



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510032555.5

[45] 授权公告日 2007 年 11 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 100348515C

[22] 申请日 2005.12.15

[21] 申请号 200510032555.5

[73] 专利权人 湖南大学

地址 410082 湖南省长沙市河西岳麓山湖南大学环境科学与工程系

[72] 发明人 郭亮 李小明 曾光明 杨麒 管慧玲

[56] 参考文献

US2002000409A 2002.1.3

WO9204285A 1992.3.19

CN1554603A 2004.12.15

WO2005005328A 2005.1.20

CN1526661A 2004.9.8

审查员 刘通广

[74] 专利代理机构 湖南兆弘专利事务所  
代理人 赵洪

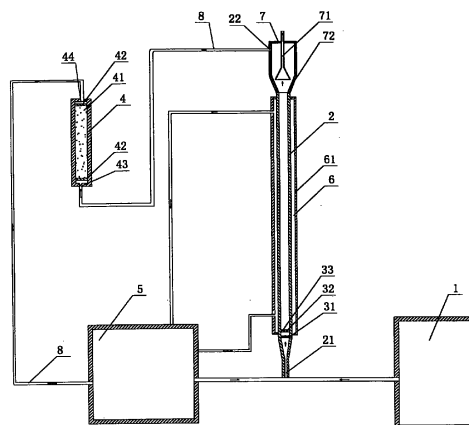
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 4 页

[54] 发明名称

城市污水综合处理装置

[57] 摘要

本发明公开了一种城市污水综合处理装置，它包括进水水箱、膨胀颗粒污泥床厌氧反应器、吸附柱和处理水箱，膨胀颗粒污泥床厌氧反应器底部的进水口通过管路与进水水箱相连，膨胀颗粒污泥床厌氧反应器顶部的出水口通过管路与处理水箱相连；膨胀颗粒污泥床厌氧反应器底部的进水口处设有反应器筛板，膨胀颗粒污泥床厌氧反应器顶部的出水口处设有三相分离器，吸附柱设置于膨胀颗粒污泥床厌氧反应器与处理水箱之间，该吸附柱中部的填充物为沸石。吸附柱进水口处和吸附柱出水口处装有筛板。本发明能适应低浓度的城市污水、能有效的降解 COD、并且能有效解决厌氧生物处理不能脱氮除磷的缺点，使出水 COD、氨氮和磷均能达到城市污水处理一级排放标准。



1、一种城市污水综合处理装置，它包括进水水箱（1）、膨胀颗粒污泥床厌氧反应器（2）、吸附柱（4）和处理水箱（5），所述膨胀颗粒污泥床厌氧反应器（2）底部的进水口（21）通过管路与进水水箱（1）相连，膨胀颗粒污泥床厌氧反应器（2）顶部的出水口（22）通过管路与处理水箱（5）相连；膨胀颗粒污泥床厌氧反应器（2）底部的进水口（21）处设有反应器筛板，膨胀颗粒污泥床厌氧反应器（2）顶部出水口（22）处设有三相分离器（7），吸附柱（4）设置于膨胀颗粒污泥床厌氧反应器（2）与处理水箱（5）之间，其特征在于：所述吸附柱（4）中部的填充物（41）为沸石，吸附柱进水口（43）处和吸附柱出水口（44）处均装有筛板（42）。

2、根据权利要求1所述的城市污水综合处理装置，其特征在于：所述膨胀颗粒污泥床厌氧反应器（2）外壁包裹设有一水浴套（6），该水浴套（6）由水浴套外壁（61）和装设于水浴套外壁（61）内的一定温度的热水（62）组成，水浴套外壁（61）上开设有进水口和出水口，所述处理水箱（5）设有加热腔（51），加热腔（51）内设有加热装置，加热腔（51）的两端分别通过管路与水浴套（6）的进水口和出水口相连。

