

农村厕卫改造——以沈阳市王士兰生态园为例

于飞¹, 陈鹤忠², 效志怡¹, 吴同¹, 梁雷^{1*}

¹辽宁大学环境学院, 辽宁 沈阳

²江苏通全球工程管业有限公司, 江苏 张家港

收稿日期: 2023年11月17日; 录用日期: 2023年12月20日; 发布日期: 2023年12月28日

摘要

“小厕所，大民生”，厕所革命是对发展中国家的厕所进行改造的一项举措，厕所建设水平不仅是衡量一个国家和地区的文明程度和发展水准的重要指标，更关系着该地区居民的健康安全水平及生活环境品质。其中涉及到农村厕所粪污的处理和合理利用的问题，这不仅是改厕任务中的难点，也是当前的环境领域研究热点之一。为推进沈阳市李相街道王士兰村“厕所革命”再提升，本文通过分析其痛点，找到其中存在的问题，立足当地群众、因地制宜的对用户进行合理改厕，做到厕所粪污无害化、资源合理利用化、环境无污染化，进一步推动“厕所革命”的发展。

关键词

农村厕所，厕所革命，资源化

Rural Household Toilets Renovation —Taking Wangshilan Ecological Park in Shenyang as an Example

Fei Yu¹, Hezhong Chen², Zhiyi Xiao¹, Tong Wu¹, Lei Liang^{1*}

¹School of Environment, Liaoning University, Shenyang Liaoning

²Jiangsu Tong Global Engineering Pipe Industry Co., Ltd., Zhangjiagang Jiangsu

Received: Nov. 17th, 2023; accepted: Dec. 20th, 2023; published: Dec. 28th, 2023

Abstract

“Small toilet, big people’s livelihood”, toilet revolution is an initiative to transform the toilets in developing countries, the level of toilet construction is not only an important indicator to measure the degree of civilization and development level of a country and region, but also related to the

*通讯作者。

文章引用: 于飞, 陈鹤忠, 效志怡, 吴同, 梁雷. 农村厕卫改造——以沈阳市王士兰生态园为例[J]. 环境保护前沿, 2023, 13(6): 1332-1344. DOI: 10.12677/aep.2023.136161

health and safety level of residents in the region and the quality of the living environment. It involves the disposal and rational utilization of toilet waste in rural areas, which is not only the difficulty in the task of toilet improvement, but also one of the current research hotspots in the environmental field. In order to promote the “toilet revolution” in Wangshilan Village, Lixiang Street, Shenyang City, this paper analyzes the pain points, finds the existing problems, based on the local people, according to local conditions for users to carry out reasonable toilet reform, so as to achieve harmless toilet feces, rational utilization of resources, environmental pollution-free, and further promote the development of “toilet revolution”.

Keywords

Rural Household Toilets, Toilet Revolution, Resourcing

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

深入贯彻落实习近平总书记关于农村厕所革命的重要指示批示精神和国家、省“十四五”农村厕所革命工作要求，扎实推进沈阳市农村厕所革命。这是一项民生工程，对于我国农村甚至我国整体的发展有着十分重要的意义[1] [2]。在此背景下，本文通过分析厕所革命的现状，找出其中存在的问题，提出解决对策，推动“厕所革命”的进一步的发展。“厕所革命”是一项改善城市、农村生态环境、人文风貌的重要民生项目[3]。厕所是人们在日常生活中不可或缺的一项基本卫生设施，根据统计，人的一生有三年时间都是在厕所中渡过的，因此，农村的卫生厕所对改善农村人居环境，提升农民的健康起到了非常重要的作用。通过“厕所革命”持续推进农村卫生厕所的改建，促进农民的健康生活方式的改变，改善农村没有公共厕所的现状，从而有效地预防了排泄物对水、土的污染，降低了霍乱、痢疾、肠道感染等传染病的发病率。进一步增强农民的预防意识和环保意识，强化绿色青山就是金山银山的理念[4]。

