

一种简约型村域污水处理系统及应用案例效果

牛新胜¹, 宁 鹏², 张宏彦², 李京修³, 段英旗¹, 江荣凤²

¹中国农业大学曲周实验站, 河北 邯郸

²中国农业大学资源与环境学院, 北京

³邯郸市宏久环境工程有限公司, 河北 邯郸

收稿日期: 2023年2月2日; 录用日期: 2023年3月2日; 发布日期: 2023年3月9日

摘 要

在国家“绿色发展、乡村振兴”的农村发展号召下, 为了解决农村污水处理和循环利用, 我们设计了基于AO处理工艺的简约型村域污水处理系统。该系统具有占地少、建造和运行成本低、处理效果好的特点。通过中国农业大学曲周实验站的实际案例, 该系统运行一年后, 总磷、氨氮去除率分别达到了50%和93%。污水COD含量由约700 mg/L降低到16 mg/L, 去除率98%, 达到我国农田灌溉水的标准(GB5084-2005), 处理后水可以直接用于农田灌溉用水。曲周实验站的实际应用案例还表明, 鱼类完全可以在处理后的污水中长期存活, 证明了本系统的处理效果。本系统值得在我国农村推广应用。

关键词

农村污水处理, 硝酸盐, 总磷, 总COD

A Simple Village Sewage Treatment System and the Effect of Application Case

Xinsheng Niu¹, Peng Ning², Hongyan Zhang², Jingxiu Li³, Yingqi Duan¹, Rongfeng Jiang²

¹Quzhou Experimental Station, China Agricultural University, Handan Hebei

²College of Resources and Environment, China Agricultural University, Beijing

³Handan Hongjiu Environmental Engineering Co., Ltd, Handan Hebei

Received: Feb. 2nd, 2023; accepted: Mar. 2nd, 2023; published: Mar. 9th, 2023

Abstract

Under the country's rural development call of "green development, rural revitalization", in order to solve the problem of rural sewage treatment and recycling, we designed a simple village sewage treatment system based on AO treatment process. The system has the characteristics of small area,

文章引用: 牛新胜, 宁鹏, 张宏彦, 李京修, 段英旗, 江荣凤. 一种简约型村域污水处理系统及应用案例效果[J]. 农业科学, 2023, 13(3): 163-172. DOI: 10.12677/hjas.2023.133023

low construction and operation cost and good processing effect. Through the actual case of Quzhou Experimental Station of China Agricultural University, the removal rate of total phosphorus and ammonia nitrogen reached 50% and 93% respectively after one year of operation of the system. The COD content of wastewater is reduced from about 700 mg/L to 16 mg/L, and the removal rate is 98%, reaching the standard of farmland irrigation water (GB5084-2005). The treated water can be directly used for farmland irrigation water. The practical application case of Quzhou experimental station also shows that fish can survive in the treated sewage for a long time, which proves the treatment effect of this system. This system is worth popularizing and applying in countryside of our country.

Keywords

Rural Sewage Treatment, Nitrate, Total Phosphorus, Total COD

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

党的十九大提出我国农业要“绿色发展，乡村振兴”，农村环境科学整治和农村废弃物循环利用的是农村绿色发展的重大问题。其中，农村污水处理亟待解决，适合于农村污水处理技术缺乏，本发明填补了北方农村污水处理技术空白，为解决分散的农村生活污水处理和实现水资源循环利用提供技术支撑。

