



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106362425 A

(43)申请公布日 2017.02.01

(21)申请号 201611038747.1

C02F 1/04(2006.01)

(22)申请日 2016.11.23

C02F 1/16(2006.01)

C02F 103/08(2006.01)

(71)申请人 德阳市中嘉实业股份有限公司

地址 618000 四川省德阳市旌阳区图门江路23号

(72)发明人 杨继禄 陈强 聂森 曲向民

(74)专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理有限公司 51214

代理人 孙杰 钱成岑

(51)Int.Cl.

B01D 1/00(2006.01)

B01D 1/04(2006.01)

B01D 1/22(2006.01)

B01D 1/26(2006.01)

B01D 1/30(2006.01)

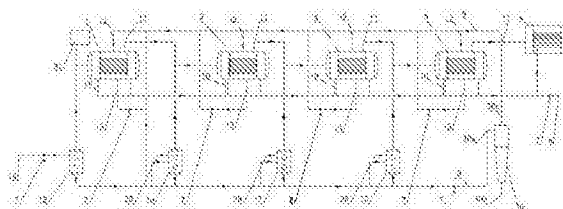
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置

(57)摘要

本发明公开了一种海水淡化装置,特别是一种多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置,属于海水淡化装置技术领域;该装置包括至少2个蒸汽发生器、至少2个蒸发器、冷凝器、分离器和蒸汽驱动装置,蒸汽发生器利用高温和低温等多温废热水作为驱动,结合蒸汽驱动装置补入驱动蒸汽,在蒸发器内对海水进行淡化,冷凝器对蒸汽进行冷凝和收集,产生的浓缩液最终流入分离器,使水资源循环利用和收集蒸发结晶的晶体;采用发明解决了工业废热水利用的问题,可利用多温度的废热水,结合蒸汽驱动装置补入驱动蒸汽提高海水淡化的效率,同时结合分离器的设置循环利用水资源和收集有用溶质。



1. 一种多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置,其特征在于:包括至少2个蒸汽发生器、至少2个蒸发器、冷凝器(5)、分离器(30)和蒸汽驱动装置(31),所述分离器(30)上设置有进料口(30a)、液料出口(30c)和浆料出口(30b),所述蒸汽发生器上设有第一进液口(19)、出气口(20)和排液口(21),各个蒸汽发生器的液体通道和分离器(30)的进料口(30a)通过串联将高温废热水管(14)和分离器(30)连通,所述蒸发器上还设置有第二进液口(29);所述蒸发器设有冷凝液管口(10)、料液补充管口(12)、料液排出管口(13)和用于蒸汽流通的蒸汽管口(11),各个蒸发器的蒸汽通道串联将蒸汽驱动装置(31)和冷凝器(5)连通,各个蒸发器的料液补充管口并联与料液补充管(9)连通,所述蒸汽管口(11)包括蒸汽入口(11a)和蒸汽出口(11b),所述各个蒸汽发生器的出气口(20)分别与蒸发器的蒸汽入口(11a)对应连通,所述冷凝器(5)与冷凝水管(6)连通。

2. 如权利要求1所述的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置,其特征在于:所述蒸汽发生器的数量不超过蒸发器的数量。

3. 如权利要求1所述的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置,其特征在于:所述蒸汽发生器和蒸发器的数量均为4个。

4. 如权利要求1所述的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置,其特征在于:所述所述冷凝液管口(10)包括1个冷凝液进口(10a)和2个冷凝液出口(10b),所述冷凝液通道串联与冷凝水管(6)连通。

5. 如权利要求1所述的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置,其特征在于:所述位于料液补充管(9)远端的液排出管口(13)与浓缩液汇总管(8)连通,其他各个蒸发器的料液排出管口(13)通过循环泵(7)与料液补充管(9)连通,形成逆向料液串联通道。

6. 如权利要求4所述的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置,其特征在于:所述位于料液补充管(9)远端的蒸发器的料液排出管口(13)还通过循环泵(7)与料液补充管(9)连通。

7. 如权利要求1所述的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置,其特征在于:所述蒸汽发生器还包括具有腔体的壳体(22),壳体内部由上至下依次设置有扑沫器(23)、隔板(24)和分布器(25),所述隔板中部还设置有循环返料筒(26),所述第一进液口(19)和第二进液口(29)与分布器(25)连通,出气口(20)位于扑沫器(23)上方所在的壳体上,排液口(21)位于壳体下方。

