

新农村建设背景下粤西村镇污水排水系统施工技术与管理实践研究

周海容

广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2026030026

摘 要： 在新农村建设的大环境中，粤西地区村镇污水治理显示出管网覆盖范围小、设施状况简易等状况。以吴川市作为案例，根据三个三模式，运用模块化设备、BIM 等技术适配当地地形与气候条件，建立政府引领、企业运作、村民参与的长效运维机制，融合智能监测与社区激励手段，提高系统运行效率，为相似地区的污水治理供给可参考的经验。

关 键 词： 粤西村镇污水治理；三个三模式；长效运维机制

Research on Construction Technology and Management Practice of Sewage Drainage System in Villages and Towns in Western Guangdong under the Background of New Rural Construction

Zhou Hairong

Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract： In the environment of new rural construction, the sewage treatment in villages and towns in western Guangdong shows the situation of small coverage of pipe network and simple facilities. Taking Wuchuan City as an example, according to the three three modes, modular equipment, BIM and other technologies are used to adapt to local terrain and climate conditions, establish a long-term operation and maintenance mechanism led by the government, operated by enterprises and participated by villagers, integrate intelligent monitoring and community incentive means, improve system operation efficiency, and provide reference experience for sewage treatment in similar areas.

Keywords： sewage treatment in villages and towns in western Guangdong; three "third" models; long-term operation and maintenance mechanism

引言

在新农村建设的大背景下，村镇污水治理成为改善居住条件、推动城乡统筹发展的主要环节。粤西区域由于地形分布分散、气候状况复杂等特性，污水排水体系普遍显示管网覆盖范围小、处理设施简易以及运维效率欠佳等情形，和生态宜居目标存在明显差距。2023 年《关于加快推进农村生活污水治理的指导意见》明确指出要建立符合村镇实际状况的治理体系，促使污水收集、处理和资源化利用实现一体化。吴川市作为粤西具有代表性的沿海城市，把三个三模式当作核心策略，通过统筹谋划、技术匹配与协同操作，探寻出模块化建立、生态处置及多元参与的实践途径，为化解区域污水治理难题提供本地化的解决方案。本研究重点专注吴川市污水体系的施工工艺与管理体制，深入分析符合粤西地域特征的污水治理观念，为类似地区新农村污水治理提供可供参考的实践案例。

一、背景与理论基础

（一）新农村建设背景下的污水治理需求

在国家推行新农村建设战略的大背景下，粤西地区村镇的污水治理工作面临管网覆盖范围小、设施状态不良、雨污混流等问题，这与村镇生态宜居的要求存在较大差异。城乡共同推动发展要建立符合村镇特性的污水治理办法，实现收集、处理以及资源化利用的一体化^[1]。吴川市作为粤西颇具代表性的沿海城市，乡村

和城镇分布较为分散，受台风、潮汐作用明显，管网建设需同时考虑抗腐蚀与防潮，并且存在重视建设、轻视管理的状况，设施运行效能不佳，这凸显出优化施工工艺和管理方式的迫切性。

（二）“三个三”模式的理论内涵与应用框架

三个三模式以三统筹、三结合、三保障为核心，通过城乡融合发展、公共产品供给以及治理现代化相关理论，其目的是整合市政技术和城乡治理领域的资源，提高粤西村镇污水系统建设与运行的效能。此模式把吴川市当作实践实例：三统筹重点于区域

规划、统一技术标准和整合资金；三结合突出技术适用性与地域特色、工程建设和运营管理、政府主导和社会参与的融合，通过模块化施工、分散式工艺以符合粤西村镇的分散布局与复杂地貌；三保障围绕政策扶持、人才培养和监督评估，建立全流程的技术人才体系以及第三方评估机制，为类似地区提供可复制的治理途径^[2]。

二、市政技术适配研究

（一）施工技术在“三个三”模式中的适配实践

吴川市乡村污水体系建立把三统筹规划、三结合措施、三保障落实当作核心治理策略。因为粤西乡村存在分布分散、地形复杂等特性，在工程选型、材料运用以及施工流程方面开展系统性的技术适配工作。在工程选型环节，根据乡镇常住居民数量以及污水产生情形，运用模块化一体化处理装置来取代集中式处理厂，进一步满足分散式治理的要求。比如吴阳镇某村庄服务的人口大概是3000人，配备3组50m³/d的一体化设备并行运行，污水处理采用A₂O生化处理结合沉淀的工艺，出水需遵循《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB 44/2208-2019）二级标准。在材料选取方面，采用HDPE双壁波纹管替换传统的混凝土管道，这种管材重量较轻、具备抗腐蚀特性，适用于狭窄的乡村道路以及软土地基情形。在黄坡镇的项目推进过程中，部分主干管采用机械顶管施工方式，以此降低对农田的破坏程度，支管采用浅埋暗挖并结合人工铺设的方法，管沟挖掘宽度减少30%，工期缩短15%，同时引入BIM技术对管网走向加以优化。塘缀镇项目采用BIM模拟技术，顺利避开农灌渠，减少施工冲突现象。施工工艺与后续运维要求相连接，比如在检查井预留检测口，方便村级运维人员进行日常排查作业。实际情况显示，此技术适配方案让项目整体运维成本下降20%以上^[3]。

