

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103871534 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 18

(21) 申请号 201410064693.0

(22) 申请日 2014.02.25

(71) 申请人 中国核电工程有限公司

地址 100840 北京市海淀区西三环北路 117
号

(72) 发明人 叶欣楠 严沧生 张志银 李军
高瑞发 范雯雯

(74) 专利代理机构 北京天悦专利代理事务所
(普通合伙) 11311

代理人 田明 任晓航

(51) Int. Cl.

G21F 9/06 (2006, 01)

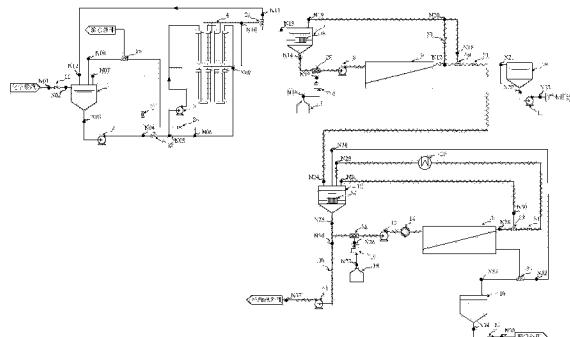
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种用于处理核电站化学废液的膜处理系统

(57) 摘要

本发明涉及一种用于处理核电站化学废液的膜处理系统，包括超滤预处理模块，反渗透精处理模块及反渗透浓缩模块，所述的超滤预处理模块与反渗透精处理模块之间连接有中间贮槽；所述的反渗透精处理模块与反渗透浓缩模块之间连接有浓水槽。本发明通过超滤装置对带有放射性的化学废液进行预处理，并通过反渗透装置进行精处理，在有效对化学废液中的硼及放射性核素进行去除的同时，对硼进行浓缩，与现有国内核电厂采用蒸发法处理化学废液相比，具有操作简单、能耗低等特点。



1. 一种用于处理核电站化学废液的膜处理系统,其特征在于:包括与盛放带有放射性的化学废液的化学废液槽(1)相连的超滤预处理模块,反渗透精处理模块及反渗透浓缩模块;所述的超滤预处理模块与反渗透精处理模块之间连接有中间贮槽(5);所述的反渗透精处理模块与反渗透浓缩模块之间连接有浓水槽(12)。

2. 根据权利要求1所述的用于处理核电站化学废液的膜处理系统,其特征在于:所述的超滤预处理模块包括设在化学废液槽(1)下游的超滤循环泵(3),以及与超滤循环泵(3)相连的超滤装置(4);所述的超滤装置(4)的产水出口通过超滤产水管三通阀(27)分别与化学废液槽(1)和中间贮槽(5)相连;超滤装置(4)的浓水出口通过超滤浓水循环管线与超滤循环泵(3)的进口端相连。

3. 根据权利要求2所述的用于处理核电站化学废液的膜处理系统,其特征在于:所述的超滤浓水循环管线上连接有与化学废液槽(1)相连的超滤浓水回流管线,所述的超滤浓水回流管线上依次设有超滤浓水调节阀(25)和超滤浓水循环管三通阀(26),所述的超滤浓水回流管线通过超滤浓水循环管三通阀(26)与浓水外排管线相连。

4. 根据权利要求1所述的用于处理核电站化学废液的膜处理系统,其特征在于:所述的反渗透精处理模块包括反渗透装置(9),所述的反渗透装置(9)的浓水出口通过反渗透浓水出口三通阀(29)分别与中间贮槽(5)和浓水槽(12)相连。

5. 根据权利要求4所述的用于处理核电站化学废液的膜处理系统,其特征在于:所述的反渗透装置(9)的浓水出口与反渗透浓水出口三通阀(29)相连的管线上连接有与中间贮槽(5)相连的反渗透浓水回流控制管线。

