



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103663589 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 04

(21) 申请号 201310686162. 0

(22) 申请日 2013. 12. 16

(73) 专利权人 湖南创化低碳环保科技有限公司

地址 410013 湖南省长沙市高新区麓泉路与
麓松路交汇处延农创业大厦 14 楼 1462
号

(72) 发明人 刘小江 刘赞

(74) 专利代理机构 长沙星耀专利事务所 43205

代理人 姜芳蕊 宁星耀

(51) Int. Cl.

C02F 1/04 (2006. 01)

C02F 103/08 (2006. 01)

审查员 卢士燕

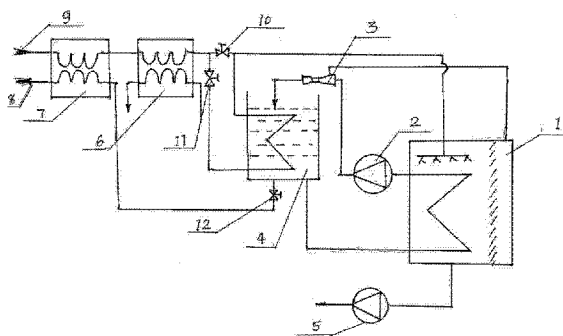
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

一种海水淡化方法及装置

(57) 摘要

一种海水淡化方法及装置, 该方法为: 海水经换热器后, 直接进入蒸发器, 或流经内置有另一换热器的淡水循环箱, 从淡水循环箱内的淡水处吸热后再进入蒸发器; 海水在蒸发器内蒸发; 蒸发器内海水蒸发产生的水汽, 在冷凝喷射器处进行冷凝, 水汽在冷凝喷射器处将潜热反馈给淡水, 淡水温度升高, 并又被喷射循环泵吸入蒸发器内和海水进行换热, 换热后的淡水温度降低, 并在冷凝喷射器处接收海水蒸发所产生的水汽反馈而来的潜热; 海水蒸发后产生的浓盐水通过浓盐水排出泵排出。本发明还包括实施海水淡化方法的装置。本发明的装置体积小, 占用空间少, 运行稳定可靠, 无需配置抽吸空气装置, 工作效率高, 蒸发量也大, 所耗动力能源少, 产出淡水品质好。



1. 一种海水淡化方法,其特征在于,海水经换热器后,直接进入蒸发器,或流经内置有另一换热器的淡水循环箱,从淡水循环箱内的淡水处吸热后再进入蒸发器;海水在蒸发器内的蒸发工作分前后两段完成;海水的前段蒸发工作是海水主要依靠自身的热量在蒸发器内实现蒸发;当海水是流经内置有换热器的淡水循环箱,并从淡水循环箱内的淡水处吸热后再进入蒸发器时,海水的前段蒸发工作的热量还包括从淡水循环箱内的淡水处所吸收的热量;海水的后段蒸发工作:海水在第一蒸发器内吸收蒸发器内部循环着的淡水潜热而蒸发,在蒸发器内,淡水把潜热还原给海水,实现海水的蒸发;蒸发器内海水蒸发产生的水汽,在冷凝喷射器处进行冷凝,水汽在冷凝喷射器处又把潜热反馈给淡水,使淡水温度升高,升温后的淡水通过冷凝喷射器喷射到淡水循环箱内,升温后的淡水从淡水循环箱处又被喷射循环泵吸入蒸发器内和海水进行换热,换热后的淡水温度降低,温度降低后的淡水在冷凝喷射器处,接收由蒸发器内海水蒸发所产生的水汽反馈而来的潜热,通过冷凝与蒸发方式实现热能循环与转移,借助冷凝喷射器在传质过程的同时也又传热的特性实现海水淡化过程;蒸发器内海水蒸发后产生的浓盐水通过浓盐水排出泵排出,通过冷凝喷射器喷射至淡水循环箱内的淡水,降温后进行收集。

2. 一种实施如权利要求1所述海水淡化方法的装置,其特征在于,包括第一喷射循环泵、第一冷凝喷射器、第一淡水循环箱和第一蒸发器;第一淡水循环箱下部通过管道与第一蒸发器的入口端相连,第一蒸发器的出口端通过管道与第一喷射循环泵的入口端相连,第一喷射循环泵的出口端通过管道与第一冷凝喷射器的入口端相连,第一冷凝喷射器的出口端设有管口伸入第一淡水循环箱内的管道,第一冷凝喷射器的引射端接口通过管道接至第一蒸发器的真空室;第一淡水循环箱内部置有第三换热器;第三换热器的出口端通过管道接至第一蒸发器,第一换热器的出口端通过管道与第二换热器的入口端相连,第二换热器的出口端通过管道与置于第一淡水循环箱内部的第三换热器的入口端相连,第一换热器的入口端为海水流入端,第二换热器的出口端亦通过管道接至第一蒸发器;所述第一蒸发器通过管道与一次浓盐水排出泵相连。