（二）技术适配的关键挑战与创新对策

粤西乡村污水系统建立面临多种技术难题，要有的放矢地拟定创新措施^[4]。

地貌地势挑战：粤西地区大多是低丘陵和冲积平原，整体地势较为平坦，不过局部存在起伏情形，传统排水技术容易导致淤积和堵塞现象。解决措施：根据地形的高低不同，运用重力流和压力流相结合的管网体系，加强排水的适配性。

布局分散难题：村镇分布零碎、人口密度小，集中式处理方式成本大、效率欠佳。措施：推行模块化、小型化的分散式处置设备，根据村落规模进行灵活部署；融合人工湿地、土壤渗滤等生态处理技术，通过当地自然条件降低运维费用。

气候带来的挑战：粤西地区气候湿润炎热且降雨频繁，台风活动较为频繁，容易造成设施出现物理性损坏以及发生洪涝倒灌情况。应对措施：给主要设施建立防洪堤、排水渠等防护构造；配备应急发电设备或者太阳能设施，确保在极端天气状况下能够持续运转。

水质水量变动挑战：受农业生产和生活习惯作用，污水的水质水量显示出明显的季节性波动。应对办法：建立物联网实时监

测系统，通过大数据和智能控制手段动态调整工艺参数，保证处理效果稳定达到标准。

三、长效运维机制探讨

（一）运维机制框架构建

1. 运维机制设计原理

长久有效的运维机制将三个三模式当作核心思路，设计准则重点于技术支撑体系与管理机制的协同特征。技术支持体系融合智能化的监测与管理模式，通过传感器网络采集管网流量、水质参数以及设备运行信息，利用云平台开展预警分析，为运维决策提供量化根据。管理体系建立分层响应流程，明确划分责任主体和协作策略，保证技术预警可迅速转化为现场处理行动，搭建起以技术为驱动、管理形成闭环的长效运维机制^[5]。

2. 运维实践案例分析

长效运维体系要根据粤西村镇的经济状况、人口布局以及环境特征，建立政府引导、企业运营、村民参与的多元协作模式，通过设置定期巡查、故障处置和资金保障体系，保证系统运维具备可持续性。运维机制的规划需包括技术标准体系、绩效评估体系以及监督管理体系。针对粤西地区的水质特性拟定工艺优化办法，通过设定出水达标比率、设备完好比率等量化指标，对系统的运行状况开展动态监测。

以吴川市黄坡镇郑屋村作为例子，此村常住居民约1800人，运用两微智能污水处理办法，污水处理设施占地约40平方米、处理能力达到80吨/天，配备太阳能光伏发电系统，每年运维成本仅3000元，与传统模式相比降低90%以上。运行数据表明，出水水质达到广东省《农村生活污水处理排放标准》一级标准，尾水用于农田灌溉和鱼塘养殖，实现水资源的循环利用；与埋地式智能垃圾收集系统协同，智慧环卫平台可实时监测满溢状况并调度收运，运营成本节约20%-30%。

（二）运维问题识别与优化策略

1. 常见运维技术与管理问题

粤西乡村污水系统运维存在技术适配度不高、专业人员短缺等状况。部分乡村的处理工艺未全面考量季节性的水量变动和水质特性，造成设备运转缺乏稳定性。乡村地区运维人员匮乏、管理体制不健全，和城市成熟模式存有差别，另外运维资金欠缺、村民环保观念淡薄，限制治理效果^[7]。

2. 改进策略与技术创新路径

优化策略需建立通过物联网的实时监测系统，运用传感器收集流量、水质参数，实现故障预警与精确维护[8]。技术改革可采用人工湿地和生物滤池组合等低成本的生态处理技术，降低运维的难度。同时建立以政府为引领、第三方专业运维和村民参与相融合的协同治理方式，把运维费用列入村镇财政预算规划，研发适用于分散式污水系统的智能控制终端装置，打造技术可靠、管