2. 系统工作原理

村域污水处理原理：本工程基于 AO 处理工艺[1]，采用各级水池串联连续运行以处理分散的农村生活污水的模式[2]，其工艺流程参见图 1。

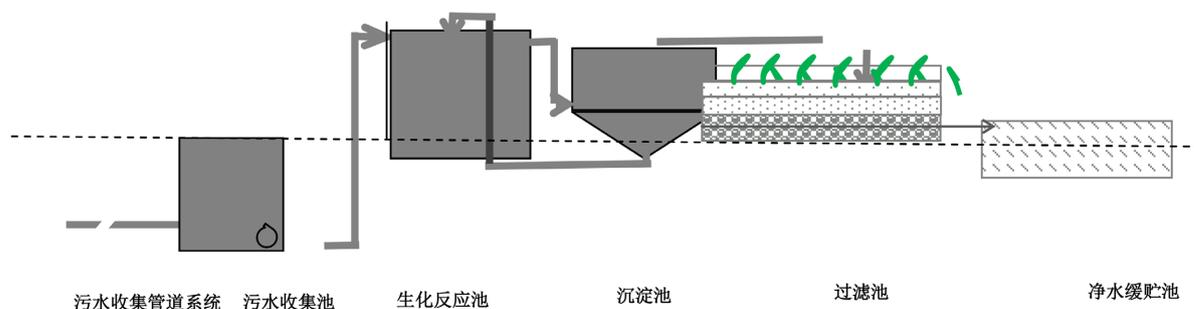


Figure 1. Process flow chart

图 1. 工艺流程图

3. 系统工程构件及其附属物功能、构造与规格

一体化设备不断涌现，但是存在着诸多问题[2]，本研究则由整个处理系统由功能各不相同水池、反应净化、管道连通、机电四部分组成。1) 水池系统由污水收集池、生化反应池，沉淀池、过滤池，净水缓贮池组成。其中，生化反应池又分为厌氧反应池和好氧反应池(图 1)；2) 反应净化系统，由活性污泥、氧化池中弹性填料、人工土滤层组成，人工滤层包含其上部生长的植物；3) 管道连通系统，主要是为了

实现向反应池中添加污水和并使之流动的连通、管道、集水、布水、排水组成的连续水体系；4) 机电系统，是该处理系统的外源动力供应系统，包括提污泵、曝气、风机、微孔曝气装置、离心泵。系统设计见图 2。

3.1. 水池系统

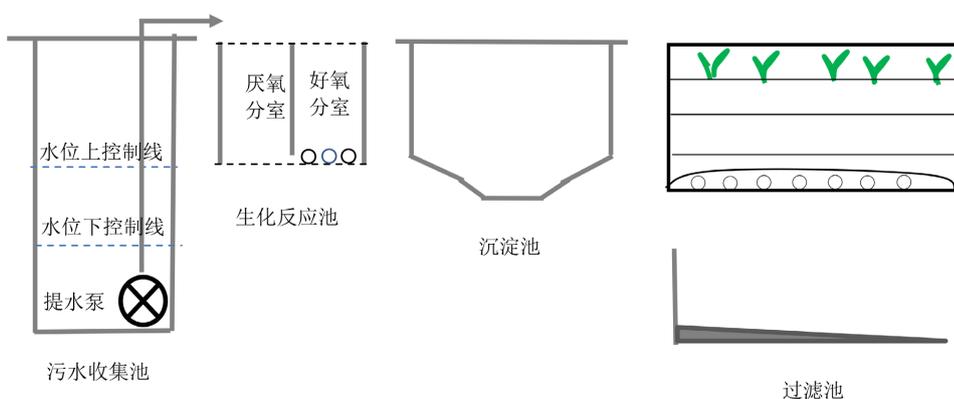
3.1.1. 污水收集池

因为农村居民点人口一般较少，污水产生量不稳定，为了稳定地向反应系统提供稳定的污水，需要收集后，定量提供给反应系统，收集污水的池子就是污水收集池，位于处理系统的最前端。

污水收集池构造和配套设备

1) 污水收集池前的污水观测井及井内的格栅篦滤。村域污水管道系统的最终排放口位置最好设计在村庄的坑塘附近，以便处理后的净水就近排放到坑塘里。在污水收集管道系统的终端排放处建造污水观测井，于观测井后和坑塘前的区域设计建造本污水处理系统，在连接观测井和污水收集池的管口前放置一个格栅以篦滤污水中固体漂浮物，为后续机械设备的运转提供安全保障。

