

广西农村生活污水治理 技术手册（试行）

2022年4月

目录



第 1 章 广西农村生活污水治理概况	001
1.1 广西农村生活污水特点.....	001
1.2 广西农村生活污水处理设施基本情况	003
第 2 章 广西农村生活污水治理技术要求	007
2.1 基本原则.....	008
2.2 污染源分析.....	009
2.2.1 实地调查.....	009
2.2.2 参考数值.....	010
2.3 农村生活污水收集系统.....	012
2.3.1 收集原则.....	012
2.3.2 收集方式.....	013
2.3.3 考虑因素.....	014
2.3.4 设计参数.....	015
2.3.5 选材要求.....	016
2.4 污水处理设施的布局和选址.....	017

2.5	农村生活污水治理模式.....	017
2.5.1	治理模式分类.....	018
2.5.2	治理方式的选择.....	020
2.6	污水处理设施出水排放要求.....	021
2.7	污水治理技术工艺选择.....	022
2.8	固体废物处理和处置.....	023
2.9	污水处理设施运维管理.....	023
第3章	农村生活污水处理单元.....	025
3.1	预处理单元.....	025
3.1.1	格栅池.....	025
3.1.2	调节池.....	026
3.1.3	隔油池.....	026
3.1.4	沉淀池.....	027
3.1.5	化粪池.....	027
3.2	生物处理单元.....	027
3.2.1	活性污泥法.....	028
3.2.2	接触氧化法.....	029
3.2.3	曝气生物滤池.....	031
3.2.4	厌氧处理设施.....	032
3.2.5	小型一体化设施.....	033
3.3	深度处理单元.....	034
3.3.1	人工湿地.....	035
3.3.2	稳定塘.....	037
3.3.3	土地处理.....	039
3.3.4	多级生态净化污水治理.....	040

第4章 农村生活污水治理组合工艺	042
4.1 考虑因素.....	043
4.2 选择原则.....	045
4.3 常用组合工艺.....	045
4.3.1 简单模式.....	045
4.3.2 常规模式.....	048
4.3.3 高级模式.....	050
第5章 农村生活污水处理设施运维管理	058
5.1 广西农村生活污水处理设施运行管理要求.....	058
5.2 广西农村生活污水处理设施运行技术要求.....	063
5.2.1 管网运维.....	063
5.2.2 终端设施运维.....	068
5.2.3 构筑物运维.....	069
5.2.4 动力设备运维.....	076
5.3 污水处理设施出水水质监测.....	077
5.3.1 监测频率和采样要求.....	077
5.3.2 监测项目.....	077
5.3.3 水质超标.....	078
第6章 农村生活污水治理技术案例	079
6.1 分散式治理技术.....	079
6.1.1 三格化粪池+庭院湿地系统.....	079
6.1.2 氧化槽一体化处理设施.....	080
6.1.3 厌氧+跌水曝气+人工湿地.....	081
6.2 集中式治理技术.....	084

6.2.1	预处理+一体化 A ² /O +人工湿地	084
6.2.2	预处理+生物接触氧化+人工湿地	088
6.2.3	生态处理+土壤渗滤	095
6.3	一体化设施处理技术	098
6.3.1	双效生物滤床	098
6.3.2	多级生态净化污水治理技术	100
6.3.3	一体化智能污水治理技术	104
6.3.4	生态水培工艺	106
6.3.5	MEFB 技术	110
6.4	生态种植处理技术	113
6.5	黑水分离化利用技术	114
6.5.1	黑白灰分流+庭院小湿地+氧化塘处理	114
6.5.2	黑白灰分流+末端灌溉处理	116
6.5.3	三水分离+跌水充氧+陶瓷潜流人工湿地逐级处理+ 黑水资源化利用	117
6.6	自然处理技术	120
6.7	纳管进厂处理	122

第 1 章 广西农村生活污水治理概况

1.1 广西农村生活污水特点

农村生活污水是指农村居民生活所产生的废水，主要包括厨房、洗涤、厕所粪污等排水。在水质特征方面，农村生活污水有以下特点：①分布较分散、涉及范围广、随机性强、防治困难、管网收集系统不健全、粗放型排放、污水处理设施村屯覆盖率低；②农村生活污水浓度低，变化大；③大部分农村生活污水的性质相差不大，水质波动大，可生化性强；④厕所排放的污水水质较差，但可进入化粪池用作肥料。在水量特征方面，一般农村的生活污水量都比较小，除小城镇外，农村人口居住分散，用水量相对较少，产生的生活污水量也较小。

综合考虑区域经济发展程度水平、自然条件特征等因素，一般将广西分为桂南、桂北、桂中、桂东、桂西等五大地区。桂南地区包括南宁、北海、钦州、防城港 4 个市，区域面积 43 233 km²，丘陵、平原、山地分别占区域面积的 21%、19%、17%，总体地势较平缓。该地区光、热、水、土条件较好，是广西重要的农业生产基地。桂北地区主要指桂林市，区域面积 27 667 km²，占广西土地总面积的 11.7%，区域内石灰石分布广泛，地势南低北高，群山起伏，丘陵绵延，江河纵横，大小盆地错落其间。桂中地区包括柳州、来宾 2 个市，区域面积 32 008 km²，占广西土地总面积的 13.4%，为低山丘陵区，地貌类型以山地、丘陵为主。桂东地区包括梧州、贺州、玉林、贵港 4 个市，毗邻珠三角地区，区域面积 47 765 km²，占广西土地总面积的 20.2%，区域内地貌类型复杂多样，山地、丘陵、台地、谷底、平原等

均有分布，且丘陵、台地分布较广，以土山为主。桂西地区包括河池、百色、崇左 3 个市，区域面积 87 009 km²，占广西土地总面积的 36.8%，处于云贵高原向丘陵过渡地带边缘，地势由西北向东南倾斜，山岭连绵、坡高地陡，岩溶地貌特征突出，一半以上的面积为岩溶山地。该区域内的居住地相对分散，少数民族人口多，农村生态环境脆弱。

广西农村生活污水有以下特点：

一是点多、面广、规模小。广西农村地域面积大，桂北、桂中地区丘陵、山地居多，村庄分散，集中统一供水的成本和难度较高，单村供水工程是主要供水设施。

二是污水来源构成复杂。农村生活用水来源分为自来水、井水、河水及山泉水。农村地区的洗浴、冲厕用水由自来水、河水及山泉水构成，产生的污水部分未经处理直接排入河道。除日常生活污水外，养殖废水及农家乐、饭店产生的废水也是污水的重要组成部分。

三是用水地域差异性较强。城郊的村庄用水量与污水产生量较山区高，很多偏远的山区农村，由于人口居住分散，常住人口少，用水量相对较少，产生的生活污水量也较小。

四是水量波动大、水质变化大。农村居民生活规律相近，导致农村生活污水排放量早晚比白天大，夜间排水量小，甚至可能断流，水量变化非常明显。由于广西部分县（市、区）大力发展乡村旅游，不少农村有大量农家乐、饭店和民宿，这些也会造成旺季和淡季的水质、水量发生急剧变化。

五是农村建设缺乏合理的总体布局规划。广西农村地区的房屋基本都属于自建房，大部分村屯未进行雨污分流，污水管网布局与施工较难，部分偏远村落及已治理的村内仍有农户因接管困难、偏远等原因，无法纳管，这些农户的生活污水，基本为就近排入明沟或暗渠，有的就近直接排入溪、河，或者直接泼洒，使其自然蒸发或渗入土壤，对周边的生态环境造成了一定的影响。

1.2 广西农村生活污水处理设施基本情况

农村生活污水治理是一项改善农村人居环境的重要任务，也是一项重要的民生工程，同时还事关实现乡村振兴战略。党中央、国务院高度重视农村人居环境改善工作，习近平总书记多次作出重要指示批示，强调因地制宜做好厕所下水道管网建设和农村污水处理，不断提高农村人居环境。近年来，广西各级部门认真贯彻落实党中央、国务院关于农村环境保护工作的决策部署，不断深化“以奖促治”政策，强化组织领导，加大资金投入，严格监督考核，指导和推动各地开展以农村生活污水治理为主的农村环境综合整治，优先解决农村群众最关心、最直接、最现实的突出环境问题，重点治理环境敏感区、污染严重区和村庄密度较高、人口较多的地区，兼顾其他区域，梯度推进。

在治理模式方面，广西农村生活污水收集处理主要包括纳入城镇污水管网统一处理、集中处理和分散处理3种模式。其中，离城镇较近的村庄，可采取将污水纳入城镇污水管网统一处理模式；离城镇较远且人口较多的村庄，可采取集中处理模式，建设污水集中处理设施；离城镇较远且人口较少的村庄，可采取分散处理模式，建设分散式污水处理设施。

在工艺类型方面，广西各地农村地区自然地理条件、气候、经济发展水平、生活习惯等均不相同，单纯的好氧、厌氧、生态等技术均具有一定的局限性，因此农村生活污水处理设施的建设要因地制宜选择优势互补的工艺，满足农村污水不同的治理需求，提高处理效率，处理构筑物和设备应简单、经济，以降低运行成本和减少占地面积。广西农村生活污水处理工艺类型多为各类厌氧和好氧工艺组合，各类型占比见图1-1。农村生活污水治理具体使用的工艺主要包括厌氧生物膜池、生物接触氧化池、活性污泥法、膜生物反应器技术、人工湿地、土壤渗滤法、稳定塘、氧化沟等8种。8种工艺的特点、优缺点及适宜性详见表1-1。各地区应根据当地实际情况选择不同的处理工艺及组合。农村生活污水的治理模式要充分考虑是否体现因地制宜和

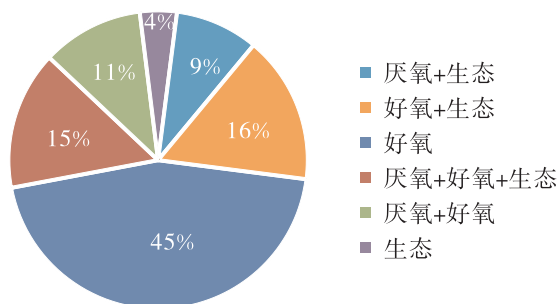


图 1-1 广西农村生活污水处理设施工艺类型占比

农村特点,是否经济实用,以及建设成本和后期运行维护(以下简称“运维”)成本。当前阶段,根据农村不同区位条件、村庄人口聚集程度、污水产生规模、排放去向和人居环境改善需求,广西已逐步开展采用生态化、资源化、低成本的农村生活污水治理模式,逐渐减少采用动力或膜处理工艺。

表 1-1 广西农村生活污水处理工艺概述

序号	工艺类型	特点描述	优点	缺点	适宜性
1	厌氧生物膜池	通过在厌氧池内填充生物填料,强化厌氧处理效果的厌氧生物膜技术。污水中大分子有机物在反应池中被分解为小分子有机物,有效降低后续处理单元的有机污染负荷,提高污染物去除效果	投资少、施工简单、无动力运行、维护简便;可采用地理式,美化地面环境	对氮、磷基本无去除效果,须接后续处理单元进一步处理后才能排放	适用于经济条件一般、技术要求和环境要求不高的村庄
2	生物接触氧化池	生物接触氧化池是生物膜法的一种。其特征是池体中填充填料,污水浸没全部填料,通过曝气充氧,使氧气、污水和填料三相充分接触,填料上附着生长的微生物可有效去除污水中的悬浮物、有机物、氨氮和总氮等污染物	结构简单,占地面积小;污泥量少;对水质、水量波动的适应性强;操作简便,较活性污泥法动力消耗少,对污染物去除效果好	加入生物填料导致建设费用增加;可调控性差;对磷的处理效果较差	适用于经济条件较好、技术要求和环境要求较高的村庄

续表

序号	工艺类型	特点描述	优点	缺点	适宜性
3	活性污泥法	活性污泥法具有多种不同工艺, 各类活性污泥法均具有相当高的有机污染物去除效率。适合农村生活污水处理的活性污泥法有顺序批式活性污泥法 (SBR)、厌氧-好氧活性污泥法 (A/O)、厌氧-缺氧-好氧活性污泥法 (A ² O) 等	工艺变化多且设计方法成熟, 可根据处理目的灵活选择工艺流程及运行方式, 获得满意的处理效果	构筑物数量多, 流程长, 运行管理难度大, 运行费用高	适用于有一定经济承受能力的农村地区的多户污水处理设施或污水处理站
4	膜生物反应器技术	以分离膜 (通常采用超滤膜) 为过滤介质, 将生物降解反应与膜分离技术相结合, 在一个反应器内完成生物反应和固液分离过程	处理效率高, 出水水质好, 设备紧凑, 占地面积少, 抗冲击负荷能力强	投资费用偏高, 膜需定期更换	适用于有一定经济承受能力、对水质要求高的地区
5	人工湿地	人工湿地技术是模仿天然湿地生态自净效应的一类污水处理工程净化技术, 将污水有控制地投配到土壤-植物-微生物构成的复合系统中。污水在该系统内沿一定方向流动, 在土壤和耐湿植物联合作用下得到净化处理	投资费用少, 运行费用低, 维护管理简便, 水生植物可以美化环境, 调节气候, 增加生物多样性	污染负荷低, 占地面积大, 设计不当容易造成堵塞, 处理效果受季节影响	适合在资金短缺、土地面积相对广阔的农村地区应用
6	土壤渗滤法	土壤渗滤处理系统是一种人工强化的污水生态工程处理技术, 它充分利用在地表下面的土壤中栖息的土壤微生物、植物根系及土壤所具有的物理、化学特性将污水净化, 属于小型的污水土地处理系统	结构简单, 出水水质好, 投资成本低, 无能耗或低能耗, 运行费用少, 维护管理简便	污染负荷低, 污水进入前需进行预处理, 占地面积大, 处理效果随季节波动	适合资金短缺、土地面积相对广阔的农村地区

续表

序号	工艺类型	特点描述	优点	缺点	适宜性
7	稳定塘	稳定塘是经过人工修整,设置了围堤和防渗层的池塘。这种技术主要依靠水生生物自然净化原理降解污水中的有机污染物	结构简单,出水水质好,投资成本低,无能耗或低能耗,运行费用少,维护管理简便	污染负荷低,污水进入前需进行预处理,占地面积大,处理效果随季节波动大,塘中水体污染物浓度过高时会产生臭气和滋生蚊虫	适用于中低污染物浓度的生活污水处理;适用于有山沟、水沟、低洼地或池塘,土地面积相对广阔的农村地区
8	氧化沟	氧化沟因其构筑物呈封闭的环形沟渠而得名,是活性污泥法的一种变形。氧化沟通常按延时曝气运行,以延长水和生物固体的停留时间,降低有机污染负荷。氧化沟通常使用卧式或立式的曝气和推动装置,向反应池中的混合液传递水平速度和溶解氧	一般不设初沉池,运行维护简单、投资较少;剩余污泥量少,处理效果好	长污泥龄运行有时出现水中悬浮物较高,影响出水水质;相对其他好氧生物处理工艺,传统氧化沟的占地面积大、耗电高于曝气池	适用于有一定经济承受能力、对水质要求较高的地区

第2章 广西农村生活污水治理技术要求

目前,国家和广西已发布了农村生活污水治理技术规范、污染物排放标准和技术指南等多个指导性文件,分别对农村地区污染物排放,污染物治理技术、治理模式和运行维护等方面做了相应的规定,初步形成了农村生活污水治理技术规范体系。

其中,《农村人居环境整治三年行动方案》《农业农村污染治理攻坚战行动计划》《关于推进农村生活污水治理的指导意见》等文件对农村生活污水治理的目标、重点区域和治理模式提出了基本要求;《广西农业农村污染治理攻坚战实施方案》《广西农村生活污水治理实施方案》等文件,结合广西实际情况进行了细化扩展,持续培育一批农村生活污水治理示范县、示范村;《县域农村生活污水治理专项规划编制指南(试行)》指导各地以县为单元,编制农村生活污水治理专项规划,推动农村生活污水治理统一规划、统一建设、统一运行、统一管理。近年来,广西各地紧紧围绕改善农村人居环境、确保农村生活污水处理设施正常运行、持续发挥功效的基本目标,通过现场调研、实地考察、广泛收集资料和充分征求各方意见的方式,完成了以县为单元编制农村生活污水治理专项规划。《农村生活污水处理设施水污染物排放控制规范编制工作指南(试行)》确定了农村生活污水治理标准控制指标,明确了污染物排放限值、尾水利用及采样检测等细化要求;广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/2413—2021)为农村生活污水排放制定了标准,解决了一直困扰农村生活污水治理工作的一大瓶颈问题。

2013年原环境保护部发布的《农村生活污水处理项目建设与投资指南》规范环境保护和污染治理工程建设与投资工作。住房和城乡建设部发布的

《农村生活污水处理工程技术标准》(GB/T 51347—2019)规范了农村生活污水处理设施的设计、建设和运行维护管理,提高了农村生活污水治理的标准化水平。生态环境部土壤生态环境司和中国环境科学研究院编著的《农村生活污水治理技术手册》,立足我国农业、农村、农民实际情况,考虑不同区域差异,注重将污水治理与生态建设、生产实际相结合,分类总结治理模式和工艺技术,加强生活污水源头减量和尾水回收利用,有效与农村改厕有效结合。《广西农村环境综合整治项目管理办法》《广西农村环境综合整治技术指南》《广西农村生活污水处理技术指南(试行)》《广西农村生活污水处理设施运行维护管理办法(试行)》等指导文件,分别对农村地区污染治理技术、治理模式、运行维护等方面做出了相应的规定,进一步落实农村生活污水治理工作,提出农村生活污水治理的总体要求、基本原则和重点任务。

结合上述文件,本章将进一步介绍国家和广西对农村生活污水治理的基本原则、收集系统建设,以及治理技术模式选择的基本要求。

2.1 基本原则

(1) 科学规划,统筹安排。

结合生态保护红线、村庄规划、水环境功能区划、给排水、改厕和黑臭水体治理等工作,充分考虑农村经济社会状况、生活污水产排规律、环境容量、村民意愿等因素,以污水减量化、分类就地处理、循环利用为导向,科学规划和安排农村生活污水治理工作。注重农村生活污水治理与生活垃圾治理、“厕所革命”、农村黑臭水体治理等统筹规划、有效衔接。

(2) 突出重点,梯次推进。

坚持短期目标与长远规划相结合,既尽力而为,又量力而行。综合考虑现阶段城乡发展趋势、财政投入能力、农民接受程度等,农村生活污水治理和农村黑臭水体治理统筹推进,合理确定污水治理任务目标。优先整治农村黑臭水体集中区域,生态环境敏感、人口集聚、发展乡村旅游及水质需改善

控制单元范围内的村庄，通过试点示范不断探索，梯次推进，全面覆盖。

（3）因地制宜，分类治理。

综合考虑村庄自然禀赋、经济社会发展状况、污水产排状况、生态环境敏感程度、接纳水体环境容量等，科学确定本地区农村生活污水治理方式。条件允许或对污水排放有严格要求的地区，可以采用建设污水处理设施的方法确保达标排放，其他地方要充分借助当地的地理自然条件、环境消纳能力，结合农村改厕推进农村污水治理。条件较好的地区可以加快推进，乡村振兴任务重的市县能做则做、需缓则缓，不搞“一刀切”“齐步走”。

（4）建管并重，长效运行。

坚持先建机制、后建工程，推动以县级行政区域为单元，实行农村生活污水治理统一规划、统一建设、统一运行、统一管理。鼓励规模化、专业化、社会化建设和运行管理。有条件的地区，探索建立污水治理受益农户付费制度和多元化的运行保障机制，确保治理长效。

（5）经济实用，易于推广。

充分调查农村水环境质量、污水排放现状和治理需求，考虑当地经济发展水平、污水产生规模和农民生产生活习惯，综合评判农村生活污水治理的环境效益、经济效益和社会效益，选择技术成熟、经济实用、管理方便、运行稳定的农村生活污水治理手段和途径。

（6）政府主导，社会参与。

强化地方政府主体责任，加大财政资金投入力度，引导农民以投工投劳等方式参与设施建设、运行和管理，鼓励采用政府和社会资本合作（PPP）等方式，引导企业和金融机构积极参与，推动农村生活污水第三方治理。

2.2 污染源分析

2.2.1 实地调查

农村生活污水排放量应根据实地调查数据确定。农村生活污水排放量与

地理位置、供水设施的完善程度、改厕模式、经济发达程度、季节及农村居民的用水习惯等因素相关，需要根据不同区域实地调查结果确定。从基础调查入手，采用典型农户抽样监测的方法，确定村庄人均排污系数。具体抽样监测方法如下：

（1）抽样比例。

农村生活污水排放量与农村居民的生活习惯、居住时段、季节等因素密切相关。抽样比例不低于污水收集区域农户总户数的 10%，且抽样人口数不低于区域总人口的 10%。

（2）排水收集。

调查区域居住人口数量随季节、节假日等时期的变化规律。收集区域农户数、用水特点、用水量等信息。按代表性时期确定分类抽样次数。排水取样的收集时间从早上 6 点开始至晚上 12 点结束（具体按当地作息时间调整），每次连续采样收集 3 天。在样本农户排污口处放置收集水桶，分别收集厨房废水、洗浴污水、洗涤废水、三格化粪池出水等，收集完成后，将样本农户的各类污水混合，测量水量，并做好记录。

（3）水质检测。

将所有样本农户的水样混合均匀后采集样品，送到有检测资质的单位进行水质检测。每天早上取样 1 次，连续取样 3 天。

（4）核算排污量。

统计样本农户人口数，以排水量和污染物浓度核算排污量，确定人均排污系数。按照确定的代表性排污时期，测定出各代表性时期的排污系数，形成排污系数区间，作为工程设计的依据。

2.2.2 参考数值

具体工程水量的设计值应把农户实际产生的污水排放量作为依据，在没有调查数据的地区，可参照《广西农村生活污水处理技术指南（试行）》排

水量数值和排放系数确定，不同区域农村人均生活用水量和污水排放系数指标参考值见表 2-1。根据相似工程经验，并考虑当地排水系统建设程度、用水习惯和用水条件等因素，参考 2013 年原广西环境保护厅印发的《“美丽广西·清洁乡村”“清洁水源”专项活动技术指南（试行）》中村民人均产生污水设计黑水和灰水的水量（见表 2-2）。

表 2-1 广西不同区域农村人均生活用水量和污水排放系数参考值

区域	人均生活用水量 [升/(人·天)]	污水排放系数
桂东、桂南	80 ~ 120	0.6 ~ 0.7
桂中、桂北	60 ~ 100	0.5 ~ 0.6
桂西	50 ~ 80	0.4 ~ 0.6

表 2-2 农村居民人均生活黑水和灰水

产生量参考值

单位：升/(人·天)

类型	黑水	灰水	生活污水（黑水、灰水的混合水）
农村（人口 ≤ 5 000 人）	20	45 ~ 110	80 ~ 100

农村生活污水污染物浓度低、种类简单，其中有机物含量大是其主要的特点。农村生活污水含有较多的合成洗涤剂及细菌病毒、寄生虫卵等，有机物和氮磷浓度较高，重金属和有毒有害物质含量较少，水质波动较大。农村污水排放较为分散，且缺少收集设施，随着雨水的冲刷，地表径流至河道、湖泊、沟渠、池塘、水库等地表水体、土壤和地下水。污水水质因来源和时段不同而差异较大。受经济发展程度、生活习惯及季节的影响，不同时间段的污水水质不同。参照 2013 年原广西环境保护厅印发的《广西农村生活污水处理技术指南（试行）》，不同区域农村生活污水水质指标参考值见表 2-3。农村黑水和灰水的水质见表 2-4。

表 2-3 广西不同区域农村生活污水水质指标参考值

区域	pH 值	化学需氧量 (COD_{Cr}) (mg/L)	生化需氧量 (BOD_5) (mg/L)	氨氮 ($\text{NH}_3\text{-N}$) (mg/L)	总磷 (TP) (mg/L)
桂东、桂南	6.5 ~ 8.0	90 ~ 350	50 ~ 210	20 ~ 30	1 ~ 4
桂中、桂北	6.5 ~ 8.0	100 ~ 400	55 ~ 240	20 ~ 35	1 ~ 4
桂西	6.5 ~ 8.0	110 ~ 450	60 ~ 260	20 ~ 35	1 ~ 5

表 2-4 农村生活黑水和灰水水质

单位: mg/L

指标	黑水	灰水	生活污水(黑水、灰水的混合水)
COD_{Cr}	1 000 ~ 2 000	150 ~ 250	205
$\text{NH}_3\text{-N}$	120 ~ 180	7 ~ 25	50
TP	20 ~ 60	0.3 ~ 4	5.5

2.3 农村生活污水收集系统

2.3.1 收集原则

(1) 坚持因地制宜,集中处理与分散处理相结合,科学规划污水收集系统。对农村布局分散、被自然河道或山体分割成几部分的地区,应按照经济合理的原则,选择适度分散的方式。

(2) 污水管渠系统应根据农村的自然地势,以重力流为主,避免或减少设置中途提升泵。确有必要设污水提升泵站时,泵站土建宜按远期规模设计建设,水泵机组可接近期规模配置。小型污水泵站可采用一体化泵站。集水池可利用自然坑塘。

(3) 污水收集管渠的布置。对于长期形成的自然村庄依地形地貌进行管渠的布置,尽量利用村庄的边沟、自然沟渠及管道相结合的方式进行敷设。对新规划建设新农村居住区,应结合基础设施建设进行排水管网规划。

(4) 污水管网的主干管(输送管线)、干管(收集管线)、支管和接户管应同步建设,高度重视支管和接户管建设,确保污水处理设施进水的水质和水量。

(5) 统筹改厕与污水收集处理。推行“厕所分户改造、污水集中处理”

与单户粪污分散处理相结合的方式。采用水冲厕的地区，需配备化粪池，并对化粪池出水进行收集、利用和处理，根据污水产生量、利用情况和村庄布局，确定是否建设统一收集管网；采用旱厕的地区，应结合实际，做好粪污利用和定期清理，避免粪污下渗和直排。

2.3.2 收集方式

对生活污水和雨水所采取的收集方式，一般可分为分流制和合流制两种。原则上新建农村生活污水项目的排水应采用分流制。某些已经采用合流制的村庄，近阶段可采用截流式合流制，有条件时过渡到完全分流制。

采用截流式合流制排水系统，应在进入处理设施前的主干管上设置截流井或其他截流措施，晴天的污水和下雨初期的雨污混合水输送到污水处理设施处理达标后才能排放，混合污水超过截流管输水能力后溢流排入自然水体。

(1) 分流制。

设置单独的污水收集管网，雨水通过沟渠、管道或地表径流等就近排入自然水体。生活污水通过管道进入污水处理设施处理达标后排放或回用；雨水通过沟渠或地表径流后进入自然水体（见图 2-1）。

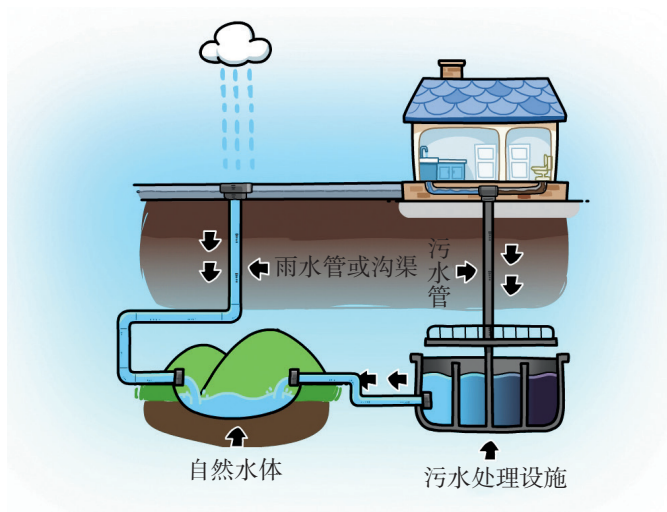


图 2-1 分流制收集方式示意图

(2) 合流制。

指用同一管渠收纳生活污水和雨水的排水方式。直流式将管渠系统就近向受纳水体敷设，混合的污水未经处理直接流入水体。截流式将混合污水一起排向截流干管，晴天时污水全部送到污水处理系统，雨天时，混合污水水量超过一定数量，超出部分通过溢流排入自然水体（见图 2-2）。

