

污水处理厂管网铺设工艺改进分析

张军民

固原市原州区住房和城乡建设和交通局 宁夏 固原 756000

摘要：针对污水处理厂传统管网铺设工艺存在的施工精度不足、结构稳定性差、防腐能力弱、运行易淤积等共性问题，本文系统梳理传统工艺的现存缺陷，从沟槽开挖基底处理、管道敷设定位、接口密封三个核心维度提出针对性工艺改进方案，配套建立回填夯实、防腐防护、坡度管控、过程自检四类优化保障体系，形成适配污水处理厂复杂工况的全流程管网铺设精细化施工技术路径。工程实践表明，该优化体系可有效提升管网施工质量，降低后期渗漏、沉降、堵塞等运行风险，为污水处理厂管网工程的高质量建设提供可推广的技术参考。

关键词：污水处理厂；管网铺设；施工工艺；工艺改进

引言：在污水处理厂全生命周期运行体系中，管网铺设工程是保障污水稳定收集、输送的核心基础设施，其施工质量直接决定整个厂区的运行效率与运维成本。当前多数污水处理厂管网施工仍沿用传统通用铺设工艺，未针对厂区高腐蚀、高悬浮物、重力自流输送的特殊工况做适配性调整，施工过程中普遍存在精度管控松散、工序衔接不严谨等问题，投运后易出现管道沉降错位、接口渗漏、内部淤积等病害，大幅缩短管网使用寿命。本文立足污水处理厂管网工程的专属工况需求，系统性提出全流程工艺优化方案，构建覆盖施工前、施工中、施工后的完整质量管控体系，为同类工程的精细化施工提供实操依据。

1 污水处理厂传统管网铺设工艺及现存问题

污水处理厂管网铺设传统工艺主要包含场地清理、沟槽开挖、基底找平、管道敷设、接口密封、沟槽回填等基础工序，整体施工流程固化，但精细化、标准化程度较低，适配厂区复杂工况的性能不足。结合管网施工及运行实际，传统工艺在施工应用中暴露的问题集中于施工精度、工序处理、防护工艺等多个维度，具体问题如下。（1）沟槽施工精细化不足。传统工艺沟槽开挖多采用粗放式机械施工，开挖坡度、沟槽深度、槽底平整度控制精度较低，易出现沟槽超挖、欠挖、槽底土体扰动等问题。槽底土体松散、平整度不达标，会导致管道铺设后受力不均，长期运行易出现管道下沉、轴线偏移，造成管道错位、开裂。（2）管道安装定位精度较差。传统铺设工艺缺乏精准的轴线与高程控制手段，管道敷设过程中极易出现坡度偏差、轴线偏移，导致管网排水坡度不均匀，污水输送过程中易出现淤积、积水，大幅增加管道堵塞风险。（3）接口密封工艺不完善。管道接口是管网防渗的薄弱环节，传统接口处理多采用

简易密封填料、常规粘接工艺，密封层厚度不均匀、贴合度不足，抗形变能力较弱。受土体沉降、管道轻微形变影响，接口位置易出现缝隙、开裂，引发污水渗漏问题。此外，沟槽回填工艺粗放，传统回填施工多直接采用原状土分层回填，回填物料筛选不严格，存在大块硬物、杂质，且分层夯实厚度、夯实力度控制不规范，导致回填土体密实度不足，后期土体沉降挤压管道，造成管道变形、破损，影响管网整体结构稳定性^[1]。

2 污水处理厂管网铺设核心工艺优化改进

2.1 沟槽开挖与基底处理工艺改进

针对传统沟槽施工精度低、基底稳定性差的问题，对沟槽开挖及基底处理工艺进行精细化优化。施工前结合厂区管网布局、管道规格、埋设深度开展精准测量放线，采用定点标记、分段施工的模式，严格控制沟槽开挖轴线、宽度与深度，规避超挖、欠挖问题。调整机械施工参数，放缓开挖速率，对于地质松软、易扰动区域，采用机械浅层开挖配合人工修整的方式，保障沟槽侧壁及槽底土体完整性，避免土体结构被破坏。针对槽底处理工艺进行升级，摒弃传统简单找平工艺。开挖完成后，对槽底松散土体进行彻底清理，铺设厚度均匀的级配砂石垫层并进行平整夯实，有效提升槽底承载力与平整度，均匀分散管道受力。同时，根据管道埋设深度与土体特性，精准设置沟槽开挖坡度，对侧壁易坍塌区域增设临时支护结构，保障沟槽施工过程稳定性，从基础层面规避管道沉降、偏移隐患。

2.2 管道敷设定位工艺改进

管道敷设的空间定位精度直接决定管网重力自流输送的流畅度与长期运行稳定性，针对传统工艺人工定位偏差大、误差易累积的共性问题，对全流程定位管控工艺进行系统性优化。彻底摒弃肉眼观测、简易拉线的

