

农村生活污水和黑臭水体治理 示范案例 (技术篇)

生态环境部土壤生态环境司
生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心
2022年12月

目 录

案例一 华北平原区旅游型村庄—SBR 一体化设施处理	1
案例二 华东山区人口分散村庄—黑灰水分别处理+就地利用	6
案例三 华东山区流域沿线村庄—农村黑臭水体综合治理	12
案例四 华东低山丘陵区人口分散村庄—循环生物滤池处理+农业利用	17
案例五 华南丘陵区环境敏感村庄—厌氧池+人工湿地+生态塘处理+农业利用	23
案例六 西北地区人口分散村庄—无动力净化罐处理+农业利用 ..	28
案例七 西南山区旅游型村庄—集中处理与分散利用相结合	32
案例八 东北平原区人口集中村庄—A/O+生态塘处理	38

案例一

华北平原区旅游型村庄 —SBR 一体化处理

一、基本情况

1. 村庄概况

该案例位于河南省信阳市平桥区兰店乡王寨行政村的东王楼自然村，为典型的中部丘陵区，属于亚热带向北温带过渡地带，年均气温约 15.3℃，年均降雨量约 1200 毫米。2019 年，王寨村被命名为“河南省美丽乡村示范村”，游客人数较多。东王楼村常住户数 13 户，常住人口 40 人，建有 1 家农家乐饭店，人均收入约 1.6 万元。村内建有 2 座公厕，水冲厕改厕率达到 100%。

2. 治理必要性

2020 年 3 月，对东王楼村居民进行水冲式厕所改造，但改厕与污水治理工作未做好衔接，户内黑水与灰水、公厕产生的污水直接排入坑塘，造成一些坑塘出现不同程度的黑臭现象，影响村庄人居环境以及旅游业发展。

3. 治理概况

重点对常住的 13 户居民生活污水进行收集处理，基于水冲式厕所改造情况，2020 年 4 月，由兰店办事处与社会资本方共同投资 9.6 万余元（污水处理设施 4 万元，管网 5.6 万元），对常住农户生活污水进行收集处理，建设一座处理规模为 3 立方米/天的小型序批式

活性污泥处理设施（SBR），256米污水收集管网。污水处理设施实际规模为1.8~4.2立方米/天，出水执行河南省《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB 41/1820—2019）一级标准，尾水用于临近月季园绿化，剩余部分排入临近坑塘。

二、技术模式

1. 技术模式选择

综合考虑村庄定位（省级美丽乡村示范村）、旅游村（流动人口较多、农家乐）、地形（丘陵）、村庄环境（月季园、坑塘）、水冲式厕所改厕率高（100%）、污水产生量波动大等因素，选择适度集中的治理模式以及抗冲击负荷较强的序批式活性污泥法（SBR）处理工艺。

2. 污水收集

采用雨污分流排水模式。户内黑水（化粪池第三格上清液）、灰水分别收集，户外通过检查井并入主管网，主管（DN 200）长126米，入户管（DN 110~160）130米。

3. 污水处理

污水处理采用“预处理+SBR+砂滤池”的小型一体化处理设施，工艺流程如图1-1所示。污水处理设施占地12平方米，包括1座格栅池、1套厌氧池、1套SBR反应池、1座砂滤池+清水池，1个控制柜。污水通过管网收集后进入预处理单元（格栅池），去除大部分悬浮物后进入厌氧池（污水调节和厌氧处理），采用气提泵将厌氧池内的污水提升至SBR反应池进行生化处理（间歇性曝气，污水好氧、缺氧处理），再经静止沉淀后，上层清水通过气提的方式进入

砂滤池进一步过滤后进入于清水池，剩余污泥回流厌氧池，处理周期为 12 小时，一天 2 批次。

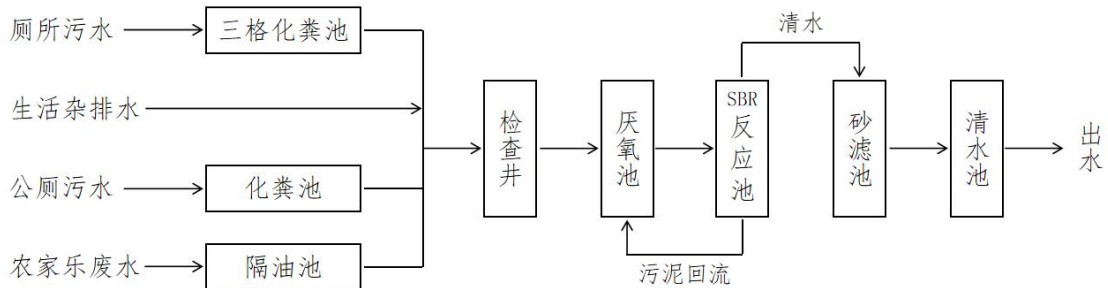


图 1-1 工艺流程图

三、运行维护

1. 运维主体

运维模式为“村民运维为主+第三方设备公司为辅”，平时由群众或村干部自行巡查检查井、管网、处理设施等，出现一般故障村民可自行排除。设备公司每 6 个月左右对处理设施维护保养一次，主要包括控制柜检查、处理设施活性污泥活性等。平桥区生态环境局负责对运维单位进行监督考核。

2. 运维费用

处理设施装机功率 210 瓦，每天运行时间 8.6 小时，日运行费用为 1.10 元，由当地村委会承担，维护保养费用每年约 500 元，由设备公司免费承担 3 年。

四、治理效果

委托第三方机构对处理设施进出水水质进行检测，出水达到河南省《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB 41/1820—2019）一级标准，如表 1-1 所示。部分处理后的尾水进入临近坑塘，

作为坑塘补水。图 1-2 为治理前后成效图。

表 1-1 处理设施进出水水质

单位：毫克/升（pH 无量纲）

项目名称	pH	化学需氧量	悬浮物	总磷	总氮	氨氮
进水	7.1	184	264	4.11	40.5	15.2
出水	7.7	38	20	0.52	10.8	5.46
一级	6~9	60	20	1	20	8(15) ^a

a 氨氮最高允许排放浓度括号外的数值为水温 $>12^{\circ}\text{C}$ 的控制要求，括号内的数值为水温 $\leq 12^{\circ}\text{C}$ 的控制要求。



图 1-2 王楼村污水治理后效果图

五、适用范围及注意事项

1. 适用范围

适用于旅游景区、人流量变化较大及有农家乐的村庄。

2. 注意事项

(1) 管网管材需确保质量，设计安装时严格按照《室外排水设计规范》（GB 50014）进行，防止后期管网堵塞。

(2) 当遇到强降雨时，为防止厌氧池、SBR 反应池中活性污泥部分流失，可在格栅池设置溢流口防止雨水大量进入，也可暂时关

闭设备，雨后重新启动。

(3) 农村环境较差或道路旁边尘土较多时需增加空压机过滤网清理频次。

案例二

华东山区人口分散村庄 —黑灰水分别处理+就地利用

一、基本情况

1. 村庄概况

该案例位于山东省临沂市蒙阴县坦埠镇诸夏社区。临沂市属于典型的丘陵地区，地势西高东低、北高南低，属温带季风性气候，年平均降水为 789 毫米。该社区远离河流、水库等地表水体，属非环境敏感区。诸夏社区下辖 5 个自然村，户籍户数 1272 户，总人口 3887 人，常住人口 2329 人，目前农村供水和改厕率达到 100%。通过发展特色产业等方式，促进了社区农民增收，人均收入约 1.0 万元。

