



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104193062 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201410442177. 7

(22) 申请日 2014. 09. 02

(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 张亮 郭胜彬
蒋俊尧

(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 9/10(2006. 01)

C02F 103/08(2006. 01)

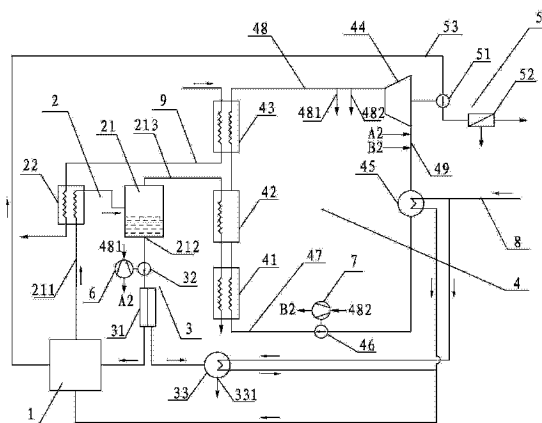
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

利用低温热源的多技术耦合海水淡化装置及其方法

(57) 摘要

本发明是一种利用低温热源的多技术耦合海水淡化装置及其方法,它包括海水储罐、闪蒸系统、膜蒸馏系统、低沸点工质热力系统、反渗透系统、一号小汽轮机、二号小汽轮机、原海水管道、低温热源换热管道。低温热源依次加热热力系统的饱和蒸汽和闪蒸器的进料海水。闪蒸器的水蒸汽作为热力系统的驱动热源,闪蒸器的热海水作为膜蒸馏系统的用水。热力系统的过热蒸汽通过多个汽轮机驱动反渗透系统的高压泵、膜蒸馏系统的循环泵,热力系统的输送泵运行。整个系统只需利用低温热源,很好地耦合了闪蒸法、反渗透法、膜蒸馏法三种海水淡化技术,具有用能廉价方便、能量利用率高、适用范围广的特点,特别适合低成本大规模生产,可被广泛应用于海水淡化领域中。



1. 一种利用低温热源的多技术耦合海水淡化装置,其特征在于:它包括海水储罐、闪蒸系统、膜蒸馏系统、低沸点工质热力系统、反渗透系统、一号小汽轮机、二号小汽轮机、原海水管道、低温热源换热管道;所述的闪蒸系统包括闪蒸器和加热器;闪蒸器的进料海水管道穿过加热器与海水储罐相连通,闪蒸器的热海水管道与膜蒸馏系统相连接,闪蒸器的水蒸汽冷凝管道与低沸点工质热力系统相连接;所述的膜蒸馏系统包括热膜蒸发器、循环泵、冷凝器;热膜蒸发器的热侧一端与闪蒸器的热海水管道连接,热海水管道上设有循环泵,热膜蒸发器的热侧另一端通过管道与海水储罐相连通,热膜蒸发器的冷侧通过管道与冷凝器连接,冷凝器底部设有淡水出口;所述的低沸点工质热力系统由预热器、蒸发器、过热器、汽轮机、凝汽器、输送泵、工质液体管道、工质蒸汽管道、工质排汽管道组成,预热器、蒸发器、过热器、汽轮机、凝汽器、输送泵依次连接并形成回路;闪蒸器的水蒸汽冷凝管道依次穿过蒸发器和预热器后与外界连接,输出淡水;进入汽轮机的工质蒸汽管道的前端管道上引出两路蒸汽支管并分别与工质排汽管道连接,一路蒸汽支管上设置一号小汽轮机与膜蒸馏系统的循环泵同轴连接,另一路蒸汽支管上设置二号小汽轮机与输送泵同轴连接;所述的反渗透系统包括高压泵、反渗透膜组件、给料海水管道;反渗透膜组件通过给料海水管道与海水储罐相连通,给料海水管道上设置高压泵,高压泵与低沸点工质热力系统的汽轮机同轴连接;原海水管道分成两路,一路穿过低沸点热力系统的凝汽器后与海水储罐相连通,另一路穿过膜蒸馏系统的冷凝器后与海水储罐相连通;低温热源换热管道依次穿过低沸点工质热力系统的过热器和闪蒸系统的加热器后与外界连接。