2. 研究对象状况



Figure 1. Wangshilan Village

图 1. 王士兰村



Figure 2. Wangshilan Ecological Park
图 2. 王士兰生态园

王士兰生态园位于沈阳市浑南区，王士兰生态园能够积极发展村经济，见图 1 和图 2；由传统种植农业向发展绿色高效农业，发展观光农业，发展乡村旅游经济发展，现已发展为垂钓、采摘、农家乐、餐饮、等多功能旅游项目，成效明显。其中，伴随经济发展过程生态园的厕所成为了一项难题，研究地厕所为旱厕，给游客和居民带来体验感差，特别是卫生环境问题对水土的污染，为此，根据所处环境及痛处，提出相关对策，将此生态园的厕所问题一改到底。

3. 研究工艺

3.1. 工艺要求

农村卫生户厕有墙、有顶、有门，厕屋清洁、无臭，粪池无渗漏、无粪便暴露、无蝇蛆，粪便就地处理或适时清出处理，达到无害化要求；或通过下水管道进入集中污水处理系统处理后达到排放要求，不污染周围环境和水源。

3.2. 工艺介绍

避免把公制与英制混合使用。三格式户厕由厕屋、卫生洁具、三格化粪池等部分组成，利用三格化粪池对厕所粪污无害化处理的农村户用厕所。分为附建式和独立式，此生态园采用附建式三格式户厕结构[5]。具体施工图和结构图见图 3 和图 4。

3.3. 三格式户厕结构



Figure 3. Construction drawing
图 3. 施工图



Figure 4. Attached three-format household toilet structure
图 4. 附建式三格式户厕结构

三格化粪池由三个不渗漏的化粪池和两个过粪管组成，利用粪便厌氧发酵处理和寄生虫卵比重沉降滤除原理，对粪便进行无害化处理，达到卫生要求。三格化粪池一至三格容积比为 2:1:3，第一格粪便有效停留时间 ≥ 20 d，粪便初次厌氧发酵，虫卵沉降于池底；第二格粪便有效停留时间 ≥ 10 d，深度厌氧发酵，虫卵彻底沉降；第三格粪便有效停留时间 ≥ 30 d，进一步厌氧消化，同时澄清储存。经过 ≥ 60 d 的三格处理，粪便达到无害化处理后，可直接抽取第三格的粪液用于农作物、林果等施肥。

附建式三格式户厕的厕室设置在农户住宅内[6]。为了保证厕室内部无臭味，在连接第一格沉淀池内设置排气管；此排气管应设置在化粪池第一格，其目的是为了能够及时将厕室内部气味排出，并达到优化环境效果，为此为保证做到厕室内部无异味，此化粪池进粪管末端采用隔味水封来设置隔味装置。见图 5。第二格为清渣口，并在第二格内放入生物球，用于吸收一些细菌，使其增加污水污泥与厌氧菌的接触表面积，在第二格末端并接有过粪管，将其第二格内的粪液澄清液排到第三格内。见图 5。

第三格内为清粪口，此格内放有水泵，其目的是排除此内澄清液体用于农作物浇水工作。格内底部垫有小石块，防止底部遇水形成泥，造成排出液体后续工作困难。由于考虑到东北地区冬季天气温度较低，必须满足冻土深度要求，沈阳冬季地下 80 cm 左右为冻土层，有效容积上限为地下 80 cm。(冻土层深度参考附录 A)见图 5。

3.4. 工艺流程

具体工艺流程图见图 5。

影响此工艺流程的主要因素为以下几点：初次使用设备时，第一格内水的有效容积能决定其粪便能否进行初次发酵效果，水量过少达不到去除隔味效果，水量过多容易溢到第二格内。其次，第二格内生物球一定要放厌氧菌，为了对第二格内的粪液进行再次深度发酵。第三格内设计最为关键，因为第三格内是出水处理，一定要考虑当地温度和地形，例如东北地区，第三格内的有效容积一定要达到冻土层要求。三格内的清粪口要安全，盖口要盖上防止人畜落入。

(1) 当户内的厕室被使用时，经过冲水设施将其物质通过陶瓷便器通道流入第一格化粪池，此通道管子需要采用保温棉包装，其目的是做好夏季防晒工作和冬季防冻工作。防止管子被晒裂和冻裂影响其使用效果；故将其采取防晒保温措施。

