

农村污水排水管网质量问题分析与对策

刘敬辉 李子君

长江生态环保集团有限公司 湖北武汉 430010

摘要: 在新时代生态文明建设及乡村振兴战略的背景下,农村生活污水治理成为关键举措,但农村污水排水管网建设存在诸多问题。本文剖析了南京、武汉及江西农污项目的经验教训,针对规划设计、工程施工及运维阶段的质量问题,提出构建标准化体系、强化施工管控及推行智慧化运维等对策。以苏州某农污项目为例,通过样板先行、精准设计、“1+N”管控体系、源头控制及智慧化运维等措施,实现了管网质量提升和全链条闭环管理,显著提高了污水收集率、处理效能及运维效率,为农村污水治理提供了示范借鉴,助力乡村振兴和绿色发展。

关键词: 农村污水治理;排水管网;质量问题;标准化体系;智慧化运维

引言

在新时代生态文明建设及乡村振兴战略深度融合的背景下,农村生活污水治理已成为改善人居环境、推动城乡公共服务均等化的关键举措。然而,农村污水排水管网建设普遍存在“重建轻管”“重投轻质”现象^[1],排水管网作为污水分级处理体系中的“毛细血管”,其质量直接影响收集率、处理效能及长期运维成本。本文将从南京某农污项目、武汉某农污项目和江西某农污项目的经验教训出发,结合苏州某农污项目的成功应用,探讨农污排水管网质量问题及对策。

1 南京、武汉和江西 3 个农污项目的经验教训

1.1 规划设计阶段

1.1.1 市政规范与农村需求的适配性不足

当前市政污水处理设计规范体系与农村实际建设需求存在显著适配性偏差^[2],国家尚未建立专项农村污水处理技术标准,导致工程实践只能参照市政规范。而市政规范主要针对城市高密度集中场景构建,其“沿道路平行敷设”的管网布局原则难以适应农村山区、丘陵、河网等复杂地形条件,在陡坡、暗渠等特殊地质环境中常出现管道稳定性不足、敷设路径受限等技术矛盾;市政规范推荐的混凝土带形基础、金属管材等高标准建设方案,与农村有限财政投入形成结构性矛盾,容易陷入“建得起、用不住”的恶性循环;农村人口分散特征迫使管网长距离延伸,造成单位建设成本(含泵站、提升井等增压设施)较市政项目增加 30% 以上,同时低人口密度导致污水收集量不足,管网负荷率普遍低于 30%,加剧漏损风险。

1.1.2 专项标准体系不完善

农村排水管网标准体系呈现碎片化特征^[3],现有规范在系统性、技术前瞻性和区域适配性方面存在显著短板。现行标准多聚焦于单一处理环节(如仅雨水或污水模块),缺乏涵盖选址布局、管材选型、施工验收、运维管理全生命周期的完整技术框架;标准更新严重滞后于行业技术迭代。部分规范仍沿用 GB50014-2006 等早期市政参数,未纳入 HDPE 波纹管、克拉管(环刚度 $\geq 8\text{kN/m}^2$)、模块化检查井等新型材料工艺的技术指标,导致工程实践缺乏规范依据,存在质量监管盲区;全国统一标准难以响应地域差异需求。东北地区冬季极端低温(最低可达 -35°C)要求管道埋深 $\geq 1.8\text{m}$ 并增设保温层,而现行标准仅规定常规埋深;江南地区暴雨强度需强化排水系统瞬时负荷能力,但相关抗涝设计参数在现行规范中缺失,形成技术适配真空。这种“一刀切”的标准体系导致工程实践或过度设计或存在质量隐患(如管道冻裂、排水失效),严重制约农村排水设施的功能性和经济性。

1.1.3 前期调研不充分,脱离实际需求

由于缺少系统的村庄规划及地质勘察(超 60% 村庄无测绘资料),设计时对地下水位(误差常超 $\pm 1.5\text{m}$)、土壤承载力(偏差达 30% 以上)等关键参数仅能进行经验估算。部分项目甚至依赖村领导手绘示意图确定管网走向,导致路由设计缺乏科学依据,后期出现管道埋深不足、地基沉降等质量问题;农村污水量具有间歇性(如节假日激增 3-5 倍)、分散性(户均间距超 150m)等特征,但现行设计多机械套用以瞬时流量为核心的市政计算模型,导致管径选择偏差,

