



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105129887 B

(45)授权公告日 2017.09.29

(21)申请号 201510479618.5

(22)申请日 2012.03.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105129887 A

(43)申请公布日 2015.12.09

(30)优先权数据
61/486596 2011.05.16 US
61/608428 2012.03.08 US
61/613728 2012.03.21 US

(62)分案原申请数据
201280035178.9 2012.03.29

(73)专利权人 马文·皮埃尔
地址 美国弗吉尼亚州

(72)发明人 马文·皮埃尔

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 胡斌

(51)Int.Cl.
G02F 1/04(2006.01)
B01D 3/06(2006.01)
B01D 5/00(2006.01)
G01B 5/00(2006.01)
F04B 15/00(2006.01)
C02F 103/08(2006.01)

(56)对比文件
US 3440146 A, 1969.04.22, 全文.
CN 101955286 A, 2011.01.26, 全文.
CN 101998881 A, 2011.03.30, 全文.
CN 102822552 A, 2012.12.12, 全文.
US 1309943, 1919.07.15, 全文.

审查员 魏棣

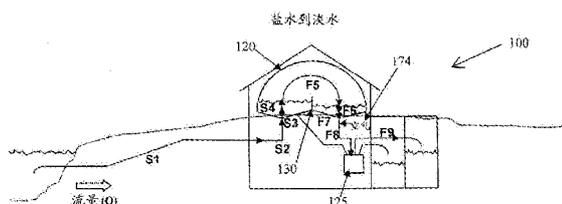
权利要求书1页 说明书17页 附图8页

(54)发明名称

液压脱盐装置和方法

(57)摘要

一种液压脱盐系统、装置和方法包括:通过产生通过管路和配套基础设施的流,来使液体盐水的压力降低到蒸发点,配套基础设施可包括施加摩擦且控制流量的阀;捕捉蒸气;使用由周围环境供应的较高压力来使蒸气冷凝,从而产生淡水;通过使环境温度保持高于蒸气温度来回收冷凝期间释放的热;以及然后使用回收的热来以循环方式加强和维持蒸发。一种用于泵送流体的新颖的弹簧加载式泵可有利于该工艺。



1. 一种用于泵送流体的泵,包括:
具有预定周长的壳体,其用于容纳至少一种流体,其中,所述壳体构造有可膨胀区段;
弹簧,其具有大致相同的预定周长,并且构造成使所述可膨胀区段膨胀;以及
压缩机构,其可运行来压缩所述可膨胀区段,以强制所述至少一种流体离开所述泵,
其中,所述壳体构造成容纳两个独立隔室,各个独立隔室构造成从独立入口接收所述至少一种流体,并且各个独立隔室构造成通过独立出口排出所述至少一种流体,其中,所述弹簧使所述可膨胀区段膨胀,以从相应的独立入口对各个独立隔室填充所述至少一种流体,并且所述压缩机构压缩所述可膨胀区段,以强制所述至少一种流体通过相应的独立出口离开各个独立隔室。
2. 根据权利要求1所述的泵,其特征在于,对于各个独立隔室,所述至少一种流体是不同的。
3. 根据权利要求1所述的泵,其特征在于,一个独立隔室小于另一个独立隔室。

液压脱盐装置和方法

[0001] 分案申请

[0002] 本申请为分案申请,原申请的申请号为201280035178.9,申请日为2012年3月29日,发明名称为“液压脱盐装置和方法”。

[0003] 相关申请的交叉引用

[0004] 本申请要求2011年5月6日提交的美国临时申请No. 61/486,596的优先权,而且还要求2012年3月8日提交的美国临时申请No. 61/608,428的优先权,而且还要求2012年3月21日提交的美国临时申请No. 61/613,728的优先权,这些申请的公开内容通过引用而整体地结合在本文中。

技术领域

[0005] 本发明涉及脱盐装置和用于使诸如例如海水的盐水脱盐的方法。

背景技术

[0006] 世界大约97%的水是不可饮用的海水。其余3%的水(淡水)是世界上唯一天然可饮用的水。随着对淡水的需求增加以及人口的增长,已经珍贵的资源在未来将变得甚至更有价值。在过去的几年里,为了挖掘世界上表面上到处都包围我们的那97%的水,已经研制出用于使海水脱盐的工艺。迄今为止,工艺尚未达到促进广泛用于脱盐的经济效率水平。但是,如果开发出这样的新脱盐工艺,则可改变这种情况:即该新脱盐工艺成本有效,以至于它将抗衡寻找和使用淡水的成本,特别是当淡水遥远或偏僻或难以接近时。

[0007] 目前,一般使用两种基本类型的技术来对海水脱盐。第一种技术被称为热脱盐,而第二种技术则被称为膜法脱盐。几乎所有现有的脱盐工艺都可最终分类成基于热或膜。各个技术的主要问题在于,它需要大量能量来获得成功。对于热工艺,必须供应大量热,以引起蒸发。这些工艺的温度可达到212华氏度或更高。对于基于膜的工艺,必须对海水供应大量压力,以过滤出水中溶解的盐。这些工艺的压力可达到1000磅每平方英寸(psi)或更高。由于环境温度和压力典型地分别为72华氏度和14.7 psi,所以为什么需要将这么多能量送到系统中就变得明显。周围环境无法独自支持这些工艺。得到环境温度和压力条件的完全支持的新脱盐工艺具有固有的优点,因为其能量需求应远远低于其它现有工艺的能量需求。

发明内容

[0008] 本公开提供优于上面论述的传统脱盐系统和工艺的优点,并且解决它们的缺陷,同时经济地实现这一点。一方面,本公开提供一种液压脱盐系统、装置和方法:包括通过产生通过管路和配套基础设施的流,来使液体盐水的压力降低到蒸发表,配套基础设施可包括施加摩擦和控制流的阀;捕捉蒸气;使用由周围环境供应的较高压力来使蒸气冷凝,以产生淡水;喷射空气;通过使环境温度保持高于蒸气温度来回收冷凝期间释放的热;以及然后使用回收的热来以循环方式加强和维持蒸发。系统可采用可构造成同时泵送盐水和淡水的

弹簧加载式泵。

[0009] 一方面,提供一种用于使水脱盐的方法。方法可包括以下步骤:借助于通过产生通过管路和配套基础设施的盐水流而使液体盐水的压力降低到蒸发点来使液体盐水蒸发,以产生蒸气;捕捉蒸气;使用由周围环境供应的较高压力来使蒸气冷凝,以产生淡水;通过使环境温度保持高于蒸气温度来回收冷凝步骤期间释放的热;以及使用回收的热来以循环方式加强和继续盐水的蒸发。

[0010] 一方面,一种用于使盐水脱盐的系统包括:构造成基本封闭上游容纳区段和下游容纳区段的容纳容器;泵系统,其用于将盐水从盐水源泵送到上游容纳区段中,以及用于从下游容纳区段中泵送出冷凝的淡水,其中,泵系统包括:构造成同时泵送盐水和淡水的多个弹簧加载式泵;至少一个摩擦阀,其控制在多个弹簧加载式泵的吸入侧对盐水流施加的摩擦,以使盐水的压力降低到蒸发点,从而使盐水在容纳容器内蒸发,以产生水蒸气;以及空气源,其构造成将空气喷射到容纳容器中,以强制水蒸气在下游容纳区段中冷凝,从而使盐水脱盐,以产生淡水。

附图说明

[0011] 为了提供本发明的进一步理解而包括附图,附图结合在此说明书中,并且构成说明书的一部分,附图示出本发明的示例,以及与详细描述一起来阐明本公开的各种原理。不意于比为了获得对本发明的基本理解而必要的更详细地以及以可实践本发明的各种方式显示本发明的结构细节。

[0012] 图1A显示根据本发明的原理构造而成的液压脱盐系统的盐水到淡水构件的示例,而且还显示根据本发明的原理的海水到淡水的整体过程的简化工艺;

[0013] 图1B显示根据本发明的原理构造而成的液压脱盐系统的盐水到卤水构件的示例,而且还显示根据本发明的原理的海水到卤水的整体过程的简化工艺;

[0014] 图2A显示可包括在图1A和1B的液压脱盐系统的构造中的某些构件的更详细的横截面图;

[0015] 图2B显示可包括在图1A和1B的液压脱盐系统的构造中的某些构件的另一个详细的横截面图;

[0016] 图3A显示根据本发明的原理构造而成的泵系统的多个液压脱盐泵装置的示例的顺序俯视图;

[0017] 图3B显示图3A的多个液压脱盐泵装置的侧视横截面图,而且还显示其运行顺序的示例,以及可用于连接图2中显示的构件的漏斗的示例性阀和管路;

[0018] 图4显示可与根据本发明的原理构造而成的液压脱盐泵装置相关联的摩擦阀和流量阀的示例的顺序俯视图,而且还显示其说明性运行顺序;

[0019] 图5显示由根据本发明的原理构造而成和执行的系统和方法产生的热力虹吸的示例;

[0020] 图6显示典型的非液压脱盐泵的泵曲线和所需净正吸入压头曲线的示例;

[0021] 图7显示根据本发明的原理构建而成的液压脱盐泵的泵曲线和所需净正吸入压头曲线的示例;

[0022] 图8显示根据本发明的原理的液压脱盐泵的示例的俯视图;

[0023] 图9A显示根据本发明的原理构造而成的示例热交换器装置的俯视图;以及

[0024] 图9B显示图9A中显示的热交换器装置的侧视横截面图。

具体实施方式

[0025] 参照非限制性示例,更全面地阐明本发明的各方面和原理及其有利细节,在附图中描述和/或示出非限制性示例,以及在以下描述中详细说明非限制性示例。应当注意,不必按比例绘制图中示出的特征,而且如本领域技术人员将认可的那样,一个实施例的特征可用于其它实施例,即使未在本文明确陈述。可省略对众所周知的构件和处理技术的描述,以便不必要地使本发明的各方面模糊不清。本文使用的示例仅意于有利于理解可实践本发明的方式,以及进一步使得本领域技术人员能够实践本发明的各种实施例。因此,本文的实施例不应理解为限制本发明的范围,本发明的范围仅由所附权利要求和适用的法律限定。此外,注意,相同参考标号在附图的若干视图中表示相似部件。

[0026] 图1A显示根据本发明的原理构造而成的液压脱盐系统(大体由参考标号100表示)的盐水到淡水构件的示例,而且还显示根据本发明的原理的海水到淡水的整体过程的简化工艺。

[0027] 图1B显示根据本发明的原理构造而成的液压脱盐系统(大体由参考标号101表示)的盐水到卤水构件的示例,而且还显示根据本发明的原理的海水到卤水的整体过程的简化工艺。