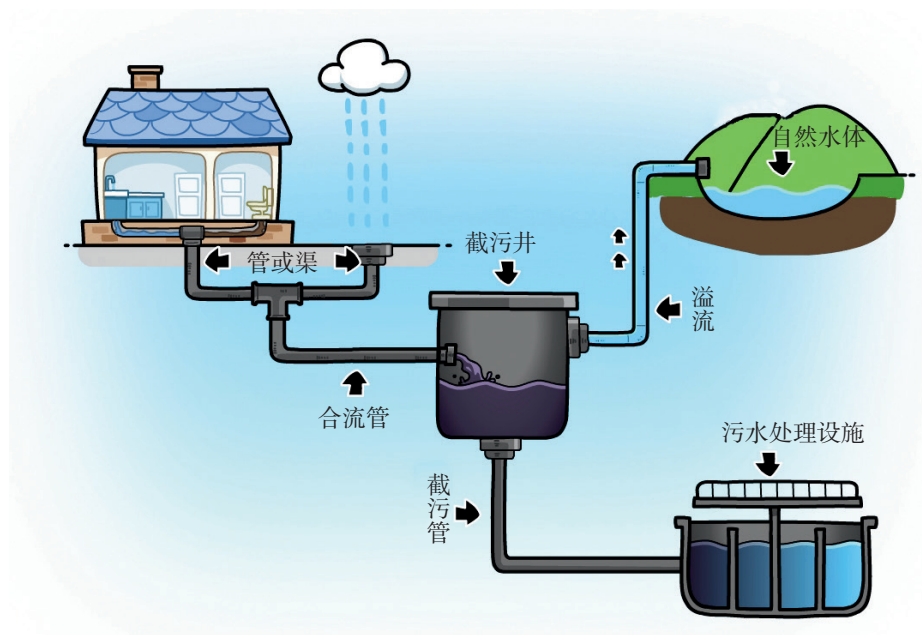


图 2-2 截流式合流制收集方式示意图

2.3.3 考虑因素

污水收集系统建设，需要考虑以下因素：

(1) 污水排放量 $\leq 0.5 \text{ m}^3/\text{d}$ ，服务人口为 5 人以下的农户，宜采用单户（庭院）收集系统；污水排放量 $\leq 5 \text{ m}^3/\text{d}$ ，服务人口为 100 人以下的农村，宜采用分散收集系统；地形坡度 $\leq 0.5\%$ ，污水排放量 $\leq 300 \text{ m}^3/\text{d}$ ，服务人口为 200 人以上的农村人口密集地区，宜采用集中收集系统。

(2) 人口分散、经济欠发达的地区，可采用边沟和自然沟渠收集污水；

人口密集、经济发达、建有污水排放基础设施的地区，可采取合流制方式收集污水。

(3) 位于城镇污水处理系统服务半径以内的村庄，可建设污水收集管网，纳入市政污水处理系统统一处理。

(4) 收集系统建设投资与污水处理设施建设投资比例高于 2.5 : 1 的地区，原则上不宜建设集中收集管网。同时，污水收集系统需合理利用现有沟渠和排水系统。

2.3.4 设计参数

(1) 排水系统应根据农村总体规划和建设情况统一布置，分期建设。排水管渠断面尺寸应按远期规划的最高日最高时流量设计，按现状水量复核，并考虑农村远景发展的需要。对不确定因素较多的项目，应加强实地踏勘、现场调查。

(2) 管渠平面位置和高程，应根据地形、土质、地下水位、道路情况、原有的和规划的地下设施、施工条件及养护管理方便等因素综合考虑确定。排水干管应布置在排水区域内地势较低或便于雨污水汇集的地带。排水灌渠宜沿村镇道路敷设，并与道路中心线平行，一般设在快车道以外。管渠高程设计除考虑地形坡度外，还应考虑与其他地下设施的关系及方便与接户管连接。

(3) 应保证污水管道和附属构筑物的密实性，防止污水外渗和地下水入渗。

(4) 当排水管渠出水口受水体水位顶托时，应根据地区重要性和积水所造成的后果，设置潮门、闸门和泵站等设施。

(5) 满足 0.7 m 敷土要求，应按照规范要求的坡度放坡；超过一定深度（如 6 m），可考虑设置提升泵站。

(6) 污水管道管径一般不宜小于 200 mm，污水管道依据地形坡度敷设，

坡度不应小于 0.4%，以满足污水重力自流的要求，同时应防止因地形坡度过大而冲刷管道，使管道露出地面。

(7) 卫生间冲厕排水管管径不宜小于 100 mm，坡度宜取 0.7% ~ 1.0%；生活洗涤水排水管管径不宜小于 50 mm，坡度不宜小于 2.5%；管道在车行道下埋深度不宜小于 0.70 m。

(8) 污水管道敷设应尽量避免穿越场地、公路和河流，长距离输送污水管道和暗渠应设检查井，间距 70 m 内或转弯处应设置检查井。

(9) 明渠和盖板渠的底宽，不宜小于 0.15 m。用砖或混凝土块铺砌的明渠可采用 1 : 0.75 ~ 1 : 1 的边坡。

(10) 由于农户排水量小且排水集中在几个时段，当有大块悬浮物进入管道时，往往会沉积而造成管道堵塞，因此，宜安装滤网，同时增加管道的坡度。

(11) 在地势不允许的条件下可采用压力排水或真空排水。

(12) 严禁采用渗水井、渗水坑等排水方式，防止地下水受到污染。

(13) 应在污水排入管网前设置化粪池、沼气池等进行预处理，并在化粪池、沼气池适当位置设置粪便取运口，以便将粪便作为农家肥利用。

(14) 管道最好埋非机动车道下，管道的最小覆土厚度根据外部负荷和管材强度等确定。在机动车道下，不宜小于 0.70 m。在绿化带或庭院内的管道覆土厚度可根据实际情况酌情减小，但应不小于 0.40 m，且不得高于土壤冰冻线以上 0.15 m。

2.3.5 选材要求

(1) 农村生活污水排水管道管材选取应遵循性能可靠、工程造价合理、便于施工和维护的原则，并充分考虑管道沿线的地质条件。

(2) 农村生活污水收集管道的管材原则上应采用塑料排水管（包括 PVC 管、HDPE 管、PE 管等）。在地质条件较差的地区，如果技术和经济条件也

较差，可选择球墨铸铁管。

(3) 当管径大于等于 300 mm 时，应优先选用性价比较高的 HDPE 双壁波纹管或 PE 管，管道环刚度大于 8 kN/m^2 。

(4) 管道系统配置的检查井宜选用优质成品检查井，以保证管道建设质量，缩短施工周期。管道与检查井宜采用柔性连接方式。

2.4 污水处理设施的布局和选址

农村生活污水处理设施的布局应符合国家有关规定和当地规划要求。按照县域总体规划、城镇污水处理设施建设规划、城镇总体规划、村庄规划、乡村旅游规划、中小流域治理规划和水功能区划等要求，确定治理模式。污水收集管道应利用原有的地势高差，优先考虑重力自流，尽量减少动力成本。尽量不拆迁，少占地，沿现状道路敷设。选择集中处理模式的，要进行污水管网的定线。农村生活污水处理设施终端和排放口的选址，应远离水源保护区、自然保护区的核心区和缓冲区等环境敏感区；应选择在居住区的下游和夏季主导风向的下方；宜选交通、运输及供水供电较方便，有可用地且少拆迁处，按规划期规模控制，节约用地；不宜靠近民房、学校及医院等敏感建筑；考虑地理位置、自然水位，不宜设置在低洼易涝区；应符合国家现行相关标准的规定，通过适当选址或采取措施满足设施的防洪、防灾等方面的要求。广西农村生活污水处理设施选址不得占用基本农田，应利用荒地和公共用地建设。其他要求参照《室外排水设计标准》(GB 50014—2021)有关规定执行。

2.5 农村生活污水治理模式

农村生活污水处理设施应按村庄建设规划和区位特点，在对农村生活污水处理设施的建设、运行、维护及管理进行综合经济比较和分析基础上，因地制宜采取适合本地区的污染治理与资源利用相结合、工程措施与生态措施相结合、集中处理与分散处理相结合的建设模式和处理工艺，并优先考虑资源化利

用与农业生产结构结合，提高污水资源化利用水平，降低末端治理成本。

2.5.1 治理模式分类

我国农村生活污水治理方式大致分成3种模式，即纳管治理模式、集中治理模式和分散治理模式。在农村生活污水治理方面，规定有条件的城镇将污水集中处理设施和服务向农村延伸，将农村社区和城镇周边村庄纳入城镇污水集中处理体系，从而推进城乡环境基础设施共建共享。根据农村的地理位置、居民集中程度、地形地貌状况，分3种模式对农村污水进行收集处理（见表2-5）。根据污水产生量、家庭户数，农村生活污水治理方式又分为单户分散型、单村集中型、连片集中型（见表2-6）。

表 2-5 农村污水收集模式

纳管治理模式	适合于与城镇相距 3 km 左右，人口集中，地理和施工条件都满足输送污水至城镇污水处理厂的农村地区
集中治理模式	村村距离小于 3 km
分散治理模式	村村距离大于 3 km

表 2-6 农村生活污水治理方式

工程类型	污水产生量 (m^3/d)	家庭数 (户)	人口数 (人)	距离要求
单户分散型	≤ 5	1 ~ 10	< 100	原位就地处理
单村集中型	5 ~ 300	10 ~ 500	100 ~ 2 500	村村距离 > 3 km
连片集中型	> 300	> 500	2 500 ~ 1 000	村村距离 < 3 km

(1) 纳管治理模式。

纳管治理模式是在农村敷设污水管网，将各住户排放的生活污水收集并输送至邻近的城镇污水管网（或污水处理厂）。

这种模式只需建设农村生活污水收集系统和输送系统，村庄内所有生活污水经管道收集后，统一接入临近城镇污水管网，利用城镇污水处理厂统一处理。项目建成后的日常工作主要是对污水管网进行维护，没有污水处理厂

的运行管理要求，具有总投资少、工期短、见效快、统一管理方便等特点，适用于与城镇相距 3 km 左右，符合高程接入要求的村庄进行污水处理。该模式通常在靠近城镇、经济基础较好的农村地区采用。

（2）集中治理模式。

集中治理模式是在农村地区敷设污水管道或污水暗渠，将各住户排放的生活污水收集起来，在农村规划区范围内选址建设集中的污水处理设施。

该模式需建设污水收集系统和污水处理设施，适用于居住区相对集中的农村地区，如相对集中居住的单个自然村或相邻的几个自然村的生活污水收集。村庄污水的集中收集与处理系统应因地制宜，灵活布置，审慎决策。选择这一模式时，应根据本地区自然地理情况，尽可能减少管网长度，以节省管网建设资金和减少管网维护工作量。

污水的收集应符合《村庄整治技术标准》(GB/T 50445—2019)、《镇(乡)村排水工程技术规程》(CJJ 124—2008)等相关规定。通过管道收集生活污水后，在村庄内就近建设集中污水处理设施。集中治理模式具有占地面积小、抗冲击能力强、运行安全可靠、出水水质好等特点，适用于污水排放量较大、人口密度大、布局相对密集、规模较大、具有配套收集管网的村镇企业、旅游发达的平原地区的单村或联村进行污水处理，一般要求日产生污水量 5 吨以上。对于由河流和国道、省道隔开或地势分开的村庄，可分片建设多套污水收集管网和处理设施；对于地理上相邻的多个村庄，可各建污水收集管网，合建一套污水处理设施。

（3）分散治理模式。

分散治理模式是按地势、地形特点将农村居民分为几个片区，各片区内敷设污水管道或污水暗渠来收集居民排放的生活污水，并分别就近建设污水处理设施。

该模式要建设污水收集系统和数座污水处理设施。污水收集分区进行，各片区的污水主干管长度较短，埋深较浅，管网工程造价相对较低。由于污

水处理设施数量增加，运行管理的技术要求和成本相对增加，因此这种模式适用于居住片区相对分散、地形复杂的农村地区，如偏僻的单户或相邻几户农户的生活污水收集。这种模式一般要求日产生污水量小于 5 m^3 。

分散式污水处理设施设置在农户周边，相邻农户的化粪池可单建，也可合建，在单户收集系统基础上，将 2 ~ 5 户的污水用管道引入污水处理设施。污水的收集应符合《村庄整治技术标准》(GB/T 50445—2019)、《镇(乡)村排水工程技术规程》(CJJ 124—2008)等相关规定。

2.5.2 治理方式的选择

在选择农村生活污水治理技术路线时，应优先选择建设管网纳入城镇污水处理系统，充分发挥县城及乡镇已建污水处理设施的规模处理效应。

根据 2013 年原环境保护部印发的《农村生活污水处理项目建设与投资指南》，农村集中污水处理厂与建设集中式小型污水处理设施费用为因变量，需要对两种方式进行比较。参考广西同类工程投资概算，以输送距离为自变量，从建设延伸管道纳入城镇污水处理系统的成本角度考虑。采用纳管处理模式与城镇污水管网的距离，建议参见图 2-3。

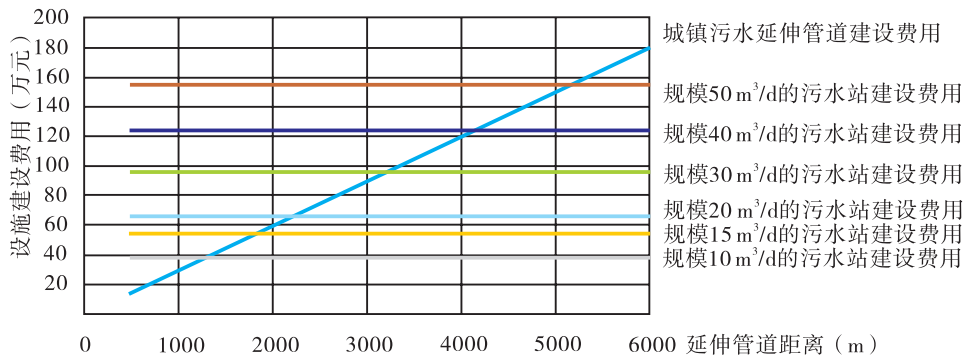


图 2-3 建设城镇污水处理系统延伸管道与集中式污水处理设施经济性比较

根据上述比较，相对于集中治理模式，纳管治理模式具有投资少、施工周期短、见效快、统一管理方便等优点，且综合考虑在城镇化进程下的城镇周边村庄，大多具有用地较紧张的特征，因此城镇周边符合建设条件的农村

应优先考虑采用纳管处理模式。但从施工难度、建设成本和运行可靠性的角度考虑，采用纳管治理模式的农村与市政污水管网的距离不宜太远，具体可根据实际情况按表 2-7 所示进行选择。

表 2-7 采用纳管治理模式的农村与城镇污水管网的距离

建设规模 (m ³ /d)	与离城镇污水管网最远距离 (km)
10	1.2
15	1.8
20	2.2
30	3.2
40	4.1
50	5.1

分散治理模式是指因地形、地势或其他原因污水不能集中纳管处理的村庄、农户，单户或几户采用小型污水处理设施或自然处理形式治理生活污水。该治理模式布局灵活、施工简单、管理方便，具有一定的水质净化能力，不需要较大规模的配套管网，适用于人口密度稀少、地形条件复杂、管网难以统一施工，不适合集中处理生活污水的村庄、农户。在这些地区，村庄人口密度小，建设集中收集管网的成本较高，而建设的农村污水分散处理设施不受传统房屋建筑限制，小巧灵活、便捷。具体工艺包括一体化污水处理设备、人工湿地、稳定塘、净化沼气池等，处理出水水质能达到广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》的要求。

2.6 污水处理设施出水排放要求

为了更好推进广西农村开展生活污水治理，有效改善农村人居环境，应执行广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/2413—2021)。设施出水排放要求根据农村不同区位条件、村庄人口聚集程度、污水产生规模、排放去向和人居环境改善需求，按照分区分级、宽严相济、回用优先、注重实效、便于监管等原则，分类确定控制指标和排放限值。

污水处理技术模式要与广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/2413—2021)衔接。

广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/2413—2021)按规模和排水去向分为一级标准、二级标准、三级标准,污染物排放限值按三级标准执行(见表2-8)。

表 2-8 广西农村生活污水处理设施

水污染物排放限值 单位: mg/L (pH 值除外)

序号	污染物或项目名称	一级标准	二级标准	三级标准	
1	pH 值(无量纲)	6~9			
2	化学需氧量(COD _{Cr})	60	100	120	
3	悬浮物(SS)	20	30	50	
4	氨氮(NH ₃ -N)	8(15) ^①	15	15 ^②	25 ^③
5	总氮(以N计) ^④	20	—		
6	总磷(以P计) ^⑤	1.5	3	5	
7	动植物油 ^⑥	3	5	20	

注: ①括号外的数值为水温>12℃的控制指标, 括号内的数值为水温≤12℃的控制指标。

- ②出水排入稀释能力较小的、封闭或半封闭的水体。
- ③出水排入除稀释能力较小的、封闭或半封闭以外的水体。
- ④出水排入封闭水体或氮不达标水体的处理设施执行。
- ⑤出水排入封闭水体或磷不达标水体的处理设施执行。
- ⑥仅针对含提供餐饮服务的农村旅游项目生活污水的处理设施执行。

2.7 污水处理技术工艺选择

农村生活污水治理技术工艺的选择应与当地农村特点相适应。农村生活污水治理技术有化粪池、厌氧生物膜池、生物接触氧化池、生物滤池、生物转盘、氧化沟、传统活性污泥曝气池、人工湿地、稳定塘等。当然, 其他与当地农村特点相适应的技术也可以采用, 鼓励采用自然、生态和综合利用的

污水治理工艺。

(1) 鼓励优先选择氮磷资源化与尾水利用的技术手段或途径。厕所粪污经过无害化处理后,可通过堆肥等方式,就地就近用于庭院绿化和农田灌溉等。可通过农田沟渠、塘堰等排灌系统的生态化改造,栽种水生植物、建设植物隔离带等,对尾水进行进一步利用和净化。

(2) 应根据村庄自然地理条件、居民分布特点、污水治理规模、排放标准、经济水平等因素,选择适宜当地的污水治理技术工艺。

(3) 尽量采用低成本、低能耗、易维护、高效率的污水治理技术工艺。有条件的地区,可采用人工湿地、氧化塘等无动力或微动力处理工艺。

(4) 农家乐、农家院等农村餐饮服务点、民宿,需配备隔油池(器),对污水进行预处理。

2.8 固体废物处理和处置

(1) 应根据《农村生活污水处理工程技术标准》(GB/T 51347—2019),统筹农村生活污水与污泥、粪污、隔油栅渣等固体废物处理处置。对污水处理中产生的污泥等固体废物,可采用自然干化、堆肥等方式,也可采用与农村固体有机物协同处理或进入市政系统与市政污泥一并处理。

(2) 鼓励对固体废物进行资源化利用,可根据《农用污泥污染物控制标准》(GB 4284—2018)、《城镇污水处理厂污泥处置 园林绿化用泥质》(GB/T 23486—2009)等相关要求,对满足标准的固体废物就近利用。

2.9 污水处理设施运维管理

(1) 建立健全管理组织架构。结合本地实际情况,按照设施运维管理目标,健全管理架构,落实各级管理职责。《广西农村生活污水处理设施运行维护管理办法》(试行)指出,建立以县级人民政府为责任主体,有关部门为运行维护管理主体,第三方运行维护单位和乡镇人民政府、村级组织为实施主体,生态环境部门负责对设施出水水质进行监督管理。

(2) 合理确定设施运维模式。根据县域面积、生活污水处理设施技术工艺和分布情况等，确定设施运维分区范围和管理模式。对城镇建成区周边的村庄，鼓励采用城乡一体化运维方式；对距离城镇较远且布局集中的村庄，鼓励采用第三方运维机构按片区托管或总承包的方式开展运维管理服务；对所处地区偏远、布局分散、运维技术水平要求不高的村庄，可采用自行运维方式。运维管理的设施应包括处理设施和配套管网系统，不宜拆分管理。

(3) 完善建设和运维机制。坚持以用为本、建管并重，在规划设计阶段统筹考虑工程建设和运行维护，做到同步设计、同步建设、同步落实。明确农村生活污水处理设施的产权归属和运维责任单位，推动建立有制度、有标准、有队伍、有经费、有监督的运维管理机制。鼓励有条件的地区探索建立污水处理受益农户付费制度，提高农户自觉参与的积极性。

(4) 制定运维管理评价与考核体系。从出水达标率、设施正常运行情况、吨水运行成本等方面评价农村生活污水处理设施运行维护情况。评价结果可作为运维管理部门对运维机构服务质量考核依据之一。

第3章 农村生活污水处理单元

根据广西实际情况，农村生活污水处理按处理程度，可分为预处理（一级处理）、生物处理（二级处理）和深度处理（三级处理）3类。在实际应用中可根据污水特征及处理要求采用单级处理或多级处理。

3.1 预处理单元

预处理主要去除污水中呈悬浮状态的固体污染物质（SS）。该级处理技术一般作为后续处理的预处理单元，原则上在整个农村生活污水处理过程中应至少有一个预处理单元。

3.1.1 格栅池

在格栅井里放置格栅，可用来阻拦污水中的垃圾并且可分离污物，可高效、简单地拦截、收集污水中的垃圾。农村生活污水中的垃圾被格栅井阻拦后打捞起来统一进行收集处理。

在设计上，格栅栅条的间隙可分为3级：细格栅的间隙为4~10 mm；中格栅的间隙为15~25 mm；粗格栅的间隙为40 mm以上。格栅间隙的有效总面积，一般按流速0.8~1.0 m/s计算，最大流量时可高至1.2~1.4 m/s。用人工清除栅渣时，不应小于进水管渠有效断面面积的2倍；用机械清除时，不应小于进水管渠有效断面面积的1.2倍。格栅前渠道内的水流速度一般采用0.4~0.9 m/s。格栅的水头损失为0.1~0.4 m。格栅倾斜角一般采用45°~80°。应根据格栅选型，配套设计格栅池。格栅池上必须设置工作台，其高度应高出格栅设计的最高水位0.5 m。工作台上应该设有安全设施和冲洗设施。

3.1.2 调节池

调节池是用以调节进、出水流量的构筑物，主要起调节水量和水质的作用，也起调节污水 pH 值、水温，以及预曝气的作用，还可用作事故排水池。

采用分散治理模式时，水量较小，不需要设置污水调节池。调节池的容积可根据实际污水量和水质的变化进行计算和校核，应不小于 0.5 天的设计水量。水质、水量变化很大的，有条件的可采取回流的方式均化水质。调节池水力停留时间一般不宜小于 12 小时。调节池应设置人孔、通风管等，且宜具有沉沙功能。人口迁移和农业生产加工等对污水处理设施产生影响的，可设置专用调蓄池。

3.1.3 隔油池

隔油池的作用是分离、收集餐饮污水中的固体污染物和油脂，由其处理后的污水再排入污水管。农家乐、民宿餐饮产生的污水经过滤隔渣，再经过三格式隔油池沉淀悬浮杂物和油水分离的工艺处理后，进入管网或农村生活污水处理设施。在实际操作中，严禁泔水进入餐饮污水隔油处理系统。

隔油池的设计应综合考虑餐饮污水排水量、水力停留时间、池内水流流速、池内有效容积等因素，各项技术参数指标应按照《建筑给水排水设计标准》(GB 50015—2019)、《餐饮废水隔油器》(CJ/T 295—2015)、《饮食业环境保护技术规范》(HJ 554—2010)等标准设计。隔油池的设计应因户定案。设计单位根据农家乐、民宿经营户的厨房面积、餐厅面积，以及就餐人数来计算排水量，并对实际排放餐饮污水情况进行调查核实。隔油池可以视情况现场构筑，亦可购买成品，可根据实际使用情况采用地上式、地埋式、半埋式等安装方式。隔油池应进行防渗处理和满水试验，确保隔油池在稳定运行中无污水渗漏。隔油池的废弃物应优先考虑资源化回收和利用，可纳入餐厨垃圾处理系统进行集中处置。

3.1.4 沉淀池

按工艺布置的不同，沉淀池可分为初次沉淀池和二次沉淀池。初次沉淀池处理的对象是悬浮物质，它同时可去除部分生化需氧量（ BOD_5 ），可改善生物处理构筑物的运行条件并降低其 BOD_5 负荷。按池内水流方向的不同，沉淀池可分为平流式沉淀池、竖流式沉淀池、辐流式沉淀池和斜流式沉淀池4种。对于5个人口当量的单个家庭处理系统，沉淀池的总体积必须达到 2 m^3 。对于较大的系统，沉淀池扩大的体积应该与处理的人口当量成正比。沉淀池的个数或分格不应少于2个，一般按同时工作设计，容积应按池前工作水泵的最大设计出水量计算，自流进入时，应按管道最大设计流量计算。池内污泥一般采用静水压力排出，池内污泥采用机械排泥时，可连续排泥或间歇排泥；不采用机械排泥时，应每天排泥。

3.1.5 化粪池

化粪池是一种利用沉淀和厌氧发酵的原理，去除生活污水中悬浮性有机物的处理设施，属于初级的过渡性生活污水处理构筑物。化粪池设计可参考《农村三格式户厕建设技术规范》（GB/T 38836—2020）、《农村三格式户厕运行维护规范》（GB/T 38837—2020）、《农村集中下水道收集户厕建设技术规范》（GB/T T38838—2020）等国家技术规范要求，结合出水水质要求进行设计。化粪池设计应考虑以下事项：

（1）化粪池的设计应与村庄排污和污水处理系统统一考虑设计，使之与排污或污水处理系统形成一个有机整体，以便充分发挥化粪池的功能。同时，为防止污染地下水，化粪池须进行防水、防渗设计。

（2）化粪池的平面布置选位应充分考虑当地地质、水文情况和基底处理方法，以免在施工过程中出现基坑护坡塌方等问题。

3.2 生物处理单元

生物处理主要去除污水中呈胶体和溶解状态的有机性污染物质（以

BOD₅ 和 COD_{Cr} 为主)。农村生活污水经生物处理单元后可大幅度去除污水中呈胶体和溶解状态的有机性污染物质。

3.2.1 活性污泥法

常见工艺有普通式活性污泥法、A/O 法、A²/O 法、氧化沟法、AB 两段式活性污泥法、序批式活性污泥法（SBR）等。

A/O 工艺，主要由缺氧和好氧两部分组成，基本工艺流程见图 3-1。A²/O 工艺，即厌氧-缺氧-好氧工艺，亦称 A-A-O 工艺，指通过厌氧区、缺氧区和好氧区的各种组合，以及不同的污泥回流方式去除污水中有机污染物和氮、磷等的污水处理方法，基本工艺流程见图 3-2。在生物脱氮除磷系统的活性污泥中，菌群主要由硝化菌和反硝化菌、聚磷菌组成。在好氧段，硝化细菌将入流中的氨氮及有机氮氮化成的氨氮，通过生物硝化作用，转化成硝酸盐；在缺氧段，反硝化细菌将内回流带入的硝酸盐通过生物反硝化作用，转化成氮气逸入到大气中，从而达到脱氮的目的；在厌氧段，聚磷菌释放磷，并吸收低级脂肪酸等易降解的有机物，而在好氧段，聚磷菌超量吸收磷，并通过剩余污泥的排放，将磷除去。主要变形的的方法有改良厌氧-缺氧-好氧活性污泥法、厌氧-缺氧-缺氧-好氧活性污泥法、缺氧-厌氧-缺氧-好氧活性污泥法等，具体规范详见《厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范》（HJ 576—2010）。

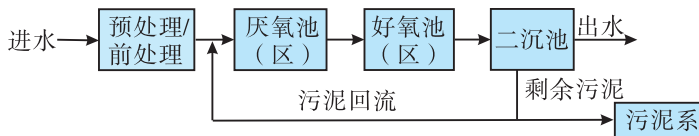


图 3-1 A/O 工艺流程

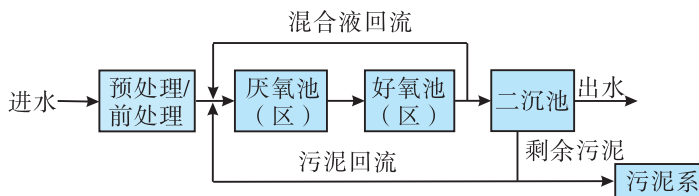


图 3-2 A²/O 工艺流程

A/O 工艺主要适用于没有可利用的土地或者可利用的土地极少且对出水水质要求较高,实现了污水集中收集的地区。另外,由于该技术需要定期维护且运行中有能耗,因此需要当地居民有一定经济承受能力。该技术能适应较大污水量、进水浓度较高、处理要求高的项目,可用于对污水中有机物、氮和磷的净化处理。地理式 A/O 系统适用于处理规模 20 ~ 200 m³/d 的污水处理项目;地上式 A/O 系统适用于处理规模在 200 m³/d 以上的污水处理项目。