3、根据权利要求1或2所述的城市污水综合处理装置，其特征在于：所述处理水箱（5）还设有循环腔（52）和出水腔（53），加热腔（51）、循环腔（52）和出水腔（53）用隔板（56）隔开，其中循环腔（52）与出水腔（53）之间的隔板（56）上开设有溢流孔（54），出水腔（56）壁上开设有与外界相通的排水口（55）；循环腔（52）的两端分别通过管路与吸附柱（4）和膨胀颗粒污泥床厌氧反应器（2）相连。

4、根据权利要求1或2所述的城市污水综合处理装置，其特征在于：所述反应器筛板分为两层，顺着进水水流的方向分别布置有第一筛板（31）和第二筛板（32），第一筛板（31）上开设的筛孔（33）为圆柱形，其进水面口径与出水面口径一样；第二筛板（32）上开设的筛孔（33）为圆锥形，其口径顺着水流方向逐渐变窄。

5、根据权利要求3所述的城市污水综合处理装置，其特征在于：所述反应器筛板分为两层，顺着进水水流的方向分别布置有第一筛板（31）和第二筛板（32），第一筛板（31）上开设的筛孔（33）为圆柱形，其进水面口径与出水面口径一样；第二筛板（32）上开设的筛孔（33）为圆锥形，其口径顺着水流方向逐渐变窄。

## 城市污水综合处理装置

### 技术领域

本发明主要涉及到环保设备领域，特指一种城市污水综合处理装置。

### 背景技术

目前，对比好氧生物处理技术，厌氧处理的优势在于：(1)不需要供氧，节省操作费用；(2)污泥产生量比好氧过程少 3~20 倍，污泥易处理；(3)投资少，容易维护等。而且，厌氧过程产生沼气，使贮存在有机物中的能量得到回收。随着中国城市化进程，城市废水的排放量越来越大，厌氧反应器也将会被广泛的应用于城市污水处理领域。

厌氧处理由于没有氧气的供应，污水中的氨氮不能通过硝化作用转化成硝酸氮和亚硝酸氮，使反硝化作用无法进行，因此水中的氨氮无法去除，导致一般的厌氧反应的出水氨氮的浓度都很高。同样，聚磷菌需要厌氧和好氧交替进行，才能达到磷的去除，单独厌氧环境，无法去除磷。因此在众多领域，大多使用厌氧工艺和好氧工艺相结合来处理高浓度废水，首先利用厌氧处理有很强的耐有机负荷能力的特点，对高浓度废水做预处理，然后再使用好氧处理，来解决剩余有机物、氨氮和磷的去处。但对于城市废水来说，本来浓度就很低，如果先应用厌氧处理再使用好氧处理，将会增加处理成本。因此对于低浓度城市污水来说，也没有必要使用好氧与厌氧两种工艺结合的办法。然而厌氧工艺对比好氧工艺的优点是明显的，如何直接应用厌氧工艺来处理城市废水是需要解决的问题。

EGSB（厌氧膨胀颗粒污泥床）是一种新型的厌氧反应器，它能使反应器内产生较高的上升流速，使颗粒污泥呈膨胀状态，保持污水和微生物良好的接触状态，能适应各种 COD 浓度。对低浓度城市废水来说，EGSB 反应器能保证很好的处理效果。但国内还没有 EGSB 在实际工程上的应用，主要就是因为出水氨氮和磷的浓度高，厌氧微生物生长慢，循环水不能有效的利用水泵泵入反应器，反应器中接种的污泥的膨胀状态不好，容易发生沟流现象，污水和污泥不能更好的接触，特别对于低浓度城市废水来说，污水和污泥的充分接触非常重要。以前通常使用的吸附柱填料是活性炭，但活性炭吸附柱对氨氮的波动缓冲弱，表现为进水氨氮升高，出水氨氮也升高。

### 发明内容

本发明要解决的技术问题就在于：针对现有技术存在的技术问题，本发明提供一种能适应低浓度的城市污水、能有效的降解 COD、并且能有效解决厌氧生物处理不能脱氮除磷的缺点，使出水 COD、氨氮和磷均能达到城市污水处理一级排放标准的城市污水综合处

