



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102008829 A

(43) 申请公布日 2011. 04. 13

(21) 申请号 201010297581. 1

(22) 申请日 2010. 09. 30

(71) 申请人 温州市天龙轻工设备有限公司

地址 325025 浙江省温州市龙湾区沙城镇大郎桥工业区西路 20 号

(72) 发明人 孙家隆 吴学文

(74) 专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理有限公司 11250

代理人 彭秀丽

(51) Int. Cl.

B01D 1/26(2006. 01)

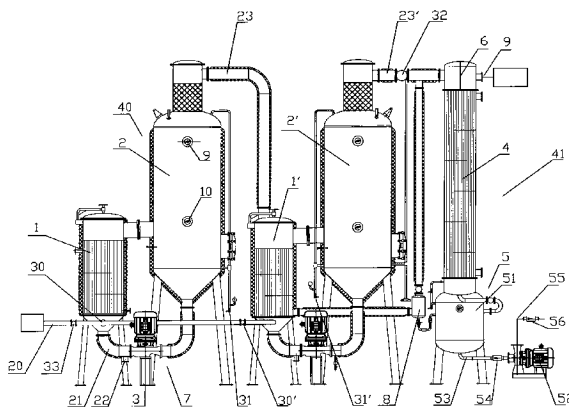
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种真空多效强制循环蒸发装置及其浓缩物料的方法

(57) 摘要

本发明公开一种真空多效强制循环蒸发装置,属于蒸发装置领域。包括至少两个强制循环蒸发器,冷凝排水装置以及抽真空装置,所述抽真空装置与所述强制循环蒸发器、冷凝排水装置通过管路相连接;所述每一效的强制循环蒸发器的进料管道上设有进料阀,用于控制料液的进入。本发明通过抽真空装置实现蒸发器的真空进料过程,同时在每一效蒸发器都设置进料阀、放空阀,通过关闭真空泵,打开两效蒸发器的进料阀同时打开后一效蒸发器的放空阀的方式,可以将后一效的物料吸入一效后继续加热蒸发后,循环蒸发后物料浓度达到要求后,通过强制循环泵将物料排出。本发明适用于各种蒸发器,也适用于各种有机溶媒的浓缩设备。



1. 一种真空多效强制循环蒸发装置，包括多效强制循环蒸发装置和用于抽取多效强制循环蒸发装置内气体的抽真空装置，所述多效强制循环蒸发装置包括：

进料总管 (20)，所述进料总管 (20) 上设有一进料总阀 (33)；

至少两效依次连通的强制循环蒸发器 (40)；每效强制循环蒸发器 (40) 包括连通进料总管 (20) 的加热器 (1)，通过循环管 (21) 与所述加热器 (1) 连通的蒸发室 (2)，与所述循环管 (21) 连通的强制循环泵 (3)，以及设置在所述循环管 (21) 下部的出料口 (22)；所述前一效强制循环蒸发器中的蒸发室 (2) 顶部设置有蒸汽排出口 (23)，通过管路与后一效强制循环蒸发器的加热器 (1') 相连；

冷凝排液装置 (41)，与所述最后一效强制循环蒸发器的蒸发室 (2') 顶部的蒸汽排出口 (23') 连通，用于将蒸汽冷凝并排放；

其特征在于：

所述抽真空装置 (9) 与所述多效强制循环蒸发装置之间设有用于控制抽真空装置通断的真空控制阀 (32)；

所述每一效的强制循环蒸发器 (40) 的进料管道上设有进料阀 (30)，用于控制料液的进出；

所述每一效的强制循环蒸发器 (40) 设有连通大气的放空管路，所述放空管路上设有控制管路通断的放空阀 (31)。

2. 根据权利要求 1 所述的真空多效强制循环蒸发装置，其特征在于：

还包括气液分离装置 (8)，与所述最后一效强制循环蒸发器连通，实现加热器内的汽液混合物的排出；

所述气液分离装置 (8) 的进口与最后一效强制循环蒸发器的加热器 (1') 相连通，接收所述加热器 (1') 的气液混合体，所述气液分离器 (8) 的出口一路设于所述气液分离器 (8) 上部，通过二次蒸汽管道与所述冷凝排液装置 (41) 的冷凝器 (4) 相连通，一路设于所述气液分离器 (8) 下部，与所述冷凝排液装置 (41) 的排液装置 (5) 连通。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的真空多效强制循环蒸发装置，其特征在于：

