

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl.<sup>4</sup>  
C02F 1/28



# 12) 发明专利申请公开说明书

11) CN 85 1 08745 A

CN 85 1 08745 A

[43]公开日 1986年12月24日

[21]申请号 85 1 08745

[22]申请日 85.11.28

[30]优先权

[32]85.5.7 [33]美国 [31]731,281

[71]申请人 普鲁格列斯埃奎蒂斯有限公司

地址 美国佛罗里达州33733圣彼得斯堡第  
一大街南街270号

[72]发明人 弗·韦斯贝利 威廉·尔·埃里克逊

[74]专利代理机构 上海专利事务所

代理人 张恒康

[54]发明名称 从废水中除去氨

[57]摘要

所提出的一种方法是用于从废水中不断地除去氨,这种方法是在一种先进的分离设备中进行的,此设备包括许多围绕着循环通道运行的室,这些室与许多固定的进料和排出口进行周期性液流联系。这些室装满沸石吸附剂,沸石吸附剂可有效地吸附低pH值的废水中的铵离子,当沸石与碱性再生溶液接触时,就会以氨气的形式释放以前被吸附的铵,因为沸石对氨气不具有亲合力。

242/8605845/05

## 权 利 要 求 书

---

1. 从污水中除去氨的方法，其中铵离子吸附到沸石上，而随它以氨气形式回收，特征在于通过安置许多装满沸石的室以便于在周期性间隔内接收含有铵离子的溶液，而且在所说的周期性间隔之间，供给碱性再生液通过离子交换把铵离子转变成氨来从荷载铵沸石中解吸大部份铵离子，以及从所说的许多室中把氨气排放到连续流中。

2. 根据权利要求1所述的方法，其中铵溶液是通过固定进料口供给的，在周期性间隔逐一运转所说的室经过进料口，并通过固定排出口接收氨气。

3. 根据权利要求2所述的方法，其中供应给所说的固定进料口并输送到所说的装满沸石室的含有铵的废水形成一种相互作用产品，其中含有废水只有极少量的铵所说的相互作用产物是通过所说的第一吸附阶段排出口被排放出来进入第二固定吸附阶段进料口。

4. 根据权利要求3所述的方法，其中所说的相互作用产物至少与一种酸和附加废水相结合形成第二进料溶液，然后进入所说的第二固定吸附阶段进料口。

5. 根据权利要求4所述的方法，其中所说的酸是硫酸。

6. 根据权利要求3所述的方法，其中所说的后处理步骤包括第一阶段，第二阶段或辅助清洗吸附阶段相互作用产物去除残余量铵离子。

7. 根据权利要求6所述的方法，其中所说的后处理步骤包括加进磨成粉末的沸石，它可吸附余量的铵离子。

8. 根据任何上述权利要求的方法，进一步包括预处理步骤，其中污水PH值被调节到大约4~6。

9. 根据任何上述权利要求的方法，其中供应给所说的固定再生

阶段进料口，并输送到含有所说荷载铵的沸石的碱性再生溶液形成包括碱性—氨溶液的第二相互作用产物，所说的第二相互作用产物通过所说的固定再生阶段排出口排放出来进入第二固定再生阶段进料口。

10 根据权利要求9所述的方法，其中所说的第二相互作用产物与碱性物质相结合然后进入所说的第二固定再生阶段进料口。

11 根据任何上述权利要求的方法，进一步包括与所说的许多装满沸石的室进行周期性液流联系的一个固定洗涤阶段进料口和相应的固定洗涤阶段排出口，荷载铵的沸石是通过将洗涤液体供应给所说的固定洗涤阶段进料口以输入所说的室来加以洗涤的，所说的洗涤液流有效地去除残余的夹带物质。

12 根据任何上述权利要求的方法，进一步包括，与所说的许多装满沸石的室进行周期性液流联系的第二固定洗涤阶段进料口和相应的第二固定洗涤排出口，沸石是通过将第二洗涤液流供应给所说的第二固定洗涤阶段进料口以输入所说的含有沸石与残余量氨的室来加以洗涤，所说的第二洗涤液流有效地去除所说的氨，以便提供基本上新鲜的沸石。

## 从废水中除去氨

本发明涉及以废水中除去氨的方法，特别涉及铵离子吸附在沸石上，然后从氨气形式加以回收的方法。

在废水中氨的存在是令人讨厌的，因为其中所含的氨对水生植物的生命起着肥料的作用，从而导致所谓“藻类增殖”的现象。在这之前，已提出一些从废水中除去氨的方法。一种这样的方法包括对一批水用浸石灰处理，以使铵离子转变成气态氨，然后它经过空气汽提被释放出，进入大气。然而浸石灰处理不是去除氨气的不良的环境影响，而仅仅是从水的问题变成大气的问题。此外，由于以氨作为原材料可以制造有用的产品，所以氨释放到大气就意味着相当大的经济损失。

美国专利第 4 . 0 1 1 . 1 5 6 号公布了从民用废水和工业废水中除去有机结合氮和无机结合氮的方法。通常是让废水、碱性物质和氧气通过一个含有一种催化剂的固定床反应器中进行的，在这里氨被转化为无害的氮气。所以要添加碱性物质是由于随着  $\text{NH}_4^+$  被氧化为  $\text{N}_2$  而发生 PH 值的明显降低和由于这样的一种 PH 值降低会对反应的效率以及催化剂起着不良影响。

虽然从环境的观点看废水中的氨转变成氮气是非常合乎需要的，但是这是很不经济的，因为潜在的有价值的物质转变成无用的形式，并被放到大气里。另外，这种方法本身就是很麻烦的，需要操作人员沿着固定床的不同点测定反应混合物的 PH 值。

在美国专利第 3 . 9 8 4 . 3 1 3 号中，对含有氨以及磷酸盐的废水是采用氢氧化铁载荷的离子交换树脂来加以净化。虽然所提出的这种方法在经济上是合算的，因为从氨污染物可以生产出商业上有用的

