

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B01D 61/00

B01D 63/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01818596.7

[43] 公开日 2004年2月4日

[11] 公开号 CN 1473068A

[22] 申请日 2001.11.9 [21] 申请号 01818596.7

[30] 优先权

[32] 2000.11.10 [33] US [31] 60/247,124

[86] 国际申请 PCT/US01/43657 2001.11.9

[87] 国际公布 WO02/38254 英 2002.5.16

[85] 进入国家阶段日期 2003.5.9

[71] 申请人 CH2M 希尔公司

地址 美国科罗拉多

[72] 发明人 保罗·米勒 安东尼·G·梅尔斯

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

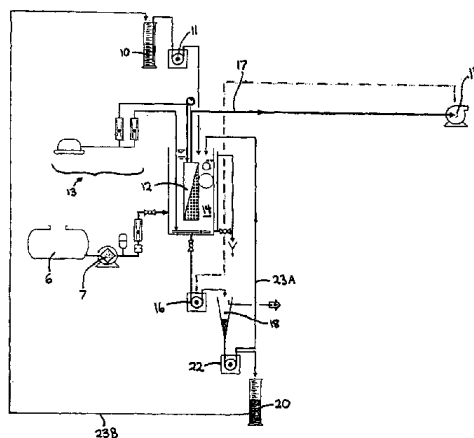
代理人 范 莉

权利要求书2页 说明书9页 附图7页

[54] 发明名称 用于处理饮用水的方法和装置

[57] 摘要

一种用于处理和净化饮用水的装置和方法，在单个处理池(14)中组合使用了离子交换树脂和膜过滤器(12)。该离子交换树脂从处理池(14)中除去离子交换树脂，并在柱(24)中进行再生，以便重新使用。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种用于处理饮用水的方法，包括：
 - a) 将原水提供给处理池；
 - b) 将离子交换树脂添加到处理池中，以便形成原水/离子交换树脂混合物；以及
 - c) 使处理过的水通过膜过滤器从处理池中排出。
2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中：离子交换树脂是磁性离子交换树脂。
3. 根据权利要求 1 所述的方法，还包括：充分搅动原水/离子交换树脂混合物，以便使离子交换树脂保持悬浮。
4. 根据权利要求 1 所述的方法，还包括：使离子交换树脂与原水/离子交换树脂混合物分离。
5. 根据权利要求 2 所述的方法，还包括：利用高磁场梯度的过滤器而使离子交换树脂与原水/离子交换树脂混合物分离。
6. 根据权利要求 5 所述的方法，还包括：使该离子交换树脂进行再生。
7. 根据权利要求 6 所述的方法，还包括：将再生的离子交换树脂供给处理池。
8. 根据权利要求 6 所述的方法，其中：再生步骤在外部逆流塔中进行。
9. 根据权利要求 6 所述的方法，其中：再生步骤通过向处理池中添加盐溶液而在该处理池中进行。
10. 一种用于处理饮用水的装置，包括
 - 用于接收原水的处理池；
 - 离子交换树脂供给源，该离子交换树脂供给源与该处理池可操作地相连，以便向处理池中的原水提供离子交换树脂；
 - 膜过滤器，该膜过滤器可操作地与处理池相连，以便使微粒物质与通过该膜过滤器从处理池排出的处理过的水分离。

11. 根据权利要求 10 所述的装置, 还包括: 树脂分离器, 该树脂分离器可操作地与处理池相连, 以便从离子交换树脂/原水混合物中除去离子交换树脂。

12. 根据权利要求 11 所述的装置, 其中: 离子交换树脂是磁性离子交换树脂, 树脂分离器是高磁场梯度的过滤器。

13. 根据权利要求 11 所述的装置, 还包括: 树脂再生器, 该树脂再生器接收由分离器除去的离子交换树脂;

14. 根据权利要求 13 所述的装置, 还包括: 用于将再生的离子交换树脂从树脂再生器传送给离子交换树脂供给源的装置。

15. 根据权利要求 13 所述的装置, 还包括: 树脂分离器是外部逆流塔, 它使用盐溶液来再生离子交换树脂。

16. 根据权利要求 10 所述的装置, 还包括: 在处理池中的充气器, 用于搅动在处理池中的离子交换树脂/原水混合物。

用于处理饮用水的方法和装置

技术领域

本发明涉及一种用于处理饮用水的方法和装置，尤其是涉及一种在单个处理池中利用可再生离子交换树脂与浸没式膜过滤器的组合的处理方法。

发明的背景技术

可以通过多种方法对原水进行处理和净化，以便使它适于饮用。给定水流的特定污染物适于使用特定的处理方法。离子交换树脂用于水处理系统中，以便除去可溶解的化合物，其中某些化合物是有机物。微过滤和超过滤膜用于除去微粒。对于包含这两种化合物的水流，必须先采用第一种处理，然后采用第二种处理。需要采用两个分离的步骤将花费较多时间，需要附加设备，并且增加了处理系统的总成本。因此，需要有一种改进的饮用水处理系统，它能够除去微粒和可溶解有机化合物，且该系统与现有系统相比具有成本效益和时间效益。

