

低成本农村生活污水处理装置开发

覃炳龙

广西飞培科技有限公司

DOI:10.12238/eep.v8i4.2661

[摘要] 本研究旨在开发一种适用于农村地区的低成本生活污水处理装置,以解决农村生活污水治理难题。随着农村经济的发展,生活污水排放量逐渐增加,而现有的处理方式成本高、操作复杂,难以在农村广泛应用。通过开发低成本、低碳的处理装置,对污水进行资源化利用,可有效改善农村水环境质量,保障居民身体健康,减少化肥使用,促进农村生态环境可持续发展。并且需要综合考虑农村生活污水的水质特点和处理需求,选择合适的核心处理技术,进行装置的整体设计和关键部件设计。同时在开发过程中,需要合理对材料进行选型与采购,完成装置的制造与组装,并进行调试与优化。最后需要通过性能测试与评估,分析装置的处理效果,并与现有处理装置进行对比。

[关键词] 农村生活污水; 低成本处理装置; 处理技术; 性能评估

中图分类号: U664.9+2 **文献标识码:** A

Development of low-cost rural domestic sewage treatment equipment

Binglong Qin

Guangxi Feipei Technology Co., Ltd

[Abstract] This study aims to develop a low-cost domestic sewage treatment device suitable for rural areas to solve the problem of rural domestic sewage treatment. With the development of rural economy, the amount of domestic sewage discharge is gradually increasing, but the existing treatment methods are costly and complex to operate, making it difficult to widely apply in rural areas. By developing low-cost and low-carbon treatment devices, the resource utilization of sewage can effectively improve the quality of rural water environment, ensure the health of residents, reduce the use of fertilizers, and promote the sustainable development of rural ecological environment. Taking into account the water quality characteristics and treatment needs of rural domestic sewage, select appropriate core treatment technologies, and carry out the overall design and key component design of the device. During the development process, select and purchase materials, complete the manufacturing and assembly of the device, and perform debugging and optimization. Analyze the processing effect of the device through performance testing and evaluation, and compare it with existing processing devices.

[Key words] rural domestic sewage; Low cost processing equipment; Processing technology; Performance evaluation

农村生活污水治理是我国农村生态环境保护的重要内容。近年来,农村生活污水排放量不断增加,但由于农村地区经济相对落后、基础设施薄弱,大部分生活污水未经有效处理直接排放,对周边水体环境造成了严重污染。开发低成本、易操作的农村生活污水处理装置,对污水进行资源化利用,对于改善农村水环境质量、减少化肥使用量、推动农村生态文明建设具有重要意义。本文围绕低成本农村生活污水处理装置的开发展开研究,详细阐述了装置的设计原理、开发过程、性能测试与评估等内容。

1 农村生活污水特点与处理需求分析

1.1 农村生活污水水质特点

农村生活污水主要来源于厨房洗涤、洗浴、冲厕等日常生活活动^[1]。其水质特点与城市生活污水有所不同。首先,农村生活污水的有机物含量相对较高,主要包括碳水化合物、蛋白质、油脂等。这些有机物在水中分解会消耗大量的溶解氧,导致水体缺氧,引发水质恶化。其次,农村生活污水中氮、磷等营养物质含量也较为丰富。氮、磷的过量排放会导致水体富营养化,引发藻类大量繁殖,影响水生态系统的平衡。此外,农村生活污水中还含有一定量的悬浮物,如泥沙、纤维等,这些悬浮物会使水体变得浑浊,影响水的透明度。与城市生活污水相比,农村生活污

水的水质波动较大,受季节、生活习惯等因素影响明显。例如,在夏季,由于居民用水量增加,污水排放量较大,但水质相对较淡;而在冬季,污水排放量相对较少,但水质浓度可能会有所升高。

1.2 农村生活污水处理需求

农村生活污水的无序排放对农村生态环境造成了严重危害。一方面,污水直接排放到河流、湖泊等水体中,会导致水体污染,影响水生生物的生存和繁殖,破坏生态系统的平衡。另一方面,污水中的有害物质会渗入土壤,污染土壤环境,影响农作物的生长和质量。因此,农村生活污水治理迫在眉睫。然而,农村地区经济发展水平相对较低,居民环保意识淡薄,对污水处理设施的建设和运行成本较为敏感。因此,开发低成本、易操作、维护简单的农村生活污水处理装置具有重要的现实意义。这种装置应能够有效去除污水中的有机物、氮、磷等污染物,使处理后的水质达到国家相关排放标准,作为灌溉水进行资源化利用,同时要适应农村地区的实际情况,如地形地貌、气候条件等。