6. 根据权利要求1所述的用于处理核电站化学废液的膜处理系统,其特征在于:所述的反渗透浓缩模块包括浓水反渗透装置(15),所述的浓水反渗透装置(15)的浓水出口通过浓水反渗透浓水出口三通阀(33)与浓水反渗透冲洗管线和浓水反渗透浓水回流管线相连,并返回浓水槽(12),其中浓水反渗透浓水回流管线上设置有换热器(20)。

7. 根据权利要求1或4或5或6所述的用于处理核电站化学废液的膜处理系统,其特征在于:所述的中间贮槽(5)上设置有中间贮槽加热器(38),浓水槽(12)上设置有浓水槽加热器(37)。

8. 根据权利要求5所述的用于处理核电站化学废液的膜处理系统,其特征在于:反渗透精处理模块的反渗透产水管线、反渗透浓水出口三通阀(29)与中间贮槽(5)之间的反渗透浓水回流管线、反渗透浓水回流控制管线、反渗透浓水排放管线上分别设置有电伴热装置。

9. 根据权利要求6所述的用于处理核电站化学废液的膜处理系统,其特征在于:反渗透浓缩模块的浓水反渗透产水管线、浓水反渗透冲洗管线、浓水反渗透浓水回流管线及浓缩液外排管线上分别设置有电伴热装置。

一种用于处理核电站化学废液的膜处理系统

技术领域

[0001] 本发明属于废液处理技术领域，具体涉及一种用于处理核电站化学废液的膜处理系统。

背景技术

[0002] 核电厂废液处理系统用于处理核电站控制区产生的放射性废液，并将其放射性及化学物质浓度降低到排放可接受的水平。现有运行压水堆核电站均通过蒸发器对核电站运行所产生的带有放射性的化学废液进行处理，存在能耗高且系统复杂、操作繁琐的不足。

[0003] 专利申请“放射性废液的处理方法及处理装置”（申请号 200880106696.7，公开日 2010 年 08 月 04 日）公开的技术方案主要通过电渗析的方式处理放射性废液。专利申请“一种处理工业废水的反渗透装置”（申请号 201120060327.X，公开日 2011 年 10 月 19 日）公开的技术方案主要用于处理非放工业废水。专利申请“一种处理放射性废水的方法”（申请号 201310103374.1，公开日 2013 年 6 月 26 日）公开的技术方案中的反渗透装置主要用于放射性废水预处理，不涉及浓缩。专利申请“置于深水中的反渗透装置”（申请号 200710044266.6，公开日 2009 年 1 月 28 日）公开的技术方案主要应用于深海水域。

发明内容

[0004] 针对现有技术中存在的缺陷，本发明的目的是提供一种用于处理核电站化学废液的膜处理系统，采用该膜处理系统可以克服现有核电站废液处理系统蒸发法处理化学废液操作复杂且能耗较高的缺陷，可以有效去除放射性核素并对硼进行浓缩。

[0005] 本发明的技术方案如下：一种用于处理核电站化学废液的膜处理系统，包括与盛放带有放射性的化学废液的化学废液槽相连的超滤预处理模块，反渗透精处理模块及反渗透浓缩模块；所述的超滤预处理模块与反渗透精处理模块之间连接有中间贮槽；所述的反渗透精处理模块与反渗透浓缩模块之间连接有浓水槽。

[0006] 进一步，如上所述的用于处理核电站化学废液的膜处理系统，其中，所述的超滤预处理模块包括设在化学废液槽下游的超滤循环泵，以及与超滤循环泵相连的超滤装置；所述的超滤装置的产水出口通过超滤产水管三通阀分别与化学废液槽和中间贮槽相连；超滤装置的浓水出口通过超滤浓水循环管线与超滤循环泵的进口端相连。

[0007] 更进一步，如上所述的用于处理核电站化学废液的膜处理系统，其中，所述的超滤浓水循环管线上连接有与化学废液槽相连的超滤浓水回流管线，所述的超滤浓水回流管线上依次设有超滤浓水调节阀和超滤浓水循环管三通阀，所述的超滤浓水回流管线通过超滤浓水循环管三通阀与浓水外排管线相连。

