



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106368884 A

(43)申请公布日 2017. 02. 01

(21)申请号 201610825112.X

(22)申请日 2016.09.18

(71)申请人 浙江理工大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区2号大街5号

(72)发明人 王厉 左体勇

(74)专利代理机构 杭州中成专利事务所有限公司 33212

代理人 金祺

(51) Int. Cl.

F03B 13/00(2006.01)

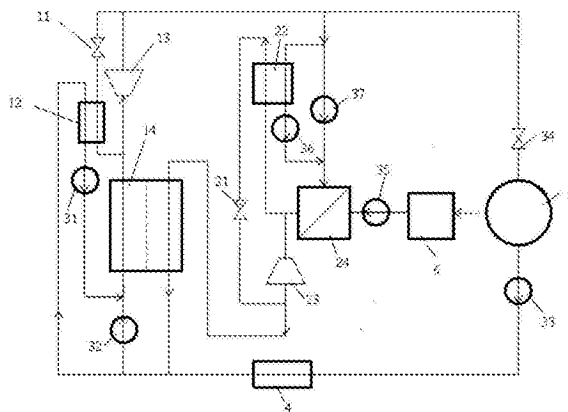
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

逆流渗透做功装置

(57)摘要

本发明公开了一种逆流渗透做功装置,该装置由第一渗透器、第一液体涡轮、第一压力能回收器、第一调节阀、减压阀、蒸发器、浓溶液循环泵、旁通溶液加压泵、第二压力能回收器、旁通溶液增压泵、第二调节阀、第二液体涡轮、冷凝器、冷凝水增压泵、第二渗透器、浓溶液加压泵、浓溶液增压泵、冷却器等组成。本发明利用溶液/溶液体系之间的逆流减压渗透过程,减少了一般的溶液/水体系之间的不可逆渗透势差,提高了对溶液本身所含的液体压力能的利用率。



1. 逆流渗透做功装置,其特征是:该装置由第一渗透器(14)、第一液体涡轮(13)、第一压力能回收器(12)、第一调节阀(11)、减压阀(34)、蒸发器(5)、浓溶液循环泵(33)、旁通溶液加压泵(37)、第二压力能回收器(22)、旁通溶液增压泵(36)、第二调节阀(21)、第二液体涡轮(23)、冷凝器(4)、冷凝水增压泵(35)、第二渗透器(24)、浓溶液加压泵(32)、浓溶液增压泵(31)、冷却器(4)组成;

第一渗透器(14)的浓溶液通道出口分为两路,一路连接第一液体涡轮(13),另外一路连接第一压力能回收器(12)的高压液体管道后再与第一调节阀(11)相连;

第一液体涡轮(13)出口与第一调节阀(11)出口连通后分为两路,一路连接减压阀(34)后与蒸发器(5)稀溶液进口连接;另外一路再分为路①和路②这2路,路①为与旁通溶液加压泵(37)连接后与第二渗透器(24)溶液进口连接,路②为通过第二压力能回收器(22)的低压液体管道和旁通溶液增压泵(36)后与旁通溶液加压(37)泵的出口连通;

蒸发器(5)的气体出口依次连接冷凝器(6)的冷凝管道、冷凝水增压泵(35)后与第二渗透器(24)进水口连接;

第二渗透器(24)的溶液出口分为两路,一路连接第二液体涡轮(23),另外一路连接第二压力能回收器(22)的高压液体管道后,再与第二调节阀(21)相连;

第二液体涡轮(23)出口与第二调节阀(21)出口连通后与第一渗透器(14)的稀溶液通道进口连接;

蒸发器(5)浓溶液出口连接浓溶液循环泵(33)和冷却器(4)的冷却管道后与第一渗透器(14)的稀溶液通道出口连通,之后再分为两路,一路连接浓溶液加压泵(32),另一路依次连接第一压力能回收器(12)的低压液体管道,浓溶液增压泵(31)后与浓溶液加压泵(32)出口连通,然后再与第一渗透器(14)的浓溶液通道进口连接。

2. 根据权利要求1所述的逆流渗透做功装置,其特征是:第一渗透器(14)、第二渗透器(24)内均设有渗透膜。

逆流渗透做功装置

技术领域

[0001] 本发明涉及动力设备技术领域,具体是一种逆流渗透做功装置。

背景技术

[0002] 小于80℃的低品位热源在自然界中广泛存在,一般可将其用于低品位冷源的获取(如采用热转换器)或是用于溶液再生,后者实际上是将热能转换为液体化学能的一种转换利用,进一步,利用减压渗透做功技术可将这种液体化学能转化为液体压力能,再推动液体涡轮机做功,实现低品位热源到电能的转换,这是一种可再生的清洁能源利用方式。

