

环境工程中农村污水处理技术措施

陆育东

鹤山北控村镇污水处理有限公司 广东 江门 529000

摘要：农村污水处理是环境工程领域的重要议题，其技术应用需贴合农村地区独特的水质、水量特征。本文分析指出，农村污水具有水质波动大、氮磷含量高、可生化性强，水量分散且日变化系数大等特点。针对这些特点，常见处理技术涵盖生物处理、生态处理、物理化学处理及组合工艺。研究同时揭示当前农村污水处理面临资金短缺、技术滞后、规划分散及居民环保意识不足等问题，并从拓宽资金渠道、加强技术研发、强化规划监管及提升环保意识四方面提出针对性技术措施，旨在为农村水环境治理提供理论参考与实践指导。

关键词：环境工程；农村污水；处理技术；措施

引言：乡村振兴战略的深入实施，让农村生态环境保护愈发关键，污水治理作为农村环境整治的重中之重，其技术应用与推广优化迫在眉睫。农村污水因生活习惯和产业结构影响，具有水质复杂但污染程度低、水量分散且季节波动大等特征，这对处理技术提出更高要求。目前，多种技术模式虽已应用于农村污水处理，但在推广中却存在技术选择盲目、设施运行低效、长效管理机制缺乏等问题。旨在系统剖析农村污水特点与治理困境，提出针对性技术措施，为提升农村污水处理效能、改善水环境质量提供科学支撑。

1 农村污水特点分析

1.1 水质特点

农村污水来源多元，水质呈现复杂特性。生活污水中含粪便、洗涤废水等，富含大量有机物、氮、磷等营养物质，易引发水体富营养化；部分地区农村居民使用含磷洗衣粉，进一步加剧磷污染。农业生产活动带来的污水中，农药、化肥残留成分复杂，如有机磷农药、重金属等有害物质，对土壤和水体生态造成潜在威胁。此外，农村小型畜禽养殖废水未经有效处理直接排放，含有高浓度的COD、氨氮、悬浮物及病原体，使农村污水的水质恶化，处理难度显著增加。

1.2 水量特点

农村污水水量具有显著的时空不均特征。空间上，山区农村人口分散，污水产生量相对较少且分布零散；平原地区人口聚居程度高，污水产生量集中。时间上，受农村居民生活习惯和农业生产活动影响，污水日变化系数大，早晨和傍晚用水高峰期污水产生量明显高于其他时段；在农忙季节，农业灌溉排水与生活污水叠加，污水量激增，而农闲时期水量则大幅减少^[1]。

2 环境工程中常见农村污水处理的关键技术

2.1 生物处理技术

2.1.1 活性污泥法

活性污泥法通过向污水中曝气，利用悬浮在水中的活性污泥微生物群体，吸附、分解污水中的有机物。其核心是曝气池与二沉池的配合，微生物在曝气池中与污水充分接触，将污染物转化为二氧化碳、水和微生物自身细胞物质，再于二沉池实现泥水分离。该方法处理效率高，对有机物去除效果显著，但运行需持续曝气，能耗较高，且污泥产量大，管理维护要求高，适用于污水集中、水量稳定的农村区域。

2.1.2 生物膜法

生物膜法借助载体表面生长的微生物膜，对污水进行净化。污水流经载体时，微生物吸附、分解污染物，形成的生物膜具有较强的耐冲击负荷能力。相较于活性污泥法，生物膜法无需污泥回流，运行稳定，污泥产量少，操作管理简便。常见的生物膜法工艺有生物滤池、生物接触氧化池等，适用于规模较小、分散式的农村污水处理，尤其适合水质水量波动较大的场景。

2.1.3 A/O和A²/O工艺

A/O（厌氧-好氧）工艺通过厌氧段释磷、聚磷菌吸收有机物，好氧段去除氨氮并过量吸磷，实现脱氮除磷；A²/O（厌氧-缺氧-好氧）工艺在A/O基础上增加缺氧段，进一步强化反硝化脱氮效果。这两种工艺将厌氧、缺氧、好氧环境合理组合，充分发挥不同微生物菌群的作用，对氮、磷和有机物去除效果良好，能有效满足农村污水净化需求，适用于对出水水质要求较高的农村污水处理工程。

2.2 生态处理技术

2.2.1 人工湿地

人工湿地是基于自然湿地净化原理构建的污水处理

系统。通过填充砾石、土壤等基质,种植芦苇、香蒲等水生植物,并利用附着在基质和植物根系表面的微生物,形成复杂的生态净化体系。污水流经人工湿地时,基质过滤悬浮物,植物吸收氮磷等营养物质,微生物降解有机物。该技术具有建设和运行成本低、维护简便、生态友好等优点,能有效改善区域水环境,还兼具景观美化功能。但受气候影响较大,占地面积广,适用于土地资源丰富、人口分散的农村地区。