所述冷凝排液装置 (41) 包括，

冷凝器 (4)；所述冷凝器 (4) 的上端同真空腔 (6) 连通，所述真空腔 (6) 与所述最后一效强制循环蒸发器蒸汽排出口 (23') 和所述抽真空装置 (9) 连通；

受液罐 (51)，其上端同所述冷凝器 (4) 和所述汽水分离装置 (8) 连通；

排液装置，所述排液装置同所述受液罐 (51) 连通，将所述受液罐 (51) 内的冷凝液排出；所述排液装置包括自吸式排液泵 (52)；

所述自吸式排液泵 (52) 的进口与所述受液罐 (51) 的出液口通过连接管道 (53) 相通，所述出液管道 (55) 上设有进口止回阀 (54)；所述自吸式排液泵 (52) 的出口经过出液管道 (55) 与大气相通；所述出液管道 (55) 上设有出口止回阀 (56)，所述进口止回阀 (54) 设置方向用于防止液体流入所述受液罐 (51) 中，出口止回阀 (56) 设置方向用于防止液体流回所述自吸式排液泵 (52) 中。

4. 根据权利要求 1-3 任一所述的真空多效强制循环蒸发装置，其特征在于：

所述真空控制阀 (32) 设置于所述真空腔 (6) 与所述最后一效强制循环蒸发器蒸汽排出口 (23') 之间的管道上。

5. 根据权利要求 1-4 任一所述的真空多效强制循环蒸发装置，其特征在于：

所述每效强制循环泵的进液管道的下部设有真空取样器 (7)，所述真空取样器 (7) 包括通料阀 (71)、排料阀 (73) 以及连接于通料阀 (71) 和排料阀 (72) 之间的样品盒 (72)；所述通料阀 (71) 和排料阀 (72) 控制所述真空取样器 (7) 的通断。

6. 根据权利要求 1-5 任一所述的真空多效强制循环蒸发装置，其特征在于：

所述每效加热器 (1) 与蒸发室 (2) 之间的连通管路是沿所述蒸发室内壁切向进入所述蒸发室 (2)。

7. 根据权利要求 1-6 任一所述的真空多效强制循环蒸发装置，其特征在于：

所述每效蒸发室 (2) 上方的蒸汽排放管内设有不锈钢丝网。

8. 根据权利要求 1-7 任一所述的真空多效强制循环蒸发装置，其特征在于：

所述蒸发室上设有上视镜 (10) 和下视镜 (11)，所述下视镜 (11) 设置于所述蒸发室内，并距加热器喷射口中心线上端 100-150mm；所述上视镜 (10) 距下视镜 (11) 的距离为 0.5 米以上或位于蒸发室侧面顶部。

9. 一种应用真空多效强制循环蒸发装置浓缩物料的方法，其特征在于：包括以下步骤，

a. 真空进料：开启真空泵 (6)，打开真空控制阀 (32) 后，打开进料总阀 (33) 及每一效蒸发器的进料阀 (30, 30')，待物料达到进料高度后，关闭进料总阀 (33)，完成进料过程；

b. 循环浓缩蒸发：开启强制循环泵 (3)，每一效蒸发器的物料开始循环蒸发；

c. 出料：

1) 当多效蒸发器物料的浓度分别达到要求时，关闭真空控制阀 (32)，打开每效蒸发器的放空阀，分别开启强制循环泵，经出料口将物料分别排出；

2) 当前一效蒸发器物料浓度达到要求而后一效蒸发器物料的浓度没有达到要求时，关闭真空控制阀 (32)，打开前一效蒸发器的放空阀 (31)，开启前一效强制循环泵 (3)，经出料口 (22) 将前一效物料排出；待前一效物料排尽，打开真空控制阀 (32)，打开前后两效的进料阀，打开后一效的放空阀 (31')，后一效蒸发器的物料经进料总管吸入前一效蒸发器后，关闭前一效进料阀 (30) 和后一效蒸发器的放空阀 (31')；开启强制循环泵 (3) 循环蒸发，浓度达到要求后，将物料排出；

