

[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 02828896.3

[43] 公开日 2005 年 6 月 8 日

[11] 公开号 CN 1625433A

[22] 申请日 2002.11.6 [21] 申请号 02828896.3

[30] 优先权

[32] 2002. 5. 6 [33] US [31] 10/140,445

[86] 国际申请 PCT/US2002/035572 2002. 11. 6

[87] 国际公布 WO2003/095076 英 2003. 11. 20

[85] 进入国家阶段日期 2004. 11. 5

[71] 申请人 德巴斯什·穆霍帕德黑

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 德巴斯什·穆霍帕德黑

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任
公司

代理人 郭国清 樊卫民

权利要求书 6 页 说明书 11 页 附图 2 页

[54] 发明名称 用反渗透法在酸性条件下处理流体的方法和设备

[57] 摘要

一种通过膜分离设备(图2)处理水的方法。给水(10)被保持或调节至 pH 为 4.3 或更低,并被送入膜分离系统。以这种方式,如 TOC 类物种变得更加离子化,且(a)经过膜分离方法其废料明显增加,(b)其在从膜处理过程流出的废料流中的溶解度明显增加。TOC 的通过明显降低。对大多数给水可实现 80% 或更高的回收率,同时膜分离设备的清洁频率大大降低。该方法特别适用于制备高纯水(54)。

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

- 5 1. 一种在膜分离设备中处理给水流以制备含较少溶解物的产品流和含较多溶解物的废料流的方法，所述的膜分离设备包括至少一个具有膜分离器的单元，所述方法包括：
- (a) 提供其中含溶解物的给水流；
 - (b) 如果需要，调整所述给水的pH值以确保在所述给水中至少存在一定的游离无机酸度；
 - (c) 将上述 (b) 步骤的产物通过所述的膜分离设备，所述的膜分离设备主要阻止至少某些溶解的物种通过，以浓缩所述给水至所述预先选择的浓度倍数，以制备
 - (i) 含较多溶解物的废料流，和
 - (ii) 含较少溶解物的产品流。
- 15 2. 如权利要求1的方法，其中步骤 (b) 中所述给水的pH值为或被调节至约4.3或更低。
3. 如权利要求1的方法，其中所述的膜分离器包括反渗透膜。
- 20 4. 如权利要求1的方法，其中所述的膜分离器包括纳滤膜。
5. 如权利要求1的方法，其中所述的膜分离器包括疏松的反渗透膜。
- 25 6. 如权利要求3、4或5的方法，其中所述的给水含总有机碳 (TOC) 成分，其中所述的总有机碳 (TOC) 可从所述产品流中被有效地除去。
- 30 7. 如权利要求6的方法，其中在所述产品流中所述的总有机碳 (TOC) 成分为所述给水中该成分浓度的约10%或更少。

8. 如权利要求6的方法，其中所述的TOC包括一种或多种非离子化的物种，并且其中所述的一种或多种非离子化物种选自（a）异丙醇，和（b）丙酮。

5

9. 如权利要求7的方法，其中所述的TOC包括一种或多种非离子化的物种，其中所述的一种或多种非离子化物种选自（a）异丙醇，和（b）丙酮。

10

10. 如权利要求3的方法，其中所述的给水含钠离子，其中所述的产品流含为所述给水中含有的钠离子浓度的约2%或更低的钠离子。

11. 如权利要求3的方法，其中所述的给水含铵离子，其中所述的产品流含为所述给水中含有的铵离子浓度的约8%或更低的铵离子。

15

12. 如权利要求3的方法，其中所述的给水含氯离子，其中所述的产品流含为所述给水中含有的氯离子浓度的约25%或更低的氯离子。

20

13. 如权利要求3的方法，其中所述的给水含硫酸根离子，其中所述的产品流含为所述给水中含有的硫酸根离子浓度的约0.5%或更低的硫酸根离子。

25

14. 如权利要求3或4的方法，其中所述的给水含氟离子，在所述产品流中氟离子浓度大约与所述的进水流中的氟离子浓度相同。

30

15. 如权利要求3、4或5的方法，其中所述的产品流中含游离无机酸度，且其中所述方法还包括在阴离子交换系统中处理所述产品流的另外的步骤，所述的另外的处理步骤可将游离无机酸度从所述产品流中有效地除去。

16. 如权利要求15的方法，其中所述的阴离子交换系统选自以下系统的一种或多种：（a）弱碱阴离子交换系统，（b）中等碱性阴离子交换系统，和（c）强碱阴离子交换系统。

