

Research on the Carbon Footprint and Optimization of the Micro-rural Sewage Purification System

Hua Hu Jin Qiu Yujie Wang Ruobin Guo Jun Qiu

Jiangxi Yijie Environmental Protection Technology Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China

Abstract

With the increasingly severe global climate change, the carbon emission problem has become an important factor restricting the sustainable development of human society. As one of the important sources of carbon emissions, sewage treatment and discharge problems need to be solved urgently. In recent years, as an innovative sewage treatment technology, the micro-rural sewage integrated purification system has been widely used in China. This paper will be from the purification system overview, carbon footprint accounting method, system effect analysis, further study the carbon footprint of the system, and put forward a series of optimization strategy, combined with certain case analysis and outlook for the future, for the study of system optimization, in order to provide new ideas for rural sewage treatment in China.

Keywords

integrated purification system; carbon footprint; rural sewage

微型农村污水净化系统的碳足迹与优化研究

胡华 邱进 王玉杰 郭若彬 邱俊

江西益洁环保技术有限公司, 中国·江西 南昌 330000

摘要

随着全球气候变化的日益严峻, 碳排放问题已成为制约人类社会可持续发展的重要因素。作为碳排放的重要来源之一, 污水处理和排放问题亟待解决。近年来, 微型农村污水一体化净化系统作为一种具有创新性的污水处理技术, 在我国得到了广泛的应用。论文从净化系统概述、碳足迹核算方法、系统效果分析等方面对该系统的碳足迹进行深入研究, 并提出一系列优化策略, 结合一定的案例分析以及对未来的展望, 进行对于系统优化的研究, 以期为我国农村污水处理提供新思路。

关键词

一体化净化系统; 碳足迹; 农村污水

1 引言

随着中国农村经济的发展和农民生活水平的提高, 农村生活污水的排放问题日益突出。据统计, 中国农村生活污水排放量已占全国污水排放总量的三分之一, 且呈现逐年增长的趋势。农村生活污水中含有大量的有机物、氮磷等污染物, 如果不经处理直接排放, 将对环境造成严重污染。因此, 研究农村污水处理技术, 对于解决中国农村环境污染问题具有重要意义。

2 研究目的和意义

农村污水一体化净化系统是一种集污水处理、资源回收 and 环境保护于一体的先进技术。该技术具有处理效果好、运行成本低、操作简便等优点, 适合在中国农村地区推广应

用。然而, 目前关于微型农村污水一体化净化系统的碳足迹及其优化研究尚不充分, 这对于评估该技术的环保效果和指导实际应用具有一定的局限性。因此, 开展微型农村污水一体化净化系统的碳足迹及优化研究, 有助于提高该技术的环保性能, 为其在农村地区的广泛应用提供理论支持和技术指导。

本研究旨在分析和评估微型农村污水一体化净化系统的碳足迹, 探讨碳减排的技术和管理途径, 并提出相应的优化策略。研究内容主要包括以下几个方面: 首先, 对一体化净化系统的结构和工作原理进行详细介绍, 明确其处理污水的过程和效果; 其次, 采用合适的碳足迹核算方法, 对一体化净化系统运行过程中的碳排放来源进行深入分析, 并计算出具体的碳排放量; 再次, 结合实际情况, 提出一系列碳减排技术和管理措施, 如节能降耗优化控制、采用低碳工艺技术、资源和能源回收利用等, 并评估其碳减排效果; 最后, 针对现有的一体化净化系统, 从系统结构、运行参数、工艺流程和智能化控制等方面进行优化研究, 以提高其碳减排性能。

【作者简介】胡华(1985-), 男, 中国江西南昌人, 博士, 高级工程师, 从事环境科学与工程研究。

3 微型农村污水一体化净化系统概述

3.1 系统简介

微型农村污水一体化净化系统是一种针对农村生活污水进行处理的环保设备，其主要目的是实现对污水的有效处理，减轻对环境的污染，提高农村生活环境质量。该系统主要由微生物处理单元、固液分离单元、清水储存单元等组成。其中，微生物处理单元是系统处理污水的主体，通过微生物的代谢作用，将污水中的有机物转化为无害物质；固液分离单元则主要用于将处理后的污水中的固体物质与液体物质分离，以保证处理后的水质达到排放标准；清水储存单元则用于储存处理后的清水，以供农民使用^[1]。

3.2 系统工作原理

微型农村污水一体化净化系统的工作原理主要依靠微生物的代谢作用，将污水中的有机物转化为无害物质。具体来说，系统中的微生物通过分解污水中的有机物，产生二氧化碳、水和一些无机盐等无害物质，从而达到净化污水的目的。此外，系统中的固液分离单元和清水储存单元则分别通过物理方法将处理后的污水中的固体物质与液体物质分离，并储存处理后的清水。