2) 污水收集池的位置、大小和结构。a) 池体位置。由于污水管道系统的出水口一般在地下，所以收集池主体位置应该建造地表以下，上口在地表即可。b) 池体大小。收集池大小是由一定时间内贮存污水体积量所决定。收集的污水要及时输送到反应池中，所以临时贮存的污水量要小于停留在厌氧反应池内的水量(参照公式 1)。污水在厌氧池停留的时间内，收集池内收集的水量可以若干次输送到氧化池内，由此可以确定收集池的大小。一般地，收集池有效储存体积是厌氧池体积的 1/4~1/3，有效体积是指水体上下液面控制线以内的体积。c) 水面控制器探头及连线。为了实现自动化运行，在收集池内固定水面控制器，通过所设定的污水最高液面控制线和最低液面控制线，自动地把污水提升到生化反应池中。d) 池内进水口。在靠近污水观测井一侧，根据来自观测井的排污管口的位置留置收集池内的进污管口。e) 提污泵和提升管道。在收集池的底部放置一个功率为 1~2 千瓦的潜水泵，用于提升污水至生化反应池中。为了提升收集池内的污水至生化池内，收集池内固定口径为 10 cm 的管道至生化池的顶部，提升管道进口处与提污泵相连。f) 为了防止作物秸秆、林木落叶等杂物落入池内，收集池上口用活动铁板封闭，在铁板上开边长为 60 cm 的观测口，开口用活动门开闭，以方便池内观察。



注：污水由进水口进入，由自动控制系统控制进入生化反应池的厌氧分室，由底部一端 30 cm 开口进入好氧分室，当污水处理量进行到一定程度后，处理过的污水由好氧分室上部进入沉淀池池底部，由沉淀池下部回流到好氧分室反复处理，处理了污水由沉淀池上部进入过滤池，经过过滤人工生化池最后成为处理过的水。

Figure 2. Pool system structure

图 2. 池系结构

3.1.2. 生化反应池

生化反应池是污水处理系统的核心部分，生化反应主要在这里完成，有厌氧反应和好氧反应两个过程，需要分开进行。

氧化池的构造及附属设备。

根据污水处理生化反应条件的需求，氧化池的结构为 2 室，先后分别为厌氧反应室和好氧反应室，两室之间有一道隔墙隔开，墙体底部靠近氧化池壁一侧通过开口连通。

氧化池的大小。厌氧室和好氧室大小是由污水在池内停留时间和单位时间内污水产生量决定的，其有效储水体积分别由式(1)式(2)计算得到，考虑到好氧池曝气以及好氧室上部集水结构需要占据一定的空间，因此除了有效储水外，还要水面上留有 40 cm 高度的位置建造集水槽。

$$V_A = \frac{V}{24} \cdot k \cdot t_A \quad (1)$$

$$V_O = \frac{V}{24} \cdot k \cdot t_O \quad (2)$$

其中 V_A 、 V_O 和 V 分别是厌氧室、好氧室和所处理村庄污水产生量的体积，单位为 m^3 ； k ，为污水生产量的换算经验系数，取 1.2，无量纲； t_A 和 t_O 分别为在厌氧室和好氧室内停留时间，一般分别为 2~4 小时和 6~8 小时。

厌氧分室结构及配套设备。该分室是氧化池的生化反应的起始场所。在氧化池顶部靠近污水收集池一侧有来自收集池的污水提升进水管口，污水从上部进入厌氧室。底部投放适量的活性污泥。

好氧分室结构及配套设备。好氧分室的主要构件和配套设施有：1) 微孔曝气系统。微孔曝气系统由池内进气管道系统和在池室底部的曝气阀组成，阀的多少根据池底部面积确定，一般每平方米放置 1.5 个；2) 回流管道。来自沉淀池的回流管道从好氧分室一侧的顶部进入该池室，管口处在该池较深层水位，以便回流水在池中深层进入，保证一定的停留反应时间；3) 顶部的集水槽。在好养分室的顶部构建集水槽，收集池中反应后污水进入水槽，流入下一级水池。集水池位于好氧分室的顶部位置。因为村域污水产量不定，在高峰期，为避免污水从池顶部溢出，集水槽上缘与氧化池上缘距离为 15 cm。集水槽净深为 20 cm，内宽为 20 cm。集水槽壁净水一侧的上部设计为锯齿形状，锯齿高度为 10 cm。好氧池上层净水由锯齿的凹槽处进入水槽。水槽可以在好养分池四围内构建，也可以在半侧构建；4) 弹性填料。为了便于活性污泥、微生物附着，增加微生物与污水接触面，提高反应效率，在池内悬挂弹性填料，以稠密为佳；5) 出水口。在集水槽内，靠近下一级池的一侧留置一个开口，在此由管道把收集的污水输入到沉淀池中；6) 池内活性污泥。运行前，在好氧池内投放适量的活性污泥，它是生化反应基础。

