



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110615498 A

(43)申请公布日 2019.12.27

(21)申请号 201911022467.5

(22)申请日 2019.10.25

(71)申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西路28号

(72)发明人 赵舒然 刘继平 张丹

(74)专利代理机构 西安智大知识产权代理事务所 61215

代理人 何会侠

(51) Int. Cl.

C02F 1/14(2006.01)

C02F 1/06(2006.01)

C02F 103/18(2006.01)

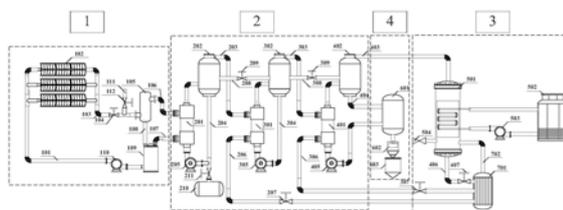
权利要求书3页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发系统及工作方法

(57)摘要

本发明公开了一种太阳能闪蒸驱动多效强制循环蒸发系统及工作方法,该系统包括太阳能闪蒸供热子系统、强制循环蒸发子系统、冷却子系统和固液分离子系统,太阳能闪蒸供热子系统通过收集太阳能加热循环水,后通过闪蒸获得蒸汽驱动强制循环蒸发子系统;多效强制循环子系统搭配固液分离子系统可实现深度水回收,以及晶体回收;该系统在脱硫废水处理、废水回收、海水淡化、食品加工、药品生产等众多领域存在巨大的应用前景。



1. 一种太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发系统,其特征在于:包括太阳能闪蒸供热子系统、多效强制循环蒸发子系统、冷却子系统和固液分离子系统四部分,能够有效利用太阳能提供热量,降低系统的能耗水平并减少系统中泵的使用数量,降低热成本;

具体连接关系如下:

太阳能闪蒸供热子系统的连接关系为:低温水管连接太阳能集热板的入口,太阳能集热板的出口依次连接高温水管、闪蒸减压阀和闪蒸腔,闪蒸腔的蒸汽出口连接闪蒸蒸汽管、闪蒸腔的液态水出口依次连接未闪蒸水管和闪蒸循环水水箱,闪蒸蒸汽管接入强制循环蒸发系统的首效蒸汽加热器的壳侧,闪蒸蒸汽凝结水管连接首效蒸汽加热器的壳侧和闪蒸循环水水箱,闪蒸系统循环升压泵连接于闪蒸循环水水箱出口与低温水管间,闪蒸腔前设计三通管连接备用蒸汽管和备用蒸汽阀;

强制循环蒸发子系统由多效强制循环蒸发器串联构成,效数在2~8效之间调节,其中第一效和末效的连接方式和中间各效存在区别;第一效的连接方式如下:第一效蒸汽加热器的出口由管道连接至第一效蒸汽分离室,第一效蒸汽分离室的上端连接第一效二次蒸汽管道,下端依次连接第一效未蒸发工质回流管、第一效强制循环泵和第一效蒸汽加热器的入口,第一效蒸汽分离室的中部通过第一效物料转移管和第一效物料转移阀连接第二效蒸汽分离器,第二效蒸汽加热器的壳侧上端连接第一效二次蒸汽管道,下端依次连接第一效二次蒸汽凝结水管、第一效二次蒸汽凝结水阀和产品水箱;中间某效的连接方式如下:中间某效蒸汽加热器的出口由管道连接至中间某效蒸汽分离室,中间某效蒸汽分离室的上端连接中间某效二次蒸汽管道,下端依次连接中间某效未蒸发工质回流管、中间某效强制循环泵和中间某效蒸汽加热器的入口,中间某效蒸汽分离室的中部通过中间某效物料转移管308和中间某效物料转移阀连接中间某效蒸汽分离室,末效蒸汽加热器的壳侧上端连接中间某效二次蒸汽管道,下端依次连接中间某效二次蒸汽凝结水管、中间某效二次蒸汽凝结水阀和产品水箱;末效的连接方式如下:末效蒸汽加热器的出口由管道连接至末效蒸汽分离室,末效蒸汽分离室的上端连接末效二次蒸汽管道,下端依次连接末效未蒸发工质回流管、固液分离系统、末效未蒸发工质回流管、末效强制循环泵和末效蒸汽加热器的入口,凝汽器的壳侧上端连接末效二次蒸汽管道,下端依次连接末效二次蒸汽凝结水管、末效二次蒸汽凝结水阀、产品水箱;