2. 一种利用低温热源的多技术耦合海水淡化方法,其特征在于:它包括以下步骤:

1) 原海水分别前往低沸点工质热力系统的凝汽器和膜蒸馏系统的冷凝器作为冷却水,被加热后的原海水进入海水储罐;

2) 从海水储罐内引出两路海水,一路海水由反渗透系统的高压泵输送至反渗透组件分离出淡水,另一路海水在压差作用下经闪蒸系统的加热器吸热后进入闪蒸器内发生闪蒸汽化过程;

3) 闪蒸器产生的蒸汽依次经过低沸点工质热力系统的蒸发器和预热器放出汽化潜热后形成冷凝水作为产品输出;闪蒸器剩余的热海水由膜蒸馏系统的循环泵输送至膜蒸发器热侧的一端;

4) 膜蒸发器内的海水从热侧的另一端输出并返回海水储罐,膜蒸发器冷侧产生的蒸汽前往冷凝器被冷却为淡水输出;

5) 低沸点工质热力系统的工质液体吸收闪蒸器的水蒸汽汽化潜热和低温热源的放热量形成高压过热蒸汽,高压过热蒸汽分为三路,第一路前往汽轮机做功驱动反渗透系统的高压泵运行,第二路前往一号小汽轮机做功驱动膜蒸馏系统的循环泵运行,第三路前往二号小汽轮机做功驱动低沸点工质热力系统本身的输送泵运行;

6) 低温热源换热管道先经过低沸点工质热力系统的过热器将饱和蒸汽加热成过热蒸汽,再经过闪蒸系统的加热器将海水加热到预定温度后排向外界。

3. 根据权利要求1所述的利用低温热源的多技术耦合海水淡化装置,其特征在于:所使用的低温热源选自温度在80~200℃之间的工业废热或地热能。

4. 根据权利要求1所述的利用低温热源的多技术耦合海水淡化装置,其特征在于:闪蒸器内的操作压力在0.12~0.47个标准大气压之间,以控制闪蒸温度在50~80℃之间。

5. 根据权利要求 1 所述的利用低温热源的多技术耦合海水淡化装置,其特征在于:海水储罐的最高海水温度控制在 45℃ 以下。

利用低温热源的多技术耦合海水淡化装置及其方法

技术领域

[0001] 本发明属于海水淡化技术领域,特别是涉及一种利用低温热源的多技术耦合海水淡化装置及其方法。

背景技术

[0002] 我国是一个水资源严重短缺的国家。缺水已成为制约我国经济社会可持续发展的重大瓶颈。海水淡化是解决我国淡水资源短缺问题的有效的战略途径。目前海水淡化主要方法有蒸馏法和反渗透法。蒸馏法具有能量来源丰富经济、不受原海水浓度限制,淡水纯度高优点,适合大规模建厂,其所需能量为热能和少量电能,用热方面容易与各种余热资源或提供热能的新能源进行耦合,适用范围广,而用电方面一般只能依靠外界提供的电力,因此在缺电的岛屿和边远地区受到较大限制。反渗透法具有不需要热源、工艺过程简单,能耗低,操作和控制容易等优点,近年来发展迅速,其所需能量为电能,应用范围广泛,但在缺电地区使用仍受到限制,而且容易受到电力市场的影响,造成用电成本较高。现有海水淡化方法之间的耦合技术已成为当今海水淡化领域的重要技术进步,此类技术有利于充分发挥各方法的优势及合理利用能量,从而降低成本获取综合利益。目前研究最多并应用于实际生产的是蒸馏法和反渗透法之间的耦合,其技术可概括为两种方式:一是将反渗透法排放的浓海水作为蒸馏法的进水,可以减小预处理单元的规模;二是将蒸馏法排放的热浓海水作为反渗透法的进水,在一定程度上可以增加反渗透膜的水通量。分析上述两种方式可知,目前的耦合技术只是蒸馏法和反渗透法之间的简单组合,主要体现在简单的管道连接问题上,各种方法之间依然较为独立,并非完全意义上的集成,实践结果也表明目前两者之间的耦合技术仍难以取得显著的效果。