3. 根据权利要求2所述实施海水淡化方法的装置,其特征在于,所述第一淡水循环箱下部通过管道与第一换热器的另一入口端相连,第一换热器的另一出口端为淡水收集端。

4. 根据权利要求2或3所述实施海水淡化方法的装置,其特征在于,所述第二换热器的出口端与第一蒸发器相连的管道上设有第一阀门。

5. 根据权利要求2或3所述实施海水淡化方法的装置,其特征在于,所述第二换热器的出口端与置于第一淡水循环箱内部的第三换热器的入口端相连的管道上设有第二阀门。

6. 根据权利要求3所述实施海水淡化方法的装置,其特征在于,所述第一淡水循环箱下部与第一换热器的另一入口端相连的管道上设有第三阀门。

7. 根据权利要求2所述实施海水淡化方法的装置,其特征在于,还包括至少一个再次循环蒸发浓缩系统,一次浓盐水排出泵输出端与再次循环蒸发浓缩系统相连;所述再次循环蒸发浓缩系统包括第四换热器,一次浓盐水排出泵的输出端通过管道与第四换热器的入口端相连,第四换热器的出口端通过管道与置于第二淡水循环箱内的第五换热器的入口端相连,第五换热器的出口端通过管道接至第二蒸发器,第二蒸发器的真空室通过管道接至第二冷凝喷射器的引射端接口,第二冷凝喷射器的出口端设有管口伸入第二淡水循环箱内的管道,第二淡水循环箱下部通过管道与第二蒸发器的入口端相连,第二蒸发器的出口端

通过第二喷射循环泵与第二冷凝喷射器的入口端相连,第二蒸发器通过管道与二次浓盐水排出泵相连。

8. 根据权利要求7所述实施海水淡化方法的装置,其特征在于,所述第二淡水循环箱下部通过管道亦与第一换热器的另一入口端相连;所述第二淡水循环箱与第一换热器的另一入口端相连的管道上设有第四阀门。

9. 根据权利要求2所述实施海水淡化方法的装置,其特征在于,所述第一蒸发器用一个内置有冷凝器的第三蒸发器替代。

10. 根据权利要求9所述实施海水淡化方法的装置,其特征在于,所述第三蒸发器和冷凝器为整体式结构。

一种海水淡化方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种海水淡化方法及装置。

背景技术

[0002] “水”是个很大的课题。政治家说“世界未来争夺资源的战争将会由水引发”;科学家说“水是不可替代的”,“水是永远也做不完的科学命题”;经济学家预言“能源危机之后,下一场危机将轮到水危机”。大量资料和论著表明,如果人类还像现在这样取水和用水,将会产生一系列的严重后果;资源一旦耗尽,经济的发展、各种生态系统以及人类健康与生存都将受到威胁。预计在 21 世纪,水对人类的重要性将和石油在 20 世纪对人类的重要性一样,水将成为一种决定国家富裕程度的珍贵商品。水业将是 21 世纪最大的行业。地球上的水资源总量中淡水仅占 2.5%,而海水占到 97.5%了,从某种意义上说,海水才是取之不尽、用之不竭的主要水源。因此,发展海水淡化技术,向海洋要淡水是解决淡水资源供需矛盾最有效的手段。我国是一个水资源极其短缺的国家。水资源总量只有 2.81 万亿立方米,居世界第 6 位,但人均水资源为世界第 108 位,是世界上 21 个贫水国家之一。特别在北方沿海地区是我国最缺水地区之一。考虑到北方沿海地区人口增长、产业结构变化、农业发展和生态环境用水需求等因素,预测近十年,我国北方沿海 4 省(市)人均综合用水量将分别达到 325 ~ 365 M³ 和 350 ~ 400 M³,缺水总量将分别达到 166 ~ 255 亿 M³ 和 273 ~ 393 亿 M³;同时,考虑到南方沿海部分地区的水质较差和资源性缺水状况,沿海地区的缺水形势将更趋严峻。海水淡化是解决沿海地区水资源紧缺的根本途径之一,淡水资源紧缺已成为制约我国国民经济发展和人民生活水平提高的瓶颈。

[0003] 现有海水淡化方法主要有蒸馏法、高压反渗透法、低温多效法、冷冻法、多级闪蒸法、电渗析法、离子交换法等。这些方法均存在一定缺陷。使用的装置结构较复杂,制造成本较高,而且运行能耗高。目前主流方法是:低温多效法、多级闪蒸法、高压反渗透法这三种方法。据 2007 年度海水淡化市场的情况统计,在中东地区,多级闪蒸法(MSF)的市场占有率超过了 70%,低温多效法(MED)与反渗透法(RO)的市场占有率基本持平;而在其他各洲,反渗透法(RO)的市场占有率都是最高的。由于中东市场份额占据国际市场的 74%,所以多级闪蒸法(MSF)在三种主流技术中的比重还是最大的。多级闪蒸(MSF)与低温多效(MED)还有反渗透法(RO)的主要技术特性是:多级闪蒸(MSF)耗电量 4.0 ~ 5.5 kW·h/吨,它的规模及容量是当今最大的,对原料水质要求也比较低,换热器结垢中等,运行最高温度是在 90 ~ 112 °C,但设备成本较高。低温多效法(MED)耗电量是 2.5 ~ 3.5 kW·h/吨,生产规模及容量只能是中等,换热器结垢程度比较低,对原料水质要求中等,运行温度达 70 °C 左右。反渗透法(RO)的耗电量是 4.5 ~ 5.5 kW·h/吨,淡水生产规模及容量只能是中等,设备结垢程度中等,对原料水质要求非常高,运行成本也很高,可在常温下进行。

[0004] 多效和多级海水淡化技术都需要蒸汽喷射泵,能耗高,引射效率较低,且大多需增设抽吸空气装置和增设专用冷凝器专门用于水汽的冷凝,工作效率较低。使用较多的多级