2.2.2 地下渗滤系统

地下渗滤系统是将污水经预处理后,通过铺设在地下的布水管网,缓慢均匀地投配到具有一定构造和良好渗透性能的土层中。在土壤的物理截留、吸附,以及微生物的生物化学作用下,实现对污水中污染物的有效去除。该系统利用天然土壤作为处理介质,无动力消耗,运行安静且无异味,出水水质稳定,对周边环境影响小。但对土壤条件要求较高,设计安装需专业指导,适用于地形条件适宜、土地渗透性良好的农村单户或小型村落污水处理。

2.2.3 生态塘

生态塘是利用天然或人工池塘,通过水体自然净化和水生生态系统的协同作用处理污水。依据微生物活动特性和溶解氧状况,分为好氧塘、兼性塘和厌氧塘等类型。污水在塘内经过较长时间停留,藻类光合作用产氧、水生植物吸收营养物质,微生物分解有机物,实现污染物去除。生态塘建设成本低、操作简单,可结合水产养殖、农业灌溉实现水资源再利用。不过其占地面积大、处理周期长,冬季低温时处理效率下降,适合对处理时效要求不高、土地资源充足的农村地区。

2.3 物理化学处理技术

2.3.1 混凝沉淀技术

混凝沉淀技术通过向污水中投加化学药剂(如混凝剂),使污水中的悬浮物、胶体物质和部分溶解性物质凝聚成较大的絮体,进而通过沉淀作用从污水中分离出来。该技术适用于处理含有大量悬浮物和胶体物质的农村污水,具有处理效果好、操作简便等优点。然而,混凝沉淀技术会产生大量污泥,需要妥善处理,且药剂的投加量需要根据水质情况进行精确控制,以避免二次污染。

2.3.2 吸附技术

吸附技术利用吸附剂(如活性炭、沸石等)的多孔结构,将污水中的污染物吸附在吸附剂表面,从而达到净化污水的目的。该技术适用于处理低浓度、难降解的有机污染物和重金属离子等。吸附技术具有处理效率高、出水水质好等优点,但吸附剂的再生和更换成本较

高,且吸附容量有限,需要定期更换或再生。

2.3.3 膜分离技术

膜分离技术利用膜的选择性透过性,将污水中的污染物与水分离。常见的膜分离技术包括微滤、超滤、纳滤和反渗透等。该技术具有处理效率高、出水水质稳定、占地面积小等优点,适用于处理对出水水质要求较高的农村污水。然而,膜分离技术的投资和运行成本较高,且膜容易受到污染和堵塞,需要定期清洗和更换。

2.4 组合工艺技术

组合工艺技术组合工艺技术融合多种单一处理技术优势,适配农村复杂多样的污水特性。常见如“厌氧+生态”工艺,厌氧阶段利用微生物分解大分子有机物,降低后续处理负荷,再借助人工湿地、生态塘等生态系统,进一步净化污水,去除氮磷等污染物,兼具低成本与生态友好特性。“厌氧+好氧”工艺中,厌氧环境释磷、降解部分有机物,好氧环境实现氨氮硝化与磷吸收,高效去除多种污染物^[2]。

3 环境工程中农村污水处理面临的问题

3.1 资金短缺

农村地区经济基础薄弱,财政收入有限,难以承担污水处理设施建设和运营的高额费用。污水处理工程从管网铺设、设备购置到后期维护,都需要大量资金持续投入。例如,建设一套小型集中式污水处理系统,仅设备采购和安装费用就高达数十万元,后续的电费、药剂费、人员工资等运营成本也十分可观。而农村地区缺乏稳定的资金来源渠道,上级财政拨款有限且分配不均衡,社会资本因回报周期长、收益低参与积极性不高,导致许多农村污水处理项目因资金不足无法开工建设,已建成的设施也因缺乏维护资金而闲置或低效运行,无法充分发挥作用。

3.2 技术水平低

当前农村污水处理技术选择存在诸多局限。一方面,适合农村小规模、分散式污水特点的高效实用技术相对匮乏,部分地区盲目照搬城市污水处理技术,因运行管理复杂、能耗高,难以在农村推广应用。另一方面,农村地区专业技术人才短缺,缺乏专业技术人员对污水处理设施进行科学运维和管理。操作人员多为当地村民,未接受系统培训,对污水处理设备的操作原理、维护要点掌握不足,无法及时处理设备故障和工艺运行异常问题,导致处理效果不稳定,出水水质难以达标,限制了污水处理技术的实际应用效果和推广。

