

新农村建设中生活污水处理方法的探讨

李向军

摘要: 介绍目前我国农村的污水排放现状, 阐述在新农村生活污水治理中针对三种农村状况采取切合实际的处理方法, 并对主要的处理方式并结合工程实例对成本比较和分析, 证明了其优越的节能效果和良好的发展前景。

关键词: 新农村; 生活污水; MBR; 土壤复合生态污水处理系统

[中图分类号]TU992.3 [文献标识码]B
[文章编号]1671-3362(2009)04-0046-04

引言

近年来随着乡镇企业和养殖业的发展及农民生活水平的提高, 农村的用水量和污水量均呈上升趋势。预计到 2010 年中国城镇的污水排放量将达 270 亿吨。随着国家节能减排政策的实施, 农村的生活污水引发的污染日益受到关注。建设部 2005 年 1 月完成的《农村人居环境现状与问题》的调查报告显示:我国具有代表性的 9 个省 43 个县 74 个村庄中, 96% 的村庄没有排水渠道, 生产生活污水随意排放, 渗入地下或排入邻近的河流, 造成大面积水体污染。2006 年在中央的政策号召下, 全国各地新农村建设正蓬勃展开。如何在新农村建设中对生活污水排放进行治理成为大家关注的话题。文章对北京郊区农村规划及农宅设计项目中积累的一些经验对农村污水排放治理作简要的探讨。

一、污水处理方式的选择

应充分考虑当地的自然、经济、社会条件, 因地制宜地采用投资省、运行费用和能耗低、维

护管理方便、处理效果好的污水处理工艺。

1. 居住分散地地区

采用三格式化粪池分散处理生活污水的形式。

目前我国农村很多地区采用三格式化粪池处理生活污水, 北京郊区农村按北京市卫生村的标准将住户卫生间改为冲厕, 作三格式化粪池, 池后作渗水井, 渗透至土壤排水。厕所主体结构分为地上及地下两部分, 地上部分为洗手间, 尺寸一般为 1440×1440mm; 地下部分为化粪池, 结构尺寸为 3720×1680mm, 高 1120mm。三格式化粪池容积比例为 2:1:3, 基础为 100mm 厚豆石混凝土, 外墙、第一格与第二格隔墙为 240mm 墙, 第二格与第三格隔墙可为 120mm 墙, 池内壁采用 1:3 的水泥砂浆打底, 再用 1:2 的水泥砂浆抹面。见图 1, 2 所示。

农村的三格化粪池和城市的化粪池有所不同, 城市的 1~3# 化粪池是两格, 4~9# 化粪池采用的是三格式。农村的三格式的第三格有的防渗, 处理后的水直接浇洒农田; 有的不打底, 第三格的水直接渗入地下。

三格式化粪池的冲厕进水 COD 值在 2000 以上, COD 的去除率约 35%, 15cm 厚的土层对 COD 的去除率为 70%。根据上述数据, 农村的厕所污水经化粪池处理后再经 15cm 的厚土层基本能满足国家《污水综合排放标准》中三级排放要求, 但排放自然水体仍然会造成环境水体污染。因此国家和相关部门应考虑对三格式化粪池进行技术改造使其能对出水深度处理。