[0028] 如关于图1A和1B所显示的那样,通用化示例性液压脱盐装置和方法包括:通过产生通过管路和配套基础设施的流,使液体盐水的压力降低到蒸发点;捕捉蒸气;使用由周围环境供应的较高压力使蒸气冷凝,从而产生淡水;通过使环境温度保持高于蒸气温度来回回收冷凝期间释放的热;以及然后使用回收的热来以循环方式加强和维持蒸发。

[0029] 如下面更详细地描述的那样,图1A和1B显示泵站的示例,泵站容纳水蒸发罐120,水蒸发罐120包括:容纳容器;用于将水泵送通过脱盐系统100的泵系统125,水包括盐水和淡水;以及被间隔件130分开的多个漏斗。图1A和1B关于地面高度和盐水源显示泵站基础设施的示例。还显示了空气喷嘴174,其构造成将空气喷射到淡水侧中。图1A更清楚地示出盐水到淡水的方面,而图1B则更清楚地示出盐水到卤水的方面。

[0030] 图1A还显示根据本发明的原理的海水到淡水的整体过程的简化工艺,而图1B则还显示根据本发明的原理的海水到卤水的整体过程的简化工艺。在下面参照其它图来更详细地阐明图1A和1B的这些通用化步骤。

[0031] 参照图1A,步骤S1示出压力干管,其用于将海水流从诸如海洋等的源运送到脱盐系统100。在步骤S2处,海水可遇到压力干管摩擦阀。在步骤S3处,海水流到漏斗135b中(图2A)。在步骤S4处,海水可受水蒸发罐120中的间隔件130约束,以产生上游容纳区段。在步骤F5处,海水可蒸发,如下面更详细地描述的那样,以在蒸发罐120内产生蒸气部分。在步骤F6处,蒸气部分可在水蒸发罐120内冷凝,并且可被捕捉,作为液体淡水,从而产生下游容纳区段。在步骤F7处,下游容纳区段可受漏斗135b和间隔件130约束。在步骤F8处,淡水可穿过具有摩擦阀(例如,设定摩擦阀(set friction valve))的吸入管路。淡水可包括大约2%的喷射空气。在步骤F9处,淡水可进入泵(例如,图3A和3B的165a-165e),并且可排到淡水存储区域。

[0032] 参照图1B,步骤S1至S4与前面参照图1A所描述的相同。在步骤B5处,在漏斗135a的上游容纳区段中聚集的卤水流到吸入管路的第一部分(参见例如图3B)。在步骤B6处,卤水继续前进通过吸入管路的第二部分。在步骤B7处,卤水移动通过吸入管路的第三部分。在步骤B8处,卤水遇到泵(例如,图3A和3B的165a-165e),并且可排到卤水容纳区域。各个泵(例如,图3A和3B的165a-165e)可构造成同时泵送淡水和盐水两者,如下面更详细地描述的那样。

[0033] 图2A和2B显示可包括在图1A和1B的构造中的某些构件的更详细视图。如显示的那样,泵站115构造成包括:水蒸发罐120,其被显示为用以包围蒸气空间122的封闭弯曲结构;被间隔件130分开的多个漏斗135a和135b;以及一个或多个热管道140,其联接到热源145和蒸发罐120上,以容许加热蒸发罐120的内部。间隔件130可构造成使盐水(在左边显示)与本文描述的脱盐工艺所产生和捕捉的淡水(在右边显示)分开。罐盖160容许接近蒸发罐,诸如例如,用于排空蒸发罐120,或者清洁蒸发罐120。漏斗135a包括盐水阻挡结构,并且构造有用于连接压力干管1(图3B)的压力干管连接器150,而且还构造成联接和接收吸入管12(图3B)。漏斗135b包括淡水阻挡结构,并且可构造有可连接到吸入管5上(图3A和3B)的吸入管连接器155。蒸发罐120可包括可构造成基本封闭上游容纳区段和下游容纳区段的容纳容器,并且可容纳进行冷凝的水蒸气,如下面更全面地阐明的那样。如图2B中显示的那样,罐间隔件130还可构造成容纳热交换器131,热交换器131可对在冷凝期间释放的热提供从淡水下游侧到海水上游侧的热流径。

[0034] 图3A显示根据本发明的原理构造而成的泵系统的多个液压脱盐泵装置的示例的顺序俯视图。图3B显示图3A的多个液压脱盐泵装置的侧视横截面图及其示例性运行顺序,以及用于连接到图2A和2B的漏斗135a、135b上的示例性阀和管路。

[0035] 表1提供图3A和3B的多个液压脱盐泵装置可包括的一些各种构件的相互对照,其显示参考标号(1-28)、示例性数量(可取决于特定应用而改变)和构件的说明性描述。

[0036] 表1

恒定流量-1200GPM 站的管安排			
参考编号	数量	构件和/或功能	
1	4	10"的压力干管(海水, 假定盐度为 3.5%)	
2	1	10"的闸门阀	
3	1	8"的设定摩擦阀	
4	1	8"长, 半径为 90°的弯管	
5	22	8"的吸入管(淡水和空气源)	
6	1	8"的真正 Y 形管	
7	7	8"45°的弯管	
8	3	8"的 Y 形管	
9	10	8"的流量阀	
10	10	8"90°的弯管	
11	15	通到淡水存储器的 8"的排出管(淡水和空气, 盐度为大约 0%)	
12	10	2"的吸入管(卤水, 盐度为大约 35%)	
[0037]	13	6	2"90°的弯管
	14	2	2"的 T 形管
	15	2	2"45°的弯管
	16	2	3" x 2"的同心渐缩管
	17	1	3" x 3" x 4"真正 Y 形管
	18	1	4"的真正 Y 形管
	19	23	4"的吸入管(卤水, 盐度为大约 35%)
	20	3	4"的 Y 形管
	21	6	4"45°的弯管
	22	10	4"的流量阀
	23	10	4"90°的弯管
	24	15	4"的排出管(卤水, 盐度为大约 35%)
	25	1	10"的设定摩擦阀
	26	1	10"长, 半径 90°的弯管
	27	1-5	通到卤水存储器的卤水排出管路
	28	1-5	淡水排出管路

[0038] 液压脱盐泵装置165a-165e可起本文描述的液压脱盐系统和工艺的水的原动机的作用。根据本发明的原理, 液压脱盐系统和工艺可包括使用液压脱盐泵装置165a-165e(可为弹簧加载式泵), 以及图3B中显示的阀和管路170(基础设施的一部分), 以及图1A和1B中显示的空气喷嘴、蒸发罐和其它装备。这些元件组合起来产生热力虹吸, 在图5中显示了热力虹吸的示例, 热力虹吸有效地绕过与传统脱盐工艺相关联的蒸发步骤的通常非常高的热量, 从而大大降低总能量需求。

[0039] 各个液压脱盐泵装置165a-165e都具有大体没有导致传统泵内有大量摩擦损耗的精致内部构件、小管和狭窄通路的简单构造。该构造可包括较大的圆柱形泵腔体164, 直径和/或周长相似的压缩弹簧163可使泵腔体164膨胀。如图3A中示出的那样, 各个液压脱盐泵装置165a-165e可构造有两个管入口(5和19)和两个管出口(11和24)。所有四个管入口和出口可定位在相应的液压脱盐泵装置165a-165e的顶部。可使用单对入口(5)和出口(11)来吸

入和排出淡水和空气的混合物。可使用另一对入口(19)和出口(24)来吸入和排出卤水。泵腔体164(和弹簧)内的间隔件使淡水和空气的混合流保持与卤水流分开。例如如图8中示出的那样,泵间隔件可定位成使得被相应的液压脱盐泵装置165a-165e抽吸的大约90%的流包括淡水和空气的混合流,而其余大约10%则包括卤水。这个比可最大程度地提高典型的海水或其它盐水源的脱盐效率,同时仍然使盐保持溶解在卤水中。如有必要,可选择其它比和间隔件位置来适应不同的盐水盐度或较小的脱盐单元。

[0040] 图3B还示出根据本发明的原理的液压脱盐泵装置165a-165e的运行顺序。随着流进入液压脱盐泵装置165a-165e,弹簧163使泵腔体164以较慢的速率向下膨胀。当泵腔体164的膨胀完成时(大约达到其最完整程度),可启动泵的底部处的机电压力机166(或其它类似的动力压力机机构),以开始将腔体压缩到其原来的非膨胀位置。在压缩期间,卤水和淡水/空气通过它们的出口(11和24)排出,并且被发送到相应的存储区域。接下来提供液压脱盐泵装置165a-165d的运行的更详细的描述。

[0041] 通过下面表2中显示的步骤,四个运行的液压脱盐泵装置165a-165d中的各个可操作地有节奏但同步地旋转,表2还关于液压脱盐泵装置165a-165d的运行显示流量阀的操作。“泵位置1”对应于160a;“泵位置2”对应于160b;并且“泵位置3”对应于160c,如图3B中显示的那样)。

[0042] 表2

步骤1(和子步骤)	步骤2(和子步骤)	步骤3(和子步骤)	步骤4(和子步骤)
1-1.吸入管路上的流量阀处于完全打开位置。	2-1.吸入管路上的流量阀处于完全打开位置。	3-1.吸入管路上的流量阀处于完全关闭位置。	4-1.吸入管路上的流量阀处于完全关闭位置。
1-2.弹簧处于泵位置1(泵腔体是空的/未膨胀)。	2-2.弹簧处于泵位置3(泵腔体被填充/膨胀)。	3-2.弹簧处于泵位置3(泵腔体被填充/膨胀)。	4-2.弹簧处于泵位置1(泵腔体是空的/未膨胀)。
1-3.排出管路上的流量阀处于完全关闭位置。	2-3.排出管路上的流量阀处于完全关闭位置。	3-3.排出管路上的流量阀处于完全打开位置。	4-3.排出管路上的流量阀处于完全打开位置。
1-4.电动/机械压力机处于延伸位置,但停机,以允许膨胀。	2-4.电动/机械压力机处于退回位置,在膨胀结束时停机。	3-4.电动/机械压力机处于退回位置,但开动,以开始压缩。	4-4.电动/机械压力机处于延伸位置,在压缩结束时开动。

[0043] 对于恒定流量(小)单元,因此可能需要仅两个(2)运行泵,步骤P2、P3和P4可看作单个步骤,因为对于小单元构造,从步骤P1过渡到步骤P2可能要花费较长时间。

[0044] 为了延长脱盐工艺,典型地需要连续流;否则,蒸发可在液压脱盐泵装置排水时停止。如图3B中示出的那样,为了保持连续流,可并行安装多个(例如两个、三个、四个或五个)液压脱盐泵装置,流量阀(例如,流量阀22)附连到各个泵的吸入线路和/或排出线路上。液压脱盐泵装置165a-165d可有节奏地运行,使得一次仅一个液压泵抽吸流。液压脱盐泵装置中的一个可用作冗余备用泵165e。在其它运行的泵装置中的一个失效的情况下,备用泵装置165e可启动,并且保持连续流。

