



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103449547 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 18

(21) 申请号 201310411226. 6

C02F 103/08(2006. 01)

(22) 申请日 2013. 09. 11

(71) 申请人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街 5 号

申请人 深圳市翰超太阳能科技有限公司

(72) 发明人 郑宏飞 常泽辉 寿文杰 康慧芳 熊建银

(74) 专利代理机构 北京理工大学专利中心

11120

代理人 杨志兵 仇蕾安

(51) Int. Cl.

C02F 1/14(2006. 01)

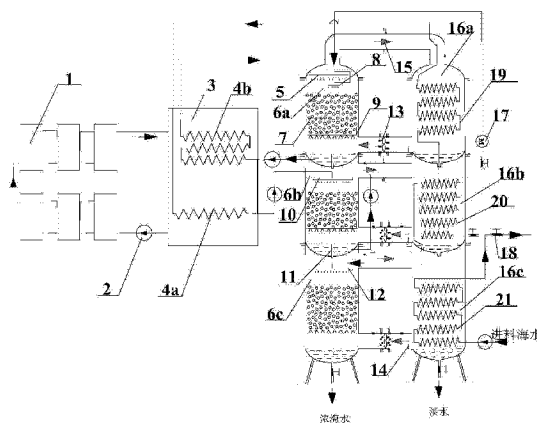
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

串联式多级等温加热多效回热加湿除湿太阳能海水淡化机

(57) 摘要

本发明提供一种串联式多级等温加热多效回热加湿除湿太阳能海水淡化机,其包括太阳能集热器、储热水箱、加湿塔、除湿塔、海水喷淋头、风机、塑料小球、不锈钢盘、冷凝器和水泵,多个加湿塔可以通过串联方式连接,塔顶部安装有海水喷淋头,部分进料海水在冷凝器中与除湿塔内高温湿空气换热后一部分直接喷淋到塑料小球表面,形成接触面积很大的海水膜,与从下往上流动的空气发生热湿交换,所形成的饱和湿空气在风机作用下输送到除湿塔内,被进料海水冷凝生成淡水,剩余进料海水吸收湿空气的潜热后分成多路同时并列送入储热水箱中继续受热升温,然后进入对应的加湿塔内进行喷淋,在除湿塔内冷凝生成淡水;本发明提高了在海水淡化装置中的太阳能利用率。



CN 103449547 A

1. 一种串联式多级等温加热多效回热加湿除湿太阳能海水淡化机,其特征在于,该海水淡化机包括太阳能集热器、水泵、储热水箱、流量计、阀门、加湿塔、除湿塔和风机,其中加湿塔内部包括海水喷淋头、塑料小球、不锈钢盘和水位限流管,除湿塔内部包括冷凝器,储热水箱内部包括换热器 a、换热器 b,加湿塔分为第一效加湿塔、第二效加湿塔和第三效加湿塔,第一效加湿塔内还包括喷淋头,除湿塔分为第一效除湿塔、第二效除湿塔和第三效除湿塔;

连接关系:第一效加湿塔、第二效加湿塔和第三效加湿塔三者竖直布置,第一效除湿塔、第二效除湿塔和第三效除湿塔三者也竖直布置,并分别与三个加湿塔分别位于同一水平高度;

第一效加湿塔、第二效加湿塔和第三效加湿塔三者内腔顶部分别设置有第一效海水喷淋头、第二效海水喷淋头和第三效海水喷淋头,进海水喷淋头也设置在第一效加湿塔内并位于第一效海水喷淋头下方,内腔中下部均设置有不锈钢盘,不锈钢盘上内设置盛放有塑料小球,第一效加湿塔和第二效加湿塔内腔底部均竖直设置有水位限流管;第一效除湿塔、第二效除湿塔和第三效除湿塔三者内腔分别设置有冷凝器 a、冷凝器 b 和冷凝器 c;

太阳能集热器的热水出口与储热水箱的进水口相连,储热水箱的出水口通过水泵与太阳能集热器的进水口相连;