上述过程产生的蒸气经冷凝排液装置 (41) 冷凝后通过自吸式排液泵 (52) 排出。

10. 根据权利要求 9 所述的应用真空多效强制循环蒸发装置浓缩物料的方法，其特征在于：

所述步骤 b 中前一效蒸发器的蒸汽经由蒸汽排出管道进入后一效蒸发器的加热器的列管内。

11. 根据权利要求 10 所述的应用真空多效强制循环蒸发装置浓缩物料的方法，其特征在于：

步骤 c 所述的物料浓度是通过所述真空取样器 (7) 检测得到。

12. 根据权利要求 9 所述的应用真空多效强制循环蒸发装置浓缩物料的方法，其特征在于：

步骤 a 所述的进料高度为距下视镜 (11) 中心向下 300-400mm。

一种真空多效强制循环蒸发装置及其浓缩物料的方法

技术领域

[0001] 本发明属于蒸发器领域，尤其涉及一种利用真空进出料的多效蒸发装置。

背景技术

[0002] 目前，蒸发器广泛应用于化工、制药、食品等领域。多效强制循环蒸发装置是几个蒸发器连接起来操作，前一效蒸发器内蒸发时所产生的二次蒸汽用作后一效蒸发器的加热蒸汽。由于多次重复利用了热能，显著地降低了热能耗用量，同时在每一效的蒸发器与加热器之间设有强制循环泵，提高物料通过流速，所以多效蒸发有利于大量连续生产。

[0003] 现有多效强制循环蒸发装置通常包括几效加热器和蒸发室，以及气液分离器、冷凝器、进料泵、出料泵、真空泵以及排水装置。物料经过进料泵进入每一效加热器，经过强制循环泵在加热器与蒸发器之间循环蒸发，待物料浓度达到所需浓度后，通过出料泵将物料排出；通过最后一级蒸发室的蒸汽通过冷凝器的冷凝变成液体和通过最后一级加热器流出的液体，共同输出到排水装置后排出。为了降低物料沸点，提高工作效率，蒸发器一般在真空状态下进行工作。现有的蒸发器的进出料过程需分别用进料泵和出料泵实现，生产成本低，并且通过进料泵进料速度慢，通过出料泵出料时，每一效蒸发器的出料比重不一样，产品的一致性差。

[0004] 中国专利 CN2391876Y 公开了一种用于生产乳酸钙的强制循环蒸发装置，该装置包括至少一、二效强制蒸发器；每个强制蒸发器都设置有进料管，所述进料管与加料泵、高位料槽相通；每效蒸发器中循环管都设置有出料口，均与出料泵相通。由前工段的料液首先进入高位料槽内，经由加料泵分别送入每一效蒸发器内，经过强制循环，料液达到所需浓度，一效，二效料液可直接排入储料槽，待三效料液达到所需浓度，开启三效出料泵反送入二效蒸发槽内，最终由二效加热后出料。该装置的进出料分别用加料泵和出料泵进行加料和排料，同时，该装置通过出料泵出料时，一效和二效蒸发器直接排料，由于一效、二效出料比重不一样，产品一致性差，不能达到产品的生产要求。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是现有技术中的多效蒸发装置出料产品一致性差，同时进料出料过程中需设置进料泵和出料泵，设备成本高，结构复杂的问题。

