

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201834781 U

(45) 授权公告日 2011. 05. 18

(21) 申请号 201020510074. 7

(22) 申请日 2010. 08. 31

(73) 专利权人 李星煜

地址 100061 北京市崇文区光明西里 11 楼 3
单元 7 号

(72) 发明人 李星煜

(51) Int. Cl.

C02F 1/04 (2006. 01)

C02F 103/08 (2006. 01)

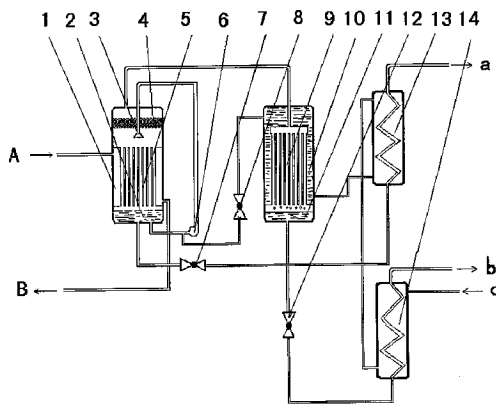
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 实用新型名称

单级真空蒸馏海水淡化装置

(57) 摘要

一种单级真空蒸馏海水淡化装置,属于海水淡化技术领域。由加热器、蒸发室、蒸发管、除沫器、布水循环泵、布水装置、冷凝器、淡水槽、冷却器组成的降膜蒸馏器,以及淡水余热换热器、浓海水余热换热器、抽真空和抽淡水调节阀组成,布水循环泵连接在蒸发室的底部,补水流量调节阀与冷却器相连,并连接在布水循环泵与蒸发室的连接管路上,蒸发室通过一个浓海水排出流量调节阀与浓海水余热换热器相连排出浓海水,淡水槽通过抽真空和抽淡水调节阀与淡水余热换热器相连,新鲜海水通过淡水余热换热器和浓海水余热换热器进入冷却器。其优点是装置的结构简单,排出的浓海水流量和浓度可调节,排出的浓海水和淡水的温度低,装置节能高效、造水比高。



1. 一种单级真空蒸馏海水淡化装置,由加热器(1)、蒸发室(3)、除沫器(2)、冷凝器(6)、淡水槽(7)、冷却器(8)组成的浸没式真空蒸馏器,以及淡水余热换热器(11)、浓海水余热换热器(10)、抽真空和抽淡水调节阀(9)组成,其特征是:蒸发室(3)通过一个补水流量调节阀(5)与冷却器(8)相连,蒸发室(3)通过一个浓海水排出流量调节阀(4)与浓海水余热换热器(10)相连排出浓海水,淡水槽(7)通过抽真空和抽淡水调节阀(9)与淡水余热换热器(11)相连,再连接到抽真空、抽淡水装置,新鲜海水通过淡水余热换热器(11)和浓海水余热换热器(10)进入冷却器(8)。

2. 一种单级真空蒸馏海水淡化装置,由加热器(1)、蒸发室(2)、蒸发管(5)、除沫器(4)、布水循环泵(6)、布水装置(3)、冷凝器(9)、淡水槽(11)、冷却器(10)组成的降膜蒸馏器,以及淡水余热换热器(14)、浓海水余热换热器(13)、抽真空和抽淡水调节阀(12)组成,其特征是:布水循环泵(6)连接在蒸发室(2)的底部,补水流量调节阀(8)与冷却器(10)相连,并连接在布水循环泵(6)与蒸发室(2)的连接管路上,蒸发室(2)通过一个浓海水排出流量调节阀(7)与浓海水余热换热器(13)相连排出浓海水,淡水槽(11)通过抽真空和抽淡水调节阀(12)与淡水余热换热器(14)相连,再连接到抽真空、抽淡水装置,新鲜海水通过淡水余热换热器(14)和浓海水余热换热器(13)进入冷却器(10)。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的单级真空蒸馏海水淡化装置,其特征在于淡水余热换热器和浓海水余热换热器串联在冷却器和蒸发室之间的由补水流量调节阀组成的补水管路上,新鲜海水可以直接进入冷却器内,或者再通过第二组浓海水余热换热器和淡水余热换热器进入冷却器。