引发管道超负荷运行、淤积堵塞等问题；设计深度不足导致施工变更频发，农村项目设计变更率比市政项目高 30% 以上，直接影响工程质量稳定性。

1.2 工程施工阶段

1.2.1 监理履职严重缺位

监理单位低价中标现象严重，关键监理人员配置不满足合同要求^[4]、多数人员采用外聘或者劳务派遣形式、人员流动性大、专业监理人员配置不足，对分包准入、许可验收、方案审核等把关不严，存在“宽、松、软”现象等。关键节点监理履职严重缺失：材料复验见证缺失率达 30%，隐蔽工程旁站记录完整率不足 85%，工序转换验收未执行“三检制”（班组自检、互检、专检）。

1.2.2 工程材料管理呈现系统性失序

材料电子标签管理缺位，材料批次与质保单匹配困难；进场验收流于形式，未执行盲检复验和监理见证取样制度，关键指标抽检比例不足规范 30%；现场材料存放不规范，出现管材堆放超高，露天存放环境失控致管材老化变形。

1.2.3 过程控制存在系统性质量管控缺陷^[5]

回填环节普遍出现土源控制不严，现场土料混杂淤泥、建筑垃圾且未分层压实，导致管道沉降断裂；施工定位偏差显著，存在轴线偏移、检查井布设不合理及埋深参数随意调整但无变更记录等问题，造成水流不畅、维护困难；管道安装工艺粗糙，承插口密封失效、金属管材防腐层减薄及焊缝缺陷频现；过程监管严重缺位，隐蔽验收流于形式，质量资料与实体脱节，竣工图未真实反映变更。

1.2.4 管网质量验收环节存在系统性质量失控^[6-8]

闭水试验环节，部分项目未按规定开展试验，或擅自调整检测时序，将规范要求的“安装后-试验-回填”流程倒置为回填后试验，导致试验段压力值失真、缺陷定位难度增加；同时，违规采用污水、泥浆水等非清洁介质，造成接口腐蚀、测量误差等次生问题，且对试验发现的渗漏、裂缝等缺陷缺乏闭环处理机制。在 CCTV 检测技术应用上，参建单位对该技术的认知不足，存在逃避检测、检测计划不科学以及特殊地质段加密检测缺失等问题；对已发现的缺陷，整改响应滞后、修复方案粗放，且缺乏整改后复检验证，造成二次开挖、运维成本激增等衍生问题。

1.3 运维阶段

1.3.1 资金保障维度缺陷

可持续投入机制尚未建立，政府补贴与村民付费的协同机制缺位；跨区域财政分担机制缺失，经济薄弱村自主筹款能力弱^[9]；全生命周期成本考量不足，前期建设投入占比过高（平均达 85% 以上），后期运维储备金不足（仅预留 5-8% 投资额），设备更新缺乏资金规划。

1.3.2 运维能力维度短板

人力资源配置失衡，村民自主管理模式普遍存在“三缺”现象^[10]：缺技能（65% 管理者未经过专业培训）、缺时间（兼职管理占比达 80%）、缺激励（月均补贴不足 500 元）；第三方运维市场呈现“散、乱、弱”特征：80% 运维企业为微小型企业，技术人员持证率不足 35%；技术支撑体系薄弱，分散式处理工艺缺乏标准化运维规程，智能化运维装备普及率低，管网泄漏检测仍依赖人工巡检。

1.3.3 制度性矛盾分析

现行“建管分离”模式导致运维责任主体模糊^[11]，设计单位缺乏运维思维（设计方案考虑运维便捷性不足），施工单位质量保修期结束后即退出，形成“建设-运维”断层。同时，行业监管存在“重建设指标、轻运维绩效”倾向，缺乏运维质量考核标准与退出机制。