冷却子系统的连接关系为:凝汽器的管侧、空冷塔、冷却循环水泵三者由管道连接成一个回路,真空泵连接凝汽器的壳侧;

固液分离系统连接关系为:稠厚罐上下两端分别连接末效未蒸发工质回流管,底部通过管道连接离心分离机、离心分离机的固体出口下方放置固体储存仓;

所述稠厚罐、离心分离机、固体储存仓等设备并不是系统的必需部件,当系统仅涉及到浓缩而不产生晶体时,可拆除以上部件,而将未蒸发工质回流管合并。

2. 根据权利要求1所述的一种太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发系统,其特征在于:所述产品水箱蒸汽管与凝汽器的壳侧的连接位置高于凝汽器壳侧的液位。

3. 根据权利要求1所述的一种太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发系统,其特征在于:所述太阳能集热板主要包括抛物线型反射面与金属换热管两部分组成。

4. 根据权利要求1所述的一种太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发系统,其特征在于:所述各效蒸汽分离室内的溶液温度在40℃~150℃之间,各效蒸汽加热器管侧溶液的温

升在 $0.2\sim 5^{\circ}\text{C}$,各效蒸汽加热器壳侧蒸汽与管侧溶液换热温差在 $5\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间。

5. 根据权利要求1所述的一种太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发系统,其特征在于:所述各效蒸汽加热器壳侧蒸汽流量与管侧溶液流量的质量比在 $1:100\sim 1:2000$ 之间。

6. 根据权利要求1所述的一种太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发系统,其特征在于:所述各效蒸汽分离室内的工作压力为该溶液温度与浓度下的饱和蒸汽压力。

7. 根据权利要求1所述的一种太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发系统,其特征在于:所述各级蒸汽加热器内的冷凝水液位通过二次蒸汽凝结水阀控制。

8. 权利要求1至7任一项所述的太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发系统的工作方法,其特征在于:工作方法具体如下:

1) 太阳能闪蒸供热子系统内的工作工质为经过除氧的高纯水;闪蒸循环水水箱主要起到缓冲,提高闪蒸系统循环升压泵的入口压力,防止气蚀发生的作用,提高了系统稳定性;高纯水经过闪蒸系统循环升压泵升压后经过低温水管连接进入太阳能集热板的换热管内,高纯水通过吸收太阳能温度提高,之后通过高温水管经过闪蒸减压阀进入闪蒸腔,高温水在闪蒸减压阀时压力下降,高温水因此处于过热状态,并在闪蒸腔内实现闪蒸,闪蒸产生的水蒸汽从闪蒸蒸汽管进入强效循环蒸发子系统,强效循环蒸发子系统产生的凝结水从闪蒸蒸汽凝结水管回流至闪蒸循环水水箱,闪蒸腔内未转化为水蒸气的水闪蒸结束后,降温成为饱和低温水,经过未闪蒸水管回流至闪蒸循环水水箱。可通过调节备用蒸汽阀从备用蒸汽管获得厂用辅汽或汽轮机抽汽,保证无太阳能使用时的系统工作能力;

2) 强效循环蒸发子系统的工作方法为:强制循环蒸发子系统由多套强制循环蒸发器串联构成,各效工作方法相同,对于中间某效强制循环蒸发器:蒸汽加热器管侧为高速流动的溶液,方向为从下至上流动,在上升过程中吸收热量并升温,壳侧蒸汽凝结放热。升温后的溶液通过管道进入蒸汽分离器,在此发生低过热度的闪蒸,产生的二次蒸汽通过二次蒸汽管道进入下一效的蒸汽加热器壳侧,冷凝水通过二次蒸汽凝结水管经过二次蒸汽凝结水阀汇入产品水箱,而未发生相变的溶液得到提浓后大部分通过未蒸发工质回流管被吸入强制循环泵,之后再次进入蒸汽加热器,小部分通过物料转移管经过物料转移阀进入下一效的蒸汽分离室;其中第一效的区别在于,蒸汽加热器的加热蒸汽来自于太阳能闪蒸蒸汽供热子系统,且第一效的补充物料从原料箱经过原料阀进入强制循环泵的入口;末效的区别在于其二次蒸汽最终进入凝汽器的壳侧,且未蒸发工质回流管之间连接固液分离系统;