粗放定位方式,引入高精度全站仪与数字水准仪,在敷设全过程开展轴线位置、管底高程的实时动态监测,将坡度、轴线偏差严格控制在规范允许的极小阈值内,保障管网坡度均匀连续、管线顺直无突变,完全适配污水处理厂污水重力自流输送的专属工况要求。施工采用分段敷设、逐段校验的闭环管控模式,每完成一节管道就位作业,立即复核当前管段的高程、轴线与实际敷设坡度,发现偏差即时调整修正,杜绝误差持续累积形成系统性偏差。同步优化吊装下放工艺,采用专用柔性吊具控制下放速率,避免管道碰撞产生外壁暗伤,保证管底完全贴合级配砂石垫层、全截面受力均匀无悬空。针对不同管径的管网匹配专属定位精度标准,实现敷设作业标准化管控,从根源解决管网局部积水、悬浮物淤积的长期运行隐患^[2]。

2.3 管道接口密封工艺改进

管道接口是管网防渗的核心薄弱节点,针对传统密封工艺密封贴合度不足、抗形变能力弱的共性问题,对接口预处理与密封全流程施工工艺进行系统性优化。施工前对管道接口端面开展精细化处理,彻底清除接口位置附着的油污、泥沙与表面破损毛刺,采用干擦与压缩空气吹扫结合的方式,保证接口接触面平整、洁净、完全干燥,为后续密封作业提供合格的施工基础条件。根据管道材质的物理特性差异,精准匹配适配的密封材料与对应施工工艺,替代传统单一填料密封的粗放处理方式。针对市政工程常用的塑料管道、钢筋混凝土管道,统一采用双层密封工艺,先在接口卡槽内精准布设弹性密封胶圈实现第一道基础密封,再在接口拼接缝隙处填充专用防水密封胶完成补强密封,大幅提升密封层的贴合度与结构整体性。同步规范接口拼接施工流程,精准控制管道对接力度与周向对齐精度,保证接口缝隙均匀一致,避免局部缝隙过大导致密封不实的问题。密封施工完成后增设不少于24小时的接口养护工序,待密封材料完全固化后再开展后续回填作业,有效提升密封层的韧性、抗形变能力与长期防渗性能,彻底杜绝接口渗漏隐患。

3 管网铺设配套施工工艺优化

3.1 沟槽回填夯实工艺优化

沟槽回填夯实质量是直接决定管网后期长期运行结构稳定性的核心工序,针对传统施工中回填作业粗放、土体密实度离散性大、管道易受外力损伤的共性问题,需对全流程回填施工工艺进行系统性优化。(1)施工前需建立严格的回填物料准入机制,对进场原状土进行筛分处理,彻底剔除粒径超标的大块石块、建筑垃圾、硬

质杂质,优先选用粒径级配连续、土质稳定性强的素土或级配砂石作为指定回填材料,从源头避免硬质异物挤压造成管道外壁破损、变形的质量隐患。(2)作业过程中严格执行分层回填、分层夯实的标准化管控流程,明确不同作业区域的单层回填厚度阈值,严禁出现超厚回填、一次性填埋的违规操作。针对性优化夯实作业方式,管道周边500mm范围内及管顶以上1m以内的浅层区域,采用小型振动夯实设备配合人工操作完成夯实作业,杜绝大型碾压机械直接作业造成管道受力过载破损的问题;管顶1m以上的深层回填区域,采用重型压实机械作业,保障深层土体整体密实度符合设计要求。同步建立全层密实度检测机制,每完成一层夯实作业立即开展环刀法或灌砂法检测,对密实度不达标的区域立即返工重新夯实,确保全断面回填土体均匀密实,有效抵御后期土体不均匀沉降、外部荷载挤压对管道结构的破坏,全面提升管网长期运行的结构稳定性^[3]。

3.2 管道防腐防护工艺优化

污水处理厂管网输送介质含有高浓度腐蚀性杂质,管道长期处于高湿度、强腐蚀的复杂工况环境中,传统简易防腐工艺普遍存在涂层附着力不足、后期脱落、管道局部锈蚀穿孔等质量缺陷,直接影响管网全生命周期运行稳定性。对此需针对性优化全流程管道防腐防护工艺,根据不同管道材质的物理特性与运行工况,精准适配专属防腐施工方案,杜绝通用化防腐处理带来的适配性不足问题。金属管道正式进场施工前,先对管道表面进行喷砂除锈、机械打磨处理,彻底清除表面浮锈层、氧化皮与油污杂质,经检测表面清洁度达到Sa2.5级标准后,严格按照工艺要求依次涂刷配套防腐底漆与多层防腐面漆,全程管控涂层厚度均匀性,杜绝漏涂、针孔、气泡等施工缺陷,大幅提升防腐涂层的附着力与长效防腐性能。非金属管道重点强化外壁物理防护,管道敷设前逐段开展外壁完整性探伤检查,对存在细微划痕、局部破损的位置采用专用修补材料做封闭处理,敷设完成后在管道外侧整体增设柔性缓冲防护层,彻底隔绝土体摩擦、土壤酸碱腐蚀及外部荷载挤压造成的外壁损伤。同时对管网弯头、三通、变径等应力集中、介质紊流冲刷的薄弱节点执行加强级防护标准,增加防腐涂层厚度或增设弹性防护垫层,全面提升管网整体耐腐蚀、抗老化性能,有效延长管道设计使用寿命。

