

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B01D 61/06 (2006.01)

B01D 61/10 (2006.01)

C02F 1/00 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01822106.8

[45] 授权公告日 2006年5月3日

[11] 授权公告号 CN 1254302C

[22] 申请日 2001.7.18 [21] 申请号 01822106.8

[30] 优先权

[32] 2000.11.21 [33] DE [31] 10057613.3

[86] 国际申请 PCT/EP2001/008271 2001.7.18

[87] 国际公布 WO2002/041979 德 2002.5.30

[85] 进入国家阶段日期 2003.7.17

[71] 专利权人 阿洛伊斯·沃本

地址 德国奥里希

[72] 发明人 阿洛伊斯·沃本

审查员 晏杰

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 李晓舒 魏晓刚

权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 4 页

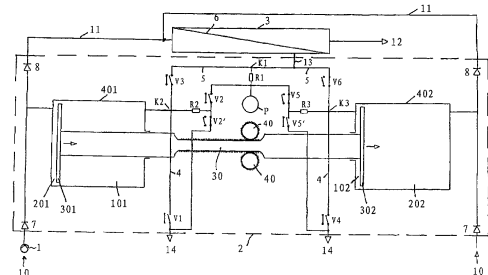
[54] 发明名称

水脱盐的方法和装置

[57] 摘要

本发明涉及一种利用反渗透作用使水特别是海水脱盐的方法和装置。根据所述方法，盐水(10)在第一个压力( $P_1$ )作用下送入压力补偿装置(2)中，并在更高的第二个压力( $P_2$ )作用下，从压力补偿装置(2)送入膜片组件(3)中。脱盐的水(12)和浓盐水(13)从膜片组件(3)中排出，从膜片组件(3)排出的浓盐水(13)在大致为第二个压力( $P_2$ )作用下连续地送入压力补偿装置中。在此，所述浓盐水用于使输入到压力补偿装置(2)中的盐水(10)处于大致第二压力( $P_2$ )下，并将盐水(11)送入膜片组件(3)中。利用控制的主阀( $V_1, V_3, V_4, V_6$ )将浓盐水(13)送入压力补偿装置(2)中和将浓盐水(14)从压力补偿装置(2)中排出。特别是在阀开闭过程中，主阀受到大的机械负荷。为了减小或避免这点，本发明提

出，可控制与主阀( $V_1, V_3, V_4, V_6$ )平行设置的辅助阀( $V_2, V_2', V_5, V_5'$ )，使在主阀( $V_1, V_3, V_4, V_6$ )打开和/或关闭过程中的负载峰值减小。



1. 一种利用反渗透作用使盐水脱盐的方法, 其中, 盐水(10)在第一个压力( $P_1$ )作用下送入压力补偿装置(2)中, 并在第二个更高的压力( $P_2$ )作用下, 5 从压力补偿装置(2)送入膜片组件(3)中; 其中, 脱盐的水(12)和浓盐水(13)从膜片组件(3)中排出, 其中从膜片组件(3)排出的浓盐水(13)在第二个压力( $P_2$ )作用下连续地送入压力补偿装置(2)中, 并将第二个压力( $P_2$ )施加在送入压力补偿装置(2)中的盐水(10)上, 和将盐水(11)送入膜片组件(3)中; 而且其中利用控制的主阀( $V_1, V_3, V_4, V_6$ )来将浓盐水(13)送入压力补偿装置(2)中, 10 和将浓盐水(14)从压力补偿装置(2)中排出; 其中, 控制与主阀( $V_1, V_3, V_4, V_6$ )平行设置的辅助阀( $V_2, V_2', V_5, V_5'$ ), 能够减小主阀( $V_1, V_3, V_4, V_6$ )打开和/或关闭过程中的负载峰值, 为此, 辅助阀( $V_2, V_2', V_5, V_5'$ )至少在与其平行设置的各个主阀( $V_1, V_3, V_4, V_6$ )打开或关闭的过程中打开; 其特征在于, 压力波动利用安装在压力补偿装置(2)的输入端的蓄压器(P)进行补偿, 浓盐水(13) 15 能够通过蓄压器从膜片组件(3)排出。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 从膜片组件(3)排出的浓盐水(13)在第二个压力( $P_2$ )作用下送入压力补偿装置(2)的至少两个活塞/液压缸装置(401, 402)的一个装置的输出腔(101, 102)中; 并且作用在活塞(301, 302)上, 使送入同一个活塞/液压缸装置(401, 402)的输入腔(201, 202)中的盐水(10)在第二个压力( $P_2$ )的作用下送入膜片组件(3)中。 20

3. 如权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 浓盐水(13)交替地送入活塞/液压缸装置(401, 402)中的一个装置的输出腔(101, 102)中, 同时, 盐水(11)从同一个活塞/液压缸装置(401, 402)的相应输入腔(201, 202)中排出至膜片组件(3)中; 并且其特征还在于, 盐水(10)在第一个压力( $P_1$ )作用下同时送入 25 另一个活塞/液压缸装置(401, 402)的输入腔(201, 202)中, 而浓盐水(14)在低压下, 从同一个活塞/液压缸装置(401, 402)的输出腔(101, 102)中排出。

4. 如权利要求 3 所述的方法, 其特征在于, 控制压力补偿装置(2)的活塞/液压缸装置(401, 402), 使得能够同时将盐水(10)送入至少一个活塞/液压缸装置(401, 402)的输入腔(201, 202)中; 将浓盐水(14)从同一个活塞/液压缸装置(401, 402)的输出腔(101, 102)中排出; 将浓盐水(13)送入至少一个另外的 30 活塞/液压缸装置(401, 402)的输出腔(101, 102)中; 和将盐水(11)从同一个