3.3 系统特点

微型农村污水一体化净化系统具有以下特点：首先，该系统采用一体化设计，将微生物处理单元、固液分离单元、清水储存单元集成在一个设备中，占地面积小，便于安装和维护；其次，系统采用生物技术处理污水，无毒、无害、无二次污染，符合环保要求；最后，系统运行成本低，能耗小，适合农村家庭使用，可适用于不同地区的农村生活污水特点，具有广泛的市场前景。

4 碳足迹核算方法

4.1 碳足迹定义

碳足迹是指在人类活动过程中，直接和间接排放到大气中的二氧化碳以及其他温室气体的总量。它是一个衡量单位活动对气候变化影响的重要指标，通常用来评估个人、组织、产品或服务的环境影响。在微型农村污水一体化净化系统中，碳足迹的核算有助于我们了解系统运行过程中对环境的影响，从而采取有效措施降低碳排放。

4.2 核算方法概述

核算碳足迹的方法主要包括生命周期评价（Life Cycle Assessment, LCA）和碳足迹计算公式。生命周期评价是一种系统性的评价方法，它考虑了产品或服务从原材料采集、生产、使用到废弃处理全过程的环境影响。碳足迹计算公式则是根据生命周期评价的结果，结合排放因子和活动数据，通过大模型优化各阶段的参数，最后用 MATLAB 求解得出最优目标函数值。

4.3 核算步骤与指标

核算微型农村污水一体化净化系统的碳足迹，需要遵

循以下步骤：

①搭建和开发全生命周期评估模型，收集系统运行过程中的相关数据，如能源消耗、原料消耗、污染排放物产量等；②确定系统边界，将系统划分为不同的功能单元，如处理单元、辅助设备等；③分析各个功能单元的生命周期，识别能源消耗和碳排放的主要阶段；④根据生命周期评价结果，计算各个功能单元的碳足迹；⑤汇总整个系统的碳足迹，得出系统运行过程中的总碳排放。

在核算过程中，需要关注以下指标：

①碳排放强度：指单位产品或服务产生的碳排放量。

②碳排放总量：指系统运行过程中总的碳排放量。

③碳排放占比：指各个功能单元碳排放量在总碳排放量中的比例。

通过核算微型农村污水一体化净化系统的碳足迹，我们可以找出碳排放的主要来源，从而有针对性地采取优化措施，降低系统的碳足迹。

5 系统运行效果分析

5.1 污染物去除效果

微型农村污水一体化净化系统在污染物去除方面表现出色。该系统采用了多种处理技术，包括物理、化学和生物处理方法，能够有效去除污水中的有机物、氮磷等营养物质和重金属等污染物。通过这些处理技术的协同作用，系统实现了高效、稳定的污染物去除效果，使得出水水质达到了国家和地方相关标准要求。具体而言，该系统对 COD、BOD5、NH3-N 等主要污染物的去除效率均可达到 90% 以上，对 SS、TP、重金属等污染物的去除效果也较好。

5.2 能源回收利用效果

在能源回收利用方面，微型农村污水一体化净化系统也取得了显著的成效。系统采用了能源回收技术，如微生物燃料电池、厌氧消化等技术，将污水处理过程中产生的有机物转化为可利用的能源。这些能源可以用于照明、取暖等生活用途，或者用于驱动系统自身的运行，实现能源的自给自足，降低系统的运行成本。实践证明，通过能源回收利用，该系统可以减少约 50% 的能源消耗，为农村地区提供可持续、经济的能源解决方案。

5.3 经济性分析

经济性分析是评估微型农村污水一体化净化系统的重要方面。该系统在运行过程中，可以显著降低农村地区的污水处理成本，提高农村污水处理的经济性。首先，系统采用了模块化设计，可以根据实际情况进行灵活配置，降低初期投资成本。其次，系统运行过程中，能源回收利用技术可以有效降低能源消耗，减少运行费用。最后，该系统还具有操作简便、维护成本低等优点，便于农村地区的管理和维护。综上所述，微型农村污水一体化净化系统具有较高的经济性，有望在中国农村地区得到广泛应用。

6 碳减排优化策略

6.1 系统结构优化

为了提高微型农村污水一体化净化系统的处理效果和降低其运行成本,我们需要对其系统结构进行优化。具体来说,我们可以通过增加污水处理单元、调整单元顺序和优化单元尺寸等方式来实现。首先,我们可以在系统中增加生物膜反应器、砂滤池等污水处理单元,以提高对有机物、氮磷等污染物的去除效果。其次,我们需要对单元顺序进行调整,例如将生物膜反应器放在砂滤池之前,以提高整个系统的处理效果。最后,我们还可以通过优化单元尺寸,如增加生物膜反应器的体积、减小砂滤池的直径等,来提高系统的处理能力和降低能耗^[2]。