5

17. 如权利要求15的方法，其中所述的阴离子交换系统可有效地除去所述产品流中所含的所有阴离子。

10

18. 如权利要求1的方法，其还包括在权利要求1的（c）的步骤前，向所述给水中加入铁离子或亚铁离子的步骤。

19. 如权利要求18的方法，还包括在权利要求1的（c）步骤前，向所述给水中加入过氧化氢的步骤。

15

20. 如权利要求18或19的方法，其中所述给水含总有机碳成分，且其中所述的总有机碳成分可被有效地从所述产品流中除去。

20

21. 如权利要求1的方法，其中所述给水含总有机碳成分，其中所述方法还包括用UV光源辐照所述给水流步骤，且其中所述的总有机碳成分可被有效地从所述产品流中除去。

25

22. 如权利要求1的方法，其中所述给水含总有机碳成分，其中所述方法还包括用UV光源辐照所述产品流的步骤，其中所述的总有机碳成分可被有效地从所述产品流中除去。

30

23. 如权利要求1的方法，其中所述给水含总有机碳成分，所述方法还包括用含臭氧的气体将所述给水流臭氧化的步骤，其中所述的总有机碳成分可被有效地从所述产品流中除去。

24. 如权利要求1的方法，其中所述给水含总有机碳组分，且所

述方法还包括用含臭氧的气体将所述产品流臭氧化，其中所述的总有机碳成分可被有效地从所述产品流中除去。

5 25. 如权利要求1的方法，其中所述给水含过氧化氢，且其中所述方法还包括在活性炭系统中处理给水流步骤，且其中所述的过氧化氢可被有效地从所述产品流中除去。

26. 如权利要求3的方法，其中所述的反渗透膜以每天每平方英尺至少15加仑的产率（流量）制备所述产品流。

10

27. 如权利要求3的方法，其中所述制备的产品流的量与所提供的给水流量的比为约75%或更高。

15 28. 如权利要求3的方法，其中所述制备的产品流的量与所提供的给水流量的比为约80%或更高。

29. 如权利要求3的方法，其中所述制备的产品流的量与所提供的给水流量的比为约85%或更高。

20 30. 如权利要求3的方法，其中所述制备的产品流的量与所提供的给水流量的比为约90%或更高。

31. 如权利要求3的方法，其中所述制备的产品流的量与所提供的给水流量的比为约95%或更高。

25

32. 如权利要求1的方法，其在权利要求1的步骤（a）之前，还包括一个或多个预处理步骤，其中所述的预处理步骤选自（a）介质过滤，（b）筒式过滤，（c）超滤，（d）纳滤，（e）氧化剂去除，（f）软化，（g）阳离子交换，（h）脱气和（i）除氧。

30

33. 如权利要求32的方法，其中所述的阳离子交换预处理步骤包括弱酸阳离子交换。

5 34. 如权利要求32的方法，其中所述的阳离子交换预处理步骤包括强酸阳离子交换。

35. 如权利要求32的方法，其中所述的氧化剂去除预处理步骤包括向所述给水中加入焦亚硫酸钠。

10 36. 如权利要求32的方法，其还包括在再生所述阳离子交换系统中利用所述废料流的步骤。

37. 如权利要求33的方法，其还包括使用所述废料流作为酸源来再生所述弱酸阳离子交换系统的步骤。

15

38. 如权利要求34的方法，其还包括使用所述废料流作为酸源来再生所述强酸阳离子交换体系的步骤。

20 39. 一种在膜分离设备中处理给水流以得到含较少溶解物的产品流和含较高溶解物的废料流的方法，其中所述的膜分离设备包括至少一个具有膜分离器的单元，其中所述方法包括：

(a) 提供其中含溶解物的给水流；

(b) 如果需要，调整所述给水流

H

值以确保在所述给水流中至少存在一定的游离无机酸度来制备预处理给水流；

25 (c) 将上述 (b) 步骤得到的所述预处理给水流通过所述的膜分离设备，所述的预处理给水流具有预先选择的

H

值，所述的膜分离设备主要阻止至少某些溶解的物种通过，以浓缩所述预处理给水至所述预先选择的浓度倍数，以制备

30 (i) 含较多溶解物的废料流，其

H

值低于所述预处理给水流

H

，和

(ii) 含较少溶解物的产品流，其pH值高于所述预处理给水流
的pH。

5 40. 如权利要求 1 或权利要求 39 的方法，其中在所述给水流中的
所述溶解物包括至少一种在没有游离无机酸度存在的条件下造成膜
污染的成分。

用反渗透法在酸性条件下处理流体的方法和设备

5 技术领域

本发明涉及一种在基于水处理、纯化、和浓缩系统的膜中处理酸性水和废水的方法，以及实现该方法的设备。更具体地讲，本发明涉及给水预处理方法和基于如反渗透法(“RO”)和微滤法(“NF”)处理系统的膜的操作方法，该方法可获得较高的溶解物废料，从而制备非常高的纯净水(含有较少的溶解物)，同时明显增加了水处理设备的运行效果。

