

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C02F 3/32 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810056637.7

[43] 公开日 2008年7月23日

[11] 公开号 CN 101224924A

[22] 申请日 2008.1.23

[21] 申请号 200810056637.7

[71] 申请人 北京锦绣大地农业股份有限公司

地址 100049 北京市海淀区四季青镇廖公庄
166号

[72] 发明人 靖德兵 夏天翔 姚力 金小静
李燕斌 赵孟彬

[74] 专利代理机构 北京海虹嘉诚知识产权代理有限公司

代理人 张涛

权利要求书1页 说明书4页

[54] 发明名称

一种高净化、低蒸腾的污水处理湿地系统

[57] 摘要

本发明涉及“一种高净化、低蒸腾的污水处理湿地系统”，属于污水处理领域。一种高净化、低蒸腾的污水处理湿地系统，其特征在于：所述湿地系统的植物是木本的柳树。本发明采用来源广泛、成本低廉、容易成活、无需管护的柳树和石砾基质来建设潜流型人工湿地系统，不仅可以高效净化城市、农村地区的生活污水，而且柳树的生物质产量很高，还可以增强湿地景观效果，提供休憩娱乐场所。本发明的柳树湿地系统能够长期保持稳定的去污效果，具有净化效果突出、建设工程简单、运行成本低廉以及适应范围广、景观效果美好、生物产量高、杂草入侵影响小的特点，适宜在我国大面积推广。

-
- 1、一种高净化、低蒸腾的污水处理湿地系统，其特征在于：所述湿地系统的植物是木本的柳树。
 - 2、根据权利要求1所述的高净化、低蒸腾的污水处理湿地系统，所述柳树株距为3~5 m。
 - 3、根据权利要求1所述的高净化、低蒸腾的污水处理湿地系统，所述湿地基质为石砾基质。
 - 4、根据权利要求3所述的高净化、低蒸腾的污水处理湿地系统，所述石砾基质的粒径为3~5 cm。
 - 5、根据权利要求1所述的高净化、低蒸腾的污水处理湿地系统，所述湿地类型为潜流型人工湿地。

一种高净化、低蒸腾的污水处理湿地系统

技术领域

本发明涉及水处理领域，具体地说涉及一种高净化、低蒸腾的污水处理湿地系统。

背景技术

人工湿地是在一定的基质（填料）上种植湿地植物，对有机物和氮、磷污染物具有较强的降解能力。人工湿地利用基质—微生物—植物这个复合生态系统的物理、化学和生物的重复合、协同作用，通过过滤、沉淀、离子交换、植物吸纳和微生物分解来净化生活污水。早在 20 世纪初，英国和美国就有利用香蒲（*Typha angustifolia*）沼泽处理污水的先例。

植物是人工湿地的核心，通过植物不但可以去除污染物，还可以促进污水中营养物质的环和再利用，同时还能绿化土地，改善区域气候，促进生态环境的良性循环。目前有关湿地植物的大多数研究均围绕草本植物进行，香蒲（*Typha* sp.）、芦苇（*Phragmites* sp.）、水葱（*Scirpus* sp.）、美人蕉（*Canna* sp.）、凤眼莲（*Eichhorina crassipes*）、苔草（*Carex* sp.）、灯心草（*Juncus* sp.）、鸢尾（*Iris* sp.）等在世界范围内被广泛引种栽培。在我国，菖蒲（*Acorus calamus*）、蘆草（*Scirpus* sp.）、草芦（*Phalaris* sp.）、茭苳（*Cyperus malaccensis*）、浮萍（*Lemna minor*）、茭白（*Zizania latifolia*）等也得到广泛的研究和应用。虽然草本湿地植物的应用非常广泛，但是根系短，氧气向底层下输困难；生物量小，污染物吸纳富集能力不足；冠层低，有限的生存空间会引发对生态因子（如光）的激烈竞争；干枯期长，枯黄期将极大地影响湿地的污水处理效果；还可能在病虫害防治，景观美学价值、植被收割等方面存在不足，这些都制约了草本植物在人工湿地系统中的应用潜力。

按照不同的生活类型，湿地植物可分为乔木、灌木和草本（多年生或一年生）。由于适应湿地环境的乔木、灌木种类稀少，因此国内外人工湿地利用乔木、灌木的研究很少，相关研究与应用非常缺乏。只有少量的几种乔木或灌木，例如池杉（*Taxodium ascendens*）、白千层（*Melaleuca quinquenervia*）和互叶白千层（*M. alternifolia*）等在国外曾被应用于人工湿地系统；水杨梅（*Cephalanthus occidentalis*）、桤木（*Alnus* spp.）、柳（*Salix nigra*）、两栖榕（*Amphibious banyan*）、水翁（*Cleistocalyx operculatus*）以及红树林部分树种，如秋茄（*Kandelia candel*）、桐花树（*Aegiceras corniculatum*）和白骨壤（*Avicennia marina*）等在我国曾被应用于湿地系统。