[0045] 所有液压脱盐泵装置165a-165e关于它们输送流率和施加压力(或压头)的能力都

具有特定的特性或关系。但一般而言,当泵以低流率泵送流体时,泵对周围环境施加较大压力。相反,当泵以高流率泵送流体时,泵对周围环境施加较小压力。这个关系在泵装置本身内也存在,而不管流率如何影响周围环境,并且此关系被称为泵曲线。在图6中显示典型的泵曲线。

[0046] 传统泵具有内部机构、管路、通路等,它们会受到泵内的流率的影响,以至于泵的对其周围环境施加压力的能力随着流率提高而减小。这个能力减小是因为在泵内的流率提高且更重要地泵内的流速提高时泵内有摩擦损耗。摩擦损耗很大程度上取决于流速,而且流速略微提高就可使摩擦损耗有相当大的增加。

[0047] 最终,随着泵内的流率提高,将达到泵不再能够恰当地工作的点。那个点是当泵所需净正吸入压头(NPSHR)等于或超过可获得净正吸入压头(NPSHA)时。NPSHR与前面论述的泵内的摩擦损耗有关,并且随着通过泵的流率增大而提高。这个直接关系被称为NPSHR曲线。图6还显示典型的NPSHR曲线。NPSHA基本上是周围环境在泵的吸入侧供应的总压力。从技术上说,泵不能拉动流体。为了将流体推到泵中,吸入侧必须存在一些压力。按照定义,那个压力NPSHA是周围大气压力加上吸入侧流体源的泵上方的高度产生的压力减去外部吸入管路中的流体流产生的摩擦损耗($NPSHA = \text{大气} + \text{流体高度} - \text{摩擦损耗}$)。

[0048] 当流体是液体且NPSHR等于NPSHA时,发生蒸发。泵内的摩擦损耗可降低液体的压力,以至于在液体中可形成蒸气泡沫。本质上,发生沸腾的形式。这个沸腾被称为气穴现象,而且在正常情况下,这对泵来说是个问题。首先,气穴现象会减少泵所输送的液体流,因为它必须泵送液体和蒸气的混合物,而不仅仅是如预期那样泵送液体。其次,由于反复地膨胀,以及冲顶泵的内部构件,蒸气泡沫可导致泵受损。由于这些原因,工程师试图避免泵的NPSHR等于或超过NPSHA的情形。

[0049] 但是,在恰当环境中,使用摩擦损耗来有意引起蒸发可为有益的。甚至可能对于脱盐来说是理想的,因为在环境温度和压力下发生蒸发,这意味着能量需求应当较低。因此,这种脱盐工艺具有成本有效的巨大潜力。本发明利用这个潜力来提供液压脱盐。

[0050] 根据本公开的原理,液压脱盐利用泵的在摩擦损耗等于或超过NPSHA时引起蒸发的能力。但是,任何泵内的蒸发都可能是成问题的,特别是对于传统泵来说。如果管路内的摩擦损耗等于或超过NPSHA,则在泵外部的吸入管路内也可发生蒸发(气穴现象)。但是,不推荐在管路中进行蒸发,因为蒸气泡沫在管的有限范围内膨胀和爆发会使管壁受损,这类似于使泵的内部构件受损。

[0051] 为了安全地利用泵的吸入侧的蒸发,根据本发明的原理的液压脱盐工艺和系统包括(但不限于)以下装备和特征:

[0052] (例如介于2和8英尺每秒或fps之间)将水抽吸通过管路,同时处理卤水(浓缩海水)流和淡水/空气的混合流两者;

[0053] 传统泵非常擅长使流体从一个位置移动到另一个位置,但它们不擅长安全地大规模地引起蒸发。针对液压脱盐,从小规模(例如小于10加仑每分钟或gpm)到大规模(例如大于1000 gpm)特别设计了根据本发明的原理构造而成的液压脱盐泵装置(例如,165a-165e)。

[0054] 大体上,液压脱盐泵装置165a-165e构造成基本没有使传统泵内有大量摩擦损耗的精致内部构件、小管和狭窄通路。如前面描述的那样,这个构造大体包括较大的圆柱形泵

腔体164,直径相似的压缩弹簧163可使泵腔体164膨胀。各个液压脱盐泵装置165a-165e可具有两个入口和两个出口,所有四个管都定位在液压脱盐泵装置165a-165e的顶部。如前面关于图3A所描述的那样,可使用一对入口和出口来吸入和排出淡水和空气的混合物。可使用另一对入口和出口来吸入和排出卤水。泵腔体内的间隔件(和弹簧)使淡水和空气的混合流保持与卤水流分开,例如如图8中显示的那样。如图8中显示的那样,泵腔体内的间隔件可定位成使得泵所抽吸的大约90%的流包括淡水和空气的混合流,而其余10%包括卤水。那个比最大程度地提高典型地使海水脱盐的效率,同时仍然使盐保持溶解在卤水中。如有必要,可选择其它比和间隔件位置,以牺牲效率来适应不同的盐水盐度或较小的脱盐单元。在流进入液压脱盐泵装置165a-165e时,弹簧163可使泵腔体164以较慢的速率向下膨胀。当膨胀完成时,可启动各个液压脱盐泵装置165a-165e的底部处的电动/机械压力机,并且可开始将腔体压缩到其原始位置。在压缩期间,卤水和淡水/空气通过它们的出口排出,并且被发送到相应的存储区域。

[0055] 大体上,为了延长脱盐工艺,需要连续水流;否则,蒸发可在液压脱盐泵装置165a-165e排水时停止。为保持连续流,可并行地安装多个(例如,2-5个或更多)弹簧加载式液压脱盐泵装置165a-165e,流量阀附连到各个泵装置的吸入线路和排出线路上。液压脱盐泵装置165a-165e有节奏地运行,使得一次仅一个液压脱盐泵装置165a-165ea抽吸流。泵中的一个(例如,165e)可用作冗余备用泵。在其它运行的泵之一失效的情况下,备用泵可启动,并且可保持连续流。

[0056] 液压脱盐泵装置165a-165e的简单设计的其余好处在于,空气和水的混合物不会不利地影响泵的工作能力。意于泵送液体或气体的传统泵往往在处理与液体-气体混合物相关联的不同速度和密度方面较差。弹簧加载式泵内的流速将太低而无法引起任何严重问题,不管密度是否不同。

[0057] 可根据弹簧的一些普通准则,以及与泵相关联的流量阀打开和关闭所花的时间,来管理压缩弹簧的尺寸和大小。这些准则可包括e:

[0058] (当未对弹簧施加力时,弹簧(即,弹簧163)的长度)应当不超过例如弹簧的总直径的10倍;

[0059] (弹簧的全部压缩长度减去自由弹簧长度)的大约80%和例如最大压缩的大约20%之间的某处;

[0060] (即,弹簧163)的线材直径应当不小于例如总弹簧直径的大约12分之一;以及

[0061] 15秒,从而对泵的流量阀提供充分的打开和关闭时间。

[0062] 另外,使弹簧163膨胀所需的力是简单线性方程 $F=kx$;其中, F 是使弹簧膨胀所需的力, k 是主要基于弹簧的材料属性的常数,而 x 是膨胀长度。这个简单线性关系有利于确定弹簧163的大小,以及从而帮助确保得到的液压脱盐原理以期望速率产生淡水。

[0063] 通过设计,弹簧加载式泵(即,液压脱盐泵装置165a-165e)具有泵曲线和NPSHR曲线,它们都不依赖于通过泵的流率。因为弹簧加载式泵没有引起大量摩擦损耗的精致内部构件、小管或狭窄通路,它们的泵曲线和NPSHR曲线完全是水平的,如关于图7所显示的那样。影响泵对周围环境施加压头(或压力)的能力的唯一因素是弹簧的正面在膨胀期间的位置。一旦流体以液体形式到达泵,泵内的东西无法使液体产生气穴现象。因此,弹簧加载式泵的NPSHR曲线不仅完全是水平的,而且对于实际上所有流都等于零。图7显示弹簧加载式

泵(诸如液压脱盐泵装置165a-165e)的示例泵曲线和NPSHR曲线。没有NPSHR的主要好处在于,对于在液压脱盐的NPSHA环境中使用,泵非常安全和高效。

[0064] 图4显示了与根据本发明的原理构造而成的液压脱盐泵装置相关联的示例摩擦阀和流量阀的顺序俯视图,并且还显示了其说明性运行顺序。流量阀(例如,流量阀22、70)可包括构造成控制进入和离开液压脱盐泵装置165a-165e的流量的阀。它们还可控制离开调节摩擦阀(例如,摩擦阀25、75)的流量。流量阀可包括例如,停止阀、停止-止回阀、无回流止回阀、节流阀,或者任何其它功能相似的阀。可以液压或电动的方式促动流量阀,以根据泵运行顺序(和调节摩擦阀运行顺序)来运行。

[0065] 摩擦阀(例如,摩擦阀25、75)包括构造成限制蒸发罐120上游的管路中的流量的阀。使用摩擦阀的目标是对盐水流施加摩擦压头,使得在蒸发罐120中的期望位置处进行蒸发。可设定或调节摩擦阀25、75。将设定摩擦阀设定到在液压脱盐期间不变的一个部分关闭位置。在液压脱盐期间,可将调节摩擦阀从部分关闭位置调节到较完全关闭位置。流量阀22、70可与调节摩擦阀共同用来对调节摩擦阀提供使其从较完全关闭位置重新设定到部分关闭位置的时间。像液压脱盐泵装置165a-165e一样,调节摩擦阀可有节奏和并行地运行,以保持连续流。建议包括至少一个备用调节摩擦阀,以在其它运行的调节摩擦阀中的一个或多个失效的情况下有冗余。像流量阀22、70一样,摩擦阀25、75可以液压或电动的方式促动,以根据对应的调节摩擦阀运行顺序来运行。诸如例如循环停止阀(CSV)的阀具有对运行于液压脱盐中的设定摩擦阀或调节摩擦阀所必需的性能特性。关于图4来阐明调节摩擦阀运行顺序,如接下来描述的那样。