活塞/液压缸装置(401, 402)的输入腔(201, 202)送入膜片组件(3)中。

5. 如权利要求1所述的方法, 其特征在于, 压力补偿装置(2)包括两个按相反相位工作的活塞/液压缸装置(401, 402); 并且其特征还在于, 活塞/液压缸装置(401, 402)的活塞(301, 302)由连杆(30)连接。

5       6. 如权利要求2-4中任一项所述的方法, 其特征在于, 压力补偿装置(2)包括两个按相反相位工作的活塞/液压缸装置(401, 402); 并且其特征还在于, 活塞/液压缸装置(401, 402)的活塞(301, 302)由连杆(30)连接。

7. 如权利要求5所述的方法, 其特征在于, 连杆(30)由驱动装置驱动。

8. 如权利要求6所述的方法, 其特征在于, 连杆(30)由驱动装置驱动。

10       9. 如上述权利要求1-5中任一项所述的方法, 其特征在于, 辅助阀( $V_2, V_2', V_5, V_5'$ )的横截面比主阀( $V_1, V_3, V_4, V_6$ )的横截面小。

10. 如上述权利要求1-5中任一项所述的方法, 其特征在于, 通过辅助阀( $V_2, V_2', V_5, V_5'$ )的最大流量, 利用在通往辅助阀的送液管路上的流量限制器( $R_1, R_2, R_3$ )控制。

15       11. 如上述权利要求1-5中任一项所述的方法, 其特征在于, 辅助阀( $V_2, V_2', V_5, V_5'$ )只在与其平行设置的各个主阀( $V_1, V_3, V_4, V_6$ )打开或关闭的过程中打开。

12. 如上述权利要求1-5中任一项所述的方法, 其特征在于, 控制主阀和辅助阀, 使主阀在没有压力的情况下切换。

20       13. 如上述权利要求1-5中任一项所述的方法, 其特征在于, 连续地确定活塞(301, 302)的位置。

14. 如上述权利要求1-5中任一项所述的方法, 其特征在于, 压力补偿装置(2)包括几对活塞/液压缸装置(401, 402), 每一对装置都用连杆(30)连接; 并且其特征还在于, 几对装置是按相位偏离方式工作的。

25       15. 一种实现如上述权利要求中任一项所述的方法的装置, 它具有将盐水(10)送入压力补偿装置(2)中的供给泵(1), 和将从压力补偿装置(2)排出的盐水(11)分隔成脱盐的水(12)和浓盐水(13)的膜片组件(3); 其中, 在膜片组件(3)和压力补偿装置(2)之间设有在工作中连续地处在压力( $P_2$ )作用下的连接管路(5), 用于分别将从膜片组件(3)排出的浓盐水(13)送入压力补偿装置(2)和将盐水(11)从压力补偿装置(2)送至膜片组件(3); 其中, 控制的主阀( $V_1, V_3, V_4, V_6$ )用于将浓盐水(13)送入压力补偿装置(2)中和将浓盐水(14)从压力补偿

30

装置(2)中排出;其中,设置有与主阀( $V_1, V_3, V_4, V_6$ )平行的辅助阀( $V_2, V_2', V_5, V_5'$ ),使在主阀( $V_1, V_3, V_4, V_6$ )打开和/或关闭过程中的负载峰值减小,为此,辅助阀( $V_2, V_2', V_5, V_5'$ )至少在与其平行设置的各个主阀( $V_1, V_3, V_4, V_6$ )打开或关闭的过程中打开;其特征在于,压力波动利用安装在压力补偿装置(2)的输入端的蓄压器(P)进行补偿,浓盐水(13)能够通过蓄压器从膜片组件(3)排出。

## 水脱盐的方法和装置

## 5 技术领域

本发明涉及反渗透作用，对水进行脱盐的方法；另外还涉及实现这种方法的装置。

## 背景技术

10 在德国专利申请 19933147.2 号中说明了这种方法和这种装置。这里，盐水在第一个压力作用下，送入压力补偿装置中；并在第二个较高的压力作用下，从该压力补偿装置送入一个膜片组件中；而脱盐的水和浓盐水则从膜片组件中除去。脱盐的水应理解为盐含量相对于送入该装置中的盐水的盐含量少的水。为了提高这种方法和这种装置的效率和能量平衡，提出了在第二个压力作用下，将从膜片组件除去的浓盐水，连续地送入压力补  
15 偿装置中，并用于将第二个压力加在送入压力补偿装置中的盐水上，并将盐水送入膜片组件中。将浓盐水送入压力补偿装置中是利用单向阀进行的，而浓盐水从压力补偿装置中流出是利用控制的主阀进行的。这些控制的主阀最好为可主动控制的，并放置在膜片组件和压力补偿装置之间，或压力  
20 补偿装置与浓盐水的输出端之间的连接管路上。

本文开始所述的方法和所述的装置，在 EP 0028913 中也有说明。这时，为了补偿压力损失，设置了一个泵。

由 DE 2448985 已知可利用由这种液体驱动的液压马达来从压力很大的液体中回收能量。按相反相位工作的液压缸/活塞组合利用连杆机械地与曲  
25 轴连接，曲轴再由一个驱动装置驱动，用以补偿压力损失。这个系统有几个缺点。但是，由于曲柄轴驱动活塞和连杆在两个方向运动，因此，活塞和连杆的支承方法与导向复杂。