8. 如权利要求1所述的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置淡化海水的方法,其特征在于:包括以下步骤:

a、通过高温废热水汇总管(14)将废热水引入I效蒸汽发生器(15)中,蒸汽随着I效蒸汽发生器(15)出气口(20)引入I效蒸发器(1)中,废热水通过排液口(21)依次进入其他蒸汽发生器中,产生的蒸汽通过出气口进入对应的蒸发器中,废热水最终进入浓缩液汇总管(8);

b、蒸汽驱动装置(31)将驱动蒸汽通过I效蒸发器1的蒸汽入口(11a)进入,通过I效蒸发器(1)的蒸汽出口(11b)依次进入其他蒸发器,伴随蒸汽发生器引入的蒸汽一起进入冷凝器中冷却,冷凝液引入冷凝水管(6);

c、料液补充管(9)将海水并联引入蒸发器中,在蒸发器中二次蒸发,进行海水淡化;

d、蒸发器中产生的冷凝液和蒸馏液通过冷凝液管口(10)收集到冷凝水管(6)中;

e、淡化后的海水通过料液排出管口(13)收集到浓缩液汇总管(8)中;

f、浓缩液总管(8)通过进料口(31a)进入分离器(31),借用废热水的温度蒸发结晶,液料通过液料出口(31c)引入料液补充管(9),产生的晶体通过浆料出口(31b)排出收集。

9.如权利要求8所述的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置淡化海水的方法,其特征在于:步骤d所述的冷凝液和蒸馏液依次从I效蒸发器(1)进入其他蒸发器中,最后排放至冷凝水管(6)中。

10.如权利要求8所述的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置淡化海水的方法,其特征在于:步骤e所述淡化后的海水通过料液排出管口(13)进入料液补充管(9)中再次引入其他蒸发器中,最后通过I效蒸汽发生器(1)的料液补充管(9)收集到浓缩液汇总管(8)中。

多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种海水淡化装置,特别是一种多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置,属于海水淡化装置技术领域。

背景技术

[0002] 目前,众多蒸馏装置在满足液液分离上有很多设计,强制循环、闪蒸、横管降膜等,这些设计均需要消耗蒸汽驱动,也有采用电能驱动的蒸汽压缩蒸馏装置。电能和蒸汽驱动均消耗了高品位的能源,而工业生产中有大量热水,现有蒸馏装置均未采用热水作为动力驱动,横管降膜蒸发装置未采用热水驱动。

[0003] 在工业生产中,尤其在沿海,大部分的工业生产需要大量的淡水,在利用之后的淡水液体通过过滤处理可再次利用,而还有很大一部分的水由于受到工业生产中的高温而汽化形成水蒸气流失掉,不仅仅浪费了水资源也浪费了大量的热量,如果能够充分利用起来对资源节省和成本的降低都具有重大意义。

[0004] 在利用工业废热水温度时常常不能够充分将废热水所包含的热量充分利用起来,因此,针对工业废热水的热量利用率需要进一步完善设计。

[0005] 而在目前的结晶装置,众多蒸发结晶装置在满足固液分离上有很多设计,强制循环、闪蒸等,这些设计均需要消耗蒸汽驱动,也有采用电能驱动的蒸汽压缩蒸发结晶装置。电能和蒸汽驱动均消耗了高品位的能源,而工业生产中有大量热水,现有蒸发结晶装置均未采用热水作为动力驱动,横管降膜蒸发装置未采用结晶器,也未采用热水驱动蒸发,在海水淡化过程中,被处理过的海水浓缩液能够进一步处理,能够获取更多的工业原料。

发明内容

[0006] 本发明的发明目的在于:针对上述存在的问题,提供一种可采用低品位的多种温度水混合驱动蒸汽作动力驱动蒸发结晶分离固体和液体,合理利用了生产过程中热水的能源,还可以收集从多种温度热水中分离出来的冷凝液和海水淡化的冷凝液的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置。

[0007] 本发明采用的技术方案如下:

一种多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置,包括至少2个蒸汽发生器、至少2个蒸发器、冷凝器、分离器和蒸汽驱动装置,所述分离器上设置有进料口、液料出口和浆料出口,所述蒸汽发生器上设有第一进液口、出气口和排液口,各个蒸汽发生器的液体通道和分离器的进料口通过串联将高温废热水管和分离器连通,所述蒸发器上还设置有第二进液口;所述蒸发器设有冷凝液管口、料液补充管口、料液排出管口和用于蒸汽流通的蒸汽管口,各个蒸发器的蒸汽通道串联将蒸汽驱动装置和冷凝器连通,各个蒸发器的料液补充管口并联与料液补充管连通,所述蒸汽管口包括蒸汽入口和蒸汽出口,所述各个蒸汽发生器的出气口分别与蒸发器的蒸汽入口对应连通,所述冷凝器与冷凝水管连通。

[0008] 本发明的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置,所述蒸汽发生器的数量

不超过蒸发器的数量。这样能够保证一个蒸汽发生器对应一个蒸发器,从而充分利用热能。

[0009] 进一步的,蒸汽发生器的数量也可以超过蒸发器的数量。没有蒸发器进行匹配的蒸汽发生器的出气口可以直接与冷凝器连通,直接收集工业废热水余热产生的少量蒸汽。

[0010] 进一步的,所述蒸汽发生器和蒸发器的数量均为4个。此设计方式的应用范围最广,使用的效率是最高的。

[0011] 本发明的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置,所述冷凝液管口包括1个冷凝液进口和2个冷凝液出口。可以实现冷凝液的串联形式,能够保证出来的具有热量的冷凝液再次充分利用起来。

[0012] 进一步的,所述冷凝液通道串联与冷凝水管连通。采用串联的方式提高热能的使用率。

[0013] 本发明的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置,所述冷凝液管口并联与冷凝水管连通。采用并联的方式能够缩短冷凝液的管路路程。

[0014] 本发明的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置,所述位于料液补充管远端的液排出管口与浓缩液汇总管连通,其他各个蒸发器的料液排出管口通过循环泵与料液补充管连通,形成逆向料液串联通道。采用此方式能够使料液进入蒸发利用后再次回收利用,充分对海水进行淡化处理。

[0015] 进一步的,所述位于料液补充管远端的蒸发器的料液排出管口还通过循环泵与料液补充管连通。采用该方式的设计既能够将最后一级流出的温度较高的海水再次循环利用,同时加快设备停止时套装设备内海水排出。

[0016] 本发明的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置,所述各个蒸发器的料液排出管口并联与浓缩液汇总管连通。能够快速排出蒸发器内的液体。

[0017] 本发明的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置,所述蒸汽发生器还包括具有腔体的壳体,壳体内部由上至下依次设置有扑沫器、隔板和分布器,所述隔板中部还设置有循环返料筒,所述第一进液口和第二进液口与分布器连通,出气口位于扑沫器上方所在的壳体上,排液口位于壳体下方。

[0018] 进一步的,所述分布器为圆环,分布器上开设有用于工业废水喷射的喷射通道。

[0019] 进一步的,所述喷射通道为开设于圆环上的环形槽。

[0020] 进一步的,所述环形槽开口向下。能使较大的杂质进入蒸汽发生器后向下沉淀。

[0021] 一种多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置淡化海水的方法,包括以下步骤:

a、通过高温废热水汇总管将废热水引入I效蒸汽发生器中,蒸汽随着I效蒸汽发生器出气口引入I效蒸发器中,废热水通过排液口依次进入其他蒸汽发生器中,产生的蒸汽通过出气口进入对应的蒸发器中,废热水最终进入浓缩液汇总管;

b、蒸汽驱动装置将驱动蒸汽通过I效蒸发器1的蒸汽入口进入,通过I效蒸发器的蒸汽出口依次进入其他蒸发器,伴随蒸汽发生器引入的蒸汽一起进入冷凝器中冷却,冷凝液引入冷凝水管;

c、料液补充管将海水并联引入蒸发器中,在蒸发器中二次蒸发,进行海水淡化;

d、蒸发器中产生的冷凝液和蒸馏液通过冷凝液管口收集到冷凝水管中;

e、淡化后的海水通过料液排出管口收集到浓缩液汇总管中;

f、浓缩液总管通过进料口进入分离器,借用废热水的温度蒸发结晶,液料通过液料出口引入料液补充管,产生的晶体通过浆料出口排出收集。

[0022] 本发明的一种多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置淡化海水的方法,步骤d所述的冷凝液和蒸馏液依次从I效蒸发器进入其他蒸发器中,最后排放至冷凝水管中。

[0023] 本发明的一种多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置淡化海水的方法,步骤e所述淡化后的海水通过料液排出管口进入料液补充管中再次引入其他蒸发器中,最后通过I效蒸汽发生器的料液补充管收集到浓缩液汇总管中。

