

# 垂流厌氧+好氧工艺在农村生活污水处理的运用

王光银

云南光之子环保科技有限公司

DOI:10.12238/eep.v5i1.1515

**[摘要]** 随着农村经济的快速发展和城市化进程的推进,农民的生活水平逐步得到提高与改善,但是也带来了农村生活污水问题的加剧。与城市污水的系统处理相比,由于农村生活分散、农村经济实力薄弱,农村生活污水处理因此具有一定的特殊性,因此农村生活污水处理应该有自己独特的解决模式。并且农村污水具有水质不稳定、水量变化大的特点,同时,农村缺乏运维污水处理设备的资金及专业技术人员。而垂直折流厌氧工艺抗冲击负荷能力强,可节省建设调节池及搅拌器的费用,在不需要动力设备的情况下高效除磷,同时消化污泥,整个系统用电负荷仅为0.75kw,在日照充足的地方可实现太阳能供能,无需外部电源即实现水质的达标排放。

**[关键词]** 折流厌氧; 氨氮; 除磷

**中图分类号:** U664.9+2 **文献标识码:** A

## The Application of Vertical Flow Anaerobic + Aerobic Process in Rural Domestic Sewage Treatment

Guangyin Wang

Yunnan Guangzhizi Environmental Protection Technology Co., Ltd

**[Abstract]** With the rapid development of the rural economy and the advancement of the urbanization process, the living standards of farmers have been gradually improved and changed, but it has also brought about the aggravation of rural domestic sewage problems. Compared with the systematic treatment of urban sewage, rural domestic sewage treatment has certain particularities due to the scattered rural life and the weak rural economic strength. Therefore, the treatment of rural domestic sewage should have its own unique solution mode. Rural sewage has the characteristics of unstable water quality and large changes in water volume. At the same time, rural areas lack the funds and professional technicians for the operation and maintenance of sewage treatment equipment. The vertical baffled anaerobic process has strong anti-shock load capacity, which can save the cost of building adjustment tanks and mixers and can efficiently remove phosphorus and digest sludge at the same time without power equipment. The electricity load of the whole system is only 0.75kw, and solar energy supply can be realized in places with sufficient sunshine, and the standard discharge of water quality can be realized without external power supply.

**[Key words]** baffled anaerobic; ammonia nitrogen; phosphorus removal

### 引言

国家领导人在我国十九大上强调,要树立和践行“绿水青山就是金山银山”的理念,加快生态文明体制改革,建设美丽中国。这是中共十八大以来第二次提出建设“美丽中国”,将生态文明建设置于国家战略高度。这种对生态文明建设重要性的强调,充分体现了党和国家对生态环境保护的高度重视。我国是农业大国,农村地区土地资源丰富。随着农村

城镇化的发展,经济也迅速发展。与此同时,农村生态环境问题却在不断恶化,人类赖以生存的基础——水资源也受到影响。河流湖泊及地下水资源受到严重破坏,水污染和水浪费现象异常严重。随着农村经济的发展,农村居民生活水平的提高,生活污水的来源越来越多,水质也比较复杂。然而,城市污水处理模式并不适合农村,农村生活污水处理问题成为亟待解决的问题。本文主要是通过垂

流厌氧+好氧工艺对农村的生活污水进行处理,这种方法适用于我国农村地区,为农村污水处理提供了一种较为合适的方向。

### 1 垂流厌氧工艺简介

根据污水特点,垂流厌氧污水处理工艺是一种可实现有机污泥近零排放、污水污泥同步处理、高效低耗的环境友好型工艺。其特点是:厌氧区、缺氧区反应器内置竖向导流板,将反应器分隔

成几个串联的反应室,每个反应室都是一个相对独立的上下流式污泥床系统,其中的污泥以颗粒化形式或絮状形式存在。水流由导流板引导上下折流前进,逐个通过反应室内的污泥床层,进水中的底物与微生物充分接触而得以降解去除。

垂流厌氧工艺在厌氧区和缺氧区采用垂直流迷宫式结构,从结构上大大延长了厌氧区和缺氧区的流程,消除回流活性污泥对厌氧区和缺氧区的不利影响,并大幅度地提高其脱氮效率,同时有利于除磷,控制和适应厌氧区、缺氧区对碳源的利用。

该工艺不但脱氮除磷效果好,而且具有应对进水水质变化调整运行参数的灵活性和很强的抗冲击负荷能力,还具有应对出水标准提高和污泥排放受限的前瞻性。

## 2 垂流厌氧工艺原理

2.1 厌氧区和缺氧区结构上采用垂直流迷宫式结构,多个向下流和向上流污泥床间隔串联。其中在向上流的分格内,由于污水的向上流速使污泥形成悬浮的污泥床,少部分污泥会随水流进入下一个向下流分格,大部分污泥因重力作用留在该格内,因此这一结构使厌氧缺氧区内保持很高的污泥浓度,一般在6000-8000mg/L,使单位池容的反应效率大幅度提高。同时,该结构在相同池容的条件下最大限度地延长了厌氧区和缺氧区的流程,不仅避免了污水在反应池中发生短流,而且使污水与微生物充分接触、混合,延长有效反应时间。从根本上说,这是一种推流式反应器,是反应器中效率最高的,而这种垂直流态的改进,尤其是上升流态的分格消除了回流活性污泥中硝酸盐对厌氧区和缺氧区环境状态的不利影响,大幅度地提高污水处理效率和抗冲击能力。