闪蒸法海水淡化设备,也需增设抽吸空气装置,且抽吸量较小,真空度较低、蒸发量也低,能耗高,真空持续状态较差。目前,我国海水淡化成本大约是5元/吨左右,远远高于自来水成本。当今世界上大规模海水淡化装置就是采用多级闪蒸法,虽然该技术运用了减压发生进行技术,但还是需要注入较多的热能,去冷凝水汽的冷却水温度基本上与环境温度差不多,其出来的淡水产品温度一般是高于环境温度的,其排出的浓盐水温度也在43℃以上。而目前使用较多的海水淡化技术是高压反渗透技术,该技术成本虽有所下降,但依然要消耗较多的电能,还要消耗其他的物料,其成本也不可小觑,而且制出的淡水品质也不够理想。中国专利201210276447.2公开了“一种用热泵提高海水淡化效率的装置及方法”,其装置结构比较复杂,制造维修成本也相对较高,运行能耗高,成本虽然比起当今三大主流海水淡化技术有所降低,但依然不是很理想,热能循环利用较低。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是,克服现有技术存在的上述缺陷,提供一种热能循环利用率高,运行能耗低,工作效率高,成本低的海水淡化方法及装置。

[0006] 本发明解决其技术问题采用的技术方案是:

[0007] 本发明之海水淡化方法为:

[0008] 海水经换热器后,直接进入蒸发器,或流经内置有另一换热器的淡水循环箱,从淡水循环箱内的淡水处吸热后再进入蒸发器;海水在蒸发器内的蒸发工作分前后两段完成:海水的前段蒸发工作是,海水主要依靠自身的热量在蒸发器内实现蒸发(当海水是流经内置有换热器的淡水循环箱,从淡水循环箱内的淡水处吸热后再进入蒸发器时,海水的前段蒸发工作的热量还包括从淡水循环箱内的淡水处所吸收的热量);海水的后段蒸发工作:海水在第一蒸发器内吸收蒸发器内部循环着的淡水潜热而蒸发(即海水在第一蒸发器内吸收淡水循环回路中循环的淡水的潜热,所述淡水循环回路由喷射循环泵、冷凝喷射器、淡水循环箱和蒸发器构成),在蒸发器内,淡水把潜热还原给海水,实现海水的蒸发;蒸发器内海水蒸发产生的水汽,在冷凝喷射器处进行冷凝,水汽在冷凝喷射器处又把潜热反馈给淡水,使淡水温度升高,升温后的淡水通过冷凝喷射器喷射到淡水循环箱内,升温后的淡水从淡水循环箱处又被喷射循环泵吸入蒸发器内和海水进行换热,换热后的淡水温度降低,温度降低后的淡水在冷凝喷射器处接收由蒸发器内海水蒸发所产生的水汽反馈而来的潜热,通过冷凝与蒸发方式实现热能循环与转移,借助冷凝喷射器在传质过程的同时也又传热的特性实现海水淡化过程;蒸发器内海水蒸发后产生的浓盐水通过浓盐水排出泵排出;通过冷凝喷射器喷射至淡水循环箱内的淡水,降温后进行收集。

[0009] 当淡水进入冷凝喷射器前,温度只有25度左右,这样,有利于提高引射与冷凝水汽的效率,实现源源不断向蒸发器注入热量,注入热量依托的流体就是喷射液(即淡水),喷射液流体热量本身就来自被引射吸收过来的水汽所释放的潜热。海水蒸发所吸潜热大部分来自循环过程中的淡水,而淡水热能又来自水汽在冷凝喷射器处所释放的潜热,因为淡水循环的方式是必须流过蒸发器的。蒸发器通过形成此种逆流换热方式,并通过在蒸发器内设置冷凝器,使进入蒸发器的淡水为较高温度的循环淡水,而流出蒸发器的淡水为温度较低的淡水。从蒸发器排出的浓盐水通过浓盐水排出泵又可进行二次蒸发与浓缩、三次蒸发与浓缩、四次蒸发与浓缩,甚至五次蒸发与浓缩等。

[0010] 本发明之海水淡化装置包括第一喷射循环泵、第一冷凝喷射器、第一淡水循环箱和第一蒸发器；第一淡水循环箱下部通过管道与第一蒸发器的入口端相连，第一蒸发器的出口端通过管道与第一喷射循环泵的入口端相连，第一喷射循环泵的出口端通过管道与第一冷凝喷射器的入口端相连，第一冷凝喷射器的出口端设有管口伸入第一淡水循环箱内的管道，第一冷凝喷射器的引射端接口通过管道接至第一蒸发器的真空室；第一淡水循环箱内部置有第三换热器；第三换热器的出口端通过管道接至第一蒸发器，第一换热器的出口端通过管道与第二换热器的入口端相连，第二换热器的出口端通过管道与置于第一淡水循环箱内部的第三换热器的入口端相连，第一换热器的入口端为海水流入端，第二换热器的出口端亦通过管道接至第一蒸发器；所述第一蒸发器通过管道一次浓盐水排出泵相连。