(2) 第一格化粪池需要做预处理工作，就是存储一定容水量，达到用水封去味的作用。使其粪便能

够达到厌氧条件，当粪便通过通道流入第一格沉淀池内，第一格粪便有效停留时间 ≥ 20 天，进行初次厌氧发酵，虫卵沉降于池底；粪液呈现在上层，发酵后的气味随排气管排出，液体通过过粪管流入到第二格化粪池氧化池内。

(3) 当第一格内的粪液和微小残渣流入第二格内，第二格内有效停留时间 ≥ 10 天，进行深度厌氧发酵，在此其中，深度厌氧发酵的因素主要取决于此格内放有生物球，生物球是一种厌氧菌种，这种菌种可以深度处理粪水，分解有机物质，吸附其中产生的菌群。使虫卵彻底沉降，这样就使第二格格内的粪液通过过粪管流入第三格化粪池内。

(4) 当第二格内的粪液流入第三格池内，粪便有效停留时间 ≥ 30 d，进一步厌氧消化，同时澄清储存。最终，经过 ≥ 60 d 的三格处理，粪便达到无害化处理后，便可直接抽取第三格的粪液用于农作物、林果等施肥。

(5) 第三格清粪口处可以连接浇灌水枪或者滴灌带以及喷灌设施，进行对农作物和林果进行施肥，已达到高效无害化利用。

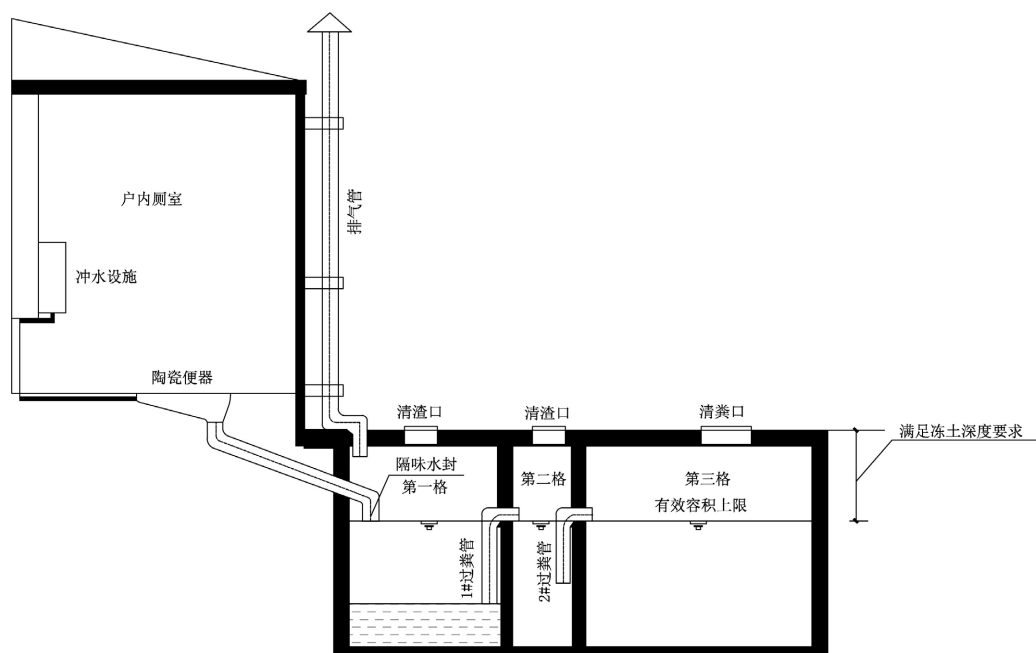


Figure 5. Process flow chart
图 5. 工艺流程图

4. 安装与施工要求

4.1. 厕室的安装

厕屋室内的面积 ≥ 2 m²，室内净高度 ≥ 2 m，室内地坪应高于室外庭院地坪 ≥ 0.15 m，应设置门、窗(纱窗)、顶、照明、通风等设施，地面应进行硬化处理。

4.2. 过粪管的安装

过粪管安装：一、二格间过粪管的下端口位于一格池有效容积高度下 1/3 处，上端口位于有效容积上限处；二三格间的过粪管的下端口位于二格池有效容积高度 1/2 处，上端口位于有效容积上限处，2 个过粪管应交错设置。见图 6。