3.1.3. 沉淀池

沉淀池的构造、大小及附属设备设施。沉淀池是为了实现生化反应后的污水回流、水体固形物的沉淀，沉淀污泥的定期排放而设计的。1) 池体结构与大小。为了让沉淀池中的污泥沉淀集中，方便取出，沉淀池的下部应设计为倒置台体(棱台或圆台)，上部为柱体(棱柱体或圆柱体)。沉淀池有效储存污水体积大小由污水停留时间和单位时间污水产生量确定，参考式 3。为了实现污水自溢流动，保证沉淀池水位要低于生化池水位。2) 沉淀进水口，是沉淀池内的进水入口，位于近氧化池一侧沉淀池底部。3) 回流与污泥的排出设备。沉淀池内的回流管道口位于沉淀池内底部中心，该管道引出池体外部后，首先与 1 台离心泵相连，在离心泵后的管道由三通相连，其中一个通往生化池回流污水再反应，另一个为污泥出口，污泥出口由法兰开关控制，可以定期清理排放沉淀池内污泥。4) 沉淀池内顶部集水槽以及槽内出水管口，是收集反应后污水和输送污水至下一级水池过滤池的结构。其规格要求同好氧分室内顶部的集水槽相同。

收集的污通过管道输送到沉淀池内。

$$V_o = \frac{V}{24} \cdot k \cdot t_o \quad (3)$$

其中, V_s 和 V 分别是沉淀池大小和所处理村庄污水产生量的体积, 单位分别为 m^3 和 m^3/d ; k , 同式(1)和式(2); t_s 为水停留时间, 一般采用 3 小时。

3.1.4. 过滤池

过滤池的构造、大小及附属设备设施与功能。

过滤池是污水处理过程的最后一级场所, 主要是吸附、过滤过程, 以深度净化水质, 属于人工湿地技术之一[3]。

1) 过滤池构造、数量以及滤池之间的关系。a) 过滤池由池壁和池内过滤填料组成。填料是过滤池的关键部分, 一般有三层填料, 由下至上依次为卵石(由下至上依次为大卵石层、中卵石层、小卵石层)、细砂和人工混合土, 在人工混合土层和细砂层之间铺设 100 目的尼龙纱网。b) 排水孔。在滤池底部一侧开一排直径约为 5 cm 的排水孔, 过滤后的净水由此排出到过滤池外的集水槽, 通过槽中的集水口排放到缓贮池中。在排水孔上方中等大小卵石层开孔并安放 PVC 进气管, 保证过滤后的水自然顺畅排出。放置在进气孔和排水孔内的 PVC 管直径设为 5 cm, PVC 管一般位于阴面, 以延缓老化。c) 池底坡度。为了使处理的水通畅地排除池体, 池底向排水孔一侧保持一定的斜度。d) 池外集水槽。集水槽深度 10 cm, 宽度为 15 cm。集水槽建造时应该同过滤池一体化建造, 防止池体和集水槽沉降不一致造成裂缝漏水。e) 布水管道。为了保证污水在过滤池人工土表面均匀输出, 设计了布水管道系统。

农村产污水基本单元为农户, 农户数量小, 农村人口流动性也很大, 这些因素均会造成产污量不稳定。据此, 可以建造多个并联的过滤池, 当污水量大时, 可以启动多个过滤池。根据北方典型农村产污量的简单调查, 并考虑降低建造成本, 高效利用过滤池, 建议 1000 人口的村庄建造 3 个过滤池。多过滤池另外一个好处, 当产污量小的时候, 可腾池更新, 当某些池子停运时, 填料中的微生物可以自我更新恢复, 也可以有机会更换填料, 不影响处理进行。这些池子之间以并联或串联, 满足同时启用的功能即可。