[0006] 为实现上述目的，本发明提供了一种真空多效强制循环蒸发装置，包括多效强制循环蒸发装置和用于抽取多效强制循环蒸发装置内气体的抽真空装置，所述多效强制循环蒸发装置包括：进料总管，所述进料总管上设有一进料总阀；至少两效依次连通的强制循环蒸发器；每效强制循环蒸发器包括连通进料总管的加热器，通过循环管与所述加热器连通的蒸发室，与所述循环管连通的强制循环泵，以及设置在所述循环管下部的出料口；所述前一效强制循环蒸发器中的蒸发室顶部设置有蒸汽排出口，通过管路与后一效强制循环蒸发器的加热器相连；冷凝排液装置，与所述最后一效强制循环蒸发器的

蒸发室顶部的蒸汽排出口连通，用于将蒸汽冷凝并排放；所述抽真空装置与所述多效强制循环蒸发装置之间设有用于控制抽真空装置通断的真空控制阀；所述每一效的强制循环蒸发器的进料管道上设有进料阀，用于控制料液的进出；所述每一效的强制循环蒸发器设有连通大气的放空管路，所述放空管路上设有控制管路通断的放空阀。

[0007] 所述多效强制循环蒸发装置包括气液分离装置，与所述最后一效强制循环蒸发器连通，实现加热器内的汽液混合物的排出；所述气液分离装置的进口与最后一效强制循环蒸发器的加热器相连通，接收所述加热器的气液混合体，所述气液分离器的出口一路设于所述气液分离器上部，通过二次蒸汽管道与所述冷凝排液装置的冷凝器相连通，一路设于所述气液分离器下部，与所述冷凝排液装置的排液装置连通。

[0008] 所述冷凝排液装置包括冷凝器；所述冷凝器的上端同真空腔连通，所述真空腔与所述最后一效强制循环蒸发器蒸汽排出口和所述抽真空装置连通；受液罐，其上端同所述冷凝器和所述汽水分离装置连通；排液装置，所述排液装置同所述受液罐连通，将所述受液罐内的冷凝液排出；所述排液装置包括自吸式排液泵；所述自吸式排液泵的进口与所述受液罐的出液口通过连接管道相通，所述出液管道上设有进口止回阀；所述自吸式排液泵的出口经过出液管道与大气相通；所述出液管道上设有出口止回阀，所述进口止回阀设置方向用于防止液体流入所述受液罐中，出口止回阀设置方向用于防止液体流回所述自吸式排液泵中。

[0009] 所述真空控制阀设置于所述真空腔与所述最后一效强制循环蒸发器蒸汽排出口之间的管道上。

[0010] 所述每效强制循环泵的进液管道的下部设有真空取样器，所述真空取样器包括通料阀、排料阀以及连接于通料阀和排料阀之间的样品盒；所述通料阀和排料阀控制所述真空取样器的通断。

[0011] 所述每效加热器与蒸发室之间的连通管路是沿所述蒸发室内壁切向进入所述蒸发室。

[0012] 所述每效蒸发室上方的蒸汽排放管内设有不锈钢丝网。

[0013] 所述蒸发室上设有上视镜和下视镜，所述下视镜设置于所述蒸发室内，并距加热器喷射口中心线上端 100-150mm；所述上视镜距下视镜的距离为 0.5 米以上或位于蒸发室侧面顶部。

[0014] 本发明同时提供一种应用真空多效强制循环蒸发装置浓缩物料的方法，其特征在于：包括以下步骤，

[0015] a. 真空进料：开启真空泵，打开真空控制阀后，打开进料总阀及每一效蒸发器的进料阀，待物料达到进料高度后，关闭进料总阀，完成进料过程；

[0016] b. 循环浓缩蒸发：开启强制循环泵，每一效蒸发器的物料开始循环蒸发；

[0017] c. 出料：

[0018] 1) 当多效蒸发器物料浓度分别达到要求时，关闭真空控制阀，打开每效蒸发器的放空阀，分别开启强制循环泵，经出料口将物料分别排出；

[0019] 2) 当前一效蒸发器物料浓度达到要求而后一效蒸发器物料浓度没有达到要求时，关闭真空控制阀，打开前一效蒸发器的放空阀，开启前一效强制循环泵，经出料口将前一效物料排出；待前一效物料排尽，打开真空控制阀，打开前后两效的进料阀，打