Benedek 的美国专利 No. 5027649 公开了一种在单个反应器池中利用 ZEWEED[®]浸没式膜过滤器与絮凝剂组合处理饮用水的方法，该浸没式膜过滤器与絮凝剂在反应器池中混合，并利用空气泡保持悬浮。絮凝剂将成为有机物、颜料、细菌、胞(cyst)和其它杂质的去除剂。使用由 Benedek 所述的絮凝剂需要使 pH 值保持在 5-9 的范围内。这需要向原水中添加酸或碱，以便保持所需的 pH 值范围。尽管 Benedek 介绍了使用絮凝剂与膜过滤器组合的单个池，但是为了除去有机物而使用絮凝剂还需要随后处置剩余的絮凝剂。因此，不仅必须合适处置剩余的絮凝剂，而且必须向反应器池提供新的凝结剂，以便形成所需的絮凝剂。Benedek 还公开了优选是向反应器池添加活性炭，以便除去溶解的有机物。不过，与絮凝剂一样，这也产生了处置

剩余的活性炭的问题，并需要向反应器池中补充新的活性炭。

Daly 的美国专利 No. 6120688 涉及一种水的净化方法，该方法也利用 ZEWEED[®]膜过滤器。尤其是，Daly 介绍了首先利用 ZEWEED[®]过滤器进行微粒去除，随后利用反向渗透作用来过滤水。尽管 Daly 消除了 Benedek 专利中的絮凝剂和活性炭的处置问题，但是 Daly 专利需要两个处理步骤，这增加了设备的尺寸和所需成本。

本发明用于克服一个或多个上述问题。

发明简介

本发明的第一方面是一种用于处理饮用水的方法。原水提供给处理池。离子交换树脂添加到处理池中，以便形成原水/离子交换树脂混合物。处理过的水通过膜过滤器从处理池中排出。优选是，离子交换树脂是磁性离子交换树脂。该磁性离子交换树脂利用高磁场梯度的过滤器而与原水/离子交换树脂混合物分离。然后，优选是使该分离的离子交换树脂进行再生，然后重新供给处理池。离子交换树脂可以在外部逆流塔中进行再生。也可选择，该再生步骤通过向处理池中添加盐溶液而在该处理池中进行。然后，再生的离子交换树脂再与原水/再生离子交换树脂混合物分离。

本发明的另一方面是用于处理饮用水的装置。该装置包括用于接收原水的处理池。离子交换树脂供给源与该处理池可操作地相连，以便向处理池中的原水提供离子交换树脂。膜过滤器可操作地与处理池相连，以便使微粒物质与通过该膜过滤器从处理池排出的处理过的水分离。该装置还可以包括树脂分离器，该树脂分离器可操作地与处理池相连，以便从离子交换树脂/原水混合物中除去离子交换树脂。在本实施例中，离子交换树脂优选是磁性离子交换树脂，树脂分离器优选是高磁场梯度的过滤器。优选是，树脂再生器接收由分离器除去的离子交换树脂，以便通过使用盐溶液而使该离子交换树脂再生。优选是，还提供有传送器，用于将再生的离子交换树脂传送给离子交换树脂供给源。树脂分离器可以是外部逆流塔，它使用盐溶液来再生离子交换树脂。在更优选的实施例中，在处理池中提供有充气器，以便搅

动在处理池中的离子交换树脂/原水混合物。

本发明的、用于处理饮用水的装置和方法在单个池中组合了两种分离处理技术，以便在单个处理过程中除去可溶解污染物和微粒。该装置和方法使用离子交换树脂，该离子交换树脂可以从原水/离子交换树脂混合物中分离，然后再生，以便重新使用。该方法既延长了离子交换树脂的使用寿命，同时减小了现有技术的水处理系统中遇到的浪费和处置问题。

