



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103739038 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 23

(21) 申请号 201310730276. 0

(22) 申请日 2013. 12. 26

(71) 申请人 集美大学

地址 361021 福建省厦门市集美区银江路
185 号

(72) 发明人 陈志强 何宏舟 林芳 林思洋
赵光慧 张亮

(74) 专利代理机构 厦门市新华专利商标代理有
限公司 35203

代理人 朱凌

(51) Int. Cl.

C02F 1/44(2006. 01)

C02F 103/08(2006. 01)

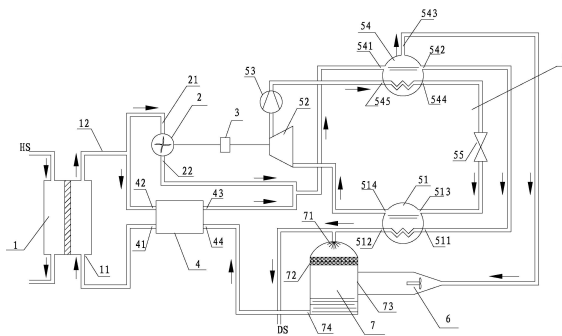
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

正渗透海水淡化系统

(57) 摘要

本发明公开了一种正渗透海水淡化系统,它包括正渗透器、水力涡轮机、增速器、压力变换器、热泵系统、涡轮发电机、吸收塔。本发明中汲取液通过正渗透器吸收水分子并获得渗透能,通过水力涡轮机将多余的渗透能输出用于驱动热泵系统工作。汲取液的溶质在热泵系统的冷凝器内吸热后挥发成蒸汽或热分解成气体,并带动涡轮发电机发电。汲取液分离后的淡水溶液在热泵系统的蒸发器内放热形成冷却水,一部分冷却水进入吸收塔进行喷淋,吸收蒸汽或气体重新形成浓缩汲取液,另一部分冷却水作为产品水输出。本发明具有渗透能利用率高、装置能耗低、适应范围广等特点,极大地推进了正渗透技术在海水淡化领域的应用进程,在未来发展中具有良好的应用前景。



1. 一种正渗透海水淡化系统,其特征在于:它包括正渗透器、水力涡轮机、增速器、压力变换器、热泵系统、涡轮发电机、吸收塔;

所述的正渗透器的汲取液入口通过管道与压力变换器的高压浓缩汲取液出口连接,正渗透器的汲取液出口管道分成两路:一路支管与水力涡轮机的进水管连接,另一路支管与压力变换器的高压稀释汲取液入口连接;所述的水力涡轮机的尾水管和压力变换器的低压稀释汲取液出口管道汇合为一条管道,该汇合管道与热泵系统的冷凝器的壳程入口连接;水力涡轮机通过增速器与热泵系统的主压缩机同轴连接;所述的压力变换器的低压浓缩汲取液入口通过管道与吸收塔的吸收液入口连接;

所述的热泵系统由蒸发器、主压缩机、辅助压缩机、冷凝器、节流阀和多条管道组成并形成工质循环回路;所述的冷凝器的壳程出口通过管道与蒸发器的管程入口连接,冷凝器的管程出口通过管道与蒸发器的壳程入口连接且在该管道上安装有节流阀;所述的蒸发器的管程出口分成两路:一路支管与吸收塔的喷嘴连接,另一路支管对外输出产品水;所述的冷凝器的顶部设置蒸汽出口,该蒸汽出口通过管道与吸收塔的蒸汽进口连接,并在靠近吸收塔蒸汽进口的管道内部布置涡轮发电机。

2. 根据权利要求1所述的正渗透海水淡化系统,其特征在于:所述的吸收塔内腔的顶部安装有喷嘴,吸收塔的上层内部空间布置由多孔材料构成的填料层,吸收塔的侧壁上设有蒸汽进口,吸收塔的底部设有溶液出口。

正渗透海水淡化系统

技术领域

[0001] 本发明属于海水或苦咸水淡化技术领域,特别是涉及一种正渗透海水淡化系统。

背景技术

[0002] 海水或苦咸水淡化是解决淡水资源短缺问题的有效的战略途径,如何低成本地实现水纯化和脱盐是人们所关注的重要科学技术问题。目前海水淡化方法主要是热法(多效蒸发、多级闪蒸、压汽蒸馏)和膜法(反渗透、电渗析)。由于热法脱盐是相变过程,一般需要加热,能耗相对较高,而反渗透法工艺过程简单,能耗较低,因此近年来反渗透法得到了较快的发展和较广泛的应用。虽然反渗透法目前已逐渐成熟,但仍存在膜成本过高,水回收率较低等缺陷,而现阶段正在发展中的正渗透法,是直接利用膜两侧溶液的渗透压差作为推动力,具有对膜材料要求低、水回收率高的特点,因此与反渗透法对比具备显著的优势,在不久的将来有可能成为水纯化和脱盐的新途径。