背景技术

世界上很多地方存在着天然生成的酸性水和工业过程中产生的酸性废水。通常用来处理这类水的常规方法包括用碱中和来提高其pH值，从而水可被释放或被有益地应用。但是，这些方法并不总是所希望的，或在某些情况下甚至是不可行的。并且，所需的化学品特别是碱的成本可能非常高。

若处理过的水用来饮用，其通常不符合其必须满足的世界卫生组织标准，该标准为每升饮用水中可溶固体的含量不超过500毫克，且硫酸根离子或氯离子含量均不超过250mg/L。但在大多数工业应用中再用水的标准远比此严格。因此，通常“直接中和”处理方法在大多数水处理应用中是不可接受的。

在工业应用中，酸性水处理/再回收通常是基于离子交换法或基于反渗透(RO)系统。根据一些因素，例如硬度(多价离子)、总有机碳(TOC)、和水中存在的其它污染物，可使用阴离子交换法来处理这类酸性给水以降低/消除酸性。另外，在阴离子交换步骤前或阴离子交换步骤后附加阳离子交换步骤确实可得到完全脱矿物质的水。为

此，可单独或结合使用弱碱性、中碱性、或强碱性阴离子交换树脂。

这些现有离子交换处理方法的主要优点在于：

- 5 (1) 在工业上，这些方法被认为是“钝态的”，即该方法不易改变进料的性质。
- (2) 与常规反渗透法相比，该方法的成本较低。

这些现有离子交换处理方法的主要缺点在于：

- 10 (1) 与直接中和法相比，（为再生IX型树脂）所需碱的质量、类型（例如，钠型）和数量实际上更高和/或更严格，从而所需化学品的成本非常高。
- (2) 需要大量体积的阴离子交换树脂；这些树脂通常非常昂贵。从而，在这类系统中离子交换树脂的起始和再生成本与基于膜的处理系统相比成本非常高。
- 15 (3) 根据所用的离子交换树脂的具体变化，因总有机碳（TOC）引起的污染可能非常高。遗憾的是被污染的阴离子型树脂难以清洗且成本较高。且不能被除去非离子TOC成分例如IPA（异丙醇）。另外也不能除去实质上是阳离子的TOC成分。通常在许多希望再利用被处理水的工业应用中，除去TOC或至少明显减少TOC是非常重要的
- 20 要求。

在基于用来处理酸性废水或天然酸性水的系统的常规膜中，RO/NF进料的PH值通常通过加入碱来调节。从而，这些常规的RO/NF系统在中性PH环境或基本接近中性PH环境下运行。除了一些特例，

25 常规RO/NF系统能够确保RO/NF膜不被过高或过低的PH环境破坏的PH环境下操作。更重要的是，对许多通常使用膜材料的情况，通过膜的总的溶解物废料通常在PH值约为8时最高。因此，在水处理工业中的常规理论是避免在低PH值条件下使用RO/NF。

30 但与离子交换方法相比，一些碱性RO/NF方法的特征具有许多潜

在的优点，例如：

(1) RO/NF可同时除去阳离子及阴离子。

5 (2) 通常在介质或膜的污染成为主要问题前，RO/NF即可除去较多百分量的所存在的TOC。例如，RO法可除去约80%或更高的非离子物质，例如IPA。

(3) 不象非离子交换方法，RO/NF方法的固定成本以及运行成本对流入水的化学性质不很敏感。

10 据本人所知，不论对废水还是对天然生成水，处理这类酸性水的常规RO/NF系统仍存在重大不足。这些不足包括：

(1) 为中和RO进料所需碱的质量和费用与仅用中和法相当。因此总体处理成本高，因为RO方法的固定成本和运行成本必须被加到中和成本中。

15 (2) pH中和后结合RO法是非常没有效率的，因为总的固溶物因pH中和步骤首先增加，但总的固溶物因RO/NF步骤然后降低。

(3) 当在中性或接近中性的pH环境中运行时，RO/NF系统对生物污染和/或颗粒物和/或有机污染非常敏感。但遗憾的是通常使用的薄层复合膜不能耐受氧化性生物杀灭剂，如氯。因此控制生物污染是有问题的，特别是在处理含有机污染物的水的情况下。