2) 人工混合土过滤填料配制及池体大小确定。该填料主要由两部分配料混合而成, 即人工土和多孔物。人工土为农田土壤, 一般取有机质含量较高的农田耕层土壤, 与草炭按照体积比 1:1 混合, 以提供丰富的微生物和吸附作用。多孔物质为灰渣, 作为填料的过滤骨架, 与人工土按照一定质量比例配制而成。不同的配制比例, 具有相应的过滤速率。根据我们实际配比试验结果, 当人工混合土的厚度一定时, 多孔物所占的比例与过滤速度显著正相关(图 3)。当人工混合土的厚度为 30 cm 时, 过滤速率与多孔物所占比例之间的经验关系参见式(4)。

$$v = 236.9e^{0.0254r} \quad (4)$$

$$S = \frac{V \cdot k}{24 \cdot v} \quad (5)$$

其中, v , 为过滤池内填料的过滤速率, 单位为 $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ 。 r , 为多孔物料占人工混合土总质量的比例, 单位为%。 V , 是村庄污水日产生量, 单位为 m^3/d ; k , 同式(1)和式(2)。

过滤池体的大小由填料的过滤速率和产污量决定的, 为了保证池内水及时排除, 须保持过滤速度和产水量相当, 过滤池的水平截面面积 S 的确定参考式(5)。

3) 滤池填料表面植物。过滤池的过滤速度可以灵活掌握, 可设计滤速快、慢不等的池子, 让其之间

串联，滤速较慢的池子经常保持一定水量，高于设定水位的水流入与其串联的快速滤池。在慢速存水池表 种养一些水生植物，如水葫芦，快速池的填料表面可以种养或者自然生长一些植物，这些植物既能吸收氮、磷以达到净化水质的作用，又可以美化视觉环境。

一般过滤速度越慢，氮磷吸附效果越好。但是过滤速度慢，为了保证所产污水及时排出，就要扩大池的截面积，增加建造成本。考虑到农村污水处理后，一般用于灌溉利用，排放要求比较低，不予考虑氮磷的去除率，所以一般以快速过滤为原则，池子建造体积可以减少，节约建造成本。

这种池内过滤物质需要一年一换，才能保证处理效果，为了保持处理的连续性，可以建造 3 个并联的处理池，当更换过滤物质时，可以轮流更换，以保证污水处理连续、不停止。

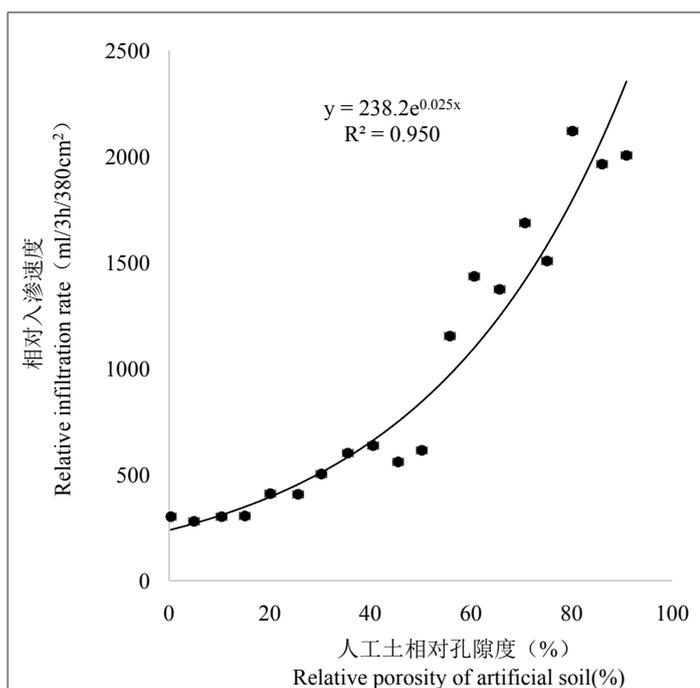


Figure 3. The relationship between the proportion of porous material and the infiltration rate