理装置。

为了解决上述技术问题，本发明提出的解决方案为：一种城市污水综合处理装置，它包括进水水箱、膨胀颗粒污泥床厌氧反应器、吸附柱和处理水箱，所述膨胀颗粒污泥床厌氧反应器底部的进水口通过管路与进水水箱相连，膨胀颗粒污泥床厌氧反应器顶部的出水口通过管路与处理水箱相连；膨胀颗粒污泥床厌氧反应器底部的进水口处设有反应器筛板，膨胀颗粒污泥床厌氧反应器顶部的出水口处设有三相分离器，吸附柱设置于膨胀颗粒污泥床厌氧反应器与处理水箱之间，其特征在于：所述吸附柱中部的填充物为沸石，吸附柱进水口处和吸附柱出水口处均装有筛板。

所述膨胀颗粒污泥床厌氧反应器外壁包裹设有一水浴套，该水浴套由水浴套外壁和装设于水浴套外壁内的一定温度的热水组成，水浴套外壁上开设有进水口和出水口，处理水箱设有加热腔，加热腔内设有加热装置，加热腔的两端分别通过管路与水浴套的进水口和出水口相连。

所述处理水箱还设有循环腔和出水腔，加热腔、循环腔和出水腔用隔板隔开，其中循环腔与出水腔之间的隔板上开设有溢流孔，出水腔壁上开设有与外界相通的排水口；循环腔的两端分别通过管路与吸附柱和膨胀颗粒污泥床厌氧反应器相连。

所述反应器筛板分为两层，顺着进水水流的方向分别布置有第一筛板和第二筛板，第一筛板上开设的筛孔为圆柱形，其进水面口径与出水面口径一样；第二筛板的筛孔为圆锥形，其口径顺着水流方向逐渐变窄。

与现有技术相比，本发明的优点就在于：

1、本发明城市污水综合处理装置的吸附柱以沸石作为填料填充，该沸石吸附柱对氨氮的峰值却有很好的削减作用，出水氨氮一直很低；饱和的沸石可以用5%的NaCl再生，重复使用，使用后的再生液可以制作氮肥；吸附柱的下部进口处和上部出口处装有筛板，因为膨胀颗粒污泥床厌氧反应器出水流量大，因此，进入吸附柱的流速也就高，下部进口处的筛板保证布水均匀，上部出口出的筛板防止流速太大造成沸石的流失，影响吸附效果；

2、本发明城市污水综合处理装置的反应器筛板采用双层筛板设计，第一筛板上开设的筛孔为圆柱形，进水面口径与出水面口径一样，使进水箱流向膨胀颗粒污泥床厌氧反应器的水流布水和流速均匀，而第二筛板上开设的筛孔为圆锥形，进水面口径大于出水面口径。通过第一筛板和第二筛板的组合使用，实现了布水均匀，增加了水流进入膨胀颗粒污泥床厌氧反应器的流速，增强了水流在膨胀颗粒污泥床厌氧反应器内的上升流速，保证了污泥与有机物充分的接触，增强了处理效果；

3、本发明城市污水综合处理装置在膨胀颗粒污泥床厌氧反应器的外壁上包裹设有水浴套，且该水浴套与处理水箱中的加热腔连通，形成内循环，且能利用加热腔内的加热

装置保持循环水的温度恒定，从而利用该水浴套内的恒定温度的水，使膨胀颗粒污泥床厌氧反应器始终工作于恒定的温度下，使接种污泥中的微生物能在最适宜的温度下生长，提高微生物降解有机物的能力和生长速度；