湿地植物净化污水的机理主要包括直接吸收污水中可利用态的营养物质、重金属和一些

有毒有害物质，为根区好氧微生物输送氧气，增强和维持介质的水力传输。湿地维管束植物（简称为维管植物）能够通过分化水流、减缓流速来固定基质、沉淀悬浮物，能够在茎干和根系上为微小生物的繁殖提供附着场所，能够吸收 C、N、P 和微量元素进入组织，并从根部、腐烂凋落物释放有机碳源以便为微生物代谢提供能量，能够在大气和沉积层之间交换气体并在缺氧基质层创造富氧的微环境，还能够增加湿地系统的景观美学价值。当前人工湿地已经从传统的单一水质净化转向多目标应用，人工湿地的多重效应包括蓄水调洪、废水或暴雨径流处理，地下水回填，野生动植物栖息地恢复或增加，改善水质，以及公众休闲娱乐价值，野生动植物研究与保存价值等。

在实际应用过程中，人口密集区域往往缺乏水资源，对生活污水净化技术的需求最为迫切，但是人工湿地占地面积大的缺陷往往制约了其应用，而且植被蒸腾的耗水量巨大，对于实现资源的循环或再生利用不利。在我国近 700 个建制市中，有 400 多个缺水，有 100 多个严重缺水，为了提高水资源的循环利用效率，必须建设净化效率高、蒸腾量小的节水型人工湿地。

发明内容

针对上述领域的发展空缺，本发明提供一种高效净水、蒸腾量低、景观美好的木本植被湿地系统，该系统能够长期保持稳定的去污效果，有利于减少湿地植被蒸腾量，提高湿地植被生物质产量，改良湿地景观。

一种高净化、低蒸腾的污水处理湿地系统，其特征在于：所述湿地系统的植物是木本的柳树。

所述柳树株距为 3~5 m。

所述湿地基质为石砾基质。

所述石砾基质的粒径为 3~5 cm。

所述湿地类型为潜流型人工湿地。

本发明根据生活污水 COD、BOD、氮磷含量高的特点，在人工湿地的植被中，优选出木本的柳树植物，按照株距 3~5 m 进行种植。

本发明发现，柳树湿地不仅净化效果好，蒸散量低，而且适应范围广，能适应南、北方气候，也是最常见的景观树种之一，因此建设柳树湿地对于净化高营养负荷污水、提高水资源循环利用率、形成美丽湿地水景具有重要意义。

本发明具有如下优点：

1. 净水效率高。柳树根系可以深入基质，即便在秋冬季节（9.13~11.21），北京地区柳树湿地的去除效率也能够达到 $\text{COD}_{\text{cr}} 0.629 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ， $\text{TN} 0.017 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ， $\text{TP} 0.186 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 。

2. 蒸散速率低。柳树湿地的日蒸散量在秋冬季节(9.13~11.21)仅为 $0.92 \text{ mm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, 柳树植被的日蒸腾量仅为 $0.49 \text{ mm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, 特别适用于缺水地区。

3. 生物质产量高。柳树植被的干物质生产量可以达到 $0.353 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$, 相应每年通过植被收获而去除的立物蓄氮量、立物蓄磷量分别达到 $4.70 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$, $9.55 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ 。

4. 建设成本低。本发明采用来源广泛, 价格低廉, 容易成活, 无需管理的柳树和粒径约 3-5cm 的石砾基质, 因而可以有效地降低人工湿地的建设成本。

5. 运行管理方便。本发明所采用的柳树生命力强, 生长迅速, 植株高大, 杂草入侵对其影响不大, 因而可以降低湿地的运行管理费用。

6. 景观效果美好。本发明所采用的柳树是最常见的景观树种之一, 无疑具有较高有景观美学价值, 能够有效提升周边环境品质。

具体实施方式

下面通过实施例对本发明作进一步详细说明。

实施例 1

采用一定粗度(直径 5~50 cm)的柳枝进行插条(株行距 4 m), 在粒径约 5 cm 的石砾基质上建设潜流型人工湿地污水净化系统, 在 2005 年 9.13~9.25 期间, 其去除效率能够达到 $\text{COD}_{\text{cr}} 0.550 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, $\text{TN} 0.046 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, $\text{TP} 0.17 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$; 同期湿地的日蒸散量仅为 $1.55 \text{ mm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 。