在已知的方法和装置中，主阀上作用有高压。当主阀工作时，在主阀开始打开的时刻或关闭的最后时刻，产生很大的机械应力。然而，由于这  
30 些主阀设计用于大流量，因此它们相应地尺寸大和笨重。

由于主阀的尺寸和质量影响，使它们动作较慢，因此较长时间地处在

大的压力变化中，特别是在开始打开过程和关闭过程结束时更是如此。由于希望这种装置不间断地工作，但由于应力的大小和作用时间以及负载变化的频率影响，使这些主阀长期处在大的应力作用下。

## 5 发明内容

本发明是为了解决上述问题而提出的、其目的是要克服上述缺点，改善上述方法和装置，使主阀较少磨损。

上述方法和装置的这个问题，可利用如下的方法和装置解决。即，本发明提供了一种利用反渗透作用使海水脱盐的方法，其中，盐水在第一个压力作用下送入压力补偿装置中，并在第二个更高的压力作用下，从压力补偿装置送入膜片组件中；其中，脱盐的水和浓盐水从膜片组件中排出，其中从膜片组件排出的浓盐水在第二个压力作用下连续地送入压力补偿装置中，并将第二个压力施加在送入压力补偿装置中的盐水上，和将盐水送入膜片组件中；而且其中利用控制的主阀来将浓盐水送入压力补偿装置中，和将浓盐水从压力补偿装置中排出；其中，控制与主阀平行设置的辅助阀，能够减小主阀打开和/或关闭过程中的负载峰值，为此，辅助阀至少在与其平行设置的各个主阀打开或关闭的过程中打开；其中压力波动利用安装在压力补偿装置的输入端的蓄压器进行补偿，浓盐水能够通过蓄压器从膜片组件排出。并且，本发明还提供了一种实现上述方法的装置，它具有将盐水送入压力补偿装置中的供给泵，和将从压力补偿装置排出的盐水分隔成脱盐的水和浓盐水的膜片组件；其中，在膜片组件和压力补偿装置之间设有在工作中连续地处在压力作用下的连接管路，用于分别将从膜片组件排出的浓盐水送入压力补偿装置和将盐水从压力补偿装置送至膜片组件；其中，控制的主阀用于将浓盐水送入压力补偿装置中和将浓盐水从压力补偿装置中排出；其中，设置有与主阀平行的辅助阀，使在主阀打开和/或关闭过程中的负载峰值减小，为此，辅助阀至少在与其平行设置的各个主阀打开或关闭的过程中打开；其特征在于，压力波动利用安装在压力补偿装置的输入端的蓄压器进行补偿，浓盐水能够通过蓄压器从膜片组件排出。

优选的是，从膜片组件排出的浓盐水在第二个压力作用下送入压力补偿装置的至少两个活塞/液压缸装置的一个装置的输出腔中；并且作用在活塞上，使送入同一个活塞/液压缸装置的输入腔中的盐水在第二个压力的作

用下送入膜片组件中。

优选的是，浓盐水交替地送入活塞/液压缸装置中的一个装置的输出腔中，同时，盐水从同一个活塞/液压缸装置的相应输入腔中排出至膜片组件中；并且其特征还在于，盐水在第一个压力作用下同时送入另一个活塞/液  
5 压缸装置的输入腔中，而浓盐水在低压下，从同一个活塞/液压缸装置的输出腔中排出。

优选的是，控制压力补偿装置的活塞/液压缸装置，使得能够同时将盐水送入至少一个活塞/液压缸装置的输入腔中；将浓盐水从同一个活塞/液  
10 压缸装置的输出腔中排出；将浓盐水送入至少一个另外的活塞/液压缸装置的输出腔中；和将盐水从同一个活塞/液压缸装置的输入腔送入膜片组件中。

优选的是，压力补偿装置包括两个按相反相位工作的活塞/液压缸装置；并且活塞/液压缸装置的活塞由连杆连接。

优选的是，连杆由驱动装置驱动。辅助阀的横截面比主阀的横截面小。通过辅助阀的最大流量，利用在通往辅助阀的送液管路上的流量限制器控  
15 制。辅助阀只在与其平行设置的各个主阀打开或关闭的过程中打开。优选的是，对主阀和辅助阀加以控制，使主阀在没有压力的情况下切换。优选的是，连续地确定活塞的位置。

优选的是，压力补偿装置包括几对活塞/液压缸装置，每一对装置都用连杆连接；并且，几对装置是按相位偏离方式工作的。

20 本发明的基础是，已知负载峰值是在主阀开闭过程中产生的，应尽量避免。根据本发明，这点可利用一个称为旁通阀的辅助阀来达到，使主阀开闭过程中产生的一部分压力绕过主阀。为此，在主阀周围设置了安装辅助阀的辅助管路。

最好控制辅助阀，使它们在主阀打开或关闭之前短时间地打开；和/或  
25 只在主阀打开或关闭过程中打开。其他时间，辅助阀是常闭的。

在一个优选结构中，辅助阀的横截面比主阀的横截面狭窄。辅助阀的横截面可以明显地比主阀的横截面小，因此，辅助阀的压力阻力大很多。这样，适当控制辅助阀，可使主阀的应力明显减小，其寿命成比例地延长。

在本发明的另一个实施例中，辅助阀的横截面可以任意选择。利用适  
30 当的控制器，可通过辅助阀的横截面输送液体。这表示辅助阀可与和它平行设置的对应主阀同时打开或关闭，所不同的是，辅助阀打开比平行设置