3) 冷却子系统的工作方法为:冷却循环水泵驱动冷却循环水在凝汽器的管侧和空冷塔之间循环吸放热,在凝汽器内吸热温升,在空冷塔内放热温降。真空泵布置于凝汽器的壳侧,用于排出不凝结气体;每一效的二次蒸汽凝结水管中的凝结水在经过该效二次蒸汽凝结水阀进入产品水箱的过程中由于压降发生闪蒸并产生蒸汽,该部分蒸气通过产品水箱蒸汽管进入凝汽器;最终分离出的产品水收集于产品水箱,析出的晶体收集于固体储存仓;

4) 固液分离系统的工作方法为:稠厚罐起到缓冲并提供结晶时间和空间的作用,在重力作用下,溶液中的晶体下沉到稠厚罐的底部,部分饱和溶液裹挟着晶体通过未蒸发工质回流管进入离心分离机,分离出的晶体进入固体储存仓;

所述太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发系统在启动时,首先打开原料阀,借助第一效强制循环泵将原料箱中的原料液送入强制循环蒸发子系统的第一效,并通过物料转移管到达强制循环蒸发子系统的各效。待各效强制循环泵稳定工作后,之后启动冷却子系统,

打开真空泵,各效达到设计工作压力后,再启动太阳能闪蒸供热子系统;当末效蒸汽分离室内的工质达到过饱和状态后,最后启动固液分离系统。

9.根据权利要求10所述的工作方法,其特征在于:所述强效循环蒸发子系统工作时为保证稳定运行,需要对各效强制循环蒸发器进行液位控制,若首效蒸汽分离室液位过低时,扩大原料阀的入料量,若其他各效蒸汽分离室液位过低时,扩大前一效的物料转移阀。

太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发系统及工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种太阳能强制循环蒸发系统,具体涉及一种太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发系统及工作方法。

背景技术

[0002] 强制循环蒸发技术即在强制循环换热器内将热量传递给强制循环流动的液态工质,提升液态工质温度,溶剂在并在分离室相变分离,使溶液中的溶剂发生相变,从溶液中分离。强制循环蒸发技术由于实现了换热位置与相变位置的分离,并保证了换热位置的液态工质始终处于高速流动状态,因此具有良好的防结垢性能,且能够溶液可以在过饱和状态循环蒸发,从而达到提浓、结晶、回收溶剂等目的。故该技术在脱硫废水处理、废水回收、海水淡化、食品加工、药品生产等众多领域存在巨大的应用价值。

[0003] 随着环保意识的增强,该技术在燃煤电厂脱硫废水处理和废水回收等领域的应用量激增,但该技术仍然存在以下几点不足:1.热成本高,现有技术大多采用蒸汽作为驱动热源,以燃煤电厂厂用汽驱动单效强制循环系统进行脱硫废水处理为例,其吨水处理热成本超过100元/吨。2.泵数量多,在多效强制循环系统中,除了强制循环泵,每一效都配有物料转移泵增加了设备成本。

发明内容

[0004] 为克服上述现有技术存在的问题,本发明的目的在于提供了一种太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发的系统及工作方法,包括太阳能闪蒸供热子系统1,多效强制循环蒸发子系统2,冷却子系统3,固液分离子系统4四部分,从而有效利用太阳能提供热量,降低系统的能耗水平并减少系统中泵的使用数量,降低热成本。

[0005] 为了达到上述目的,本发明采用如下技术方案。

[0006] 一种太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发系统,包括太阳能闪蒸供热子系统、多效强制循环蒸发子系统、冷却子系统3和固液分离子系统四部分,能够有效利用太阳能提供热量,降低系统的能耗水平并减少系统中泵的使用数量,降低热成本;

[0007] 具体连接关系如下:

[0008] 太阳能闪蒸供热子系统的连接关系为:低温水管1连接太阳能集热板的入口,太阳能集热板的出口依次连接高温水管、闪蒸减压阀和闪蒸腔,闪蒸腔的蒸汽出口连接闪蒸蒸汽管、闪蒸腔的液态水出口依次连接未闪蒸水管和闪蒸循环水水箱,闪蒸蒸汽管接入强制循环蒸发系统的首效蒸汽加热器的壳侧,闪蒸蒸汽凝结水管连接首效蒸汽加热器的壳侧和闪蒸循环水水箱,闪蒸系统循环升压泵连接于闪蒸循环水水箱出口与低温水管间,闪蒸腔前设计三通管连接备用蒸汽管和备用蒸汽阀;

[0009] 强制循环蒸发子系统由多效强制循环蒸发器串联构成,效数在2~8效之间调节,其中第一效和末效的连接方式和中间各效存在区别;第一效的连接方式如下:第一效蒸汽加热器的出口由管道连接至第一效蒸汽分离室,第一效蒸汽分离室的上端连接第一效二次