[0003] 减压渗透做功可以在较小的温差条件下获得兆帕级的液体压力能,可以很容易地推动液体涡轮做功,因此可较好地适用于低品位热源。美国学者在上世纪70年代提出的利用渗透压结合热力再生的动力循环装置即是这种动力循环的一种具体形式。但当这种方式用于较高浓度溶液时就带来相应问题,即其所对应的渗透压将大大高于目前商业膜的承压极限(约10Mpa),因此只能在低于10Mpa的操作压下运行,从而造成很大的浪费,如理论上在30℃环境温度下,40℃热源所产生的溶液的渗透压就高达80Mpa,而不可逆损失将浪费其中70Mpa的渗透压差。为了减小这种不可逆损失,专利申请(CN201310695691)提出了一种两级渗透浓差做功装置,采用有机工质替代水溶液来提高了驱动温差,并提出两级结构来减少混合损失,但其缺点是系统复杂,且目前没有成熟的可以通过有机工质的正渗透膜可以利用。

[0004] 这样就有必要目前对目前的减压渗透做功装置进行改进,使之在应用于较高浓度溶液时能减小不可逆损失的产生,提高低品位热能—电能转换的利用效率。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种做功效率高的的逆流渗透做功装置。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提供一种逆流渗透做功装置,其具体实现方式为:如图1,系统由第一渗透器,第一液体涡轮,第一压力能回收器,第一调节阀,减压阀,蒸发器,浓溶液循环泵,旁通溶液加压泵,第二压力能回收器,旁通溶液增压泵,第二调节阀,第二液体涡轮,冷凝器,冷凝水增压泵,第二渗透器,浓溶液加压泵,浓溶液增压泵,冷却器组成。

[0007] 第一渗透器的浓溶液通道出口分为两路,一路连接第一液体涡轮,另外一路连接第一压力能回收器的高压液体管道后,再与第一调节阀相连。

[0008] 第一液体涡轮出口与第一调节阀出口连接后分为两路,一路连接减压阀后与蒸发器稀溶液进口连接;另外一路分为两路,其中一路与旁通溶液加压泵连接后与第二渗透器溶液进口连接,另外一路通过第二压力能回收器的低压液体管道和旁通溶液增压泵后与旁通溶液加压泵的出口连接。

[0009] 蒸发器的气体出口依次连接冷凝器的冷凝管道,冷凝水增压泵后与第二渗透器进水口连接。

[0010] 第二渗透器的溶液出口分为两路,一路连接第二液体涡轮,另外一路连接第二压力能回收器的高压液体管道后,再与第二调节阀相连。

[0011] 第二液体涡轮出口与第二调节阀出口连接后与第一渗透器的稀溶液通道进口连接。

[0012] 蒸发器浓溶液出口连接浓溶液循环泵和冷却器的冷却管道后与第一渗透器的稀溶液通道出口连接,之后再分为两路,一路连接浓溶液加压泵,另一路连接第一压力能回收器的低压液体管道,浓溶液增压泵后与浓溶液加压泵出口连接,然后再与第一渗透器的浓溶液通道进口连接。

[0013] 第一渗透器中装设渗透膜,渗透膜将第一渗透器分隔为浓溶液通道和稀溶液通道。

[0014] 本发明与现有渗透做功装置相比,具有以下优点:

[0015] 1)、不可逆损失较小,具有更高的做功效率。

[0016] 2)、技术实现难度较低,因工质和渗透膜都可采用常规的盐溶液工质和正渗透膜。

附图说明

[0017] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步详细说明。

[0018] 图1为本发明的逆流渗透做功装置的流程示意图。

具体实施方式

[0019] 下面结合具体实施例对本发明进行进一步描述,但本发明的保护范围并不仅限于此:

[0020] 实施例1、一种逆流渗透做功装置,如图1所述,该装置由第一渗透器14、第一液体涡轮13、第一压力能回收器12、第一调节阀11、减压阀34、蒸发器5、浓溶液循环泵33、旁通溶液加压泵37、第二压力能回收器22、旁通溶液增压泵36、第二调节阀21、第二液体涡轮23、冷凝器4、冷凝水增压泵35、第二渗透器24、浓溶液加压泵32、浓溶液增压泵31、冷却器4组成;