[0003] 目前正渗透法走向实际应用亟需解决的关键技术主要是高性能正渗透膜的制备和创造经济高效的汲取液体系两方面。经济高效的汲取液体系不仅要求汲取液能够提供高渗透压、并且能够容易分离或浓缩以获得纯水,而且要求汲取液分离或浓缩工艺过程简单,能耗低。目前最具代表性的是美国耶鲁大学开发的正渗透海水淡化技术,该技术以铵盐溶液作为汲取液,将稀释后的汲取液加热到一定温度(大约 60℃左右),铵盐被分解为氨气和二氧化碳与水分离从而得到产品水,再将分离出的氨气和二氧化碳融入冷却水中可得到铵盐溶液进行循环利用。该技术通过热挥发冷凝的方法实现产品水的分离和溶质的循环利用,但仍存在以下缺点:一是需要由外界提供热量进行驱动,应用范围受到限制,另外涉及到与供热体系的耦合,容易造成投资加大,运行成本增加等问题;二是外界热源一般为可再生能源或低品位热能,能量利用率不高,加上产品水低温余热的热回收率低,必然造成整个系统能耗较高的问题,严重削弱了正渗透海水淡化原理本身具有低能耗的优势,使得正渗透技术与反渗透技术或者热蒸馏技术相比都不具备节能优势。因此目前该技术并不成熟,仍需进一步优化汲取液的能量体系才能获得显著的经济效益。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种能耗低、充分利用自身渗透压的、不需外界热源加热的正渗透海水淡化系统。

[0005] 本发明的目的是通过下述的技术方案加以实现的:

本发明是一种正渗透海水淡化系统,它包括正渗透器、水力涡轮机、增速器、压力变换器、热泵系统、涡轮发电机、吸收塔。

[0006] 所述的正渗透器的汲取液入口通过管道与压力变换器的高压浓缩汲取液出口连接,正渗透器的汲取液出口管道分成两路:一路支管与水力涡轮机的进水管连接,另一路支管与压力变换器的高压稀释汲取液入口连接。

[0007] 所述的水力涡轮机的尾水管和压力变换器的低压稀释汲取液出口管道汇合为一

条管道,该汇合管道与热泵系统的冷凝器的壳程入口连接;水力涡轮机通过增速器与热泵系统的主压缩机同轴连接。

[0008] 所述的压力变换器的低压浓缩汲取液入口通过管道与吸收塔的吸收液出口连接。

[0009] 所述的热泵系统由蒸发器、主压缩机、辅助压缩机、冷凝器、节流阀和多条管道组成并形成一个工质循环回路;所述的冷凝器的壳程出口通过管道与蒸发器的管程入口连接,冷凝器的管程出口通过管道与蒸发器的壳程入口连接且在该管道上安装有节流阀;所述的蒸发器的管程出口分成两路:一路支管与吸收塔的喷嘴连接,另一路支管对外输出产品水;所述的冷凝器的顶部设置蒸汽出口,该蒸汽出口通过管道与吸收塔的蒸汽进口连接,并在靠近吸收塔蒸汽进口的管道内部布置涡轮发电机。

[0010] 所述的吸收塔内腔的顶部安装有喷嘴,吸收塔的上层内部空间布置由多孔材料构成的填料层,吸收塔的侧壁上设有蒸汽进口,吸收塔的底部设有吸收液出口。

[0011] 所述的汲取液选用由无毒的、具有高挥发性的或具有高温敏性溶解度差异的或可完全热分解为气体的溶质组成的汲取液。

[0012] 采用上述方案后,本发明具有以下几个特点:

一、渗透能利用率高。本发明中汲取液通过正渗透膜分离过程被水分子稀释的同时获得稳定的渗透能,其中一部分渗透能通过压力变换器提供汲取液持续工作的动力,多余的渗透能用于带动涡轮机做功,再由涡轮机驱动热泵系统稳定运行完成汲取液的分离与再循环利用工艺。由上述工艺过程可知,本发明既利用正渗透过程进行水分子分离,又充分利用了正渗透过程中产生的渗透能,并通过热泵系统使渗透能得到经济高效的利用。