3.3 缺乏统一规划

农村地区地形地貌复杂、居住分散,污水处理缺乏

统筹规划和科学布局。各地在污水处理项目建设中,往往各自为政,未充分考虑区域污水流向、人口分布、地形条件等因素,导致管网铺设不合理,部分区域重复建设,而部分区域却覆盖不足。同时,缺乏与农村整体发展规划的有效衔接,未将污水处理与村庄建设、产业发展等相结合,造成污水处理设施与周边环境不协调,后续扩容改造困难。此外,不同部门在污水处理项目中的职责划分不明确,存在管理交叉和空白,难以形成有效的监管合力,影响污水处理系统的整体效能和可持续发展。

3.4 居民环保意识淡薄

部分农村居民对污水处理的重要性认识不足,环保意识薄弱。长期以来形成的随意排放污水、垃圾的生活习惯难以改变,将生活污水直接排放到沟渠、池塘,或通过渗井、渗坑排放,导致地下水和周边水体污染。在污水处理设施建设过程中,部分居民因担心影响自身利益,对管网铺设、设施占地等工作存在抵触情绪,不配合甚至阻挠施工。在设施运行阶段,居民对污水处理的参与度低,缺乏主动维护设施的意识,随意丢弃垃圾堵塞管网,破坏污水处理设备,增加了设施运行维护成本和难度,阻碍了农村污水处理工作的顺利推进。

4 环境工程中农村污水处理技术的相关措施

4.1 拓宽资金筹集渠道

可积极探索多元化的资金筹集模式。鼓励村集体利用闲置资源,如将荒废土地、闲置厂房出租,或通过发展特色农业产业,将部分收益投入污水处理项目;发动乡贤、企业等社会力量,以捐赠、冠名赞助等形式参与农村污水处理建设,例如在污水处理设施上标注捐赠者信息,增强其社会荣誉感。同时,尝试将污水处理与生态旅游、特色养殖等产业结合,吸引民间资本投资,如打造“污水处理-生态湿地景观-休闲观光”一体化项目,通过门票收入、农产品销售等实现收益反哺污水处理,缓解资金压力。

4.2 加强技术研发与推广

聚焦农村污水特点,加大适用于农村场景的污水处理技术研发。联合高校、科研机构深入农村调研,针对农村污水分散、水量水质波动大等问题,开发操作简单、成本低廉、运维方便的处理技术。建立农村污水处理技术示范点,直观展示不同技术的处理效果和运行模

式,例如在村庄中搭建小型人工湿地、新型化粪池处理系统,组织村民和技术人员实地参观学习,增强对新技术的认知与接受度。

4.3 强化规划引领与监管

在开展农村污水处理工作前,充分考量村庄地形地貌、人口分布、污水流向等因素,制定科学合理的污水处理整体规划。邀请专业团队对村庄进行详细勘察,绘制污水管网铺设路线图,避免重复建设与覆盖盲区。建立污水处理设施运行监测体系,引入智能监测设备,实时监控污水处理过程中的关键指标,如水质数据、设备运行状态等,并通过信息化平台进行展示与预警。

4.4 提升居民环保意识

通过多种方式开展环保宣传教育,提高居民对污水处理重要性的认识。利用乡村大喇叭、宣传栏、文化墙等传统渠道,以通俗易懂的语言和生动形象的图画,宣传污水随意排放的危害及正确处理方法;举办环保主题活动,如污水处理知识竞赛、环保手工艺品制作等,吸引居民积极参与,增强环保意识。鼓励村民自发组织环保志愿队,参与污水处理设施周边环境维护、管网巡查等工作,将环保理念融入日常生活^[1]。

结束语

农村污水处理是改善乡村生态环境、提升居民生活质量的关键工程。面对资金、技术、规划与意识等重重挑战,多元化资金筹集盘活资源,技术研发推广适配农村实际,科学规划监管保障长效运行,居民环保意识提升筑牢群众基础,这些措施环环相扣,缺一不可。唯有协同发力,构建多方参与、技术创新、可持续发展的农村污水处理体系,才能让农村污水治理从难题变为生态建设亮点,助力乡村实现水清岸绿、生态宜居的美好愿景,为乡村振兴注入绿色动能。

参考文献

- [1]贾小梅,于奇,王文懿,等.关于“十四五”农村生活污水治理的思考[J].农业资源与环境学报,2020(5):623-626.
- [2]李敏.高邮市农村生活污水治理探讨[J].水利科学与寒区工程,2020(2):193-196.
- [3]彭举威,汪诚文.分散农村污水处理模式分析[J].环境与可持续发展,2022,(1):128-130.