[0024] 综上所述,由于采用了上述技术方案,本发明的有益效果是:

1、采用本发明的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置解决了工业废热水利用的问题,通过高温废热水梯级利用和补入低温废热水的方法充分将工业废热水的热能利用起来,结合驱动蒸汽能够有效保证海水淡化的效率,满足工业生产的需求。

[0025] 2、采用本发明的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置能够充分利用水资源,通过分离器的设置,在热水的驱动下能够实现蒸发结晶,将液体重新再利用,同时能够产生一定的晶体溶质。

附图说明

[0026] 图1是本发明的结构示意图;

图2是蒸发器的结构示意图;

图3是蒸汽发生器的结构示意图。

[0027] 图中标记:1-I效蒸发器、2-II效蒸发器、3-III效蒸发器、4-IV效蒸发器、5-冷凝器、6-冷凝水管、7-循环泵、8-浓缩液汇总管、9-料液补充管、10-冷凝液管口、10a-冷凝液进口、10b-冷凝液出口、11-蒸汽管口、11a-蒸汽入口、11b-蒸汽出口、12-料液补充管口、13-料液排出管口、14-高温废热水总管、15-I效蒸汽发生器、16-II效蒸汽发生器、17-III效蒸汽反生器、18-IV效蒸汽发生器、19-第一进液口、20-出气口、21-排液口、22-壳体、23-扑沫器、24-隔板、25-分布器、26-循环返料筒、27-维修口、28-低温废热水管、29-第二进液口、30-分离器、30a-进料口、30b-浆料出口、30c-液料出口、31-蒸汽驱动装置。

具体实施方式

[0028] 本说明书中公开的所有特征,或公开的所有方法或过程中的步骤,除了互相排斥的特征和/或步骤以外,均可以以任何方式组合。

[0029] 本说明书中公开的任一特征,除非特别叙述,均可被其他等效或具有类似目的的替代特征加以替换。即,除非特别叙述,每个特征只是一系列等效或类似特征中的一个例子而已。

[0030] 实施例1

一种多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置,如图1所示,包括包括至少2个蒸汽发生器、至少2个蒸发器、冷凝器5、分离器30和蒸汽驱动装置31,所述分离器30上设置有进料口30a、液料出口30c和浆料出口30b,如图3所示,所述蒸汽发生器上设有第一进液口19、出气口20和排液口21,各个蒸汽发生器的液体通道和分离器30的进料口30a通过串联将高温废热水管14和分离器30连通,所述蒸发器上还设置有第二进液口29;如图2所示,所述

蒸发器设有冷凝液管口10、料液补充管口12、料液排出管口13和用于蒸汽流通的蒸汽管口11,各个蒸发器的蒸汽通道串联将蒸汽驱动装置31和冷凝器5连通,各个蒸发器的料液补充管口并联与料液补充管9连通,所述蒸汽管口11包括蒸汽入口11a和蒸汽出口11b,所述各个蒸汽发生器的出气口20分别与蒸发器的蒸汽入口11a对应连通,所述冷凝器5与冷凝水管6连通。

[0031] 具体的,在本实施方式中,蒸发器为横管降膜蒸发器。进一步的,排液口21还通过并联与浓缩液汇总管8连通。在正常运行中,最后一个蒸汽发生器中,所有工业废热水经过蒸汽发生装置后再流入浓缩液。即,远端的2个蒸汽发生器之间液体管道上设置有用组织工业废水直接进入浓缩液汇总管8的阀门。

[0032] 在其中一具体实施方式中,蒸汽发生器的数量不超过蒸发器的数量。这样能够充分保证蒸汽发生器产生的蒸汽都是进入到蒸发器利用。当然,在另一具体实施方式中,蒸汽发生器的数量也可超过蒸发器的数量。未能有蒸发器与之匹配的蒸汽发生器的出气口20连通于冷凝器5。

[0033] 在另一具体实施方式中,蒸汽发生器和蒸发器的数量均为4个。即:蒸汽发生器包括I效蒸汽发生器15、II效蒸汽发生器16、III效蒸汽发生器17和IV效蒸汽发生器18;蒸发器包括I效蒸发器1、II效蒸发器2、III效蒸发器3和IV效蒸发器4。此设计方式的应用范围最广,实用的效率是最高的。当然,该方式不局限于4个,在另外的实施方式中还可以设置为不同数量的,根据实用环境需求,例如设置为2个、3个或者6个。