20

因此仍需要简单、高效且经济可靠的处理酸性水的方法，这些水可以是天然水或从其它过程产生的废水。也需要提供所需纯度的水，同时需要最低的维持费。特别地，在如半导体、化工制品、采矿业、制药业、生物技术和电厂等许多工业领域，需要提高给水效率，并且

25 水处理系统的固定成本和运行成本。

显然若开发新的水处理方法并结合常规RO/NF膜处理法和离子交换法的优点，特别是用于天然生成的酸性水以及工业生成的废水，该方法将是极其有利的。另外，如果这类方法能够避免反渗透/微滤法或

30 离子交换法存在的令人讨厌的缺点，那么这类方法将非常具有吸引

力。总之，经济的、重要的新的酸性水处理方法应同时具备一些（如果不是大部分）反渗透/微滤法和离子交换法的优点。同时任何这类新方法也必须能够有效地克服困扰反渗透/微滤法或离子交换法的难题。

5 目的、优点和新的特征

由前述可知，本发明一个重要和主要目的在于提供一种处理水的新方法，从而连续可靠地从酸性水或废水持续制备纯净水。更具体地讲，本发明的一个重要目的在于提供一种用于水处理方法的膜，该方法可避免常规的预处理成本以及处理过程中的污染问题，从而可确切地提供高效率地制备纯净水的方法。本发明另外一个目的在于提供如前所述的水处理方法，其特征在于：

10 (1) 本发明方法的优点在于就全部“固定成本和运行成本”而言，该方法提供一种比常规反渗透膜/微滤法或离子交换法更经济易行的方法。

15 (2) 本发明方法的目的在于其不需要“严格控制”，从而该方法易于处理各种给水。

 (3) 本发明方法的优点在于其能够制备持续高质量的产品。

 (4) 本发明方法的目的在于反渗透膜/微滤膜设置成不易被生物或有机物污染。

20 (5) 本发明方法的目的在于可同时除去阳离子型、阴离子型、和非离子型污染物。

 (6) 本发明方法的目的在于所存在的TOC几乎全部被排出或除去，而不取决于TOC成分的离子特征。

25 (7) 本发明方法的目的在于化学物质的加入可被最小化，从而不仅降低成本，而且有利于环境。

 (8) 本发明方法的优点在于其可使用由多个公司常规制备的容易购买到的成分来实现。

30 (9) 本发明处理酸性水或废水的方法的特点在于可购买的成分整体上是相互协作的，而不是相互冲突的，从而可充分发挥实现该方法所用设备的优点。

(10) 本发明的优点在于在处理酸性水或废水时可实现高回收率、或体积效率。

(11) 所述膜的另外一个优点在于与常规系统相比，其可实现更高的产率（流量），并且可使膜污染最小化或消除污染；更重要的是这降低了固定成本和运行成本。

(12) 反渗透/微滤法预处理操作的简化和成本降低也是本发明的目的，可通过本发明的酸性水处理方法很容易地实现这一点。

由前述、下文详细描述、以及权利要求和附图，本领域技术人员可明确本发明的其它重要的目的、特征和另外的优点。

附图说明

为了确保读者对本发明、其特征和优点有更完整的理解，将参考附图对本发明作更详细的描述，其中：

图1表示本发明处理酸性水和废水的方法在实地试验所用设备的流程图；

图2表示本发明水处理方法在不同领域处理不同给水的通用方法流程图。

前述示意性数据包括多种在实际操作中根据环境可存在或省略的方法步骤和处理元件。绘制图表应至少描述那些可明显理解本发明不同实施方式和方面的元件。但可使用可仿效低pH膜处理方法的其它不同的方法步骤和处理元件，特别是用于所示的各种不同的功能元件，以提供适用于环境系统的完整的水或废水处理系统。

详细描述

通过广泛研究和评价现有方法中的不足，现开发一种新的处理酸性水的水处理方法。重要的是本人已确定某些反渗透/微滤系统可在pH低到为2时成功地进行操作，且没有任何或仅有最少的化学或物理预处理。目前最低的pH极限由工业上购买的可连续运行的反渗透膜的性

质确定, 约为pH 2.0。将来若可购买更好的膜(即更低的pH耐受能力), 本发明方法可在比目前pH2.0的极限更低的pH值条件下操作。

5 尽管在低pH值操作条件下进行, 相对于常规工业手册, 可实现彻底排除阳离子型溶解物和多种阴离子型溶解物。排除钠和铵离子的能力也非常高, 这是本发明新的酸性水处理方法的非常显著和意料不到的优点。在本发明新的酸性水处理方法的操作条件下, 排除TOC的能力也非常高。

10 另外, 本人还发现在向低pH值的反渗透膜给水之前(或之后、或甚至在阴离子交换步骤之后), 附加的除去TOC的步骤可在最后的制品水中产生所期望的低TOC含量。可接受的除去TOC的方法包括:

(1) 在水的储存槽或其他任意适当的容器中鼓泡, 包括使用空气或惰性气体的微泡;

15 (2) 机械法或膜处理法来脱气;

(3) 用185nm波长的紫外光辐照, 加入或不加氧化剂, 例如过氧化氢和/或臭氧;

(4) 如果需要, 可在加入过氧化氢的同时, 加入二价铁离子或三价铁离子, 以随即形成Fenton's试剂, 已知该试剂是可有效除去TOC化合物的氧化物;

20 (5) 向给水或制品水中加入臭氧。

当存在于半导体制造过程废水的过氧化氢增加时, 铁盐或亚铁盐具有特别重要的应用。此时, 氧化产物通常为有机酸, 和或二氧化碳, 其可通过阴离子交换步骤被有效地除去。但没被预先氧化的IPA不能通过阴离子交换步骤除去, 因为其不能被离子化。

图1表示一种评价本发明处理酸性废水方法的试验设置。使用了三段反渗透系统。具有电导为2700uS/cm的给水在压力为1.45MPa、流速为2m³/hr的条件下, 在pH为2.6、温度为28°C时被送入系统的第一阶

30

段。随后，第一阶段排出物在1.4MPa时被送入第二阶段。第二阶段的排出物在1.35MPa下被送入第三阶段。最后，第三阶段的排出的浓缩物在压力为1.25MPa和pH为2.4时以0.5 m³/hr的流速释放。三个阶段的透过物流速为1.5 m³/hr、压力为0.3 MPa和电导为28.5 uS/cm。

5

总之，考虑所有三个制造阶段，制得的产品平均流速为每天每平方英尺22.1加仑（0.99089m³/m²/day）。所述的总回收率为约75%。然后RO透过物在压力为0.02 MPa下被送入阴离子交换器，经过离子交换后制得最后的流出物，其电导为6.7 uS/cm。

10

这类试验的示意性结果，特别是RO制品的高纯度，以及从阴离子交换步骤得到的最终流出物表明了本发明方法的效果。

图2表示本发明酸性废水处理在工业上应用的总体流程图。可如图中所示或直接将未净化的酸性水10直接提供到低pH值的RO单元12，或可选择地如虚线所示将未净化的酸性水依次流过一个或多个预处理系统单元。首先，未净化的水10可被送入UV单元20，其中优选提供过氧化氢22和/或亚铁离子或铁离子的源24。然后，部分处理过的水进入脱气单元30或其他液-气接触器，以进一步除去TOC成分。从RO中排出物被进一步处理或在符合标准的情况下被释放。如线32所示的透过物被送入阴离子交换（“1-X”）单元 34。然后离子交换处理后的产物适宜用于向超纯水系统40的补充物，或可选择地被送入一级混合床1-X单元42和/或二级混合床1-X单元44。然后高纯水可被使用，或在被送入超纯水（UPW）系统54前，在过滤单元50或第二UV处理设备52中作进一步适当的处理。

25

此处描述的方法可在包括至少一个具有膜分离器的分离单元中进行，以制备含较少溶解物的产物流和含较多溶解物的废料流。该方法可提供处理用的含溶解物的给水流。在一些情况下，当给水不含游离无机酸时这些溶剂物可包括至少一种造成膜污染的成分。在膜分离器

30

中处理给水前，调节给水的pH值，如果需要可调节至确保在向膜分离器输入的给水中至少存在一些游离的无机酸。pH值调节后的给水通过膜分离设备被输入，在膜分离设备中膜主要阻挡至少某些溶解物通过，以将给水浓缩至预定的浓度，可制备（i）含较多溶解物的废料流，和（ii）含较少溶解物的产品流。在该方法中通常调节给水的pH值至约4.3或更低。重要的是该方法可在膜分离器为反渗透膜或微滤膜或疏松的反渗透膜的情况下应用。

对于许多重要的应用，给水包括总有机碳（TOC）成分，并且总有机碳（TOC）可被有效地从产品流中除去。对于许多应用，处理目的包括除去TOC使产品流中存在的TOC为给水中该成分浓度的约10%或更低。当TOC成分包括一种或多种主要是非离子型物质时（例如异丙醇和丙酮）可有效地使用该方法。