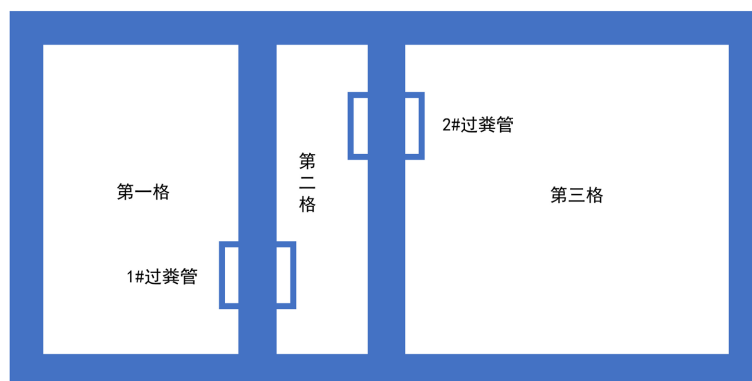


Figure 6. Top view of three-format septic tank structure
图 6. 三格式化粪池结构俯视图

4.3. 化粪池的选择与安装

化粪池大小应依据使用人数、冲水量、粪便厌氧发酵灭菌时间等因素决定，容积可参照表 1。化粪池在埋设深度需满足有效容积液面处于冻土层以下，具体埋设深度应达到当地实际冻土层要求(冻土层深度参考附录 A)，在高寒地区应采取防冻保温措施，适当增加埋深。王士兰生态园的用厕人数在 4~6 人之间。选择序号 2 方式[7]。

Table 1. Septic tank volume selection
表 1. 化粪池容积选择

序号	用厕人数	合计	第一格	化粪池容积第二格	第三格
1	1~3	≥1.5	0.5	0.3	0.7
2	4~6	≥2.0	0.6	0.4	1.0
3	7~9	≥2.6	0.8	0.5	1.3

4.4. 清渣口和清粪口安装

三格化粪池顶部应设置清渣口和清粪口，直径为 200 mm，第三池清粪口可根据清掏方式适当扩大。清粪口的上沿应高于地面 100 mm，防止雨水倒灌。各地根据冻土层深度，适度加长清粪管长度。清渣口或清粪口为 250 mm 时，上盖应有锁闭或防坠装置，防止人畜掉入。

4.5. 基坑回填

三格化粪池安装完成后应及时进行基坑回填，宜采用原土在三格化粪池周围对称分层密实回填，回填土的过程中注意剔除尖角砖、石块及其他硬物，不应带水回填。在此回填过程中还应该注意防止管道、卫生洁具、三格化粪池发生位移或损伤。基坑回填后，还要将施工作业面进行硬化或绿化。

5. 研究方法

为检测此次设备工艺效果，待设备运行稳定 60 天后，并在 6 月份、7 月份、8 月份对其第三格内进行采取水样，取样的频率为每 3 h 一次，取 15 h 混合样，以日均值计定期检测水内理化指标，COD(耗氧量)、氨氮、磷、TDS(溶解性总固体)、TOC(总有机碳)、pH 值、UV275(紫外吸收值)、EC(电导率)。

5.1. 水的 pH 值

水的 pH 值反应溶液中各种溶解性化合物达到的酸碱平衡状态，pH 值采用 pH 计进行测量，本仪器

来自于天津天尔环保科技有限公司。最终测得水的 pH 为 5.25、5.73、5.42。见图 7；

水的 pH 采用 pH 计测量，仪器使用时，先用纯净水校准，校准之后，取出 50 mL 水样盛放在量筒中，将 pH 计插入测量刻度线处，进行测量。

5.2. 水的温度

水的温度分别为 20.3℃、23.1℃、19.2℃，见图 8。

水的温度采用水质检测仪进行测量，取出 50 mL 水样放在量筒中，将水质检测仪插入刻度线处，开始测量。

5.3. 水的电导率

水的电导率分别为 126 us/cm、448 us/cm、222 us/cm，见图 9。

水的电导率采用水质检测仪进行测量，具体方法如 5.2。

5.4. 水中 UV275

水中 UV275 是一种特殊的紫外线辐射波长，分别为 0.073 au/cm、0.124 au/cm、0.086 au/cm，见图 10。

水 UV275 采用水质检测仪进行测量，具体方法如 5.2。

5.5. COD (耗氧量)

COD 反应的是水体中有机物被氧化还原所需要的氧量，指标越高，污染就越严重。COD (耗氧量) 采用水质检测仪测定，本仪器来自深圳市源恒通有限公司。最终测得 COD 数值(5.12 mg/L、6.1 mg/L、8.65 mg/L)，见图 11。