图 3. 多孔物质比例与入渗速率之间的关系

3.1.5. 净水缓贮池

是处理后净水排放池，起到临时储存净水的功能，从缓贮池中流出的净水，可以排放至村庄坑塘，用作农田灌溉用水或水生生态景观用水，美化环境。

池体大小以考虑建造成本为基本原则，也可以省略该池，直接排到附近的坑塘中去。

3.2. 反应净化系统

反应净化系统是由氧化池内投放的活性污泥以及过滤池的人工混合填料。

3.3. 管道连通系统

该处理工程的管道系统有进污管道、提污管道、回流管道，排污管，曝气组成的管道系统，以及自溢排水流动系统。

1) 管道系统。管道系统是指连接各个池子之间的管道部分。进污管道，是连通污水收集池和村庄污

水管道系统终端观测井之间的管道，起到收集污水进入污水收集池的作用；提污管道，负责把污水收集池里的污水定期提升到氧化池中；回流管道，通过离心泵把沉淀池的污水回流到好氧池中；排污管口，是回流管道的分支管出口，在离心泵后，通过三通连接引出的管口，由法兰开关控制；微孔曝气管道系统，是位于好氧池底的微孔曝气管道，由总管道与池体外的曝气风机连接。自溢排水系统由 3 部分，第一部分自溢排水系统由好氧分室顶部的集水槽、连接集水槽至沉淀池底部的连接管道组成。第二部分是由沉淀池顶部的集水槽、连接集水槽至过滤池的管道，以及分布在过滤池填料上的布水管道系统。第三部分是滤池底部的排水孔、过滤池外一侧的集水槽形成的连续排水系统。

2) 排水系统与排水的实现。整个处理系统必须逐级水流的实现，是通过提污管道把污水输入氧化池，污水由氧化池隔墙底部的连通口进入氧化池的好氧分室。从好氧分室始，水流的实现是通过 3 部分自溢排水系统完成的，无须动力，靠水势自溢排出。所以，为了实现整个系统自溢水流通畅，从氧化池的好氧分室开始，其后的池子水位要建造为逐级降低。

3.4. 机电系统

处理系统的机电系统主要由控制器、提升泵、曝气风机、回流泵组成，实现污水在池内反应、流动和净化。控制器，通过液面、定时等控制器实现污水自动提升、间断式循环曝气、和间断式回流，以节约能源。控制器功率为 0.1 千瓦，提升泵 1~2 千瓦、曝气和回流泵分别为 2.2~2.5 千瓦，总设计功率为 5.5~7.6 千瓦。

4. 简约型村域污水处理系统特点、适用范围、典型应用案例介绍

农村污水处理应该适应与农村的特点[4]，上述简约型污水处理系统工程是专门为较少人口居民点设计的，具有规格小、占地少，建筑和运行成本低，操作简单，管理方便，适用于远离城镇的机关、单位、学校、工厂等人口少的聚居点，特别适用于北方农村生活区的污水处理。曲周实验站所建的污水处理实景见图 4。