4、本发明城市污水综合处理装置的处理水箱分成加热腔、循环腔和出水腔，三个腔体之间用隔板隔开，其中循环腔与出水腔之间的隔板上开设有溢流孔，当循环腔内的水过多时，上升到溢流孔的水位高度后则会自动通过溢流孔排放到出水腔内，从出水腔开设的出口流出，这样就不用在膨胀颗粒污泥床厌氧反应器上直接开出水口，使空气不易进入，不但简化了膨胀颗粒污泥床厌氧反应器的结构，还进一步保证了整个膨胀颗粒污泥床厌氧反应器始终处于厌氧状态，增加了厌氧反应的效果，另外出水循环还可以把未降解的有机物进一步降解，还保证了进水的营养。循环腔的两端分别通过管路与吸附柱和膨胀颗粒污泥床厌氧反应器相连，使经过膨胀颗粒污泥床厌氧反应器和吸附柱的水又返回到膨胀颗粒污泥床厌氧反应器内，形成循环，这些循环水的作用就是增加上升流速，使污泥充分膨胀起来。

#### 附图说明

图 1 是本发明的结构示意图；

图 2 是本发明膨胀颗粒污泥床厌氧反应器三相分离器的结构示意图；

图 3 是图 2 中 A—A 的剖面示意图；

图 4 是本发明膨胀颗粒污泥床厌氧反应器底部的局部放大示意图；

图 5 是图 4 中 B—B 的剖面示意图；

图 6 是图 4 中 C—C 的剖面示意图；

图 7 是本发明吸附柱的结构示意图；

图 8 是本发明处理水箱的俯视剖视示意图；

图 9 是本发明处理水箱中隔板的结构示意图。

#### 图例说明

- |           |                |
|-----------|----------------|
| 1、进水水箱    | 2、膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 |
| 21、进水口    | 22、出水口         |
| 31、第一层筛板  | 32、第二层筛板       |
| 33、筛孔     | 4、吸附柱          |
| 41、填充物    | 42、筛板          |
| 43、吸附柱进水口 | 44、吸附柱出水口      |
| 5、处理水箱    | 51、加热腔         |
| 52、循环腔    | 53、出水腔         |

54、溢流孔	55、排水口
56、隔板	6、水浴套
61、水浴套外壁	62、热水
7、三相分离器	71、出气管
72、固相分离坡	8、循环水管

### 具体实施方式

以下将结合附图对本发明做进一步详细说明。

如图 1 所示,本发明的城市污水综合处理装置包括进水水箱 1、膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2、吸附柱 4 和处理水箱 5,其中膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 底部的进水口 21 通过管路与进水水箱 1 相连,膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 顶部的出水口 22 通过管路与处理水箱 5 相连;膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 底部的进水口 21 处设有反应器筛板,膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 顶部的出水口 22 处设有三相分离器 7,在膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 与处理水箱 5 之间另设有一吸附柱 4。在膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 外壁的外侧上包裹有一水浴套 6,该水浴套 6 由水浴套外壁 61 和装设于水浴套外壁 61 内的一定温度的热水 62,水浴套 61 外壁上开设有进水口和出水口,处理水箱 5 设有加热腔 51,加热腔 51 内设有加热装置,加热腔 51 的两端分别通过管路与水浴套外壁 61 上开设的进水口和出水口相连,形成水循环。通过加热装置,使该循环内的水始终保持恒定温度。利用该水浴套 6 内的恒定温度的热水 62,能够使膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 始终工作于恒定的温度下,从而使接种污泥中的微生物能在最适宜的温度下生长,提高微生物降解有机物的能力。

如图 2 所示,本发明的三相分离器 7 采用倒置漏斗形状,其中部设有一出气管 71,进入膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 的原水经过膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 的处理后,液态的水将通过三相分离器 7 出水口流出,通过管路流向与膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 相连的吸附柱 4,气态的物质则将进入三相分离器 7 中部倒置漏斗随出气管 71 排出,污泥和悬浮物通过固相分离坡 72 重新回到膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 中。

如图 4、图 5 和图 6 所示,该反应器筛板为双层板设计,顺着进水水流的方向分别布置有第一筛板 31 和第二筛板 32(图中箭头方向即为进水水流的方向),第一筛板 31 上开设的筛孔 33 为圆柱形,进水面口径与出水面口径一样,使进水水箱 1 流向膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 的水流布水和流速均匀,而第二筛板 32 上开设的筛孔 33 为圆锥形,进水面口径大于出水面口径。如果仅有第一筛板 31 的话,由于圆柱形筛孔 33 不但将水流的速度变得均匀,而且也将使水流速度变慢,从而使得筛孔 33 容易被膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 中的污泥堵住,很容易发生“沟流”现象;而第二筛板 32 的筛孔 33 为圆锥

