[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C02F 9/04 (2006.01)
C02F 1/72 (2006.01)
C02F 1/48 (2006.01)
C02F 1/32 (2006.01)
C02F 1/36 (2006.01)
C02F 1/68 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610022460.X

[43] 公开日 2007 年 6 月 6 日

[11] 公开号 CN 1974443A

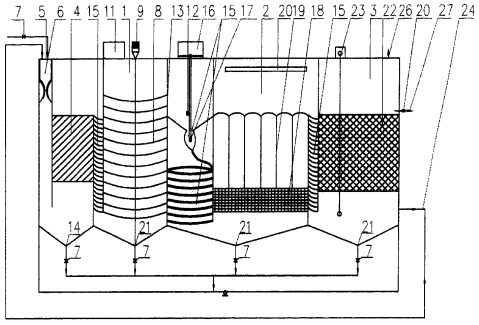
[22] 申请日 2006.12.6
[21] 申请号 200610022460.X
[71] 申请人 蒋遂安
地址 621000 四川省绵阳市成绵路 136 号星联广场 3 栋 1 单元 11 号绵阳市安达尔环保工程有限公司
[72] 发明人 蒋遂安
权利要求书 4 页 说明书 17 页 附图 2 页

[54] 发明名称

雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处理方法及装置

[57] 摘要

一种雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处理技术方法及装置：微污染水先由预处理反应器(1)去除油及杂物的同时被磁化、氧化得到中间体 A 即流入高级氧化反应器(2)的一级高级氧化反应装置，污染质被快速氧化、分解、反应，杀灭虫卵及细菌病毒得到中间体 B，再经第二级高级氧化反应装置过滤、催化、分解、彻底反应和消毒杀菌得到中间体 C 流经分离器(3)深度分离为四部分：气体由顶部气体出口(26)排出；不符合设定水质标准要求的水是中间体 D，由回流泵(25)抽回微污染水入口(5)重返系统继续处理；固态矿化生成物及分离装置(22)的清洗污物经排污口(21)排出另行处理；达标水从净化达标水出口(27)导出直接使用。



1、一种雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处理技术方法，其特征是：该方法是一个由预处理反应、高级氧化反应和分离机构组成的循环反应分离系统，并依次通过由相应的预处理反应器（1）、高级氧化反应器（2）和分离器（3）构成的一体化处理器装置即完成雨水、洗水等微污染水低成本深度净化处理并实现其资源化循环利用。即：

预处理反应器（1）：由除油过滤装置（4）、充氧装置（6）、磁性螺旋除杂装置（8）构成预处理反应器（1）实现预处理反应，在完成雨水、洗水等微污染水磁化、氧化等反应的同时去除其中的油、渣、砂、金属及部份重金属等杂物，得到中间体 A；

高级氧化反应器：由一级和二级共两级高级氧化反应装置构成高级氧化反应器（2）完成高级氧化反应，中间体 A 流入由臭氧发生器（16）和超声波反应装置（17）构成的一级高级氧化反应装置，将稳定、难分解在内的污染物质快速氧化、分解、反应，杀灭虫卵、细菌及病毒，得到生成物混合液中间体 B 即流入由过滤层（18）、紫外线发生器（20）、光催化反应层（19）构成的第二级高级氧化反应装置，经过滤、催化、分解、彻底反应和消毒杀菌，得到矿化生成物混合液中间体 C；

分离器（3）：由分离装置（22）、水质监控器（23）、回流泵（25）、气体出口（26）、排污口（21）、达标水出口（27）构成分离器（3）完成深度分离，混合液中间体 C 经分离器（3）深度分离为四部分：气体由顶部气体出口（26）排出；不符合设定水质标准要求的水是中间体 D，由回流泵（25）抽回微污染水入口（5）重返系统继续处理；固态矿化生成物及分离装置（22）的清洗污物经排污口（21）排出另行处理；达标水从净化达标水出口（27）导出直接使用。

2、根据权利要求 1 所述的雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处

理技术方法，其特征是：该技术方法是按预处理反应、高级氧化反应和分离装置相应组成的预处理反应器（1）、高级氧化反应器（2）和分离器（3）构成的一体化设备装置。

3、根据权利要求 1 所述的雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处理技术方法，其特征是：在预处理反应器（1）的微污染水入口（5）设有充入空气或氧气的充氧装置（6）；微污染水流入时均匀吸入空气或氧气，以保证在该预处理反应器（1）中有效进行氧化反应并确保后续两级高级氧化反应的顺利进行。

4、根据权利要求 1 所述的雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处理技术方法，其特征是：该方法的高级氧化反应器（2）两级高级氧化反应装置的生成物混合液入口（15）通道和分离器（3）的入口通道均设为螺旋管通道，以保持中间体 A、B、C 流出各自的反应器后能在剪切、冲击、搅拌机械力的共同作用下继续快速进行反应。

5、根据权利要求 1 所述的雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处理技术方法，其特征是：该方法的高级氧化反应器（1）由超声波反应装置（17）和臭氧发生器（16）构成的第一级高级氧化反应装置和由过滤层（18）、紫外线发生器（20）、光催化反应层（19）构成的第二级高级氧化反应装置构成；氧化性极强的臭氧在超声形成的极端条件下参与反应，同时光催化和光氧化的协同作用，共同完成将水中各种残留的有机及无机污染物质彻底分解、反应去除。

6、根据权利要求 1 所述的雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处理技术方法，其特征是：该方法的分离器（3）的分离装置（22）是：①内装离子纤维，活性炭，吸附树脂的固体吸附体，或其它具有同样吸附功能的材料；②活性炭-微波装置,电吸附装置（EST），离子交换器吸附设备；③膜件、膜组件：

电膜、微滤膜、超滤膜、纳滤膜、复合膜和专利滤膜；④筛网层、滤料层及其复合滤层结构或机械过滤装置。⑤上述材料和装置的各种复合体；具体采用何种分离装置（22）根据使用水的性质要求确定，只要设有自动清洗装置并能完全达到使用净化水的水质标准就行。

