

助力乡村振兴背景下

——以连州市乡镇污水处理新建项目为例

文 / 于永才 中誉设计有限公司

摘要：乡村振兴背景下，乡镇污水处理项目在改善人居环境、治理水污染、保障水生态安全方面扮演着重要角色。由于乡镇地区人口居住分散、污水排放量小、水质波动大、基础设施薄弱，导致污水治理效果差强人意，大量未经处理的污水直排导致水体污染、土壤退化，严重影响了农村居民的健康安全。而在《农村人居环境整治提升五年行动方案（2021-2025年）》等政策出台以后，村镇污水处理设施建设迎来重大转机，如何提高施工技术水平与工程整体质量成为该领域的热点话题。本文以广东省连州市整县推进村镇污水处理设施建设项目为例，基于项目合同文件、施工图纸及相关规范标准，针对工程核心建设内容与技术参数进行系统分析，深入剖析管网施工关键技术与质量管控要点。

关键词：乡村振兴；连州市；乡镇；污水处理；项目实施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.24.118

引言

EPC 总承包模式集设计、施工、采购于一体，实现了设计与施工的深度融合，实践应用成果表明，这种总承包模式能够优化资源配置、缩短建设周期、降低运营成本，为此，在村镇污水处理设施新建项目中得到广泛应用。本文以连州市整县推进村镇污水处理设施建设项目为主要研究对象，通过对工程概况、核心工艺、管风施工要点、质量管控措施的分析，深入探讨 EPC 模式下设计与施工的协同机制，以总结和归纳 EPC 模式在村镇污水处理设施建设项目中的应用经验。

一、工程概况

该项目为连州市整县推进村镇污水处理设施建设项目第一标段，项目立项批准文号为连发改行〔2019〕103号，建设地点涉及连州市大路边镇、龙坪镇、西江镇、九陂镇，资金通过吸纳社会资本等多渠道筹措。项目采用勘察设计施工总承包模式，承包范围涵盖项目测绘、勘察、设计、施工及相关配套服务。主要建设内容包含

污水处理厂工程与排水管网工程两大板块。污水处理厂方面，将新建4座厂区，总处理规模达4200吨/日。排水管网工程中，排水主干管总长22.78公里，管径范围为DN300-DN500。同时，镇区支管长度不低于新建污水收集干管长度的30%，周边村庄将根据实际需求建设截流管和主管，确保污水统一接入镇区污水处理厂处理。项目设计与建设严格遵循《城镇污水处理厂污染物排放标准》（DB32/4440-2022）、《水污染物排放限值》（DB44/26-2016）等国家及地方相关规范标准，保障工程质量合格及污染物排放达标。

二、污水处理技术要点

（一）核心处理工艺

该项目结合连州市村镇污水“水量波动大、水质成分复杂、污染物浓度不均衡”的特点，针对性采用“预处理+生化处理+深度处理+消毒”的全流程组合工艺，构建了高效协同、适配性强的污水处理技术体系，具体工艺流程如图1所示。

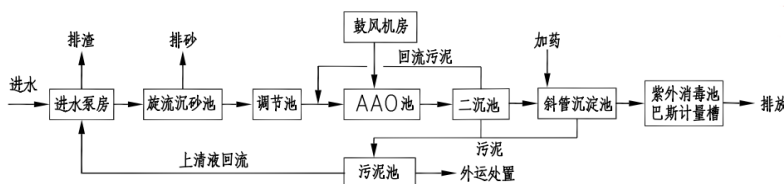


图1：连州市村镇污水处理工艺流程

为精准把控出水总磷 $\leq 0.5\text{mg/L}$ 的严格标准，项目专门设置化学加药除磷系统，在二沉池前端投加PAC（聚合氯化铝）药剂，通过化学沉淀反应强化总磷去除效果，确保关键污染物指标全面达标。针对处理过程中产生的剩余污泥，采用“气提输送+集中存储+规范处置”的闭环管理模式：剩余污泥经气提装置排入储泥池暂存，由移动式污泥脱水车定期外运处置或纳入县域统一集中处理体系，储泥池上清液则回流至调节池重新处理，实