单级真空蒸馏海水淡化装置

(一) 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种海水淡化装置,尤其涉及一种单级真空蒸馏海水淡化装置,主要用于海水(或苦咸水)淡化,属于海水淡化技术领域。

(二) 背景技术

[0002] 对海水或苦咸水进行淡化的方法很多,常规的方法有蒸馏法、离子交换法、渗析法、反渗透膜法以及冷冻法等。在蒸馏法中最为广泛被研究和使用的�方法主要是多级闪蒸(MSF)海水淡化装置和多效蒸馏(MED)海水淡化装置。

[0003] 多级闪蒸(MSF)海水淡化装置是将原料海水加热到一定温度后引入闪蒸室,由于该闪蒸室中的压力控制在低于热盐水温度所对应的饱和蒸汽压的条件下,故热盐水进入闪蒸室后即成为过热水而急速地部分气化,从而使热盐水自身的温度降低,所产生的蒸汽冷凝后即所需的淡水。多级闪蒸就是使热盐水依次流经若干个压力逐渐降低的闪蒸室,逐级蒸发降温,同时盐水也逐级增浓,直到其温度接近(但高于)天然海水温度。

[0004] 多效蒸馏(MED)海水淡化技术的特征是将水平管降膜蒸发器(或垂直管降膜蒸发器)串联起来,用一定量的蒸汽输入,通过多次蒸发和冷凝,得到多倍于加热蒸汽量的蒸馏水。

[0005] 在上述两种方式海水淡化装置中,多级闪蒸海水淡化装置需要输入的蒸汽温度较高,温度过低导致级数减少,效率降低。由于多级闪蒸海水淡化装置每淡化1吨淡水需要8吨海水循环经过这个装置,因此必须需要大功率的循环水泵,其最大的缺点就是能耗高。而传统的多效蒸馏海水淡化装置在运行过程中,海水依次从上一效的蒸发室底部通过喷淋装置(或布水装置)进入到下一效,因此为了满足喷淋装置对海水流量的要求,海水流经各效的流量是不能随意调节的,流量过大和流量过小都会影响蒸发效率和蒸发器的寿命。因此,现有多效蒸馏海水淡化装置排出的浓海水的浓度都比较低(一般在5-6%左右),这样的结果就是生产1吨淡水大约就要排出1吨浓海水。

[0006] 传统理论认为增加级数可以提高造水比,因此,现有海水淡化装置一般是通过增加级数(或效数)作为提高造水比的主要手段,现有的多级闪蒸海水淡化装置的级数多达30级,而多效蒸馏海水淡化装置一般在6至10级,甚至高达十几级。然而从能量守恒定律对真空蒸馏海水淡化装置造水比的分析表明,造水比与级数(效数)无关。计算分析如下:

[0007] 假设1吨/h蒸汽产生的淡水为X吨/h淡水(即造水比为X),假设淡水与浓海水的比值为K,则排出的浓海水为 $1/K * X$ 吨/h,流进海水淡化装置的海水为 $(X+1/K * X)$ 吨/h。假设海水温度 25°C ,排出的浓海水和淡水的温度为 $t^{\circ}\text{C}$,汽化潜热取 2200KJ/Kg ;根据热力学第一定律(即能量守恒定律),装置稳定运行时,输入的热量与排出的热量相等,即:

$$[0008] \quad 1 \times 1000\text{Kg} \times 2200\text{KJ/Kg} = (X+1/K * X) \times 1000\text{Kg} \times (t-25) \times 4.2\text{KJ/Kg}$$

[0009] 求得: $X = 524K / (K+1) (t-25)$ 。假设K为1(浓缩1倍),排出的淡水和浓海水温度为 45°C ,则造水比约为13,这就是现代多效蒸馏海水淡化装置的理论造水比(实际为10)。如果K为3(即海水浓缩4倍),排出的浓海水和淡水温度为 45°C ,则造水比为19,若排出浓