2 苏州某农污项目示范标杆打造

2.1 项目简介

苏州市某农村生活污水治理 PPP 项目（以下简称“苏州某农污项目”），本项目采用 PPP 模式中的 BOT+ROT+OM 方式运作，本项目合作期限 26.5 年。其中，新建部分建设期 1.5 年，运营期 25 年。存量部分运营期 26.5 年。项目总投资 16.1 亿元。项目总体采用“政府付费”的回报机制，包括建设实施部分及委托运营部分。建设实施部分包括 8 个乡镇，共 750 个自然村的污水设施进行新建或整改；委托运营部分包括 9 个乡镇，共计 653 个自然村。项目遵循“因地制宜，分类推进”的原则，根据污水收集和处理方式划分为三种治理模式：纳管收集处理、相对集中收集处理、分散收集处理。以上污水处理设施在项目公司组建后均将交由项目公司进行运营维护。

项目定位打造农污项目示范标杆，树立长三角环保领域的口碑，实现以点到面的项目滚动开发模式；形成适合长三角区域农污项目策划、管理、技术、运营、运维等内容的

可复制、可参照的执行手册。

2.2 构建适用于苏州地区的农村污水排水管网标准化体系

基于前述项目的经验教训,公司层面顶层设计,系统谋划,编制了一系列技术质量标准,填补了农村污水处理相关技术标准空白,包括《长江大保护管材选型指南》和《长江大保护项目管网施工指南》《农村生活污水处理工程施工及验收规范》《农村生活污水处理设备选型技术导则》《HDPE缠绕结构壁B型管排水管道工程技术规程》《钢筋混凝土管排水管道工程技术规程》《农村污水排水管道工程技术规程》《球墨铸铁管排水管道工程技术规程》《源头排水单位及市政排水管网新建或改造效果验收标准》《管道预处理技术规程》《污水系统整治工程达标性验收技术规程》《长江大保护智慧水务系统标准体系》《长江大保护智慧水务系统数据库表结构及标识符规范》等,同时建立标准动态更新机制,每3年开展适应性评估,结合农村发展需求和技术进步进行修订,形成持续改进的标准化工作闭环。

2.3 翔实调研与精准设计

规划设计阶段,充分考虑了苏州地区的水文地质条件和农村污水排放特点,科学设计了管网布局和管径选择。同时,引入了动态调整机制,根据污水排放量的变化实时调整管网运行参数,有效提升了管网的收集率和处理效能。针对农村污水治理项目的“散”“变”“高”“难”等特点,通过设计随行、模块化设计、概算可控与进度可控四个维度保证工程总体目标的实现,以现场调研为依据,采用“2进2出1定”的模式精准把控设计流程,做到因村制宜、精准治污、技术合理、投资可控,实现农村污水治理设计标准化。

一进:第一次各单位联合进村入户现状调研,摸清户籍人口和常住人口数量,合理确定污水处理的规模,确认初步管网和站点位置,逐户与老百姓签字确认,与社区签字确认。做到了一户一图、一户一表、一村一表和存户数据库。

一出:设计院出初步设计图,确定户内系统、户外系统、处理模式,同步控制工程造价。

二进:第二次各单位联合进村核实一出方案,根据初步设计图纸现场放线,进行细部成果核实,逐户、逐井、逐管,逐个站点的内容核实,形成设计、施工、监理、街道四方签字盖章的四方验线单。

二出:设计院出施工蓝图,确定户内系统、户外系统、

处理站点的准确性、合理性和实施的统一性。

一定:完成施工图审查及项目户均投资、街镇投资和项目总投资控制。

2.4 “1+N”穿透式管控

农村污水治理项目涉及千家万户,污水处理站点覆盖每个村,管网链接每户,每个村的管网系统和污水处理站点近乎同步实施,每个社区多个村组同步实施,每个街道同步实施,千家万户的老百姓每时每刻都可能对项目进行监督。