2. 村庄内区域抱团式

可按区域设置小型污水处理装置, 采用生化处

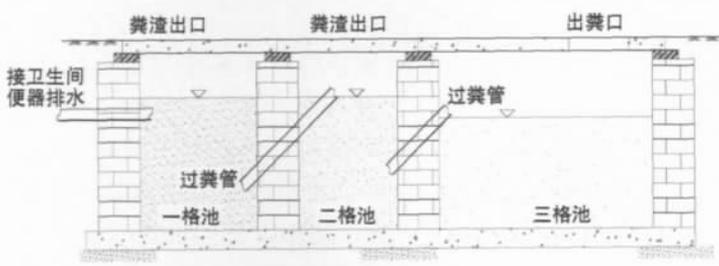


图1 三格式化粪池工艺流程示意图

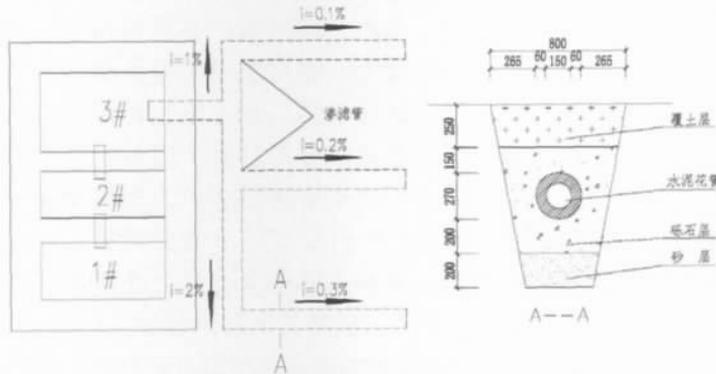


图2 三格式化粪池土壤渗滤坑处理系统

理方法。生化处理方法是利用微生物的新陈代谢作用，对污水中的污染物进行降解、转化和稳定，使之变成无害的过程。处理费用相对低廉，运行管理较方便，处理方法一般有好氧处理和厌氧处理两种类型。好氧处理的常见方法有活性污泥法、氧化塘、氧化沟、生物滤池、生物转盘、接触氧化法、好氧生物流化床等；厌氧处理的常见方法有厌氧塘、厌氧消化、升流式厌氧污泥床、厌氧滤池等。

在农村区域处理中建议采用小型处理设备。小型的处理设备有 MBR 一体化处理设备、双生物膜—微絮凝过滤设备、曝气—软性纤维过滤生活污水一体化设备等。日本农村污水处理主要利用膜生物反应器，采用小型生活污水净化装置，污水处理装置体积小，操作运行简单。从污水分离出的污泥可运至农田作肥料。目前日本安装有 800 万个小型净化装置，服务人口 3600 万，在缺乏排水系统的偏远乡村应用很成熟。

(1) 工作原理

膜生物反应器技术综合了膜处理和生物处理的技术优点。膜生物反应器利用膜分离设备将生化反应池中的活性污泥和大分子物质截留住，活性污泥浓度因此大大提高，水力停留时间（HRT）

和污泥停留时间（SRT）可以分别控制，而难降解的物质在反应器中不断反应、有效降解有机物，孔隙率 $\leq 0.08\mu\text{m}$ 级膜将净水与杂质彻底分离，出水中 SS 值趋于零。绝大部分的细菌、微生物、热源、病毒随同它的载体一道被截留在污水中，后续消毒手段可作为杀菌的双重保险，避免了传统工艺可能会出现的水质不合格的问题，出水水质完全得到保证。它的前处理与后处理极其简单，所以占地小，可程控化管理。MBR 反应器污泥浓度（MLSS）可达到 3000~20000mg/l 以上，所以有机物在 MBR 池内被自身分解氧化，基本不产生剩余污泥，极少需要排泥，不产生二次污染，仅需利用简单的 PLC 技术对水位进行自动控制、膜污染报警及开启相应反洗设施即可程控化管理。膜生物反应器主要由池体、膜组件、鼓风机曝气系统、泵及管道阀门仪表等组成。

(2) 工艺特点

与传统的污水处理生物处理技术相比，MBR 优势明显：

- ①设备紧凑，占地少；生物反应器内将污泥浓度提高了 2~5 倍，容积负荷可大大提高。
- ②出水水质好，可直接回用。
- ③生物处理单元中污泥浓度高、泥龄长，对有机物的去除率高。
- ④对于氮、磷污染物有较高的去除率。
- ⑤操作简便可自控，易于实现自动控制运行、无需专业人员操作、管理简单等优点。

(3) 工程实例

2006 年北京西部门头沟区雁翅镇太子墓村的新农村规划设计，全村共 175 户，475 人。村内居民住宅院落较为松散，村庄南侧为 109 国道，道路南边为永定河。

预测污水量近期为 $40\text{m}^3/\text{d}$ 左右，远期为 $60\text{m}^3/\text{d}$ 左右。由于村庄东西方向较长，而且村中有南北向的排洪沟，因此因地制宜规划在村内南侧建四座小型中水处理与回用一体化设备，未来可将各户化粪池的出水进行统一处理，全村污水采取二级处理后达标排放。地埋式膜——生物反应器膜装置及净化槽。净化槽采用地埋式环氧玻

