



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103342397 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 09

(21) 申请号 201310288757. 0

(22) 申请日 2013. 07. 10

(71) 申请人 国家海洋局天津海水淡化与综合利用研究所

地址 300192 天津市南开区科研东路 1 号

(72) 发明人 齐春华 任建波 邢玉雷 赵河立
冯厚军

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代理
事务所 12201

代理人 陆艺

(51) Int. Cl.

C02F 1/04 (2006. 01)

C02F 103/08 (2006. 01)

权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种节能低温多效蒸馏海水淡化的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种节能低温多效蒸馏海水淡化的方法,将 2-10 个效组在效组间首尾相连,末个效组的末个蒸发器 11 与冷凝器 12 相连;原料水经过原料水泵 39 进入冷凝器 12 被加热后分为两股,一股通过冷却水泵 40 排放,另一股经进料泵 46 平行分配至末个效组内的各个蒸发器,在进入末个效组内的首个蒸发器 8 之前,经过加热器 38;经末个效组内的各个蒸发器蒸发后的浓盐水与前一效组内末个蒸发器 7 浓盐水汇集,经效间泵 43 平行分配到前一效组内的各个蒸发器中,在进入前一效组内的首个蒸发器 4 之前,经过加热器 37;如此依次向首个效组操作;本发明能够有效提高低温多效蒸馏海水淡化装置的蒸汽利用效率,降低能耗,缩短装置启动时间。

1. 一种节能低温多效蒸馏海水淡化的方法,其特征在於包括如下步骤:

将 2-10 个效组在效组间首尾相连,末个效组的末个蒸发器(11)与冷凝器(12)相连,各效组包括 1-6 个蒸发器,且当蒸发器为 2-6 个时,各蒸发器间串连;

原料水经过原料水泵(39)进入冷凝器(12)被加热后分为两股,一股通过冷却水泵(40)排放,另一股经进料泵(46)平行分配至末个效组内的各个蒸发器,在进入末个效组内的首个蒸发器(8)之前,经过加热器(38);加热器(38)的热量来自于蒸发器;

经末个效组内的各个蒸发器蒸发后的浓盐水与前一效组内末个蒸发器(7)浓盐水汇集,经效间泵(43)平行分配到前一效组内的各个蒸发器中,在进入前一效组内的首个蒸发器(4)之前,经过加热器(37);如此依次向首个效组操作;加热器(37)的热量来自于蒸发器;

首个效组的首个蒸发器(1)的冷凝液输入产品水闪蒸罐(13)中,闪蒸产生的蒸汽进入首个蒸发器(1),闪蒸后剩余的冷凝液分为两股,一股进入首效凝结水平衡罐(25),再通过首效凝结水泵(45)返回至用户,另一股与相邻的后一效蒸发器(2)的产品水汇集进入后一效的蒸发器产品水闪蒸罐(14)中,闪蒸产生的蒸汽进入后一效蒸发器(2)中,蒸发后剩余的产品水与和它相邻的后一效蒸发器(3)的产品水汇集进入相邻的后一效的蒸发器产品水闪蒸罐(15)中,如此依次向末个效组操作,呈温度阶梯流动并逐级闪蒸冷却,末个产品水闪蒸罐(23)蒸发后剩余的产品水经产品水平衡罐(24)后用产品水泵(41)输送至用户;

仅在首个效组中,首个蒸发器(1)产生的浓盐水通过管路输送至相邻的后一效蒸发器(2)内闪蒸,如此向后进行,直至首个效组内次末个蒸发器内闪蒸为止,首个效组内的次末个蒸发器产生的浓盐水流入浓盐水闪蒸罐(26),闪蒸出的蒸汽进入首个效组的末个蒸发器(3)内,被冷却浓盐水进入相邻后一效的浓盐水闪蒸罐(27)中,如此向末个效组操作,呈温度阶梯流动并逐级闪蒸冷却,末个浓盐水闪蒸罐(34)闪蒸后剩余的浓盐水输入浓盐水平衡罐(35)中;

从浓盐水平衡罐(35)排出的浓盐水分为两股,一股经浓盐水泵(42)排出,另一股回流至进料泵(46)前进水管路;在所述回流管路上设置有控制阀(47);

