

农村污水处理模式选择与实践

曾得效

定安县公共事业有限公司 海南定安 571200

摘要:本研究聚焦农村污水处理模式选择及实践路径,系统分析地理环境、人口规模、经济水平、水质水量等核心影响因素对治理模式的作用机制。通过理论阐释与案例比对,梳理集中式处理、分散式处理及组合式处理的技术特征与适用场景,提出涵盖前期规划、工程建设、运营管理、资金保障的实践框架。研究发现,科学选型需统筹区域差异与技术适配性,实践过程应强化质量控制与长效运维机制。研究结果为因地制宜构建农村污水处理体系提供决策依据,助力实现乡村生态环境可持续发展。

关键词:农村污水处理;模式选择;实践

前言

随着我国乡村振兴战略深入推进,农村水环境污染问题日益凸显,污水处理成为改善人居环境的关键任务。相较于城市完善的管网系统,农村地区存在地形复杂、人口分散、经济薄弱等特殊条件,传统治理模式难以直接套用。如何结合地域特征筛选适宜技术路线,建立经济高效的治理体系,成为亟待解决的现实课题。本文立足农村实际需求,从影响模式选择的基础要素出发,深入探讨不同治理模式的技术特点与实践路径,旨在为破解农村污水处理难题提供理论支撑与实践参考。

一、农村污水处理模式选择的基础考量

1. 地理环境因素对模式选择的影响

地理环境是农村污水处理模式选择的首要考量因素。山区村落受地形地貌限制,地势起伏大,污水收集难度高,采用传统的重力流管网收集系统可能面临较大的土方开挖量和管道铺设成本。此类地区更适合选用分散式或小型一体化处理设施,利用自然坡度实现短距离输送,减少能耗与建设投入。平原地区地形平坦,有利于大规模铺设污水管网,可优先考虑集中式污水处理厂模式,通过规模化效应降低单位处理成本。而对于水网密布的水乡地区,则可借助河湖水系的调蓄能力,构建人工湿地等生态处理系统,既净化污水又美化景观。

2. 人口规模与聚落形态的作用

人口规模直接关系到污水产生量,进而影响治理模式的规模效益。大型行政村或中心村人口密集,污水产生量大,具备建设集中式污水处理设施的条件,能够充分发挥设备的处理能力和资源利用率。相反,小规模的自然村或偏远散户,若强行推行集中处理,可能导致投资浪费和运行效率低下。针对这类情况,户用沼气池、三格化粪池等分散式处理方式更为适宜,可根据单户或几户的实际需求灵活布置,操作简单且便于维护。此外,村庄的空间布局也会影响污水收集系统的走向和长度,紧凑型团聚状分布利于缩短管线距离,松散型条带状分布则需优化收集路线以提高覆盖率。

然村或偏远散户,若强行推行集中处理,可能导致投资浪费和运行效率低下。针对这类情况,户用沼气池、三格化粪池等分散式处理方式更为适宜,可根据单户或几户的实际需求灵活布置,操作简单且便于维护。此外,村庄的空间布局也会影响污水收集系统的走向和长度,紧凑型团聚状分布利于缩短管线距离,松散型条带状分布则需优化收集路线以提高覆盖率。

3. 经济发展水平的制约与导向

农村经济发展水平决定了可用于污水治理的资金实力和技术承受能力。经济发达地区的村镇有能力承担较高的建设和运营费用,可以选择自动化程度高、处理效果好的先进工艺设备,甚至引入智能化监控系统提升管理水平。而在经济欠发达区域,低成本、低能耗的简易处理技术成为首选,如稳定塘、土地渗滤等,这些技术虽处理效率相对较低,但胜在初期投资少、运行成本低,能够在有限财力下解决基本的污水出路问题。同时,地方产业结构也会间接作用于模式选择,农业主导型村庄可探索畜禽养殖废水与生活污水协同处理的模式,工业较发达的乡镇则需关注工业废水预处理后的混合污水处理方案^[1]。

4. 水质水量特性的要求

不同农村地区的污水水质水量差异显著。旅游旺季游客激增带来的阶段性污水高峰,要求治理设施具有一定的抗冲击负荷能力;常年外出务工人员较多的村庄,平时污水量较小,节假日返乡期间又会出现瞬时增量。水质方面,含有较多厨房油脂的家庭污水与混入农药化肥残留的农田退水,其污染物成分各不相同。据此,动态调节的处理工艺显得尤为重要,生物接触氧化法、