[0003] 蒸馏法和反渗透法进行耦合的一个关键点在于能量来源的选择。由于现有的组合型系统不仅要求同时使用热能和电能,而且必须具备较大的规模,才能有效地降低淡化成本,因此这类系统一般情况下需要与发电厂相结合,才能利用廉价的电能,因此使得整个系统非常复杂,并且局限性较大。而另一方面,我国低温余热资源利用和低温热源开发的潜力非常大,各类低温余热资源和低温热源都具有数量大,分布广的特点,根据不同形式能量之间可以相互转换的原则出发,若考虑利用这类热源作为海水淡化集成系统的唯一能量来源,不仅在很大程度上降低海水淡化集成系统的成本,而且使海水淡化集成系统适用性更强,应用范围更广,因此开发利用低温热源的海水淡化集成系统具有十分光明的前景。

发明内容

[0004] 本发明的一个目的在于提供一种只需利用低温热源、适用范围广的利用低温热源的多技术耦合海水淡化装置。

[0005] 本发明的另一个目的在于提供一种利用低温热源的多技术耦合海水淡化方法,它将闪蒸法、反渗透法和膜蒸馏法耦合起来,实现能量集成和优化利用。

[0006] 本发明的目的是通过下述的技术方案加以实现的:

本发明是一种利用低温热源的多技术耦合海水淡化装置,它包括海水储罐、闪蒸系统、膜蒸馏系统、低沸点工质热力系统、反渗透系统、一号小汽轮机、二号小汽轮机、原海水管道、低温热源换热管道;所述的闪蒸系统包括闪蒸器和加热器;闪蒸器的进料海水管道穿过加热器与海水储罐相连通,闪蒸器的热海水管道与膜蒸馏系统相连接,闪蒸器的水蒸汽冷凝管道与低沸点工质热力系统相连接;所述的膜蒸馏系统包括热膜蒸发器、循环泵、冷凝器;热膜蒸发器的热侧一端与闪蒸器的热海水管道连接,热海水管道上设有循环泵,热膜蒸发器的热侧另一端通过管道与海水储罐相连通,热膜蒸发器的冷侧通过管道与冷凝器连接,冷凝器底部设有淡水出口;所述的低沸点工质热力系统由预热器、蒸发器、过热器、汽轮机、凝汽器、输送泵、工质液体管道、工质蒸汽管道、工质排汽管道组成,预热器、蒸发器、过热器、汽轮机、凝汽器、输送泵依次连接并形成回路;闪蒸器的水蒸汽冷凝管道依次穿过蒸发器和预热器后与外界连接,输出淡水;进入汽轮机的工质蒸汽管道的前端管道上引出两路蒸汽支管并分别与工质排汽管道连接,一路蒸汽支管上设置一号小汽轮机与膜蒸馏系统的循环泵同轴连接,另一路蒸汽支管上设置二号小汽轮机与输送泵同轴连接;所述的反渗透系统包括高压泵、反渗透膜组件、给料海水管道;反渗透膜组件通过给料海水管道与海水储罐相连通,给料海水管道上设置高压泵,高压泵与低沸点工质热力系统的汽轮机同轴连接;原海水管道分成两路,一路穿过低沸点热力系统的凝汽器后与海水储罐相连通,另一路穿过膜蒸馏系统的冷凝器后与海水储罐相连通;低温热源换热管道依次穿过低沸点工质热力系统的过热器和闪蒸系统的加热器后与外界连接。

[0007] 一种利用低温热源的多技术耦合海水淡化方法,它包括以下步骤:

1) 原海水分别前往低沸点工质热力系统的凝汽器和膜蒸馏系统的冷凝器作为冷却水,被加热后的原海水进入海水储罐;

2) 从海水储罐内引出两路海水,一路海水由反渗透系统的高压泵输送至反渗透组件分离出淡水,另一路海水在压差作用下经闪蒸系统的加热器吸热后进入闪蒸器内发生闪蒸汽化过程;

