

# 农村生活污水治理方法研究

彭彩霞

九江市润达环保有限公司

DOI:10.12238/eep.v7i5.2082

**[摘要]** 生活污水以其良好的可生化性,非常适合采用经济环保的生物处理方法。但需在前端进行预处理以及在后端进行生态处理或深度处理。比如预处理有格栅池去除大颗粒杂质,然后进入沉砂池进行沉淀处理。生物处理阶段是处理的核心阶段,通过厌氧、好氧等生物反应去除有机物和氮、磷等水污染物。生物处理后端进行生态处理或深度处理,如人工湿地或过滤、消毒等,以达到排放标准。一体化处理设备具有安装简便、维护方便等优点,可以集预处理、生物处理和深度处理于一体,但要使设备运行效果优良,除了工艺的选择和优化外,设备制造是否优良也很关键。

**[关键词]** 农村生活污水; 一体化处理设备; 生物处理; 生态处理; 消毒

**中图分类号:** TU992.25 **文献标识码:** A

## Research on rural domestic sewage treatment methods

Caixia Peng

Jiujiang Runda Environmental Protection Co., Ltd

**[Abstract]** Due to its good biodegradability, domestic sewage is very suitable for the use of economical and environmentally friendly biological treatment methods. However, it needs to be pre-processed at the front-end and ecologically or deeply processed at the back-end. For example, the pretreatment has a grid pool to remove large particles of impurities, and then enters the grit tank for sedimentation treatment. The biological treatment stage is the core stage of treatment, which removes organic matter and water pollutants such as nitrogen and phosphorus through biological reactions such as anaerobic and aerobic. The back-end of biological treatment is carried out ecological treatment or advanced treatment, such as constructed wetlands or filtration, disinfection, etc., to meet emission standards. The integrated treatment equipment has the advantages of easy installation and easy maintenance, and can integrate pretreatment, biological treatment and advanced treatment, but in order to make the equipment run well, in addition to the selection and optimization of the process, whether the equipment manufacturing is excellent is also critical.

**[Key words]** rural domestic sewage; integrated processing equipment; biological treatment; ecological treatment; Disinfect

### 引言

随着农村经济的不断发展和农民生活水平的提高,农村生活污水的排放量也在逐年增加。这些未经处理的污水直接排放到环境中,不仅对农村水资源和生态环境造成了严重污染,也对农村居民的健康构成了潜在威胁。因此,研究农村生活污水治理方法具有重要的现实意义和紧迫性。

### 1 农村生活污水治理工艺简述

我国国内应用于农村生活污水治理的处理技术比较多,主要是“预处理+生化处理+生态处理或深度处理”工艺路线,因地制宜根据当地环保要求,视情况采取生态处理或深度处理。其中预处理单元为格栅过滤、沉砂等简单的物理处理方法,深度处理

单元为砂滤、炭滤、多介质过滤、化学消毒等处理方法。生态处理包括生态稳定塘、人工湿地等,共同特点是有机负荷低,占地面积大,需要打理工收割或补种净化植物,很多未经打理的人工湿地杂草丛生、滤料堵塞,最后失去应有的作用。

生物处理作为农村生活污水治理的核心环节,其工艺选择至关重要。按照工艺原理,生物处理可以分为无动力厌氧系统、生态处理系统以及一体化成套设备处理系统。然而,单一的好氧处理、厌氧处理或自然处理都存在明显的局限性。因此,将不同工艺进行串联,形成组合工艺,成为农村生活污水治理的优选方案。

目前,适用于农村生活污水治理的工艺组合主要有四种:

“厌氧+生态”工艺、“好氧+生态”工艺、“厌氧+好氧+生态”工艺和“厌氧+好氧”工艺。这些组合工艺各具特点,下面进行简要对比:

(1)“厌氧+生态”工艺:该工艺利用厌氧系统去除有机物,生态系统则负责去除N、P等营养物质。这种工艺占地面积较大,但不消耗动力,适合经济条件有限、能源供应紧张的农村地区。

(2)“好氧+生态”工艺:好氧系统能够去除有机物和进行消化作用,而生态系统则负责反硝化和除磷。该工艺同样占地面积较大,需要消耗一定动力,但处理效果好,适合经济条件稍好、对处理效果要求较高的地区。

(3)“厌氧+好氧+生态”工艺:这种组合工艺结合了厌氧、好氧和生态处理的优点,能够去除有机物、进行硝化和反硝化以及除磷。虽然占地面积大,动力消耗也较大,但处理效果好,适合对污水处理效果有较高要求的地区。

(4)“厌氧+好氧”工艺:该工艺占地面积较小,适用于土地资源紧张的地区。厌氧系统去除有机物,好氧系统则进一步去除有机物和进行消化作用。然而,该工艺在处理效果上可能稍逊于其他组合工艺。