开后一效的放空阀，后一效蒸发器的物料经进料总管吸入前一效蒸发器后，关闭前一效进料阀和后一效蒸发器的放空阀；开启强制循环泵循环蒸发，浓度达到要求后，将物料排出；

[0020] 上述过程产生的蒸气经冷凝排液装置冷凝后通过自吸式排液泵排出。

[0021] 所述步骤 b 中前一效蒸发器的蒸汽经由蒸汽排出管道进入后一效蒸发器的加热器的列管内。

[0022] 步骤 c 所述的物料浓度是通过所述真空取样器检测得到。

[0023] 步骤 a 所述的进料高度为距下视镜中心向下 300-400mm。

[0024] 本发明具有如下优点：

[0025] 1、本发明通过真空泵的抽真空过程实现了蒸发装置的进料，节省了一个进料泵，降低了生产成本，进料速度提高。由于多效蒸发装置后一效应用前一效的蒸汽作为热源，后一效的蒸发效率相比前一效降低，一般情况下出料浓度不同，产品一致性差，本发明在每一效蒸发器都设置进料阀、放空阀，通过关闭真空泵，打开两效蒸发器的进料阀同时打开后一效蒸发器的放空阀的方式，可以将后一效的物料吸入一效后继续加热蒸发后，循环蒸发后物料浓度达到要求后，通过强制循环泵将物料排出，使产品一致性得到了提高，同时节省了出料泵，降低了生产成本。

[0026] 2、本发明加热器与蒸发室之间的连通管路是沿所述蒸发室内壁切向进入所述蒸发室，物料喷射时，沿蒸发室内壁切经旋转，能缓解物料对蒸发室的冲击，使物料进入蒸发室后自然旋转，并形成漩涡，消除大部分泡沫，并能使固体和粉末等物料均匀分布，防止沉淀。

[0027] 3、本发明的真空液体取样器由两个球阀和位于两个球阀之间的样品盒构成，在真空状态下打开上面的阀门，物料会自动进入样品盒内，关闭上面的球阀，打开下面的球阀，即可放出样品盒的物料，无须排放真空，方便取样。

附图说明

[0028] 图 1 所示为真空二效强制循环蒸发装置的结构图；

[0029] 图 2 所示为真空二效强制循环蒸发装置的俯视图；

[0030] 图 3 所示为真空取样器的结构示意图。

[0031] 图中附图标记表示为：

[0032] 1, 1' - 加热器 2, 2' - 蒸发室 3- 强制循环泵 4- 冷凝装置 5- 排水装置 6- 真空腔 7- 真空取样器 8- 气液分离器 9- 抽真空装置 10- 上视镜 11- 下视镜 20- 进料总管 21- 循环管 22- 出料口 23, 23' - 蒸汽排出口 30, 30' - 进料阀 31, 31' - 放空阀 32- 真空控制阀 33- 进料总阀 40- 强制循环蒸发器 41- 冷凝排液装置 51- 受液罐 52- 自吸式排液泵 53- 连接管道 54- 进口止回阀 55- 出液管道 56- 出口止回阀 71- 通料阀 72- 样品盒 73- 排料阀

具体实施方式

[0033] 以下将结合附图，使用以下实施例对本发明进行进一步阐述。

[0034] 实施例 1

[0035] 图 1, 图 2 所示为真空二效强制循环蒸发装置的结构图, 参照图 1, 该装置包括两效强制循环蒸发装置和用于抽取多效强制循环蒸发装置内气体的抽真空装置 9。所述强制循环蒸发装置包括两个循环蒸发器, 每个强制循环蒸发器都包括连通进料总管 20 的加热器 1, 通过循环管 21 与所述加热器 1 连通的蒸发室 2 和强制循环泵 3, 以及设置在循环管下部的出料口 22; 所述一效强制循环蒸发器中的蒸发室 2' 顶部设置有蒸汽排出口 23, 通过管路与二效强制循环蒸发器的加热器 1' 相连。所述蒸发室 2, 2' 上方设有不锈钢丝网, 由于蒸发室 2 的筒体比较高, 有泡沫的物料通过铁臂旋转消沫, 大部分泡沫已经清洗, 特别容易起泡的物料不能通过二次蒸汽自然旋转清除所有泡沫, 可以通过所述不锈钢丝网完全清除泡沫。所述蒸发室上设有上视镜 10 和下视镜 11。进料时通过观察下视镜 11, 确定物料的吸入高度, 上视镜 10 用于观察蒸发室内泡沫的程度。所述下视镜 11 设置于所述蒸发室内, 并距加热器喷射口中心线上端 100-150mm; 所述上视镜 10 距下视镜 11 的距离为 0.5 米以上或位于蒸发室侧面顶部。