3) 闪蒸器产生的蒸汽依次经过低沸点工质热力系统的蒸发器和预热器放出汽化潜热后形成冷凝水作为产品输出;闪蒸器剩余的热海水由膜蒸馏系统的循环泵输送至膜蒸发器热侧的一端;

4) 膜蒸发器内的海水从热侧的另一端输出并返回海水储罐,膜蒸发器冷侧产生的蒸汽前往冷凝器被冷却为淡水输出;

5) 低沸点工质热力系统的工质液体吸收闪蒸器的水蒸汽汽化潜热和低温热源的放热量形成高压过热蒸汽,高压过热蒸汽分为三路,第一路前往汽轮机做功驱动反渗透系统的高压泵运行,第二路前往一号小汽轮机做功驱动膜蒸馏系统的循环泵运行,第三路前往二号小汽轮机做功驱动低沸点工质热力系统本身的输送泵运行;

6) 低温热源换热管道先经过低沸点工质热力系统的过热器将饱和蒸汽加热成过热蒸汽,再经过闪蒸系统的加热器将海水加热到预定温度后排向外界。

[0008] 所述的低温热源选自温度在 80 ~ 200℃之间的工业废热或地热能。

[0009] 所述的闪蒸器内的操作压力在 0.12 ~ 0.47 个标准大气压之间,以控制闪蒸温度在 50 ~ 80℃之间。

[0010] 所述的海水储罐的最高海水温度控制在 45℃以下。

[0011] 采用上述方案后,本发明具有以下几大特点:

一、用能廉价方便。我国低温余热资源数量巨大,分布广泛,但是浪费非常严重,传统用能大户广泛存在低温余热利用率低甚至零利用率的现象。本发明以低温热源作为唯一能量来源,并根据低温热源的品位进行合理利用,具有用能廉价方便、变废为宝的特点,极大地降低了海水淡化的能源消费成本。

[0012] 二、多种海水淡化方法很好地耦合。本发明利用低沸点工质热力系统将闪蒸法和反渗透法进行耦合,闪蒸器的水蒸汽作为热力系统的驱动热源,热力系统的输出功作为反渗透法的动力源,整个过程只进行了“热能-机械能”的转换,避免了“热能-机械能-电能-机械能”的复杂环节,提高了能量转换效率。与此同时,闪蒸器的排放热海水作为膜蒸馏系统的用水,不仅回收了余热损失,而且发挥了膜蒸馏法本身具有的可采用低温蒸发和可采用耐腐蚀合成材料的优点。

[0013] 三、能量利用率高。本发明的低温热源首先加热低沸点工质热力系统的饱和蒸汽,然后加热闪蒸器的进料海水,符合热能的按质用能、梯级利用原则,能量利用率高。原海水回收了膜蒸馏系统的蒸汽汽化潜热和低沸点工质热力系统的排汽汽化潜热,提高了海水储罐的水温并作为反渗透法的用水,有利于提高反渗透法的产水量。

[0014] 四、适用范围广。本发明完全依靠低温热源,不需要使用电能,因此很方便与各种余热资源或新能源进行匹配,受场所和地域的限制很小,非常适合建设大规模海水淡化工程,从而进一步降低海水淡化成本。

[0015] 综上所述,本发明的优点是:整个系统只需利用低温热源即可运行,同时很好地耦合了闪蒸法、反渗透法、膜蒸馏法三种海水淡化技术,具有用能廉价方便、能量利用率高、适用范围广的特点,特别适合低成本大规模生产,可被广泛应用于海水淡化领域中。

[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] 一、装置

如图1所示,本发明是一种利用低温热源的多技术耦合海水淡化装置及其方法,它包括海水储罐1、闪蒸系统2、膜蒸馏系统3、低沸点工质热力系统4、反渗透系统5、一号小汽轮机6、二号小汽轮机7、原海水管道8、低温热源换热管道9。