在选择农村生活污水处理工艺时,需要充分考虑地区的人口和经济发展情况。建设投资少、运行费用低、维护简单且便于管理的系统应成为优先选择。通过合理的工艺组合和优化设计,可以实现农村生活污水的有效治理和资源化利用,促进农村生态环境的改善和可持续发展。

## 2 一体化设备在农村生活污水处理中的应用

农村生活污水治理采用地理或地上式一体化处理设备由于其经济效益和社会效益以及灵活性成为优选方案。一体化设备指的是将污水处理工艺融入到污水处理设备单元中去,污水处理设备各单元由建造灵活、运输方便的材料制作,常见的材料由碳钢防腐一体化设备、玻璃钢一体化设备、不锈钢一体化设备。它根据工艺设计图纸制造,配套齐全的过流管道、生物填料、辅助沉淀的协管填料、排泥斗和外部配套泵、管道、风机、电控,可视工艺复杂运维程度设置一体化设备间或仅配户外电箱。地理式一体化设备,可铺草皮、为栅栏、设流程牌,美观实用,成为新农村的一大亮点。

## 3 农村生活污水全套工艺解析

### 3.1 收集与预处理阶段

#### 3.1.1 化粪池

化粪池作为污水收集系统的核心组件,承担着至关重要的角色。为避免因化粪池渗漏导致的二次污染,其维护和改造工作不容忽视。目前,多数农村家庭已安装冲水式卫生厕所,污水经过厕所流入化粪池,再汇入村庄污水管网。

#### 3.1.2 格栅池

格栅池是农村生活污水处理工艺中的另一重要环节。由于农村生活污水中可能含有粗大杂物,这些杂物容易进入污水管网,导致泵或过水管路堵塞。因此,在污水进入一体化处理终端之前,设置格栅池十分必要。根据投资情况和水量情况,可以选

择手工格栅或机械格栅。机械格栅需要定期对其传动部位进行注脂维护,确保其正常运行;而手工格栅则需要经常清理捞取杂物,保持格栅的通畅。

#### 3.1.3 调节池

农村污水的另一个显著特点是水量变化大,白天几个时段集中排水,夜间则基本无排水。这种水量变化大的情况给污水处理带来了很大的挑战。如果污水收集系统中不设置调节池,那么水量和水质都难以得到有效调节。当水量过大时,一方面由于污水没有出路,只能直接排放,造成环境污染;另一方面,污水处理系统需要根据水质变化不断调整运行参数,增加了管理的难度和复杂性。

因此,在污水收集系统中设置调节池至关重要。调节池的容积应足够大,以确保能够容纳一定时期内的污水净化量。同时,调节池的水力停留时间也是关键参数之一,一般建议水力停留时间达到6~8小时为宜,以确保污水在调节池中得到充分的混合和均质化。

### 3.2 生物处理与生态处理

#### 3.2.1 厌氧生物处理

厌氧生物处理是一种在厌氧条件下,由多种微生物共同作用,将污水或污泥中的有机物分解并生成甲烷和二氧化碳等最终产物的过程。这一过程中,复杂的大分子、不溶性有机物在胞外酶作用下水解为小分子和溶解性有机物,然后渗入到细胞体内,在发酵细菌的作用下,分解产生高级脂肪酸、醇和醛类等。随后,产氢产乙酸菌将这些物质进一步降解为乙酸,并最终转化为甲烷、二氧化碳和氢气。厌氧生物处理具有诸多优点。首先,它无需搅拌和供氧,因此动力消耗少。其次,能产生大量含甲烷的沼气,这种沼气是很好的能源物质,可用于发电和家庭燃气。此外,厌氧生物处理还能处理高浓度有机废水和污泥,其负荷能力高,且剩余污泥数量少。

#### 3.2.2 好氧生物处理

好氧生物处理是现阶段污水处理中常用的一种技术,其核心在于通过风机等设备给污水输氧,以培育生物菌种和微生物。这些微生物能够有效将污水中的大部分有机物分解为无污染的二氧化碳和水等物质,同时,部分有机物会合成为细胞物质,促使微生物增长,并最终以剩余污泥的形式排出,从而达到净化污水的目的。

好氧生物处理工艺众多,每种工艺都有其独特的优缺点。例如,SBR法集曝气、沉淀、排水功能于一体,省去了传统的污泥回流设备,大大降低了建设费用。而A<sub>2</sub>O法则具有脱氮、除磷的功能,对于某些特定类型的污水处理具有显著效果。

#### 3.2.3 人工湿地处理

人工湿地处理技术是一种高效且环保的污水处理方法,尤其适用于有条件的村庄。该技术充分利用现有的农田灌排渠道与附近的荒地、废塘、洼地和沼泽地等,通过构建独特的“土壤-植物-微生物”生态系统,实现对污水的净化。在人工湿地处理系统中,人工基质和生长在其上的湿生植物发挥着关键作用。这