[0021] 第一渗透器14的浓溶液通道出口分为两路,一路连接第一液体涡轮13,另外一路连接第一压力能回收器12的高压液体管道后再与第一调节阀11相连;

[0022] 第一液体涡轮13出口与第一调节阀11出口连通后分为两路,一路连接减压阀34后与蒸发器5稀溶液进口连接;另外一路再分为路①和路②这2路,路①为与旁通溶液加压泵37连接后与第二渗透器24溶液进口连接,路②为通过第二压力能回收器22的低压液体管道和旁通溶液增压泵36后与旁通溶液加压37泵的出口连通;

[0023] 蒸发器5的气体出口依次连接冷凝器6的冷凝管道、冷凝水增压泵35后与第二渗透器24进水口连接;

[0024] 第二渗透器24的溶液出口分为两路,一路连接第二液体涡轮23,另外一路连接第二压力能回收器22的高压液体管道后,再与第二调节阀21相连;

[0025] 第二液体涡轮23出口与第二调节阀21出口连通后与第一渗透器14的稀溶液通道进口连接;

[0026] 蒸发器5浓溶液出口连接浓溶液循环泵33和冷却器4的冷却管道后与第一渗透器14的稀溶液通道出口连通,之后再分为两路,一路连接浓溶液加压泵32,另一路依次连接第

一压力能回收器12的低压液体管道,浓溶液增压泵31后与浓溶液加压泵32出口连通,然后再与第一渗透器14的浓溶液通道进口连接。

[0027] 实际使用时,分如下步骤:

[0028] 1)、浓溶液增压泵31出口和浓溶液加压泵32出口汇合的高压浓溶液进入第一渗透器14的浓溶液通道,在渗透压的作用下沿程隔着渗透膜吸收来自第一渗透器14的稀溶液通道中的水分,溶液浓度不断降低,体积流量不断增加,当达到浓溶液通道出口时其浓度只比稀溶液通道进口的溶液浓度略高。

[0029] 2)、从第一渗透器14浓溶液通道出口流出的高压溶液分为两路,一路进入第一液体涡轮13,释放压力能对外输出轴功后压力降低到常压,另外一路进入第一压力能回收器12的高压液体管道,将压力能交换给第一压力能回收器12的低压液体管道中的溶液后,压力降低,然后通过第一调节阀11调压后,压力降低到与第一液体涡轮13出口的液体压力相同。

[0030] 3)、第一调节阀11出口和第一液体涡轮13出口汇合的常压溶液分为两路,一路通过减压阀34后压力降低到蒸发器5压力(负压)并进入蒸发器5,在蒸发器5中溶液吸收外来低品位热源(例如低品味废热,环境中的低品位热源等)提供的热量后,温度升高,升高到沸点后产生水蒸汽,同时溶液浓度变大。

[0031] 水蒸汽从蒸发器5气体出口流出进入冷凝器6的冷凝管道,释放汽化潜热后成为蒸发器5压力下的冷凝水,冷凝水进入冷凝水泵35,被加压到常压(通常的环境压力)后从第二渗透器24进水口进入第二渗透器24。

[0032] 从蒸发器5流出的浓溶液经过浓溶液循环泵33后,压力增加到常压,然后进入冷却器4的冷却管道,释放热量后,温度降低到常温。

[0033] 4)、第一调节阀11出口和第一液体涡轮13出口汇合的常压溶液的另外一路再分为两路,一路通过旁通溶液加压泵37后被加压到高压(相对于常压而言),另外一路通过第二压力能回收器22的低压液体管道,吸收第二压力能回收器22的高压液体管道释放的压力能后,压力升高;之后再进入旁通溶液增压泵36,被进一步增压到高压。

[0034] 旁通溶液增压泵36出口和旁通溶液加压泵37出口流出的高压溶液汇合后从第二渗透器24溶液进口进入第二渗透器,在渗透压的作用下,沿程隔着渗透膜吸收来自渗透膜另一侧的水分,溶液浓度不断降低,体积流量不断增加,当到达第二渗透器24溶液出口时,溶液浓度略低于进入第二渗透器24溶液进口的溶液浓度。

[0035] 5)、从第二渗透器24溶液出口流出的高压溶液分为两路,一路进入第二液体涡轮23,释放压力能对外输出轴功后压力降低到常压,另外一路进入第二压力能回收器22的高压液体管道,将压力能交换给低压液体管道中的溶液后,压力降低,然后通过第二调节阀21调压后,压力降低到与第二液体涡轮23出口的液体压力相同。