A²/O 工艺适用于出水水质要求较高的农村,如风景区旅游村、湖泊河流沿岸农村等。当处理后的污水排入封闭性水体或缓流水体引起富营养化,从而影响给水水源时,应优先采用该工艺,其基本不受地形、区域的影响。建设规模应综合考虑服务区域范围内的污水产生量、分布情况、发展规划及变化趋势等因素,并以近期为主,远期可扩建规模为辅的原则确定。

A²/O 工艺的优点为工艺变化多且设计方法成熟,设计参数容易获得,可操作性强,可根据处理目的不同灵活选择工艺流程及运行方式,取得较好的处理效果。缺点为构筑物数量多,流程长,运行管理难度大,运行费用高,不适合小水量的处理。

3.2.2 接触氧化法

接触氧化法是将微生物附着生长的填料全部淹没在污水中,并采用曝气方法向微生物提供氧化作用所需的溶解氧,起到搅拌和混合作用,使氧气、污水和填料三相充分接触,填料上附着生长的微生物可有效地去除污水中的悬浮物、有机物、氨氮、总氮等污染物。接触氧化法适用范围较广,好氧生物接触氧化可去除 COD_{Cr},并将氨氮转化为硝酸盐,通过增加缺氧单元反硝化达到去除氮的目的。接触氧化技术可以分为一级接触氧化、二级接触氧化和多级接触氧化等。

生物接触氧化池由池体、填料、支架及曝气装置、进出水装置及排泥管道等部件组成。生物接触氧化池基本结构见图 3-3,一体化设备的好氧区常

采用此工艺。根据曝气装置位置的不同，生物接触氧化池在形式上可分为分流式和直流式。分流式生物接触氧化池的污水先在单独的隔间内充氧，再缓缓流入装有填料的反应区；直流式生物接触氧化池是直接于填料底部曝气。按水流特征，生物接触氧化池又可分为内循环式和外循环式，内循环是指在填料装填区进行循环，外循环是指在填料体内、外形成循环。

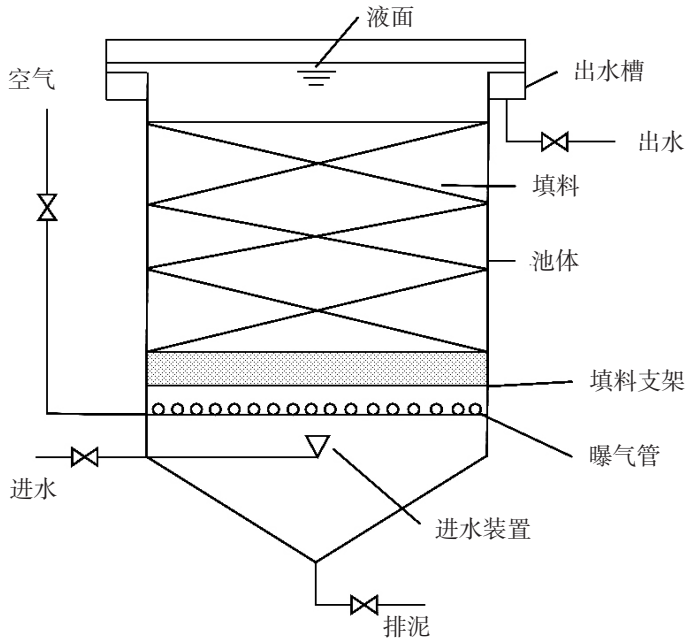


图 3-3 生物接触氧化池基本结构

接触氧化法一般适用于有一定经济承受能力的农村，处理规模为多户或集中式污水处理设施。若作为单户或多户污水处理设施，为减少曝气耗电、降低运行成本，宜利用地形高差，通过跌水充氧完全或部分取代曝气充氧。

优点：结构简单，占地面积小；污泥产量小，无污泥膨胀；生物膜内微生物量稳定，生物相对丰富，对水质、水量波动的适应性强；操作简单，较活性污泥法的动力消耗少，对污染物去除效果好。该法是介于活性污泥法和生物滤池之间的生物处理技术，具有两法的优点，因此在污水治理中得到广泛应用。

缺点：加入生物填料会导致建设费用增加，可调控性差，对磷的处理效果较差，对总磷指标要求较高的农村地区还应配套建设深度除磷单元。另外，处理过程中需要曝气，相应的电费与管理费用也会增加。

3.2.3 曝气生物滤池

曝气生物滤池是普通生物滤池的一种变形形式，也可看成是生物接触氧化法的一种特殊形式，即在生物反应器内装填高比表面积的颗粒填料，以提供微生物膜生长的载体，并根据污水流向分为下向流或上向流。污水由上向下或由下向上流过滤料层，在滤料层下部鼓风曝气，使空气与污水逆向接触或同向接触，使污水中的有机物与填料表面的生物膜通过生化反应得到降解，填料同时起到物理过滤作用。曝气生物滤池基本结构见图 3-4。

曝气生物滤池的应用范围较为广泛，其在水深度处理、微污染源水处理、难降解有机物处理、低温污水的硝化、低温微污染水处理等方面都有很好的处理效果。

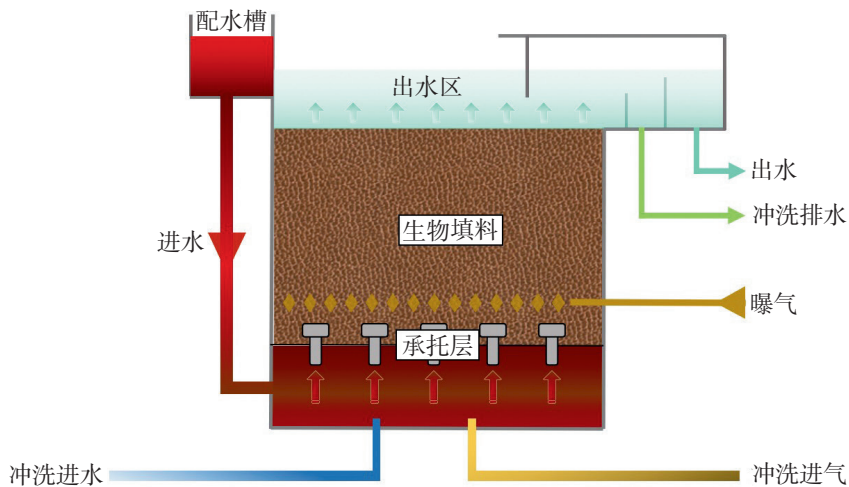


图 3-4 曝气生物滤池基本结构

优点：具有生物氧化降解和过滤的作用，因而可获得良好的出水水质，可达到回用水水质标准；占地面积小，基建投资成本低；运行费用低，易于管理。

缺点：对进水的悬浮物要求较高，容易发生堵塞。

3.2.4 厌氧处理设施

厌氧处理设施是一种利用兼性厌氧菌和专性厌氧菌将污水中大分子有机物降解为低分子化合物，同时产生甲烷、二氧化碳等气态物质的有机污水处理设施，按工艺一般可分为厌氧消化池、兼氧处理池等。

在厌氧处理过程中，废水中的有机物经大量微生物的共同作用，被最终转化为甲烷、二氧化碳、水、硫化氢和氨等。在此过程中，不同微生物的代谢过程相互影响、相互制约，形成了复杂的生态系统。常见的厌氧滤池是一种采用填充材料作为微生物载体的高效厌氧反应器，厌氧微生物在填料上附着生长形成生物膜。厌氧滤池基本结构见图 3-5。生物膜与填充材料一起形成滤床，经过预处理的污水进入反应器内，逐渐被细菌水解、酸化，最终被产甲烷菌转化为甲烷。厌氧滤池主要是在厌氧条件下降解生活污水的部分污染物，因停留时间短，其出水需要进一步处理。在实际应用中，厌氧滤池往往需结合其他处理工艺，如将厌氧滤池作为生活污水净化沼气池的一部分。这种组合处理工艺的出水水质较好，可农用或将其排放。

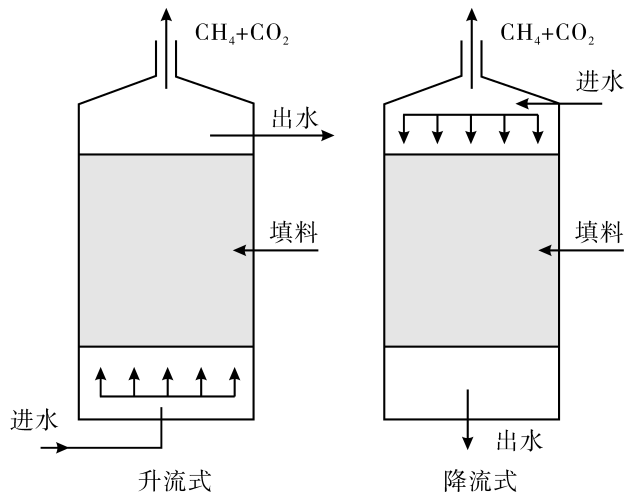


图 3-5 厌氧滤池基本结构示意图

3.2.5 小型一体化设施

小型一体化设施是近年来新兴的污水处理技术装备。当污水处理的场地受限时，可采用由成熟生化处理技术组合而成的一体化设施。处理工艺主要是厌氧工艺、A/O工艺、多级A/O工艺等单一或者多种组合。此类设备具有装置结构紧凑、占地面积小、抗冲击负荷能力强、出水水质稳定、操作简单等优点，适合用于处理中小水量、水质波动小的生活污水。

化粪池和沼气池具有良好的沉淀、厌氧消化功能，若有已建成的相关设施可以作为预沉淀处理单元，已建池体的结构应满足防水、防渗的要求。调节池具有水质调节、预沉淀和厌氧消化功能，在无化粪池和沼气池的情况下应设置在一体化设施内。地理式的一体化设施要满足防水、防腐、防渗漏和结构安全等规定的要求。净化装置主体材料可采用玻璃钢、增强型复合材料等材质（见表3-1），小型一体化设施池壁应达到相应的要求（见表3-2）。净化装置的主体设备可选择碳钢、玻璃钢、不锈钢、增强型复合材料作为其外壳。每种材料都有自己的特性和优劣。

（1）碳钢材质的污水处理设备造价相对便宜，设备的硬度较大，不宜变形，然而碳钢设备的耐腐蚀性较差，在不做防腐处理的情况下3~5年就可能损坏，即便涂上防腐保护层也很难保证设备可以长久使用。设备重量一般较重，运输不便。

（2）玻璃钢材质的污水处理设备采用树脂和玻璃纤维布加工制作而成，耐酸、耐碱，质轻而硬，不导电，可根据产品的形状、技术要求、用途及数量来灵活地选择成型工艺。这种材质具有抗老化性等优良特性，使用寿命长达30年以上。玻璃钢污水处理设备是农村生活污水处理项目的主流选择，也被广泛用于农家乐、景区、服务区或分散的生活污水处理。

（3）不锈钢材质的污水处理设备的优点是耐腐蚀、抗氧化，且焊接性良好；但缺点也很明显，就是价格比较昂贵。价格随着钢板厚度的增加而递增，而过薄的钢板容易变形。材料的选择需要根据污水水质、排放量，以及项目预算来确定。

表 3-1 净化装置主体材料材质及厚度

材质	主体材料厚度 (mm)
玻璃钢	≥ 3.5
塑料	≥ 5
不锈钢	≥ 3.5
碳钢	≥ 3.5

注：净化装置主体材料厚度除满足表中的要求外，还应满足净化装置强度要求，必要时可以加钢筋增强净化装置主体的强度。

表 3-2 小型一体化设施池壁材料的主要技术参数

基本参数	数值	单位
壁厚	3.5 ~ 10	mm
基体材料的拉伸强度	≥ 90	MPa
基体材料的弯曲强度	≥ 135	MPa
基体材料的缺口冲击强度	≥ 35	kJ/m ²
密封渗漏性	满水负荷，72 小时无渗漏	
耐酸性	pH 值为 5 的溶液中保持 72 小时，试样无软化、起泡、开裂、溶出现象	
耐碱性	pH 值为 8 的溶液中保持 72 小时，试样无软化、起泡、开裂、溶出现象	
耐温性	可在 -20 ~ 60 °C 温度条件下正常使用	

小型一体化设施适用于用地紧张，需低能耗的农村，适宜多种地形条件。对于要求较高的出水水质时，可采用自然生物技术将小型污水处理装置出水进行进一步处理，使最终出水可满足更高的排放标准要求。小型一体化设施的优点是一体化设计，处理效果显著，抗冲击负荷能力强，且污泥产量低，安装和操作管理方便，运行费用低且占地面积小。其缺点是建设成本较高，设备位于地下时，维修有些许不便。

3.3 深度处理单元

深度处理主要去除生物难降解的有机物质、营养物质（氮和磷）和溶解

盐类等。对于出水水质要求较高时，需要在生物处理后进行深度处理。

3.3.1 人工湿地

人工湿地是模拟自然湿地的人工生态系统，是一种由人工建造和控制运行的与沼泽地类似的地面，由石砂、土壤、煤渣等一种或几种介质按照一定比例构成，并有选择性地植入植物的污水处理生态系统。在人工湿地系统处理污水过程中，主要利用基质、微生物和植物在复合生态系统的物理、化学和生物三重协调作用下，通过过滤、吸附、沉淀、离子交换、植物吸收和微生物分解来实现污水的高效净化。

根据系统布水或水流方式的不同，人工湿地系统可分为表面流人工湿地、潜流人工湿地和复合型人工湿地。表面流人工湿地不易发生堵塞，运行管理相对简单，但处理效率相对较低，占地面积大。表面流人工湿地基本构造见图 3-6。潜流人工湿地可分为水平潜流人工湿地、垂直潜流人工湿地。水平潜流人工湿地处理效率中等，对有机物、悬浮物等去除效果优良，传统水平潜流人工湿地对氮和磷的去除率一般，占地面积中等。水平潜流人工湿地基本构造见图 3-7。垂直潜流人工湿地（间隙进水方式）处理效率相对较高，对有机物、氮、悬浮物等去除效果好，占地面积相对较小，但运行管理相对复杂，易发生堵塞。垂直潜流人工湿地基本构造见图 3-8。鉴于不同系统的优势，不同类型的人工湿地可以相互组合使用，复合型人工湿地为上述 2 种以上人工湿地类型组合，可以利用不同类型人工湿地的特点，达到处理效率、运行管理和占地面积之间的平衡。在具体应用时，可以根据进出水水质要求和当地可用地面积、地质、地貌、气候等自然条件进行选取。

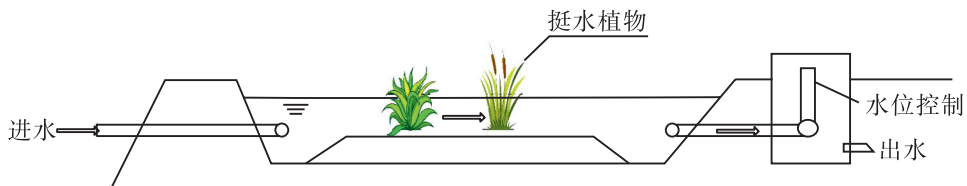


图 3-6 表面流人工湿地基本构造示意图

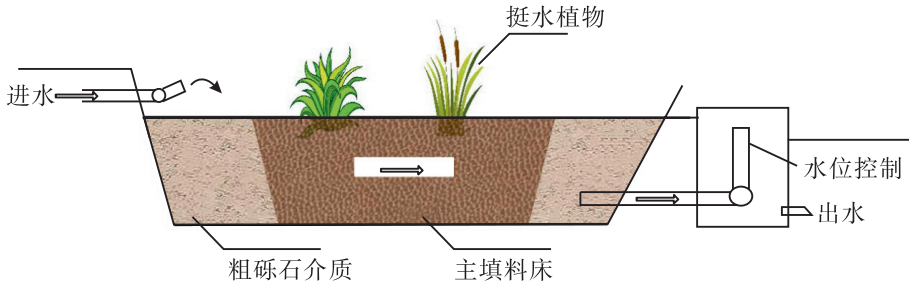


图 3-7 水平潜流人工湿地基本构造示意图

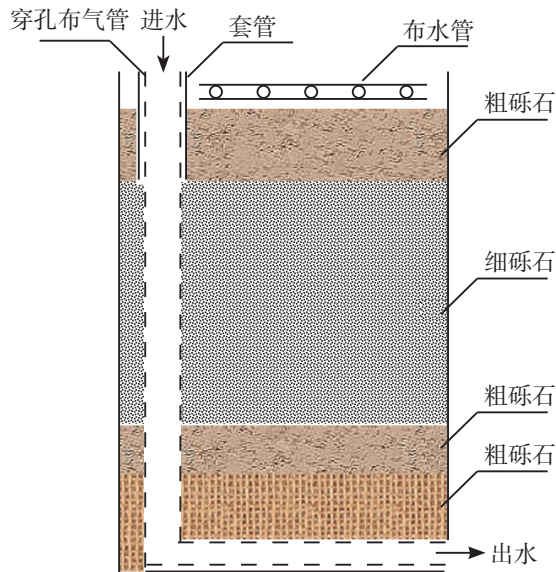


图 3-8 垂直潜流人工湿地基本构造示意图

防止人工湿地长期运行后出现堵塞是保障其长效稳定运行的关键，因此污水进入人工湿地之前应先经过预处理，降低悬浮物和大颗粒泥沙等。预处理的方式可以采用沉淀，或是经过化粪池、稳定塘、厌氧处理设施等进行处理。当污水处理设施可建设用地面积不足时，为降低湿地污染负荷，宜采用好氧处理设施将污水处理后再导入人工湿地，具体规范详见《人工湿地污水处理工程技术规范》(HJ 2005—2010)、《人工湿地污水处理技术导则》(RISN-TG006—2009)。

人工湿地技术适合在资金短缺、土地面积相对广阔的地区应用，也适合在不受洪水、潮水或内涝的威胁，不影响行洪安全，且多年平均冬季气温在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上的地区应用。建设规模应综合考虑服务区域范围内的污水产生量、分布情况、发展规划及变化趋势等因素，并以近期为主，远期可扩建规模为辅的原则确定。当人工湿地的流量在 $100\text{ m}^3/\text{d}$ 以上时，人工湿地池不宜少于2组。

优点：投资费用少，运行费用低，维护管理简便，水生植物可以美化环境，调节气候，增加生物多样性。

缺点：污染负荷低，占地面积大，设计不当容易造成堵塞，处理效果易受季节影响，随着运行时间的延长除磷能力逐渐下降。

3.3.2 稳定塘

稳定塘又称“氧化塘”或“生物塘”，是一种利用天然净化能力对污水进行处理的构筑物的总称。稳定塘的净化过程与自然水体的自净过程相似，通常是将土地进行适当的人工修整，建成池塘，依靠塘内生长的微生物来处理污水，并设置围堤和防渗层，防止污水污染地下水。在实际应用时，可以种植水生植物和进行水产养殖，将污水处理与利用结合起来，实现污水处理资源化。根据塘内微生物的类型和供氧方式，稳定塘可分为4类，即好氧塘、兼性塘、厌氧塘和曝气塘。具体规范详见《污水自然处理工程技术规程》(CJJ/T 54—2017)。

厌氧塘较深，一般在 2.5 m 以上，最深可达 $4\sim 5\text{ m}$ ，其有机负荷较高，有机物降解需要的氧量超过了光合作用和大气复氧所能提供的氧量，使塘呈厌氧状态。厌氧塘通常置于塘系统首端，将其作为预处理与兼性塘和好氧塘组合运行，其功能是利用厌氧反应高效低耗的特点去除有机物，保障后续塘的有效运行。厌氧塘一般为长方形，长宽比为 $2:1\sim 2.5:1$ ，有效深度（包括水深和泥深）为 $3\sim 5\text{ m}$ 。当地下水位大于 8 m 时，塘深可以采用

6 m。厌氧塘的底部储泥深度，设计值不应小于 0.5 m。污泥产生量按 20 L/(人·年)设计；塘应采取平底，坡度 0.5%，以利于排泥；堤的内坡按垂直：水平计，为 1:1~1:3；塘的保护高度为 0.6~1.0 m；厌氧塘进口位于接近塘底的深度处，高于塘底 0.6~1.0 m，塘底宽度小于 9 m 时，可设置一个进水口，大塘采取多个进水口；厌氧塘的出口为淹没式，淹没深度不应小于 0.6 m，并不得小于冰覆盖层厚度。厌氧塘单塘面积不宜大于 1 000 m²。

兼性塘是指塘水在上层有氧、下层无氧的状态下净化污水的稳定塘。兼性塘污水的净化，是由好氧、兼性、厌氧细菌共同完成的。兼性塘可用于处理厌氧塘出水，兼性塘之后也可以增设深度处理塘，设计要点及参数如下：兼性塘系统可采用单塘，在塘内应设置导流墙；兼性塘也可以按串联或并联形式布置多塘系统，一般多用串联塘；兼性塘内可采取加设生物膜载体填料、种植水生植物和机械曝气等强化措施；应在满足表面负荷的前提下考虑塘深，适当增加塘深以利于过冬；设计塘深应考虑贮泥层的深度和北方地区冰覆盖的厚度，以及为容纳流量变化和风浪冲击的超高，塘内贮泥层厚度可按 0.3 m 考虑，冰覆盖的厚度一般为 0.2~0.6 m，风浪冲击的超高为 0.5~1.0 m；兼性塘的水深为 1.2~1.5 m。塘形采用方形或矩形。矩形塘长宽比一般为 3:1，塘的四周应做成圆形，避免出现死角。兼性塘构造示意图见图 3-9。

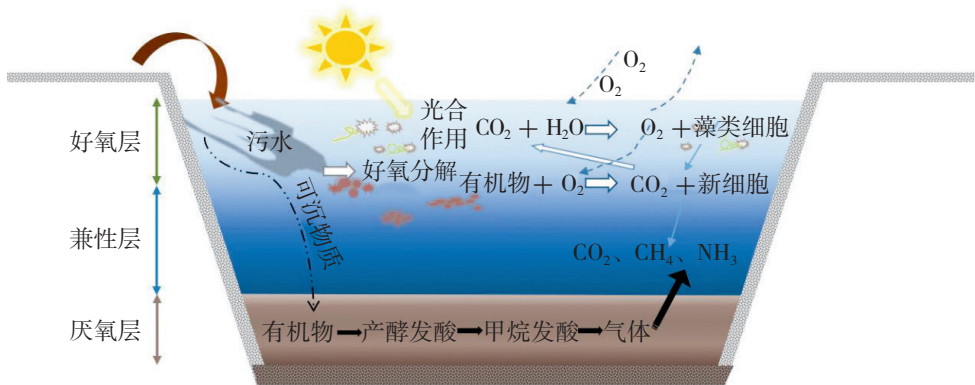


图 3-9 兼性塘构造示意图

生态塘一般用于污水的深度处理，其进水污染物浓度低，也被称为深度处理塘。塘中可种植水生植物，也可以养鱼、鸭、鹅等，通过食物链形成复杂的生态系统，以提高净化效果。生态塘水中溶解氧应不小于 4 mg/L，可采用机械曝气充氧。生态塘中放养的鱼种和比例应根据当地养鱼的成功经验和有关研究成果确定。塘中的水生动植物密度应由实验确定。

为保证其他稳定塘（兼性塘、部分混合曝气塘、生态塘）的出水效果或为适应农田灌溉用水需要，在实际应用中应设置控制出水塘。控制出水塘在冬季一般用作储存塘，最低水位时的水深为 0.5 m（包括厌氧污泥层在内）。控制出水塘容积设计应考虑到冰封期需要贮存的水量，塘深应大于最大冰冻深度 1 m，塘数不宜少于 2 个。控制出水塘应按照兼性塘校核其有机负荷率。根据《农村生活污水处理设施技术标准》（GB/T 51347—2019）相关要求，稳定塘应尽量远离居民点，而且应选取位于居民点长年风向的下方建设，防止水散发臭味和滋生的蚊虫的侵扰。稳定塘应防止暴雨时期产生溢流，要修筑导流明渠将降水时的雨水引开，特别是暴雨较多的地方，衬砌应做到塘的堤顶以防雨水反复冲刷。另外，塘的底部和四周应该做防渗处理，预防塘水下渗污染地下水。防渗处理可采用黏土夯实、土工膜和塑料膜衬面等。

3.3.3 土地处理

土地处理技术是利用土壤渗滤性能和土壤表面植物处理污水的处理工艺。污水经过沉淀、厌氧等处理后，流入各土壤渗滤管中，管中流出的污水均匀地向土壤厌氧滤层渗滤，再通过表面张力作用上升，越过厌氧滤层出口堰后，通过虹吸现象连续地向上层好氧滤层渗透。污水在渗滤过程中一部分被土壤介质截获，一部分被植物吸收，一部分被蒸发，通过土壤-微生物-植物系统的生物氧化、硝化、反硝化、转化、降解、过滤、沉淀、氧化还原等一系列综合作用，使污水达到治理利用的要求。

土壤渗滤根据污水的投配方式及处理过程，可以分为慢速渗滤、快速

渗滤、地表漫流和地下渗滤 4 种类型。在实际应用中,应根据当地条件选择合适的渗滤类型。慢速渗滤系统的设计参数选择如下:土地渗透系数为 $0.036 \sim 0.36 \text{ m/d}$,地面坡度小于 30%,土层厚度大于 0.6 m,地下水位埋深大于 0.6 m。快速渗滤适用于具有良好渗滤性能的土壤,参数选择如下:土地渗透系数 $0.45 \sim 0.6 \text{ m/d}$,地面坡度小于 15%,以防止污水下渗不足,土层厚度大于 1.5 m,地下水位埋深大于 1.0 m。地表漫流适用于土壤渗透性差的黏土或亚黏土地区,地面坡度为 $2\% \sim 8\%$ 。污水以喷灌法或漫灌(淹灌)法有控制地分布在地面上均匀地漫流,并流向坡脚的集水渠。地面可种植牧草或其他植物,供微生物栖息并防止土壤流失,尾水收集后可回用或排放至纳污水体。地下渗滤是将污水投配到距地表一定距离、有良好渗透性的土层中,利用土壤毛管浸润作用和渗透作用,使污水向四周扩散。由于地下渗滤系统更适宜农村生活污水治理,本书将重点介绍地下渗滤技术。

污水地下渗滤处理系统种类很多,归结起来可大致分为 3 种:土壤渗滤沟、土壤毛管渗滤系统、土壤天然净化与人工净化相结合的复合工艺。在实际应用中,通常采用将浸没生物滤池与土壤毛管浸润渗滤相结合的复合工艺,详见《农村生活污染控制技术规范》(HJ 574—2010)。

适用范围:分散的农村居民点、度假村等小规模污水处理,并同绿化相结合。

优点:投资运行费用低,无能耗,维护管理简便,装置均位于地下,不影响地表景观,对周围环境的不良影响小。

缺点:污染负荷低,占地面积大。

3.3.4 多级生态净化污水治理

多级生态净化污水治理技术是基于多级生态净化及营养梯级利用原理,在传统人工湿地基础上,通过对水解酸化、水生植物保温无土栽培、生物接触氧化、浮游生物净化及人工湿地技术等单元技术进行集成,逐级将废水中

的污染物质降解成为异样微生物的有机养分，依从食物链关系充分地转化为微生物体及二氧化碳和水，最终实现有效净化。

适用范围：农村生活污水处理、城镇生活污水处理、畜禽有机废弃物处理和利用。

优点：利用浮游生物消化污泥，污泥产生量少，解决常规人工湿地普遍存在淤积清理麻烦的难题，不易发生堵塞。实现人工湿地环境温度在 0℃及以上，浮游生物或植物不会进入休眠状态。

第4章 农村生活污水治理组合工艺

开展农村生活污水治理，应根据村庄布局、人口规模、经济水平、气象水文和地形地势等特点，选择适宜当地的污水收集和处理模式，系统规划农村生活污水治理系统，科学布局污水收集管道和处理设施。以往农村生活污水治理主要考虑如何建设污水处理设施，未能充分考虑将资源利用与末端处理、生态相适应的结合，造成治理效果并不理想。目前，农村生活污水治理模式主要分为分散式、集中式和纳管式3种，其中，纳管式就是将农村生活污水治理纳入附近城镇管网，由住房和城乡建设部门负责治理。在分散式和集中式中，对农村生活污水处理工艺的选取，首先根据地形、地貌合理设置生活污水的排放去向，考察农村环境特征确定治理模式，根据出水去向选取合理的排放标准；其次根据排放标准选取工艺，并根据工艺选取运行维护管理模式，满足相应设施运行维护长效管理要求。