的主阀稍早，而关闭比平行设置的主阀稍晚，以便卸除作用在其上的负载。

在本发明的优选实施例中，蓄压器与浓盐水从膜片组件流出的输出端以及压力补偿装置的输入端连接。因此，蓄压器与浓盐水自身的压力相同。该蓄压器的目的是补偿因为容积损失，在阀工作过程中不可避免地出现的压力波动；从而在膜片组件中建立最优的固定的工作压力。

在本发明的另一个优选实施例中，在辅助阀的供液管路上安装流量限制器，它通过限制通过的最大流量，而防止压力突然平衡，这样，可以进行逐渐的压力补偿和使压力缓慢改变，而不突然波动。这些流量限制器的尺寸不同，以形成不同大小的“流动阻力”。由于横截面较窄，流量限制器可与辅助阀作成一体。

在本发明的细长结构中，压力补偿装置包括两个按相反相位工作的活塞/液压缸组合，并且活塞/液压缸装置的活塞通过连杆连接。这种连杆及其功用可从 EP 0028913 中知道。然而，与已知的连杆不同，在本发明的细化结构中，没有补偿压力损失的泵。

代替它的是，在本发明的第二个实施例中，设有连杆的驱动装置，用以补偿压力损失。这个驱动装置的结构是，在连杆的中心部分有齿，被驱动的小齿轮与这些齿啮合。这样，可以保持所希望的工作压力。

在根据本发明的装置中，可以完全省去产生高压的高压泵，并且如果浓盐水在膜片组件输出端所必需的压力可通过连续地将浓盐水反供至压力补偿装置中以将压力加在泵入压力补偿装置中的盐水上来达到，则可用产生低得多的压力的泵来代替。最重要的是要连续地进行上述过程，由于不这样的话，在从压力补偿装置至膜片组件的盐水供给管路中的压力会降低，必需由高压泵来恢复。这样，不可能连续地生产脱盐水。

## 附图说明

下面，将根据附图来说明本发明。其中：

图 1 为用于说明根据本发明的方法的示意性线路图；

图 2 为在第一个工作状态下的根据本发明的装置的一个实施例；

图 3 为在第二个工作状态下的这个实施例；

图 4 表示在完全的工作循环过程中，这个实施例的工作状态。

### 具体实施方式

图 1 的示意图表示在第一个压力  $P_1$  下, 将盐水 10 送入压力补偿装置 2 中的一个供给泵 1。在高的工作压力下的同样的盐水 11, 从压力补偿装置 2 送至膜片组件 3。通过膜片 6 的一部分盐水 11(例如, 25% 的盐水 11)在过程中脱盐, 并作为脱盐的水 12 排出。剩留的盐水 11(例如, 75%)不能通过膜片 6, 并利用连接管路 5 作为仍几乎是高压  $P_2$  的浓盐水 13 返回至压力补偿装置 2 中。按将要说明的方法, 将这个高压加在送入压力补偿装置 2 中的盐水 10 上, 并送至膜片组件 3 的输入端。同时, 在压力补偿装置 2 中按要说明的方式利用这个压力, 最后将该处的浓盐水 14 通过排放管 4 排出, 并将不浓的盐水 10 送入压力补偿装置 2 中。所有所述的过程是同时和连续地进行的, 因此不需要供给高的工作压力的高压泵, 并且可连续得到脱盐的水 12。

下面, 再根据图 2 所示的本发明的实施例来说明压力补偿装置 2 的结构和作用。在此, 压力补偿装置包括两个相同的活塞/液压缸装置 401, 402, 它们带有两个相对放在一直线上的液压缸, 每一个液压缸包括一个容纳盐水 10 的输入腔 201, 202 和一个容纳浓盐水 13 的输出腔 101, 102。在活塞/液压缸装置 401, 402 内有相应的专门活塞 301, 302, 它们将活塞内部分成上述的腔, 并可在图中的水平方向运动。带有(无源)单向阀 7 的相应送液管路, 从供给泵 1 通至输入腔 201, 202。当送液管路中的压力比输入腔 201, 202 中的压力大时, 单向阀 7 打开, 可使流量通过。在从输入腔 201, 202 至膜片组件 3 的送液管路中, 装有另一个流动方向的比较的单向阀 8。

在从膜片组件 3 至输出腔 101, 102 的送液管路 5 中和从输出腔 101, 102 出来的排放管路 4 中, 分别安装着可主动切换的主阀  $V_3$ 、 $V_6$  和  $V_1$ 、 $V_4$ 。利用这些主阀可以控制从膜片组件 3 流入压力补偿装置 2 的浓盐水 13, 或从压力补偿装置 2 流出的浓盐水 14 的流量。

活塞 301, 302 利用连杆 30 彼此永久连接。为了补偿压力损失, 由(例如)带有齿轮的电机驱动并与在连杆 30 上切出的齿啮合的小齿轮 40, 可驱动连杆 30 和活塞 301, 302。

活塞按相反相位工作。如果一个活塞处在输入腔 202 的容积为最大而输出腔 102 的容积为最小的位置; 则通过连杆 30 连接的另一个活塞处在输入腔 201 的容积为最小而输出腔 101 的容积为最大的位置(与图 2 比较)。在

这种状态下，输入腔 202 充满水，而输出腔 101 充满浓盐水。控制作为开关表示的阀  $V_1$ 、 $V_3$ 、 $V_4$  和  $V_6$ ，使  $V_3$  和  $V_4$  关闭， $V_1$  和  $V_6$  打开。