形，且其口径顺着水流方向逐渐变窄，因此当水流流过时，水流速度会不断变快，这样很容易就把堵住筛孔 33 的污泥冲出，有效避免了“沟流”现象的发生。第一筛板 31 和第二筛板 32 的组合使用，实现了布水均匀，增加了水流进入膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 的流速、增强了水流在膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 内的上升流速，保证了污泥与有机物充分的接触，增强了处理效果。

如图 7 所示，本发明的吸附柱 4 呈管状，采用上流式，其下部的吸附柱进水口 43 与膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 出口处三相分离器 7 的出水口相连，上部的吸附柱出水口 44 则通过管路与处理水箱 5 相连。吸附柱进水口 43 处和吸附柱出水口 44 处装有筛板 42。因为膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 出水流量大，因此，进入吸附柱 4 的流速也就高，下部进口处的筛板 42 能够保证布水均匀，上部出口处的筛板 42 能够防止流速太大造成沸石的流失，影响吸附效果。吸附柱 4 中间的填充物 41 为沸石，本发明沸石吸附柱 4 的作用在于：1. 离子交换去除氨氮。沸石是一种多孔硅铝酸盐，其结晶构造中主要由 SiO 四面体组成，其中部分 Si<sup>4+</sup>为 Al<sup>3+</sup>所取代，导致电荷过剩。因此，决定了它有吸附和离子交换等性质。沸石特殊的结构使其对胺氮有很强的离子交换作用。沸石对阳离子的交换顺序为：Cs<sup>+</sup>>Rb<sup>+</sup>>K<sup>+</sup>>NH<sub>4</sub><sup>+</sup>>Ba<sup>2+</sup>>Sr<sup>2+</sup>>Na<sup>+</sup>>Ca<sup>2+</sup>>Fe<sup>3+</sup>>Al<sup>3+</sup>>Mg<sup>2+</sup>>Li<sup>+</sup>，从而可以看出沸石对氨氮有很强的选择吸附能力。2. 吸附去除磷。沸石内的大孔可以吸附并储存大量的分子，因此可以吸附磷酸盐，实现磷的去除。3. 去除异味。4. 去除出水的悬浮物和胶体，使出水清澈。5. 提高出水 PH 值，提高碱度，同时也就增加了循环水对进水的缓冲能力。特别对于低 PH 值的污水以及出水酸化现象有很好的缓冲作用。这是因为水中除了存在 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>~N，还有 NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O。NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O 和 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>~N 处于平衡状态。平衡方程为 NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O⇌NH<sub>4</sub><sup>+</sup>+OH<sup>-</sup>。沸石吸附了 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>，会造成平衡向右移动，这样必然增加了 OH<sup>-</sup>的浓度，导致出水 PH 值升高。

如图 8 和图 9 所示，本发明的所述处理水箱 5 还设有循环腔 52 和出水腔 53，加热腔 51、循环腔 52 和出水腔 53 用隔板 56 隔开，其中循环腔 52 与出水腔 53 之间的隔板 56 上开设有溢流孔 54，当循环腔 52 内的水过多时，上升到溢流孔 54 的水位高度后则会自动通过溢流孔 54 排放到出水腔 53 内，从出水腔 53 开设的与外界连通的排水口 55 流出，这样就不用在膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 上直接开与外界连通的出水口，使空气不易进入，不但简化了膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 的结构，还进一步保证了整个膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 始终处于厌氧状态，增加了厌氧反应的效果，另外出水循环还可以把未降解的有机物进一步降解，还保证了进水的营养。循环腔 52 的两端分别通过管路与吸附柱 4 和膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 相连，使经过膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 和吸附柱 4 的水又返回到膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 内，形成循环，这些循环水的作用