除去其他成分也是重要的。例如，给水包括钠离子时，在一些应用中的处理可达到产品流中钠离子浓度为给水中的钠离子浓度的约2%或更低的程度。当给水含铵离子时，在一些应用中的处理可达到产品流中铵离子浓度为给水中的铵离子浓度的约8%或更低的程度。给水中含氯离子时，在一些应用中的处理可达到产品流中氯离子浓度为给水中的氯离子浓度的约25%或更低的程度。硫酸根离子存在于给水中时，处理可达到产品流中硫酸根离子浓度为给水中的硫酸根离子浓度的约0.5%或更低的程度。但含氯离子时，产品流中存在的氟离子浓度基本与给水流中存在的氟离子浓度相同。

对于pH值条件下在膜分离系统中给水处理方法的附加步骤，在阴离子交换体系中可将产品流中存在的游离无机酸，如果不能完全除去，也至少达到所需要的程度。适当的阴离子交换系统可以是（a）弱碱性阴离子交换系统，（b）中碱性阴离子交换系统，或（c）强碱性阴离子交换系统。如果需要，可使用阴离子交换系统处理产品流以有效地除去其中所含的所有阴离子。

5 为了强化处理效果，特别是除去TOC成分，在膜分离单元中进行处理前可增加附加的给水处理步骤。在适当的条件下这类处理步骤包括向给水中加入铁离子或亚铁离子。另外，在这类方法中例如为了生成处理TOC的Fenton's试剂可再加入过氧化氢。在这种情况下，总有机碳成分可从所述的产品流中被有效地除去。另外或附加地，在膜分离前可通过增加的UV光源照射给水流步骤进一步处理给水流，且在这种方式下，总有机碳成分可从产品流中被有效地除去。为进一步处理以从所有处理步骤中获得高纯水流出物，附加用UV光源辐照产品水流的步骤，从而总有机碳成分可被有效地从产品流中除去。

15 在另外的实施方式中，该方法进一步包括用含臭氧的气体臭氧化给水流，其中总有机碳成分可被有效地从产品流中除去。可选择地或附加地，该方法还包括用含臭氧的气体臭氧化产物水流的步骤，从而总有机碳成分可被有效地从产品流中除去。

20 本发明低pH膜分离操作中处理给水方法的另外的实施方式中，在给水流含过氧化氢的其他的例子中，或从工业方法或通过预处理步骤，可使用还包括在活性炭系统中处理给水流的方法，从而过氧化氢可从产品流中被有效地除去。

25 通常可容易地获得流速至少为每天每平方英尺15加仑的渗透水产物。更重要地是回收率通常至少足以使得到的产品流的量与所提供的给水流量的比约为75%或更高。在其他的实施方式中，回收率足以使得到的产品流的量与所提供的给水流量的比约为80%或更高。在其他的实施方式中，回收率足以使得到的产品流的量与所提供的给水流量的比约为85%或更高。还在其他的实施方式中，回收率足以使得到的产品流的量与所提供的给水流量的比约为90%或更高。在某些应用中，希望回收率足以使得到的产品流的量与所提供的给水流量的比约为95%或更高。

30

对于结合此处描述的碱性低pH值膜分离方法的其他更多的处理方法，可在酸化给水之前进行其他的预处理步骤。这样的预处理步骤包括（a）介质过滤，（b）筒式过滤，（c）超滤，（d）纳滤，（e）氧化剂去除，（f）软化，（g）阳离子交换，（h）脱气，或（i）除氧。5 在一些实施方式中，阳离子交换预处理步骤可通过弱酸性阳离子交换来实现。在另外的实施方式中，阳离子交换预处理步可通过强酸性阳离子交换来实现。另外，氧化剂去除预处理步骤包括向所述的给水中加入焦亚硫酸钠。更具体地讲，此处提供的方法大体上可被描述为在膜分离设备中处理给水流，其中膜分离设备至少具有一个带膜分离器的单元，以制备含较少溶解物的产品流和含较多溶解物的废料流。该过程提供了含溶解物的给水流，并且调整了给水流pH值以得到预处理过的给水流，如果需要可确保其中至少存在一些无机酸。具有预定pH值的预处理给水流通过膜分离设备，其中膜主要阻挡至少某些物质的通过，从而浓缩预处理给水到预定的浓度。制备具有比预处理过的给水流更低pH值的含较多溶剂物的废料流。也可制备比预处理过的给水流更高pH值的含较少溶解物的废料流。10 15

本发明公开的方法可通过使用从再生阳离子交换系统中的排出物流的步骤有益地使用。例如，这类方法可包括使用作为再生弱酸性阳离子交换系统的酸源的排出物流的步骤。或者，这类方法可包括使用作为再生所述强酸性阳离子交换系统的酸源的排出物流的步骤。20