在本说明书中，阀打开表示阀用纯机械的方法打开，形成流动连接，可使流量通过。类似地，阀关闭表示阀用纯机械方法关闭，流动连接中断，  
5 流量通过中断。

通过打开主阀  $V_1$ ，首先将输出腔 101 中的浓盐水的压力卸除。通过打开主阀  $V_6$ ，输出腔 102 受到压力(例如，70 巴)作用，浓盐水流入这个腔中。同时，通过加在活塞上的压力，将输入腔 202 中的盐水压向膜片组件 3。

由于活塞设置成按相反相位工作，因此将压力浓缩物(例如，在 70 巴  
10 下)通入输出腔 102，可以通过连杆 30 使另一个活塞 301 运动，将没有压力的输出腔 101 排空。同时，在输入腔 201 中产生负压，将盐水吸入，并充满这个腔。

如果输出腔 102 充满，则相应地控制主阀，可进行相反的过程。

由于为了提高新鲜水的产量，膜片组件最好大约在 80 巴下工作，因此，  
15 当作为浓盐水的压力，在膜片组件 3 的浓缩物排放管路 5 上至少有上述的 70 巴压力时，则在膜片上产生最多为 10 巴的压力损失。

为了特别是在开闭时使主阀不受会造成它们磨损的大的压力变化的影响，根据本发明，设置了与主阀  $V_1$ 、 $V_3$ 、 $V_4$ 、 $V_6$  平行的辅助或旁通阀  $V_2$ 、 $V_2'$ 、 $V_5$ 、 $V_5'$ 。这些辅助阀的横截面明显比主阀的横截面小，因此，压力阻力较大。  
20 这样，适当控制辅助阀，可明显减小主阀上的应力，使其寿命成比例地提高。

另外，蓄压器 P 与膜片组件 3 的浓盐水输出端连接，因此其压力与浓盐水自身的压力相同，例如，大约为 70 巴。为了在膜片组件 3 中，使工作压力尽可能恒定，必需补偿由于容积损失不可避免地随着阀的动作产生的  
25 压力波动。

在膜片组件 3 的浓盐水输出端和输出腔 101、102 之间，放置着几个划成电阻的流量限制器  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 。通过限制流量，这些流量限制器可以防止压力的突然补偿，使压力逐渐的补偿，压力缓慢变化而不是突然波动。这些起“流动电阻”作用的流量限制器尺寸不同。

30 由于流量限制器  $R_2$  和  $R_3$  可在相邻的辅助阀  $V_2$ 、 $V_2'$  和  $V_5$ 、 $V_5'$  的每一次动作时，在可接受的时间内进行压力补偿，因此分别在节点  $K_2$  和辅助阀  $V_2$ 、 $V_2'$

之间与在节点  $K_3$  和辅助阀  $V_5, V_5'$  之间的两个流量限制器  $R_2, R_3$  可使通过的流量比节点  $K_1$  和蓄压器  $P$  之间的流量限制器  $R_1$  允许通过的流量大。另一方面,  $R_1$  总是与膜片组件 3 的浓缩物输出端连接, 因此可不间断地补偿在蓄压器  $P$  中的压力。因此, 流量限制器  $R_1$  的流动阻力较大, 只允许较小的流量通过。浓缩物线路与膜片组件 3 隔开很大, 因此, 压力波动对膜片组件 3 的影响很小, 可忽略不计。另外, 还应注意, 只有当辅助阀  $V_2$  和  $V_5$  在节点  $K_1$  和节点  $K_2, K_3$  之间建立了压力补偿, 主阀  $V_3$  和  $V_6$  才启动。这样, 主阀  $V_3$  和  $V_6$  总是在没有压力的情况下启动, 因此, 没有压力波动。

在任何情况下, 最大的流量受到辅助阀  $V_2, V_2', V_5, V_5'$  的结构限制, 因此, 这些辅助阀自动起到流量限制器的作用。

现根据图 2 和图 3 所示的示意图和图 4 所示的过程图, 来说明根据本发明的装置的工作循环。图 4 所示图中的数值表示在工作时相应的阀两端的压力降。

开始状态是图 2 所示的状态。两个活塞/液压缸装置中的活塞 301, 302 在最左端位置。这点也表示在图 4 所示的过程图中(参见右边的二列)。主阀  $V_3$  和  $V_4$  仍旧打开。由于这些阀二端的压力降为零, 因此阀在没有压力情况下关闭(时间  $t_1$ )。最迟在这点上, 辅助阀  $V_2$  和  $V_5$  必需也关闭, 分别将节点  $K_2$  和  $K_3$  与浓缩物的流出和膜片组件 3 的浓缩物输出端隔开。在这点上, 所有阀都关闭。

为了准备活塞 301, 302 的相反运动, 现在辅助阀  $V_2'$  打开(时间  $t_2$ ), 将节点  $K_2$  上相对于浓缩物流出的大约为 70 巴的压力降低。由于阀  $V_2'$  为横截面小的辅助阀, 因此, 体积流量小。利用流量限制器  $R_2$  或辅助阀  $V_2'$  本身, 可以抑制突然的压力波动。

同时, 主(原文如此, 辅助)阀  $V_5$  打开, 将压力加在从输出腔 102 中排空浓盐水之后没有压力的节点  $K_3$  上。由于流量限制器  $R_3$  限制流量, 这个压力也可逐渐地加上。这样, 在  $K_1$  上的压力加在了节点  $K_3$  上。