[0066] 在此示例中,摩擦阀的运行包括通过表3的以下步骤有节奏但同步地旋转。

[0067] 表3

	步骤 F1 和子步骤	步骤 F2 和子步骤	步骤 F3 和子步骤
[0068]	F-1.调节摩擦阀处于部分关闭位置。	F-1.调节摩擦阀处于较完全关闭位置。	F-1.调节摩擦阀处于部分关闭位置。
	F-2.压力干管上的下游流量阀处于完全打开位置。	F-2.压力干管上的下游流量阀处于完全打开位置。	F-2.压力干管上的下游流量阀处于完全关闭位置。
	F-3.经历此步骤的调节摩擦阀与经历泵运行顺序的步骤 1 的泵同步这样做(表 2)。	F-3.经历此步骤的调节摩擦阀与经历泵运行顺序的步骤 2 的泵同步这样做(表 2)。	F-3.经历此步骤的调节摩擦阀与经历泵运行顺序的步骤 3 和 4 的同步泵这样做(表 2)。
	F-4.通过调节摩擦阀的流量等于最大流量(泵运行顺序的步骤 1, 表 2)。	F-4.通过调节摩擦阀的流量等于最小流量(泵运行顺序的步骤 2, 表 2)。	F-4.通过调节摩擦阀的流量等于零(泵运行顺序的步骤 3 和 4, 表 2)。

[0069] 如前面阐明的那样,蒸发罐120是在液压脱盐的工艺期间可安全地进行蒸发的地方。蒸发罐120可在大小上设置成将蒸气流速限制成低于例如大约200英尺每秒(fps),大体可接受这为蒸汽的流速极限。蒸发罐120可具有通过其中心线的间隔壁130,以分开上游侧上的海水与下游侧上的淡水。罐间隔件130还可构造成容纳热交换器131,热交换器131可为在冷凝期间释放的热提供从淡水侧到海水侧的流经。蒸发罐120典型地是液压脱盐工艺中的最大单件装备。

[0070] 在液压脱盐期间,某个水平的不可冷凝气体可聚集在蒸发罐中,诸如氧和氮。这个

水平应当保持恒定,而且不应显著地干扰脱盐工艺的性能或效率。但是,如果蒸发罐中的不可冷凝气体确实积累到不可接受的水平,则可在罐中安装真空泵,以排出过量的不可冷凝气体。

[0071] 可在液压脱盐中使用两个漏斗135a、135b。一个漏斗135a可构造在蒸发罐120的上游侧,并且另一个漏斗135b可构造在下游侧。两个漏斗在管路(其中,根据行业标准,液体水以范围为例如大约2 fps至大约8 fps的速度流动)和蒸发罐120(其中,水蒸气以高达例如大约200 fps的速度流动)之间提供过渡。

[0072] 在海水(假设盐度为例如大约3.5%)在蒸发罐120中蒸发时,剩下的水变得盐浓度更高。盐含量较高(例如,大约35%的盐度)的这个残余水是卤水。上游漏斗还在其底板处提供开口,卤水流从该开口被吸到卤水吸入管路中,卤水吸入管路最终在液压脱盐泵装置165a-165e处终止。在下游漏斗135b处的淡水和空气的混合物具有大约0%的盐度。

[0073] 空气喷嘴小,但是液压脱盐的重要部分。空气喷嘴在漏斗下游不远处将空气引入到淡水流中。这个步骤的重要方面在于,虽然是周围环境,但空气比蒸发罐中的水蒸气具有更高的压力和温度。环境空气压力和温度分别可为例如大约14.7 psi和72华氏度。水蒸气的压力可为例如大约0.3 psi,并且其温度可为例如大约68华氏度。注意,可严格借助于通过摩擦损耗而降低压力,来产生蒸发。未添加热,热会使海水/盐水的温度升高,温度升高被认为是大约68华氏度,但可改变它。

[0074] 环境空气比罐中的水蒸气具有更高的压力和温度的重要性是双重的:

[0075] 这个在不从环境以外的外部源添加压力或热的情况下实现冷凝和蒸发的能力是对液压脱盐提供优于所有其它脱盐工艺的独特优点。通过一些迭代计算,观察到,对水蒸气引入例如大约2体积%的空气一贯看来是适合在蒸发罐的下游侧的期望位置建立液体水位的量。

[0076] 液压脱盐的示例性综述

[0077] 大体上,液压脱盐包括这样的技术:通过产生通过管路和设备的流而将液体盐水的压力降低到蒸发点;捕捉蒸气;使用由周围环境供应的较高压力来使蒸气冷凝;以及通过使环境温度保持高于蒸气温度来回收冷凝期间释放的热。回收的热可用来以循环方式加强和维持蒸发。

[0078] 液压脱盐工艺的示例性综述

[0079] 液压脱盐可将盐水转变成两个最终产物:淡水和卤水。下面提供的步骤示出在盐水从开始到结束经历液压脱盐且转变成两个最终产物时的示例性时序路径。

[0080] 盐水到淡水的时序路径

[0081] 对于盐水到淡水的时序路径,步骤可包括:

[0082] 115行进。压力干管的第一部分从盐水源延伸到站中的摩擦阀25。通过设计,压力干管中的流速应当保持介于例如大约2fps和大约8fps之间。由于行进通过压力干管所引起的摩擦损耗,盐水内的压力降低。

[0083] 115的内部,盐水传送通过设定摩擦阀或调节摩擦阀,这取决于流量是恒定的还是变化的。摩擦阀对盐水施加压头。在传送通过摩擦阀之后,盐水行进通过压力干管的第二部分,第二部分从摩擦阀延伸到上游漏斗135a。由于行进通过摩擦阀和压力干管所引起的摩擦损耗,盐水内的压力进一步降低。

[0084] 135a,并且向上朝蒸发罐120行进。向上移动进一步降低盐水内的压力。漏斗135a加宽流横截面,为蒸发时出现的高速做准备。

[0085] 120,并且继续向上行进,这会继续降低盐水内的压力。最后,压力降低到蒸发点。

[0086] 122向上逃到蒸发罐的上部部分,跨越罐间隔件。通过设计,使蒸气122的流速保持低于例如大约200fps。罐间隔件130可包括通过蒸发罐120的中心的壁,壁使液体盐水与液体淡水分开。壁不延伸到蒸发罐120的顶部,从而允许蒸气传送经过壁。盐水蒸发所处的罐间隔件的侧被称为蒸发罐120的上游侧。水蒸气122冷凝成淡水所处的罐间隔件的侧被称为蒸发罐的下游侧。

[0087] 122在蒸发罐120的下游侧在罐间隔件130的顶部下面冷凝。淡水向下朝下游漏斗135b行进。

[0088] 135b,并且向下朝淡水吸入管路5行进。漏斗135b减小流横截面,以允许在下游淡水吸入管路5内出现理想流速。

[0089] 5,并且朝泵(例如,165a-165e)行进。淡水吸入管路包括用以在淡水吸入管路内施加压头变得必要或合乎需要的情况下提供运行灵活性的设定摩擦阀75。通过设计,吸入管路中的流速应当保持介于例如大约2fps和大约8fps之间。淡水吸入管路在液压脱盐泵装置165a-165e处终止。在摩擦阀75的上游不远处,将例如大约2体积%的大气空气引入到吸入管路5中,以使淡水内的压力升高到正好足以强制在蒸发罐120的下游侧中进行冷凝。冷凝所释放热可通过热交换器131流到蒸发罐120的上游侧,在那里,热用来促进蒸发。可通过使蒸发罐外部的环境温度保持高于封闭的水和蒸气的温度来基本避免热损耗到环境中。

[0090] 164膨胀时进入液压脱盐泵装置165a-165e。当泵腔体164压缩时,淡水离开液压脱盐泵装置165a-165e,并且被引导到淡水排出管路11。排出管路11使淡水从液压脱盐泵装置165a-165ea到达存储区域,在那里,淡水等候进一步处理或分配。泵腔体164内的被称淡泵间隔件的壁使淡水及其对应的淡水管路与卤水及其对应的卤水管路分开。

[0091] 盐水到卤水的示例性时序路径

[0092] 对于盐水到卤水的时序路径,步骤可包括:

[0093] 1,并且朝脱盐泵站115行进。压力干管1的第一部分从盐水源延伸到站中的摩擦阀25。通过设计,压力干管1中的流速应当保持介于例如大约2fps和大约8fps之间。由于行进通过压力干管1所引起的摩擦损耗,盐水内的压力降低。

[0094] 115的内部,盐水传送通过设定摩擦阀或调节摩擦阀25,这取决于流量是恒定的还是变化的。摩擦阀25对盐水施加压头。在传送通过摩擦阀25之后,盐水行进通过压力干管的第二部分,第二部分从摩擦阀25延伸到上游漏斗135a。由于行进通过摩擦阀和压力干管所引起的摩擦损耗,盐水内的压力进一步降低。

[0095] 135a,并且向上朝蒸发罐120行进。向上移动进一步降低盐水内的压力。漏斗135a加宽流横截面,以为在蒸发时出现的高速作准备。

[0096] 120,并且继续向上行进,这会继续降低盐水内的压力。最后,压力降低到蒸发点。

[0097] 135a的底部处的四个开口,开口是通往卤水吸入管路12的入口。卤水是已经变得盐浓度更高的剩余盐水和不能够与蒸气一起逃离的其它化合物。这个卤水进入卤水吸入管路12的第一部分,第一部分在上游漏斗135a的底部处开始,并且在T形管或真正Y形管处结束。如果可行,吸入管路的第一部分中的卤水的流速应当保持介于例如大约2fps和大约

8fps之间。

[0098] T形管或真正Y形管处开始,并且在真正Y形管处结束。在这个吸入管路的开始处的T形管或真正Y形管是两个第一部分卤水吸入管线合并的地方。卤水吸入管路的第二部分中的流率是第一部分中的流率的两倍。通过设计,吸入管路的第二部分中的卤水的流速应当保持介于例如大约2 fps和大约8fps之间。

[0099] Y形管处开始,并且在泵处终止。在这个吸入管路的开始处的真正Y形管是两个第二部分卤水吸入管线合并的地方。卤水吸入管路的第三和最终部分中的流率是第二部分中的流率的两倍。通过设计,吸入管路的第三和最终部分中的卤水的流速应当保持介于例如大约2 fps和大约8fps之间。

[0100] 164压缩时,卤水离开液压脱盐泵装置165a-165e,并且被引导到卤水排出管路24。排出管路24使卤水从液压脱盐泵装置165a-165ea到达存储区域,在那里,卤水等候进一步处理,或者回到源水。

[0101] 液压脱盐运行优点

[0102] 根据本公开的原理的液压脱盐不会遭受困扰传统脱盐工艺的一些其它问题。例如,当今脱盐工艺的依赖高温的目前利用的热工艺往往有结垢的问题,其中盐从溶液中析出,并且粘附到管路和装备上,阻塞或腐蚀管路和装备。基于膜的技术也易受结垢的影响,因为半透膜中有非常小的开口。即使这些膜上有少量结垢也将对它们的性能有很大的负面影响。基于膜的技术通常需要预处理来解决结垢问题,以及移除可使膜结污的碎片。液压脱盐不易于有结垢问题,因为它不在促进结垢的高温下运行,而且它不具有对小量结垢高度敏感的装备。此外,不像基于膜的工艺,液压脱盐不需要特殊的预处理。