输入蒸汽进入蒸汽喷射泵(48),首个效组的第二个蒸发器(2)至末个效组的末个蒸发器(11)之间的任意一个蒸发器或冷凝器(12)通过管路与蒸汽喷射泵(48)的进口连接,蒸汽喷射泵(48)输出蒸汽至首个效组的首个蒸发器(1);

不凝性气体从各个蒸发器、冷凝器、加热器、产品水闪蒸罐、浓盐水闪蒸罐、产品水平衡罐、浓盐水平衡罐内通过真空泵(49)抽出,所述效组为蒸发器效组;

冷凝器进料管路与末个效组进料管路间设置有阀门(50),末个效组进料管路与前一效组进料管路间设置有阀门(51),如此依次向首个效组操作,首个效组进料管路与其相邻的进料管路间设置有阀门(52)。

一种节能低温多效蒸馏海水淡化的方法

技术领域

[0001] 本发明属于海水淡化领域。涉及一种节能低温多效蒸馏海水淡化的方法。

背景技术

[0002] 低温多效蒸馏是指在 70℃ 以下进行的操作。1981 年前后, 该技术已正式应用于工业性的海水淡化装置, 其特征是将一系列水平管降膜蒸发器串联起来, 用一定量的蒸汽输入通过多次的蒸发和冷凝, 后面一效的蒸发温度均低于前面一效, 从而得到多倍于蒸汽量的蒸馏水。

[0003] 进料海水在冷凝器中被预热和脱气之后被分成两股物流。一股物流作为冷却水排回大海, 另外一股物流变成蒸馏过程的进料液, 被引入到蒸发器温度最低的一组(末个效组)中。喷淋系统把料液分布到各蒸发器传热管束的顶排管上, 在自上而下流动的过程中, 部分海水吸收管内冷凝蒸汽的潜热而汽化。生蒸汽输入到温度最高一效(首个效组内的首个蒸发器)的蒸发管内部。在管内冷凝的同时, 在管外产生了基本等量的蒸发。二次蒸汽穿过汽液分离器, 进入下一效传热管内, 第二效的操作温度和压力要略低于第一效。这种蒸发和冷凝过程沿着一串蒸发器的各效重复, 最后一效的蒸汽在冷凝器被海水冷却而冷凝。

[0004] 目前典型流程分为两种, 分述如下:

[0005] (1) 分组进料, 闪蒸罐闪蒸蒸汽

[0006] 此种流程具体蒸发过程如前所述, 只是多个蒸发器被分为若干个效组(一般分为 2~4 组), 原料水分组进料喷淋, 原料海水首先进入到最后的蒸发组(末个效组), 平行进入到此组的各效蒸发器喷淋蒸发; 此组蒸发器剩余的浓盐水汇总, 经效间泵打入前一个相邻的效组, 依此类推。

[0007] 此过程中所产生的产品水和浓盐水分别流入一系列的闪蒸罐中, 每一个闪蒸罐连接到下一低温效的冷凝侧, 这样产品水和浓盐水呈阶梯状流动并逐级闪蒸冷却, 放出的热量提高了系统的总效率。被冷却的产品水和浓盐水最后分别用相应的水泵抽出。

[0008] (2) 平行进料, 蒸发器室内闪蒸, 设加热器逐级加热进料海水

[0009] 此种流程具体蒸发过程如前所述, 只是海水被冷凝器预热后, 原料海水平行进入各个蒸发器。在原料海水进入各个蒸发器之前, 海水在加热器中被此效的二次蒸汽预热, 部分海水进入此效, 剩余的海水再进入前一效预热后进入相应蒸发器, 依次类推。

[0010] 此过程中高温效的产品水和浓盐水分别流入低温效的管程和壳程进行闪蒸, 用以提高系统的总效率, 产生的蒸汽与本效二次蒸汽混合, 一部分进入加热器预热前一高温效的进料海水, 一部分进入后一低温效作为加热蒸汽。被冷却的产品水和浓盐水最后分别用相应的水泵抽出。