[0011] 进一步，所述第一淡水循环箱下部通过管道与第一换热器的另一入口端相连，第一换热器的另一出口端为淡水收集端。

[0012] 进一步，所述第二换热器的出口端与第一蒸发器相连的管道上设有第一阀门。

[0013] 进一步，所述第二换热器的出口端与置于第一淡水循环箱内部的第三换热器的入口端相连的管道上设有第二阀门。

[0014] 进一步，所述第一淡水循环箱下部与第一换热器的另一入口端相连的管道上设有第三阀门。

[0015] 进一步，本发明还包括至少一个再次循环蒸发浓缩系统，一次浓盐水排出泵输出端与再次循环蒸发浓缩系统相连。

[0016] 进一步，所述再次循环蒸发浓缩系统包括第四换热器，一次浓盐水排出泵的输出口通过管道与第四换热器的入口端相连，第四换热器的出口端通过管道与置于第二淡水循环箱内的第五换热器的入口端相连，第五换热器的出口端通过管道接至第二蒸发器，第二蒸发器的真空室通过管道接至第二冷凝喷射器的引射端接口，第二冷凝喷射器的出口端设有管口伸入第二淡水循环箱内的管道，第二淡水循环箱下部通过管道与第二蒸发器的入口端相连，第二蒸发器的出口端通过第二喷射循环泵与第二冷凝喷射器的入口端相连，第二蒸发器通过管道与二次浓盐水排出泵相连。

[0017] 进一步，所述第二淡水循环箱下部通过管道亦与第一换热器的另一入口端相连。

[0018] 进一步，所述第二淡水循环箱与第一换热器的另一入口端相连的管道上设有第四阀门。所述第三阀门为一次淡水产出调节阀，第四阀门为二次淡水产出调节阀。

[0019] 进一步，所述第一蒸发器用一个内置有冷凝器的第三蒸发器替代。

[0020] 进一步，所述第三蒸发器内的冷凝器的入口端为海水流入端，第三蒸发器内的冷凝器的出口端通过管道与加热器的入口端连接，第三蒸发器内的冷凝器下方设有凝结水抽吸泵，加热器的出口端通过管道接至第三蒸发器，第三蒸发器通过管道与循环泵的入口端相连，循环泵的出口端与通过管道第三冷凝喷射器的入口端相连，第三冷凝喷射器的出口端设有管口伸入第三淡水循环箱内的管道，第三淡水循环箱下部通过管道接至第三蒸发器，第三冷凝喷射器的引射端接口通过管道接至第三蒸发器。

[0021] 进一步，所述第三蒸发器和冷凝器为整体式结构。

[0022] 进一步，所述第三蒸发器通过另一浓盐水排出泵外接浓盐水排出管道。

[0023] 进一步，所述第三淡水循环箱通过单向阀外接淡水排出管道。

[0024] 本发明利用冷凝喷射器使蒸发器内部形成相对真空，使进入蒸发器内的海水在相

对真空环境下进行较低温度的蒸发。我们知道,冷凝喷射器已广泛应用于食品、化工、轻工、制药、染料、制糖、脱臭等工业的真空蒸发,真空蒸馏,真空浓缩,真空结晶,真空干燥等各种工艺生产场合。冷凝喷射器主要有以下几个特点:①以多喷嘴结构形式使水与汽接触面积大,有利于能量交换,能够使汽充分凝结成水并且释放潜热给喷射流体;②冷凝喷射器体积小,结构紧凑,工作效率高,耗电量低;③使用操作简便,维修方便,无机械传动,且噪音低;④占地面积小,可室内低位安装,节约建筑面积及安装费用;⑤可取代大型塔类、釜类、机械真空泵及冷凝设备。然而,要提高冷凝喷射器的工作效率,由于冷凝喷射器的性能与效率变动较大,所其既和整套装置的结构型式、尺寸和制造质量有关,也和工作条件有很大关系。需要深入研究和掌握有关的规律,才能实现高效率的运行。整套装置的工作效率不仅取决于冷凝喷射器设计优化程度,还取决于该装置工作流程中各主要参数点的大小,如被引射介质流体温度、喷射流体的温度,还有喷射流体的流速及压力的大小等;从沪江喷射真空泵厂所生产的 PLB2000 型号参数看到:所配用离心泵功率是 22kw,工作水量是 80m³/h,进出水温差是 18℃,工作水温是 25℃,当被引射流体容积内真空度是 660mmHg 时,该冷凝喷射器抽吸二次蒸汽量是 2000kg/h,随着真空度逐渐降低到 200mmHg 时,其抽吸量增大到了 20000kg/h,但是蒸发腔里必须维持 91℃ 以上温度才可以使蒸发腔内绝对压力达到 560mmHg(真空度是 200mmHg),这就需要给蒸发腔内注入较多热能了。型号为 PSB-500 的所配循环泵功率同样也是 22kw,当真空度是 710mmHg 时,其抽气量是 5 m³/h,若真空度降低至 525mmHg 时,该冷凝喷射器抽气量可达到 50 m³/h,可以看出真空度下降 73% 左右时,其抽吸量增加 1000% 了。应当指出,与单喷嘴的冷凝喷射相比,高位多喷嘴的冷凝喷射器虽然效率高,但在常用的较高的真空度下(如 84 ~ 89kpa 即 630 ~ 670mmhg),它的效率还是明显降低。因此,在高真空下用冷凝喷射器抽真空要耗用较大的功率。冷凝喷射器的种类很多,工作方式与用途很广泛,其结构简单、制造容易、管理操作方便。其实,海水淡化是不需要很高的真空环境,为了获得淡水,而不是海水浓缩后的盐水,我们仅需把海水浓缩至 6% 左右就已足够。冷凝喷射器用于海水淡化也具有十分重要意义,这是基于和其他各种海水淡化技术进行比较所得出来的,即使真空度降低到 14Kpa 以下,都可以很好实现海水蒸发问题,通过不断向海水注入热能实现,该热能可采用循环方式实现。降低喷射流体温度和升高被引射流体温度能提高引射效率,但是考虑到对被引射流体加温要消耗较多热能,而降低喷射流体温度也要消耗较多的电能,因此是不划算的。然而,本发明把喷射引射出来的水汽在冷凝喷射器处冷凝成液态而释放出潜热,这部分潜热重新反馈给喷射运行中的淡水,使该部分潜热充分得到循环利用,并通过喷射循环泵又重新把该部分热能吸入蒸发器内,让海水吸收循环中的淡水潜热而得以蒸发,那么这部分热能又还原给海水,所以从蒸发器流出的淡水温度变得较低,这样,有利于提高引射和冷凝水汽的效率,海水获此潜热后得以蒸发,并把该部分热能在冷凝喷射器重新反馈给淡水,这样,周而复始地循环,而无须给流入蒸发器的海水注入较多的热量,也无须给进入冷凝喷射器的淡水进行降温,既能得到想要的用于喷射的低温淡水,同时也可获得海水蒸发时所应具备的蒸发潜热,从而实现大部分热能的循环,我们只需一次性注入热能,在蒸发器内蒸发,在喷射器内冷凝,实现热能周而复始的循环过程。且以冷凝和蒸发方式进行的换热可以节约换热器的换热面积。现有冷凝喷射器没有将热能循环利用,只是简单地对所需干燥物进行加温,或对喷射流体进行凉水塔冷却,也可以是风冷。该高效海水淡化及污水处理装置与方法,它包括蒸发器、冷凝喷射