水中 COD 采用水质检测仪进行测量，具体方法如 5.2。

5.6. 氨氮

氨氮，是反映水体含氮化物浓度的重要指标。是水体污染的重要标志之一，会对水生态环境产生严重的影响。因此，及时监测和控制水中氨氮的浓度非常重要。氨氮采用快速氨氮检测法进行测量。本仪器来自芜湖鲸威生物有限公司。通过此测量方法，氨氮含量为(15 mg/L、25 mg/L、25 mg/L)，见图 12。

水中氨氮测量仪器来自芜湖鲸威生物科技有限公司，测量方法，先滴取 5 滴激活剂 A 放在量筒中，再滴 5 滴激活剂 B 放在量筒中，随后再滴 2 滴待测水样混合均匀，将试纸浸入 10 s，取出来清甩出，静置五分钟读取数值。

5.7. 总磷

总磷是一种常见的水体污染物，如果总磷浓度过高会导致水体富营养化，对水质、生态系统和人类健康产生负向影响。此项指标采用快速检测法，本仪器来自浙江陆恒环境科技有限公司。通过此测量方法，总磷的含量为(0.1 mg/L、0.2 mol/L、0.5 mg/L)，见图 13。

总磷测定使用采用浙江陆恒环境科技有限公司；用一个干净的带盖子试管加待测水样 15 mL，加入 1 包磷 1 试剂，再加入 1 包磷 2 试剂，摇匀静置 2 min，读取磷含量。

5.8. TOC (总有机碳)

总有机碳指水体中溶解性和悬浮性有机物含碳的总量。采用水质检测仪测定，本仪器来自深圳市源恒通有限公司。通过此方法测量，TOC 的含量为(7.31 mg/L、8.6 mg/L、12.4 mg/L)。见图 14；具体方法

如 5.2。

5.9. TDS (溶解性总固体)

溶解性固体含量表示水中含有的溶解性固体物质，TDS 值与水的硬度、电导率有较好的对应关系。TDS 采用水质检测仪测定，本仪器来自深圳市源恒通有限公司。最终测得 TDS 数值(63 ppm、111 ppm、244 ppm)。见图 15；具体方法如 5.2。