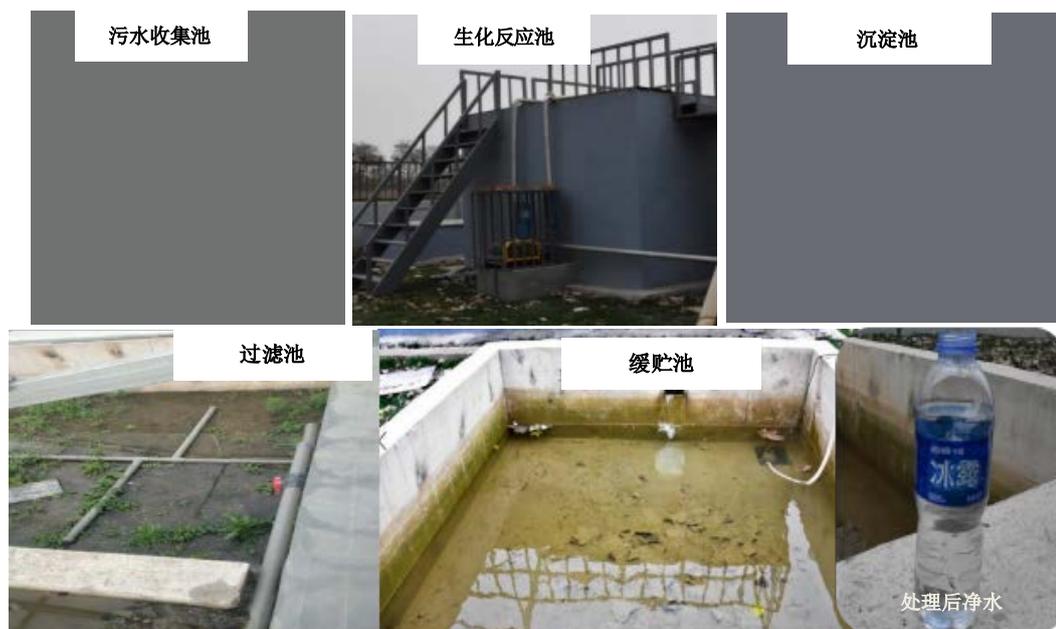


Figure 4. Real scene of sewage treatment system of Quzhou Experimental Station

图 4. 曲周实验站污水处理系统实景

2018年10月, 中国农业大学曲周实验站根据上述的工作原理和设计要求, 结合自身污水产生量, 建造了一套简约型污水处理系统。由于实验站生活的人员不固定, 经过估算, 实验站日产污水量2~20方, 根据前述简约型村域污水处理系统工程设计方法, 以最大产污量设计各池的规格和连接系统, 参见图3, 实景参见图4。整个污水处理系统占地约390平米, 日处理能力最高可达到30方, 设计总功率7.4千瓦, 2018年11月份开始运行, 处理每吨污水运行成本0.5元。

4.1. 曲周实验站污水处理后净水的生化指标变化

实验站简约型污水处理系统经过9个月的运行, 对其处理污水和处理水质进行了监测, 其不同池中水质的各项指标参见表1。监测结果表明, 该系统经过9个月的运行, 总磷、氨氮和COD去除效果明显, 分别能达到50%、93%和98%。COD指标达到农田灌溉水质标准(GB5084-2005), 可以直接用于农田作物灌溉用水, 实现水资源的循环利用。

Table 1. Sewage treatment effect of the sewage treatment system of Quzhou Experimental Station (Unit: mg/L)

表 1. 曲周实验站污水处理系统污水处理效果(单位: mg/L)

池子	总氮	总磷	NH ₃ -N	NO ₃ -N	COD
污水收集池	29.1 ± 10.2ab	2.4 ± 0.1b	19.3 ± 1.0a	0.7 ± 0.2c	712 ± 22.0a
厌氧分室	37.1 ± 3.7a	2.5 ± 0.2b	18.6 ± 0.1a	0.2 ± 0.3c	82.6 ± 6.6b
好氧分室	31.4 ± 2.1ab	2.3 ± 0.1b	1.4 ± 0.1c	14.4 ± 0.3a	54.3 ± 4.4b
沉淀池	26.4 ± 1.4b	3.1 ± 0.0a	5.2 ± 0.3b	2.1 ± 0.0c	41.8 ± 5.4b
缓贮池	32.0 ± 2.1ab	1.2 ± 0.4c	1.3 ± 0.2c	8.0 ± 3.8b	16.3 ± 4.4c

4.2. 曲周实验站简约污水处理系统建造和运行成本

建造成本包括水池建造、管道系统材料及连接、机电系统材料及安装, 总共花费27万元。

因为该处理全自动运行, 人工管理工作时极少, 只须定期检查机电系统即可, 所以运行成本这里只考虑耗电量。按照24小时不间断运行, 一年来平均日处理量可达30方, 实际还可以达到50方, 平均每天耗电20元。这样, 处理污水平均耗电量为0.4~0.7元/方。本系统从理论上还可以优化曝气和回流, 每日运行10小时, 完全可以处理30~50方/日, 这样, 运行成本可降低至0.17~0.27元/方。所以本系统建造和运行成本都很低。