[0011] 以上两种流程各有其优缺点, 第一种流程由于对原料海水进行了重复利用, 可大大降低原料水进料泵的耗电量, 从而降低整套装置的电耗; 但进入每一效组的各个蒸发器海水的温度与该效的蒸发温度温差不同, 最高的常达 13℃ 左右, 海水喷淋到蒸发器管束, 在其表面先升温, 然后再被蒸发。若喷淋海水温度与蒸发温度差异较大, 在加热蒸汽一定的情

况下,蒸发出的二次蒸汽的量减少,从而降低整个淡化装置的效率,需要的蒸发器预热面积大,成本高。第二种流程由于每效都设有加热器,所以进料海水温度与蒸发温度温差每效均为 4℃左右,需要的蒸发器预热面积小,但是,本流程需要一系列的闪蒸罐用于产品水和浓盐水的闪蒸,虽然提高了系统效率,但是增加了系统的复杂性,设备的投资成本很高。

发明内容

[0012] 本发明的目的是克服现有技术的不足,提供一种节能低温多效蒸馏海水淡化的方法。

[0013] 本发明的技术方案概述如下:

[0014] 一种节能低温多效蒸馏海水淡化的方法,包括如下步骤:

[0015] 将 2-10 个效组在效组间首尾相连,末个效组的末个蒸发器 11 与冷凝器 12 相连,各效组包括 1-6 个蒸发器,且当蒸发器为 2-6 个时,各蒸发器间串连;

[0016] 原料水经过原料水泵 39 进入冷凝器 12 被加热后分为两股,一股通过冷却水泵 40 排放,另一股经进料泵 46 平行分配至末个效组内的各个蒸发器,在进入末个效组内的首个蒸发器 8 之前,经过加热器 38;加热器 38 的热量来自于蒸发器;

[0017] 经末个效组内的各个蒸发器蒸发后的浓盐水与前一效组内末个蒸发器 7 浓盐水汇集,经效间泵 43 平行分配到前一效组内的各个蒸发器中,在进入前一效组内的首个蒸发器 4 之前,经过加热器 37;如此依次向首个效组操作;加热器 37 的热量来自于蒸发器;

[0018] 首个效组的首个蒸发器 1 的冷凝液输入产品水闪蒸罐 13 中,闪蒸产生的蒸汽进入首个蒸发器 1,闪蒸后剩余的冷凝液分为两股,一股进入首效凝结水平衡罐 25,再通过首效凝结水泵 45 返回至用户,另一股与相邻的后一效蒸发器 2 的产品水汇集进入后一效的蒸发器产品水闪蒸罐 14 中,闪蒸产生的蒸汽进入后一效蒸发器 2 中,蒸发后剩余的产品水与和它相邻的后一效蒸发器 3 产品水汇集进入相邻的后一效的蒸发器产品水闪蒸罐 15 中,如此依次向末个效组操作,呈温度阶梯流动并逐级闪蒸冷却,末个产品水闪蒸罐 23 蒸发后剩余的产品水经产品水平衡罐 24 后用产品水泵 41 输送至用户;

[0019] 仅在首个效组中,首个蒸发器 1 产生的浓盐水通过管路输送至相邻的后一效蒸发器 2 内闪蒸,如此向后进行,直至首个效组内次末个蒸发器内闪蒸为止,首个效组内的次末个蒸发器产生的浓盐水流入浓盐水闪蒸罐 26,闪蒸出的蒸汽进入首个效组的末个蒸发器 3 内,被冷却浓盐水进入相邻后一效的浓盐水闪蒸罐 27 中,如此向末个效组操作,呈温度阶梯流动并逐级闪蒸冷却,末个浓盐水闪蒸罐 34 闪蒸后剩余的浓盐水输入浓盐水平衡罐 35 中;

[0020] 从浓盐水平衡罐 35 排出的浓盐水分两股,一股经浓盐水泵 42 排出,另一股回流至进料泵 46 前进水管路;在所述回流管路上设置有控制阀 47;

[0021] 输入蒸汽进入蒸汽喷射泵 48,首个效组的第二个蒸发器 2 至末个效组的末个蒸发器 11 之间的任意一个蒸发器或冷凝器 12 通过管路与蒸汽喷射泵 48 的进口连接,蒸汽喷射泵 48 输出蒸汽至首个效组的首个蒸发器 1;