2.2 系统设置了不同于传统A2O工艺的混合液和污泥回流。沉淀区泥斗内的活性污泥一部分回流到缺氧区前端,这部分污泥带有溶解氧,同样由于垂直流结构的特点,水流至缺氧区第二、三格,溶解氧浓度迅速下降,反硝化在较长的

缺氧流程中进行非常彻底,并充分利用污水中的碳源(BOD<sub>5</sub>),其反硝化速率远高于依靠内源呼吸作用进行的反硝化。缺氧区中部的污泥不断回流到迷宫格最前端,同时厌氧、缺氧、好氧区的污泥都可从本区末端回流至本区前端,总的来说,污泥不断被输送到迷宫格前端,污泥沿迷宫格保持流动性,并由于迷宫上下翻腾的结构保持高的污泥浓度,迷宫部分污泥浓度7-8g/L,好氧部分4-5g/L。

垂流厌氧工艺具有独特的污泥循环路线。沉淀区泥斗内除了一半的活性污泥用于反硝化外,另一半活性污泥回流到好氧区,好氧区的混合液排入污泥区,再由污泥区回流至厌氧区。这种流动使污泥能够保持活性。在好氧区,基本处于低负荷的完全混合式反应区,微生物处于活性较低的状态,进入污泥池后逐渐进入内源呼吸状态,污泥部分消解,剩余的是经过自然筛选的微生物,这样的微生物再进入高负荷的厌氧区,活性重新被激发,吸附和降解有机物的活性逐步增强,提高了反应效率和处理效果,同时污泥可以长时间保持活性,在自代谢的过程中实现污泥减量化。

2.3 脱氮除磷机理。早期的生物脱氮过程中,假设聚磷菌无法利用硝酸盐氮作为电子受体,因此聚磷菌只能在好氧条件下生长及摄磷,但后来发现很大一部分聚磷菌可以在厌氧条件下摄磷,这种被称为反硝化聚磷菌,而垂流厌氧工艺的运行实际情况正是这样。反硝化聚磷菌在厌氧条件下的生理活动基于体内PHB和糖原,其具有和好氧聚磷菌类似的除磷机理。正因为反硝化聚磷菌利用硝酸盐氮作为电子受体吸收磷,因此有机质可以用来同时脱氮除磷。对于C/N比例较低的生活污水来说,反硝化除磷的优点在于产泥量低,节约能耗,对有机物需求量少。因此系统脱氮除磷效果出色,氨氮稳定达到0.5mg/L以下,总氮可稳定达到10mg/L以下,总磷仅在沉淀之后就可达到0.4mg/L以下。当然有机物的去除率也是非常高的,COD<sub>Cr</sub>可稳定达到20mg/L左右,BOD<sub>5</sub>可稳定达

到5mg/L左右。

2.4 垂流厌氧产泥量少机理。系统在高污泥浓度下运行,在同一反应池中实现了脱氮除磷效果,混合液回流比例大,使各单元兼具推流式和完全混合式的一些优点,整个流程中污染物质浓度梯度较小,尤其是好氧区在低负荷下运行,活性污泥中微生物处于内源呼吸期,不会产生污泥膨胀现象,而且产泥量低,比一般工艺的产泥率的1/5-1/10,因此1000吨/天以下规模的不需要污泥浓缩、脱水设施,污泥就地处置,节约投资和运行成本,大大降低运营管理的工作量。

## 3 垂流厌氧工艺特点

垂直流厌氧工艺在厌氧区和缺氧区采用垂直流迷宫结构,从结构上大大扩展了厌氧区和缺氧区的工艺流程,消除了回流活性污泥对厌氧区的影响和缺氧区。反作用,大大提高其反硝化效率,同时有利于除磷,控制和适应厌氧缺氧地区碳源的利用。垂流厌氧工艺主要具有以下特点:

(1) 抗冲击负荷能力强,不需要调节池。(2) 出水水质好,稳定达标。(3) 投资省,流程简单,占地面积小。(4) 系统简单,能耗低,日常维护工作量小。(5) 可连续进水,容积负荷高,产泥量极地。(6) 运行费用低,采用低能耗回风机供气,无其他用地设备。

## 4 垂流厌氧工艺技术试验

近年来,我国大力发展农村生活污水处理,相较于以前已经取得了一定成绩。然而,各个省农村生活污水处理的形势依然十分严峻。由于农村分布分散,农村生活污水处理的排放和收集系统并不完善。大多数村庄没有相应的污水处理设施。很多村民会把生活污水倒进垃圾池,导致整条街道臭气熏天,污水只能被蒸发掉。当然,大多数村民也选择直接从明渠或暗沟排放生活污水,或者从雨水流失的地方渗入地下。农村生活污水无法有效收集,粗放污水现象严重,农村生活污水难以统一处理。笔者结合实际工作,选取了昭通市昭阳区龙泉街道办事处集中社区进行该技术的试验。该工艺已在昭通市昭阳区龙泉街道办事处