2. 治理必要性

诸夏社区地形起伏较大，村民居住较分散，产生的生活污水难以实现管网集中收集。该村未建排水管网，厨房、洗涤、洗浴等生活污水直接外排出庭院，导致路面污水横流，影响村庄人居环境。

3. 治理概况

诸夏社区下辖 5 个自然村，其中 3 个自然村已完成污水治理，黑水通过双瓮化粪池无害化处理后，由专业拉运队运至镇驻地污水处理站进行集中处理，灰水采用生态净化槽、微生态潜流湿地、强化快渗池等户用分散技术，处理后达到《农田灌溉水质标准》（GB

5084—2021)，用于花园或菜园浇灌。

2020年已建成原位生态净化槽 220 套、微生态潜流湿地 310 套、强化快渗池 250 套，人均用水量约为 30 升/人·天，总设计处理规模 60 立方米/天，实际总处理规模 50 立方米/天。

二、技术模式

1. 技术模式选择

针对诸夏社区农户居住分散，黑灰分质收集处理、灰水产生量少、污染物浓度低、房屋周边有可用土地等特点，采用户用分散式污水处理模式。

2. 污水收集

灰水由户内排水管收集，采用 DN 110、DN 75 的 PVC 管，地理方式铺设，平均每户连接管 5 米。

3. 污水处理

灰水由户内排水管收集后，经隔油/沉淀池预处理后，通过原位生态净化槽、微生态潜流湿地或强化快渗池等强化生态处理，用于房前屋后小菜园、小果园、小花园灌溉用水，实现污水就地资源化利用。项目总投资约 60 万元，其中，污水处理设备投资 42.9 万元，管道投资 7.8 万元，基坑开挖等土建及设备安装费用 9.3 万元。

(1) 原位生态净化槽：原位生态净化槽工艺结构如图 2-1 所示。污水进入隔油-沉淀一体池，通过过滤和沉淀作用去除杂物、悬浮物和油污；经初步处理后的污水进入净化槽内，自下向上流动，污水中的污染物被净化槽内的过滤介质吸附、截留，利用负载在填料上的好氧菌/兼性菌/厌氧菌等生物的联合降解作用实现污水中污染物

的深度净化处理。原位生态净化槽的水力负荷 $0.25 \sim 0.5$ 立方米/平方米·天，可根据日最高用水量选定设备尺寸。

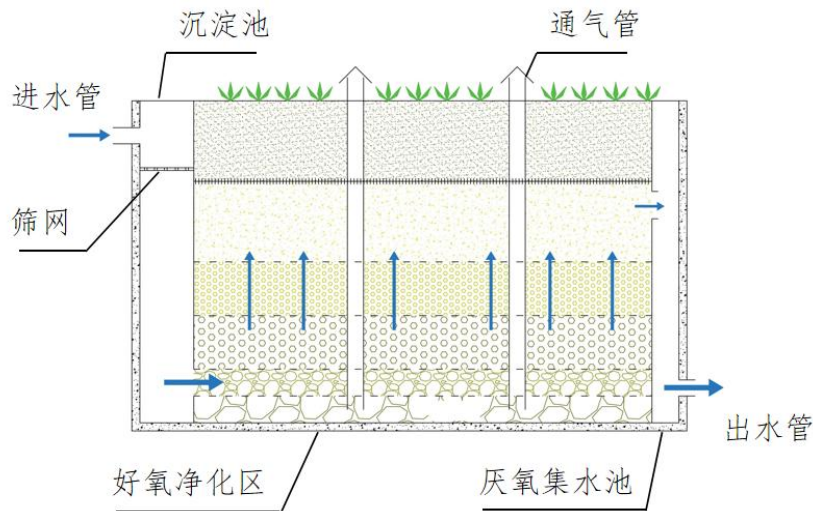


图 2-1 原位生态净化槽工艺结构图

(2) 微生物潜流湿地: 微生物潜流湿地工艺流程如图 2-2 所示。微生物潜流湿地工艺由预处理单元和生态强化净化处理单元组成。污水首先收集至隔油/沉淀一体池进行预处理以去除悬浮物和油污，避免后续处理单元堵塞；预处理后污水由配水管均匀投配到微生物潜流湿地处理单元。通过填料和植物根系上的水处理功能微生物的降解以及植物根系吸收等去除有机物、氮磷等。微生物潜流湿地的水力负荷 $0.2 \sim 0.45$ 立方米/平方米·天，可根据日最高用水量选定设备尺寸。

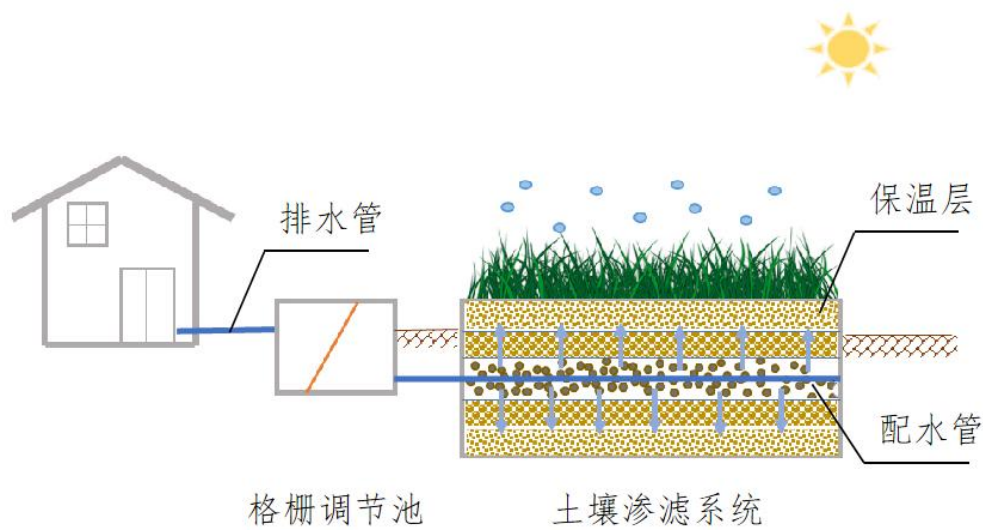


图 2-2 微生物潜流湿地工艺示意图

(3) **强化快渗池**：强化快渗池工艺结构如图 2-3 所示。污水首先进入处理设施中间的沉淀池进行预处理，以去除悬浮物和颗粒物；在二级净化单元中，通过多孔性填料截留的有机物、氮磷等污染物；污水进入三级净化单元及周围土壤中后，被附着于卵石/河砂以及土壤中的微生物所利用，水质得到进一步改善。强化快渗池处理负荷采用 $0.4 \sim 0.6$ 立方米/平方米·天，可根据日最高用水量确定建设面积和设备尺寸。

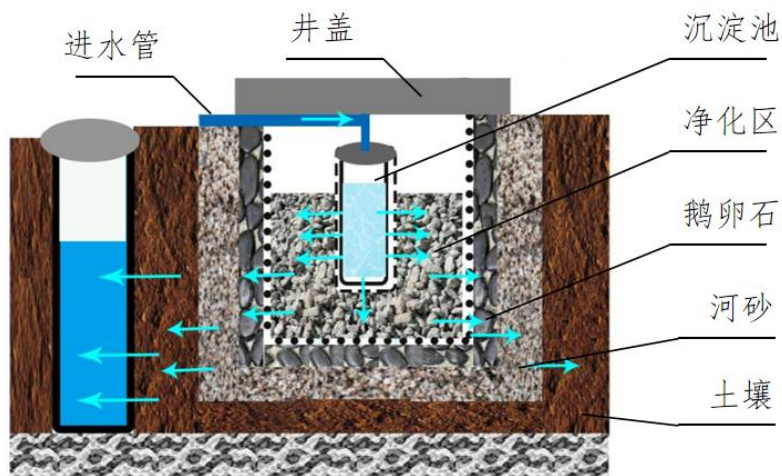


图 2-3 强化快渗池工艺流程图

三、运行维护

1. 运维主体

设施日常维护中，对于出现的简单问题，由各农户自行进行简易处理，村级指定专人对全村生活污水治理设施进行巡查及管护，及时维修村民反馈的设施运行复杂问题，保证各污水处理设施长效正常运行。组建镇、村协管队伍，每村配备1~2名协管员，形成由农户自身负责、村级管理、乡镇巡查、县级抽查的自下而上的管理体系。