[0008] 进一步，如上所述的用于处理核电站化学废液的膜处理系统，其中，所述的反渗透精处理模块包括反渗透装置，所述的反渗透装置的浓水出口通过反渗透浓水出口三通阀分别与中间贮槽和浓水槽相连。

[0009] 更进一步，如上所述的用于处理核电站化学废液的膜处理系统，其中，所述的反渗

透装置的浓水出口与反渗透浓水出口三通阀相连的管线上连接有与中间贮槽相连的反渗透浓水回流控制管线。

[0010] 进一步,如上所述的用于处理核电站化学废液的膜处理系统,其中,所述的反渗透浓缩模块包括浓水反渗透装置,所述的浓水反渗透装置的浓水出口通过浓水反渗透浓水出口三通阀与浓水反渗透冲洗管线和浓水反渗透浓水回流管线相连,并返回浓水槽,其中浓水反渗透浓水回流管线上设置有换热器。

[0011] 进一步,如上所述的用于处理核电站化学废液的膜处理系统,其中,所述的中间贮槽上设置有中间贮槽加热器,浓水槽上设置有浓水槽加热器。

[0012] 进一步,如上所述的用于处理核电站化学废液的膜处理系统,其中,反渗透精处理模块的反渗透产水管线、反渗透浓水出口三通阀与中间贮槽之间的反渗透浓水回流管线、反渗透浓水回流控制管线、反渗透浓水排放管线上分别设置有电伴热装置;反渗透浓缩模块的浓水反渗透产水管线、浓水反渗透冲洗管线、浓水反渗透浓水回流管线及浓缩液外排管线上分别设置有电伴热装置。

[0013] 本发明的有益效果如下:本发明提供的一种用于处理核电站化学废液的膜处理系统,采用模块化集成设计;针对含有洗涤剂等化学试剂的化学废液,设置有超滤预处理模块对化学废液进行预处理;设置反渗透精处理模块进一步去除放射性核素及硼;反渗透浓缩模块用于将硼浓缩处理,尽可能减少需要处理的废液量;特别针对含硼量较高的放射性废水,在系统中设置化学试剂注入管线,通过注入碱性试剂提高对硼的截留能力;同时基于装置对硼浓缩的过程中产生大量的热,在浓水反渗透浓水回流管线上设置有换热器,维持装置运行温度低于浓水反渗透装的允许温度;为防止高浓度的含硼废液冷却而导致结晶,中间贮槽上设置有中间贮槽加热器,浓水槽上设置有浓水槽加热器,在接触硼浓度较高的管线上设置有电伴热装置,以维持中间贮槽、浓水槽及管道温度;反渗透浓缩模块设置有浓缩液泵,用于将浓缩液送至下游工艺处理。

附图说明

[0014] 图1为用于核电站废液处理系统的反渗透硼浓缩装置的结构示意图。

[0015] 图中,  硼伴热管线; ————— 普通管线。

具体实施方式

[0016] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细的描述。

[0017] 如图1所示,本发明所提供的一种用于处理核电站化学废液的膜处理系统,包括与盛放带有放射性的化学废液的化学废液槽1相连的超滤预处理模块,反渗透精处理模块及反渗透浓缩模块;超滤预处理模块与反渗透精处理模块之间连接有中间贮槽5;反渗透精处理模块与反渗透浓缩模块之间连接有浓水槽12。

[0018] 从图1中可以看出,超滤预处理模块包括设在化学废液槽1下游的超滤循环泵3以及与超滤循环泵3相连的超滤装置4。通过超滤装置4可以对废液进行处理并将产水排入中间贮槽5,超滤循环泵3用于超滤装置中废液循环处理。

[0019] 超滤装置3的产水出口通过超滤产水管三通阀27分别与化学废液槽1和中间贮槽5相连;超滤装置3的浓水出口通过超滤循环管线(节点N09至节点N05之间,经过节点