就是增加上升流速，使污泥充分膨胀起来。因此，循环水是否充足很重要。

利用本发明的装置处理城市污水的流程为：参见图 1 和图 8 以及图 1 中的水流方向（箭头方向），原水（需要处理的城市污水）存于进水水箱 1，用水泵泵入膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2，在膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 的反应区内接种厌氧颗粒污泥，污水中的有机物通过污泥中微生物的降解得到去除，产生的甲烷，二氧化碳等气体通过三相分离器 7 集气罩分离，再通过出气管 71 排出，部分固体悬浮物通过三相分离器 7 的固体分离坡 72 分离，回到膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 中；液态水则通过出水口流出，然后进入沸石吸附柱 4，通过沸石吸附柱 4 的出水流入到循环腔 52 中，循环腔 52 中的水泵再把水泵入到膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 中，以增加水流上升流速，使污泥膨胀起来。多余的水通过循环腔 52 和出水腔 53 之间隔板 56 上的溢流孔 54 流出，排入到自然环境中。原水进水和循环水进水的管路上还可进一步安装流量计，以控制流量和负荷，达到最好的处理效果。加热腔 51 通过水管进入水浴套 6，再通过水管流回加热腔 51，实现循环。加热腔 51 中设有加热装置，比如温控仪，从而可以控制进入水浴套中热水的温度，从而使膨胀颗粒污泥床厌氧反应器 2 中接种污泥中的微生物能在最适宜的温度下生长，提高了微生物降解有机物的能力。