针对这一特点,项目管理架构有针对性的设置,实现穿透式管理,总结为1+N管控体系。其中1代表一级项目经理部,N代表N个街道的二级项目经理部。一级项目经理部全部为项目公司管理人员组成;二级项目经理部由项目公司、监理公司、设计单位、总包单位等共同组成。二级项目经理部归属生产管理部直接管理。1+N管控体系向下成立领导包干制和专项小组。

领导包干制:项目公司领导层及一级项目经理部部门主任每人承包一个二级项目部,对该二级项目经理部的交付负责。

专项小组制:当一类问题的出现呈现大面积或大批量出现时,单个分散去解决已无法达到快速处理的效果,项目公司在实施过程中成立专班小组,例如:流量计井改造小组、完工验收小组、维稳工作小组、存量智慧化改造小组等。

通过1+N管控体系实现项目公司对各街道、各社区、各村穿透式管理,领导包干制实现对各街道、各社区、各村的管理,为输出管理人才做储备;专项小组实现专项事务的解决,有效提升工作解决效率。1+N管控体系真正实现农村污水项目穿透式管理。

2.5 加强监督管理

苏州某农污项目公司加强监理招采管理,结合项目实际,设置监理招标文件和合同条款、质量安全生产目标考核支付标准,将监理单位关键管理职责、正向激励和反向约束措施等要求纳入招标文件和合同文件,

加强监理合同管理,明确责任部门和责任人,定期组织召开监理管理例会,对监理工作进行协调、监督和检查,持续开展监理合同履行信用评价,明确监理履职要点和成效,定期书面提出监理履职评价意见,切实推进监理履职按效付费,建立与监理单位(项目监理机构后方)的定期联络机制,加强沟通与通报,进一步压实监理单位管理责任,促进项目

监理机构现场安全履职。

加强监理管理人员履职管理，每月检查项目监理机构监理人员任职资格，监督监理人员特别是总监理工程师履职情况，检查监理日志、监理月报、旁站记录、验收记录等有关资料，做好日常记录并纳入监理单位考核。

2.6 源头控制，先检后用

苏州某农污项目采用甲供模式保证材料质量，通过生产过程巡检、引入第三方检测等方式，确保主材质量可靠。

材料进场后由施工单位组织监理、建设单位等有关人员进行验收，未经验收或检验不合格的材料不予进场，材料员对材料的名称、规格、数量和材料采购计划对照逐一核实。物资进场时必须附有齐全、有效的产品合格证、检验报告等质量证明文件。项目所用的管材、管道附件、构（配）件和主要原材料等产品进入施工现场时应进行检测验收，检测验收包括供货单位复检和第三方机构质量检测，经检测验收合格后方可使用。在管材的运输、吊装和存放过程中，需对管材和管件进行保护。室外存储，应进行遮盖，避免管材暴晒和雨水浸湿；室内存放，应通风良好且室内温度不宜超过 40℃。建立完整的原材料进场台账及取样送检台账。

2.7 样板先行，实施标准化施工

苏州某农污项目在工程施工阶段，设置样板段，规范工艺标准和施工流程，组织各方现场观摩，为后续质量工作提供一个良好的示范先导作用。施工前，通过施工方案及作业指导书来明确操作规程、方法和质量要求、安全措施等，从而达到以工序质量来保证工程实体质量的目的。根据工序要点编制工艺明白卡，打印成册，发放到一线班组。制定沟槽开挖、管道连接等作业指导书及工艺明白卡。所有施工班组进场均采取样板准入制，以样板化验收合格作为分包单位进场的硬性指标，完善分包单位奖惩、清退制度，限制分包层级，通过总分包人员管理系统统一对劳务人员进行管理，实现施工质量控制。

2.8 加强质量检测、验收管理

苏州某农污项目公司监督参建各方按照规范要求，严格组织开展单位工程、分部工程、分项工程、检验批和隐蔽工程验收，认真填写和签认验收记录，严格要求报审报验资料与工程进度同步；验收过程中应合规审查施工单位留存隐蔽工程验收各阶段影像资料，尤其是“沟槽开挖、管道基础、管道铺设、管道接头、沟槽回填”五个关键工序，影像资料