[0036] 所述进料总管 20 上设有一个进料总阀 33, 设置于一效强制循环蒸发器的进料阀 30 的上游。所述一效的强制循环蒸发器 40 设有连通大气的放空管路, 所述放空管路上设有控制管路通断的放空阀 31, 二效的强制循环蒸发器设有连通大气的放空管路, 所述放空管路上设有控制管路通断的放空阀 31'。所述一效强制循环蒸发器的进料管道上设有进料阀 30, 用于控制料液的进入。二效强制循环蒸发器的进料管道上设有进料阀 30', 用于控制料液的进入。参照图 2, 所述加热器 1 与蒸发室 2 之间的连通管路是沿所述蒸发室内壁切向进入所述蒸发室。物料喷射时, 沿蒸发室内壁切经旋转, 能缓解物料对蒸发室的冲击, 使物料进入蒸发室后自然旋转, 并形成漩涡, 消除大部分泡沫, 并能使固体和粉末等物料均匀分布, 防止沉淀。

[0037] 该强制循环蒸发装置还包括冷凝排液装置 41, 冷凝排液装置 41 包括冷凝器 4; 所述冷凝器 4 的上端同真空腔 6 连通, 所述真空腔 6 与所述最后一效强制循环蒸发器蒸汽排出口 23' 和所述抽真空装置 9 连通; 受液罐 51, 其上端同所述冷凝器 4 和所述汽水分离装置 8 连通; 排液装置, 所述排液装置同所述受液罐 51 连通, 将所述受液罐 51 内的冷凝液排出; 所述排液装置包括自吸式排液泵 52; 所述自吸式排液泵 52 的进口与所述受液罐 51 的出液口通过连接管道 53 相通, 所述出液管道 55 上设有进口止回阀 54; 所述自吸式排液泵 52 的出口经过出液管道 55 与大气相通; 所述出液管道 55 上设有出口止回阀 56, 所述进口止回阀 54 设置方向用于防止液体流入所述受液罐 51 中, 出口止回阀 56 设置方向用于防止液体流回所述自吸式排液泵 52 中。

[0038] 该强制循环蒸发装置还包括气液分离装置 8, 所述气液分离装置 8 的进口与最后一效强制循环蒸发器的加热器 1' 相连通, 接收所述加热器 1' 的气液混合体, 所述气液分离器 8 的出口一路设于所述气液分离器 8 上部, 通过二次蒸汽管道与所述冷凝排液装置 41 的冷凝器 4 相连通, 一路设于所述气液分离器 8 下部, 与所述冷凝排液装置 41 的排液装置 5 连通。

[0039] 所述抽真空装置 9 连通强制循环蒸发装置的二效蒸发室 2' 的蒸汽排出口 23' 和冷凝排液装置 41, 所述抽真空装置 9 与所述多效强制循环蒸发装置之间设有用于控制抽真空装置通断的真空控制阀 32; 所述真空控制阀 32 设置于所述真空腔 6 与所述最后一效强制循环蒸发器蒸汽排出口 23' 之间的管道上。强制循环蒸发器上设有连通大气的放

空管路，所述放空管路上设有控制管路通断的放空阀 31。

[0040] 图 3 所示为真空取样器的结构示意图；所述真空取样器 7 包括通料阀 71、以及连接于通料阀 71 和排料阀 72 之间的样品盒 72；所述和排料阀 72 控制所述真空取样器 7 的通断。在真空状态下打开上面的，物料会自动进入样品盒 72 内，关闭上面的通料阀 71，打开下面的排料阀 73，即可放出样品盒 72 的物料。