使用膜分离设备，特别是结合反渗透/微滤法和离子交换设备处理酸性水的方法和设备，通过此处所述的方法可提供革命性的和意料不到的结果，即同时降低了待处理水中全部溶解的固体，且在纯化的RO透过物中具有可靠的高纯度。使用膜分离系统、特别是反渗透系统的该方法在处理酸性水方面具有显著的优点，同时降低了固定成本和水处理系统的运行成本。另外，对于给定的效率，无论中和或离子交换再生或RO清洗等方面，都极大地降低了制备每加仑成品水时化学试25 30

剂的用量。

可以包括对方法描述的上述内容可知，本发明目的可有效地实现，因为在运行上述方法及在实现该方法和制备前述所需产品的适当设备的构造上可作一些改变，可以理解在不偏离本发明主旨和主要特征的情况下，本发明可以其他特定方式实现。例如，当本人提出处理酸性水的示范性的设计方案时，其他的实施方式也可获得此处公开的本发明方法所得到的结果。因此，可以理解本发明代表性的实施方式的前述描述不仅代表了本发明的目的，而且也便于更好地理解本发明，而不是对本发明作限制，或将本发明限制在所公开的方式中。相反，目的在于覆盖在本发明权利要求的主旨和范围内所有变化、等同物和替换。因此，权利要求在于覆盖此处所述的方法和结构，不仅包括所述结构或所述结构的等同物，而且覆盖等同的结构或方法。因此，如权利要求所述的本发明的范围在于包括所提供的实施方式的各种变化，无论这些实施方式具有广义的描述或其等同物。