器、喷射循环泵、热交换器、淡水循环箱、浓盐水抽出泵。

[0025] 本发明还可用于污水处理,污水处理时需要把水成分大部分蒸发出来,这样就可实现污水的零排放,使得污水中绝大部分水得到循环利用。所以污水处理成本比海水淡化成本要高,因为浓度越高,吸水性就越高,水蒸发难度就加大,且由于污水浓度越大,堵塞换热器可能性就越大。

[0026] 本发明的装置体积小,占用空间少,运行稳定可靠,无需配置抽吸空气装置,工作效率高,蒸发量也大,所耗动力能源少,真空持续状态好,产出淡水品质好。使用本发明,不仅可降低设备制造成本,同时还可将海水淡化能耗降至 1.5 度电 / 吨以下,更节能;不仅适宜规模制取淡水,也特别适用于潜艇、轮船、海岛及我国西部水质较差等地方用于制取饮用的淡水,适用范围广。

附图说明

[0027] 图 1 为本发明实施例 1 的海水淡化装置结构示意图;

[0028] 图 2 为本发明实施例 2 的海水淡化装置结构示意图;

[0029] 图 3 为本发明实施例 3 的海水淡化装置结构示意图。

具体实施方式

[0030] 以下结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0031] 实施例 1:

[0032] 参照图 1,本实施例海水淡化装置包括第一喷射循环泵 2、第一冷凝喷射器 3、第一淡水循环箱 4 和第一蒸发器 1;第一淡水循环箱 4 下部通过管道与第一蒸发器 1 的入口端相连,第一蒸发器 1 的出口端通过管道与第一喷射循环泵 2 的入口端相连,第一喷射循环泵 2 的出口端通过管道与第一冷凝喷射器 3 的入口端相连,第一冷凝喷射器 3 的出口端设有管口伸入第一淡水循环箱 4 内的管道,第一冷凝喷射器 3 的引射端接口通过管道接至第一蒸发器 1 的真空室;第一淡水循环箱 4 内部置有第三换热器;第三换热器的出口端通过管道接至第一蒸发器 1,第一换热器 7 的出口端通过管道与第二换热器 6 的入口端相连,第二换热器 6 的出口端通过管道与置于第一淡水循环箱 4 内部的第三换热器的入口端相连,第一换热器 7 的入口端为海水流入端 9,第二换热器 6 的出口端亦通过管道接至第一蒸发器 1;