[0019] 所述的闪蒸系统2包括闪蒸器21和加热器22。闪蒸器21的进料海水管道211穿过加热器22与海水储罐1相连通,闪蒸器21的热海水管道212与膜蒸馏系统3相连接,闪蒸器21的水蒸汽冷凝管道213与低沸点工质热力系统4相连接。所述的膜蒸馏系统3包括热膜蒸发器31、循环泵32、冷凝器33。热膜蒸发器31的热侧一端与闪蒸器21的热海水管道212连接,热海水管道212上设有循环泵32,热膜蒸发器31的热侧另一端通过管道与海水储罐1相连通,热膜蒸发器31的冷侧通过管道与冷凝器33连接,冷凝器33底部设有淡水出口331。所述的低沸点工质热力系统4由预热器41、蒸发器42、过热器43、汽轮机44、凝汽器45、输送泵46、工质送液管道47、工质蒸汽管道48、工质排汽管道49组成,预热

器 41、蒸发器 42、过热器 43、汽轮机 44、凝汽器 45、输送泵 46 依次连接并形成回路。闪蒸器 21 的水蒸汽冷凝管道 213 依次穿过蒸发器 42 和预热器 41 后与外界连接,输出淡水。进入汽轮机 44 的工质蒸汽管道 48 的前端管道上引出两路蒸汽支管 481 和 482 并分别与工质排汽管道 49 连接,即,一号小汽轮机 6 和二号小汽轮机 7 分别通过输出管道 A2、B2 与工质排汽管道 49 连接。一路蒸汽支管 481 上设置一号小汽轮机 6 与膜蒸馏系统 3 的循环泵 32 同轴连接,另一路蒸汽支管 482 上设置二号小汽轮机 7 与输送泵 46 同轴连接。

[0020] 所述的反渗透系统 5 包括高压泵 51、反渗透膜组件 52、给料海水管道 53。反渗透膜组件 52 通过给料海水管道 53 与海水储罐 1 相连通,给料海水管道 53 上设置高压泵 51,高压泵 51 与低沸点工质热力系统 4 的汽轮机 44 同轴连接。原海水管道 8 分成两路,一路穿过低沸点热力系统 4 的凝汽器 45 后与海水储罐 1 相连通,另一路穿过膜蒸馏系统 3 的冷凝器 33 后与海水储罐 1 相连通。低温热源换热管道 9 依次穿过低沸点工质热力系统 4 的过热器 43 和闪蒸系统 2 的加热器 22 后与外界连接。

[0021] 二、方法

如图 1 所示,本发明是一种利用低温热源的多技术耦合海水淡化方法,它包括以下步骤:

1)原海水分别前往低沸点工质热力系统 4 的凝汽器 45 和膜蒸馏系统 3 的冷凝器 33 作为冷却水,被加热后的原海水进入海水储罐 1;

2)从海水储罐 1 内引出两路海水,一路海水由反渗透系统 5 的高压泵 51 输送至反渗透组件 52 分离出淡水,另一路海水在压差作用下经闪蒸系统 2 的加热器 22 加热后进入闪蒸器 21 内发生闪蒸汽化过程;

3)闪蒸器 21 产生的蒸汽依次经过低沸点工质热力系统 4 的蒸发器 42 和预热器 41 放出汽化潜热后形成冷凝水作为产品输出;闪蒸器 21 剩余的热海水由膜蒸馏系统 3 的循环泵 31 输送至膜蒸发器 32 热侧的一端;

4)膜蒸发器 32 内的海水从热侧的另一端输出并返回海水储罐 1,膜蒸发器 32 冷侧产生的蒸汽前往冷凝器 33 被冷却为淡水输出;

5)低沸点工质热力系统 4 的工质液体吸收闪蒸器 21 的蒸汽汽化潜热和低温热源的放热量形成高压过热蒸汽,高压过热蒸汽分为三路:第一路前往汽轮机 44 做功驱动反渗透系统 5 的高压泵 51 运行,第二路前往一号小汽轮机 6 做功驱动膜蒸馏系统 3 的循环泵 31 运行,第三路前往二号小汽轮机 7 做功驱动低沸点工质热力系统 4 本身的输送泵 46 运行;

