



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03116101.4

[43] 公开日 2004年10月6日

[11] 公开号 CN 1533990A

[22] 申请日 2003.4.1 [21] 申请号 03116101.4

[71] 申请人 邱江平

地址 201101 上海市七莘路 2678 号

[72] 发明人 邱江平

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

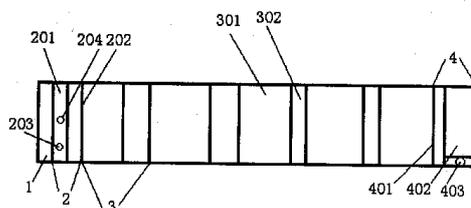
代理人 罗大忱

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 1 页

[54] 发明名称 高密度水生植物沟污水处理系统

[57] 摘要

本发明公开了一种高密度水生植物沟污水处理系统及其处理污水的方法。本发明根据水生植物的特殊生态学功能，模拟和强化一个污水净化的自然生态系统过程。植物根系能够从污水中吸收营养物质加以利用、吸附和富集污水中的重金属和一些有毒有害物质，植物叶片的光合作用和茎秆的运输作用，将氧运输到根部，在根区周围形成好氧区，在根区较少和达不到的地方将形成兼性区和厌氧区，十分有利于硝化和反硝化反应的进行而达到除氮的目的。本发明流程简单、投资成本低、处理效果好、二次污染少、运行管理简便，既适合于污水的大量集中处理，也适合于小水量的分散处理，达到零排放和回用的要求，处理出水达到国家综合污水排放二级标准(GB)。



1. 一种高密度水生植物沟污水处理系统，其特征在于，包括依次串联的调节池（1）、布水系统（2）、配植水生植的高密度水生植物沟（3）和排水系统（4）。

2. 根据权利要求 1 所述的污水处理系统，其特征在于，所说的布水系统（2）包括依次连接的布水渠（201）、振流槽和振流板（202），布水渠（201）的底部设有排泥孔（203）和进水孔（204）。

3. 根据权利要求 1 所述的污水处理系统，其特征在于，所说的高密度水生植物沟（3）包括沟渠、基质(填料)和水生植物，沟渠的深度为 10~100cm，从进水端开始，每隔 10~14m 的处理区（301），设置长度为 1.5~4.5 m 的沉淀区（302），在密度水生植物沟渠底设置防渗层，防渗层设置在渠底面 30cm 以下，两侧为防渗墙，沉淀区底部为 V 型结构，并在一侧设置排泥口，接排泥管至污泥浓缩池，在沟渠的尾端底部安装一收集管，经过处理的污水通过此收集管排入排水系统（4）。

4. 根据权利要求 1 所述的污水处理系统，其特征在于，沟渠的深度为 40~60cm。

5. 根据权利要求 1 所述的污水处理系统，其特征在于，所说的排水系统（4）包括收集管（401）和排水渠（402），收集管（401）安装于水生植物沟（3）的尾端底部，管上均匀设置收集孔，并以小管通入排水渠，排水渠（402）长度与水生植物沟的宽度一致，深度 10~100cm，排水渠（402）的一端设可调闸门（403）。

6. 根据权利要求 5 所述的污水处理系统，其特征在于，排水渠

(402) 深度 40~60cm。

7. 根据权利要求 1 所述的污水处理系统, 其特征在于, 布水渠和振流槽底部均为 $3\sim 5^\circ$ 左右的坡度。

8. 根据权利要求 1~7 任一项所述的污水处理系统, 其特征在于, 在沉淀区种植浮叶植物包括睡莲、萍蓬草或荷花; 在处理区种植挺水植物, 包括黄菖蒲、鸞蔗、绿叶水葱、花叶水葱、菖蒲、宽叶香蒲、水烛、花叶香蒲、梭鱼草、花叶芦竹、欧洲芦荻、石芦、花菖蒲、花叶美人蕉、灯心草、干屈菜或旱伞草。