2. 运维费用

治理设施无需外加动力，无电费等运行费用，根据农户不同排水量情况，各设施沉淀池内沉积物平均每月清掏一次，每处设施每次清掏费约2元，每处污水处理设施平均每年运维费用约24元。

四、治理效果

目前，黑水通过双瓮式化粪池无害化处理后，由专业拉运队运至镇驻地污水处理站进行集中处理后达标排放。灰水通过原位生态净化槽、微生态潜流湿地、强化快渗池的处理后达到《农田灌溉水质标准》（GB 5084—2021）。灰水出水用于房前屋后小菜园、小果园、小花园灌溉。

五、适用范围及注意事项

1. 适用范围

主要适用于北方丘陵地区、居住相对分散、污水排放量较小、不便于管网收集、气温相对温暖（冬季平均气温不低于-10℃）、土壤层较厚且以沙土为主（渗滤系数较大），受纳水体为非环境敏感

水体的地区。

2. 注意事项

(1) 净化槽、微生态潜流湿地处理效果受环境温度影响较大，冬季平均气温低于 -10°C 时影响设施处理效果。

(2) 微生态潜流湿地、强化快渗池的填料需要每年进行冲洗、翻晒、装填，可交给第三方统一管理，也可指导农户自行维护，需要约 50 元/户·年的清理费用。

案例三

华东山区流域沿线村庄 —农村黑臭水体综合治理

一、基本情况

1. 区域概况

该案例位于江西省南部瑞金市绵江一级支流七堡河中下流沙洲坝镇境内，为典型的山区丘陵地区。属亚热带季风气候，年平均气温 19.1℃，年均降雨量 1663.1 毫米，水资源丰富。沙洲坝镇境内有红井旧址群、“二苏大”会址旧址群、军博园“三大”国家 5A 级景区，属于环境敏感区。2020 年末，沙洲坝镇辖区有常住户数 7122 户、户籍人口 28218 人，人均可支配收入为 3.5 万元，卫生厕所改厕率达到 95%以上，以水冲厕为主。

2. 治理必要性

七堡河污染源主要包括居民生活污水及工业污水，长期排放导致水体发黑发臭，群众反映强烈。经监测，该段水体透明度为 10 厘米，溶解氧仅为 0.5 毫克/升，氨氮为 54.9 毫克/升，属于黑臭水体，亟待治理。

3. 治理概况

七堡河农村黑臭水体总水域面积 71.7 平方千米，主河道长 17.4 千米，涉及 480 户，常住人口 1850 人。瑞金市统筹安排 1800 万元用于七堡河黑臭水体治理，其中，管网建设约 1370 万元，生态清淤

约 300 万元，生态修复约 25 万元，其他相关费用约 105 万元。采用“控源截污 + 清淤疏浚 + 生态修复”的综合治理技术模式，2022 年 2 月，七堡河黑臭水体整治工作已全面完成，治理后达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）IV 类标准，河道水体由发黑发黄转变为碧水色，且透明度大大提高，消除了黑臭现象。

二、技术模式

1. 技术模式选择

由于沿线居民及企业分布集中，同时具备截污纳管条件，因此将污水纳入下游城镇污水处理厂集中处理；同时，综合考虑七堡河底泥淤积严重、气温条件适宜等因素，特采用“控源截污 + 清淤疏浚 + 生态修复”的综合治理技术模式。

2. 控源截污

下游瑞金市城镇污水处理厂处理规模 4 万吨/天，实际处理量仅 3 万吨/天，可将河流沿线生活污水和工业废水统一纳入城镇污水处理厂处理后达标排放。本案例新建污水截污管网（DN1000，水泥管）4000 米、污水干管（De 200）200 米、支管（De 160）150 米、入户管（De 75~110）1200 米。

3. 清淤疏浚

由于七堡河黑臭水体沿线河道受洪水冲刷严重，导致部分河道淤堵，需实施河道清淤疏浚。清淤长度 4.6 公里，平均深度 50 厘米，清淤量约 4.6 万立方米。清淤污泥采用压滤机脱水，污泥运至生活垃圾发电厂焚烧处理，实现无害化；污水输送至污水厂处理。清淤后，底泥污染释放速率降低，厌氧微生物种群及数量明显下降，水

质明显改善。

4. 生态修复

在七堡河中上游岸线裸露严重、河流较宽且周边植被较差的河段，采取植草沟、生态护岸等方式，在岸边或者水深低于 0.3 米以内的浅水处种植挺水植物（香蒲、芦苇等）、浮水植物（水芹菜等）和沉水植物（睡莲、苦草等）。

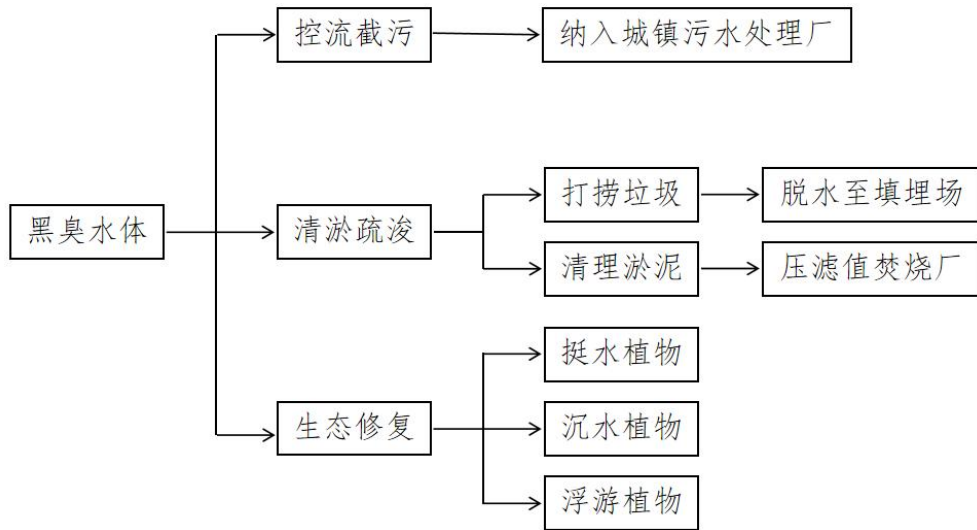


图 3-1 七堡河黑臭水体治理技术路线图

三、运行维护

1. 运维主体

瑞金市沙洲坝镇负责后续管理工作，镇河长办履行好相关职责，协调相关部门和村委对截污管网进行维护管理，派人定期对管道巡检、维护、清淤，对植物进行季节性收割，及时打捞河道垃圾等，设立环境保护标识牌，确保七堡河黑臭水体整治效果。