农村生活污水处理设施的建设要因地制宜选取工艺，并兼顾不同地区经济水平的差异。在筛选技术过程中，在满足治理目标的条件下，要考虑广西当前经济水平和后期运行维护成本，应避免过多选取动力式和膜处理工艺，鼓励采取低成本、低能耗和高效率的工艺。分散式和集中式农村生活污水治理技术分为厌氧、好氧、生态、自然处理和综合利用等单独或者组合模式。有条件的地区，鼓励采用以渔净水、人工湿地、稳定塘等生态处理模式，优先采用顺坡就势、沟底铺管、雨污分流、过滤沉淀、坑塘存储、浇灌农田等生态化、资源化等低成本模式，尽量不破路开沟、征占土地。本章将对不同条件下污水治理的技术选择进行介绍。

4.1 考虑因素

(1) 农村生活污水处理设施选址。

开展农村生活污水处理，应根据村庄地理位置、生态环境敏感程度、污水产排现状、经济发展水平等情况，科学确定治理方式。地形地貌极大影响污水处理模式的选择，对于处于山区的、偏远的、有一定环境容量的、生态环境敏感的分散村庄，宜采用旱厕-粪尿资源化、化粪池-厌氧发酵池（沼气池）等简单模式；而对于生态环境敏感地区，则宜采用主体为厌氧、好氧、生态等一种或多种相关设施组合的工艺模式。土地性质及相应的地质条件影响了是否便于采用土地处理、人工湿地、稳定塘等生态处理设施。通常，当有废弃沟塘时，可改造为稳定塘；当地渗透性较好时，可采用地下土壤渗透；当地渗透性一般时，可采用人工湿地。进水水质条件决定预处理设施的设置及选取，如进水含油较高（ $> 50 \text{ mg/L}$ ），则需设置除油设施；如进水水质浊度较高（ $\text{SS} > 100 \text{ mg/L}$ ），则需设置沉淀设施。

(2) 处理规模和排水方向。

按照相关规定，广西农村生活污水处理设施排放口水污染物排放应根据广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB45/2413—2021）执行。

污染物排放执行广西地方标准一级标准：农村生活污水处理设施设计处理规模大于或等于 $5 \text{ m}^3/\text{d}$ ，且出水排入符合《地表水环境质量标准》（GB 3838—2002）规定的地表水Ⅲ类功能水域（划定的饮用水水源保护区除外）、《海水水质标准》（GB 3097—1997）规定的海水二类海域（珍稀水产养殖区除外）的水污染物。

污染物排放执行广西地方标准二级标准：农村生活污水处理设施设计处理规模小于 $5 \text{ m}^3/\text{d}$ ，且出水排入符合《地表水环境质量标准》（GB 3838—2002）规定的地表水Ⅲ类功能水域（划定的饮用水水源保护区除外）、《海水水质标准》（GB 3097—1997）规定的海水二类海域（珍稀水产养殖区除外）的水污染物；

农村生活污水处理设施设计处理规模大于或等于 $5\text{ m}^3/\text{d}$ ，且出水排入符合《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002) 规定的地表水Ⅳ类、Ⅴ类功能水域，《海水水质标准》(GB 3097—1997) 规定的海水三类、四类海域和其他未划定水环境功能区的水域、沟渠、池塘和自然湿地等的水污染物。

污染物排放执行广西地方标准三级标准：农村生活污水处理设施设计处理规模小于 $5\text{ m}^3/\text{d}$ ，且出水排入符合《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002) 规定的地表水Ⅳ类、Ⅴ类功能水域，《海水水质标准》(GB 3097—1997) 规定的海水三类、四类海域和其他未划定水环境功能区的水域、沟渠、池塘和自然湿地等的水污染物。

农田施肥或灌溉、渔业用水等尾水利用应符合国家标准和广西地方标准相应的要求。

(3) 出水水质标准。

农村生活污水处理设施的出水水质标准决定处理施工工艺的选取。出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB/T 18918—2002) 规定的一级 B 标准或者广西地方标准一级标准，推荐工艺有预处理 - A^2/O 工艺、预处理 - 生物接触氧化池 - 人工湿地工艺、预处理 - 生物接触氧化池 - 生物滤池工艺、一体化设施等。对于处在环境敏感区域内的村屯（如饮用水水源保护区和自然保护区内的村庄），因对污染物排放要求较严，需进行深度处理。

出水水质执行广西地方标准二级标准，推荐工艺有预处理 - 厌氧池 - 人工湿地 / 土壤渗滤 / 稳定塘、预处理 - 稳定塘 / 人工快渗 - 人工湿地、预处理 - 生物接触氧化池 / 生物滤池、一体化设施等。

出水水质执行广西地方标准三级标准，推荐工艺有三格化粪池 + 庭院人工湿地 / 灌溉处理工艺、黑水分离 + 庭院人工湿地 / 氧化塘 / 灌溉处理工艺、一体化设施等。

4.2 选择原则

农村生活污水处理设施的建设和运行耗资大，处理工艺影响污水处理系统的运行效果和运行费用，因此要从总体优化的观念出发，结合设计规模、污水水质特性及当地的实际条件选择切实可行、经济合理的处理工艺方案，同时建设，同时运维。

(1) 推进城乡统筹治理农村生活污水。要统筹兼顾，结合近期和远期，进行全面设计。

(2) 鼓励无动力或微动力技术，降低能耗及运行成本。优先使用自然能源，人工强制能源为次，污染物浓度低的污水应首先考虑自然处理。

(3) 鼓励选择简单、稳定、运行管理方便的工艺流程。优先选择运行维护管理人员少，后期产泥量少或没有污泥处理工艺的处理技术，减少污泥二次污染。

(4) 鼓励优先选择氮、磷资源化与尾水利用的技术手段或途径。鼓励采用生态处理工艺，实施农村厕所改造，推进农村生活污水治理。

4.3 常用组合工艺

根据人口规模、村落分散程度、距离城镇远近等情况，农村生活污水治理模式主要分为分散式、集中式和纳管式3种。根据人口聚集程度、经济水平、地理气候、排水去向，又可分为简单模式、常规模式和高级模式。

4.3.1 简单模式

该模式主要用于经济条件差、居住分散的偏远村落，缺水但有一定环境容量并有可消纳污水农用地的村庄。主要技术有旱厕-粪尿资源化、化粪池-厌氧发酵池（沼气池）、化粪池-稳定塘/人工湿地/土壤渗滤、厌氧一体化设施等。

(1) 旱厕-粪尿资源化。

该组合适用于使用旱厕的地区，如偏远的、缺水的山区农村。该组合技

术主要有 3 种工艺流程：一是粪尿分集式厕所 - 尿液发酵 - 粪便腐熟无害化处理，把数量较多且不含病原体的尿液直接利用，把数量少且含病原体的粪便单独收集后进行无害化处理，处理后的粪便作为优质的农家肥用于农作物种植，实现生态上的循环。二是双坑交替式厕所 - 粪便加土密封降解，通过建造两个贮粪池交替轮流使用，人粪尿用土覆盖，用土量以能充分吸收尿液与粪便的水分并使粪尿与空气隔开为宜，待第一坑满后将其封闭，使用第二坑。便后加入干燥的土，密封储存，粪便中的有机质缓慢降解，长时间的储存后用于农田施肥。三是原位微生物降解生态厕所 - 自然降解。该组合技术最大限度地实现了粪污资源化，且基本没有设备运行费用，但是旱厕对人居环境影响较大，尤其是夏季气温较高时，臭味明显，需同时处理好非农田施肥季节的粪污储存工作。粪尿收集厕所建设成本低、用水少、节水保肥，适用范围广，尤其是缺水干旱地区。

(2) 化粪池 - 厌氧发酵池（沼气池）。

该技术主要用于有大量农田可消纳治理后污水的单户或连户的分散式污水处理，如缺水地区；不适合河网密布地区的农村。其中，厌氧发酵池（沼气池）尤其适用于混入养殖废水、粪污的生活污水处理。采用该技术治理污水时，应防止雨水进入化粪池 - 厌氧发酵池（沼气池）造成池体内的污水溢出。

①化粪池。

农村化粪池污水从住宅排出后进入化粪池，在化粪池内通过厌氧生物分解作用去除部分有机污染物后，出水农用。污水停留时间至少为 12 小时，且需要 3 ~ 12 个月清掏 1 次，粪液只能从三格式化粪池的第三格中取用。

②厌氧发酵池（沼气池）。

农村生活污水、养殖业粪污进入厌氧发酵池，通过厌氧生物分解去除部分有机物，同时产生沼气。需要定期检查厌氧发酵池（沼气池）的气密性（一般 1 年 1 次），定期维修（4 ~ 8 年），经常检查输气管是否漏气或堵塞。

(3) 化粪池 - 稳定塘 / 人工湿地 / 土壤渗滤。

该组合技术主要适用于经济欠发达、环境要求一般且可利用土地充足的农村地区的单户或连户进行污水治理，例如，拥有坑塘、洼地的农村可选择化粪池 - 稳定塘 / 人工湿地 / 土壤渗滤组合技术。实现黑水分离的地区，灰水可以在收集后不经过化粪池直接进入稳定塘 / 人工湿地 / 土壤渗滤等。该组合技术的污水处理效果基本可达到广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/ 2413—2021) 的三级标准。

①化粪池 - 稳定塘组合技术。

污水进入化粪池处理后进入稳定塘，其中在化粪池的停留时间应不小于 48 小时，出水进入稳定塘后，水力停留时间为 4 ~ 10 天，有效水深 0.5 m 左右。技术流程见图 4-1。



图 4-1 化粪池 - 稳定塘组合技术流程

②化粪池 - 人工湿地组合技术。

污水进入化粪池处理后进入人工湿地，其中，在化粪池的停留时间不应小于 48 小时，且出水悬浮物浓度小于 100 mg/L；出水进入人工湿地后，水力停留时间为 4 ~ 8 天（表面流人工湿地）或 1 ~ 3 天（潜流人工湿地）。技术流程见图 4-2。



图 4-2 化粪池 - 人工湿地组合技术流程

③化粪池 - 土壤渗滤组合技术。

污水进入化粪池处理后进入土壤渗滤系统，其中在化粪池的停留时间不应小于 48 小时，且出水悬浮物浓度小于 100 mg/L；出水进入土壤渗滤系统后水力应根据土地渗透系数确定，一般为 0.2 ~ 4 cm/d。技术流程见图 4-3。



图 4-3 化粪池 - 土壤渗滤组合技术流程

4.3.2 常规模式

该模式主要适用于经济一般或较发达、环境要求较高的农村地区的集中式污水治理，污水处理效果基本可达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)所规定的一级 B 标准和广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/ 2413—2021)所规定的二级标准。该模式主要包括以下组合技术：预处理 - 厌氧池 - 稳定塘 / 人工湿地 / 土壤渗滤、预处理 - 生物稳定塘 / 强化人工快渗 - 人工湿地、预处理 - 生物接触氧化池等。该模式的出水可以用于灌溉农田，也可以直接排放。

(1) 预处理 - 厌氧池 - 稳定塘 / 人工湿地 / 土壤渗滤组合技术。

① 预处理 - 厌氧池 - 稳定塘组合技术。

该组合技术适用于各种地形条件，有较大面积闲置土地的地区。采用预处理 - 厌氧池 - 稳定塘组合技术的地区应将处理设施建于居民点长年风向的下风向，防止水体散发臭气和滋生蚊虫的侵扰，同时应防止暴雨时期产生溢流。

生活污水首先进入化粪池，在化粪池中的停留时间宜为 12 ~ 36 小时；出水进入厌氧池（厌氧池可与化粪池合建），厌氧池的水力停留时间宜为 2 ~ 5 天，排泥间隔时间约为 3 个月至 1 年。技术流程见图 4-4。



图 4-4 预处理 - 厌氧池 - 稳定塘组合技术流程

② 预处理 - 厌氧池 - 人工湿地组合技术。

该组合技术中人工湿地一般为水平潜流人工湿地或垂直潜流人工湿地，人工湿地表面积可按照不小于 $5 \text{ m}^2/\text{人}$ （水平潜流）或 $2.5 \text{ m}^2/\text{d}$ （垂直潜流）设计，且水平潜流人工湿地水位一般保持在基质表面下方 5 ~ 20 cm。技术流程见图 4-5。



图 4-5 预处理 - 厌氧池 - 人工湿地组合技术流程

③预处理 - 厌氧池 - 土壤渗滤组合技术。

该组合技术中土壤渗滤一般为快速渗滤和地下渗滤，土壤渗滤床的面积可根据渗透速率、所需治理的污水量而定，治理 1 m^3 污水所需面积 $4 \sim 20 \text{ m}^2$ 。技术流程见图 4-6。



图 4-6 预处理 - 厌氧池 - 土壤渗滤组合技术流程

高寒地区推荐采用预处理 - 厌氧池 - 人工湿地 / 土壤渗滤组合技术，同时应做好冬季储水工作。

(2) 预处理 - 生物稳定塘 / 强化人工快渗 - 人工湿地。

①预处理 - 生物稳定塘 - 人工湿地组合技术。

该组合技术主要适用于有较大闲置土地的地区和干旱地区。

该组合技术的预处理一般为化粪池，污水在化粪池中的停留时间宜为 $12 \sim 36$ 小时。生物稳定塘深度一般为 0.5 m 左右，人工湿地可以为表面流、水平潜流或垂直潜流人工湿地。表面流人工湿地水深一般为 $20 \sim 80 \text{ cm}$ ，水平潜流人工湿地水位一般保持在基质表面下方 $5 \sim 20 \text{ cm}$ ，并根据待治理的污水量等情况进行调节。人工湿地表面积可按照不小于 $10 \text{ m}^2/\text{人}$ （表面流）、 $5 \text{ m}^2/\text{人}$ （水平潜流）或 $2.5 \text{ m}^2/\text{d}$ （垂直潜流）等设计。技术流程见图 4-7。

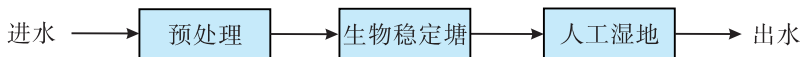


图 4-7 预处理 - 生物稳定塘 - 人工湿地组合技术流程

②预处理 - 强化人工快渗 - 人工湿地组合技术。

该组合技术的预处理一般为化粪池与沉淀池，污水在化粪池中的停留时间宜为 $12 \sim 36$ 小时且保证沉淀出水悬浮物浓度不高于 100 mg/L 。强化人工快渗的土壤渗透系数为 $0.45 \sim 0.6 \text{ m/d}$ ，滤层深度为 2 m 左右， 1 m^3 的体积

可以处理 2 m^3 以上污水。人工湿地可以为表面流、水平潜流或垂直潜流人工湿地。表面流人工湿地水深一般为 $20 \sim 80 \text{ cm}$ ，水平潜流人工湿地水位一般保持在基质表面下方 $5 \sim 20 \text{ cm}$ ，并根据待处理的污水量等情况进行调节。人工湿地表面积可按照不小于 $10 \text{ m}^2/\text{人}$ （表面流）、 $5 \text{ m}^2/\text{人}$ （水平潜流）或 $2.5 \text{ m}^2/\text{d}$ （垂直潜流）等来设计。技术流程见图 4-8。

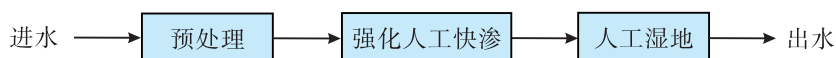


图 4-8 预处理 - 强化人工快渗 - 人工湿地组合技术流程

（3）预处理 - 生物接触氧化池组合技术。

该组合技术适用于所有经济条件好，用地紧张且出水要求较高（有脱氮除磷要求）的农村地区。另外，该组合技术还适用于处理规模在 $200 \text{ m}^3/\text{d}$ 以下的污水，预处理一般为格栅和沉淀池，保证接触氧化池进水悬浮物浓度不高于 100 mg/L ，以免造成系统堵塞。当有餐饮业废水进入时，可增设隔油池。生物接触氧化池好氧区的溶解氧浓度宜控制在 $2.0 \sim 3.5 \text{ mg/L}$ ，可采用鼓风曝气。在丘陵、山地等地区，可利用地形高差，采用跌水曝气。技术流程见图 4-9。



图 4-9 预处理 - 生物接触氧化池组合技术流程

4.3.3 高级模式

该模式主要适用于水环境保护要求高的地区，如饮用水水源地、水系源头、重要湖库集水区等执行相对严格标准的区域。污水处理效果基本可达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918—2002）所规定的一级 B 及以下标准，和广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB45/ 2413—2021）所规定的一级标准。

（1）预处理 - A^2/O 组合技术。

该组合技术适用于环境保护要求高，且用地紧张的地区。该组合技术

预处理设施包括格栅和沉淀池，可根据实际运行情况确定污泥回流比（一般为40%~100%）和混合液回流比（一般为100%~400%）。好氧区曝气宜根据污水处理设施规模确定，大中型污水处理设施宜选择鼓风式中、微孔水下曝气系统；小型污水处理设施则可根据实际情况选择。技术流程见图4-10。

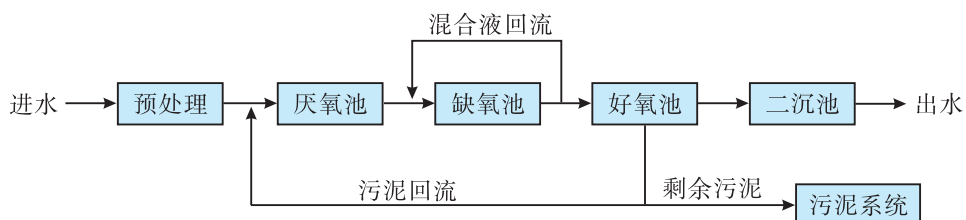


图 4-10 预处理 - A²O 组合技术流程

(2) 预处理 - 生物接触氧化池 - 人工湿地组合技术。

该组合技术适用于环境保护要求高，且有可利用土地的地区。该组合技术预处理设施为格栅和初沉池，保证接触氧化池进水悬浮物浓度不高于 100 mg/L，以免造成系统堵塞。当有餐饮业废水进入时，可增设隔油池。生物接触氧化池好氧区的溶解氧浓度宜控制在 2.0 ~ 3.5 mg/L，可采用鼓风曝气；在丘陵、山地等地区，可利用地形高差，采用跌水曝气。人工湿地作为深度处理设施，可以选择表面流或潜流人工湿地，人工湿地表面积可按照不小于 10 m²/人（表面流）、5 m²/人（水平潜流）或 2.5 m²/d（垂直潜流）等设计。技术流程见图 4-11。

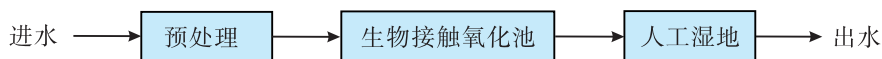


图 4-11 预处理 - 生物接触氧化池 - 人工湿地组合技术流程

在正常运行条件下，以上工艺组合处理后的出水水质能符合广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB45/ 2413—2021）中规定的二级及以上标准，所推荐农村生活污水处理技术的适用范围及技术特点见表 4-1。

表 4-1 农村生活污水处理模式及组合技术工艺

序号	污水处理模式	技术工艺流程	技术特点			适用范围				出水去向	出水标准
			建设成本	运维成本	去除效率	聚集程度	经济条件	气候地形	其他		
1	单 理 处 理 模 式	旱厕（粪尿分集式厕所）+尿液发酵和粪便无害化处理	粪便和尿液分开收集，富含养分且基本无害的尿液经过短期发酵直接用作肥料，含有寄生虫卵和肠道致病菌的粪便采用干燥脱水、自然降解的方法进行无害化处理，形成腐熟的腐殖质回收利用，基本无设备运行费	分散	较差	适用于各种地形	适用于山区、偏远村庄及干旱缺水、寒冷地区的村庄	广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》中的三级标准			
较差											
较差											
2	旱厕（双坑交替式厕所）+粪便加土密封降解	将排泄物分解为水、二氧化碳和残余物质，不使用特殊的细菌和化学物质，利用自然力量实现“自然循环降解，将废弃物转化为有机肥”的目的。可与农业、林业种植有机结合，固碳肥田，生态循环，基本无设备运行费	分散	较差	广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》中的三级标准						
3	旱厕（原位微生物降解生态厕所）+自然降解	将排泄物分解为水、二氧化碳和残余物质，不使用特殊的细菌和化学物质，利用自然力量实现“自然循环降解，将废弃物转化为有机肥”的目的。可与农业、林业种植有机结合，固碳肥田，生态循环，基本无设备运行费	分散	较差	广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》中的三级标准						
4	厌 氧 发 酵 池	化粪池（包括三格式、双瓮式）	1 700 ~ 2 100 元 / 户（个）	基本无设备运行费	分散	较差	广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》中的三级标准				
5			250 ~ 350 元 / 米 ³ （池容积）	< 0.10 元 / 米 ³	分散	较差	广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》中的三级标准				

续表

序号	污水处理模式	技术工艺流程	技术特点			适用范围				出水去向	出水标准
			建设成本	运维成本	去除效率	聚集程度	经济条件	气候地形	其他		
6	简 理 模 式	化粪池(厌氧生 物膜)+稳定塘	4 000 ~ 4 500 元/户 (个)	基本无设备运 行费	COD _{Cr} : 50% ~ 65%; SS: 50% ~ 65%; NH ₃ -N: 30% ~ 45%	分散	一般	普遍适用	普遍适用	农田 灌溉 或排 入沟 渠	广西地方标准 《农村生活污 水处理设施水 污染物排放标 准》中的三级 标准
7			4 700 ~ 6 100 元/户 (个)	< 0.50 元/吨	COD _{Cr} : 75% ~ 90%; SS: > 90%; NH ₃ -N: 40% ~ 60%	分散 或集 中	一般				
8			1 500 ~ 3 000 元/户 (个)	< 0.50 元/吨	COD _{Cr} : 80% ~ 90%; SS: 70% ~ 95%; NH ₃ -N: 75% ~ 85%	分散	一般				
9	常 规 处 理 模 式	预处理+厌氧生 物膜单元+土壤 渗滤	6 000 ~ 8 000 元/吨	< 0.10 元/吨	COD _{Cr} : 75% ~ 90%; SS: > 90%; NH ₃ -N: 40% ~ 60%	集中	一般	适用于多 种地形条 件,占地 面积较小	普遍适用	农田 灌溉 或排 入沟 渠	广西地方标准 《农村生活污 水处理设施水 污染物排放标 准》中的二级 及以上标准
10			1 500 ~ 4 000 元/吨	≤ 0.1 元/吨	COD _{Cr} : 70% ~ 85%; SS: 80% ~ 90%; TN: 30% ~ 40%; TP: 50% ~ 70%	集中	一般				
			11	2 000 ~ 4 000 元/吨	≤ 0.1 元/吨	COD _{Cr} : 70% ~ 85%; SS: 80% ~ 90%; TN: 30% ~ 40%; TP: 50% ~ 70%	集中				

续表

序号	污水处理模式	技术工艺流程	技术特点			适用范围				出水去向	出水标准
			建设成本	运维成本	去除效率	聚集程度	经济条件	气候地形	其他		
12		预处理+人工快渗	1 500 元/吨	0.36 元/吨	COD _{Cr} : > 80%; NH ₃ -N: > 80%	集中	一般	适用于多种地形条件, 占地面积较小	普遍适用	农田灌溉或排入沟渠	广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》中的二级或以上标准
		预处理+生物稳定塘+人工湿地	3 000 ~ 5 500 元/吨	≤ 0.1 元/吨	COD _{Cr} : 70% ~ 85%; SS: 80% ~ 90%; TN: 30% ~ 40%; TP: 50% ~ 70%	集中	一般	占地面积较大			
14	常规处理模式	预处理+生物接触氧化池	4 500 ~ 6 500 元/吨	≤ 0.1 元/吨	COD _{Cr} : 75% ~ 85%; SS: 50% ~ 65%; NH ₃ -N: 30% ~ 45%	集中	一般	占地面积较大	普遍适用	农田灌溉或排入沟渠	广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》中的二级或以上标准
		预处理+厌氧水解+人工湿地+生态塘	5 000 ~ 10 000 元/吨	0.5 ~ 0.8 元/吨	COD _{Cr} : 80% ~ 90%; SS: 70% ~ 90%; NH ₃ -N: 40% ~ 60%	集中	一般				
16		预处理+A/O	8 000 ~ 12 000 元/吨	0.8 ~ 1.2 元/吨	COD _{Cr} : 80% ~ 90%; SS: 70% ~ 90%; NH ₃ -N: 85% ~ 95%; TN: 55% ~ 85%	集中	较好	占地面积较小			

续表

序号	污水处理模式	技术工艺流程	技术特点			适用范围				出水去向	出水标准
			建设成本	运维成本	去除效率	聚集程度	经济条件	气候地形	其他		
17	高级处理模式	预处理 + A ² /O + 人工湿地	7 500 ~ 12 000 元 / 吨	0.55 ~ 0.6 元 / 吨	COD _{Cr} : 80% ~ 90%; SS: 70% ~ 90%; NH ₃ -N: 85% ~ 95%; TN: 55% ~ 85%	集中	较好			回用或排入地表水或海域水体	广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》中的一级或以上标准
18		预处理 + 生物接触氧化池 + 人工湿地	6 500 ~ 14 000 元 / 吨	0.55 ~ 0.6 元 / 吨	COD _{Cr} : 80% ~ 90%; SS: 70% ~ 90%; NH ₃ -N: 40% ~ 60%	集中	较好	适用于有较大面积闲置土地的地区			
19		预处理 + SBR + 人工湿地	5 500 ~ 9 000 元 / 吨	0.55 ~ 0.6 元 / 吨	COD _{Cr} : 80% ~ 90%; SS: 70% ~ 90%; BOD ₅ : 85% ~ 95%	集中	较好		适用于生态环境敏感地区		
20		预处理 + 氧化沟 + 人工湿地	5 500 ~ 9 000 元 / 吨	0.55 ~ 0.6 元 / 吨	COD _{Cr} : 80% ~ 90%; SS: 70% ~ 90%; NH ₃ -N: 85% ~ 95%; TN: 55% ~ 85%	集中	较好				
21	高级处理模式	预处理 + 生物接触氧化池 + 土壤渗滤	6 500 ~ 14 000 元 / 吨	0.55 ~ 0.6 元 / 吨	COD _{Cr} : 80% ~ 90%; SS: 70% ~ 90%; NH ₃ -N: 40% ~ 60%	集中	较好	普遍适用		广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》中的一级或以上标准	
22		预处理 + SBR + 土壤渗滤	5 500 ~ 9 000 元 / 吨	0.55 ~ 0.6 元 / 吨	COD _{Cr} : 80% ~ 90%; SS: 70% ~ 90%; BOD ₅ : 85% ~ 95%	集中	较好				
23		预处理 + A ² /O	7 000 ~ 8 700 元 / 吨	1.0 ~ 1.3 元 / 吨	COD _{Cr} : 80% ~ 90%; SS: 70% ~ 90%; BOD ₅ : 85% ~ 95%	集中	较好	土地紧张			
24	纳管模式	接入市政管网 + 城镇污水处理厂	—	—	—	—	—	—	—	—	执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》

注: 1. COD_{Cr} 为化学需氧量, SS 为悬浮物, NH₃-N 为氨氮 (以 N 计), TN 为总氮 (以 N 计), TP 为总磷 (以 P 计), BOD₅ 为生化需氧量。2. 建设成本和运行维护成本随市场波动, 具体按当年市场价格而定。

根据广西农村生活污水处理的成功实践，可得到以下几方面的启示：在预处理方面，主要推荐化粪池、沼气发酵池预处理技术。化粪池广泛应用于各地区农村生活污水的初级处理，特别适用于旱厕改造后，水冲式厕所粪便与尿液的预处理。沼气发酵池可应用于一家一户或联户农村生活污水的初级处理。