9. 采用权利要求 1~8 任一项所述的污水处理系统处理污水的方法, 其特征在于, 当原污水 COD 低于 300 mg/l 时, 采用混凝沉淀方式预处理; 当原污水 COD 高于 400mg/l 时, 采用高负荷生物滤池方式; 当原污水 COD 高于 500mg/l 时采用厌氧水解池方式。

10. 采用权利要求 9 所述的的方法, 其特征在于, 沟内水位设置为 $20\sim 40\text{cm}$, 水流速度控制在 $0.03\sim 0.07\text{m/s}$, 每一处理单元($5\text{m} \times 120\text{m}$)的水力负荷控制在 $270\text{m}^3/\text{h}$ 以内。

高密度水生植物沟污水处理系统

技术领域

本发明涉及一种污水处理系统。

背景技术

污水处理，尤其是城市生活污水的二级处理住宅区生活污水的分散处理及地表水污染的恢复是直接影响到生活质量和生态环境的重要课题。为此众多的科学家和研究人员提出了许多处理方案，各有利弊。但是，投资大、能耗高、维护和操作不方便、缓冲量小，处理效果不够理想均是目前众多方法所存在的难题，同时无法与绿化相结合，在处理污水的同时，难以产生良好的生态效益。

发明内容

本发明需要解决的技术问题是公开一种高密度水生植物沟污水处理系统以及污水处理方法，以克服现有技术存在的上述缺陷。

本发明的技术构思是这样的：

本发明的高密度水生植物沟污水处理系统是根据水生植物的特殊生态学功能而设计的。发明人通过水生植物直接吸收和同化污水中的可利用态营养物质，拦截、吸附和富集重金属和一些有毒有害物质，通过光合作用为根区好氧微生物输送氧气和通过增强和维持介质的水力传输等作用促进污水中污染物的分解转化。通过筛选合适的水生植物，进行高密度的种植，并结合一定的工程措施，强化上述作用，以具有较好的脱氮除磷效果。同时水生植物还具有美观可欣赏性，能改

善景观生态环境。

本发明的高密度水生植物沟污水处理系统包括依次串联的调节池、布水系统、配植水生植的高密度水生植物沟和排水系统。

所说的调节池设置在污水处理系统的最前端，以均衡水量和去除污水中的泥沙和大块状物质，并对进入系统的污水进行预处理，对于污染负荷 COD 高于 200mg / l 的污水，在进入高密度水生植物沟污水处理系统前应进行前处理，使其污染负荷低于 COD 200mg / l。当原污水 COD 低于 300 mg / l 时，采用混凝沉淀方式；当原污水 COD 高于 400mg / l 时，采用高负荷生物滤池方式；当原污水 COD 高于 500mg / l 时采用厌氧水解池方式。

所说的布水系统包括布水渠、振流槽和振流板。布水渠的长度与高密度水生植物沟的宽度一致，宽度 40~50cm，深度不低于 50cm。进水管设置在布水渠中端底部。出水孔设置在布水渠内侧，高于高密度水生植物沟水位 5~10 cm。振流槽的长度与布水渠一致，宽度 30~400m，内侧为设有布水小孔的振流板，布水小孔的最高位置与高密度水生植物沟污水位一致，布水渠和振流槽底部均为 3~5° 左右的坡度，布水渠的一端或两端设置排泥孔，外接排泥管至污泥浓缩池，排泥孔平时关闭，只在定期的清理时使用。

高密度水生植物沟是高密度水生植物沟污水处理系统的主体结构，包括沟渠、基质(填料)和水生植物。水生植物通过叶片的光合作用和茎秆的运输作用，将氧运输到根部，再经过植物的根部表面组织的扩散，在根区周围形成好氧区，这样在根区周围就会有大量的好氧微