[0033] 所述第一蒸发器 1 通过管道一次浓盐水排出泵 5 相连。

[0034] 所述第一淡水循环箱 4 下部通过管道与第一换热器 7 的另一入口端相连,第一换热器 7 的另一出口端为淡水收集端 8。

[0035] 所述第二换热器 6 的出口端与第一蒸发器 1 相连的管道上设有第一阀门 10。

[0036] 所述第二换热器 6 的出口端与置于第一淡水循环箱 4 内部的第三换热器的入口端相连的管道上设有第二阀门 11。

[0037] 所述第一淡水循环箱 4 下部与第一换热器 7 的另一入口端相连的管道上设有第三阀门 12。

[0038] 所述第一喷射循环泵 2、第一冷凝喷射器 3、第一淡水循环箱 4 和第一蒸发器 1 构成淡水循环回路。

[0039] 本发明之高效海水淡化方法:过滤后的海水从海水流入端 9 流入第一换热器 7,海

水在第一换热器 7 内进行初步升温后,再流入第二换热器 6,第二换热器 6 主要用于为海水注入热量,海水通过第二换热器 6 后有两条水历经路线可供选择:第一条海水历经路线为,当循环淡水温度过高时,将第一阀门 10 关闭,第二阀门 11 打开,海水通过第一淡水循环箱 4 内部的换热器时,第一淡水循环箱 4 中的淡水将其大部分热量传递给海水,海水依靠自身的热量和从淡水处获得热量,进入第一蒸发器 1 内实现蒸发,海水自身温度下降,由此完成海水的前段蒸发工作;待海水完成前段蒸发工作后,海水在第一蒸发器内吸收淡水循环回路中循环的淡水的潜热,实现海水的蒸发,由此完成海水的后段蒸发工作。另一条海水历经路线为,将第一阀门 10 打开,第二阀门 11 关闭,海水通过第一阀门 10 直接进入第一蒸发器 1 内蒸发产生水汽,此时,海水在第一蒸发器 1 的蒸发工作同样也分前后两段完成(海水的前段蒸发工作:海水依靠自身的热量在第一蒸发器 1 内实现蒸发;海水的后段蒸发工作:海水在第一蒸发器内吸收淡水循环回路中循环的淡水的潜热,实现海水的蒸发)。第一冷凝喷射器 3 通过第一喷射循环泵 2 提供的动力,把第一淡水循环箱 4 内的淡水吸出后,流经第一蒸发器 1 时,把淡水的热能转化为海水蒸发所需的潜热(即前文中提到“海水在第一蒸发器内吸收淡水循环回路中循环的淡水的潜热”),使淡水温度降低并打入第一冷凝喷射器 3 内进行冷凝喷射,通过第一冷凝喷射器 3 喷射至第一淡水循环箱 4;同时,第一蒸发器 1 内部的水汽被引射到第一冷凝喷射器 3 进行冷凝,从而使水汽潜热又重新反馈给淡水。被浓缩了的海水通过与第一蒸发器 1 相连的一次浓盐水排出泵 5 排出(此时,也可将把该部分浓盐水又进行第二次蒸发与浓缩,详见实施例 2)。通过第一冷凝喷射器 3 喷射至第一淡水循环箱 4 的淡水,经第三阀门 12 流至第一换热器 7,通过第一换热器 7 将淡水温度下降后由淡水收集端 8 流出,通过外部设备淡水备用池进行收集。第一换热器 7 在对淡水进行降温时,淡水产生的热量可供从海水流入端 9 流入的海水吸收,实现对从海水流入端 9 流入的海水的初步升温。

[0040] 实施例 2:

[0041] 本实施例装置与实施例 1 装置的区别在于:还包括至少一个再次循环蒸发浓缩系统,一次浓盐水排出泵 5 输出端与再次循环蒸发浓缩系统相连。

[0042] 本实施例以一个再次循环蒸发浓缩系统为例进行说明。

[0043] 参照图 2,所述再次循环蒸发浓缩系统包括第四换热器 18,一次浓盐水排出泵 5 的输出端通过管道与第四换热器 18 的入口端相连,第四换热器 18 的出口端通过管道与置于第二淡水循环箱 16 内的第五换热器的入口端相连,第五换热器的出口端通过管道接至第二蒸发器 13,第二蒸发器 13 的真空室通过管道接至第二冷凝喷射器 15 的引射端接口,第二冷凝喷射器 15 的出口端设有管口伸入第二淡水循环箱 16 内的管道,第二淡水循环箱 16 下部通过管道与第二蒸发器 13 的入口端相连,第二蒸发器 13 的出口端通过第二喷射循环泵 14 与第二冷凝喷射器 15 的入口端相连,第二蒸发器 13 通过管道与二次浓盐水排出泵 19 相连。

[0044] 所述第二淡水循环箱 16 下部通过管道与第一换热器 7 的另一入口端相连。

[0045] 所述第二淡水循环箱 16 与第一换热器 7 的另一入口端相连的管道上设有第四阀门 17。所述第三阀门 12 为一次淡水产出调节阀,第四阀门 17 为二次淡水产出调节阀。

[0046] 一次浓盐水排出泵 5 把第一次蒸发排出的浓缩海水打入第四换热器 18 进行加温后,在第二淡水循环箱 16 内进行热量平衡,然后再流入第二蒸发器 13 内进行第二次蒸发与

浓缩,蒸发了的水汽通过第二冷凝喷射器 15 引射冷凝后进入到第二淡水循环箱 16 内,大部分淡水流出第二淡水循环箱 16 由第二喷射循环泵 14 吸入第二蒸发器 13 内释放潜热,降温后再从第二蒸发器 13 出来,并被第二喷射循环泵 14 压入第二冷凝喷射器 15 内进行工作,去引射并冷凝第二蒸发器 13 内的水汽,这样,周而复始地完成循环过程,最后,通过二次浓盐水排出泵 19 把再次浓缩了的海水排出或压入第三个循环蒸发浓缩系统中。

[0047] 第一次蒸发浓缩出来的海水浓度一般可达 6% 左右,为生产淡水一般采用一次蒸发与浓缩就已足够,若需进一步高浓缩,用户可根据需要设置多个结构相同的再次循环蒸发浓缩系统,再次循环蒸发浓缩系统的数量由用户根据需求确定。

[0048] 各淡水循环箱不仅具有蓄水功能,以提供相应喷射循环泵可用的淡水外,还能起到与海水进行换热的作用,且各淡水循环箱位置高于相应蒸发器,这样,蒸发器内不会存在气堵,也便于喷射循环泵不会产生气蚀情况。

[0049] 所述第一蒸发器 1、第二蒸发器 13 中的淡水在其内部循环方向必须和海水形成逆流,并且海水在相应蒸发器上部喷淋下来具有蒸发空间,在蒸发一部分水汽后并降了温的海水落入可进一步获得循环淡水的潜热而继续蒸发,这样,才能确保海水具有足够的蒸发潜热,并使得蒸发器内有足够的压力(指绝对压力),以便与引射压力的差值变小,从而有利于提高相应冷凝喷射器工作的效率。