理高效、资金稳定的长效运维机制。

四、管理实践综合研究

（一）施工技术管理实践

1. 施工过程管理与技术控制

吴川市污水处理工程把三个三模式当作核心策略，对施工流程协作、技术标准落实和质量管控系统进行深入融合。在工程建设流程方面，建立跨部门的协同协作体系，全方位统筹协调勘察、设计、施工、监理等多方面的力量，保证场地平整、管道铺设、设备安装等各项施工环节能够实现无缝对接，进一步确实缩短主要线路的建设工期。技术标准的执行严格根据国家规范与地方标准，针对粤西区域典型的软土地基，运用换填砂石垫层且夯实基底的处理手段来提高地基承载力，同时针对 HDPE 管道热熔焊接工艺开展现场实际操作培训以及工艺评估，保证接口质量稳定。质量管控体系建立三级检查模式，分别是班组自行检查、项目部再次检查、监理最终审核，重点针对管道高程误差、闭水试验渗水量、回填土压实系数等主要指标开展监测，同时引入 BIM 技术搭建三维可视化平台，实现施工进度与质量数据的动态跟踪和预警，为精细化管理提供技术保障^[9]。

2. 质量控制与安全保障

因为粤西地区地形繁杂且地质状况多变的特性，建立包括材料性能、施工工艺参数以及结构安全等领域的综合性监控指标体系，确定 HDPE 管道环刚度 $\geq 8\text{kN/m}^2$ 、检查井基础承载能力 $\geq 120\text{kPa}$ 等主要技术参数，以此保证施工技术符合当地环境[10]。在工程建设施工阶段，运用 RTK 和全站仪协同配合的监测手段，针对沟槽开挖的坡度以及管道敷设的高程开展实时采集与分析工作，重点防范因地形起伏所引发的管道不均匀沉降状况。在安全保障领域，因为粤西地区降雨充沛、台风多发的气候特性，拟定专门的沟槽边坡防护及临时排水方案，全程采用钢板桩支护措施，进一步降低基坑出现坍塌和积水的几率。针对施工人员进行全方位的安全技术交底事宜，重点加强有限空间作业在气体检测、通风保障和应急救援流程等方面的培训。在质量检验阶段，引入独立的第三方检测机构对主要工序进行抽样检测，通过技术参数的标准化以及过程管理的闭环控制，实现施工质量与安全生产的协同一致。

（二）运维管理机制优化

1. 运维监控系统建设

通过物联网技术，在污水收集点、提高泵站以及处理设备等主要部位安装智能传感器、超声波流量计、多参数水质在线监测仪等前端传感装置，实现对管网流量、水位、COD、氨氮等主要运行指标的实时采集与远程传送。监测所获的数据通过 4G/5G 网络传至智慧管家云平台，技术人员能够远程对数百座污水资源化利用中心开展全过程自动监测。

在能源供应保障领域，粤西乡村区域电网覆盖并非非常完善，吴川运用市电与太阳能光伏板双模式供电体系，保证在阴雨天气情形下设备仍然能够持续运转。智能监测系统拥有如下作

用：异常情形自动预警，当 pH 值、液位等指标超出预先设定的阈值范围时，系统会自动通过短信、APP 推送等途径通知运维工作人员；远程参数设定，运维工作人员可以通过平台远程更改曝气时长、回流比等工艺参数，不用到现场进行操作；数据趋势分析，根据历史数据自动绘制水质变化曲线，协助预估设备发生故障的风险。统计数据表明，在这种模式之下，吴川市乡村生活污水处理设施的建设费用降低 60%，运营成本减少 90%，所占用的土地面积节约大约 80%，创造出 1 个月内完成 209 条村庄污水设施建造的吴川速度。

2. 维护流程与效率提升

因为粤西村镇分布较为分散这一特性，吴川市施行政府主导和第三方专业运维相融合的协作模式，建立市级监管、镇级协调、村级反馈、企业执行的四级联动机制。智能管家手机应用系统为运维人员打造移动化作业场景，可进行设备状态查看、接收故障警报、远程调节运行参数并实现工单闭环管理，还能扫码签到、上传处理照片、填写维修记录，其内置的知识库帮助基层人员迅速排查故障。在分级响应机制方面，针对中心村进行每周开展 1 次的高频检查工作，普通行政村每两周开展 1 次定期维护操作，偏远自然村主要开展每月 1 次的检查活动，重点通过在线监测实现应急响应。实际情况显示，单个运维人员能够管理超过 100 座污水站点，人员工作效率提高 5-8 倍，故障响应时长从 8 小时缩减至 2 小时以内，设备完好比例稳定保持在 95% 以上。