[0041] 应用上述真空多效强制循环蒸发装置浓缩物料时，包括以下步骤，

[0042] a. 真空进料：开启真空泵 6，打开真空控制阀 32 后，打开进料总阀 33 及每一效蒸发器的进料阀 30，30'，待物料吸到加热器列管覆盖范围 80% 或距下视镜中心下 300-400mm 处后，关闭进料总阀 33，完成进料过程；

[0043] b. 循环浓缩蒸发：开启强制循环泵 3，每一效蒸发器的物料开始循环蒸发；前一效蒸发器的蒸汽经由蒸汽排出管道进入后一效蒸发器的加热器的列管内作为后一效蒸发器的热源；

[0044] c. 出料：

[0045] 1) 当多效蒸发器物料的浓度经过真空取样器 7 检测后分别达到要求时，关闭真空控制阀 32，打开每效蒸发器的放空阀 31，31'，使整个装置处于常压状态，分别开启强制循环泵 3，3'，经出料口 22，22' 将物料分别排出；

[0046] 2) 由于二效蒸发器的效率没有一效蒸发器高，大多数情况是一效蒸发器物料达到要求，而二效蒸发器还没有达到要求的浓度，此时首先关闭真空控制阀 32，打开一效蒸发器的放空阀 31，开启一效强制循环泵 3，经出料口 22 将一效物料排出；待一效物料排尽，打开真空控制阀 32，打开前后两效的进料阀 30，30'，此时一效蒸发器是负压状态，二效蒸发器是常压状态，二效蒸发器的物料吸入一效蒸发器，打开二效的放空阀 31'，二效蒸发器的物料经进料总管吸入一效蒸发器后，关闭一效进料阀 30 一效停止进料，关闭放空阀 31'，开启强制循环泵 3，二效的物料在一效内重新循环蒸发，经真空取样器 7 检测，浓度达到要求后，关闭真空泵 6，开启一效强制循环泵 3，经出料口 22 将物料排出；

[0047] 上述过程产生的蒸气经冷凝排液装置 41 冷凝后通过自吸式排液泵 52 排出。

[0048] 虽然本发明已经通过具体实施方式对其进行了详细阐述，但是，本专业普通技术人员应该明白，在此基础上所做出的未超出权利要求保护范围的任何形式和细节的变化，均属于本发明所要保护的范围。