附图的简要说明

图 1 是本发明的饮用水处理系统的示意图。

图 2 是本发明实施例的简化示意图，其中，树脂的再生通过逆流塔进行。

图 3 是本发明实施例的简化示意图，其中，树脂的再生在处理池中进行。

图 4 是表示基本的水处理过程的示意图。

图 5 是表示本发明的膜/树脂处理的示意图。

图 6A 是表示再生处理柱床容积对接触器树脂浓度的控制效果的曲线图，其中采用了图 1 中所示的处理的数学模型。

图 6B 是表示再生树脂接触时间对接触器液压滞留时间的控制效果的曲线图，其中采用了图 1 中所示的处理的数学模型。

图 6C 是表示再生处理柱床容积对树脂回收的控制效果的曲线图，其中采用了图 1 中所示的处理的数学模型。

优选实施例的详细说明

本发明的饮用水处理方法组合了两种独立的技术，以便在单个处理过程中除去天然有机物质和微粒。该方法如图 1、2 和 3 所示。参考图 1，来自原水池 6 中的原水在重力下或泵 7 的作用下引向处理池 14。吸收离子交换树脂通过泵送系统 11 而从树脂储存容器 10 添加到处理池 14，该处理池 14 包含浸没式膜过滤器 12。合适的浸没式过滤器是 ZEEWEED[®]膜（ZENON Environmental 公司，加拿大安大略省）。该离子交换树脂从水中除去溶解的天然有机物质，而膜过滤器除去微

粒。池 14 通过由充气系统 13 进行的充气而进行搅动，以便使离子交换树脂悬浮。处理过的水利用由泵 15 产生的真空（外侧/内侧）而从膜过滤器 12 的空心纤维膜向管路 17 抽出，处理过的水可以在该管路 17 中进行消毒、储存和分配。

离子交换树脂具有用于吸附材料的有限容量。当达到该容量时，树脂必须丢弃或再生。在处理过程中，在处理池 14 中形成高浓度的离子交换树脂，且该离子交换树脂可以通过重力或泵 16 而除去。然后，用过的离子交换树脂通向树脂分离器 18，在该树脂分离器 18 处，离子交换树脂从剩余的水中析出。然后，离子交换树脂在再生储器 20 中进行再生。通常，通过用高浓度的盐溶液进行处理而进行再生。再生的树脂可以通过返回泵 22 由管路 23A 返回到处理池 14 中，或者通过管路 23B 传送给离子储存容器 10。

在优选实施例中，离子交换树脂是磁性离子交换树脂，例如由澳大利亚的 Orica Watercare 制造的 MIEX[®]DOC。优选是，每升水使用大约 20mL 的 MIEX[®]DOC 树脂。这时，树脂可以通过使用高磁场梯度过滤器（HGMP）23（只在图 2 和 3 中表示，但是它也可以是图 1 中的系统的一部分）而可选择地从膜过滤器池中除去，该高磁场梯度过滤器 23 使树脂与池中的水和其它微粒分离。

参考图 2，在另一实施例中，树脂的再生通过逆流塔 24 来实现，在该逆流塔 24 中，盐溶液通过该逆流塔向上泵送，以便从树脂中除去有机物质。再生的树脂从柱的底部除去，并能够通过管路 30 送回处理池。废盐水通过管路 32 进行处理。

参考图 3，在另一实施例中，膜过滤器室被隔开，加入盐，并通过来自空气搅拌系统 13 的空气而进行搅拌，以便进行再生。这时，除去池中的溶液，并通过 HGMP23 通向树脂储池 34。

在任何情况下，再生的树脂都流回膜池中，且对废盐水进行合适处置。

因为优选实施例的离子交换树脂为磁性，它倾向于在处理池 14 中聚集和沉淀。为了克服该趋势，空气搅动系统 13 使该磁性离子交

换树脂保持悬浮状态。该空气搅动系统允许处理池中的树脂浓度明显更高。合适的充气装置是 SWEETWATER[®] 线性活塞空气泵，可由 Aquatic Eco-Systems 公司 (Apopka, florida) 购得。

为了进一步优化系统，开发了以树脂的质量平衡表示的数学模型，以便确定在使用 ZEEWEED[®] 膜和 MIEX[®]DOC 树脂的处理池中的滞留时间和吸附浓度。为了比较，还对只采用 MIEX[®]DOC 树脂且没有膜的基本处理方法进行建模（下文称为“基本方法”）。基本方法的值如表 1 所示，模型的值如表 2 所示，并在图 4 中示意表示。基本方法 40 包括处理或接触池 42，原水通过管道 44 加入该处理池 42 内，离子交换树脂从树脂供给装置 46 加入该接触池 42 内。树脂供给装置 46 接收来自新树脂供给装置 48 的新树脂以及来自再生器 50 的再生树脂。分离器 52 用于使离子交换树脂与原水分离，随后合适保留在处理池中，同时处理过的水通过管道 54 输出。分离的离子交换树脂通过管道 54 传送给再生器 50，而再生的树脂通过管道 58 传送给树脂供给装置。