[0036] 6)、第二调节阀21出口和第二液体涡轮23出口汇合的常压溶液进入第一渗透器14的稀溶液通道,在渗透压的作用下隔着渗透膜向浓溶液通道中的流体释放水分,溶液浓度不断增加,体积流量不断减小,当达到稀溶液通道出口时其浓度只比浓溶液通道进口的溶液浓度略低。

[0037] 7)、冷却器4出口和第一渗透器14稀溶液通道出口汇合的常压溶液分为两路,一路通过浓溶液加压泵32后被加压到高压,另外一路通过第一压力能回收器12的低压液体管

道,吸收第一压力能回收器12的高压液体管道释放的压力能后,压力升高,之后再进入浓溶液增压泵31,被进一步增压到高压。

[0038] 浓溶液增压泵31出口和浓溶液加压泵32出口汇合的高压浓溶液进入第一渗透器14的浓溶液通道,如此循环。

[0039] 实验1、

[0040] 实施例1的计算参数见表1(针对1kg浓溶液通道进口溶液)。设计条件为:工质为NaCl,蒸发器温差5℃,液体涡轮效率80%,环境温度25℃。实施例1计算得到的系统COP(定义为液体涡轮做功与蒸发器耗热量之比)为0.684%,系统的火用效为12.78%,系统的效数为3.05(定义为总渗透水量与蒸发量之比)。第一渗透器14浓溶液通道的溶液浓度变化范围是21%~32%,第一渗透器14稀溶液通道的溶液浓度变化范围是16%~31.3%,第一渗透器14的平均跨膜渗透压差是7.75Mpa,工作压力为6.63Mpa,第二渗透器24的平均跨膜渗透压差是15.3Mpa,工作压力为8.69Mpa,蒸发温度为36.9℃,热源温度为40.9℃,蒸发器蒸发量循环倍率为0.255,第一渗透器渗透水循环倍率为0.524,第二渗透器渗透水循环倍率为0.255,效数(定义为总的渗透水循环倍率与蒸发器蒸发量循环倍率的比值)为3.05,而一般的减压渗透做功装置中,其蒸发量就等于渗透水量,效数为1,即本发明中外部低品位热源的消耗是一般减压渗透做功装置的32.8%,大大提高了对热源品质的利用率,也使得系统火用效率和COP得到相应提升。

[0041] 备注说明:一般的减压渗透做工作装置中,渗透膜一边是纯水,一边是溶液,水透过渗透膜后使得溶液变稀,然后加热将这部分水再蒸发出来,使得稀溶液变成浓溶液,同时水也分离出来循环利用,这种装置中水透过渗透膜的量与蒸发量相同。而本发明中,渗透膜一边是浓度高一点的溶液,另一边是浓度低一点的溶液,即两边都是溶液,渗透水从低浓度溶液向高浓度溶液渗透,使得高浓度溶液浓度大幅降低,变稀,然后再加热将高浓度的水分蒸发出来,这个过程的蒸发水量只有透水量的30%,所以在相同透水量情况下节约了蒸发热量。

[0042] 表1、实施例1的热力计算结果(针对1kg浓溶液通道进口溶液)

[0043]

项目	实施例 1	单位
工质	Nacl	-----
液体涡轮效率	80	%
浓溶液通道进口溶液浓度	32	%
浓溶液通道出口溶液浓度	21	%
稀溶液通道进口溶液浓度	16	%
稀溶液通道出口溶液浓度	31.3	%
环境温度	25	℃
蒸发温度	36.9	℃
浓溶液通道进口溶液循环倍率	1	-----
浓溶液通道出口溶液循环倍率	1.524	-----
稀溶液通道进口溶液循环倍率	1.071	-----
稀溶液通道出口溶液循环倍率	0.548	-----
旁通溶液循环倍率	0.816	-----
蒸发器溶液出口溶液循环倍率	0.452	-----
蒸发器溶液出口溶液浓度	32.8	%
蒸发器蒸发量循环倍率	0.255	-----

[0044]	第一渗透器渗透水循环倍率	0.524	----
	第二渗透器渗透水循环倍率	0.255	
	第一渗透器工作压力	6.63	Mpa
	第二渗透器工作压力	8.69	Mpa
	第一渗透器平均跨膜渗透压差	7.75	Mpa
	第二渗透器平均跨膜渗透压差	15.3	Mpa
	第一、第二液体涡轮总功	4.55	kJ/kg
	蒸发器耗热量	665.5	kJ/kg
	冷却器排热量	17.7	kJ/kg
	蒸发器热源温度	41.9	℃
	蒸发器消耗热火用	35.62	kJ/kg
	系统火用效	12.78	%
	系统 COP	0.684	%
	效数	3.05	----