委托有资质的第三方监测机构定期对七堡河水质进行取样检测

与评价，随时掌握七堡河水质情况。同时，加强对瑞金经济技术开发区内的工业企业环保宣传和监督执法，坚决杜绝工业企业废水偷排乱排。

2. 运维费用

运维费用为 1.6 万元/年，主要包括支付日常巡检人员工资以及植物季节性收割费用，通过瑞金市财政奖补给各乡镇的人居环境整治资金支付。聘请 2 名村民作为兼职管理人员进行定期巡检，负责日常维护、清淤及打捞垃圾等，兼职工资为 500 元/月，人工费为 1.20 万元/年；每年收割两次植物，每次 2000 元，收割植物费为 0.4 万元/年。

四、治理效果

经第三方水质检测结果表明，溶解氧浓度维持在 4~6 毫克/升，出水达到在《地表水环境质量标准》（GB 3838—2002）IV 类标准。水体治理后，化学需氧量、生化需氧量、氨氮、总磷削减量分别为 420.4 吨/年、84.1 吨/年、14.0 吨/年、2.1 吨/年，流域水环境得到明显改善。

五、适用范围及注意事项

1. 适用范围

适用于人口较为集中、底泥淤积严重、水资源充沛的河流型农村黑臭水体治理。

2. 注意事项

（1）工业废水需符合城镇污水厂纳管要求，确保污水厂不超负荷运行。

(2) 在水系连通较好的情况下，应合理确定清淤深度，维护水生生物生存条件。

(3) 水生植物需定期维护，适时开展补种、定期收割等。

(4) 生态修复宜选取属地植物，提高适应性，避免外来物种入侵。

案例四

华东低山丘陵区人口分散村庄 —循环生物滤池处理+农业利用

一、基本情况

1. 村庄概况

该案例位于浙江省宁波市宁海县长街镇三岔村，为典型的低山丘陵地貌，地处亚热带季风性区，常年以东南风为主，年均气温 15.3~17.0℃，年降水量 1000~1600 毫米。三岔村户籍人口 580 人，常住人口共计 192 户 450 人，周边无环境敏感区。人均可支配收入约为 5.8 万元。供水由长街镇自来水厂 24 小时供应，户内排水设施齐全，水冲式厕所改厕率 100%。

2. 治理必要性

本案例为设施提升改造工程。在“五水共治”行动的推动下，宁海县出资 165 万元，于 2014 年 6 月建成污水收集系统及处理设施，处理工艺为“A/O+人工湿地”。由于设施运维复杂、处理成本较高，出水效果不稳定，2019 年 12 月，完成设施循环生物滤池工艺改造(图 4-1)。运维费用从 2.2 元/吨·天降至 0.4 元/吨·天。



图 4-1 污水处理设施改造前后对比图

3. 治理概况

因三岔村村民生活水平较高，设计用水量为 140 升/人·天，考虑到农村人口波动以及雨季雨污合流问题，设施设计规模 70 立方米/天，目前平均日处理量为 50 立方米/天。污水处理采用循环生物滤池工艺，设施改造总投资约 80 万元（包括原有设施拆除、新设备采购、土建、设施运行调试），吨水改造投资 1.1 万元。设施出水水质可稳定达到浙江省《农村生活污水集中处理设施水污染物排放标准》（DB 33/973—2021）二级标准。尾水在农灌季节进行浇灌，非农灌季节达标排入附近河道。

二、技术模式

1. 技术模式选择

三岔村地势相对平坦、居住聚集度较高、人口规模适中，且村域经济较为发达、村民对卫生条件要求较高，选择集中建站治理模式。鉴于该村常年气候温暖湿润，年均气温较高，根据适度处理、节约资源的原则，设施改造选用循环生物滤池处理工艺。

2. 污水收集

采用雨污分流的排水体制。其中，生活杂排水（灰水）和户用

化粪池上清液采用管网进行全量收集，雨水利用原有房屋边沟自然散排(图 4-2)。全村共敷设干管(De 200)约 1300 米，支管(De 160)约 2400 米，户管(De 75~110)约 7400 米。

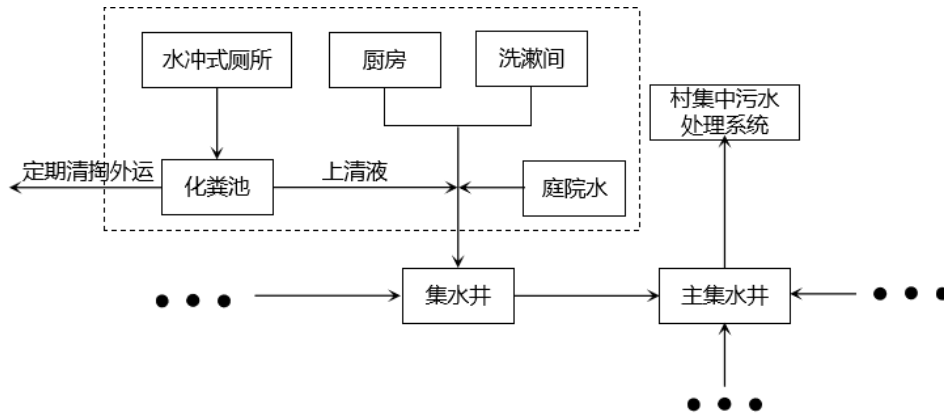


图 4-2 污水收集系统示意图

3. 污水处理

处理设施整体采用半地埋的形式，占地面积为 300 平方米（吨水占地面积 2~4 平方米）。设施主要包括 1 座 30 立方米的预处理池、1 座 70 立方米的调节池、1 座 210 平方米的生物滤池，动力设备为进水提升泵、循环泵和提升泵。

工艺流程如图 4-3 所示，采用循环提升泵将调节池内的污水提升至生物滤池进行循环生化处理。循环次数由循环提升泵内置程序根据进水量进行自动调节，一般为 3~6 次。生物滤池中装填有生物填料，可为生物膜的附着生长提供载体。污水经过均匀分配后，接触填料上的生物膜，经生化反应将污水中污染物去除。出水 20%用于设施附近蔬菜大棚浇灌回用或生态补水，实现资源化利用；80%通过液位控制自流回调节池，用于稀释原污水（滤池进水浓度约为原水的 1/4~1/3），缓解农村污水水量水质冲击负荷的同时，避免生物滤池堵塞。



图 4-3 工艺流程图

三、运行维护

1. 运维主体

户内设施包括每户的化粪池、厨房清扫井等，由农户自行维护。排水系统包括污水管网和处理设施，统一由宁海县水务集团有限公司进行专业的维护管理。村民在遇到村内设施出现故障时，如管网堵塞、处理设施停运，可致电水务集团进行紧急抢修。

2. 运维模式

宁海县人民政府将全县农村生活污水处理设施 30 年的特许经营权授予宁海水务集团，每年支付污水处理服务费 6000 万元，费用涵盖日常维护、设施改造提升、大修等。全县施行差异化的“同城同水”政策，即城乡居民用水统一收费标准，随自来水费征收居民生活污水处理费 2.2 元/吨；低收入家庭按照每月每户 5 吨、一年不超过 60 吨的标准，实行免费用水优惠。各镇街负责设施运维成效监管，并按照宁海县住建局和综合执法局制定的农村生活污水治理工作考核办法，进行依效付费。

3. 运维成本

日常维护工作主要包括格栅清理和提升泵保养。日常维护工作由简单培训后的村民执行，宁海县水务集团专业工作人员一般每月巡检 1 次。设施吨水运行电耗为 0.21 ~ 0.36 元，人工及日常巡检维