最终产品氢氧化铵，但是该方法本身具有不连续进行的缺点，因为废水进给必须暂时停止进行以用新鲜的树脂代替失去效能的树脂。

已经注意到，沸石对铵离子具有很高的亲合力，因此，把它作为吸附剂从废水中除去铵离子是十分有效的。因为这些沸石对氨气没有亲合力，最初吸附到沸石的铵离子可以通过将PH增加到足以使结合的铵离子转化为非结合的气态氨来解吸附，从经济和环境观点看这样一种方法是十分合乎需要的，这是因为大部分的铵离子将从废水中除去，同时随后所释放的氨不仅是商业上有价值的物质，而且也可以比较容易地转变成许多其它商业上有价值物质，例如磷酸铵。

尽管上述讨论过它们对铵离子的高亲合力以及对环境和经济上的优点，但是当沸石与常规的净化技术，如固定床或脉动床一起使用时，还不能证明是完全有效的。这种缺少有效性的一种原因是沸石低的载荷能力，即每单位沸石所吸附的铵离子的数量低。因此，为了在除氨方法中有效地利用沸石作为吸附剂，将需要过量沸石，由此，从材料、设备、能量消耗和停顿时间方面看，导致了费用增加。这样的缺点是在于已有技术利用其它吸附剂或离子交换树脂的固定床方法已描述的缺点所没有谈到的。这样的缺点包括难于使反应连续不断地进行以及在材料被作用或吸附时，难于保持最适宜的PH。

鉴于先前已有技术的方法局限性和缺点，以及上面没有专门描述的其它缺点，很显然，这一技术领域需要有一种可在最佳效率进行的从废水除去氨的方法，而这种方法不仅可以从废水去除氨离子，而且还可使被除去的氨随后被用作商业的最终产品。因此，这个发明的主要目标是通过提供一种方法实现那种需要，在采用这方法时，废水所含的铵可连续地和有效地被除去，而随后利用沸石吸附剂与采用先进的分离设备将铵加以回收。

特别是这个发明的一个目的是为了提供一种可最佳利用沸石吸附剂的除去废水中氨的方法。

这个发明的另一个目的是提供一种从污水中除去氨不产生有害副产品的方法。

这个发明的又一个目的是为了提供一种从废水中除去氨的方法，其中放在第一沸石阶段处理，减少了铵的浓度的废水，可以进行对流循环，并与所说的废水结合供给第二沸石阶段，以便工艺效率达到最大。

这发明的还有一个目的是为了提供一种从水中除去氨的方法，其中有待处理的液体PH可以在阶段内的方法如吸附阶段加以控制。

这个发明的另一目的为了提供与现有废水处理工艺相混用的除去废水中氨的方法。

概括地说，本发明的这些和其它的目的通过下列方法来实现的，而提供许多装满沸石的室，在四个固定的液流进料口之下围绕循环通道运行，第一个进料口供应含有铵离子的污水，第二可选择的口供应洗涤水，以去除在去掉沸石后任何夹带的废水，第三个口供应碱性再生液，以把吸附的铵转变成解吸的氨，第四个选择的口供应洗涤水清洁沸石用于再循环。所有四个口连续地工作使在任何给定片刻供应进料物质到与每一个口液流保持联系的室。此外还提供与四个固定的进料口相对应四个固定的排出口。应该注意，取消一个洗涤水流或两个洗涤水流取决于所处理的废水流的性质。

本发明的最佳实施方案参照相应的附图加以说明和描述，其中：

图 1 是说明一般除去氨原理的流程图。

图 2 是说明用于含磷的化学络合物污水的去除氨原理的流程图。

图 3 是一种典型的先进的分离设备的透视图。

图 4 和图 5 是说明采用先进的分离设备的专门的除去氨方法的操作流程图。

本发明的方法是在能够连续与液流和吸附剂相联系的先进分离设备中进行，当它与整个方法结合时，可有效地去除污水中的氨。这先进分离设备在代理人的 1985 年 3 月 19 日提出的申请的顺序号 713.493 申请案中已作详细的描述，借此提出的设备用以参考相结合。

在描述这种方法的先进分离设备的应用方法之前，利用先进分离设备以沸石去除污水中氨的整个方法基本原理表示在图 1 和图 2 方框图。

由于根据本发明方法所处理的含有氨的废水在 PH 值上可以显著地变化，它首先用一种碱性盐如石灰或一种酸处理使  $P^H$  调到 4~6 之间，由于这是沸石吸附剂的一个理想的工作范围。

然后将经处理的废水流向先进分离设备，在设备里铵离子被吸附到沸石上。然后已吸附的沸石用进给到先进分离设备的碱性再生溶液处理，这种碱性溶液把所吸附的铵离子转变为非吸附的氨，然后，非吸附的氨与碱性物质负荷的再生溶液一道离开先进分离设备。于是那种溶液在汽提塔中用空气处理，空气起着代替碱性物质中氨的作用。然后，这碱性物质可以用石灰或其它碱或碱盐来增强并循环返回到先进分离设备。氨可以同任何适宜洗涤介质如磷酸相反应以产生磷酸铵，这是一种商业上有用的最终产品。如果必要的话，铵将耗尽的污水在它排泄之前，可以进行最后去除铵， $P^H$  调节或辅助处理加工。

为了方便起见，图 3 表明对先进分离设备的简短的描述。

这种先进分离设备包括许多固定进料口〔12〕，对每一进料口，可以供应给各种进给材料。在本发明的情况下，这些物质包括含有铵

的废水，碱性再生液和洗涤水进料。

围绕着与上述固定的进料口的每一个进料口进行周期性液流联系的循环通道运行的是许多装满交换物质如吸附剂的室〔14〕，这种交换材料可与进料液进行相互作用。流出物，也就是进料物质与交换物质的相互作用所产生的液流，以下将把这种液流称为相互作用产物。在本发明的方法中，吸附剂是沸石。