每天处理过的水的量 TW 为 1 百万加仑或 3785000 升，与加入系统的原水量 RW 以及从池中输出的水量 OF 相同。分离器下溢量 SU 是离开分离器的水量，等于从池中的流出量乘以树脂浓度，再减去树脂损失量，然后除以树脂浓度 30% (v/v)，或者 $SU = (OF * RC - OF * RC * RL) / 0.3$ 。送入再生的树脂 RG 等于流出量乘以树脂浓度乘以下溢再生的百分数，再减去树脂损失量，或者 $RG = OF * RC * U - OF * RC * U * RL$ 。回收树脂 RR 从分离器返回接触池，等于流出量乘以树脂浓度减去树脂损失量，再减去送去再生的量，或者 $RR = OF * RC - OF * RC * RL - RG$ 。返回树脂供给装置的再生树脂的量等于回收树脂的量。供给池中的新鲜树脂是新鲜树脂和再生树脂的组合。新鲜树脂 FR 等于必须添加的树脂量，以补偿在处理池外的各阶段的树脂量，或者 $FR = OF * RC - RR$ 。新树脂 VR 等于必须添加的树脂的总量，以补偿树脂损失，或者 $VR = OF * RL$ 。

再生时的树脂接触时间 CT_R 是浓缩物乘以树脂浓度，并考虑到树

脂损失和送去再生的下溢量，或者 $RC_R = RI / [OF * RC - OF * RC * (1 - RL) * U]$ 。在接触池中的树脂总量 RI 等于在接触池中的处理过的水的量乘以接触时间 CT 乘以树脂滞留时间，或者 $RI = RW * CT * RT$ 。再生处理柱床容积 BV 是再生时的树脂接触时间乘以原水量除以接触池中的树脂总量，或者 $BV = RC_R * RW / RI$ 。树脂滞留时间 RT 是在接触池中的树脂总量除以流出量、树脂损失和树脂浓度的乘积，或者 $RT = RI / (OF * RL * RC)$ 。

表 1 - 用于基本方法模型中的值

变量	标记	值
接触器树脂浓度	RC	6mL/L
接触时间	CT	30 分钟
下溢以便再生的%	U	10%
在分离器中的树脂损失	RL	0.10%
处理流量	OF、RW、TW	1 百万加仑/天

表 2 - 基本方法模型

流体流	流量	树脂浓度	每天的树脂@ 100%
	L/天	%v/v	L/天
1. 原水	3,785,000	0	0
2. 树脂供给	2,291	100	2,291
3. 接触池流出	3,785,000	0.60	22,710
4. 分离器下溢	75,624	30	22,687
5. 处理过的水	3,785,000	0.0006	23
6. 将再生的树脂	2,269	100	2,269
7. 回收树脂	20,419	100	20,419
8. 再生树脂	20,419	100	20,419
9. 新树脂	23	100	23

使用表 3 中的值的模型是采用了使用膜和离子交换树脂的本发明方法（下文称为膜/树脂方法）。该模型的值如表 4 所示，并在图 5 中示意表示。简单地说，示意图 5A 表示了包括膜过滤器 63 的膜处理池 62。原水通过管道 64 进入膜处理池，在该膜处理池中，原水与来自树脂供给装置 66 的树脂混合。通过膜过滤器 63 抽出的水作为处理过的水在管道 68 处离开。离子交换树脂/原水混合物通过管道 70 从膜处理池抽出到树脂分离器 72。废水在管道 74 处排出，以便合适处置。分离的树脂通过管道 76 传送给再生器 78，以便进行再生。再生的树脂通过管道 80 传送给树脂供给装置 66，在该树脂供给装置 66 处，再生树脂可以与来自新树脂供给装置 82 的新树脂混合，或者和新树脂一起进行补充。