（三）政策保障与社区参与机制

1. 政策支持与制度化保障

地方政府应通过系统性的政策规划，为污水治理提供长效的支持。在法规制度领域，要结合粤西村镇实际状况制定污水治理专项管理办法，明确施工技术规范、运维主体责任以及违规惩处机制，把三个三的主要要求纳入地方规范性文件，为技术落地和管理实施提供法律保障。在资金保障方面，建立政府引领、社会参与、多元投入的融资规划，省级财政专项补贴向粤西经济欠发达的乡村予以适度倾斜，同时引导村集体、社会资金通过 PPP 模式参与项目的建设与运营，确实缓解施工以及运维资金不足的情形。在规划指引方面，把污水排水体系纳入村镇国土空间规划进行统一部署，全面考量粤西丘陵的地形特点以及村庄分布状况，合理明确管网走向和处理设施的地点，防止重复建造与资源损耗。在政策推行过程里，加强住建、生态环境、农业农村等部门的协作配合，建立联合督导和定期评估的机制，适时调整并优化政策措施，保证各项制度安排得以确实落地。

2. 社区参与与激励机制

社区参与是确保污水系统长期有效运维的主要因素，要通过教育培训、协作机制和利益分配的统筹规划，建立城乡融合的社区支持网络。教育培训需融入粤西地区本土语言文化和生活情境，开展技术与责任双方面的培训。通过村级宣讲场地、田间教学地点等渠道，显示管网维护的基本操作，发放带有形象图片的运维手册，强化居民对污水系统功能的认识以及参与维护的积极性。在协作模式方面，通过村规民约和基层组织，建立村集体、农户分级运维团队，确定农户承担自家接户管的日常检查与简易

疏通事宜，村集体统一进行公共管网的定期巡查和应急处理工作，并且搭建线上反馈渠道，实现问题的及时发现、快速响应以及协同处理。在利益分配阶段，使运维成效和居民实际所得相挂钩，施行积分兑换制度，为踊跃参与日常维护的农户提供农资补贴、公共服务优先权益等激励措施；探寻生态补偿、集体分红途径，把污水治理产生的环境效益转变为村集体经营收益，通过二次分配强化居民持续参与的内在动力，逐步建立共建、共管、共享的治理闭环。

五、总结

本研究专注新农村建设背景下粤西吴川市污水排水体系的施

工工艺与管理办法，通过对当地村镇污水治理状况的深入调研和工程实践分析，揭示符合粤西湿热气候、土壤特质以及分散居住模式的施工技术方案，包括模块化管网敷设、生态处理单元整合等主要技术的应用效果。研究表明三个三模式在施工技术适配以及长效运维机制方面展现出明显的创新实践价值。通过整合政府、企业与村民这三方面的资源，建立起从规划设计至运维管理的闭环系统，有效攻克村镇污水治理中技术落地艰难、运维可持续性不佳等突出问题。

参考文献

- [1] 赵明莉. 乡村振兴背景下大村镇品牌形象建设研究 [D]. 青岛科技大学, 2023.
- [2] 李宁. 村镇污水管道阻塞辨识定位技术研究及应用 [D]. 青岛理工大学, 2023.
- [3] 李韩. 乡村振兴背景下村镇银行支农法律规制研究 [D]. 湖南理工学院, 2023.
- [4] 尤志皓. 数字化转型背景下村镇银行风险管理体系优化研究 —— 以 RS 村镇银行为例 [D]. 山东财经大学, 2023.
- [5] 王弋, 严茂泽, 肖倩, 等. 广东省农村生活污水处理现状及建议 [J]. 生态环境学报, 2025, 34(05): 819–830.
- [6] 廖凤珍, 李晓峰, 陈嘉祺. 村镇生活污水治理创新研究与实践 [J]. 节能与环保, 2022(10): 89–91.
- [7] 裴美玉. 基于空间治理的佛山市农村生活污水治理策略 [J]. 农村科学实验, 2025, (17): 60–62.
- [8] 范雪美, 黄辉, 王磊, 等. 负压排水技术在沿河村居污水收集中的应用 [J]. 中国给水排水, 2025, 41(22): 78–85.
- [9] 吴悦, 林梓宜, 武振东, 等. 乡村振兴战略下练江流域乡村生活污水处理研究 —— 以汕头市潮南区陈店镇为例 [J]. 中国资源综合利用, 2023, 41(05): 124–127+135.
- [10] 于振江, 王大为, 温凯茵, 等. 广东省农村生活污水处理设施运维现状及提升路径 [J]. 中国给水排水, 2025, 41(18): 14–23.