7、根据权利要求1所述的雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处理技术方法，其特征是：该技术方法不仅非常适合雨水、洗水的深度净化资源化利用，而且适用于当前所有微污染水的深度净化处理并资源化循环利用领域。

8、根据权利要求1所述的雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处理技术方法，其特征是：预处理反应器（1）是具有高效反应器和复合除杂功能的装置；其中，除油过滤装置（4）为初级除杂装置，磁性螺旋除杂装置（8）内置金属螺旋式结构转轴，顶部设有连接金属螺旋式转轴的驱动器（9）和与固体杂物收集箱（11）连通的出杂口（10），在上部内壁后侧开有生成物混合液出口（13），并在此处安置自动控制器（12），生成物混合液出口（13）连通高级氧化反应器（2），下端是锥形并在底部设有沉砂排污口（14）的磁性圆柱体结构；螺旋式转轴的旋转不仅实现了固液分离，还产生出电流和强剪切、冲击、搅拌机械力，产生电化学效应，提高反应和除杂效果，从而具有高效反应器的功能，实现既能将微污染水中的部分有机物氧化为 CO_2 和 H_2O，无机物部分矿化，也能高效分离其中的油、渣、砂、金属及部份重金属等杂物。

9、根据权利要求2所述的用于雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处理技术方法的一体化装置，其特征是：该装置由自动控制器（12）、水质监控器（23）和控制阀（7）组成自动控制系统实现该装置的自动控制运行：预处理反应器（1）的自动控制器（12）与高级氧化反应器（2）的臭氧发生器（16）、超声波反应装置（17）、紫外线发生器（20）和分离器（3）的紫外线发生器（20）

相连，当中间体 A 流至设定位置时，自动控制器（12）启动臭氧发生器（16）、超声波反应装置（17）、紫外线发生器（20）和分离器（3）的紫外线发生器（20）同时工作；预处理反应器（1）的除油过滤装置（4）及高级氧化反应器（2）的过滤层（18）和分离器（3）的自动清洗装置一端都与微污染水入口（5）的控制阀（7）相连，另一端与各自的排污口（21）控制阀（7）相连，分离器（3）的水质监控器（23）也一端连接微污染水入口（5）的控制阀（7）另一端连接回流泵（25），当水质监控器（23）探测到水质超过设定标准时，即指令微污染水入口（5）的控制阀（7）关闭回流泵（25）打开，将超过设定水质标准的水抽回预处理反应器（1）的微污染水入口（5）继续反应，待水质达到设定标准时，水质监控器（23）又指令微污染水入口（5）的控制阀（7）打开回流泵（25）关闭，该过程自动循环进行；当吸附或截流污物增大到其临界值时，清洗自控装置启动排污口（21）控制阀（7）打开，入口控制阀（7）关闭，清洗装置进行自动清洗，洗出污物连同已沉积固体物经底部排污口（21）一同排出，清洗完毕，自动清洗装置启动排污口（21）控制阀(7)关闭，入口控制阀（7）打开，该过程自动循环进行；这样的自控系统实现了该装置的自动控制运行。

10、根据权利要求 2 所述的用于雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处理技术方法的一体化装置，其特征是：该装置的预处理反应器（1）、高级氧化反应器（2）和分离器（3）均由螺旋管通道连通，分离器（3）的回流水出口管（24）还与预处理反应器（1）的微污染水入口（5）连通，预处理反应器（1）的沉砂排污口（14）、高级氧化反应器(2)和分离器(3)的排污口连通；分离器(3)上部还设有带紫外线发生器(20)的达标水出口(27)直接与用水端连接，气体出口(26)直通空气中。

雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处理方法及装置

一、 技术领域

本发明涉及一种雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处理技术方法及相应的净化器装置。

二、背景技术

国内外水环境恢复与再生的实践经验证明：只有废水深度净化处理及有效回用，才能实现健康的水循环，也就是只有将给水和排水建立起像人体动脉和静脉血循环一样的健康水循环体系，才能拯救水资源，解决水危机。人类淡水资源不仅非常短缺而且还被严重污染的事实足以说明目前人们没有建立起这样的水循环体系。联合国《世界水资源发展报告》称，全球500条主要河流中至少有一半严重枯竭或被污染。随着人口的增长，人类对水资源的消耗量以几何级数增长。我国当前正常年份灌区每年缺水300多亿立方米，平均每年因旱受灾的面积约4亿亩，水土流失面积307万平方公里，城市缺水60亿立方米。在全国640个城市中缺水城市达400多个，每年因缺水影响工业产值２０００亿元，北方一些地区的城市和农村已经发展到靠超采地下水这种以牺牲生态和环境的方式来维持经济社会发展的用水需求。由此，强大的水市场需求急需低成本深度处理并循环利用的水处理领先技术及装备。

雨水是地球淡水的主要来源，数量非常巨大，仅我国年平均降雨量就约有6万亿立方米。因大气污染及地面溶解等因素，雨水中含有大量悬浮物、无机酸、油类、细菌、病毒、有机酸、较高的COD、重金属及无机盐等污染物，故雨水是微污染水，未经深度净化处理不能直接用于生活及工业生产。从公元前6000多年的阿滋泰克(Aztec)和马雅文化时期到当前的雨水利用技术几乎都是：制度加上建立完善的雨水收集、截污、储存、过滤、渗

透、提升、回用、控制的一系列标准化系统，将其主要用于冲厕所、洗车、浇庭院花木、洗衣服和回灌地下水等，均无低成本深度净化并直接循环利用的处理技术及相应的装备。比如，无论是居民用水22%已靠雨水的丹麦，“就地滞洪蓄水”的美国，无雨水利用措施政府将征收雨水排放设施费和雨水排放费的德国，行道铺透水砖的澳大利亚，还是处于探索阶段仅缺水地区有一些小型、局部的非标准性雨水收集应用的中国，以及将雨水处理自用并外卖非洲国家农灌的日本等等，均无一例外。