现污水与污泥的全流程无害化、资源化管控，避免二次污染。该组合工艺兼具处理效率高、运行成本可控、抗冲击负荷能力强等显著优势，既能高效降解村镇污水中COD、BOD、氨氮、总磷等核心污染物，满足国家及地方双重排放标准，又能灵活适配村镇污水水量水质波动大的特性，为长期稳定运行提供技术保障^[1]。

（二）关键处理技术参数

该项目污水处理涉及预处理、生化处理与深度处理

三个单元，预处理阶段，采用潜水泵提升工艺，配置多台潜水泵组并实现联动控制，可根据实时污水量动态调节运行台数与运行负荷，精准控制污水提升流量，确保后续各处理单元进水水量稳定。生化处理阶段采用成熟可靠的A/O工艺（厌氧-好氧工艺），通过厌氧段与好氧段的协同作用，构建“有机物降解-硝化-反硝化”的完整反应链条。调节池出水经提升泵精准输送至A/O池，首先进入厌氧段，厌氧微生物在无氧环境下将污水中难降解的大分子有机物分解为易被微生物吸收利用的

小分子有机物，同时启动反硝化反应，将后续好氧段产生的硝态氮转化为氮气释放至大气，实现脱氮效果。深度处理阶段是污水处理最后一道屏障，重点实现悬浮颗粒深度去除与病原微生物灭活，确保出水水质满足排放要求。主要利用斜管组件形成的高密度沉淀面积，大幅提升悬浮颗粒的沉降效率。污水流经斜管沉淀池时，悬浮颗粒在重力作用下快速附着于斜管表面并滑落至池底，经排泥系统排出，有效降低出水浊度。进出水水质指标如表1所示。

项目	COD _{cr} (mg/L)	B (mg/L) (mg/L)	SS (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	粪大肠菌群数 (个/L)
进水水质	250	150	200	30	35	4.0	/
出水水质	40	10	10	5	15	0.5	1000

（三）工艺设备与材料选型标准

水处理核心构筑物均采用钢筋混凝土结构，通过优化结构与施工工艺，确保构筑物具备优良的结构稳定性、抗渗性与耐久性，能够抵御污水长期侵蚀，延长使用寿命。工艺管道根据不同输送介质的特性与使用场景，精准匹配专用管材：厂区污水管、排水管、污泥管等采用低压流体输送钢管（Q235A），设计压力等级0.6MPa，壁厚根据管径科学适配（DN50~DN80管径壁厚4.0mm，DN80~DN150mm管径壁厚4.5mm，200~300mm管径壁厚8mm），确保管道强度与密封性；给水管道选用UPVC管，具备耐腐蚀、重量轻、安装便捷等优势。阀门选型严格适配使用场景与介质特性：自来水管路采用普通截止阀，启闭灵活、密封性能好。加药管路采用PVC球阀，耐腐蚀且便于精准调节药剂流量。污水管与污泥管采用弹性座封闸阀，密封可靠、抗堵塞能力强，适配含杂质介质输送。水泵出口止回阀选用SFV系列止回阀，防止水流倒流，保护水泵设备。项目投入运营之后，实际出水数据的监测结果如下：pH值稳定在6.8-7.5之间，化学需氧量实测均值为28mg/L，最高值未超过35mg/L。悬浮物实测均值为6.5mg/L，出水澄清透明。氨氮实测均值为1.2mg/L，总氮实测均值为12.3mg/L，达标率100%，总磷实测均值为0.35mg/L。总汞实测值≤0.002mg/L，总镉≤0.01mg/L，六价铬≤0.08mg/L，总砷≤0.06mg/L，总铅≤0.15mg/L，各类重金属污染物均远低于最高允许排放粪大肠菌群数实测均值为1200个/L，色度实测值≤20倍，出水感官性状良好。