[0034] 具体的,上述各个蒸汽发生器的液体通道和分离器30的进料口30a通过串联将高温废热水管14和分离器30连通,其连接方式例如:高温废热水总管14与I效蒸发器15的进液口19连通,I效蒸汽发生器15的排液口21与II效蒸汽发生器16的第一进液口19连通,II效蒸汽发生器16的排液口21与III效蒸汽发生器17的第一进液口19连通,III效蒸汽发生器17的排液口21与IV效蒸汽发生器18的第一进液口19连通,IV效蒸汽发生器18的排液口21与浓缩液汇总管8与连通,浓缩液汇总管8通过进料口30a与分离器30连通。

[0035] 作为进一步优化的,在其中一具体实施方式中,近高温废热水管14的端部蒸汽发生器的第二进液口29与高温废热水管14连通,其余蒸汽发生器的第二进液口29并联与低温分热水管28连通,例如:I效蒸汽发生器15的第二进液口29与高温废热水管14连通,II效蒸汽发生器16的第二进液口29、III效蒸汽发生器17的第二进液口29和IV效蒸汽发生器18的第二进液口29分别与低温废热水管28连通。而在本实施中,所述I效蒸汽发生器15的第一进液口19和第二进液口29共用一个管口。

[0036] 上述各个蒸发器的蒸汽通道串联将蒸汽驱动装置31和冷凝器5连通,其连接方式例如:蒸汽驱动装置31与I效蒸发器1的蒸汽入口11a连通,I效蒸发器1的蒸汽出口11b与II效蒸发器2的蒸汽入口11a连通,II效蒸发器的蒸汽出口11b与III效蒸发器3的蒸汽入口11a连通,III效蒸发器3的蒸汽出口11b与IV效蒸发器4的蒸汽入口11a连通,IV效蒸发器4的蒸汽出口11b与冷凝器5连通。

[0037] 上述蒸汽发生器的出气口20分别与蒸发器的蒸汽入口11a连通,其连接方式例如:I效蒸汽发生器15的出气口20与I效蒸发器1的蒸汽管入口11a连通,II效蒸汽发生器16的出气口20与II效蒸发器2的蒸汽管入口11a连通,III效蒸汽发生器17的出气口20与III效蒸发器3的蒸汽管入口11a连通,IV效蒸汽发生器18的出气口20与IV效蒸发器4的蒸汽管入口11a连

通。

[0038] 在上述的设计基础上,针对冷凝液管口10进一步设计,在另一具体实施方式中,冷凝液管口10包括1个冷凝液进口10a和2个冷凝液出口10b。其中一冷凝液出口10b位于蒸发器横管出口所在的端部,用于收集从横管出来的冷凝液,另一冷凝液出口10b则位于蒸发器横管入口所在的端部,并且紧靠冷凝液进口10a。进一步的,为了有效提升冷凝液自身的温度和含在冷凝液内的蒸汽,在其中一具体实施方式中,冷凝液通道串联与冷凝水管6连通,例如:I效蒸发器1的冷凝液入口10a关闭,I效蒸发器1的冷凝液出口10b与II效蒸发器2的冷凝液入口10a连通,II效蒸发器2的冷凝液出口10b与III效蒸发器3的冷凝液入口10a连通,III效蒸发器3的冷凝液出口10b与IV效蒸发器4的冷凝液入口10a连通,IV效蒸发器4的冷凝液出口10b与冷凝水管6连通。最开始出来的冷凝液伴随一定的蒸汽,并且具有一定的温度,为了充分的利用余热,依次进入下一级蒸发器,最终出来的冷凝液伴随的蒸汽量最小化。

[0039] 当然,将冷凝液的出口作为常规化的设计,也可以只设计为1个冷凝液管口10。因此,在综合以上的实施方式的基础上,冷凝液管口10的连接方式不仅仅限于串联的方式,在另一具体实施方式中,冷凝液管口10还可以通过并联的方式与冷凝水管8连通。各个蒸发器的冷凝液管口10直接与冷凝水管8连通,利用并联的方式直接收集液化的冷凝液,能够缩短冷凝液的管路路程。