6.2 运行参数优化

运行参数的优化是提高微型农村污水一体化净化系统性能的重要途径。我们需要对系统的运行参数进行细致的调整和优化,以实现最佳的污水处理效果和最低的运行成本。具体来说,我们可以通过优化曝气量、污泥龄、水力停留时间等参数来提高系统的处理效果。例如,适当增加曝气量可以提高生物膜反应器的去除效率,而合理调整污泥量可以保证生物膜反应器中的微生物活性。此外,我们还需要对水力停留时间进行优化,以实现最佳的营养物质去除效果。

6.3 工艺流程优化

微型农村污水一体化净化系统的工艺流程对其处理效果和运行成本有着重要影响。因此,我们需要对其工艺流程进行优化,以提高系统的整体性能。具体来说,我们可以通过简化工艺流程、优化单元组合和调整单元顺序等方式来实现。首先,我们可以通过去除不必要的单元,简化工艺流程,以降低系统的运行成本。其次,我们需要优化单元组合,例如将生物膜反应器和砂滤池组合使用,以提高系统的处理效果。最后,我们还需要对单元顺序进行调整。例如,将生物膜反应器放在砂滤池之前,以提高整个系统的处理效果。

6.4 智能化控制优化

随着科技的发展,智能化控制已成为提高微型农村污水一体化净化系统性能的关键手段。我们需要对系统的智能化控制进行优化,以实现自动、高效、稳定地运行。具体来说,我们可以通过引入先进的控制算法、优化控制参数和构建智能监控系统等方式来实现。首先,我们可以通过引入模糊控制、神经网络等先进的控制算法,实现对系统运行参数的自动调节。其次,我们需要优化控制参数,例如调整曝气量、污泥龄等参数的调节范围和步长,以提高系统的运行效果。最后,我们还可以通过构建智能监控系统,实现对系统运行状态的实时监测和预警,从而提高系统的稳定性和可靠性。

7 案例分析

7.1 案例选取与背景介绍

为了更加直观地展示微型农村污水一体化净化系统的

碳足迹及优化研究成果,本文选取了两个具有代表性的案例进行深入剖析。案例一位于某地区,该地区农村污水排放量较大,且水质复杂,含有多种污染物。案例二则选取了某农村,该农村生活污水排放量较小,但排放的污染物具有典型性。

7.2 某地区微型农村污水一体化净化系统碳足迹核算与优化

在某地区的微型农村污水一体化净化系统中,我们对该系统的碳足迹进行了详细的核算。核算结果显示,该系统在运行过程中,碳足迹主要来源于能源消耗、化学品使用以及设备运行等方面。为了降低碳足迹,我们提出了一系列优化措施,包括:优化能源结构,提高能源利用率;减少化学品的使用,采用环保型化学品;引入智能化控制系统,提高设备运行效率等。经过优化,该系统的碳足迹得到了显著降低,取得了良好的环保效果。

8 未来研究方向

8.1 技术创新方向

随着科技的不断进步,未来的微型农村污水一体化净化系统将会更加智能化和高效化。首先,我们可以预见,微生物技术将会得到更广泛地应用。通过基因编辑等手段,我们可以培育出更加适应农村污水环境的微生物,提高净化效率。其次,纳米技术也将会被应用于净化系统中。纳米材料具有高比表面积和优异的物理化学性质,可以提高净化效果,降低能耗^[3]。最后,人工智能和大数据技术也将被用于优化净化系统的运行和管理,实现系统的自动化和智能化。

8.2 政策与管理层面

在政策和管理层面,未来的微型农村污水一体化净化系统也需要进行相应的改进。政府应该加大对农村污水处理的投入,制定相应的政策和标准,规范污水净化系统的建设和运行。同时也应该加强对农村居民的环保教育,增强他们的环保意识和参与度,实现农村污水处理的社会共治。

9 结语

微型农村污水一体化净化系统具有较低的碳足迹,有利于减少农村污水排放对环境的影响。为进一步提高其环保性能,应从技术创新、管理优化和政策支持等方面入手,不断优化系统性能,降低碳排放。通过全社会共同努力,为改善农村环境、应对气候变化贡献力量。

参考文献

- [1] 成豪.微生物强化净化系统对小型浅水湖泊净化效果研究[J].四川环境,2020(6):4.
- [2] 周非,杜树新,刘付臣,等.农村污水处理的管控一体化系统设计及应用[J].物联网技术,2022(5):3.
- [3] 周建敏.农村生活污水的特点及一体化处理技术研究[J].空中英语,2021(995):1.