第三效除湿塔内部的冷凝器 c 的一端通过进料海水管路串联水泵后与外部进料海水相连通,冷凝器 c 的另一端分成两路,一路串联阀门连接排出装置,另一路串联阀门与第二效除湿塔内部的冷凝器 b 的一端相连,冷凝器 b 的另一端也分成两路,一路依次串联阀门、流量计后与进海水喷淋头相连,另一路与第三效海水喷淋头相连;第一效加湿塔底部通过海水管路串联水泵与换热器 b 的进水口连接,换热器 b 的出水口与第一效海水喷淋头相连,第二效加湿塔底部通过海水管路串联水泵与第一效除湿塔中的冷凝器 a 的进水口相连,冷凝器 a 的出水口与换热器 b 的进水口相连,换热器 b 的出水口与第二效海水喷淋头相连;第三效加湿塔的底部连接外部浓海水收集器,第三效除湿塔的底部连接外部淡水收集器;三个加湿塔与三个除湿塔的底部与顶部均相互连通,且底部通道内设置有风机。

2. 如权利要求 1 所述的串联式多级等温加热多效回热加湿除湿太阳能海水淡化机,其特征在于,所述塑料小球的表面有亲水膜,且表面还分布有小孔。

3. 如权利要求 1 所述的串联式多级等温加热多效回热加湿除湿太阳能海水淡化机,其特征在于,在三个除湿塔与风机之间的通道内均设置有挡水板。

4. 如权利要求 1 所述的串联式多级等温加热多效回热加湿除湿太阳能海水淡化机,其特征在于,所述的不锈钢盘采用筛型不锈钢盘。

串列式多级等温加热多效回热加湿除湿太阳能海水淡化机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种海水淡化机,具体涉及一种串列式多级等温加热多效回热加湿除湿太阳能海水淡化机,属于太阳能海水淡化和水处理技术领域。

背景技术

[0002] 目前,全世界大约三分之一的人口生活在缺水的国家和地区,到 2025 年,这个数字将会增加到三分之二。解决淡水资源短缺的问题,最重要的途径之一是进行海水(苦咸水)淡化。然而,传统的海水(苦咸水)淡化技术需要消耗大量的常规能源,加剧了资源的消耗并带来环境污染。将太阳能技术与海水(苦咸水)淡化技术相结合,是解决经济和社会持续发展对已有淡水资源过度利用的有效措施之一。加湿除湿型海水淡化工艺将加热、蒸发和冷凝过程分开,这样可以采用有针对性的技术强化各个过程,提高每一过程的能量利用效率,同时它还具有控制简单、产水稳定、常压运行、耗能低、易于和可再生能源结合等优点。利用太阳能为除湿加湿型海水淡化技术提供充足的热能,既可以节省装置的投资成本,还可以减小对环境造成的污染。基于上述特点,加湿除湿型太阳能海水淡化系统被认为是高效利用太阳能生产淡水的最具有应用前景的方式。

[0003] 申请号 201010509740. X 公开了一种喷雾蒸发空气加湿除湿式太阳能海水淡化装置,利用空气冷凝作用,但冷却效果差、海水没有预热且与热空气温差大以及需另外布置冷凝换热器导致装置结构复杂。

[0004] 申请号 201110304566. X 公开了一种半干法气体加湿除湿式海水淡化系统及方法,其换热后湿空气直接排出装置导致热量损失、喷动床蒸发器中进海水量难控制易于在底部形成积水堵塞空气喷嘴、换热工质没有形成有效循环。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供了一种串列式多级等温加热多效回热加湿除湿太阳能海水淡化机,能够充分利用除湿加湿型太阳能海水淡化装置中的蒸汽凝结潜热,提高单位集热面积产水量,降低太阳能海水淡化的单位体积淡水成本,提高在海水淡化装置中的太阳能利用率,可以用在缺乏淡水的偏远内陆地区和岛屿上,尤其是用在太阳辐照度高的地区。

[0006] 一种串列式多级等温加热多效回热加湿除湿太阳能海水淡化机,该海水淡化机包括太阳能集热器、水泵、储热水箱、流量计、阀门、加湿塔、除湿塔和风机,其中加湿塔内部包括海水喷淋头、塑料小球、不锈钢盘和水位限流管,除湿塔内部包括冷凝器,储热水箱内部包括换热器 a、换热器 b,加湿塔分为第一效加湿塔、第二效加湿塔和第三效加湿塔,第一效加湿塔内还包括进海水喷淋头,除湿塔分为第一效除湿塔、第二效除湿塔和第三效除湿塔;