N06) 与超滤循环泵 3 的进口端相连。

[0020] 超滤浓水循环管线上连接有与化学废液槽 1 相连的超滤处理浓水回流管线(节点 N06 至节点 N08 之间),超滤处理浓水回流管线上依次设有超滤浓水调节阀 25 和超滤浓水循环管三通阀 26,超滤处理浓水回流管线通过超滤浓水循环管三通阀 26 与浓水外排管线相连。当通过监测认为化学废液槽 1 浓度增高需要外排时,可以通过超滤浓水循环管三通阀 26 完成浓水外排。

[0021] 显然,采用上述结构,超滤预处理模块具有产水回流模式与产水外排模式,通过超滤产水管三通阀 27 在两种模式间切换;超滤预处理模块具有浓水回流模式与浓水外排模式,通过超滤浓水循环管三通阀 26 在两种模式间切换。

[0022] 根据上述结构,超滤预处理模块中设有化学废液注入管线(节点 N01 至节点 N02 之间)、超滤处理产水管线(节点 N04 至节点 N19 之间,经过节点 N05 及 N13)、超滤装置循环管线(节点 N05- 节点 N09- 节点 N06- 节点 N05)、超滤处理浓水回流管线(节点 N06 至节点 N08 之间) 及超滤处理产水回流管线(节点 N11 至节点 N12 之间)。化学废液注入管线上设置有化学废液注入阀 22,用于控制化学废液进入化学废液槽 1 进行暂存。超滤处理产水管线上设置有供料泵出口阀 23,用于控制化学废液进入超滤装置 4 进行处理。超滤装置循环管线与超滤处理产水管线共用超滤循环泵 3。

[0023] 此外,超滤供料泵 2 设置在化学废液槽 1 下游,出口端可连接与化学废液槽 1 相连的超滤供料泵出口回流管线(节点 N04 至 N07 之间),超滤供料泵出口回流管线上设有超滤供料泵出口回流阀 24。

[0024] 从图 1 还可以看出,反渗透精处理模块包括依次串联的中间贮槽 5、混合器 28、高压泵 8、反渗透装置 9 及产水槽 10,反渗透装置 9 的浓水出口通过反渗透浓水出口三通阀 29 分别与中间贮槽 5 和浓水槽 12 相连。反渗透装置 9 的产水出口与产水槽 10 相连。

[0025] 反渗透装置 9 的浓水出口与反渗透浓水出口三通阀 29 相连的管线上连接有与中间贮槽 5 相连的反渗透浓水回流控制管线。反渗透浓水出口三通阀 29 与浓水槽 12 相连的管线上设有反渗透浓水排放调节阀 31。产水槽 10 下游设置有产水排放泵 11,通过产水排放管线(节点 N22 至节点 N23 之间)进行产水排放。

[0026] 此外,混合器 28 与试剂槽 7 相连,混合器 28 与试剂槽 7 之间连接有计量泵 6,用于向反渗透产水管线中注入碱性试剂,提高反渗透装置对硼的脱除率。

[0027] 中间贮槽 5 上设置有中间贮槽加热器 38,用于维持中间贮槽中的废液温度,防止含硼量较高的废液失控结晶。

[0028] 从上述结构可以看出,反渗透精处理模块主要包括反渗透产水管线(节点 N14 至节点 N21 之间)、反渗透浓水回流控制管线(节点 N17 至节点 N19 之间,经过节点 N20)、反渗透浓水回流管线(节点 N18 至节点 N19 之间,经过节点 N20) 及反渗透浓水排放管线(节点 N17 至节点 N24 之间),为防止含硼量较高的溶液失控结晶,上述管道上设置有电伴热装置,用于维持管道温度;反渗透浓水回流控制管线上设置有反渗透浓水回流控制阀 30,用于控制浓水回流量。此外,反渗透精处理模块还包括化学试剂注入管线(节点 N15 至节点 N16 之间),和产水排放管线(节点 N22 至节点 N23 之间)。

[0029] 反渗透产水管线用于去除经过超滤预处理模块处理的化学废液中的放射性核素及硼,并将反渗透装置 9 产水排入产水槽 10;反渗透浓水回流控制管线用于控制反渗透装