蒸汽管道,下端依次连接第一效未蒸发工质回流管、第一效强制循环泵和第一效蒸汽加热器的入口,第一效蒸汽分离室的中部通过第一效物料转移管和第一效物料转移阀连接第二效蒸汽分离器,第二效蒸汽加热器的壳侧上端连接第一效二次蒸汽管道,下端依次连接第一效二次蒸汽凝结水管、第一效二次蒸汽凝结水阀和产品水箱;中间某效的连接方式如下:中间某效蒸汽加热器的出口由管道连接至中间某效蒸汽分离室,中间某效蒸汽分离室的上端连接中间某效二次蒸汽管道,下端依次连接中间某效未蒸发工质回流管、中间某效强制循环泵和中间某效蒸汽加热器的入口,中间某效蒸汽分离室的中部通过中间某效物料转移管和中间某效物料转移阀连接中间某效蒸汽分离室,末效蒸汽加热器的壳侧上端连接中间某效二次蒸汽管道,下端依次连接中间某效二次蒸汽凝结水管、中间某效二次蒸汽凝结水阀和产品水箱;末效的连接方式如下:末效蒸汽加热器的出口由管道连接至末效蒸汽分离室,末效蒸汽分离室的上端连接末效二次蒸汽管道,下端依次连接末效未蒸发工质回流管、固液分离系统、末效未蒸发工质回流管、末效强制循环泵和末效蒸汽加热器的入口,凝汽器的壳侧上端连接末效二次蒸汽管道,下端依次连接末效二次蒸汽凝结水管、末效二次蒸汽凝结水阀、产品水箱;

[0010] 冷却子系统的连接关系为:凝汽器的管侧、空冷塔、冷却循环水泵三者由管道连接成一个回路,真空泵连接凝汽器的壳侧;

[0011] 固液分离系统连接关系为:稠厚罐上下两端分别连接末效未蒸发工质回流管,底部通过管道连接离心分离机、离心分离机的固体出口下方放置固体储存仓;

[0012] 所述稠厚罐、离心分离机、固体储存仓等设备并不是系统的必需部件,当系统仅涉及到浓缩而不产生晶体时,可拆除以上部件,而将未蒸发工质回流管合并。

[0013] 所述产品水箱蒸汽管与凝汽器的壳侧的连接位置高于凝汽器壳侧的液位。

[0014] 所述太阳能集热板主要包括抛物线型反射面与金属换热管两部分组成。

[0015] 所述各效蒸汽分离室内的溶液温度在 $40^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ 之间,各效蒸汽加热器管侧溶液的温升在 $0.2\sim 5^{\circ}\text{C}$,各效蒸汽加热器壳侧蒸汽与管侧溶液换热温差在 $5\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间。

[0016] 所述各效蒸汽加热器壳侧蒸汽流量与管侧溶液流量的质量比在 $1:100\sim 1:2000$ 之间。

[0017] 所述各效蒸汽分离室内的工作压力为该溶液温度与浓度下的饱和蒸汽压力。

[0018] 所述各级蒸汽加热器内的冷凝水液位通过二次蒸汽凝结水阀控制。

[0019] 所述的太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发系统的工作方法,具体如下:

[0020] 1) 太阳能闪蒸供热子系统内的工作工质为经过除氧的高纯水;闪蒸循环水水箱主要起到缓冲,提高闪蒸系统循环升压泵的入口压力,防止气蚀发生的作用,提高了系统稳定性;高纯水经过闪蒸系统循环升压泵升压后经过低温水管连接进入太阳能集热板的换热管内,高纯水通过吸收太阳能温度提高,之后通过高温水管经过闪蒸减压阀进入闪蒸腔,高温水在闪蒸减压阀时压力下降,高温水因此处于过热状态,并在闪蒸腔内实现闪蒸,闪蒸产生的水蒸汽从闪蒸蒸汽管进入强效循环蒸发子系统,强效循环蒸发子系统产生的凝结水从闪蒸蒸汽凝结水管回流至闪蒸循环水水箱,闪蒸腔内未转化为水蒸气的水闪蒸结束后,降温成为饱和低温水,经过未闪蒸水管回流至闪蒸循环水水箱。可通过调节备用蒸汽阀从备用蒸汽管获得厂用辅汽或汽轮机抽汽,保证无太阳能使用时的系统工作能力;