人类生活、生产等活动必然产生出不计其数的废水，其中绝大多数是混入的微污染水，特别是清洗和冷却废水。比如，上海每年仅为清洗水箱一项耗水竟然高达 330 万吨！不仅家庭、宾馆、洗车场等排放的废水绝大多数是微污染水，工业也不例外，除重点高污染行业外大都是产生微污染水。

化学法虽能深度净化处理微污染水，但能耗和成本都高，还有二次污染，特别难推广；生物法和物理法因 COD、悬浮物、油类、细菌、病毒、重金属及无机盐等污染物相对含量少又复杂，不能达到处理效果。对此人们再无更有效的解决办法，只好都将其混入高浓度或较高浓度的污水或废水中排放。这样，不仅加大了污水及废水的处理成本，造成巨大的环境污染，而且增加了水资源的绝对消耗量，产生惊人的水资源浪费。可见，生产生活领域更急需高效率低成本的先进微污染水深度净化处理原创技术及装备。

总之，当前处理雨水的所有成熟技术、装置及系统及其它污水、废水已有的物理、化学、生物及其复合工艺等处理办法均难有效彻底解决雨水、洗水等微污染水浓度不高的COD、细菌、病毒、重金属及无机盐等污染物，再深度净化处理成本高，故一般不采用。将海量的微污染水低成本高效深度净化处理并有效循环利用是建立健康水循环体系的核心和灵魂，这样的原创技术将

产生不可估量的经济、环保、环境生态和社会效益。

三、发明内容

本发明的目的是克服现有技术的不足，研制一种雨水、洗水等微污染水低成本深度净化处理并根据不同需要将其资源化利用的高效一体化技术方法及相应的处理器装置，填补微污染水没有低成本深度净化处理及资源化利用技术和装备的空白。为解决水资源既非常匮乏又污染严重的重大现实问题和最终建立真正健康的水循环体系提供技术和装备，让人类在美好的生态环境中可持续和谐发展。

本发明是通过以下技术方案实现的：

一种雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处理技术方法，其特征是：该方法是一个由预处理反应、高级氧化反应和分离机构组成的循环反应分离系统，并依次通过由相应的预处理反应器、高级氧化反应器和分离器构成的一体化处理器装置即完成雨水、洗水等微污染水低成本深度净化处理并实现其资源化循环利用。即：

预处理反应器：由除油过滤装置、充氧装置、磁性螺旋除杂装置构成预处理反应器实现预处理反应，在完成雨水、洗水等微污染水磁化、氧化等反应的同时去除其中的油、渣、砂、金属及部份重金属等杂物，得到中间体 A；

高级氧化反应器：由一级和二级共两级高级氧化反应装置构成高级氧化反应器完成高级氧化反应，中间体 A 流入由臭氧发生器和超声波反应装置构成的一级高级氧化反应装置，将稳定、难分解在内的污染物质快速氧化、分解、反应，杀灭虫卵、细菌及病毒，得到生成物混合液中间体 B 即流入由过滤层、紫外线发生器、光催化反应层构成的第二级高级氧化反应装置，经过滤、催化、分解、彻底反应和消毒杀菌，得到矿化生成物混合液中间体 C；

分离器：由分离装置、水质监控器、回流泵、气体出口、排污口、达标水出口构成分离器完成深度分离，混合液中间体 C 经分离器深度分离为四部分：气体由顶部气体出口排出；不符合设定水质标准要求的水是中间体 D，由回流泵抽回微污染水入口重返系统继续处理；固态矿化生成物及分离装置的清洗污物经排污口排出另行处理；达标水从净化达标水出口导出直接使用。

预处理反应器的除油过滤装置可以是任何成熟的具有除油过滤功能的设施、装置或材料。若原水无油或油极少，只有其他杂质，该装置可以只设为具有自动清洗功能的过滤装置即可；若原水只有油而无其它悬浮杂质，该装置可以只设选为具有除油功能的装置即可；若原水中油及其它悬浮杂质都甚微，可不设此装置，比如深度净化当前以氯为消毒剂的自来水就可不设此装置。

预处理反应器的磁性螺旋除杂装置具有高效反应器功能，是前端为连有充氧装置的微污染水入口，内置金属螺旋式结构转轴，顶部设有连接金属螺旋式转轴的驱动器和与固态污物收集箱连通的出杂口，在上部内壁后侧开有生成物混合液出口，并在此处安置自动控制器，生成物混合液出口连通高级氧化反应器，下端是锥形并在底部设有沉砂排污口的磁性圆柱体结构；磁力不仅能再次有效除去水中油、金属及部份重金属等杂物，还改变水中一些污染物质的性状，非常利于进行后续反应，同时金属螺旋式转轴旋转切割磁力线产生的感应电流又产生电化学效应，提高反应效率和强化除杂效果；螺旋式转轴的旋转不仅实现了固液分离，还产生出电流和强剪切、冲击、搅拌等机械力，从而具有高效反应器的功能，实现既能将微污染水中的部分有机物氧化为 CO_2 和 H_2O，无机物部分矿化，也能高效分离水中残留的油、渣、砂、金属及部份重金属等杂物。

在预处理反应器的微污染水入口设有充入空气或氧气的充氧装置。比如，在喉部设有空气通道入口的文丘里结构式充氧装置，或其它类似功能的充氧装

置，以保证微污染水流入时均匀吸入空气或氧气。充氧装置的作用是：既保证氧化反应在该预处理反应器中的有效进行，又确保以下两级高级氧化反应的高效顺利进行。

所述预处理反应器的充氧装置可以是喉部设有空气通道入口的文丘里结构式充氧装置。

在预处理反应器的微污染水入口处设有控制阀，以满足后面除油过滤装置及第二级高级氧化反应装置过滤层和分离装置的过滤清洗系统执行自动清洗的运行要求。

高级氧化反应器两级高级氧化反应装置的生成物混合液入口通道和分离器的入口通道均设为螺旋管通道，以保持中间体 A、B、C 流出各自的反应器后能在剪切、冲击、搅拌等机械力的共同作用下继续快速进行反应。