三、管网施工关键技术

（一）管道敷设技术

施工开始之前，首先对现场进行细致勘察，采用专业探测设备结合人工排查，精准摸清施工区域内地下燃气、电力、通信、给水等原有管线的走向、埋深、管径

等参数，同时探明地质条件、地下水水位及周边构筑物分布情况，绘制详细的现场勘察图纸，以此为依据优化施工方案，避免施工过程中与原有管线发生冲突，杜绝安全事故。针对淤泥地段、软土地基等复杂地质区域，提前制定专项处理方案，确保施工顺利推进^[2]。

沟槽开挖采用机械为主、人工为辅的组合方式，既保障施工效率，又能精准控制开挖质量。开挖严格遵循“先主干管后支管、先深后浅”的原则，避免交叉施工干扰，确保管网敷设的系统性与连贯性。开挖坡度需根据地质条件动态调整：土质较好的区域采用自然放坡，坡度控制在1:0.33~1:0.75；地质松软或地下水丰富区域，适当加大放坡坡度，必要时采用钢板桩、沙袋等进行支护，防止沟槽坍塌。对于淤泥地段，需彻底挖除全部淤泥至坚实原土层，再采用级配砂石分层回填夯实至设计沟底标高，回填过程中每层夯实厚度不超过200mm，压实度不小于93%，确保沟底基础承载力满足设计要求，避免后续管道沉降变形。

管道基础的平整度与承载力直接影响管道受力状态，为此，施工单位需根据管材类型精准适配基础形式，确保管道均匀受力、长期稳定。对于钢制管道，采用200mm厚砾石砂基础，砾石粒径控制在5~31.5mm，砂含量不低于30%，铺设后采用平板振动器夯实，表面平整度偏差不得超过±5mm；对于UPVC管、PE管等塑料管材，采用150mm厚中粗砂基础，中粗砂含泥量不大于3%，铺设时分层找平，确保基础密实、平整，避免管材因局部受力不均产生裂纹。基础施工完成后需进行承载力检测，检测合格后方可进行管道安装。

在管道安装工序，主要采用机械吊装与人工调整相结合的方式，兼顾效率与精度。吊装前对管材进行全面检查，确保管材无裂缝、破损、变形等质量缺陷，接口端面平整、清洁。吊装时选用柔性吊具，避免对管材造成机械损伤，吊装速度平稳缓慢，防止管道碰撞沟槽壁

或基础。安装过程中严格控制管道中心线与高程偏差,采用全站仪定位中心线,水准仪监测高程,确保中心线偏差不超过 $\pm 10\text{mm}$,高程偏差不超过 $\pm 5\text{mm}$,管道安装完成后,及时进行临时固定,防止后续工序导致管道位移。

(二) 管道连接与防腐技术

不同管材的物理特性存在明显差异,需针对性连接保密封。钢管焊接/法兰连接:焊前打磨除锈,焊缝高度达标,焊后无损检测。UPVC管粘结:接口打磨除污,涂1~2mm粘结剂,固定 ≥ 30 分钟固化。PE管热熔连接:清氧化层,调参数对接,施压冷却 ≥ 10 分钟。所有接口按设计压力稳压30分钟检测,无渗漏、压力降达标合格^[3]。

管道防腐采用“内防腐+外防腐”双重防护体系,外防腐处理采用环氧煤沥青涂料加强级防腐工艺,总厚度 $\geq 0.4\text{mm}$ 。内防腐处理采用“环氧富锌防腐底漆+环氧云铁防腐漆+聚氨酯面漆”三层防护结构,总厚度 $\geq 0.3\text{mm}$ 。防腐施工前需彻底清除管道表面的油垢、灰渣、铁锈等杂质,对于法兰密封面等忌油材料,需采用四氯化碳脱脂剂进行脱脂处理,确保表面无油污残留。防腐涂层施工完成后,需进行外观检查与厚度检测,涂层无气泡、裂纹、脱落现象,厚度达标后方可进行后续工序。