[0021] 2) 强效循环蒸发子系统的工作方法为:强制循环蒸发子系统由多套强制循环蒸发

器串联构成,各效工作方法相同,对于中间某效强制循环蒸发器:蒸汽加热器管侧为高速流动的溶液,方向为从下至上流动,在上升过程中吸收热量并升温,壳侧蒸汽凝结放热。升温后的溶液通过管道进入蒸汽分离器,在此发生低过热度的闪蒸,产生的二次蒸汽通过二次蒸汽管道进入下一效的蒸汽加热器壳侧,冷凝水通过二次蒸汽凝结水管经过二次蒸汽凝结水阀汇入产品水箱,而未发生相变的溶液得到提浓后大部分通过未蒸发工质回流管被吸入强制循环泵,之后再次进入蒸汽加热器,小部分通过物料转移管经过物料转移阀进入下一效的蒸汽分离室;其中第一效的区别在于,蒸汽加热器的加热蒸汽来自于太阳能闪蒸蒸汽供热子系统,且第一效的补充物料从原料箱经过原料阀进入强制循环泵的入口;末效的区别在于其二次蒸汽最终进入凝汽器的壳侧,且未蒸发工质回流管之间连接固液分离子系统;

[0022] 3) 冷却子系统的工作方法为:冷却循环水泵驱动冷却循环水在凝汽器的管侧和空冷塔之间循环吸放热,在凝汽器内吸热温升,在空冷塔内放热温降。真空泵布置于凝汽器的壳侧,用于排出不凝结气体;每一效的二次蒸汽凝结水管中的凝结水在经过该效二次蒸汽凝结水阀进入产品水箱的过程中由于压降发生闪蒸并产生蒸汽,该部分蒸气通过产品水箱蒸汽管进入凝汽器;最终分离出的产品水收集于产品水箱,析出的晶体收集于固体储存仓;

[0023] 4) 固液分离系统的工作方法为:稠厚罐起到缓冲并提供结晶时间和空间的作用,在重力作用下,溶液中的晶体下沉到稠厚罐的底部,部分饱和溶液裹挟着晶体通过未蒸发工质回流管进入离心分离机,分离出的晶体进入固体储存仓;

[0024] 所述太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发系统在启动时,首先打开原料阀,借助第一效强制循环泵将原料箱中的原料液送入强制循环蒸发子系统的第一效,并通过物料转移管到达强制循环蒸发子系统的各效。待各效强制循环泵稳定工作后,之后启动冷却子系统,打开真空泵,各效达到设计工作压力后,再启动太阳能闪蒸供热子系统;当末效蒸汽分离室内的工质达到过饱和状态后,最后启动固液分离子系统。

[0025] 所述强效循环蒸发子系统工作时为保证稳定运行,需要对各效强制循环蒸发器进行液位控制,若首效蒸汽分离室液位过低时,扩大原料阀的入料量,若其他各效蒸汽分离室液位过低时,扩大前一效的物料转移阀。

[0026] 本发明所提出的太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发系统的突出优点在于:

[0027] 1. 通过收集太阳能并产生闪蒸蒸汽替代厂用汽等常规热源,常规热源本质上仍是来自化石燃料的燃烧,采用太阳能更加节能环保。

[0028] 2. 太阳能作为热源更加廉价,可以有效的压缩热源成本。

[0029] 3. 多效强制循环子系统内,在物料转移过程中没有使用物料转移泵,通过各效之间的压差作为驱动物料转移的动力来源,有效的降低了泵的使用量,进而降低了初期的投资和运行时的电成本。

附图说明

[0030] 图1为本发明中太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发的系统图。

[0031] 附图说明:1-太阳能闪蒸供热子系统、2-强制循环蒸发子系统、3-冷却子系统、4-固液分离子系统;101-低温水管、102-太阳能集热板、103-高温水管、104-闪蒸减压阀、105-闪蒸腔、106-闪蒸蒸汽管、107-闪蒸蒸汽凝结水管、108-未闪蒸水管、109-闪蒸循环水水箱、