[0040] 在另一具体实施方式中,位于料液补充管9远端的蒸发器的料液排出管口13通过浓缩液汇总管8与分离器30连通,其他各个蒸发器的料液排出管口13通过循环泵7与料液补充管9连通。例如,如图1所示,I效蒸发器1位于料液补充管9的远端,因此,物料的排放方式是通过串联形成的通道,即顺序为:IV效蒸发器4、III效蒸发器3、II效蒸发器2至I效蒸发器1。采用此方式充分利用系统中的温度使海水能够充分淡化。在此设计的基础上,进一步的,所述位于料液补充管9远端的蒸发器的料液排出管口13还通过循环泵7与料液补充管9连通。通过此方式能够使海水充分利用,充分淡化,解决了海水未被充分淡化就被排出的问题,例如在用于排放浓缩液至浓缩液汇总管8的管道上增加1个阀门,运行过程中切断料液走向,通过循环泵7充分利用海水资源。保证了蒸发后浓缩液的排放,同时还将在物料通道最后一级的浓缩液再次循环利用。

[0041] 在另一具体实施方式中,料液排出管口13并联与浓缩液汇总管8连通。能够快速有效的排出蒸发器内部的液体。

[0042] 而蒸汽发生器实用的对象是工业废热水,因此,在其中一具体实施方式中,所述蒸汽发生器还包括具有腔体的壳体22,壳体内部由上至下依次设置有扑沫器23、隔板24和分布器25,所述隔板中部还设置有循环返料筒26,所述第一进液口19和第二进液口29与分布器25连通,出气口20位于扑沫器23上方所在的壳体上,排液口21位于壳体下方。采用此方式能够有效的过滤掉工业废热水内的杂质和蒸汽与废水产生的泡沫。具体的,分布器25为圆环形状,圆环上开设有用于工业废水喷射的喷射通道。作为优选的,喷射通道为开设于圆环上的环形槽。进一步的,环形槽开口向下。能使较大的杂质进入蒸汽发生器后向下沉淀。更具体的,蒸汽发生器上还设有用于设备维修的设备维修口27。

[0043] 本实施例所设计的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置海水淡化方法,包括以下步骤:

a、通过高温废热水汇总管14将废热水引入I效蒸汽发生器15中,蒸汽随着I效蒸汽发生

器15出气口20引入I效蒸发器1中,废热水通过排液口21依次进入其他蒸汽发生器中,产生的蒸汽通过出气口进入对应的蒸发器中,废热水最终进入浓缩液汇总管8;

b、蒸汽驱动装置31将驱动蒸汽通过I效蒸发器1的蒸汽入口11a进入,通过I效蒸发器1的蒸汽出口11b依次进入其他蒸发器,伴随蒸汽发生器引入的蒸汽一起进入冷凝器中冷却,冷凝液引入冷凝水管6;

c、料液补充管9将海水并联引入蒸发器中,在蒸发器中二次蒸发,进行海水淡化;

d、蒸发器中产生的冷凝液和蒸馏液通过冷凝液管口10收集到冷凝水管(6)中;

e、淡化后的海水通过料液排出管口13收集到浓缩液汇总管8中;

f、浓缩液总管8通过进料口31a进入分离器31,借用废热水的温度蒸发结晶,液料通过液料出口31c引入料液补充管9,产生的晶体通过浆料出口31b排出收集。

[0044] 具体的,步骤d所述的冷凝液和蒸馏液依次从I效蒸发器1进入其他蒸发器中,最后排放至冷凝水管6中。

[0045] 更具体的,步骤e所述淡化后的海水通过料液排出管口13进入料液补充管9中再次引入其他蒸发器中,最后通过I效蒸汽发生器1的料液补充管9收集到浓缩液汇总管8中。

[0046] 综上所述,采用本发明的多温水汽混合驱动横管降膜多效蒸发结晶装置解决了工业废热水利用的问题,可利用多温度的废热水,结合蒸汽驱动装置补入驱动蒸汽提高海水淡化的效率,同时结合分离器的设置循环利用水资源和收集有用溶质,有效的节省水资源和能源。