[0022] 不凝性气体从各个蒸发器、冷凝器、加热器、产品水闪蒸罐、浓盐水闪蒸罐、产品水平衡罐、浓盐水平衡罐内通过真空泵 49 抽出,所述效组为蒸发器效组;

[0023] 冷凝器进料管路与末个效组进料管路间设置有阀门 50,末个效组进料管路与前一

效组进料管路间设置有阀门 51,如此依次向首个效组操作,首个效组进料管路与其相邻效组的进料管路间设置有阀门 52。

[0024] 本发明的有益之处在于:

[0025] (1)本发明有效避免干壁而导致结垢现象的发生。从而使传热系数降低幅度小,节约预热传热面积,提高传热管润湿率。

[0026] (2)造水比提高约 8%。降低电耗和成本,降低低温多效装置的吨水电耗约 0.16kWh。

[0027] (3)提高海水淡化效率达 12% 左右。

[0028] (4)减少系统蒸汽消耗量约 15%。在保证系统热效率的基础上,降低了投资。

[0029] (5)减小预热面积,减少原海水需求量,减小原料水泵的功率,缩短本发明系统的启动时间。

[0030] (6)实施简便,造价低,收效高。本发明流程的内容便于在原有装置上实施,只需对管路稍作调整即可实现,从而大幅提高装置产水量。

附图说明

[0031] 图 1 为本发明的节能低温多效蒸馏海水淡化的方法所采用的系统。

[0032] 图示:

[0033] 1~11——蒸发器 12——冷凝器 13~23——产品水闪蒸罐 24——产品水平衡罐

[0034] 25——首效凝结水平衡罐 26~34——浓盐水闪蒸罐 35——浓盐水平衡罐

[0035] 36~38——加热器 39——原料水泵 40——冷却水泵 41——产品水泵 42——浓盐水泵

[0036] 43~44——效间泵 45——首效凝结水泵 46——进料泵 47——控制阀

[0037] 48——蒸汽喷射泵 49——真空泵 50~52——阀门。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图对本发明作进一步的说明。

[0039] 一种节能低温多效蒸馏海水淡化的方法,包括如下步骤:

[0040] 图 1 所示,将 3 个效组在效组间首尾相连,末个效组的末个蒸发器 11 与冷凝器 12 相连,末个效组包括 4 个蒸发器,与末个效组相邻的效组包括 4 个蒸发器,首个效组包括 3 个蒸发器,各效组内的各蒸发器间串连;

[0041] 效组也可以选 2 个,4 个,5 个,6 个,7 个,8 个,9 个或 10 个。

[0042] 各效组包括的蒸发器的个数可以是 1 个,2 个,5 个或 6 个。

[0043] 原料水经过原料水泵 39 进入冷凝器 12 被加热后分为两股,一股通过冷却水泵 40 排放,另一股经进料泵 46 平行分配至末个效组内的蒸发器 11、10、9、8 内,在进入末个效组内的首个蒸发器 8 之前,经过加热器 38;加热器 38 的热量来自于蒸发器;(加热器也可以在末个效组内除首个蒸发器外的其它蒸发器之前设置;)

[0044] 经末个效组内的蒸发器 11、10、9、8 蒸发后的浓盐水与前一效组内末个蒸发器 7 浓盐水汇集,经效间泵 43 平行分配到前一效组内的各个蒸发器 7、6、5、4 中,在进入前一效组

内的首个蒸发器 4 之前,经过加热器 37;如此依次向首个效组操作;加热器 37 的热量来自于蒸发器;(加热器也可以在前一效组内除首个蒸发器外的其它蒸发器之前设置;)