该模型基于处理过的水流量 TW 为 1 百万加仑每天或 378500L/天。浓缩物从处理池流向树脂分离器。浓缩物定义成处理过的水的量乘以通过隔膜合适的损失量 MR，或者 $C = TW * (1 - MR)$ 。进入池中的原水等于 3785000L/天加上回收的浓缩物的量 C。处理过的浓缩物 TC 从系统中排出，等于从浓缩物中损失的树脂量，或者 $TC = C * RC * RL$ 。分离器下溢量是离开树脂分离器的水量。分离器下溢量 SU 等于送入树脂分离器的浓缩物乘以树脂浓度，再考虑树脂损失量，并除以树脂浓度 30%（体积/体积），或者 $SU = [C * RC * (1 - RL)] / 0.3$ 。分离器下溢量分成两个部分：将再生的树脂 RG 和回收到处理池的树脂 RR。RG 是在浓缩物中的树脂，并考虑到树脂损失和送去再生的下溢 U，或者 $RG = C * RC * (1 - RL) * U$ 。回收的树脂 RR 是分离器下溢减去要再生的树脂，或者 $RR = [C * RC * (1 - RL) - (C * RC * U)] - RG$ 。送向树脂供给装置的再生树脂与将再生的树脂相同。送入池中的新鲜树脂是新鲜树脂和再生树脂的组合。新鲜树脂 FR 等于必须添加的树脂量，以补偿在处理池外的各阶段的树脂量，或者 $FR = C * RC - RR$ 。新树脂 VR 等于在处理池外的各阶段的树脂总量减去再生树脂的量，或者 $VR = FR - RG$ 。再生时的树脂接触时间 CT_R 是接触池中的树脂总量除以浓缩物乘以树脂浓度，并考虑到

树脂损失和送去再生的下溢量，或者 $RC_R = RI / [C * RC * (1 - RL) * U]$ 。在接触池中的树脂总量 RI 等于在接触池中的原水量乘以接触时间 CT 乘以树脂滞留时间，或者 $RI = RW * CT * RT$ 。再生处理柱床容积 BV 是再生时的树脂接触时间乘以处理过的水的量除以接触池中的树脂总量，或者 $BV = RC_R * RW / RI$ 。树脂滞留时间 RT 是在接触池中的树脂总量除以处理浓缩物，或者 $RT = RI / TC$ 。

表 3 - 用于膜/树脂处理中的值

变量	标记	值
接触器树脂浓度	RC	25mL/L
接触时间	CT	12 分钟
下溢以便再生的%	U	40%
树脂损失	RL	0.10%
膜处理回收	MR	95%
处理过的水流量	TW	1 百万加仑/天

表 2 - 基本方法模型

流体流	流量 (L/天)	树脂浓度 (%v/v)	每天的树脂@ 100%
1. 原水	3,974,250	0	0
2. 树脂供给	1,895	100	1,895
3. 浓缩物	189,250	2.5	4,731
4. 分离器下溢	15,755	30	4,727
5. 处理过的水	3,785,000	0	0
6. 将再生的树脂	1,891	100	1,891
7. 回收树脂	2,836	100	2,836
8. 再生树脂	1,891	100	1,891
9. 新树脂	5	100	5
10. 处理浓缩物	5	100	5

表 5 中的两个方法的比较结果表示了本发明的方法的改进。

表 5 - 基本方法和膜/树脂方法的结果比较

变量	标记	基本处理	膜/树脂处理
再生时的树脂接触时间(hrs)	CT _R	5	10.5
再生处理柱床容积	BV	1668	2002
接触池中的树脂总量(L)	RI	473	828
树脂滞留时间(天)	RT	21	175
新鲜树脂剂量(mL/L)	FR	0.61	0.50
新树脂剂量(mL/L)	VR	0.0060	0.0012

再生时的树脂接触时间从 5 小时增加到 10.5 小时。再生步骤中的处理柱床容积量也从 1668 增加到 2002。在接触池中的树脂总量从 473L 大大增加到 828L。因为系统的设计允许树脂回收多次，树脂接触时间将明显高于水保留时间、HRT（要处理的水在处理系统中的保留时间）。树脂滞留时间也从 21 天大大增加到 175 天。同时，新鲜树脂剂量从 0.61mL/L 减小至 0.50mL/L，新树脂的量也从 0.0060mL/L 减小到 0.0012mL/L。

图 6A、6B 和 6C 中还表示了当输入变化时膜/树脂方法模型的输出。图 6A 表示了再生处理柱床容积对接触器树脂浓度的控制效果。图 6B 表示了再生树脂接触时间对接触器液压滞留时间的控制效果。图 6C 表示了再生处理柱床容积对树脂回收的控制效果。