高级氧化反应器的一级高级氧化反应装置由超声波反应装置和臭氧发生器构成，臭氧发生器出口与超声波反应装置的入口相连。超声波反应装置，能产生高于 5000K 的高温和大于 50000KPa 高压的特殊高能微区极端条件，将液相中稳定的污染物质粉碎、离子化，并产生大量自由基，氧化性极强的臭氧在这种极端条件下以极快的传热传质参与反应，将污染物质反应去除。超声波反应装置可以是任何以超声原理制作的装置或反应器。超声实现快速反应的原理及应用实例详见由邝生鲁主编的由化学工业出版社 2003 年 3 月出版的《化学工程师技术全书》P886-898。臭氧发生器既可是传统技术产品，也可是纳米、等离子等先进技术的臭氧发生器产品。臭氧氧化净水技术的原理和应用实例可参见由张林生主编化学工业出版社 2004 年 5 月出版的《水的深度处理与回用技术》P77～80。臭氧/超生联用的机理和应用参见由苑宝玲、王洪杰主编化学工业出版社 2006 年 4 月出版的《水处理新技术原理与应用》P190～192。

所述的超声波反应装置可以为已申请发明专利的快速反应器产品，其实现快速反应的原理及装置参见申请号为 200510021057.0 的专利—“快速反应器及其方法”。

所述的臭氧发生器可以为介质阻挡放电等离子体技术的臭氧发生器，其原理和应用实例可参见由许根慧、姜恩永、盛京等编著由化学工业出版社 2006 年 5 月出版的《等离子体技术与应用》P42～43。

高级氧化反应器第二级高级氧化反应装置的下部设有过滤层，底部设有带控制阀的排污口，其过滤层可是筛网层、滤料层及其复合滤层结构或其它机械过滤装置，滤料可以是活性炭、石英砂、各种人工合成滤料等，具体根据处理水的性质和使用水的水质要求选择确定，但无论采用何种过滤层都要设置自动清洗装置。当截留污物增多过滤阻力增大到临界值时，清洗自控装置启动排污口控制阀打开，生成物混合液入口的控制阀关闭，过滤层自动进行清洗，洗出污物连同已沉积固体物经排污口一同排出，冲洗完毕自动控制器启动排污口控制阀关闭，生成物混合液入口的控制阀打开，系统继续正常运行，该过程自动循环进行。

高级氧化反应器第二级高级氧化反应装置上部设有紫外线发生器和纳米催化材料构成的光催化反应层，以光催化和光氧化的共同反应将中间体 B 中各种残留有机及无机污染物彻底分解、反应去除。其纳米催化材料可以是 TiO_2、CdS、Fe_2O_3 等半导体光催化材料的任何一种或其它现有成熟的催化材料。在紫外光照射下，纳米光催化材料产生大量电子-空穴、自由基，将各种残存的有机、无机污染物质分解、反应去除。光催化的原理及应用实例可参见由邓南圣、吴峰编著由化学工业出版社 2003 年 5 月出版的《环境光化学》P308～427 页。该层催化材料也可采用其它催化新材料，如分子筛、整体式块状载体、非晶态合金等

环保催化新材料。此类环保催化新材料的特点、制备和使用实例参见由孙锦宜、林西平编著由化学工业出版社 2002 年 11 月出版的《环保催化材料与应用》P23～78 页及相关章节。同时，中间体 B 中残存的臭氧在紫外线辐射下以极强的能力分解、氧化去除有机及无机污染物；同时也更好地解决了臭氧残留的不利影响。光臭氧氧化的原理及应用实例可参见由邓南圣、吴峰编著由化学工业出版社 2003 年 5 月出版的《环境光化学》P284～293。或采用其它现有成熟技术。

高级氧化反应器的臭氧、超声、紫外线及其联合作用不仅快速氧化、分解、反应水中各种污染质并将其彻底去除，还都是无二次污染、无残留的强效消毒杀菌剂，其消毒杀菌的原理和应用实例可参见由张林生主编化学工业出版社 2004 年 5 月出版的《水的深度处理与回用技术》P119～122。

分离器的入口设有控制阀，带自控装置的分离装置内置其中，底部设有带控制阀的排污口，分离装置的自控装置与排污口控制阀和分离器入口的控制阀都分别相连。分离装置可以是：①内装各种吸附材料的固体吸附体，如离子纤维，活性炭，带杀菌功能的吸附体，各种吸附树脂等；固体吸附的原理和应用实例参见由陈国华编著化学工业出版社 2003 年 9 月出版的《环境染治理方法原理与工艺》P59～70 页。②各种吸附设备。如活性炭-微波装置,电吸附装置(EST)，离子交换器等。活性炭-微波装置不仅具有吸附分离功能，更有高效分解、反应功能。具体运用实例可参见由苑宝玲、王洪杰主编化学工业出版社 2006 年 4 月出版的《水处理新技术原理与应用》P98 页。③各种膜件、膜组件，如电膜、微滤膜、超滤膜、纳滤膜、复合膜及其它申请专利的先进滤膜等。膜分离技术的原理和应用实例可参见由刘茉娥、蔡邦肖、陈益棠编著化学工业出版社 2005 年 1 月出版的《膜技术在污水治理及回用中的应用》P8～65 页。④筛网层、滤料层及其复合滤层结构或其它机械过滤装置等。过滤的原理和应用参见由陈国华

编著化学工业出版社 2003 年 9 月出版的《环境染治理方法原理与工艺》P20 页第八节～P22 页。⑤上述材料和装置的各种复合体。具体采用何种分离装置根据使用水的性质要求确定，只要设有自动清洗装置并能完全达到使用净化水的水质标准就行。当吸附或截流污物增大到其临界值时，清洗自控装置启动排污口控制阀打开，入口控制阀关闭，分离装置进行自动清洗，洗出污物连同已沉积固体物经底部排污口一同排出，清洗完毕，自动清洗装置启动排污口控制阀关闭，入口控制阀打开，系统继续正常运行，该过程自动循环进行。