应该意味到，进料物质连续地提供给它们各自的进料口〔12〕用于与室〔14〕的每一个中的吸附剂进行周期性的相互作用。用类似的方式，许多固定的排出口〔16〕装设在与固定进料口〔12〕相对的室的末端。每个进料口〔12〕有一个相应的排出口〔16〕。在这一相互作用产物经过一个给定的固定排出口后，这产物可以从装置中清洗出，再循环返回到所选择的进料口，或者二者结合。

在研究中的池水或废水一般是来自铵盐化合物如磷酸氢二铵所涉及的加工步骤在这个工艺中，磷酸与氨相反应产生部分含铵的淤浆然后，这种淤浆由泵送到标准的成粒作用装置在其装置中它被喷射到一个再循环的磷酸氢二铵颗粒的床上。附加的氨喷射入物质的床中是为了获得适合的氨—磷酸盐比例。然后对这些物质进行干燥，按大小分类以及送到产品贮藏库。可以预计，这些物质即氨、磷酸盐等某些损失可能发生。为了避免这些物质排放到大气，可利用涤气器。涤气介质典型上说是再循环的池水。在一个周期时间后，铵和其它污染离子的浓度增加到明显的稳定态浓度。由于考虑水的平衡，有时需要排放一部分池水，然后这部分池水可以进行处理以去除有害的离子，例如氟化物、磷的化合物等等。这种处理经常是在用石灰的装置中完成的。本发明与现有的处理装置一起可用来回收氨。

送进原有的处理装置的废水典型成份和加石灰的每一个阶段的离

子含量如下：

典型磷酸盐复合物

池水分析

分析 (PPm)	池水	第一阶段 石灰流出物	第二阶段 石灰流出物
PH	2.1	5.4	9.9
NH <sup>+</sup>	733	428	294
P	4070	1035	43
Al	67	0.2	0.6
Fe	52	0.6	0.8
Ca	1060	340	140
Na	1650	850	423
K	162	96	90
Mg	198	120	8
So <sub>4</sub>	4500	2700	2200
F	4320	71	11

将会意识到，虽然一些污染物的浓度明显地降低，但是氨含量仍然是比较高的。

在通常情况下，在磷酸盐复合体的池水的 PH 值为 1.5~2.2，酸性太强，以致于不能与沸石物质相接触。在典型的加石灰装置中，酸性的池水首先与石灰接触以让 PH 值增加到 5~6，以便于减少可溶性氟化物的含量。这种附加的石灰引起各种盐的沉淀作用，特别是氟化物离开装置以沉淀物形式降在沉淀槽或澄清器之中。在正常情况下，这种水会输送到第二用石灰阶段如果希望回收氨，那么这种第一阶段用石灰流出物将用作进料送到先进分离装置。

所以，第一阶段用石灰流出物被送到先进分离设备，并与天然存

在的沸石，特别是斜发沸石组成的固体吸附剂相接触。已经发现在其它应用中，这些特殊的沸石对铵离子亲和力超过那些“最佳”离子交换树脂，例如钙、镁等等。这种方法所发现的沸石优点是PDZ公司出售的称为“PDZ—150”的那种。那种沸石的性能如下：

固体密度	100 磅/英尺 <sup>3</sup>
堆积密度	45—80 磅/英寸 <sup>3</sup>
硬度(莫氏硬度)	5 . 1
孔径大小	4 . 0 埃
孔体积	15 %
比表面积	1357 码/盎司
碱性稳定度 P <sup>H</sup>	7—10
酸性稳定度 P <sup>H</sup>	3—7
热稳定度	1202° F
阳离子交换容量	1 . 55 毫克当量/克

上述沸石包括下列成分。

SiO <sub>2</sub>	69 . 54 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9 . 86 %
CaO	0 . 88 %
MgO	0 . 17 %
TiO	0 . 32 %
Na <sub>2</sub> O	1 . 16 %
K <sub>2</sub> O	4 . 65 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1 . 94 %
MnO	0 . 034 %

含氮的废水供应给如图 3 所示的固定进料口[12]一个或一个

以上进料口。为了使方法的效率达到最大，正从固定排出口流出的沸石废水相互作用产生可以供应给下一个固定进料口，也就是逆流循环。例如，参考图 3，假使新鲜的废水供应给进料口〔12A〕以产生一种相互作用产物，该产物是通过排出口〔16A〕流出的，于是那种产物可以逆流地循环，也就是供应给固定进料口〔12B〕，在那里，含有已降低浓度的  $\text{NH}_4^+$  的废水相互作用产物将输入〔14B〕。如果需要的话，这种处理方法可以重复，以便让相互作用产物从〔16B〕排放出，含有  $\text{NH}_4^+$  的浓度进一步降低的废水可以循环到固定进料口〔12C〕。

由于用沸石除去废水中氨会使  $\text{pH}$  值升高到一定程度，在这种  $\text{pH}$  值下沸石效率大大地减小，所以阶段内添加硫酸可以用来把  $\text{pH}$  值维持在 5.0—5.5。在载荷阶段，调节溶液  $\text{pH}$  的这种能力使得在先进分离设备中沸石材料对铵的载荷保持很高的效率。因而，当废水—沸石相互作用产物从排出口〔16A〕放出时，在添入相互作用产物之前酸可以加入到固定进料口〔12B〕。

这种处理过的水，这时含有的铵离子已非常少，如果必要的话，被送去进行最后除去氨处理。这种处理包括添加磨碎的沸石材料以最后去除任何残留铵 (PPm)，或者这种水可以以常规的方法用所谓“折点氯化”作用 (break-point Chlorination) 加以处理。在折点氯化作用中，把气态的氯加到废水流中，这就导致最终将氨氧化为可能变质到氮气的化合物，这些化合物从废物流释放出来。对于这种类型的操作所需要的氯的数量大约是每份氨 10 份氯。在粉尘飞扬的操作中，很细的粉末状沸石材料是与来自吸附氨的沸石装置的流出物相混合，并简单地被排出，然后把来自先进分离设备的部分处理过的水输送到第二用石灰阶段，在那里附加的污染物质，特别是磷