护费为 0.10 ~ 0.16 元/吨，直接运行成本为 0.31 ~ 0.52 元/吨，较常规工艺可节省运行费用 50%以上。日常设施维修主要为提升泵检修或更换，提升泵寿命一般在 10 年以上，更换 1 次不超过 800 ~ 900 元。

四、治理效果

第三方水质检测结果表明，设施出水可稳定达到浙江省农村生活污水处理二级标准（表 4-1），化学需氧量、氨氮、总磷去除率分别达到 90%、85%、70%，效果较好，村民满意率为 90%以上。

表 4-1 处理设施进出水水质

单位：毫克/升（pH 无量纲）

项目名称	pH	化学需氧量	悬浮物	总磷 ^a	氨氮
进水	6.7	226	186	4.8	22.8
出水	6.8	18 ~ 30	8 ~ 12	1.2 ~ 2.3	1.5 ~ 3.8
二级	6 ~ 9	100	30	3 (2)	25 (15) ^b
一级	6 ~ 9	60	20	2 (1)	8 (15) ^c

a 括号内为出水排水封闭水体、半封闭水体和省、市、县级等水质断面磷超标水体的限值；

b 括号内为出水排入黑臭水体的限值；

c 括号内为每年的 11 月 1 日至次年 3 月 31 日执行限值。

五、适用范围及注意事项

1. 适用范围

适用于土地资源丰富（设施占地面积为 2 ~ 5 立方米/吨）、处理规模适中（300 立方米/天以下）、年平均气温不低于 15℃的南方村庄。

2. 注意事项

(1) 需要定期清理（每 1 ~ 2 周一次）前端进水格栅的垃圾，

防止进水泵堵塞。

(2) 定期对预处理沉淀池进行清掏（平均 1 年一次）。

(3) 定期给布水孔进行清堵（3~6 个月一次）。

案例五

华南丘陵区环境敏感村庄 —厌氧池+人工湿地+生态塘处理+农业利用

一、基本情况

1. 村庄概况

该案例位于湖南省长沙市长沙县果园镇花果村，属于典型丘陵地形，亚热带季风气候，年均气温 17.2℃，年降水量 1200~1500 毫米。湘江二级支流捞刀河是长沙县的“母亲河”，花果村位于捞刀河沿线村庄，环境较为敏感。花果村金龙组常住户数 60 户、常住人口 312 人，人均收入约 3 万元，无害化卫生厕所改厕率为 95%。

2. 治理必要性

治理前，花果村农村生活污水黑灰混合全部进入三格化粪池，导致水量冲击大，难以满足化粪池无害化处理要求。化粪池出水一部分被农户用于房前屋后菜地，人口聚集度较高的金龙组化粪池出水部分直接排入周边坑塘沟渠，导致夏天有异味、蚊蝇滋生等问题，群众反映强烈。

3. 治理概况

花果村辖 10 个村小组，居住相对较分散 9 个小组采用户用三格化粪池无害化处理后，出水浇灌自家菜园进行资源化利用，效果较好。但金龙组人口相对较多，居住较为集中，且具备一定的地势落差，目前仅采用户用三格式化粪池处理，出水不能满足排放要求，

故采用“农户三格式化粪池+厌氧处理+人工湿地+生态塘净化”的生态化改造工艺技术，项目总投资70万元（省级专项资金45万元、村集体筹工筹劳25万元）。人均排放污水量为96升/天，处理设施设计规模为30立方米/天，实际处理规模为25立方米/天，出水执行湖南省《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB 43/1665—2019）二级标准。污水处理设施干旱缺水季节出水排入附近引水渠，用于农业灌溉，其他时段出水通过生态塘达标排放进入附近沟渠，通过沟渠进入生态养殖塘，作为生态补水。

二、技术模式

1. 技术模式选择

综合考虑金龙组房屋分布集中、常住人口大于300人、污水处理规模大于20立方米/天等因素，花果村金龙组选择集中治理模式；花果村年均气温偏高，排水去向主要为农田灌溉或直接排放，在综合考虑当地气温及排放去向的基础上，采用以生态为主的“厌氧池+潜流人工湿地+生态塘”处理技术；其他村小组由于居住分散，且房前屋后有菜园等就地就近消纳场地，因此黑水通过化粪池处理后就地就近小菜园资源化利用。

2. 污水收集

采用雨污分流排水模式。花果村金龙组农村生活污水有黑灰分离与黑灰混合两种情况，老住宅黑灰水混合经收集进入三格化粪池；条件改善后新盖自建房的，厕所黑水进入三格化粪池，灰水通过管道接入污水处理设施。在原有三格化粪池（1.5~1.8立方米）的基础上，在农户端新建隔油池60个，铺设污水干管（De 200）约500

米、支管（De 160）约 600 米、户管（De 75~110）约 3200 米。

3. 污水处理

污水处理采用“厌氧池+潜流人工湿地+生态塘”的生态处理工艺。主要设施包括 1 座 10 立方米污水收集池、1 座 200 立方米集中处理厌氧池、1 处 180 平方米人工湿地，1 处自然改造的生态塘（约 4 亩）。项目总投资约 70 万元（不包括黑灰分离、化粪池及入户管网等建设费用）。其中，污水处理设施建设投资 20 余万元，管网建设投资近 50 万元，吨水投资约 2.5 万元。

工艺流程如图 5-1 所示。污水经收集处理后，进入厌氧池，通过厌氧微生物作用，去除部分有机物，以降低污水污染负荷；厌氧池出水进入潜流人工湿地，通过人工湿地碎石、砂砾和水生植物吸附、微生物转化等作用降解污水中氮磷等物质；人工湿地出水进入生态塘，生态塘中水生植物和动物共同形成人工生态系统，将入塘污水中的有机污染物进行降解和转化，出水水质达到地表水 V 类标准，可用于水生作物种植和水产（如鱼、虾、蟹、蚌等）养殖，实现污水处理与资源化利用相结合。

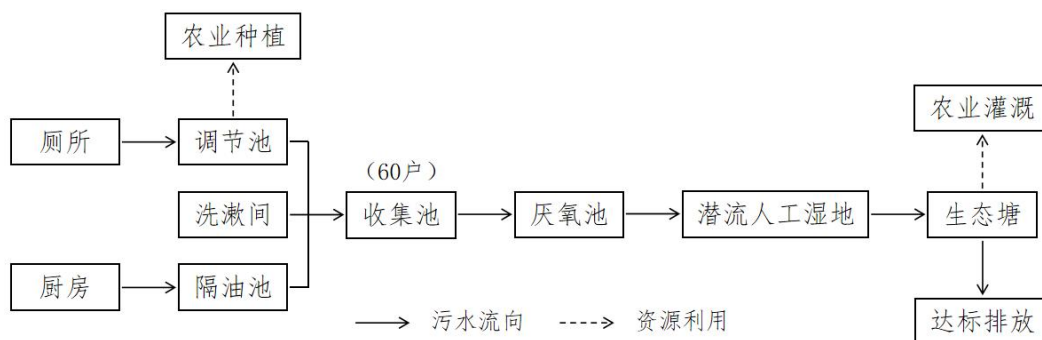


图 5-1 金龙组生活污水处理工艺流程图

三、运行维护

1. 运维主体

户内设施，包括隔油池、三格化粪池等，由农户自行运维管理，主要包括粪渣粪皮清掏，粪液还田等。公共处理设施，包括污水集中收集管网、收集池、厌氧池、人工湿地和生态塘等，由村集体维护管理。其中，收集池和厌氧池等沉渣，由第三方专业公司抽取并运送至城市污水处理厂进行处理。