3.3 管网排水坡度优化工艺

污水重力自流输送模式对管网敷设坡度的控制精度有严格要求,传统人工管控的施工工艺中坡度调整随意性强,极易出现局部倒坡、坡度过大或过小的质量偏

差,进而引发管内积水淤积、流速过快冲刷管壁、输送能力不足等系列运行隐患。本次工艺优化采用全流程精准坡度管控体系,从参数计算到现场施工完成闭环管控,彻底解决传统工艺的精度失控问题。施工前结合污水处理厂远期峰值污水排量、管道设计材质、管径参数与介质悬浮物占比,通过水力计算公式完成多工况模拟验算,匹配出兼顾输送效率与防淤积能力的最优设计坡度,避免直接套用通用标准带来的适配性不足问题。现场施工过程中,采用高精度全站仪与水准仪完成逐桩点高程测量,每完成一节管道敷设立即开展双控复核,逐段校准管道两端的高程差,严格管控坡度偏差在规范允许的极小范围内,保证全段管网坡度均匀连续,无局部倒坡、无坡度突变的不合格点位。针对管网低洼段、转角交汇段等介质流速放缓、易出现悬浮物沉积的特殊位置,在不影响整体水力条件的前提下微调局部坡度,适当提升该区域的介质流动速度,保障污水全程快速平稳输送,大幅降低杂质沉积概率,从源头减少管道堵塞问题,有效降低后期管网清通、运维的工作量^[4]。

3.4 施工质量自检工艺完善

为保障前述各项优化工艺的实际落地效果,需系统性完善管网铺设全流程质量自检工艺,摒弃传统施工结束后一次性集中检测的滞后管控模式,建立覆盖所有关键工序、分阶段闭环校验的自检管控机制,从过程层面杜绝质量隐患遗留。(1)自检体系严格按施工工序节点划分管控单元,每道工序完成后未通过自检不得进入下一道工序。沟槽开挖施工完成后,重点检测沟槽开挖断面尺寸、基底平整度、基底土体承载力与密实度,确认无基底扰动、积水等问题;管道敷设就位后,逐段复核管道轴线偏移量、接口对齐精度、敷设高程与排水坡度,确认所有参数符合设计允许偏差范围;接口施工完成后,立即开展接口密封性自查,采用闭水试验或气密性检测方式排查接口渗漏隐患;回填作业全部完成后,

采用专业设备全面检测全断面回填密实度,同步开展管道形变量检测,确认管道无受压变形超标问题。(2)针对每道工序的自检结果建立标准化检测台账,所有检测数据实时归档留存,对超出规范阈值的施工偏差、局部质量缺陷第一时间标记,制定专项整改方案完成修复后再次复检,确保每一道施工工序质量完全达标。通过全过程嵌入的自检管控,及时规避工艺执行过程中的疏漏问题,保障各项优化工艺的落地效果,全面提升管网铺设工程的整体施工质量^[5]。

结束语

本文提出的污水处理厂管网铺设全流程工艺优化体系,并非对传统成熟施工逻辑的完全颠覆,而是针对厂区特殊运行工况的定向适配与精细化升级。通过核心工序的技术改进与配套保障工艺的落地,可从施工源头规避管网后期的多数常见病害,大幅提升管网结构稳定性与运行可靠性。未来随着施工数字化管控工具的进一步普及,该工艺体系可与智能测量、实时监测技术深度融合,持续降低人为因素对施工质量的干扰,推动污水处理厂管网工程建设向更高质量标准发展,为整个污水处理系统的长期稳定运行筑牢基础设施支撑。

参考文献

- [1]向前,杨全,王宗平,等.某污水处理厂处理工艺评估及对策研究[J].市政技术,2026,44(4):247-255.
- [2]朱益萍.分流制区域污水处理厂进水水质与降雨事件响应特征分析[J].水资源开发与管理,2026,12(2):23-28+34.
- [3]赵文智.城市污水处理工艺优化与环境效益的评估分析[J].皮革制作与环保科技,2026,7(4):169-171.
- [4]丁进.城市生活污水处理厂提质增效现存问题与解决策略[J].造纸装备及材料,2026,55(2):133-135.
- [5]王伟.污水处理厂施工过程中配套管网技术的优化技术研究[J].工程建设与设计,2025,(8):105-107.