2 低成本农村生活污水处理装置设计原理

2.1 核心处理技术选择

在选择低成本农村生活污水处理装置的核心处理技术时,需要综合考虑多种因素^[2]。常见的农村生活污水处理技术包括生物处理技术、物理化学处理技术等。生物处理技术是利用微生物的代谢作用,将污水中的有机物分解为二氧化碳和水,具有处理效果好、成本低等优点。其中,活性污泥法是一种传统的生物处理技术,但该技术需要较大的占地面积和较高的运行成本,不太适合农村地区。而生物接触氧化法是一种新型的生物处理技术,它结合了活性污泥法和生物膜法的优点,具有处理效率高、占地面积小、运行稳定等特点。物理化学处理技术主要包括沉淀、过滤、吸附等方法,这些方法可以去除污水中的悬浮物、重金属等污染物。但物理化学处理技术通常需要使用化学药剂,运行成本较高,且可能会产生二次污染。综合考虑,本研究选择生物接触氧化法作为核心处理技术,并结合物理化学处理技术,以提高装置的处理效果。

2.2 装置整体设计思路

装置的整体设计应遵循低成本、低碳、易操作、高效处理的原则。首先,装置应采用模块化设计,便于运输和安装。各个处理模块可以根据农村实际情况进行组合,以适应不同规模的污水处理需求。其次,装置应采用地埋式设计,减少占地面积,同时避免对农村景观造成影响。地埋式设计还可以利用土壤的保温作用,使装置在冬季也能正常运行。此外,装置应配备小型光伏及储能系统、自动化控制系统,实现污水处理过程的自动化运行和监控。通过自动化控制系统,可以实时监测污水的水质、水位等参数,并根据监测结果自动调整装置的运行参数,提高处理效率和稳定性。在装置的布局上,应按照污水的处理流程,合理安排各个处理模块的位置,使污水能够顺畅地通过各个处理环节,提高处理效果。

2.3 关键部件设计

2.3.1 进水格栅

进水格栅作为污水处理装置的首道工序,主要功能是拦截污水中如树枝、塑料瓶等大颗粒悬浮物,避免杂物进入后续处理单元影响装置运行。该设备宜选用不锈钢材质,利用其耐腐蚀、强度高的特性保障长期稳定工作。格栅间隙需依据污水水质合理设计,通常以适配多数污水环境的规格为宜。同时,格栅应配备自动清污装置,通过定期清除拦截的杂物,确保格栅始终保持良好的工作状态,为后续污水处理工序的顺畅运行奠定基础。这种设计从材质选择、结构参数到清污机制的配置,形成了一套完整的预处理保障体系。

2.3.2 生物接触氧化池

生物接触氧化池作为污水处理装置的核心处理单元,内部填充的生物填料为微生物提供了附着生长的载体。理想的生物填料需具备比表面积大、孔隙率高及生物亲和性好等特性,以此提升微生物的附着量并增强其代谢活性。在氧化池的设计过程中,需精准调控污水停留时间、溶解氧含量等关键参数,为微生物营造适宜的生长代谢环境。同时,还应配置适宜功率的曝气装置,通过间断供氧满足微生物的好氧需求,降低运行能耗。从填料特性的选择到运行参数的把控,再到曝气系统的设置,生物接触氧化池的设计形成了一套完整的微生物生态保障体系,确保其在污水处理过程中高效发挥核心处理作用,通过微生物的代谢活动实现对污染物的有效降解。

3 低成本农村生活污水处理装置开发过程

3.1 材料选型与采购

在材料选型方面,应遵循低成本、耐用、环保的原则^[3]。对于装置的主体结构材料,如罐体、管道等,可以选择钢筋混凝土、塑料等材质。钢筋混凝土具有强度高、耐久性好等特点,但施工难度较大,成本相对较高。塑料材质具有质量轻、耐腐蚀、安装方便等优点,且成本较低,因此在农村生活污水处理装置中得到了广泛应用。对于生物填料,可以选择弹性立体填料、组合填料等。这些填料具有比表面积大、挂膜快、不易堵塞等优点。在采购材料时,应选择正规的供应商,确保材料的质量和性能符合设计要求。同时,应通过批量采购、招标等方式,降低材料采购成本。

3.2 装置制造与组装

装置的制造应按照设计图纸和相关标准进行。对于罐体的制作,应采用先进的焊接工艺,保证罐体的密封性和强度。在管道的安装过程中,应注意管道的连接方式和坡度,确保污水能够顺畅地流动。装置的组装应在施工现场进行,按照模块化设计的要求,将各个处理模块进行组装和连接。在组装过程中,应注意各个模块之间的接口密封,防止污水泄漏。同时,应安装微型光伏板及储能电池、自动化控制系统的设备和传感器,确保装置能够实现自动化运行和监控。在组装完成后,应对装置进行全面的检查和调试,确保装置的各项性能指标符合设计要求。