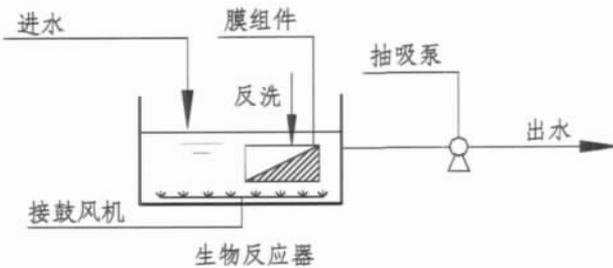


图3 一体化膜生物反应器示意图

璃外壳，设备设置在地下，地表覆土作绿化。

①主要设计参数：

调节池按 $T=6\text{hr}$ 计算容积 6m^3

膜生物反应池按 $T=3\text{hr}$ 计算后取 3m^3

中水池按 $T=5\text{hr}$ 计算后取 5m^3

膜结构为平板膜，材质为聚氯乙烯，平均孔径小于 $0.4\mu\text{m}$ ，膜组件为成套组合供应，可以在池内反洗。

②投资情况介绍：设备投资 32 万元。

③经济效益分析：如果中水回用，年节约自来水 0.4 万吨，1.5 万元左右。MBR 工艺因无需专业人员看管，所以无此部分费用。环境效益分析：减少了污水的排放量，产生污泥量很少。

3. 大型村庄联合式

在人口较多的农村地区，可以一个村庄或距离较近的几个村庄联合设置集中的污水处理厂，尽量采用污水土地处理系统，主要方法有人工湿地、高效藻类塘、土地渗滤系统、无动力厌氧处理系统及 SYS 速分生物处理技术、“FILTER”污水处理系统（过滤土地处理与暗管排水相结合的污水再利用系统）等类型。

污水土地处理系统就是在人工控制条件下，利用土壤——微生物——植物组成的生态系统使污水得到净化的处理方法。在使污水得到净化的同时，水中的营养物质得到循环利用，使污水无害化、资源化。土地处理工艺有慢速渗滤、快速渗滤地表漫流、湿地、地下渗滤以及由这五中基本工艺可组成若干复合处理系统。污水土地处理系统一般由以下部分组成：污水的预处理设施；污水的调节与贮存设施；污水的输送、布水及控制系统；土地净化田；净化出水收集利用系统。其中，土地净化田是核心环节。目前国内新农村建设中应用较成功的是土壤复合生态污水处理系统——地沟式土壤污水处理技术。

(1) 工作原理

地沟式土地污水处理技术是指利用自然净化能力——植物与土壤净化力与人工生物系统相结合对污水进行净化的高效、低能耗、低费用的污水处理系统。地沟式土地污水处理技术源于日本，在日本的应用已有三十多年历史。

污水源水首先通过生物填料与土壤组成的截留过滤床，对污水进行过滤并截留污水中的微小悬浮物；利用土壤毛细管浸润扩散原理和虹吸现象作为污水流动动力，将污水中的胶体微粒、固体微粒即溶解性的污染物，在土壤的物理化学吸附的作用下迅速有效的分离过滤，同时由土壤中厌氧微生物和好氧微生物将污水中的有机物进行强化分解，成为简单的 C、N、P 等无机物，并通过大自然的物质循环为种植在土壤中的植物所吸收、利用，保持了自然界的生态系统循环。因此，也称土地污水处理技术为自然生态处理技术。污水净化机理为土壤毛细的作用、土壤吸附、过滤作用、改性土壤的生物降解作用、土壤中植物摄取作用。

(2) 工作流程

污水原水经格栅、沉砂调节池对污水中的大块污物及无机颗粒物予以去除，并进行水质水量的均化、调节，调节池出水经提升进入地沟式土地渗滤处理系统，经布水系统将污水均匀地投配到渗滤处理单元中，在渗滤处理单元通过填料层的再分配，利用土壤毛细作用上升至周围介质层（改性土壤或植物根系区），经过土壤的物理、化学作用和微生物的生化作用，以及表层土壤中植物的吸收利用后，得到净化和除臭，净化后的水通过收集系统直接回用或排放。地沟式土地污水处理系统由三部分组成：A 配水系统；B 渗滤处理系统；经改良和加装填料的土壤处理模块为本工艺的核心处理段；C 出水收集系统。见图 4 所示。