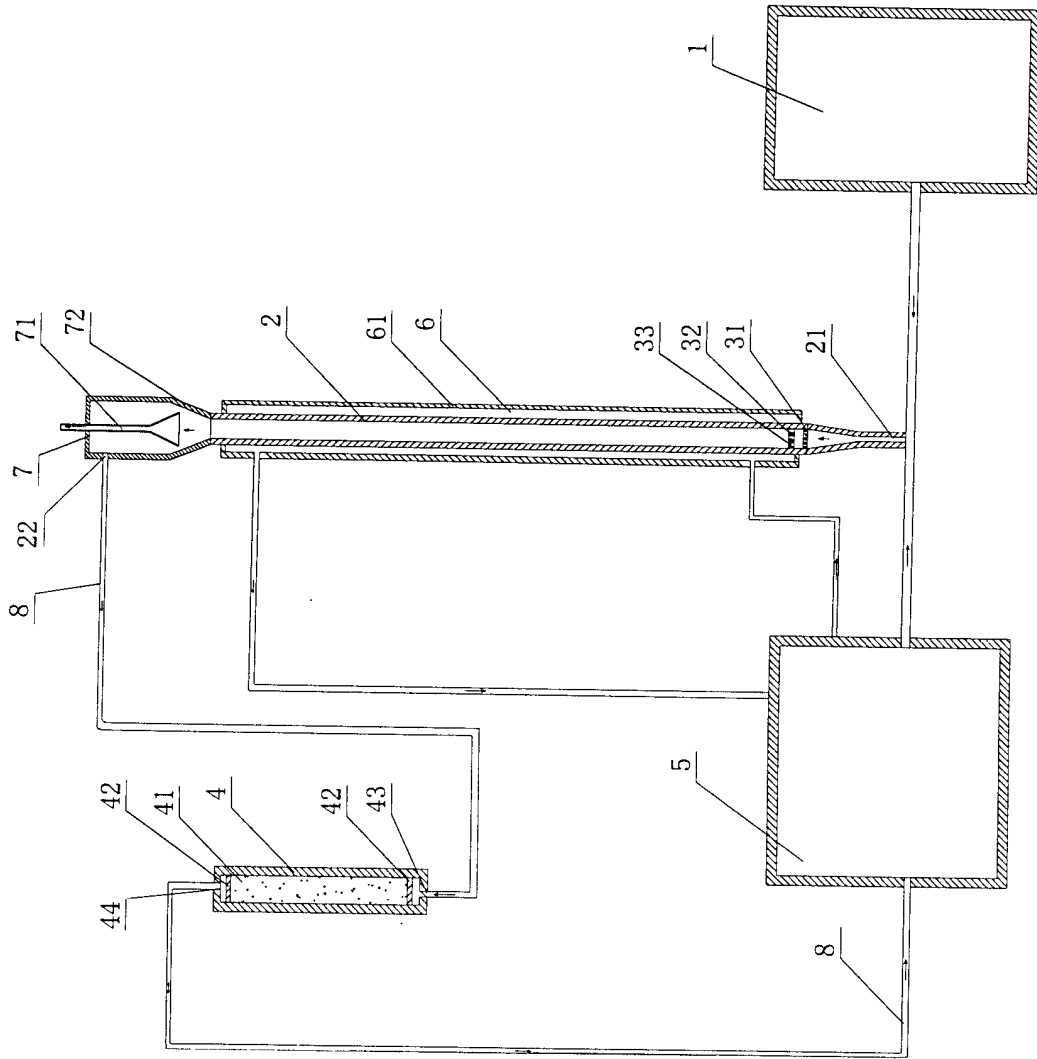


图 1

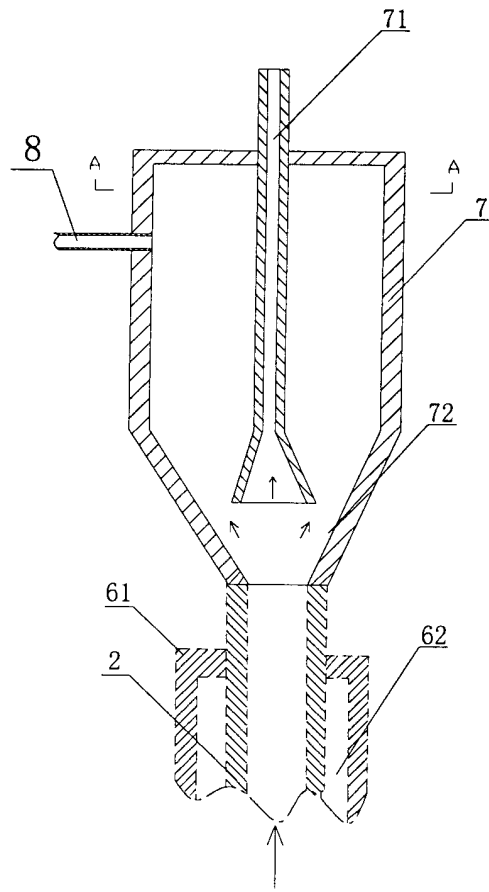


图 2

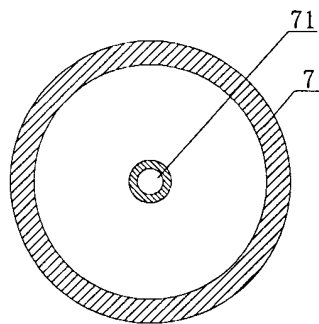


图 3

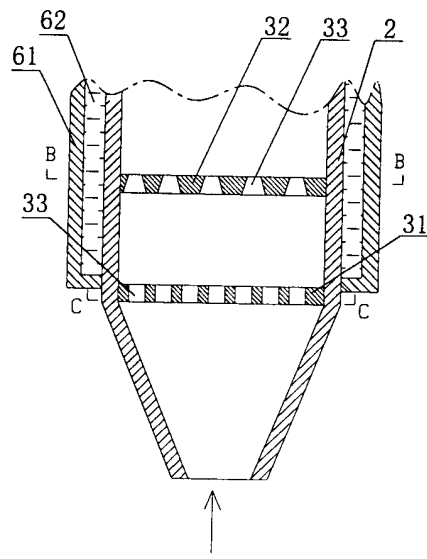


图 4

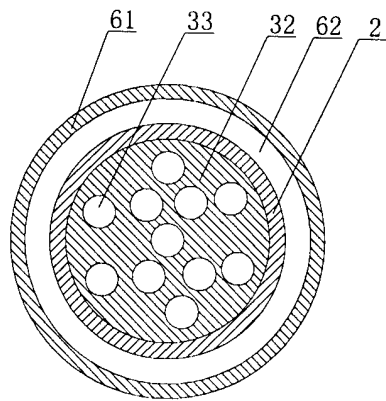