由于节点  $K_1$  通过流动阻力大的流量限制器  $R_1$  与主阀  $V_5$  隔离, 因此, 补偿由蓄压器  $P$  进行, 蓄压器又利用节点  $K_1$  通过流量限制器  $R_1$  被充满。因此, 在膜片组件 3 内浓缩物输出端的压力波动主要由流量限制器  $R_1$  的尺寸确定, 这样, 在节点  $K_1$  上可得到较恒定的压力。

当节点  $K_2$  上的压力由辅助阀  $V_2'$  降低, 并且在节点  $K_3$  上的压力由辅助

阀  $V_5$  建立时, 主阀  $V_1$  和  $V_6$  可以在没有压力的情况下打开(时间  $t_3$ ), 并且活塞的相反运动开始。这点用图 4 中的指向右边的箭头表示。

在时间  $t_4$ , 辅助阀  $V_2'$  和  $V_5$  再次关闭。最迟在活塞 301, 302 已经达到其最右端位置(参见图 3)的时间  $t_5$ , 辅助阀  $V_2'$  和  $V_5$  关闭。

- 5 因为活塞从最左位置运动至最右位置, 使浓盐水流入输出腔 102, 因此盐水在大约 80 巴(70 巴由流入的浓缩物得来, 10 巴从驱动装置得来)的压力下, 盐水从输入腔 202 压至膜片组件 3 中。同时, 在没有压力从输出腔 101 作用在浓缩排放管路上的情况下, 输送浓盐水, 而盐水则流入输入腔 201 中。在时间  $t_5$  时, 所有阀再次关闭, 通过适当的控制, 同样的过程可在相反方向进行。
- 10

应当注意, 泵 1 不是主要用于将盐水 10 送入输入腔 201, 202 的, 而是用于防止出现所谓的气穴现象; 即在流入输入腔 201, 202 中的盐水 10 的流束中出现负压区域。由于紊流流动, 这种区域是不稳定的。负压将周围的水吸入这些区域中, 并穿过这些区域。这些水的流动速度很大, 以至于它可以容易将颗粒从管路壁及其配件上敲落下来, 使零件较快损坏, 因此需要周期性更换这些零件。在本发明的两个腔系统中, 泵 10(原文如此; 1)不具有象在已知的装置中一样的高的工作压力, 但如同内燃机的涡轮增压器一样工作, 其低压力足以防止在吸入盐水时产生气穴现象。

15

图 3 表示开始状态。两个液压缸中的活塞 301, 302 恰好处在最右端位置。图 4 所示的过程图也表示了这点。阀  $V_1$  和  $V_6$  仍打开。由于阀两端的压力降为零, 两个阀均在没有压力的情况下关闭(时间  $t_5$ )。最迟在这点上, 辅助阀  $V_2'$  和  $V_5$  也必需关闭, 使节点  $K_2$  和  $K_3$  分别与浓缩物的流出和膜片组件 3 的浓缩物输出端隔开。现在, 所有的阀都关闭。

20

为了准备活塞 301, 302 的相反运动, 辅助阀  $V_5'$  打开(时间  $t_6$ ), 将节点  $K_3$  上的相对于浓缩物输出流动的大约 70 巴的压力降低。由于阀  $V_5'$  为横截面小的辅助阀, 因此体积流量小。流量限制器  $R_3$  抑制突然的压力波动。

25

同时, 辅助阀  $V_2$  打开, 将压力加在将浓盐水从输出腔 101 排空后没有压力的节点  $K_2$  上。由于流量限制器  $R_2$  限制流量, 这个压力也可以逐渐地加上去。因此, 在节点  $K_1$  上的压力也在节点  $K_2$  上建立起来。由于流动阻力大的流量限制器  $R_1$  使节点  $K_1$  与辅助阀  $V_2$  隔离, 因此补偿由蓄压器 70 进行。该蓄压器又通过流量限制器  $R_1$  被充满。

30

当辅助阀  $V_5'$  使节点  $K_3$  上的压力降低, 辅助阀  $V_2$  在节点  $K_2$  上建立压力时, 主阀  $V_3$  和  $V_4$  在没有压力的情况下打开(时间  $t_7$ ), 活塞开始作相反运动。图 4 中的指向左边的箭头也表示这点。

5 在时间  $t_8$  时, 辅助阀  $V_5'$  和  $V_2$  再次关闭。最迟在活塞 301, 302 达到其最左端位置(见图 2)的时间  $t_1$  时, 辅助阀  $V_5'$  和  $V_2$  必需关闭。

由于活塞从最右端位置运动至最左端位置使浓盐水流入输出腔 101 中, 在大约为 80 巴的压力作用下, 盐水被从输出腔 201 压出至膜片组件 3 中。同时, 在没有压力从输出腔 102 作用在浓缩物排放管路上的情况下, 可以输送浓盐水, 并使盐水流入输入腔 202 中。

10 这样, 在下一个循环的时间  $t_1$ , 所有阀再次关闭; 通过适当控制, 可以相反方向进行相同的过程。同时, 图 4 中的点划线表示一个循环的结束和下一个循环的开始。

15 从单个阀的压力可以看出, 主阀总是在没有压力的情况下切换, 而适当尺寸的辅助阀只在打开时才受高压作用。这是本发明的一个非常有决定意义的优点。

活塞/液压缸装置的活塞和相应液压缸之间的密封不是严格必需的, 因为两种液体的稍微混合不会对装置的动作有显著影响。另一方面, 在连杆出口点处的液压缸密封则是严格必需的。

20 需要连续地检测活塞的当前位置。因为必需防止活塞和液压缸之间的碰撞以免损坏, 所以必需检测这个位置。在这个情况下, 可以直接或间接地在例如连杆上检测活塞的位置。