110-闪蒸系统循环升压泵、111-备用蒸汽管、112-备用蒸汽阀、201-第一效蒸汽加热器、202-第一效蒸汽分离室、203-第一效二次蒸汽管道、204-第一效未蒸发工质回流管、205-第一效强制循环泵、206-第一效二次蒸汽凝结水管、207-第一效二次蒸汽凝结水阀、208-第一效物料转移管、209-第一效物料转移阀、301-第二效蒸汽加热器、302-第二效蒸汽分离室、303-第二效二次蒸汽管道、304-第二效未蒸发工质回流管、305-第二效强制循环泵、306-第二效二次蒸汽凝结水管、307-第二效二次蒸汽凝结水阀、308-第二效物料转移管、309-第二效物料转移阀、401-第三效蒸汽加热器、402-第三效蒸汽分离室、403-第三效二次蒸汽管道、404-第三效未蒸发工质回流管、405-第三效强制循环泵、406-第三效二次蒸汽凝结水管、407-第三效二次蒸汽凝结水阀、210-原料箱、211-原料阀、701-产品水箱、702-产品水箱蒸汽管、601-稠厚罐、602-离心分离机、603-固体储存仓、501-凝汽器、502-空冷塔、503-冷却循环水泵、504-真空泵。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0033] 如图1所示,本发明一种太阳能闪蒸驱动多效强制循环蒸发系统,包括太阳能闪蒸供热子系统1:低温水管101、太阳能集热板102、高温水管103、闪蒸减压阀104、闪蒸腔105、闪蒸蒸汽管106、闪蒸蒸汽凝结水管107、未闪蒸水管108、闪蒸循环水水箱109、闪蒸系统循环升压泵110、备用蒸汽管111、备用蒸汽阀112;强制循环蒸发子系统2:第一效蒸汽加热器201、第二效蒸汽加热器301、第三效蒸汽加热器401、第一效蒸汽分离室202、第二效蒸汽分离室302、第三效蒸汽分离室402、第一效二次蒸汽管道203、第二效二次蒸汽管道303、第三效二次蒸汽管道403、第一效未蒸发工质回流管204、第二效未蒸发工质回流管304、第三效未蒸发工质回流管404、第一效强制循环泵205、第二效强制循环泵305、第三效强制循环泵405、第一效二次蒸汽凝结水管206、第二效二次蒸汽凝结水管306、第三效二次蒸汽凝结水管406、第一效二次蒸汽凝结水阀207、第二效二次蒸汽凝结水阀307、第三效二次蒸汽凝结水阀407、第一效物料转移管208、第二效物料转移管308、第一效物料转移阀209、第二效物料转移阀309、原料箱210、原料阀211、产品水箱701、产品水箱蒸汽管702;冷却子系统3:凝汽器501、空冷塔502、冷却循环水泵503、真空泵504;固液分离子系统4:稠厚罐601、离心分离机602、固体储存仓603。

[0034] 具体连接关系如下,太阳能闪蒸供热子系统1的连接方式:低温水管101连接太阳能集热板102的入口,太阳能集热板102的出口依次连接高温水管103、闪蒸减压阀104和闪蒸腔105,闪蒸腔105的蒸汽出口连接闪蒸蒸汽管106,闪蒸腔105的液态水出口依次连接未闪蒸水管108和闪蒸循环水水箱109,闪蒸蒸汽管106接入强制循环蒸发系统2的第一效蒸汽加热器201的壳侧,闪蒸蒸汽凝结水管107连接第一效蒸汽加热器201的壳侧和闪蒸循环水水箱109,闪蒸系统循环升压泵110连接于闪蒸循环水水箱109出口与低温水管101间,闪蒸腔105前设计三通管连接备用蒸汽管111和备用蒸汽阀112。

[0035] 强制循环蒸发子系统2由多效强制循环蒸发器串联构成,本实施例为三效。第一效的连接方式如下:第一效蒸汽加热器201的出口由管道连接至第一效蒸汽分离室202,第一效蒸汽分离室202的上端连接第一效二次蒸汽管道203,下端依次连接第一效未蒸发工质回流管204、第一效强制循环泵205和第一效蒸汽加热器201的入口,第一效蒸汽分离室202的

中部通过第一效物料转移管208和第一效物料转移阀209连接第二效蒸汽分离器302,第二效蒸汽加热器301的壳侧上端连接第一效二次蒸汽管道203,下端依次连接第一效二次蒸汽凝结水管206、第一效二次蒸汽凝结水阀207和产品水箱701;第二效的连接方式如下:第二效蒸汽加热器301的出口由管道连接至第二效蒸汽分离室302,第二效蒸汽分离室302的上端连接第二效二次蒸汽管道303,下端依次连接第二效未蒸发工质回流管304、第二效强制循环泵305和第二效蒸汽加热器301的入口,第二效蒸汽分离室302的中部通过第二效物料转移管308和第二效物料转移阀309连接第三效蒸汽分离室402,第三效蒸汽加热器401的壳侧上端连接第二效二次蒸汽管道303,下端依次连接第二效二次蒸汽凝结水管306、第二效二次蒸汽凝结水阀307和产品水箱701;第三效的连接方式如下:第三效蒸汽加热器401的出口由管道连接至第三效蒸汽分离室402,第三效蒸汽分离室402的上端连接第三效二次蒸汽管道403,下端依次连接第三效未蒸发工质回流管404、固液分离系统4、第三效强制循环泵405和第三效蒸汽加热器401的入口,凝汽器501的壳侧上端连接第三效二次蒸汽管道403,下端依次连接第三效二次蒸汽凝结水管406、第三效二次蒸汽凝结水阀407、产品水箱701。