[0045] 首个效组的首个蒸发器 1 的冷凝液输入产品水闪蒸罐 13 中,闪蒸产生的蒸汽进入首个蒸发器 1,闪蒸后剩余的冷凝液分为两股,一股进入首效凝结水平衡罐 25,再通过首效凝结水泵 45 返回至用户,另一股与相邻的后一效蒸发器 2 的产品水汇集进入后一效的蒸发器产品水闪蒸罐 14 中,闪蒸产生的蒸汽进入后一效蒸发器 2 中,蒸发后剩余的产品水与和它相邻的后一效蒸发器 3 产品水汇集进入相邻的后一效的蒸发器产品水闪蒸罐 15 中,如此依次向末个效组操作,呈温度阶梯流动并逐级闪蒸冷却,末个产品水闪蒸罐 23 蒸发后剩余的产品水经产品水平衡罐 24 后用产品水泵 41 输送至用户;

[0046] 仅在首个效组中,首个蒸发器 1 产生的浓盐水通过管路输送至相邻的后一效蒸发器 2 内闪蒸,如此向后进行,直至首个效组内次末个蒸发器内闪蒸为止,首个效组内的次末个蒸发器产生的浓盐水流入浓盐水闪蒸罐 26,闪蒸出的蒸汽进入首个效组的末个蒸发器 3 内,被冷却浓盐水进入相邻后一效的浓盐水闪蒸罐 27 中,如此向末个效组操作,呈温度阶梯流动并逐级闪蒸冷却,末个浓盐水闪蒸罐 34 闪蒸后剩余的浓盐水输入浓盐水平衡罐 35 中;

[0047] 从浓盐水平衡罐 35 排出的浓盐水分两股,一股经浓盐水泵 42 排出,另一股回流至进料泵 46 前进水管路;在所述回流管路上设置有控制阀 47;

[0048] 输入蒸汽进入蒸汽喷射泵 48,首个效组的第二个蒸发器 2 至末个效组的末个蒸发器 11 之间的任意一个蒸发器或冷凝器 12 通过管路与蒸汽喷射泵 48 的进口连接(图 1 所示是蒸发器 6 通过管路与蒸汽喷射泵 48 的进口连接),蒸汽喷射泵 48 输出蒸汽至首个效组的首个蒸发器 1;

[0049] 不凝性气体从各个蒸发器、冷凝器、加热器、产品水闪蒸罐、浓盐水闪蒸罐、产品水平衡罐、浓盐水平衡罐内通过真空泵 49 抽出,所述效组为蒸发器效组;

[0050] 冷凝器进料管路与末个效组进料管路间设置有阀门 50,末个效组进料管路与前一效组进料管路间设置有阀门 51,如此依次向首个效组操作,首个效组进料管路与其相连的进料管路间设置有阀门 52。各个阀门的关闭或开启,用于控制整个系统的进料和清洗。

[0051] 本发明的一种节能低温多效蒸馏海水淡化的方法,形成“逆流-分组-预热-混合”进料工艺。

[0052] (1)采用分效组逆流进料,减小结垢倾向。本发明的蒸发器被分 2-10 个效组,每个效组间设置效间泵分组平行进料,这样不仅降低了效间泵设置的数量、电耗,也有利于保证各蒸发器内的传热管束具有较高的润湿率,有效避免由于喷淋不均出现的干壁而导致结垢现象的发生。另外,还避免了每一效都会出现的高浓水现象,可将浓度高的浓水只集中在某几效,其他效浓水盐度引起的沸点降低,从而减小了结垢倾向,传热系数降低幅度小,节约预热传热面积,提高传热管润湿率。

[0053] (2)加入部分浓水循环混合进料。经末个效组内的各个蒸发器蒸发后的浓盐水与前一效组内末个蒸发器浓盐水汇集,经效间泵平行分配到前一效组内的各个蒸发器中,这样使进入蒸发器的进料水温度与前一效蒸发器的蒸汽温度接近,节约预热传热面积,造水比提高约 8%。使蒸发系统所需的原料海水总流量下降,从而降低原海水泵的功率,降低电耗和成本,降低低温多效装置的吨水电耗约 0.16kWh。

[0054] (3) 本发明加热器的设置,提高海水淡化效率达 12% 左右。

[0055] (4) 本发明闪蒸罐的设置,减少系统蒸汽消耗量约 15%。仅在首个效组中,首个蒸发器产生的浓盐水通过管路输送至相邻的后一效蒸发器内闪蒸,如此向后进行,直至首个效组内次末个蒸发器内闪蒸为止,这样的设置,在保证系统热效率的基础上,降低了投资。