4.3. 曲周实验站污水处理后的循环利用

据估算, 曲周实验站年产污水近1万吨, 是一笔可观的水资源, 应对处理后的净水加以循环利用水资源。

所以, 于2019年7月份, 在污水处理系统的缓贮池后扩建了坑塘1处, 坑塘内放养鲤鱼、鲫鱼、泥鳅。同时在坑塘内种植了水生植物, 有水芙蓉, 一叶莲, 睡莲等浮水植物, 也有金鱼藻、黑藻等沉水植物。水面浮有增氧器, 定时喷水。一方面起到给静水中加氧的作用, 保持水中氧气含量, 以保证鱼类存活, 另外也是水面喷泉, 增加视觉动态效果, 能增加周围小环境空气湿度, 给游人以舒适的感受。本实验站所建社的污水处理后尾水处理与使用实景参见图5。

鱼塘附近的菜地或果园部分灌溉用水可以从贮存池抽取, 实现水资源再循环使用。



Figure 5. Simple sewage treatment after water resources utilization case
图 5. 简约型污水处理后水资源利用案例实景

5. 创新性、问题与解决办法、展望

5.1. 本系统创新性

简约型村域污水处理系统利用农村污水处理可以用作农田灌溉用水的特点，突破了常规城市大型污水的设计和高标准排放的限制，具有占地少、建造和运行成本低的突出特点，适用于产污量小的农村居民点的村庄，为我国解决农村污水处理以及循环利用提供了技术支撑[5]。

5.2. 北方冬季低温对系统影响的问题

北方农村冬季低温对该处理系统有两方面的影响。一是管道系统冻裂风险，二是本系统池内水量小，池内水温降低对氧化反应的影响。

解决策略，虽然可以对管道采取包扎加温“御寒”的办法，但是不能解决水温下降的问题。可以采取把本系统建造于半地下或者全地下。这种系统本身就很小，地下建造的工程量不是太大，但是要考察地形以及所建造位置的地质状况对建造的影响。这样可望解决冬季低温对该系统的运行的影响。

5.3. 农村村庄无污水管道系统解决办法

对于有条件的农村，已经建设或者可以重建污水管道系统，以收集污水，利用这个系统建立村域污水处理工程。没有条件建造污水管道系统的农村，可以在这个处理系统之前增建造一个污水贮存池，把收集来的污水投放到污水贮存池，贮存池和本系统的污水收集池连通，进入本系统进行处理。

5.4. 展望

农村污水处理有其先天的优势，农村污水处理直接可用于灌溉，不用考虑排放到地表水系要求很高的标准。所以，这套系统有其前述独特的优势，可以在农村灵活运用推广，解决农村污水未能彻底解决和循环利用的问题，为我国农村污水科学处理提供了技术支撑。

6. 小结

本污水处理系统适合于我国北方农村地区使用,为我国北方农村生活污水处理提供了一种处理方法,在这样的地区应建有地下收集污水的系统,当收集污水处理进入该体系后,可实现自动连续处理,处理后的污水可以暂时储存池内,处理水可以用于农业灌溉用水。

基金项目

国家重大研发项目 2021YFD1901005-8 支撑。

参考文献

- [1] 孟喆. 污废水资源化的相关问题研究[J]. 中国高新技术企业, 2016(8): 77-78.
- [2] 姜峥嵘. 分散式生活污水处理技术的研究进展[J]. 全面腐蚀控制, 2022, 36(11): 41-42.
- [3] 周文栋. 农村污水治理现状及技术应用研究[J]. 中国环保产业, 2020(5): 57-60.
- [4] 王昊. 一体化设备应用于农村污水处理的探讨[J]. 辽宁化工, 2022, 51(8): 1159-1161.
- [5] 梁水明, 吴悦菡. 农村生活污水处理标准及技术探讨[J]. 工程建设与设计, 2022(23): 137-139.