[0103] 脱盐所需的能量

[0104] 需要能量来引起蒸发/蒸发。通常,那个能量呈热的形式。传统蒸发方法始于对水添加热,以使水升高到其沸点的温度。然后需要添加更多热使水从液体转化成蒸气,在相同沸点温度下进行转化。正是这个添加的热(被称为蒸发热)使热脱盐工艺如此依赖于外部能量。事实上,在沸点温度已经达到之后,在这个最后的转化步骤期间可消耗引起蒸发所需的超过90%的能量。相反,通过模拟另一个众所周知的液压现象-虹吸,本公开描述的液压脱盐有效地绕过这个最后的高能步骤。

[0105] 在典型虹吸中,水流从上游罐或源升高经过竖向间隔件,然后向下回到低于上游源的下游罐或槽。不管源和槽之间的竖向间隔件如何,典型虹吸中的水流在不添加任何外部能量的情况下自然且无限地维持。需要对虹吸进行的唯一实际工作是进行准备。为了准备或预备典型虹吸,首先必须用水填充水流过其中的管子。这可在远离源和槽的地方进行。一旦填充好,盖上管子的两端。然后将管子的一端置于上游源中,并且将另一端置于下游槽中。然后打开管子的端部,并且假设源和槽处的液位实际上是恒定的,自然且无限地进行流动,而不需要另外的能量来维持它,从而有效地绕过中间竖向间隔件。

[0106] 如关于图5所示出的那样,液压脱盐包括一种类型的虹吸,即在许多方面模拟典型虹吸的一种热力虹吸。在这个热力虹吸中,能量升高超过蒸发热,然后向下回到低得多的能量。仅用由较低功率的液压脱盐泵装置165a-165e供应的能量来维持脱盐工艺。在图5中:

升高(第 1 部分) \rightarrow B-A;
 升高(第 2 部分) \rightarrow C-B;
 下降 \rightarrow D-C;
 总差升 \rightarrow 升高(第 1 部分) \rightarrow 升高(第 2 部分) \rightarrow 下降;
 [0107] 总差升 \rightarrow (B-A) \rightarrow (C-B) \rightarrow (D-C);
 B=D;
 总差升 \rightarrow (B-A) \rightarrow (C-B) \rightarrow (B-C);
 (C-B) \rightarrow (B-C) \rightarrow 0, 所以升高(第 2 部分)由下降抵销;
 升高(第 2 部分)表示蒸发, 并且下降表示冷凝, 所以蒸发由冷凝抵销;
 总差升 \rightarrow D-A, 这表示在液压脱盐期间需要由泵提供的 TDH。

[0108] 像典型虹吸一样, 需要进行的实际工作是进行准备。为了准备或预备热力虹吸, 关闭下游空气喷嘴, 用水填充蒸发罐。然后通过关闭上游闸门阀来隔离罐 120。然后打开加热器和液压脱盐泵装置 165a-165e, 以开始排空罐。一旦水位已经降低到期望高度, 则闸门阀和空气喷嘴两者都打开。然后关闭加热器, 但使弹簧加载式泵保持运行。液压脱盐自然且无限地继续, 而无需添加外部热或能量来维持工艺。

[0109] 当预备热力虹吸时, 可证明弹簧加载式泵不能够填充蒸发罐。泵无法拉动液体。实际上, 弹簧加载式泵使用摩擦来降低流的一侧的压力, 从而允许大气压力从另一侧推出流。如果蒸发罐足够高, 则大气压力将不够强到将流推到罐的顶部。如果出现这种情况, 则可将可浸入水中的泵置于海水源中, 或者可使用消防栓, 以将水推到罐的顶部。

[0110] 如前面描述的那样, 空气喷嘴对于成功的液压脱盐是重要的。实质上, 空气喷嘴 174 是驱动液压脱盐的热力虹吸。在空气喷嘴 174 处引入的空气强制进行冷凝, 而且还将热流推向发生蒸发的地方。空气强制使这些情况发生, 因为虽然是周围环境, 但空气比水蒸气具有更高的压力和温度。当被进入空气喷嘴 174 的空气冲击时, 水蒸气没有别的选择, 只能冷凝, 以及朝最小阻力的路径释放热, 该路径是通过热交换器 131 到达罐 120 的发生蒸发的上游侧的热流径。重要的是注意到, 冷凝期间释放的热 (被称为冷凝热) 在幅度上等于蒸发热。以此方式回收热意味着在液压脱盐期间有效地绕过障碍 (蒸发热)。对图 9B 的热交换器说明如下: 1. 厚度 t 和表中的尺寸基于不锈钢板式热交换器如显示的那样构造; 2. 表中的热流量指的是在液压脱盐期间通过热交换器从淡水侧的传递到海水侧的热量; 3. 表中的 ΔT 是在液压脱盐期间在热交换器的淡水侧和海水侧之间的温差, 淡水侧具有较高的温度; 4. 在初始罐蒸发期间, 蒸发罐的外部的加热器和管道将热供应给热交换器, 由此为初始罐蒸发提供必要的热。

[0111] 由于液压脱盐的热力虹吸作用, 仅在初始排空期间需要加热器 145。但是, 如有必要, 可使用加热器 145 加热周围环境, 以确保环境空气的温度保持比罐中的水蒸气 122 更高。否则, 环境空气温度低可导致在冷凝期间有热损耗到周围环境中, 以及导致液压脱盐工艺的效率降低。

[0112] 能量级线路

[0113] 能量级线路用来计算与流体流相关联的能量。这些计算的目的是为了确定液压脱盐泵装置的运行点。运行点是泵曲线与系统曲线相交的点。系统曲线也被称为总动力压头 (TDH) 曲线, 系统曲线是存在于液压脱盐泵装置外部的管路/装备中的流阻力。运行点通常被描述成在比压力或压头下的比流率。在图 6 中显示运行点和系统曲线的示例。

[0114] 最小分离能量

[0115] 大体接受的是移除溶解在水的盐所需的最小能量是例如大约0.7千瓦时每立方米(kWh/m^3)。根据溶解盐的溶液数据的热(焓),或者根据海水和淡水之间的平衡蒸气压差,来确定这个最小能量。用于计算最小能量的溶液方法的热适应用基于膜的技术。不同的平衡蒸气压方法都与热脱盐技术有关。液压脱盐是热脱盐的一种形式,但不像其它形式的热脱盐,液压脱盐不需要人造压缩机来加强海水平衡蒸气压,以匹配淡水平衡蒸气压。那个压缩由引入到系统中的压力较高的大气空气自动完成。空气不仅使蒸气转变成液体水,而且还使蒸气进行必要的初步压缩。因为蒸气压缩由引入的环境空气完成,所以不必供应例如大约0.7 kWh/m^3 的对应的能量。仅需对泵和阀供应大大小于0.7 kWh/m^3 的能量。因此,大体接受的脱盐的最小能量需求不像适用于其它工艺那样适用于液压脱盐。很像液压脱盐回收蒸发所需的热那样,在工艺本身内获得分离所需的最小能量。

[0116] 液压脱盐的示例应用

[0117] 为了显示液压脱盐可如何适用于小型和大型项目两者,描述四个示例。它们如下:

[0118] 1200 gpm ;

[0119] (小)-弹簧加载式泵,其在大小上设置成以恒定速率抽吸例如大约8 gpm ;

[0120] 1200 gpm ;以及

[0121] (小)-弹簧加载式泵,其在大小上设置成平均抽吸例如大约8 gpm 。

[0122] 在下面介绍这四个示例的描述和比较。示例都不规定管路或装备的材料;但是,聚氯乙烯(PVC)、高密度聚乙烯(HDPE)、玻璃纤维和各种类型的不锈钢(630 SS、AL6XN、Sea-Cure)全部都是适合在具有盐水的海水中使用的。

[0123] 恒定流量-1200 gpm 站

[0124] 这包括现场建造的泵站。占地面积可为大约56英尺乘58英尺,并且总竖向跨距可为大约67英尺。在那个竖向跨距中,大约38英尺可在地上(包括A形框架顶部),而大约29英尺可在地下。

[0125] 地上结构可为1层建筑物,天花板大约21英尺高。蒸发罐120、加热器145(用于初始排空)和任何控制面板可驻留在建筑物115的地上部分中。可安装楼梯和舱口,以对地下管路和泵提供通路。

[0126] 建筑物115可包括地下两层。地下第一层可容纳大部分管路。地下第二层可为泵所处的地方。可安装五个泵。四个泵可共同运行,以保持连续流,而最后一个泵可作为备用。液压脱盐泵装置中的弹簧的直径可为54英寸,弹簧常数 k (弹簧膨胀势能的度量)为大约977磅每英尺(lbs/ft)。液压脱盐泵装置可以例如大约1200 gpm 的恒定速率抽吸流。

[0127] 站115可配备有闸门阀160(用于初始排空)和设定摩擦阀,它们两者都在蒸发罐120上游。虽然站可具有仅一个设定摩擦阀,但蒸发罐中的海水水位将在泵运行时沿着罐间隔件的8英尺高度保持基本恒定,因为泵产生的流量是恒定的。

[0128] 进入站中的总流量的大约90%可转化成淡水,这意味着站可以例如大约1080 gpm 的速率产生淡水。为了解决所有功率消耗,站所需的总功率可保守估计为例如大约40马力,或30千瓦。实际上,站可能需要更少功率。大部分功率可用来驱动电动/机械压力机,或者对其提供功率,电动/机械压力机压缩泵腔体,并且排出流。其余功率消耗可分在阀、控制面板、照明之中,而且如有必要,分在对周围环境的加热之中。这个站的功率与水的比可确定为例如大约0.02兆瓦每百万英制加仑(MIGD),或者大约0.005兆瓦每立方千米每天($\text{MW}/$

1000立方米每天)。

[0129] 恒定流量(小)-8 gpm单元

[0130] 此示例包括可在输送到现场之前或之后组装的整套单元。整套单元包括外壁,外壁可包括允许工作人员接近内部的可移除面板。占地面积可为大约11英尺乘14英尺,而总竖向跨距可为大约22英尺。

[0131] 所有竖向跨距都可在地上或在建筑物地板/船甲板的顶部,而且它可包括例如三层。蒸发罐和加热器(用于初始排空)可驻留在顶层中。大部分管路可安装在第二层中。液压脱盐泵装置可位于底层中,并且控制开关可位于顶层或第二层中,以容许控制器在大多数工作人员的视高度处。可安装三个泵。两个泵可共同运行,以保持连续流,而最后一个泵可作为备用。泵中的弹簧的直径可为例如大约42英寸,弹簧常数k为例如大约601 lbs/ft。液压脱盐泵装置可以例如大约8 gpm的恒定速率抽吸流。