[0050] 其余同实施例 1。

[0051] 实施例 3:

[0052] 本实施例装置与实施例 1 装置的区别在于:所述第一蒸发器用一个内置有冷凝器的第三蒸发器 28 替代。

[0053] 本实施例通过在第三蒸发器 28 内设置冷凝器,第三蒸发器 28 内的冷凝器的入口端为海水流入端,第三蒸发器 28 内的冷凝器的出口端通过管道与加热器 30 的入口端连接,第三蒸发器 28 内的冷凝器下方设有凝结水抽吸泵 24,加热器 30 的出口端通过管道接至第三蒸发器 28,第三蒸发器 28 通过管道与循环泵 20 的入口端相连,循环泵 20 的出口端与通过管道第三冷凝喷射器 21 的入口端相连,第三冷凝喷射器 21 的出口端设有管口伸入第三淡水循环箱 22 内的管道,第三淡水循环箱 22 下部通过管道接至第三蒸发器 28,第三冷凝喷射器 21 的引射端接口通过管道接至第三蒸发器 28。

[0054] 第三蒸发器 28 通过另一浓盐水排出泵 25 外接浓盐水排出管道 26。

[0055] 第三淡水循环箱 22 通过单向阀 23 外接淡水排出管道 27。

[0056] 海水 29 直接进入蒸发器 28 内的冷凝器,冷凝水汽,从而使得海水温度得到升高,被冷凝了的水汽通过凝结水抽吸泵 24 抽出;加热器 30 用于海水蒸发前的进一步升温,当海水依次通过第三蒸发器 28 内的冷凝器、加热器 30 进行前后两次升温后,在蒸发器 28 内进行蒸发,蒸发过程分成两步,第一步是海水通过自身热量让一部分水在相对真空情况下蒸发,第二步是通过海水吸收第三蒸发器 28 内部循环淡水的潜热而蒸发,海水蒸发产生的水汽被第三冷凝喷射器 21 通过循环泵 20 所提供的动力引射到第三淡水循环箱 22 内,在淡水循环箱 22 里的淡水分成两个部分,一小部分通过管道及单向阀 23 由淡水排出管道 27 流入淡水备用箱,而另一部分则继续由循环泵 20 吸入第三蒸发器 28 内释放潜热后作为第三冷凝喷射器 21 的喷射流体。而被浓缩的海水则通过另一浓盐水排出泵 25 由浓盐水排出管道 26 排出。

[0057] 本实施例采用的是另一种热能循环利用方式,一部分热能的循环利用是靠海水在蒸发器内预热实现的。

[0058] 本发明利用冷凝喷射器冷凝水汽,并利用海水吸收循环过程中淡水的潜热实现蒸发,过滤后的海水经换热器一次性注入热能后,在保证循环热量足够情况下,后续流入的海水就无须注入那么多热量,只是弥补循环过程中散失掉的那部分热能就可以,其实,注入海水中的热能都转移至循环中的淡水,而产出的淡水热量通过与刚流入整个装置的海水进行热量交换,使淡水温度降下来,就可以流入外部设备淡水备用池。蒸发与冷凝是传热最快捷的方式,这样,不仅可以节约许多换热器面积,减少设备投资费用,还可以加速热能循环过程,节约能源,发挥冷凝喷射器引射和冷凝水汽的双重作用,把海水蒸发出来的水汽在相应冷凝喷射器内迅速冷凝下来,同时,冷凝所释放的潜热又不断进入到循环过程中的淡水里,这样,又为海水蒸发提供足够的潜热,让热能得到循环利用。使用本发明,不仅能保证各蒸发器内部流体足够的温度,使得海水蒸发时有足够蒸发潜热,而且还能保证蒸发器内部有足够压力(这里是指相对大气压为真空情况下的绝对压力),保证冷凝喷射器所引射的压力不至于过低而影响喷射器引射效率。高效海水淡水实现过程必须是淡水循环量大于海水流入量,这样,才可以避免过大海水流量会浪费掉海水循环泵功率以及注入海水中的热能,且海水淡化率为 30% 左右为宜,海水流量是淡水循环量 75% 左右为宜。

[0059] 现有技术中,冷凝喷射器只用于进行干燥和抽吸水汽,由于其引射压力(蒸发器内绝对压力)过低而无法实现高引射比率,由于冷凝喷射器前段工作效率可以很高,但是当真空度下降很多时,其效率也就相应降低,并且在引射过程中会带走被引射物许多热量,以致温度过低,造成真空度过高,而喷射压差就会过大,这样,就会加大喷射流速,而消耗许多电机功率,只有向被引射流体进行加温才可以使蒸发室压力提上来,并使引射比率提高,但这无疑将消耗更多能量。而本发明通过将热能循环利用起来,使得蒸发器内流体温度保证的同时,相应的使真空度降下来,引射量得到保证。

[0060] 本发明的装置体积小,占用空间少,运行稳定可靠,无需配置抽吸空气装置,工作效率高,蒸发量也大,所耗动力能源少,真空持续状态好,产出淡水品质好。使用本发明,不仅可降低设备制造成本,同时还可将海水淡化能耗降至 1.5 度电/吨以下;不仅适宜规模制取淡水,也特别适用于潜艇、轮船、海岛及我国西部水质较差等地方用作制取饮用的淡水,适用范围广。