的污染物质被除去。

在沸石吸附剂载满氨以后，它转入洗涤阶段。象吸附作用阶段那样，洗涤阶段是通过把洗涤液供应给先进分离设备一个以上固定进料口来进行处理，在那里，含有残余量夹带物质和未处理过的水的沸石被清洗干净。然后吸附剂送入先进分离设备的再生阶段，在再生阶段中，吸附剂与碱性盐如氢氧化钠等配成的溶液相接触，这碱性盐可以含有少量的碱盐例如硫酸钠起着电介质作用。在固定床的氨的吸附作用中，使用的是含有氯化钠的碱性盐溶液。但是，由于磷酸的应用，氯离子必须保持从现有池水装置分离出来，如果发生溢出事件，这将有利消除对氯化钠的需要。已经发现硫酸钠会起着氢氧化钠碱性溶液的一种合适的添加剂的作用。此外也发现澄清石灰水溶液，即用氢氧化钙饱和水溶液会起着合适的再生作用。这种方法特别有利于磷酸池情况，由于离开氨回收环路的水一般被送到第二阶段用石灰装置。因此，石灰—水的使用使试剂的消耗量达到最佳化，这是由于在氨再生过程，所用的石灰在第二用石灰阶段不再使用，使成本减少。

这种再生介质供应到先进分离设备一个以上固定进料口，用以分配入含有沸石— $\text{NH}_4^+$ 吸附剂复合物的旋转室内。经过沸石的再生介质借助于离子交换而使铵转化成氨从沸石夺取铵，沸石对氨是没有亲和力的。象吸附阶段那样，在再生阶段中，采用阶段内 $\text{P}^{\text{H}}$ 控制的逆流技术应用于使试剂的使用量减少到最小和使沸石的利用达到最佳化。尤其是，随着氨借助再生溶液从沸石中除去后，再生溶液的 $\text{P}^{\text{H}}$ 值减少到这样的程度，即它从沸石中除去氨的能力大大地减少。先进分离设备有利于在再生阶段各个时间添加苛性的物质，以保持 $\text{P}^{\text{H}}$ 最佳的水平。

然后把载荷再生溶液，即碱性物质— $\text{NH}_3$ ，相互作用产物输送到汽

提塔里，在汽提塔里，相互作用产物与空气流或再循环气体相接触。在一个实施方案中，再循环气流用于使再生溶液中的碳酸盐减少到最低程度。气提气体和仅含不到 50 PPM 氨的再生溶液。如果需要的话，这种再生溶液再添加碱性物质来增强以及再循环到先进分离设备之中。因此，再生溶液的损失是极小的。

然后富气汽提气体可以输送到酸洗涤装置中，该装置是由汾丘里洗气器、喷雾塔等组成的。在 DAP 操作的情况下，利用磷酸作为洗涤介质与气提气体中的氨相作用，并产生一种酸性的磷酸铵溶液，然后，这样物质返回到原有的磷酸氢二铵运转中去。於是，氨接近有时被认为是有害的废物，可被转变成有用的磷酸铵化合物，这就提高了整个装置氨利用效率，消耗尽的汽提气体再循环到汽提塔。

在另一个实施方案中，在单程的基础上，利用空气作为分离介质，空气通过汽提塔。这种空气含有来自再生溶液的氨气用硫酸或磷酸洗涤。再生溶液（现在基本上不含氨）回到先进分离设备。利用空气洗涤所产生的磷酸铵或硫酸铵，对磷酸铵来说，它可以用于制造磷酸氢二铵，对硫酸铵来说，可以结晶为硫酸铵产品。

应该注意到，再生溶液不被排放到周围环境，空气可以在装置中再循环，使得空气不释放入大气中，这就使可在周围环境很洁净下操作，同时减少化学物质的费用。

这样方法下一阶段包括沸石的清洗。象上述所描述的吸附作用，首先洗涤和再生阶段那样，第二清洗阶段是通过把洗涤液提供给先进分离设备的一个以上固定进料口，因此，含有残余量的夹带物质以及铵的沸石被清洗并准备作为另一循环的废水净化用。固定进料口的一个或一个以上口没有可释放的物质，以致与进料口液流联系的装满沸石的室可以简单地排定。

在先进分离设备中，室〔14〕、固定进料口〔12〕和固定排液口〔16〕的数目只是设计选择的问题，视进料和再生物质的类型、所用的吸附剂类型和先进分离设备的大小而定，装填18—24英寸的浮石的吸附室是有效的。

进料物质的流率同样也是选择设计的一个问题。采用上述的室，含有废水铵流率为2—20克/分/英尺<sup>2</sup>和碱性溶液的流率为2—20克/分/英尺<sup>2</sup>是可接受的。这些可以按每转2~120分钟来运转，视方法的正确特性而定。

加入到相互作用产物流的新鲜的进料物质的数量应该是在数量上足以保持 $P^H$ 在5.0~6.0内。

本发明的方法可达到去除废水中大量的氨。因此生产铵盐化合物所产生的含有多达600—800 PPm氨的工业池水可以用本发明的方法处理以便达到只含有2—5 PPm氨。但是，应该注意的是，这样方法不只限于处理这些浓度的氨，而且对处理任何浓度的氨实际上都是有效的。因而，该方法可以用于去除城市废水中的氨，城市废水只含50 PPm氨，此外，该方法也可以用于其它方面，在那种情况，氨的浓度大于800 PPm。