生物将有机物分解，在根区较少和达不到的地方将形成兼性区和厌氧区，发生兼性微生物和厌氧微生物降解有机物的作用，这种基质中好氧区和厌氧区的同时存在，十分有利于硝化和反硝化反应的进行而达到除氮的效果。高密度水生植物沟设置在粘土层上，如为沙土，则应在渠底设置防渗层，以保证不会因为污水渗漏而污染地下水，防渗层设置在渠底面 30cm 以下，即防渗层上面至少要回填 300m 厚土层，作为种植水生植物基床，两侧为防渗墙，沟渠的长度可根据进水的污染负荷及出水要求调整，深度一般为 10~100cm，优选 40~60cm，从进水端开始，每隔 10~14m 的处理区，设置一长度为 1.5~4.5 m 的沉淀区，沉淀区底部为 V 型结构，并在一侧设置排泥口，接排泥管至污泥浓缩池，沉淀区深度为 0.5~1.5m，在沟渠的尾端底部安装一收集管，经过处理的污水通过此收集管排入排水渠。

根据原污水水质情况和出水要求考虑在高密度水生植物沟中填装基质或不填装基质。在进水负荷较高(COD 接近或高于 200mg / l)的情况下，应在沟渠中填装基质，以加强处理效果。基质填装于沟渠的处理区底部，厚度约 15-25cm，基质为颗粒状生物滤料，如粗砂、碎石、灰渣等。由于基质在为植物和微生物提供生长介质的同时，还通过过滤、吸附等作用直接去除污染物，因此处理效果优于不填装基质的情况，在进水负荷较低(COD 低于 180mg / l)的情况下，无需填装基质，仅通过水生植物沟的处理就可以达到处理要求。

水生植物的选择和配植是高密度水生植物沟污水处理系统的关键因素之一。本处理工艺中主要选择挺水和浮叶两类水生植物。挺水植

物具有固体床体表面、提供良好的过滤条件、防止淤泥淤塞和为微生物提供良好的根区环境等功能。同时其本身还具有吸收同化和吸附污染物的作用，因此是高密度水生植物沟污水处理系统选用的主要水生植物类群。高密度种植于处理区。一般植物的长势越好，密度越大，净化水质的能力越强。

在高密度水生植物沟污水处理系统的植物配植上应因地制宜，根据污水处理地区的自然气候条件，选择具有以下特点的水生植物：抗污染，抗水湿、根系发达，具有较强的吸收和富集污染物的能力；以常绿或半常绿水生植物为主，以保证冬季的处理效果和景观效果；适合于在水深为 20-40cm 的沟渠，密度种植。有或无人工基质条件下高密度种植。如在上海地区，适用于高密度水生植物沟污水处理系统的挺水水生植物主要有：黄菖蒲、鸞蕉、绿叶水葱、花叶水葱、菖蒲、宽叶香蒲、水烛、花叶香蒲、梭鱼草、花叶芦竹、欧洲芦荻、石芦、花菖蒲、花叶美人蕉、灯心草、干屈菜、旱伞草等。

在沉淀区不种植挺水植物，但常种植一定数量的浮叶植物，如睡莲、萍蓬草、荷花等，以加强处理系统的生态景观效果。

另外，在处理系统的四周，合理地配植乔、灌木绿化带，创造良好的小环境条件，对于系统中水生植物的生长和越冬十分有利。

所说的排水系统包括收集管和排水渠，收集管安装于水生植物沟的尾端底部，管上均匀设置收集孔，并以小管通入排水渠。排水渠长度与水生植物沟的宽度一致，深度 10~100cm，优选 40~60cm。排水渠的一端设可调闸门，通过闸门可以调节排水渠的水位，进而控制高密