所述的分离装置可以为活性炭-微波装置。

分离器下部设有与预处理反应器的微污染水入口连通的回流水出口管，回流水出口管上连有回流泵，水质监控器与回流泵和微污染水入口的控制阀相连。当水质监控器探测到水质超过设定水质标准时，即指令微污染水入口的控制阀关闭回流泵打开，将超过设定水质标准的水抽回预处理反应器的微污染水入口继续反应，待水质达到设定标准时，水质监控器又指令微污染水入口的控制阀打开回流泵关闭，系统继续正常运行，该过程自动循环进行。

预处理反应器的除油过滤装置分离出的油污杂质及固态污物收集箱中的固态污物和沉砂排污口排出的沉砂、第二级高级氧化反应装置和分离器排污口排出的污物共同另行收集处理。

分离器的顶部设有气体出口，上部设有达标水出口管，并在达标水出口管上设有紫外线发生器。对达标净化水再次进行消毒杀菌后即可直接使用，微污染水低成本深度净化及资源化循环利用得以实现。

一种专用于上述雨水、洗水等微污染水低成本深度净化处理并资源化循环利用技术方法的装置，其特征是：该装置由预处理反应器、高级氧化反应器和分离器构成，其中：

预处理反应器由除油过滤装置，微污染水入口，充氧装置，控制阀，磁性螺旋除杂装置，固态污物收集箱，自动控制器，生成物混合液出口，沉砂排污口构成。其中，设有充氧装置的微污染水入口前接除油过滤装置和控制阀，后连磁性螺旋除杂装置；磁性螺旋除杂装置内置金属螺旋结构转轴，顶部设有连接螺旋转轴的驱动器和与固态污物收集箱连通的出杂口，在上部内壁后侧开有连通高级氧化反应器的生成物混合液出口，并在此处安置自动控制器，下端是锥形并在底部设有沉砂排污口的磁性结构体；其生成物混合液出口连通高级氧化反应器的一级高级氧化反应装置的入口；

高级氧化反应器由两级高级氧化反应装置构成，其中一级高级氧化反应装置由生成物混合液入口，臭氧发生器，超声波反应装置，生成物混合液出口构成，二级高级氧化反应装置由生成物混合液入口，过滤层，紫外线发生器，光催化反应层，生成物混合液出口构成。其中，一级高级氧化反应装置的超声波反应装置入口前连磁性螺旋除杂装置的生成物混合液出口，旁通臭氧发生器出口，后接第二级高级氧化反应装置过滤层的生成物混合液入口，该过滤层的下部是锥形结构体并在底部设有带控制阀的排污口，上部是带有紫外线发生器的光催化反应层，并在其旁侧开有连通分离器的生成物混合液出口；

分离器由生成物混合液入口，分离装置，水质监控器，回流水出口管，回流泵，紫外线发生器，气体出口，达标水出口构成。其中，下部为生成物混合液入口，上部为带有紫外线发生器的达标水出口、气体出口，内置分离装置、水质监控器，外下部设有与预处理反应器的微污染水入口连通的回流水出口管，回流水出口管上设有与水质监控器相连并受其控制的回流泵，水质监控器连接并控制回流泵和微污染水入口的控制阀，底部为锥形并设有带控制阀的排污口的装置。

在预处理反应器的微污染水入口设有充入空气或氧气的充氧装置。比如，在喉部设有空气通道入口的文丘里结构式充氧装置，或其它类似功能的充氧装置，以保证微污染水流入时均匀吸入空气或氧气，确保预处理反应器中的氧化反应和后两级高级氧化反应的高效顺利进行。

预处理反应器的磁性螺旋除杂装置是前端为连有充氧装置的微污染水入口，内置金属螺旋结构转轴，顶部设有连接螺旋转轴的驱动器和与固态污物收集箱连通的出杂口，在上部内壁后侧开有生成物混合液出口，并在此处安置自动控制器，生成物混合液出口连通高级氧化反应器，下端是锥形并在底部设有沉砂排污口的磁性圆柱体结构；磁力不仅能有效除去水中油、金属及部份重金属等杂物，同时还改变水中一些污染物质的性状，非常利于进行后续反应，同时金属螺旋式转轴旋转切割磁力线产生的感应电流又产生电化学效应，提高反应效率和强化除杂效果；螺旋转轴的螺旋通道既产生搅拌作用，也产生强剪切、冲击等机械力而具有高效反应器的功能；从而既能将微污染水中的部分有机物氧化主要生成 CO_2 和 H_2O，无机物部分矿化，也能高效去除水中残存的油、渣、砂、金属及部份重金属等杂物。

预处理反应器的自动控制器与高级氧化反应器的臭氧发生器、超声波反应装置、紫外线发生器和分离器的紫外线发生器相连，当中间体 A 流至设定位置时，自动控制器启动臭氧发生器、超声波反应装置、紫外线发生器和分离器的紫外线发生器同时工作，液体停止流过即关闭臭氧发生器、超声波反应装置、紫外线发生器和分离器的紫外线发生器。

高级氧化反应器两级高级氧化反应装置的生成物混合液入口通道和分离器的入口通道均设为螺旋管通道，以保持中间体 A、B、C 流出反应器后各自的反应是在剪切、冲击、搅拌等机械力的共同作用下持续进行。

高级氧化反应器的一级高级氧化反应装置由超声波反应装置和臭氧发生器构成，臭氧发生器出口与超声波反应装置的入口相连。超声波反应装置，能产生高于 5000K 的高温和大于 50000KPa 高压的特殊高能极端条件，将液相中稳定的污染物质粉碎、离子化，并产生大量自由基，氧化性极强的臭氧在这种极端条件下以极快的传热传质参与反应，将污染物质反应去除。超声波反应装置可以是任何以超声原理制作的装置或反应器。比如，申请号为 200510021057.0 的发明专利—“快速反应器及其方法”，可参见其原理和具体做法。

预处理反应器的除油过滤装置及高级氧化反应器第二级高级氧化反应装置的过滤层和分离器的分离装置都设有自动清洗装置，当过滤截留污物增多到临界值时，清洗自控装置启动排污口控制阀打开，微污染水入口控制阀关闭，过滤层进行清洗，洗出污物连同已沉积污物经排污口一同排出，冲洗完毕清洗自控装置启动排污口控制阀关闭，微污染水入口控制阀打开，系统继续正常运行，此过程自动循环进行。