(三) 沟槽回填技术

管底基础至管顶以上0.5m范围内采用人工回填方式,避免机械作业对管道造成碰撞损伤。回填材料选用碎石屑、粒径小于40mm的中砂、粗砂或符合要求的原土,严禁使用含有大块碎石、砖块、冻土等尖锐杂物的材料,防止划伤管道或导致管道受力不均。回填过程中分层夯实,每层回填厚度控制在100~200mm,采用平板振动器、冲击夯等小型夯实机进行夯实,确保压实度不小于90%,逐层检测压实度,达标后方可进行下一层回填。管顶以上0.5m以上部位采用机械回填方式,选用符合要求的回填土,机械作业时避免挖掘机等设备直接碾压管道上方,行驶路线与管道保持一定距离。压实度根据场地使用要求确定,一般不宜小于90%,对于规划为道路的区域,压实度需达到93%以上,确保路面结构稳定。

在对检查井、雨水口等附属构筑物进行回填时,需预留阶梯形接槎,接槎处分层夯实,确保回填体衔接紧密,无沉降缝隙。对于路面范围内的井室周围,采用石灰土、砂、砂砾等稳定性强、承载力高的材料回填,回填宽度不小于400mm,分层夯实,每层厚度不超过150mm,压实度不小于95%,避免井室周围出现沉降,导致路面开裂、凹陷^[4]。

四、EPC模式下质量控制措施

(一) 勘察设计阶段质量管控

勘察设计单位组建专业小组,结合四镇地形、村镇分布开展精细化勘察,通过钻探、管线探测等手段获取

地质、管线、污水特征等核心数据,形成勘察报告。设计严格遵循规范,优化工艺与构筑物布局,兼顾效率、成本与运维;管网优先选低难度、广覆盖路线。设计完成后组织施工图会审,邀请多方参与,针对问题限期整改。

(二) 施工阶段质量管控

施工单位需建立自检、互检、专检三检制度:班组完成工序后对照规范自检,核查质量、即时整改;班组间交叉互检,重点核查关键工序与隐蔽工程,合格后签署意见;质检员用全站仪等设备专项检测,把控原材料、工序、设备安装质量。原材料需提供资质、合格证等资料,经施工自检、监理抽检合格方可进场。监理动态管控全程,旁站隐蔽工程与关键工序,发现不合格下达通知责令整改,复查合格方可施工^[5]。

(三) 验收阶段质量管控

验收需严格遵循分项、分部、竣工验收分层流程:分项工程施工单位自检合格报监理验收,监理核查资料与实体质量,合格签字,不合格整改;分部工程由建设单位组织设计、施工、监理验收,审查资料、分项结果及实体稳定性,合格进入下一阶段;全部工程完成后,建设单位牵头组织竣工验收,邀请多部门参与,核查实体质量、资料及功能性试验,合格签署验收报告。

结语

连州市整县推进村镇污水处理设施建设项目第一标段作为EPC总承包模式在村镇污水处理领域的实践案例,通过科学的工艺设计、规范的施工技术与完善的质量管控体系,为村镇污水处理设施建设提供了借鉴的参考经验。在EPC模式下,不仅有效整合了设计与施工资源,并且大幅提升了工程建设质量与效率。随着数字化监测技术大范围推广应用,施工单位可以对施工全过程进行实时动态监控,这就给工程质量及施工安全提供了坚实保障。

参考文献

- [1] 李志平,王畅.乡镇污水处理设施建设项目绩效评价思路探究——以H省为例[J].财政监督,2022,(10):21-23.
 - [2] 林枝花,欧阳媛媛.乡镇生活污水处理设计与研究[J].造纸装备及材料,2024,53(09):111-113.
 - [3] 周玉娇,陈飞,李阳焯.川南地区乡镇污水处理站污泥现状及处置对策[J].广东化工,2024,51(08):90-92+86.
 - [4] 潘振.广西某乡镇污水处理厂提标改造工程设计[J].节能,2023,42(06):80-82.
 - [5] 向帆.乡镇污水处理厂高排放标准改扩建工程设计要点[J].给水排水,2022,58(S1):650-655.
- 作者简介:于永才,1968年5月,男,汉族,广东,本科,给水排水高级职称,研究方向为给水排水设计。