度水生植物沟的水位。

采用本发明的高密度水生植物沟污水处理系统对污水处理时，其沟内水位一般设置为 20~40cm，优选 30cm，在填装基质的情况下，可设置为 35~40cm，水流速度控制在 0.03~0.07m / s，优选 0.05m / s，每一处理单元(5m x 120m)的水力负荷控制在 270m³ / h 以内。因此每一处理单元的处理量可达 5000m³ / d。处理出水达到国家综合污水排放二级标准(GB)。

在高密度水生植物沟污水处理系统中考虑回流处理和二级串联处理的可能性。当污水 COD 浓度较大时，可能会对水生植物生存产生不利影响。采用回流技术，可以稀释进水浓度，降低原污水的 COD 值，达到均衡负荷，提高处理效率的目的。当污水负荷较大时，单级处理可能还达不到排放标准，通过串联处理可以达到目的。

在针对城镇住宅小区生活污水处理的高密度水生植物沟污水处理系统的处理效果。因此在冬季可以适当降低水力负荷或采取其他适当的措施 在高密度水生植物沟污水处理系统的运行中，应对水生植物产生的枯叶进行及时的清理，在水生植物部分死亡的情况下，应进行及时的补种。

高密度水生植物沟污水处理系统一般不产生大量的剩余污泥，因此即使是在填装基质填料的情况下，也不会造成处理沟的堵塞，但长时间运行后，沟底可能会有污泥的逐渐积累，造成处理量的下降。因此在系统较长时间(1~2 年)运行后，应进行清淤处理，或通过水力冲洗，或停水人工清淤。平时运行中从沉淀区收集的少量污泥，通过管

道排入污泥浓缩池后定期处理。

此外，定期的水质检测可以为系统的运行管理提供参考。检测的指标包括 COD_{Cr}，BOD₅，SS 等。总的来讲，高密度水生植物沟污水处理系统的运行和管理都十分简便，这也是本发明的特点之一。

本发明可以根据处理水量设置一个至多个处理单元，但建议即使在处理水量低于 5000m³/d 的情况下，也至少设置两个处理单元。在此情况下可以通过适当减少每一处理单元的宽度和控制进水水力负荷来均衡各处理单元的处理水量。而且在冬季适当地减少进水水力负荷可以保证处理效果。特殊情况，如需进行停水维护时，可以将停水维护处理单元的水量分配于另外 1 个或几个处理单元中，这样既可以对各处理单元进行交替的维护，又不至于影响污水处理这一连续的过程。因此，设置 2 个以上处理单元的好处在于维护和管理的便利。

在高密度水生植物沟污水处理系统工艺中，应在水生植物种植完成以后，并且 90%以上生长良好的情况下开始正式布水，同时要求开始时布水量较小，以后逐渐增加。根据水生植物的生长情况，在 1~2 个月内达到额定布水量。这样可以使水生植物对污水有一个较好的适应过程，同时保证处理效果。

在高密度水生植物沟污水处理系统的运行中，由于水生植物在春、夏和秋季生长旺盛，使系统对污水的处理能力较强；因此可以适当增加处理量。而在冬季，由于部分水生植物休眠或生长缓慢，可能影响处理效果，因此可适当降低水力负荷。