[0132] 单元可配备有闸门阀(用于初始排空)和一个设定摩擦阀,它们两者都在蒸发罐120上游。虽然单元可具有仅一个设定摩擦阀,但蒸发罐中的海水水位将在泵运行时沿着罐间隔件的2英尺高度基本保持恒定,因为泵产生的流量是恒定的。

[0133] 进入单元中的总流量的大约90%可转化成淡水,这意味着单元可以例如大约7.2 gpm的速率产生淡水。为了解决所有功率消耗,单元所需的总功率保守估计为例如大约0.25 马力,或者0.19千瓦。实际上,它可能需要更少功率。大部分功率可用来驱动电动/机械压力机,或者对其提供功率,电动/机械压力机压缩泵腔体,并且排出流。其余功率消耗可分在阀、控制开关、照明之中,而且如有必要,分在对周围环境的加热之中。这个单元的功率与水的比可估计为例如大约0.02兆瓦每百万英制加仑(MIGD),或者大约0.005兆瓦每立方千米每天(MW/1000立方米每天)。

[0134] 变化流量-1200 gpm站

[0135] 此示例包括在现场建造的泵站。占地面积可为大约56英尺乘58英尺,而总竖向跨距可为大约63英尺。在那个竖向跨距中,大约38英尺可在地上(包括A形框架顶部),而大约25英尺将在地下。

[0136] 地上结构可为1层建筑物,天花板大约21英尺高。蒸发罐120、加热器145(用于初始排空)和控制面板可驻留在建筑物的地上部分中。可安装楼梯和舱门,以对地下管路和泵提供通路。

[0137] 建筑物可包括地下两层。地下第一层可容纳大部分管路。地下第二层可为泵所处的地方。可安装五个泵。四个泵可共同运行,以保持连续流,而最后一个泵可作为备用。泵中的弹簧的直径可为例如大约54英寸,弹簧常数k为例如大约3520 lbs/ft。泵可以范围为例如大约994 gpm至大约1394 gpm(整体平均为例如大约1200 gpm)的速率抽吸流。

[0138] 站可配备有闸门阀(用于初始排空)和四个调节摩擦阀,它们全部都在蒸发罐上游。因为站具有若干个按顺序运行的调节摩擦阀,蒸发罐中的海水水位实际上可在泵运行时沿着罐间隔件的8英尺高度保持不变。

[0139] 进入站中的总流的大约90%可转化成淡水,这意味着站可以例如大约1080 gpm的速率产生淡水。为了解决所有功率消耗,站所需的总功率保守估计为例如大约40马力,或30千瓦。实际上,它可能需要更少功率。大部分功率可用来驱动电动/机械压力机,或对其提供功率,电动/机械压力机压缩泵腔体,并且排出流。其余功率消耗可分在阀、控制面板、照明

之中,而且如有必要,分在对周围环境的加热之中。这个站的功率与水的比可确定为例如大约0.02兆瓦每百万英制加仑(MIGD),或者大约0.005兆瓦每立方千米每天(MW/1000立方米每天)。

[0140] 变化流量(小)-8 gpm单元

[0141] 此示例包括可在输送到现场之前或之后组装的整套单元。整套单元包括外壁,外壁可包括可移除面板,以允许工作人员接近内部。占地面板可为例如大约7英尺乘7英尺,并且总竖向跨距可为大约13英尺。

[0142] 所有竖向跨距都可在地上或在建筑物地板/船甲板的顶部,并且它将包括三层。蒸发罐120和加热器145(用于初始排空)可驻留在顶层中。大部分管路可安装在第二层中。控制开关也可位于顶部或第二层中,以容许控制器在大多数工作人员的视高度处。泵可位于底层中。可安装五个泵。四个泵可共同运行,以保持连续流,而最后一个泵可作为备用。泵中的弹簧的直径可为例如大约10英寸,弹簧常数k为例如大约211 lbs/ft。泵可以例如范围为大约6.93 gpm至大约9.03 gpm(整体平均例如为大约8 gpm)的速率抽吸流。

[0143] 单元可配备有闸门阀(用于初始排空)和四个调节摩擦阀,它们全部都在蒸发罐120上游。因为单元具有若干个按顺序运行的调节摩擦阀,蒸发罐中的海水水位实际上可在泵运行时沿着罐间隔件的2英尺高度保持不变。

[0144] 进入单元中的总流量的大约90%可转化成淡水,这意味着单元可以例如大约7.2 gpm的速率产生淡水。为了解决所有功率消耗,单元所需的总功率可保守估计为例如大约0.25马力,或0.19千瓦。实际上,它可能需要更少功率。大部分功率可用来驱动电动/机械压力机,或者对其提供功率,电动/机械压力机压缩泵腔体,并且排出流。其余功率消耗可分在阀、控制开关、照明之中,而且如有必要,分在对周围环境的加热之中。这个单元的功率与水的比可确定为例如大约0.02兆瓦每百万英制加仑(MIGD),或者大约0.005兆瓦每立方千米每天(MW/1000立方米每天)。

[0145] 示例应用的比较

[0146] 各个以上示例都可具有某些相对优点,而且可具有某些相对缺点。在极大程度上,优点和缺点可归结为大小和复杂性。恒定流量示例大于变化流量示例;但是,它们的大小可被它们较简单的设计和运行抵销。恒定流量示例可具有在蒸发罐上游的仅一个设定摩擦阀,而非变化流量示例中的按顺序运行的四个调节摩擦阀。

[0147] 注意,在本文描述的各种示例中可使用不止一个设定摩擦阀。

[0148] 对于大型(大约1200 gpm)示例,竖向跨距的大小差异为大约4英尺。恒定流量-1200 gpm示例具有67英尺的竖向跨距,包括地下29英尺,而变化流量版本则具有63英尺的竖向跨距,包括地下25英尺,从而使得恒定流量示例在地下比变化流量示例更深大约16%。

[0149] 对于小型(大约8 gpm)示例,在占地面积和竖向跨距方面的大小差异显著。恒定流量-8 gpm示例具有11英尺乘14英尺的占地面积,以及22英尺的竖向跨距。变化流量-8 gpm示例具有7英尺乘7英尺的占地面积,以及13英尺的竖向跨距。这使得恒定流量示例的占地面积(154平方英尺对49平方英尺)大约3倍大,并且更高大约69%。这个大小差异更有可能被看作是使用可变流量构造吸引人的原因,即使恒定流量示例的设计和运行更简单。

[0150] 虽然理论上可在液压脱盐中使用目前存在的其它类型的泵,但本文描述的弹簧加载式泵具有几个独特的优点。弹簧加载式泵提供的一些独特益处可包括以下:

[0151] NPSHR;

[0152] /空气流和卤水流两者;

[0153] (通过移动泵间隔件),以处理不同的海水盐度,或者产生较小但不那么高效的脱盐单元;以及

[0154] (运行点)产生淡水。

[0155] 液压脱盐是用于使水脱盐的令人兴奋的新工艺,其看来效率是其它脱盐工艺的至少20倍,而且对于实际上所有期望水产生流率都是可行的。它已经展示了它对于小型应用(小于10 gpm)和大型应用(1000 gpm)示例等可行,所有应用都受益于驱动液压脱盐的热力虹吸作用。不像其它工艺,液压脱盐不易于在其装备上结垢,而且不需要进行特殊预处理来避免结垢。对于运行这个新工艺必要的一些装备(例如,阀、空气喷嘴)已经存在,并且在其它非脱盐业中使用。可针对液压脱盐特别地构建其它装备(例如,蒸发罐、漏斗、热交换器),并且弹簧加载式液压脱盐泵装置165a-165e可为全新的产品/装置。

[0156] 虽然已经按照示例来描述了本发明,但本领域技术人员将认识到,可用在所附权利要求的精神和范围中的修改来实践本发明。上面提供的这些示例仅是说明性的,并且不意于作为本发明的所有设计、实施例、应用或修改的穷尽性列举。