[0007] 连接关系:第一效加湿塔、第二效加湿塔和第三效加湿塔三者竖直布置,第一效除湿塔、第二效除湿塔和第三效除湿塔三者也竖直布置,并分别与三个加湿塔分别位于同一水平高度;

[0008] 第一效加湿塔、第二效加湿塔和第三效加湿塔三者内腔顶部分别设置有第一效海水喷淋头、第二效海水喷淋头和第三效海水喷淋头,进海水喷淋头也设置在第一效加湿塔内并位于第一效海水喷淋头下方,内腔中下部均设置有不锈钢盘,不锈钢盘上内设置盛置有塑料小球,第一效加湿塔和第三效加湿塔内腔底部均竖直设置有水位限流管;第一效除湿塔、第二效除湿塔和第三效除湿塔三者内腔分别设置有冷凝器 a、冷凝器 b 和冷凝器 c;

[0009] 太阳能集热器的热水出口与储热水箱的进水口相连,储热水箱的出水口通过水泵与太阳能集热器的进水口相连;

[0010] 第三效除湿塔内部的冷凝器 c 的一端通过进料海水管路串联水泵后与外部进料海水相连接,冷凝器 c 的另一端分成两路,一路串联阀门连接排出装置,另一路串联阀门与第二效除湿塔内部的冷凝器 b 的一端相连,冷凝器 b 的另一端也分成两路,一路依次串联阀门、流量计后与进海水喷淋头相连,另一路与第三效海水喷淋头相连;第一效加湿塔底部通过海水管路串联水泵与换热器 b 的进水口连接,换热器 b 的出水口与第一效海水喷淋头相连,第二效加湿塔底部通过海水管路串联水泵与第一效除湿塔中的冷凝器 a 的进水口相连,冷凝器 a 的出水口与换热器 b 的进水口相连,换热器 b 的出水口与第二效海水喷淋头相连;第三效加湿塔的底部连接外部浓海水收集器,第三效除湿塔的底部连接外部淡水收集器;三个加湿塔与三个除湿塔的底部与顶部均相互连通,且底部通道内设置有风机。

[0011] 所述塑料小球的表面有亲水膜,且表面还分布有小孔。

[0012] 在三个除湿塔与风机之间的通道内均设置有挡水板。

[0013] 所述的不锈钢盘采用筛型不锈钢盘。

[0014] 有益效果:

[0015] 本发明利用多级等温喷淋系统、亲水多孔塑料小球、水位限流管等提高了进料海水与空气的传热、传质系数,以及湿空气的含湿量,增大了海水与空气的接触面积,利用多效回热方法,对进料海水进行了预热,降低了湿空气与冷源间的热阻,有效多次地利用了蒸汽的凝结潜热,减小了进料海水与设定启动加热温度的温差,缩短了装置的启动时间,降低了浓海水排温,有效地对排浓海域的生态环境进行了保护,具体优点如下:

[0016] (1) 本发明将传统除湿加湿型太阳能海水淡化系统进行了改进,实现了多级等温加热,各效在热能利用方面,通过将塔底浓海水等温加热后喷淋来产生湿空气,各效充分利用各效所获得的热能,这样装置中各效热能利用率比较均衡;

[0017] (2) 本发明充分利用了湿空气的凝结潜热,各效所产淡水量和排浓海水量基本一致,无需在水泵配置上进行流量调整;

[0018] (3) 本发明直接将进料海水在储热水箱中加热后喷入加湿塔内,减少了冗长的换热管路和换热器,减小了热损失;

[0019] (4) 本发明的装置效数可以按照所需淡水产量进行增加,只需增加中间几效就可以,第一和最后一效不需要改动;且装置各效运行互不干涉,便于检测、调试,如果出现渗漏,不需要全部拆分检修。

附图说明

[0020] 图 1 为本发明三效海水淡化机的原理图。

[0021] 图 2 为本发明二效海水淡化机的原理图。

[0022] 图 3 为本发明四效海水淡化机的原理图。

[0023] 其中,1- 太阳能集热系统 ;2- 水泵 ;3- 储热水箱 ;4a、4b、4c、4d- 换热器 ;5- 第一效海水喷淋头 ;6a、6b、6c、6d- 加湿塔 ;7- 塑料小球 ;8- 进海水喷淋头 ;9- 不锈钢盘 ;10- 第二效海水喷淋头 ;11a、11c- 水位限流管 ;12- 第三效海水喷淋头 ;13- 风机 ;14- 挡水板 ;15- 湿空气 ;16- 除湿塔 ;17- 流量计 ;18- 阀门 ;冷凝器 a-19、冷凝器 b-20、冷凝器 c-21、冷凝器 d-22。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图并举实施例,对本发明进行详细描述。