由上述公开的技术方案可见，高密度水生植物沟污水处理系统是

根据生态学原理，采用生态工程方法，同时兼顾环境绿化效果而提出的新一代污水处理技术。其根本点就是模拟和强化一个污水净化的自然生态系统过程。在这一过程中，一方面植物根系能够从污水中吸收营养物质加以利用、吸附和富集污水中的重金属和一些有毒有害物质。另一方面，污水进入高密度水生植物沟后，不断与高密度的植物根区和植物茎秆相接触，从而使微生物在其表面繁殖，形成所谓生物膜。生物膜是由多种微生物和微型动物组成的生物群落结构，它利用污水中的有机污染物作为营养物质，进行分解代谢获得能量，并形成新的微生物机体。当生物膜达到一定厚度时，由于内层缺氧会造成生物膜的附着力减弱，从而使旧的生物膜在水流的冲刷下脱落，新的生物膜又重新在形成。污水也在此循环往复中得以净化。本发明是一种将污水生态化处理和环境绿化相结合的方法。此方法具有系统工艺简单，除适用于城市生活污水的二级处理外，还可应用于住宅区生活污水的分散处理及地表水污染的恢复。本处理系统将污水处理生态化和景观化有机结合，从而使污水处理过程更符合一个污水自然净化的生态过程，具有工艺流程简单、投资成本低、处理效果好、二次污染少、运行管理简便等特点，并且灵活简便，既适合于污水的大量集中处理，也适合于小水量的分散处理。而且通过景观设计处理，完全可以将污水厂变成一个优美的水生态公园。本发明可以根据具体情况与污水土地处理系统和小区的园林景观相结合，达到零排放和回用的要求。在此情况下，经过高密度水生植物沟污水处理系统处理后的污水，再经过与小区内园林景观整合一体的污水土地处理系统的处理，其出水

可用于小区内的园林用水。或可以根据具体情况与污水土地处理系统和农业生态工程相结合，达到污水回用，节约水资源的目的。这一模式特别适用于干旱地区。

附图说明

图 1 为本发明的结构流程图。

具体实施方式

参见图 1，本发明的高密度水生植物沟污水处理系统包括依次串联的调节池 1、布水系统 2、配植水生植的高密度水生植物沟 3 和排水系统 4。

所说的调节池 1 设置在污水处理系统的最前端；

所说的布水系统 2 包括依次连接的布水渠 201、振流槽和振流板 202，布水渠 201 的底部设有排泥孔 203 和进水孔 204；

所说的高密度水生植物沟 3 包括沟渠、基质(填料)和水生植物。水生植物通过叶片的光合作用和茎秆的运输作用，将氧运输到根部，再经过植物的根部表面组织的扩散，在根区周围形成好氧区，这样在根区周围就会有大量的好氧微生物将有机物分解，在根区较少和达不到的地方将形成兼性区和厌氧区，发生兼性微生物和厌氧微生物降解有机物的作用，这种基质中好氧区和厌氧区的同时存在，十分有利于硝化和反硝化反应的进行而达到除氮的效果。所说的高密度水生植物沟设置在粘土层上，如为沙土，则应在渠底设置防渗层，以保证不会因为污水渗漏而污染地下水，防渗层设置在渠底面 30cm 以下，即防渗层上面至少要回填 300m 厚土层，作为种植水生植物基床，两侧为防渗

墙，沟渠的长度可根据进水的污染负荷及出水要求调整，深度一般为10~100cm，优选40~60cm，从进水端开始，每隔10~14m的处理区301，设置一长度为1.5~4.5 m的沉淀区302，沉淀区302底部为V型结构，并在一侧设置排泥口，接排泥管至污泥浓缩池，沉淀区深度为0.5~1.5m，在沟渠的尾端底部安装一收集管，经过处理的污水通过此收集管排入排水系统4。

根据原污水水质情况和出水要求考虑在高密度水生植物沟中填装基质或不填装基质。

在进水负荷较高(COD 接近或高于 200mg / l)的情况下，应在沟渠中填装基质，以加强处理效果。基质填装于沟渠的处理区底部，厚度约15-25cm，基质为颗粒状生物滤料，如粗砂、碎石、灰渣等。由于基质在为植物和微生物提供生长介质的同时，还通过过滤、吸附等作用直接去除污染物，因此处理效果优于不填装基质的情况，在进水负荷较低(COD 低于 180mg / l)的情况下，无需填装基质，仅通过水生植物沟的处理就可以达到处理要求。

水生植物的选择和配植是高密度水生植物沟污水处理系统的关键因素之一。本处理工艺中主要选择挺水和浮叶两类水生植物。挺水植物具有固体床体表面、提供良好的过滤条件、防止淤泥淤塞和为微生物提供良好的根区环境等功能。同时其本身还具有吸收同化和吸附污染物的作用，因此是高密度水生植物沟污水处理系统选用的主要水生植物类群。高密度种植于处理区。一般植物的长势越好，密度越大，净化水质的能力越强。