[0036] 冷却子系统3的连接方式如下:凝汽器501的管侧、空冷塔502、冷却循环水泵503三者由管道连接成一个回路,真空泵504连接凝汽器501的壳侧。

[0037] 固液分离系统4连接方式:稠厚罐601上下两端均连接第三效未蒸发工质回流管404,底部通过管道连接离心分离机602,离心分离机602的固体出口下方放置固体储存仓603。

[0038] 所述一种太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发系统的工作方法:

[0039] 太阳能闪蒸供热子系统1内的工作工质为经过除氧的高纯水。闪蒸循环水水箱109主要起到缓冲,提高闪蒸系统循环升压泵110的入口压力,防止气蚀发生的作用,提高了系统稳定性。高纯水经过闪蒸系统循环升压泵110升压后经过低温水管101连接进入太阳能集热板102的换热管内,高纯水通过吸收太阳能温度升高,之后通过高温水管103经过闪蒸减压阀104进入闪蒸腔105,高温水在闪蒸减压阀104时压力下降,高温水因此处于过热状态,并在闪蒸腔105内实现闪蒸,闪蒸产生的水蒸汽从闪蒸蒸汽管106进入强效循环蒸发子系统2,强效循环蒸发子系统2产生的凝结水从闪蒸蒸汽凝结水管107回流至闪蒸循环水水箱109,闪蒸腔105内未转化为水蒸气的水闪蒸结束后,降温成为饱和和低温水,经过未闪蒸水管108回流至闪蒸循环水水箱109。可通过调节备用蒸汽阀112从备用蒸汽管111获得厂用辅汽或汽轮机抽汽,保证无太阳能使用时的系统工作能力。

[0040] 强效循环蒸发子系统2的工作方法为:强制循环蒸发子系统2由多套强制循环蒸发器串联构成,各效工作方法几乎相同,这里以第二效强制循环蒸发器为例,第二效蒸汽加热器301管侧为高速流动的溶液,方向为从下至上流动,在上升过程中吸收热量并升温,壳侧蒸汽凝结放热。升温后的溶液通过管道进入第二效蒸汽分离器302,在此发生低过热度的闪蒸,产生的二次蒸汽通过第二效二次蒸汽管道303进入下一效的蒸汽加热器壳侧,冷凝水通过第二效二次蒸汽凝结水管306经过第二效二次蒸汽凝结水阀307汇入产品水箱701,而未发生相变的溶液得到提浓后大部分通过第二效未蒸发工质回流管304被吸入第二效强制循环泵305,之后再次进入第二效蒸汽加热器301,小部分通过第二效物料转移管308经过第二效物料转移阀309进入下一效的蒸汽分离室。其中第一效的区别在于,第一效蒸汽加热器

201的加热蒸汽来自于太阳能闪蒸蒸汽供热子系统1,且第一效的补充物料从原料箱210经过原料阀211进入强制循环泵的入口。末效的区别在于其二次蒸汽最终进入凝汽器的壳侧,且未蒸发工质回流管之间连接固液分离系统4。

[0041] 固液分离系统4的工作方法为:稠厚罐601起到缓冲并提供结晶时间和空间的作用,在重力作用下,溶液中的晶体下沉到稠厚罐601的底部,部分饱和溶液裹挟着晶体通过第三效未蒸发工质回流管进入离心分离机602,分离出的晶体进入固体储存仓603。

[0042] 冷却子系统3的工作方法为:冷却循环水泵503驱动冷却循环水在凝汽器501的管侧和空冷塔502之间循环吸放热,在凝汽器501内吸热温升,在空冷塔502内放热温降。真空泵504布置于凝汽器501的壳侧,用于排出不凝结气体;第一效二次蒸汽凝结水管206、第二效二次蒸汽凝结水管306与第三效二次蒸汽凝结水管406中的凝结水在经过第一效二次蒸汽凝结水阀207、第二效二次蒸汽凝结水阀307与第三效二次蒸汽凝结水阀407并进入产品水箱701的过程中由于压降发生闪蒸并产生蒸汽,该部分蒸气通过产品水箱蒸汽管702进入凝汽器501;最终分离出的产品水收集于产品水箱701,析出的晶体收集于固体储存仓603。