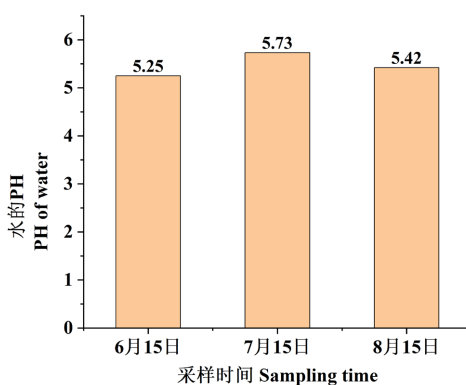


Figure 7. pH of water

图 7. 水的 pH

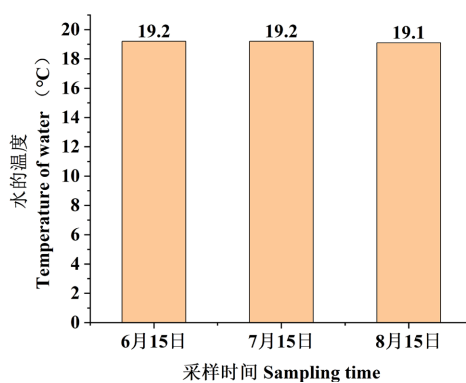


Figure 8. Temperature of water

图 8. 水的温度

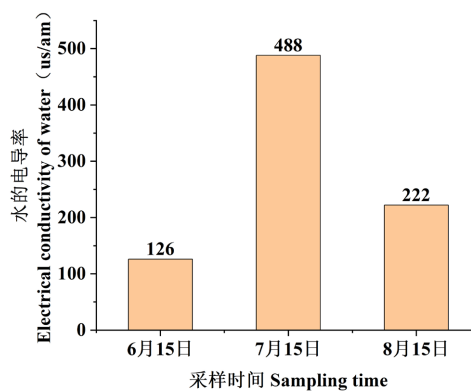


Figure 9. Electrical conductivity of water

图 9. 水的电导率

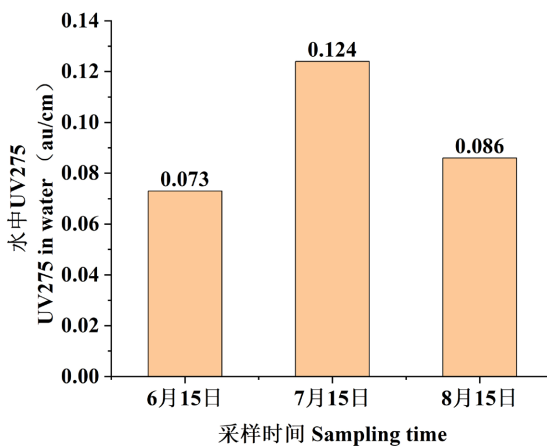


Figure 10. UV275 in water

图 10. 水中 UV275

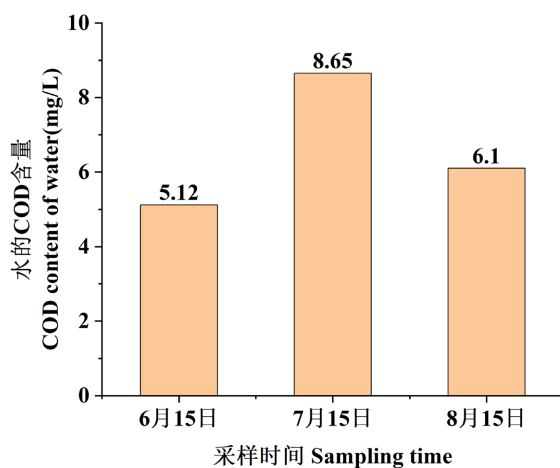


Figure 11. COD content of water

图 11. 水的 COD 含量

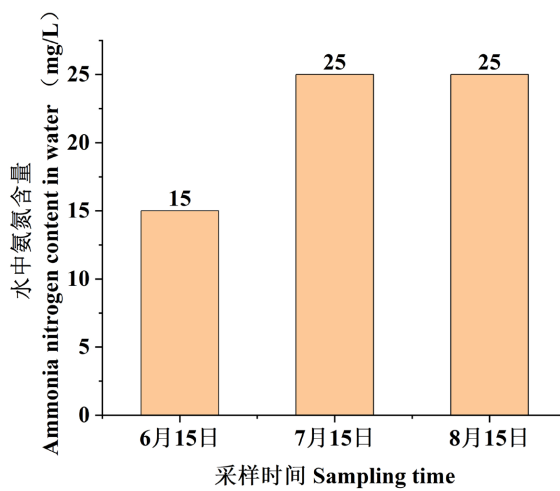


Figure 12. Ammonia nitrogen content in water

图 12. 水中氨氮含量

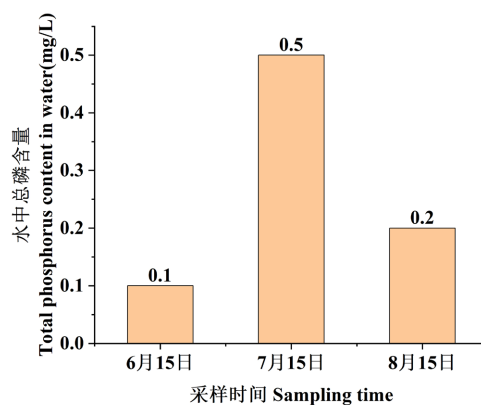


Figure 13. Total phosphorus content in water

图 13. 水中总磷含量

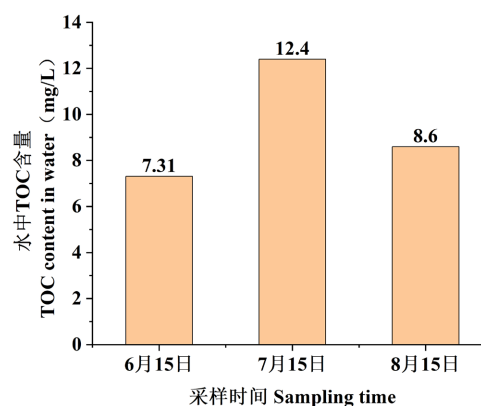


Figure 14. Total dissolved solids

图 14. 溶解性总固体

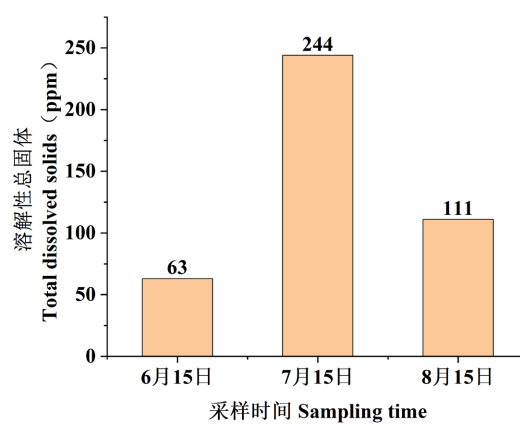


Figure 15. TOC content in water

图 15. TOC 含量

6. 分析与结论

6.1. 分析

因为该地方为生态园，7、8月份游客数量较多，通过对水中相关指标进行检测，此水主要应用于农

田灌溉使用,以达到节约水资源,并且使废水进行资源化。可以看出水体污染物指标呈现升高、降低状态,但是总体排放都是控制在国家相关标准之中,具体分析如下。

通过测得以上数据,处理后的水污染物指标逐渐降低,最终趋于稳定。