[0047] 本发明并不局限于前述的具体实施方式。本发明扩展到任何在本说明书中披露的新特征或任何新的组合,以及披露的任一新的方法或过程的步骤或任何新的组合。

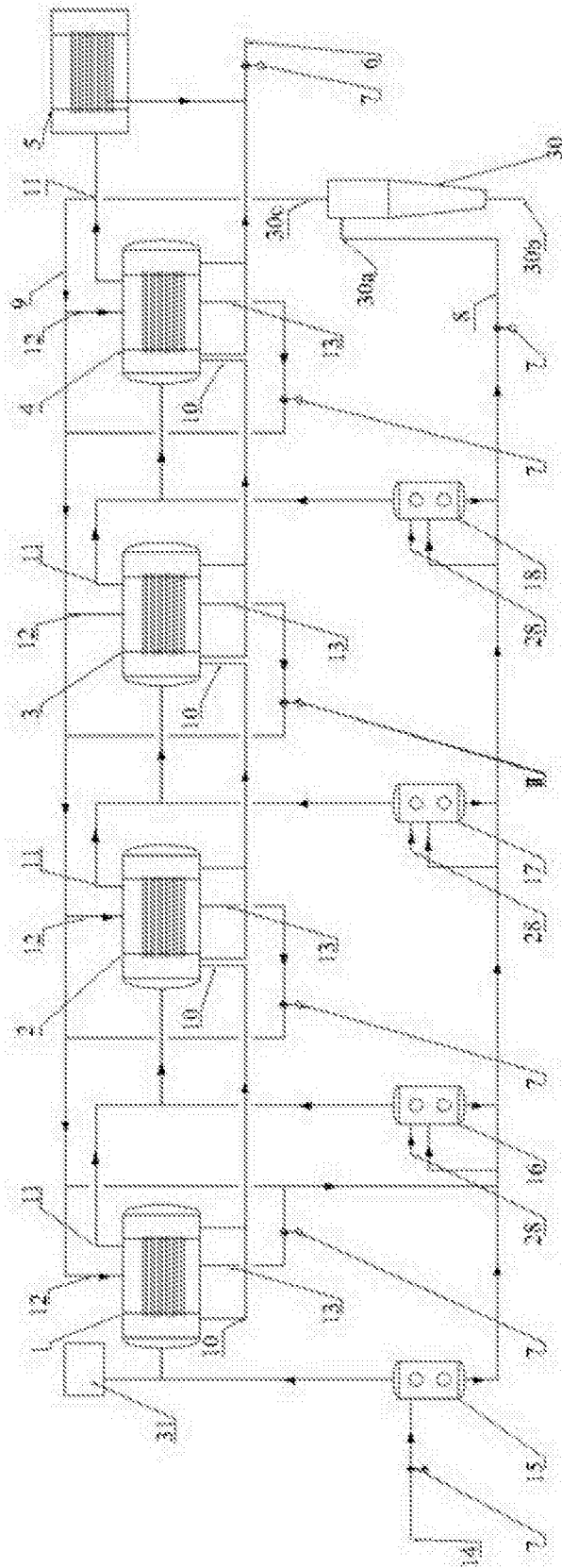


图1

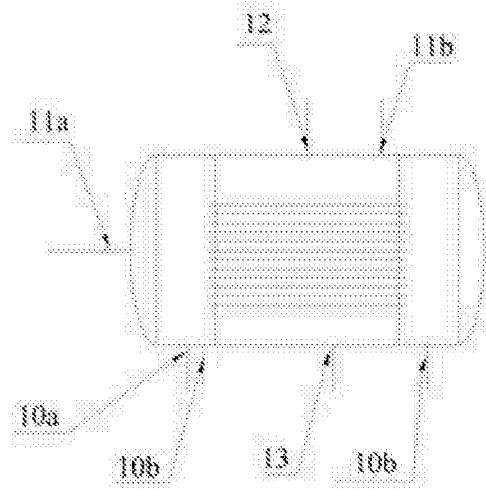


图2

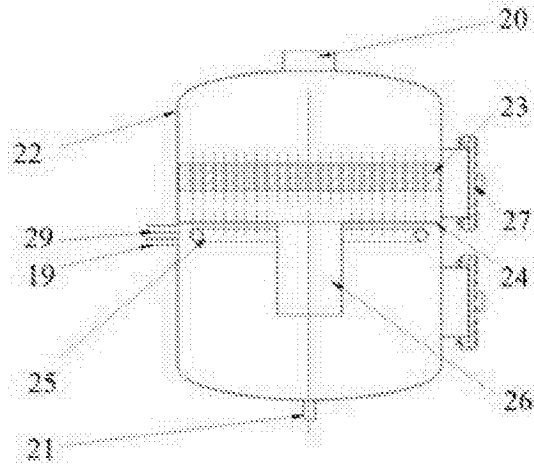


图3