由于高压和腐蚀性的盐水介质的作用, 使用于补偿压力损失的泵受很大应力作用, 有破坏的危险, 因此本发明利用驱动连杆来基本上或完全代替这种泵, 由此补偿压力损失。

25 蓄压器可使膜片组件中的压力波动平滑。通过在每一个膜片组件中放置多个根据本发明的装置, 即, 在每一个膜片组件中至少放置两个压力补偿装置, 每一个压力补偿装置包括一对活塞/液压缸装置, 特别是该一对活塞/液压缸装置是按彼此相位偏移方式工作的, 可以使压力波动得到附加的平滑。这样, 在一个给定时间点  $t$ , 只有一个压力补偿装置的活塞处在最右端或最左端位置。根据设计不同, 所有压力补偿装置可以配备一个驱动装置, 或每一个压力补偿装置配备一个单独的驱动装置。

30

本发明不是仅限于所述的实施例，特别地，压力补偿装置设计得可以不同。例如，带有几对活塞/液压缸装置的设计和/或带有不同设计的活塞/液压装置都是可以的。所举出的压力值也只是用于说明本发明的示例性值，活塞几何形状不同，也可以有其他的压力条件。

- 5 采用根据本发明的装置和方法，能量回收的效率非常高，可达到至少90%。送液泵的大约70~80巴的工作压力的只有一部分必需用于反渗透，这部分压力是随吸入的水量而变化的，因此可以大大降低成本和维护费用。因此，一般可以明显降低水脱盐装置的生产成本和准备饮用水的生产成本。活塞的几何形状不只是限于一种可能性。可以或应该根据水中的盐含量来
- 10 调节渗透压力。对于微咸的水-盐含量最低的水-可以选择较低的渗透压力。