下面所作出实例只用于说明效果，而决不应该把它认为是对所公布的方法和权项范围的限制。

### 例 1

这个试验的目的是为了确定含有645 PPm工业废水是否可以处理得只含有50—100 PPm氨，这一氨含量相当于典型民用污水的氨含量。

本发明的方法是使用在 $P^H$ 为5.9，含有645 PPm氨的磷化学装置的池水中进行的，说明如图4。先进分离设备本身包括〔12〕个

定进料口和(14)装满标准 PDZ—150 沸石的室。为了使每室的沸石容量为 1.3 公斤，每个室装满 16 英寸的沸石床。每个室直径近似 2 英寸。含氨池水输入进料口〔4T〕，第一个洗涤水流输入固定进料口〔2T〕，在硫酸钠溶液中含有氢氧化钠的再生溶液输入固定进料口〔10T〕和第二洗涤水流输入固定进料口〔8T〕。池水的进料速度大约为 6.4 克/分/英尺<sup>2</sup>。两种洗涤水流的进料速度可变化，但一般在 2~4 克/分/英尺<sup>2</sup>。再生流从 5~10 克/分/英尺<sup>2</sup> 的速度在缓冲罐中再循环。被输入少量液流正向前进。新的再生溶液的 P<sup>H</sup> 值为 11~11.5 之间和硫酸钠的浓度按重量计为 10%。

正如图 4 所示，通过固定口〔4B〕排出的废水—沸石相互作用产物含有 182 PPM 铵的溶液，其 P<sup>H</sup> 为 6.0。

然后，那样的溶液被输入固定口〔5T〕以输送到另一个室。从口〔5B〕排出第二相互作用产物含有 104 PPM 的铵离子。因为从废水中去除铵离子引起 P<sup>H</sup> 的增加，所以添加硫酸到从口〔5B〕排放出的产物以减低 P<sup>H</sup>。P<sup>H</sup> 调节溶液被输入固定口〔6T〕以最后去除铵。从固定口〔6B〕排放的产物含有 72 PPM 的铵 P<sup>H</sup> 为 6.0。

象废水吸附阶段那样，阶段内 P<sup>H</sup> 调整是与再生阶段一起进行的。尤其是，碱性再生溶液和负荷铵沸石的相互作用产物是从口〔10B〕排放，在那里，相互作用产物在输入固定口〔11T〕和〔12T〕之前，在缓冲缸中用附加的碱性物质加以增强。加进足够的碱性物质以便把进入口〔10T〕—〔12T〕的液流的 P<sup>H</sup> 值调节到 10.5 以上。在消耗了的再生溶液中的氨浓度为 560 PPM。这种溶液本身的 P<sup>H</sup> 为 9.4。

设备是从每 24 分钟一转的速率旋转的。虽然在本例中，室装满

16英寸的沸石，但是可以注意，通过增加床的深度或含沸石室的数量，将会进一步减少氨的浓度。

### 比较例

利用先进分离设备从废水中去除氨的方法可以在没有阶段内添加调节 $\text{pH}$ 物质下进行，便可从其中说明产生的好处。

这次还是使用例1所用的同样的先进设备。但是，这次处理的是含有50PPm氨的城市废水而不是例1中所处理的工业废水。处理方法以图5来说明。

$\text{pH}$ 为6.0的城市废水以大约12克/分/英尺<sup>2</sup>的速率输入固定口〔2T'〕。从固定口〔2B'〕、〔3B'〕和〔4B'〕排放出来的相互作用产物被输到接连的进料口而无需阶段内添加进酸性物质。同样，最初 $\text{pH}$ 为11.5的碱性再生溶液（由 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 和 $\text{NaOH}$ 配成的2N溶液）以8~10克/分/英尺<sup>2</sup>的速率加到口〔10T'〕和〔12T'〕，而无需用附加碱性物质来增强。

为了评价在不同基础上的氨去除方法，过量的洗涤水输入固定口〔8T'〕，因为这样可保证交叉污染的减少。

可以看到对逆流循环废水在进行阶段内 $\text{pH}$ 调节，当含有铵的废水水通过四个室时， $\text{pH}$ 值增加了。因而，通过吸附阶段排出口〔2B'〕〔3B'〕、〔4B'〕和〔5B'〕所排放的流出物的 $\text{pH}$ 分别为9.1、10.1、10.0和10.6，其总得来说增加到1.5。

由于在位置〔4〕和〔5〕之间 $\text{pH}$ 值加，非吸附氨的形成变得越来越有利于废水中含有的铵离子。这种现象导致从再生阶段留下的残余量铵的释放，因此这就说明所观察到的在阶段4和5之间氨含量从3.6增加到6.7PPm的原因。同样，在再生阶段中，不实行阶段内添加碱性物质可以观察到 $\text{pH}$ 降低，这就使解吸作用效率减少，因为吸

附的铵离子变得更有利于不吸附的氨。可以预料到，在再生阶段中不进行阶段内添加碱性物质可以与在负荷阶段不进行阶段内添加酸性物质的影响相配合，因为残余铵的数量增加在负荷阶段会附在沸石上。

虽然唯一的最佳实施方案上文已专门作了说明和描述，可以注意到，根据上述技术对本发明进行许多修改和改变都是可能的，是属于附加权利要求的权限内而不脱离本发明的精神和意图范围。