在生态处理方面，主要推荐人工湿地、土壤快渗（土地处理）、稳定塘等3种生态处理技术。广西常年温度适合人工湿地植物生长，适合在资金短缺、土地面积相对广阔的农村地区应用，不仅可以治理农村水污染，而且可以美化环境。土壤快渗可与农业或生态用水相结合，达到污水治理与资源化利用相结合。稳定塘适于中低污染物浓度的生活污水处理，适用于有山沟、水沟、低洼地或池塘，土地面积相对广阔的农村地区。

在生物处理主体设施方面，主要推荐A/O、A²/O、一体化处理技术。采用“厌氧+缺氧+好氧（生物接触氧化或者A²/O工艺）”设计模式或选用脱氮除磷活性污泥法，以去除污水中的大部分有机污染物及部分的氮、磷物质。

农村天地广阔，各具特色，生活污水处理条件也千差万别，适用的范围也不同，采用不同组合工艺处理农村生活污水，其处理效果也不同。每一种单元技术都有优点，但往往也有一定的局限性，因此在农村生活污水处理中，一般都是多种单元技术组合应用。通过整理广西农村生活污水处理设施出水监测数据，根据不同村庄规模、不同经济条件、不同地理位置的建设模式和处理工艺类型，结合广西实际情况，编者整理和筛选了若干个不同组合工艺，为不同村庄建设生活污水处理设施提供参考。

生态种植处理模式，以玉林市博白镇九龙村生活污水资源化利用项目为例，采用“格栅井+调节池+生态调蓄塘”组合工艺，利用现有沟渠收集污水，通过水芋超强的污水净化能力，实现污水净化。该模式投资成本低，管理维护简单，芋苗还可以为农户创收，充分调动了农民的积极性，有效解决了传统农村生活污水处理工艺管理、运维困难的问题。

综合利用模式，以玉林市福绵镇十丈村生活污水综合化利用项目为例，采用“黑白灰分流+庭院小湿地+氧化塘”组合工艺，黑水灌溉果树，灰水入池塘（人工湿地），实现零排放，生活污水治理与农业种植相得益彰，达到污水资源化。

自然处理模式，以玉林市博白镇津木村珠玉山屯为例，采用“微生物+多级生态处理”组合工艺，利用农村地形高差改造农村废池塘或沼泽地等，投资少、能耗低。

集中处理模式，以玉林市陆川县沙坡镇六高村档耙岭为例，采用“格栅井+初沉池+水解酸化池+接触氧化池+二沉池+人工湿地”的多级生态净化处理工艺。该模式适合生活污水排放量较大、人口聚集程度高且无法纳入城镇生活污水管网处理的村屯，占地面积少，效果稳定，但投资建设运维费用较高。

纳管进厂处理模式，以玉林市博白县旺茂镇竹高冲屯为例，镇级污水处理厂采用“调节池+配水器+生物反应器+沉淀池+人工湿地+消毒”的组合工艺，该模式投资少，效果好，适合城镇污水处理设施和服务向城镇近郊农村延伸的地区。

以上推荐模式都各具优缺点，治理效果仍需长期观察，各地只有结合当地特点，才能找到解决自身农村生活污水治理问题的最佳工艺方案。

第5章 农村生活污水处理设施运维管理

农村生活污水处理设施可以用“三分建设、七分管理”来形容，设施建成后的日常运维管理与监管是保障设施能长期稳定运行的关键。本章主要围绕设施运维管理模式、常见处理设施运维技术要点、水质监测与评价方法等方面进行编写，同时对广西农村生活污水处理设施运维管理体系建设的经验做法做简要介绍。

5.1 广西农村生活污水处理设施运行管理要求

农村生活污水处理设施在管理上应结合本地实际情况，建立“以县政府为责任主体、乡镇政府为管理主体、村级组织为落实主体、农户为受益主体及第三方运行维护服务机构为服务主体”的“五位一体”管理体系（见图5-1）。各个主体职责如下：

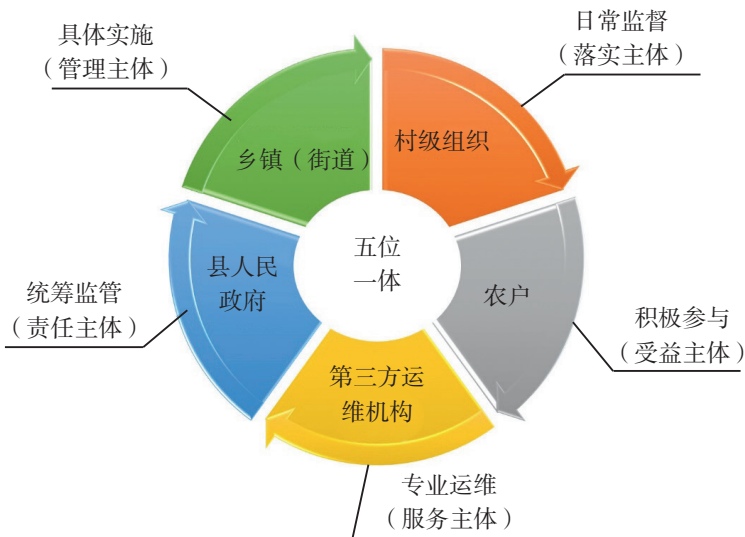


图 5-1 农村生活污水处理设施运维管理组织架构图

（1）责任主体。

县人民政府是农村生活污水处理设施运行维护管理的责任主体。要将污水处理设施运行维护管理工作纳入对管理部门、乡镇人民政府的综合考核，并制定污水处理设施运行维护管理办法、考核办法、资金管理办法，加强对污水处理设施运行维护相关管理部门和乡镇人民政府的工作考核，建立资金筹措机制，明确运行维护资金。成立县农村生活污水处理设施运行维护管理工作领导小组，下设办公室，统一负责监督、指导本县行政区域内农村生活污水处理设施的运行维护管理工作，并负责组织实施。对处理规模在 $20 \text{ m}^3/\text{d}$ 以上、受益农户 100 户以上和位于水功能要求较高区域的农村生活污水处理设施，要每年至少监测 1 次，以掌握农村生活污水处理设施运行动态。

（2）管理主体。

县级人民政府应明确乡镇人民政府或有关主管部门作为运维管理主体（运维主管部门），承担农村生活污水处理设施运行维护管理具体工作。运维主管部门是污水处理设施运行维护管理的管理主体，是污水处理设施的业主单位，负责本行政区域内农村生活污水处理设施运行维护管理工作，制定运行维护管理日常工作制度，规范设施档案管理，与第三方运行维护服务机构签订运维合同，与行政村签订运维工作目标责任书，落实专职人员，监督、考核第三方运行维护服务机构工作，并指导监督各行政村、农户按各自职责开展日常运行维护管理；行政村应当在乡镇指导下成立村级运维监管小组，落实专人负责污水处理设施日常运行维护监督管理，加强设施运行日常巡查，或配合第三方运行维护服务机构开展检测、设备维修等工作，将农村生活污水处理设施运维管理工作纳入村规民约并制定相应措施，确保各类设施运行良好。

（3）落实主体。

属地（村镇）自行管护模式，乡镇人民政府或村（居）民委员会是污水处理设施运行维护管理的落实主体；委托第三方专业机构管护模式，第三方专

业机构运行维护单位则是设施运行维护管理的落实主体；农村生活污水处理设施建设运营一体化模式，建设单位在运维期间则是设施运维的落实主体。

村（居）民委员会应当配合做好农村生活污水处理设施运行维护相关工作，对影响农村生活污水处理设施正常运行和危及农村生活污水处理设施安全的行为予以劝阻，并及时向运维主管部门报告。向农村生活污水处理设施排放污水的个人应当增强生态文明意识，依照法律、法规及村规民约合理使用农村生活污水处理设施，有权举报破坏农村生活污水处理设施的行为。把处理设施运行维护管理纳入村规民约。做好监督指导农户户内污水设施（含化粪池）、接户管网的日常维护。要在行政村（社区）醒目合理位置竖立公示牌，主要内容为处理设施运行维护范围、要求，乡镇人民政府、行政村管理人员与监督（投诉）、联系电话，运行维护单位及运行维护人员联系电话。配合乡镇人民政府对运行维护单位维护工作的监督，协调解决处理设施运行维护日常工作中出现的问题。做好上级拨付的运行维护资金管理工工作，做到专款专用。督促新建农房落实户内污水设施建设。

（4）受益主体。

农户是农村生活污水处理设施运行维护的参与和受益主体。应遵守村规民约，将生活污水接入管网，并做好户内管网（含化粪池）的日常维护工作，保证化粪池的正常运行。严禁农家乐、畜禽散养、小作坊等产生的污水未经预处理或超过处理能力的污水排入处理设施，严禁在处理设施上乱搭乱建、堆放杂物、种植作物。在处理设施的运行维护过程中，发现问题时应及时上报。应配合做好处理设施的维修、养护工作。新建农房必须做好户内生活污水处理配套设施建设。

（5）服务主体。

第三方运行维护服务机构作为服务主体，要根据合同开展管网、处理终端及其他附属设施的运维管理服务工作，认真做好运维范围内的各项工作，保证设施的正常运行。内容包括对污水处理设施（出户井、污水管网及检查

井、终端处理设施等)进行巡检及清理疏通;对出现的漏、坏、堵、溢等异常现象,及时处理和修复,并做好例行检查记录和设施运行记录;做好污水处理终端系统(厌氧池、好氧池、调节池、格栅、各种盖板和人工湿地、终端绿化、电气设备及水质管理等)及其配套机电设施的运行维护,并负责终端机电设施故障维修;对出现影响污水处理设施正常运行的问题,应当尽快修复解决,并及时报告行政村村委、乡镇人民政府和相关部门。

《广西农村生活污水处理设施运行维护管理办法》(试行)指出,各县(市、区)根据农村生活污水处理设施规模大小、技术工艺、运行维护要求等实际情况,合理确定运行维护单位。对于需要一定或较高技术管理能力的、采用动力(或微动力)生物处理方式的设施,应当委托第三方专业机构作为运行维护单位。对于偏远、规模小、工艺简单、操作简便、维护技术要求不高的农村生活污水处理设施,可以由乡镇人民政府或村(居)民委员会自行运行维护管理。

鼓励采用委托第三方专业机构进行运行维护。

第三方运行维护专业机构主要负责现场的终端、管网、检查井的巡查养护,按要求对农村污水处理设施(含污水管网、污水处理装置、人工湿地等)进行检查、清理、维护、维修等工作,保证其正常运行并做好巡查记录。日常运维管理费用包含电费、设备小范围维修费等。主要针对距离城镇建成区较远且布局集中的村庄,其集中式农村生活污水处理工程的处理工艺相对复杂(如A/O, A²/O, SBR等),由主管部门委托第三方运行维护服务机构,派专业技术人员对农村生活污水处理设施进行运维管理。

委托第三方专业机构作为运行维护单位的,应当签订运行维护服务合同,明确双方权利和义务。运行维护服务合同应当载明运行维护范围、运行维护期限、巡查检查、清渣清淤、设备检测维修、出水水质要求等运行维护的具体要求,以及运行维护费用、违约责任等内容。定期向运维主管部门报告运行维护管理工作。

运行维护单位应当依照法律、相关规范和运行维护服务合同约定，负责对农村生活污水处理设施进行日常养护、巡查，清理、处置污水处理产生的污泥，及时排除农村生活污水处理设施故障，保证处理设施正常运行。定期向运维主管部门报告运行维护管理工作。运行维护单位应当在村内适当位置公示运维范围、标准、巡检时间、工作人员及其联系电话、责任人及其监督电话等内容，接受当地村民监督。

运行维护单位应定期对农村生活污水处理设施出水水质进行监测，对处理规模在 $20 \text{ m}^3/\text{d}$ 以上的，监测频次每年至少 2 次。农村生活污水处理设施的出水水质应当符合国家和广西规定的排放标准，运行维护单位不得排放不达标的污水。

制定并执行农村生活污水处理设施运维管理工作考核办法，对所辖乡镇及第三方运行维护服务机构进行考核评价。对第三方运行维护服务机构实行打分制评价与考核，从农村生活污水处理设施运行维护的管理制度、保障措施、工作实绩（包括落实情况、管网水量、进水水质、终端运行维护情况、出水水质）、社会评价及信息通讯报道工作等 5 个方面对第三方运行维护服务机构进行考核，第三方运行维护费用与考核结果挂钩。另外，要增加安全评价指标，包括具有安全管理制度，制定安全应急预案，定期开展安全预演并记录，保证遇到突发事件可以立即响应应急预案。如有需要，可增加对吨水处理成本的考核，通过物联网平台对各区域的水量的综合统计，转化为吨水处理成本，促进运维管理水平的提高，合理降低运维成本，确保农村生活污水处理设施的长效运行。

利用考核评价结果与运维经费及乡镇考核挂钩的奖惩机制，逐步提高运维效率。考核采用评分方法，满分为 100 分：90 ~ 100 分（含 90 分）为优秀，80 ~ 90 分（含 80 分）为合格，80 分以下为不合格。合格以上等次的全额发放运维服务费，不合格的则按实际得分确定运维服务费发放比例。定期考核：乡镇人民政府每月组织对所属区域内的行政村、运维公司处理设施运行

维护情况的检查考核；不定期考核：由行业主管部门牵头、县（区、市）相关单位共同参与，根据实际需要对乡镇、行政村及运维公司的运行维护管理情况进行检查、考核，原则上全年不少于4次；监督考核：行业主管部门牵头、组织相关单位并邀请“两代表一委员”共同参与，对全区各乡镇人民政府及运维机构的运行维护管理情况进行检查、考核、监督。考核内容包括水质考核指标、各类检查井（池）、调节池、厌氧池、好氧池、人工湿地等设施运行参数、日常维护及资金使用情况、吨水运行成本、农户受益情况、污水收集管网。

5.2 广西农村生活污水处理设施运行技术要求

5.2.1 管网运维

5.2.1.1 前期工作

由于排水管道公里数长，为了方便运维，一般对管网进行分管段。由3个检查井组成1个管段，对其进行标注，并录入地图中。正式运维前巡查记录内容如下：

（1）管网现状及长期运行情况。

特别是要详细掌握管线走向、直径、位置、埋深、工作压力，管道周围的土壤类别，地下水位，管道运行时间，检修情况，各检查井位置，各排水设备及排水点的布局等情况。

（2）室外检查重点。

污水管网日常检查及维护内容如下：

①检查井表面是否有垃圾或损坏。若有，则进行清理，保持检查井表面干净完好。

②掀开检查井，检查是否有异物进入，内部淤泥是否过多（不超过管径的1/5）。若发现异物进入，则需取出；若淤泥过多，则汇报运维组，由其进行抽淤。所抽污泥运送至指定地点进行专业处置，并做好台账记录。

③检查水流是否正常，若不正常，则对管道进行检查。

④检查管网沿线是否有沉降，若有，则报告运维小组，由运维小组向有关部门汇报。

⑤检查井盖是否丢失。

5.2.1.2 维护标准

(1) 管道的维护标准。

管道检查项目可分为功能状况和结构状况两类，主要检查项目包括以下内容：

①功能状况：管道积泥；井积泥；雨水口积泥；排放口积泥；泥垢、油脂；树根；水位、水流；残墙、坝根。

②结构状况：裂缝；变形；腐蚀；错口；脱节；破损与孔洞；渗漏；异管穿入。

(2) 检查井和雨水口的维护标准。

检查井和雨水口内不得留有石块等阻碍排水的杂物。管道、检查井和雨水口的最大积泥深度应符合表 5-1 的规定。

表 5-1 管道、检查井和雨水口的允许积泥深度

设施类别		允许积泥深度
管道		管径的 1/5
检查井	有沉泥槽	管底以下 50 mm
	无沉泥槽	主管径的 1/5
雨水口	有沉泥槽	管底以下 50 mm
	无沉泥槽	管底以上 50 mm

雨水口日常巡视、检查的内容应符合以下规定。

①外检巡视：雨水算丢失；雨水算破损；雨水口框破损；盖、框间隙；盖、框高差；孔眼堵塞；雨水口框突出；异臭。

②内部检查：铰或链条损坏；裂缝或渗漏；抹面剥落；积泥或杂物；水流

受阻；私接连管；井体倾斜；连管异常；蚊蝇。

(3) 井盖的维护标准。

井盖与井框间的允许误差应符合表 5-2 的规定。

表 5-2 井盖与井框间的允许误差

单位: mm

设施	盖框间隙	井盖与井框高低差	井框与路面高低差
检查井	< 8	+ 5, -10	+ 15, -15
雨水口	< 8	0, -10	0, -15

检查井日常巡视检查的内容应符合以下规定。

①外检巡视：井盖埋没；井盖丢失；井盖破损；井框破损；盖、框间隙；盖、框高差；盖、框凸出或凹陷；跳动和声响；周边路面破损；井盖标识错误。

②内部检查：链条或锁具；爬梯松动、锈蚀或缺损；井壁泥垢；井壁裂缝；井壁渗漏；抹面脱落；管口孔洞；流槽破损；井底积泥；水流不畅；浮渣等。

5.2.1.3 雨水口与检查井日常巡检与保养

(1) 雨水口日常巡检与保养。

①当发现有影响使用与养护的情况应及时进行维护。

②雨水算更换后的过水断面不得小于原设计标准。

③雨水口的清掏宜采用吸泥车、抓泥车等机械设备。

(2) 检查井盖和雨水算的保养

①井盖和雨水算的选用应符合表 5-3 的标准规定。

表 5-3 井盖和雨水算技术标准

井盖种类	标准名称	标准编号
铸铁井盖	《铸铁检查井盖》	CJ/T 511—2017
混凝土井盖	《钢纤维混凝土检查井盖》	GB 26537—2011
塑料树脂类井盖	《再生树脂复合材料检查井盖》	CJ/T 121—2000
塑料树脂类水算	《再生树脂复合材料水算》	CJ/T 130—2001

②铸铁井盖和雨水箅宜加装防丢失的装置，或采用混凝土、塑料树脂等非金属材料的井盖。

③井盖的标识必须与管道的属性相一致。雨水、污水、雨污合流管道的井盖上应分别标注“雨水”“污水”“合流”等标识。

④发现井盖缺失或损坏等事故后，排水管网维护管理单位应当在事故发生或接到投诉 2 小时内到达现场，组织抢修，必须及时安放护栏和警示标志，并应在 8 小时内恢复（养护时间另计）。

⑤检查井的清掏宜采用吸泥车、抓泥车等机械设备。

5.2.1.4 管道定期巡检和保养

（1）管道定期巡检。

排水管道定期巡查管理的内容包括污水冒溢、晴天雨水口积水、检查井井盖和井座的完好状况、违章占压及违章排水情况、水位水流情况、管道淤积情况、管道塌陷，同时还要定期进入管道内检查，检查管道有无变形、渗漏、腐蚀、沉降、树根、结垢等情况。

①移交接管检查包括渗漏、错口、脱节、积水、泥沙、碎砖石、固结的水泥浆、未拆清的残墙、坝根等。

②应急事故检查包括渗漏、裂缝、变形、错口、脱节、积水等。

管道检查可采用人员进入管内检查、反光镜检查、电视检查、声呐检查、潜水检查或水力坡降检查等方法。

（2）倒虹管的养护。

①倒虹管养护宜采用水力冲洗的方法，冲洗流速不小于 1.2 m/s。在建有双排倒虹管的地方，可采用关闭其中一条，集中水量冲洗另一条的方法。

②过河倒虹管的河床覆土不应小于 0.5 m。在河床受冲刷的地方，应每年检查 1 次倒虹管的覆土状况。

③在检修过河倒虹管前，若需要抽空管道，必须先进行抗浮验算。

（3）压力管的养护。

①定期巡视,及时发现和修理管道裂缝、腐蚀、沉降、变形、错口、脱节、破损、孔洞、异管穿入、渗漏、冒溢等情况。

②采用满负荷开泵的方式进行水力冲洗,至少每3个月冲洗1次。

③定期清除透气井内的浮渣。

④保持排气阀、压力井、透气井等附属设施的完好有效。

⑤定期开盖检查压力井盖板,发现盖板锈蚀、密封垫老化、井体裂缝、管内积泥等情况应及时维修和保养。

(4) 管道清理疏通。

根据管道的巡查情况,组织人员定期进行捞渣、清除淤泥等作业,以保证管道积泥深度不超过管径的1/4。管道疏通可采用推杆疏通、转杆疏通、射水疏通、绞车疏通、水力疏通等方法。

(5) 管道维修。

管道维修的内容包括检查井及其盖座的维修更换、局部管道的更新改造和补漏等。管道开挖修理应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB 50268—2008)的规定。

5.2.1.5 排放口日常巡检和养护

(1) 岸边式排放口的检查与养护。

①定期巡视,及时维护,制止在排放口附近堆物、搭建、倾倒垃圾等情况。

②排放口挡墙、护坡及跌水消能设备应保持结构完好,发现裂缝、倾斜等损坏现象应及时修理。

③埋深低于河滩的排放口应在每年枯水期进行疏浚。

④排放口管底高于河滩1 m以上时,应根据冲刷情况采取阶梯跌水等消能措施。

(2) 离岸式排放口的检查与养护。

①排放口周围水域不得进行拉网捕鱼、船只抛锚或工程作业。

②排放口标志牌应定期检查和涂漆，保持结构完好，字迹清晰。

③宜采用潜水检查方法排放口，了解河床变化、管道淤塞、构件腐蚀和水下生物附着情况。

④排放口应定期采用满负荷开泵的方法进行水力冲洗，保持排放管和喷射口的畅通，每年冲洗的次数不应少于2次。

5.2.1.6 管网修复

常用的清淤手段包括人工清淤、开槽施工、破除混凝土技术、开挖修复技术（内衬修复）。

（1）管道堵塞。

①水力疏通。水力疏通方法是使用水力冲洗车或高压射水车对管道进行冲洗，将上游管道中的污泥排入下游检查井，然后用吸泥车抽吸污泥并运走。

②机械清理。当管道淤堵严重时，淤泥已黏结密实，水力疏通的效果不好时，需要采用机械疏通方法。

（2）管道变形、沉陷。

管道变形、沉陷主要原因是管道施工基础受到扰动或回填密实度不够，造成局部变形或沉陷，从而破坏坡度，一经发现管道变形、沉陷，必须积极采取措施，对变形管线的基础可采用全面注水灌砂加强管基法或对局部严重变形的部位进行开挖，然后加固。

（3）管道脱节、断裂。

对上游井进行堵闭，采用污水泵将上游污水抽入下游井或临时引入雨水井系统，进行开挖并检查其损坏的程度，可采用内衬法修补，即用HDPE（高密度聚乙烯）内衬于脱节或断裂的管道中，进行内衬加热修补。

5.2.2 终端设施运维

5.2.2.1 站点巡查情况

站点巡查包括进水格栅井、终端处理设施、出水井、人工湿地、站点整

体环境巡查。每年由专业人员对终端处理设施进行2次彻查与清理，并检查曝气装置及潜污泵等，有老化、损毁发生时应进行清洗或更换。

5.2.2.2 检查设备情况

每周对主要设备、录屏设备及主要附属构筑物及标识标牌按照设备检修记录进行检查。

5.2.2.3 站点日常工艺检查

(1) 定期检查污泥颜色是否正常，一般正常污泥颜色呈褐色，有泥土气味；曝气时，污水泡沫不多，且较容易破裂。若污泥颜色发黑、气味发臭，污水泡沫增多、不易破裂，则处理效果可能较差甚至出水水质超标（原因主要有曝气不足、进水 COD_{Cr} 偏高、生化不充分、污泥龄短、污泥负荷高等），需针对问题一一排查。

(2) 若使用电控设备的，需根据设计水量、实际处理水量耗电的比较，同时根据日常运行耗电量的积累，判断各设备耗电量的正常范围，若过低或过高均应排查原因。

(3) 使用微孔曝气装置时，应进行空气过滤，并对微孔曝气器、单孔膜曝气器进行定期清洗。

(4) 经常检查与调整曝气池配水系统和回流污泥的分配系统，确保各池的污水和污泥均匀。

(5) 注意观察曝气池液面翻腾状况，检查是否有空气扩散器堵塞或脱落情况，如果有，则应及时更换。

(6) 水质分析项目包括水温、SS、pH值、 COD_{Cr} 、 NH_3-N 、TP、TN。

5.2.3 构筑物运维

5.2.3.1 化粪池

化粪池的清掏疏通可以采用铁钩打开化粪池的盖板，再用长竹竿搅散化粪池内杂物结块层，然后通过真空吸粪车吸出粪便污物直至化粪池内的化粪

结块物基本被吸完为止。

(1) 清理化粪池作业流程。

①用铁钩打开化粪池的盖板，人工操作将漂浮物及沉淀物用捞筐或其他工具捞出。

②把捞出的沉淀物装入粪袋，用吸粪车运走。

③盖好井盖，以防行人掉入井内发生意外。

(2) 清理化粪池注意事项。

①清理格栅杂物。若化粪池第一格安置有格栅时，应注意检查格栅，发现有大量杂物时应及时清理，防止造成格栅堵塞。

②清理池渣。化粪池建成投入使用初期，可不进行污泥和池渣的清理，运行1~3年后可采用专用的槽罐车，对化粪池池渣每年清抽1次。

③化粪池井盖打开后工作人员不能离开现场，清洁完毕后，随手盖好井盖，以防行人掉入井内发生意外。

④化粪池清理完毕后，目视井内无积物浮于上面，出入口畅通，保持污水不溢出地面。

(3) 化粪池维护注意事项。

①化粪池水量不宜过大，过大的水量会稀释池内粪便等固体有机物，缩短固体有机物的厌氧消化时间，从而降低化粪池的处理效果，且大水量易带走悬浮固体，易造成管道堵塞。

②化粪池产生的可燃有毒气体存在安全隐患。在维护管理前，化粪池井盖需打开通风10~15分钟，在这期间，人要远离池边，禁止在附近点火、吸烟或使用手机，以防化粪池产生的沼气着火或爆炸伤人。

③操作人员切勿下池工作，防止人员中毒或陷入水中。如果不得不下池，必须戴上防毒面具，穿好防化服并做好相关防护措施。

④化粪池堵塞的宜采用便携式疏通工具及时进行疏通，无法疏通的应及时报运维部门采用专用疏通工具疏通，对堵塞严重无法正常使用的应及时报

备、更换。

⑤对破损的盖板、井盖应及时进行修理、更换。

⑥如果有渗漏迹象应及时进行修补，防止污染地下水。

5.2.3.2 格栅

格栅应定期巡检，发现有大量杂物时应及时清理，防止堵塞。

5.2.3.3 集水池、调节池

(1) 设置提升泵的集水池、调节池，要经常检查潜污泵的工作状态是否正常、池底污泥蓄积情况是否正常等，防止污水溢出。定期清理缠绕在水泵上的头发等杂物。

(2) 应定期清掏集水池、调节池。

5.2.3.4 隔油池

(1) 隔油池废弃物处置实行单独投放、统一收运、集中处置。经营户或专职人员对产生的废弃物去向进行记录。

(2) 隔油池应设置明显标识。经营户或专职人员定期清掏隔油池，确保隔油池第三个池内无可见浮油。

(3) 专职人员定期巡查隔油池清掏情况、盖板开启情况，定期检查隔油池管道系统，发现破损应及时维修、更换，如有堵塞，应及时清理，保持管道畅通。

(4) 隔油池的运行、维护及其安全应符合国家现行有关标准的规定。清掏人员和维护检修人员应严格执行安全操作规程，要防止坠落、滑跌、盖板砸伤、火灾等事故的发生。

(5) 农家乐、民宿餐饮污水隔油设施的建设、运行和维护管理的规范性，要纳入农家乐、民宿评级评定内容。对餐饮污水隔油不规范，隔油效果不佳的经营主体要求限期整改，逾期或不予整改的应予以停业整顿等相应处罚措施。

5.2.3.5 沉淀池

沉淀池表面出现浮渣时应及时清理，保证出水畅通。有污泥上浮等现象时，应适当加大曝气量或减少沉淀池停留的时间。

5.2.3.6 厌氧池、缺氧池

(1) 厌氧池、缺氧池表面有浮渣产生时应及时清理，厌氧池、缺氧池的污泥应定期排放。

(2) 排放的浮渣及污泥不得随意堆放，应及时处置，防止蚊蝇滋生及污染周边水体。

(3) 缺氧池采用空气搅拌时，要严防搅拌过度，带入过多的溶解氧，影响脱氮效果。

(4) 生物脱氮技术需要满足一定的处理条件才能达到预期效果。稳定脱氮的基本控制条件如下：槽内水温不低于 13℃，反硝化时间充分。污水实际流入量不得大幅度低于或高于设计值， BOD_5/TN 为 3~5，硝化液回流比适当。好氧池硝化充分，缺氧池溶解氧浓度低于 0.5 mg/L 时，应搅拌均匀。