2. 运维费用

该工程充分利用南方丘陵区村庄地形优势构建，不需要运行动力费，也不用投加药剂，运维费主要是沉渣清理运输费和日常维护用工费，总运行成本不超过 0.30 元/吨，年运行费用约 3000 元。该运维费一部分来自污水处理系统的生态塘流转租金，另一部分由村集体收入每年补助 0.2 万元。

生态塘出水排入附近沟渠，通过沟渠引入水产养殖生态塘（约 31.9 亩），水产养殖生态塘使用权流转给养殖户，结合休闲农业观光旅游，每年收益约 4.5 万元，不仅处理了污水，还带来了一定的经济效益。

四、治理效果

第三方机构对进出水水质检测结果表明，出水达到湖南省《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB 43/1665—2019）二级标准，如表 5-1 所示。治理前后成效图，如图 5-2 所示。

表 5-1 处理设施进出水水质

单位：毫克/升（pH 无量纲）

项目名称	pH	化学需氧量	悬浮物	总磷	总氮	氨氮
进水	6.8	292	186	5.4	32.4	18.6
出水	6.8	12~25	4~8	0.05~ 0.13	1.8~ 2.0	0.06~ 0.18
地标二级	6~9	100	30	3	-	25 (30) ^a

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



图 5-2 花果村污水治理前后对比成效图

五、适用范围及注意事项

1. 适用范围

适用于长江以南的丘陵地区，人口相对集中、气温相对温暖（冬季温度不低于 5°C ）、水质水量相对稳定、土地资源相对丰富的村庄。

2. 注意事项

(1) 收集池和厌氧池沉渣定期清理，至少每半年清理一次。

(2) 农户隔油池和化粪池需定期清理，防止堵塞；人工湿地和生态塘需定期维护，主要是适当补种、定期收割（每年冬季对人工湿地植物收割处理），人工湿地填料每 3~5 年更换替换一次。

案例六

西北地区人口分散村庄 —无动力净化罐处理+农业利用

一、基本情况

1. 村庄概况

该案例位于青海省海南州贵德县拉西瓦镇罗汉堂村，为典型的中低山丘陵区。该区域属于高原大陆性气候，年均气温 3~6℃，年均降水量 300~400 毫米。罗汉堂村隶属的拉西瓦镇汇入黄河的一级支流有多隆、浪麻、昨那、多拉、曲卜藏河，环境较为敏感。罗汉堂村户数 248 户，户籍人口 885 人，常住人口 600 余人，人均收入为 1.5 万元/年。无害化卫生厕所改厕率较低，以旱厕为主。案例主要治理罗汉堂村村委会生活污水（常住人口 20 余人），均采用水冲式厕所。

2. 治理必要性

经调研表明，部分村民生活污水经化粪池简单处理后，直接排入地表或渗坑，对地下水造成污染；部分没有化粪池或渗坑的农户，将生活污水直接泼洒在门前沟渠，流入附近河流。

3. 治理概况

罗汉堂村为拉西瓦镇典型的中心村，村委会常住人口 20 余人，设立了老人爱心食堂，且厕所类型为水冲厕。本案例重点选择村委会作为污水治理试点，将产生的餐饮污水、洗漱污水及冲厕污水合

并收集，采用无动力净化设施开展污水治理。

项目总投资为 6 万元，资金来源于贵德县自筹资金。经调研，人均排放污水量为 70 升/天，污水处理设施设计规模为 3.5 立方米/天，实际处理规模约为 2 立方米/天，出水执行青海省《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB 63/T 1777—2020）三级排放标准，出水排入附近引水渠，用于附近林草地和农业灌溉。

二、技术模式

1. 技术模式选择

综合考虑罗汉堂村村委会人员相对集中、年均气温较低、集中铺设管网投资过高等因素，罗汉堂村选择适度集中治理模式，采用无动力净化罐处理技术。

2. 污水收集

采用雨污分流排水模式。村委会生活污水经过化粪池预处理，进入无动力净化罐进行处理。入户管道材质为 PVC-U，管径为 De 110，建设长度为 100 米。

3. 污水处理

处理设施包括 1 座 6 立方米化粪池及 1 套 3.5 立方米净化罐。项目总投资约 6 万元，其中，污水处理设施建设投资 4 万元，管网建设投资 2 万元，吨水投资约 1.7 万元。

本案例工艺流程图如图 6-1 所示。污水通过布水管滴滤在第一层生物层，污水中污染物质被填料（烧结体）上生长的生物膜降解；经过第一层生物层后，污水流经通风层，与氧气充分接触后，渗透到第二层生物层，被进一步净化后排放。通风层位于罐体中间，生

物膜分布在填料上，罐内交替发生厌氧、缺氧及好氧反应，实现污染物去除。

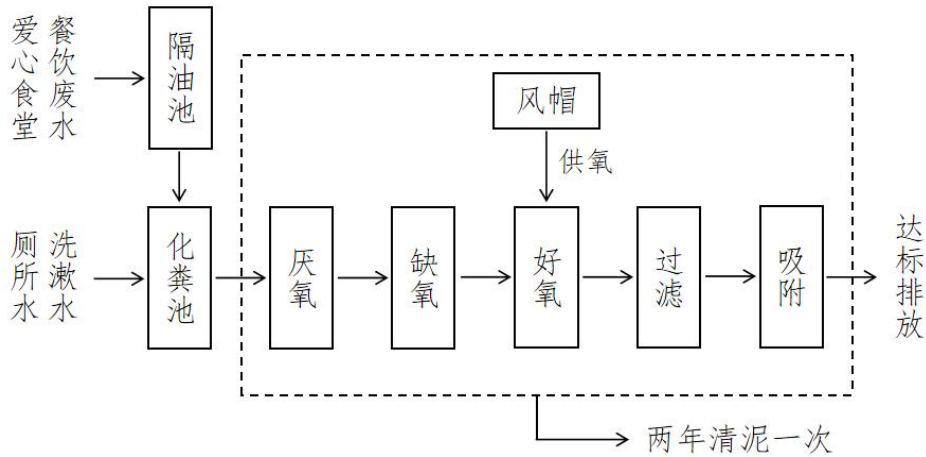


图 6-1 无动力净化工艺流程图

三、运行维护

1. 运维主体

户内设施（隔油池、三格化粪池等）和公共处理设施（污水集中收集管网、无动力净化罐等）由村委会自行运维管理。

2. 运维费用

该工程充分利用西北高原丘陵区村庄地形优势，运行维护过程中无动力费、药剂费、维修费等。

四、治理效果

委托第三方机构进行水质检测结果表明，出水达到青海省《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB 63/T 1777—2020）三级标准，如表 6-1 所示。

表 6-1 处理设施进出水水质

单位：毫克/升（pH 无量纲）

项目名称	pH	化学需氧量	悬浮物	总磷	氨氮
进水	6.8	392	170	6.3	38.6
出水	6.8	59~76	10~16	0.07~ 0.11	1.06~8.18
地标三级	6~9	120	30	5	10(15) ^a

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

五、适用范围及注意事项

1. 适用范围

适用于村民居住相对集中、专业运维人员缺乏、经济条件一般的高寒地区。

2. 注意事项

(1) 鉴于该系统抗冲击负荷能力较弱，严禁雨水、禽畜养殖废水等进入处理系统。

(2) 餐饮污水进入系统前需加设隔油单元。

案例七

西南山区旅游型村庄 —集中处理与分散利用结合

一、基本情况

1. 村庄概况

本案例位于重庆市涪陵区大木乡武陵村，地形以低中山为主，海拔约 1600 米，属中亚热带湿润季风气候，雨量充沛，日照不足，为当地有名的避暑居住地。武陵村占地面积 16.5 平方公里，户数 150 户，户籍人口 359 人，常住人口 150 人，人均收入 2 万元。改厕率为 82%，主要为水冲厕。