采用本发明的某些或所有有利原理的装置可以广泛用于特定系统中。图 1、2 和 3 的水处理系统是典型的和示意性的，并不能认为是对本发明的范围和实现方式的选定。

图1

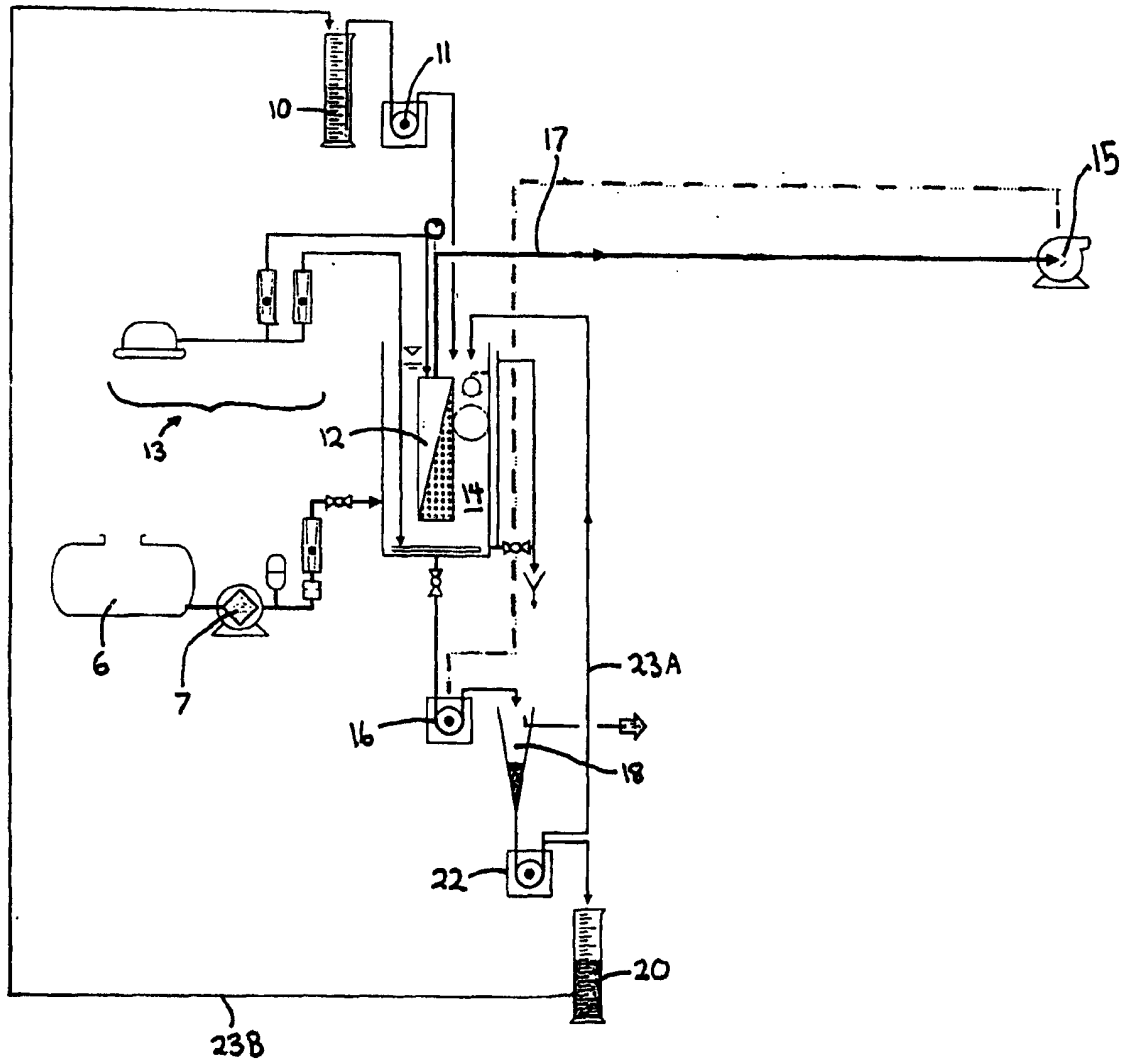


图2