分离器的水质监控器与回流泵和微污染水入口的控制阀相连。当水质监控器探测到水质超过设定标准时，即指令微污染水入口的控制阀关闭回流泵打开，将超过设定水质标准的水抽回预处理反应器的微污染水入口继续反应，待水质达到设定标准时，水质监控器又指令微污染水入口的控制阀打开回流泵关闭，系统继续正常运行，该过程自动循环进行。

预处理反应器的除油过滤装置及高级氧化反应器第二级高级氧化反应装置过滤层的自动清洗装置和分离器的自动清洗装置一端都与微污染水入口的控制阀相连，另一端与各自的排污口控制阀相连，分离器的水质监控器也一端连接微污染水入口的控制阀另一端连接回流泵，以共同实现系统自动控制运行。

预处理反应器、高级氧化反应器和分离器均由螺旋管通道连通，分离器的

回流水出口管还与预处理反应器的微污染水入口连通，预处理反应器沉砂排污口、高级氧化反应装置和分离器的排污口连通。

预处理反应器的除油过滤装置分离出的油污杂质及固态污物收集箱中的固态污物和沉砂排污口排出的沉砂、污物和第二级高级氧化反应装置和分离器排污口排出的污物共同收集，外运填埋或另行处理。

总之，在本发明中，雨水、洗水等微污染水依次经过按预处理反应、高级氧化反应和分离机构相应组成的预处理反应器、高级氧化反应器和分离器构成的一体化闭路循环深度处理装置即能完成微污染水低成本深度净化并资源化循环利用。

本发明的优点是：在常温常压下，无需投加任何药剂，雨水、洗水等微污染水只需依次经过由预处理反应器、高级氧化反应器、分离器构成的一体化处理器装置即能实现低成本深度净化处理，根据使用要求产出达到或优于国家相应水质标准且无二次污染物的净化水，并同时实现资源化直接循环使用。该技术方法及相应净化器装置填补了雨水、洗水等微污染水低成本深度净化处理并直接资源化循环利用的技术空白。

该雨水、洗水等微污染水低成本资源化深度净化技术及其相应一体化处理器装置，体积小效率高，处理量可大可小，还可模块式组合，能耗低，自动化程度高，处理净化微污染水彻底，安全稳定，不仅非常适合雨水、洗水的深度净化资源化利用，而且适用于当前所有微污染水的深度净化处理并资源化循环利用领域。具体如下：

1、除雨水、洗水外其它一切产生微污染水并需将其循环利用的工业、生产、生活等领域。

2、特别适合用于以野外积水、雨水、苦咸水、已污染的江河湖泊及沼泽、

污染地下水等微污染水作为生活供水的取水源领域：直接为军队、缺水地区、海岛、矿山、野外施工作业等提供稳定的生活供水；直接针对发生战争、突发事件、自然灾害、水污染等紧急情况导致无供水条件时的临时生活供水；以氯消毒及不达标的自来水再次深度处理为达标自来水等。

3、同样适合于将一切微污染水深度净化处理为纯净水或直接饮用水的领域。

这些优点昭示出本发明重大的经济、资源和生态环保价值，对解决水危机，实现健康水循环，预防和减少疾病，保护生态环境，发展循环经济具有重大现实作用和深远意义。

本发明的最大优点是：

该方法在常温常压不加任何药剂并在短时间内将微污染水彻底深度处理为无二次污染物的净化水，用此相应的技术方法制作的一体化净化器装置不仅高效低耗，体积小，处理量大，自动化程度高，深度净化微污染水彻底并直接资源化循环利用，而且实现了投资少和处理费用特别低，并具有非常广泛的实际使用范围，因此具有重大的现实经济、资源、生态和环保价值及广阔的市场前景。

四、附图说明

图 1 是本发明所述的雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处理技术方法的工艺流程图。

图 2 是专用于本发明所述的雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处理技术方法的装置组装示意图。

图中：1-预处理反应器，2-高级氧化反应器，3-分离器，4-除油过滤装置，5-微污染水入口，6-充氧装置，7-控制阀，8-磁性螺旋除杂装置，9-驱动器，

10-出杂口，11-固态污物收集箱，12-自动控制器，13-生成物混合液出口，14-沉砂排污口，15-生成物混合液入口，16-臭氧发生器，17-超声波反应装置，18-过滤层，19-光催化反应层，20-紫外线发生器，21-排污口， 22-分离装置、23-水质监控器，24-回流水出口管，25-回流泵，26-气体出口，27-达标水出口。

如图 1，一种雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处理技术方法，其特征是：该方法是一个由预处理反应、高级氧化反应和分离机构组成的循环反应分离系统，并依次通过由相应的预处理反应器 1、高级氧化反应器 2 和分离器 3 构成的一体化处理器装置即完成雨水、洗水等微污染水低成本深度净化处理并实现其资源化循环利用。即：

预处理反应器 1：由除油过滤装置 4、充氧装置 6、磁性螺旋除杂装置 8 构成预处理反应器 1 实现预处理反应，在完成雨水、洗水等微污染水磁化、氧化等反应的同时去除其中的油、渣、砂、金属及部份重金属等杂物，得到中间体 A；

高级氧化反应器：由一级和二级共两级高级氧化反应装置构成高级氧化反应器 2 完成高级氧化反应，中间体 A 流入由臭氧发生器 16 和超声波反应装置 17 构成的一级高级氧化反应装置，将稳定、难分解在内的污染物质快速氧化、分解、反应，杀灭虫卵、细菌及病毒，得到生成物混合液中间体 B 即流入由过滤层 18、紫外线发生器 20、光催化反应层 19 构成的第二级高级氧化反应装置，经过滤、催化、分解、彻底反应和消毒杀菌，得到矿化生成物混合液中间体 C；