2. 治理必要性

武陵村居民点相对集中，前期未建设完善的排水管道及化粪池，仅建有少量污水管网和一座 20 平方米的人工湿地，居民点绝大部分区域生活污水依然直排或经化粪池简易处理后排放，同时每年 6~9 月暑期游客骤升至 2000 余人，产生大量污水，影响周边人居环境。

3. 治理概况

本案例采用“集中（A/O 一体化处理）与分散（还田资源化利用）”相结合模式。工程于 2020 年 12 月开工建设，2021 年 6 月完成管网及设施建设。总投资为 203.7 万元（A/O 一体化处理设备及土建工程费 77.3 万元，管网工程费 103.1 万元，还田资源化利用设备及土建工程费 7.71 万元，管网工程费 15.59 万元）。资金来源于国开行贷

款。在一体化处理方面，配置 2 台 A/O 一体化处理设备（每台设备设计规模为 50 立方米/天），非避暑季节运行 1 台，避暑季节 2 台一体化设备同时投入运行，出水达到重庆市《农村生活污水集中处理设施水污染物排放标准》（DB 50/848—2021）二级标准外排。在污水资源化利用方面，新建 1 座农村生活污水智能化生态调控池（处理规模 3 立方米/天），排水达到《农田灌溉水质标准》（GB 5084—2021），用于农田灌溉。

二、技术模式

1. 技术模式选择

针对武陵村人口相对集中、暑期游客人数较多、水量波动较大的居民点，采用 A/O 一体化集中处理技术模式；针对人口居住相对分散、处理水量相对较小（约 3 立方米/天）、土地资源相对丰富的居民点，采用资源化利用模式处理。

2. 污水收集

采用雨污分流排水模式。一体化处理模式和资源化利用模式均采用黑灰混合，收集后自流进入污水处理站或智能化生态调控池。对于一体化处理设施，新建 DN 300 的 PE 管 1172 米、DN 100 的 PE 管 256 米、DN 100 的 PE 入户支管 900 米、45 座塑料检查井及提升泵站 1 座。对于资源化利用设施，新建 DN 80 的还田干管 882 米、出水桩 15 套、DN65 出水桩连接管 15 米及 4 套还田软管（每套 50 米）。

3. 污水处理

（1）一体化处理设施

采用“兼氧调节池+A/O 一体化”处理设施，包括 1 座 0.84 立方米

沉砂池、2座化粪池(体积分别为67立方米和70立方米)、1座64.3立方米兼氧调节池、2台一体化处理设施(单台处理规模为50立方米/天)。

工艺流程如图7-1所示。污水经主干管收集后自流进入污水处理站,首先流经隔网沉砂池,去除污水中的大块杂物及漂浮物等;自流进入大三格化粪池,去除部分有机物;再自流进入调节池,污水在调节池中沉淀和厌氧发酵,同时进行水量调节和水质均化;调节池污水由潜污泵送至一体化污水处理装置,首先进入A/O生化组合池,污水进行水解酸化后自流进入曝气池,利用好氧微生物,降解有机物,同时活性污泥不断增殖,污水自流进入二沉池进行泥水分离,出水进入排水渠。剩余污泥回流至化粪池和A/O生化组合池,格栅拦截的栅渣定期外运。

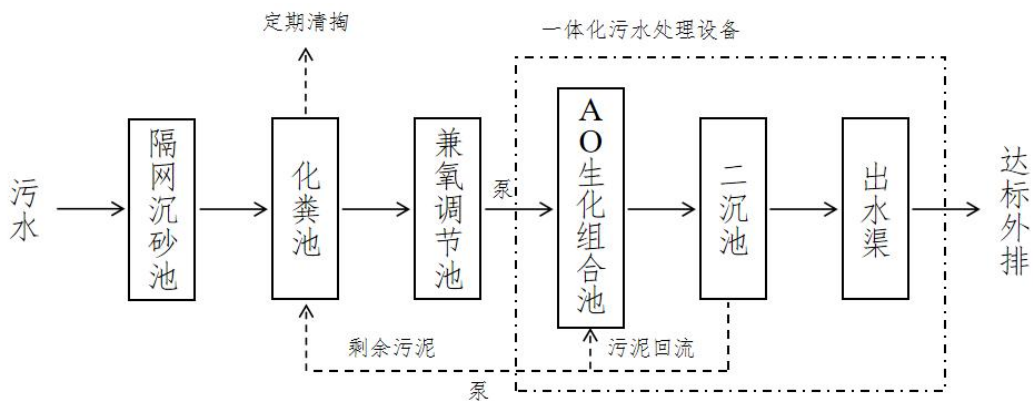


图 7-1 污水一体化处理流程图

(2) 资源化利用设施

新建“化粪池出水-生态调控池-管网延伸至庄稼地-智能化浇灌”系统,主要包括1座智能化生态调控池,工艺流程如图7-2所示。污水经格栅池、生态调控池等处理后,由管网输送到田间地头,

实现资源化利用。



图 7-2 污水还田资源化利用处理流程图

三、运行维护

1. 运维主体

涪陵区制定了《重庆市涪陵区农村生活污水处理设施运营管理办法（试行）》，明确乡镇（街道）是农村生活污水处理设施的管理主体，区财政部门加大对设施运营管理的资金保障，建立村级自管自用、镇级监督维护、区级评估指导考核的运行管理模式。

2. 运维费用

一体化设施运营费包括电力费、设备维护费和折旧费、信息传输费等，运维费用为 3.12 元/吨，由第三方专业机构运营维护；污水还田资源化利用设施运营费包括设备电力费、维修费、人工费、信息传输费等，区财政局包干补贴 1 万元/座·年，由乡镇（街道）自主运营管理。

四、治理效果

（1）一体化处理

经第三方机构水质检测表明，设施出水满足重庆市《农村生活污水集中处理设施水污染物排放标准》（DB 50/848-2021）二级标准，如表 7-1 所示。经处理，化学需氧量、氨氮和总磷削减量分别为 3.00 吨/年、0.17 吨/年及 0.02 吨/年，环境效益良好。

表 7-1 处理设施进出水水质

单位：毫克/升

项目名称	生化需氧量	化学需氧量	悬浮物	氨氮	总氮	总磷
进水	150	260	250	30	45	4.0
出水	—	80	0	20	—	3.0
地方二级标准	—	100	30	20 (15) ^a	—	3.0 (2.0) ^b

a 设施出水排入氨氮不达标水体或黑臭水体时执行括号内限值；

b 设施出水排入湖泊、水库等封闭水体或磷不达标水体时执行括号内限值。

(2) 资源化利用

污水还田资源化利用现场图及设施全景，如图 7-3 所示。设施出水满足《农田灌溉水质标准》（GB 5084—2021），经测算，资源化利用设施规模为 3 立方米/天，年节约氮肥（硫酸铵）用量约为 273.25 千克，年节约磷肥（过磷酸钙）用量约为 62.61 千克。



图 7-3 资源化利用现场图及设施全景

五、适用范围及注意事项

1. 适用范围

(1) 一体化污水处理模式适用于污水产生量在 10~50 立方米/天

的集中居民点。

(2) 分散式资源化利用模式主要适用于污水产生量低于 10 立方米/天且周边不具有环境敏感区的农村居民点，周边土地消纳面积与生活污水产生量相匹配，人均还田面积需大于 0.3 亩。