(4) 工艺特点

①先进的生态水处理技术，无噪音、臭气的二次污染，处理系统可与周边环境融为一体，真正实现住宅区绿色、节能、环保的生态理念。

②运行费用低廉，仅为传统工艺运行费用的 1/5。

③可进行模块化分散处理设计，实现污水的就近处理，就近回用，在节约管网投资的同时，有利于农村管网的综合规划。

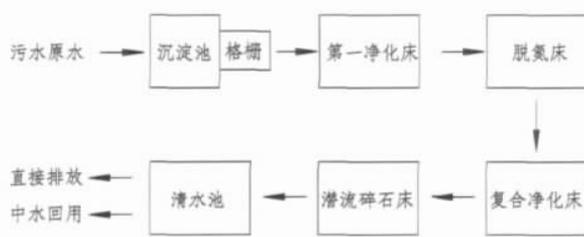


图4 地沟式土壤复合生态水处理流程图



图5 地沟式工艺模型侧视图

④抗冲击负荷能力强，系统运行稳定可靠。

⑤无需设备机房，节省土建投资费用。

⑥出水水质达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)和《城市污水再生利用景观环境用水水质》(GB/T18921-2002)所规定的水质标准。

(5) 技术经济分析

①投资

按照日处理水量该处理技术投资为 1500~2500 元/m³ 污水 (其中不包括污水管道敷设与土建投资), 根据处理规模, 100 户以上的取下限值。

②运行费用

如果可以合理利用地形高差形成重力流排水则没有运行费用; 否则按照每套系统设置两套污水提升泵考虑, 运行费用 0.08~0.15 元/m³ 污水。

③与其它技术相比较, 见下表。

二、存在的问题

1. 在选择农村生活污水处理工艺时应根据原水水质、排水量及处理应达到的程度, 当地的地形、气候等自然条件, 运行管理所需要的技术条件与资金储备情况, 可利用的场地面积和运行费用高低等情况选择合适的处理工艺。

2. 中国农村生活污水的治理工作起步较晚,

	地沟式生态处理技术	国内传统工艺处理技术
处理效果	1. BOD ₅ 、COD 去除率分别为 94.50%、88.95%。 2. 脱磷、脱氮效率分别为 96.52%、88.53%。 处理后的水质可达到:《污水综合排放标准》GB8978-1996 一级标准,《生活杂用水水质标准》GB18920-2002	1. BOD ₅ 、COD 去除率分别为 80%、75%。 2. 脱磷、脱氮效率分别为 70%、60%。 总磷 ≤ 0.5mg/L
投资 (不含管道、土建费用)	1500~2500 元/m ³ 污水	1800~3000 元/m ³ 污水
运行成本	0.08~0.15 元/m ³ 污水	0.50~0.80 元/m ³ 污水 不含每周更换的活性炭材料投资
电耗	0.05~0.10 度/m ³ 污水	0.25~0.7 度/m ³ 污水
占地	5~7.5m ² /m ³ ·d	0.85~1.20m ² /m ³ ·d
管理人员	1 人	>8 人
施工难易程度	容易	较难
管理情况	无污泥处理系统管理方便	有污泥处理系统管理较麻烦
环境卫生	无蚊蝇、无臭气	有噪音, 臭气污染问题, 易滋生蚊蝇

注: 本表中地沟式生态处理技术按照每套系统设置两套污水提升泵计算运行费用。

目前没有形成规模。其治理技术多借鉴国外已有技术, 并不完全适合国内。我国的科研机构自主研发的许多种类各异、技术先进的生活污水处理装置, 但对于农村而言, 高效、低投入、低运行成本的技术才真正为新农村建设所适用。

参考文献

[1] 高明远. 建筑中水工程. 北京: 中国建筑工业出版社, 1992
 [2] 姜湘山. 建筑小区中水工程. 北京: 机械工业出版社, 2003.8
 [3] 北京市城市节约用水办公室. 中水工程实例及评析. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003
 [4] 全国民用建筑工程设计技术措施. 北京: 中国计划出版社, 2003

(作者单位: 北京维拓时代建筑设计公司)