[0025] 本发明提供了一种串列式多级等温加热多效回热加湿除湿太阳能海水淡化机,该海水淡化机将多个除湿加湿型海水淡化装置串列起来,进料海水是通过串联垂直排列方式进入装置参与淡化过程,组成一个多效太阳能除湿加湿型海水淡化装置,实现多级的加湿除湿过程;利用太阳能集热器对进料海水进行加热升温,然后经海水喷淋头喷入各效加湿塔内,实现对海水等温加热的过程;与空气进行热湿交换形成湿饱和蒸汽,在各效蒸汽管道中的风机驱动下进入对应的除湿塔内,实现了加湿除湿的过程;高温高湿的蒸汽与冷凝器内部的进料海水进行换热、冷凝,生成淡水,同时对进料海水进行预热,实现了多效回热的过程,提高了太阳能的热利用效率。

[0026] 如附图 1 所示,该海水淡化机包括太阳能集热器 1、水泵 2、储热水箱 3、换热器 4a、4b、第一效海水喷淋头 5、第一效加湿塔 6a、塑料小球 7、进海水喷淋头 8、不锈钢盘 9、第二效海水喷淋头 10、水位限流管 11、第三效海水喷淋头 12、风机 13、挡水板 14、第一效除湿塔 16a、流量计 17、阀门 18、冷凝器 a19、冷凝器 b20、冷凝器 c21、第二效加湿塔 6b、第二效除湿塔 16b、第三效加湿塔 6c 和第三效除湿塔 16c ;

[0027] 三个加湿塔和除湿塔均为圆柱形腔体,多个加湿塔和除湿塔均通过串列方式连接,第一效塔的底壳作为第二效塔的顶壳,第二效塔的底壳作为第三效塔的顶壳。

[0028] 塑料小球 7 表面有亲水膜且表面还分布有孔。

[0029] 整体连接关系:第一效加湿塔 6a 内腔顶部安装第一效海水喷淋头 5 和进海水喷淋头 8,进海水喷淋头 8 位于第一效海水喷淋头 5 下方,内腔中部焊接有筛型不锈钢盘 9,不锈钢盘 9 采用筛型不锈钢盘,海水可以从不锈钢盘 9 上漏下,不锈钢盘 9 上盛置有塑料小球 7,内腔底部安装有水位限流管 11,第一效除湿塔 16 内腔设置有冷凝器 19a。

[0030] 第二效加湿塔 6b 内腔顶部安装第二效海水喷淋头 10,内腔中部焊接有不锈钢盘,不锈钢盘上也设置有塑料小球,内腔底部安装有水位限流管,第二效除湿塔 16b 内腔设置有冷凝器 b20,第二效除湿塔 16b 底部连通出水管路,且出水管路上设置有阀门 18。

[0031] 第三效加湿塔 6c 内腔顶部安装第三效海水喷淋头 12,内腔中部焊接有不锈钢盘,不锈钢盘上也设置有塑料小球,第三效除湿塔 16c 内腔设置有冷凝器 c21,第三效加湿塔 6c 底部连接浓海水收集器,第三效除湿塔 16c 底部连接淡水收集器,第三效除湿塔 16c 底部还连通进料海水管路,管路上还设置有水泵。

[0032] 太阳能集热器 1 的热水出口与储热水箱 3 的进水口相连,储热水箱 3 的出水口通过水泵 2 与太阳能集热器 1 的进水口相连;

[0033] 第三效除湿塔 16c 内部的冷凝器 c21 的一端通过管路串联水泵后与外部进料海水

相连通,冷凝器 c21 的另一端分成两路,一路串联阀门 18 连接排出装置,另一路串联阀门与第二效除湿塔 16b 内部的冷凝器 b20 的一端,冷凝器 b20 的另一端也分成两路,一路依次串联阀门、流量计 17 后与进海水喷淋头 8 相连,另一路与第三效海水喷淋头 12 相连;