图 5

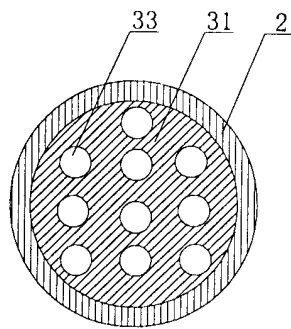


图 6

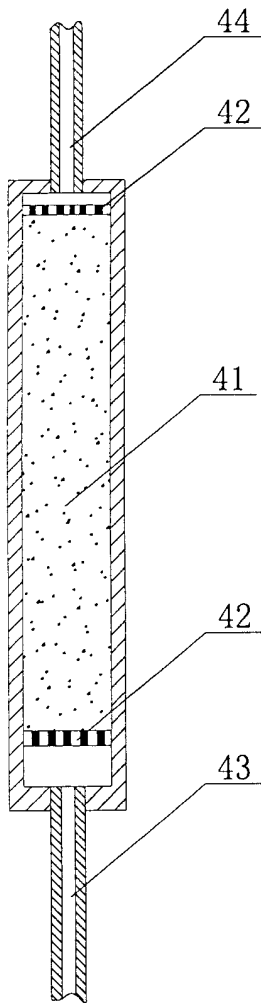


图 7

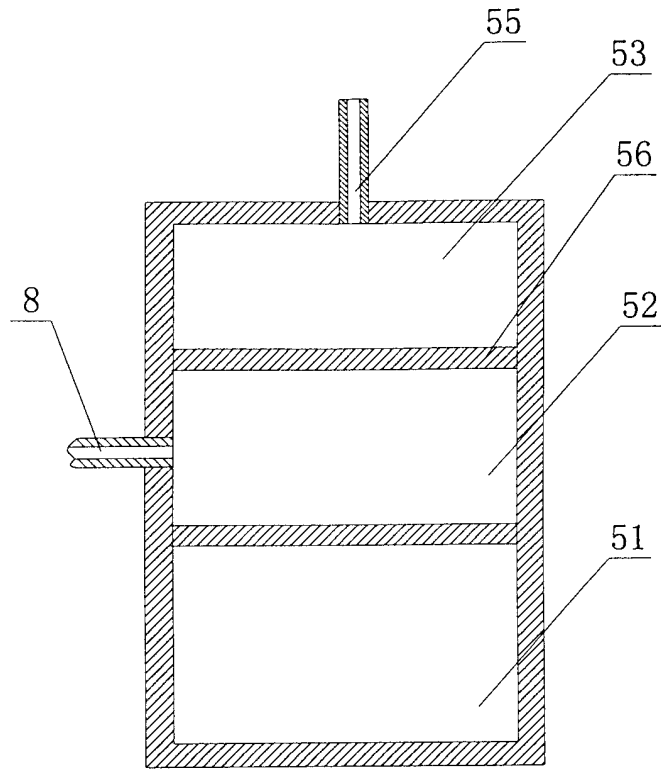


图 8

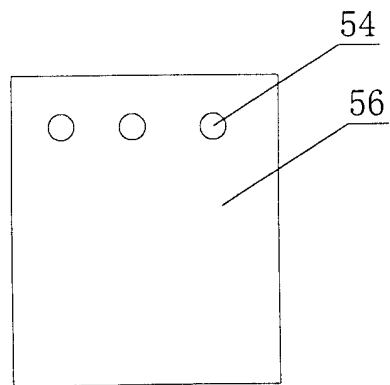


图 9