海水和淡水的温度降低到 35℃,理论造水比为 39。

[0010] 由此可见,造水比主要和浓缩率以及排出淡水和浓海水的温度有关,而与级数无关。即使采用一级真空蒸馏,只要尽可能提高浓缩率和降低排出淡水和浓海水的温度,同样可以达到极高的造水比。

(三) 发明内容

[0011] 为了克服上述两种海水淡化装置的缺点,本实用新型提供了一种带有流量调节装置和排出淡水和浓海水余热回收的单级真空蒸馏海水淡化装置,其排出的淡水和浓海水的温度低、浓度可调节,因而具有造水比高、节能高效的优点。

[0012] 本实用新型是这样实现的:

[0013] 方案一:

[0014] 由加热器、蒸发室、除沫器、冷凝器、淡水槽、冷却器组成的浸没式真空蒸馏器,以及淡水余热换热器、浓海水余热换热器、抽真空和抽淡水调节阀组成。蒸发室通过一个补水流量调节阀与冷却器相连,蒸发室通过一个浓海水排出流量调节阀与浓海水余热换热器相连排出浓海水,淡水槽通过抽真空和抽淡水调节阀与淡水余热换热器相连,再连接到抽真空、抽淡水装置,新鲜海水通过淡水余热换热器和浓海水余热换热器进入冷却器。

[0015] 方案二:

[0016] 由加热器、蒸发室、蒸发管、除沫器、布水循环泵、布水装置、冷凝器、淡水槽、冷却器组成的降膜蒸馏器,以及淡水余热换热器、浓海水余热换热器、抽真空和抽淡水调节阀组成。布水循环泵连接在蒸发室的底部,补水流量调节阀与冷却器相连,并连接在布水循环泵与蒸发室的连接管路上,蒸发室通过一个浓海水排出流量调节阀与浓海水余热换热器相连排出浓海水,淡水槽通过抽真空和抽淡水调节阀与淡水余热换热器相连,再连接到抽真空、抽淡水装置,新鲜海水通过淡水余热换热器和浓海水余热换热器进入冷却器。

(四) 附图说明

[0017] 图 1 是本实用新型的一个实施例。

[0018] 图 2 是本实用新型的另一个实施例。

[0019] 图中 1:1 是加热器、2 除沫器、3 蒸发室、4 浓海水流量调节阀、5 补水流量调节阀、6 冷凝器、7 淡水槽、8 冷却器、9 抽真空和抽淡水调节阀、10 浓海水余热换热器、11、淡水余热换热器。

[0020] 图中 2:1 是加热器、2 蒸发室、3 布水装置、4 除沫器、5 蒸发管、6 布水循环泵、7 浓海水流量调节阀、8 补水流量调节阀、9 冷凝器、10 冷却器、11 淡水槽、12 抽真空和抽淡水调节阀、13 浓海水余热换热器、14 淡水余热换热器。

(五) 具体实施方式

[0021] 图 1 是基于浸没式蒸馏器的一个实施例。

[0022] 热源从 A、B 口进入到加热器 1 中,热量通过加热管(或加热板)的外表面加热蒸发室 3 中的海水,抽真空和抽淡水装置连接到 b 口,抽真空和抽淡水装置通过淡水余热换热器 11,再经过抽真空和抽淡水调节阀 8 连接到淡水槽 7,冷凝器 6 的顶部通过管路连接到蒸