说 明 书 附 图

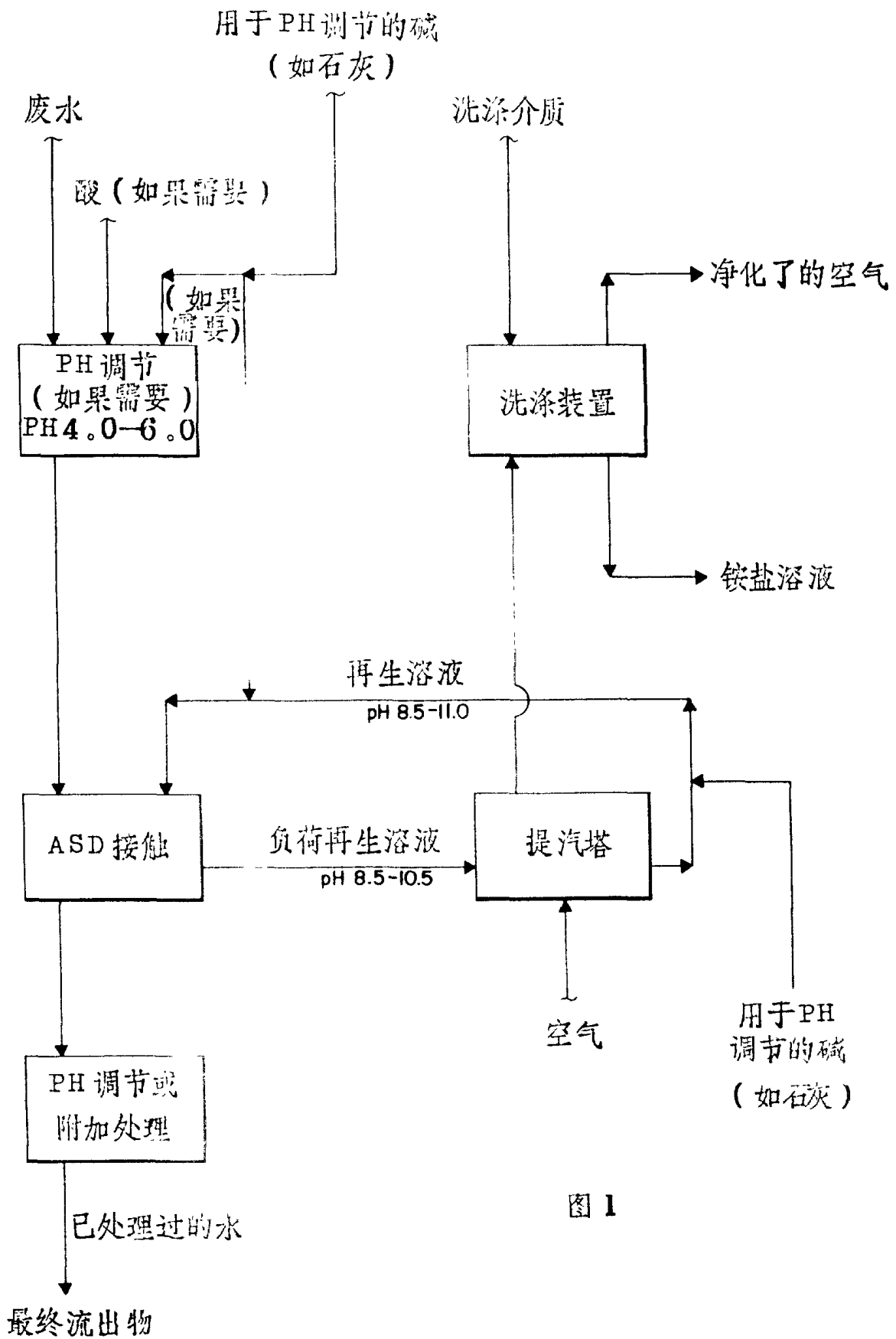


图 1

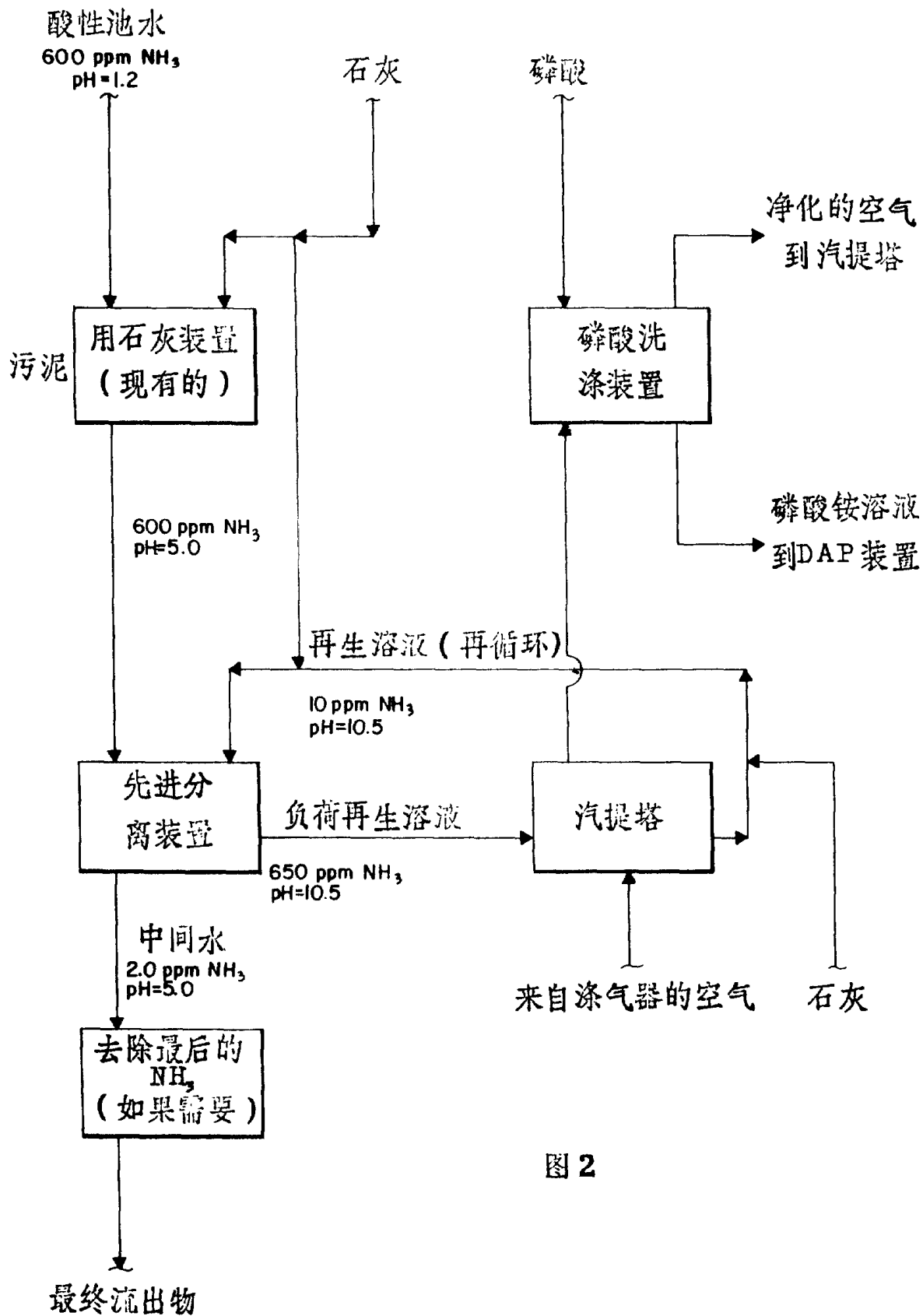