置的浓水回流量；反渗透浓水回流管线用于反渗透精处理模块启动和冲洗时进行浓水全回流；反渗透浓水排放管线上用于将反渗透装置的浓水排放至反渗透浓缩模块的浓水槽 12。反渗透浓水回流控制管线与反渗透浓水回流管线在节点 N20 汇集。

[0030] 从图 1 中还可以看出，反渗透浓缩模块包括依次串联的浓水槽 12、浓水混合器 32、浓水供料泵 13、浓水高压泵 14、浓水反渗透装置 15 及监测槽 16。浓水反渗透装置 15 的浓水出口通过浓水反渗透浓水三通阀 33 与浓水反渗透冲洗管线(节点 N30 至节点 N31 之间)和浓水反渗透浓水回流管线(节点 N28 至节点 N29 之间)相连，并返回浓水槽 12。

[0031] 更优选地，浓水反渗透装置 15 的浓水出口与浓水反渗透浓水三通阀 33 相连的浓水反渗透浓水回流管线上连接有浓水回流调节阀 34 及换热器 20。换热器 20 用于导出装置运行过程中所产生的大量热，维持装置运行温度低于反渗透装置 15 的允许温度。

[0032] 反渗透装置 4 产水出口通过浓水反渗透产水三通阀 35 分别与浓水槽 12 和监测槽 16 相连。监测槽 16 下游设置有监测外排泵 17，通过监测外排管线(节点 N34 至节点 N35 之间)进行浓水反渗透装置产水排放。

[0033] 此外，浓水混合器 32 与浓水试剂槽 19 相连，浓水混合器 32 与浓水试剂槽 19 之间连接有计量泵 18，用于向浓水反渗透产水管线(节点 N25 至节点 N33 之间)中注入碱性试剂，提高反渗透装置对硼的脱除率。

[0034] 浓水槽 12 下游连接有浓缩液外排管线(节点 N36 至节点 N37 之间)，其上串联有浓缩液外送阀 36 及浓缩液泵 21。用于将处理后的浓缩液通过浓缩液外排管线(节点 N36 至节点 N37 之间)送至下游工艺处理。

[0035] 浓水槽 12 上设置有浓水槽加热器 37，用于维持弄水槽中的废液温度，防止含硼量较高的废液失控结晶。

[0036] 从上述结构可以看出，反渗透浓缩模块主要包括浓水反渗透产水管线(节点 N25 至节点 N33 之间)、浓水反渗透浓水回流管线(节点 N28 至节点 N29 之间)、浓水反渗透冲洗管线(节点 N30 至节点 N31 之间)及浓水反渗透产水回流管线(节点 N32 至节点 N38 之间)；此外，反渗透浓缩模块还包括浓缩液外排管线(节点 N36 至节点 N37 之间)、监测外排管线(节点 N34 至节点 N35 之间)和化学试剂注入管线(节点 N26 至节点 N27 之间)。其中，浓水反渗透产水管线、浓水反渗透浓水回流管线、浓水反渗透冲洗管线及浓缩液外排管线上设置有电伴热装置，用于维持管道温度，防止含硼量较高的废液冷却而导致结晶。

[0037] 浓水反渗透产水管线用于将废液中的硼截留在浓水中，并将产水送出；浓水反渗透浓水回流管线用于控制反渗透装置的浓水回流量，并可以用于调节压力，实现浓水全回流工况，对硼进行浓缩；浓水反渗透冲洗管线及浓水反渗透产水回流管线用于装置启动和冲洗时进行全回流。

[0038] 如图 1 所示，反渗透浓缩模块具有浓水回流模式与浓水冲洗模式，通过浓水反渗透浓水三通阀 33 在两种模式间切换。

[0039] 如图 1 所示，反渗透浓缩模块具有产水回流模式与产水外排模式，通过浓水反渗透产水三通阀 35 在两种模式间切换。

[0040] 显然，本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样，倘若对本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其同等技术的范围之内，则本发明也意图包含这些改动和变型之内。