[0034] 第一效加湿塔 6a 底部通过海水管路串联水泵与换热器 4b 的进水口连接,换热器 4b 的出水口与第一效海水喷淋头 5 相连,第二效加湿塔 6b 底部通过海水管路串联水泵与第一效除湿塔 16a 中的冷凝器 19a 的进水口相连,冷凝器 19a 的出水口与换热器 4b 的进水口相连,换热器 4b 的出水口与第二效海水喷淋头 10 相连;

[0035] 每一效加湿塔与除湿塔的顶部和底部均相连通,且底部通道内分别设置有风机 13,在三个除湿塔与风机之间的通道内均设置有挡水板 14,防止风机凝结的浓海水污染除湿塔内的淡水。

[0036] 工作原理:进料海水通过进料海水管路由水泵首先抽入第三效除湿塔 16c 内的冷凝器 c21 中,在进入第二效除湿塔 16b 中冷凝器之前,从阀门 18 排出部分海水,最后一效的蒸汽温度比较低,需要大量海水来冷却产生淡水,但是这么多海水如果被全部送到上一效冷凝器中,则产生的温升较小,不利于海水最后进入加湿塔进行喷淋蒸发,故排出部分海水;剩余海水进入第二效除湿塔 16b 中的冷凝器 b21 中,经过与冷凝器外的湿空气换热后,这部分海水分为两路分别进入到第三效加湿塔 6c 和第一效加湿塔 6a 内,进入第三效加湿塔 6c 内的海水经第三效喷淋头 12 淋到多层亲水多孔塑料小球上,第三效加湿塔 6c 底部的浓海水通过管路排出装置外;

[0037] 进入第一效加湿塔 6a 内的海水经进海水喷淋头 8 喷淋到多层亲水多孔塑料小球 7 上,小球上亲水膜和孔可以形成面积很大的海水膜,空气在风机 13a 驱动下从下往上流动并与海水膜热湿交换形成热湿空气 15 进入到第一效除湿塔 16a 中,未被蒸发的浓海水经筛孔型承重盘 9 上的小孔流到第一效加湿塔 6a 底部,第一效加湿塔 6a 内的水位限流管保证塔底部保留设定体积的浓海水,当上部喷淋海水流入塔底的量超过了水位限流管的高度,海水就会通过该效水位限流管流到下一效的多层亲水多孔塑料小球上,其中第一效加湿塔 6a 底部的浓海水被水泵抽到储热水箱 3 的换热器 4 中受热升温后经第一效喷淋头 5 再次喷入第一效加湿塔 6a 内,第二效加湿塔 6b 底部的浓海水经水泵抽到第一效除湿塔内 16a 冷凝器中进行换热,然后进入到储热水箱 3 中的换热器 4a 中受热升温,经第二效海水喷淋头 10 喷到第二效加湿塔 6b 内生成湿空气,太阳能集热器 1 给储热水箱 3 中的海水加热。

[0038] 第一、第二和第三效加湿塔内的热湿空气经风机驱动进入到对应的除湿塔内进行冷凝,湿空气在冷凝器 19 上凝结成淡水并释放出的汽化潜热预热海水,淡水会顺着管路流到除湿塔的下部排出并进入到淡水收集器中。

[0039] 图 2 是两效除湿加湿型太阳能海水淡化机的实施例图。运行原理解释如下:

[0040] 将三效除湿加湿型太阳能海水淡化机改为两效除湿加湿型太阳能海水淡化机,进料海水从第二效除湿塔 16b 中的冷凝器 b20 出来后,分成两路,一路通过阀门 18 排出一部分海水,另一端进入第一效除湿塔 16a 中的冷凝器 a19 的一端,冷凝器 a19 的另一端分为两路,一路依次串联阀门、流量计 17 后经过进海水喷淋头 8 喷淋入第一效加湿塔 6a 内,另一路经第二效海水喷淋头 10 淋入第二加湿塔 6b,第一效加湿塔 6a 底部浓海水被水泵抽到储热水箱 2 的换热器 4d 中,受热升温后经第一效海水喷淋头 5 喷入第一效加湿塔 6a 内,装置运行简单,储热水箱容积小,占地面积小,便于各部件集成,适用于需要较少淡水量的用户。