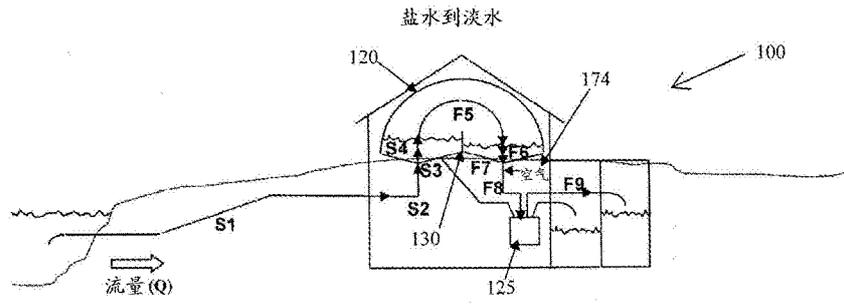


图 1A

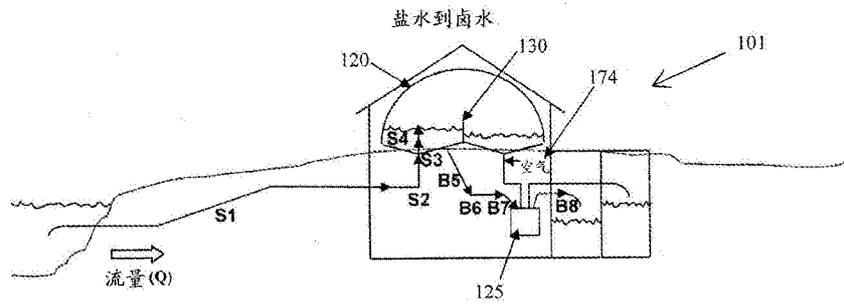


图 1B

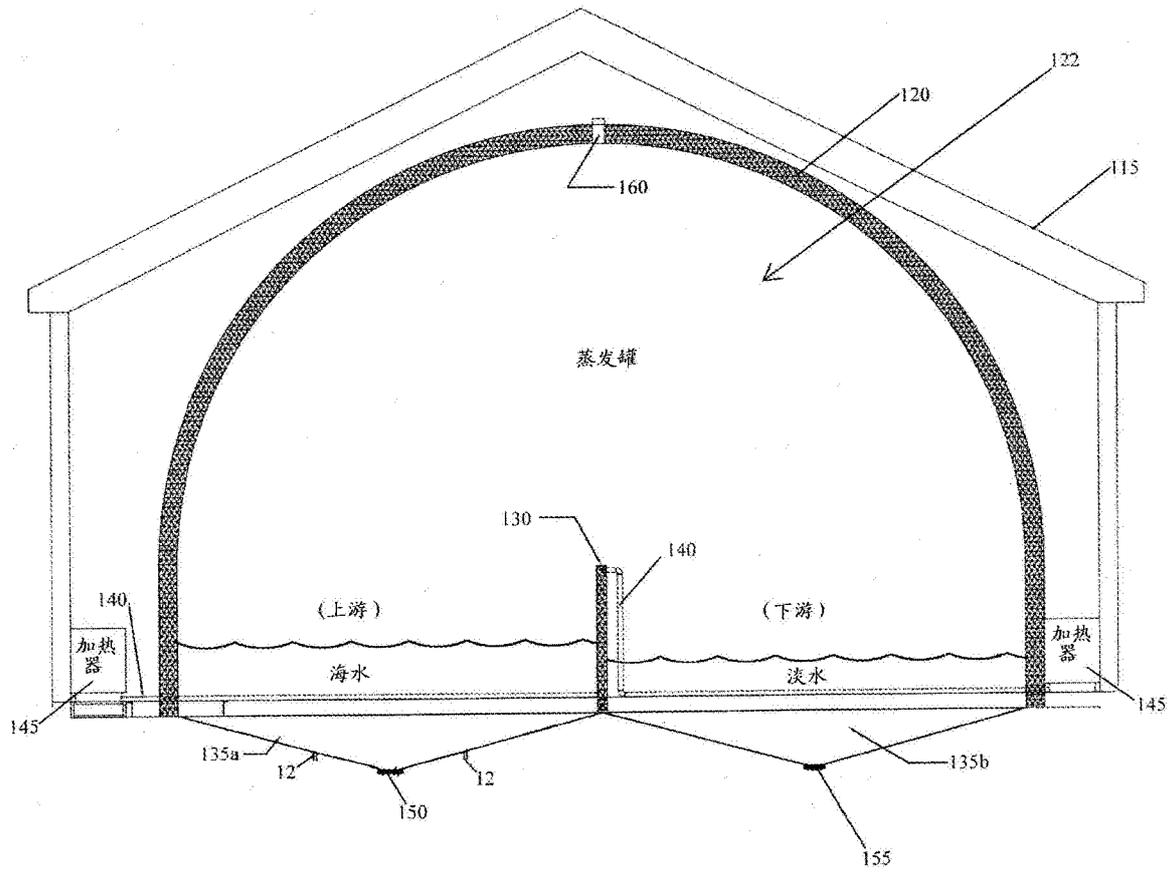


图 2A

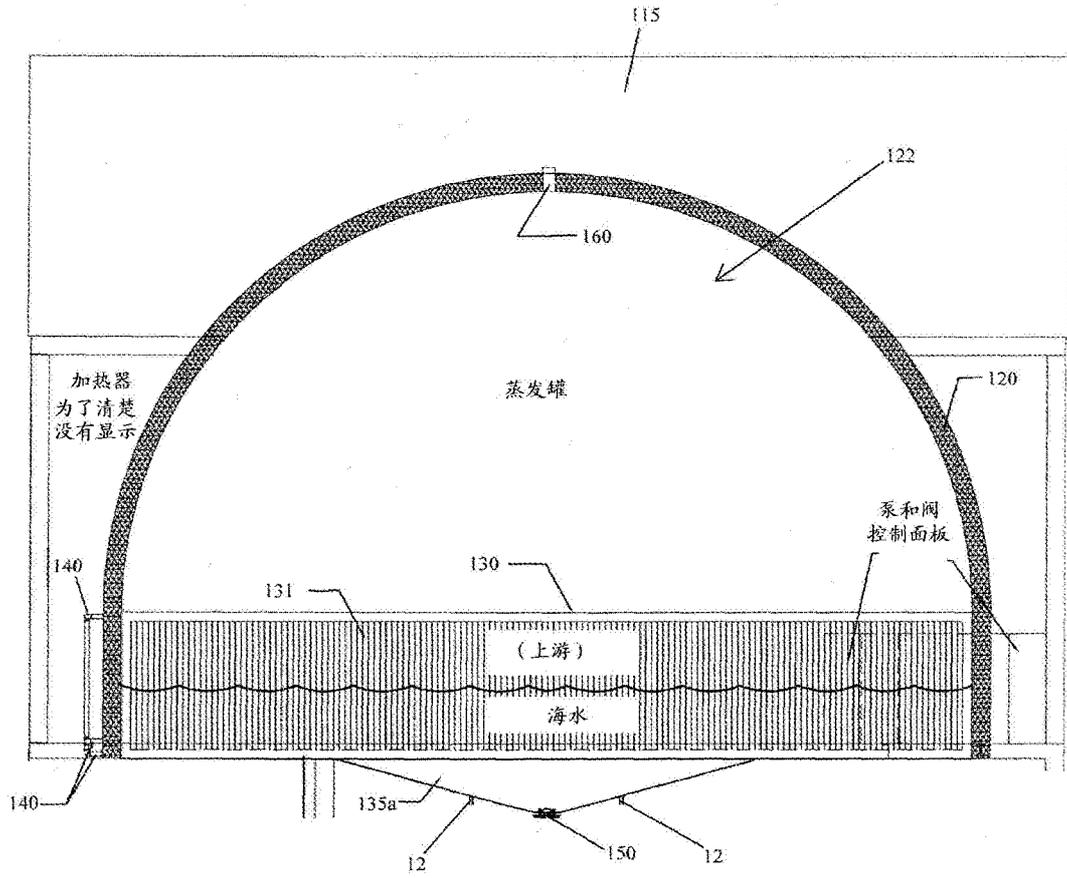


图 2B

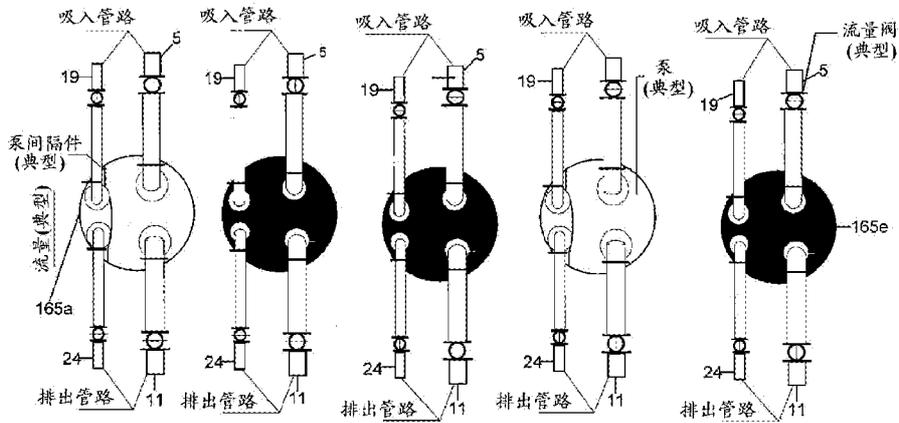


图 3A

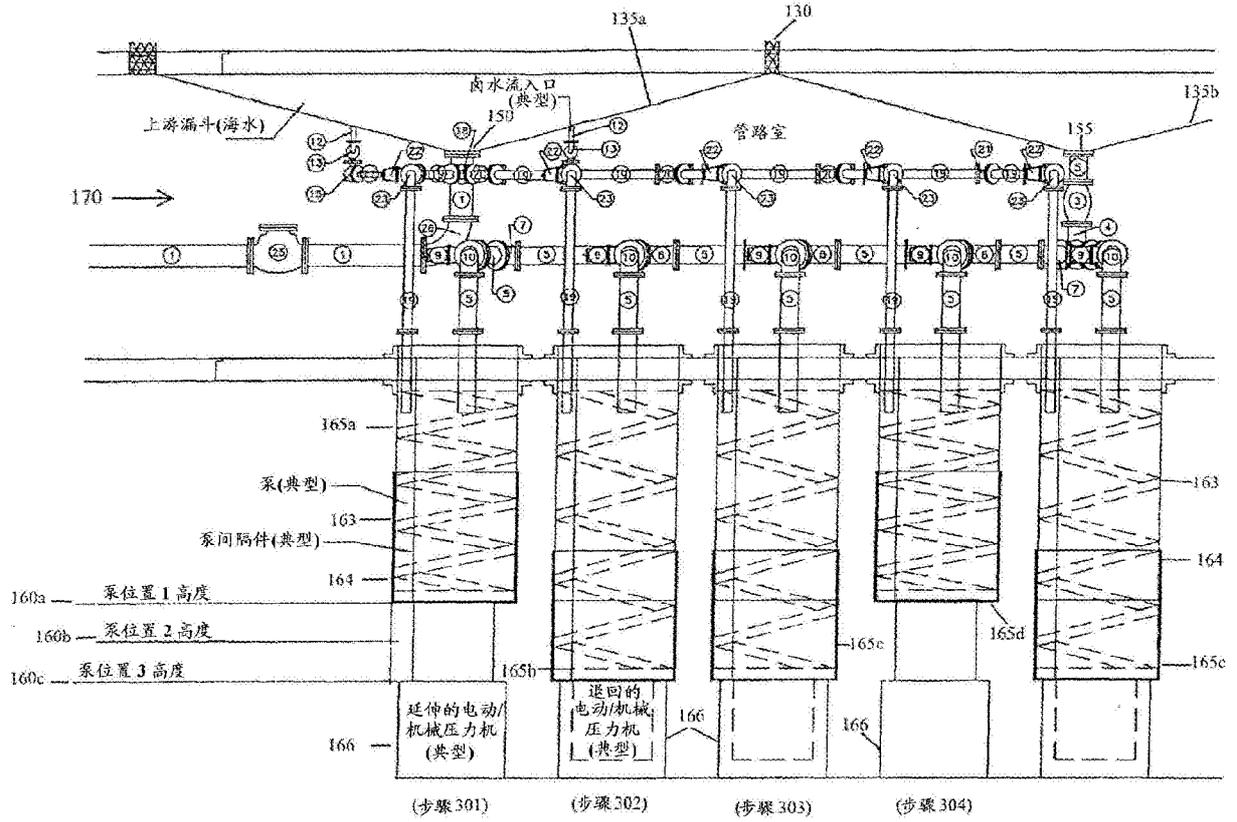


图 3B

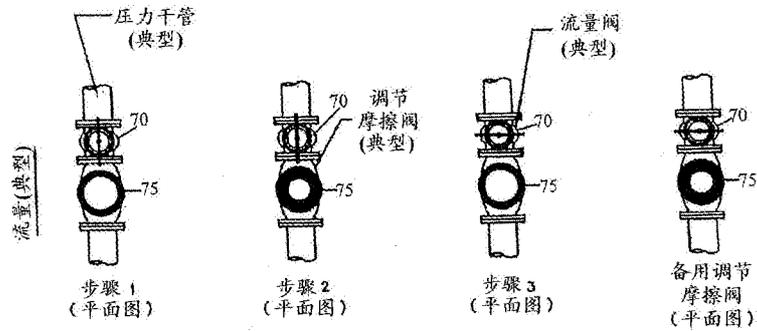


图 4

用于液压脱盐的热力虹吸

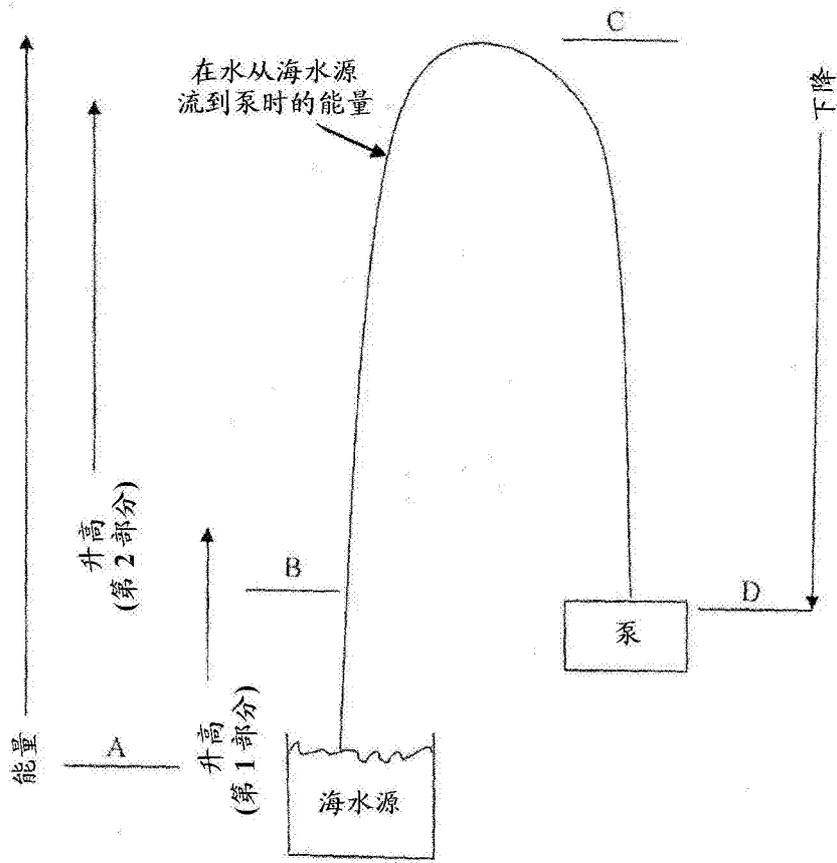
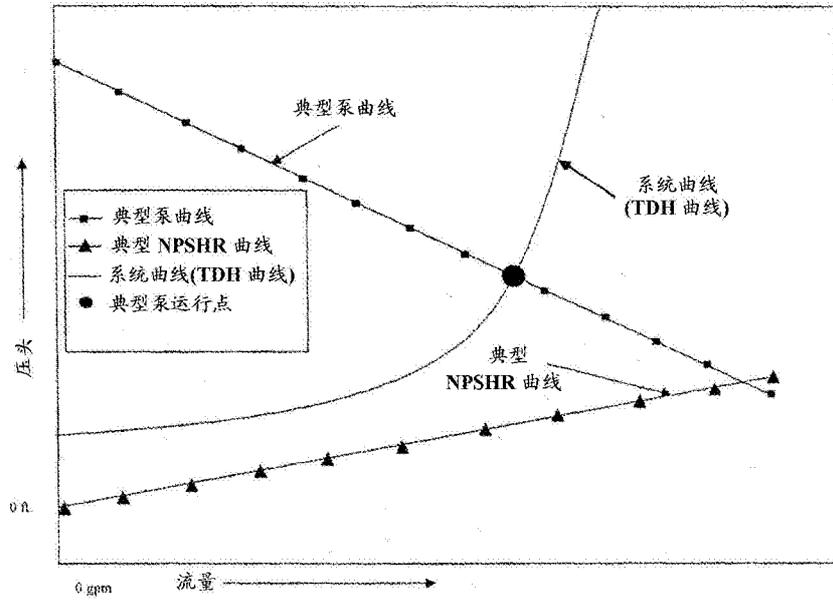