发室 3 的顶部,通过调节抽真空和抽淡水调节阀 9 的开度,可以调节真空蒸馏器中的真空度,以及把淡水从淡水槽 7 中抽出。当加热器 1 将蒸发室 3 中的海水加热到真空下所对应的沸点时海水沸腾,蒸汽经过除沫器 2 通过管路进入到冷凝器 6 中凝结成淡水,淡水流入淡水槽 7 中,而蒸汽凝结释放的凝结热被冷却器 8 中的海水吸收。蒸发室 3 和冷却器之间连接有补水流量调节阀 5,冷却器中的海水经过流量调节阀 5 为蒸发室补充海水,通过调节补水流量调节阀 5 可以调节补水流量,从而保证蒸发室 3 的海水保持适当的高度,确保蒸发器正常工作。淡水槽中的淡水经过抽真空和抽淡水调节阀 9 和淡水余热换热器 11,被淡水余热换热器中的新鲜海水冷却后由抽真空和抽淡水装置从 b 口排出。蒸发室 3 底部连接有排出浓海水流量调节阀 4,通过调节浓海水流量调节阀 4 的开度可以控制排出浓海水的流量,从而控制蒸发室中海水的浓度,排出浓海水的流量越大,排出浓海水的浓度越低,流量越小浓度越高。浓海水经过浓海水余热换热器 10 被从淡水余热换热器出来的海水冷却后,由抽排浓海水的装置从 a 口排出,而新鲜海水从 c 口进入淡水余热换热器 11 加热后,再进入浓海水余热换热器 10,被加热的海水进入到冷却器 8 中为其补充海水。

[0023] 上述装置中,调节浓海水流量调节阀 4 可以连接在浓海水余热换热器 10 的前面,也可以连接在浓海水余热换热器 10 的后边;抽真空和抽淡水调节阀 9 可以安装在淡水余热换热器 11 的前边,也可以安装在淡水余热换热器 11 的后边;浓海水余热换热器 10 和淡水余热换热器 11 也可以交换位置。

[0024] 图 2 是基于竖管降膜蒸馏器的另一个实施例。

[0025] 热源从 A、B 口进入到加热器 1 中,热量通过加热管的内表面加热蒸发管 5 中的海水,抽真空和抽淡水装置连接到 b 口,抽真空和抽淡水装置通过淡水余热换热器 14,再经过抽真空和抽淡水调节阀 12 连接到淡水槽 11,冷凝器 9 的顶部通过管路连接到蒸发室 2 的顶部,通过调节抽真空和抽淡水调节阀 12 的开度,可以调节真空蒸馏器中的真空度,以及把淡水从淡水槽 11 中抽出。蒸发室 2 的底部安装有布水循环泵 6,循环泵 6 把蒸发室 2 底部的海水连续不断的打入布水装置 3 中,布水装置 3 把海水均匀分布到蒸发管 5 的内表面,形成稳定的降膜。当加热器 1 将蒸发管 5 中的海水膜加热到真空下所对应的沸点时沸腾产生蒸汽,蒸汽经过除沫器 4 通过管路进入到冷凝器 9 中凝结成淡水,淡水流入淡水槽 11 中,而蒸汽凝结释放的凝结热被冷却器 10 中的海水吸收。淡水槽 11 中的淡水经过抽真空和抽淡水调节阀 12 进入到淡水余热换热器 14,淡水被淡水余热换热器 14 中的新鲜海水冷却后由抽真空和抽淡水装置从 b 口排出。冷却器 10 上连接有补水流量调节阀 8,补水流量调节阀 8 连接到布水循环泵 6 和蒸发室 2 之间的管路上,从冷却器补充过来的海水,直接进入到布水循环泵 6 中被打入到布水装置 3 中,通过调节补水流量调节阀 8 可以调节补水流量,从而保证蒸发室 2 中的海水保持适当的高度,确保蒸发器正常工作。蒸发室 2 底部连接有排出浓海水流量调节阀 7,通过调节浓海水流量调节阀 7 的开度可以控制排出浓海水的流量,从而控制蒸发室中海水的浓度,排出浓海水的流量越大,排出浓海水的浓度越低,流量越小浓度越高。浓海水经过浓海水余热换热器 13 被从淡水余热换热器出来的海水冷却后,由抽排浓海水的装置从 a 口排出,而新鲜海水从 c 口进入淡水余热换热器 14 加热后,再进入浓海水余热换热器 13,被加热的海水进入到冷却器 10 中为其补充海水。