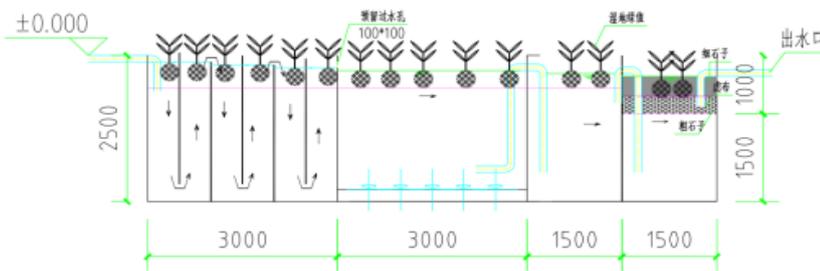


图1 不同基质厌氧折流-垂直流人工湿地对农村生活污水的处理效果

集中社区试点成功,不同基质厌氧折流-垂直流人工湿地 (ABR-VFW) 对农村生活污水的处理效果如图1所示。

## 5 结论

目前,我国农村生活污水处理问题是亟待解决的问题,特别是靠近重要水源地的农村,对污水处理的要求越来越高。农村生活污水处理问题日益严重,应引起充分重视和关注。解决农村生活污水处理问题,应建立完善的污水收集系统,选择最佳的污水处理技术,建立污水处理长效管理机制,确保有效实施和长期有效。同时,要根据农村实际,有效

更新污水处理技术,不断完善污水处理设施建设和运行机制,不断提高整体治理水平。本文介绍了垂直厌氧+好氧工艺的污水处理技术,并将该技术使用于昭通市昭阳区龙泉街道办事处集中社区,通过实验,证实了该技术的可行性,适合我国农村地区的污水处理,值得推广应用。

## [参考文献]

- [1]梁和国,黎承知.农村生活污水处理工艺及运营管理模式——以广西为例[J].人民珠江,2018,39(8):5.
- [2]蒋东通,李巍微,韦秋园.桂西北地区农村生活污水处理适用技术的研究

进展[J].工程技术与设计,2017,(16):71.

[3]吴迪,赵秋,高贤彪,等.厌氧-3好氧/缺氧生物膜工艺处理农村生活污水[J].中国给水排水,2010,(7):4.

[4]李向军.“厌氧+好氧”工艺在抗生素污水处理工程中的应用[J].中国建设信息,2007,(09):65-68.

[5]张震宇.一种污水处理的三级串联式厌氧好氧低能耗减排处理工艺,CN102942288A[P].

[6]韩珊珊.高曝气生物滤池工艺在某县农村生活污水处理工程中的应用[C]//中国环境科学学会中国环境科学研究院.中国环境科学学会中国环境科学研究院,2016.

[7]谭水成,王现丽,殷世强,等.一体化好氧-厌氧耦合工艺处理农村生活污水[J].中国给水排水,2015,31(6):5.

[8]刘东生,李想,赵立欣,等.一种适合于我国北方地区的农村生活污水处理系统:CN,CN202156982U[P].

## 中国知网数据库简介:

### CNKI介绍

国家知识基础设施(National Knowledge Infrastructure, NKI)的概念由世界银行《1998年度世界发展报告》提出。1999年3月,以全面打通知识生产、传播、扩散与利用各环节信息通道,打造支持全国各行业知识创新、学习和应用的交流合作平台为总目标,王明亮提出建设中国知识基础设施工程(China National Knowledge Infrastructure, CNKI),并被列为清华大学重点项目。

### CNKI 1.0

CNKI 1.0是在建成《中国知识资源总库》基础工程后,从文献信息服务转向知识服务的一个重要转型。CNKI1.0目标是面向特定行业领域知识需求进行系统化和定制化知识组织,构建基于内容内在关联的“知网”、并进行基于知识发现的知识元及其关联关系挖掘,代表了中国知网服务知识创新与知识学习、支持科学决策的产业战略发展方向。

### CNKI 2.0

在CNKI1.0基本建成以后,中国知网充分总结近五年行业知识服务的经验教训,以全面应用大数据与人工智能技术打造知识创新服务业为新起点,CNKI工程跨入了2.0时代。CNKI 2.0目标是将CNKI 1.0基于公共知识整合提供的知识服务,深化到与各行业机构知识创新的过程与结果相结合,通过更为精准、系统、完备的显性管理,以及嵌入工作与学习具体过程的隐性知识管理,提供面向问题的知识服务和激发群体智慧的协同研究平台。其重要标志是建成“世界知识大数据(WKBD)”、建成各单位充分利用“世界知识大数据”进行内外脑协同创新、协同学习的知识基础设施(NKI)、启动“百行知识创新服务工程”、全方位服务中国世界一流科技期刊建设及共建“双一流数字图书馆”。