图 5

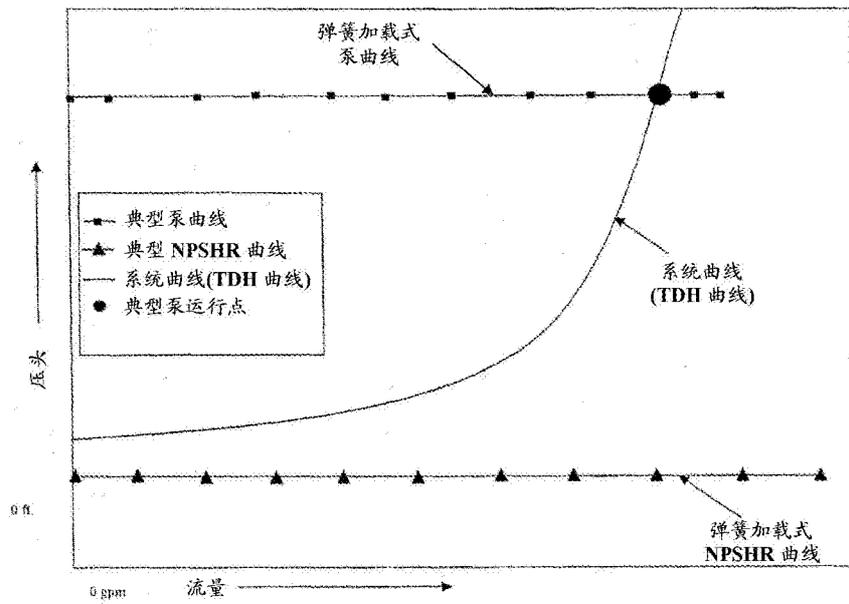
典型泵和 NPSHR 曲线



典型泵和 NPSHR 曲线

图 6

弹簧加载式泵和 NPSHR 曲线



示例弹簧加载式泵和 NPSHR 曲线

图 7

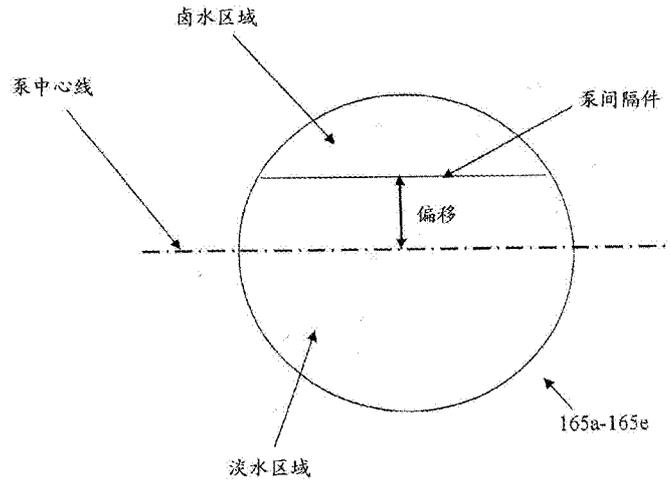


图 8

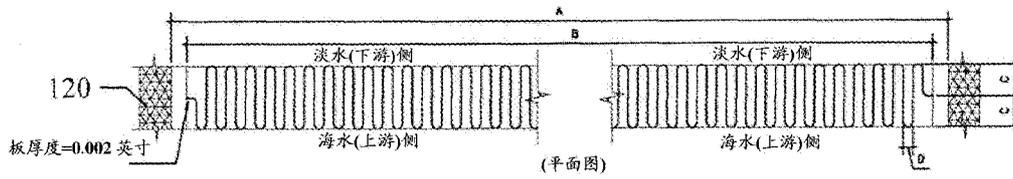
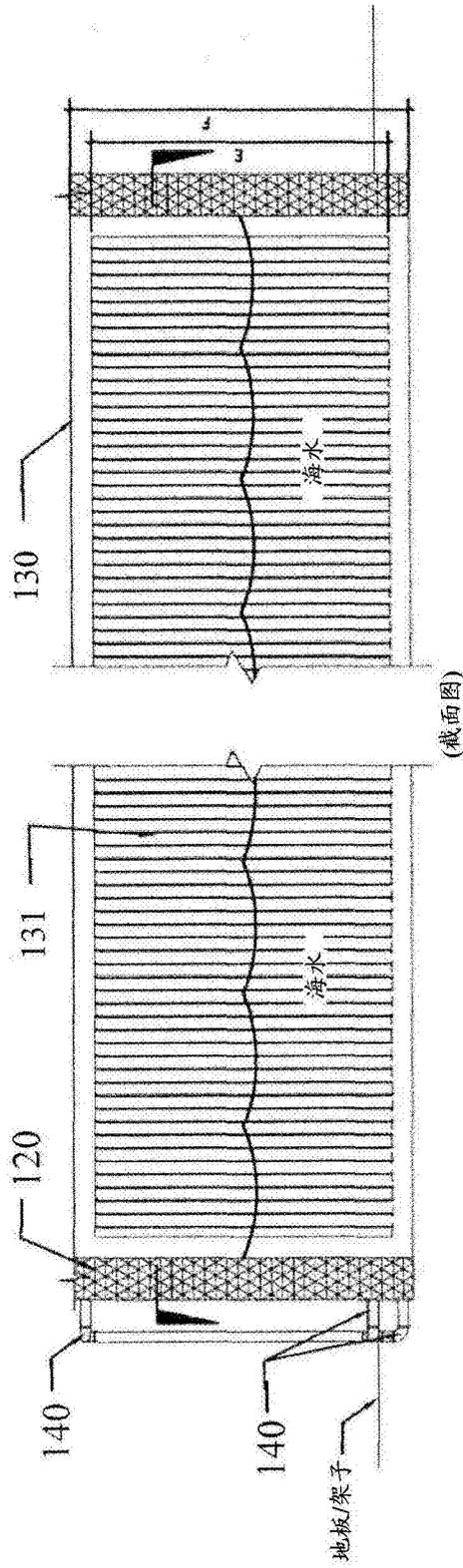


图 9A



(截面图)

应用	热交换器尺寸(英寸)						性能标准	
	A	B	C	D	E	F	热流量 (KW)	ΔT (F)
1,200 GPM 站	552	540	3	3/8	84	96	168,000	2.0
8 GPM 单元	48	47	1/4	1/16	23	24	1,120	1.1

热交换器细节
未按比例绘制

图 9B