5.2.3.7 好氧池

(1) 通常情况下，好氧池的溶解氧应控制在 2~3 mg/L。

(2) 好氧池内曝气存在不均匀现象时，应对鼓风机及管路进行检查，确认是否有漏气、堵塞等问题。

(3) 应定期观察接触氧化池内的生物附着量及其颜色等。如生物膜附着过多，部分区域呈现灰黑色时，填料内部可能出现堵塞情况，应及时清理。如有曝气死区，应及时调整曝气头位置或疏通曝气管，保证曝气均匀。

(4) 接触氧化工艺应根据运行状况，定期排除生物膜剥离污泥。

(5) 定期测定污泥回流比及硝化液回流比，如出现与设定值不符或出水水质变差时，应根据情况及时调整。

5.2.3.8 污泥储存池

可使用吸粪车等设备，约每半年抽取 1 次污泥储存池内的暂存污泥。清

理出的污泥要及时进行处理。

5.2.3.9 土壤渗滤系统

(1) 土壤渗滤系统在秋末冬初时应进行植物收割, 加强植物的病虫害控制, 在控制过程中应防止引入新的污染源。同时, 还应加强土壤渗滤系统的杂草控制。

(2) 冬季干旱寒冷, 土壤渗滤系统在设计时必须考虑保温措施, 保证冬季处理运行效果。土壤渗滤系统可设计双层布水管, 底层布水管应设置在冻土层以下 0.2 m, 并将布水管埋深在冬季土壤温度不低于 10 ℃ 的位置, 冬季时开启。土壤渗滤系统边墙可采取双墙保温结构, 墙体中间可填充碎石、秸秆等。

(3) 当池内产生短流时, 可通过调节水位解决, 如调节水位仍出现出水水质不稳定现象, 应检查填料是否堵塞, 必要时更换部分填料。土壤渗滤系统运行防堵塞可采用以下措施: 控制污水进入系统的悬浮物浓度; 适当采用间歇运行方式; 局部更换土壤渗滤系统的基质。

(4) 当土壤渗滤系统出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18198—2002) 所规定的一级 B 标准或广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/ 2413—2021) 的一级标准时, 出水需进行回流, 回流比为 1:1。

5.2.3.10 稳定塘

(1) 稳定塘中的水生植物应定期管理并及时打捞衰败的水生植物。不能让水生植物过度生长, 避免出水水质下降。

(2) 冬季污水回用需求降低时, 稳定塘可作为污水暂存池使用。

(3) 对稳定塘的出入水量应进行定期测量, 以查看有无渗漏。有渗漏情况发生时应及时采取补救措施, 以免污染地下水。如果周边有地下井, 也可抽取地下水进行检测, 查看是否受到塘水的下渗污染。

(4) 要定期清除塘底污泥。

5.2.3.11 人工湿地

人工湿地在应用过程中有许多需要注意的方面，如易受气候温度条件影响，易受滤池植物种类影响，容易产生堵塞现象，易受水力负荷、污染负荷的影响等。

(1) 冬季运行措施。

在秋冬季，植物枯萎后人工湿地的吸收速度放慢，死亡的植株会释放污染物到水体中，污染物去除能力明显下降，致使出水污染物含量上升，甚至高于进水污染物含量，处理效果差。因此，人工湿地上的植物应及时收割，防止氮、磷的释放。收割植物时可采用轻型收割机或人工收割，以防破坏下面的布水系统或压实填料层。冬季易发生冻害的地区，应考虑增加保温防冻措施，入池水温应保证不低于 4℃；要定期做人工湿地的冻土深度测试，掌握人工湿地系统的运行情况；要强化预处理，减轻人工湿地系统的污染负荷；冬季管理宜采用植被覆盖、塑料大棚温室、增加滤层厚度、建造双层保温墙等保温措施以保证人工湿地在冬季正常运行。

(2) 人工湿地启动与运行。

在启动阶段，芦苇等植物栽种后即需充水。初期可将水位控制在地面下 0.25 m 左右处。按设计流量运行 3 个月后，将水位降低至距床底 0.2 m 处，以促进芦苇等植物根系向深部发展。待根系深入到床底后，再将水位调节至地表下 0.2 m 处开始正常运行。进入稳定成熟阶段后，系统处于动态平衡，植物的生长仅随季节发生周期性变化，而年际间则处于相对稳定的状态，此时系统的处理效果充分发挥，运行稳定。人工湿地系统从启动到成熟一般需要 1~2 年。设计合理的人工湿地系统，在进水水质及水量变化不大时，一旦进入成熟期，系统可自流运行。湿地中的植物一般可于冬季干枯期定期收割。

(3) 堵塞和短流现象预防。

人工湿地净化的效果受水力负荷、污染负荷、水力停留时间等的影响，

水力负荷过大、污染负荷过重会使水力停留时间缩短，从而降低污染物的去除率。随着污水处理过程的不断运行，数年内基质的吸附能力通常会出现饱和，从而严重影响滤池长期运行的稳定性，甚至使滤池系统失去应有的功能。人工湿地堵塞一般发生在基质上层0~15 cm处，当堵塞现象发生时，废水的有效停留时间减少，原来的流动路径短路，污水在滤池表面径流，水力传导性、滤池处理效果和运行寿命均会降低。

潜流人工湿地系统运行防堵塞可采用以下措施：当池内产生短流时，可通过调节水位解决，如调节水位后仍出现出水水质不稳定现象，应检查填料是否出现堵塞，必要时更换部分填料。人工湿地系统单元进水后，应检查配水效果，配水应均匀，不得有侵蚀和短流现象；要控制污水进入系统的悬浮物浓度；填料级配应保持恒定，如出现堵塞，须采取停止人工湿地进水、更换填料并补栽植物等有效措施。另外，要适当采用间歇运行方式，局部更换人工湿地的基质。

潜流人工湿地底部应设置清淤装置。垂直潜流人工湿地内可设置通气管，同人工湿地底部的排水管相连接，并且通气管与排水管道管径相同。应根据暴雨、洪水、干旱、结冰期等各种极限情况，调节和控制人工湿地水位，不得出现进水端壅水现象和出水端淹没现象。若人工湿地池体出现渗漏时应及时采取补救措施，以免污染地下水。

（4）人工湿地植物管护。

人工湿地植物栽种初期，应由专业人员看护，及时清除杂草和人工湿地内枯萎的植物，以保证植物成活。植物成熟期内，植株密度应保持稳定，不可过密或过稀，且应注意病虫害防治。

5.2.3.12 小型一体化设施

农村生活污水处理一体化设施包括多个工艺处理环节，如调节池、厌氧池、兼氧池、好氧池、沉淀池及清水池等。处理终端根据现场环境，需要设置动力设备，包括水泵、气泵等。这些动力设备都需要一体机进行控制、监

测。农村生活污水处理一体化设施可通过物联网技术进行管理。这些设施由一体机控制器的内部程序来控制，具体运行方式为提升泵根据集水池内液位开关控制，当水位高时开启提升泵，当水位低时停止提升泵；气泵会在每天的设定的时间段运行，其余时间停止；污泥泵会间隔一段时间再运行一段时间。水量由流量计进行计量然后把数料传给控制器，服务器会对现场设备进行数料采集监测，并在监测发现有问题时做出报警处理。

(1) 水泵、气泵控制和运行状态监测。

监控一体机对站点水泵、气泵等动力设备进行启停控制，可以设置动力设备的运行策略，定义时段运行时间，或者暂时关闭某个设备；也可以安装运行状态监测传感器监测动力设备的运行真实情况；还可以实时监测站点内现有水泵和风机开启或关闭状态。

(2) 浮球 / 液位计 / 水浸传感器。

可以在小型一体化设施的池子里，安装高低位浮球、液位计或水浸传感器，以监测液位情况。监控一体机采集这些数据，并根据指令进行水位超高报警。

(3) 水流量监测（水流量计）。

在污水处理设施的出入口处安装流量计，并将其与监控一体机相连接，监测流量和流速。流量计防护等级为 IP67 及以上。

(4) 电耗信息。

站点能耗是站点运行的主要指标之一，站点监测包括电表或用电功率信息，这样可以直观地了解站点运行状况，可以在中心平台形成电耗、流量、工况报表，为站点运维提供参考。

5.2.4 动力设备运维

5.2.4.1 水泵

(1) 排水泵站内的水位仪、流量计、开车计时器应每年校验 1 次。当仪器、仪表失灵时，应立即修复或更换。

(2) 泵站的机电设备、仪器仪表设备应配备易损零配件。

(3) 泵站的电机、设施、管配件外表宜每2年进行1次除锈、防腐蚀处理。

5.2.4.2 鼓风机

(1) 鼓风机类设备应定期更换部件，延长使用寿命，防止事故发生。

(2) 鼓风机必须在使用的第3年、第5年后进行彻底检查，寻找故障原因及对策。

5.3 污水处理设施出水水质监测

出水水质是评价农村生活污水处理设施运行成效的重要考核指标。根据《农业农村污染治理攻坚战行动计划》《〈全国农村环境质量试点监测工作方案〉和〈全国农村环境质量试点监测技术方案〉的通知》等文件要求，要加强对日处理能力为20吨及以上的农村生活污水处理设施出水口的水质监测。

5.3.1 监测频率和采样要求

根据2015年原环境保护部、财政部印发的《关于加强“以奖促治”农村环境基础设施运行管理的意见》的规定，农村生活污水治理要结合经济技术可行性，规定与当地农村条件相适应的污染物监测频次和采用时间等要求。对日处理能力为100吨以上的污水处理设施，每季度至少监测1次；对日处理能力为20~100吨的污水处理设施，每年至少监测1次。

处理设施应在出水端设置采样井，并在进水、出水位置设置明显的取样口标志，出水口还应设置排污口标志。采样井的位置应避免雨季和洪水季节自然水体的倒灌。

5.3.2 监测项目

必测项目为 COD_{Cr} （化学需氧量）、 $\text{NH}_3\text{-N}$ （氨氮）、pH值、SS（悬浮物）。各地可根据当地农村生活污水处理排放标准中涉及的控制指标确定其他监测项目。

出水排入封闭水体或氮、磷不达标的水体，还应增加 TN（总氮）和 TP（总磷）的监测。提供餐饮服务的农村旅游项目的生活污水处理设施，还应增加动植物油的监测。

5.3.3 水质超标

（1）COD_{Cr} 超标。

可能超标原因：餐厨废水过多，或是屠宰废水、家庭养殖废水及小作坊废水等混入；未设化粪池。

建议维护措施：调节设备运行参数，投加成熟活性污泥；对收集管道进行排查找出混入段，并及时上报主管部门，积极配合相关整改；无化粪池的建议增加化粪池。

（2）NH₃-N 超标。

可能超标原因：在保障去除氨氮工艺正常运行条件下有可能是直接接入化粪池的废水、养殖散养的废水进入设施。

建议维护措施：调节设备运行参数，投加成熟活性污泥；对进户管进行巡查，如发现未接污水处理设施的餐厨废水和洗涤废水，及时上报主管部门，积极配合相关整改。

（3）TP 超标。

可能超标原因：在保障去除总磷工艺正常运行条件下，有可能是外来临时务工人员增加使洗涤废水增多。

建议维护措施：调节设备运行参数，投加成熟活性污泥；及时上报主管部门，积极配合站点改造。

第6章 农村生活污水治理技术案例

本章立足广西农业、农村、农民的实际，考虑不同区域差异，注重农村生活污水治理与生态建设、生产实际相联系，结合全区各地生活污水治理技术工艺案例分析，避免简单套用城市生活污水治理技术模式，指导各地根据村庄地理气候条件、人口集聚程度、污水产生规模、生态环境敏感程度等实际情况，选取污染治理与资源利用相结合、工程措施与生态措施相结合、集中处理与分散处理相结合的建设模式和处理工艺，同时，鼓励积极采用低成本、低能耗、易维护、高效率的污水治理技术。

6.1 分散式治理技术

6.1.1 三格化粪池+庭院湿地系统

以北海市合浦县常乐镇皇后村生活污水治理项目为例，该村周边常住人口约78人，位于东边埭断面上游，水质类别达到《地表水环境质量标准》（GB 3838—2002）规定的Ⅲ类水标准。生活污水主要为当地村民的日常厨房、厕所等产生的废水，雨水和污水不分离，污水按照自流的方向流入低洼地段。工艺流程见图6-1。

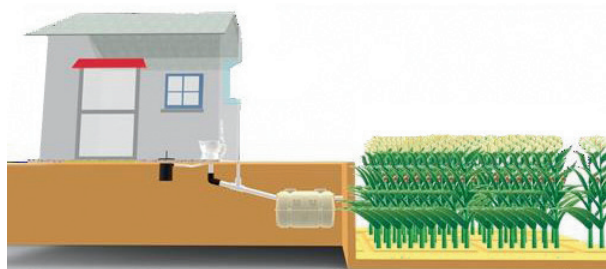


图6-1 “三格化粪池+庭院湿地系统”工艺流程图

项目采用“三格化粪池+庭院湿地系统”工艺，每处污水设计能力为 $4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。三格化粪池与水冲式厕所搭配，由进粪管、节流沉淀与发酵池、再次发酵池、贮粪池、盖板等部分组成。监测结果显示，该项目生活污水进水的 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TP 浓度分别为 156 mg/L 、 23.5 mg/L 和 4.21 mg/L ，出水的 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TP 浓度分别为 87 mg/L 、 13.8 mg/L 和 3.52 mg/L 。 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TP 去除率分别为 44.23%、41.28% 和 16.39%，出水水质达到广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/2413—2021) 的三级标准(见表 6-1)。

表 6-1 分散式处理技术处理效果汇总表

项目	COD_{Cr}	$\text{NH}_3\text{-N}$	TP
进水浓度 (mg/L)	156	23.5	4.21
出水浓度 (mg/L)	87	13.8	3.52
广西地方标准(三级标准)(mg/L)	120	15/25	5
去除率 (%)	44.23	41.28	16.39

6.1.2 氧化槽一体化处理设施

以桂林市恭城瑶族自治县红岩村生活污水治理项目为例，该村共有农户 103 户，408 人，已建有一套处理规模为 $40 \text{ m}^3/\text{d}$ 的生活污水处理站，大部分生活污水进入该处理站进行处理。改造前，该村有 5 户 16 人的生活污水无法接入集中式污水处理收集管网，为此单独建设了 5 套氧化槽生活污水一体化处理设施，每套处理规模为 $1 \text{ m}^3/\text{d}$ 。设计出水水质达《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 所规定的一级 B 标准，该设计出水水质同时满足广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/2413—2021) 所规定的二级标准。桂林市恭城瑶族自治县红岩村生活污水处理站典型案例见图 6-2。

项目建设成本：设备费 1.8 万元/套，5 套总投资 9 万元。采用第三方专

业机构统一运维，运维费用 500 元 / (月·套)，全年运维费用 6 000 元 / 套。电费成本：每套设备的鼓风机功率为 34 W，全天 24 小时运行，电费按 0.6 元 / 度计，每日电费 0.49 元，每月电费 15 元，全年电费 180 元。人工费用按 300 元 / 月计。



(a) 设施概况

(b) 一体化设备

图 6-2 桂林市恭城瑶族自治县红岩村生活污水处理设施

6.1.3 厌氧+跌水曝气+人工湿地

黄岭屯位于桂林市恭城镇瑶族自治县平安镇西街村，全村有农户 148 户，566 人，2015 年在农村环境综合整治项目资金支持下，共投资 70 万元建设了 4 套总处理规模为 $85 \text{ m}^3/\text{d}$ 的生活污水处理设施。该项目修建管网，利用自然落差将污水集中到污水池，采用分散式无动力厌氧跌水曝气池，通过三级厌氧发酵，再流入到种满植物的人工湿地，经过植物根茎吸收多余的氮、磷等，达标排放后的水还可以浇灌果园。工艺流程见图 6-3。

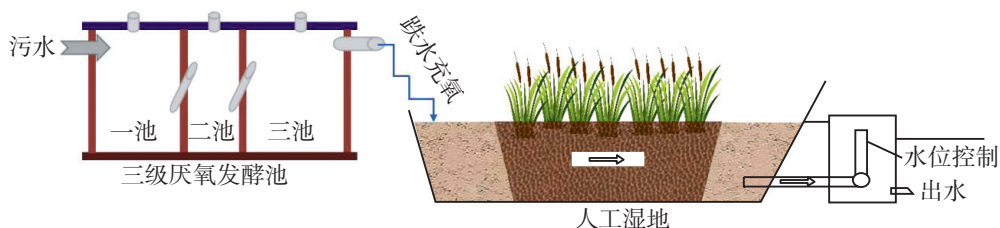


图 6-3 “厌氧+跌水曝气+人工湿地”组合工艺流程图

项目工程自建成以来，运行稳定，管理维护简单，无须曝气和污水提升，设备投资少，无电耗、药耗，经济节能，出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)所规定的一级 B 标准，出水可用于农田灌溉。运行费用仅包括人工管理费 500 元 / 月，年总费用 0.6 万元，生活污水处理费用为 0.44 元 / 米³。桂林市恭城瑶族自治县黄岭屯生活污水处理设施见图 6-4。



(a) 设施全貌



(b) 人工湿地

图 6-4 桂林市恭城瑶族自治县黄岭屯生活污水处理设施

河池市巴马县那桃乡那敏村上设屯有农户 60 户，270 人，污水处理规模为 $15 \text{ m}^3/\text{d}$ ，项目总投资 96 万元，配套建设入户管网 600 米，主管网 627 米，支管网 7 米。该项目于 2020 年 4 月 1 日开工，7 月 22 日完工通水试运行。上设屯污水处理站采用新型无动力分散式厌氧-缺氧-跌水曝气-人工湿地工艺，充分利用地势、地形等自然条件实现跌水曝气，无需动力，可提高抗水质、水量冲击负荷的能力。河池市巴马县那桃乡那敏村上设屯生活污水治理项目见图 6-5。

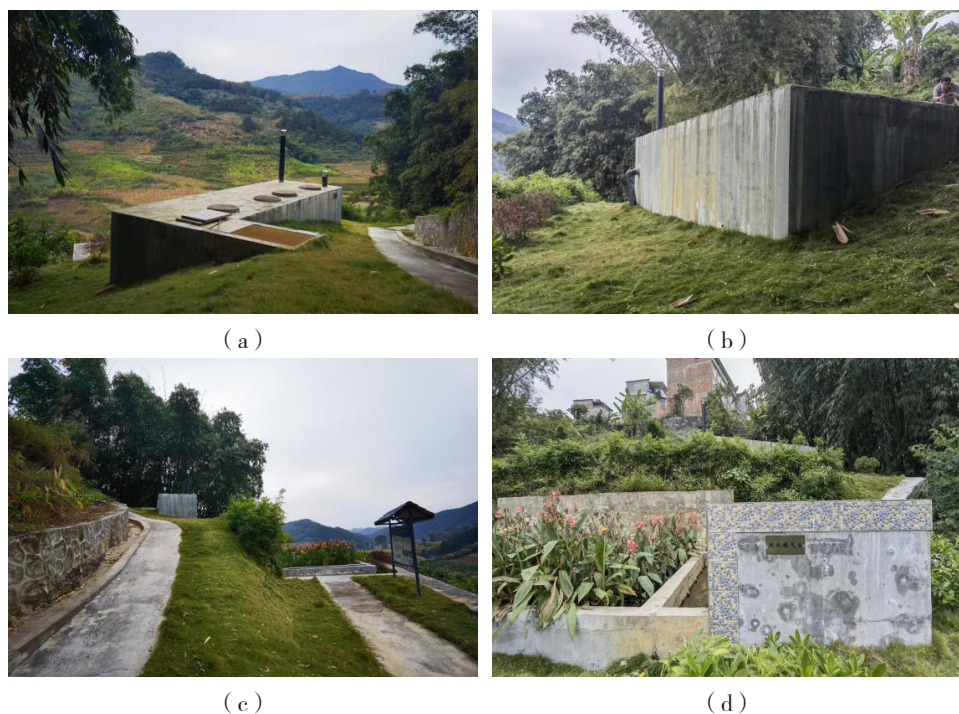


图 6-5 河池市巴马县那桃乡那敏村上设屯生活污水治理项目

南宁市隆安县乔建镇培正村龙生内屯污水处理项目也采用了类似的“厌氧+人工湿地”组合处理工艺，项目总投资 60 万元，处理规模 $40 \text{ m}^3/\text{d}$ 。生活污水经过格栅通过提升泵进入厌氧隔渣池，污水经厌氧消化后进入高效净水单元，在净水单元中微生物和植物的协同作用下进行污染物的去除。南宁市隆安县乔建镇培正村龙生内屯污水处理项目见图 6-6。



图 6-6 南宁市隆安县乔集镇培正村龙生内屯生活污水治理项目

6.2 集中式治理技术

6.2.1 预处理+一体化 A²/O +人工湿地

以玉林市陆川县珊罗镇长纳村高龙垌队生活污水治理项目为例，项目实施范围内的长纳村高龙垌队主要产业为农业及养殖业。农业种植主要有水稻，养殖业主要为生猪养殖及部分鸡鸭散户养殖。该项目主要收集处理范围内的居民约 1 300 人，生活污水收集率约为 80%。采用“预处理+一体化 A²/O +人工湿地”组合工艺，生活污水由排水系统管网收集后通过格栅去除污水中漂浮的杂物，然后进入调节池（含沉沙、隔油功能）去除污水中大悬浮物和固体颗粒物及油脂，之后进入一体化设备中，经过缺氧区、厌氧区、好氧区、硝化区、沉淀区，逐级去除水中的有机物、氮、磷等污染物质，最后流入人工湿地处理，出水水质达到相关标准，可以排入环境水体或就近回用灌溉。工艺示意图见图 6-7。

图 6-7 “预处理+一体化 A²/O +人工湿地”组合工艺示意图

该项目目前处理规模为 $70 \text{ m}^3/\text{d}$ ，出水水质可达到广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/ 2413—2021) 所规定的一级标准。

项目用地面积约 1.1 亩 (1 亩 ≈ 666.7 平方米)，使用村里提供的村集体土地的坑塘改造而成。项目总投资约 120 万元。处理系统无须添加药剂及外加菌种，运营成本主要为人工费及电费，运行费用约 1 万元/年。玉林市陆川县珊罗镇长纳村高龙垌队生活污水集中治理项目见图 6-8。



图 6-8 玉林市陆川县珊罗镇长纳村高龙垌队生活污水集中治理项目

百色市田东县江城镇大诺村大诺屯污水处理站采用了“地理式 $A^2/O + \text{MBR}$ 膜”一体化处理工艺，设计处理规模为 $50 \text{ m}^3/\text{d}$ ，项目建设总投资 130 万元。一体化设备埋于地下，地表可作用于绿化用地，节省占地面积；项目充分利用地势优势，结合污水设施站点建设村民休憩公园。项目于 2019 年 7 月开工建设，2019 年 12 月竣工，同时污水处理设备投入试运营。该一体化设备交由第三方运维单位运维管理，运行费用每年 4.5 万元，包括

电费、药剂费、淤泥和垃圾清理费用、人工维护费等，其中电费每月支出约 1 000 多元。出水的 pH 值和 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、SS、TN、TP 的浓度分别为 7.34、26 mg/L、3.35 mg/L、11 mg/L、9.36 mg/L 和 0.67 mg/L，处理后的出水水质可达广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/ 2413—2021) 所规定的一级标准 (见表 6-2)。百色市田东县江城镇大诺村大诺屯生活污水集中治理项目见图 6-9。

表 6-2 百色市田东县江城镇大诺村大诺屯生活污水治理效果表

监测点位	监测项目	监测结果	广西地方标准一级标准	达标情况
出水口	pH值	7.34	6 ~ 9	达标
	SS (mg/L)	11	20	达标
	COD_{Cr} (mg/L)	26	60	达标
	BOD_5 (mg/L)	7.2	—	—
	$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/L)	3.35	8/15	达标
	TN (mg/L)	9.36	20	达标
	TP (mg/L)	0.67	1.5	达标



(a)



(b)

图 6-9 百色市田东县江城镇大诺村大诺屯生活污水治理项目

南宁市武鸣区双桥镇八桥村大伍屯污水处理项目采用的是“一体化 A^2/O + 人工湿地”组合处理工艺，项目总投资 106.6 万元，处理规模 $120 \text{ m}^3/\text{d}$ 。2021 年 6 月 10 日及 2021 年 10 月 19 日的监测结果显示，项目出水水质满足广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/ 2413—

2021)所规定的一级标准的排放要求(见表6-3)。南宁市武鸣区双桥镇八桥村大伍屯生活污水治理项目见图6-10。

表6-3 南宁市武鸣区双桥镇八桥村大伍屯生活污水治理效果

监测点位	监测项目	监测结果	广西地方标准一级标准	达标情况
出水口	pH值	7.85	6~9	达标
		7.29		
	COD _{Cr} (mg/L)	11	60	达标
		18		
	NH ₃ -N(mg/L)	5.87	8(15)	达标
		6.21		

注:括号外的数值为水温>12℃的控制指标,括号内的数值为水温≤12℃的控制指标。



图6-10 南宁市武鸣区双桥镇八桥村大伍屯生活污水治理项目

梧州市长洲区倒水镇富万村农村生活污水处理项目，建设规模为 $40 \text{ m}^3/\text{d}$ ，采用“AO + 垂直流人工湿地 + 生态稳定塘”的组合工艺。2021年6月20日及2021年10月14日的监测结果显示，项目出水水质满足广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/ 2413—2021)所规定的一级标准的排放要求(见表6-4)。梧州市长洲区倒水镇富万村生活污水治理项目见图6-11。

表 6-4 梧州市长洲区倒水镇富万村生活污水治理效果

监测点位	监测项目	监测结果	广西地方标准一级标准	达标情况
出水口	pH 值	7.12	6 ~ 9	达标
		7.82		
	COD _{Cr} (mg/L)	13	60	达标
		18		
	NH ₃ -N (mg/L)	0.221	8 (15)	达标
		0.838		

注：括号外的数值为水温 $> 12 \text{ }^\circ\text{C}$ 的控制指标，括号内的数值为水温 $\leq 12 \text{ }^\circ\text{C}$ 的控制指标。



图 6-11 梧州市长洲区倒水镇富万村生活污水治理项目

6.2.2 预处理 + 生物接触氧化 + 人工湿地

以玉林市陆川县沙坡镇六高村档耙岭生活污水处理项目为例，档耙岭位于丽江河边，丽江河是九洲江重要支流之一。村庄片区主要产业为农业，包括水稻、

甜象草种植和生猪、鸡、鸭分散养殖。村内常住人口约 280 人，其中，经过支管网直接纳入主管网的有 40 户，约 240 人，生活污水收集率约 80%。该项目采用“格栅井+初沉池+水解酸化池+接触氧化池+二沉池+人工湿地”的多级生态净化处理工艺，生物接触氧化采用池底微孔曝气，使生物膜保持较高的活性，解决填料堵塞的问题，最后设置人工湿地，起到脱氮除磷的作用，保障出水水质稳定达标排放。“生物接触氧化+人工湿地”工艺流程示意图见图 6-12。

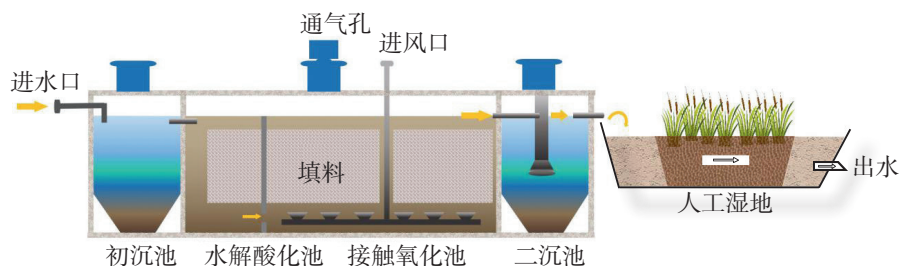


图 6-12 “生物接触氧化+人工湿地”工艺流程示意图

该项目处理规模为 $60 \text{ m}^3/\text{d}$ ，出水水质可达到广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/2413—2021)所规定的一级标准。项目用地面积约 0.7 亩，采用租地形式，租用农户荒地、低洼地进行建设。项目总投资约 80 万元，其中，处理设施投资约 24 万元，1.5 km 管网投资约 30 万元，其他投资约 26 万元。