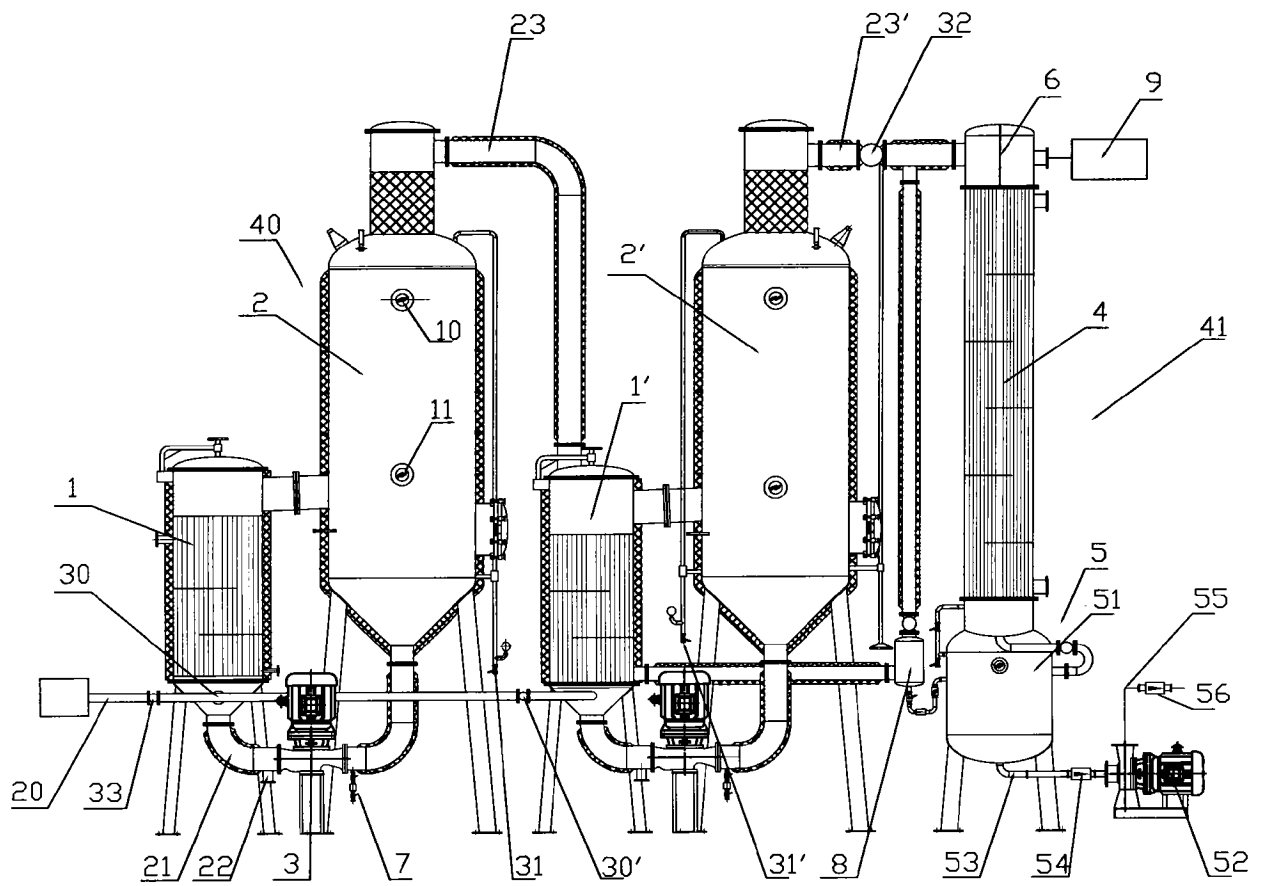


图 1

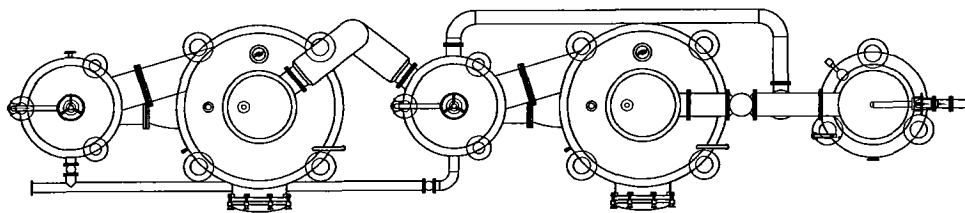


图 2

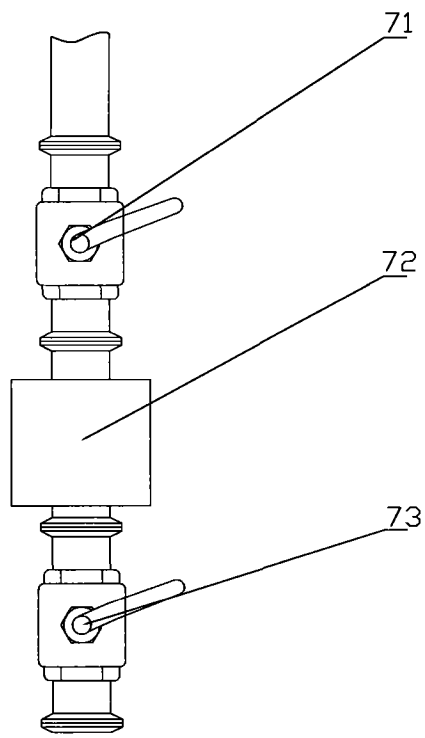


图 3