[0045] 由此可见,本发明利用溶液/溶液体系之间的逆流减压渗透过程,减少了一般的溶液/水体系之间的不可逆渗透势差,提高了对溶液本身所含的液体压力能的利用率,系统环节简单,所依靠的设备成熟,可行性强,有效实现了本发明的初衷。

[0046] 以上实施实例中,可综合考虑具体的使用条件与要求、技术经济性能等因素合理确定系统的设计参数,以兼顾系统的适用性和经济性。

[0047] 最后,还需要注意的是,以上列举的仅是本发明的若干个具体实施例。显然,本发明不限于以上实施例,还可以有许多变形。本领域的普通技术人员能从本发明公开的内容直接导出或联想到的所有变形,均应认为是本发明的保护范围。

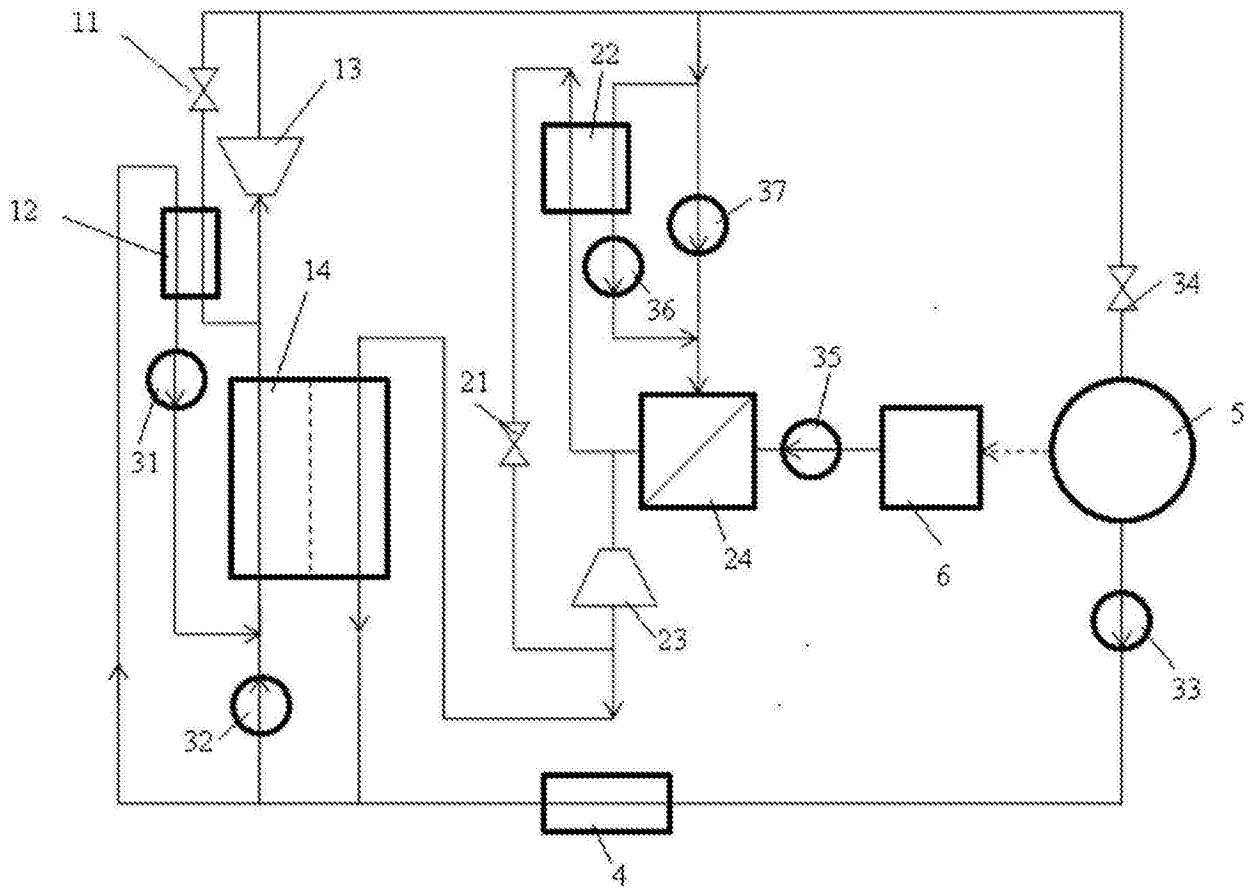


图1