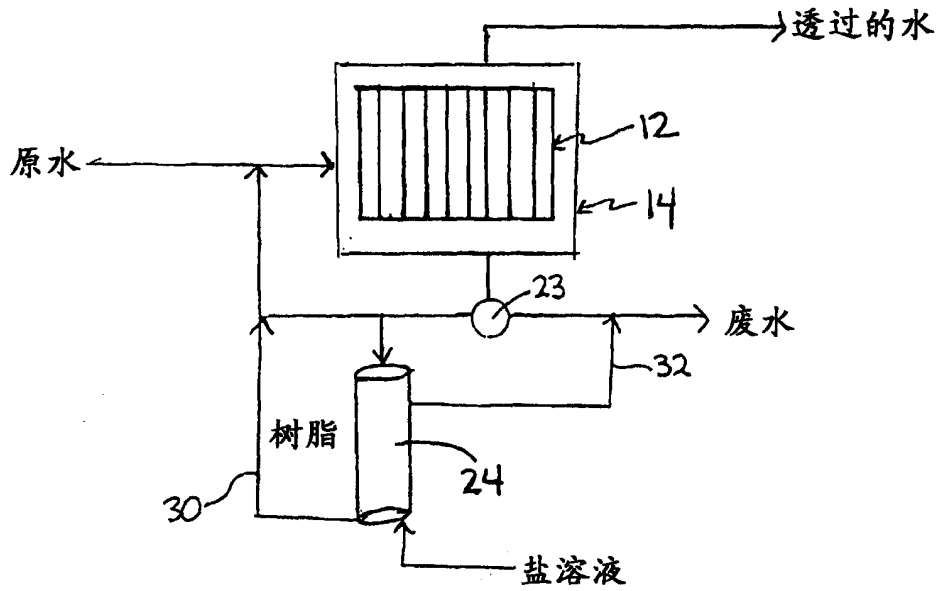


图3

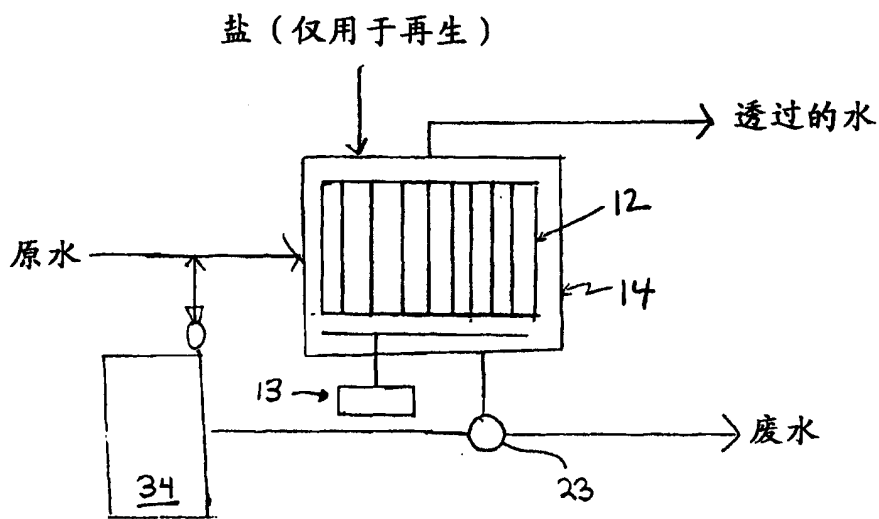


图 4

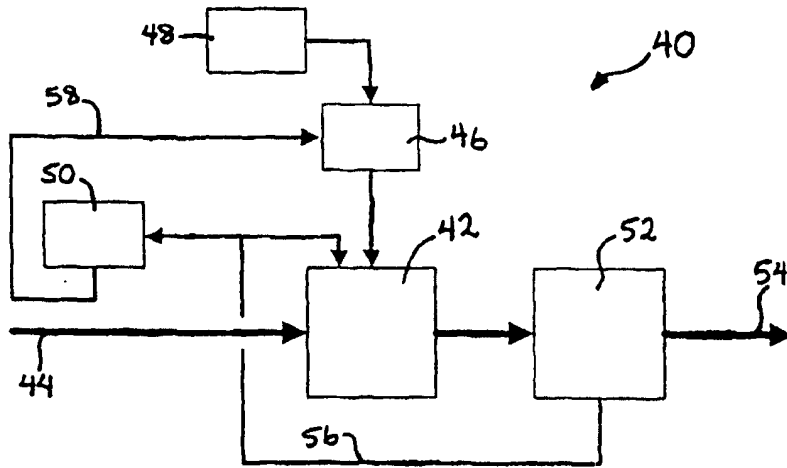


图5

