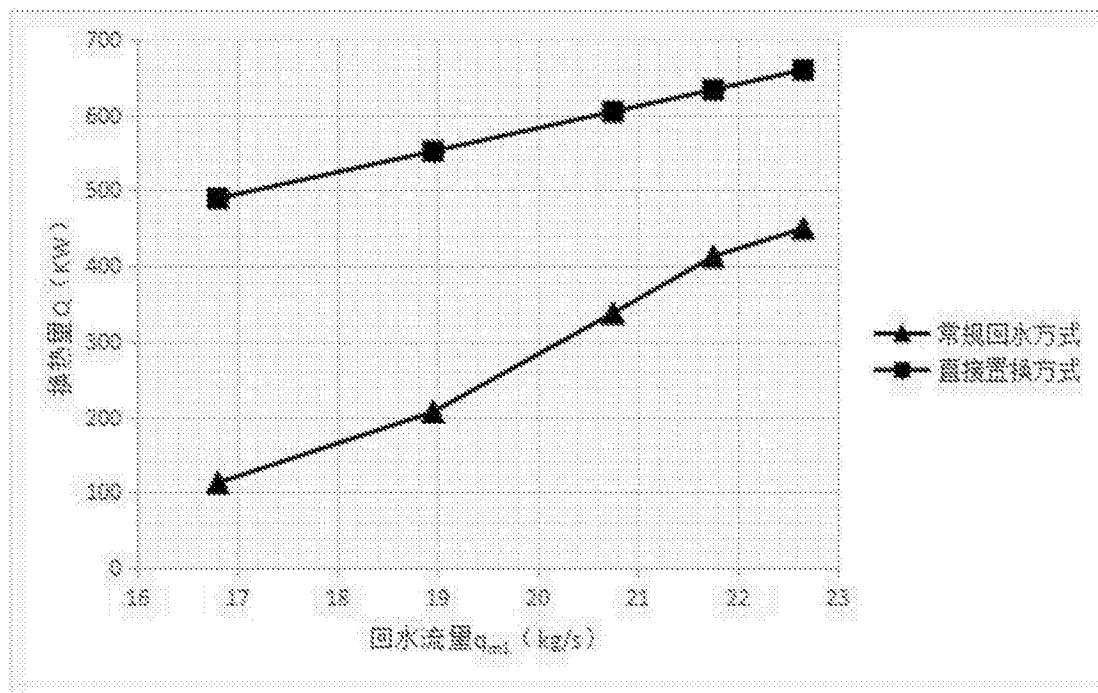


图9

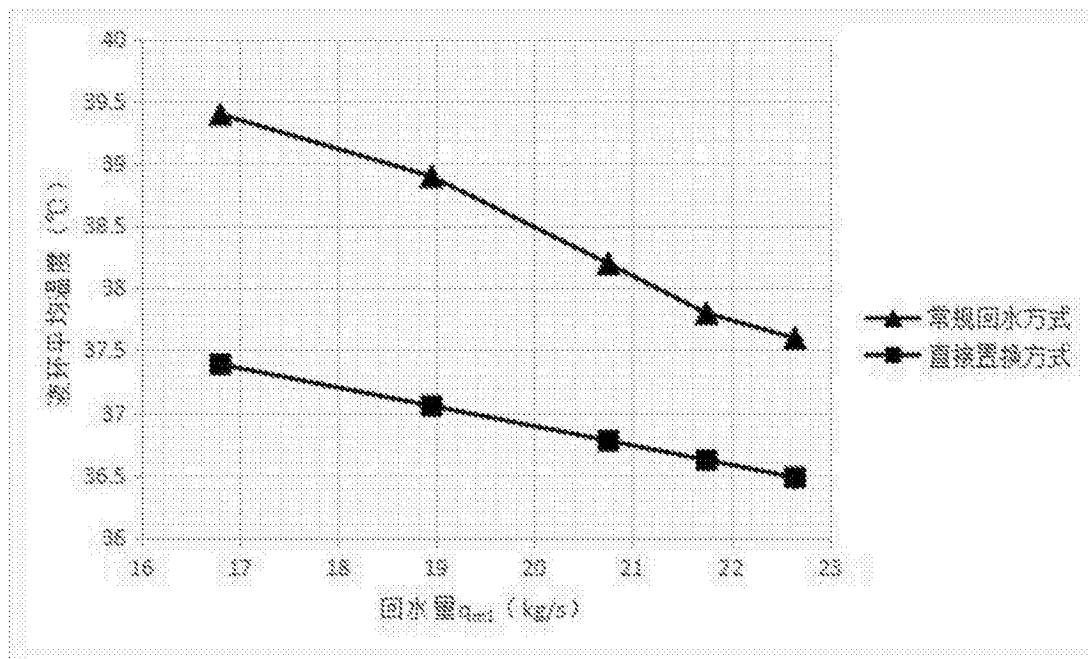


图10

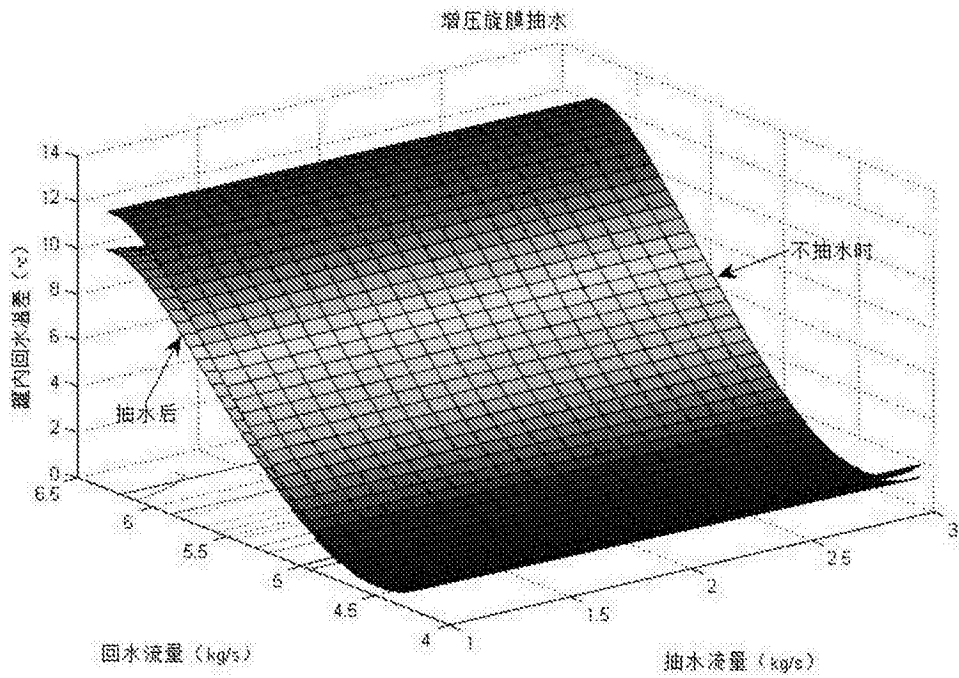


图11