6)低温热源换热管道 9 先经过低沸点工质热力系统 4 的过热器 43 将饱和蒸汽加热为过热蒸汽,再经过闪蒸系统 2 的加热器 22 将海水加热到预定温度后排向外界。

[0022] 以上所述,仅为本发明较佳实施例而已,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。

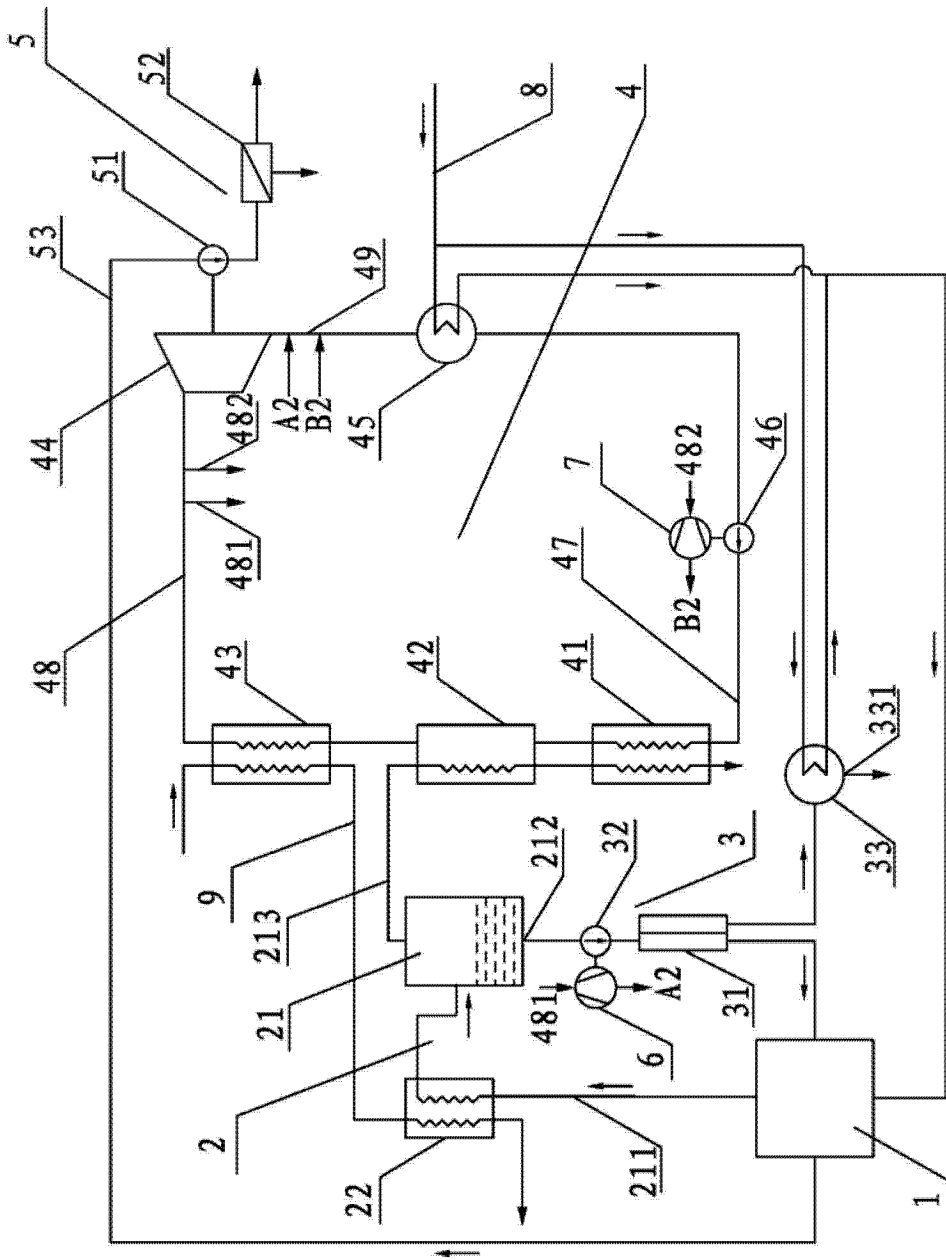


图 1