应满足同时原始地貌、沟槽开挖、管道基础、管道铺设、沟槽回填及路面恢复六道工序。未提供隐蔽工程影像资料的不得结算，不得进入下一道工序。CCTV 检测（或 QV 检测）作为施工单位管网工程竣工验收移交前工程质量的自检的重要手段，管道工程竣工验收前实行全覆盖；管道连接完成后，第一次 CCTV 检测，检查管道接头是否出现过熔、脱节、错口等缺陷。回填完成后，第二次 CCTV 检测，检查管道是否出现起伏、变形等缺陷。路面恢复后，第三次 CCTV 检测，出具自检报告，报监理和建设单位审批。未进行 CCTV 全检的新建管网不得结算工程款。

2.9 构建多元投入体系和智慧化运维模式

苏州某农污项目在运维阶段，通过政府补贴、村民付费和市场化融资相结合的方式，确保了运维资金的充足。运营人员前置服务，提前介入管理，将设计与运营实际相结合，从优化设计参数、节能降耗、设施运营便利性、场地布置对现场运维工作等方面，对设计提出优化建议，从运营层面提升设计合理性，控制工程投资。跟踪现场施工关键节点，识别可能存在过渡至运营的现场风险点，及时提出整改或设计变更建议，降低故障风险率，减轻后期的运营压力，控制维护成本。参与农污监管运营平台的方案设计，提出满足集中运维管理需求的功能和应用场景，实时监测管网运行状态，及时发现并处理故障，保证平台建设的稳定性、科学性、实用性，在保障平台功能符合绩效考核要求的同时，有效控制人力成本，提升了运维效率。

3 结论

通过借鉴南京、武汉和江西农污项目的经验教训，苏州某农污项目成功构建了适用于本地区的农村污水排水管网标准化体系，实施了标准化施工和智慧化运维，形成了全链条闭环管理体系。这不仅有助于提升管网使用寿命和治理效能，还能为吴江地区的乡村振兴和绿色发展提供有力支撑。未来，随着技术的不断进步和管理经验的积累，农污排水管网建设将朝着更加高效、智能、可持续发展的方向发展。

参考文献：

- [1] 严岩, 孙宇飞, 董正举. 美国农村污水管理经验及对我国的启示 [J]. 环境保护, 2008, (15): 65-67.
- [2] 李海明. 农村生活污水分散式处理系统与实用技术研究 [J]. 环境科学与技术, 2009(9): 177-181.
- [3] 孙兴旺, 马友华, 王桂苓. 中国重点流域农村生活污

水处理现状及其技术研究[J]. 中国农学通报, 2010,26(18):384-388.

[4] 谢伟红, 农村生活污水处理工程设计、施工及验收中存在的问题与对策[D]. 浙江大学, 2012.

[5] 黄军利. 市政公用工程排水管网施工问题及质量控制探讨[J]. 科技经济导刊, 2016(13):96

[6] 邱志海. 深圳排水管网工程建设质量问题分析和质量控制措施对策探讨[J]. 水利技术监督, 2017(4):20-21.

[7] 沈岩. 市政公用工程排水管施工常见问题及质量控制[J]. 建筑技术开发, 2017(3):146-147.

[8] 耿运生, 周玉涛, 丁卫岩. 大口径 HDPE 管道设计施

工要点[J]. 水利规划与设计, 2017(3):70-72.

[9] 杜一霄. 绍兴市农村生活污水治理现状、问题与对策研究[D]. 浙江农林大学, 2019.

[10] 周素. 农村污水处理中的主要痛点与对策分析[J]. 环境与发展, 2020(3):40-41.

[11] 张英红. 农村污水处理中的主要难点与对策分析[J]. 清洗世界, 2022(10):160-162

作者简介: 刘敬辉(1978—), 男, 土家族, 博士研究生, 高级工程师, 现从事工程质量安全管理。

基金项目: 长江生态环保集团有限公司员工科研项目资助(任务书编号: HBCS2024002)