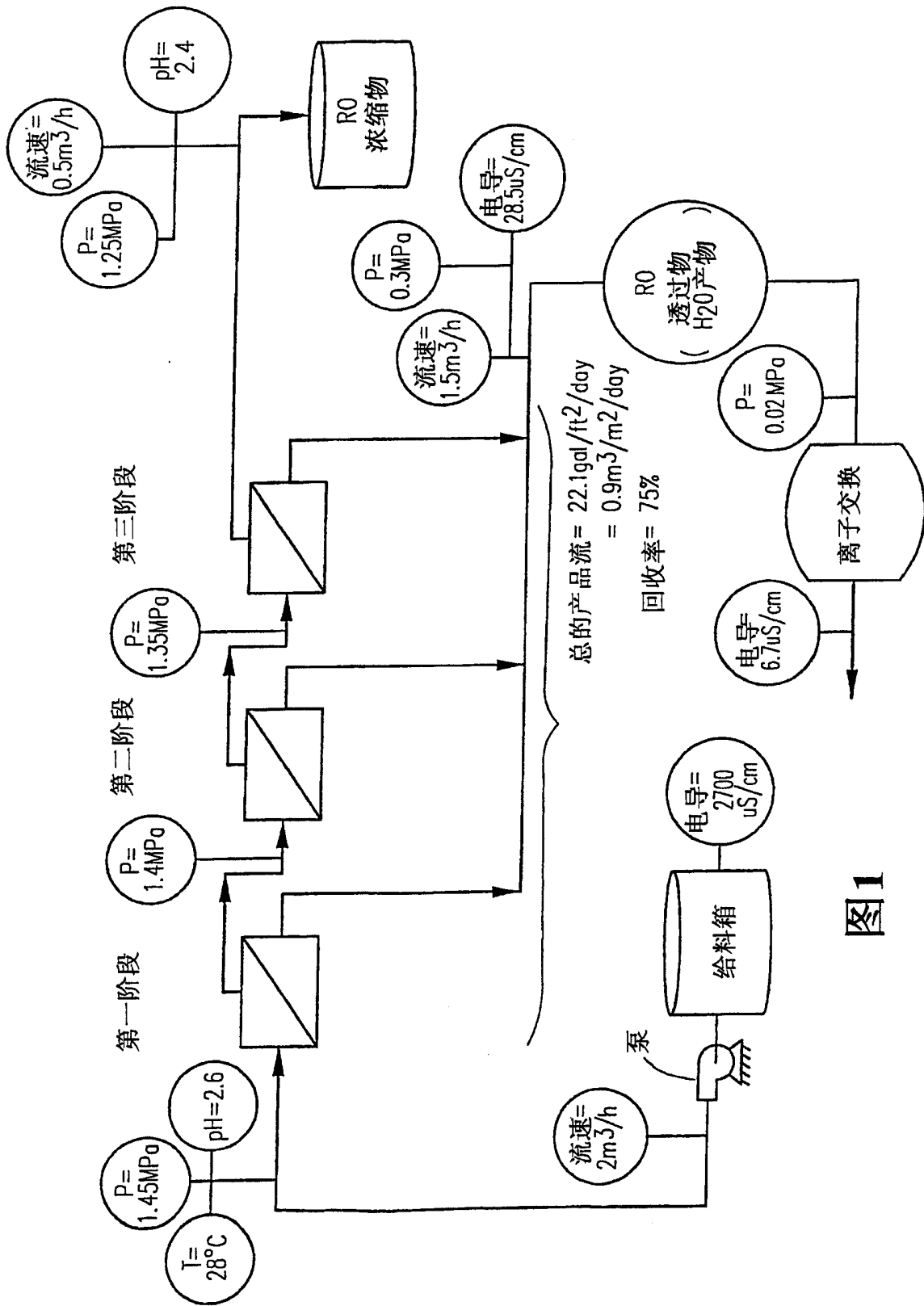


图1

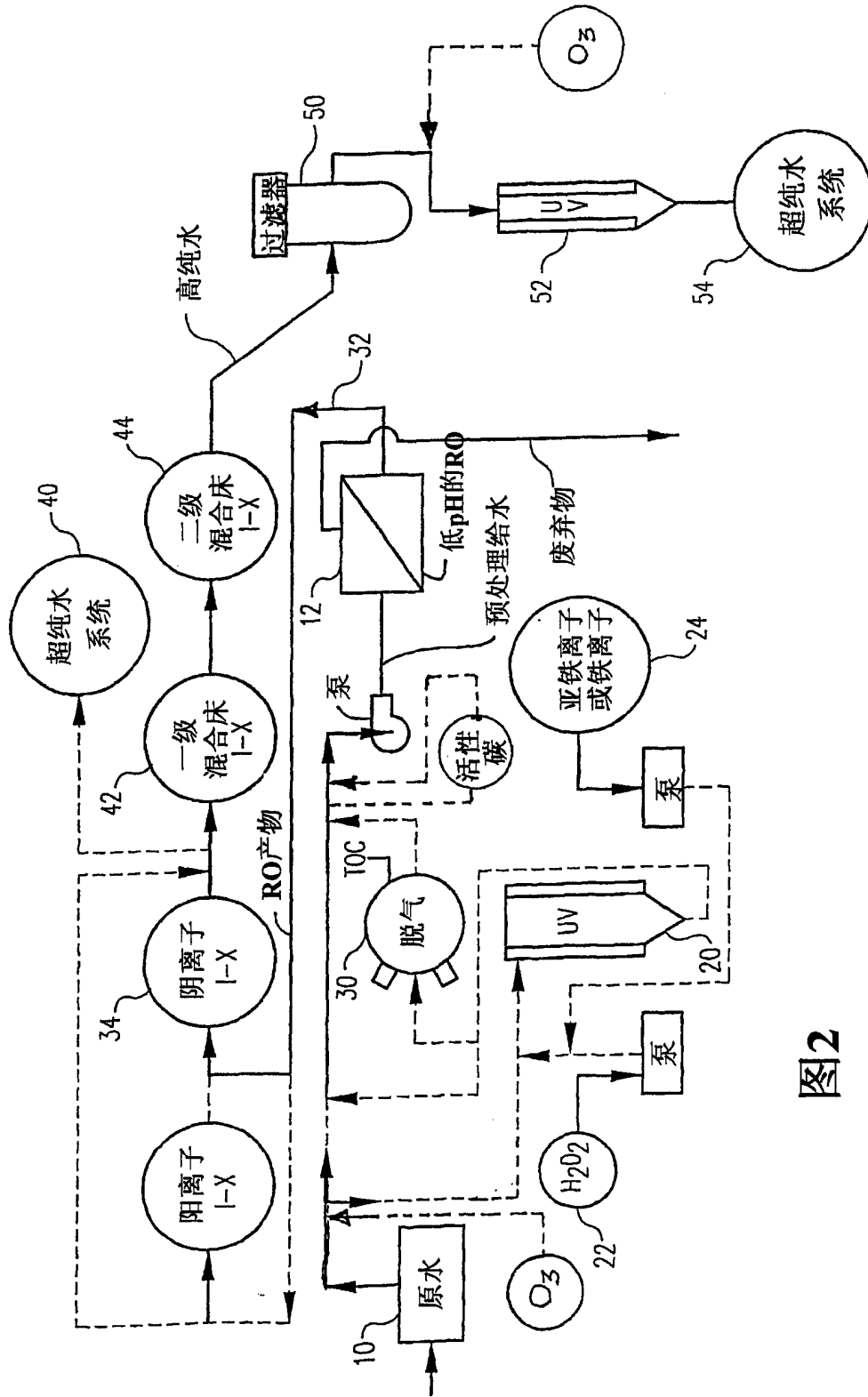


图2