[0041] 图 3 是四效除湿加湿型太阳能海水淡化机的实施例图。运行原理解释如下：

[0042] 将三效除湿加湿型太阳能海水淡化机增加为四效除湿加湿型太阳能海水淡化机，在三效装置中的第三效加湿塔和除湿塔下增加第四效加湿塔和除湿塔，进料海水由水泵首先抽入第四效除湿塔 16d 内的冷凝器 d22 中，在进入第三效除湿塔 16c 中冷凝器之前，经阀门 18 排出部分海水，剩余海水进入第三效除湿塔中 16c 的冷凝器 c21 中，经过与冷凝器外的湿空气换热后，这部分海水分为两路分别进入到第四效加湿塔 6d 和第一效加湿塔 6a 内，进入第四效加湿塔 6d 内的海水经第四效海水喷淋头 20 喷淋到多层亲水多孔塑料小球上，第四效加湿塔 6d 底部的浓海水通过管路排出装置外；

[0043] 进入第一效加湿塔 6a 内的海水经进海水喷淋头 8 喷淋到多层亲水多孔塑料小球 7 上，小球特殊的结构可以形成面积很大的海水膜，空气在风机 13a 驱动下从下往上流动并与海水膜热湿交换形成热湿空气 15 进入到除湿塔 16a 中，未被蒸发的浓海水经筛型不锈钢盘 9 上的小孔流到加湿塔 6a 底部，水位限流管 11a 保证塔底部保留设定体积的浓海水，当上部喷淋海水流入塔底的量超过了水位限流管 11a 的高度，海水就会通过水位限流管 11a 流到下一效的多层亲水多孔塑料小球 7 上，其中第一效加湿塔 6a 底部的浓海水被水泵抽到处于储热水箱 3 的换热器 4c 中受热升温后经第一效喷淋头 5 再次喷入第一效加湿塔 6a 内，第二效加湿塔 6b 底部的浓海水经水泵抽到第一效除湿塔内 16a 冷凝器中进行换热，然后进入到储热水箱 3 中的换热器 4a 中受热升温，经第二效海水喷淋头 10 喷到第二效加湿塔 6b 内生成湿空气；第三效加湿塔 6c 底部的浓海水经水泵抽到第二效除湿塔内 16b 冷凝器中进行换热，然后进入到储热水箱 3 中的换热器 4b 中受热升温，经第三效海水喷淋头 12 喷到第三效加湿塔 6c 内生成湿空气；太阳能集热器 1 给储热水箱 3 加热。

[0044] 第一、第二、第三和第四效加湿塔内的湿空气经风机驱动进入到对应的除湿塔内进行冷凝，湿空气在冷凝器 19 上凝结成淡水并放出的汽化潜热预热海水，淡水会顺着管路流到除湿塔的下部排出并进入到淡水收集器中。

[0045] 四效除湿加湿塔的应用增加了装置的淡水产水量，适用于需要较多淡水量的用户。

[0046] 本发明利用了进料海水温度低的特点，在除湿塔内提高了湿空气和进料海水的换热系数，对湿空气进行冷凝的效果会更明显，凝结潜热利用率会更高，装置结构更简单，维护更方便，且还利用多级等温加热方式，提高了喷淋海水温度，增加了各效湿空气的含湿量，加之最后一效对浓海水所含的热能作了进一步的利用，降低了浓海水排温，提高了太阳能的利用效率和单位集热面积的产水量。

[0047] 本发明的系统在常压下就可以运行，即使运行温度较低（ $< 50^{\circ}\text{C}$ ）也能产水，而且产水稳定可靠。

[0048] 综上所述，以上仅为本发明的较佳实施例而已，并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