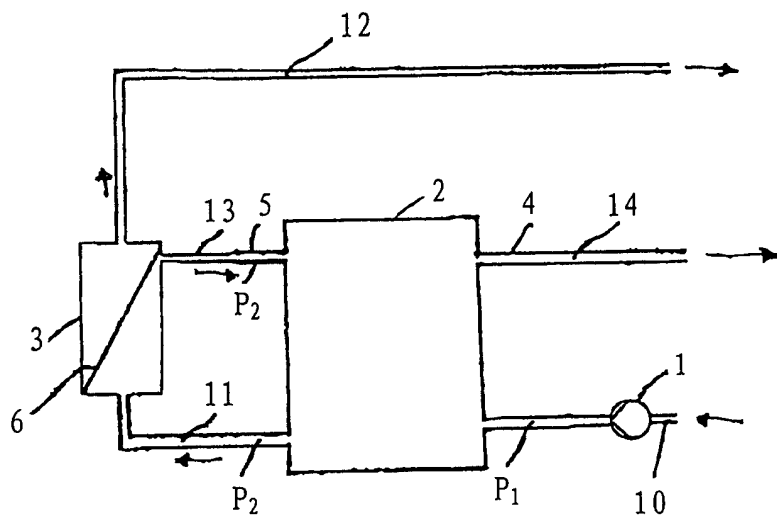


图 1

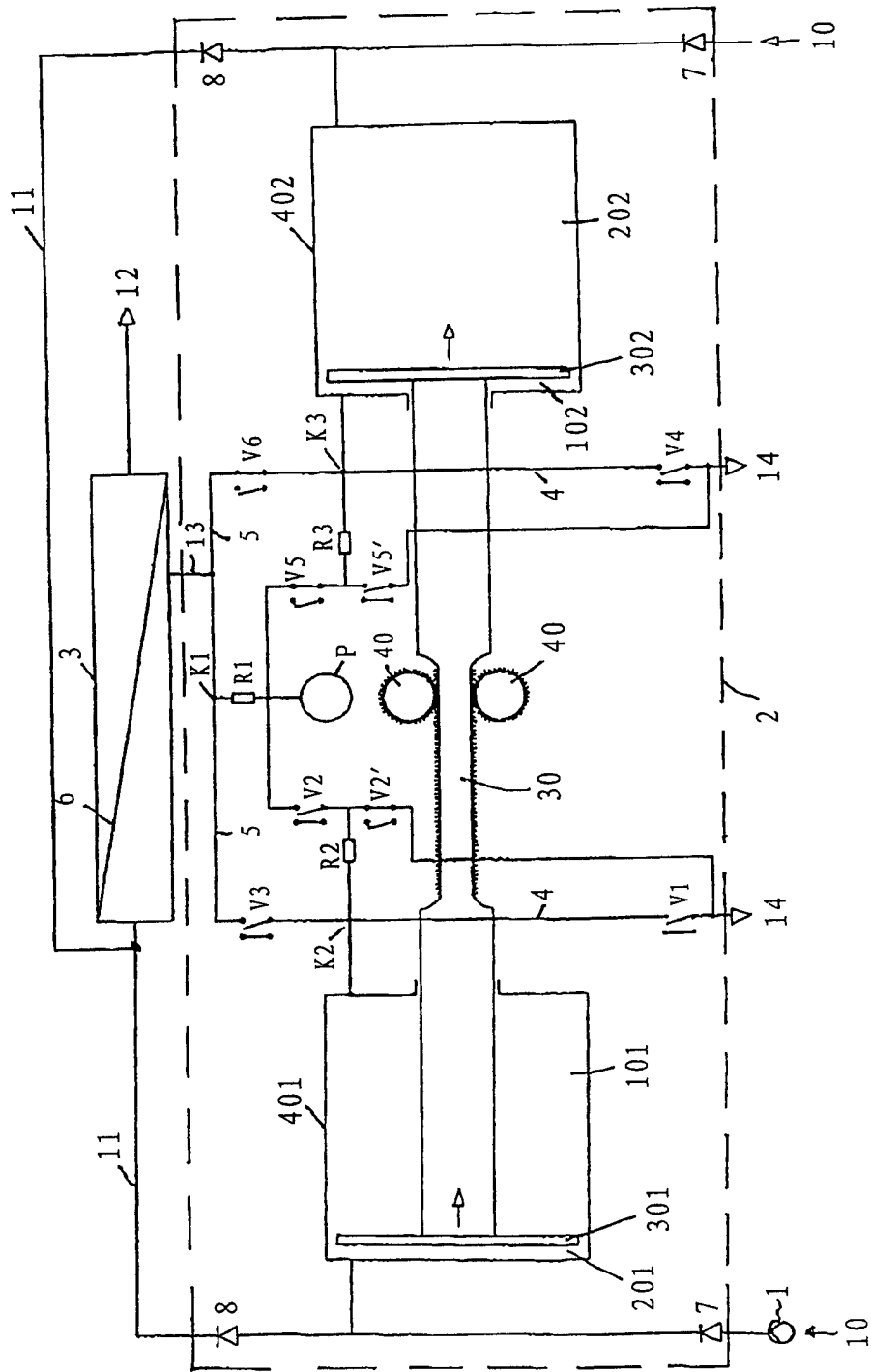


图 2



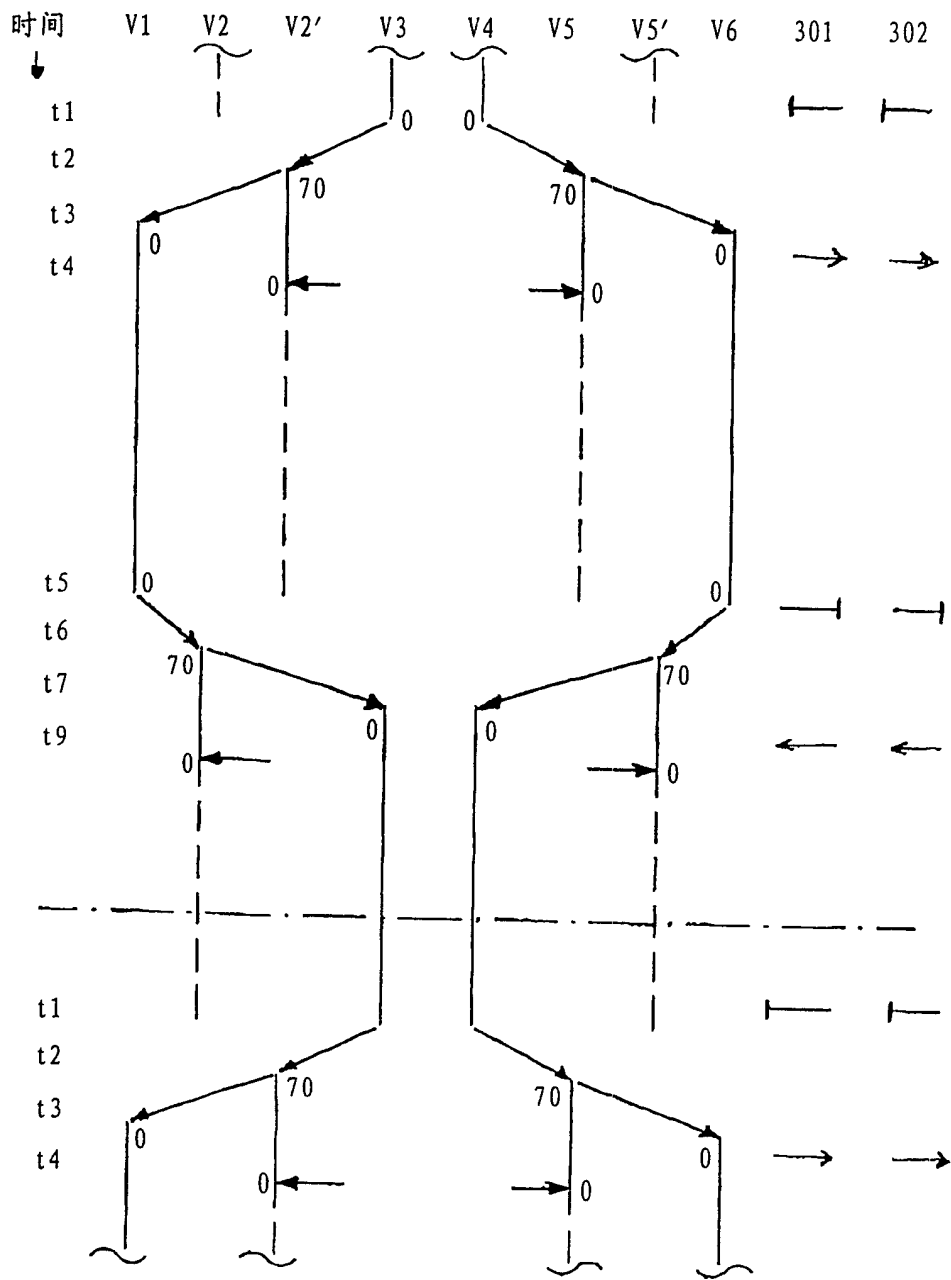


图 4