[0013] 二、装置能耗很低。本发明中汲取液的分离与再循环利用工艺是通过热泵系统实现的,由于热泵系统的蒸发和冷凝之间温差较小,制热系数较高,故消耗的机械功比较小,因此热泵系统可由海水和汲取液之间形成的渗透压进行驱动,不需要加入外界热源或外界压力能。若正渗透过程产生的渗透能足够大,则整个海水淡化装置完全不需要外界能量,实现了“零能耗”的工作状况。若选择的汲取液难以满足所需的渗透压时,也仅需少量电能驱动辅助压缩机即可正常工作。因此本发明不需要外界其他能量或仅需少量电能,具有装置能耗低、用能单一方便的特点。

[0014] 三、应用范围广。本发明的工艺过程构成了一个封闭的循环体系,整个系统只有必须的海水输入端、排污水输出端和淡水输出端与外界相连,不需要外界热源,不需要冷却水,只需少量电能用于驱动小型辅助压缩机和其他工艺水泵。由于本发明利用汲取液溶质的蒸发或热分解过程和冷凝或被吸收过程之间产生的蒸汽压差推动涡轮发电机做功发电,对外输出的电能即可提供本系统所需的全部或部分电能。因此本发明可适用于水资源缺乏、能源缺乏或难以利用的地方、乃至电力缺乏的海岛或边远地区,具有应用范围广的特点。

[0015] 综上所述,本发明具有渗透能利用率高、装置能耗低、适应范围广等特点,极大地推进了正渗透技术在海水淡化领域的应用进程,在未来发展中具有良好的应用前景。

[0016] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步的说明。

附图说明

[0017] 图1是本发明的结构示意图。

具体实施方式

[0018] 如图 1 所示,本发明是正渗透海水淡化系统,它包括正渗透器 1、水力涡轮机 2、增速器 3、压力变换器 4、热泵系统 5、涡轮发电机 6、吸收塔 7。

[0019] 所述的正渗透器 1 的汲取液入口 11 通过管道与压力变换器 4 的高压浓缩汲取液出口 41 连接,正渗透器 1 的汲取液出口管道 12 分成两路:一路支管与水力涡轮机 2 的进水管 21 连接,另一路支管与压力变换器 4 的高压稀释汲取液入口 42 连接。

[0020] 所述的水力涡轮机 2 的尾水管 22 和压力变换器 4 的低压稀释汲取液出口管道 43 汇合为一条管道,该汇合管道与热泵系统 5 的冷凝器 54 的壳程入口 541 连接;水力涡轮机 2 通过增速器 3 与热泵系统 5 的主压缩机 52 同轴连接。

[0021] 所述的压力变换器 4 的低压浓缩汲取液入口 44 通过管道与吸收塔 7 的溶液出口 74 连接。

[0022] 所述的热泵系统 5 由蒸发器 51、主压缩机 52、辅助压缩机 53、冷凝器 54、节流阀 55 和多条管道组成并形成循环回路;热泵系统 5 的冷凝器 54 的壳程出口 542 通过管道与热泵系统 5 的蒸发器 51 的管程入口 511 连接,冷凝器 54 的管程入口 545 通过管道与辅助压缩机 53 连接;所述的冷凝器 54 的管程出口 544 通过管道与蒸发器 51 的壳程入口 513 连接,在该管道上安装有节流阀 55;蒸发器 51 的壳程出口 514 通过管道与主压缩机 52 连接;所述的热泵系统 5 的蒸发器 51 的管程出口 512 分成两路:一路支管与吸收塔 7 的喷嘴 71 连接,另一路支管输出产品水;热泵系统 5 的冷凝器 54 的顶部设置蒸汽出口 543,该蒸汽出口 543 通过管道与吸收塔 7 的蒸汽进口 73 连接,并在靠近吸收塔 7 蒸汽进口 73 的管道内部布置涡轮发电机 6。

[0023] 所述的吸收塔 7 内腔的顶部安装有喷嘴 71,吸收塔 7 的上层内部空间布置由多孔材料构成的填料层 72,吸收塔 7 的侧壁上设有蒸汽进口 73,吸收塔 7 的底部设有溶液出口 74。

[0024] 本发明的工作原理:

如图 1 所示,本发明例中,汲取液选用由无毒的、具有高挥发性的或具有温敏性溶解度差异的或可完全热分解为气体的溶质组成的汲取液。海水 H 和浓缩汲取液分别从两侧进入正渗透器 1,海水 HS 中的水分子在海水和浓缩汲取液之间形成的渗透压差驱动下透过正渗透膜进入到汲取液侧,浓缩的海水被排出系统。浓缩汲取液吸收水分子变成稀释汲取液同时获得渗透能,稀释汲取液从正渗透器 1 流出并分成两路,一路通过压力变换器 4 将能量传递给浓缩汲取液提供其持续工作的动力,另一路通过水力涡轮机 2 将多余的渗透能输出用于驱动热泵系统 5 的主压缩机 52 工作使热泵正常运行。做完功后的两路稀释汲取液重新汇合在一起进入热泵系统 5 的冷凝器 54 吸收工质冷凝过程的放热量。汲取液中的溶质吸热后完全挥发变成蒸汽或完全热分解变成气体,蒸汽或气体通过管道进入吸收塔 7 内被冷却水完全吸收重新形成浓缩汲取液,并利用蒸汽或气体因为挥发或热分解过程与冷凝或被吸收过程形成的压差带动涡轮发电机 6 发电。汲取液完全挥发或热分解后形成的淡水溶液进入热泵系统 5 的蒸发器 51 释放出热量变成冷却水。一部分冷却水进入吸收塔 7 内进行喷淋,并在填料层 72 内完全吸收做功后的蒸汽或气体形成浓缩汲取液,浓缩汲取液通过压力变换器 4 重新进入正渗透器 1 完成汲取液闭式循环;另一部分冷却水作为产品淡水 DS 输

出。

[0025] 以上所述,仅为本发明的一个较佳实施例而已,并且各管路的布置可有多种方式,故不能以此限定本发明实施的范围,即依本发明申请专利范围及说明书内容所作的等效变化与修饰,皆应仍属本发明专利涵盖的范围内。

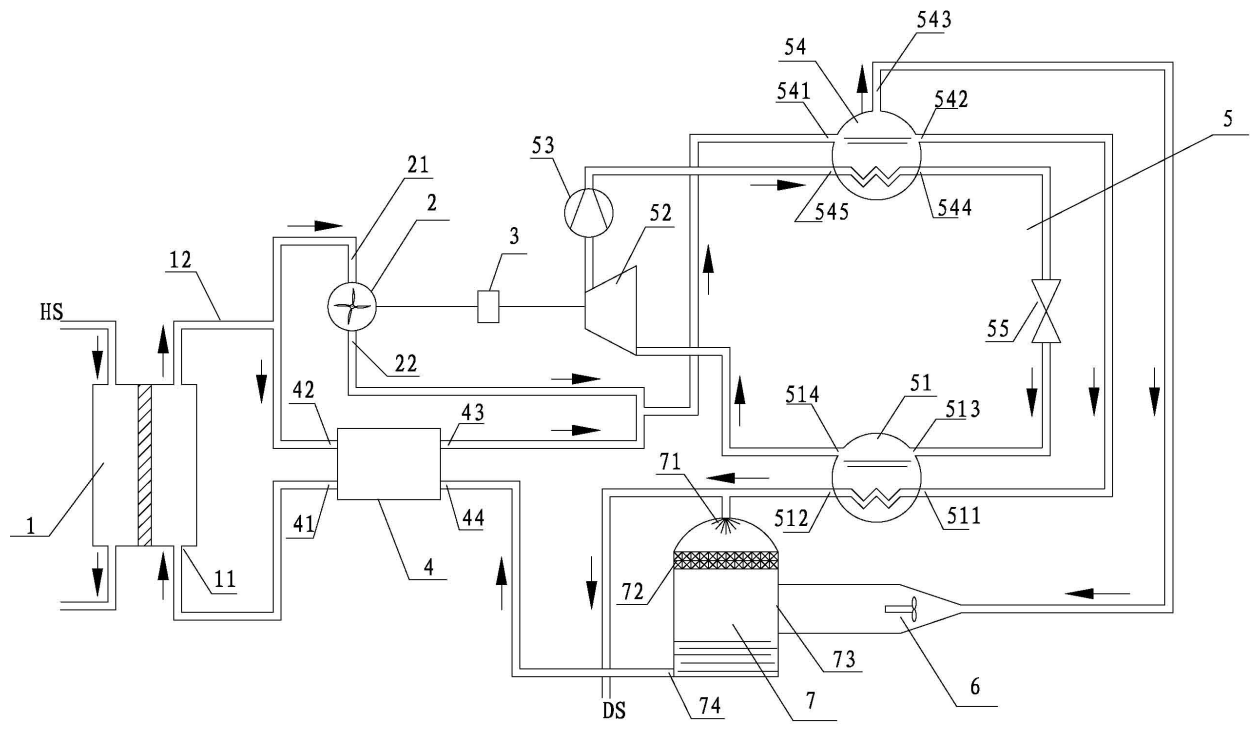


图 1