图 2

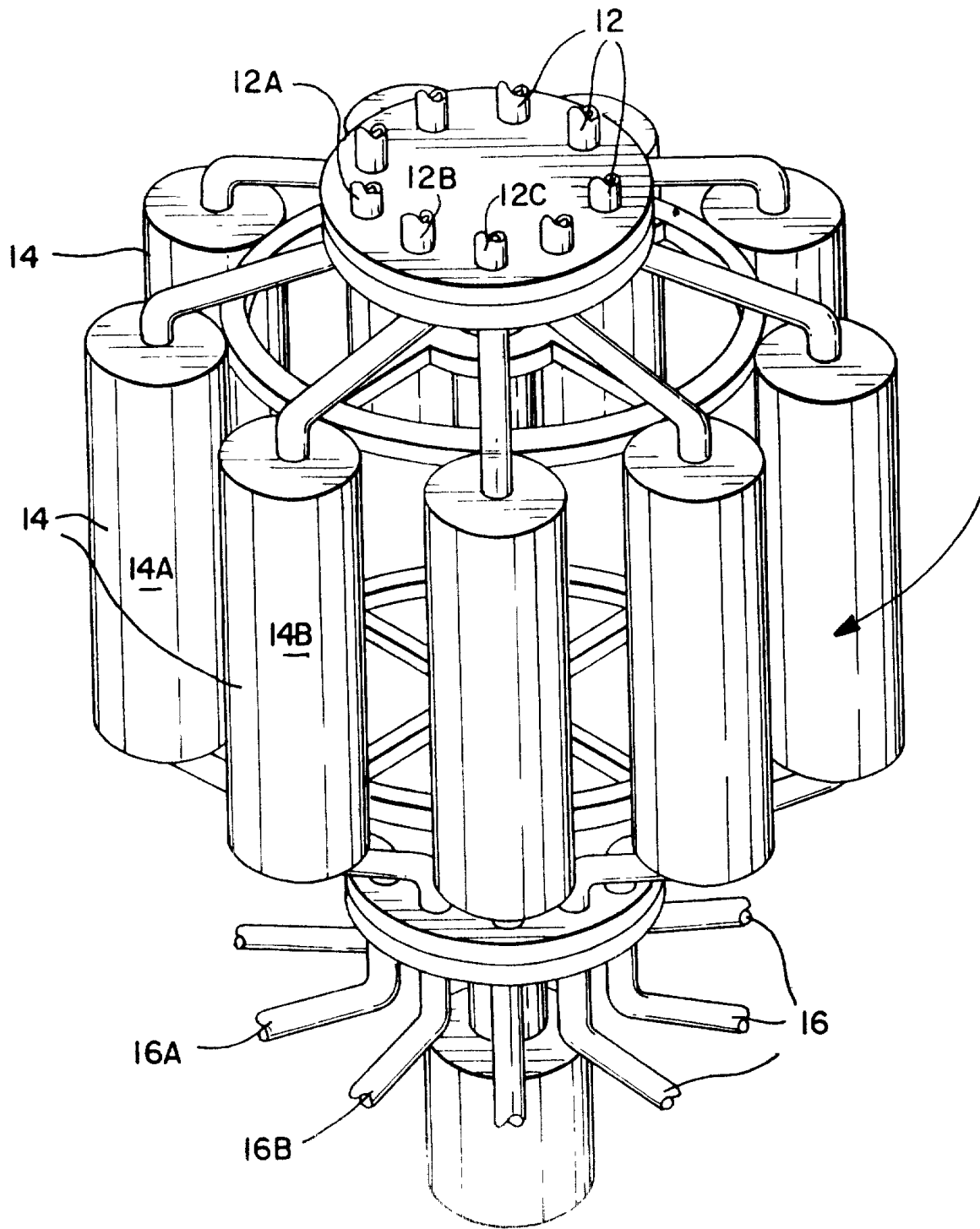


图 3

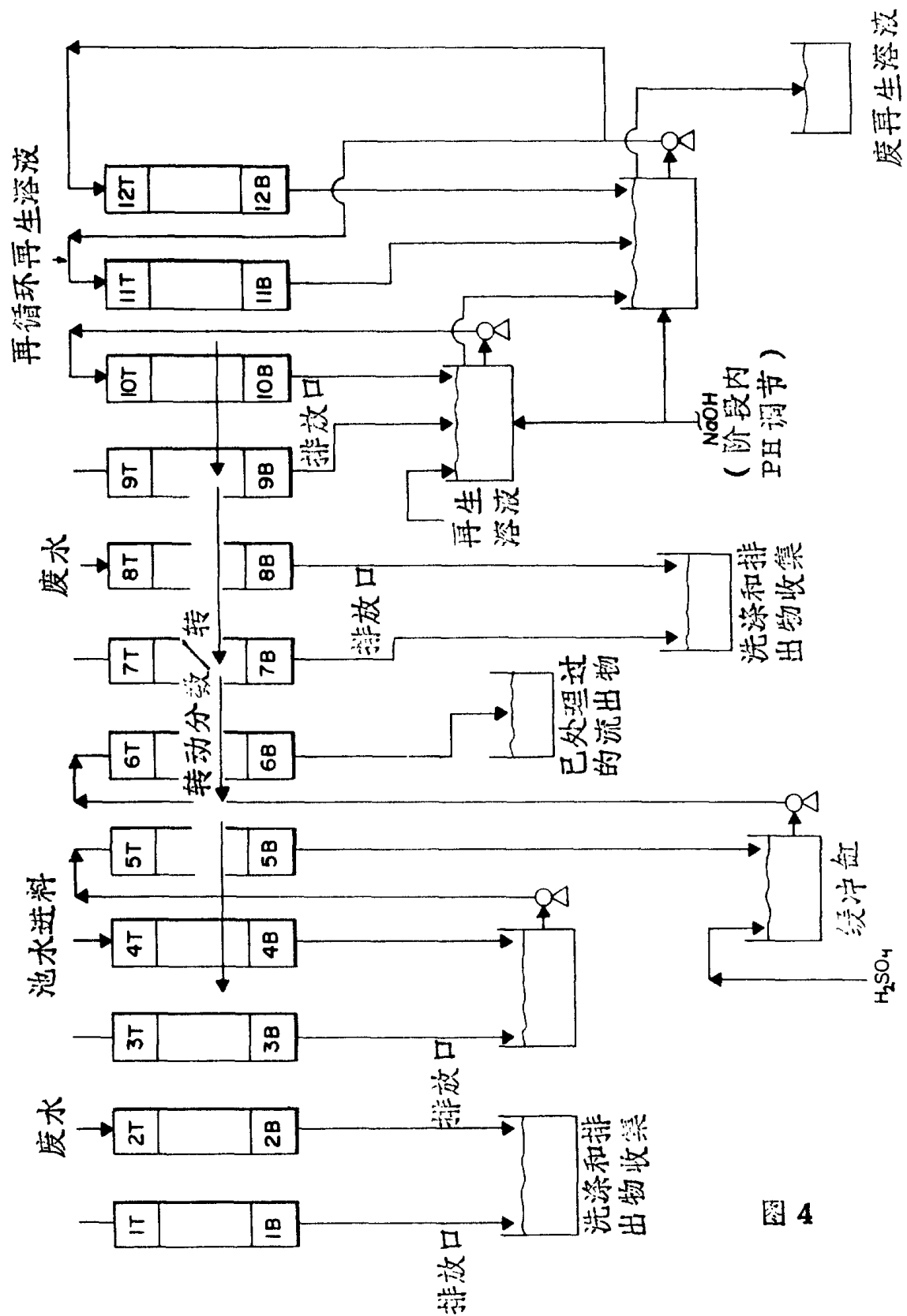