3.3 装置调试与优化

装置调试是确保装置正常运行的关键环节。在调试过程中,

应首先对装置进行清水调试,检查装置的管道是否畅通、设备是否正常运行等。然后,进行污水调试,向装置中注入一定量的污水,观察装置的处理效果。在污水调试过程中,应逐步调整装置的运行参数,如污水的流量、曝气强度、停留时间等,以找到最佳的运行条件^[4]。同时,应定期监测污水的水质,分析处理效果,根据监测结果对装置进行优化。例如,如果发现装置对有机物的去除效果不理想,可以适当增加曝气强度或延长污水的停留时间。在调试过程中,还应注意观察微生物的生长情况,及时调整营养物质的投加量,保证微生物的正常生长和代谢。

4 低成本农村生活污水处理装置性能测试与评估

4.1 测试指标与方法

为了评估低成本农村生活污水处理装置的性能,需要选择合适的测试指标和方法。测试指标主要包括化学需氧量(COD)、生化需氧量(BOD₅)、氨氮(NH₃-N)、总磷(TP)、悬浮物(SS)等。这些指标能够反映污水中有机物、氮、磷等污染物的含量。测试方法应按照国家相关标准进行。例如,化学需氧量的测定采用重铬酸钾法,生化需氧量的测定采用五日培养法,氨氮的测定采用纳氏试剂分光光度法,总磷的测定采用钼酸铵分光光度法,悬浮物的测定采用重量法。在测试过程中,应定期采集装置进水和出水的水样,进行各项指标的测定,并记录测试数据。

4.2 测试结果分析

通过对测试数据的分析,可以评估装置的处理效果。一般来说,处理后的污水中化学需氧量、生化需氧量、氨氮、总磷、悬浮物等指标应达到国家相关排放标准^[5]。如果测试结果表明装置对某种污染物的去除效果不理想,需要分析原因并采取相应的措施进行改进。例如,如果装置对氨氮的去除效果不佳,可能是由于曝气强度不足、微生物数量不够等原因导致的。此时,可以适当增加曝气强度、投加微生物菌剂等。同时,还可以分析装置的运行稳定性。通过观察测试数据的波动情况,可以判断装置在不同工况下的运行是否稳定。如果测试数据波动较大,说明装置的运行稳定性较差,需要进一步优化装置的运行参数或对装置进行改造。

4.3 与现有处理装置对比

将本研究开发的低成本农村生活污水处理装置与现有处理装置进行对比,可以评估其优势和不足。在成本方面,本装置通过选择低成本的材料和优化设计,降低了装置的建设成本和运

行成本。与传统的活性污泥法处理装置相比,本装置的建设成本可降低30%-40%,运行成本可降低40%-50%。在处理效果方面,本装置采用生物接触氧化法和物理化学处理技术相结合的方式,对有机物、氮、磷等污染物的去除效果较好,处理后的水质能够达到国家相关排放标准,对污水和污泥进行资源化利用。与一些简易的农村生活污水处理装置相比,本装置的处理效果更加稳定可靠。在操作和维护方面,本装置采用自动化控制系统,操作简单,维护方便。而一些现有处理装置需要专业人员进行操作和维护,增加了运行成本和管理难度。

5 结束语

本研究成功开发了一种低成本农村生活污水处理装置。通过对农村生活污水特点和处理需求的分析,选择了生物接触氧化法作为核心处理技术,并结合物理化学处理技术,设计了装置的整体结构和关键部件。在装置开发过程中,严格控制材料采购成本,采用先进的制造工艺和组装技术,确保了装置的质量和性能。通过性能测试与评估,结果表明该装置能够有效去除污水中的有机物、氮、磷等污染物。未来的研究方向主要包括以下几个方面:一是进一步优化装置的处理工艺,提高装置对特殊污染物的去除能力。二是开展装置在不同气候条件下的运行研究,提高装置的适应性和稳定性。三是进一步降低运行维护成本。四是加强对装置的智能化管理研究,实现装置的远程监控和故障诊断,提高装置的运行效率和管理水平。

【参考文献】

- [1]黄升然.浅谈农村生活污水系统及水环境治理设计理念[J].低碳世界,2023,13(10):34-36.
- [2]倪洁,赵晓辉,吴文强,等.农村生活污水治理技术的发展趋势[J].环境生态学,2022,4(11):97-102.
- [3]潘科,熊霞,李江,等.我国农村生活污水治理模式和技术研究进展[J].中国沼气,2022,40(04):3-7.
- [4]王昶,王力,曾明,等.我国农村生活污水治理的现状分析和对策探究[J].农业资源与环境学报,2022,39(02):283-292.
- [5]李丹丹,唐璐,张剑,等.我国分散式农村生活污水处理技术应用现状及发展趋势[J].农村.农业.农民,2023,(16):54-56.

作者简介:

覃炳龙(1986--),男,壮族,广西来宾市人,硕士研究生,中级工程师,研究方向:生态环境保护工程技术。