(1) 通过图 7 和图 8 水的 PH 和温度基本符合(GB8918-2002)二级标准。

(2) 图 9 中水的电导率最大时为 488 us/cm,符合《生活饮用水卫生标准》GB5749-2006 [8]。

(3) 图 10 中水的 UV275 最大值为 0.124 au/cm,它可以间接反映水中余氯是否超标。

(4) 图 11 水中 COD 的含量最大值为 8.65 mg/L,符合《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的一级标准。

(5) 图 12 水中氨氮含量最大值为 25 mg/L,符合《城镇污水处理厂污染物排放标准》[9]的二级排放标准。

(6) 图 13 水中的总磷含量最大值为 0.5 mg/L,符合《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标准。

(7) 图 14 水中的溶解性总固体最大值为 244 ppm,符合《生活饮用水标准》GB5749-2006。

(8) 图 15 水中 TOC 含量最大值为 12.4 mg/L,符合《污水综合排放标准》GB8978-1996。[10]

6.2. 结论

(1) 本次厕卫改造也解决了诸多问题,例如,东北地区天气冬季温度较低,此工艺在实施过程中注意管道保温棉的添加,冻土层的考虑,解决了冬季也可使用的问题。通过此工艺,也可以鼓励一些企业参与,做到对产品进行优化和开发,为相关企业创造经济价值[11]。同时,也可以加大与寒冷地区的联系,扩大工艺的需求面。

(2) 重要的是,厕卫改造的真正目的不是优化场地,摆样子,而是要从实际角度去出发,它的宗旨是将粪便污水达到可利用化,对其农田灌溉起到良好的作用。总的来说,本次通过检测水中的各类物理和化学指标,都满足排放标准,经过处理过的水可以用于农田灌溉等方面,像水中 COD、TP 都达到了一级标准,氨氮达到了二级排放标准,溶解性总固体达到了生活饮用水排放标准,可见,本次厕卫改造从根本上解决了问题,为此,应该再继续优化此工艺,力争各项指标都可达到饮用水标准,彻底将废水变成“宝”。

(3) 本次厕位改造为此生态园创造相关了效益,也培养一批技术人才,并也积极响应了相关政府的号召,并从实际角度解决了一系列的问题[12]。也彻底解决了“用厕难,改厕难”的问题,也为厕所革命开展了良好的背景和环境,也为后人研究提供可鉴之处[13]。