根据统计数据，该项目运营成本为 4 200 元/年，包括人工费和电费，人工费约 3 600 元/年，电费合计 600 元/年。

根据监测结果，玉林市陆川县沙坡镇六高村档耙岭集中处理技术（分体式建设）点位生活污水进水的 pH 值和 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP、TN、SS 的浓度分别为 7.44、77 mg/L、82.8 mg/L、8.68 mg/L、83.8 mg/L 和 44 mg/L。出水的 pH 值和 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP、TN、SS 的浓度分别为 6.94、14 mg/L、0.5 mg/L、0.17 mg/L、2.95 mg/L 和 17 mg/L。 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP、TN 和 SS 去除率分别为 81.82%、99.4%、98.04%、96.48% 和 61.36%，出水水质达到广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》所规定的一级标准（见表 6-5）。玉

林市陆川县沙坡镇六高村档耙岭生活污水集中治理项目见图 6-12。

表 6-5 玉林市陆川县沙坡镇六高村档耙岭生活污水治理效果表

项目	pH 值	COD _{Cr} (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	TN (mg/L)	SS (mg/L)
进水浓度	7.44	77	82.80	8.68	83.80	44.00
出水浓度	6.94	14	0.50	0.17	2.95	17.00
广西地方标准 (一级标准)	6~9	60	8.00	1.50	20.00	20.00
去除率(%)	—	81.82	99.40	98.04	96.48	61.36



(a) 项目全貌



(b) 排水农用灌溉



(c) 地理式水解酸化处理



(d) 后置人工湿地

图 6-13 玉林市陆川县沙坡镇六高村档耙岭生活污水集中治理项目

柳州市柳江区三都镇觉山村中觉屯生活污水处理治理项目采用“生物接触氧化+人工湿地”工艺处理生活污水，项目总投资 141.4 万元，处理规模 70 m³/d，项目配套管网 1.45 km，服务人口 637 人。根据 2021 年 5 月 10 日的监测数据，出水的 COD_{Cr} 和 NH₃-N 浓度为 11 mg/L 和 7.48 mg/L，10 月

27日出水的 COD_{Cr} 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度为 18 mg/L 和 4.9 mg/L，处理后的出水水质可达广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/2413—2021) 所规定的一级标准 (见表 6-6)。柳州市柳江区三都镇觉山村中觉屯生活污水集中治理项目见图 6-14。

表 6-6 柳州市柳江区三都镇觉山村中觉屯农村生活污水

治理工程处理效果汇总表

单位: mg/L

监测点位	监测项目	监测结果	广西地方标准一级标准	达标情况
出水口	$\text{NH}_3\text{-N}$	7.48	8 (15)	达标
		4.90		
	COD_{Cr}	11	60	达标
		18		

注: 括号外的数值为水温 $> 12\text{ }^\circ\text{C}$ 的控制指标, 括号内的数值为水温 $\leq 12\text{ }^\circ\text{C}$ 的控制指标。



图 6-14 柳州市柳江区三都镇觉山村中觉屯生活污水集中治理项目

崇左市扶绥县龙头乡林旺村林湓屯生活污水治理项目采用“生物接触氧化法+植物砂滤池+水平潜流人工湿地”组合工艺, 项目设计处理规

模 $70 \text{ m}^3/\text{d}$ ，服务人口 790 人，项目共投资 150.05 万元，其中管网工程投资 87.14 万元，建设配套污水收集管网 3 399 米。该项目采用委托第三方运维单位运维的方式，项目运维费用为 2 万元/年。根据 2021 年 6 月 23 日的监测数据，出水的 pH 值和 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度分别为 7.46、13 mg/L 和 11.8 mg/L，处理后的出水水质可达广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/ 2413-2021) 所规定的一级标准 (见表 6-7)。崇左市扶绥县龙头乡林旺村林湓屯生活污水集中治理项目见图 6-15。

表 6-7 崇左市扶绥县龙头乡林旺村林湓屯生活污水治理工程处理效果汇总表

监测点位	监测项目	监测结果	广西地方标准一级标准	达标情况
出水口	pH 值	7.46	6 ~ 9	达标
	COD_{Cr} (mg/L)	13	60	达标
	$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/L)	11.8	8 (15)	达标

注：括号外的数值为水温 $> 12 \text{ }^\circ\text{C}$ 的控制指标，括号内的数值为水温 $\leq 12 \text{ }^\circ\text{C}$ 的控制指标。



(a) 项目全貌图



(b) 人工湿地

图 6-15 崇左市扶绥县龙头乡林旺村林湓屯生活污水集中治理项目

防城港市东兴市江平镇班埃村沙坡组生活污水治理项目采用“厌氧+缺氧+生物接触氧化+生态湿地”组合工艺，项目设计处理规模 $90 \text{ m}^3/\text{d}$ ，服务人口约 930 人。项目共投资 136.85 万元，配套主管网 1 300 米。该项目采用委托第三方运维单位运维的方式，项目运维费用约为 2 万元/年。出水的 pH 值和 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度分别为 8.59、31 mg/L 和 0.517 mg/L，处理后的出水水质可达广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/ 2413—2021) 所规定的一级标准 (见表 6-8)。防城港市东兴市江平镇班埃村沙坡组生活污水集中治理项目见图 6-16。

表 6-8 防城港市东兴市江平镇班埃村沙坡组农村生活污水治理工程处理效果汇总表

监测点位	监测项目	监测结果	广西地方标准一级标准	达标情况
出水口	pH 值	8.59	6 ~ 9	达标
	COD_{Cr} (mg/L)	31	60	达标
	$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/L)	0.517	8 (15)	达标

注：括号外的数值为水温 $> 12 \text{ }^\circ\text{C}$ 的控制指标，括号内的数值为水温 $\leq 12 \text{ }^\circ\text{C}$ 的控制指标。



(a) 项目全貌图



(b) 接触氧化池



(c) 人工湿地



(d) 清水渠

图 6-16 防城港市东兴市江平镇班埃村沙坡组生活污水集中治理项目

贺州市八步区贺街镇寿峰村大新寨屯农村生活污水处理工程项目设计处理规模 100 m³/d，配套污水收集管网 3 030 米，服务人口 300 人。项目采用“预处理+生物接触氧化”组合工艺，处理后的出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 一级 B 标准，可达广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/ 2413—2021) 所规定的一级标准 (见表 6-9)。

表 6-9 贺州市八步区贺街镇寿峰村大新寨屯农村生活污水处理工程处理效果汇总表

监测点位	监测项目	监测结果	广西地方标准一级标准	达标情况
出水口	pH 值	7.68	6 ~ 9	达标
	COD _{Cr} (mg/L)	15	60	达标
	NH ₃ -N (mg/L)	7.31	8 (15)	达标

注：括号外的数值为水温 > 12 ℃ 的控制指标，括号内的数值为水温 ≤ 12 ℃ 的控制指标。

来宾市忻城县古尧村板凡屯生活污水处理项目采用了生物接触氧化处理工艺，处理规模 50 m³/d，配套管网 1.6 km。根据古尧村板凡屯污水处理站 2020 年的监测报告 (报告编号：2020HJ458-08)，板凡屯污水处理站处理后的出水水质满足广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/ 2413—2021) 所规定的一级标准的排放要求 (见 6-10)。来宾市忻城县板凡屯生活污水集中治理项目见图 6-17。

表 6-10 来宾市忻城县古尧村板凡屯生活污水处理工程处理效果汇总表

单位：mg/L

监测点位	监测项目	监测结果	广西地方标准一级标准	达标情况
出水口	COD _{Cr}	45	60	达标
	NH ₃ -N	5.64	8 (15)	达标

注：括号外的数值为水温 > 12 ℃ 的控制指标，括号内的数值为水温 ≤ 12 ℃ 的控制指标。



图 6-17 来宾市忻城县古尧村板凡屯生活污水集中治理项目

除上述案例外，“预处理+生物接触氧化+人工湿地”的组合工艺在贺州市富川瑶族自治县石家乡黄竹村和河池市东兰县隘洞镇建开村纳建屯生活污水治理项目中也得到了应用。

6.2.3 生态处理+土壤渗滤

以玉林市博白县径口镇周垌村生活污水治理项目为例，该村是南流江重要支流之一小白江发源地。村庄距离小白江 50 ~ 200 m，老虎例、元墩头片区村民总共 69 户，村内常住人口 434 人。项目实施范围内的周垌村元墩头和老虎例片区主要产业为农业及养殖业。农业种植主要有水稻、甜象草等，养殖业主要为生猪养殖及部分鸡、鸭等散户养殖。

项目占地面积约 1 100 m²，处理规模 60 m³/d，项目总投资约 99 万元，其中，生态处理设施投资约 45.8 万元、管网投资约 32.2 万元，挡土墙投资约 10 万元，土地使用费 11 万元。项目无须添加药剂及外加菌种，运营成本主要为人工费及电费，其中，由村委委派人员定期清理水生动植物，人工费约 8 400 元/年；项目设备运行功率 0.7 kW，采用光伏发电系统供电，可满足本套处理系统基本用电需求，考虑到阴雨天气发电量不足，预计还需支付电费 144 元/年，合计 8 544 元/年。

项目以生态处理、回用为主，人工强化处以为辅，充分利用现状沟渠的复式收集系统、黑臭坑塘的调蓄系统及就地取材的土壤渗滤系统，因地制

宜采用周垌村当地的水芋、甜象草、水葫芦等水生植物，草鱼、田螺等水生动物，搭建本地化的水生动植物系统，对生活污水进行较好的预处理，去除臭味、保留有机物，便于肥水回用。项目自运营以来，由于博白县降水偏多，治理后的肥水用于农田灌溉等回用较少，来水超过生态调蓄池的调蓄容积，同时来水浓度偏低，溢出水通过土壤渗滤池强化处理后，水质达到广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB45/ 2413—2021）所规定的二级标准。玉林市博白县径口镇周垌村生活污水治理项目见图 6-18，生活污水治理系统示意图见图 6-19。玉林市博白县径口镇周垌村生活污水治理项目进出水水质分析表见表 6-11。



(a) 生态处理设施全貌



(b) 灌溉（辐射项目周边水田）



(c) 生态调蓄塘



(d) 土壤渗滤系统

图 6-18 玉林市博白县径口镇周垌村生活污水治理项目

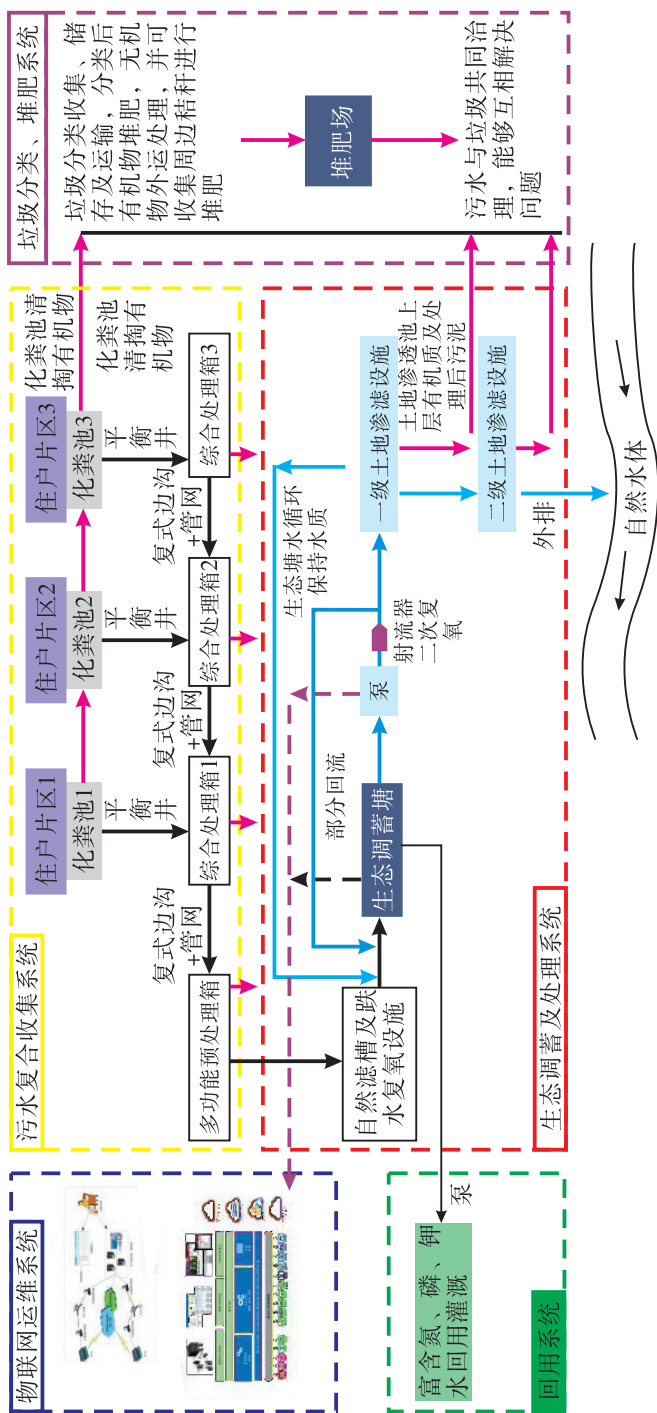


图 6-19 玉林市博白县径口镇周垌村生活污水治理系统示意图

表 6-11 玉林市博白县径口镇周垌村生活污水治理项目进出水水质分析表

水质指标	COD _{Cr}	SS	NH ₃ -N	TP
设计进水水质 (mg/L)	100 ~ 200	100 ~ 200	20.00 ~ 30.00	2.00 ~ 4.00
实际进水水质 (mg/L)	35 ~ 75	15 ~ 35	1.55 ~ 22.00	0.15 ~ 2.20
实际出水水质 (mg/L)	13 ~ 28	3 ~ 6	0.35 ~ 5.00	0.05 ~ 0.70
广西地方标准二级标准 (mg/L)	100	30	15.00	3.00
建设完后校核去除率 (%)	62.56	85.69	77.42	66.67

6.3 一体化设施处理技术

6.3.1 双效生物滤床

以南宁市宾阳县黎塘镇新兴村农村生活污水治理项目为例，该项目主要收集村内生活污水进行治理，主要工艺为 DEB 双效生物滤床技术，工艺流程见图 6-20。新兴村常住村民约 450 人，生活污水来源为洗衣水、洗澡水、厨房用水、卫生间污水等，通过管网集中收集到污水处理站点集中处理。该项目处理规模为 40 m³/d，总投资约 52.2 万元，其中，设备投资 13.9 万元。工程于 2018 年 8 月由原宾阳县环境保护局组织验收，至今运行稳定，处理效果良好。项目采用埋地式微动力生活污水生物净化槽，地上部分覆土绿化，从绿化环境及提高景观效果来看，基本实现了农村生活污水治理的预期目标，进一步改善了农村生产生活环境。生活污水经治理后，COD_{Cr} 年去除总量 2.12 吨，去除率 69%，氨氮年去除总量 0.11 吨，去除率 46%。根据《2017 年南宁市宾阳县“美丽南宁·清洁乡村”生活污水处理工程监测报告》（三达（监）字〔2018〕第 N0912 号），项目出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918—2002）所规定的一级 B 标准，同时满足广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB45/ 2413—2021）所规定的一级标准的排放要求，具体出水水质见表 6-12。南宁市宾阳县黎塘镇新兴村生活污水治理项目见图 6-21。

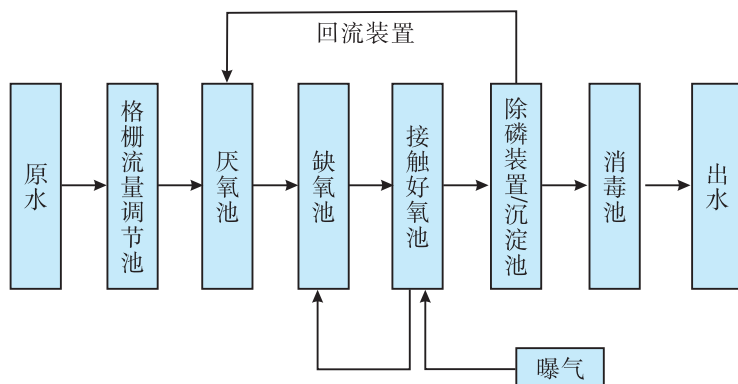


图 6-20 DEB 双效生物滤床工艺流程图

表 6-12 南宁市宾阳县黎塘镇新兴村农村生活污水治理工程处理效果汇总表

项目	pH 值	COD _{Cr} (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	TN (mg/L)	SS (mg/L)
进水	6.92	41	5.342	1.03	5.92	170
出水	7.11	18	0.086	0.02	0.58	10
广西地方标准 一级标准	6~9	60	8(15)	1.5	20	20
去除率(%)	—	56.09	98.39	98.05	90.20	94.11

注：括号外的数值为水温 $> 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的控制指标，括号内的数值为水温 $\leq 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的控制指标。



图 6-21 南宁市宾阳县黎塘镇新兴村生活污水治理项目

6.3.2 多级生态净化污水治理技术

6.3.2.1 工艺路线

农村生活污水首先经过格栅，水中的较大的固体杂质和漂浮物被拦截，格栅出水进入初沉池，污水再进一步沉沙，以减轻后续生物处理负荷和保护设备正常运行。初沉池的出水再自流进入水解酸化池。污水在池中依次发生水解反应、酸化反应。在水解段，复杂的、难溶的、难降解的大分子有机物被胞外酶水解为简单的、溶解性好的、易生物降解的小分子有机物；在酸化段，溶解性的有机物由兼性细菌转化为小分子的有机酸、醇、醛等，从而提高了 BOD_5/COD_{Cr} 值，使污水的可生化性能得到提升，同时也可以降解部分有机污染物质。水解酸化池出水进入生物接触氧化池内，这些专性微生物以污水中的污染物质为食物，通过内源呼吸和新陈代谢作用将生活污水中的有机物彻底分解为水、二氧化碳及新的生物体，从而达到降解污染物质的目的。生物接触氧化池出水进入二沉池，水中悬浮物质在物理沉降作用下汇集在池底的泥斗区，再经过污泥泵抽至污泥干化池干化后，外运至废物处理站或经无害化处理后作农肥回田。二沉池出水依次进入生物滤槽和人工湿地，通过专性微生物的吸收、利用，对污水残留的污染物质进行深度的再处理，进一步去除废水中的 NH_3-N 、P，并且可以去除 SS 及色度，使处理后的出水能够稳定达标排放。多级生态净化污水治理技术工艺流程见图 6-22。

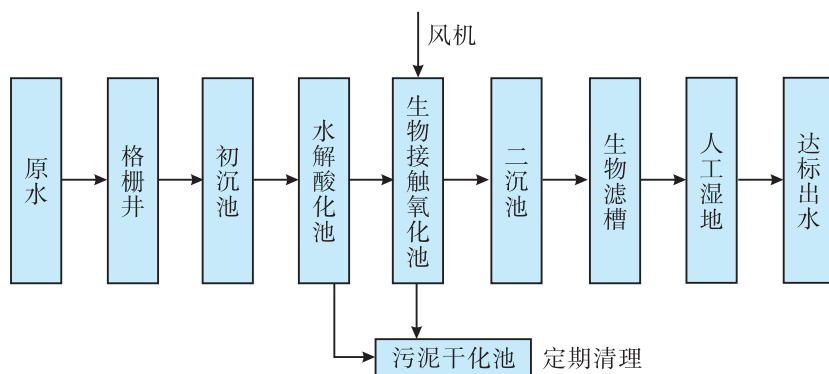


图 6-22 多级生态净化污水治理技术工艺流程图

6.3.2.2 技术原理

多级生态净化污水处理技术基于多级生态净化及营养梯级利用原理,组合了生物滤池、生态塘、稳定塘、人工湿地等多种生态工艺。技术将总体处于生物好氧/兼氧状态的生物滤池和总体处于生物厌氧/兼氧状态的人工湿地相组合,在系统内形成“厌氧+好氧/缺氧”的微生物生长环境,提高填料及根区内的微生物量,促进不同净化功能微生物的组合,并强化传统人工湿地的净化作用。在光合菌强化生态塘的协助下,该系统可以实现碳源有机物和氮、磷等污染物的高效转化和去除。通过模块化设计与其他污水处理工艺集成,可灵活地根据处理水量、水质、气候和场地条件,形成光伏动力-生物接触氧化、阶梯式跌水充氧等多样化多级生态净化装置,因地制宜进行组合应用。

6.3.2.3 工程案例

(1) 玉林市玉州区仁东镇大路村生活污水治理项目。

该项目主要收集村内生活污水进行治理,日处理 90 m^3 污水。项目工艺流程见图6-23。项目于2016年11月开工建设,2017年6月竣工,所有设备交付调试及使用,并于2018年3月进行项目验收,至今运行稳定,处理效果良好。项目总投资79.93万元,包含污水收集主管网、三面光沟渠、支管、入户管、检查井等,运行费用电费为 0.091 元/米^3 ,管理费为 0.034 元/米^3 ,运行成本为 0.125 元/米^3 。项目基本实现了农村生活污水治理的预期目标,进一步改善了农村生产生活环境,起到了较好的生态示范作用。根据《玉林市玉州区仁东镇大路村生活污水处理工程监测报告》(报告编号:20180529HJ004),项目出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)所规定的一级B标准,出水水质同时满足广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/2413—2021)所规定的二级标准的排放要求,具体出水水质见表6-13。玉林市玉州区仁东镇大路村生活污水治理项目见图6-24。

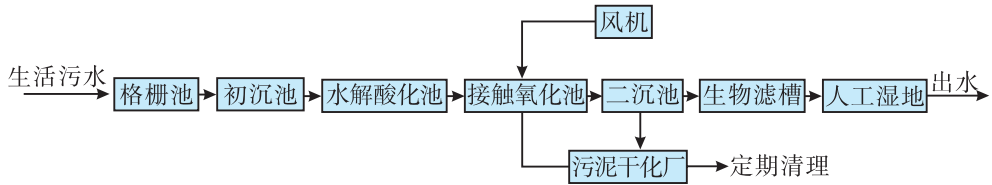


图 6-23 工艺流程图

表 6-13 玉林市玉州区仁东镇大路村生活污水治理效果汇总表

监测项目	监测日期	监测频次及结果					广西地方标准 (二级标准)
		1	2	3	4	均值	
pH 值	2018 年 5 月 30 日	7.30	7.34	7.35	7.33	7.33	6 ~ 9
	2018 年 5 月 31 日	7.28	7.31	7.35	7.30	7.31	
SS (mg/L)	2018 年 5 月 30 日	16	14	12	10	13	30
	2018 年 5 月 31 日	10	18	14	12	14	
COD _{Cr} (mg/L)	2018 年 5 月 30 日	26	30	22	34	28	100
	2018 年 5 月 31 日	36	40	24	30	33	
TP (mg/L)	2018 年 5 月 30 日	0.99	0.81	0.87	0.92	0.90	3
	2018 年 5 月 31 日	0.91	1.02	0.85	0.94	0.93	
NH ₃ -N (mg/L)	2018 年 5 月 30 日	8.45	7.71	7.36	7.83	7.84	15
	2018 年 5 月 31 日	7.25	7.78	6.89	7.56	7.37	
BOD ₅ (mg/L)	2018 年 5 月 30 日	17.2	13.4	15.6	18.3	16.1	—
	2018 年 5 月 31 日	14.6	15.2	9.8	11.3	12.7	



(a) 设施全貌



(b) 水培槽

图 6-24 玉林市玉州区仁东镇大路村生活污水治理项目

(2) 南宁市上林县三里镇双罗村新圩庄生活污水治理项目。

南宁市上林县三里镇双罗村新圩庄生活污水治理项目，总投资 105 万元，处理规模为 60 m³/d，于 2013 年建设成后运行至今。项目采用多级生态净化

污水治理技术处理生活污水，基本达到了农村生活污水治理的预期目标，进一步改善了农村生产生活环境，起到了较好的生态示范作用。该项目的出水水质满足广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/2413—2021)所规定的二级标准的排放要求，出水水质见表6-14。南宁市上林县三里镇双罗村新圩庄生活污水治理项目见图6-25。

表6-14 南宁市上林县三里镇双罗村新圩庄生活污水治理工程处理效果汇总表

监测项目	监测日期	监测频次及结果					广西地方标准 二级标准
		1	2	3	4	均值 / 范围	
pH 值	2018年10月8日	7.61	7.78	7.65	7.70	7.69	6~9
	2018年10月9日	7.62	7.73	7.80	7.76	7.73	
SS (mg/L)	2018年10月8日	16	14	13	13	14	30
	2018年10月9日	13	14	12	14	13	
COD _{Cr} (mg/L)	2018年10月8日	33	28	24	31	29	100
	2018年10月9日	27	23	24	33	27	
BOD ₅ (mg/L)	2018年10月8日	12	12	12	12	12	—
	2018年10月9日	9	10	10	10	10	
NH ₃ -N (mg/L)	2018年10月8日	2.16	2.22	2.30	2.28	2.24	15
	2018年10月9日	2.39	2.37	2.21	2.24	2.30	



(a) 设施全貌



(b) 水培槽

图6-25 南宁市上林县三里镇双罗村新圩庄生活污水治理项目

6.3.3 一体化智能污水处理技术

该技术主要用于治理农村散户或者三五联户排放的点源生活污水及类似水质的水体，集成了“多级接触氧化变溶氧泥膜共生技术”“高效沉淀分离技术”“消毒杀菌技术”等关键技术，其中，多级接触泥膜共生反应是该系统的核心技术。在设计上采用复合湍流强化相界面传质效率，提升好氧生物活性，强化脱氮除磷效果，同时通过变溶氧设计可以有效减少设备运行能耗，提高系统对不同水质的适应性。点源生活污水处理系统设备内设有反硝化区、脱氮除磷区、好氧区、硝化区、沉淀分离区，其中，反硝化区、脱氮除磷区、好氧区与硝化区之间通过折流板相互连通，反硝化区和脱氮除磷区内均装载厌氧生物复合填料，好氧区内则投加好氧生物悬浮填料。污水依次经过设备的反硝化区、脱氮除磷区、好氧区、硝化区和沉淀分离区，最后出水实现达标外排，工艺流程见图 6-26。

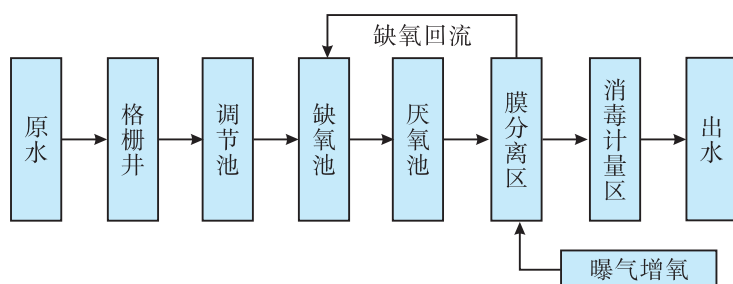


图 6-26 一体化智能污水处理技术工艺流程图

(1) 南宁市西乡塘区东南村那元三队 MCO 示范基地项目。

南宁市西乡塘区东南村那元三队 MCO 示范基地项目设计处理规模为 $30 \text{ m}^3/\text{d}$ ，工程总投资 35 万元，其中，设备投资 10 万元。生活污水通过排水管收集汇入集水井中，流进格栅井，将污水中自带的垃圾及部分悬浮物去除后自流进入调节池，待水量达到设定区间后，通过水泵送至 MCO 点源污水处理系统进行处理，污水从 MCO 缺氧区进水口进入，进水同回流混合液进入缺氧区进行反硝化脱氮过程，再进入好氧反应区去除有机物和氨氮。经过好氧处理的污水

进入沉淀区进行固液分离，上清液达标后排放，沉淀池污泥作为系统补泥备用。

根据《南宁市东南村那元生活污水处理 MCO 试点项目监测报告》（南环环保〔2019〕第 06—17 号）及《西乡塘区东南村那元三队 MCO 示范基地项目监测报告》（博测监〔水〕字〔2018〕第 039 号），该项目出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918—2002）所规定的一级 B 标准，出水水质同时满足广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB45/2413—2021）所规定的二级标准的排放要求。具体出水水质见表 6-15。