MBR膜分离技术等可以根据进水水质变化自动调整运行参数,保证出水达标。对于水质较好的清洁水源保护区内的村庄,强化预处理即可满足排放标准,无需复杂的深度处理工序。

二、常见农村污水治理模式解析

1. 集中式污水处理模式

1.1 传统活性污泥法及其变种

传统活性污泥法是一种应用广泛的好氧生物处理方法,核心原理是利用微生物群体分解水中的有机污染物。该方法成熟可靠,去除效率高,尤其适用于有机物含量高的农村生活污水。然而,它也有着占地面积大、剩余污泥产量多等问题。为此,衍生出了多种改进版本,如氧化沟工艺将曝气池改为环形沟渠,增强了水流搅动效果,提高了充氧效率;SBR序批式活性污泥法则把充水、反应、沉淀、排水等工序集成在一个反应器内,简化了工艺流程,节省了占地面积。这两种变种都在不同程度上缓解了传统活性污泥法的缺点,使其更适合农村场景的应用。

1.2 膜生物反应器(MBR)技术

MBR技术是将膜分离组件与传统生物处理相结合的新型工艺。它用微滤或超滤膜替代二沉池,实现了泥水分离,大大提高了固液分离效率,使出水水质优于常规活性污泥法。该技术的优势在于出水悬浮物浓度极低,可直接回用于灌溉、景观补水等领域。但在农村应用中,膜污染问题是一大挑战,频繁更换膜丝会增加运行成本。目前,研究人员正在开发抗污染性能更强的新型膜材料,并优化操作条件以延长膜的使用寿命,一旦取得突破,MBR技术将在农村污水治理领域展现更大潜力。

2. 分散式污水处理模式

2.1 厌氧消化技术

厌氧消化是指在无氧条件下,通过微生物的作用将污水中的有机物转化为甲烷气体的过程。典型的代表就是户用沼气池,它将厕所粪污、畜禽粪便和生活灰水一同接入,经过厌氧发酵产生沼气供农户炊事取暖,残渣还可用作农家肥。这种模式实现了废弃物的资源化利用,一举多得。除了单个家庭的小型沼气池外,还可以建设村级大中型沼气工程,集中处理多个农户的有机废弃物,所产沼气供应全村使用。不过,厌氧消化对温度敏感,冬季低温时段产气率下降明显,需采取保温措施加以应对。

2.2 人工湿地技术

人工湿地模仿自然湿地的功能,由基质、植物和微生物共同作用净化污水。它构造简单,主要由防渗层、

填料层、植被层组成,依靠植物根系吸收、微生物降解以及填料过滤截留等多重机制去除污染物。人工湿地不仅能有效去除有机物、氮磷营养盐,还能营造优美的生态环境,与乡村风光相融合。竖流式人工湿地适合于场地有限的区域,潜流式人工湿地则隐蔽性好,卫生条件佳。但其缺点是对场地面积有一定要求,且受气候影响较大,夏季生长旺盛期净化能力强,冬季植物休眠时效果减弱。

2.3 组合式污水处理模式

鉴于单一治理模式存在的局限性,越来越多的农村开始采用组合式处理方案。常见的做法是将预处理单元与主体处理单元相结合,例如格栅+沉砂池作为前端预处理,去除大的漂浮物和砂石颗粒,减轻后续处理负担;或是将好氧处理与厌氧处理串联起来,发挥各自的优势,提高整体处理效果。还有一种趋势是将物理化学方法融入生物处理过程,如投加粉末活性炭强化吸附作用,或者采用紫外线消毒杀灭病原菌。组合式模式的设计灵活性强,可以根据当地具体情况量身定制,取长补短,达到最佳的处理效果。

三、农村污水治理的实践路径

1. 前期规划与设计方案的制定

成功的农村污水治理始于科学合理的前期规划。首先要开展详尽的现状调研,摸清村庄的人口数量、分布情况、用水习惯、现有排水体制等信息,测定污水的流量、水质指标,识别主要的污染源和污染物排放规律。在此基础上,结合当地的地形地貌、气象条件、水资源禀赋等因素,筛选出几种备选的治理模式。然后进行技术经济比较,评估各方案的建设成本、运行费用、处理效果、二次污染风险等,最终确定最优方案。设计方案应明确具体的工艺流程、构筑物尺寸、设备选型、电气自控等内容,绘制详细的施工图纸,为后续建设提供准确的指导。

2. 工程建设阶段的质量控制

工程质量直接影响到污水处理设施能否长期稳定运行。施工单位必须具备相应的资质等级,严格按照设计文件和施工规范进行作业。关键工序如地基处理、池体浇筑、管道安装等要加强监督检查,杜绝偷工减料现象。材料采购环节也要严格把关,选用耐腐蚀、耐老化的材料制作储罐、管道等部件,确保使用寿命。隐蔽工程必须在覆盖前经监理验收合格,留存影像资料备查。雨季施工时要制定专项防护措施,防止雨水倒灌影响工程质量。只有严把质量关,才能建成放心工程,为后续运行