(4) 农村厕卫改造工艺做的很多,例如湖南省地农村厕改有的没接管线成摆设,有的化粪池位置高没法用,有的停水半年无人修,村民挑水冲厕所……还有一些寒冷地区,改造后,冬季户外太冷,粪便冲不下去,天气冷,等贮粪桶满了,被冻住了,粪便根本抽不出来,还有冬季水管结冰了,冲不了水,等等问题,对农民的生活的便利性造成了很大的影响,以至于让很多农民觉得还不如不改造!但是本次王士兰生态园的厕卫改造,基于以上痛处,从根本都解决了这些问题,获得当地村民一致好评!为此,也会将这些工艺继续进行推广下去。

致 谢

感谢导师梁雷老师悉心指导,感谢江苏通全球工程管业有限公司的陈总提供帮助,感谢本次安装工程师朱有根、曹成成;正因为有你们的悉心指导,才使本次项目及论文顺利完成。

基金项目

2022 年度沈阳市科学技术计划科研立项。

参考文献

- [1] 程秋旺, 林楦荷. 乡村振兴战略背景下的乡村环境治理研究——以宁德古田凤亭村为例[J]. 江西农业学报, 2018, 30(10): 132-136.
- [2] 中共中央办公厅、国务院办公厅印发《农村人居环境整治提升五年行动方案(2021-2025 年)》[N]. 人民报, 2021-12-06(1).
- [3] 詹国平. 改厕改出乡村新面貌[J]. 湖南农业, 2019(8): 26.
- [4] 赵文斌, 郭楠, 燕国辉, 等. 我国农村卫生厕所现状及展望[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(6): 197-202.
- [5] 黄五平, 张松, 梁旭, 等. DB 65/T 4613-2022 农村卫生户厕建设与管理规范[S]. 乌鲁木齐: 新疆维吾尔自治区市场监督管理局, 2022.
- [6] 郑向群, 等. GB/T 38836-2020 农村三格式户厕建设技术规范[S]. 北京: 国家市场监督管理总局, 2020.
- [7] 童微, 等. CJ/T 489-2016 塑料化粪池[S]. 张家港: 中华人民共和国住房和城乡建设部, 2016.
- [8] 蔡诗文, 等. GB5749-2006 生活饮用水卫生标准[S]. 北京: 中华人民共和国卫生部, 2007.
- [9] 北京市环境保护科学院, 中国环境科学研究院. GB18918-2002 城镇污水处理厂污染物排放标准[S]. 北京: 国家环境保护局, 2002.
- [10] GB8978-1996 污水综合排放标准[S]. 北京: 国家环境保护局, 1996.
- [11] 周梁. 乡村厕所建设的国际经验及对我国“厕所革命”的启示[J]. 安徽农业科学, 2023, 51(18): 247-249.
- [12] 张鹏飞, 高静华. 农厕改造对乡村振兴的影响及其机制研究[J]. 青海民族研究, 2021, 32(1): 99-107.
- [13] 田立法, 巫玉琴, 胡静冰. 乡村振兴战略下农村传统文化对村民思想影响机理研究[J]. 北京农业职业学院学报, 2022, 36(4): 44-50.

附 录

站名	冻土深度(cm)	站名	冻土深度(cm)	站名	冻土深度(cm)
沈阳	63	新宾	48	辽阳	40
康平	80	本溪	34	灯塔	39
法库	51	本溪县	39	辽阳县	49
新民	41	桓仁	49	盘锦	61
辽中	57	草河口	33	大洼	43
苏家屯	71	丹东	00	铁岭	70
新城子	52	凤城	52	西丰	62
大连	00	宽甸	42	昌图	57
普兰店	00	东港	70	开原	50
瓦房店	44	锦州	43	朝阳	53
皮口	47	义县	58	凌源	78
庄河	46	北宁	61	建平镇	84
金州	29	凌海	58	建平	78
旅顺	25	黑山	50	喀左	64
鞍山	54	营口	52	羊山	61
岫岩	63	盖州	44	北票	63
台安	52	熊岳	44	葫芦岛	54
海城	49	大石桥	47	建昌	59
抚顺	41	阜新	83	绥中	00
清原	54	彰武	73	兴城	56