2. 注意事项

(1) 工业废水（如榨菜加工废水）和农业生产废水（如畜禽养殖废水）不得进入一体化设施储存池和资源化生态调控池。

(2) 设施储存池和资源化生态调控池每年应至少清掏 1 次，清掏前做好通风等安全防护措施。

(3) 生态调控池需定期巡检，频率为 3 月一次。

(4) 利用手机 APP 查看资源化利用生态调控池水位，根据农作物农时要求定期开展浇灌。

案例八

东北平原区人口集中村庄 —A/O+生态塘处理

一、基本情况

1. 村庄概况

该案例位于黑龙江省牡丹江市宁安市海浪镇盘岭村。宁安市属于低山丘陵区，海拔高度为 241~1559 米，最高气温 36.5℃，最低气温-40.1℃，年平均气温 3.5℃。盘岭村位于宁安市城区西北 5 公里，全村 211 户，户籍人口 596 人，常住人口 500 人，目前全村改厕户数为 140 户，以水冲厕为主。盘岭村建立了以蔬菜种植加工基地为核心，辐射周边村屯，农民人均纯收入约 2 万元。

2. 治理必要性

2018 年前，盘岭村尚未系统开展污水治理，农户产生的洗漱、厨房等灰水一并排入化粪池进行处理，由于受发酵时间等因素影响，难以满足无害化要求。化粪池部分出水被农户用于自留菜地，部分出水直接排放至环境，滋生蚊虫。

3. 治理概况

2018 年 11 月，盘岭村采用“管网收集+A/O+生态塘”生态处理与尾水资源化相结合的技术路线，开展农村生活污水治理。总投资为 190 万元（政府一般债券），其中，管网、隔油池等建设投资为 165 万元，污水处理设施建设投资为 25 万元，吨水投资约 6.3 万元。

人均污水量为 30~40 升/天，设计规模为 30 立方米/天，实际处理规模为 25 立方米/天，出水满足黑龙江省《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB 23/2456—2019）二级标准。农灌时节，出水用于周边农作物种植，雨季或非农灌期外排。

二、技术模式

1. 技术模式选择

针对盘岭村房屋分布相对集中，人均耕地较大（12 亩/人）、污水处理规模大于 20 立方米/天等因素，结合蔬菜种植较为发达等特点，采用生态治理与尾水资源化利用相结合的集中处理模式。

2. 污水收集

采用雨污分流排水模式。厨房、洗衣、洗浴、冲厕污水等混合收集、处理。农户产生的灰水与化粪池出水一并进入窨井，再由污水干管管网将各窨井污水统一收集至污水处理系统，生活污水收集流程图如图 8-1 所示。铺设污水干管（De 200）约 2000 米、支管（De 160）约 1200 米、入户管（De 75~110）约 2000 米。

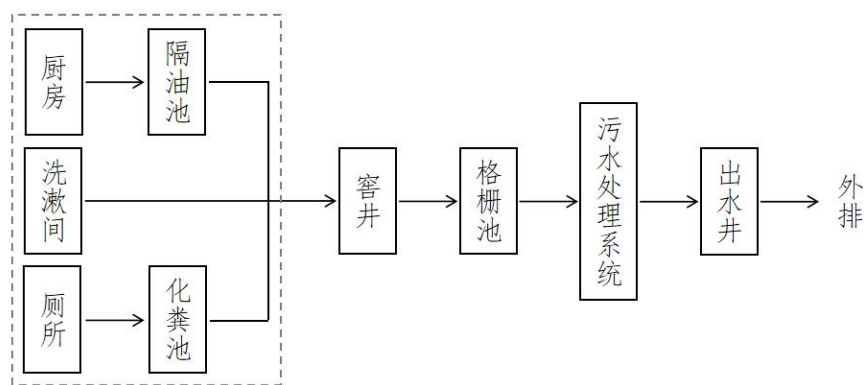


图 8-1 盘岭村生活污水收集流程图

3. 污水处理

本案例采用 A/O 净化污水处理技术。处理设施包括 1 座 10 立方米的污水收集系统、1 座处理规模为 30 立方米/天的净化系统。处理设施采用地埋式，设施上方 30 厘米覆土层及填料起到保温作用。

工艺流程图如图 8-2 所示。污水依次经过设备内沉淀槽、缺氧槽、接触氧化槽等功能单元实现污水净化的过程。根据出水要求来判断是否启动间接氧化槽曝气泵，若出水用于周边农田灌溉，可不启用曝气泵；若出水排入氮磷要求较高的水体，避免富营养化的发生，可启用曝气泵。

各处理槽内的污泥均统一收集到污泥储藏槽内，通过蚯蚓进一步分解污泥。整个处理过程依靠特制填料上附着的生物膜去除水中的氮磷污染物净化水质，同时结合土壤微生物、特制滤材、植物根系、生物蚯蚓等吸附、沉淀、植物吸收和微生物分解的作用，进一步去除污水污染物，实现高寒地区农村生活污水有效处理。

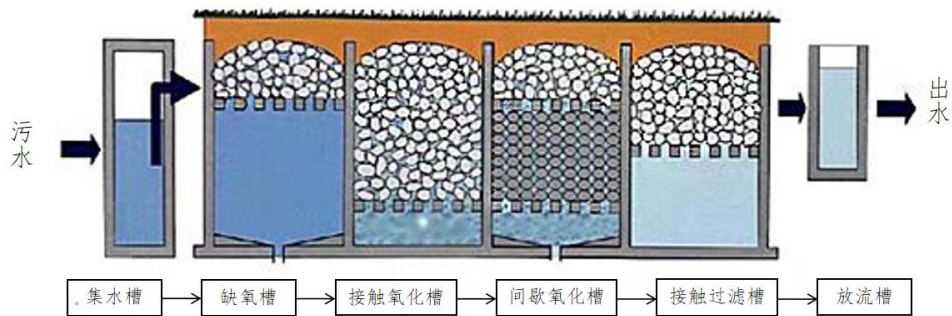


图 8-2 A/O 净化污水处理工艺流程图

三、运行维护

1. 运维主体

村集体负责处理设施运维。设备厂家不定期采用现场培训、视频教学等方式指导当地农民日常维护知识，克服了农村无专业技术

人员管理导致设备在农村“水土不服”的运维难题。

2. 运维费用

运维费主要是电费、沉渣清理运输费和日常维护用工费，运行成本低于 0.70 元/吨，由村集体收入承担。此外，设备还配有物联网模块，实现就地、远程和移动 APP 三种自动控制运营方式，解决了分散污水处理站的运营中的管理维护难题。

四、治理效果

第三方机构水质检测结果表明，出水达到黑龙江省《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB 23/2456—2019）二级标准，如表 8-1 所示。

表 8-1 处理设施进出水水质

单位：毫克/升（pH 无量纲）

项目名称	pH	化学需氧量	悬浮物	总磷	总氮	氨氮	动植物油
进水	7.58	289	74	3.7	39.8	39.1	0.30
出水	7.45	23	4	1.98	14.6	2.65	0.06
地方二级标准	6~9	100	30	3	35	25 (30) ^a	5

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



图 8-3 处理设施及生态塘外景

五、适用范围及注意事项

1. 适用范围

适用于北方寒冷（零下 20℃左右）、居住相对集中（150 人以上）、污水产生量波动较大，且经济条件相对较好的村庄。

2. 注意事项

- (1) 前端集中化粪池需 1~2 年清掏一次。
- (2) 设施埋深需要在冻土层以下，建设成本较高。
- (3) 间歇式运行的风机需要定期维护。