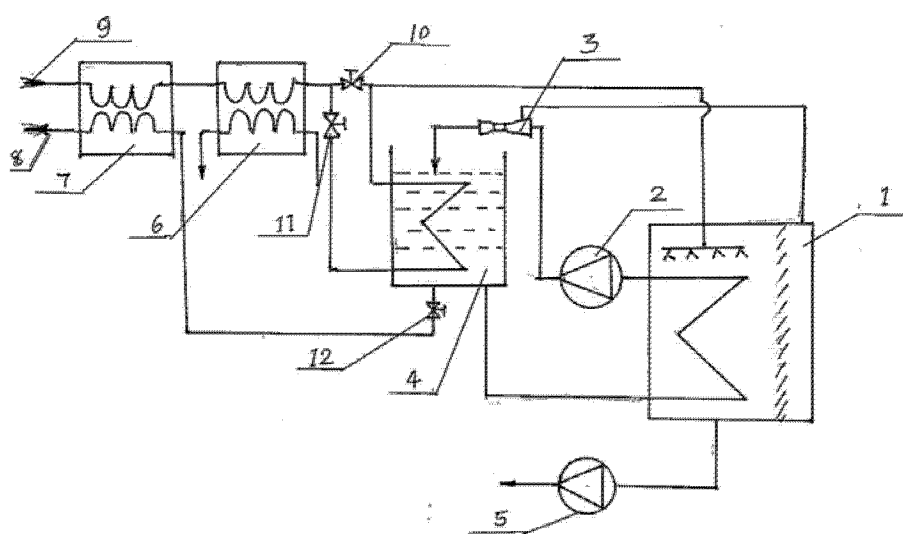


图 1

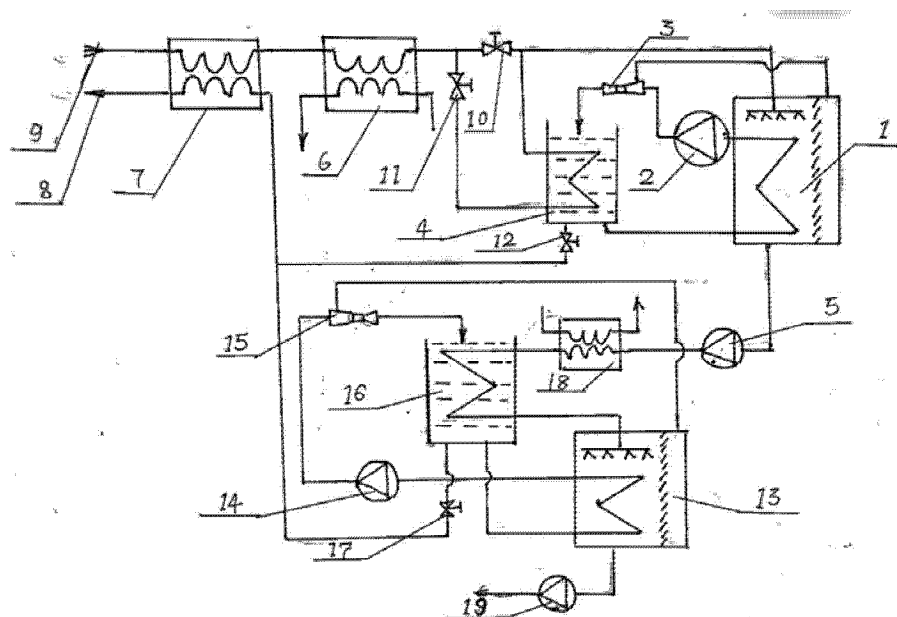


图 2

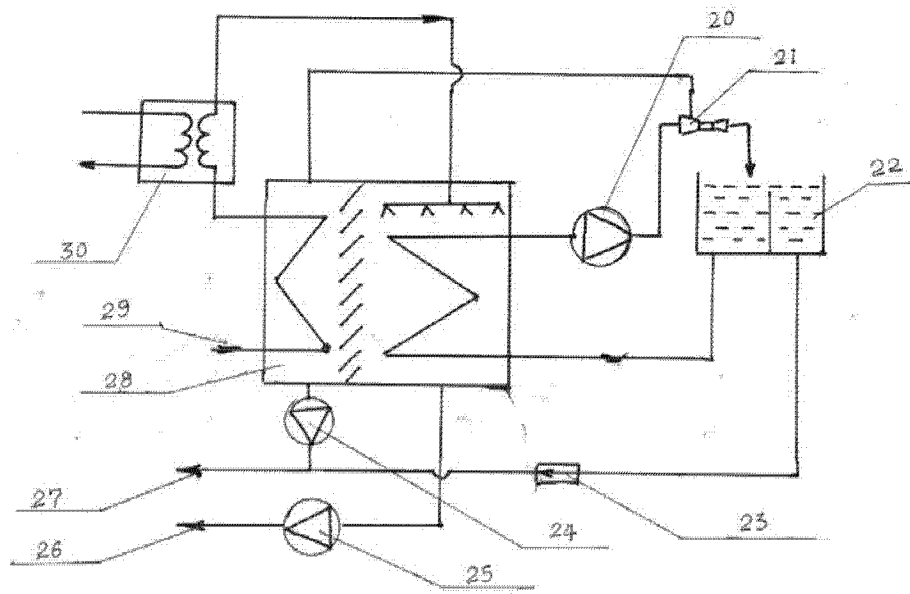


图 3