些植物不仅能够有效吸收污水中的污染物,还能为微生物提供良好的生存环境。人工湿地处理技术的优势在于其工艺设备简单、管理方便、能耗低、工程基建和运行费用低。

### 3.2.4 地下土壤渗滤净化技术

地下土壤渗滤净化系统是一种基于自然生态原理而设计的小规模污水净化技术,特别适用于农户居住分散且周边有闲置荒地的地区。该系统通过有控制地将污水投配到具有良好扩散性能的土层中,利用土壤、微生物和植物根系的综合作用,实现对污水的净化。

在地下土壤渗滤净化系统中,污水通过布水管周围的碎石和砂层,在土壤毛管作用下缓慢扩散至周围土层。表层土壤中的微生物和作物根区的好氧环境共同作用,过滤、吸附并降解污水中的污染物质。由于系统负荷低,污水停留时间长,因此能够实现良好的水质净化效果。

该系统的优点显著,包括建设容易、维护管理简单、基建投资少和运行费用低等。此外,由于整个处理装置位于地下,不仅不损害景观,还能避免产生臭气。然而,地下土壤渗滤净化系统也存在一些局限性,如占地面积较大,易滋生蚊蝇,以及在冬季运行效果可能较差。

清华大学在2000年国家科技部重大专项中率先在农村地区推广应用地下土壤渗滤系统,并取得了显著成效。该系统对生活污水中的有机物和氮、磷等污染物质具有较高的去除率,为农村地区的污水处理提供了一种经济、高效且环保的解决方案。

## 3.3 深度处理

### 3.3.1 过滤

过滤技术在水处理中扮演着至关重要的角色,其中MBR膜过滤和机械过滤器是两种常见的过滤方式,它们各自具有独特的特点和应用场景。

MBR膜过滤技术将微孔过滤膜置于好氧反应池中,通过产水泵抽吸使水通过微孔超滤膜,从而实现水与污泥的高效分离。这种技术省去了后端的沉淀池,使得占地面积大幅减少。同时,MBR膜过滤技术还能大幅度去除出水中的细菌和病毒,悬浮物去除效果显著,出水水质稳定且优质。

机械过滤器则利用一种或多种过滤介质,在一定的压力下使原液通过该介质,达到降低水中浊度、截留除去水中悬浮物、有机物、胶质颗粒、微生物、氯臭味及部分重金属离子的目的。其内装的填料一般为石英砂、无烟煤、颗粒多孔陶瓷、锰砂等,可根据实际情况选择使用。机械过滤器具有设备结构简单、容易操作、安全性能高、运行稳定、易于维护保养等优点。

### 3.3.2 消毒

农村生活污水经生物处理后排入自然水体前要进行消毒处理,防止微生物、病菌等引起疾病的发生。污水消毒设备包括二氧化氯发生器、次氯酸钠发生器、紫外线消毒杀菌器、臭氧发生器,经笔者调查,因经济性考虑,次氯酸钠、紫外消毒器两种在农村生活污水处理采用较多,二氧化氯消毒因其效果好则在医院污水处理上采用更多。农村生活污水吨水消耗有效氯5-10g,通过计量泵打入消毒池,通过搅拌与水接触消毒。

## 4 结论与建议

通过采用预处理+生物处理+深度处理工艺的一体化污水处理设备,成功实现了对BOD<sub>5</sub>、COD、NH<sub>3</sub>-N等污染物的有效去除。这种一体化设备不仅技术性能稳定可靠,处理效果好,而且投资省、占地少、维护方便,充分展现了其在水处理领域的优势。

具体而言,该设备可埋设于地表以下,设备上方的地表可作为绿化或其他用地,极大地节省了土地资源。在生物处理环节,推流式生物接触氧化工艺的应用使得处理效果明显优于传统方法。此外,活性污泥池体积小,适应性强,耐冲击负荷性能好,出水水质稳定,且不易产生污泥膨胀,进一步提升了整体处理效果。

在设备运行方面,全自动电气控制系统和设备故障报警系统的配备,确保了设备的运行安全可靠。平时无需专人管理,只需适时进行设备维护和保养,大大降低了运营成本。

鉴于该一体化污水处理设备在生产安装上的快速性和在农村污水治理中的广泛应用前景,建议生产厂家在设备制造上持续精益求精,将设计人员的优化设计完美融入到设备中。同时,设备的防腐工作也至关重要,特别是地埋式设备,其内外均需做好防腐处理,以确保设备的长期稳定运行。

## [参考文献]

- [1]张晓红,王亮.农村生活污水治理技术现状与发展趋势[J].农业环境科学学报,2018,37(5):1042-1048.
- [2]李明,赵晓燕.农村生活污水治理技术研究进展及实践应用[J].环境工程,2019,37(7):1-6.
- [3]王伟,陈华.农村生活污水治理的生态化路径探讨[J].农业资源与环境学报,2020,37(2):284-289.
- [4]赵伟,杨帆.农村生活污水治理技术的选择与优化策略[J].中国环境科学,2021,41(4):1757-1763.
- [5]刘芳,周鹏.基于生态理念的农村生活污水治理模式研究[J].环境工程学报,2022,16(3):819-826.