分离器 3：由分离装置 22、水质监控器 23、回流泵 25、气体出口 26、排污口 21、达标水出口 27 构成分离器 3 完成深度分离，混合液中间体 C 经分离器 3 深度分离为四部分：气体由顶部气体出口 26 排出；不符合设定水质标准要求的水是中间体 D，由回流泵 25 抽回微污染水入口 5 重返系统继续处理；固态矿化生成物及分离装置 22 的清洗污物经排污口 21 排出另行处理；达标水从净化达

标水出口 27 导出直接使用。

如图 2，一种专用于本发明所述的雨水、洗水等微污染水资源化低成本深度净化处理技术方法的装置组装示意图。其中：

预处理反应器 1 由除油过滤装置 4，微污染水入口 5，充氧装置 6，控制阀 7，磁性螺旋除杂装置 8，固态污物收集箱 11，自动控制器 12，生成物混合液出口 13，沉砂排污口 14 构成。其中，设有充氧装置 6 的微污染水入口 5 前接除油过滤装置 4 和控制阀 7，后连磁性螺旋除杂装置 8；磁性螺旋除杂装置 8 内置金属螺旋结构转轴，顶部设有连接螺旋转轴的驱动器 9 和与固态污物收集箱 11 连通的出杂口 10，在上部内壁后侧开有连通高级氧化反应器 2 的生成物混合液出口 13，并在此处安置自动控制器 12，下端是锥形并在底部设有沉砂排污口 14 的磁性结构体；其生成物混合液出口 13 连通高级氧化反应器 2 的一级高级氧化反应装置的入口；

高级氧化反应器 2 由两级高级氧化反应装置构成，其中一级高级氧化反应装置由生成物混合液入口 15，臭氧发生器 16，超声波反应装置 17，生成物混合液出口 13 构成，二级高级氧化反应装置由生成物混合液入口 15，过滤层 18，紫外线发生器 20，光催化反应层 19，生成物混合液出口 13 构成。其中，一级高级氧化反应装置的超声波反应装置 17 入口前连磁性螺旋除杂装置 8 的生成物混合液出口 13，旁通臭氧发生器 16 出口，后接第二级高级氧化反应装置过滤层 18 的生成物混合液入口 15，该过滤层 18 的下部是锥形结构体并在底部设有带控制阀 7 的排污口 21，上部是带有紫外线发生器 20 的光催化反应层 19，并在其旁侧开有连通分离器 3 的生成物混合液出口 13；

分离器 3 由生成物混合液入口 15，分离装置 22，水质监控器 23，回流水出口管 24，回流泵 25，紫外线发生器 20，气体出口 26，达标水出口 27 构成。其

中，下部为生成物混合液入口 15，上部为带有紫外线发生器 20 的达标水出口 27、气体出口 26，内置分离装置 22、水质监控器 23，外下部设有与预处理反应器 1 的微污染水入口 5 连通的回流水出口管 24，回流水出口管 24 上设有与水质监控器 23 相连并受其控制的回流泵 25，水质监控器 23 连接并控制回流泵 25 和微污染水入口 5 的控制阀 7，底部为锥形并设有带控制阀 7 的排污口 21 的装置。

预处理反应器 1 的磁性螺旋除杂装置 8 是前端为连有充氧装置 6 的微污染水入口 5，内置金属螺旋结构转轴，顶部设有连接螺旋转轴的驱动器 9 和与固态污物收集箱 11 连通的出杂口 10，在上部内壁后侧开有生成物混合液出口 13，并在此处安置自动控制器 12，生成物混合液出口 13 连通高级氧化反应器 2，下端是锥形并在底部设有沉砂排污口 14 的磁性圆柱体结构；磁力不仅能有效除去水中油、金属及部份重金属等杂物，同时还改变水中一些污染物质的性状，非常利于进行后续反应，同时金属螺旋式转轴旋转切割磁力线产生的感应电流又产生电化学效应，提高反应效率和强化除杂效果；螺旋转轴的螺旋通道既产生搅拌作用，也产生强剪切、冲击等机械力而具有高效反应器的功能；从而既能将微污染水中的部分有机物氧化主要生成 CO_2 和 H_2O，无机物部分矿化，也能高效去除水中残存的油、渣、砂、金属及部份重金属等杂物。

预处理反应器 1 的自动控制器 12 与高级氧化反应器 2 的臭氧发生器 16、超声波反应装置 17、紫外线发生器 20 和分离器 3 的紫外线发生器 20 相连，当中间体 A 流至设定位置时，自动控制器 12 启动臭氧发生器 16、超声波反应装置 17、紫外线发生器 20 和分离器 3 的紫外线发生器 20 同时工作，液体停止流过即关闭臭氧发生器 16、超声波反应装置 17、紫外线发生器 20 和分离器 3 的紫外线发生器 20；预处理反应器 1 的除油过滤装置 4 及高级氧化反应器第二级高级氧化反应装置过滤层 18 的自动清洗装置和分离器 3 的自动清洗装置一端都与

微污染水入口 5 的控制阀 7 相连，另一端与各自的排污口 21 控制阀 7 相连，分离器 3 的水质监控器 23 也一端连接微污染水入口 5 的控制阀 7 另一端连接回流泵 25，以共同实现系统自动控制运行。

预处理反应器 1 沉砂排污口 14 排出的沉砂、第二级高级氧化反应装置和分离器 3 排污口 21 排出的污物与固态污物收集箱 11 中的固态污物一起收集另行处理。