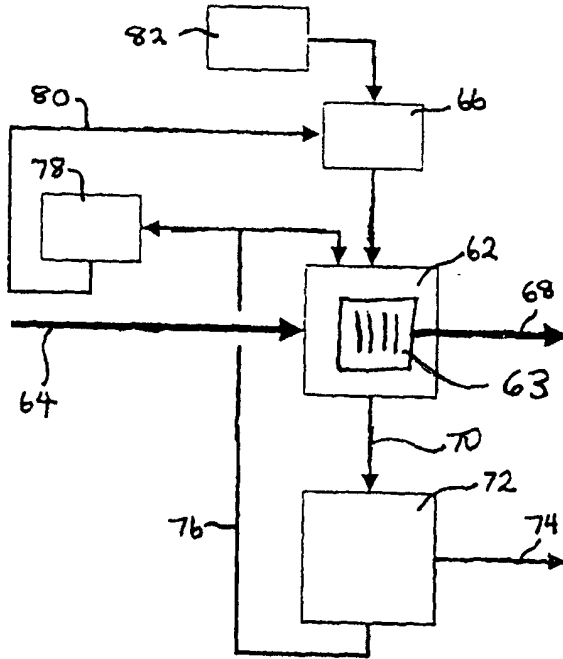


图6A

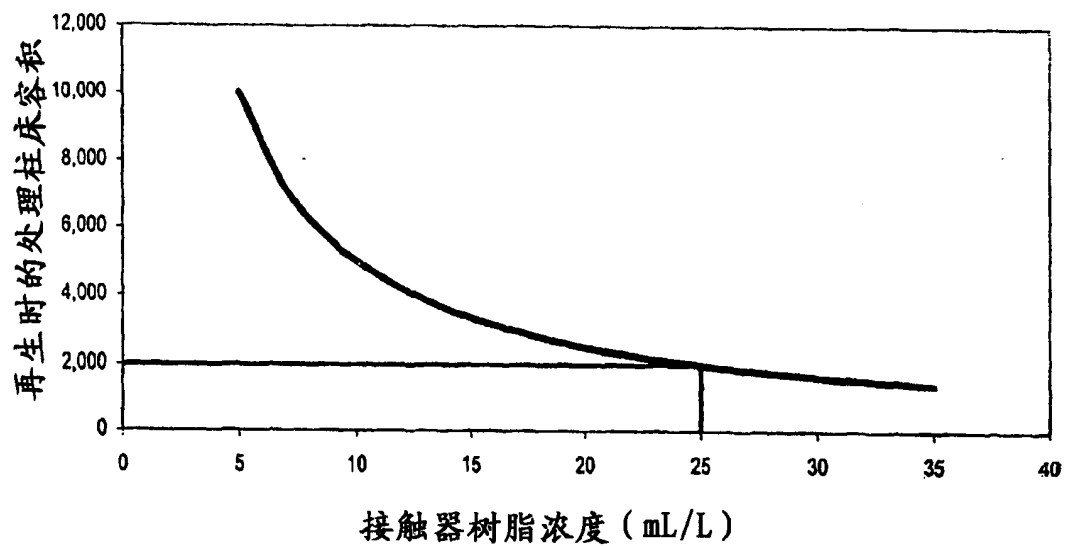


图 6B

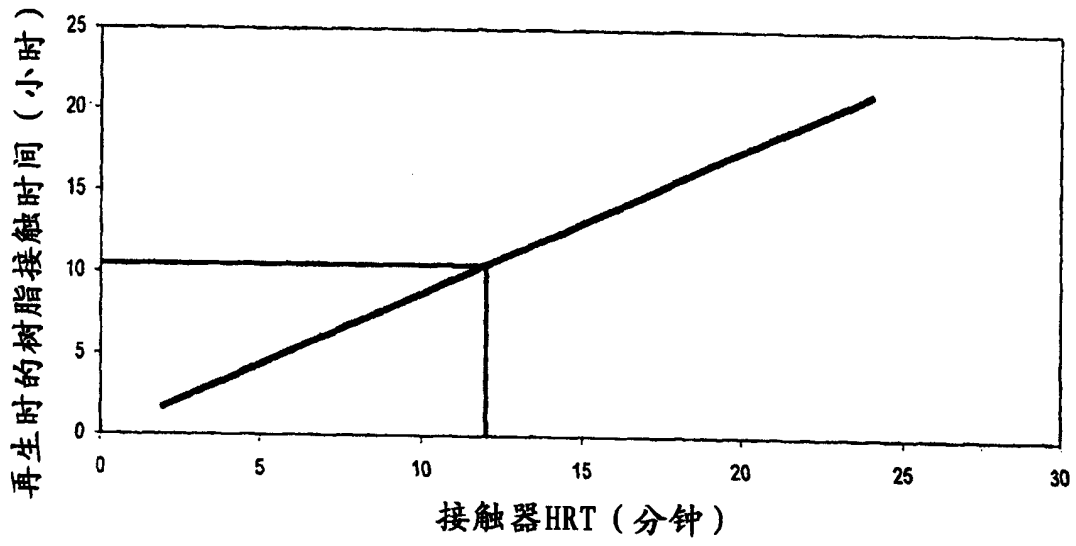


图 6C