奠定坚实基础^[2]。

3. 运营管理与维护保养体系建立

“建得起，更要管得好”是农村污水治理面临的现实考验。建立健全的运营管理机构至关重要，可以是村委会牵头成立专门的管护队伍，也可以委托专业的环保公司负责日常运维。管理人员应接受专业培训，掌握基本的操作技能和故障排查方法。定期巡检制度不可或缺，每日检查设备运行状态，每周清理格栅杂物，每月检测进出水水质，发现问题及时处理。设备的维护保养要按照制造商的建议进行，易损件提前储备，确保维修及时到位。同时，建立应急预案，应对突发的设备故障或极端天气事件，保障设施安全运行。

4. 资金筹措与长效投入机制保障

充足的资金支持是农村污水治理项目顺利实施的关键。政府补贴无疑是重要的资金来源，中央财政专项资金、省级配套资金、市县两级补助资金构成了多层次的资金扶持体系。除此之外，还可以积极探索市场化融资渠道，鼓励社会资本参与项目建设运营，通过特许经营权授予等方式吸引企业投资。村民自筹也是一条可行的途径，可以通过一事一议的方式筹集部分资金，增强村民的主人翁意识。更为重要的是，要建立起长效的资金投入机制，将污水处理设施的日常运行维护费用纳入财政预算，确保有钱办事，有人管事，形成可持续发展的良好局面。

四、促进农村污水治理模式优化的策略

1. 科技创新驱动技术进步

科技进步始终是推动农村污水治理事业发展的根本动力。加大对新技术研发的支持力度，鼓励高校、科研院所与企业联合攻关，突破一批关键技术瓶颈。比如研发低成本高效的新型微生物菌剂，提升生化处理的效率；开发节能型的曝气装置，降低好氧处理的能耗；研制耐用廉价的膜材料，降低MBR技术的运行成本。同时，推广应用物联网、大数据等现代信息技术，实现污水处理设施的远程监控和智能调控，提高管理的精细化水平。技术创新不仅能提升现有模式的性能，还可能催生全新的治理模式，为农村污水治理带来更多可能性^[3]。

2. 政策法规完善与标准体系建设

完善的政策法规体系是规范农村污水治理行为的重要保障。国家层面应出台更具针对性的法律法规，明确各方责任义务，规范项目建设程序，设定最低排放标准。地方政府要根据本地实际情况，制定实施细则和技术导则，细化各项要求。特别是要建立健全的标准体系，涵

盖工程设计、施工建造、运行维护等各个环节，让从业者有据可依。标准的制定既要体现先进性，又要兼顾实用性，充分考虑农村的经济承受能力和技术管理水平。有了明确的规则指引，才能避免无序建设和盲目跟风，引导行业健康发展。

3. 公众参与和社会监督机制强化

农民群众是农村污水治理的受益者，也是参与者。充分调动他们的积极性主动性，让他们参与到项目的决策、建设和监督全过程。可以通过召开村民代表大会征求意见，公示项目建设信息，设立举报电话等方式，畅通民意表达渠道。发挥村民自治组织的作用，将其纳入到设施的日常管护工作中来。同时，加强舆论宣传引导，普及环保知识和污水治理的重要性，改变不良的生产生活习惯，源头削减污水产生量。社会公众的广泛参与和监督，有助于形成全社会关心支持农村污水治理的良好氛围，推动各项工作落到实处^[4]。

结语

农村污水治理是一项涉及生态安全与民生福祉的系统性工程，其模式选择与实践需建立在充分尊重地域差异的基础上。研究表明，唯有综合考虑地理环境承载力、人口分布特征、经济发展阶段及水质水量特性，才能遴选出兼具技术可行性与经济合理性的治理方案。实践中应注重规划设计的科学性、工程建设的规范性、运营管理的持续性，并通过科技创新突破技术瓶颈，完善政策法规构建长效机制。未来需进一步强化多方协同，激发村民主体意识，推动形成政府引导、市场运作、群众参与的共治格局，最终实现农村污水治理与生态保护、产业发展的有机统一。

参考文献

- [1]汪志龙,程燕,沈善宏,等.农村生活污水治理模式和工艺的选择[J].中国资源综合利用,2021,39(05):189-191.
- [2]邓辉清.基于不同地区的农村污水治理模式差异化分析和治理技术的选择[J].农村实用技术,2020,(06):180-181.
- [3]丁文杰,张瑞华.北方平原地区农村生活污水治理模式选择分析[J].临沂大学学报,2019,41(06):99-103.
- [4]孙永利,吴凡松,李文秋,等.农村生活污水治理工程新型建设模式探索与实践[J].给水排水,2023,49(1):30-35.