[0043] 所述太阳能闪蒸蒸汽驱动多效强制循环蒸发系统在启动时,首先打开原料阀211,借助第一效强制循环泵205将原料箱210中的原料液送入强制循环蒸发子系统2的第一效,并通过物料转移管到达强制循环蒸发子系统2的各效。待各效强制循环泵稳定工作后,之后启动冷却子系统3,打开真空泵504,各效达到设计工作压力后,再启动太阳能闪蒸供热子系统1。当末效蒸汽分离室内的工质达到过饱和状态后,最后启动固液分离系统4。

[0044] 所述产品水箱蒸汽管702与凝汽器501的壳侧的连接位置高于凝汽器501壳侧的液位。

[0045] 所述太阳能集热板102主要包括抛物线型反射面与金属换热管两部分组成。

[0046] 所述强制循环蒸发子系统1的效数可根据实际工作情况在2~8之间波动,本发明以三效为例进行结构和工作方式介绍。增加效数只需在此基础上以第二效强制循环蒸发装置为例以串联的形式在首效与末效之间增加即可。

[0047] 所述强效循环蒸发子系统2工作时为保证稳定运行,需要对各效强制循环蒸发器进行液位控制,若首效蒸汽分离室液位过低时,扩大原料阀211的入料量,若其他各效蒸汽分离室液位过低时,扩大前一效的物料转移阀。

[0048] 所述各效蒸汽分离室内的溶液温度在40℃~150℃之间。

[0049] 所述各效蒸汽加热器管侧溶液的温升在0.2~5℃。

[0050] 所述各效蒸汽加热器壳侧蒸汽与管侧溶液换热温差在5~30℃之间。

[0051] 所述各效蒸汽加热器壳侧蒸汽流量与管侧溶液流量的质量比在1:100~1:2000之间。

[0052] 所述各效蒸汽分离室内的工作压力为该溶液温度与浓度下的饱和蒸汽压力。

[0053] 所述稠厚罐601、离心分离机602、固体储存仓603等设备并不是系统的必需部件,当系统仅涉及到提浓不产生晶体时,可拆除以上部件,而将末效未蒸发工质回流管合并。

[0054] 所述各级蒸汽加热器内的冷凝水液位通过二次蒸汽凝结水阀控制。

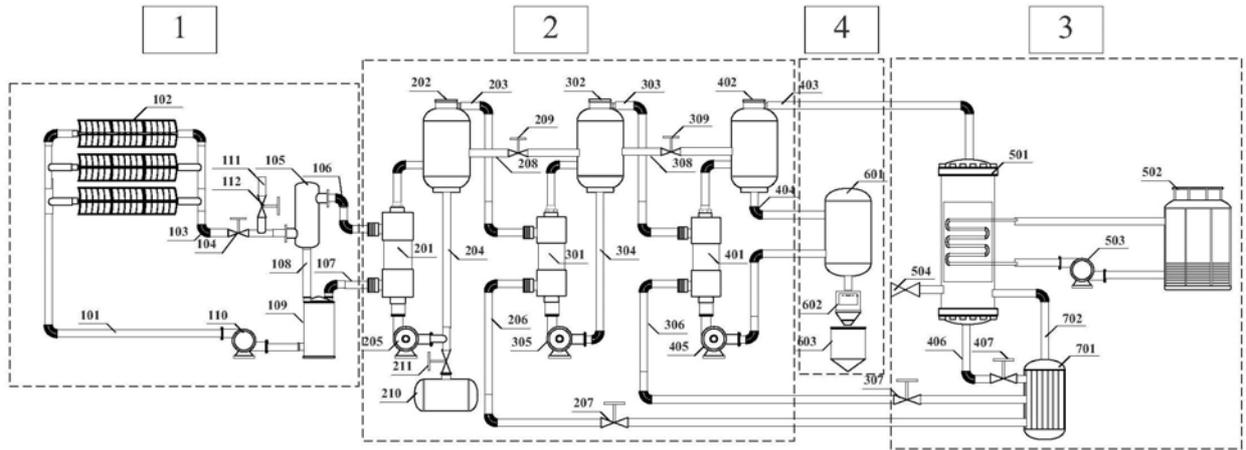


图1