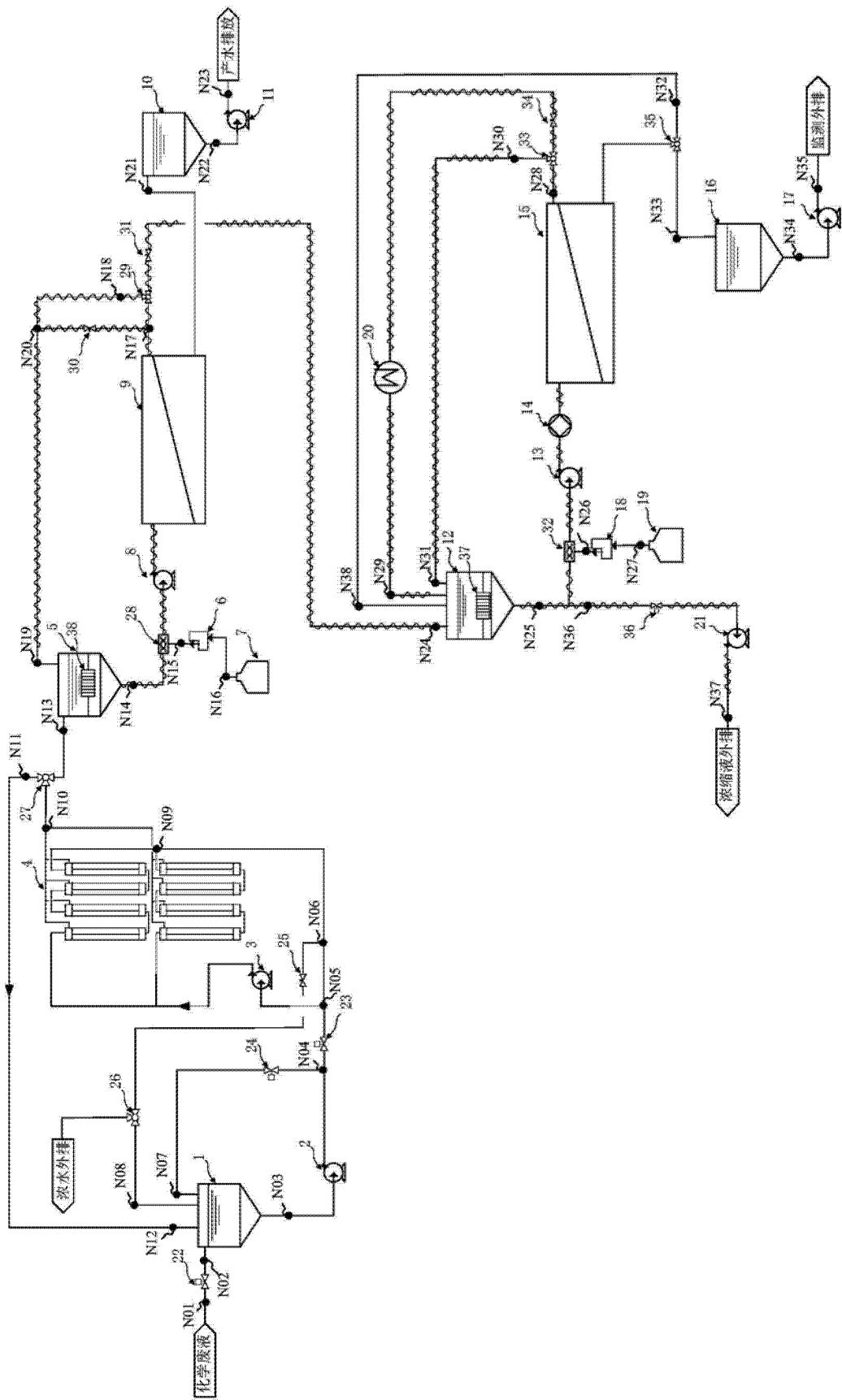


图 1