表 6-15 南宁市西乡塘区东南村那元三队生活污水处理工程

处理效果汇总表

单位：mg/L

监测项目	监测日期	监测结果	广西地方标准二级标准
TP	2018 年 3 月 21 日	0.59	3
	2019 年 6 月 21 日	0.46	
TN	2018 年 3 月 21 日	7.70	—
	2019 年 6 月 21 日	8.09	
NH ₃ -N	2018 年 3 月 21 日	6.63	15
	2019 年 6 月 21 日	2.91	
COD _{Cr}	2018 年 3 月 21 日	39	100
	2019 年 6 月 21 日	19	
BOD ₅	2018 年 3 月 21 日	—	—
	2019 年 6 月 21 日	6.2	
SS	2018 年 3 月 21 日	18	30
	2019 年 6 月 21 日	8	

（2）梧州市长洲区龙华村生活污水治理项目。

该项目位于梧州市长洲区，户籍登记人口 750 人，常住人口约 500 人，生活污水治理项目服务面积约 48 847 m²，处理规模 45 m³/d，占地面积 350 m²，其中，景观面积 50 m²，出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918—2002）所规定的一级 B 标准。项目设施优先采用太阳能光伏发电系统供电，光伏发电系统装机容量为 17.1 kW，可满足设备运行用电需求。阴雨天气则采用市政电网供电，保证设备正常运行。梧州市长洲

区龙华村生活污水治理项目见图 6-27。



(a) 地埋式 MCO 一体化设备

(b) 污水处理站全貌

图 6-27 梧州市长洲区龙华村生活污水治理项目

6.3.4 生态水培工艺

钦州市钦南区久隆镇黎屋村农村生活污水处理项目于 2018 年 7 月开工建设，2019 年 2 月完成建设，2019 年 4 月完成调试工作，2019 年 5 月通过久隆镇人民政府组织的工程质量竣工验收，同年 11 月通过竣工初步验收。

钦州市钦南区久隆镇黎屋村污水站处理规模为 $100 \text{ m}^3/\text{d}$ ，采用“多级流化床载体生物反应器+水培槽”组合工艺（IF-CBR 组合生态水培工艺），配套建设污水管网 2 600 m。建成后服务人口 1 150 人，项目总投资 140 万元，建设调试时间为 2018 年 7 月至 2019 年 4 月，处理后的出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918—2002）所规定的一级 B 标准。工艺流程见图 6-28。

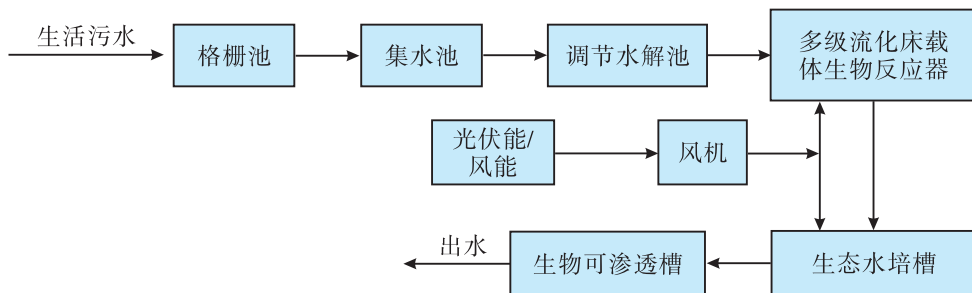


图 6-28 生态水培工艺流程图

该项目污水处理站运行良好，根据《2017年钦州市钦南区农村环境综合整治久隆镇黎屋村农村污水处理项目监测报告》（玉翔监字〔2019〕第0426号，2019年4月），污水处理站出水口处水质可以达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918—2002）所规定的一级B标准，出水水质同时满足广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB45/2413—2021）所规定的二级标准的排放要求，具体出水水质见表6-16。钦州市钦南区久隆镇黎屋村生活污水处理项目见图6-29。

表 6-16 钦州市钦南区久隆镇黎屋村农村污水处理项目出水水质

监测点位	监测项目	监测结果	广西地方标准 二级标准	达标情况
出水口	pH 值	6.79 ~ 6.87	6 ~ 9	达标
	SS (mg/L)	13	30	达标
	COD _{Cr} (mg/L)	38	100	达标
	BOD ₅ (mg/L)	11.4	—	—
	NH ₃ -N (mg/L)	6.15	15	达标
	TN (mg/L)	10.8	—	—
	TP (mg/L)	0.48	3	达标



图 6-29 钦州市钦南区久隆镇黎屋村生活污水处理项目

来宾市兴宾区蒙村镇铁象村污水处理工程项目设计处理规模 $75 \text{ m}^3/\text{d}$ ，服务人口 800 人，项目共投资 90.96 万元，配套污水收集管网 1 800 米。项目采用“格栅+调节水解+一体化生化池+生态水培槽+微型湿地”组合处理工艺，处理后的出水水质可达广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》所规定的一级标准（见表 6-17）。来宾市兴宾区蒙村镇铁象村生活污水治理项目见图 6-30。

表 6-17 来宾市兴宾区蒙村镇铁象村农村生活污水治理工程处理效果汇总表

监测点位	监测项目	监测结果	广西地方标准 一级标准	达标情况
出水口	pH 值	6.32 ~ 6.35	6 ~ 9	达标
	SS (mg/L)	10	20	达标
	COD _{Cr} (mg/L)	38	60	达标
	NH ₃ -N (mg/L)	1.43	8 (15)	达标
	TN (mg/L)	8	20	达标
	TP (mg/L)	0.87	1.5	达标
	动植物油 (mg/L)	0.22	3	达标

注：括号外的数值为水温 $> 12 \text{ }^\circ\text{C}$ 的控制指标，括号内的数值为水温 $\leq 12 \text{ }^\circ\text{C}$ 的控制指标。



图 6-30 来宾市兴宾区蒙村镇铁象村生活污水治理项目

贵港市港南区湛江镇云柳村暴岭屯污水处理工程项目设计处理规模 $40 \text{ m}^3/\text{d}$ ，服务人口 360 人，项目采用“多级流化床载体生物反应器+水培槽”组合工艺（IF-CBR 组合生态水培工艺），根据 2021 年 6 月 3 日及 10 月 19 日的监测结果显示，该项目出水水质满足广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB45/ 2413—2021）所规定的一级标准的排放要求（见表 6-18）。

表 6-18 贵港市港南区湛江镇云柳村暴岭屯农村生活污水治理工程处理效果汇总表

单位: mg/L

监测点位	监测项目	监测结果	广西地方标准 一级标准	达标情况
出水口	NH ₃ -N	0.728	8 (15)	达标
		4.534		
	COD _{Cr}	24	60	达标
		34		

注：括号外的数值为水温 $> 12 \text{ }^\circ\text{C}$ 的控制指标，括号内的数值为水温 $\leq 12 \text{ }^\circ\text{C}$ 的控制指标。

北海市合浦县星岛湖镇龙屋村农村生活污水治理项目采用的也是“流化床载体生物反应器+水培槽”同类组合工艺，项目处理规模为 $55 \text{ m}^3/\text{d}$ ，服务人口 630 人，2021 年 5 月 29 日的监测结果显示，处理后的出水水质满足广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB45/ 2413—2021）所规定的一级标准的排放要求（见表 6-19）。

表 6-19 北海市合浦县星岛湖镇龙屋村农村生活污水治理工程处理效果汇总表

监测点位	监测项目	监测结果	广西地方标准 一级标准	达标情况
出水口	pH 值	6.94	6 ~ 9	达标
	COD _{Cr} (mg/L)	23	60	达标
	NH ₃ -N (mg/L)	2.46	8 (15)	达标
	TP (mg/L)	0.26	1.5	达标
	TN (mg/L)	19.65	20	达标

注：括号外的数值为水温 > 12 ℃ 的控制指标，括号内的数值为水温 ≤ 12 ℃ 的控制指标。

除上述案例外，生态水培工艺在防城港上思县思阳镇明哲村玉学屯等生活污水治理项目中也得到了应用。

6.3.5 MEFB 技术

以玉林市博白县文地镇城肚村生活污水治理项目为例，该项目设计建设集中式污水处理站 1 座，处理规模为 40 m³/d，工程总投资预算为 51.25 万元，其中，设备投资约 28.54 万元。项目电气设备有 1 台提升泵，运行功率 0.75 kW。污水处理设施运行成本主要为电费、人工费和设备维修折旧费。其中，电费 0.045 元/吨；人工费约 0.3 元/吨；设备维修折旧费约 0.1 元/吨。每吨污水运行成本为 0.445 元。

项目建成后，污水处理站运行良好，根据《博白县 2019 年九州江流域农村生活污水治理项目文地镇城肚村污水站废水监测报告》（报告编号：LHHJ20200621〔102〕01），污水处理站出水口处水质可以达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918—2002）所规定的一级 B 标准，出水水质同时满足广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB45/2413—2021）所规定的二级标准，具体出水水质见表 6-20。

表 6-20 玉林市博白县文地镇城肚村生活污水治理项目出水水质

监测点位	监测项目	监测结果	广西地方标准 二级标准	达标情况
出水口	pH 值	7.19	6 ~ 9	达标
	SS (mg/L)	11	30	达标
	COD _{Cr} (mg/L)	8	100	达标
	BOD ₅ (mg/L)	3.4	—	—
	NH ₃ -N (mg/L)	1.47	15	达标
	TN (mg/L)	3.52	—	—
	TP (mg/L)	0.80	3	达标

项目工艺路线如下：污水经过格栅池和隔油池，将水中的油污和漂浮物去除；然后从上端进入厌氧调节池，厌氧调节池为两格，经过厌氧处理后，进入调节阶段；污水经过厌氧调节池后进入 MEFB 装置；MEFB 装置上端布水，污水自上而下渗透排出，同时通过通气管将空气吸入填料床层，给微生物创造合适的好氧和兼氧的微环境，进行硝化反应和反硝化反应，同时进行短程硝化反应和厌氧氨氧化反应，大大地提高了脱氮效率。另外，经微生物的作用，可以将磷酸根转化成磷化氢，并通过排气管排出，从而达到除磷的目的。工艺流程见图 6-31。

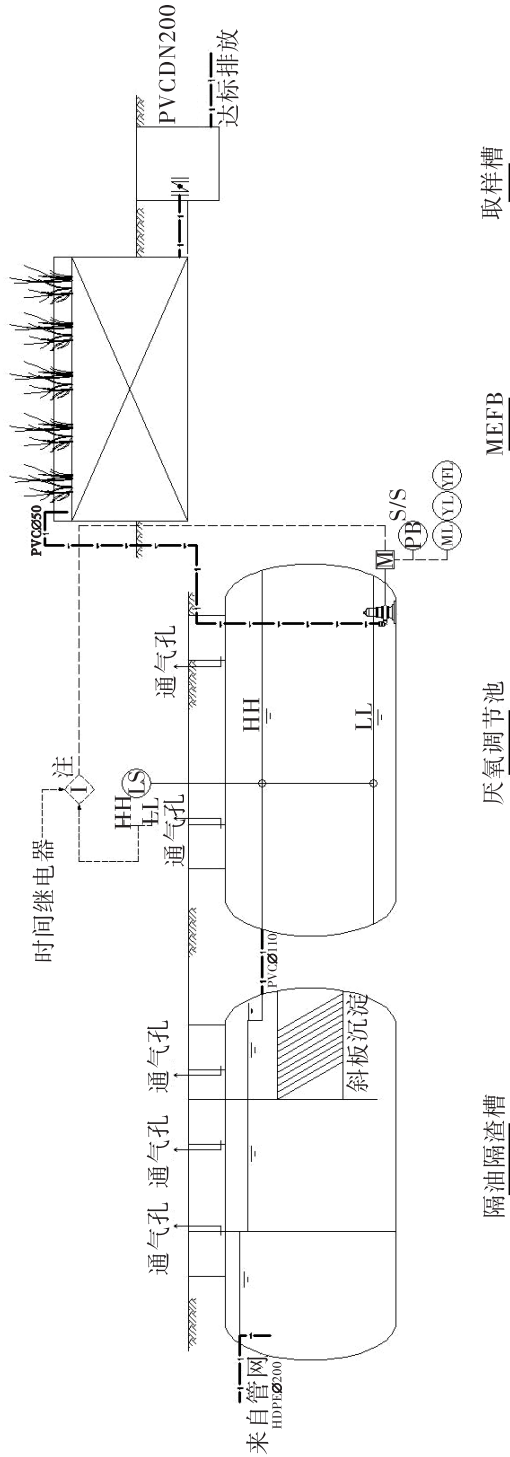


图 6-31 MEFB 技术工艺流程图

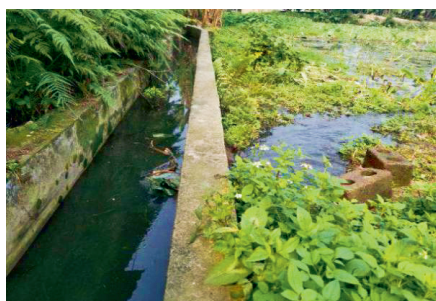
6.4 生态种植处理技术

以玉林市博白县博白镇九龙村农村生活污水资源化利用项目为例，该项目采用“格栅+调节池+生态调蓄塘”组合工艺技术，设计规模为 $120\text{ m}^3/\text{d}$ 。项目利用当地现有沟渠，收集生活污水，经格栅井和水力调节池后，通过生态调蓄塘种植当地的水芋消纳生活污水，并利用水芋超强的污水净化能力，搭建本地化的植物系统，实现对农村生活污水的处理。

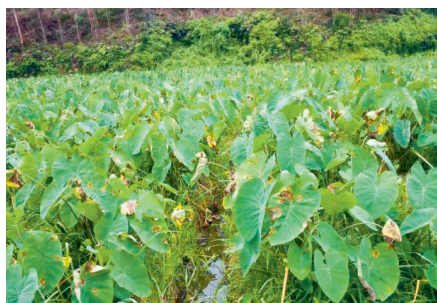
项目总投资约20万元，其中，生态处理设施投资约15万元，土地采用租赁形式，项目用地建设费5万元。运营成本主要为人工费，由村委派人协助定期收割芋苗，费用约1.8万元/年。生鲜芋苗的市场价为1.2元/千克，芋苗能给农户创收8100元/(亩·年)，扣除人工成本后实际创收3000元/(亩·年)。芋苗可常年收割，年最大收益约5000元/亩。玉林市博白县博白镇九龙村生活污水资源化利用项目见图6-32。



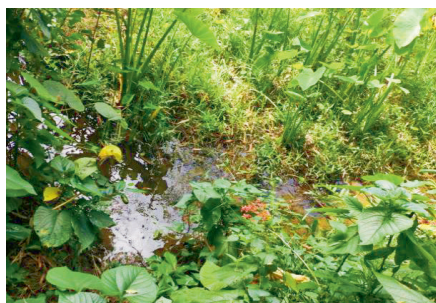
(a) 芋苗种植实景图



(b) 引用农村生活污水灌溉芋苗种植地



(c) 芋苗茁壮成长实景图



(d) 出水情况感官图

图6-32 玉林市博白县博白镇九龙村生活污水资源化利用项目

6.5 黑水分离化利用技术

6.5.1 黑白灰分流+庭院小湿地+氧化塘处理

以玉林市福绵区福绵镇十丈村十丈自然屯生活污水综合利用项目为例，该屯位于福绵区西南面、车江边上，距离福绵区城区 4 km，有 450 户，1 700 多人，土地面积 1 700 亩，农业以种植水稻、水果为主。

该项目根据黑白灰分流处理理念（白水指雨水、地表水、村道水沟水、山泉水、水塘水等；灰水指洗漱、洗衣、厨房污水等生活用水排水；黑水指人排泄物、厕所冲水和畜禽粪便水），生活污水通过“黑白灰分流+庭院小湿地+氧化塘”的处理模式，因地制宜把每家每户的生活污水按照灰水和黑水分流，黑水排进各家的化粪池发酵后储存于收集池用于农作物施肥，灰水流经沉砂井和过滤池后排进人工湿地降解有机物质，白水排入池塘。

该项目设计采用“黑白灰分流+庭院小湿地+氧化塘”组合工艺技术，设计规模为处理 20 ~ 30 户的粪水、洗漱水、洗衣水、厨房污水等生活用水排水和雨水等地表水。出水水质可达到《农田灌溉水质标准》（GB 5084—2021）所规定的旱作作物的灌溉标准。

该项目总投资约 30 万元，灰白水通过自流至池塘，实现零排放。20 ~ 30 户的黑水流入收集池，每天收集后运输售卖，5 吨/车，卖给果农灌溉 180 元/车，运输费用 20 元/车，合作社创收 160 元/车。

根据玉林市检验检测研究院的监测报告，福绵镇十丈村生活污水综合利用技术点位生活污水进水的 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TP 浓度分别为 95 mg/L、19.8 mg/L 和 3.65 mg/L，出水的 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TP 浓度分别为 43 mg/L、11 mg/L、1.27 mg/L， COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、和 TP 去除率分别为 54.74%、44.44% 和 65.21%，出水水质达到广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB45/ 2413—2021）二级标准（见表 6-21）。玉林市福绵区福绵镇十丈村生活污水综合利用项目见图 6-33。

表 6-21 玉林市福绵区福绵镇十丈村生活污水综合利用项目技术处理效果汇总表

项目	COD _{Cr}	NH ₃ -N	TP
进水浓度 (mg/L)	95	19.8	3.65
出水浓度 (mg/L)	43	11	1.27
广西地方标准二级标准 (mg/L)	100	15	3
去除率 (%)	54.74	44.44	65.21



(a) 分散处理概况



(b) 分散处理



(c) 粪水收集池 (20 ~ 30 户)



(d) 粪水收集运输车

图 6-33 玉林市福绵区福绵镇十丈村生活污水综合利用项目

6.5.2 黑白灰分流+末端灌溉处理

以钦州市浦北县北通镇九梅麓村农污改厕污水治理项目为例，该项目建设完成后，受益群众为 50 多户，200 余人。项目设计采用黑水灰水分流处理理念，利用“黑灰分流+三级沉淀+生态池”的处理模式，因地制宜把每家每户的生活污水按照黑水和灰水分流，通过地势高差敷设污水管网，把黑水（厕所粪污水等）和灰水（洗澡水、洗衣水、厨房用水等）分离后收集到终端处理池进行处理。黑水经过每家每户的三格化粪池进行第一次无害化处理后，流入终端处理池（大三级化粪池），经第二次沉淀、过滤、分离三格式达到无害化处理要求的粪液，稀释后就地就近就农利用，可用于灌溉林木或各种经济作物，也可排入土壤渗滤系统或人工湿地等进行生态处理。粪渣、粪皮及沼渣等就地堆沤腐熟，就地就近就农利用，也可收集转运至集中处理点再处理利用。灰水经过终端处理池进入“生态池”，通过“生态池”中水生植物形成的生态净化系统提升净化效果，然后经生态池出水排入村屯周边的沟渠（见图 6-34）。终端处理池由村委会安排人员定期清理，一般清理周期为 1 年 1 次。该项目将污水分类收集处理，粪污实现资源化利用，项目投入成本较低，运行维护简单。项目总投资约 60 万元，主管网敷设长度约 400 米，整个项目利用地势高差收集废水，无动力运行，后期运行管理不需要过多经费。钦州市浦北县北通镇九梅麓村农污改厕污水治理项目见图 6-34。



(a) 灰水统一纳管收集



(b) 黑水统一纳管收集



(c) 黑水终端处理池出水



(d) 灰水终端处理生态池



(e) 九梅麓村处理设施灌溉荔枝树



(f) 九梅麓村村规民约

图 6-34 钦州市浦北县北通镇九梅麓村农污改厕污水治理项目

6.5.3 三水分离+跌水充氧+陶瓷潜流人工湿地逐级处理+黑水资源化利用

以柳州市鹿寨县鹿寨镇大村村古丁屯生活污水治理项目为例，古丁屯属于典型的丘陵山区村屯，有 67 户，常住人口 300 人。根据村屯实际，该项目设计因地制宜，利用地势自然落差，将农村黑灰污水处理进行了创新，形

成了一种新模式——古丁模式。

项目总投资约 91 万元，包括实施 10 户农户完成黑灰分离改造，敷设黑水收集管网 1 200 米，灰水收集管网 1 300 米，改造雨水沟渠 700 米；建设庭院人工湿地 45 组，末端人工湿地 48 组，10 立方米化粪池、30 立方米化粪池及蓄水池各一个。

项目农户全部实现黑灰两水无动力的两次收集、两次利用，后期无运维成本。黑水经农户化粪池进行初次无害化处理，农户可利用初次黑水进行浇菜园及浇果园，溢出后的黑水则汇入集中三格化粪池进行二次无害化处理，作为优质有机肥还田利用，达到无害化资源化减量化的目的，剩余黑水经末端潜流人工湿地进行处理后可用于农田浇灌。灰水经户用隔油池及庭院式人工湿地初次处理，通过灰水收集管在末端与黑水混合，然后流入末端人工湿地，处理后可用于农田浇灌。庭院潜流人工湿地和末端潜流人工湿地采用深度发酵微生物固化陶瓷作为填料。该陶瓷填料已固化微生物工程菌种，可提高单位体积的生物量，磷吸附能力强，氨氮去除率高，空隙率大，不易堵塞，解决普通湿地易堵塞，处理效率不高的弱点。工艺流程图详见图 6-35。

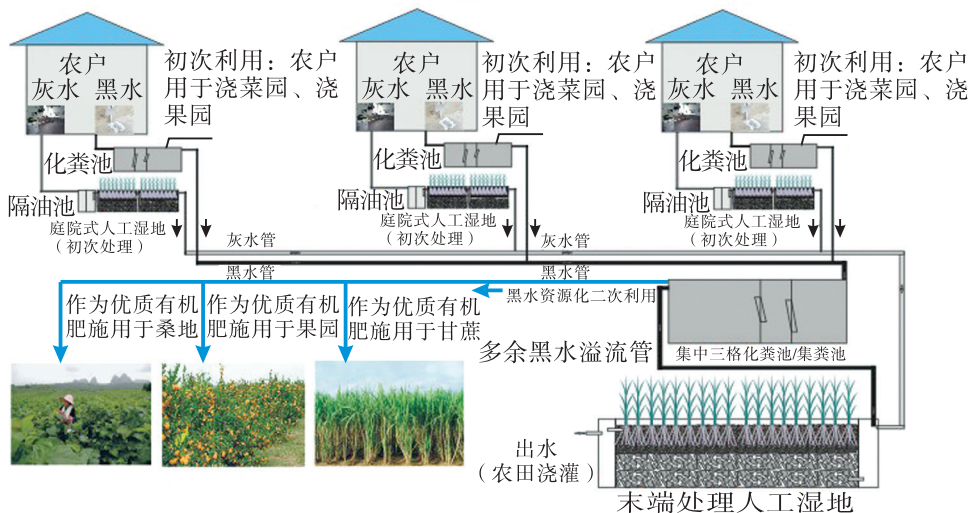


图 6-35 “古丁模式” 工艺流程图

该项目污水处理设施运行良好,根据《鹿寨县“厕所革命”整村推进古丁屯粪污处理建设项目检测报告》(云检监字〔2020〕第245号,2020年9月26日采样送检,末端出水水质满足广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/2413—2021)所规定的一级标准的排放要求。具体出水水质见表6-22。

表6-22 柳州市鹿寨县鹿寨镇大村村古丁屯生活污水综合利用项目技术处理效果汇总表

监测点位	监测项目	监测结果	广西地方标准一级标准	达标情况
1# 末端湿地出水口	pH 值	8.03	6 ~ 9	达标
	SS (mg/L)	10	20	达标
	COD _{Cr} (mg/L)	9	60	达标
	NH ₃ -N (mg/L)	0.025L	8 (15)	达标
	TN (mg/L)	2.37	20	达标
	TP (mg/L)	0.03	1.5	达标
	动植物油 (mg/L)	0.10	3	达标
2# 末端湿地出水口	pH 值	8.38	6 ~ 9	达标
	SS (mg/L)	19	20	达标
	COD _{Cr} (mg/L)	10	60	达标
	NH ₃ -N (mg/L)	0.036	8 (15)	达标
	TN (mg/L)	14.1	20	达标
	TP (mg/L)	0.28	1.5	达标
	动植物油 (mg/L)	0.06L	3	达标

注:监测结果低于检出限时,以检出限加“L”填报。括号外的数值为水温>12℃的控制指标,括号内的数值为水温≤12℃的控制指标。

整个系统最终达到无害化处理和资源化利用的目的,黑灰两污得到治理和利用,公共卫生得到改善,疾病传染得到管控(见图6-36)。该工艺不是对农村厕所黑灰污水混合、依靠动力参与的城镇污水处理工艺的简单照搬,而是按照绿色生态循环发展理念,坚持从农村实际出发,与农村生活、生产及生态现状紧密结合的创新组合工艺。



图 6-36 “古丁模式”无害化处理和资源化利用实景图

6.6 自然处理技术

以玉林市博白县博白镇津木村珠玉山屯生活污水治理项目为例，玉山屯常住人口约 850 人，距南流江支流的乌豆江直线距离约 200 m。该屯的传统产业为生猪小散养殖，因环保问题现已基本被取缔关停，村民收入主要靠外出务工和传统种植（种植水稻、蔬菜等）。珠玉山屯日平均污水量约 80 m^3 ，最大日污水量约为 100 m^3 ，污水主要为居民日常厨卫生活污水和少量养殖废水，雨污混合后，通过各家各户房前、屋后明沟涵管自流汇集至村中心低洼处水塘。

该项目设计采用“微生物+多级生态处理”组合工艺技术，处理规模约 $80 \text{ m}^3/\text{d}$ ，项目总投资约 40 万元，于 2019 年 3 月开工，4 月初竣工，4 月底出水水质达到设计标准。项目建设周期约 20 天，项目达到验收标准周期约 40 天，年均维护费 1 万元。

根据监测结果，博白镇津木村珠玉山屯自然处理点位的生活污水进水水质的 pH 值和 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP、TN、SS 的浓度分别为 7.39、233 mg/L、40.4 mg/L、5.08 mg/L、43.5 mg/L 和 74 mg/L，出水水质的 pH 值和 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP、TN、SS 的浓度分别为 6.56、26 mg/L、0.9 mg/L、0.75 mg/L、1.41 mg/L 和 17 mg/L。 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP、TN 和 SS 的去除率分别为 88.84%、97.77%、85.24%、96.76% 和 77.03%。生活污水中的 TP 通过氧化

塘的植物吸收及投加菌种微生物作用处理，出水水质达到广西地方标准《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB45/ 2413—2021)所规定的一级标准(见表6-23)。玉林市博白县博白镇津木村珠玉山屯生活污水治理项目见图6-37。

表6-23 玉林市博白县博白镇津木村珠玉山屯生活污水自然处理技术处理效果汇总表

项目	pH 值	COD _{Cr} (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	TP (mg/L)	TN (mg/L)	SS (mg/L)
进水	7.39	233	40.4	5.08	43.5	74
出水	6.56	26	0.9	0.75	1.41	17
广西地方标准一级标准	6~9	60	8	1.5	20	20
去除率(%)	—	88.84	97.77	85.24	96.76	77.03



(a) 村庄基本情况



(b) 湿地植物



(c) 排水口



(d) 排入乌豆江

图6-37 玉林市博白县博白镇津木村珠玉山屯生活污水治理项目

6.7 纳管进厂处理

以玉林市博白县旺茂镇竹高冲屯生活污水治理项目为例，该屯主要以农业为主，农业种植物主要为水稻，人口约 400 人，污水主要以居民生活污水为主，生活污水经管网收集到旺茂镇污水处理厂进行处理。

旺茂镇污水处理厂配套管网总长度为 4.5 km，收集处理全镇区 90% 以上的生活污水（包括附近村屯的生活污水收集管网约 1 km）。污水处理厂采用“调节池+配水器+生物反应器+沉淀池+人工湿地+消毒”组合工艺，污水经处理后出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918—2002）所规定的一级 B 标准。

博白县旺茂镇污水处理厂已建成运行，附近村屯的生活污水依托该污水处理厂，通过污水收集管网，进入污水处理厂进行处理（见图 6-38）。污水收集管网造价约 20 万元 / 千米，几乎无运行维护费用。



(a) 旺茂镇污水处理厂设施



(b) 附近村屯的地理式管网

图 6-38 玉林市博白县旺茂镇污水处理厂设施及附近管网