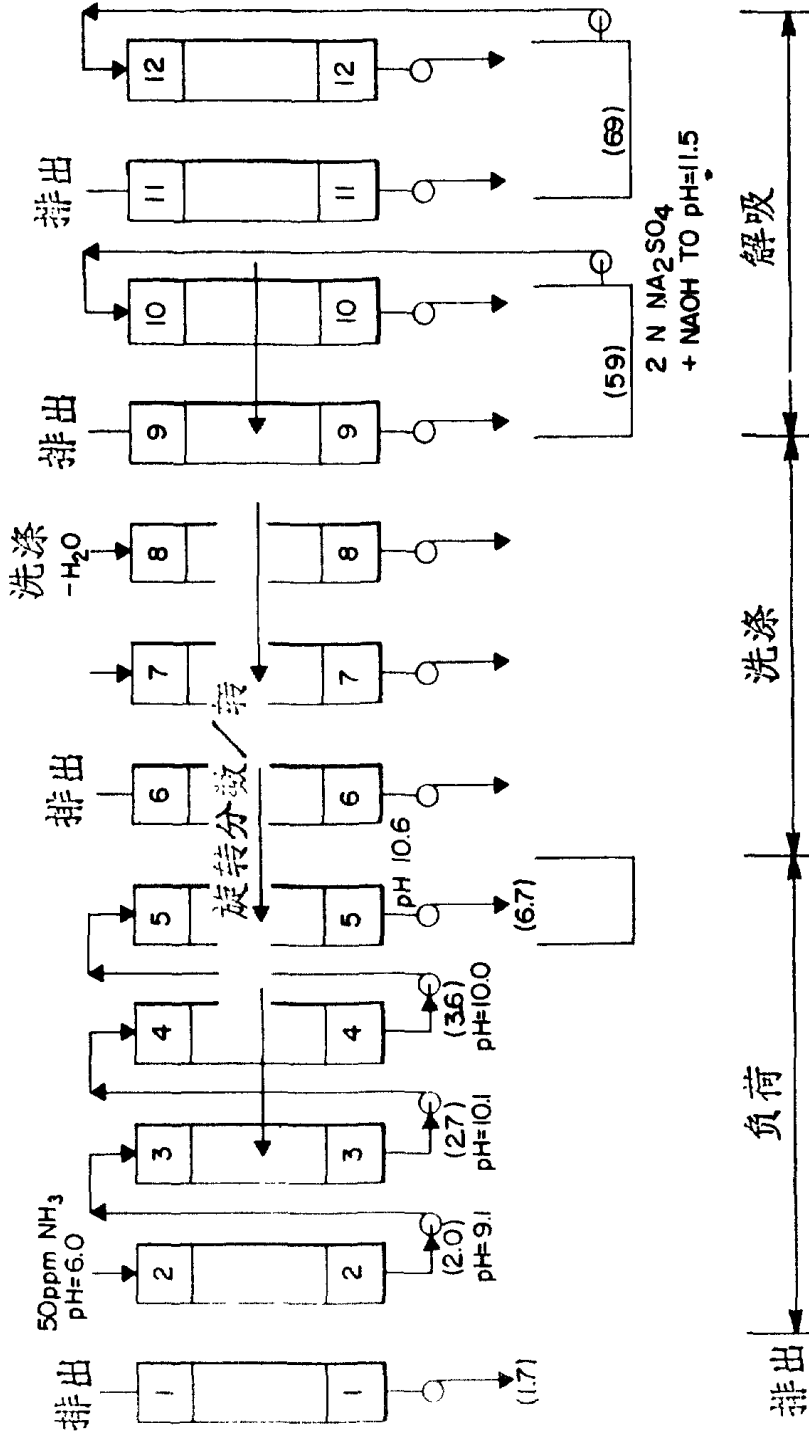


图 4



所有 ( ) 数值 = ppmNH<sub>3</sub>

图 5