[0056] (5) 本发明通过连接有控制阀(47)的浓盐水回流管路的设置,这样可使温度较高的浓盐水进入系统循环,减小预热温差,减小预热面积,减少原海水需求量,减小原料水泵的功率,缩短本发明系统的启动时间。

[0057] (6) 实施简便,造价低,收效高。本发明流程的内容便于在原有装置上实施,只需对管路稍作调整即可实现,从而大幅提高装置产水量。

[0058] 生产出的产品水是平均含盐量小于 5mg/l 的纯水。

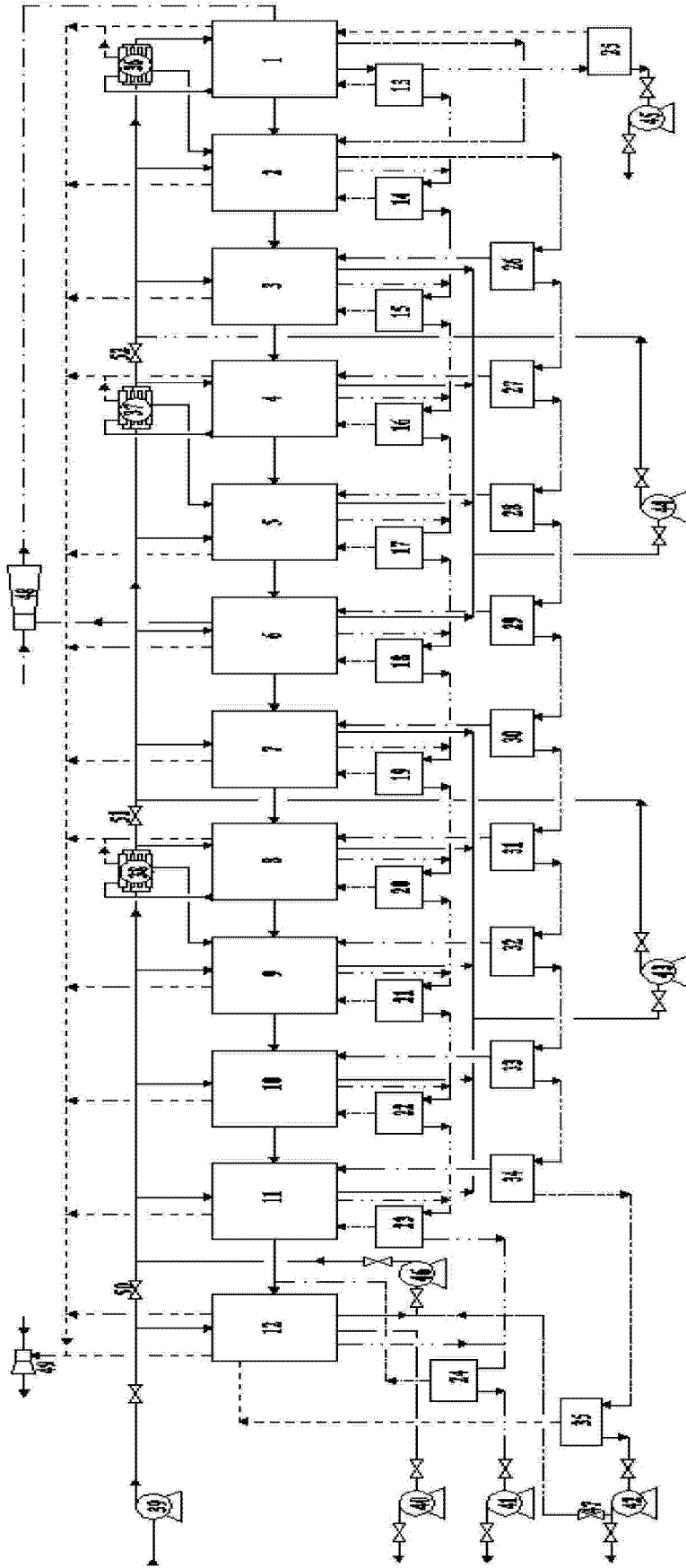


图 1