在**高密度水生植物沟污水处理系统的植物配植上应因地制宜，根据污水处理地区的自然气候条件，选择具有以下特点的水生植物：耐污染，抗水湿、根系发达，具有较强的吸收和富集污染物的能力；以常绿或半常绿水生植物为主，以保证冬季的处理效果和景观效果；适合于在水深为 20-40cm 的沟渠，密度种植。有或无人工基质条件下高密度种植。

另外，在处理系统的四周，合理地配植乔、灌木绿化带，创造良好的小环境条件，对于系统中水生植物的生长和越冬十分有利。

所说的排水系统 4 包括有收集管 401 和排水渠 402，收集管 401 安装于水生植物沟的尾端底部，管上均匀设置收集孔，并以小管通入排水渠。排水渠长度与水生植物沟的宽度一致，深度 10~100cm，优选 40~60cm。排水渠的一端设可调闸门 403，通过闸门 403 可以调节排水渠的水位，进而控制高密度水生植物沟的水位。

采用本发明的高密度水生植物沟污水处理系统对污水处理时，其沟内水位一般设置为 20~40cm，优选 30cm，在填装基质的情况下，可设置为 35~40cm，水流速度控制在 0.03~0.07m / s，优选 0.05m / s，每一处理单元(5m x 120m)的水力负荷控制在 270m³ / h 以内。因此每一处理单元的处理量可达 5000m³ / d。处理出水达到国家综合污水排放二级标准(GB)。

在**高密度水生植物沟污水处理系统中考虑回流处理和二级串联处理的可能性。当污水 COD 浓度较大时，可能会对水生植物生存产生不利影响。采用回流技术，可以稀释进水浓度，降低原污水的 COD 值，达到均衡负荷，提高处理效率的目的。当污水负荷较大时，单级处理可能还达不到排放标准，通过串联处理可以达到目的。

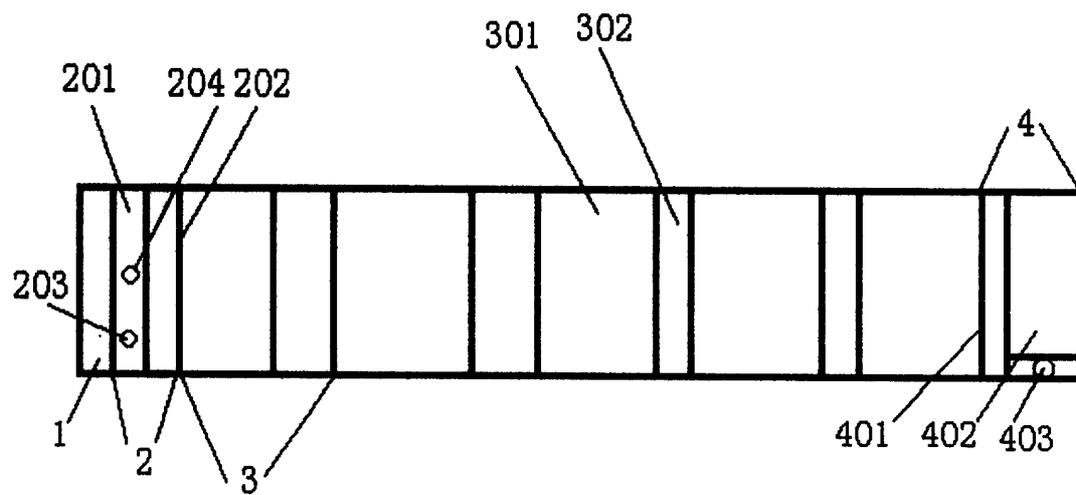


图 1