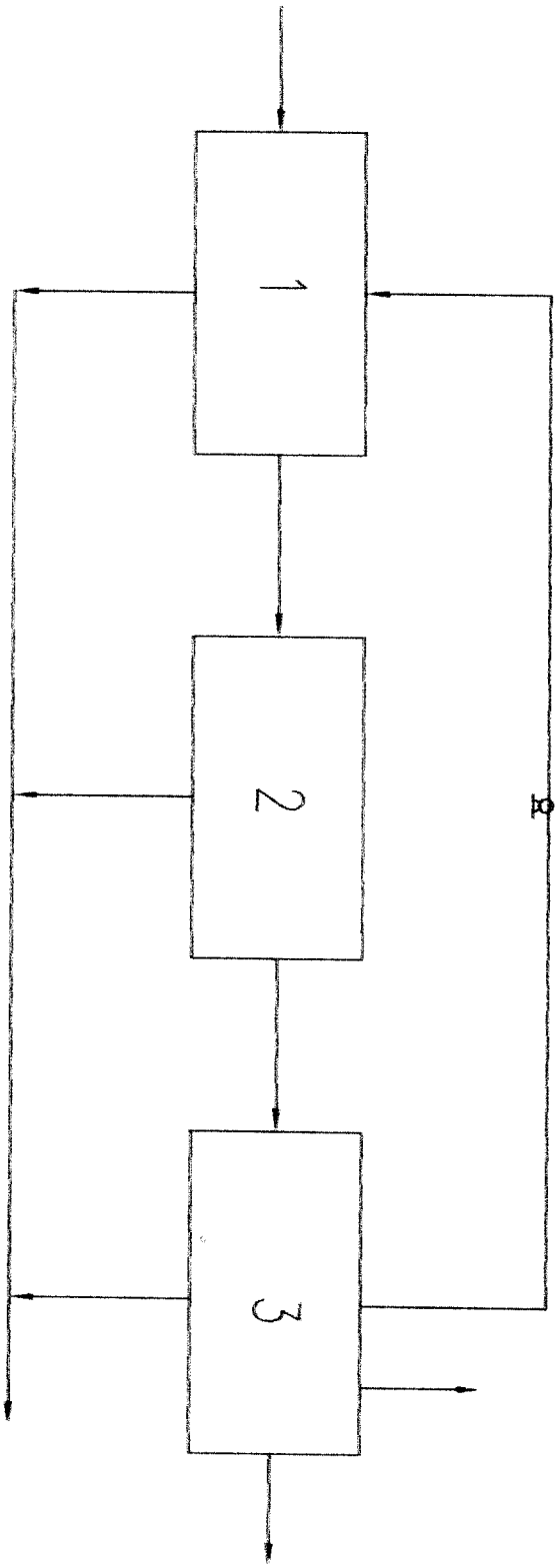


图 1

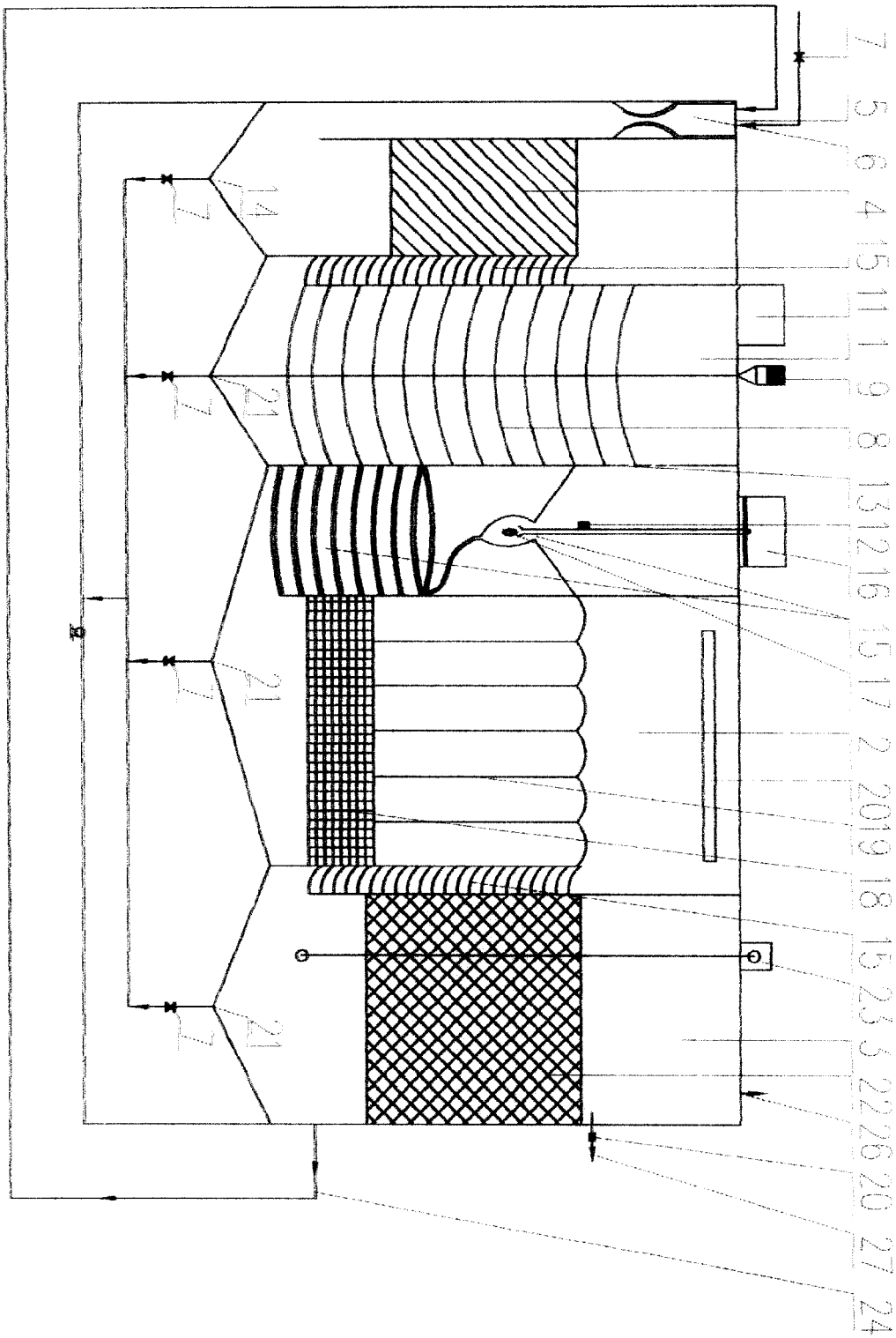

7
5
6
4
15
11
1
9
8
13
12
16
15
17
2
20
19
18
15
23
5
22
26
20
27
24
14
21
21
21

图 2