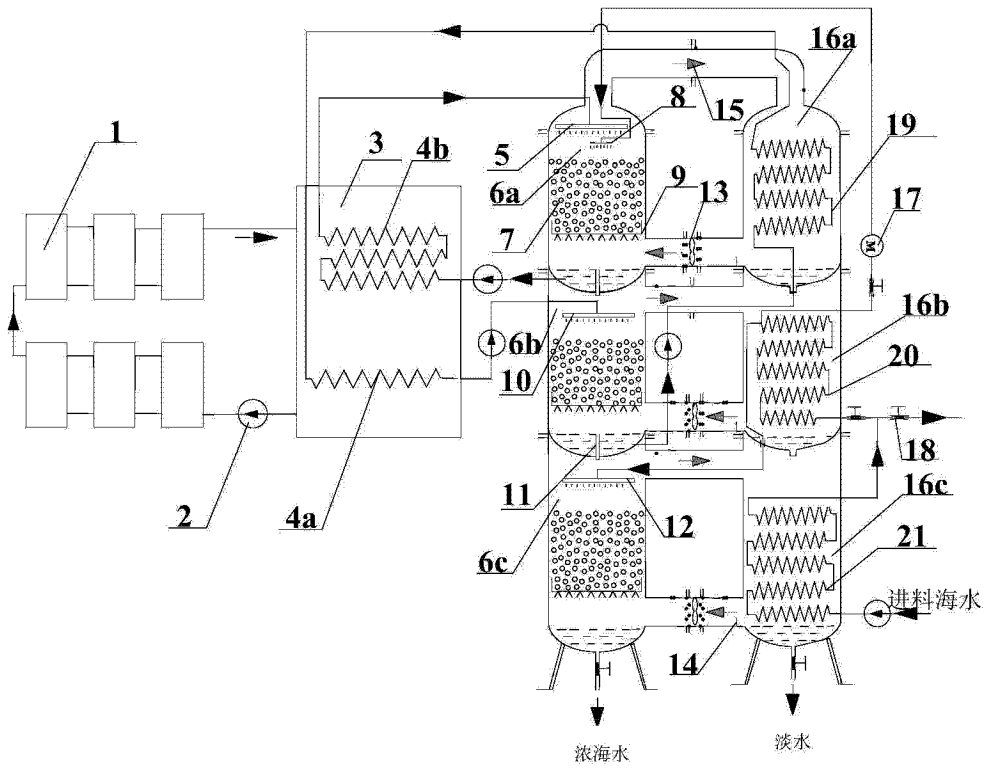


图 1

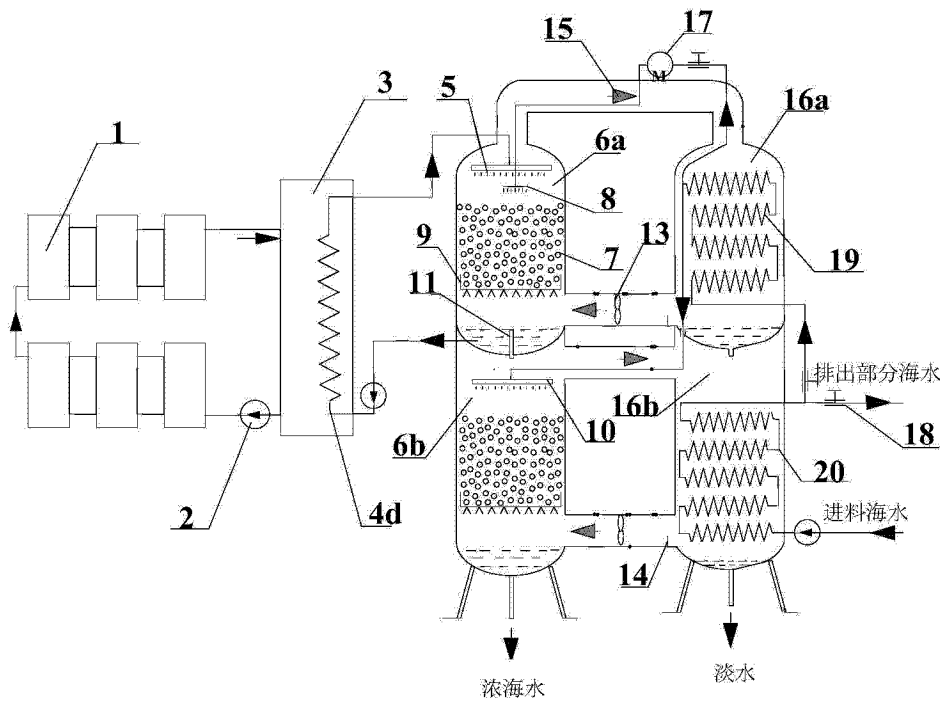


图 2