[0026] 上述装置中,调节浓海水流量调节阀 7 可以连接在浓海水余热换热器 13 的前边,也可以连接在浓海水余热换热器 13 的后边;抽真空和抽淡水调节阀 12 可以安装在淡水余

热换热器 14 的前边,也可以安装在淡水余热换热器 14 的后边;浓海水余热换热器 13 和淡水余热换热器 14 也可以交换位置。

[0027] 上述装置中采用的是竖管降膜蒸发器,也可以采用水平管降膜蒸发器,或者板式降膜蒸发器。

[0028] 在上述两个实施例中,淡水余热换热器和浓海水余热换热器也可以串联在冷却器和蒸发室之间的由补水流量调节阀组成的补水管路上,新鲜海水可以直接进入冷却器内,或者再通过第二组浓海水余热换热器和淡水余热换热器进入冷却器。

[0029] 在上述两个实施例中,加热器(1)的热源可以是化工厂或电厂的余热,也可以是太阳能系统产生的热水,在特殊情况下也可以直接用电、煤或天然气加热。

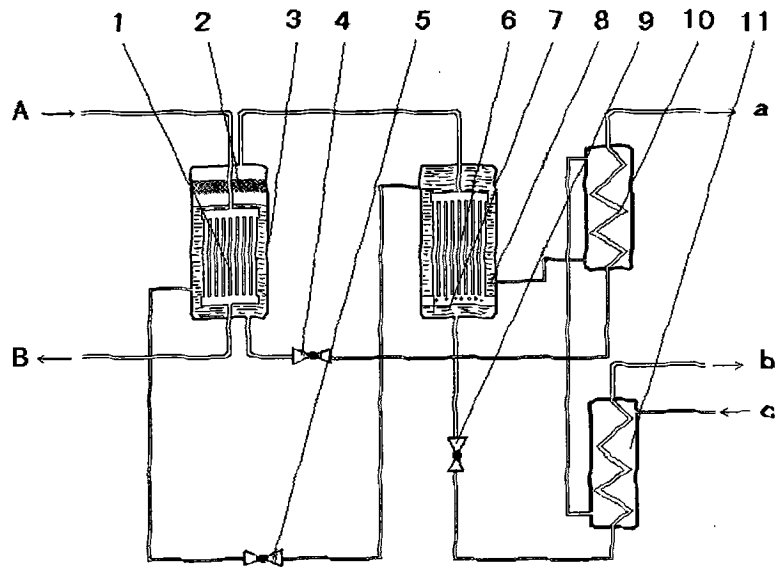


图 1

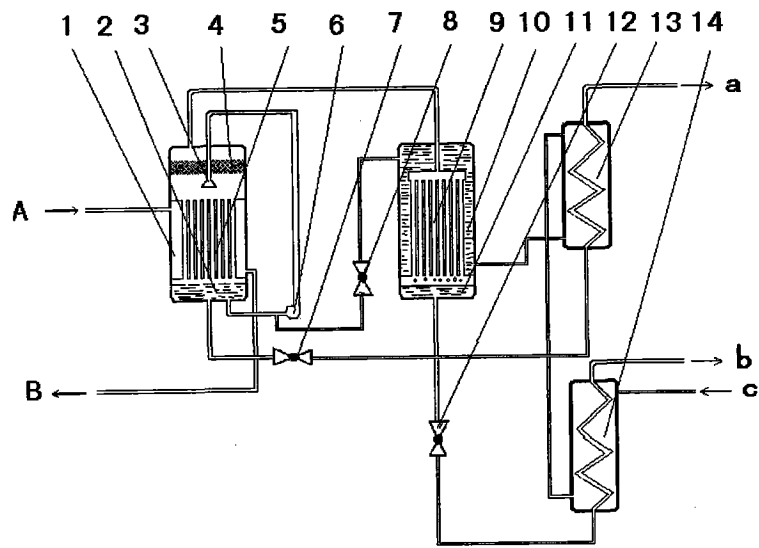


图 2