实施例 2

采用一定粗度(直径 5~50 cm)的柳枝进行插条(株行距 5 m), 在粒径约 3 cm 的石砾基质上建设潜流型人工湿地污水净化系统, 在 2005 年 9.26~10.9 期间, 其去除效率能够达到 $\text{COD}_{\text{cr}} 0.575 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, $\text{TN} 0.017 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, $\text{TP} 0.141 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$; 同期湿地的日蒸散量仅为 $1.02 \text{ mm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$; 同期湿地的日蒸散量仅为 $1.02 \text{ mm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 。

实施例 3

采用一定粗度(直径 5~50 cm)的柳枝进行插条(株行距 5 m), 在粒径约 4cm 的石砾基质上建设潜流型人工湿地污水净化系统, 在 2005 年 10.10~10.23 期间, 其去除效率能够达到 $\text{COD}_{\text{cr}} 0.605 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, $\text{TN} 0.022 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, $\text{TP} 0.332 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$; 同期湿地的日蒸散量仅为 $0.88 \text{ mm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 。

实施例 4

采用一定粗度(直径 5~50 cm)的柳枝进行插条(株行距 3m), 在粒径约 3 cm 的石砾基质上建设潜流型人工湿地污水净化系统, 在 2005 年 10.24~11.6 期间, 其去除效率能够达到 $\text{COD}_{\text{cr}} 0.748 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, $\text{TN} 0.025 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, $\text{TP} 0.350 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$; 同期湿地的日蒸散量仅为 $0.77 \text{ mm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 。

$\text{m}^{-2} \text{d}^{-1}$ 。

实施例 5

采用一定粗度（直径 5~50 cm）的柳枝进行插条（株行距 3~5 m），在粒径约 5 cm 的石砾基质上建设潜流型人工湿地污水净化系统，在 2005 年 11.7~11.21 期间，其去除效率能够达到 $\text{COD}_{\text{cr}} 0.664 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ， $\text{TN} 0.0079 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ， $\text{TP} 0.309 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ；同期湿地的日蒸散量仅为 $0.37 \text{ mm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 。

对照例 1：香蒲是世界范围内最为常用的湿地植物之一，在规模、基质、进出水、湿地类型等条件完全一致的条件下，香蒲（*Typha angustata*）—石砾基质潜流湿地在 2005 年 9.13~11.21 期间，其去除效率分别仅为 $\text{COD}_{\text{cr}} 0.615 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ， $\text{TN} 0.023 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ， $\text{TP} 0.338 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ；干物质产量达到 $2.26 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ ，相应每年通过植被收获而去除的立物蓄氮量、立物蓄磷量分别达到 $11.1 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ ， $4.3 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ ；同期香蒲湿地的日蒸散量为 $1.77 \text{ mm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 。

对照例 2：芦苇是世界范围内最为常用的湿地植物之一，在规模、基质、进出水、湿地类型等条件完全一致的条件下，芦苇（*Phragmites communis*）—石砾基质潜流湿地在 2005 年 9.13~11.21 期间，其去除效率分别仅为 $\text{COD}_{\text{cr}} 0.616 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ， $\text{TN} 0.024 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ， $\text{TP} 0.297 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ；干物质产量达到 $0.751 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ ，相应每年通过植被收获而去除的立物蓄氮量、立物蓄磷量分别达到 $2.2 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ ， $5.39 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ ；同期芦苇湿地的日蒸散量为 $1.79 \text{ mm m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 。

对照例 3：（参考文献 靖无孝, 杨丹菁, 陈章和, 陈兆平. 两栖榕在人工湿地的生长特性及其对污水的净化效果. 生态学报, 2003, 23(3): 614-619）

榕树是桑科（*Moraceae*）桑属（*Ficus*）植物的总称，陆生，常绿乔木，具有气生根，分布于广东、广西、福建、台湾、浙江、云南和贵州等地，广东地区发现了一种既耐淹又耐旱的两栖型榕树（*Ficus* sp.），具有很好的生态治理效果。华南师范大学在校园建设了两型榕潜流型湿地系统，处理区规模 $130 \text{ cm} \times 84 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$ ；床体表层填充厚 26 cm 的细砂，中间为厚 4 cm、粒径 6 mm 的石砾，底层为厚 30 cm、粒径 30~40 mm 的石块；两栖榕的种植密度为 6 株 m^{-2} 。在 2002 年 4~7 月，两栖榕湿地系统连续处理本校行政学院的生活污水，水力负荷为 50 L d^{-1} （ 14 cm d^{-1} ），水力停留时间 4 d。进水的 TP 浓度为 4.0 mg L^{-1} ，出水的 TP 浓度为 2.4 mg L^{-1} 。相应两栖榕湿地的 TP 去除效率为 $0.0733 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 。显然两栖榕在总磷的去除方面不如柳树湿地（ $0.17 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ）。